

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม
ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย



นางสาวพิณววรรณ แซ่มชื่น ชมดง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY BY USING SSCS MODEL
WITH QUESTIONING PROMPTS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND
REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Miss Pichawan Shamsheun Chomdong



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ
SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดย

นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ชมดง

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดิษฐ์ ละออปักษิณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินดิษฐ์ ละออปักษิณ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทรงชัย อักษรคิด)

พิฒนาวรรณ แชน้ช้่น ชมดง : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย (EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY BY USING SSCS MODEL WITH QUESTIONING PROMPTS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. จิณดิษฐ์ ละเอียด ปกษิณ, 134 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม กับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบปกติ และ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ก่อนและหลังเรียน โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จำนวน 65 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 28 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์รูปแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2559

5783445327 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS: SSCS MODEL / QUESTIONING PROMPTS / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY / MATHEMATICAL REASONING ABILITY

PICHAWAN SHAMSHEUN CHOMDONG: EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY BY USING SSCS MODEL WITH QUESTIONING PROMPTS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING AND REASONING ABILITIES OF UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS.
ADVISOR: ASST. PROF. JINNADIT LAORPAKSIN, Ed.D, 134 pp.

The purpose of this study were to 1) compare the mathematical problem solving and reasoning abilities of students being taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts and those being taught by using a conventional approach and 2) compare the mathematical problem solving and reasoning abilities of students who being taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts between before and after learning. The subjects were 65 tenth grade students of Thakhanthowitthayakhan School in the second semester of the academic year 2016. There were 37 students in the experimental group and 28 students in the control group. The experimental group was taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts and the control group was taught by conventional learning activities. The research instruments consisted of pre - and post - tests for mathematical problem solving ability, and pre - and post - tests for mathematical reasoning ability. The experimental materials were lesson plans using SSCS model with questioning prompts and conventional lesson plans. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The results of the study revealed that:

1) the mathematical problem solving and reasoning abilities of student being taught by organizing mathematics learning activities using SSCS model with questioning prompts were higher than those of students being taught by using a conventional approach at a .05 level of significance.

2) the mathematical problem solving and reasoning abilities of student being taught by organizing mathematical learning activities using SSCS model with questioning prompts were higher than those before learning at a .05 level of significance.

Department: Curriculum and Instruction

Student's Signature

Field of Study: Mathematics Education

Advisor's Signature

Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความเมตตากรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดิษฐ์ ละออปักชิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาใช้เวลาในการดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ความช่วยเหลือ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งให้การอบรมสั่งสอนให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้ทุกด้านในการทำงาน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ด้วยความเคารพอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลาในการเป็นกรรมการสอบ และกรุณาให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ และคณาจารย์คณะครุศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอน ฝึกฝน มอบความรู้และทักษะในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะครุศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่กรุณาเสียสละเวลาตรวจพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณะครู ผู้บริหาร โรงเรียนท่าคันโทวิทยาการทุกท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณครูอรุณี เชื้อสุภา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ประสานงาน ให้คำแนะนำ และดูแลผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล อีกทั้งขอกราบขอบพระคุณ คุณครูปติตดา ชันท์ชลา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ประสานงานในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอชื่นชมนักเรียนที่น่ารักทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่อรวรรณ ชมตง คุณพ่อพิทักษ์ แซ่มชื่น และครอบครัวที่น่ารัก ที่ให้การสนับสนุนด้านการศึกษา ให้คำปรึกษา และบำรุงจิตใจของผู้วิจัยเป็นอย่างดี และขอบคุณกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ มีความห่วงใย และให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
คำถามการวิจัย	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
สมมติฐานการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	11
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	12
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	15
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
1. การสอนตามรูปแบบ SSCS	17
1.1 ความเป็นมาและความหมายของการสอนตามรูปแบบ SSCS	17
1.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS.....	21
2. การกระตุ้นโดยใช้คำถาม (Questioning prompts)	23
2.1 ความหมายและบทบาทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม	23
2.2 ประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม	24
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	27

3.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์	28
3.3 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	29
3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	29
3.5 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	30
3.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	33
3.7 แนวทางการวัดผลประเมินผลความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	37
4. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	39
4.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	39
4.2 พฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	41
4.3 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	44
4.4 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	46
4.5 แนวทางการวัดผลประเมินผลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	48
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	50
5.1 งานวิจัยต่างประเทศ	50
5.2 งานวิจัยภายในประเทศ.....	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	54
2. การออกแบบการวิจัย	55
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	55
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56
4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	57
4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72

5.1	ขั้นเตรียมการ.....	72
5.2	ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
6.	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
7.	สถิติที่ใช้ในการวิจัย	75
7.1	สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	75
7.2	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
ตอนที่ 1	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	78
ตอนที่ 2	ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	80
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	82
	สรุปผลการวิจัย.....	84
	อภิปรายผลการวิจัย.....	85
	ข้อเสนอแนะ	90
	รายการอ้างอิง	91
	ภาคผนวก.....	98
	ภาคผนวก ก กรอบแนวคิดการวิจัย.....	99
	ภาคผนวก ข รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย	101
	ภาคผนวก ค หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย	103
	ภาคผนวก ง ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	114
	ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	121
	ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	134

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และกระบวนการCPS	18
ตารางที่ 2	เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	38
ตารางที่ 3	แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของความสามารถในการให้เหตุผล	49
ตารางที่ 4	แสดงรูปแบบการทดลอง	55
ตารางที่ 5	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ	58
ตารางที่ 6	กรอบแนวความคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	59
ตารางที่ 7	เกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	63
ตารางที่ 8	เกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	69
ตารางที่ 9	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	78
ตารางที่ 10	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน	79
ตารางที่ 11	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ	80
ตารางที่ 12	แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน	81

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตมนุษย์ ทั้งในการใช้ชีวิตจริงและการพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม คณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นในการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง ในปัจจุบันคณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญมากขึ้นทั้งในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล ช่วยพัฒนาความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ ช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคม ช่วยคาดการณ์หรือทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้น ช่วยในการคิดค้นสิ่งใหม่ สร้างสรรค์งานหรือนวัตกรรม และเป็นพื้นฐานของการพัฒนาศาสตร์สาขาอื่น ในฐานะเป็นเครื่องมือในด้านการคิด ด้านการทำงาน และด้านการสร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลายอย่างยังเป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิตอีกด้วย (อัมพร ม้าคนอง, 2557) ด้วยเหตุนี้ทำให้วิชาคณิตศาสตร์ถูกกำหนดให้เป็นหนึ่งในแปดของสาระการเรียนรู้พื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียน โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดกรอบสาระมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สถานศึกษานำไปจัดการศึกษาให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาและความต้องการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการพัฒนาการคิดและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมทั้งใช้เป็นพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับสูงขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก)

แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญอย่างมาก รวมทั้งมีการกำหนดกรอบสาระมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดไว้แล้ว แต่จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทั้งระดับชาติหรือนานาชาติของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา จะพบว่าผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ดังเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน O-NET (Ordinary National Educational Test) ในปีการศึกษา 2558 ที่พบว่า ในวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 6 มีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 32.40 และ 26.59 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนนตามลำดับ และยังพบว่าคะแนนในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 9.23 คะแนนเท่านั้น (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) และมีความสอดคล้องกับผลการประเมินจากโครงการประเมินระดับนานาชาติ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ซึ่งเป็นโครงการประเมินผลนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยใน

การประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์จะครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็นด้านความรู้ ด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา และด้านการให้เหตุผล รวมทั้งกระบวนการคิดที่นักเรียนใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยผลการประเมิน TIMSS 2011 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 427 ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน 500 คะแนน ทำให้ไทยถูกจัดอยู่ในลำดับที่ 28 จาก 63 ประเทศ และ 14 รัฐ อีกทั้งยังมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยที่ลดลงเมื่อเทียบจากการประเมิน TIMSS 2007 ที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 441 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) ในขณะที่เดียวกันยังพบว่าความสามารถและทักษะในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริงของนักเรียนไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เห็นได้จากการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งเป็นการวัดความสามารถและทักษะในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริงหรือทักษะชีวิต โดยวัดจากการรู้เรื่อง 3 ด้าน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนอายุ 15 ปี ทั่วโลก โดยในการประเมินปี 2003 และ 2012 จะเน้นด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์เป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 60 ผลจากการประเมิน PISA 2012 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ 427 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย OECD ที่ 494 คะแนน ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อเทียบกับ PISA 2003 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอยู่ในกลุ่มคะแนนไม่มีสัญญาณการเปลี่ยนแปลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกระทรวงศึกษาธิการ, 2557) จากข้อมูลผลการประเมินทั้งในระดับชาติและนานาชาติข้างต้นทำให้เห็นได้ว่าปัญหาของผลการเรียนการสอน รวมทั้งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานนั้นควรได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน เนื่องจากปัญหาเหล่านี้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันและในการศึกษาต่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดไว้ 5 ทักษะ คือ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข) ซึ่งการแก้ปัญหาถือเป็นหลักสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังที่นักการศึกษา Krulik (1980) ได้กล่าวไว้ว่า “การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์” โดยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต (สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข) การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะและกระบวนการ ซึ่งต้องใช้ความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจและหาคำตอบของปัญหา รวมทั้งใช้วิธีการหรือ ขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ การแก้ปัญหา เป็นการรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจเข้าไว้ด้วยกัน (อัมพร ม้าคนอง, 2553) กล่าวได้ว่าการแก้ปัญหาก็ต้องมาจากการความเป็นเหตุเป็นผล ดังนั้นควรมี การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลควบคู่ไปกับทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งการให้เหตุผลเป็นทักษะและ กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบครอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการ พัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงานและการดำรงชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข) ซึ่งเห็นได้ว่าการให้เหตุผลถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียน คณิตศาสตร์ จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (National Council of Teacher of Mathematics, 1989) ดังนั้น ทั้งการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่ ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้ ผักผ่อนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตัวนักเรียน (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ข)

แม้ว่าการให้เหตุผลและการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญในการเรียน คณิตศาสตร์และการนำไปใช้ในชีวิตจริงแต่ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนปัจจุบัน ยังไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลของนักเรียนเท่าที่ควร เห็นได้จาก ผลการประเมิน O-NET ในสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และจากผลการ ประเมิน PISA ก็อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และเนื่องจากวิธีการสอนของครูมีผลต่อ การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งได้มีนักการศึกษาเสนอแนวทางในการพัฒนา การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ เช่น ในขณะที่เรียน เนื้อหาคณิตศาสตร์ หรือขณะทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโนทัศน์ หรือ การแก้ปัญหา ซึ่งในการสอนการแก้ปัญหานั้น ผู้สอนควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียน จึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด (พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง, 2547) และเนื่องจากการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหสามารถพัฒนาได้ โดยการสอนผ่านการแก้ปัญหา การสอนให้แก้ปัญหา หรือการสอนกระบวนการแก้ปัญหา (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS เป็นรูปแบบการสอนแก้ปัญหาที่ได้รับ การยอมรับรูปแบบหนึ่ง พัฒนาขึ้นโดย Pizzini, Shepardson and Abell (1989) ซึ่งมีพื้นฐานมาจาก กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการสอน IDEAL (Identify, Define, Explore, Act, and Look model) และกระบวนการ CPS (Creative Problem Solving process) ขั้นตอน การสอนแก้ปัญหาตามรูปแบบ SSCS ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 Search (S) หมายถึง ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหาในขั้นตอนแรกนี้นักเรียนต้องทำการจำแนกและระบุ ปัญหา หาข้อมูลที่เป็นต้องรู้หรือจำเป็นต้องใช้เพิ่มเติม รวมทั้งระบุแนวทางที่จะนำมาใช้ในการ แก้ปัญหา ขั้นที่ 2 Solve (S) หมายถึง ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินตาม แผนที่วางไว้ ขั้นที่ 3 Create (C) หมายถึง ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จาก การดำเนินการแก้ปัญหา และทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ ในขั้นนี้นักเรียนต้องนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสอง ขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา มีการประเมิน กระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย และ ขั้นที่ 4 Share (S) หมายถึง ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการ แก้ปัญหา และข้อสรุป ในขั้นสุดท้ายนี้ นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ทั้งของตนเองและของผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นช่วยกันพิจารณากระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้อง ว่ามีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาดในจุดใด หรือเนื่องจากการวางแผนแก้ปัญหาที่ผิดพลาด โดย รูปแบบการสอนนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎี มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีการประเมินการทำงานของตนเอง และมีความสามารถในการให้ เหตุผลทั้งเพื่อการแก้ปัญหาและการอธิบายการทำงานของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักใน การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ของ Kurniawati (2014) ได้ ศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การสอนตามรูปแบบ SSCS และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ SSCS มีทักษะการคิดเชิงตรรกะ ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ นวลจันทร์ ผมออุทา (2545) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนแบบปกติ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50 ที่ได้กำหนดไว้ และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

นอกจากนี้จากการวิจัยของ สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้กำหนดไว้

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นทำให้พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะทางการคิดเชิงตรรกะ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เพราะในขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้นั้นทำให้นักเรียนได้เกิดการคิดค้นหาประเด็นปัญหาคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ มีกระบวนการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เกิดการประเมินวิธีการแก้ปัญหาของตนเองเพื่อนำไปสร้างแนวคิดในการนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจ และยังมีการสื่อสารแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับผู้อื่น

เนื่องจากลักษณะและธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ใช้ภาษาสัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย (อัมพร ม้าคนอง, 2557) จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเบื่อหน่ายและมีพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่ไม่กระตือรือร้น ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไปไม่ประสบผลสำเร็จเห็นได้จากการทดสอบต่าง ๆ ที่ผ่านมา การส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนรวมทั้งพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการแก้ปัญหาสามารถทำได้หลากหลายวิธี ซึ่งวิธีหนึ่งที่สำคัญ คือ การใช้คำถามที่เหมาะสมของครูในกระบวนการจัดการเรียนการสอน (พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง, 2547) นอกจากนี้ นักการศึกษา Chin และ Osborn (2008) ได้ให้ความเห็นที่สอดคล้องกันว่า การตั้งคำถามถูกจัดให้เป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ของนักเรียน ตั้งแต่การสร้างแรงจูงใจไปจนถึงการทำให้เกิดการอภิปรายอย่างมีประสิทธิภาพในห้องเรียน และเป็นไปเพื่อกำกับการสร้างองค์ความรู้ นอกจากนี้การใช้คำถามเปิดของครูในห้องเรียน จะช่วยดึงความสนใจ และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างหลากหลาย ช่วยให้คิดได้อย่างรอบครอบ และมีความระมัดระวังมากขึ้น (สิริพร ทิพย์คง, 2544) ซึ่งการใช้คำถามถือเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการแก้ปัญหา (Davis, 2000) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รวมทั้งการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ควรมีการใช้คำถามในการกระตุ้นนักเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนได้อย่างมีความหมายและมีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วขึ้น และยังมีส่วนช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีเหตุผลอีกด้วย

การกระตุ้นโดยใช้คำถาม (Questioning prompts) เป็นเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพของการเสริมต่อการเรียนรู้ในกระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนในหลากหลายสาขาวิชา การกระตุ้นนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน

การอธิบายด้วยตนเอง การตั้งคำถามด้วยตัวเอง การตรวจสอบด้วยตนเอง และการสะท้อนด้วยตัวเอง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนปรับความคิดของตนเอง สร้างข้อสรุป และที่สำคัญคือการตรวจสอบและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง การกระตุ้นโดยใช้คำถามแบ่งออกเป็น 3 ประเภท และมีเป้าหมายของการทำงานที่แตกต่างกันออกไป (Lee and Chen, 2015) คือ 1) การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนการคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโดยรวมทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหา และช่วยกำกับความสนใจในลักษณะที่สำคัญของปัญหานั้น 2) การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับการทำงานอย่างละเอียด อาจเป็นการระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการและอธิบายในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาได้ 3) การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการตรวจสอบและสะท้อนความคิดในระหว่างการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจ และได้คำตอบที่ครอบคลุมทุกเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจในการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS มาใช้ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เพราะเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหามีลักษณะของปัญหาที่หลากหลาย และมีความเป็นเหตุเป็นผล นอกจากนี้ยังเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในชีวิตประจำวันและการศึกษาต่อไป โดยการวิจัยในครั้งนี้จะศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียน ซึ่งน่าจะเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

สมมติฐานการวิจัย

การศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Ge and Land (2004) ได้ศึกษากรอบแนวคิดสำหรับการเสริมต่อการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยพบว่าการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีบทบาทในการเป็นการเสริมต่อการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนได้แก้ปัญหาได้สำเร็จ เกิดการวางแผน และสะท้อนความคิดในระดับสูง แต่ยังพบว่าหากนักเรียนละเลยในคำถามหรือไม่ตอบสนองในคำถามนั้นก็จะไม่ทำให้ประสบความสำเร็จในการใช้งานได้ และยังพบว่าความรู้เดิมของนักเรียนมีผลต่อผลจากการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามอีกด้วย

Lee and Chen (2009) ได้ศึกษาผลของการกระตุ้นโดยคำถามแต่ละประเภทและระดับความรู้เดิม ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยพบเจอมาก่อนโดยการสอนผ่านเกมคอมพิวเตอร์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ของการกระตุ้นโดยใช้คำถามและระดับความรู้เดิมไม่มีนัยสำคัญ และความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่มที่ได้รับการ

กระตุ้นโดยเฉพาะมีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นแบบธรรมดา และนักเรียนที่มีระดับความรู้เดิมสูงมีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาสูงกว่ามากกว่ากลุ่มที่มีความรู้เดิมต่ำ

Syamsri and Hariyadi (2012) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการตั้งปัญหา ตามกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE ที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าพัฒนาการในภาพรวมของผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการตั้งปัญหาด้วยกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และยังพบว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียนแบบตั้งปัญหาด้วยกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE สูงด้วย

Kurniawati (2014) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ SSCS และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ SSCS มีทักษะการคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

Lin, Chen and Chen (2015) ได้ศึกษาผลของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม การอธิบายด้วยตนเอง และการความสัมพันธ์ของการกระตุ้นโดยใช้คำถามและการอธิบายตนเองบนฐานของความรู้เชิงมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาปริญญาตรีในบริบทเพื่อนช่วยสอน ผลของการวิจัยพบว่า การกระตุ้นโดยใช้คำถามและการอธิบายตนเองไม่มีความสัมพันธ์กัน และกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นโดยใช้คำถามอย่างสมบูรณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหาของสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นโดยใช้คำถามแบบค่อยเป็นค่อยไป และกลุ่มที่ใช้การอธิบายด้วยตนเองบนพื้นฐานของสถานการณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มที่ใช้การอธิบายด้วยตนเองบนพื้นฐานของรายละเอียด

นวลจันทร์ ผมอูตทา (2545) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่ได้กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ธนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 72.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70 และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วย

การสอนแบบปกติ และนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ

กฤษฎา วรพิน (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

นัชชนัน แก้วประเสริฐสุข (2557) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้มอดูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้มอดูลและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้มอดูลมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

จากการศึกษาวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS การกระตุ้นโดยใช้คำถาม และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

Lee and Chen (2015) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้น ที่มีต่อการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้นมีการให้เหตุผลทางเรขาคณิตที่มีประสิทธิภาพกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยตรง นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้น ยังแสดงออกถึงความรู้สึกที่ดีกับการมีส่วนร่วมในการเรียนมากกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยตรง

นาเดีย กองเป็ง (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแอบสแทรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแอบสแทรกชันมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และยิ่งสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแอบสแทรกชันมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง

วรนารถ อยู่สุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์

เกษณีย์ ยอดไพอินทร์ (2556) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการนิยามทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการนิยามทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ นอกจากนั้นนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมทีดคอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ยังมีพัฒนาการที่ดีขึ้นด้วย

ภูมิฤทัย วิทย์วิจิน (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI มีความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS การกระตุ้นโดยใช้คำถาม และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่างในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 ห้องเรียนที่เรียนในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS

ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ตามรูปแบบที่พัฒนาโดย Pizzini, Shepardson and Abell (1989) ซึ่งประกอบด้วย

ขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) เป็นขั้นการจำแนกและระบุปัญหา หาข้อมูลที่เป็นต้องรู้หรือต้องใช้ และระบุแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) เป็นขั้นนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) เป็นขั้นที่นำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) เป็นขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

2. การกระตุ้นโดยใช้คำถาม หมายถึง การใช้คำถามของครูเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นในทันทีที่พบว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนนั้นได้ อาจเป็นการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอธิบายความคิด วางแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบการทำงานของตนเอง การสะท้อนความคิด หรือประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งจะพิจารณาเลือกใช้คำถามตามบริบทของกระบวนการแก้ปัญหา โดยแบ่งคำถาม

ออกเป็น 3 ประเภท ตามแนวคิดของ Ge and Land (2004), Ge (2010) และ Lee and Chen (2015) ได้ดังนี้

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโดยรวมทั้งหมด ทำให้นักเรียนเห็นภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหา และช่วยกำกับความสนใจในลักษณะสำคัญของสถานการณ์ปัญหานั้น

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการทำงานอย่างละเอียด อาจเป็นการระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถดำเนินการและอธิบายในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาได้

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบ และสะท้อนความคิดของตนเอง ในระหว่างการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจและทำได้คำตอบที่ครอบคลุมทุกเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนคือ Search (S), Solve (S), Create (C), และ Share (S) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น ครูจะใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด ซึ่งพิจารณาตามความเหมาะสมของบริบทและสถานการณ์ในห้องเรียน เพื่อช่วยเหลือนักเรียนทันที ในขณะที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ ทำให้นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาข้อมูลและประเด็นสำคัญของปัญหา จำแนกและระบุปัญหาของสถานการณ์ปัญหา และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ครูให้นักเรียนคิดและวางแผนการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งสามารถหาเหตุผลมาอธิบายกระบวนการทำงานของตนเองได้ และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) ครูให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุป แนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินและตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการ

ทำงานของตนเอง แล้วสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share: S) ครูให้นักเรียนทบทวนการทำงานของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์ วิธีการแก้ปัญหา คำตอบ ความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหาทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและไม่ถูกต้องในชั้นเรียน และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ตามคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการประยุกต์ใช้ความรู้ กลยุทธ์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่ ในการดำเนินการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยปรับจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ระบุสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้
2. ความสามารถในการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การกำหนดตัวแปรแทนข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
4. ความสามารถในการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา และสรุปคำตอบ เป็นความสามารถในการตรวจสอบ และตัดสินใจว่าคำตอบนั้น ๆ มีความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้

6. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และอธิบายข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งเป็นความสามารถในการเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

โดยวัดจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

2. การใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม สามารถนำไปเป็นทางเลือกในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังจะนำเสนอ ดังนี้

1. การสอนตามรูปแบบ SSCS
 - 1.1 ความเป็นมาและความหมายของการสอนตามรูปแบบ SSCS
 - 1.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS
2. การกระตุ้นโดยใช้คำถาม (Questioning prompts)
 - 2.1 ความหมายและบทบาทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม
 - 2.2 ประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.3 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี
 - 3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.5 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
 - 3.7 แนวทางการวัดผลประเมินผลความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
4. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 พฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 แนวทางการวัดผลประเมินผลการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยภายในประเทศ

1. การสอนตามรูปแบบ SSCS

1.1 ความเป็นมาและความหมายของการสอนตามรูปแบบ SSCS

SSCS เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการสอนแก้ปัญหา โดย Pizzini, Shepardson and Abell (1989) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้ปรับปรุงมาจากรูปแบบการสอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการ CPS และรูปแบบการสอน IDEAL เข้าด้วยกัน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การสอนแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการ CPS (Creative Problem Solving) (Parnes, 1967 cited in Pizzini, Shepardson, and Abell, 1989) มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- 1) การค้นหาข้อเท็จจริง (fact – finding)
- 2) การค้นหาปัญหา (problem – finding)
- 3) การค้นหาแนวความคิดในการแก้ปัญหา (idea – finding)
- 4) การค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา (solution – finding)
- 5) การค้นหาแนวทางที่เป็นที่ยอมรับ (acceptance – finding)

2. รูปแบบการสอน IDEAL (Identify, Define, Explore, Act, and Look model) (Bransford and Stein, 1984 cited in Pizzini, Shepardson and Abell, 1989)

- 1) การจำแนกแยกแยะปัญหา (identifying the problem)
- 2) การตีความหมายและการนำเสนอปัญหา (defining and representing the problem)
- 3) การค้นหาวิธีการอื่น ๆ (exploring alternative strategies)
- 4) การนำวิธีการเหล่านี้มาปฏิบัติ (acting on the strategies)
- 5) การมองย้อนกลับและการประเมินผลกระทบในด้านต่าง ๆ (looking back and evaluating the effects)

จากรูปแบบการสอน IDEAL และ กระบวนการ CPS นำมาปรับขั้นตอนในการแก้ปัญหาให้มีความชัดเจนและเหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลายและนักเรียนมัธยมศึกษา โดยเหลือเพียง 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) 2. ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) 3. ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา และทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) 4. ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหาและข้อสรุป (Share : S) เรียกว่า SSCS

Model และได้มีการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และกระบวนการ CPS ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบ SSCS รูปแบบ IDEAL และกระบวนการCPS

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทางในการนำไปใช้ (Questions/ Approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การค้นหา ปัญหา (Search : S)	การจำแนกปัญหา (Identify the problem : I)	สถานการณ์ (Situation)	คำถามที่ใช้ในการจำแนก ปัญหา เช่น ใคร? ทำอะไร? ที่ไหน? เมื่อไหร่? อย่างไร?	- การระดมสมอง - การสังเกต - การวิเคราะห์ - การจำแนก ประเภท - การวัดประเมินค่า - การอธิบาย
		ค้นหา ข้อเท็จจริง (Fact Finding)	คำถามที่ใช้ในการแสวงหา ข้อมูลเพิ่มเติม เช่น - อะไรสิ่งจำเป็นต้องรู้ - จะหาสิ่งนั้นได้จากที่ใด	- การตั้งคำถาม - ค้นหาวรรณกรรม - การสอบถาม
	การกำหนดนิยาม และนำเสนอปัญหา (Defining and representing the problem : D)	การค้นหา ปัญหา (Problem finding)	การทำรายการของปัญหา หรือแนวคิดจากสถานการณ์ เช่น - แนวทางที่จะใช้แก้ปัญหา - การระบุปัญหา	- การระดมสมอง - การตั้งสมมติฐาน - การคาดคะเน - การประเมิน - การทดสอบ - การตั้งคำถาม
ค้นหากลยุทธ์ที่เป็น ทางเลือก (Exploring alternative strategies : E)	การค้นหา แนวคิด (Idea finding)	การสร้างรายการของ แนวทางหรือแนวคิดที่จะ นำมาใช้	- การระดมสมอง - การมุ่งความสนใจ - การสอบถาม - การเปรียบเทียบ - การผสมผสาน - การวิเคราะห์	

รูปแบบการแก้ปัญหา			แนวทางในการนำไปใช้ (Questions/ Approaches)	กระบวนการ (Processes)
SSCS	IDEAL	CPS		
การ แก้ปัญหา (Solve : S)	การปฏิบัติตามกล ยุทธ์ (Acting on the strategies : A)	การค้นหา วิธีการ แก้ปัญหา (Solution finding)	<ul style="list-style-type: none"> - การวางแผนการแก้ปัญหา - การดำเนินการตามแผน 	<ul style="list-style-type: none"> - การตัดสินใจ - การนิยาม - การสร้าง - การออกแบบ - การประยุกต์ - การสังเคราะห์ - การทดสอบ - การตรวจสอบ
	การมองย้อนกลับ และประเมินผลที่ ได้รับ (Looking back and evaluating the effects : L)	การค้นหา ข้อมูลที่ทำให้ ยอมรับ (Acceptance finding)		
การสร้าง คำตอบ (Create : C)			<ul style="list-style-type: none"> - สร้างกระบวนการ หรือ แนวความคิด - ประเมินกระบวนการ แก้ปัญหาหรือวิธีแก้ปัญห ของตนเอง 	<ul style="list-style-type: none"> - การยอมรับ - การปฏิเสธ - การปรับเปลี่ยน - การปรับปรุง - การทำให้สมบูรณ์ - การสื่อสาร - การแสดงผล - การส่งเสริม - การประเมิน
การ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็น (Share : S)			<ul style="list-style-type: none"> - ทำให้เกิดการสื่อสารและ การปฏิสัมพันธ์ - ทำให้เกิดการเชื่อมโยง ความคิด - การให้ข้อมูลย้อนกลับ - การประเมินวิธีการ แก้ปัญหา - การสร้างคำถามงานวิจัยที่ อาจจะเกิดขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - การส่งเสริม - การแสดงผล - การรายงานผล - การให้พุดอธิบาย - การตั้งคำถาม - การทบทวน - การตรวจสอบ

จากตารางดังกล่าวทำให้เห็นถึงจุดร่วมของแต่ละรูปแบบการสอน จะทำให้เห็นว่าในสองขั้นแรก คือ ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) และขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ของรูปแบบ SSCS จะรวมขั้นตอนทั้งหมดของรูปแบบ IDEAL และกระบวนการ CPS ไว้ทั้งหมด ซึ่งเมื่อเสร็จทั้งสองขั้นตอนแล้วสามารถทำให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบแล้ว นอกจากนั้นได้มีการเพิ่มขั้นตอนอีก 2 ขั้น คือ ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) และขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) ซึ่งในขั้นสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา (Create : C) นั้น จะเป็นการให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา มีการประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย และในขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและของผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง จากนั้นช่วยกันพิจารณากระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องว่ามีการดำเนินการแก้ปัญหาผิดพลาดในจุดใด หรือเนื่องจากการวางแผนแก้ปัญหาที่ผิดพลาด โดยรูปแบบการสอนนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎี และมีความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

จากความเป็นมาและความหมายของการสอนตามรูปแบบ SSCS ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) เป็นขั้นการจำแนกและระบุปัญหา หาข้อมูลที่จำเป็นต้องรู้หรือต้องใช้ และระบุแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) เป็นขั้นนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) เป็นขั้นที่นำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) เป็นขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

1.2 หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS

หลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS นั้น Pizzini, Shepardson, and Abell (1989) กล่าวไว้พอสรุปได้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล โดยเชื่อว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ความเข้าใจหลักการ ทฤษฎี และความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีกระบวนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยที่มีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการเรียนการสอน ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ มีหลักการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือในทุกขั้นตอนในการสอนแก้ปัญหา
2. ครูจะต้องช่วยเหลือผู้เรียนในการพัฒนากลยุทธ์ที่ใช้ในการรับและดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ครูจะต้องชี้ให้เห็นถึงข้อผิดพลาดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในขั้นตอนที่ผู้เรียนทำการแก้ปัญหาผิดพลาด
4. ครูจะต้องแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมมติฐานที่เพียงพอในการแก้ปัญหาหรือไม่
5. ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

จากหลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ข้างต้น จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมของครูจะเปลี่ยนจากการที่ครูเป็นศูนย์กลาง เปลี่ยนเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือในกระบวนการเรียนการสอน ให้คำแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียน โดยมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามแต่ละขั้นของรูปแบบ SSCS ดังนี้

1. ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) ครูช่วยนักเรียนในการระบุประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ไม่ตัดสินถูกผิดหรือบอกคำตอบโดยตรง ไม่คล้อยตามแนวคิด การตัดสินใจ การระบุคำอธิบาย และการระบุวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน
2. ขั้นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ครูช่วยนักเรียนในการระบุประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ระบุความผิดพลาดทางตรรกศาสตร์ในความคิดของนักเรียน ทำทนายให้นักเรียนพิจารณาความเป็นไปได้อื่น ๆ ประเมินและแยกความสามารถของนักเรียน ช่วยนักเรียนให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ ไม่ตัดสินถูกผิดหรือบอกคำตอบโดยตรง กระตุ้นให้นักเรียนออกแบบและลองวิธีแก้ปัญหานั้น อำนวยความสะดวกในการสืบหาข้อมูลที่จะใช้ใน

การแก้ปัญหา ช่วยเหลือนักเรียนในกระบวนการแก้ปัญหา ไม่คล้อยตามแนวคิด การตัดสินใจ การระบุ คำอธิบาย และการระบุวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน

3. ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหา และทำให้ง่ายต่อความ เข้าใจ (Create : C) ครูช่วยนักเรียนในการระบุประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ทำทนายให้ นักเรียนพิจารณาความเป็นไปได้อื่น ๆ ช่วยนักเรียนให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ ไม่ตัดสินถูกผิด หรือบอกคำตอบโดยตรง อำนวยความสะดวกให้นักเรียนได้ครอบครองข้อมูล ไม่คล้อยตามแนวคิด การตัดสินใจ การระบุ คำอธิบาย และการระบุวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน

4. ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และ ข้อสรุป (Share : S) ครูช่วยนักเรียนในการระบุประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ไม่ตัดสิน ถูกผิดหรือบอกคำตอบโดยตรง อำนวยความสะดวกในการสืบหาข้อมูลที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ไม่คล้อยตามแนวคิด การตัดสินใจ การระบุ คำอธิบาย และการระบุวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน

จากหลักการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถกล่าวโดยสรุปได้ ว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS นั้น เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็น ศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และกระตุ้นให้นักเรียนสามารถดำเนินการใน ขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาและพัฒนากลยุทธ์ในการดำเนินการกับข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นครูจะไม่ตัดสินถูกผิดหรือบอกคำตอบโดยตรง ทำทนายให้นักเรียนคิดหาแนวทางการ แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ ชี้ให้นักเรียนเห็นข้อผิดพลาดในการทำงานของตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มความสามารถ

ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ว่าหมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และกระตุ้นให้นักเรียนสามารถพัฒนากลยุทธ์และดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) เป็นขั้นการจำแนกและระบุ ปัญหา หาข้อมูลที่เป็นต้องรู้หรือต้องใช้ และระบุแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) เป็นขั้นนำ ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนแรกมาใช้ในการวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหตามแผน ที่วางไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่าย ต่อความเข้าใจ (Create : C) เป็นขั้นที่นำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากสองขั้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุปหรือแนวคิด ที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำไปสร้าง รูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) เป็นขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยมีการแสดงความคิดเห็นทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้อง

2. การกระตุ้นโดยใช้คำถาม (Questioning prompts)

การกระตุ้นนักเรียนสามารถแบ่งเป็นการกระตุ้นแบบทั่วไป (generic prompts) และการกระตุ้นแบบมีการแนะนำ (directed prompts) โดยการกระตุ้นแบบทั่วไปจะเป็นการให้นักเรียนหยุดการทำงานและคิด ในขณะที่การกระตุ้นแบบมีการแนะนำจะมีรายละเอียดมากกว่า เช่น ให้คำแนะนำหรือคำสั่งสำหรับการสะท้อนคิด (Devis, 2003) การกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามที่เหมาะสมเป็นกลยุทธ์ที่ได้ผลดีอย่างหนึ่งสำหรับการเสริมต่อการเรียนรู้ การถามคำถามของครูสามารถแนะนำนักเรียนให้ลงมือทำงานในแบบที่ชำนาญมากขึ้น ช่วยในการสร้างการให้เหตุผลด้วยตนเอง การอธิบายด้วยตนเอง และการประเมินด้วยตนเอง นอกจากนี้คำถามจะช่วยให้นักเรียนอยู่กับการเรียนรู้และการฝึกทักษะการแก้ปัญหา (Xie and Bradshaw, 2008) โดยคำถามที่ใช้ในการกระตุ้นในขณะที่นักเรียนทำงานแต่ละประเภทนั้นจะมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมความรู้และการรู้คิดของนักเรียนที่แตกต่างกัน (Lee and Chen, 2009) ดังที่ผู้วิจัยจะนำเสนอต่อไปนี้

2.1 ความหมายและบทบาทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

Ge and Land (2004) ได้กล่าวถึง การกระตุ้นโดยใช้คำถามว่า การกระตุ้นโดยใช้คำถามมีบทบาทในการเสริมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีบทบาทที่แตกต่างกันตามประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม สามารถช่วยในการสนับสนุนในกระบวนการแก้ปัญหา ด้วยการกระตุ้นความรู้เดิมและการวางแผนบนสถานการณ์ปัญหาที่มีอยู่ และสามารถแนะแนวทางนักเรียนให้สนใจในลักษณะเฉพาะในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง เช่น ในการกำกับและประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง

Driscoll (2006) ได้กล่าวถึง คำถามที่ใช้เพื่อให้กระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนความคิดทางคณิตศาสตร์ว่า ในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์นั้น คำถามที่ใช้อาจจะถามเพื่อให้นักเรียนสะท้อนความคิดเกี่ยวกับการวางแผนทางความคิดของตนเอง ส่งเสริมให้ทำความเข้าใจในแนวทางการคิดทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือเพื่อให้นักเรียนได้ขยายความคิดทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ

Ge (2010) ได้กล่าวถึงคำถามกระตุ้นว่า คำถามกระตุ้นเป็นคำถามที่สร้างมาจากรูปแบบการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นให้นักเรียนคิดซับซ้อนแนวทางในกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ โดยให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ตรวจสอบ และประเมินกระบวนการแก้ปัญหา นอกจากนี้การกระตุ้นโดยใช้คำถามยังมีบทบาททำให้

นักเรียนตระหนักรู้คิดในสถานการณ์ปัญหาและความเข้าใจที่ถูกจำกัด และความพยายามที่จะตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความพยายามอย่างมากในการคิดเกี่ยวกับตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องของปัญหา เช่น การอธิบาย การคิดอย่างละเอียด และการตัดสินใจในกลยุทธ์ของตนเอง ซึ่งเป็นกิจกรรมเกี่ยวกับความรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนควบคุมกระบวนการและกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

Lee and Chen (2015) ให้ความหมายของการกระตุ้นโดยใช้คำถามว่า เป็นวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ในกระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนในขอบเขตของวิชาที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการอธิบาย การตั้งคำถาม และการตรวจสอบและสะท้อนตนเอง

Lin, Chen and Chen (2015) ได้กล่าวถึงการกระตุ้นโดยใช้คำถามว่า การกระตุ้นโดยใช้คำถามเป็นการช่วยนักเรียนให้เน้นความสนใจในลักษณะเฉพาะของกระบวนการเรียนรู้ และควบคุมและประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ผ่านการคิดอย่างละเอียดได้เป็นอย่างดี โดยการถามคำถาม

จากความหมายของการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่าการใช้คำถามของครูเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นในทันทีที่พบว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนนั้นได้ อาจเป็นการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอธิบายความคิด วางแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบการทำงานของตนเอง การสะท้อนความคิด หรือประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง

2.2 ประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

นักการศึกษาได้กล่าวถึงประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่สอดคล้องกัน ดังต่อไปนี้

Ge and Land (2004) ได้อธิบายเกี่ยวกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่ถูกแบ่งเป็น 3 ประเภท พร้อมทั้งกล่าวถึงตัวอย่างของคำถามไว้ ดังต่อไปนี้

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) มีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือให้นักเรียนทำการเขียนหรือการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้กลยุทธ์ทางความรู้ในเนื้อหาในสาขาวิชาที่เฉพาะได้ดี ตัวอย่างคำถามเช่น “ตัวอย่างของสถานการณ์นี้คืออะไร” “มีเหตุผลที่ดีอย่างอื่นอีกไหม” นอกจากนั้นยังอาจจะช่วยแนะแนวทางนักเรียนในการสร้างขั้นตอนทั้งหมดที่สมบูรณ์ของภาระงานได้ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการแสดงแทนของปัญหา ด้วยการกำกับให้นักเรียนสนใจในลักษณะที่สำคัญของปัญหา และช่วยในการแยกแยะเป้าหมาย วิเคราะห์องค์ประกอบและข้อจำกัด

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการวางแผน กระตุ้นความรู้เดิม ส่งเสริมให้เกิดการคิดในรายละเอียดในระดับสูงขึ้นไป ทำให้นักเรียนพยายามระบุและสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหา (Ge and Land, 2003) ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา

อย่างมีความหมาย ตัวอย่างคำถามเช่น “ตัวอย่างอื่น ๆ ของสถานการณ์นี้คืออะไร” “ทำไมข้อมูลนี้จึงมีความสำคัญ” “ผลกระทบของ...ต่อ...เป็นอย่างไร” นอกจากนั้นคำถามกระตุ้นเชิงรายละเอียด เช่น “นักเรียนจำได้หรือไม่ว่าโอกาสแบบนี้จะเกิดขึ้นเมื่อใด” อาจช่วยให้นักเรียนได้นึกถึงกระบวนการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และระบุความแตกต่างของขั้นตอนที่ทำในปัจจุบันกับขั้นตอนที่ควรจะเป็นตามเป้าหมายได้

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) มีจุดประสงค์เพื่อช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสะท้อนความคิดในระดับการรู้คิดที่ไม่ใช่พิจารณาแบบทั่วไป ตัวอย่างคำถาม เช่น “ในการจะทำงานนี้ให้สำเร็จ เราต้องทำอะไรบ้าง” “แผนการของเราคืออะไร” “เป้าหมายเรามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่” จะช่วยแนะแนวทางให้นักเรียนตรวจสอบตนเองในกระบวนการต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา เช่น ในการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินผล นอกจากนั้นคำถามกระตุ้นเชิงสะท้อน เช่น “อะไรคือข้อดีและข้อเสียของกระบวนการแก้ปัญหานี้” และ “มีกระบวนการแก้ปัญหาคือเป็นทางเลือกอื่นอีกไหม” จะช่วยให้นักเรียนตัดสินใจการทำงานของกระบวนการแก้ปัญหาคือตั้งใจไว้กับกระบวนการแก้ปัญหาลูกเลือกอื่น

ในภายหลัง Ge (2010) ได้อธิบายความหมายของการกระตุ้นโดยใช้คำถามทั้ง 3 ประเภทเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) เป็นชุดของคำถามกระตุ้นที่ออกแบบเพื่อแนะนำขั้นตอนของการคิดที่ละขั้นตอนผ่านกระบวนการทั้งหมดของภาระงานการแก้ปัญหา ทำหน้าที่เป็นพิมพ์เขียวของการแก้ปัญหา กำกับความสนใจในมุมมองที่สำคัญของการแก้ปัญหา และช่วยให้แสดงกระบวนการในการแก้ปัญหา

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) เป็นการออกแบบเพื่อให้นักเรียนได้รวบรวมความคิดซึ่งจะนำไปสู่การวางแผน การกระตุ้นนี้จะบังคับให้นักเรียนคิดอย่างละเอียดและสร้างคำอธิบาย นอกจากนั้นยังช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะทำความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งส่งเสริมให้เกิดความตระหนักทางอภิปัญญาของนักเรียน และมีกระบวนการควบคุมและกำกับตนเอง

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) ถูกออกแบบเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนความคิดในระดับที่สูงกว่าการพิจารณาทั่วไป ซึ่งการสะท้อนนี้มีส่วนทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการกำกับตนเองในระหว่างการแก้ปัญหา เช่น การวางแผน การตรวจสอบ และการประเมิน นอกจากนั้นยังช่วยให้นักเรียนเกิดการบูรณาการทางความรู้ด้วย

นักการศึกษา Lee and Chen (2015) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการกระตุ้นโดยใช้คำถามแต่ละประเภท ไว้ว่า

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้กลยุทธ์ทางความรู้ได้ดี

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) จะช่วยเตือนให้ผู้เรียนเกิดความคิดเจนในความคิดโดยการอธิบายความคิดออกมา

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) จะช่วยแนะนำให้นักเรียนสะท้อนความคิดตนเองให้ครอบคลุมทุกสถานการณ์ที่นักเรียนมักจะละเลย

Lin, Chen and Chen (2015) ได้กล่าวถึงการกระตุ้นโดยใช้คำถามแต่ละประเภทใช้ในเป้าหมายของการเรียนรู้และการรู้คิดที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) ใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนทำภาระงานที่เฉพาะได้สำเร็จ และประสบความสำเร็จในการใช้เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้กลยุทธ์ทางความรู้ในเนื้อหาสาขาวิชาที่เฉพาะเจาะจง

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดและให้อธิบาย

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสะท้อนในระดับการรู้คิด ซึ่งไม่ใช่การพิจารณาทั่วไป

4. การกระตุ้นเชิงเหตุผล (Justification prompts) ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาที่แตกต่างกันตามบริบท

5. การกระตุ้นเชิงตรวจสอบตนเอง (Self-monitoring prompts) ถูกแฝงอยู่ในสภาพแวดล้อมการบูรณาการเครือข่ายความรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างระมัดระวังในการกระทำ และอำนวยความสะดวกในการวางแผนและการสะท้อน

ในปัจจุบันการใช้คำถามกระตุ้นแบบใดระดับเป็นการเสริมต่อการเรียนรู้ที่นักเรียนด้วยการใส่ใจในลักษณะที่สำคัญของปัญหาในระยะเวลาที่แตกต่างกัน และกำหนดให้นักเรียนวางแผน ควบคุม และประเมินวิธีการแก้ปัญหาในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา และการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่สมบูรณ์จะเป็นการเสริมต่อการเรียนรู้การแก้ปัญหาของนักเรียนตั้งแต่ระดับหยาบไปยังระดับที่ละเอียดขึ้น

จากความหมายและการประเภทของการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ข้างต้น สามารถสรุปความหมายในการวิจัยในครั้งนี้ตามบริบทของกระบวนการแก้ปัญหา ได้ว่าเป็นการใช้คำถามของครูเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด เมื่อนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นในทันทีที่พบว่านักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนนั้นได้ อาจเป็นการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนอธิบายความคิด วางแผนการแก้ปัญหา ตรวจสอบการทำงานของตนเอง การสะท้อนความคิด หรือประเมินกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง ซึ่งจะพิจารณาเลือกใช้คำถามตามบริบทของกระบวนการแก้ปัญหา โดยแบ่งคำถามออกเป็น 3 ประเภท ตามแนวคิดของ Ge and Land (2004), Ge (2010) และ Lee and Chen (2015) ได้ดังนี้

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาโดยรวมทั้งหมด ทำให้นักเรียนเห็นภาพรวมของกระบวนการแก้ปัญหา และช่วยกำกับความสนใจในลักษณะสำคัญของสถานการณ์ปัญหานั้น

2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการทำงานอย่างละเอียด อาจเป็นการระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ นักเรียนสามารถดำเนินการและอธิบายในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาได้

3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts) เป็นการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการตรวจสอบ และสะท้อนความคิดของตนเอง ในระหว่างการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจและทำได้คำตอบที่ครอบคลุมทุกเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหา

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Krulik and Rey (1980) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือการที่แต่ละบุคคลใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่มีอยู่เดิมมาตอบสนองต่อสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

Polya (1985) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการค้นหาวิธีทางที่จะขจัดสิ่งที่ยุ่งยากออกไปหาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่ แต่การจะบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้นั้นไม่สำเร็จได้ในทันที

NCTM (2000) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การทำงานที่ยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบนั้นในทันที ซึ่งการหาคำตอบนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีอยู่ไปเข้าสู่กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบ แต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนควรได้ฝึกฝน ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น และให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหานั้นด้วย

Mayer and Wittrock (2006) กล่าวว่า การแก้ปัญหา คือ การดำเนินการทางความรู้โดยมุ่งความสนใจไปที่การบรรลุเป้าหมาย โดยที่เป้าหมายนั้นไม่มีวิธีการแก้ปัญหาที่ชัดเจน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหานั้นจะต้องนำความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่มาผสมผสานกับข้อมูลต่าง ๆ ที่กำหนดในปัญหา เพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2544) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหานักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอด ทักษะ การคิดคำนวณ หลักการ กฎและสูตรต่าง นำไปใช้แก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา เป็นทั้งทักษะและกระบวนการ มักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย นอกจากนั้นการแก้ปัญหายังเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ ความสามารถ ประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหานั้นด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการที่ประยุกต์ใช้ความรู้ กลยุทธ์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่ ในการดำเนินการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

Polya (1957) ได้แบ่งประเภทตามจุดมุ่งหมายของปัญหาเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการ หรือคำอธิบายเหตุผล
2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

Kutz (1991, อ้างจาก สิริพร ทิพย์คง, 2544) ได้แบ่งปัญหาออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. ปัญหาที่พบเห็นทั่วไปหรือโจทย์ปัญหา (routine or word problem solving) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้าง ลักษณะของปัญหา และวิธีการแก้ปัญหา
2. ปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน (non – routine problem solving) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามักจะต้องประมวลความรู้ ความคิดรวบยอด และหลักการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนายและให้ความสนุกสนาน

จากประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งเป็น ปัญหาทั่วไปที่นักเรียนเคยพบเห็นมาก่อน และปัญหาที่นักเรียนไม่เคยพบเห็นมาก่อนซึ่งมีโครงสร้างซับซ้อน

3.3 ลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้กล่าวว่า ปัญหาที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ภาษาที่ใช้ กระชับ รัดกุม ถูกต้อง สามารถเข้าใจได้ง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำลายความสามารถของนักเรียน
3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไป สำหรับความสามารถของนักเรียนในวัยนั้น ๆ
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมสำหรับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอ ที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัย และเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพหลายเส้น แผนภาพไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

จากลักษณะปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า ลักษณะของปัญหาที่ดี ควรเป็นปัญหาที่ไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป เหมาะสำหรับวัยและระดับความรู้ของนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด มีวิธีการหาคำตอบได้อย่างหลากหลาย น่าสนใจและแปลกใหม่

3.4 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1985 อ้างจาก อัมพร ม้าคนอง, 2553) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ มีการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องหรือผลเฉลยที่เป็นเหตุเป็นผลจากการแก้ปัญหา ขั้นตอนของกระบวนการดังกล่าวมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นการวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา โดยอาจหาว่าสิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ข้อมูลมีอะไรบ้าง เงื่อนไขคืออะไร จะแก้ปัญหตามเงื่อนไขได้หรือไม่ เงื่อนไข

ที่ให้มาเพียงพอที่จะหาสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้ การวาดภาพ การใช้สัญลักษณ์ การแบ่งเงื่อนไข ออกเป็นส่วนย่อย ๆ อาจช่วยให้เข้าใจปัญหาดีขึ้น

2. การวางแผน เป็นขั้นการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลในปัญหากับสิ่งที่ต้องการทราบ หากไม่สามารถเชื่อมโยงได้ทันที อาจต้องใช้ปัญหาอื่นช่วยเพื่อให้ได้แผนงานแก้ปัญหานั้นที่สุด ผู้แก้ปัญหามักเริ่มต้นด้วยการคิดว่าตนเคยเห็นปัญหาลักษณะนี้มาจากที่ไหนมาก่อนหรือไม่ จะใช้ความรู้หรือวิธีการใดแก้ปัญหานั้น จะแก้ส่วนใดได้ก่อนบ้าง จะแปลงข้อมูลที่มีอยู่ใหม่เพื่อให้สิ่งที่ต้องการทราบกับข้อมูลที่มีอยู่สัมพันธ์กันมากขึ้นได้หรือไม่ ได้ใช้ข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่อย่างเหมาะสมแล้วหรือยัง

3. การดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือทำงานตามแผนที่วางไว้ และมีการตรวจสอบแต่ละขั้นย่อย ๆ ของงานที่ทำว่าถูกต้องหรือไม่ จะแน่ใจได้อย่างไร เป็นการกำกับการทำงานตามแผน

4. การตรวจย้อนกลับ เป็นการตรวจสอบคำตอบหรือเฉลยที่ได้ ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดในปัญหาหรือไม่ และมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการขยายความคิดจากผลหรือคำตอบที่ได้ และการวิเคราะห์หาวิธีการอื่นในการแก้ปัญหานั้น

Krulik and Rey (1980) ได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาว่าข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร

2. วางแผนการแก้ปัญหานั้น เป็นขั้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม เพื่อนำมาใช้วางแผนในการแก้ปัญหานั้น

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

4. ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหานั้นทั้งหมดว่าได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วนหรือไม่

จากกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่าในกระบวนการแก้ปัญหานั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหานั้น ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบคำตอบ

3.5 ยุทธวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Billstein, Libeskind and Lott (1997) ได้เสนอยุทธวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นเครื่องมือสำคัญและสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่พบบ่อยในคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. การค้นหารูปแบบ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาและค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นระบบหรือเป็นแบบรูปในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ แล้วคาดเดาคำตอบ ซึ่งคำตอบที่ได้จะยอมรับ

ว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องเมื่อผ่านการตรวจสอบยืนยัน มักใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับจำนวนและเรขาคณิต

2. การสร้างตาราง เป็นการจัดระบบข้อมูลใส่ในตาราง ตารางที่สร้างขึ้นจะช่วยให้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ อันจะนำไปสู่การค้นพบแบบรูปหรือข้อชี้แนะอื่น ๆ ตลอดจนช่วยให้ไม่หลงลืมหรือสับสนในกรณีใดกรณีหนึ่ง เมื่อต้องแสดงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา

3. การเขียนภาพหรือแผนภาพ เป็นการอธิบายสถานการณ์และแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ของปัญหา ด้วยภาพหรือแผนภาพ ซึ่งการเขียนภาพหรือแผนภาพจะช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น และบางครั้งก็สามารถหาคำตอบของปัญหาได้โดยตรงจากภาพหรือแผนภาพนั้น

4. การแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด เป็นการจัดระบบข้อมูล โดยแยกเป็นกรณี ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในการแจกแจงกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด นักเรียนอาจจัดสิ่งที่ไม่ใช่ออกก่อน แล้วค่อยค้นหาระบบหรือรูปแบบของกรณีที่เหลืออยู่ ซึ่งถ้าไม่มีระบบในการแจกแจงที่เหมาะสม ยุทธวิธีนี้จะไม่มีประสิทธิภาพ ซึ่งยุทธวิธีนี้จะใช้ได้ดีถ้าปัญหานั้นมีจำนวนกรณีที่เป็นไปได้แน่นอน

5. การคาดเดาและการตรวจสอบ เป็นการพิจารณาข้อมูลและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ปัญหากำหนด ผสมผสานกับประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้อง มาสร้างข้อความคาดการณ์ แล้วตรวจสอบความถูกต้องของข้อความนั้น ซึ่งสามารถนำไปเป็นกรอบของการคาดเดาคำตอบของปัญหาครั้งต่อไป

6. การเขียนสมการ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดของปัญหาในรูปแบบสมการ ซึ่งบางครั้งอาจเป็นสมการก็ได้ มีการกำหนดตัวแปรและหาคำตอบของสมการ และต้องมีการตรวจสอบคำตอบของสมการตามเงื่อนไขของปัญหาคำด้วย มักใช้บ่อยในปัญหาทางพีชคณิต

7. การทำงานแบบย้อนกลับ เป็นการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาจากผล ย้อนกลับไปสู่เหตุ โดยเริ่มจากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนสุดท้าย แล้วคิดย้อนขั้นตอนกลับมาสู่ข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนเริ่มต้น การคิดแบบย้อนกลับใช้ได้ดีกับการแก้ปัญหาที่ต้องการอธิบายถึงขั้นตอนการได้มาซึ่งคำตอบ

8. การเปลี่ยนมุมมอง เป็นการเปลี่ยนการคิดหรือมุมมองให้แตกต่างไปจากที่คุ้นเคยหรือที่ต้องทำตามขั้นตอนที่ละชั้น ทั้งนี้เพื่อให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น ยุทธวิธีนี้มักใช้ในกรณีที่แก้ปัญหาด้วยยุทธวิธีอื่นไม่ได้ผล สิ่งสำคัญของยุทธวิธีนี้ คือ การเปลี่ยนมุมมองที่แตกต่างไปจากเดิม

9. การแบ่งเป็นปัญหาย่อย เป็นการแบ่งปัญหาใหญ่หรือปัญหาที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอน ออกเป็นออกเป็นปัญหาย่อยหรือเป็นส่วน ๆ อาจจะทำได้ด้วยวิธีการลดจำนวนข้อมูลลง หรือเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่คุ้นเคย

10. การให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ เป็นการอธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยใช้เหตุผลทางตรรกศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหา ในบางครั้งอาจใช้ร่วมกับยุทธวิธีอื่น ๆ มักพบบ่อยในปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต

11. การให้เหตุผลทางอ้อม เป็นการแสดงหรืออธิบายข้อความหรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในปัญหานั้นว่าเป็นจริง โดยการสมมติว่าข้อความที่ต้องการนั้นเป็นเท็จ แล้วหาข้อขัดแย้ง มักใช้กับการแก้ปัญหาที่ยากแก่การแก้ปัญหาโดยตรง และง่ายที่จะหาข้อขัดแย้งเมื่อกำหนดให้ข้อความที่แสดงเป็นเท็จ

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้กล่าวถึงยุทธวิธีที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลากหลายยุทธวิธี ดังต่อไปนี้

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

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า กลวิธีแก้ปัญหาเป็นเครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้สำเร็จ และได้เสนอแนะกลวิธี ดังต่อไปนี้

1. การลองผิดลองถูก เป็นวิธีที่ผู้เรียนมักใช้กับปัญหาที่สามารถจะทดสอบคำตอบได้ แม้จะเป็นวิธีที่ไม่แน่นอนว่าจะได้คำตอบช้าหรือเร็ว แต่เป็นวิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้สะดวก
2. การวาดภาพ บางครั้งการวาดภาพประกอบก็ทำให้ผู้เรียนเข้าใจความซับซ้อนและบริบทของปัญหาง่ายขึ้น หรือทำให้ปัญหาที่เป็นนามธรรมเป็นรูปธรรมมากขึ้น
3. การสร้างโมเดล เป็นวิธีการแก้ปัญหาโดยการจำลองโมเดลของปัญหา เช่น การใช้สมการหรือกราฟสร้างโมเดล
4. การค้นหาแบบรูป ปัญหาบางอย่างมีแบบรูป การค้นหารูปแบบทั่วไปของปัญหาอาจทำให้พบความสัมพันธ์บางอย่าง และอาจมีประโยชน์ในการหาคำตอบ
5. การสร้างรายการ ตาราง และแผนภูมิ การจัดระบบหรือค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยใช้ตารางหรือแผนภูมิ อาจทำให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาชัดเจนขึ้น และอาจทำให้การแก้ปัญหาง่ายขึ้น

6. การทำงานย้อนกลับ เป็นการแก้ปัญหาโดยเริ่มต้นจากคำตอบที่ต้องการแล้วมองย้อนกลับ ไปหาข้อมูลหรือวิธีการแก้ปัญหาก่อนหน้านี้ เพื่อจะตัดสินใจว่าจะต้องใช้ข้อมูลหรือทำงานอะไรก่อน

7. การใช้ปัญหาที่คุ้นเคยและง่ายกว่า เป็นการทำให้ปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่เคยแก้ได้ หรือ สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาอื่นที่ง่ายกว่า

8. การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการที่เป็นเหตุเป็นผลและไม่เกิด ข้อขัดแย้ง เนื่องจากปัญหาทางคณิตศาสตร์บางอย่างไม่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ แต่ต้องใช้เหตุผลใน การคิด เช่น การเปรียบเทียบปริมาตรของภาชนะ การเรียงลำดับขั้นตอนการทำงาน

จากยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ ว่ายุทธวิธีการแก้ปัญหา เป็นเครื่องมือหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนคิดและสามารถ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้อย่างหลากหลาย

3.6 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Bitter (1990) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

- ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน
- ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการ ทำงานร่วมกัน
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการ แก้ปัญหา และยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้าง ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถตอบได้ ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ
- ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ
- ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาลittle ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียน การสอน
- ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและ ส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้ แก้ปัญหาในข้อนั้นได้
- ควรช่วยเหลือให้นักเรียนเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับรูปแบบเฉพาะข้อนั้น ๆ
- ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาในข้อนั้นคล้ายกับปัญหาที่พบมาก่อนหรือไม่

- ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

- ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้ เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

- ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ และเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้ในการสอนนักเรียน

- ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอ นั้น ครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่เคยเรียนไปแล้ว

- ควรให้อิสระกับนักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

- ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับนักเรียน

- ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้น ๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไร และโจทย์กำหนดอะไรมาให้

- ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณ ก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

- ควรช่วยให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพ เขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

- ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือลักษณะคล้ายข้อนี้ มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นออกเป็นปัญหาย่อย ๆ

- ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหานั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำ ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ตลอดจนทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน

- ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย ๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้เสนอวิธีการสอนของครู เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ของ Polya และนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

- ควรพัฒนาทักษะการอ่านควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งหาคำตอบ อาจฝึกได้ทั้งเป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม

- ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพ หรือสร้างแบบจำลอง ทำให้ปัญหาที่มีความเป็นรูปธรรม สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

- ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำความเข้าใจ

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา

- ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ

- ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมาดัง ๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนคิดอะไร อาจอยู่ในรูปของการบอก หรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอน การคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบ ทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้นที่เหมาะสม

- ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหานั้น ๆ ควรเน้นว่าวิธีแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางมากกว่า

- ควรจัดหาปัญหามาให้นักเรียนฝึกบ่อย ๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ทำหายและน่าสนใจ

- ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา แต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้ นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิด และจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน

ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผน ก่อนที่จะลงมือทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้ และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้น ๆ หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผลหรือคำตอบ

- ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

- ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

- ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้นั้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

- ควรฝึกให้นักเรียนหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อช่วยให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น ๆ ได้

ศักดา บุญโต (2544) ได้กล่าวว่าสิ่งที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความสนใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ได้แก่

1. ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ เป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ
2. ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่เป็นรูปธรรม เช่น การวาดภาพ การเขียนแผนผังจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาและสามารถหาคำตอบหรือพิสูจน์ได้ชัดเจน
3. การสร้างบทบาทสมมติ เช่น การแสดงประกอบบทเรียน จะช่วยให้นักเรียนสานสัมพันธ์ต่าง ๆ ในโจทย์ปัญหานั้นได้ดีขึ้น
4. การให้โจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายหลาย ๆ ระดับ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน การให้แบบฝึกหัดที่ตนเองประสบความสำเร็จ จะช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีขึ้น เป็นการท้าทายความสามารถที่จะแก้ปัญหาในระดับที่ยากขึ้น
5. ครูควรหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนมองเห็นข้อมูลที่สัมพันธ์กันได้ชัดเจนและรวดเร็วรวมทั้งการรู้จักตัดทอนข้อมูลที่ไม่จำเป็นทิ้ง
6. การฝึกเขียนประโยคข้อความเพื่อนำไปสู่ประโยคสัญลักษณ์ ก็เป็นสิ่งจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาซับซ้อน อาจจะไม่จำเป็นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถน้อย เพราะจะก่อให้เกิดความสับสนเพิ่มขึ้น
7. ครูไม่ควรตีกรอบให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีที่ครูอธิบายเพียงอย่างเดียว แต่ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนหาแนวทางแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี และนำเอาวิธีที่นักเรียนคิดได้ มาอภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนได้เลือกวิธีที่ตัวเองสนใจ และช่วยให้นักเรียนยอมรับในวิธีการแก้ปัญหาของบุคคลอื่นด้วย
8. การฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบโดยการประมาณ ควรเริ่มฝึกตั้งแต่นักเรียนเริ่มเรียนการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อให้เกิดความคุ้นเคย
9. ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความสามารถเฉพาะบางประการ เช่น
 - การสรุปความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ และการนำหลักเกณฑ์ต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้
 - การแปลงภาษาทางคณิตศาสตร์เป็นประโยคสัญลักษณ์
 - การมองหาลักษณะที่เหมือนกันหรือต่างกัน
 - การหาสภาพหรือเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา
 - การวางหลักเกณฑ์ทั่วไปซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนการสังเกต

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้ผู้เรียน สรุปเป็น 3 แนวทาง ดังนี้

1. การสอนผ่านการแก้ปัญหา เป็นการสอนความรู้หรือพัฒนาทักษะใด ๆ โดยใช้ปัญหาเป็นสื่อหรือเครื่องมือในการเรียนรู้ เช่น การให้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้สิ่งใหม่

2. การสอนให้แก้ปัญห เป็นการสอนที่เน้นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหากับปัญหาที่หลากหลายและมีโครงสร้างแตกต่างกัน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการแก้ปัญหามากพอที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้

3. การสอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา เทคนิค และกลวิธีแก้ปัญหา

จากแนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหาที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่าแนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหา คือ ครูสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้โดยการสอนผ่านการแก้ปัญหา สอนให้แก้ปัญห หรือสอนกระบวนการแก้ปัญหา โดยควรเลือกปัญหาที่มีความเหมาะสมกับนักเรียน มีความหลากหลายทั้งในระดับของปัญหาและวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา และมีความน่าสนใจ ซึ่งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหามีเวลาในการคิดแก้ปัญหา และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนกัน

3.7 แนวทางการวัดผลประเมินผลความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2544) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ควรจะมีวิธีการที่มากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง เกณฑ์การประเมินการแก้ปัญหาคควรมี ดังนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับความเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง |
| 1 | คะแนน | สำหรับความเข้าใจโจทย์บางส่วนไม่ถูกต้อง |
| 0 | คะแนน | เมื่อมีหลักฐานที่แสดงว่าเข้าใจน้อยมาก หรือไม่เข้าใจเลย |

2. การเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

- | | | |
|---|-------|--|
| 2 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาคได้ถูกต้อง และเขียนประโยคคณิตศาสตร์ถูก |
| 1 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาค ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิด โดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง |
| 0 | คะแนน | สำหรับการเลือกวิธีแก้ปัญหาคไม่ถูกต้อง |

3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา

- 2 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
- 1 คะแนน สำหรับการนำยุทธวิธีการแก้ปัญหาบางส่วนไปใช้ได้ถูกต้อง
- 0 คะแนน สำหรับการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

4. การตอบ

- 2 คะแนน สำหรับการตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
- 1 คะแนน สำหรับการตอบที่ไม่สมบูรณ์ หรือใช้สัญลักษณ์ผิด
- 0 คะแนน เมื่อไม่ได้ระบุคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินผลแบบเกณฑ์ย่อยของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง - เข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้องเพียงบางส่วน - เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับปัญหา - เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา - เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้
3. การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3 (ดี) 2 (พอใช้) 1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง และแสดงการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง แต่การแสดงลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหายังไม่ชัดเจน - นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา

4. การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน หรือสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือสรุปคำตอบไม่ถูกต้อง

จากเกณฑ์การประเมินที่นักศึกษาให้ไว้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยปรับปรุงจากแนวคิดข้างต้นซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบได้แก่

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ระบุสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้
2. ความสามารถในการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การกำหนดตัวแปรแทนข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์
3. ความสามารถในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา
4. ความสามารถในการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา และสรุปคำตอบ เป็นความสามารถในการตรวจสอบ และตัดสินใจว่าคำตอบนั้น ๆ มีความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้

4. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

National Council of Teacher of Mathematics (1989) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป และหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

O'Daffer and Thornquist (1993) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่หลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ของแนวคิด การสรุปแนวคิด และสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับแนวคิดนั้น ๆ ได้

National Council of Teacher of Mathematics (2010) ได้กล่าวถึง การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับกระบวนการสร้างข้อสรุปที่มีการอ้างอิงมาจากหลักฐานหรือ

สมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบการอธิบายแบบไม่เป็นทางการ การให้เหตุผลแบบนินัยอย่างเป็นทางการ หรือการตรวจสอบเชิงอุปนัย

ทิสนา แคมมณี และคณะ (2544) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผล มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักของเหตุผล ประกอบด้วยกระบวนการคิดในการจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกัน และพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง โดยใช้หลักเหตุผลแบบอุปนัยหรือแบบนินัย ซึ่งประกอบด้วยความสามารถย่อย ดังต่อไปนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนินัย หรืออุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนินัยและอุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง

พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคอง (2547) ได้กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นการโยงความสัมพันธ์เชิงตรรกะในทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการให้เหตุผลต้องใช้การคิดหลายลักษณะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

อัมพร ม้าคอง (2553) ได้กล่าวถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และในการอธิบายความคิดของตนเอง
3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใด ๆ
4. สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อความคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
5. ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและนินัยทางคณิตศาสตร์
6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง
7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการใช้เหตุผลซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ได้

วรรณรณ อยู่สุข (2555) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถในการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลประกอบไปด้วย 2 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ และความสามารถในการอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลในการสนับสนุนหรือคัดค้านอย่างสมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

ของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้จาก สถานการณ์นั้น ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข) ให้ความหมายของการให้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทาง คณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวม ข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการ เชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

ภูมิภักดิ์ วิทยวิจิตร (2556) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการวิเคราะห์ข้อมูลและหาข้อสรุปของความสัมพันธ์ ของข้อมูล พร้อมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลจากความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างสมเหตุสมผล

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลข้างต้น สามารถสรุปความหมายของ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ได้ว่า เป็นความสามารถของ นักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการคิดวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จาก สถานการณ์ปัญหา และอธิบายข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งเป็นความสามารถ ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนอธิบาย ความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งเป็นความสามารถในการ เขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

4.2 พฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Graham, Cuoco and Zimmermann (2010) ได้กล่าวถึง ลักษณะเฉพาะที่เป็นหัวใจสำคัญ ของการให้เหตุผลทางพีชคณิตใน 3 ด้าน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหา ตัวอย่างเช่น
 - กำหนดตัวแปรและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องอย่างระมัดระวัง
 - ค้นหาแบบรูปและความสัมพันธ์
 - มองหาโครงสร้างที่ซ่อนอยู่
2. การดำเนินการตามกลยุทธ์ ตัวอย่างเช่น
 - กำหนดขั้นตอนอย่างมีจุดหมาย

- ตรวจสอบความก้าวหน้าของวิธีการแก้ปัญหา เช่น ทบทวนการเลือกกลยุทธ์ และสร้างกลยุทธ์อื่น ๆ ที่เป็นไปได้

3. การสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาไปสู่ปัญหา ตัวอย่างเช่น

- ตีความวิธีการแก้ปัญหา และตอบปัญหา
- พิจารณาความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา
- สรุปวิธีการแก้ปัญหาในปัญหาระดับกว้างขึ้นและมองหาความสัมพันธ์กับปัญหา

อื่น ๆ

National Council of Teacher of Mathematics (2010) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมการใช้ เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นกระบวนการคิดที่กลายเป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบสอบทาง คณิตศาสตร์ (Mathematical Inquiry) และการสร้างความรู้สึก (Sense Making) โดยได้แสดง ประเภทของการคิดที่ควรทำเป็นประจำในห้องเรียนคณิตศาสตร์ใน 4 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การคิดวิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหา ตัวอย่างเช่น

- ระบุความสัมพันธ์ของมีโนทัศน์ กระบวนการ หรือ การแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับปัญหาและช่วยสนับสนุนวิธีการแก้ปัญหา ตัวอย่างเช่น การเลือกรูปแบบสำหรับจำลองสถานการณ์

- กำหนดตัวแปรและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องอย่างระมัดระวัง เช่น การเลือกใช้หน่วย
- ค้นหาแบบรูปและความสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น ตรวจสอบอย่างเป็นระบบ หรือ

รูปแบบการนำเสนอข้อมูล

- มองหาโครงสร้างที่ซ่อนอยู่ เช่น การวาดเส้นในรูปเรขาคณิต หรือ หารูปแบบที่ สอดคล้องกับการแสดงแทนในลักษณะต่าง ๆ ของปัญหา

- พิจารณาในกรณีเฉพาะ หรือ ให้การอุปมานอย่างง่าย
- ประยุกต์มีโนทัศน์ในสถานการณ์ปัญหาใหม่ อาจมีการปรับปรุงหรือขยายความรู้

ตามความเหมาะสม

- สร้างข้อคาดคะเนเบื้องต้น เช่น การคาดเดาว่าวิธีการแก้ปัญหาใดที่อาจจะ เกี่ยวข้อง

- ตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม

2. การดำเนินการตามกลยุทธ์ ตัวอย่างเช่น

- กำหนดขั้นตอนอย่างมีจุดหมาย
- วางแผนระบบการแก้ปัญหา เช่น ในการคำนวณ การจัดการทางพีชคณิต และ

การแสดงผลข้อมูล

- สร้างการนิรภัยเชิงตรรกศาสตร์ บนพื้นฐานความรู้ในปัจจุบัน ตรวจสอบข้อความ
 คาดการณ์ และขยายข้อค้นพบเริ่มต้น

- ตรวจสอบความก้าวหน้าของวิธีการแก้ปัญหา เช่น ทบทวนการเลือกกลยุทธ์ และ
 สร้างกลยุทธ์อื่น ๆ ที่เป็นไปได้

3. ค้นหาและใช้ความสัมพันธ์ ตัวอย่างเช่น

- เชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

- เชื่อมโยงบริบททางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

- เชื่อมโยงตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน

4. การสะท้อนคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาไปสู่ปัญหา ตัวอย่างเช่น

- ตีความวิธีการแก้ปัญหา และตอบปัญหา เช่น สร้างการตัดสินใจในเงื่อนไขที่
 ไม่ชัดเจน

- พิจารณาความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหา เช่น ตัวเลขที่แสดงมีความ
 ไม่สมเหตุสมผลของระดับความแม่นยำ

- ทบทวนสมมติฐานเริ่มต้นเกี่ยวกับธรรมชาติของวิธีการแก้ปัญหา เช่น
 การระมัดระวังในกรณีเฉพาะและวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง

- อธิบายหรือให้เหตุผลในวิธีการแก้ปัญหา เช่น อธิบายหรือให้เหตุผลผ่านการพิสูจน์
 หรือการให้เหตุผลแบบนุษย์

- บูรณาการแนวคิดที่ต่างกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

- กลับกรองข้อโต้แย้ง เพื่อการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

- สรุปวิธีการแก้ปัญหาในปัญหาระดับกว้างขึ้นและมองหาความสัมพันธ์กับปัญหา

อื่น ๆ

จากพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษาได้อธิบายไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุป
 ได้ว่าพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะของกระบวนการคิดที่แสดงออกในระหว่าง
 การดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของการคิดออกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ การคิด
 วิเคราะห์เกี่ยวกับปัญหา การดำเนินการตามกลยุทธ์ การค้นหาและใช้ความสัมพันธ์ และการสะท้อน
 คิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาไปสู่ปัญหา

4.3 รูปแบบของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Cooney and Other (1999) ได้ถึงรูปแบบการใช้เหตุผล 4 ประเภท ดังนี้

1. ใช้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นเหตุผลที่ได้จากกระบวนการเห็นสิ่งที่ร่วมกันหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วสรุปออกมาเป็นเหตุผลสนับสนุน

2. ใช้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นเหตุผลที่มาจากหลักการทั่วไปหรือหลักใหญ่อ้างอิงไปยังสิ่งเฉพาะเจาะจง

3. ใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งผู้เรียนใช้ความรู้เกี่ยวกับสัดส่วนคำนวณเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านคำตอบ

4. ใช้เหตุผลเชิงปริภูมิ เป็นเหตุผลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ

พร้อมพรรณ อุตมสิน และ อัมพร ม้าคนอง (2547) ได้กล่าวถึงลักษณะของการให้เหตุผลว่า การให้เหตุผลอาจทำได้หลายลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการใช้กฎหรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อสรุปย่อย ๆ

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อย ๆ ที่ได้ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบของตัวอย่างเหล่านั้น

3. การให้เหตุผลเชิงอ้างอิง เป็นการใช้อ้างอิงที่เรียนรู้มาอ้างอิงไปยังสิ่งใหม่

อัมพร ม้าคนอง (2553) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีหลายลักษณะ ดังนี้

1. การให้เหตุผลเชิงตรรก เป็นการให้เหตุผลที่ใช้การคิดเชิงตรรกประกอบด้วยการให้เหตุผล 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

1.1) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบอุปนัย ซึ่งเป็นการคิดจากข้อเท็จจริงย่อย โดยการสังเกตลักษณะร่วมที่สำคัญหรือแบบแผนของสิ่งที่พบ เพื่อนำไปสู่กฎเกณฑ์หรือหลักการทั่วไป การให้เหตุผลแบบนี้จึงใช้ข้อมูลที่เป็นจริงจากข้อมูลย่อย ๆ ไปสู่ข้อสรุปหรือความจริงทั่วไป หรือเป็นการมองเห็นตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วใช้เหตุผลสรุปความสัมพันธ์ในรูปแบบทั่วไปของตัวอย่างเหล่านั้น หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการหาความสัมพันธ์จากสมาชิกบางส่วนในกลุ่ม เพื่ออ้างอิงไปใช้กับสมาชิกส่วนอื่น ๆ ของกลุ่มเดียวกัน

1.2) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลตามการคิดแบบนิรนัย ซึ่งเป็นการคิดจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปไปสู่ข้อเท็จจริงย่อย การให้เหตุผลแบบนี้จึงเป็นการใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎหรือหลักเกณฑ์ทั่วไปที่ยอมรับกันว่าเป็นจริง โดยมีการพิสูจน์มาแล้ว เป็นหลักในการหาข้อสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์นั้น

2. การให้เหตุผลเชิงสัดส่วน เป็นการให้เหตุผลโดยใช้ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วน ทั้งสัดส่วนที่เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลข และข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น การหาค่าที่หายไป การเปรียบเทียบจำนวน การเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วน การให้เหตุผลเชิงสัดส่วนมีหลายลักษณะดังต่อไปนี้

2.1) การให้เหตุผลเชิงคุณภาพ เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนและเศษส่วน เมื่อตัวเลขและ/หรือเศษส่วนเดิมเพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือเท่าเดิม

2.2) การให้เหตุผลเชิงตัวเลข เป็นการให้เหตุผลที่เกี่ยวข้องกับตัวเลข แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การระบุค่าของตัวแปร และการเปรียบเทียบเชิงตัวเลข

3. การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ หรือสิ่งที่ปรากฏในมิติต่าง ๆ เช่น ภาพ 2 มิติ หรือ ทรง 3 มิติ และการให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกัน รวมถึงการให้เหตุผลเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นภาพหรือทรงมิติต่าง ๆ เพื่อความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก) กล่าวว่า การให้เหตุผลที่ใช้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มีอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลจากข้อสังเกตย่อย ๆ แล้วหารูปแบบ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไป เพื่อนำไปใช้ในวงกว้างมากขึ้น

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลจากการใช้ข้อเท็จจริง หลักการ กฎ บทนิยาม หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข) กล่าวว่าในทางวิชาการ นักการศึกษาได้จำแนกการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการที่ใช้การสังเกตหรือทดลองหลาย ๆ ครั้ง แล้วรวบรวมข้อมูลเพื่อหารูปแบบที่จะนำไปสู่ข้อสรุปซึ่งเชื่อว่า น่าจะถูกต้อง น่าจะเป็นจริง มีความเป็นไปได้มากที่สุด แต่ยังไม่ได้พิสูจน์ว่าเป็นจริงและยังไม่พบข้อขัดแย้ง เรียกข้อสรุปนี้ว่า ข้อความคาดการณ์ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ จะยืนยันว่าข้อความคาดการณ์เป็นจริง โดยการแสดงหรือการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถ้าแสดงหรือพิสูจน์ได้ว่า ข้อความคาดการณ์นั้นเป็นจริงในกรณีทั่วไปและไม่สามารถหาตัวอย่างมาค้านได้ ข้อความคาดการณ์นั้นจะเป็นทฤษฎีบท

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการที่ยกเอาสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริง โดยไม่ต้องพิสูจน์ แล้วใช้เหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ อัจฉจากสิ่งที่รู้ว่าเป็นจริงนั้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือผลสรุปที่เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่

การให้เหตุผลแบบนิรนัย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เหตุหรือสมมติฐาน หมายถึง สิ่งที่เป็นจริงหรือยอมรับว่าเป็นจริงโดยไม่ต้องพิสูจน์ ได้แก่ คำนิยาม บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท ที่พิสูจน์แล้ว กฎหรือสมบัติต่าง ๆ

2. ผลหรือผลสรุป หมายถึง ข้อสรุปที่ได้จากเหตุหรือสมมติฐาน

โดยทั่วไป เหตุหรือสมมติฐานของการให้เหตุผลแบบนิรนัย มักประกอบด้วย เหตุการณ์ทั่วไป และตามด้วย เหตุการณ์เฉพาะ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ทั่วไปและเหตุการณ์เฉพาะ ก่อให้เกิดผลหรือผลสรุป ถ้าเหตุทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น การให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล ในทางตรงกันข้าม ถ้าเหตุไม่ทำให้เกิดผลหรือผลสรุปเสมอ เราเรียกว่าเป็น การให้เหตุผลที่ไม่สมเหตุสมผล

จากประเภทของการให้เหตุผลที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากการใช้ตัวอย่าง รูปแบบ หรือข้อความจริงจากข้อมูลย่อย ๆ นำไปสู่การสร้างเป็นข้อสรุปทั่วไป
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง การให้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ หลักการ หรือข้อสรุปทั่วไปที่เป็นที่ยอมรับไปสู่ข้อสรุปย่อย

4.4 แนวทางการพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Molloy (1999) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการให้เหตุผลในระดับมัธยมศึกษา โดยการใช้นโยบายการสืบสอบ ในการส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา และเชื่อมโยงกับเนื้อหาและความรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

Sternberg (1999) ได้เสนอแนวคิดว่าการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของผู้เรียน ผู้สอนควรต้องคำนึงถึงกระบวนการทางปัญญา 5 ขั้น คือ

1. การระบุปัญหา
2. การสร้างกลวิธีเพื่อแก้ปัญหา
3. การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา
4. การวางแผนและการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. การกำกับและประเมินคำตอบ

National Council of Teacher of Mathematics (2010) ได้กล่าวถึง การพัฒนาคุณลักษณะของการให้เหตุผลในชั้นเรียนว่า ครูสามารถช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาระดับของการให้เหตุผล โดยการเลือกภาระงานและใช้คำถามที่เหมาะสม ในการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหา รับรู้จุดแข็งและข้อบกพร่องของแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเอง และใช้การให้เหตุผลอย่างเป็นทางการในการสร้างเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการพัฒนาคุณลักษณะการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องถือเป็นลำดับสำคัญในห้องเรียน โดยมีเทคนิคที่ใช้สำคัญการพัฒนาคุณลักษณะของการให้เหตุผล ดังนี้

1. จัดหาภาระงานที่ให้นักเรียนนึกออกด้วยตัวเอง
2. ถามเพื่อให้นักเรียนปรับปัญหาให้อยู่ในภาษาของตนเอง
3. ให้เวลาในการคิดวิเคราะห์ปัญหา สืบหาปัญหาโดยการใช้โมเดล และดำเนินการในแนวทางที่เป็นทางการ
4. ไม่สนับสนุนให้กระตุ้นโดยการบอกนักเรียนว่าให้แก้ปัญหอย่างไรเมื่อนักเรียนผิดหวัง แต่พยายามหาแนวทางที่จะช่วยสนับสนุนในการคิดและการทำงานของนักเรียน
5. ถามคำถามที่จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการคิด เช่น ทำไมถึงทำวิธีนี้? หรือ รู้ได้อย่างไร?
6. ให้เวลานักเรียนคิดหลังจากที่ถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนตอบด้วยเหตุผลของตนเอง
7. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกถามตนเองและคนอื่น
8. คาดหวังให้นักเรียนสื่อสารอย่างมีเหตุผลกับเพื่อนในชั้นเรียนและครู โดยการพูดและเขียนผ่านภาษาทางคณิตศาสตร์
9. ให้ความสำคัญกับการอธิบายเป็นแบบอย่าง และให้นักเรียนสะท้อนว่าเกิดผลอย่างไรกับตนเอง
10. สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้รู้สึกผ่อนคลายในการอภิปราย แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และวิจารณ์ผู้อื่นในทางที่เกิดประโยชน์

พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคนอง (2547) ได้กล่าวว่า การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ เช่น ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มากกว่าเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยว ๆ แยกจากสิ่งอื่น โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโนทัศน์ หรือการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผล จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง มากกว่าจะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

จากแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลที่นักการศึกษาได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดยการเลือกภาระงานและใช้คำถามที่เหมาะสม ที่จะทำให้นักเรียนเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ รับรู้จุดแข็งและข้อบกพร่องของตนเอง และส่งเสริมให้ใช้การให้เหตุผลในการสร้างเป็นข้อสรุป นอกจากนั้นควรให้

นักเรียนได้ใช้ภาษาของตนเองในการอธิบาย แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และวิจารณ์ผู้อื่นในทางที่เกิดประโยชน์

4.5 แนวทางการวัดผลประเมินผลทำให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

Cooney and Others (1999) ได้กล่าวโดยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ควรให้ผู้เรียนมีความสามารถดังนี้

1. ใช้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อสร้างแบบรูปและคาดเดาคำตอบ
2. ใช้เหตุผลแบบนิรนัย ในการตรวจสอบข้อสรุปและสร้างเหตุผลสนับสนุนที่น่าเชื่อถือ
3. ใช้เหตุผลเชิงสัดส่วน ในการแก้ปัญหา
4. ใช้เหตุผลเชิงปริภูมิ ในการแก้ปัญหา

การประเมินความสามารถในการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสามารถประเมินได้จากการสังเกตจากการพูดคุย การเขียน และประเมินจากการกระทำทางคณิตศาสตร์ โดยปกติแล้วผู้เรียนจะสามารถสร้างข้อคาดเดาจากตัวอย่างต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้เห็นหรือได้ลงมือกระทำ แล้วพัฒนาข้อโต้แย้ง ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูล que ผู้เรียนมีความรู้ว่าเป็นข้อเท็จจริงหรือไม่ ผู้เรียนอาจจะใช้สัญชาตญาณเกี่ยวกับเหตุผลเชิงสัดส่วนและเชิงปริภูมิ

Stenberg (1999) ได้เสนอแนวคิดว่าในการประเมินการให้เหตุผลของผู้เรียน ผู้สอนควรตั้งคำถามถึงกระบวนการทางปัญญา 5 ชั้น คือ

1. การระบุปัญหา
2. การสร้างกลวิธีเพื่อแก้ปัญหา
3. การสร้างมโนภาพจากข้อมูลในปัญหา
4. การวางแผนและการจัดการทรัพยากรเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. การกำกับและประเมินคำตอบ

ทิสนา แชมมณี และคณะ (2544) กล่าวถึง ตัวบ่งชี้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลประกอบด้วย 3 ความสามารถย่อย ดังต่อไปนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัย หรืออุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัยในการพิจารณาข้อเท็จจริง

อัมพร ม้าคอง (2553) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลมักประเมินตามประเภทของการให้เหตุผลและลักษณะของเนื้อหาคณิตศาสตร์ การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลส่วนมากใช้ปัญหาหรือกิจกรรมเป็นเครื่องมือ และประเมินการให้เหตุผลตามบริบทของปัญหา

หรือกิจกรรมนั้น ซึ่งอาจประเมินการให้เหตุผลหลายอย่างในปัญหาเดียวกัน นอกจากนั้น คำถามที่ใช้ยังมีความสำคัญต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดเพื่อหาเหตุผลมาอธิบายคำตอบ ซึ่งคำถามที่ใช้ควรเอื้อต่อการให้เหตุผลที่หลากหลาย เพื่อผู้สอนจะประเมินได้ว่า การให้เหตุผลของผู้เรียนมีลักษณะอย่างไร และอยู่ในระดับใด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก) ได้กล่าวถึงแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า การให้คะแนนของแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องพิจารณาให้คะแนนจากสมรรถภาพของผู้เรียนตามพฤติกรรมที่แสดงออกในแต่ละทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมหรือเกณฑ์ย่อยได้ตามความเหมาะสม โดยได้ให้ตัวอย่างการให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของความสามารถในการให้เหตุผล ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างการให้คะแนนแบบเกณฑ์รวมของความสามารถในการให้เหตุผล

คะแนน (ระดับคุณภาพ)	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	- อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วิธีการได้อย่างสมเหตุสมผล และชัดเจน หรือ - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2 (พอใช้)	- อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วิธีการได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ยังไม่ชัดเจน หรือ - มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่ไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่อธิบายเหตุผลของการเลือกใช้วิธีการ หรือเหตุผลที่ใช้ไม่สมเหตุสมผล หรือ - มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่ระบุการอ้างอิง

จากแนวทางรวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรประเมินตามประเภทของการให้เหตุผลและลักษณะของเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้ปัญหาหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวัดและประเมินผล โดยประเมินตามขั้นตอนหรือองค์ประกอบที่จะเกิดขึ้นในปัญหาหรือกิจกรรมทางคณิตศาสตร์นั้น

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยต่างประเทศ

Ge and Land (2004) ได้ศึกษากรอบแนวคิดสำหรับการเสริมต่อการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามและการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน โดยพบว่าการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีบทบาทในการเป็นการเสริมต่อการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนได้แก้ปัญหาได้สำเร็จ เกิดการวางแผน และสะท้อนความคิดในระดับสูง แต่ยังคงพบว่าหากนักเรียนละเลยในคำถามหรือไม่ตอบสนองในคำถามนั้นก็จะไม่ทำให้ประสบความสำเร็จในการใช้งานได้ และยังพบว่าความรู้เดิมของนักเรียนมีผลต่อผลจากการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามอีกด้วย

Lee and Chen (2009) ได้ศึกษาผลของการกระตุ้นโดยคำถามแต่ละประเภทและระดับความรู้เดิมที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่เคยพบเจอมาก่อนโดยการสอนผ่านเกมคอมพิวเตอร์ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ของการกระตุ้นโดยใช้คำถามและระดับความรู้เดิมไม่มีนัยสำคัญ และความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นโดยเฉพาะมีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นแบบธรรมดาและนักเรียนที่มีระดับความรู้เดิมสูงมีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่มีความรู้เดิมต่ำ

Syamsri and Hariyadi (2012) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รูปแบบการตั้งปัญหาตามกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE ที่มีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าพัฒนาการในภาพรวมของผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้รูปแบบการตั้งปัญหาด้วยกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และยังพบว่านักเรียนมีความสนใจในการเรียนแบบตั้งปัญหาด้วยกลยุทธ์ SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE สูงด้วย

Kurniawati (2014) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความแตกต่างของทักษะการคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ SSCS และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบ SSCS มีทักษะการคิดเชิงตรรกะทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

Lee and Chen (2015) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้น ที่มีต่อการให้เหตุผลเชิงเรขาคณิตสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลของการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้นมีการให้เหตุผลทางเรขาคณิตที่มีประสิทธิภาพกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยตรง นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนตามแนวคิดของโพลยาพร้อมกับการใช้คำถามกระตุ้นยัง

แสดงออกถึงความรู้สึกที่ดีกับการมีส่วนร่วมในการเรียนมากกว่านักเรียนที่ได้การเรียนการสอนโดยตรง

Lin, Chen and Chen (2015) ได้ศึกษาผลของการกระตุ้นโดยใช้คำถาม การอธิบายด้วยตนเอง และการความสัมพันธ์ของการกระตุ้นโดยใช้คำถามและการอธิบายตนเองบนฐานของความรู้เชิงมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาปริญญาตรีในบริบทเพื่อนช่วยสอน ผลของการวิจัยพบว่าการกระตุ้นโดยใช้คำถามและการอธิบายตนเองไม่มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นโดยใช้คำถามอย่างสมบูรณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหาของสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นโดยใช้คำถามแบบค่อยเป็นค่อยไป และกลุ่มที่ใช้การอธิบายด้วยตนเองบนพื้นฐานของสถานการณ์มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มที่ใช้การอธิบายด้วยตนเองบนพื้นฐานของรายละเอียด

5.2 งานวิจัยภายในประเทศ

นวลจันทร์ ผมอดทา (2545) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ที่ได้กำหนดไว้ และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ชนาวุฒิ ลาตวงษ์ (2548) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS กับกลุ่มที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 72.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ร้อยละ 70 และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ด้วยรูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กฤษฎา วรพิน (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูงมีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สันนิสา สมัยอยู่ (2554) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS และเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลการวิจัยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01 และมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

นาเดีย กองเป็ง (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และยังสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

วรรณารถ อยู่สุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังจากการใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 และสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เกษณีย์ ยอดไพอินทร์ (2556) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมบิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการนิรนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมบิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนา

ความคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชัน และกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลเฟสเมที่อดคอมปิเนชันและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ยังมีพัฒนาการที่ดีขึ้นด้วย

ภูมิฤทัย วิทวิทยิน (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI มีความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน

นัชชนัน แก้วประเสริฐสุข (2557) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้มอดัลดูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้มอดัลดูลและกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้มอดัลดูลมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 2. การออกแบบการวิจัย
 3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
 4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
 - 4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
 5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
 6. การวิเคราะห์ข้อมูล
 7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย
- โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูล งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสอนตามรูปแบบ SSCS และการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต เกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัย การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ ที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 1 กลุ่ม โดยแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงรูปแบบการทดลอง

E	O ₁ , O ₃	X	O ₂ , O ₄
C	O ₁ , O ₃	~X	O ₂ , O ₄

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E	แทน	กลุ่มทดลอง
C	แทน	กลุ่มควบคุม
X	แทน	การจัดกระทำ (treatment) ประกอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม
~X	แทน	การจัดจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ
O ₁	แทน	การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
O ₂	แทน	การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง
O ₃	แทน	การทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง
O ₄	แทน	การทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีการจัดห้องเรียนแบบความสามารถ มีนักเรียนทั้งหมด 6 ห้องเรียน โดยเป็นห้องเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน และศิลป์-ภาษา จำนวน 3 ห้องเรียน ซึ่งผู้อำนวยการและคณะครูในโรงเรียนให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการทำวิจัยเป็นอย่างดี โดยผู้วิจัยเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้อง เพื่อจัดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s)
2. ผู้วิจัยเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้แก่ ห้อง ม. 4/2 จำนวน 37 คน และห้อง ม. 4/3 จำนวน 28 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 76.14 และ 75.54 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.55 และ 6.68 ตามลำดับ
3. ผู้วิจัยนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน
4. ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง แล้วนำคะแนนจากแบบวัดทั้งสองฉบับมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
5. ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ได้ผลว่า นักเรียนห้อง ม. 4/3 เป็นกลุ่มควบคุม และห้อง ม. 4/2 เป็นกลุ่มทดลอง

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ

- 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบปกติ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง

4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 15 แผน รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ใช้เวลาในการสอน 8 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยมีแผนการดำเนินงาน ดังนี้

4.1.1 ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.2 ศึกษากรอบแนวคิดเกี่ยวกับการสอนตามรูปแบบ SSCS และการกระตุ้นโดยใช้คำถาม จากหนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ

4.1.3 เลือกเนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม โดยพิจารณาเนื้อหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งได้เลือกเนื้อหา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

4.1.4 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4.1.5 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 15 แผน รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำ ขั้นจัดกิจกรรม และขั้นสรุป โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามจะอยู่ในขั้นจัดกิจกรรม สำหรับเนื้อหาในแต่ละแผนการสอน แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	แนะนำรายวิชา ทบทวนความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและสามเหลี่ยมคล้าย	1
2	อัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$) และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนของความยาวด้านรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	1
3	อ่านค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$) ของมุมระหว่าง $0^\circ - 90^\circ$ จากตาราง ค่าอัตราส่วนของมุม 30° 45° และ 60° และโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$)	1
4	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$) ของมุม 30° 45° และ 60°	1
5	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$) ของมุม 30° 45° และ 60° ที่ให้มุมและความยาวด้าน 1 ด้านมาแล้วให้หาความยาวด้านที่เหลือ	1
6	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ ($\sin A$, $\cos A$, $\tan A$) ของมุม 30° 45° และ 60° ที่ให้ความยาวด้าน 2 ด้านมาแล้วให้หาความยาวด้านที่เหลือ หรือขนาดของมุมแหลม	1
7	ความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ (เอกลักษณ์) และโจทย์ปัญหาความสัมพันธ์ของค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ หาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่รู้มุม 1 มุม โดยใช้ความสัมพันธ์ของมุมภายในสามเหลี่ยม	1
8	อัตราส่วนตรีโกณมิติอื่น ๆ ($\sec A$, $\csc A$, $\cot A$) และโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติอื่น ๆ	1
9	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับมุมก้ม ที่บอกความยาวด้าน 1 ด้านและขนาดมุม 1 มุม ให้หาระยะทางหรือความสูง	1

แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่	เนื้อหา	จำนวน คาบ
10	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับมุมเงย ที่บอกความยาวด้าน 1 ด้าน และขนาดมุม 1 มุม ให้หาระยะทางหรือความสูง	1
11	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับมุมก้มและเงย	1
12	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายและรูปสามเหลี่ยมซ้อนทับกัน เกี่ยวกับการหาความสูงหรือระยะทาง	1
13	โจทย์ปัญหาประยุกต์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมคล้ายและรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านร่วมกัน เกี่ยวกับการหาความสูงหรือระยะทาง	1
14	โจทย์ปัญหาระคน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ	1
15	โจทย์ปัญหาระคน เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่ซับซ้อนขึ้น และสรุปเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมด	1
รวม		15

4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบจำนวน 15 แผน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป สำหรับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 กรอบแนวคิดการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม	การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบปกติ
<p>1) ชั้นนำ</p> <p>ครูใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการเข้านำเข้าสู่บทเรียนเพื่อสร้างความสนใจ และมีการทบทวนความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมที่ได้เรียนไปแล้ว ของนักเรียนก่อนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนั้น ๆ</p>	

<p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS รวมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม</p>	<p>การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบปกติ</p>
<p>2) ชั้นจัดกิจกรรม</p> <p>1. ครูนำเสนอเนื้อหาที่จะเรียนในครั้งนี โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ยกตัวอย่างที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ได้</p> <p>2. ครูสอนการแก้สถานการณ์ปัญหาตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามในขั้นตอนของการแก้ปัญหา ดังนี้</p> <p>ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา สามารถจำแนกและระบุปัญหาของสถานการณ์ปัญหา และหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการดังกล่าวได้ ครูอาจใช้คำถามที่เป็นคำถามกระตุ้นเชิงรายละเอียด หรือคำถามกระตุ้นประเภทอื่น ๆ ในทันที เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการในขั้นนี้ได้สำเร็จ</p> <p>ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ครูให้นักเรียนคิดและวางแผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการดังกล่าวได้ ครูอาจใช้คำถามที่เป็นคำถามกระตุ้นเชิงขั้นตอน หรือคำถามกระตุ้นประเภทอื่น ๆ ในทันที เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการในขั้นนี้ได้สำเร็จ</p> <p>ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create : C) ครูให้นักเรียนสร้างข้อสรุป แนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินและตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทำงานของตนเอง และคิดสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ทำได้ง่าย และหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการดังกล่าวได้ ครูอาจใช้คำถามที่เป็นคำถามกระตุ้นเชิงรายละเอียด หรือคำถามกระตุ้นเชิงสะท้อน หรือคำถามกระตุ้นประเภทอื่น ๆ ในทันที เพื่อให้นักเรียนได้ดำเนินการในขั้นนี้ได้สำเร็จ</p>	<p>2) ชั้นจัดกิจกรรม</p> <p>1. ครูนำเสนอเนื้อหาที่จะเรียนในครั้งนี โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน ยกตัวอย่างที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจและการนำความรู้ที่เรียนไปใช้ได้</p> <p>2. ครูแสดงตัวอย่างการแก้ปัญหาบนกระดาน และให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย</p> <p>3. ครูและนักเรียนช่วยกันแก้โจทย์ปัญหา ร่วมกัน โดยการถามตอบ พร้อมทั้งให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในกระบวนการต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา</p> <p>4. ครูให้นักเรียนลงมือแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย และไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้</p>

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์แบบปกติ
<p>ชั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์ วิธีการแก้ปัญหา คำตอบ ความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหา ทั้งในกระบวนการที่ทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้องในชั้นเรียน โดยครูจะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามในการให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ในประเด็นที่สำคัญ หรือประเด็นที่หลากหลาย</p>	<p>5. ครูหรือนักเรียนเฉลยการดำเนินการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบและความสมเหตุสมผลของคำตอบ</p> <p>6. ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ผ่านมา</p>
<p>3) ชั้นสรุป</p> <p>ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ ทั้งความรู้ในเนื้อหาที่ได้เรียน วิธีการแก้ปัญหา และความรู้อื่น ๆ ที่เกิดจากการแก้ปัญหา อาจให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน</p>	

4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ มี 2 ประเภท คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดของขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือดังนี้

4.2.1 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีวิธีการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาความหมาย นิยามเชิงทฤษฎีและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร บทความวิชาการ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร บทความวิชาการ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง และเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง

4. กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1) ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ระบุสิ่งที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ได้

2) ความสามารถในการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถที่ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ การกำหนดตัวแปรแทนข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์

3) ความสามารถในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีคิด เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

4) ความสามารถในการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา และสรุปคำตอบ เป็นความสามารถในการตรวจสอบ และตัดสินใจว่าคำตอบนั้น ๆ มีความสอดคล้องกับข้อมูล และเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ พร้อมทั้งสรุปคำตอบที่ได้

5. สร้างแบบวัดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยแต่ละฉบับเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 6 ข้อ

6. สร้างเกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ โดยมีการให้คะแนนแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน ตามเกณฑ์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน	3
- ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ถูกต้องครบถ้วน หรือ - ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	2
- ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน หรือ - ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	1
- ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาได้ไม่ถูกต้อง และระบุสิ่งที่ต้องการให้หาได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่ระบุสิ่งสำคัญที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา และไม่ระบุสิ่งที่ต้องการให้หา	0
ความสามารถในการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง ทั้ง 3 ส่วน	3
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง 2 ส่วน จาก 3 ส่วน	2
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ ได้ถูกต้อง 1 ส่วน จาก 3 ส่วน	1
- กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ ไม่ถูกต้อง ทั้ง 3 ส่วน หรือ - ไม่กำหนดตัวแปรแทนข้อมูล ไม่หาความสัมพันธ์ของข้อมูล และไม่เขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์	0

ความสามารถในการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ และครบทุกขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการให้หาทั้งหมด	3
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ แต่ไม่ครบทุกขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการให้หาทั้งหมด	2
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ แต่ไม่ใช่ขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการให้หาโดยตรง หรือ - แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ แต่เป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการให้หา	1
- แสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์ และไม่ใช่ขั้นตอนที่จะนำไปสู่คำตอบที่ต้องการให้หา หรือ - ไม่แสดงวิธีการหาคำตอบ	0
ความสามารถในการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา	คะแนน
- ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์ และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	3
- ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้อง บางส่วน และสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	2
- มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหาและมีการสรุปคำตอบ แต่ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ หรือ - ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา แต่มีการสรุปคำตอบได้ถูกต้อง	1
- ไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเพื่อดูความสอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดในสถานการณ์ปัญหา และไม่มีการสรุปคำตอบ	0

7. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำดังนี้

ก. ปรับปรุงคำชี้แจงในการตอบให้ชัดเจนมากขึ้น

คำชี้แจงเดิม “1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 12 คะแนน

3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที”

แก้ไขเป็น “1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อใหญ่ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 12 คะแนน จำนวน 13 หน้า (รวมปก)

3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

4. ให้นักเรียนตอบคำถามในทุกข้อย่อย และเขียนอธิบายอย่างละเอียด”

ข. ปรับปรุงลักษณะของการตอบคำถามให้เหมาะสมกับนักเรียนมากขึ้น

ลักษณะเดิม “จากสิ่งที่โจทย์ต้องการหา กำหนดตัวแปรให้
ซึ่งสามารถวาดภาพแทนสถานการณ์ข้างต้นได้ว่า

เขียนเป็นสมการได้ว่า

แก้ไขเป็น “1.3) สามารถวาดภาพแทนสถานการณ์ข้างต้นได้เป็น

1.4) อธิบายตัวแปรจากในภาพแทนสถานการณ์ข้างต้น

1.5) จากความสัมพันธ์ข้างต้นเขียนเป็นสมการได้ว่า

8. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก หน้า 102) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) ปรับภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้
 - ปรับจาก “กระจกเงา” เป็น “กระจกเงาขนาดเล็ก”
 - ปรับจาก “อยู่ห่าง” เป็น “ยืนอยู่ห่าง”
 - ปรับจาก “ไม้บรรทัด” เป็น “ขอบด้านบนของไม้บรรทัด”
 - ปรับจาก “เขาปีนขึ้นมาสูงเท่าใด” เป็น “เขาอยู่สูงจากพื้นดินเท่าใด”
- 2) เพิ่มรายละเอียดเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น
 - เพิ่มคำว่า “เท่ากันทั้งสองด้าน”
 - เพิ่มคำว่า “ไม่คิดความสูงของรถคันนี้”
- 3) แก้ไขรายละเอียดในสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น

สถานการณ์เดิม “วัฒน์ดีตอยู่บนเกาะกลางทะเลเนื่องจากโดนกระแสนคลื่นพัดออกจากฝั่งในขณะดำน้ำดูปะการัง ในขณะนั้นเขาสังเกตเห็นเรือสองลำ ซึ่งอยู่ฝั่งซ้ายของเขาหนึ่งลำ และอยู่ฝั่งขวาของเขาหนึ่งลำ โดยที่เขาอยู่กึ่งกลางระหว่างระยะห่างของเรือทั้งสองลำพอดี หากเรือทั้งสองลำอยู่บนแนวเส้นตรงเดียวกันและมีระยะห่างประมาณ 44 ฟุต คนขับที่อยู่บนเรือฝั่งซ้ายมองเห็นวัฒน์ทำมุมกับแนวเส้นตรงของเรือสองลำประมาณ 30 องศา และคนขับที่อยู่บนเรือฝั่งขวามองเห็นวัฒน์ทำมุมกับแนวเส้นตรงของเรือสองลำประมาณ 45 องศา ดังนั้นเรือลำใดที่อยู่ใกล้กับวัฒน์มากกว่า และใกล้กว่าเรืออีกลำเป็นระยะทางเท่าใด”

แก้ไขเป็น “วัฒน์ดีตอยู่บนเกาะกลางทะเลเนื่องจากโดนกระแสนคลื่นพัดออกจากฝั่งในขณะดำน้ำดูปะการัง ในขณะที่เขามองตรงไปยังฝั่ง เขาสังเกตเห็นโขดหินอยู่ตรงหน้าพอดี และมีเรืออยู่ฝั่งซ้ายของเขาหนึ่งลำและเรืออยู่ฝั่งขวาอีกหนึ่งลำ หากเรือทั้งสองลำและโขดหินนั้น เรียงอยู่บนแนวเส้นตรงเดียวกัน และระยะห่างจากเขาไปยังโขดหินประมาณ 100 ฟุต นอกจากนั้นยังทราบว่าคนขับเรือลำที่อยู่บนเรือฝั่งซ้ายมองเห็นวัฒน์ทำมุมกับแนวเส้นตรงของเรือทั้งสองลำประมาณ 30 องศา และคนขับเรือที่อยู่บนเรือฝั่งขวามองเห็นวัฒน์ทำมุมกับแนวเส้นตรงของเรือทั้งสองลำประมาณ 45 องศา จากเหตุการณ์ข้างต้น อยากทราบว่าเรือลำใดที่อยู่ใกล้กับวัฒน์มากกว่า และใกล้กว่าเรืออีกลำเป็นระยะทางประมาณเท่าใด”

9. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้งสองฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ และมีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกับโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ฉบับก่อนการทดลอง ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

2) ฉบับหลังการทดลอง ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดและผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach โดยมีเกณฑ์ที่เหมาะสมตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า ข้อสอบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง จำนวนฉบับละ 4 ข้อ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ค่าความเที่ยง	0.76
ค่าความยาก (p)	0.36 – 0.56
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.25 – 0.33

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง

ค่าความเที่ยง	0.80
ค่าความยาก (p)	0.46 – 0.60
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.27 – 0.42

10. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2.2 การสร้างและพัฒนาแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับก่อนการทดลอง และฉบับหลังการทดลอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มีวิธีการดำเนินการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาความหมาย นิยามเชิงทฤษฎีและวิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร บทความวิชาการ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จากเอกสาร บทความวิชาการ ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเนื้อหาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง และเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง

4. กำหนดกรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับตามคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วยความสามารถ 2 ด้าน ได้แก่

1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งเป็นความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา แล้วนำมาเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง

2) ความสามารถในการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป ซึ่งเป็นความสามารถในการเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาอย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

5. สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลอง เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยแต่ละฉบับเป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 6 ข้อ

6. สร้างเกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ โดยมีการให้คะแนนข้อละ 5 คะแนน ตามเกณฑ์ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การตรวจแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ด้านการคิดวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล	คะแนน
- สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน	2
- สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยเขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ถูกต้องบางส่วน	1
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล เขียนอธิบายความสัมพันธ์ได้ไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่วิเคราะห์ข้อมูลและไม่เขียนอธิบายความสัมพันธ์	0
ด้านการอธิบายความสมเหตุสมผลของข้อสรุป	คะแนน
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล	3
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล บางส่วน	2
- นักเรียนสามารถเขียนอธิบายข้อสรุป ได้อย่างสมเหตุสมผล แต่ไม่ได้ใช้ข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ในการเขียนอธิบาย	1
- นักเรียนเขียนอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง และไม่สมเหตุสมผล หรือ - นักเรียนไม่เขียนอธิบายข้อสรุป	0

7. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับ ไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำดังนี้

ก. ปรับปรุงคำชี้แจงในการตอบให้ชัดเจนมากขึ้น

คำชี้แจงเดิม “1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที”

- แก้ไขเป็น “ 1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาเรื่องทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และรูปสามเหลี่ยมคล้าย
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้ มีคะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน
3. เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
4. ให้นักเรียนตอบคำถามในทุกข้อย่อย และเขียนอธิบายอย่างละเอียด”
- ข. ปรับปรุงแนวทางในการตอบของนักเรียนให้เหมาะสมมากขึ้น

แนวทางเดิม “ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง”

แก้ไขเป็น “มีตัวเลือกเป็นแนวทางแล้วให้เติมคำตอบในช่องเขียนตอบ พร้อมทั้งให้อธิบายแนวคิด”

8. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 ฉบับที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก หน้า 102) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการ และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 1) ปรับภาษาที่ใช้ให้มีความชัดเจนมากขึ้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้
- ปรับจาก “รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า” เป็น “รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า”
 - ปรับจาก “สามเหลี่ยม 1 แผ่น ที่ได้จากการตัดแผ่นไม้รูปจัตุรัส และสามเหลี่ยม 1 แผ่น ที่ได้จากแผ่นไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่า” เป็น “รูปสามเหลี่ยมแต่ละแผ่น ที่ได้จากการตัดแผ่นไม้รูปจัตุรัสและได้จากแผ่นไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า”
 - ปรับจาก “เดินจากบ้าน” เป็น “เดินตามถนนจากบ้านของเธอ”
 - ปรับจาก “ระยะห่างของโรงพยาบาลไปกับที่ทำการไปรษณีย์เป็นสามเท่าของระยะห่างของบ้านของลูกแก้วกับโรงเรียน” เป็น “ระยะห่างของโรงพยาบาลไปกับสถานีตำรวจเป็นสามเท่าของระยะห่างของบ้านของลูกแก้วกับโรงเรียนของลูกแก้ว”
 - ปรับจาก “หน้าต่างที่ชั้น 2 ของตึก” เป็น “หน้าต่างที่ชั้นสองของตึก”
 - ปรับจาก “ตกลงมายังพื้นดิน” เป็น “ตกลงในแนวตั้งยังพื้นดิน”
 - ปรับจาก “ความสูงของตึกถึงขอบหน้าต่างนี้สูง” เป็น “ขอบล่างหน้าต่างนี้สูงจากพื้นดิน”
 - ปรับจาก “แปรงที่ตกลงมา” เป็น “จุดที่แปรงทาสีตกถึงพื้น”
 - ปรับจาก “ตกลงมายังพื้นดิน” เป็น “ตกลงในแนวตั้งยังพื้นดิน”

- ปรับจาก “ระยะห่างของพละกับกระต่าย” เป็น “ระยะห่างระหว่างพละกับกระต่าย”

- ปรับจาก “เชือกที่ตั้งว่าวของนิวและเน็กทำมุมกับพื้นดิน” เป็น “เชือกที่ตั้งว่าวของนิวและเน็กที่มีลักษณะเป็นเส้นตรงทำมุมกับพื้นดิน”

2) เพิ่มรายละเอียดเพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริงมากขึ้น

- เพิ่มคำว่า “โดยที่ไม่เหลือเศษไม้”

- เพิ่มคำว่า “นิวกับเน็กมีความสูงเท่ากัน”

- เพิ่มคำว่า “เมื่อแกว่งชิงช้าให้ทำมุมได้มากที่สุด 60 องศากับแนวตั้ง”

3) แก้ไขรายละเอียดในสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับความเป็นจริงมากขึ้น

- แก้ไขจาก “คนที่อยู่บนบอลลูน ต้องการปล่อยกล่องเสบียงขนาดใหญ่” เป็น “กล่องไม้ขนาดเล็กที่ผูกติดอยู่กับลูกโป่ง”

9. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นทั้งสองฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ และมีจำนวนนักเรียนใกล้เคียงกับโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ฉบับก่อนการทดลอง ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

2) ฉบับหลังการทดลอง ผู้วิจัยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

จากนั้นนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดและผลคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach โดยมีเกณฑ์ที่เหมาะสมตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.2 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ผลปรากฏว่า ข้อสอบแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง จำนวนฉบับละ 4 ข้อ มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีรายละเอียดดังนี้

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ค่าความเที่ยง	0.62
ค่าความยาก (p)	0.37 - 0.52
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.31 - 0.35

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง

ค่าความเที่ยง	0.62
ค่าความยาก (p)	0.47 – 0.52
ค่าอำนาจจำแนก (r)	0.27 – 0.35

10. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ฉบับ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัยทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มตัวอย่างโดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5.1.2 ผู้วิจัยเตรียมเอกสาร สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 ผู้วิจัยทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลถึงผู้อำนวยการโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร อำเภอท่าคันโท จังหวัดกาฬสินธุ์

5.2 ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยนำคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนทั้ง 6 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วเลือกนักเรียนจำนวน 2 ห้องเรียนที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกันมากที่สุดจำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ห้อง ม. 4/2 จำนวน 37 คน และห้อง ม. 4/3 จำนวน 28 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 76.14 และ 75.54 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.55 และ 6.68 ตามลำดับ ซึ่งผลการทดสอบความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

5.2.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนห้อง ม. 4/2 จำนวน 37 คน และชั้น ม. 4/3 จำนวน 28 คน ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 12.65 และ 12.86 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 3.190 และ 2.745 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยให้นักเรียนห้อง ม. 4/2 จำนวน 37 คน และชั้น ม. 4/3 จำนวน 28 คน ทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเลขคณิต เท่ากับ 2.22 และ 1.61 ตามลำดับ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เท่ากับ 1.475 และ 1.133 ตามลำดับ แล้วนำไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F - test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

5.2.3 ผู้วิจัยเลือกห้องเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง 4/2 เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และนักเรียนห้อง 4/3 เป็นกลุ่มควบคุมที่ได้รับการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบปกติ

5.2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม และตามรูปแบบปกติที่เตรียมไว้ กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 2 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 15 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยสอนตามปกติของโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยเริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 3 พฤศจิกายน 2559 ถึงวันที่ 27 ธันวาคม 2559

5.2.5 เมื่อดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้จนครบทั้ง 15 แผนแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากนั้นนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ ได้แก่ ฉบับก่อนการทดลองและฉบับหลังการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (t – test independent)
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ด้วยการทดสอบค่าที (t – test dependent)
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม ด้วยการทดสอบค่าที (t – test independent)
4. เปรียบเทียบความแตกต่างของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ด้วยการทดสอบค่าที (t – test dependent)

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

7.1.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบวัด
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบวัดในแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบวัดทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

7.1.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้สูตรของ Whitney และ Sabers ดังนี้

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(x_{\min})}{n_t(x_{\max} - x_{\min})}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	S_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	x_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	x_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_t	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

7.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้สูตรของ Whitney และ Sabers ดังนี้

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

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	S_h	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
	S_l	แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
	x_{\max}	แทน	คะแนนสูงสุดที่ได้
	x_{\min}	แทน	คะแนนต่ำสุดที่ได้
	n_h	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{x}) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ความแปรปรวน วิเคราะห์ค่าที (t - test) และวิเคราะห์ค่าเอฟ (F - test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้น โดยใช้คำถาม ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for independent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งได้นำเสนอในตารางที่ 9

1.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งได้นำเสนอในตารางที่ 10

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for independent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งได้นำเสนอในตารางที่ 11

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งได้นำเสนอในตารางที่ 12

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for independent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนหลังเรียน		t
		\bar{x}	S.D.	
กลุ่มทดลอง	37	28.32	8.42	2.191*
กลุ่มควบคุม	28	24.11	6.56	

*p < .05

จากตารางที่ 9 พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 28.32 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.42 และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 24.11 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.56 และเมื่อทดสอบโดยใช้ค่าที (t - test for independent samples) พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

นักเรียนกลุ่ม ทดลอง	n	\bar{x}	S.D.	t
คะแนนก่อนเรียน	37	12.65	3.190	11.311*
คะแนนหลังเรียน	37	28.32	8.423	

*p < .05

จากตารางที่ 10 พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 12.65 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.190 และคะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 28.32 จากคะแนนเต็ม 48 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.423 และเมื่อทดสอบโดยใช้ค่าที (t-test for dependent samples) พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for independent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	คะแนนหลังเรียน		t
		\bar{x}	S.D.	
กลุ่มทดลอง	37	7.19	3.256	3.899*
กลุ่มควบคุม	28	4.50	2.301	

*p < .05

จากตารางที่ 11 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 7.19 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.256 และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.50 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.301 และเมื่อทดสอบโดยใช้ค่าที (t - test for independent samples) พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน วิเคราะห์ผลด้วยการวิเคราะห์ค่าที (t - test for dependent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

นักเรียนกลุ่ม	n	\bar{x}	S.D.	t
ทดลอง				
คะแนนก่อนเรียน	37	2.22	1.475	9.299*
คะแนนหลังเรียน	37	7.19	3.256	

*p < .05

จากตารางที่ 12 พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 2.22 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.475 และคะแนนหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 7.19 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.256 และเมื่อทดสอบโดยใช้ค่าที (t-test for dependent samples) พบว่าคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้น โดยใช้คำถาม ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามก่อนและหลังเรียน

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 24 จังหวัดกาฬสินธุ์ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 65 คน 2 ห้องเรียน ซึ่งมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ชนิด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่ครอบคลุมสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 15 แผน ใช้เวลาสอนทั้งหมด 15 คาบ คาบละ 50 นาที

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ประกอบด้วย

2.1.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.76 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.36 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.25 - 0.33

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.80 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.46 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27 - 0.42

2.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ประกอบด้วย

2.1.1 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.62 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.37 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.31 - 0.35

2.1.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที มีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.62 ค่าความยาก มีค่าตั้งแต่ 0.37 – 0.52 และค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.27 - 0.35

ในขั้นดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลองและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง จากนั้นดำเนินการสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกครั้ง ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลองและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การที่ผลวิจัยออกมาเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 องค์ประกอบ กล่าวคือ

ในขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search) ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำการศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาประเด็นของปัญหา จำแนกและระบุปัญหาของสถานการณ์ปัญหา และผู้วิจัยช่วยเหลือในการดำเนินการในขั้นนี้โดยการใช้คำถามกระตุ้นที่เหมาะสมในทันทีทำให้นักเรียนสามารถจำแนกและระบุสิ่งที่จำเป็นในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่เป็นองค์ประกอบแรกที่สำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2553) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาต้องเน้นที่การคิดวิเคราะห์ข้อมูลในปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการทำความเข้าใจหรือวิเคราะห์ปัญหา ความเข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้จะทำให้ผู้เรียนเห็นแนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหา สามารถแก้ปัญหาและขยายความคำตอบได้ ซึ่งจะทำให้เกิดประสบการณ์ที่มีค่าในการแก้ปัญหา และสามารถนำประสบการณ์เหล่านี้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อนมากขึ้นได้

ในขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve) ผู้วิจัยให้นักเรียนฝึกเกี่ยวกับการคิดวางแผนการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยผู้วิจัยได้ให้นักเรียนวาดรูปภาพแทนสถานการณ์ปัญหา พร้อมทั้งระบุสิ่งที่ได้มาจากการจำแนกข้อมูลในขั้นที่ 1 และใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่กำหนดให้และสิ่งที่ต้องการหาคำตอบ ผ่านรูปแบบการตอบคำถาม แล้วให้นักเรียนนำไปสร้างเป็นสมการทางพีชคณิต จากนั้นให้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้จนได้คำตอบ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแปลงข้อมูลและการดำเนินการแก้

สถานการณ์ปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สองและสามของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนการคิดวางแผนการแก้ปัญหาถือเป็นสิ่งสำคัญในการแก้ปัญหา เนื่องจากการเลือกใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพในเวลาอันรวดเร็ว (อัมพร ม้าคนอง, 2553) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Englard (2010) ที่ศึกษาเกี่ยวกับแนวความคิดการใช้แบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่าช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์และนักเรียนอื่น ๆ และงานวิจัยของธีรพล พากเพียรกิจ (2558) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองแทนความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วนำไปสร้างสมการทางพีชคณิต และดำเนินการหาคำตอบ รวมทั้งมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create) ผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง รวมทั้งนำความรู้ที่ได้ในขั้นก่อนหน้ามาสร้างเป็นแนวคิดหรือข้อสรุปของตนเอง เพื่อนำมาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นต่อไป ทำให้นักเรียนได้มีการทบทวนการทำงานของตนเอง นำไปสู่การสรุปคำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสม หากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ozsoy and Ataman (2009) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้กระบวนการกำกับทางปัญญาโดยผ่านกิจกรรมการแก้ปัญหา โดยครูอาจมีการใช้คำถามเมื่อจำเป็นในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติและงานวิจัยของมณฑนา พรหมรักษ์ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้แก้ปัญหา โดยมีการกำกับและควบคุมตัวเอง ตระหนักถึงขั้นตอน ทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการตรวจสอบกระบวนการคิดที่นำมาใช้ในระหว่างการแก้ปัญหาและตรวจสอบผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและทิศทาง ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share) ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนจะนำแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหามาแลกเปลี่ยนกันในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีผู้วิจัยช่วยเหลือโดยใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสม เพื่อให้นักเรียนได้สะท้อนความคิด ทบทวนการทำงานของตนเอง และเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาที่หลากหลายจากเพื่อนในห้องเรียน ซึ่งจะสามารถนำไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่จะเจอในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2549) ที่กล่าวไว้ว่า โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ปัญหาเดียวกัน อาจมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลายวิธี และ

มนุษย์ไม่เคยหยุดที่จะคิดวิธีการแก้ปัญหาโดยพยายามให้ได้วิธีที่ดีที่สุด นั่นคือวิธีที่สั้นและง่าย นอกจากนั้นการดำเนินการในสองขั้นตอนนี้ ยังเป็นการทำให้นักเรียนได้ช่วยกันตรวจสอบความสอดคล้องของเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหาเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สี่ของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Taylor (1994) ที่ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจและการใช้วิธีการสังเคราะห์ความคิดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบมีการช่วยเหลือกันเชิงสังคม กลุ่มที่เรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD และกลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ พบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของนักกัญญา เจริญเกียรติ บวร (2547) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยให้นักเรียนได้มีการทำงานและช่วยเหลือกัน ในกลุ่ม พบว่าสามารถช่วยพัฒนาความสามารถความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีการสอนผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการทดลองผู้วิจัยได้ออกแบบสถานการณ์ปัญหาของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีความหลากหลายในรูปแบบของสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสามเหลี่ยมมุมฉากและมีความสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการแก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหา สามารถมองภาพแล้ววาดภาพแทนสถานการณ์ปัญหาได้ นำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับพร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (2547) ที่กล่าวไว้ว่า การแก้ปัญหาที่แท้จริงควรมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งมักจะแตกต่างจากปัญหาที่เป็นตัวอย่างในห้องเรียน ผู้เรียนที่แก้ปัญหาในห้องเรียนได้สำเร็จอาจแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันไม่ได้ ผลสำเร็จของการแก้ปัญหาส่วนหนึ่งจึงขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wiest (1997) ที่ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของปัญหาที่มีเนื้อหาแปลกใหม่หรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคย และปัญหาในชีวิตจริง ในนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาลำบาก พบว่ามโนคติเกี่ยวกับเรื่องราวที่อยู่ในปัญหามีอิทธิพลต่อความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน และงานวิจัยของกฤษดา นรินทร์ (2555) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง พบว่าทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และมี

คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 และ 4 ตามลำดับ

การที่ผลวิจัยออกมาเป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีการให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลผ่านการแก้สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ในการทดลองผู้วิจัยได้แนะแนวทางให้นักเรียนดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาตามขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search) และขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve) โดยให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา เพื่อระบุเกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นในการนำไปใช้งาน ให้อาจารย์แทนสถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของข้อมูล นำไปสร้างเป็นสมการพีชคณิต แล้วจึงดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในการดำเนินการข้างต้นหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยจะไม่บอกวิธีการหรือคำตอบโดยตรง แต่จะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในการช่วยให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการในแต่ละขั้น ซึ่งนักเรียนจะต้องมีการให้เหตุผลเกี่ยวกับสิ่งที่เลือกมาใช้ โดยในช่วงแรกของการทดลองการให้เหตุผลประกอบของนักเรียนจะเป็นเหตุผลที่ไม่มีหลักการทางคณิตศาสตร์มากนัก เป็นเหตุผลจากความรู้สึกของนักเรียนที่คิดว่าน่าจะทำได้ ซึ่งในช่วงหลังของการทดลองนักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น โดยอ้างเหตุผลจากนิยามและความรู้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ได้เรียนมาก่อนหน้าในการให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lee and Chen (2015) ที่พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของโพลยา ร่วมกับการใช้คำถามกระตุ้นมีประสิทธิภาพมากกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนทั่วไป และงานวิจัยของ สาวิตรี มูลสุวรรณ (2557) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านปัญหาหรือสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนพิจารณา จำแนกความสัมพันธ์ของข้อมูล จัดข้อมูลอยู่ในรูปแผนภาพเพื่อใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และสร้างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น

นอกจากนั้นในขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ (Create) และขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหาและข้อสรุป (Share) ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนการทำงานของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด วิธีการแก้ปัญหา และคำตอบที่ได้ แล้วให้นำมาพูดคุยแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในห้องเรียน ในขั้นนี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกในการคิดและการอธิบายเหตุผลของตนเองประกอบการนำเสนอ โดยในช่วงแรกของการทดลองนักเรียนจะไม่คุ้นชินกับการดำเนินการในขั้นนี้ จึงทำให้นักเรียนส่วน

ใหญ่เป็นผู้ฟังมากกว่าเป็นผู้นำเสนอความคิด หลังจากที่ผู้วิจัยได้ใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นของตนเอง พร้อมทั้งเสริมแรงให้กำลังใจ ทำให้นักเรียนกล้านำเสนอความคิดมากขึ้น จึงทำให้มีการให้เหตุผลประกอบที่หลากหลาย และยังสามารถทำให้นักเรียนได้เห็นถึงข้อผิดพลาดบางอย่างที่เกิดขึ้นในกระบวนการแก้สถานการณ์ปัญหาของตนเองอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ NCTM (1991) ที่กล่าวว่า การฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ ในขณะที่เรียนเนื้อหาหรือทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ หากเป็นการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญกับการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าสนใจในคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้อง ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเอง และจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องด้วยตนเอง

2.2 การใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามในการช่วยเหลือนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรมแก้สถานการณ์ปัญหาทำให้นักเรียนได้อธิบายในสิ่งที่คิด ซึ่งช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ในการทดลองหากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหาในขั้นต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยได้มีการใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในระหว่างการเรียนรู้การสอน ซึ่งปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่พบ คือ ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ จึงไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหา และไม่สามารถสร้างสมการทางพีชคณิต ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการของการแก้ปัญหาได้ โดยการถามคำถามกระตุ้นเชิงรายละเอียด ซึ่งเป็นการถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่อย่างละเอียดมากขึ้น และคำถามกระตุ้นเชิงสะท้อน ซึ่งเป็นการถามเพื่อให้นักเรียนได้ตรวจสอบและสะท้อนความคิดในขั้นตอนของการแก้ปัญหา ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถระบุหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้ดีขึ้น สามารถอธิบายเหตุผลประกอบในการทำงานทั้งแบบไม่เป็นทางการและเป็นทางการได้ดีขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาที่มีความสมเหตุสมผลและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ คำกล่าวของ Davis (2000) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามถือเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสะท้อนในขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการแก้ปัญหา และสอดคล้องกับ NCTM (2010) ที่กล่าวว่า การใช้คำถามที่เหมาะสม ในการให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับแนวคิดการแก้ปัญหา รับรู้จุดแข็งและข้อบกพร่องของแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเอง และใช้การให้เหตุผลอย่างเป็นทางการในการสร้างข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ เป็นการช่วยพัฒนาระดับของการให้เหตุผลของนักเรียนอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิชาณิกิตา เพชรสังข์ (2556) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิด ซึ่งมีการให้นักเรียนได้มีโอกาสในการอธิบายหรือชี้แจงเหตุผลของตนเอง พบว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหา ซึ่งหากสถานการณ์ปัญหาที่มีความน่าสนใจ มีวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง หรือมีความซับซ้อนในกระบวนการคิดหาคำตอบ จะทำให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและเกิดการแบ่งปันเกี่ยวกับวิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย ช่วยให้เกิดประโยชน์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เพิ่มมากขึ้น

2. เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้น โดยที่การดำเนินการในขั้นก่อนหน้าจะมีผลต่อการดำเนินการในขั้นถัดไป ดังนั้นครูควรมีเวลาให้นักเรียนได้คิดและดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ อย่างเพียงพอ และในการสอนในครั้งแรก ๆ ควรให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับรูปแบบการสอนนี้ก่อน โดยสังเกตได้จากพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นระยะ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการสอนในขั้นถัดไป

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีใบกิจกรรม จะช่วยเพิ่มความสะดวกในการทำงานของนักเรียนและช่วยประหยัดเวลาในการทำงานของนักเรียนมากขึ้น อีกทั้งครูยังสามารถตรวจสอบการทำงานของนักเรียนได้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อที่จะสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของนักเรียนได้อย่างทันท่วงที และนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไปได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามมีขั้นตอนในการให้นักเรียนสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาหรือความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหา และหากนำไปใช้ร่วมกับเนื้อหาที่มีความหลากหลายของแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้มีการคิดที่หลากหลาย จึงเฝ้าต่อการพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

จึงเป็นที่น่าสนใจว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามสามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้หรือไม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กฤษฎา วรพิน. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิค เค ดับเบิ้ลยู ดี แอล และการใช้คำถามระดับสูง ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- กฤษดา นรินทร์. (2555). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่เน้นการเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์สู่สถานการณ์ในโลกจริง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- เกษณีย์ ยอดโพธิ์จันทร์. (2556). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลเฟลเมที่ออกแบบขึ้นและกลยุทธ์การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการนิรนัยทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- โครงการ TIMSS 2011 THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สมุทรปราการ: แอดวานซ์ พรินติ้ง เซอร์วิส จำกัด.
- ทิตนา แคมมณี. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด.
- ธีรพล พากเพียรกิจ. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดโมเดลเมธอดและการเรียนการสอนแบบแนะให้รู้คิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นวลจันทร์ ผมอดุทา. (2545). ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

- มหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นัชชนัน แก้วประเสริฐสุข. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้มอดูลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- นัฐกัญญา เจริญเกียรติบวร (2547). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- นาเดีย กองเป็ง. (2555) *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแอบสแตรกชันที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2538). *การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2544). *กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน และ อัมพร ม้าคอง. (2547). *ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์ จำกัด
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). *ทักษะ 5 C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พีชานิกา เพชรสังข์. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ไพศาล หวังวานิช. 2526. *การวัดผลการศึกษา.* กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

- ภูมิฤทัย วิทยวิจิณ. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสร้างมโนทัศน์ CANGELOSI ที่มีต่อความคงทนในการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- มัทนา พรหมรักษ์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการแก้ปัญหาที่เน้นกระบวนการกำกับทางปัญญาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- วรรณารถ อยู่สุข. (2555). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมเสริมหลักสูตรคณิตศาสตร์และวงจรกิจกรรมเรียนรู้เชิงประสบการณ์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา) สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ศักดิ์ดา บุญโต. (2544). เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ:มูลนิธิสตรี-สฤณีวงศ์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559ก). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2558. ค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, จาก สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เว็บไซต์: http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2558.pdf
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559ข). สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558. ค้นเมื่อ 29 เมษายน 2559, จาก สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) เว็บไซต์: http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/Summary ONETM6_2558.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ก). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555ข). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

- สันนิสา สมัยอยู่. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต) สาขาวิชาการศึกษา คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สิริพร ทิพย์คง. (2538). *การแก้ปัญหา*. เอกสารคำสอนวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2544). *การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ. (2549). *วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิด*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Billstein, R., Libeskind, S., & Lott, J. (1997). *A Problem Solving Approach to Mathematics*. New York: Addison Wesley Longman.
- Bitter, G. G. (1990). *Mathematics Methods for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bloom, B. S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York : McGraw – Hill Book.
- Chin, C. (1997). Promoting higher cognitive learning in science through a problem-solving approach. *REACT*, 1997(1), 7-11.
- Chin, C. and Osborne. J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44, 1-39.
- Cooney, T. J. and Others. (1999). *Mathematics, Pedagogy, and Secondary Teacher Education*. New Hampshire: Heinemann.

- Davis, E. A. and Linn, M. C. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 819-837.
- Dickerson, V. M. (1999). *The Impact of problem – posing instruction on the mathematical problem solving achievement of seventh grades*. Dissertation Abstracts International.
- Drillcoll, M. (2006). The Sound of Problem Solving. In H. L. Schoen, and R. I. Charles (Eds.). *Teaching Mathematics through Problem Solving Grades 6-12* (3rd ed., p. 161-175). USA: The National Council of Mathematics.
- Englard, L. (2010). Raise the bar on problem solving. *Teaching children mathematics*, 156-165
- Ge, X. (2010). Scaffolding Ill-Structured Problem Solving Process through Fostering Self-Regulation – A Web-Based Cognitive Support System. *Cognitive and metacognitive Educational Systems: Papers from the AAAI Fall Symposium*, 28-33.
- Ge, X. and Land, S. M. (2003). Scaffolding Students' Problem-solving Processes in an Ill-structured Task Using Question Prompts and Peer Interactions. *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21-38.
- Ge, X. and Land, S. M. (2004). A Conceptual Framework for Scaffolding Ill-structured Problem-Solving Processes Using Question Prompts and Peer Interactions. *Education Technology Research and Development*, 52(2), 5-22.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw – Hill Book.
- Graham, K., Cuoco, A., and Zimmermann, G. (2010). *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making in Algebra*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Krulik S., and Rey, R. E. (1980). *Problems Solving in School Mathematic*. Washington D.C.: The Nation Council of Teachers of Mathematics, Inc..
- Krulik, S. (1980). *Problem Solving in School Mathematics: Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kurniawati, L., and Fatimah, B. S. (2014). Problem Solving Learning Approach using Search, Solve, Create and Share (SSCS) Model and the Student's Mathematical

- Logical Thinking Skills. *Proceeding of International Conference On Research, Implementation And Education Of Mathematics And Science 2014*, 315-322.
- Lee, C.-Y. & Chen, M.-J. (2015). Effects of Polya Questioning Instruction for Geometry Reasoning in Junior High School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1547-1561.
- Lin, M. H., Chen, M. P., and Chen, C. F. (2015). Effects of Question Prompts and Self-explanation on Database Problem Solving in a Peer Tutoring Context. *Springer International Publishing Switzerland 2015*. 180-189.
- Malloy, C. (1999). Developing mathematical reasoning in the middle grades recognizing diversity. *Developing Mathematical Reasoning In Grades K-12*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics, 13-21.
- Mayer, R. E., & Wittrock, R. C. (2006). *Problem solving*. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (2nd ed., pp. 287–304). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- National Council of Teacher of Mathematics (NCTM). (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- _____. (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- _____. (2010). *Focus in High School Mathematics: Reasoning and Sense Making* (Second). U.S.A: The National Council of Teacher of Mathematics.
- O'Daffer, P. and Thornquist, B. A. (1993). Critical Thinking Mathematics Reasoning and Proof. In *Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics*. New York: Macmillan.
- Ozsoy, G. and Ataman, A. (2009). The effect of metacognitive strategy training on mathematical problem solving achievement. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(2), 67-82
- 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.

- Polya, G. (1985). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematic Method*. Princeton: University Press.
- Sternberg, R. (1999). The nature of mathematical reasoning. *Developing Mathematical Reasoning In Grades K-12*. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Syamsi, N. and Hariyadi, E. (2012). *PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEME POSING DENGAN STRATEGI SEARCH, SOLVE, CREATE, SHARE TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA*. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Taylor, Jill. (1994). Socially Assisted Learning and Mathematical Problem Solving. *Dissertation Abstracts International*. 55(2): 633-B
- Wiest, Lynda R. (1997). *The Role of Fantasy and Real-World Problem Contexts in Fourth Grade and Six-Grade Students' Mathematical Problem Solving* *Dissertation Abstracts International-A*. 57(1): 5091.
- Wilson, J. W. (1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. New York: McGraw-Hill.

ภาคผนวก



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
กรอบแนวคิดการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS

ขั้นที่ 1 ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S)

ขั้นที่ 2 ขั้นการวางแผนและดำเนินการตามแผนเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S)

ขั้นที่ 3 ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำให้ง่ขต่อความเข้าใจ (Create : C)

ขั้นที่ 4 ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share : S)

การกระตุ้นโดยใช้คำถาม

1. การกระตุ้นเชิงขั้นตอน (Procedural prompts)
2. การกระตุ้นเชิงรายละเอียด (Elaboration)
3. การกระตุ้นเชิงสะท้อน (Reflection prompts)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนคือ Search (S) Solve (S) Create (C) และ Share (S) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาต่างล้วนมี ครูจะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีความเหมาะสมตามบริบทและสถานการณ์ในห้องเรียน เพื่อช่วยเหลือให้นักเรียนในขณะที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเองได้ คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดในทันที ทำให้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นการค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา (Search : S) ครูให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหา ค้นหาข้อมูลและประเด็นของปัญหา จำแนกและระบุปัญหาของสถานการณ์ปัญหา และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นการวางแผนและดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบ (Solve : S) ครูให้นักนักเรียนและวางแผนการแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ พร้อมทั้งสามารถหาเหตุผลมาอธิบายกระบวนการทำงานของตนเองได้ และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นของการสร้างคำตอบหรือแนวคิดที่ได้จากการดำเนินการแก้ปัญหาและทำใ้ง่ขต่อความเข้าใจ (Create : C) ครูให้นักนักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากลองชิ้นแรกมาสร้างเป็นข้อสรุป แนวคิดที่สัมพันธ์กับปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา ประเมินและตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการทำงานของตนเอง แล้วสร้างรูปแบบการนำเสนอที่จะทำให้ผู้อื่นเข้าใจในสิ่งที่ทำได้อย่าง และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ขั้นการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อค้นพบ วิธีการแก้ปัญหา และข้อสรุป (Share: S) ครูให้นักเรียนทบทวนการทำงานของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับกลยุทธ์ วิธีการแก้ปัญหา คำตอบ ความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนกระทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและคำตอบที่ไม่ถูกต้องในชั้นเรียน และครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในทันทีที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการได้

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกาญจน์ ใจดี | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และ
วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์สุพรรณิการ์ ชนะนิล | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด |
| 3. อาจารย์สมสว่าง พานิชย์สกุล | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์ |

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- | | |
|---|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รตินันท์ บุญเคลือบ | อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และ
วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม |
| 3. อาจารย์อรุณี เชื้อสุภา | อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร |

ภาคผนวก ค

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ โทร. 82565-97 ต่อ 6732
 ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5743 วันที่ 2๕ สิงหาคม 2559
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐกาญจน์ ใจดี

ด้วย นางสาวพิณารรณ แซ่มจีน ชมตง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศนิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตชัย ละออปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)
 วิชาการแทนรองคณบดี

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5740

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์สุพรรณิการ์ ชนะนิล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณาวรรณ แซ่มชื่น ขมดง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ สะออบปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รักษาการแทนรองคณบดี

ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5739

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

๒๑ สิงหาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์สมสว่าง ณะพานิชย์สกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณาวรรณ แซ่มชื่น ขมดง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปกษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นวมินิตย์ สงคราม)

รักษาการแทนรองคณบดี

ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732

เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ โทร. 82565-97 ต่อ 6732
 ที่ ศร 0512.6(2791.10)/59- 5742 วันที่ 29 สิงหาคม 2559
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.รัตนันท์ บุญเคลือบ

ด้วย นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ขมดง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณตีสฐ์ ละออปักชิน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)
 รักษาการแทนรองคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาฯ โทร. 82565-97 ต่อ 6732
 ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5744 วันที่ 28 สิงหาคม 2559
 เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์วิมตินดา นำแสงวานิช

ด้วย นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ชมตง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณตษ์ ละออบปักฉิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัยทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)
 รักษาการแทนรองคณบดี

ที่ ศร 0512.6(2791.10)/59- 5741

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์อรุณี เชื้อสุภา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ชมตง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศึกษาศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตศิษฐ์ ละออบปักนิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีจึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รักษาการแทนรองคณบดี

ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264

ที่ ศร 0512.6(2791.10)/59- 5732

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าคันโทวิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณาวรรณ แซ่มชื่น ชมดง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตพัชญ์ ละออบปักขิม เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้เก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)
รักษาการแทนรองคณบดี
ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดีงานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264



ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5731

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนยางตลาดวิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณาวรรณ แซ่มชื่น ชมคง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออบังจัน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)

รักษาการแทนรองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนรักษาการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732

เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264



ที่ คอ 0512.6(2791.10)/59- 5729

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองกุศวิทยาคาร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพิณวรรณ แซ่มชื่น ชมตง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
คณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยมี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออบกนิษฐ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้
เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และ
แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
และ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถใน
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้
ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว
เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงครณ)

รักษาการแทนรองคณบดี

ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732

เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 5730

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

29 สิงหาคม 2559

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนห้วยเม็กวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวพัฒนาวรรณ แซ่มชื่น ชมตง นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศนิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถามที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตชัย ละเอียดปักษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับก่อนการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ฉบับหลังการทดลอง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เนาวนิตย์ สงคราม)
รักษาการแทนรองคณบดี
ปฏิบัติการแทนรักษาการแทนคณบดีงานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565-97 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อผู้วิจัย: 085-012264



แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนการทดลอง)

สถานการณ์ที่ 1 ยูริพาดบันไดไว้กับกำแพง โดยบันไดของเขายาวเกินขอบกำแพงออกไปประมาณ 1 เมตร เจึงบันไดอยู่ห่างจากกำแพง 4 เมตร และกำแพงสูง 3 เมตร อยากทราบว่าบันไดของยูริยาวกี่เมตร

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1) สิ่งทีโจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

1.2) สิ่งทีโจทย์ต้องการหา คือ

.....

1.3) สามารถวาดภาพหรือเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ข้างต้นได้เป็น



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.4) จากความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

.....

.....

.....

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังการทดลอง)

สถานการณ์ที่ 1 ถนนสายหนึ่งมีตึกสองตึกที่อยู่ริมถนนคนละฝั่ง และอยู่ตรงข้ามกันพอดี หากตึกสองตึกนี้เป็นตึกที่ความสูงของแต่ละชั้นเท่ากัน 3 เมตร โดยที่ตึก A มีทั้งหมด 20 ชั้น และตึก B มีทั้งหมด 30 ชั้น หากขึ้นไปบนดาดฟ้าของตึก A จะมองเห็นรถคันหนึ่งที่อยู่บนถนนเป็นมุมก้ม 30 องศา และขึ้นไปบนดาดฟ้าของตึก B จะมองเห็นรถคันเดียวกันเป็นมุมก้ม 60 องศา อยากทราบว่าถนนสายนี้มีความกว้างเท่ากับเท่าใด (ไม่คิดความสูงของรถคันนี้)

จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1) สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

.....

.....

.....

.....

1.2) สิ่งที่โจทย์ต้องการหา คือ

.....

1.3) สามารถวาดภาพหรือเขียนแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ข้างต้นได้เป็น

1.4) จากความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถเขียนแสดงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ว่า

.....

.....

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนการทดลอง)

สถานการณ์ 1

นทีมีแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าอย่างละ 1 แผ่น โดยที่เขาทราบว่าความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว $6\sqrt{2}$ ฟุต และความยาวแต่ละด้านของรูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ายาว 6 ฟุต

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 หากนทีวัดความยาวด้านของแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังกล่าว เขาจะได้ว่าความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ยาวกว่า หรือ สั้นกว่า ความยาวของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตอบ

1.2 นทีจะสามารถตัดแผ่นไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า ให้มีขนาดเท่ากับแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแผ่นที่เขาถืออยู่แล้ว ได้ หรือ ไม่ได้ เพราะอะไร

ตอบ

1.3 ถ้านทีตัดแผ่นไม้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสออกเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน 2 แผ่น และตัดแผ่นไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าออกเป็นรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากัน 6 แผ่น โดยที่ไม่เหลือเศษไม้ จงหาว่ารูปสามเหลี่ยมแต่ละแผ่น ที่ได้จากการตัดแผ่นไม้รูปจัตุรัส และได้จากแผ่นไม้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า นั้น รูปสามเหลี่ยมแผ่นใดจะมีพื้นที่มากกว่ากัน จงอธิบาย

ตอบ

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังการทดลอง)

สถานการณ์ 2

ตั้งยี่บนตึก 17 ชั้นแห่งหนึ่ง ซึ่งสูงจากพื้นดินประมาณ 68 เมตร เขามองเห็น
ต้นกล้าซึ่งอาศัยอยู่บนตึกฝั่งตรงข้ามเป็นมุมเงย 30 องศา และมองเห็นต้นหอมที่
อยู่บนตึกเดียวกันกับต้นกล้าเป็นมุมก้ม 30 องศา

จากสถานการณ์ข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 ระหว่างต้นกล้าและต้นหอม ใครอยู่สูงกว่ากัน

ตอบ

2.2 ถ้าตึกทั้งสองตึกนี้มีความสูงของแต่ละชั้นเท่ากัน และตึกทั้งสองอยู่ห่างกันระยะหนึ่ง
เป็นไปได้หรือไม่ที่ต้นกล้าจะอยู่ชั้น 19 เพราะเหตุใด

ตอบ

2.3 ถ้าระยะห่างระหว่างตึกตั้งกับต้นกล้าเท่ากับ 100 เมตร และมีเสาต้นหนึ่งที่อยู่ข้างตึกของต้น
กล้าสูงเท่ากับ 120 เมตร ต้นกล้าจะยืนอยู่สูงกว่าเสาด้านนี้หรือไม่ จงอธิบาย

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ภาคผนวก จ
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แผนการจัดการเรียนรู้คาบที่ 9

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ วิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน (ค 31102) ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4		
วันที่สอน	เวลา	คาบที่ 9
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อัตราส่วนตรีโกณมิติ		เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สาระที่ 2 การวัด

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

- มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
- ค 2.1 ม. 4-6/1
- เมื่อกำหนดความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากให้สองด้าน สามารถหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมแหลมในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนั้นได้
 - เมื่อกำหนดค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติอย่างใดอย่างหนึ่งของมุม θ ซึ่งเป็นมุมแหลมให้ สามารถหาอัตราส่วนตรีโกณมิติอื่น ๆ ของมุม θ มุมนั้นได้
- มาตรฐาน ค 2.2** แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
- ค 2.2 ม. 4-6/1
- สามารถใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติแก้ปัญหาโจทย์บางอย่างเกี่ยวกับการหาความสูงและการหาระยะทางได้ของมุมแหลมในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากนั้นได้
- มาตรฐาน ค 6.1** มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ค 6.1 ม. 4-6/2 ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- ค 6.1 ม. 4-6/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
- ค 6.1 ม. 4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. บอกและอธิบายลักษณะของมุมก้มและมุมเงยได้
2. ระบุค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. ให้เหตุผลในการเลือกใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้
2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับมุมก้มที่กำหนดให้ได้

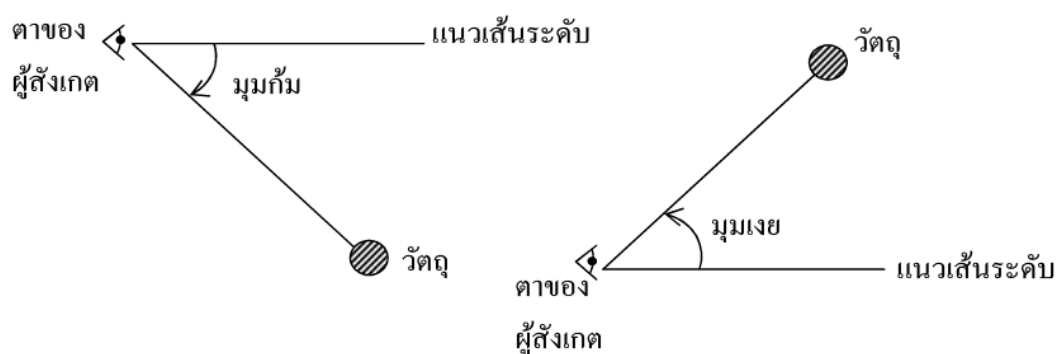
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน
2. มีความตรงต่อเวลา
3. มีความรับผิดชอบ

สาระสำคัญ

นิยาม มุมก้มและมุมเงย

มุมก้ม และมุมเงย เป็นมุมที่เกิดจากแนวเส้นระดับสายตา และแนวเส้นสายตาไปยังวัตถุ ถ้าวัตถุอยู่ใต้แนวเส้นระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมก้ม แต่ถ้าวัตถุอยู่สูงกว่าระดับสายตา มุมที่ได้เรียกว่า มุมเงย ดังรูป ขนาดของมุมก้มและมุมเงย จะเป็นจำนวนบวกเสมอ



สาระการเรียนรู้

ตัวอย่างที่ 1 ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูง 100 เมตร มองเห็นกองหินบนพื้นดินเบื้องล่างเป็นแนวเดียวกับเชิงผาเป็นมุมก้ม 30 องศา จงหาว่ากองหินกองนั้นอยู่ห่างจากเชิงผากี่เมตร

วิธีทำ กำหนดให้ระยะห่างของกองหินจากเชิงผาเป็น a เมตร

$$\begin{aligned}\text{จะได้ว่า} \quad \tan 60^\circ &= \frac{a}{100} \\ \sqrt{3} &= \frac{a}{100} \\ a &= 100\sqrt{3} \approx 173.2 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น กองหินอยู่ห่างจากเชิงผา 173 เมตร

ตัวอย่างที่ 2 นະโมยืนอยู่บนหน้าผาสูง 150 เมตร มองเห็นพุ่มไม้อยู่ในแนวเดียวกับเชิงผาเป็นมุมก้ม 45° จงหาว่านະโมอยู่ห่างจากพุ่มไม้กี่เมตร

วิธีทำ กำหนดให้ระยะห่างของนະโมกับพุ่มไม้เป็น a เมตร

$$\begin{aligned}\text{จะได้ว่า} \quad \sin 45^\circ &= \frac{150}{a} \\ \frac{\sqrt{2}}{2} &= \frac{150}{a} \\ a &= 150 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 75\sqrt{2}\end{aligned}$$

ดังนั้น นະโมอยู่ห่างจากพุ่มไม้ $75\sqrt{2}$ เมตร

ตัวอย่างที่ 3 ช่างทาสีตึกแห่งหนึ่งกำลังทาสีบนริมดาดฟ้าของตึกที่สูง 120 เมตร เขามองเห็นรถดับเพลิงบนถนนห่างออกไปจากตึกเป็นมุมก้ม 60 องศา รถดับเพลิงคันนี้อยู่ห่างจากตึกนี้กี่เมตร

วิธีทำ กำหนดให้ระยะห่างของรถดับเพลิงจากฐานตึกเป็น x เมตร

$$\begin{aligned}\text{จะได้ว่า} \quad \tan 30^\circ &= \frac{x}{120} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} &= \frac{x}{120} \\ x &= (120) \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{120\sqrt{3}}{3} = 40\sqrt{3} \text{ เมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น รถดับเพลิงคันนี้อยู่ห่างจากตึก $40\sqrt{3}$ เมตร

ตัวอย่างที่ 4 นาวินอยู่บนประภาคารกลางทะเลสูง 25 เมตร มองเห็นเรือ A อยู่ทางทิศตะวันออก เป็นมุมก้ม 45° และเรือ B อยู่ทางทิศตะวันตกเป็นมุมก้ม 30° จงหาว่าเรือทั้งสองลำ ลอยอยู่ห่างจากฐานของประภาคารเป็นระยะทางกี่เมตร และเรือลำใดอยู่ใกล้กับประภาคารมากกว่ากัน

วิธีทำ กำหนดให้ เรือ A อยู่ห่างจากฐานประภาคาร x เมตร
เรือ B อยู่ห่างจากฐานประภาคาร y เมตร

จะได้ว่า $\tan 30^\circ = \frac{25}{y}$ และ $\tan 45^\circ = \frac{25}{x}$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{25}{y} \qquad 1 = \frac{25}{x}$$

$$y = 25\sqrt{3} \qquad x = 25$$

ดังนั้น เรือ A อยู่ห่างจากฐานประภาคาร $25\sqrt{3}$ เมตร และ เรือ B อยู่ห่างจากฐานประภาคาร 25 เมตร ซึ่งจะได้ว่าเรือ B อยู่ใกล้กับฐานประภาคารมากกว่าเรือ A

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>ขั้นนำ (10 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูกล่าวทักทายนักเรียน เผลยการบ้าน พร้อมทั้งชี้แจงข้อผิดพลาดที่เจอและย้ำจุดที่ต้องการเน้นเพิ่มเติมจากการตรวจการบ้าน และทบทวนค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่ได้เรียนไปแล้ว ครูกล่าวว่าวันนี้เราจะมาทำความรู้จักกับมุมสองชนิด ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ นั่นคือ “มุมก้ม” และ “มุมเงย” จากนั้นครูให้นักเรียนดูวิดีโอที่สอนเรื่อง มุมก้มและมุมเงย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นให้นักเรียนวาดรูปแทนลักษณะของมุมทั้งสองลงในสมุด ครูกล่าวว่าหลังจากที่นักเรียนได้รู้จักมุมก้มและมุมเงยแล้ว ต่อไปเราจะมาดูตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับมุมก้มกันก่อน 	<p>ขั้นจัดกิจกรรม (35 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในตัวอย่างที่ 1 แล้วให้นักเรียนระบุปัญหา (Search) จากนั้นให้นักเรียนวาดรูปแทนสถานการณ์ในใบกิจกรรม และให้ช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียน
<p>ขั้นจัดกิจกรรม (35 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในตัวอย่างที่ 1 แล้วให้นักเรียนระบุปัญหา (Search) จากนั้นให้นักเรียนวาดรูปแทนสถานการณ์ในใบกิจกรรม และให้ช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียน 	<p>ขั้นจัดกิจกรรม (35 นาที)</p> <ol style="list-style-type: none"> ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาในตัวอย่างที่ 1 วาดรูปแทนสถานการณ์ แล้วให้ช่วยกันวางแผนในการแก้ปัญหา จากนั้นครูและนักเรียน

<p>ช่วยกันดำเนินการแก้ปัญหา จนได้คำตอบ (Solve) โดยครูใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน หากนักเรียนไม่สามารถดำเนินการในขั้นนั้นได้</p> <p>2. ครูให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา วาดรูปแทนสถานการณ์ แล้วดำเนินการแก้ปัญหาในตัวอย่างที่ 2 และ 3 ช่วยกันในกลุ่ม ซึ่งดำเนินตามขั้นตอน Search และ Solve โดยที่ครูจะเดินตรวจสอบการทำงานของนักเรียนและคอยช่วยเหลือโดยการใช้คำถามกระตุ้นที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนไม่สามารถดำเนินการเองได้ เมื่อนักเรียนส่วนใหญ่ทำเสร็จแล้ว ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน</p> <p>3. เมื่อตัวแทนออกมาเฉลยหน้าชั้นเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนทั้งหมด ช่วยกันตรวจสอบวิธีทำและแก้ไขและสรุปคำตอบให้ถูกต้อง และครูกล่าวถึงข้อตกลงของความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาว่า ถ้าในโจทย์ปัญหาไม่ได้กำหนดความสูงมาให้ แสดงว่ามีความสูงน้อยมากซึ่งเอาไปรวมกับความสูงของหน้าผา ตึก หรือวัตถุอื่นแล้ว</p> <p>4. ครูให้นักเรียนช่วยกันนำเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Create) ที่เกี่ยวกับมุมก้ม การเลือกใช้ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติ และความรู้อื่น ๆ ที่ได้จากการแก้ปัญหาในตัวอย่างที่ 1, 2 และ 3 จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนกัน (Share) ผ่านการพูดคุยกันในชั้นเรียน โดยครูจะใช้การกระตุ้นโดยใช้คำถามที่เหมาะสมในแต่ละขั้นตอน เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินการในขั้นนี้ได้</p>	<p>แผนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบ</p> <p>2. ครูให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา วาดรูปแทนสถานการณ์ และดำเนินการแก้ปัญหาในตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยครูจะเดินตรวจสอบการทำงานของนักเรียนและช่วยเหลือเมื่อไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ เมื่อนักเรียนส่วนใหญ่ทำเสร็จแล้ว ครูให้ตัวแทนนักเรียนออกมาแสดงวิธีทำหน้าชั้นเรียน</p> <p>3. เมื่อตัวแทนออกมาเฉลยหน้าชั้นเรียนแล้ว ครูให้นักเรียนทั้งหมด ช่วยกันตรวจสอบวิธีทำและแก้ไข และสรุปคำตอบให้ถูกต้อง และครูกล่าวถึงข้อตกลงของความสูงจากเท้าถึงระดับสายตาว่า ถ้าในโจทย์ปัญหาไม่ได้กำหนดความสูงมาให้ แสดงว่ามีความสูงน้อยมากซึ่งเอาไปรวมกับความสูงของหน้าผา ตึก หรือวัตถุอื่นแล้ว</p>
<p>ขั้นสรุป (5 นาที)</p> <p>1. ครูให้นักเรียนสรุปแนวทางการแก้ปัญหาเกี่ยวกับมุมก้มและการเลือกใช้ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เหมาะสม</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทำข้อ 4 ในใบกิจกรรมที่ 1.9 เรื่อง มุมก้ม เป็นการบ้าน แล้วส่งในวันพรุ่งนี้</p>	

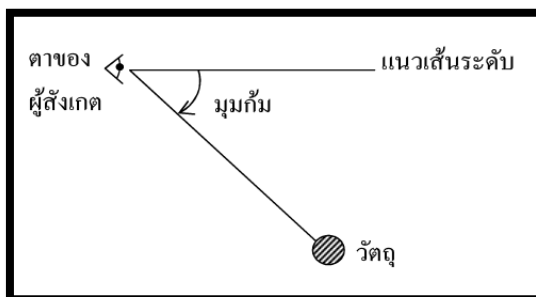
สื่อการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 1.9 เรื่อง มุมก้ม
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔-๖
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ



ใบกิจกรรมที่ 1.9 เรื่อง มุมก้ม

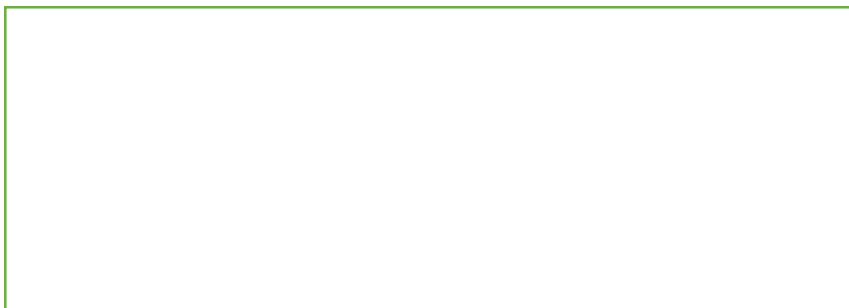
มุมก้ม คือ มุมที่เกิดจากการมองวัตถุที่อยู่ต่ำกว่าเส้นระดับสายตา ดังรูป



1. ชายคนหนึ่งยืนอยู่บนหน้าผาสูง 100 เมตร มองเห็นกองหินบนพื้นดินเบื้องล่างเป็นแนวเดียวกับเชิงผาเป็นมุมก้ม 30 องศา จงหาว่ากองหินกองนั้นอยู่ห่างจากเชิงผากี่เมตร

2. นະโมยืนอยู่บนหน้าผาสูง 150 เมตร มองเห็นพุ่มไม้อยู่ในแนวเดียวกับเชิงผาเป็นมุมก้ม 45° จงหาว่านະโมอยู่ห่างจากพุ่มไม้กี่เมตร

3. ช่างทาสีตึกแห่งหนึ่งกำลังทาสีบนริมดาดฟ้าของตึกที่สูง 120 เมตร เขามองเห็นรถดับเพลิงบนถนนห่างออกไปจากตึกเป็นมุมก้ม 60° องศา รถดับเพลิงคันนี้อยู่ห่างจากตึกนี้กี่เมตร



.....

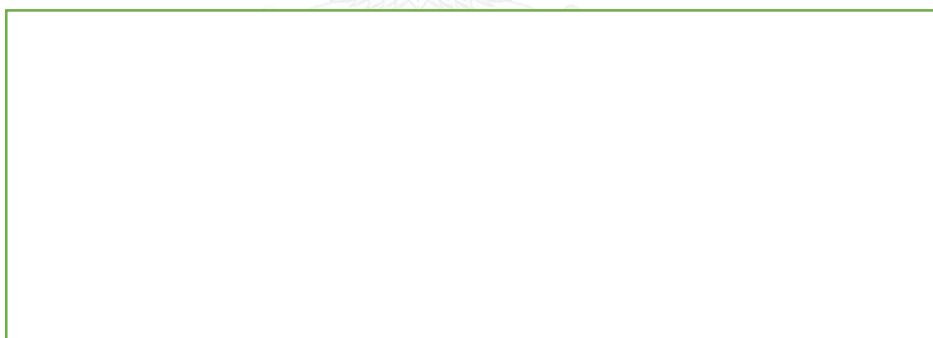
.....

.....

.....

.....

4. นาวิณอยู่บนประภาคารกลางทะเลสูง 25 เมตร มองเห็นเรือ A อยู่ทางทิศตะวันออกเป็นมุมก้ม 45° และเรือ B อยู่ทางทิศตะวันตกเป็นมุมก้ม 30° จงหาว่าเรือทั้งสองลำลอยอยู่ห่างจากฐานของประภาคารเป็นระยะทางกี่เมตร และเรือลำใดอยู่ใกล้กับประภาคารมากกว่ากัน



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน	การประเมิน
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ				
1. บอกและอธิบายลักษณะของมูมกัมและมูมเงยได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	การถาม-ตอบ	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. ระบุค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน 2. ตรวจสอบจากใบกิจกรรม	การถาม-ตอบ ใบกิจกรรมที่ 1.9	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ				
1. ให้เหตุผลในการเลือกใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	การถาม-ตอบ	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับมูมกัมที่กำหนดให้ได้	2. ตรวจสอบจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1.9	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ :				
1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียน ถือว่าผ่าน	
2. มีความตรงต่อเวลา	สังเกตจากการเข้าชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 เข้าชั้นเรียน ถือว่าผ่าน	
3. มีความรับผิดชอบ	สังเกตจากการส่งงาน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ส่งงานตรงเวลา ถือว่าผ่าน	

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ (กลุ่มควบคุม)

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัดผล	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน	การประเมิน
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ				
1. บอกและอธิบายลักษณะของมุมกัมและมุมเงยได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	การถาม-ตอบ	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. ระบุค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน 2. ตรวจสอบจากใบกิจกรรม	การถาม-ตอบ ใบกิจกรรมที่ 1.9	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ				
1. ให้เหตุผลในการเลือกใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาที่กำหนดให้ได้	1. สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	การถาม-ตอบ	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับมุมกัมที่กำหนดให้ได้	2. ตรวจสอบจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1.9	นักเรียนร้อยละ 70 ตอบได้ถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ :				
1. มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียน ถือว่าผ่าน	
2. มีความตรงต่อเวลา	สังเกตจากการเข้าชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 เข้าชั้นเรียน ถือว่าผ่าน	
3. มีความรับผิดชอบ	สังเกตจากการส่งงาน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ส่งงานตรงเวลา ถือว่าผ่าน	

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง)

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ทั่วไป

.....

.....

รูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

.....

.....

.....

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

2. ปัญหา หรือ อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

<u>การส่งงาน</u> คน ตรงเวลา คน ไม่ตรงเวลา
--

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิณววรรณ แซ่มชื่น ชมดง)

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ (กลุ่มควบคุม)

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ทั่วไป

.....

.....

รูปแบบ SSCS ร่วมกับการกระตุ้นโดยใช้คำถาม

.....

.....

.....

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

2. ปัญหา หรือ อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

<u>การส่งงาน</u> คน ตรงเวลา คน ไม่ตรงเวลา
--

ลงชื่อ.....

(นางสาวพิณววรรณ แซ่มชื่น ชมดง)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพิณววรรณ แซ่มชื่น ชมดง เกิดวันที่ 10 พฤษภาคม พุทธศักราช 2535 ที่อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2557

