ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า

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

EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING ILL-STRUCTURED PROBLEM SOLVING PROCESS AND SCAFFOLDING STRATEGY ON CRITICAL THINKING ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS

Miss Voranipid Phannongwah

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	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดย	นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริเดช สุชีวะ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์)

วรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING ILL- STRUCTURED PROBLEM SOLVING PROCESS AND SCAFFOLDING STRATEGY ON CRITICAL THINKING ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. อัมพร ม้าคนอง, 178 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

3) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดราชบพิธ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 72 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ ที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ทดสอบค่าที (t-test) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ตามลำดับ

ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

ภาควิชา หลักสูตรและการสอน ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559

5783455627 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION
KEYWORDS: ILL-STRUCTURED PROBLEM SOLVING PROCESS/ ILL-STRUCTURED PROBLEM/ SCAFFOLDING STRATEGY/ CRITICAL THINKING ABILITY

VORANIPID PHANNONGWAH: EFFECT OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITY USING ILL-STRUCTURED PROBLEM SOLVING PROCESS AND SCAFFOLDING STRATEGY ON CRITICAL THINKING ABILITY OF NINTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: ASSOC. PROF. AUMPORN MAKANONG, Ph. D., 178 pp.

The purposes of this research were

1) To compare critical thinking ability of ninth grade students before and after being taught by organizing mathematics learning activity using ill-structured problem solving process.

2) To compare critical thinking ability of ninth grade students between groups being taught by organizing mathematics learning activity using conventional approach and using ill-structured problem solving process.

3) To study the development of critical thinking ability of ninth grade students being taught by organizing mathematics learning activity using ill-structured problem solving process.

The subjects were ninth grade students of Wat Rajabopit School in Bangkok, Thailand. In the second semester of the academic year 2016. There were 72 students and divided into two groups were 40 students in an experimental group and 32 students in control group. The instruments used in the experiment constructed by the research consisted of lesson plans being taught by using ill-structured problem solving process and lesson plans being taught by conventional approach which content inequality for ninth grade. The data collection instruments include tests of critical thinking ability pre-test, post-test and observation of the development of critical thinking ability. The data were analyzed by arithmetic mean, standard deviation, t-test and content analysis respectively.

The results of the research revealed that :

1) The critical thinking ability of ninth grade students after being taught by organizing mathematics learning activity using ill-structured problem solving process were higher than those of students before being taught at .05 level of significance.

2) The critical thinking ability of ninth grade students being taught by organizing mathematics learning activity using ill-structured problem solving process were higher than those of students being taught by using conventional approach at .05 level of significance.

3) The critical thinking ability of ninth grade students being taught by organizing mathematics learning activity using ill-structured problem solving process were developed in positive direction.

Department: Curriculum and Instruction Student's Signature .....
Field of Study: Mathematics Education Advisor's Signature .....
Academic Year: 2016

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแนวทางการทำวิจัยที่มีคุณค่ายิ่ง รวมทั้งตรวจสอบปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความใส่ใจ และให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำงานกับผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.อรรถศาสน์ นิมิตรพันธ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และคณาจารย์ในสาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึง ท่านอาจารย์ ดร.รตินันท์ บุญเคลือบ ที่คอยให้กำลังใจและคำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ อาจารย์สุรชัย วงค์จันเสือ และอาจารย์สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์และนักเรียน โรงเรียนเทพศิรินทร์ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ รวมถึงผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และนักเรียน โรงเรียนวัดราชบพิธที่ได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ และรุ่นน้อง จากสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ และเพื่อนจากสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายบุคลากรคณะครุศาสตร์ ที่กรุณาช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการดำเนินเรื่องเอกสารต่างๆ กับผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ พี่ชาย ครอบครัวพันธ์หนองหว้า ที่คอยสนับสนุนให้กำลังใจและคำปรึกษาในการทำงาน ขอบใจหลานชายและหลานสาวที่น่ารักที่คอยเป็นกำลังใจมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง คุณประโยชน์ทั้งหมดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณมารดาที่ได้อบรมสั่งสอนทั้งทางกาย วาจา ใจ ตลอดจนครูบาอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้กับผู้วิจัยทุกท่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

คำถามการวิจัย 6

วัตถุประสงค์การวิจัย 6

สมมติฐานการวิจัย 6

ขอบเขตการวิจัย 9

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 9

ประโยชน์ที่ได้รับ 13

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 16

1.1 ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 16

1.2 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 18

1.3 ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 22

1.4 แนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 24

2. กลวิธีการเสริมต่อความคิด 24

2.1 ความหมายของกลวิธีการเสริมต่อความคิด 24

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.2 องค์ประกอบและประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด 26
2.3 ความสำคัญของกลวิธีการเสริมต่อความคิด 31
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 33
3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 34
3.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 35
3.3 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 39
3.4 ความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 42
3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 43
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 46
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 46
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อความคิด 47
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 49
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 51
1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 51
2. การออกแบบการวิจัย 52
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 52
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 53
4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 54
4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด 54
4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแบบปกติ 55
4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 63
4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน 64

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

และหลังเรียน 64
4.2.2 แบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 65
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล 67
5.1 ขั้นเตรียมการ 67
5.2 ขั้นดำเนินการทดลอง 68
5.3 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล 68
6. การวิเคราะห์ข้อมูล 69
6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative) 69
6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative) 69
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย 70
7.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 70
7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 71
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 72
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 73
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ 76
1. ข้อมูลทั่วไป 76
2. พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน 78
ด้านที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย 78
ด้านที่ 2 การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น 83
ด้านที่ 3 การวิเคราะห์ 88
ด้านที่ 4 การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป 91
ด้านที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้ง 92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 94

หน้า

สรุปผลการวิจัย 96
อภิปรายผลการวิจัย 96
ข้อเสนอแนะ 101
1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ 101
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 103
รายการอ้างอิง 105
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 178

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของ Voss & Post (1988); Sinnott (1989) อ้างถึงใน Hong (1998 : 21)..... 4

ตารางที่ 2 แสดงสาระการเรียนรู้ และจำนวนคาบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3..... 56

ตารางที่ 3 แสดงขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม..... 59

ตารางที่ 4 ตารางเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 5 ประการ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด..... 67

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) 73

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)..... 74

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) 75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

รูปภาพที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของ Voss & Post (1988); Sinnott (1989) อ้างถึงใน Hong (1998 : 22)..... 4

รูปภาพที่ 2 แบบจำลองกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Choi & Lee, 2009)..... 19

รูปภาพที่ 3 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 20

รูปภาพที่ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Voss & Post, 1988 ; Sinnott, 1989) 20

รูปภาพที่ 5 เปรียบเทียบการเขียนอสมการที่ถูกต้อง และการเขียนอสมการที่ผิด 79

รูปภาพที่ 6 เปรียบเทียบอสมการที่นักเรียนเขียนได้ท้ายคาบที่ 9 และคาบที่ 12 80

รูปภาพที่ 7 แสดงการแก้อสมการของนักเรียน 81

รูปภาพที่ 8 เปรียบเทียบการเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนในท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12..... 82

รูปภาพที่ 9 นักเรียนไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ..... 83

รูปภาพที่ 10 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการในคาบที่ 9 84

รูปภาพที่ 11 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการในคาบที่ 12 85

รูปภาพที่ 12 เปรียบเทียบการใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเลือกอสมการ .. 87

รูปภาพที่ 13 เปรียบเทียบการแปลความหมายทั้งผิดและถูกของนักเรียน ท้ายคาบที่ 5..... 88

รูปภาพที่ 14 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9... 89

รูปภาพที่ 15 แสดงการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในคาบที่ 12 90

รูปภาพที่ 16 เปรียบเทียบการตอบคำถามของนักเรียนโดยใช้การอนุมานที่ตอบตรงประเด็น 91

รูปภาพที่ 17 แสดงการอนุมานเพื่อสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็นตั้งแต่ท้ายคาบที่9 . 91

รูปภาพที่ 18 แสดงการเขียนตรวจคำตอบที่ไม่มีคำอธิบาย มีเพียงตัวเลข บวก ลบ คูณ หาร กัน..... 92

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมในยุคศตวรรษที่ 21 เป็นสังคมแห่งข้อมูลข่าวสาร (Knowledge Based Society) ดังนั้นบุคคลจึงต้องมีการคิดที่จะคัดกรองข้อมูลข่าวสารที่มีจำนวนมากนั้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2555: 3) การคัดกรองข้อมูลข่าวสาร คือ การพิจารณาว่าข้อมูลใดเป็นจริงและเป็นเท็จ ข้อมูลใดเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องหรือหลอกล่อ ซึ่งการคัดกรองข้อมูลเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิด โดยการคิดเป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่มีอยู่ (Krulik & Rundnick, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554: 22) และความสามารถในการคิดเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 ประการ ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 อันประกอบด้วย ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) นอกจากนี้วิชาคณิตศาสตร์ก็มีบทบาทที่สำคัญยิ่งต่อการพัฒนาการคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 47)

แม้ว่าการคิดจะเป็นสิ่งสำคัญของสังคมยุคศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ แต่ครูก็ขาดการตระหนักในความสำคัญของการพัฒนาการคิด และการเรียนการสอนในปัจจุบันของครูมักเน้นความรู้ความจำเป็นหลัก โดยอ้างว่ามีเนื้อหามากมายที่ต้องสอน จึงไม่สามารถแบ่งเวลาหรือให้เวลาแก่นักเรียนพัฒนาการคิดได้มากนัก (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ , 2555 : คำนำ) อีกทั้งครูขาดความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนให้นักเรียนเกิดการคิด และนักเรียนที่เกิดการคิดก็มักคิดโดยขาดความรู้หลักการ ทฤษฎีบท กฎ สูตร หรือเหตุผลมารองรับ ทำให้นักเรียนคิดอย่างไม่มีความหมายและไม่เกิดประโยชน์ จึงไม่สามารถนำไปใช้แก้ไขปัญหาได้ ปัญหาเหล่านี้สะท้อนให้เห็นผ่านการศึกษาของประเทศไทย จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เน้นการคิดวิเคราะห์ ประจำปีการศึกษา 2555 , 2556 และ 2557 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เป็นร้อยละ 26.95 , 25.45 และ 29.65 ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีคะแนนต่ำมากเมื่อเทียบกับคะแนนเต็มร้อยละ 100 และในปีการศึกษา 2558 สทศ. ใช้ข้อสอบ O-NET ตามแนวข้อสอบ PISA Liked โดยเน้นให้นักเรียนใช้ความคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน การสอบ PISA เป็นการประเมินผลนักเรียนนานาชาติของประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนา

ทางเศรษฐกิจ OECD เพื่อสำรวจว่าระบบการศึกษาของประเทศสมาชิกมีการเตรียมเยาวชนให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคตหรือไม่ โดยเน้นนักเรียนวัย 15 ปี ที่จะใช้ความรู้และทักษะเพื่อเผชิญกับโลกในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน ในด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ จากผลการประเมิน PISA 2012 ในด้านคณิตศาสตร์ พบว่าประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 494 คะแนน และอยู่ในอันดับที่ 50 จาก 65 ประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2556 : 7) ซึ่งถือว่าอยู่อันดับท้าย ๆ สอดคล้องกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ TIMSS 2011 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า วิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน จากค่าเฉลี่ย 500 คะแนน จัดอยู่ในอันดับที่ 28 จาก 45 ประเทศ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี , 2555 : 10) ซึ่งนั้นหมายความว่านักเรียนไทยมีความรู้ความสามารถในวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะการคิดวิเคราะห์ด้อยกว่าประเทศอื่นอยู่มาก

นอกจากการคิดของนักเรียนที่มักขาดเหตุผล ความรู้หรือหลักการมารองรับ ทำให้การคิดนั้นไม่เกิดประโยชน์และไม่สามารถตัดสินใจทำอะไรได้ด้วยตนเองแล้ว เมื่อต้องเผชิญหน้ากับปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริงที่เต็มไปด้วยความซับซ้อนเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง และมีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ประกอบกับนักเรียนใช้ชีวิตอย่างไม่มีสติและตัดสินใจตามอารมณ์ จึงทำให้นักเรียนมีความเชื่อและการกระทำที่ผิดแปลกไป หากพิจารณาสาเหตุจะพบว่านักเรียนขาดความเข้าใจเงื่อนไขข้อจำกัดและองค์ประกอบของปัญหาอย่างลึกซึ้ง ตลอดจนไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้นได้ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนลำดับต้น ๆ ของการแก้ปัญหา จนไปถึงไม่สามารถคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้น และพิจารณาปัญหาในหลากหลายมิติจากข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อถือได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้อันเนื่องมาจากนักเรียนขาดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบนิรนัย การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น การวิเคราะห์ การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป และการประเมินข้อโต้แย้ง การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังเป็นทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่เรียกว่า “4C” อันประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การสื่อสาร การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ โดยการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ มีดังนี้ การคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดเชิงสังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณหรือการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ การคิดเชิงตรรกะ การคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงประมาณ และการคิดเชิงระบบ (อัมพร ม้าคนอง, 2554) การคิดอย่างมีวิจารณญาณทำให้บุคคลประสบความสำเร็จในโลกยุคใหม่ เกิดการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล และมีความสำคัญในชีวิตประจำวันมากขึ้น นักเรียนเองต้องเรียนรู้ที่จะไม่หลงเชื่ออะไรง่าย ๆ มีการตรวจสอบข้อเท็จจริงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

ทั้งในโรงเรียน และในชีวิตจริง (E Aizikovitsh & Amit, 2009) การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังช่วยให้นักเรียนจัดการกับตัวเองเพื่อดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย Shakirova (2007)

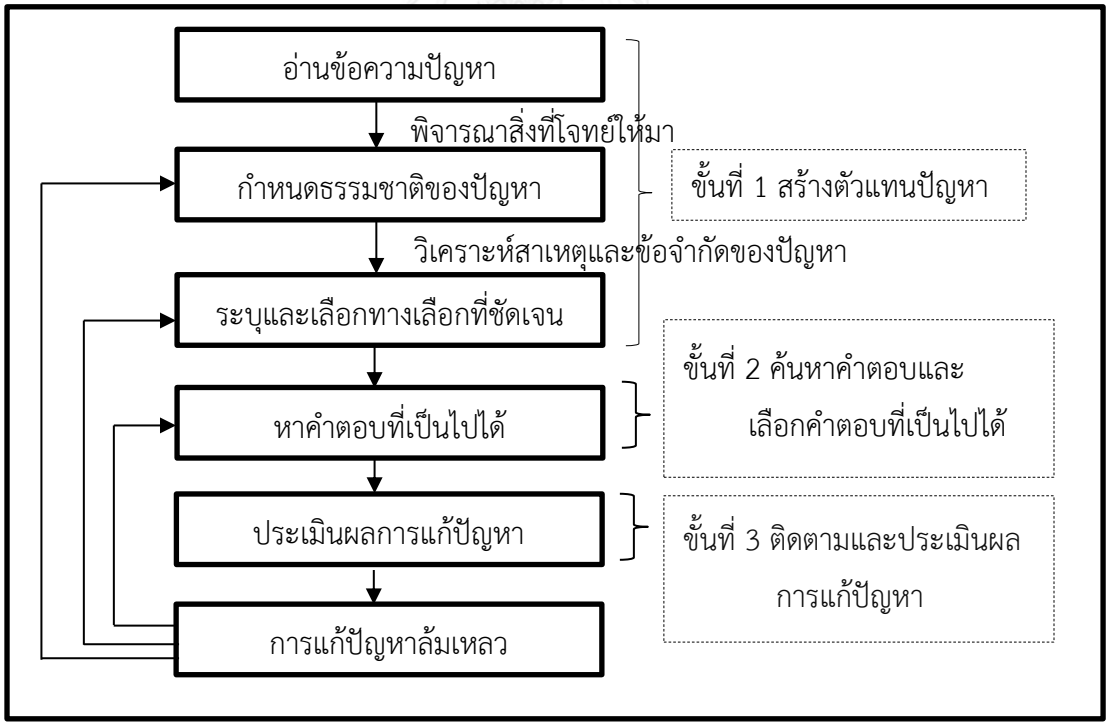
จากความสำคัญของการคิดอย่างมีวิจารณญาณดังกล่าวข้างต้น ที่ต้องการให้นักเรียนคิดก่อนตัดสินใจเชื่อหรือกระทำสิ่งใด ผ่านการวิเคราะห์ การพิจารณาไตร่ตรองอย่างมีเหตุผล ใช้ความรู้หรือหลักการมารองรับความคิดนั้น โดยเฉพาะการคิด การตัดสินใจ เมื่อนักเรียนต้องตกอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย (E Aizikovitsh & Amit, 2008) สถานการณ์ที่ซับซ้อนและเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นได้จริงในชีวิตประจำวัน ลักษณะของปัญหาเช่นนี้มีความคล้ายคลึงกับปัญหาที่ครูสอนในห้องเรียน ที่เรียกว่าปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (ill-structured problem) ที่มีความซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไขข้อจำกัด มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น จึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลและวางแผนอย่างเหมาะสมก่อน คำตอบอาจมีหนึ่งคำตอบ มีหลายคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ โดยถ้านักเรียนสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ตั้งแต่อยู่ในห้องเรียน เมื่อออกไปสู่นอกห้องเรียน นักเรียนก็จะมีทักษะเหล่านี้ติดตัวไปด้วย สอดคล้องกับที่สถาบันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์แห่งอิลลินอยส์ (Illinois Mathematics and Science: IMSA.2009. online อ้างถึงใน ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน, 2556: 18) กล่าวเอาไว้ว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีแนวคำตอบที่หลากหลาย นักเรียนต้องใช้ความรู้พื้นฐานในวิชาต่าง ๆ เพื่อหาคำตอบโดยครูเป็นผู้แนะแนวทางเท่านั้น วิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณและเกิดความรับผิดชอบในการแก้ปัญหาในโลกของความเป็นจริง อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเกิดขึ้นเมื่อเผชิญกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Kurfiss, 1988)

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีนักวิชาการหลายท่าน อาทิ J. F. Voss (1988) ; Voss and Post (1988) ; Sinnott (1989) ; Jonassen (1997) ; Ge and Land (2003) เสนอขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ไว้ 4 ขั้น คือ 1) สร้างตัวแทนปัญหา 2) หาคำตอบของปัญหา 3) ให้เหตุผล 4) ติดตามและประเมินผล ซึ่งผู้วิจัยสนใจขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่ Hong (1998) สร้างขึ้นจากแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) โดยนำแนวคิดของทั้งสองคนมาเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของ Voss & Post (1988); Sinnott (1989) อ้างถึงใน Hong (1998 : 21)

Voss & Post (1988)	Sinnott (1989)
1) สร้างตัวแทนปัญหา (Represent problems) - ตรวจสอบแนวคิดและความสัมพันธ์ของปัญหา - วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและเงื่อนไข/ข้อจำกัด 2) ค้นหาคำตอบ (State solution) 3) ประเมินผล (Evaluate)	1) วิเคราะห์ปัญหา (Construct of problem spaces) 2) เลือกและค้นหาคำตอบ (Choose and generate solution) 3) ติดตาม ตรวจสอบ (monitor)

จากตารางที่ 1 Hong (1998) ได้สรุปเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ อิงแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) มี 3 ขั้น คือ 1) สร้างตัวแทนปัญหา ที่ประกอบด้วยขั้นย่อยๆ ดังนี้ อ่านข้อความปัญหา กำหนดธรรมชาติของปัญหา ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน 2) ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ 3) ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา โดยสามารถแสดงรายละเอียดของขั้นการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ได้ ดังแผนภาพที่ 1 ต่อไปนี้



รูปภาพที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ของ Voss & Post (1988); Sinnott (1989) อ้างถึงใน Hong (1998 : 22)

หากนำขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ไปใช้ในห้องเรียนจริง อาจเกิดปัญหาที่ว่านักเรียนไม่สามารถเรียนรู้หรือดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นที่ครูกำหนดไว้ได้ การให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาดังกล่าวให้ประสบความสำเร็จได้นั้น อาจต้องอาศัยครูและเพื่อนนักเรียนที่มีความสามารถมากกว่าให้การช่วยเหลือ สอดคล้องตามแนวคิดทางสังคมศาสตร์ของ Vygotsky (1980) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพังเพียงผู้เดียว แต่ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีความรู้และความสามารถมากกว่า ซึ่งถือเป็นรากฐานนำไปสู่การสร้างกลวิธีการเสริมต่อความคิด (Scaffolding strategy) ที่เป็นการช่วยเหลือนักเรียนให้ประสบความสำเร็จในการทำงานที่ไม่คุ้นเคยหรือเกินกว่าความสามารถของตนเอง โดยครูและเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่า ให้ความช่วยเหลือตามความสามารถในการทำงานของนักเรียน และค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือลงเมื่อนักเรียนทำงานได้ดีขึ้น จนกระทั่งนักเรียนสามารถทำงานได้ด้วยตนเองก็จะยุติการให้ความช่วยเหลือนั้น ส่วนวิธีการให้ความช่วยเหลือนักเรียนนั้นมีนักวิชาการหลายท่าน อาทิ Alibali (2006) ; D. Wood, Bruner, and Ross (1976) ; Anghileri (2006) ได้กล่าวเอาไว้หลากหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้กลวิธีการเสริมต่อความคิด โดย การสังเกต (Noticing) เป็นการให้นักเรียนสังเกตปัญหาและถามคำถามที่สงสัยกับครู การอธิบายโดยแสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง (Explaning : Showing and Telling) เป็นวิธีการอธิบายปัญหาของครูเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแบบฉบับของตนเอง การใช้คำถามแนะแนวทาง (Guiding) เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ภายในองค์ประกอบทั้งหมดของปัญหา การใช้คำถามกระตุ้น (Prompts) เพื่อให้นักเรียนนึกถึงความรู้หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวโยงกับปัญหา การยกตัวอย่างคู่ขนาน (Parallel Modeling) เป็นปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาของนักเรียน เพื่อแสดงวิธีคิดและวิธีการหาคำตอบ การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feeding Back) การฝึกหัดนักเรียน (Apprenticing) ให้ทำหน้าที่สอนเพื่อนแทนครู เพราะการสอนจะทำให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น การใช้คำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจหรือล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ (Probing) การให้นักเรียนอธิบายและแสดงความคิดเห็นของตนเอง (Students Explaning and Justifying) และสุดท้ายครูชี้ประเด็นสำคัญ (Marking Critical Features) จุดที่นักเรียนทำถูกหรือทำผิดเป็นประจำ เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องอสมการ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมและเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการสอนแก้ปัญหาในการเรียนการสอนปกติ และยังสามารถออกแบบเป็นโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ได้ การวิจัยนี้จะเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการ

เสริมต่อความคิดกับกลุ่มที่รับการสอนแบบปกติในช่วงก่อนเรียนและหลังเรียน และศึกษาพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มทั้งสองกลุ่มในช่วงก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อไป

คำถามการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

สมมติฐานการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ และกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Cosker and Diezmann (2009) ได้ศึกษาเรื่องการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อการคิดของนักเรียนในการสืบค้นทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการเสริมต่อการเรียนรู้ในการสืบค้นทางคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์กับทั้งนักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งสามารถส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดต่าง เสริมความมั่นใจ และเป็นตัวของตัวเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ใช้คำถาม

กระตุ้นนักเรียนให้อธิบายเป็นขั้น ๆ และให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากมุมมองของตัวเองไม่ใช่จากมุมมองของครู นอกจากนี้ครูต้องแยกให้ออกระหว่างการให้กำลังใจเชิงบวกกับการเสริมต่อการเรียนรู้และงานที่สั่งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

Zabit (2010: 19-32) ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่ส่งผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ในการเรียนการสอนธุรกิจในมาเลเซีย ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จะกระตุ้นการสอนและเรียนรู้ให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะการให้การคิดอย่างมีวิจารณญาณมาใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อทำกระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้ซ้ำๆ จะช่วยฝึกให้นักเรียนสามารถจดจำสิ่งต่างๆ ได้ง่าย และนำกลับมาใช้อย่างรวดเร็วด้วย

Byun, Kwon, and Lee (2014) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนประถมศึกษาโดยใช้แบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้พยายามที่จะพัฒนาเนื้อหาทางการศึกษาโดยใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์และนำไปใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์เพิ่มความมั่นใจในตนเองในการใช้เทคโนโลยี และเมื่อใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สามารถพัฒนานักเรียนให้ยอมรับได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเพิ่มทัศนคติเชิงบวกที่มีต่อคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้ด้วย

ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้สถานการณ์ปัญหาชนิดมีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กล่าวว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน มีหลายแง่มุมและไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว และในตัวปัญหาจะไม่ให้ข้อมูลที่จำเป็นที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ทันที กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ จำนวน 30 คน ใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งคะแนนเฉลี่ยการทำงานเป็นทีมและคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องจากนักเรียนได้สืบค้น อธิบาย ไตร่ตรองและช่วยกันตัดสินใจภายใต้ข้อมูล สถานการณ์ที่น่าเชื่อถือสร้างเป็นความรู้ใหม่ เปิดโอกาสในการตัดสินใจด้วยตนเอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ชัดเจนคือการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหาและการขยายความรู้ และการประเมินข้อโต้แย้งที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย และขั้นขยายความรู้

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556) ได้ศึกษาเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 98 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการและมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งมีมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ และกลวิธีการเสริมต่อความคิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบปกติ

3. กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชาย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่อยู่ในสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ. กรุงเทพมหานคร) กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาเรื่อง อสมการ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมี 2 ระดับ ดังนี้

- จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
- จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ หมายถึง ปัญหาที่ซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น จึงไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันที จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลและวางแผนอย่างเหมาะสม ซึ่งคำตอบที่ได้อาจมีหนึ่งคำตอบ มีหลายคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ โดยเป็นปัญหาที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวันหรือชีวิตจริง

2. กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ หมายถึง การดำเนินการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น โดยแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

<u>ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา</u> เมื่อพบกับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มา และประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวโยงกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์อาจมีรูปแบบที่หลากหลาย และมีหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข แต่ต้องเลือกตัวแทนปัญหาเพียงอันเดียวโดยใช้หลักการและเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร จนไปถึงการคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบและวิธีการหาคำตอบอาจจะมีหลากหลาย ดังนั้นผู้แก้ปัญหาต้องสร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental Model) เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 แบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตนอย่างต่อเนื่อง หลังจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้ว อาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมา และกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้

3. กลวิธีการเสริมต่อความคิด หมายถึง วิธีการที่ใช้เพื่อช่วยเหลือสนับสนุนให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการทำงานที่ไม่คุ้นเคยหรือเกินกว่าความสามารถของตนเอง โดยมีครูและเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าเป็นผู้ให้การช่วยเหลือ วิธีการให้ความช่วยเหลือมีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับความสามารถในการทำงานของนักเรียน โดยจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือลงเมื่อนักเรียนทำงานได้ดีขึ้นและยุติการให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนสามารถทำงานได้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีทางสังคมศาสตร์ของ Vygotsky (1980) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพังเพียงผู้เดียว ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีความรู้และความสามารถมากกว่า ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการนำกลวิธี การเสริมต่อความคิดมาใช้ทั้งสิ้น 11 กลวิธี ดังนี้ (พิจารณาตามตารางวิเคราะห์ประเภทของกลวิธี การเสริมต่อความคิด ในภาคผนวก หน้า 166)

1. Noticing ให้นักเรียนสังเกตและถามคำถามที่สงสัย
2. Explaning : Showing & Telling ครูตอบคำถามโดยอธิบาย แสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง
3. Example วาดภาพให้เห็นหรือใช้วัตถุจริงเป็นสื่อ

4. Guiding ใช้คำถามกระตุ้นให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่โจทย์ต้องการ
5. Question Prompt ใช้คำถามกระตุ้นให้นึกถึงความรู้ที่เคยเรียนมา
6. Parallel Modelling ครูถามคำถามสั้น ๆ คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนได้ แล้วแสดงวิธีคิดให้นักเรียน
7. Feeding Back ครูให้ฟีคแบคกับนักเรียน
8. Apprenticing ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นครูสอนเพื่อนได้
9. Probing ครูตรวจสอบ และล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ
10. Student Explaning and Justifying ครูให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา
11. Marking Critical Feature ครูชี้งานที่สำเร็จ และข้อบกพร่องของนักเรียน เพื่อที่ว่านักเรียนจะได้ไม่ทำผิดพลาดซ้ำ

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ประกอบด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และมีความคลุมเครือไม่ชัดเจน เนื่องจากขาดข้อมูลที่ชัดเจนและจำเป็น ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 3 ขั้น ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) โดยในกระบวนการแก้ปัญหาดังกล่าวจะมีการประเมินความคิดของนักเรียนก่อนบนพื้นฐานความรู้นั้น เพื่อให้ความช่วยเหลือตามความสามารถของนักเรียน และจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือลงเมื่อนักเรียนทำงานได้ดีขึ้น กล่าวคือใช้กลวิธีการเสริมต่อความคิดร่วมด้วย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนอ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างเป็นความเข้าใจและนำสิ่งที่ตนเองเข้าใจไปเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ หรือแนวทางการหาคำตอบต่อไป ซึ่งครูมีส่วนช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้นได้ โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อความคิดเข้ามาช่วย ทั้งนี้กรณีที่นักเรียนทำได้แล้ว ครูอาจจะละการเสริมต่อความคิดไปได้

1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจปัญหา สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหา ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร การเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ทำได้โดยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจปัญหาด้วยการสังเกต (Noticing) เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามกับสิ่งที่เผชิญอยู่ และครูตอบคำถามด้วยการอธิบาย แสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง (Explaning : Showing & Telling) เพื่อให้ปัญหากระจ่างชัดขึ้น

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้ การเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ทำได้โดยใช้ การชี้แนะแนวทาง (Guiding) ถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎี บท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์ การเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ทำได้โดยใช้คำถามกระตุ้น (Question Prompts) เพื่อให้นักเรียนนึกถึงความรู้เดิมที่เคยเรียนมา

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง ครูทำหน้าที่เพียงให้การช่วยเหลือสนับสนุน การค้นหาคำตอบ คำตอบและวิธีการหาคำตอบอาจมีหลากหลาย ดังนั้น นักเรียนต้องหาคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมด และเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่นักเรียนรับรู้ โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental Model) เพื่อระบุเลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 แบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา การเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ (กรณีที่นักเรียนทำได้แล้ว ครูอาจจะละการเสริมต่อความคิดไปได้) ทำได้โดยถามคำถามสั้นๆ ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่นักเรียนได้รับแล้วแสดงวิธีคิด และหาคำตอบให้นักเรียนดู (Parallel Modeling) ให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feeding Back) เพื่อให้นักเรียนเห็นผลจากการกระทำของตนเองหรือของเพื่อน และเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเป็นครูสอนเพื่อนได้ (Apprenticing) สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน เกิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

Chulalongkorn University

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนดำเนินการติดตาม และประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตัวเอง หลังจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกมาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้ว อาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้นักเรียนสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมา และกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้ การเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ (กรณีที่นักเรียนทำได้แล้ว ครูอาจจะละการเสริมต่อความคิดไปได้) ทำได้โดยใช้คำถามเพื่อล้วงดูความเข้าใจของนักเรียน (Probing) เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา (Students Explaning and Justifying) และ ชี้ประเด็นสำคัญ (Marking Critical Features) ให้นักเรียนเห็นว่างานที่สำเร็จเป็นอย่างไร งานที่บกพร่องหรือคลาดเคลื่อนเป็นอย่างไร และแก้ไขได้อย่างไร

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาแบบปกติ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง ความสามารถในการคิดพิจารณาไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผล โดยใช้ความรู้หลักการและประสบการณ์ เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่คุ้นเคย นำไปสู่การตัดสินใจว่าอะไรควรเชื่อและควรปฏิบัติตาม โดยมีองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ประการ ตามแนวคิดของ Facione (1990) และ G. Watson and Glaser (2008) ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอิงความรู้หลักการ และทฤษฎี

2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3. การวิเคราะห์ เป็นการระบุและแปลความแต่ละองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหาและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น

4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป เป็นการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

5. การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการจำแนกว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

Chulalongkorn University

ประโยชน์ที่ได้รับ

ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ประโยชน์ที่ได้รับ คือ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนควรได้รับการพัฒนาเพื่อให้ก้าวทันการใช้ชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21

2. เป็นแนวทางหนึ่งสำหรับครูและผู้ที่สนใจพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในงานวิจัย ซึ่งทำให้สามารถพัฒนาได้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น

3. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจนำกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์และกลวิธีการเสริมต่อความคิดไปใช้พัฒนาทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4. นำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
    - 1.1 ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
    - 1.2 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
    - 1.3 ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
    - 1.4 แนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
2. กลวิธีการเสริมต่อความคิด
    - 2.1 ความหมายของกลวิธีการเสริมต่อความคิด
    - 2.2 องค์ประกอบและประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด
    - 2.3 ความสำคัญของกลวิธีการเสริมต่อความคิด
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
    - 3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
    - 3.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
    - 3.3 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
    - 3.4 ความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
    - 3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
    - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อความคิด
    - 4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1. ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

มีแนวคิดมาจากปัญหาที่พบเจอในชีวิตจริง ที่มีความซับซ้อน และมักขาดข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ประกอบด้วย ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ และแนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Neisser (1976) ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือปัญหาในชีวิตจริงมักจะเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์หรือปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจน

Hayes (1981); Holyoak (1990); R. J. Sternberg (1985) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์แตกต่างจากปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจน ปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจนอาจจะมีกลยุทธ์การแก้ปัญหาที่ไม่ชัดเจน แต่อาจมีคำตอบที่ถูกต้องและเป็นที่ยอมรับเพียงคำตอบเดียว ส่วนปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่ไม่สามารถรู้คำตอบได้

Jonassen (1997); Reitman (1965); Voss (1988, 1989) พวกเขาเชื่อว่าปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีคำตอบที่เหมาะสมเพียงหนึ่งคำตอบ แต่อาจจะมาจากคำตอบที่หลากหลายและวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Reitman (1965) กล่าวว่าปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่เต็มไปด้วยเงื่อนไข ข้อจำกัด และบริศนา ผู้แก้ปัญหาต้องรวบรวมและลงมือวางแผนการเพื่อสนองความต้องการของสถานการณ์ปัญหาที่เฉพาะแต่ละสถานการณ์ มากกว่าจะนึกถึงแผนการที่เคยใช้มา

Chi and Glaser (1985) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน สถานการณ์ปัญหาที่มนุษย์พบเจอในชีวิตประจำวันมีลักษณะคลุมเครือ ไม่ชัดเจน หรือในข้อความปัญหาขาดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา

J. T. Wood and Duck (1995) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีนิยามที่กำกวม ไม่ชัดเจน จึงต้องพิจารณากระบวนการแก้ปัญหาจากข้อมูลที่มีอยู่เพื่อตัดสินใจภายใต้ข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ไม่แม่นยำ และมีความกำกวม

R. Spiro (1987); R. J. Spiro (1988) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ไม่มีแนวคิด กฎ หลักการ การแก้ปัญหาที่แน่นอน และไม่มีความสอดคล้องกันระหว่างแนวคิด กฎ หลักการนั้น

Kitchner (1983) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์อาจจะมีหลายคำตอบ หลายแนวทางแก้ปัญหา หรืออาจจะไม่มีคำตอบเลย และมีเกณฑ์การประเมินคำตอบที่หลากหลาย

Voss (1988) เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคำตอบมีหลากหลาย เพราะว่ายังไม่มีเกณฑ์การประเมินคำตอบที่เหมาะสมอย่างเป็นสากล

Meacham and Emont (1989) ผู้แก้ปัญหาต้องแสดงความคิดเห็นและความเชื่อส่วนตัวต่อกระบวนการตีความปัญหา

Shin, Jonassen, and McGee (2003) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ไม่มีความแน่นอนเกี่ยวกับแนวคิด กฎ หลักการ ที่จะสร้างคำตอบ

Jonassen (1997); Meacham & Emont (1989) สิ่งที่ต้องการจากผู้เรียนคือเพื่อให้แสดงความคิดเห็นและความเชื่อส่วนตัวเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้อง และเพื่อตัดสินใจเลือกคำตอบและวิธีการหาคำตอบ

Murphy (2004); Sinnott (1989) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มีกระบวนการที่ซับซ้อนทั้งการกำหนดปัญหาและการแก้ปัญหา

Weisberg (2006) ปัญหาที่มีอย่างน้อย 1 องค์ประกอบที่ไม่ได้อธิบายรายละเอียด ก็คือปัญหาที่นิยามไม่ชัดเจนหรือมีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั่นเอง

จากที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น จะเห็นว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีพื้นฐานมาจากปัญหาที่มนุษย์เจอในชีวิตประจำวันหรือในชีวิตจริง ที่ต้องมีการตัดสินใจเลือกว่าจะเชื่อและกระทำตามหรือไม่ มีความซับซ้อน คลุมเครือไม่ชัดเจน (Chi & Glaser, 1985) และเป็นลักษณะของปัญหาที่เหมาะจะนำมาฝึกนักเรียนให้เกิดการคิด ไตร่ตรองหลากหลายมิติ

1.2 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Voss (1988); Voss & Post (1988); Sinnott (1989); Jonassen, (1997); Ge and Land (2003) เสนอขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ 4 ขั้น ดังนี้

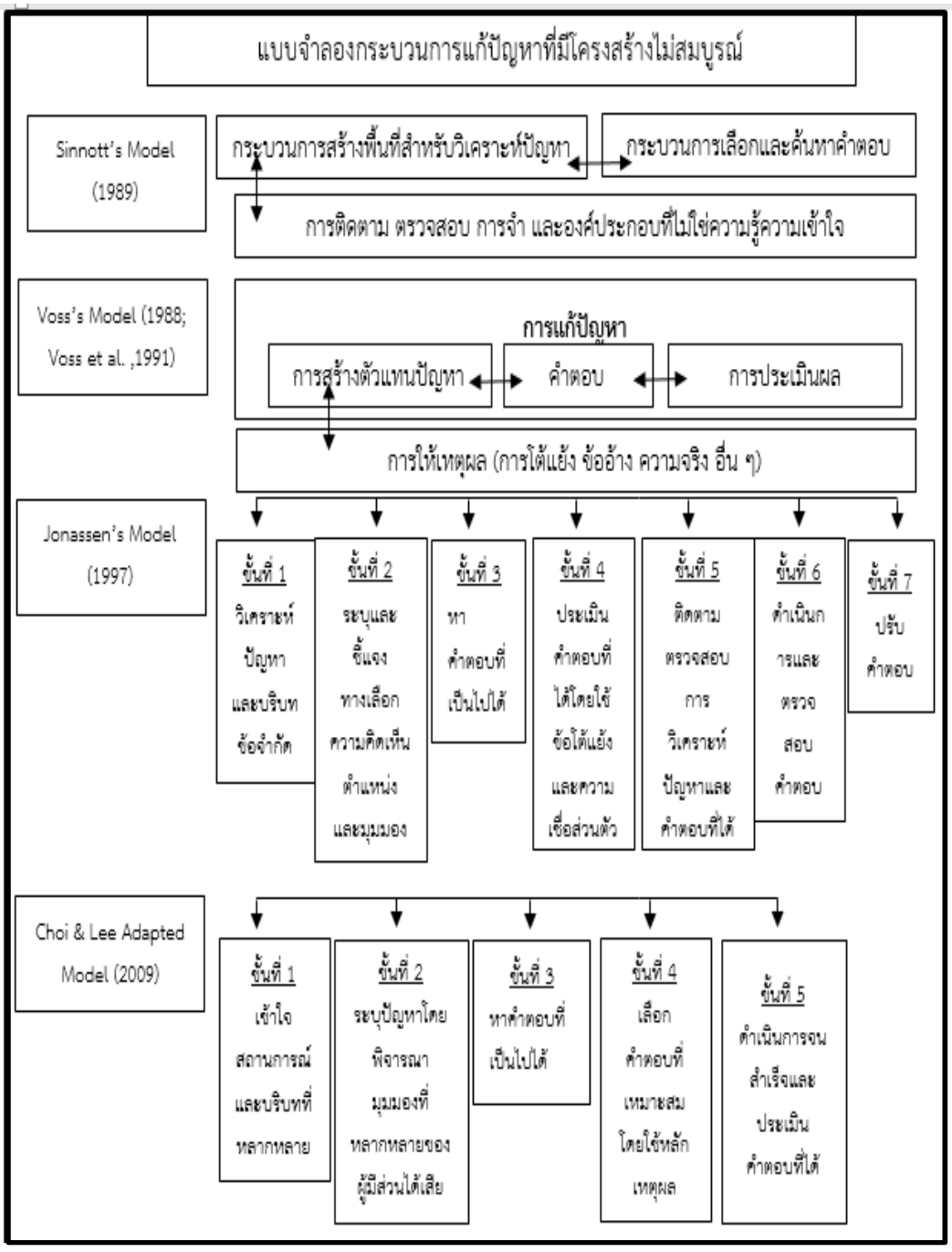
1. สร้างตัวแทนปัญหา (Problem representation) เมื่อพบกับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มา และประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวโยงกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่างๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีหลายรูปแบบ และหลากหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข

2. หาคำตอบของปัญหา (Problem solution) เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหา และค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบ ให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยผู้แก้ปัญหาจะต้องสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental model) เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 ซึ่งแบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

3. ให้เหตุผล (Making justification) เนื่องจากปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มักจะมีคำตอบที่หลากหลาย ดังนั้นการเลือกคำตอบจึงต้องอาศัยการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกมา อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลถือเป็นส่วนสำคัญของคำตอบที่ถูกเลือก

4. ติดตามและประเมินผล (Monitoring and evaluation) ผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตนอย่างต่อเนื่อง หลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้ว อาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมาและกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้ ในระหว่างกระบวนการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องติดตามการทำงานของตนเอง จากประโยคหนึ่งไปอีกประโยคหนึ่ง เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และเลือกคำตอบที่เหมาะสมกับข้อจำกัด และประเมินคำตอบที่เลือกมาโดยตรวจสอบกับตัวเลือกอื่นๆ

Choi and Lee (2009)ได้เสนอวิธีการพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้กรณีศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการจัดการชั้นเรียนที่พัฒนามาจากแบบจำลองกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดังนี้



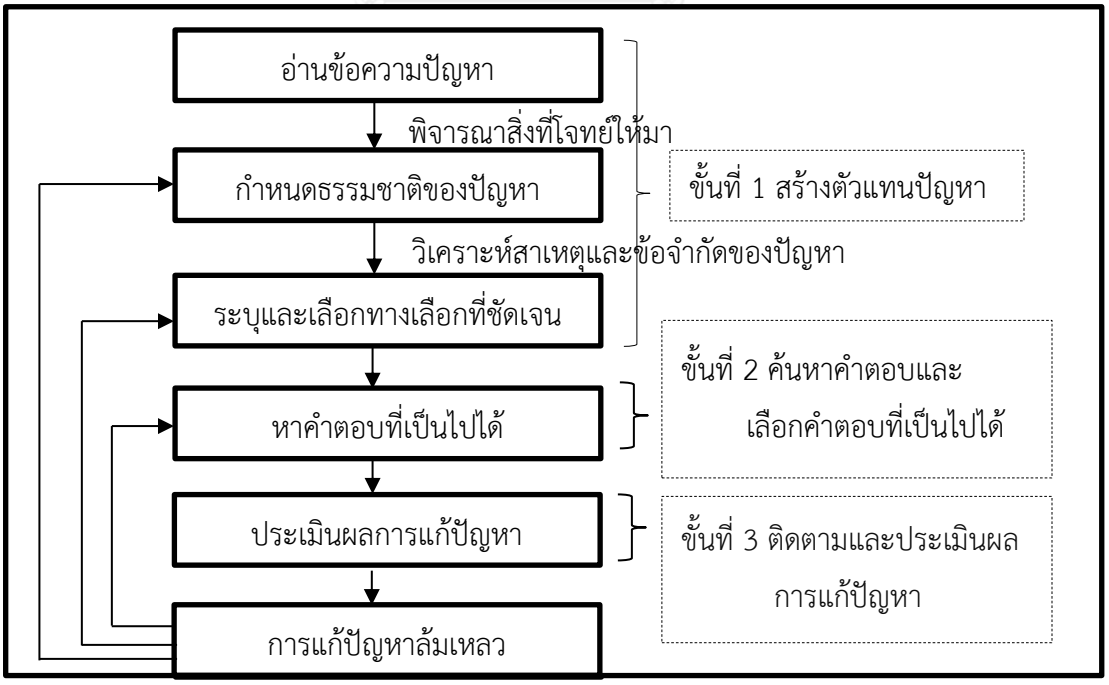
รูปภาพที่ 2 แบบจำลองกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Choi & Lee, 2009)

ฮ่อง (Hong, 1998) ได้เปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของ Voss & Post (1988) ; Sinnott (1989) ; Jonassen (1997) ดังแผนภาพต่อไปนี้

Voss & Post (1988)	Sinnott (1989)	Jonassen (1997)
1) สร้างตัวแทนปัญหา (Represent problems) - ตรวจสอบแนวคิดและความสัมพันธ์ของปัญหา - วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและเงื่อนไข/ข้อจำกัด 2) ระบุคำตอบ (State solution) 3) ประเมินผล (Evaluate)	1) วิเคราะห์ปัญหา (Construct of problem spaces) 2) เลือกและหาคำตอบ (Choose and generate solution) 3) ติดตาม ตรวจสอบ (monitor)	- วิเคราะห์ปัญหาและบริบทข้อจำกัด - ระบุและชี้แจงทางเลือก ความคิดเห็น ตำแหน่งและมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย - หาคำตอบที่เป็นไปได้ - ประเมินคำตอบที่ได้โดยใช้ข้อโต้แย้งและความเชื่อส่วนตัว - ติดตาม ตรวจสอบ การวิเคราะห์ปัญหาและคำตอบที่ได้ - ดำเนินการและตรวจสอบคำตอบ - ปรับคำตอบ

รูปภาพที่ 3 การเปรียบเทียบกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

จากรูปภาพที่ 3 Hong (1998) ได้สรุปขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็น 3 ขั้น ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ดังนี้



รูปภาพที่ 4 กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ (Voss & Post, 1988 ; Sinnott, 1989)

จากกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ตามแนวคิดของ Voss & Post, 1988 และ Sinnott, 1989 ดังแผนภาพที่ 4 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา เมื่อพบกับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ให้พิจารณาสิ่งที่โจทย์ให้มา และประเภทของปัญหาว่าเกี่ยวกับเรื่องอะไร ตรวจสอบความรู้ที่เกี่ยวโยงกับปัญหา วิเคราะห์สาเหตุและข้อจำกัดต่าง ๆ การสร้างตัวแทนปัญหาสำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์จะมีหลายรูปแบบ และหลากหลายความเข้าใจ ขึ้นอยู่กับกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมดและบริบทของเงื่อนไข แต่ต้องเลือกตัวแทนปัญหาเพียงอันเดียวโดยใช้หลักการและเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1.1 อ่านข้อความปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจ สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้ว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร จนไปถึงการคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน เป็นการเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ เลือกข้อมูลที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาและค้นหาคำตอบ ซึ่งคำตอบอาจจะมีหลากหลายแบบ ให้สร้างคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยผู้แก้ปัญหาจะต้องสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental model) เพื่อระบุ เลือก และวิเคราะห์คำตอบ โดยอิงจากตัวแทนปัญหาในขั้นที่ 1 ซึ่งแบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นจะนำมาสู่คำตอบ โดยวิเคราะห์ความเป็นไปได้จากสาเหตุของปัญหาหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา และกระบวนการคิดของตนอย่างต่อเนื่อง หลักจากแสดงเหตุผลที่มีต่อคำตอบที่เลือกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นและเป็นเช่นนั้นได้อย่างไรแล้ว อาจจะเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ขั้นตอนนี้ทำให้ผู้แก้ปัญหาสามารถย้อนกลับไปดูกระบวนการหาคำตอบที่เลือกมา และกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้

1.3 ความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Shekoyan & Etkina (2007) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถและทักษะในการคิดที่แตกต่างออกไป เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการคิดของมนุษย์ที่เป็นส่วนสำคัญของการคิดในชีวิตจริง

Harper, Freuler, and Demel (2007) ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบเจอในชีวิตจริง และในการทำงาน คือ ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามในทางการศึกษาเรามักจะสอนปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์เท่านั้น

Simon (1973) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตประจำวัน และเป็นปัญหาที่สำคัญทั้งในด้านสังคม การเมือง เศรษฐกิจ และปัญหาทางวิทยาศาสตร์

White and Frederiksen (1998) ในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ด้วยวิธีการที่มีความหมาย แทนการกักเก็บความรู้เอาไว้ แค่เพียงในความจำเท่านั้น และกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการรู้คิด (metacognitive) เช่น เปลี่ยนกลยุทธ์ ปรับปรุงแผน และประเมินเป้าหมาย เพื่อนำไปสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Voss & Post (1988); Jonassen (1997) ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ พัฒนาทักษะการโต้แย้งได้ โดยเมื่อนักเรียนแก้ปัญหา นักเรียนจำเป็นต้องพิจารณาทางเลือกของคำตอบ นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของพวกเขา ดังนั้นนักเรียนจะต้องฝึกให้เหตุผลเพื่อโน้มน้าวผู้อื่นด้วย

Song (2005) การแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญที่สุด ที่นักเรียนควรได้รับการสอน และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์พบได้ทั่วไปในการชีวิตประจำวัน ดังนั้นการแก้ปัญหาส่วนใหญ่จึงเป็นการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ อาจกล่าวได้ว่า การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นหัวใจสำคัญของทักษะการแก้ปัญหา

Gagne (1985); Jonassen (2000) การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการใช้ชีวิตส่วนบุคคลอย่างเป็นมืออาชีพ เนื่องจากว่าปัญหาที่เราพบเจอในชีวิตจริงมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหาที่ไม่สมบูรณ์โดยธรรมชาติอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นปัญหาง่ายๆ เช่น การตัดสินใจว่าตอนเย็นจะทำอะไรทาน หรือกลยุทธ์สำหรับวางกฎระเบียบการปฏิบัติตัว ในการอยู่ร่วมกันที่เด็กควรจะปฏิบัติ ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะส่งผลให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

Bransford, Brown, and Cocking (2000); Jonassen (1997) นักวิจัยทางการศึกษาได้เน้นย้ำถึงความต้องการที่จะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน หรือปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความหมายและความสัมพันธ์ ของความรู้ในโรงเรียนกับโลกของความเป็นจริง โดยถ่ายทอดความรู้ผ่านข้อความที่มาจากสถานการณ์จริง

Kapur and Kinzer (2006) การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้มากว่าที่เคยเป็นมา และช่วยให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนมาในห้องเรียนเข้ากับสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง

Helgeson (1992) นักการศึกษาเห็นด้วยกับ ความสำคัญของการใช้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ในโรงเรียนเป็นประจำทุกวัน

Reitman (1965) การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ช่วยส่งเสริมคุณลักษณะใหม่เพิ่มเติมจากการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์พบเจอได้ปกติในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ที่มีหลากหลายคำตอบ หลากหลายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งขึ้นอยู่กับการรับรู้ของผู้แก้ปัญหา

จากความสำคัญของปัญหาที่มีโครงสร้าง ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็นปัญหาที่นักเรียนพบเจอได้ในชีวิตจริง และเป็นส่วนสำคัญที่ควรพัฒนาเพื่อให้นักเรียนเตรียมพร้อมรับมือกับการใช้ชีวิตอย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ปัญหาที่มีโครงสร้าง ไม่สมบูรณ์ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดที่แตกต่างออกไป ทักษะการโต้แย้ง เพราะนักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ จะต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเอง และฝึกโน้มน้าวผู้อื่นได้

1.4 แนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์

Howard, McGee, Shin & Shia (2001) การออกแบบปัญหาที่ซับซ้อนที่พบเจอในชีวิตประจำวัน สำหรับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ควรมาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่มีคำตอบไม่ชัดเจน ควรจะเป็นปัญหาตามสภาพจริงและเกี่ยวข้อง หรือใกล้ตัวกับนักเรียน

Meacham & Emont (1989) การออกแบบปัญหาที่มีหลายคำตอบ และหลากหลายความคิดเห็น อย่างปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ต้องอนุญาตให้มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ ไม่ใช่มีคำตอบที่ถูกต้องแค่คำตอบเดียว และควรอนุญาตให้มีการใช้กระบวนการหาคำตอบที่แตกต่าง หลากหลาย ซึ่งสิ่งที่หลากหลายเหล่านี้มาจากมุมมอง การรับรู้ การตีความ ที่แตกต่างออกไปของนักเรียนแต่ละคน และที่มีต่อธรรมชาติของปัญหา

จากแนวทางการพัฒนาโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การออกแบบปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นั้น ควรออกแบบปัญหาอิงสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่อาจมีคำตอบไม่ชัดเจน หลากหลายคำตอบ และหลากหลายความคิดเห็น ซึ่งควรอนุญาตให้มีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ และใช้กระบวนการหาคำตอบที่แตกต่าง หลากหลายได้

2. กลวิธีการเสริมต่อความคิด

มีพื้นฐานแนวคิดมาจากทฤษฎีทางสังคมศาสตร์ของ Vygotsky (1980) ที่เชื่อว่า ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพังเพียงผู้เดียว แต่ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีความรู้และความสามารถมากกว่า รายละเอียดประกอบด้วย ความหมายของกลวิธีการเสริมต่อความคิด องค์ประกอบและประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด และความสำคัญของกลวิธีการเสริมต่อความคิด ดังนี้

2.1 ความหมายของกลวิธีการเสริมต่อความคิด

Vygotsky (1980) เป็นกลวิธีการสอนที่เริ่มมาจากทฤษฎีทางสังคมศาสตร์ของ เลฟ ไวโกสกี้ และแนวคิดเรื่องรอยต่อพัฒนาการ (the zone of proximal development : ZPD) เขาเชื่อว่าผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้ตามลำพังเพียงผู้เดียว แต่ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมที่เกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย โดยเฉพาะการมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีความรู้และความสามารถมากกว่า

Bransford et al. (2000) การมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่มีความรู้และความสามารถมากกว่า เช่น พ่อ แม่ ครู เพื่อน ช่วยให้เด็กสร้างความเข้าใจในแนวคิด ซึ่งคณะพัฒนาและศูนย์การออกแบบการสอน มหาวิทยาลัยทางตอนเหนือของอิลลินอย (Northern Illinois University, Faculty Development and Instructional Design Center, 2006) ได้อธิบายว่า นั่งร้านใช้ในการก่อสร้างเพื่อรองรับคนงานที่ทำงานเฉพาะอย่าง ดังนั้นการสอนที่อาศัยโครงสร้างแบบนั่งร้านนั้นจึงเป็นการรองรับแบบชั่วคราวเท่านั้น ถูกจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จเมื่อเผชิญกับภารกิจใหม่หรือแนวคิดใหม่ ๆ ที่ไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยวิธีการเดิมหรือไม่สามารถทำสำเร็จได้ด้วยตนเอง สุดท้ายถ้านักเรียนทำสำเร็จแล้วก็ค่อย ๆ เอากลวิธีนี้ออกไป จนไม่มีอยู่ในที่สุด

Henningsen and Stein (1997) กลวิธีการเสริมต่อความคิด มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการมีส่วนร่วมขั้นสูงของนักเรียนโดยส่งเสริมความคิดที่แตกต่างและความคิดสร้างสรรค์

D. Wood et al. (1976) กลวิธีการเสริมต่อความคิด เป็นกระบวนการที่ช่วยให้นักเรียนที่ไม่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาไปได้จนสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่เกินกว่าความพยายามที่นักเรียนสามารถทำได้ด้วยตนเอง

Williams (2008) กลวิธีการเสริมต่อความคิด เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาการเป็นตัวของตัวเอง การตัดสินใจทำสิ่งต่าง ๆ ความมั่นใจในตัวเองขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์

จากที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น จะเห็นว่ากลวิธีการเสริมต่อความคิดเป็นการช่วยเหลือนักเรียนที่ไม่สามารถเรียนรู้หรือสร้างความเข้าใจได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยครูหรือเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าช่วยเหลือด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่ถูกออกแบบขึ้นมาให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ ดังนั้นจึงเป็นการเหมาะสมที่จะนำกลวิธีการเสริมต่อความคิดมาใช้ช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ในห้องเรียนได้ และทักษะนี้สามารถติดตัวนักเรียนไปเพื่อใช้ในชีวิตประจำวันด้วย เพราะกลวิธีการเสริมต่อความคิดไม่จำเป็นต้องใช้ตลอดตลอดเวลา จะค่อยๆ ลดและยุติการให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนสามารถทำงานได้ด้วยตนเอง

2.2 องค์ประกอบและประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด

กลวิธีการเสริมต่อความคิดมีวิธีการที่หลากหลาย มาจากการคิดค้นของนักวิชาการหลายท่านซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาในห้องเรียนที่แต่ละท่านเจอและคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหานั้น มีทั้งวิธีการที่คล้ายและต่างกัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Alibali (2006) เสนอว่านักเรียนต้องพัฒนาผ่านการทำงาน ครูสามารถใช้โครงสร้างที่หลากหลายเพื่อรองรับระดับความรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียน และเนื้อหาที่มีความซับซ้อนอาจต้องใช้โครงสร้างหลากหลายในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ตัวอย่างโครงสร้างที่ใช้ในการสอนมีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้แนะนำเนื้อหาใหม่ (Advance organizers) เป็นภาระงานที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุมความคิดรวบยอดย่อย ๆ ที่จะสอน หากครูนำเสนอมโนทัศน์ที่กว้างดังกล่าวแก่นักเรียนก่อนการสอนเนื้อหาใหม่ ขณะที่เรียนรู้เนื้อหาใหม่นักเรียนจะสามารถนำเนื้อหาใหม่ไปเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่กว้างที่ให้ไว้ ทำให้การเรียนรู้นั้นมีความหมาย

2. การ์ดใบ้ (Cue Cards) เป็นการ์ดที่ใช้สำหรับนักเรียนคนเดียวหรือนักเรียนทั้งห้องเพื่อช่วยในการอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นเฉพาะต่าง ๆ

3. แนวคิดและผังความคิด (Concept and mind maps) เป็นแผนที่แสดงความสัมพันธ์ โดยให้นักเรียนเติมบางส่วนหรือทั้งหมดเพื่อให้สมบูรณ์ นักเรียนจะสร้างแผนที่ของตัวเองตามความรู้ที่มีอยู่

4. ตัวอย่างประกอบ (Examples) ตัวอย่างอาจเป็นภาพประกอบปัญหา หรือวัตถุจริง

5. การให้คำอธิบาย (Explanations) เพื่ออธิบายรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้นักเรียนเดินไปตามภาระงานที่มอบหมายหรือตามความคิดของตนเอง เช่น การเขียนคำแนะนำ การพูดอธิบายกระบวนการทำงาน

6. เอกสารประกอบการบรรยาย (Handouts) เตรียมเอกสารประกอบการบรรยายที่มีภาระงาน และมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับข้อมูล แต่ควรจะเว้นช่องไว้ให้นักเรียนบันทึก

7. คำใบ้ (Hints) ใช้เสนอแนะและเป็นแนวทางให้นักเรียนเดินตาม

8. การกระตุ้นโดยทันที (Prompts) ทั้งทางกายและการพูด เพื่อเตือนให้นึกถึงความรู้ที่มีอยู่ทางกายอย่างเช่น การชี้ การพยักหน้า กระพริบตา เตะเท้า การพูดเช่น คำ ข้อความ คำถาม

9. การ์ดคำถาม (Question Cards) การ์ดคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาและงานนั้น ๆ ซึ่งเป็นคำถามที่เฉพาะเจาะจงกับนักเรียนคนเดียวหรือนักเรียนทั้งกลุ่ม

10. การเติมเต็มคำถาม (Question Stems) เป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ให้นักเรียนเติมเต็มให้สมบูรณ์ สนับสนุนการคิดเชิงลึกโดยใช้การคิดขั้นสูง

11. การเล่าเรื่อง (Stories) เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม ไปสู่สถานการณ์ที่คุ้นเคย เล่าเรื่องราวที่เป็นแรงบันดาลใจและกระตุ้นผู้เรียน

12. โครงสร้างที่ชัดเจน (Visual Scaffolds) โครงสร้างที่ชัดเจนอาจเป็นภาพ เพื่อชี้และสร้างความสนใจให้กับวัตถุ แสดงท่าทางต่าง ๆ เช่นจับมือโค้งออกจากกันเพื่อแสดงให้เห็นความกลม ใช้แผนภูมิ กราฟ กระบวนการที่เน้นภาพ

โรงเรียนประถมศึกษาวิกตอเรีย (Victorian primary schools, 2004) ได้กล่าวถึง 12 กลวิธีการเสริมต่อความคิดว่าประกอบด้วย

1. การค้นหาสิ่งที่นักเรียนรู้ (Excavating) เป็นการวาดออกมาเป็นภาพ เปิดสิ่งที่รู้ ทำให้มันโปร่งใส ครูตั้งคำถามอย่างเป็นระบบเพื่อค้นหาสิ่งที่นักเรียนรู้และทำได้ ครูสำรวจความเข้าใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่เป็นระบบ

2. การสร้างแบบจำลอง (Modelling) เป็นการสาธิต การกำกับ การสอน การแสดง การบอก การตั้งชื่อ การติดฉลาก การอธิบาย ครูแสดงให้นักเรียนเห็นวิธีการว่าทำอย่างไร ครูใช้การสั่ง อธิบาย สาธิต บอก เพื่อให้นักเรียนเลียนแบบการกระทำนั้น

3. การทำงานแบบร่วมมือ (Collaborating) นักเรียนต้องสวมบทบาทเป็นผู้สมรู้ร่วมคิด แก้ปัญหาร่วมกัน เจรจาต่อรองกัน โต้ตอบกับครูและเพื่อนอย่างทันถ่วงทีนำไปสู่การแก้ปัญหา และส่งเสริมการคิด ดึงบางสิ่งออกมา เสนอแนวคิด เชิญชวนให้นักเรียนแสดงความคิดและยอมรับคำวิจารณ์

4. การแนะแนวทาง (Guiding) เป็นการกระตุ้น การบอกใบ้ การนำทาง ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจ คอยสะกิด ครูหมั่นสังเกต ฟัง ตรวจสอบการทำงานของนักเรียน ถามคำถาม ออกแบบวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์

5. การโน้มน้าวนักเรียน (Convince Me) มองหาคำอธิบาย เหตุผล หลักฐาน ข้อพิสูจน์ ครูกระตือรือร้นในการค้นหาหลักฐาน สนับสนุนนักเรียน ถ้าครูไม่เข้าใจสิ่งที่นักเรียนพูด ต้องให้นักเรียนได้อธิบายจนครูเกิดความเข้าใจ

6. การสังเกต (Noticing) เน้นที่การดึงดูดความสนใจ การเห็นคุณค่า ครูสร้างความสนใจให้กับนักเรียนโดยไม่บอกสิ่งที่เห็น ให้นักเรียนรู้จักตั้งคำถามกับสิ่งที่เผชิญอยู่

7. ความมุ่งมั่นในการฝึก (Focusing) การสอน การให้คำปรึกษา การยืดหยุ่น เปลี่ยนแนวทาง เปลี่ยนความคิดเห็น กลั่นกรอง ครูต้องตระหนักถึงช่องว่างต่าง ๆ เช่น ด้านเนื้อหา ทักษะ หรือกลยุทธ์ที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการพัฒนา ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนลดช่องว่างต่าง ๆ ของตัวเอง

8. การตรวจสอบความชัดเจน (Probing) ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามเฉพาะ เพื่อล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ

9. การจัดฉากเพื่อเตือนให้นึก (Orienting) ครูเสนอปัญหาสร้างบริบทเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อเรียกดูความรู้ก่อนหน้าหรือประสบการณ์ที่มีอยู่

10. การสะท้อนหรือการทบทวน (Reflecting/Reviewing) ร่วมกันบอกเล่า สะท้อน สรุปและจับประเด็น ตอกย้ำ ซักซ้อม โดยมีเวลาให้นักเรียนทุกคนได้บอกเล่าและแบ่งปันสิ่งที่ได้จากการเรียนเมื่อสิ้นสุดบทเรียนเพื่อให้เกิดความชัดเจน มีคุณค่า และมีการบันทึกเก็บไว้

11. การขยาย (Extending) ท้าทาย เชื่อมโยง โดยครูสร้างความท้าทาย ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อสำรวจขอบข่ายความเข้าใจของนักเรียน อำนวยความสะดวก เตรียมบริบทสำหรับการเรียนรู้ขั้นต่อไป

12. การฝึกหัด (Apprenticing) เชิญชวนให้เกิดการช่วยเหลือแบบเพื่อนช่วยเพื่อน เพื่อนสอนเพื่อน เพื่อนตรวจสอบเพื่อน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นครู และเกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนขึ้น

D. Wood et al. (1976) ได้แนะนำว่ากลวิธีเสริมต่อความคิดช่วยในการสำรวจธรรมชาติของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใหญ่กับการเรียนรู้ของเด็ก และได้ระบุ 6 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. การคัดสรรงานและแจกแจงงานให้เหมาะสม (Recruitment) ขั้นแรกของการทำงานครูต้องเลือกงานที่เหมาะสม แจกแจงประเด็นที่นักเรียนสนใจ และให้เชื่อมโยงผูกยึดกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นในงานนั้น เช่น การสร้างความสนใจในงานที่ทำ ให้เห็นความสำคัญของเป้าหมายของงาน

2. การลดงานให้เป็นงานย่อย ๆ (Reduction in Degree of Freedom) เป็นการแจกแจงให้เป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลงให้งานมีลักษณะที่ง่ายขึ้น แต่ละขั้นจะมีทักษะที่จำเป็นสำคัญ ๆ ซึ่งจะง่ายต่อการให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียน ในระยะแรกนักเรียนจะทำงานในส่วนที่ทำได้และครูจะทำในส่วนที่เหลือ

3. การสร้างแรงจูงใจอย่างต่อเนื่อง (Direction maintenance) เป็นการรักษาความสนใจของนักเรียนให้คงอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยสร้างความท้าทายโดยการให้นักเรียนทำงานที่อยู่ระดับเหนือจากระดับที่นักเรียนเพิ่งทำงานได้เสร็จ

4. การชี้จุดสำคัญ (marking critical features) เป็นการชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติสำคัญที่แสดงให้เห็นว่างานนั้นสำเร็จหรือไปถูกทางแล้ว รวมถึงการบอกข้อบกพร่องหรือความคลาดเคลื่อนในงานที่ทำอยู่

5. การควบคุมปัญหาหรือความคับข้องใจ (frustration control) การแก้ปัญหาหรืองานควรจะมีปัญหาหรือความเครียดอยู่บ้าง ดีกว่าที่จะไม่มีความเครียดเลย ในการทำงานครูจะต้องช่วยให้นักเรียนไม่รู้สึกวิตกกังวลจากความผิดพลาด ไม่ให้นักเรียนรู้สึกเสียหน้าจากความผิดพลาดของตนเอง ครูดึงส่วนที่นักเรียนสนใจมาเป็นประโยชน์หรือครูใช้วิธีการอื่น ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนมีความเครียดเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญกว่าคือครูต้องระวังความเสี่ยงที่จะเกิดจากการที่นักเรียนพึ่งพาครูมากเกินไประหว่างการทำกิจกรรม

6. การสาธิต (Demonstration) เป็นการแสดงตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่ และรวมถึงการให้นักเรียนเกิดการเลียนแบบและสร้างเสริมคุณลักษณะเฉพาะตัวของนักเรียน

Tharp and Gallimore (1991) ผู้ใหญ่จะทำหน้าที่เป็นผู้นำในสถานการณ์การเรียนรู้ โดยใช้คำว่า “ตัวช่วยการเรียนรู้” มี 6 กลยุทธ์ดังนี้คือ

1. การเป็นตัวแบบ (Modeling) เป็นการแสดงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการลอกเลียนแบบ

2. การจัดการเหตุการณ์ที่ไม่คาดหมาย (Contingency management) เป็นการให้รางวัลและกำหนดบทลงโทษต่อพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมา

3. การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feeding back) เป็นการให้ข้อมูลจากประสบการณ์ของครู

4. การออกคำสั่ง (Instructing) เรียกร้องให้มีการกระทำที่เฉพาะเจาะจง

5. การใช้คำถาม (Questioning) เรียกร้องให้มีการตอบกลับทางภาษา

6. โครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structuring) เตรียมคำอธิบายและโครงสร้างความเชื่อที่จะจัดระเบียบและปรับเปลี่ยน โดยนำความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ มาสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ในความหมายของตนเอง

Anghileri (2006) ได้เสนอกลวิธีการเสริมต่อความคิดโดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้

ระดับ 1 การจัดสภาพแวดล้อม (Environmental Provision) ก่อนที่ครูจะทำการสอนครูต้องจัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ เช่น การจัดหาสิ่งประดิษฐ์จำพวกสื่อติดผนัง ปริศนา การจัดการชั้นเรียนที่ไม่ใช่แค่จัดที่นั่งของนักเรียนเท่านั้น ยังรวมถึงการลำดับเหตุการณ์ก่อน-หลังที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียน และการให้นักเรียนทำงานหรือกิจกรรมที่ท้าทาย ด้วยตนเองอย่างอิสระและเรียนรู้จากข้อมูลป้อนกลับที่ครูส่งกลับไปยังนักเรียน

ระดับ 2 การอธิบาย การทบทวน และการปรับโครงสร้าง (Explaning, Reviewing, and Restructuring) เป็นปฏิสัมพันธ์โดยตรงระหว่างครูและนักเรียน โดยตรง โดยแบ่งเป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. แสดงตัวอย่างและเล่าเรื่อง (Showing and Telling) เป็นวิธีการสอนแบบดั้งเดิมส่งต่อจากรุ่นสู่รุ่นและยังคงปฏิบัติกันในห้องเรียน โดยครูเป็นผู้ดำเนินการและควบคุมกิจกรรม สิ่งที่ต้องระวังคือ การอธิบายของครูจะจำกัดความคิดของนักเรียนได้โดยไม่เจตนา ซึ่งจะทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ด้วยตนเอง ดังนั้นปัญหาที่ครูให้ควรเป็นปัญหาที่สามารถคิดได้หลากหลายวิธี การแสดงตัวอย่างและเล่าเรื่องนี้จะช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้มากขึ้นในแบบฉบับของตนเอง

2. ทบทวน (Reviewing) เมื่อนักเรียนเริ่มทำงานที่ได้รับมอบหมาย นักเรียนจะไม่สามารถทำได้ด้วยตนเองเสมอไป ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการทำงาน การทบทวนสามารถแบ่งได้ 5 แบบ คือ

2.1 การเข้าใจการแสดงออกและคำพูดของนักเรียน (Looking, Touching, and Verbalising) ว่านักเรียนเห็นและคิดอะไร ทำให้ครูเข้าใจได้ว่านักเรียนกำลังเกิดปัญหาอะไรขึ้น ซึ่งทำให้สามารถให้ความช่วยเหลือจนนักเรียนสามารถทำงานต่อไปได้

2.2 การให้นักเรียนอธิบายและแสดงความคิดเห็น (Students Explaning and Justifying) ครูจัดให้มีการอภิปรายในระดับกลุ่มและทั้งชั้นเรียน โดยให้นักเรียนได้รับฟังความคิดจากงานของเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อสร้างความชัดเจนให้กับความคิดของตน และถามคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจ ซึ่งในส่วนนี้จะช่วยให้ครูสามารถพัฒนาความคิดของแต่ละคนได้ง่ายขึ้น

2.3 การแปลความหมายจากการแสดงออกและคำพูดของนักเรียน (Interpreting Students' Actions and Talk) นักเรียนจะต้องสามารถรับรู้ถึงวิธีการแก้ปัญหาในระดับที่เฉพาะเจาะจงของปัญหาก่อน จึงจะสามารถนำตัวเองไปสู่ขั้นตอนต่อไปได้

2.4 การใช้คำถามที่กระตุ้นและตรวจสอบความคิดของนักเรียน (Prompting and Probing) คำถามที่ใช้ต้องเป็นคำถามที่มีคำตอบสั้น ๆ ครูสังเกตปฏิกิริยาตอบรับจากนักเรียน

2.5 การเป็นตัวอย่าง (Parallel Modeling) ครูเลือกปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนได้รับบางส่วนแล้วแสดงวิธีคิดและหาคำตอบ

3. ปรับโครงสร้าง (Restructuring) ในขั้นของการปรับโครงสร้างนี้จะทำให้ความคิดของนักเรียนชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่จะต้องไม่เปลี่ยนความเข้าใจเดิมที่นักเรียนมีอยู่ การปรับโครงสร้าง มี 4 แบบ คือ

3.1 จัดบริบทการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Providing Meaningful Contexts) เปลี่ยนบริบทการเรียนรู้จากโจทย์ปัญหาที่ยากต่อการเข้าใจให้เป็นเรื่องใกล้ตัวที่เข้าใจง่าย

3.2 ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น (Simplifying the Problem) เมื่อนักเรียนไม่สามารถทำงานที่ครูมอบหมายได้ ครูควรทำให้งานนั้นง่ายขึ้นโดยแบ่งงานออกเป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลงโดยให้แต่ละงานต้องมีความต่อเนื่องกัน และเมื่อนักเรียนสามารถทำงานนั้นได้แล้วให้นักเรียนทบทวนขั้นตอนการทำงานนั้นอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่งานจะมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

3.3 ถ่ายทอดคำพูดของนักเรียนซ้ำอีกครั้งหนึ่ง (Re – phrasing Students' Talk) ถ่ายทอดคำพูดแสดงวิธีคิดของนักเรียนที่นักเรียนพูดออกมาให้เป็นภาษาทางคณิตศาสตร์

3.4 ปรับความหมายของคำพูดเพื่อแสดงวิธีคิดของนักเรียน (Negotiating Meaning) ครูเข้าร่วมการสนทนากับนักเรียนโดยรับฟังวิธีคิดที่นักเรียนพูดออกมา และครูร่วมปรับความหมายให้เข้าใจได้ง่ายและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

Chulalongkorn University

ระดับ 3 พัฒนาการเชิงมโนทัศน์ (Developing Conceptual Thinking) ระดับนี้เป็นกลวิธีที่มีความจำเป็นอย่างมาก มีเป็นการสร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. พัฒนาสื่อที่ใช้เป็นตัวแทน (Developing representational tools) ใช้สื่อเป็นตัวแทนในการเรียนรู้ พัฒนาความเข้าใจผ่านกิจกรรมที่นักเรียนทำ ซึ่งสื่อเหล่านี้จะแสดงออกถึงความคิดของนักเรียนและสิ่งที่นักเรียนต้องการจะสื่อสารผ่านกิจกรรม

2. สร้างความเชื่อมโยง (Making connections) ครูช่วยสร้างการเชื่อมโยงความคิดของนักเรียน โดยการแทรกความคิดใหม่หรือเขียนใหม่แต่คงความหมายเดิม เช่น ใช้ 2 เท่าของ 6 แทนคำว่า 6 + 6

3. สร้างมโนทัศน์จากการสนทนา (Generating Conceptual discourse) ครูนำวิธีคิดที่แตกต่างกันของปัญหาเดียวกันมานำเสนอหน้าชั้นเรียน แล้วร่วมสนทนากับนักเรียนถึงความคิดที่แตกต่างไป

จากกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่หลากหลายดังกล่าว กลวิธีที่ผู้วิจัยเลือกใช้กับงานวิจัยและด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ เมื่อนักเรียนเผชิญหน้ากับปัญหา การสังเกต (Noticing) องค์ประกอบต่างๆ ของปัญหาจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น การอธิบาย แสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง (Explaning : Showing and Telling) จากครู จะช่วยเสริมความเข้าใจและทำให้ปัญหากระจ่างชัดมากขึ้น จนนักเรียนสร้างความเข้าใจในแบบฉบับของตนเองได้ ครูยกตัวอย่างประกอบ (Example) ที่เป็นรูปภาพประกอบหรือวัตถุจริง และใช้คำถามแนะแนวทาง (Guiding) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาทั้งหมด และใช้คำถามกระตุ้น (Prompts) เพื่อกระตุ้นให้นึกถึงความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่ และเลือกแนวทางการแก้ปัญหาได้ จนถึงขั้นการแก้ปัญหา ครูยกตัวอย่างคู่ขนาน (Parallel Modeling) ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับปัญหาของนักเรียน เพื่อแสดงวิธีคิดและวิธีการหาคำตอบ ครูให้ข้อมูลป้อนกลับแก่นักเรียน (Feeding Back) ฝึกหัดนักเรียนให้ทำหน้าที่สอนเพื่อนแทนครู (Apprenticing) ครูสำรวจและล้วงดูความเข้าใจของนักเรียนโดยการถามคำถาม (Probing) ให้นักเรียนอธิบายและแสดงความคิดเห็นของตนเอง (Students Explaning and Justifying) จากนั้นครูชี้จุดสำคัญ (Marking Critical Features) จุดที่นักเรียนทำถูกและทำผิดบ่อยๆ

2.3 ความสำคัญของกลวิธีการเสริมต่อความคิด

the Great Schools Partnership (2015) ในทางการศึกษา การเสริมต่อความคิด เป็นเทคนิคการสอนที่หลากหลาย ที่ใช้พัฒนานักเรียนให้มีความเข้าใจมากขึ้น กว้างขึ้น อย่างอิสระตาม

กระบวนการเรียนรู้ เป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเสริมต่อความคิด คือ ช่วยลดความรู้สึกทางลบเกี่ยวกับตัวเอง เมื่อพบเจอสิ่งที่ไม่คาดฝัน ความกลัว หรือสิ่งที่ทำให้ผิดหวัง งานที่ยาก ปราศจากความเข้าใจ จนทำงานสำเร็จได้

Van Der Stuyf (2002) การเสริมต่อความคิด ได้รับการยกย่องว่าสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ เพราะความเข้าใจนั้นถูกสร้างจากพื้นฐานความรู้ที่เดิม เชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ นอกจากนี้การเสริมต่อความคิดยังเพิ่มโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จ ก่อนจะไปสู่ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย ซึ่งวิธีการนี้ล้มเหลวน้อยมาก เพราะจะลดความแตกต่างของความยาก โดยเฉพาะเหมาะสำหรับนักเรียนที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาที่ยากเป็นพิเศษ

Stone (1998) นักการศึกษาและนักวิจัยส่วนใหญ่ ใช้การเสริมต่อความคิดเพื่ออุปมาอธิบายบทบาทของผู้ใหญ่ หรือใช้การถ่ายทอดความรู้จากเพื่อนสู่เพื่อน แนะแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียน

Copple and Bredekamp (2009) การเสริมต่อความคิดเป็นลักษณะสำคัญของการสอนที่มีคุณภาพ รวมถึงมีการใช้ทักษะการสร้างตัวแบบที่เตรียมคำใบ้เอาไว้ ปรับรูปแบบของสื่อและกิจกรรม

Education Development Center (2003) กลวิธีการเสริมต่อความคิดมากมาย ที่นักเรียนสามารถให้ความสำคัญในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เช่น การเขียนแบบโต๊ะ นักเรียนสามารถให้ความสำคัญกับปัญหาระดับสูง สาธิตเป็นกราฟของรายละเอียดทั้งหมด

Cazden (1992); Graves, & Braaten (1996) การสอนการเสริมต่อความคิด เป็นเครื่องมือที่ทรงพลังที่ครูใช้ เมื่อนักเรียนต้องเจอกับสิ่งท้าทาย ครูส่วนใหญ่ใช้การเสริมต่อความคิดบางรูปแบบเท่านั้นในห้องเรียนของเขา และมีหลากหลายความคิดที่บอกว่า การเสริมต่อความคิดเป็นหนึ่งในกระบวนการสอนที่มีประสิทธิภาพที่สุด ที่มีอยู่ในตอนนี้

Many (2002); Meyer (1993) การเสริมต่อความคิด ช่วยส่งเสริมครู หรือเพื่อนนักเรียนที่มีความสามารถมากกว่านักเรียนคนอื่นๆ ให้ช่วยเหลือนักเรียนในขอบเขตการพัฒนาอย่างเหมาะสม เพื่อพัฒนาความเข้าใจ ที่นักเรียนไม่สามารถเข้าใจได้อย่างอิสระด้วยตัวเอง

Many (2002); Tharp and Gallimore (1991) นักวิจัยได้ทดสอบการใช้กลวิธีเสริมต่อความคิด เช่น ตัวแบบ โครงสร้างทางความคิด การจัดเตรียมข้อมูล การกระตุ้น การให้กำลังใจเพื่อสำรวจตัวเอง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนในชั้นเรียนได้ดียิ่งขึ้น

Northern Illinois University (2006) หนึ่งในประโยชน์หลักๆ ที่สำคัญของการสอนการเสริมต่อความคิด คือ จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมให้สนับสนุนการเรียนรู้ ในสิ่งแวดล้อมที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้เสริมต่อความคิดนั้น นักเรียนมีอิสระในการถามคำถาม ได้รับการตอบกลับในทันที ได้รับการช่วยเหลือจากเพื่อนเมื่อต้องเรียนรู้สิ่งใหม่ เมื่อครูนำการเสริมต่อความคิดมาใช้ในห้อง ครูจะกลายเป็นมากกว่าผู้สอน ผู้ดูแล และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ มากกว่าจะเป็นแค่แหล่งความรู้ของนักเรียนเท่านั้น

Ellis and Larkin (2002) อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการเสริมต่อความคิด จะเกิดขึ้นเมื่อครูเข้าใจว่านักเรียนไม่เกิดพัฒนาการในงานที่คาดหวัง หรือไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาบางอย่าง แม้ว่าการเสริมต่อความคิดจะถูกใช้บ่อยในการสอนกับนักเรียนคนหนึ่ง แต่การเสริมต่อความคิดสามารถประสบความสำเร็จเมื่อใช้กับนักเรียนทั้งห้องได้เช่นกัน

Puntambekar (2004) ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา มีการเพิ่มขึ้นของวิธีการสอนที่อิงหลักการสร้างทางสังคมศาสตร์ ที่ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เช่น การเสริมต่อความคิดที่มีเพิ่มสูงขึ้น ถูกใช้ในการอธิบาย สนับสนุน และเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนเพื่อการเรียนรู้จนประสบความสำเร็จ ในสิ่งแวดล้อมที่จัดเตรียมเอาไว้

จากความสำคัญของกลวิธีการเสริมต่อความคิด ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า กลวิธีการเสริมต่อความคิด ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เต็มความสามารถของตนเอง อีกทั้งยังช่วยพัฒนาขีดจำกัดในการเรียนรู้ให้สามารถเรียนรู้สิ่งที่ยาก หรือเกินกว่าความสามารถของตัวเองได้ด้วย

3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผล เพื่อตัดสินใจว่าควรเชื่อและปฏิบัติตามหรือไม่ Robert H Ennis (1985b) ถ้ามนุษย์ทุกคนใช้ชีวิตอย่างมีวิจารณญาณ จะสามารถตัดสินใจและเลือกสิ่งต่างๆ ที่ดีงามให้กับชีวิตได้ รายละเอียดประกอบด้วย ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การวัด

ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

3.1 ความหมายของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Robert H Ennis (1985a) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดอย่างไตร่ตรอง มุ่งเน้นไปที่การตัดสินใจว่าควรเชื่อหรือลงมือปฏิบัติตามหรือไม่

Robert H Ennis (1987) การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นกิจกรรมที่ใช้การไตร่ตรอง และการลงมือปฏิบัติจริง มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดการฉุกคิด ก่อนจะกระทำหรือเชื่อตามสิ่งนั้น

Kurfiss (1988) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ ความสามารถในการตัดสินใจในสิ่งที่ซับซ้อนหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ภายใต้หลักฐานที่มีอยู่และการทำงานที่เป็นระบบ

Scriven and Paul (2007) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการฝึกฝนทางปัญญาให้เกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ในการสร้างแนวคิด การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากประสบการณ์ การสังเกต การไตร่ตรอง การให้เหตุผล และการสื่อสาร เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การเชื่อและการกระทำ

อัมพร ม้าคนอง (2554: 24 - 25) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking) เป็นการคิดที่มีการพิจารณา ไตร่ตรอง โดยใช้ข้อมูล ความรู้ และประสบการณ์ เช่น การคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง เหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ อย่างไร การจัดการเรียนรู้จึงต้องเน้นการให้สถานการณ์ที่ยังไม่ชัดเจน และให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาไตร่ตรองได้

G. Watson and Glaser (2008) กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณคือการรวมกันของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ

Warnick and Inch (1994) นักวิชาการด้านการสื่อสารให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณว่า เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสำรวจปัญหา คำถาม สถานการณ์ บูรณาการทั้งหมดกับข้อมูลที่มีอยู่ นำมาซึ่งการแก้ปัญหา หรือสมมติฐาน และพิสูจน์เหตุการณ์นั้นๆ

Paul and Elder (2001) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือการคิดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง หรือปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ที่พัฒนาคุณภาพการคิดของผู้คิดให้คล่องแคล่ว เกิดการคิดโดยอัตโนมัติและเป็นผู้ที่มีเหตุมีผลสูง

Elder (2009) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณในเว็บไซต์ The Foundation for Critical Thinking ไว้ว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็น การชี้นำทางตนเอง การควบคุมหรือฝึกฝนตนเองให้คิด โดยใช้เหตุผลระดับสูงและปราศจากอคติ บุคคลที่จะเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้ ต้องมีความพยายามอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ มีเหตุมีผล และเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น

Halpern (1999) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การใช้ทักษะกระบวนการคิด หรือกลยุทธ์ที่เพิ่มความน่าจะเป็นให้ผลลัพธ์มีความน่าพึ่งพอใจมากยิ่งขึ้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดที่มีความหมาย มีเหตุมีผล มุ่งไปสู่เป้าหมาย และเป็นประเภทของการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา การสร้างข้อสรุป การคาดคะเนเรื่องราวต่างๆ และการตัดสินใจ ผู้คิดใช้ทักษะเหล่านี้อย่างเหมาะสม ไม่ด่วนสรุป และใช้สติ สมาธิ พิจารณาอย่างตั้งใจ

Dumke (1980) การสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณออกแบบมาเพื่อทำให้เกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ของภาษากับการอนุมานด้วยเหตุผล ที่จะนำไปสู่ความสามารถในการวิเคราะห์ การวิพากษ์วิจารณ์ และการสนับสนุนความคิดโดยใช้หลักเหตุผลแบบอุปนัย นิรนัย นำไปสู่ข้อเท็จจริงหรือข้อสรุป

จากที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการคิดที่ต้องผ่านการพิจารณาไตร่ตรอง อย่างมีเหตุผล ก่อนตัดสินใจเชื่อหรือกระทำสิ่งใด ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์กับการใช้ชีวิตในยุคปัจจุบันที่เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสารมากมาย

3.2 องค์ประกอบของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้มากมาย มีบางองค์ประกอบที่เหมือนกันและต่างกัน ดังนี้

Robert H Ennis (1987) ได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ประกอบด้วย การใช้สติปัญญาและเหตุผลขั้นสูง อย่างรอบรู้ รู้รอบด้าน และฉลาด (ใช้ความรู้ได้ถูกกับงาน) รวมทั้งมีลักษณะพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

1. สามารถตัดสินความน่าเชื่อของแหล่งข้อมูล (Judging the credibility of sources)

2. สามารถค้นคว้าเพื่อทำให้ปัญหากระจ่าง ชัดเจนขึ้น (Searching for clarifying questions)

3. สามารถนิยามตัวแปร (Defining the variables)

4. สามารถค้นหาทางเลือกอื่นๆ (Searching for alternatives)

Robert H Ennis (1987) 7 ลักษณะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ถูกพิจารณาให้เป็นเกณฑ์การประเมินการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction)

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction)

3. การให้ความสำคัญกับการตัดสินใจ (Value judging)

4. การสังเกต (Observation)

5. ความน่าเชื่อถือ (ก่อนจะเชื่อหรือกระทำตามสิ่งใด ต้องพิจารณาก่อนว่าข้อมูลที่เรามีอยู่มีความน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน) (Credibility)

6. สมมติฐานหรือข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

7. ความหมายหรือคำอธิบายศัพท์ (Meaning)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Facione and Facione (1992) กล่าวถึง The California Critical Thinking Dispositions Inventory (CCTDI) ว่าเป็น การเขียนบันทึกรายงานเกี่ยวกับตนเองของนักเรียนในประเด็น ความเชื่อ การประเมินค่า ทัศนคติ และความคิดเห็น โดยใช้คำถามและให้นักเรียนตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย (ระดับ 1 ถึง 6) จากการศึกษาการตอบสนองของนักเรียนพบว่านักเรียนมีลักษณะ 7 อย่าง ดังนี้

1. การค้นหาความจริง (Truth seeking) แสดงให้เห็นถึงว่า นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการพิจารณาทางเลือกและการแสดงความคิดเห็น

2. การเปิดใจ (Open-mindedness) แสดงให้เห็นว่านักเรียนเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

3. การวิเคราะห์ (Analyticity) แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถยืดหยัดอยู่ได้อย่างไร เมื่อพบเจอกับปัญหาที่ยากลำบาก

4. การทำงานอย่างเป็นระบบ (Systematicity) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความพากเพียรในการค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

5. ความมั่นใจ (Confidence) แสดงให้เห็นว่าความมั่นใจของนักเรียนมีผลต่อการให้เหตุผลของนักเรียนด้วย

6. ความอยากรู้อยากเห็น (Inquisitiveness) แสดงให้เห็นว่านักเรียนสนใจ และอยู่กับสิ่งนั้นได้เป็นอย่างดี

7. วุฒิภาวะ (Maturity) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรอบคอบต่อการตัดสินใจ หรือเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจอย่างไร

Einav Aizikovitsh and Amit (2011) องค์ประกอบหลักในนิยามของนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

1. เปิดใจรับฟังความคิดเห็นและแนวคิดที่หลากหลาย (Openness to a variety of opinions and ideas)

2. พิจารณามุมมองในด้านต่าง ๆ อย่างเคร่งครัด (Serious consideration of other point of view)

3. ตั้งข้อสงสัยของการตัดสินใจ (Suspension of judgement) เมื่อหลักฐานและเหตุผลไม่เพียงพอ

4. รวบรวมหรือเปลี่ยนความคิดเห็น (Consolidating or changing) เมื่อหลักฐานสนับสนุนให้เป็นอย่างนั้น

5. ค้นหาความถูกต้องในข้อมูล (Looking for precision in information) เพื่อใช้เป็นเหตุผลและข้อโต้แย้งในการตรวจสอบความเป็นไปได้ทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

G. Watson and Glaser (2008) ได้นิยามการทดสอบความสามารถทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณไว้ 5 ประการ คือ

1. การอนุมาน (Inference)

2. การระบุข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions)

3. การนิรนัย (Deduction)

4. การตีความเพื่อลงข้อสรุป (Interpretation)

5. การประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments)

Anderson, Krathwohl, and Bloom (2001) กล่าวว่าการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบด้วย

1. ความรู้ (Knowledge) จากประสบการณ์ การสังเกต และการวิจัย

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นสิ่งที่อยู่ข้างใน นึกถึงเมื่อไหร่ก็จำได้ และสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลอื่นๆได้

3. การอนุมาน (Inference) เป็นการคาดคะเนหรือคาดเดาเมื่อข้อมูลที่เรามีอยู่ไม่เพียงพอ

4. การนำไปใช้ (Application) นำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้อย่างไร

5. การวิเคราะห์ (Analysis) เห็นองค์ประกอบย่อย ว่าทำงานร่วมกันอย่างไร

6. การสังเคราะห์ (Synthesis)

7. การประเมินค่า (Evaluation)

Cosgrove (2011) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแสดงออกทางการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วยการใช้สติปัญญาขั้นสูงในด้าน

1. การวิเคราะห์และทำความเข้าใจแนวคิดใหม่ (Analysis)

2. การประเมินค่า (Evaluation)

3. ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Traits of mind)

จากองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณต้องมีความสามารถ 5 ข้อ ตามแนวคิดของ Facione (1990) ; Watson and Glaser (2008) ดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอิงความรู้ หลักการ และทฤษฎี

2. ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อตกลงใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่ได้จากสถานการณ์ที่กำหนด

3. ความสามารถในการวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการระบุองค์ประกอบของสถานการณ์ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบเหล่านั้น

4. ความสามารถในการอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป เป็นความสามารถในการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริง จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

5. ความสามารถในการประเมินข้อสรุป เป็นความสามารถในการจำแนกว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบข้อโต้แย้งนั้น

3.3 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้แนวคิดไว้มากมาย ทั้งในประเด็นของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และพฤติกรรมที่แสดงออกทางความคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีรายละเอียดดังนี้

Goodwin Watson and Glaser (2002) สร้างแบบทดสอบ Watson – Glaser Critical Thinking Appraisal ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 อย่าง และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (Inference) เป็นข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือการคาดคะเนความจริง ตัวอย่างเช่น ถ้าเห็นบ้านเปิดไฟหรือได้ยินเสียงเพลงดังออกมาจากบ้าน บุคคลอาจจะอนุมานหรือสันนิษฐานว่ามีคนอยู่ในบ้าน แต่การสันนิษฐานนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้ เป็นไปได้ว่าคนในบ้านอาจเปิดไฟหรือเปิดวิทยุทิ้งไว้ก่อนออกจากบ้าน
ในการทดสอบนี้แต่ละแบบฝึกหัดจะมีข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงมาให้ หลังจากนั้นให้สันนิษฐานสิ่งที่เป็นไปได้จากข้อเท็จจริงที่ให้มานั้น ซึ่งมีข้อสรุปที่ได้จากข้อเท็จจริงมาให้ แล้วถามว่าข้อสรุปที่ให้มาเป็นจริงหรือเท็จระดับใดดังนี้

T – TRUE ถ้าคิดว่าข้อสรุปเป็นจริงแน่นอน

PT – PROBABILITY TRUE ถ้าคิดว่าข้อสรุปอาจเป็นจริง คือมีแนวโน้มจะเป็นจริงมากกว่าเป็นเท็จ

ID – INSUFFICIENT DATA ถ้าคิดว่ามีข้อมูลไม่เพียงพอ คือจากข้อเท็จจริงที่ให้มาไม่สามารถบอกได้ว่า ข้อสรุปเป็นจริงหรือเป็นเท็จ

PF – PROBABILITY FALSE ถ้าคิดว่าข้อสรุปอาจเป็นเท็จ คือมีแนวโน้มที่จะเป็นเท็จมากกว่าเป็นจริง

F – FALSE ถ้าคิดว่าข้อสรุปเป็นเท็จแน่นอน

2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumptions) เป็นเงื่อนที่ตกลงกันหรือเป็นหลักฐานที่ไม่ต้องมีการพิสูจน์ ในการทดสอบนี้จะมีข้อความที่เป็นข้อเท็จจริงและข้อตกลงมาให้ จากนั้นให้พิจารณาว่าข้อตกลงที่ให้มา มาจากข้อเท็จจริงที่กำหนดให้หรือไม่ ถ้าใช่ตอบ Yes ถ้าไม่ใช่ตอบ No

3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) เป็นการทดสอบโดยให้ข้อความที่เชื่อว่าเป็นความจริงและข้อสรุปมา จากนั้นพิจารณาข้อสรุปว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ ถ้าสมเหตุสมผลตอบ YES แต่ถ้าไม่สมเหตุสมผลตอบ NO

4. การตีความจากข้อมูล (Interpreting Information) ในแต่ละแบบฝึกหัดประกอบด้วยข้อความ ให้สมมติว่าข้อความที่ให้มาเป็นความจริง แล้วตอบคำถามว่าแต่ละข้อสรุป ใช่หรือไม่ใช่ โดยถ้าข้อสรุปเป็นไปตามข้อความที่ให้มาอย่างมีเหตุผล แม้ว่าจะมีความสำคัญหรือไม่ก็ตามให้ตอบ YES แต่ถ้าข้อสรุปไม่เป็นไปตามข้อความที่ให้มา ให้ตอบ NO

5. การประเมินข้อสรุป (Evaluation of Arguments) เป็นการตัดสินข้อสรุปจากคำถามที่กำหนดให้ ถ้าข้อสรุปมีความสำคัญและสอดคล้องโดยตรงกับคำถาม จะเป็นข้อสรุปที่ดีให้ตอบ STORNG แต่ถ้าข้อสรุปไม่สอดคล้องกับคำถามแม้ว่าจะมีความสำคัญก็ตาม จะเป็นข้อสรุปที่ไม่ดีให้ตอบ WEAK

Facione (1990)สร้างแบบทดสอบ The California Critical Thinking Skill Test (CCTST) เพื่อใช้กับนักเรียนระดับวิทยาลัย แต่ก็สามารถให้ได้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือก มีองค์ประกอบ 5 ประการ ดังนี้

1. การตีความ (Interpretation) เพื่อสร้างความเข้าใจ และนำประสบการณ์ที่หลากหลาย สถานการณ์ ข้อมูล เหตุการณ์ การตัดสิน การประชุม ความเชื่อ กฎ กระบวนการ หรือเกณฑ์มาใช้ การตีความประกอบด้วยการถอดความ และการให้ความหมายที่ชัดเจน

2. การวิเคราะห์ (Analysis) เพื่อระบุองค์ประกอบของสถานการณ์ และเห็นความสัมพันธ์กันขององค์ประกอบเหล่านั้น

3. การประเมินผล (Evaluation) เพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลว่ามีความน่าเชื่อถือมากหรือน้อยเพียงใด และยังใช้ตัดสินคุณภาพของการวิเคราะห์ การตีความ การอธิบาย และการอนุมาน

4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (Inference) เพื่อสร้างข้อสรุปจากเหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ (ใช้ inference เมื่อต้องการจะสร้างสมมติฐาน)

5. การอธิบาย (Explanation) เพื่อแสดงเหตุผล โดยมีหลักฐานและกระบวนการพิสูจน์มาสนับสนุน

Facione and Facione (1992) สร้างแบบทดสอบ The California Critical Thinking Disposition Inventory (CCTST) ซึ่งเป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือก ใช้วัดการแสดงออกของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และอาจเป็นประโยชน์ต่อการประเมินตนเอง มี 7 องค์ประกอบ ดังนี้

1. การค้นหาข้อเท็จจริงจากข้อมูล เพื่อทำให้ปัญหากระจ่างขึ้น (Truth seeking) เป็นนิสัยที่ต้องการสร้างความเข้าใจในทุกสถานการณ์ที่พบเจอ โดยใช้เหตุผลและหลักฐานที่มีอยู่ บุคคล

ต้องมีลักษณะใส่ใจรายละเอียดที่สอดคล้อง ไม่มีความคิดอคติหรือมีการคิดมาล่วงหน้าอย่างไม่มีเหตุผล

2. การเปิดใจรับฟังความคิดเห็น (Open-mindedness) ของผู้อื่น บุคคลต้องมีลักษณะใจกว้าง อดทนรับฟังความคิดเห็นที่แตกแต่ง เพราะเราทุกคนมักจะถือความเชื่อจากมุมมองของตัวเองเป็นหลัก ซึ่งสิ่งที่สำคัญคือความสามัคคีในสังคมที่ผู้คนมาจากต่างศาสนา ต่างวัฒนธรรม และต่างครอบครัวกัน พื้นฐานของแต่ละคนก็แตกต่างกัน

3. การวิเคราะห์ (Analyticity) เป็นการเตรียมพร้อมกับสิ่งที่จะเกิดขึ้นต่อไป ทั้งในแง่ดีและไม่ดีของผลลัพธ์ที่จะตามมาจากเหตุการณ์ ตัวเลือก โครงการ และแผนการ

4. การทำงานอย่างเป็นระบบ (Systematicity) เป็นนิสัยในการเข้าถึงปัญหาอย่างมีระเบียบ เป็นขั้นเป็นตอน และเป็นระบบ

5. ความมั่นใจอย่างมีเหตุผล (Confidence in reasoning) เป็นนิสัยที่มีความเชื่อใจหลังจากที่ได้คิดอย่างไตร่ตรองแล้ว นำไปสู่การแก้ปัญหาหรือการตัดสินใจ

6. ความอยากรู้อยากเห็น (Inquisitiveness) เป็นความต้องการอยากรู้บางสิ่ง แม้ว่าสิ่งที่อยากรู้นั้นจะไม่เกิดประโยชน์ที่ชัดเจนหรือไม่เกิดประโยชน์ในทันที เป็นความกระตือรือร้นที่จะรับความรู้ใหม่หรือพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่

7. วุฒิภาวะ (Maturity) ในการตัดสินใจ เป็นนิสัยที่สามารถเห็นความซับซ้อนของปัญหาและตัดสินอย่างทันท่วงที บุคคลที่มีวุฒิภาวะต้องเข้าใจการตัดสินใจในกรณีที่มีทางแก้ปัญหาหลายทางว่าควรเลือกทางไหนแม้ว่าจะมีความรู้ไม่เพียงพอก็ตาม

Robert Hugh Ennis, Millman, and Tomko (1985) สร้างแบบทดสอบ Cornell Critical Thinking Test ซึ่งมีการวัดอยู่ 2 ระดับ คือ

- ระดับ X ประกอบด้วย

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction)
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction)
3. ความน่าเชื่อถือ (Credibility)
4. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น (Identification of Assumptions)

- ระดับ Z ประด้วยด้วยทักษะในระดับ X และมีทักษะเพิ่มเติมดังนี้

5. การให้ความหมายของคำศัพท์ (Semantics)
6. การนิยาม (Definition)
7. การทำนายในการวางแผนการทดลอง (Prediction in Planning Experiment)

จากแนวคิดของนักวิชาการหลายท่านดังกล่าว ผู้วิจัยสนใจศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามองค์ประกอบ 5 ประการที่ได้กล่าวเอาไว้แล้ว จึงเห็นสมควรว่าหากนำแนวการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของ Watson and Glaser (2002) และ Facione (1990) มาใช้เป็นแนวคิดในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งทั้งสองแบบจะเหมือนกันในบางองค์ประกอบและต่างกันในบางองค์ประกอบ เป็นเรื่องที่ดีที่ทำให้การสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

3.4 ความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

Kuhn (1991) การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ซับซ้อน จำเป็นต้องใช้การแก้ปัญหาที่มากกว่าการแก้ปัญหาโครงสร้างสมบูรณ์ในห้องเรียน ปัญหาในชีวิตจริงต้องใช้การคิดขั้นสูงอย่าง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการโต้แย้งกันอย่างมีเหตุผล

สมาคมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Consortium, 2013) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่เดิมเป็นการสอน ฝึกหัดนักเรียนของโซเครติส (Socrates) เมื่อ 2500 ปี ที่ผ่านมา กระบวนการถามคำถามที่รู้จักกันดีในชื่อของ “คำถามโซเครติส” และความรู้เกี่ยวกับกลวิธีการสอน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในสมัยเรเนซอง และก่อนเรเนซอง ที่มีการนำวิทยาศาสตร์มาใช้พัฒนาการเมือง สิทธิมนุษย์ อิสระทางความคิด ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหาในการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาความสำเร็จของนักเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ผ่านการแก้ปัญหา และนักเรียนจะได้เรียนรู้วิธีการคิดอย่างมีวิจารณญาณไปด้วย เมื่อนักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะมีเหตุผลในการเลือกและตัดสินใจเพื่อคิดและลงมือทำ นักเรียนจะพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเมื่อ “เรียนรู้ที่จะคิด การคิดทำให้เกิดการเรียนรู้”

Dewey (1933) ในสมัยของโซเครติส ความตระหนักที่มีร่วมกันเกี่ยวกับ การศึกษาของประชาชน คุณภาพชีวิตการทำงาน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการให้เหตุผลถูกพิจารณาว่า มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องพัฒนาออกมา กล่าวคือ ให้เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา

M. Scriven (1985) นักวิชาการอย่าง มิลเชล สคริเวน กล่าวว่า การฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณควรจะเป็นงานขั้นพื้นฐานที่สำคัญทางการศึกษา

Perkins (1989) สำหรับนักเรียน คนทำงาน หรือประชาชนทั่วไป การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นเครื่องมือที่จำเป็น และสำคัญ ที่นำไปสู่ความสำเร็จในโลกที่ซับซ้อน และรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลง

Halpern (1999) เมื่อไม่นานมานี้ สมมติฐานที่ว่า นักเรียนที่เรียนในระดับมหาวิทยาลัยได้รับการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งให้นักเรียนเข้าเรียน ฟังบรรยาย และมีส่วนร่วมในการถกเถียงกันในชั้นเรียน โดยมีการสอบแข่งขัน หรือประเมินรายวิชาตามปกติ งานวิจัยหลายงานวิจัย มีตัวชี้วัดว่า การพัฒนาความคิดของนักเรียน ต้องการการสอนที่ชัดเจนเกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากความสำคัญของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า นักเรียนที่เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณในวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะมีเหตุผลในการเลือกและตัดสินใจเพื่อคิดและลงมือทำ นักเรียนจะพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณเมื่อนักเรียน “เรียนรู้ที่จะคิด การคิดทำให้เกิดการเรียนรู้” อีกทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ควรเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษา

3.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สมาคมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Consortium, 2013) นักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะพัฒนาสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ ความเข้าใจเชิงลึก ครูสามารถคิดและเข้าใจนักเรียนได้ โดยสร้างเงื่อนไขที่ส่งเสริมนักเรียน ให้เปิดความคิด เปิดสมอง พร้อมที่จะเรียนรู้และทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการสืบสอบการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การเป็นอิสระและรู้จักควบคุมตัวเองมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนพัฒนาเครื่องมือทางการคิดที่สามารถใช้ส่งเสริมความเชื่อมั่น มั่นใจทางการคิดของนักเรียน การสำรวจการเรียนรู้ของตัวเอง

3. มีคุณลักษณะที่เข้มแข็ง พร้อมดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์มุ่งประเด็นความสำคัญไปที่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสร้างตัวแทน และการติดต่อสื่อสาร กระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

Marcut (2005) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการส่งเสริมการมีส่วนร่วม และประสบการณ์ในห้องเรียน เช่น

1. การเลือกคำ หรือวลีที่สำคัญ ในทุกๆ สถานการณ์ และนิยามอย่างระมัดระวัง

2. ต้องการหลักฐานมาสนับสนุนข้อสรุป ที่พวกเขายอมรับ

3. วิเคราะห์หลักฐาน และจำแนกความจริง ออกจากสมมติฐาน หรือข้อคาดการ

4. จดจำสมมติฐานที่สำคัญ ทั้งที่ได้กล่าวเอาไว้ และไม่ได้กล่าวเอาไว้ เพื่อสร้างเป็นข้อสรุป

5. ประเมินสมมติฐาน ยอมรับบางอัน และปฏิเสธอันที่เหลือ

6. ประเมินข้อโต้แย้ง ยอมรับ หรือปฏิเสธ ข้อสรุปที่ได้

7. ทอสอบสมมติฐานใหม่ ถ้าพบว่ามันล้าหลังทั้งในแง่ของความเชื่อ และการกระทำ

นอกจากนี้ ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา การคิดอย่างมีวิจารณญาณยังคงแสดงเป้าหมายแบบองค์รวม ว่าเป็น การสอน ลงมือทำ และเกิดความเข้าใจคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีความสามารถดังนี้

1. จัดการและรวบรวม ความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งหมด ผ่านการสื่อสาร

2. การสื่อสารความคิดทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงกันและชัดเจน โดยเพื่อนนักเรียน ครู และบุคคลอื่นๆ

3. วิเคราะห์ และประเมินความคิดทางคณิตศาสตร์ และกลวิธีอื่นๆ เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ต้องประยุกต์การสอนคณิตศาสตร์

4. ใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างแม่นยำ

นอกจากนี้การส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณในห้องเรียน ทำได้โดย เตรียมเงื่อนไข หรือข้อตกลงสำหรับให้นักเรียนสื่อสารกัน เพื่อสะท้อนความคิดร่วมกันจากคำตอบของปัญหาที่ได้ เงื่อนไขแรกสำหรับนักเรียน คือ ให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดของตัวเอง แล้วต้องสามารถฟังเพื่อนร่วมชั้นอย่างตั้งใจ แสดงความคิดที่น่าสนใจ ดังนั้น เมื่อนักเรียนสื่อสารสำหรับการเรียนคณิตศาสตร์ และปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ นอกจากนี้นักเรียนยังได้คุ้นเคยกับการทำงานเป็นกลุ่ม ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ได้ทำงานเป็นทีม เพื่อจุดมุ่งหมายเดียวกัน

Dam (2004) ลักษณะของการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริม และพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ สร้างความสนใจในการพัฒนาความเชื่อลึกๆ ของนักเรียน ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้หลักสูตรที่เน้นการใช้ปัญหาเป็นฐาน กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และการเรียนรู้บนพื้นฐานของสถานการณ์จริง

สมาคมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Consortium, 2013) ถ้าวิธีการสอนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้นว่า พวกเขาได้เรียนรู้อะไร สร้างความรู้สึกเชื้อเชิญนักเรียนให้แสดเหตุผลต่อการตัดสินใจอย่างแท้จริงต่อทุกๆ แง่มุมทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

1. สร้างกลยุทธ์เพื่อสร้างความรู้สึกเชิงจำนวน และพื้นฐานของความจริง

2. เลือกวิธีการสร้างปัญหา สำหรับให้นักเรียนอ่าน หาคำตอบ และดำเนินการหาคำตอบ

3. เลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด เพื่อแสดงสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และปรับเปลี่ยน ถ้าจำเป็น

5. วิเคราะห์การตอบสนองของตนเอง และการถาม ว่าสิ่งนี้เป็นไปได้หรือไม่

6. สื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างมีคุณภาพ

7. เชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันของตัวเอง และโลกที่กว้างไกล

Kurfiss (1988) มุมมองของนักเรียนเกี่ยวกับ ความรู้และการตอบสนองต่องานที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1. เมื่อได้รับความรู้ นำความรู้ที่ได้มาเก็บสะสม ในรูปแบบของความจริง ครูมีหน้าที่เตรียมตอบคำถามกับนักเรียน เท่านั้น

2. ความรู้ที่จดจำได้ทั้งหมด นำมาสร้างเป็นข้อสรุป

3. กระบวนการเก็บรวบรวมความรู้ เน้นคุณภาพและความรู้ที่เป็นจริงเชื่อถือได้ พิจารณาจากหลักฐาน และการประเมินทางเลือกที่เป็นมาตรฐาน

4. การสร้างความรู้ สิ่งสำคัญที่ต้องจำจด คือ มาจากความเชื่อ มีคุณค่า ตัดสินใจบนพื้นฐานความเข้าใจ อย่างระมัดระวัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทำได้โดย เตรียมเงื่อนไข หรือข้อตกลงสำหรับให้นักเรียนสื่อสารกัน เพื่อสะท้อนความคิดร่วมกันจากคำตอบของปัญหาที่ได้ เงื่อนไขแรกสำหรับนักเรียน คือ ให้นักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดของตัวเอง แล้วต้องสามารถฟังเพื่อนร่วมชั้นอย่างตั้งใจ แสดงความคิดที่น่าสนใจ ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้หลักสูตรที่เน้นการใช้ปัญหาเป็นฐาน กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และการเรียนรู้บนพื้นฐานของสถานการณ์จริง การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสร้างตัวแทน และการติดต่อสื่อสาร กระบวนการเหล่านี้ทำให้นักเรียนคิดอย่างมีวิจารณญาณเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2556) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้สถานการณ์ปัญหาชนิดมีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กล่าวว่าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ซับซ้อน มีหลายแง่มุม และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว และในตัวปัญหาจะไม่ให้ข้อมูลที่จำเป็นที่จะสามารถแก้ปัญหาได้ทันที กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ จำนวน 30 คน ใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง ผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งคะแนนเฉลี่ยการทำงานเป็นทีมและคะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

Jonassen (1997) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาที่ใช้ทักษะการคิดขั้นสูงโดยปัญหา 2 ประเภทนี้มีความแตกต่างกันแค่ความซับซ้อนของปัญหา ซึ่งนักออกแบบการแก้ปัญหาต้องมีความคิดเป็นของตัวเองและมีการตัดสินใจที่ดี นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้จะถูกพัฒนามากขึ้นถ้าได้นำไปใช้และนำมาปรับแก้ร่วมกัน

Hong (1998) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างสมบูรณ์และโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยใช้โปรแกรมสื่อมัลติมีเดีย ผลการวิจัยพบว่าปัญหาทั้ง 2 ประเภทมีองค์ประกอบที่ใช้ในการแก้ปัญหาแตกต่างกัน โดยปัญหาที่โครงสร้างสมบูรณ์ประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจ ความรู้เฉพาะเจาะจง และความรู้ที่มีโครงสร้าง ส่วนปัญหาที่โครงสร้างไม่สมบูรณ์ประกอบด้วยอภิปัญญา ตัวแปรที่ไม่ทราบค่า และทักษะการให้เหตุผลรวมกับความรู้ความเข้าใจ นอกจากนี้ปัญหาที่โครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นปัญหาที่ซับซ้อนและต้องการเนื้อหาความรู้จำนวนมากในสาขาวิชาต่าง ๆ ตัวแปรที่ไม่ทราบค่ามีความเกี่ยวโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องพิจารณา

Byun et al. (2014) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ของนักเรียนประถมศึกษาโดยใช้แบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ งานวิจัยนี้พยายามที่จะพัฒนาเนื้อหาทางการศึกษาโดยใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์และนำไปใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์เพิ่มความมั่นใจในตนเองในการใช้เทคโนโลยี และเมื่อใช้กิจกรรมการสร้างแบบจำลองจากคอมพิวเตอร์ร่วมกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์สามารถพัฒนานักเรียนให้ยอมรับได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์และเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่หลากหลายในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังเพิ่มทัศนคติเชิงบวกที่มีต่อคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีได้ด้วย

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมต่อความคิด มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ศศิวรรณ ชำนิยนต์ (2552) ได้ศึกษาเรื่องผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีการช่วยเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดพุทธบูชา กรุงเทพมหานคร จำนวน 38 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 19 คน กลุ่มควบคุม 19 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนไม่แตกต่างกัน นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการใช้ห้องสนทนาและเห็นประโยชน์ของการช่วยเสริมศักยภาพแบบปรับเปลี่ยนซึ่งจัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน คือตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้ ช่วยให้การเรียนเป็นไปได้ง่ายขึ้น ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ง่ายยิ่งขึ้น และประโยชน์ของการช่วยเสริมศักยภาพแบบคงที่ คือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เพิ่มเติมและรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระช่วยให้การเรียนเป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น รูปภาพที่เกี่ยวข้องและแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เพิ่มเติมตอบสนองความต้องการของนักเรียนได้และช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

สุพัตรา จันทรโฆษิต (2552) ได้ศึกษาเรื่องผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย จำนวน 2 ห้องเรียนโดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง 48 คน เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพ และกลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 50 คน เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางชีววิทยาเท่ากับร้อยละ 71.53 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 และมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายระหว่างเรียนสูง

กว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 นอกจากนี้กลุ่มทดลองยังมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางชีววิทยาและคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มเปรียบเทียบ

โศจิวัจน์ เสริฐศรี (2553) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราคาม กรุงเทพมหานคร จำนวน 52 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 26 คนกลุ่มควบคุม 26 คน ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และนักเรียนมีพัฒนาการด้านการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตสูงขึ้น

หทัยรัตน์ ยศแผ่น (2556) ได้ศึกษาเรื่องผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยธนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 98 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน กลุ่มควบคุมจำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกินขั้นต่ำที่กำหนดโดยกระทรวงศึกษาธิการและมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อีกทั้งมีมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยต่างประเทศ

Cosker and Diezmann (2009) ได้ศึกษาเรื่องการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อการคิดของนักเรียนในการสืบค้นทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าการเสริมต่อการเรียนรู้ในการสืบค้นทางคณิตศาสตร์เป็นประโยชน์กับทั้งนักเรียนและครูผู้สอน ซึ่งสามารถส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดต่าง เสริมความมั่นใจ และเป็นตัวของตัวเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายเป็นขั้นๆ และให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากมุมมองของตัวเองไม่ใช่จากมุมมองของครู นอกจากนี้ครูต้องแยกให้ออกระหว่างการให้กำลังใจเชิงบวกกับการเสริมต่อการเรียนรู้และงานที่สั่งต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน

Casem (2013) ได้ศึกษาเรื่องกลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ในการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อทัศนคติและการแสดงออกของนักเรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อศึกษาระดับของประสิทธิภาพการใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้กับวิธีแบบดั่งเดิม ผลการวิจัยพบว่าการสอนด้วยกลวิธีการเสริมต่อการ

เรียนรู้สามารถพัฒนาการแสดงออกทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา และช่วยให้การสื่อสารกับครูและเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนมีความหมาย อีกทั้งยังมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

Anghileri (2006) ได้ศึกษาเรื่องการฝึกการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ เป้าหมายการวิจัยนี้เพื่อระบุการสอนในห้องเรียนที่มีประสิทธิภาพในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งการสอนที่มีประสิทธิภาพจะต้องส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดความคิดที่แตกต่างในเชิงสร้างสรรค์

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

(เบญจมาศ ฉิมมาลี, 2550) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนห้วยจริงวิทยา จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 72 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 36 คน กลุ่มควบคุม จำนวน 36 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

สุรชัย วงศ์จันเสือ (2555) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จำนวน 111 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อีกทั้งนักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

ประภาทิพย์ ภูนคร (2555) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้เทคนิค Five – Step Model ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางบัว (เพ่งตั้งตรงจิตรวิทยาคาร) จำนวน 60 คนแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังการฝึกและในระยะติดตามผลสูง

กว่ากลุ่มควบคุม และหลังการฝึกมีคะแนนสูงกว่าก่อนการฝึก นอกจากนี้กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดอย่างมีวิจารณญาณในระยะติดตามผลไม่แตกต่างจากหลังการฝึก

พีชาณิกา เพชรสังข์ (2556)ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คนและกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องจากนักเรียนได้สืบค้น อธิบาย ไตร่ตรองและช่วยกันตัดสินใจภายใต้ข้อมูล สถานการณ์ที่น่าเชื่อถือสร้างเป็นความรู้ใหม่ เปิดโอกาสในการตัดสินใจด้วยตนเอง และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ชัดเจนคือการระบุข้อตกลงเบื้องต้นที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหาและการขยายความรู้ และการประเมินข้อโต้แย้งที่เกิดในขั้นการสำรวจค้นหา ขั้นอธิบาย และขั้นขยายความรู้

งานวิจัยต่างประเทศ

Peter (2012) ได้ศึกษาเรื่อง การคิดอย่างมีวิจารณญาณส่วนสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าครูที่ต้องการปลูกฝังทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในชั้นเรียนต้องให้นักเรียนเป็นผู้ใช้ความรู้แทนการเป็นผู้รับ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการสืบค้นข้อมูล ฝึกฝน และตอบคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Aizikovitsh & Amit (2010) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินวิธีการรวมที่ส่งผลต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ฝึกการคิดอย่างมีวิจารณญาณโดยศึกษาเรื่องความน่าจะเป็น ในโปรแกรมการสอนนี้ได้ฝึกให้ค้นหาแหล่งข้อมูล ส่งเสริมให้เปิดใจยืดหยุ่นทางความคิด เปลี่ยนทัศนคติ และค้นหาทางเลือก สิ่งสำคัญคือการระบุองค์ความรู้ ความจริงที่ใช้ในการแสดงทัศนคติ ความคิดเห็น ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้จักค้นหาความจริง เปิดใจ และมั่นใจในตัวเอง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
    4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
    4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้**ใน**การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเกี่ยวกับปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กลวิธีการเสริมต่อความคิด และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ

3. ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบบันทึกพฤติกรรมการเรียนรู้

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Designs) ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (E) และกลุ่มควบคุม (C) โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
กลุ่มทดลอง (E)	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	X	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
กลุ่มควบคุม (C)	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	~ X	ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

~ X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ. กรุงเทพมหานคร) กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดราชสังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ. กรุงเทพมหานคร) กระทรวงศึกษาธิการ จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดราชบพิธ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ห้อง แบ่งเป็น ห้อง 1 - 8 นักเรียนคละความสามารถกันคือ มีนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนดี ปานกลาง และอ่อนอยู่รวมในห้องเดียวกัน ห้อง 9 - 10 เป็นห้องเรียนพิเศษ การจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีวิธีการดังนี้

1. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ของนักเรียนจำนวน 10 ห้อง มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*)

2. เลือกห้องที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ใกล้เคียงกันมากที่สุด จำนวน 2 ห้อง ซึ่งคือ นักเรียนห้อง ม. 3/1 จำนวน 40 คน และ ม. 3/8 จำนวน 32 คน

3. จากนั้นนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ของนักเรียนทั้งสองห้องเรียน มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) จากผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จึงถือว่านักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน

4. ผู้วิจัยทำการสุ่มโดยการจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม. 3/1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม. 3/8 จำนวน 32 คน เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งดำเนินการสอนดังนี้

- กลุ่มทดลอง : ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
- กลุ่มควบคุม : ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ

4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
- แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ

4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียนและหลังเรียน
- แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

4.1 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ จำนวน 15 คาบ โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมเนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง อสมการ จำนวน 13 คาบ และอีก 2 คาบ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด เรื่อง อสมการ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา
1.1 อ่านข้อความปัญหา
1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา
1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน
ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้
ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

2. ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนวัดราชบพิธ ที่อิงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด โดยพิจารณาเนื้อหาที่สามารถทำเป็นโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ได้ ซึ่งคือเรื่อง อสมการ

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และการแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4. เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด เรื่อง อสมการ จำนวน 15 แผน

ทั้งนี้ในขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นเตรียมความพร้อม ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ผลการตรวจพิจารณา อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะว่า วิธีการสอนเนื้อหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเหมือนกัน ใบงาน และใบกิจกรรม ต้องคล้ายคลึงกันมากที่สุด กลุ่มทดลองจะได้รับทั้งปัญหาแบบปกติและปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ในสัดส่วน 20 : 80 ตามลำดับ เนื่องจากว่า นักเรียนกลุ่มทดลองจะได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้น การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์โดยเฉพาะ จึงต้องมีสัดส่วนของโจทย์ที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มากถึง 80% และในหนึ่งคาบนักเรียนอาจได้เรียนปัญหาทั้งสองแบบ ปัญหาแบบปกติดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนแบบปกติ ส่วนปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ดำเนินการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง

4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแบบปกติ

เรื่อง อสมการ มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักสูตรโรงเรียนวัดราชบพิธ หนังสือเรียนและคู่มือครูของสำนักงานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการจัดการเรียนรู้

3. เขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแบบปกติ เรื่อง อสมการ จำนวน 15 แผน โดยแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ผลการตรวจพิจารณา อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะว่า วิธีการสอนเนื้อหาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต้องเหมือนกัน ใบงาน และใบกิจกรรม ต้อง

คล้ายคลึงกันมากที่สุด กลุ่มควบคุมจะได้รับทั้งปัญหาแบบปกติและปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ในสัดส่วน 80 : 20 ตามลำดับ เนื่องจากว่า นักเรียนต้องได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมือนนักเรียนทั่ว ๆ ไป ที่เรียนตามหนังสือ สสวท. แต่อาจจะเจอโจทย์ยากได้บ้าง จึงกำหนดให้สัดส่วนของโจทย์ยากแบบที่เป็นโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เป็น 20% และนักเรียนจะเจอปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ในแผนท้ายๆ ของการเรียนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอสมการ ซึ่งปัญหาทั้งสองแบบดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาแบบปกติ

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้จริงกับกลุ่มควบคุม

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 15 แผน โดยเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อสมการ จำนวน 13 คาบ และอีก 2 คาบ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงสาระการเรียนรู้ และจำนวนคาบของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่	**สาระการเรียนรู้**	**จำนวนคาบ**
1	ทดสอบก่อนเรียน	1
2	ทบทวนความรู้ทั้งหมด เรื่อง อสมการ	1
3 - 14	การแก้โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	12
15	ทดสอบหลังเรียน	1
รวม		15

สำหรับขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของห้องทดลอง โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ตามแนวคิด Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด โดยวิธีการเลือกการเสริมต่อความคิด จะพิจารณาจากประเภทของการเสริมต่อความคิดทั้งหมด ว่าแต่ละประเภทต้องทำอะไร ทำเพื่อให้เกิดอะไร และโดยวิธีการใด จากนั้นก็วิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการเสริมต่อความคิด ที่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการให้เกิดในแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา ซึ่งมีรายละเอียดการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา มี 3 ขั้นย่อยๆ ดังนี้

1.1 อ่านข้อความปัญหา

จุดเน้น : เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อน สังเกต และจับประเด็นสำคัญของปัญหาว่าโจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรมาให้ และต้องการทราบอะไร

ผู้สอน : ครูประเมินว่านักเรียนจับประเด็นสำคัญของปัญหาได้หรือไม่ ด้วยการถามคำถามสั้น ๆ ถ้านักเรียนทุกคนตอบได้ ครูอาจไม่จำเป็นต้องเสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนตอบไม่ได้ ครูจะเสริมต่อความคิดโดยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจปัญหาด้วยการสังเกต (Noticing) เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามกับสิ่งที่เผชิญอยู่ จากนั้นครูตอบคำถามด้วยการอธิบาย แสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง (Explaning : Showing & Telling) เพื่อให้ปัญหากระจ่างขึ้น วิธีนี้นักเรียนจะเกิดความเข้าใจในแบบฉบับของตัวเอง

ผู้เรียน : อ่านข้อความปัญหา และถามคำถามที่สงสัยเกี่ยวกับโจทย์ รวมถึงตอบคำถามของครู นักเรียนสามารถพูดคุยเกี่ยวกับโจทย์ปัญหากับครู หรือเพื่อนในชั้นเรียนได้ เพื่อแลกเปลี่ยนความคิด

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

จุดเน้น : จับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนด หรือเงื่อนไขต่างๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร อาจเขียนเป็นอสมการ พร้อมคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้

ผู้สอน : ครูประเมินนักเรียน โดยถามคำถามว่าแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ถ้านักเรียนทุกคนตอบได้ครูอาจไม่เสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนตอบไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดยใช้การชี้แนะแนวทาง (Guiding) ถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ผู้เรียน : นักเรียนกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา และแปลความแต่ละองค์ประกอบของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่าหมายถึงสิ่งใด จากนั้นดูว่าองค์ประกอบเหล่านั้นเกี่ยวข้อง หรือสัมพันธ์กันอย่างไร นักเรียนอาจลองทดเป็นอสมการไว้ก่อน โดยเขียนอสมการเหล่านั้นในเอกสารที่ครูเตรียมไว้ เพื่อดำเนินการเลือกและหาคำตอบต่อไป (ถ้าหากเป็นไปได้หลายอสมการให้นักเรียนเขียนคำตอบเหล่านั้นเอาไว้ก่อน ค่อยพิจารณาตัดสินใจเลือกในขั้นถัดไป)

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

จุดเน้น : เลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ หรือเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์

ผู้สอน : ครูประเมินนักเรียนจากการเดินดูนักเรียน ถ้านักเรียนทุกคนเขียนอสมการได้อย่างถูกต้อง

ครูอาจไม่เสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนที่เขียนไม่ได้ ครูจะเสริมต่อความคิดโดยใช้คำถามกระตุ้น (Question Prompts) เพื่อให้นักเรียนนึกถึงความรู้เดิมที่เคยเรียนมา

ผู้เรียน : นักเรียนที่ยังเขียนอสมการไม่ได้ อาจฟังคำถามกระตุ้นจากครูเพื่อเป็นแนวทางให้คิด และมองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์ให้มา หรืออาจให้เพื่อนช่วย แล้วลองพยายามเขียนออกมาเป็นอสมการ เมื่อนักเรียนได้อสมการแล้ว อาจมีได้หลายอสมการ แต่มีอสมการที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องเพียงอสมการเดียว นักเรียนจึงต้องเลือกเพียงหนึ่งอสมการ ถ้าหากนักเรียนคิดไม่ออก อาจต้องฟังคำถามกระตุ้นการคิดจากครู

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

จุดเน้น : การหาคำตอบ และวิธีการหาคำตอบ อาจจะมีหลากหลาย จึงต้องเลือกคำตอบที่สอดคล้องกับปัญหาที่ผู้แก้ปัญหารับรู้ โดยการสร้างแบบจำลองขึ้นในใจ (Mental model) อิงจากตัวแทนปัญหาที่ได้จากขั้นที่ 1 แบบจำลองในใจที่สร้างขึ้นอาจนำมาสู่คำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา

ผู้สอน : ครูประเมินนักเรียนจากการเดินดูนักเรียนทำงาน ถ้ามีนักเรียนที่ทำไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดยถามคำถามสั้นๆ ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่นักเรียนได้รับแล้วแสดงวิธีคิดและหาคำตอบให้นักเรียนดู (Parallel Modeling) ระหว่างที่เดินดูนักเรียนครูจะให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feeding back) เป็นข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ของครู เพื่อให้นักเรียนเห็นผลจากการกระทำของตนเองหรือของเพื่อน จากนั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเป็นครูสอนเพื่อนได้ (Apprenticing) นักเรียนจะได้เรียนรู้จากกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และเกิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อน

ผู้เรียน : นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบ หากคำตอบเป็นได้หลายอย่าง ให้นักเรียนพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์ต้องการมากที่สุด หรือพิจารณาจากแบบจำลองในใจของนักเรียนที่มีต่อโจทย์ ซึ่งคำตอบที่ได้อาจมีเพียงคำตอบเดียว หากนักเรียนทำไม่ได้ อาจขอความช่วยเหลือจากครู และเพื่อนนักเรียนได้

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

จุดเน้น : ดำเนินการติดตามและประเมินผลกระบวนการแก้ปัญหา หากเกิดข้อผิดพลาดขึ้น นักเรียนสามารถย้อนกลับไปดูขั้นตอนต่างๆ ที่ทำมา และกลับไปเลือกคำตอบที่เหมาะสมต่อไปได้

ผู้สอน : ครูประเมินนักเรียน โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ และล้วงดูความเข้าใจของนักเรียน (Probing) จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา (Students Explaning and Justifying) นักเรียนจะได้รับฟังความคิดเห็นของ

เพื่อนคนอื่น และถามคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับตัวเอง เป็นวิธีการที่สร้างความชัดเจนให้กับความคิดนักเรียน และพัฒนาความคิดนักเรียนแต่ละคนได้ สุดท้ายครูชี้ประเด็นสำคัญ (Marking critical features) ให้นักเรียนเห็นว่างานที่สำเร็จเป็นอย่างไร งานที่บกพร่อง หรือคลาดเคลื่อนเป็นอย่างไร และแก้ไขได้อย่างไร

ผู้เรียน : นักเรียนเขียนตรวจคำตอบลงในเอกสารที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยนำคำตอบที่ได้แทนกลับลงไปในโจทย์ เติมเต็มข้อความในโจทย์ที่ขาดหายไปให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และพิจารณาประกอบกับเงื่อนไขต่างๆ ว่าเป็นไปตามที่โจทย์กำหนดหรือไม่ หากนักเรียนพบข้อผิดพลาดสามารถย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นต่างๆ ที่ทำมาว่าผิดในขั้นใดได้ แต่ถ้านักเรียนมั่นใจในคำตอบของตัวเองแล้วสามารถ สามารถนำคำตอบนั้นมาบอกเล่ากับครูและเพื่อนๆ ในช่วงเวลาที่ครูจัดไว้ให้ ประกอบกับเหตุผลของนักเรียน ซึ่งคำตอบที่แตกต่างออกไปไม่จำเป็นต้องผิด หรือถ้าทำผิดนักเรียนจะทราบเหตุผล ภายหลังที่ให้เพื่อนและครูช่วยกันวิเคราะห์แล้ว

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดสำหรับกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้เขียนเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

Chulalongkorn University

กลุ่มทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด	**กลุ่มควบคุม** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ
ขั้นเตรียมความพร้อม 1. ครูกล่าวทักทายนักเรียนและพูดคุยเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวโยงกับเนื้อหาที่สอน สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่อาจเจอในบทเรียน เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน 2. ครูใช้การถาม-ตอบ ประกอบการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนการสอน	

กลุ่มทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด	**กลุ่มควบคุม** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ
ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 1. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้การถาม-ตอบ ประกอบการบรรยาย นักเรียนจดใส่สมุด 2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน จากนั้นสุ่มถามนักเรียนในห้องตอบ ก่อนที่จะเฉลยคำตอบ 3. ครูใบกิจกรรม ที่เตรียมไว้ให้กับนักเรียนคนละ 1 ชุด ทั้งห้องทดลองและห้องควบคุม	
4. นักเรียนห้องทดลองจะได้รับปัญหาปกติและปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นสัดส่วน 20 : 80 และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด ซึ่งปัญหาแต่ละข้อมีวิธีการแก้ปัญหา ดังนี้ **ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา** **1.1 อ่านข้อความปัญหา** 1. นักเรียนอ่านข้อความปัญหา เพื่อให้เข้าใจปัญหา สังเกตและจับประเด็นสำคัญของปัญหา 2. ครูประเมินความเข้าใจของนักเรียนด้วยการถามคำถามสั้น ๆ - ถ้านักเรียนทุกคนตอบได้ครูจะไม่เสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนตอบไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจปัญหาด้วยการสังเกต (Noticing) เปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามกับสิ่งที่เผชิญอยู่	4. นักเรียนห้องควบคุมจะได้รับปัญหาปกติและปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เป็นสัดส่วน 80 : 20 และดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีแบบปกติ ซึ่งปัญหาแต่ละข้อมีวิธีการแก้ปัญหา ดังนี้ 4.1 ครูกระตุ้นให้นักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา แล้วถามคำถามเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาเพียงใด โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และต้องการให้หาอะไร นอกจากนี้นักเรียนอาจเปลี่ยนโจทย์ปัญหาเป็นคำพูดของตัวเอง

กลุ่มทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด	**กลุ่มควบคุม** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ
- ครูตอบคำถามนักเรียนด้วยการอธิบาย แสดงตัวอย่าง และเล่าเรื่อง (Explaning : Showing & Telling) เพื่อให้ปัญหากระจ่างขึ้น วิธีนี้นักเรียนจะเกิดความเข้าใจในแบบฉบับของตัวเอง **1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา** 1. นักเรียนจับความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร แล้วคาดเดาคำตอบที่เป็นไปได้ 2. ครูประเมินนักเรียนจากคำถามที่ถามนักเรียนโดยสุ่มถามนักเรียนว่าแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ถ้านักเรียนทุกคนตอบได้ครูจะไม่เสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนตอบไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดย - ชี้แนะแนวทาง(Guiding) โดยถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการ **1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน** 1. นักเรียนเลือกแนวทางเพื่อหาคำตอบ เช่น ระบุทฤษฎีบท กฎ สูตรที่ใช้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์ 2. ครูประเมินนักเรียนโดยถ้านักเรียนทุกคนเขียนแนวทางได้อย่างถูกต้องครูจะไม่เสริมต่อความคิด แต่ถ้ามีนักเรียนที่เขียนไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดย ครูใช้คำถามกระตุ้น (Question Prompts) เพื่อให้นักเรียนนึกถึงความรู้เดิมที่เคยเรียนมา ครูให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือจากใบงาน/ใบกิจกรรม แล้วเลือกแนวทางในการค้นหาคำตอบ เพื่อหาสิ่งที่ขาดหายไปและสิ่งที่ต้องการ	4.2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา และถามคำถามว่าเคยเห็นโจทย์ลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ ถ้าเคยใช้ความรู้เรื่องอะไรหรือทฤษฎีบท กฎ สูตรอะไร พร้อมทั้งบอกกลยุทธ์การแก้ปัญหานั้น 4.3 นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ครูกระตุ้นให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าแผนการใช้ไม่ได้ ให้นักเรียนกลับไปเริ่มขั้นที่ 2 ใหม่ พร้อมกับให้คำแนะนำกรณีที่นักเรียนต้องการความช่วยเหลือ 4.4 นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ โดยพิจารณาจากโจทย์และดูความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบ ครูถามคำถามเพื่อให้นักเรียนอธิบายคำตอบ รวมทั้งวิธีการหาคำตอบทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด	**กลุ่มควบคุม** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ
ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ 1. นักเรียนดำเนินการหาคำตอบ (ถ้ามีหลายคำตอบให้เลือกคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุด พร้อมให้เหตุผลประกอบ) 2. ครูเดินดูนักเรียน ถ้ามีนักเรียนที่ทำไม่ได้ครูจะเสริมต่อความคิดโดยถามคำถามสั้นๆ ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่นักเรียนได้รับแล้วแสดงวิธีคิดและหาคำตอบให้นักเรียนดู (Parallel Modeling) 3. ครูเดินดูนักเรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feeding back) เป็นข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ของครูเพื่อให้นักเรียนเห็นผลจากการกระทำของตนเองหรือของเพื่อน 4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกเป็นครูสอนเพื่อนได้ (Apprenticing) นักเรียนจะได้เรียนรู้จากกัน มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน และเกิดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อ**น** **ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา** 1. นักเรียนประเมินคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขโจทย์หรือไม่ พร้อมให้เหตุผลประกอบ ถ้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้นนักเรียนสามารถย้อนกลับไปดูขั้นต่างๆ ก่อนหน้านี้ได้และแก้ไขให้ถูกต้อง โดยเฉพาะในขั้นที่ 1 การอ่านข้อความปัญหา นักเรียนต้องอ่านโจทย์อีกครั้ง และวิเคราะห์โจทย์จนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน 2. ครูประเมินนักเรียนโดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนเข้าใจและล้วงดูความเข้าใจของนักเรียน (Probing)	

<table>
<tr><th>กลุ่มทดลอง
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด</th><th>กลุ่มควบคุม
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ</th></tr>
<tr><td>3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา (Students Explaning and Justifying) โดยอภิปรายร่วมกันทั้งห้องหรือเป็นกลุ่มย่อย นักเรียนจะได้รับฟังความคิดเห็นของเพื่อนคนอื่นๆ และถามคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับตัวเอง เป็นวิธีการที่สร้างความชัดเจนให้กับความคิดนักเรียนและพัฒนาความคิดนักเรียนแต่ละคนได้
4. ครูชี้ประเด็นสำคัญ (Marking critical features) ให้นักเรียนเห็นว่างานที่สำเร็จเป็นอย่างไร และงานที่บกพร่องหรือคลาดเคลื่อนเป็นอย่างไร และจะแก้ไขได้อย่างไร</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้
1. นักเรียนทุกคนช่วยกันบอกเล่า แบ่งปัน และสรุปสิ่งที่ได้หลังจากการเรียน
2. ครูใช้การถาม-ตอบ ประกอบการทบทวนสิ่งนักเรียนที่ได้เรียนมา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนและตระหนักในคุณค่าของสิ่งที่ได้เรียน
3. ครูทิ้งท้ายด้วยคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนเพื่อให้นักเรียนกลับไปคิดต่อ</td></tr>
</table>

4.2 การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ มี 2 แบบ คือ

- แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน และหลังเรียน
- แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน และหลังเรียน

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 2 ฉบับ คือ ก่อนเรียน 1 ฉบับ เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ และหลังเรียน 1 ฉบับ เรื่อง อสมการ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง จำนวน 30 ข้อ และนำไปใช้จำนวน 20 ข้อ มีรายละเอียดในการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1) ศึกษากรอบการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งผู้วิจัยสร้างตามองค์ประกอบของ Facione (1990) และ Watson & Glaser (2008) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ด้าน ดังนี้

การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่าข้อสรุปใดสมเหตุสมผล โดยอิงความรู้ หลักการและทฤษฎี

การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

การวิเคราะห์ เป็นการระบุและแปลความแต่ละองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหา และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น

การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป เป็นการจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือคาดคะเนความจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการจำแนกว่าข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

2) สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัด 2 องค์ประกอบ คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น องค์ประกอบละ 6 ข้อ รวม 12 ข้อ

ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเติมคำตอบ วัด 3 องค์ประกอบ คือ การวิเคราะห์ การอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป และการประเมินข้อโต้แย้ง องค์ประกอบละ 6 ข้อ รวม 18 ข้อ

3) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามโครงสร้างของการ

คิดอย่างมีวิจารณญาณทั้ง 5 องค์ประกอบ ความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และความถูกต้องของภาษา แล้วนำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทพศิรินทร์ จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ

ตอนที่ 1 ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

ตอนที่ 2 ข้อละ 1 คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1	เลือกคำตอบและให้เหตุผลอย่างถูกต้อง
0.5	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลผิด
0	เลือกคำตอบผิดหรือไม่ตอบ

จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าความเที่ยงโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ให้อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 และหาค่าอำนาจจำแนก (R) ให้มีค่า 0.2 ขึ้นไป

6) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ตามที่กำหนด จำนวน 20 ข้อ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบวัดที่คัดเลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทพศิรินทร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม จำนวน 30 คน

7) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังเรียนที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 แบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยสังเกตตามองค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ประการ ตามแนวคิดของ Facione (1990) และ Watson and Glaser (2008) ดังนี้

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการพิจารณาว่า นักเรียนสามารถหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล โดยอิงความรู้ หลักการ และทฤษฎี ได้หรือไม่

2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เป็นการพิจารณาว่า นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า ข้อความใดเป็นข้อตกลง หรือเงื่อนไข ที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

3. การวิเคราะห์ เป็นการพิจารณาว่านักเรียนสามารถระบุ และแปลความแต่ละองค์ประกอบของสถานการณ์ปัญหา และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น ได้หรือไม่

4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป เป็นการพิจารณาว่า นักเรียนสามารถจำแนกระดับความน่าจะเป็นของข้อสรุป ที่ได้จากการสังเกต หรือคาดคะเนความจริงจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ได้หรือไม่

5. การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นการจำแนกว่านักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่า ข้อโต้แย้งใดมีความหนักแน่นน่าเชื่อถือ โดยพิจารณาจากเหตุผลประกอบและความเกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา

โดยผู้วิจัยสังเกตจากการทำกิจกรรมในห้อง และการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียน ผู้วิจัยสังเกต 3 ครั้ง คือ ท้ายคาบเรียนที่ 5 , 9 และ 12 และมีรายละเอียดในการพัฒนาแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

1) ศึกษากรอบการสร้างแบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้าง แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบ แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2) สร้างแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยยึดตามองค์ประกอบ 5 ประการ

3) นำแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

4) นำแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

นอกจากนี้ยังทำตารางเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 5 ประการ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4 ตารางเพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทั้ง 5 ประการ ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

	ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา			ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้	ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา
	อ่านข้อความปัญหา	กำหนดธรรมชาติของปัญหา	ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน		
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย					
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น					
3. การวิเคราะห์					
4. การอนุมาน					
5. การประเมินข้อโต้แย้ง					

5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอน และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิดสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ปกติสำหรับกลุ่มควบคุม เนื้อหาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง อสมการ

5.1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

5.1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิธ เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.4 ผู้วิจัยทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อนการทดลอง ด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ แล้ว

ทำการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) เพื่อดูว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มเป็นประชากรกลุ่มเดียวกัน จากนั้นจึงนำมาทดสอบความแตกต่างโดยใช้ค่าที (t-test) เพื่อดูว่านักเรียนทั้งสองห้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 ขั้นดำเนินการทดลอง

5.2.1 ดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด และสอนนักเรียนกลุ่มควบคุมด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เนื้อหาที่ใช้สอนเรื่อง อสมการ ในระหว่างการทดลองสอนผู้วิจัยสังเกตพัฒนาการ โดยบันทึกลงในแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ท้ายคาบเรียนที่ 5 , 9 และ 12

5.2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามแผนที่กำหนดไว้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 15 คาบ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ

5.2.4 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3 ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ลักษณะ คือ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมจากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน และหลังเรียน

5.3.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมจากแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยสังเกตจากการทำกิจกรรมในห้องเรียน และการตอบคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียน ว่าสอดคล้องตามองค์ประกอบ 5 ข้อ ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างไร

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีรายละเอียดในการวิเคราะห์ดังนี้

6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าที (t-test) ดังนี้

6.1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติก่อนเรียนและหลังเรียน

6.1.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน

6.1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative)

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ จากแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และใบกิจกรรม โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) ดังนี้

- วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ วิเคราะห์ข้อมูล 3 ครั้ง คือท้ายคาบเรียนที่ 5 , 9 และ 12 และสังเกตพัฒนาการของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

7.1.1 ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้วิธีหา สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ ครอนบาค (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: 128)

7.1.2 ค่าความยาก (p) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

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

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

S_h แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_l แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

x_{max} แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

x_{min} แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

n_t แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147 - 148)

7.1.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

$$\square = \frac{\square_{\boldsymbol{h}} - \square_{\square}}{\square_{\boldsymbol{h}}(\square_{\square\square\square} - \square_{\square\square\square})}$$

เมื่อ $\square$ แทน ค่าอำนาจจำแนก

$\square_{\boldsymbol{h}}$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

$\square_{\square}$ แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

$\square_{\square\square\square}$ แทน คะแนนสูงสุดที่ได้

$\square_{\square\square\square}$ แทน คะแนนต่ำสุดที่ได้

$\square_{\boldsymbol{h}}$ แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147 - 148)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ความถี่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{\square}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และการวิเคราะห์ค่าที (t-test for dependent samples) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science : SPSS)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้าง ไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงผลดังตารางที่ 5

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด แสดงผลดังตารางที่ 6 และตารางที่ 7

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลทั่วไป
    1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน
    1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู
    1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน
2. พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้าง ไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (□̄) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (□) และการทดสอบค่าที (□ – □□□□) เพื่อทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

กลุ่มทดลอง	□	□̄	□	□	□ – □□□□□
ก่อนเรียน	40	7.78	2.87	5.747	.000*
หลังเรียน	40	11.75	3.00		

* □ < .05

จากตารางที่ 5 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 7.78 และ 11.75 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.87 และ 3.00 ตามลำดับ และจากการทดสอบ ค่าที (□ – □□□□) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด แสดงผลดังตารางที่ 6 (ก่อนเรียน) และตารางที่ 7 (หลังเรียน)

ตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (□) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (□) และการทดสอบค่าที (□ – □□□□) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	□	□̄	□	□	□ – □□□□□
กลุ่มทดลอง	40	7.78	2.87	1.726	.089*
กลุ่มควบคุม	32	6.72	2.24		

* □ < .05

จากตารางที่ 6 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน เท่ากับ 7.78 และ 6.72 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.87 และ 2.24 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (□ – □□□□) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต (□) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (□) และการทดสอบค่าที (□ – □□□□) เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด หลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	□	□̄	□	□	□ – □□□□□
กลุ่มทดลอง	40	11.75	3.00	2.303	.024*
กลุ่มควบคุม	32	9.97	3.56		

* □ < .05

จากตารางที่ 7 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน เท่ากับ 11.75 และ 9.97 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.00 และ 3.56 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (□ – □□□□) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

ตั้งอยู่บน บ้านเลขที่ 3 ถนนสนามไชย แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 10200 ก่อตั้งขึ้นในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 นับเป็นโรงเรียนมัธยมชายล้วน (โรงเรียนชายล้วน) ที่มีความเป็นมายาวนานแห่งหนึ่งของประเทศไทย คำว่า ราชบพิธ หมายถึง กษัตริย์ทรงสถาปนาขึ้น อันเป็นนามพระราชทานของวัดราชบพิธสถิตมหาสีมาราม วัดประจำรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว

โรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ.) เปิดสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีห้องเรียนทั้งหมด 54 ห้องเรียน นักเรียน 1,711 คน ครู 112 คน ผู้วิจัยเลือกทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีทั้งหมด 10 ห้องเรียน มีนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 35 คน วิสัยทัศน์ คือ โรงเรียนวัดราชบพิธ เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเป็นคนที่สมบูรณ์ บนพื้นฐานของความเป็นไทย สู่สากล พันธกิจ คือจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพ วิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน พัฒนาแหล่งเรียนรู้ จัดสภาพแวดล้อม เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาเต็มตามศักยภาพและให้บริการแก่ชุมชน และบริการจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (SBM) เป้าหมาย คือ ผู้เรียนเป็นคนดี มีความรู้ ภาคภูมิใจในความเป็นไทย และมีศักยภาพเป็นพลโลก นำผลวิจัยไปพัฒนาคุณภาพผู้เรียนอย่างยั่งยืน พัฒนาแหล่งเรียนรู้ จัดสภาพแวดล้อมให้มีความเหมาะสมและพอเพียง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้เต็มตามศักยภาพ สามารถให้บริการแก่ชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบริหารจัดการศึกษาด้วยระบบคุณภาพ โดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (SBM) อัตลักษณ์ของสถานศึกษา คือ สุภาพบุรุษวิถีพุทธ เอกลักษณ์ของสถานศึกษา คือ เรียนรู้คู่คุณธรรม

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับครู

มีครูทั้งหมด 122 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 8 คน เป็นผู้สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 6 คน คิดเป็น ร้อยละ 75 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 1 คน คิดเป็น ร้อยละ 12.5 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 ซึ่งทั้งหมดสำเร็จการศึกษาทาง การสอนคณิตศาสตร์โดยตรง

ด้านภาระงานในการสอนของครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูแต่ละท่านได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉลี่ยประมาณ 20 คาบต่อสัปดาห์ รายวิชาอื่นๆ เช่น กิจกรรมชุมนุม กิจกรรมลูกเสือ – เนตรนารี และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น งานวิชาการ งานฝ่ายแผน งานพัสดุ งานกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน จากการสัมภาษณ์และสังเกตการสอนของครู พบว่า ครูหมวดคณิตศาสตร์มีจำนวนน้อยไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน ครูหลายท่านเกษียรและย้ายโรงเรียนกลับภูมิลำเนา สำหรับการสอนของครูส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย และใช้เพาเวอร์พ้อย ส่วนเนื้อหาที่เรียนส่วนใหญ่เน้นที่นักเรียนจะนำไปใช้ทำข้อสอบ

1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

มีนักเรียนทั้งหมด 1,711 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 314 คน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 72 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 40 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 32 คน เป็นนักเรียนชายทั้งหมด ผลการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มใกล้เคียงกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่ของทั้งสองกลุ่มมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และอาศัยอยู่กับบิดามารดา ลักษณะครอบครัวเป็นครอบครัวเดี่ยว คิดเป็นร้อยละ 80 ส่วนร้อยละ 20 อาศัยอยู่กับญาติ เช่น ปู่ ย่า ตา ยาย น้า และอา มีภูมิลำเนาอยู่ในกรุงเทพฯ นักเรียนบางส่วนพ่อแม่ย้ายมาจากต่างจังหวัดเพื่อมาทำงานในกรุงเทพฯ และพักอาศัยอยู่ในชุมชนที่อยู่ใกล้กับโรงเรียน ซึ่งการเดินทางมาโรงเรียนมีความสะดวก เพราะอยู่ใกล้กับอู่รถเมล์หลายสาย เช่น สาย 47 , 48 , 508 หรือนักเรียนสามารถเดินมาโรงเรียนได้ ส่วนอาชีพของผู้ปกครองคือ รับจ้างทั่วไป ขับรถเมล์ ค้าขาย ธุรกิจส่วนตัว รับราชการและรัฐวิสาหกิจ ซึ่งส่วนใหญ่จะรับราชการและรัฐวิสาหกิจ นักเรียนไม่มีปัญหาด้านการเงิน ผู้ปกครองส่วนใหญ่ใส่ใจในเรื่องการศึกษา ทำให้มีนักเรียนจำนวนหนึ่งเรียนพิเศษนอกเวลาเรียนจากสถาบันการศึกษาข้างนอกด้วย

2. พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน

พัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธี การเสริมต่อความคิด วิเคราะห์ตามแนวคิดของ Facione (1990) และ Watson and Glaser (2008) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 การให้เหตุผลแบบนิรนัย

เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ หลักการ และทฤษฎี เกี่ยวกับเรื่อง อสมการ เพื่อแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธี การเสริมต่อความคิดแต่ละขั้น 3 ขั้น โดยสังเกตพัฒนาการท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา

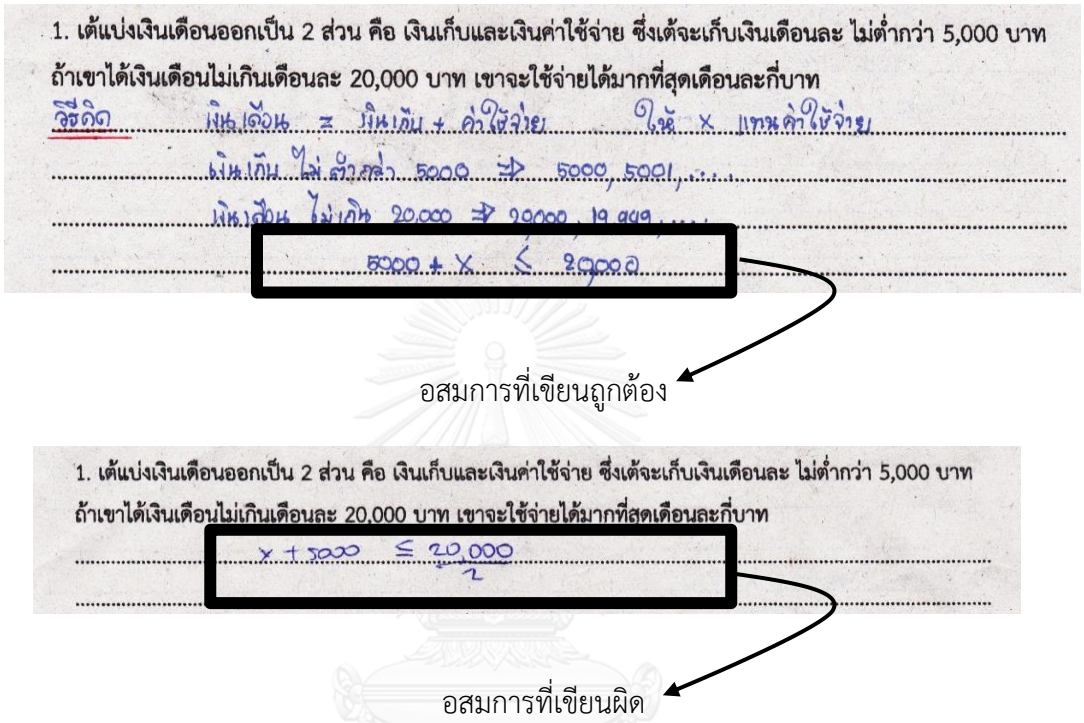
1.1 อ่านข้อความปัญหา

ในขั้นนี้ นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อทำความเข้าใจโจทย์ โดยนักเรียนอาจเจอคำว่า มากกว่า น้อยกว่า ไม่ถึง ไม่เกิน และไม่ต่ำกว่า ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับคำเหล่านี้อยู่ สังเกตได้จากนักเรียนตอบคำถามครูผิดหรือตอบไม่ได้หรือบางทีก็เลี่ยงที่จะไม่ตอบ และนักเรียนเริ่มตอบคำถามได้มากขึ้นในคาบที่ 4 จนมาถึงคาบที่ 5 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ตอบคำถามครูได้และตอบถูกแต่ต้องใช้เวลาคิดสักพักก่อนตอบ มีส่วนน้อยที่ตอบผิดและยังสับสนอยู่ ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ยินคำตอบจากเพื่อนนักเรียนจะเริ่มเปรียบเทียบคำตอบของตัวเองกับเพื่อน จนสุดท้ายนักเรียนจะตอบคำตอบที่ถูกต้องเป็นเสียงเดียวกัน ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนตอบคำถามครูได้อย่างถูกต้องซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเสียงเดิมๆ ครูจึงสุ่มนักเรียนที่ไม่เคยตอบเลยตอบคำถาม ปรากฏว่าส่วนใหญ่ตอบถูก และมีบางส่วนที่ตอบผิดและลังเลเวลาตอบ ท้ายคาบ ที่ 12 ครูสุ่มถามนักเรียนเช่นเคยนักเรียนทุกคนตอบคำถามครูได้อย่างถูกต้อง มีบางคนที่ต้องใช้เวลาคิดสักพักก่อนตอบ ในขั้นนี้ไม่มีการเขียนลงไปในใบกิจกรรม

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

ในขั้นนี้ นักเรียนได้ใช้ความรู้เกี่ยวกับการแปลงข้อความจากโจทย์ปัญหาเป็นภาษาสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดหรือเงื่อนไขต่างๆ สร้างเป็นอสมการ ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนไม่สามารถแปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการได้ด้วยตัวเอง ต้องอาศัยคำแนะนำจากครู หรือรอทำไปพร้อมกับครู เมื่อครูถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการนักเรียนตอบได้ แต่ถ้าถามเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่าสอดคล้องกันอย่างไรเพื่อเชื่อมโยงไปสู่

การสร้างเป็นอสมการ นักเรียนตอบไม่ได้ เลี่ยงไม่ตอบ และไม่สบตาครู นักเรียนเริ่มตอบคำถามครูมากขึ้นในคาบที่ 4 ซึ่งคำตอบมีทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับคำถาม จนมาถึงคาบที่ 5 นักเรียนสามารถตอบคำถามครูได้ว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้สอดคล้องกันอย่างไร ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่ตอบได้ถูกและตอบผิด สังเกตได้จากในใบกิจกรรม ดังรูปภาพที่ 5

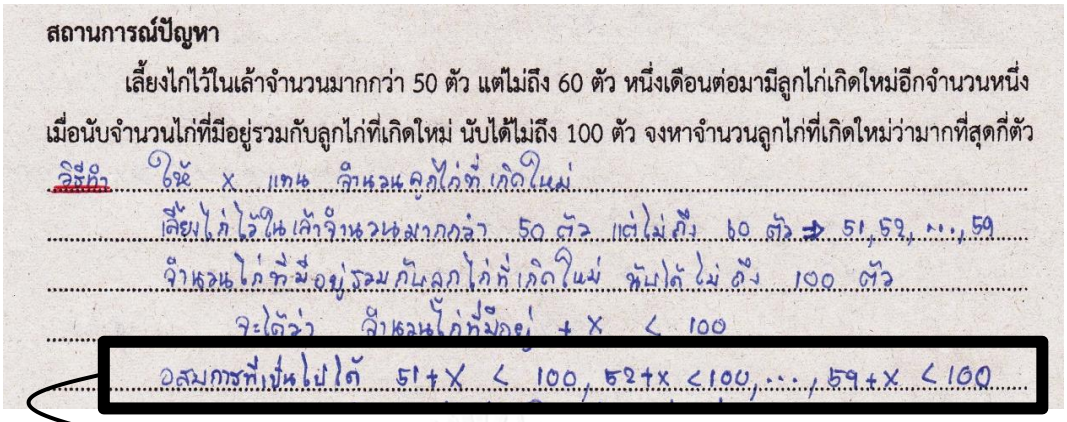


รูปภาพที่ 5 เปรียบเทียบการเขียนอสมการที่ถูกต้อง และการเขียนอสมการที่ผิดในใบกิจรรมท้ายคาบที่ 5

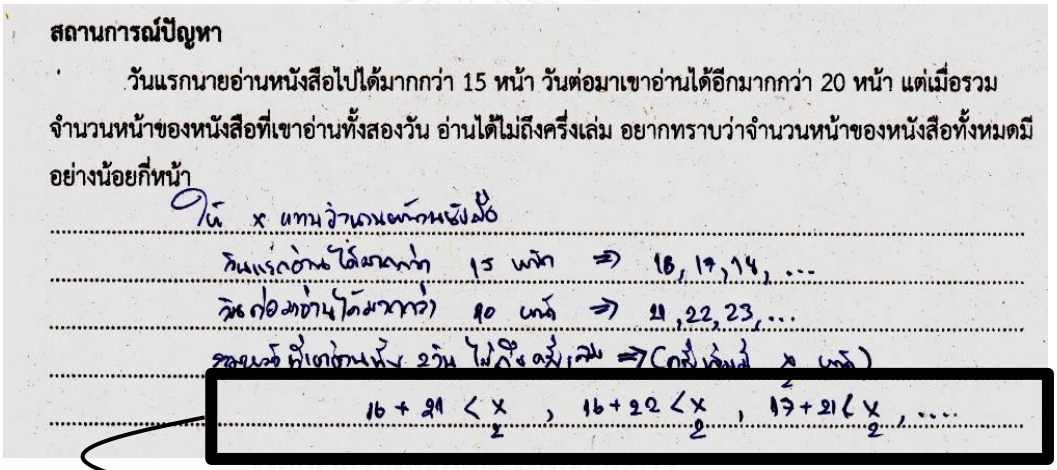
จากรูปภาพที่ 5 จะเห็นว่า นักเรียนที่เขียนอสมการผิดเป็นเพราะ ในโจทย์มีการแบ่งเงินเดือนออกเป็นสองส่วน ทำให้นักเรียนเข้าใจว่า เอาจำนวนเงินทั้งหมดมาแบ่งครึ่ง หรือหารด้วย 2 แต่ความหมายที่แท้จริงคือ การแบ่งเงินออกเป็นสองส่วนไม่ได้แบ่งเท่าๆ กัน แต่แบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือ เงินเก็บ และเงินค่าใช้จ่าย

ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนส่วนใหญ่แปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการได้ด้วยตัวเอง มีนักเรียนบางส่วนรอฟังคำอธิบายและคำแนะนำจากครู โดยทำไปพร้อมกับครู และท้ายคาบที่ 12 ครูรอฟังคำอธิบายส่วนประกอบต่างๆ ของโจทย์ จนไปถึงการแปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการจากนักเรียน ซึ่งครูทำหน้าที่เพียงให้ฟีดแบคว่าทำถูก หรือทำผิด หรือควรเพิ่มเติมตรงไหนเท่านั้น และ

นักเรียนสามารถเขียนอสมการได้อย่างถูกต้องทุกคนตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9 สังเกตได้จากใบกิจกรรม ดังรูปภาพที่ 6



อสมการที่นักเรียนเขียนได้ท้ายคาบที่ 9



อสมการที่นักเรียนเขียนได้ท้ายคาบที่ 12

รูปภาพที่ 6 เปรียบเทียบอสมการที่นักเรียนเขียนได้ท้ายคาบที่ 9 และคาบที่ 12

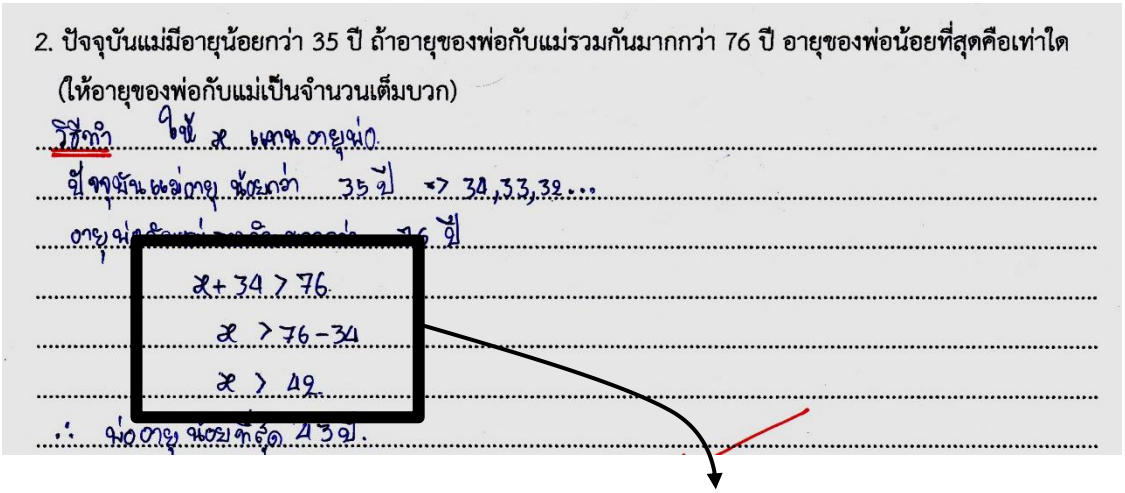
จากรูปภาพที่ 6 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถเขียนอสมการที่เป็นไปได้ ได้ตั้งแต่คาบที่ 9 เป็นเพราะ นักเรียนเกิดความเข้าใจว่า จากข้อมูลที่โจทย์ให้มาสามารถเขียนเป็นอสมการได้หลากหลายแบบ และยังทราบว่าสิ่งที่โจทย์ให้มาเขียนเป็นอสมการแบบใดได้บ้าง

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

ในขั้นนี้ได้ใช้ความรู้ หลักการ หรือทฤษฎีที่เรียนมาน้อยมาก จะใช้ทักษะด้านอื่นๆ แทน เช่น การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น และการวิเคราะห์

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

ในขั้นนี้ นักเรียนไม่มีปัญหาในการนำความรู้ หลักการ หรือทฤษฎีมาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือแก้อสมการ เนื่องจากนักเรียนสามารถแก้อสมการได้ตั้งแต่ก่อนเรียนคาบแรก และจากการสังเกตท้ายคาบที่ 5 พบว่า นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามครูว่าแก้อสมการได้อย่างไร ไม่สบตา และเลี่ยงที่จะไม่ตอบ แต่นักเรียนจะลงมือแก้อสมการด้วยตัวเองในใบกิจกรรม ครูใช้วิธีการเดินดูนักเรียนทำ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ทำได้ ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนกล้าตอบคำถามครูมากขึ้น ครูถามคำถามเดิมว่านักเรียนแก้อสมการได้อย่างไร นักเรียนส่วนใหญ่ตอบครูว่า “ย้ายข้างไปมาก็จบ” ซึ่งคำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนตอบตามความเคยชิน โดยไม่มีการอ้างอิงความรู้ หลักการ หรือทฤษฎี ครูจึงอธิบายกับนักเรียนซ้ำถึงสมบัติการบวกและสมบัติการคูณของการไม่เท่ากันซึ่งเป็นที่มาของการย้ายข้าง ในท้ายคาบที่ 12 ครูถามคำถามเดิมว่านักเรียนแก้อสมการได้อย่างไร นักเรียนตอบครูว่า “จากอสมการ $16+21<\frac{x}{2}$ แก้อสมการโดยใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน โดยคูณ 2 ทั้งสองข้างของอสมการ และถ้าคูณ 2 อสมการไม่ต้องสลับเครื่องหมายอสมการ เพราะ 2 เป็นจำนวน เต็มบวก” คำตอบของนักเรียนถูกต้อง มีการอ้างอิงสมบัติของการไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นการย้ำนักเรียนด้วยว่าการคูณด้วยจำนวนติดลบจะสลับเครื่องหมายอสมการ เพราะนักเรียนมักจะทำผิดบ่อยๆ การที่นักเรียนเข้าใจแบบนี้จะทำให้แก้อสมการถูก การแก้อสมการของนักเรียนแสดงให้ดูดังรูปภาพที่ 7 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนแก้อสมการได้ตั้งแต่คาบแรก โดยครูอนุโลมให้นักเรียนละบางขั้นตอนที่เป็นการใช้สมบัติของการไม่เท่ากันไปได้ เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณ

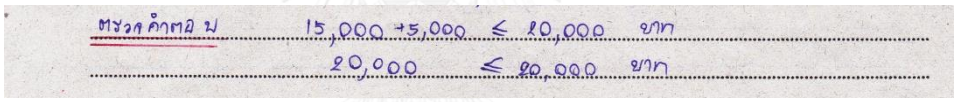


รูปภาพที่ 7 แสดงการแก้อสมการของนักเรียน

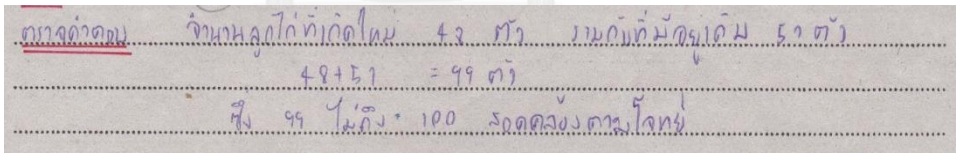
จากรูปภาพที่ 7 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถแก้อสมการได้ตั้งแต่คาบแรก เป็นเพราะ นักเรียนเคยเรียน เรื่อง การแก้อสมการ มาแล้ว ก่อนจะเรียนการแก้โจทย์ปัญหา และอสมการที่ครูใช้กับโจทย์ปัญหา เป็นอสมการอย่างง่าย ไม่ซับซ้อนมากนัก

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

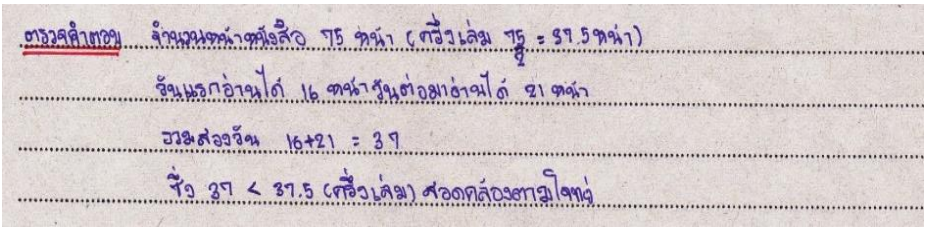
ในขั้นนี้ เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักเรียนจะได้ตรวจคำตอบซึ่งจะแทนคำตอบที่ได้ลงในโจทย์ พร้อมกับระบุเงื่อนไขในโจทย์ที่เลือกมา และพิจารณาร่วมกันว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ อาจมีการเปรียบเทียบเช่น คำตอบที่ได้มากกว่า น้อยกว่า ไม่ถึง ไม่เกิน หรือไม่ต่ำกว่า ตามที่โจทย์กำหนดหรือไม่ ซึ่งอาจต้องใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎีที่เรียนมาช่วยในการอธิบายพอสมควร โดยในช่วงแรกพบว่านักเรียนตอบคำถามครูได้แต่ไม่มีร่องรอยการเขียนตรวจคำตอบให้เห็นใน ใบกิจกรรม ซึ่งครูต้องย้ำถึงความสำคัญของขั้นตอนนี้กับนักเรียน จนมาถึงท้ายคาบที่ 5 พบว่า นักเรียนเขียนตรวจคำตอบแต่เป็นเพียงตัวเลข บวก ลบ คูณ และหารกันเท่านั้น และท้ายคาบที่ 9 นักเรียนเริ่มเข้าใจการเขียนตรวจคำตอบจนถึงท้ายคาบที่ 12 นักเรียนสามารถเขียนตรวจคำตอบได้ดีขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในรูปภาพที่ 8



การเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนในคาบที่ 5



การเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนในคาบที่ 9



การเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนในคาบที่ 12

รูปภาพที่ 8 เปรียบเทียบการเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนในท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12

จากรูปภาพที่ 8 จะเห็นว่า ในช่วงแรกที่นักเรียนเขียนตรวจคำตอบไม่ได้ เป็นเพราะ นักเรียนไม่คุ้นเคยกับการเขียนตรวจคำตอบ ที่ต้องเอาข้อความในโจทย์มาอธิบายด้วย ว่าต้องเขียนอย่างไร ซึ่งครูแก้ปัญหาโดยเริ่มจากครูพานักเรียนเขียน อธิบายช้าๆ เหมือนให้นักเรียนได้กลับไปอ่านโจทย์อีกครั้ง แต่การอ่านโจทย์ครั้งนี้นักเรียนจะได้เติมตัวเลขที่หาได้ลงไป สิ่งนี้จะทำให้นักเรียนเห็นภาพของโจทย์ชัดเจนขึ้น ว่าสุดท้ายผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่

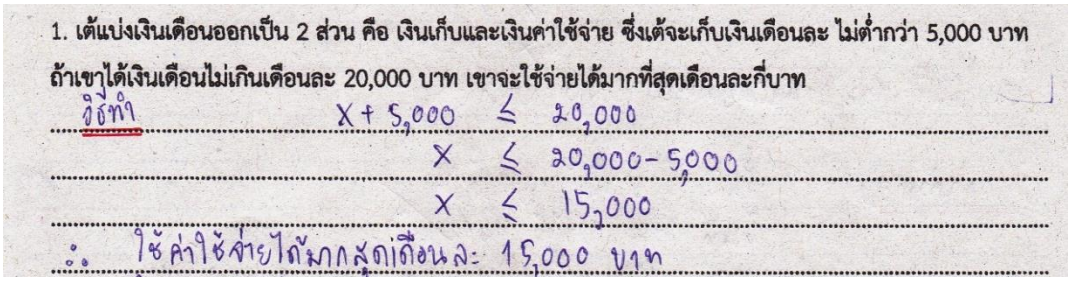
ด้านที่ 2 การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการบอกข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่สอดคล้องกับที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้องและสอดคล้องกับที่โจทย์ต้องการ โดยพิจารณาการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้น ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด 3 ขั้น โดยสังเกตพัฒนาการท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา

1.1 อ่านข้อความปัญหา

ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนอ่านข้อความปัญหาเรียบร้อยแล้ว ในช่วงแรกนักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร และกำหนดให้ตัวแปร x แทนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่นักเรียนมักจะบอกเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ได้ และในคาบที่ 5 ของการสอน นักเรียนก็ยังไม่สามารถตอบคำถามครูได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง หรือตอบได้โดยอ่านโจทย์ให้ครูฟังเท่านั้น และหากสังเกตใบกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำท้ายคาบที่ 5 จะพบว่า นักเรียนบางคนไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา แต่ข้ามไปแสดงวิธีการแก้อสมการเลย ดังรูปภาพที่ 9


1. เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

วิธีทำ $x + 5{,}000 \leq 20{,}000$

$x \leq 20{,}000 - 5000$

$x \leq 15{,}000$

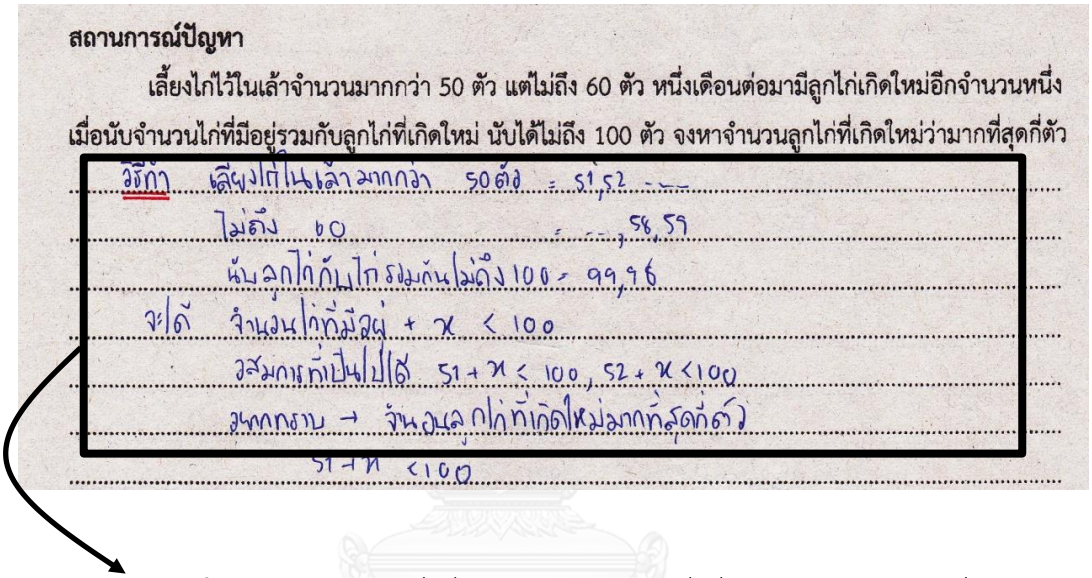
∴ ใช้ค่าใช้จ่ายได้มากสุดเดือนละ 15,000 บาท

รูปภาพที่ 9 นักเรียนไม่เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการ

จากรูปภาพที่ 9 จะเห็นว่า นักเรียนอาจคิดอย่างรวดเร็ว จนลืมเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ให้หา และไม่ได้กำหนดตัวแปร x ว่าคืออะไร แต่อสมการ และคำตอบของนักเรียนถูกต้อง เมื่อ

ครูได้สอบถามนักเรียน ปรากกฏว่า นักเรียนทราบว่าตัวแปร x คืออะไร แต่อสมการที่เขียนได้มาจากที่ครู และเพื่อนเฉลยในห้อง นั่นแสดงว่า นักเรียนยังไม่สามารถกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นได้

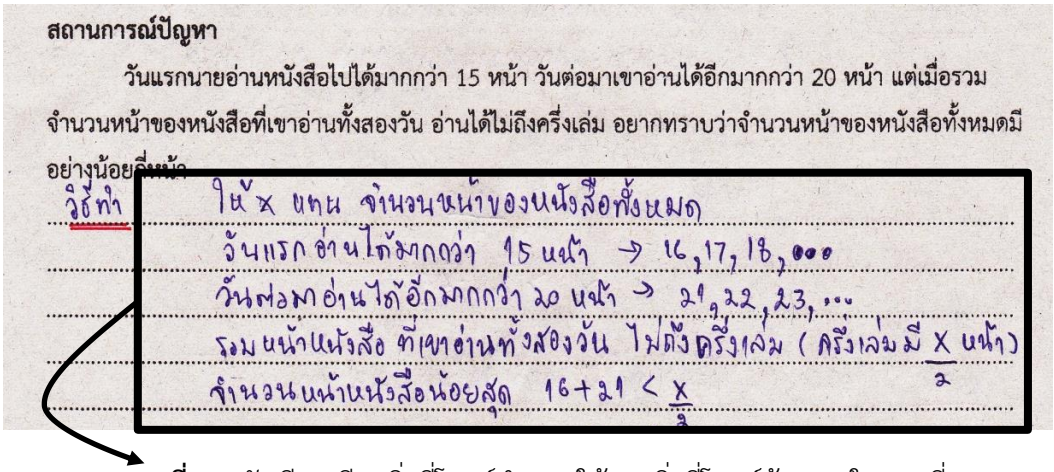
ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนตอบคำถามครูได้ดีขึ้นและเวลาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนแยกออกเป็นส่วนๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ส่วนในใบกิจกรรมนักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ชัดเจนแต่อาจจะไม่ครบถ้วนสำหรับบางคน ดังรูปภาพที่ 10



รูปภาพที่ 10 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการในคาบที่ 9

จากรูปภาพที่ 10 จะเห็นว่า นักเรียนไม่กำหนดให้ x แทนอะไร อาจเป็นเพราะนักเรียนทราบด้วยตัวเองแล้วว่า x แทนอะไร แต่ไม่ได้เขียนลงไป ส่วนการบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ นักเรียนเขียนได้ครบถ้วน และพยายามทำความเข้าใจองค์ประกอบต่างๆได้ดี

ท้ายคาบที่ 12 นักเรียนทุกคนตอบคำถามครูได้ดีและชัดเจน หากสังเกตในใบกิจกรรมจะพบว่า นักเรียนเขียนรายละเอียดของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาครบถ้วนชัดเจน ดังรูปภาพที่ 11



รูปภาพที่ 11 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการในคาบที่ 12

จากรูปภาพที่ 11 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบต่างๆ ของโจทย์ได้อย่างครบถ้วน อาจเป็นเพราะนักเรียนเกิดความเข้าใจ และเคยชินกับโจทย์ หลังจากได้ฝึกทำโจทย์ลักษณะแบบนี้มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง

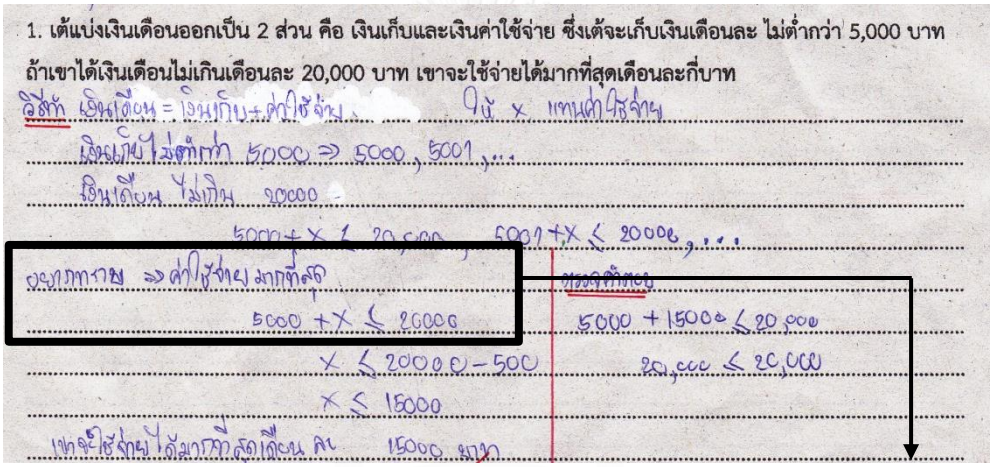
1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

ในขั้นนี้ นักเรียนจะใช้การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นร่วมกับการวิเคราะห์เพื่อบอกความสัมพันธ์กันหรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งหมด โดยพิจารณาจากข้อตกลงหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดว่าจะเขียนเป็นอสมการได้อย่างไร ซึ่งในช่วงแรกจนถึงคาบที่ 5 นักเรียนยังไม่สามารถพิจารณาข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเขียนเป็นอสมการได้ด้วยตนเอง ต้องอาศัยคำถามและคำอธิบายจากครูที่คอยแนะแนวทางให้ ซึ่งในช่วงถัดมาตั้งแต่คาบที่ 6 ครูลดการอธิบายลงเพื่อให้นักเรียนได้คิดเองมากขึ้น แต่ก็ยังใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางอยู่ จนมาถึงคาบที่ 9 พบว่า นักเรียนที่สามารถตอบและอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้มีจำนวนมากขึ้น ส่วนอีกจำนวนหนึ่งยังรอคำอธิบายจากครูและเพื่อน และท้ายคาบที่ 12 นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ ครูทำหน้าเพียงตอบคำถามนักเรียนว่าใช่หรือไม่ใช่ ทำถูกหรือทำไม่ถูก เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่ทำถูก และในขั้นนี้ไม่มีร่องรอยการเขียนลงในใบกิจกรรม แต่จะเขียนตอบในรูปของอสมการที่นักเรียนคิดได้แล้วแทน

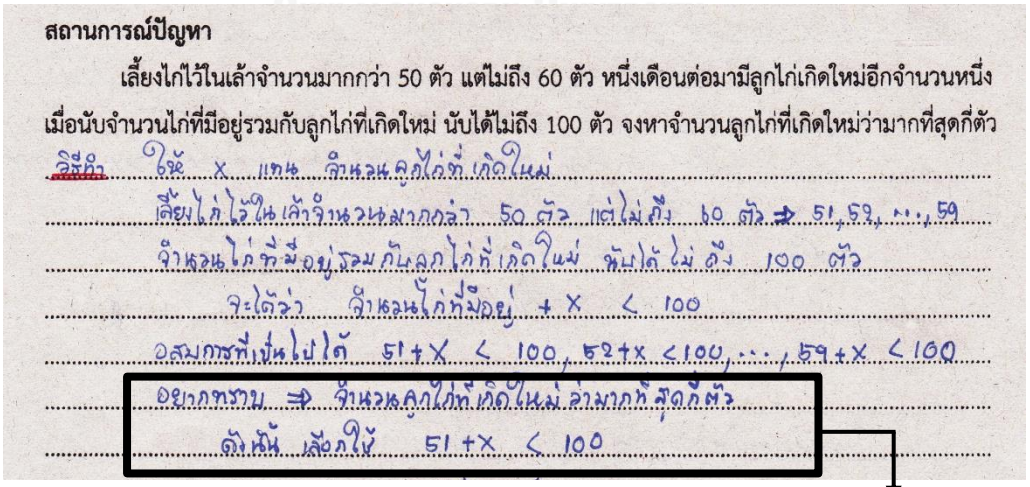
1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

ในขั้นนี้ นักเรียนใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเลือกใช้อสมการที่เหมาะสมจากอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งในช่วงแรกจนถึงท้ายคาบที่ 5 นักเรียนยังมีความสับสนในการเลือกใช้อสมการอยู่ ครูต้องใช้คำถามช่วยให้นักเรียนคิดและมองอสมการเป็น

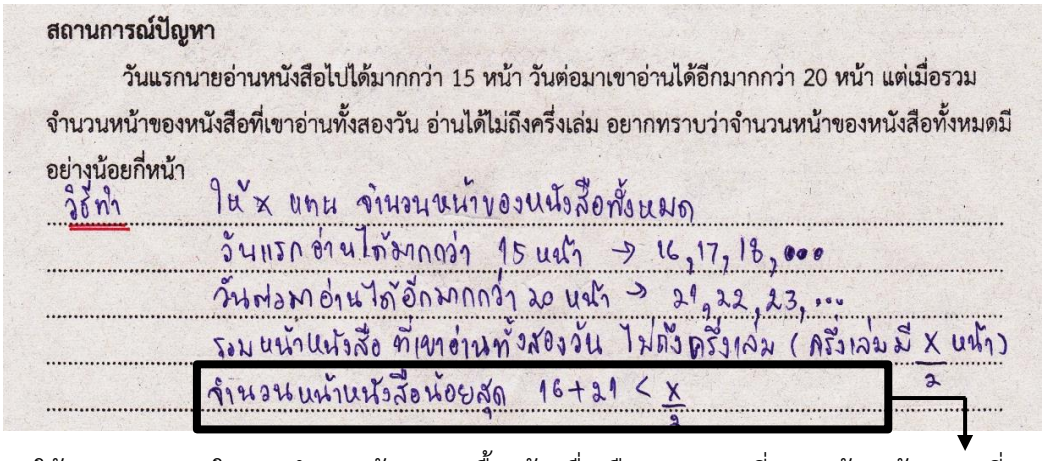
สมการก่อน เพื่อให้ง่ายต่อการเลือกอสมการที่สอดคล้องกับที่โจทย์ต้องการ และตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9 เป็นต้นไปนักเรียนสามารถเลือกใช้อสมการได้ โดยที่ไม่ต้องมองเป็นสมการก่อนเหมือนช่วงแรก แต่พิจารณาอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดและเลือกจากที่ให้คำตอบมากสุดหรือน้อยสุดตามที่โจทย์ต้องการได้เลย โดยเลือกใช้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เป็นค่าค่าหนึ่งก็จะได้สิ่งที่โจทย์ต้องการ กล่าวคือ นักเรียนสามารถเลือกใช้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้เลยหลังจากที่พิจารณาโจทย์เรียบร้อยแล้ว ท้ายคาบที่ 12 นักเรียนเลือกใช้อสมการได้ด้วยตัวเอง ซึ่งมีทั้งนักเรียนที่เขียนอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อน และนักเรียนที่เขียนเฉพาะอสมการที่จะใช้ เมื่อครูสอบถามถึงที่มาของอสมการที่นักเรียนใช้ นักเรียนตอบโดยให้เหตุผลของตัวเอง ซึ่งแตกต่างกันออกไป มีทั้งตอบเหตุผลคล้ายกับที่อธิบายไป และตอบว่าลองหาค่าแต่ละอสมการ สังเกตจากใบกิจกรรมท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังรูปภาพที่ 1



การใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อเลือกอสมการที่สอดคล้อง ท้ายคาบที่ 5



การใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อเลือกอสมการที่สอดคล้อง ท้ายคาบที่ 9



การใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อเลือกอสมการที่สอดคล้อง ท้ายคาบที่ 12

รูปภาพที่ 12 เปรียบเทียบการใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น เพื่อเลือกอสมการที่สอดคล้อง ท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12

จากรูปภาพที่ 12 จะเห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจในการเลือกใช้อสมการในแบบฉบับของตัวเอง ในช่วงแรกๆ นักเรียนจะเปรียบเทียบอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อน แล้วพิจารณาว่าอสมการใดให้คำตอบมากที่สุด หรือน้อยที่สุด ตามที่โจทย์ต้องการ แต่ในช่วงท้ายๆ ของการทดลองมีนักเรียนที่เลือกอสมการโดยพิจารณาเพียงว่า ถ้าอยากทราบค่าน้อยสุด อาจต้องใช้ค่าที่โจทย์กำหนดเป็นค่ามากสุด นักเรียนก็จะเขียนอสมการที่เลือกใช้ได้เลย โดยไม่ต้องเสียเวลาพิจารณาอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

ในขั้นนี้ ใช้ความสามารถในการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นน้อยมาก จะใช้ทักษะด้านอื่นๆ แทน เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อแก้อสมการ และการอนุมานคำตอบ

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้นักเรียนใช้การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ โดยนักเรียนที่ทำผิดพลาดอาจย้อนกลับไปในขั้นที่ 1 อ่านข้อความปัญหาซ้ำอีกครั้ง ให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อบอกข้อตกลงเบื้องต้น และสามารถตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร และได้มีโอกาสอธิบายคำตอบของตัวเองในห้องเรียน โดยครูเลือกที่สมัครใจและสุ่มเลือก หากสังเกตในใบกิจกรรมจะเห็นได้ ดังรูปภาพที่ 8 ตามที่กล่าวไปแล้ว

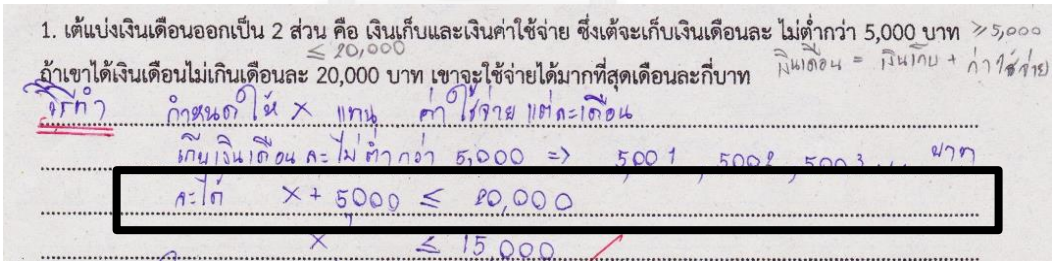
ด้านที่ 3 การวิเคราะห์

เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการระบุและแปลความแต่ละองค์ประกอบของโจทย์ปัญหา และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น ซึ่งการวิเคราะห์เกิดควบคู่ไปกับการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น กล่าวคือ เมื่อนักเรียนทราบแล้วว่าข้อตกลงเบื้องต้นของโจทย์คืออะไร กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความหมายของสิ่งที่โจทย์ให้มาได้หรือไม่ โดยพิจารณาการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด 3 ขั้น และสังเกตพัฒนาการท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังนี้

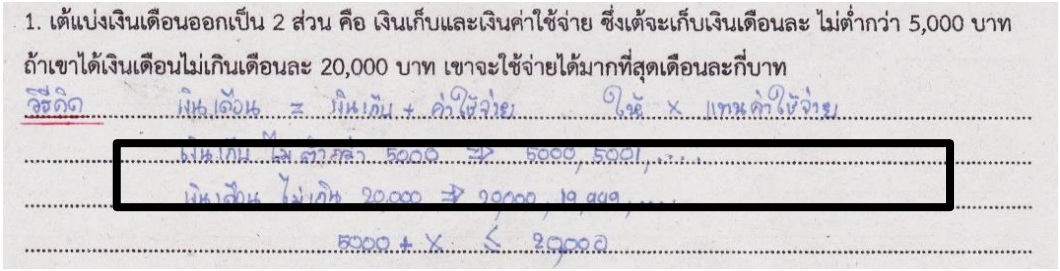
ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา

1.1 อ่านข้อความปัญหา

ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนอ่านข้อความปัญหาบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้แล้ว นักเรียนต้องทำการวิเคราะห์ต่อไปอีกว่า สิ่งที่โจทย์กำหนดให้นั้นตีความหรือแปลความได้ว่าอย่างไร ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจสิ่งที่โจทย์กำหนด ตอบคำถามครูไม่ได้ และรอฟังคำอธิบายจากครูเท่านั้น จนมาถึงท้ายคาบที่ 5 นักเรียนบางส่วนสามารถแปลความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ และยังมีนักเรียนส่วนใหญ่รอฟังคำอธิบายจากครูหรือเพื่อนอยู่ หากสังเกตการเขียนตอบในใบกิจกรรมท้ายคาบที่ 5 โดยครูให้นักเรียนใช้ลูกศร (→) แทน การแปลความหมายจะเห็นว่ามีนักเรียนแปลความหมายผิด เพราะสับสนกับคำว่า “ไม่ต่ำกว่า”อยู่ ดังรูปภาพ



แปลความหมายผิด

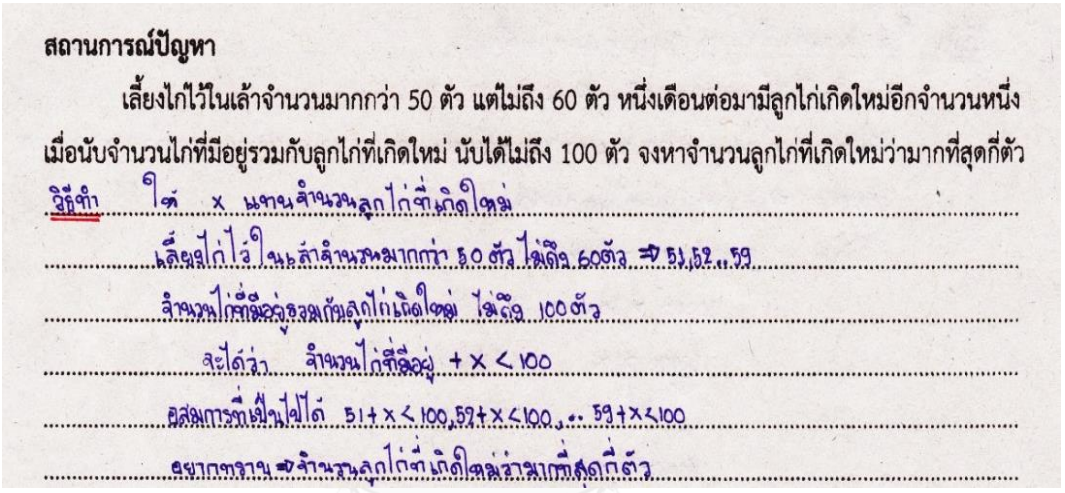


แปลความหมายถูก

รูปภาพที่ 13 เปรียบเทียบการแปลความหมายทั้งผิดและถูกของนักเรียน ท้ายคาบที่ 5

จากรูปภาพที่ 13 จะเห็นว่า นักเรียนที่แปลความจากโจทย์ผิด มีความสับสนในเรื่องของความหมายของสัญลักษณ์ โดยเฉพาะกรณีที่เป็น “ไม่ต่ำกว่า หรือไม่เกิน” ว่าต้องรวมตรงจุด หรือรวมค่าตรงนั้นหรือไม่ ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนยังขาดความแม่นยำของการแปลความอยู่

ท้ายคาบที่ 9 จำนวนนักเรียนที่สามารถแปลความหมายจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้เองมีมากขึ้น และท้ายคาบที่ 12 นักเรียนทุกคนสามารถแปลความหมายได้เอง โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูและเพื่อน ครูทำหน้าที่เพียงตอบคำถามว่าทำถูกหรือทำไม่ถูก และนักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9 ดังรูปภาพที่ 14

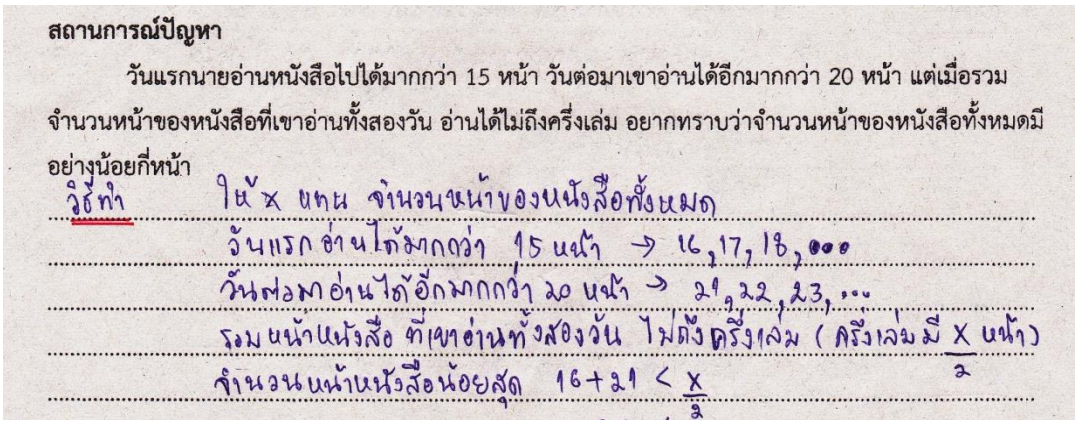


รูปภาพที่ 14 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างชัดเจนตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9

จากรูปภาพที่ 14 จะเห็นว่า นักเรียนเขียนองค์ประกอบของโจทย์ และวิเคราะห์ความหมายอย่างถูกต้อง มีลักษณะการเขียนที่กระชับ เข้าใจง่าย เป็นเพราะนักเรียนได้ฝึกการเขียนอธิบาย และได้ตอบคำถามครูเกี่ยวกับความหมายขององค์ประกอบจากโจทย์ในชั้นเรียน

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

ในขั้นนี้ นักเรียนจะได้เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หลังจากที่ได้วิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ เอาไว้แล้ว เพื่อเขียนเป็นอสมการ โดยในช่วงแรกนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาเองไม่ได้ต้องได้รับความช่วยเหลือจากครู จนมาถึงท้ายคาบที่ 5 นักเรียนบางส่วนเริ่มวิเคราะห์เองได้บ้าง ตามแนวทางที่ครูแนะนำ ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนจำนวนครึ่งห้องสามารถวิเคราะห์เองได้ และเขียนวิเคราะห์อย่างเป็นระเบียบตามแนวทางที่ครูแนะนำดังรูปที่ 14 ตามที่กล่าวไป ในท้ายคาบ ที่ 12 นักเรียนส่วนใหญ่วิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ได้เอง และมีวิธีการคิดตามแบบฉบับของตัวเองมากขึ้น ดังรูปภาพที่ 15


สถานการณ์ปัญหา

วันแรกนายอ่านหนังสือไปได้มากกว่า 15 หน้า วันต่อมาเขาอ่านได้อีกมากกว่า 20 หน้า แต่เมื่อรวมจำนวนหน้าของหนังสือที่เขาอ่านทั้งสองวัน อ่านได้ไม่ถึงครึ่งเล่ม อยากทราบว่าจำนวนหน้าของหนังสือทั้งหมดมีอย่างน้อยกี่หน้า

วิธีทำ ให้ x แทน จำนวนหน้าของหนังสือทั้งหมด

วันแรกอ่านได้มากกว่า 15 หน้า → 16, 17, 18, ...

วันต่อมาอ่านได้อีกมากกว่า 20 หน้า → 21, 22, 23, ...

รวมหน้าหนังสือ ที่เขาอ่านทั้งสองวัน ไม่ถึงครึ่งเล่ม (ครึ่งเล่มมี $\frac{x}{2}$ หน้า)

จำนวนหน้าหนังสือน้อยสุด $16+21 < \frac{x}{2}$

รูปภาพที่ 15 แสดงการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาในคาบที่ 12

จากรูปภาพที่ 15 จะเห็นว่า นักเรียนเขียนวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ได้เอง เป็นเพราะนักเรียนตอบคำถามครูได้ และมีรูปแบบการคิดเป็นของตัวเอง และหลากหลายมากยิ่งขึ้น มากกว่าในช่วงแรกๆ

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

ในขั้นนี้ นักเรียนจะวิเคราะห์เพื่อเลือกใช้อสมการ จากอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยพิจารณาจากสิ่งที่โจทย์อยากทราบ ซึ่งนักเรียนจะทำการวิเคราะห์ไปพร้อมกับการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งเคยกล่าวไปแล้วในด้านที่ 2 การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น โดยในช่วงแรกนักเรียนวิเคราะห์ตามคำแนะนำของครู คือ เขียนอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อน มองอสมการเป็นสมการเพื่อให้ง่ายต่อการเลือก ในช่วงหลังนักเรียนบางคนเลือกอสมการโดยวิเคราะห์จากสิ่งที่แปลความได้เลย เช่น โจทย์อยากทราบมากที่สุดก็วิเคราะห์ว่าองค์ประกอบอันไหนที่เป็นไปได้ที่จะให้ค่ามากที่สุดตามที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

ในขั้นนี้ ใช้ความสามารถในการวิเคราะห์น้อยมาก จะใช้ทักษะด้านอื่นๆ แทน เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัยเพื่อแก้อสมการ และการอนุมานคำตอบ

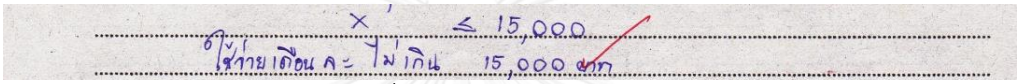
ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ ใช้ความสามารถในการวิเคราะห์น้อยมาก จะใช้ทักษะด้านอื่นๆ แทน เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัย การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น และการประเมินข้อโต้แย้ง

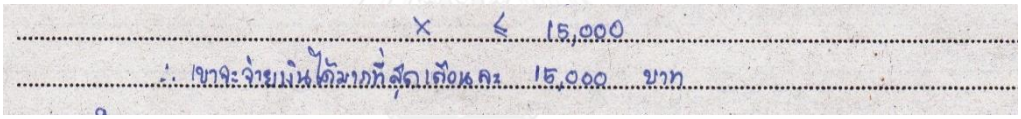
ด้านที่ 4 การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป

เป็นการพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการคาดคะเนคำตอบ เพื่อสรุปคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องตามโจทย์หรือไม่ โดยการอนุมานเกิดขึ้นเฉพาะในขั้นที่ 2 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด คือ ขั้นค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้ และสังเกตพัฒนาการท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังนี้

การอนุมานของนักเรียนในช่วงแรกจากคำตอบที่ได้จากการแก้อสมการ นักเรียนส่วนใหญ่อนุมานได้ถูกต้อง เช่น ถ้าคำตอบเป็น $x \leq 15{,}000$ นักเรียนส่วนใหญ่จะอนุมานได้ว่าคำตอบที่มากที่สุด คือ 15,000 ท้ายคาบที่ 5 นักเรียนตอบคำถามที่โจทย์ต้องการได้ มีส่วนน้อยเท่านั้นที่เข้าใจผิดหรือตอบไม่ตรงประเด็นกับที่โจทย์ต้องการ สังเกตได้จากใบกิจกรรม ดังรูปภาพที่ 16



นักเรียนที่ตอบไม่ตรงประเด็น

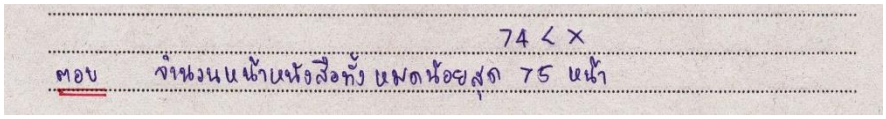


นักเรียนที่ตอบตรงประเด็น

รูปภาพที่ 16 เปรียบเทียบการตอบคำถามของนักเรียนโดยใช้การอนุมานที่ตอบตรงประเด็นและไม่ตรงประเด็น

จากรูปภาพที่ 16 จะเห็นว่า นักเรียนที่ตอบไม่ตรงประเด็น เป็นเพราะนักเรียนละเลยในสิ่งที่โจทย์ต้องการ และตอบตามที่ตัวเองทำได้ โดยไม่สังเกตว่าโจทย์อยากทราบอะไร จึงทำให้ การอนุมานของนักเรียนไม่นำไปสู่คำตอบที่ถูกที่สุด

ท้ายคาบที่ 9 เป็นต้นไป นักเรียนทุกคนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็น ดังรูปภาพที่ 17



รูปภาพที่ 17 แสดงการอนุมานเพื่อสร้างข้อสรุปได้อย่างถูกต้องและตรงประเด็นตั้งแต่ท้ายคาบที่ 9

จากรูปภาพที่ 17 จะเห็นว่า นักเรียนมุ่งประเด็นไปที่สิ่งที่โจทย์ต้องการ คือ ค่าที่น้อยสุด หากอนุมานจากคำตอบที่ทำได้ นักเรียนก็จะสามารถตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง และจำนวนหน้าหนังสือก็เป็นจำนวนเต็มอยู่แล้ว

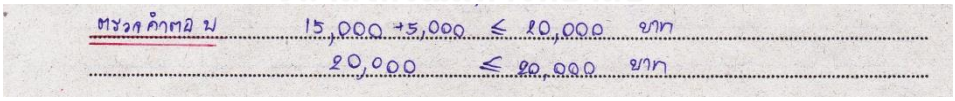
ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

ในขั้นนี้ ใช้ความสามารถในการอนุมานน้อยมาก จะใช้ทักษะด้านอื่นๆ แทน เช่น การให้เหตุผลแบบนิรนัย การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น และการประเมินข้อโต้แย้ง

ด้านที่ 5 การประเมินข้อโต้แย้ง

เป็นความสามารถของนักเรียนในการพิจารณาความหนักแน่น น่าเชื่อถือของคำตอบที่ได้ และความสอดคล้องของคำตอบกับโจทย์ปัญหา ซึ่งการประเมินข้อโต้โยงจะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้าย ขั้นที่ 3 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด คือ ขั้นติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา โดยสังเกตพัฒนาการท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 ดังนี้

ในช่วงแรกนักเรียนสามารถตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร แต่ไร้ร่องรอยการเขียนตรวจสอบคำตอบในใบกิจกรรม นักเรียนเริ่มเขียนตรวจสอบคำตอบในคาบที่ 2 ซึ่งการเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนนั้นเป็นการเขียนตรวจคำตอบที่ไม่มีคำอธิบาย มีเพียงตัวเลข บวก ลบ คูณ และหารกัน จนมาถึงท้ายคาบที่ 5 ก็ยังมีนักเรียนบางส่วนเขียนแบบนั้นอยู่ สังเกตได้จาก ใบกิจกรรม ดังรูปภาพที่ 18

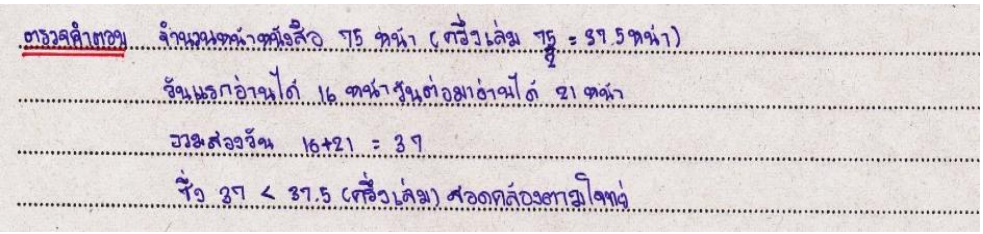


รูปภาพที่ 18 แสดงการเขียนตรวจคำตอบที่ไม่มีคำอธิบาย มีเพียงตัวเลข บวก ลบ คูณ หาร กัน

จากรูปภาพที่ 18 จะเห็นว่า นักเรียนที่ตรวจคำตอบโดยเขียนเฉพาะตัวเลข เป็นเพราะนักเรียนเข้าใจว่า การเขียนตรวจคำตอบเป็นเพียงการตรวจสอบว่าแก้อสมการถูกต้องหรือไม่ แต่แท้จริงแล้วการตรวจคำตอบ เป็นการพิจารณาคำตอบที่ได้กับข้อความในโจทย์ปัญหาว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขของโจทย์ปัญหาหรือไม่

ท้ายคาบที่ 9 นักเรียนสามารถตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร และนักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงการตรวจคำตอบในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังเขียนเป็นตัวเลข บวก ลบ คูณ และหารกันอยู่ และท้ายคาบที่ 12 นักเรียนทุกคนสามารถ

ตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร และเขียนตรวจคำตอบในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ดังรูปภาพที่ 19



รูปภาพที่ 19 แสดงการตรวจคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน

จากรูปภาพที่ 19 จะเห็นว่า เมื่อนักเรียนได้คำตอบออกมาแล้ว นักเรียนนำคำตอบที่ได้ไปพิจารณากับข้อความในโจทย์ปัญหาอีกครั้ง เหมือนนักเรียนได้กลับไปอ่านโจทย์ปัญหา โดยเติมเต็มตัวเลขที่ขาดหายไป ทำให้เห็นภาพของโจทย์ปัญหาชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งในตอนท้ายๆ นักเรียนสามารถเขียนอธิบายได้ดี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

3. เพื่อศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ. กรุงเทพมหานคร) กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดราชบพิธ สังกัดสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดกรุงเทพมหานคร (กศจ. กรุงเทพมหานคร) จากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2559 โรงเรียนวัดราชบพิธ มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ห้องเรียน ซึ่งผู้วิจัยเลือกมา 2 ห้อง เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนห้อง ม. 3/1 จำนวน 40 คน และนักเรียนห้อง ม. 3/8 จำนวน 32 คน แล้วนำค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ของนักเรียนทั้งสองห้องเรียน มาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบความแตกต่างด้วยค่าที (t-test) พบว่า ทั้งสองห้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยทำการสุ่มโดยจับสลากเพื่อ

จัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม. 3/1 จำนวน 40 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม. 3/8 จำนวน 32 คน เป็นกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำไปสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเวลา 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 แผน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับก่อนเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.89 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.51 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.758

2. แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับหลังเรียน เรื่อง อสมการ จำนวน 20 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.42 และค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.746

3. แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตัวเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยก่อนสอนผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับก่อนเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับอัตราส่วนและร้อยละ แล้วดำเนินการสอนนักเรียนทั้งสองห้องโดยห้องทดลอง ม. 3/1 สอนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด โดยมีอัตราส่วนของจำนวนโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ต่อโจทย์ปกติ เท่ากับ 80 : 20 และห้องควบคุม ม. 3/8 สอนโดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยมีอัตราส่วนของจำนวนโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ต่อโจทย์ปกติ เท่ากับ 20 : 80 ซึ่งในระหว่างการสอนทั้งสองกลุ่มนั้น ผู้วิจัยได้สังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 จากนั้นบันทึกการสังเกตลงในแบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เตรียมเอาไว้ เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผนทุกแผนและบันทึกพัฒนาการครบ 3 ครั้ง แล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณฉบับหลังเรียน เรื่อง อสมการ จากนั้นนำ

คะแนนที่ได้จากแบบวัดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามวัตถุประสงค์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการวิจัย ร่วมกับงานวิจัยอื่นๆ จนเห็นเป็นประเด็นสำคัญที่น่าสนใจ ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ได้ดำเนินการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ตามขั้นที่ครูกำหนดไว้ กล่าวคือ เมื่อนักเรียนอ่านโจทย์ปัญหา นักเรียนเกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับโจทย์เต็มไปหมด คำถามที่นักเรียนถามครูครั้งแรก คือ “โจทย์ปัญหาข้อนี้จะแก้ได้อย่างไร” ในตอนนั้น ครูยังไม่ได้ตอบคำถามของนักเรียนในทันที แต่ครูถามนักเรียนก่อนว่าโจทย์อยากทราบอะไร นักเรียนทุกคนตอบได้ ครูแนะต่อว่า นักเรียนควรแทนสิ่งที่โจทย์อยากทราบด้วยตัวแปร ครูถามต่อว่า แล้วโจทย์กำหนดอะไรมาให้บ้าง ซึ่งนักเรียนยังตอบคำถามไม่ได้ หรือตอบได้ก็เพียงแต่อ่านข้อความโจทย์ให้ครูฟังเท่านั้น ครูจึงใช้วิธีการเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดบนกระดาน โดย

แยกออกเป็นข้อว่ามีอะไรบ้าง แล้วให้นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดแยกเป็นข้อๆ อีกครั้ง การที่นักเรียนสามารถบอกสิ่งต่างๆ เหล่านี้อาจทำให้นักเรียนได้ฝึกการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ซึ่งสอดคล้องตาม Marcut (2005) ที่กล่าวว่า การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้นเป็นการบอกข้อเท็จจริงที่เรารับรู้ โดยจะเน้นเนื้อหาที่เป็นประเด็นสำคัญที่ต้องการใช้

จากนั้นครูถามนักเรียนว่า สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ในแต่ละข้อที่นักเรียนแยกออกมา แปลความได้ว่าอย่างไร เช่น แม่มีอายุน้อยกว่า 35 ปี แสดงว่าแม่มีอายุเป็นอะไรได้บ้าง นักเรียนทั้งห้องก็เริ่มคิด บ้างตอบ 34 ปี บ้างตอบ 33 ปี ซึ่งตรงนี้นักเรียนอาจเกิดการเรียนรู้ว่า การวิเคราะห์ความหมายของสิ่งที่โจทย์กำหนด แต่ละองค์ประกอบ จะนำไปสู่การเขียนเป็นความสัมพันธ์เพื่อหาคำตอบต่อไปได้ สอดคล้องตาม David (2012) ที่กล่าวว่า การวิเคราะห์เป็นการรวบรวมข้อมูล บุคคลที่มีทักษะการวิเคราะห์จะสามารถบอกองค์ประกอบต่าง ๆ ของสถานการณ์ มองเห็นความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ และถ้ามีทักษะการตีความด้วยจะช่วยส่งเสริมให้การวิเคราะห์มีคุณภาพที่สูงยิ่งขึ้น ซึ่งตรงนี้นักเรียนจะได้ฝึกวิเคราะห์ และเขียนความสัมพันธ์ที่โจทย์กำหนดในรูปอสมการ

การเขียนอสมการของนักเรียน บ้างก็เขียนอสมการเดียว บ้างก็เขียนหลายอสมการ เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนรับรู้ไม่เหมือนกัน นักเรียนบางคนเรียนรู้ว่า ถ้าโจทย์อยากทราบค่ามากที่สุด เขาควรใช้องค์ประกอบที่โจทย์กำหนดให้ตัวใด จึงเขียนได้อสมการเดียว ในขณะที่นักเรียนบางคนไม่ได้นึกไปถึงประเด็นนั้น นึกถึงว่าความสัมพันธ์ของโจทย์เป็นแบบนี้ เขาจะเขียนเป็นอสมการแบบใดได้บ้าง เขาจึงเขียนได้หลายอสมการ ซึ่งนักเรียนสามารถอาจหยิบองค์ประกอบใดมาคิดก็ได้ และเมื่อครูเฉลยคำตอบ ครูควรถามนักเรียนก่อนว่า นักเรียนเขียนอสมการเป็นแบบใดได้บ้าง จากนั้นครูเฉลยอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดก่อน นั่นแปลว่านักเรียนทุกคนที่ตอบมาตอบถูกทั้งหมด แล้วครูค่อยอธิบายต่อไปอีกว่า การที่โจทย์อยากทราบค่ามากที่สุด หรือน้อยที่สุด ทำให้อสมการที่ถูกต้อง มีเพียงอสมการเดียว ซึ่งนักเรียนบางคนสามารถจับประเด็นตรงนี้ได้ทันทีว่า ถ้าอยากทราบค่ามากสุด เขาควรเลือกใช้สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ตัวใด บางคนอาจต้องใช้การเปรียบเทียบในรูปแบบของสมการดูก่อน จึงจะเกิดความเข้าใจ สิ่งเหล่านี้ทำให้นักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลแบบนิรนัย สอดคล้องตาม R. Sternberg (2009) ที่กล่าวว่า การนิรนัยเป็นกระบวนการให้เหตุผลโดยยึดหลักการ หรือทฤษฎีบางอย่างที่น่าเชื่อถือ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่แน่นอน

เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้อสมการจนได้คำตอบ จากคำตอบที่ได้นักเรียนจะได้เลือกมาเพียงคำตอบเดียวที่สอดคล้องกับโจทย์มากที่สุด ขั้นนี้อาจทำให้นักเรียนเกิดการอนุมาน เพื่อสรุปคำตอบเพียงคำตอบเดียว สอดคล้องตาม Paul (1995) ที่กล่าวว่า การอนุมานเป็นขั้นของความคิดและการกระทำที่จะนำไปสู่ข้อสรุป และขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรม คือ การตรวจสอบคำตอบ โดยนำคำตอบที่ได้กลับไปแทนในโจทย์ มีนักเรียนบางคนแทนกลับไปในอสมการเท่านั้น ซึ่งครูอธิบายว่าการแทนกลับไปในอสมการ เป็นเพียงการบอกว่าเราแก้อสมการถูกหรือไม่เท่านั้น แต่ยังไม่ได้บอก

ความสอดคล้องตามโจทย์ นักเรียนควรนำคำตอบแทนลงไปในข้อความโจทย์ ตรงนี้นักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนคำตอบ และความคิดเห็นระหว่างกัน ได้อธิบายคำตอบของตนเอง ทำให้นักเรียนได้ฝึกการประเมินข้อโต้แย้ง สอดคล้องตาม Cosgrove (2011) ที่กล่าวว่า การประเมินข้อโต้แย้ง เป็นความสามารถในการกำหนดคุณภาพของงานที่ทำ ว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด ซึ่งนักเรียนที่ได้คำตอบไม่เหมือนกัน พวกเขาจะแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนรู้ว่าตนทำถูกหรือทำผิดตรงไหน สอดคล้องตาม Voss & Post (1988); Jonassen (1997) ที่กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการโต้แย้ง เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้แก้ปัญหา พิจารณาทางเลือกของคำตอบ นักเรียนที่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาจะต้องมีหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของเขา ดังนั้นนักเรียนจะต้องฝึกให้เหตุผลเพื่อโน้มน้าวผู้อื่นด้วย และจากการที่นักเรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาตามขั้นดังกล่าว จะเห็นว่านักเรียนได้ฝึกให้เหตุผลแบบนิรนัย กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น วิเคราะห์ อนุมาน และประเมินข้อโต้แย้ง ครบตามองค์ประกอบ 5 ประการ ของการคิดอย่างมีวิจารณญาณตามแนวคิด Facione (1990) และ Watson and Glaser (2008) จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก กลุ่มทดลองได้แก้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด จึงอาจเป็นการเพิ่มโอกาสในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องตาม ฐากร สิทธิโชค (2558: 87) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณจะเริ่มจากสถานการณ์ที่ยุ่งยาก ซับซ้อน และจบลงด้วยสถานการณ์ที่มีการพิจารณาไตร่ตรองด้วยเหตุผล

นอกจากนี้อาจเป็นเพราะ ขั้นการจัดกิจกรรมในกลุ่มทดลองแต่ละขั้น เอื้อให้เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กล่าวคือ ขั้นที่ 1 การสร้างตัวแทนปัญหา นักเรียนกลุ่มทดลองได้ใช้เวลาอยู่กับปัญหามากพอสมควร เพื่อแยกองค์ประกอบของสิ่งที่โจทย์กำหนดออกเป็นข้อ และวิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละข้อเหล่านั้นอย่างละเอียด รวมทั้งจับความสัมพันธ์ และพิจารณาปัญหาในหลากหลายมิติที่เป็นไปได้ ในขณะที่ห้องควบคุมก็ได้ใช้เวลาอยู่กับปัญหามากเหมือนกัน แต่จะเป็นไปในทางที่ให้นักเรียนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนด เพื่อนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยใช้เทคนิคหรือกลยุทธ์บางอย่างเข้ามาช่วยเท่านั้น ดังนั้น การที่นักเรียนได้ใช้เวลาคิดเกี่ยวกับปัญหา เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละข้อ และจับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น อาจทำให้นักเรียนเกิดการคิด

อย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น สอดคล้องตาม Scriven & Paul (2007) ที่กล่าวว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ กระบวนการฝึกฝนทางปัญญาให้เกิดความคล่องแคล่วและชำนาญ ในการสร้างแนวคิด การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ อาศัยประสบการณ์ การสังเกต การไตร่ตรอง การให้เหตุผล และการสื่อสาร เพื่อเป็นแนวทางไปสู่การหาคำตอบ

อีกทั้งในขั้นที่ 3 การติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา ในห้องทดลองมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของตัวเอง เนื่องจากในห้องทดลองคำตอบที่นักเรียนทำได้ค่อนข้างจะแตกต่าง และหลากหลาย ในขณะที่ห้องควบคุมคำตอบของนักเรียนจะคล้อยไปในทางเดียวกัน เมื่อนักเรียนในห้องทดลองได้พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของตัวเอง ครูและเพื่อนจะร่วมกันคิดว่าคำตอบของนักเรียนมีโอกาสเป็นไปได้ไหม และมีข้อบกพร่องตรงไหน ทำให้นักเรียนได้เปิดโอกาสรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เปิดใจให้กับจุดบกพร่องของตัวเอง และยอมรับในคำตอบสุดท้าย เหล่านี้อาจทำให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณมากขึ้น สอดคล้องตาม Dam (2004) ที่กล่าวว่า ลักษณะของการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริม และพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คือ การสร้างความสนใจในการพัฒนาความเชื่อลึกๆ ของนักเรียน ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้หลักสูตรที่เน้นการใช้ปัญหาเป็นฐาน กระตุ้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และการเรียนรู้บนพื้นฐานของสถานการณ์จริง

สิ่งที่แตกต่างระหว่างห้องทดลองและห้องควบคุมอย่างสุดท้าย คือ ในห้องทดลองครูใช้การเสริมต่อความคิด กับนักเรียนที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง ซึ่งในการเสริมต่อความคิด อาจส่งเสริมความมั่นใจในการทำงานของนักเรียนทางอ้อมได้ จนประสบความสำเร็จ สอดคล้องตาม โคสเกอร์ และดิสมาน (2009 : 7 - 8) กล่าวว่า การเสริมต่อความคิดส่งเสริมความมั่นใจ และเป็นตัวของตัวเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยครูมีหน้าที่ใช้คำถามกระตุ้นนักเรียนให้อธิบายเป็นขั้นๆ และให้นักเรียนเกิดความเข้าใจจากมุมมองของตัวเองไม่ใช่จากมุมมองของครู จึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

3. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด มีพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ช่วยพัฒนาด้านต่างๆ ของการคิด

อย่างมีวิจารณญาณ 5 ประการ ตามแนวคิดของ Facione (1990) และ Watson and Glaser (2008) มีรายละเอียด ดังนี้

การให้เหตุผลแบบนิรนัย :	เกิดขึ้นในทุกขั้น แต่เกิดขึ้นมากในขั้นที่ 1 และขั้นที่ 2 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด
การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น :	เกิดขึ้นในทุกขั้น แต่เกิดขึ้นมากในขั้นที่ 1 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด
การวิเคราะห์ :	เกิดขึ้นในทุกขั้น แต่เกิดขึ้นมากในขั้นที่ 1 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด โดยเกิดควบคู่ไปกับการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น
การอนุมาน :	เกิดขึ้นเฉพาะในขั้นที่ 2 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด ซึ่งหลังจากแก้อสมการจนได้คำตอบแล้ว นักเรียนต้องสรุปคำตอบที่ได้เพียงคำตอบเดียว
การประเมินข้อโต้แย้ง :	เกิดขึ้นเฉพาะในขั้นที่ 3 ของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรม

นอกจากนี้ผู้วิจัยเลือกสังเกตพัฒนาการ 3 ครั้ง คือ ท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 12 พบว่าในช่วงแรกจนถึงคาบที่ 5 โดยเฉพาะในคาบที่ 5 นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ นักเรียนได้เรียนรู้ว่าจะไม่สามารถแก้ปัญหาได้ทันทีหลังอ่านโจทย์จบ แต่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ให้มาก่อน ซึ่งในคาบนี้มีนักเรียนที่วิเคราะห์เสร็จ แล้วตอบคำถามได้เลย ในช่วงถัดมาจนถึงคาบที่ 9 นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ละเอียดและชัดเจนขึ้น มีแนวทางการแก้ปัญหาที่ชัดเจน และเป็นตัวของตัวเอง จำนวนนักเรียนที่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ด้วยตัวเองมีเพิ่มขึ้น อีกทั้งในการตรวจคำตอบนักเรียนเขียนอธิบายได้ดี โดยสำหรับนักเรียนที่ยังหาคำตอบไม่ได้เมื่อได้กลับไปอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง และพยายามทำความเข้าใจกับข้อความในโจทย์ พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้น่าประทับใจ แสดงว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้ว่าก่อนแก้ปัญหาเขาต้องอ่านโจทย์จนเกิดความเข้าใจ วางแผน และระหว่างแก้ปัญหาเขามีแนวทางอย่างไร ถ้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้นเขาจะแก้ไขได้อย่างไร ในช่วงสุดท้ายนักเรียนส่วนใหญ่แก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง สำหรับนักเรียนบางคนมีวิธีการเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาที่กระชับขึ้น ตอบคำถามครูได้ชัดเจนและตรงประเด็นขึ้น และ

จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกก็มีมากขึ้น นักเรียนได้เรียนรู้จากข้อผิดพลาดของตัวเอง และของเพื่อนในช่วงก่อนหน้า นำมาพัฒนาปรับปรุงแก้ไข ทำให้งานของนักเรียนออกมาดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเห็นว่ามีข้อเสนอแนะที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ สำหรับท่านที่สนใจจะนำงานวิจัยนี้ไปใช้ คือ

1.1 ในการนำโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์มาใช้กับนักเรียนนั้น ครูต้องตระหนักเสมอว่าโจทย์ที่นำมาใช้กับนักเรียนต้องไม่ยากจนเกินไป เพราะนักเรียนจะทำไม่ได้และไม่มีกำลังใจในการทำ โดยเฉพาะในช่วงแรกๆ ของห้องทดลองนักเรียนค่อนข้างสงสัยหลายๆ อย่างเกี่ยวกับโจทย์ เช่น “แก้โจทย์ได้อย่างไร” “จำนวนที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงมาจากไหน” ซึ่งคำตอบของนักเรียนจะอยู่ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นอยู่แล้ว ครูจึงไม่จำเป็นต้องรีบร้อนตอบ และควรใส่เงื่อนไขบางอย่างที่ช่วยให้นักเรียนได้คิดในหลากหลายแบบ เพราะถ้านักเรียนชอบคิดต่าง ครูควรเปิดโอกาสให้เขา แต่การคิดต่างของเขา ครูพยายามให้เขาเทรกหลักการที่เรียนมาเข้าไปด้วย และโจทย์ปัญหาไม่ซับซ้อนในแบบที่นักเรียนต้องแก้ปัญหาหลายครั้ง กล่าวคือ ไม่มีการนำคำตอบของแต่ละครั้งที่คิดได้ ไปเป็นส่วนในการคิดของครั้งถัดไป เพื่อนำไปสู่คำตอบ เพราะนั่นจะทำให้นักเรียนมุ่งไปที่วิธีการหาคำตอบมากกว่าการคิดเกี่ยวกับโจทย์ จะเห็นได้จาก ในห้องเรียนนักเรียนจะตั้งใจคิดหาตัวเลขเพื่อนำไปสู่คำตอบ มากกว่าจะเสียเวลากับการวิเคราะห์ หรืออยู่กับโจทย์นานๆ และตัวเลขก็ไม่ควรยากมาก เพราะจะทำให้นักเรียนกังวลกับการคิดเลขมากจนเกินไป

1.2 นอกจากนี้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ที่ครูใช้ ลักษณะของโจทย์อาจเป็นแบบที่นักเรียนไม่คุ้นเคย หรือไม่เคยเจอมาก่อน อิงสถานการณ์ในชีวิตจริง ครูอาจสร้างโจทย์ปัญหาโดยแบ่งตัวละครออกเป็น 3 ตัว คือ ตัวที่หนึ่ง เป็นเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของโจทย์ที่ต้องระบุให้ชัด เช่น จำนวนเงินรวมมากกว่า 500 บาท ตัวที่สอง มีความคลุมเครือไม่ชัดเจน ต้องใช้การคิดวิเคราะห์ในหลากหลายแบบ เพื่อเลือกแบบเดียวที่เหมาะสม เช่น สินค้าชนิดหนึ่งราคาไม่ต่ำกว่า 100 บาท แต่ไม่เกิน 250 บาท นักเรียนอาจเลือกว่า ให้ราคาสินค้าเป็น 200 บาท ซึ่งไม่ผิด และตัวที่ 3 เป็นข้อมูลที่

จำเป็นแต่ขาดหายไป นักเรียนต้องหาคำตอบ เช่น ถ้ามีสินค้าอยู่สองชนิด สินค้าอีกชนิดหนึ่งจะมีราคามากที่สุดกี่บาท

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีเสริมต่อความคิด เป็นกระบวนการสอนที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เนื่องจากเป็นการสอนที่ใช้เวลาค่อนข้างนานพอสมควร โดยในขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา ครูควรให้เวลากับนักเรียนได้สังเกตปัญหาตั้งคำถาม หรือครูอาจตั้งคำถามเอง ในห้องทดลองช่วงแรกนักเรียนมักจะไม่กล้าถาม ครูอาจจะเริ่มถามก่อน เป็นคำถามง่ายๆ เช่น นักเรียนเห็นอะไรในโจทย์บ้าง หรือนักเรียนตอบได้หรือไม่ว่าโจทย์อยากทราบอะไร ซึ่งขั้นตอนนี้ค่อนข้างจะกินเวลานานพอสมควร และในขั้นที่ 3 ประเมินผล นักเรียนพูดเกี่ยวกับคำตอบของตัวเอง ซึ่งในห้องทดลอง ช่วงแรกนักเรียนส่วนใหญ่มักจะบอกแค่ว่าคำตอบของตัวเองเป็นเท่าไร เพราะนักเรียนยังไม่คุ้นเคย ครูอาจใช้การถาม-ตอบ เช่น เมื่อนักเรียนได้คำตอบเท่านี้แล้วน้อยที่สุดจริงไหม แล้วองค์ประกอบอื่นนักเรียนเลือกใช้ค่าเท่าไร เป็นต้น โดยอาจเลือกจากที่สมัครใจหรือสุ่มเรียก แทนการให้นักเรียนพูดเกี่ยวกับคำตอบของตัวเองยาวๆ ซึ่งหลังจากนักเรียนคุ้นชินแล้วนักเรียนสามารถพูดเกี่ยวกับคำตอบของตัวเองได้เอง สังเกตได้ชัดเจนจากช่วงท้ายของการทดลอง นักเรียนพูดเกี่ยวกับคำตอบของตัวเองได้ดี และกระชับ ทั้งยังได้แลกเปลี่ยนคำตอบกับครู และเพื่อนๆ ในชั้น

1.4 การสอนปัญหาปกติ และปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ในคาบเดียวกัน ครูควรเริ่มการสอนปัญหาปกติก่อนตามหนังสือเรียน สสวท. ด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบปกติ ทั้งห้องทดลองและห้องควบคุมเพื่อให้นักเรียนคุ้นชินกับการแก้ปัญหา จากนั้นครูค่อยให้นักเรียนทำโจทย์ที่ยากขึ้น คือ โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาที่ครูกำหนด ซึ่งในงานวิจัยทั้งสองกระบวนการมีความคล้ายคลึงกัน แต่ต่างกันตรงที่ขั้นแรกกับขั้นสุดท้าย โดยขั้นแรกนักเรียนจะได้ใช้เวลาอยู่กับโจทย์นานกว่า วิเคราะห์โจทย์ในหลากหลายแบบมากกว่า และในขั้นสุดท้ายนักเรียนจะได้พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของตัวเอง และฟังคำตอบของเพื่อน

1.5 ในชั้นเรียนเมื่อนักเรียนต้องเจอปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์หลายครั้ง นักเรียนบางคนอาจเกิดความเบื่อหน่าย ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้กับนักเรียนส่วนใหญ่ที่แก้โจทย์ไม่ได้ ครูควรให้ความสนใจกับนักเรียนกลุ่มนี้โดยอาจเรียกถามบ่อยๆ เป็นคำถามที่ไม่ยากมาก หรือใช้คำถามชวนคิด ประมาณว่าเป็นแบบนี้ได้ไหม ถ้าแบบนี้ไม่ได้ควรเป็นแบบไหนดี และที่สำคัญครูไม่ควรรีบเฉลยคำตอบจนเกินไป แม้จะมีนักเรียนบางคนตอบได้แล้วก็ตาม ครูควรรอนักเรียนคนอื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมี

กำลังใจและอยากคิดจนได้คำตอบเป็นผลสำเร็จ ซึ่งคำตอบของนักเรียนอาจหลากหลายครูควรเปิดใจรับฟังเหตุผลของนักเรียนด้วย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเห็นว่ามีข้อเสนอแนะที่สำคัญ และเป็นประโยชน์ สำหรับท่านที่สนใจจะทำวิจัยที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ หรือกลวิธีการเสริมต่อความคิด ดังนี้

2.1 สำหรับโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ มีความน่าสนใจทั้งในตัวโครงสร้างโจทย์ รูปแบบของโจทย์ และลักษณะโจทย์ อาจปรับเปลี่ยนได้ตามเห็นสมควร และอาจจะทำในเนื้อหาอื่นของวิชาคณิตศาสตร์ หรือในรายวิชาอื่นๆ เพราะโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์หากออกแบบมาดี จะช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความคิดมากสมควร ทั้งนี้ควรตระหนักในเรื่องเนื้อหาที่ใช้สร้างโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ เพราะเนื้อหาบางเรื่องไม่สามารถทำได้ อย่างงานวิจัยนี้ใช้เรื่องอสมการ ซึ่งสามารถออกแบบเป็นโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ได้ แต่ขอบเขตในการออกแบบอาจดูไม่หลากหลาย เนื่องจากมีทฤษฎีบทอยู่ไม่มาก แต่หากเลือกเนื้อหาที่มีหลากหลายทฤษฎีบทอาจเพิ่มความหลายหลายของโจทย์ได้ด้วย เช่น เนื้อหา เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ในการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ ไม่เฉพาะแค่ การแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์เท่านั้น เพราะจากการทดลอง พบว่า กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์นี้ มีความคล้ายคลึงกับกระบวนการแก้ปัญหาโดยทั่วๆ ไป เพียงแต่เพิ่มความซับซ้อนในขั้นการสร้างตัวแทนปัญหา ที่ต้องมีการระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปอาจจะไม่มีขั้นตอนนี้ หากมองในอีกแง่หนึ่งสามารถมองขั้นตอนนี้ เป็นขั้นการกำหนดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้การนำกลวิธีการเสริมต่อความคิดไปใช้ร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ ก็น่าสนใจ เพราะจากการทดลอง นักเรียนที่ได้รับการเสริมต่อความคิดไม่ว่าด้วยวิธีการใด จะมีความมั่นใจ และเชื่อมั่นในตัวเองมากยิ่งขึ้น จนทำให้การแก้ปัญหาสำเร็จ และอาจนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด ไปใช้กับเนื้อหาอื่นของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือการแก้ปัญหาในรายวิชาอื่น และกระบวนการนี้เหมาะสำหรับแก้ปัญหาซับซ้อน เช่น โจทย์ปัญหาความน่าจะเป็น โจทย์ปัญหาการประยุกต์อัตราส่วนและร้อยละ เป็นต้น

2.3 ควรกำหนดให้จำนวนโจทย์ปัญหาทั้งห้องทดลองและห้องควบคุมมีสัดส่วนเดียวกัน โดยมีโจทย์ปัญหาปกติต่อโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ในสัดส่วน 50 : 50 เหมือนกัน ซึ่งน่าสนใจว่า ผลการวิจัยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของห้องทดลองจะยังสูงกว่าห้องควบคุมหรือไม่ เนื่องจากว่าในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งสัดส่วนโจทย์ปัญหาปกติต่อโจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ในห้องทดลองเป็น 20 : 80 ส่วนห้องควบคุมแบ่งเป็น 80 : 20 ตามเหตุผลที่ได้กล่าวเอาไว้แล้วในเล่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555). เทคนิคการใช้คำถามพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: บริษัท วีพรินท์ (1991) จำกัด.

ฐากร สิทธิโชค. (2558). การคิดอย่างมีวิจารณญาณในกระบวนการเรียนรู้สังคมศึกษา Critical Thinking in Social Studies Learning Process. วารสารมนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 (ตุลาคม 2557 – มีนาคม 2558).

ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2556). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ ระดับอุดมศึกษา โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ. (ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต), สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ ฉิมมาลี. (2550). ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของฟรายวิลลิกที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ประภาทิพย์ ภูนคร. (2555). ผลของการใช้เทคนิค Five-step Model ที่มีต่อทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พีชาณิกา เพชรสังข์. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 5E ร่วมกับคำถามปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศศิวรรณ ชำนิยนต์. (2552). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักบนเว็บที่มีการช่วยเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โศจิวัจน์ เสริฐศรี. (2553). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการคิดเชิงสัมพันธ์และแนวคิดการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงพีชคณิตของนักเรียนประถมศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัตรา จันทรโฆษิต. (2552). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรชัย วงศ์จันเสือ. (2555). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด DAPIC และ CGI ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญามหาบัณฑิต), สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Aizikovitsh, E., & Amit, M. (2008). Developing critical thinking in probability lesson. Paper presented at the Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.

Aizikovitsh, E., & Amit, M. (2009). Promoting critical thinking abilities via probability instruction. Paper presented at the Proceedings of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.

Aizikovitsh, E., & Amit, M. (2011). Integrating theories in the promotion of critical thinking in mathematics classrooms. Paper presented at the Proceedings of CERME.

Alibali, M. (2006). Does visual scaffolding facilitate students' mathematics learning? Evidence from early algebra. Retrieved March, 18, 2015.

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy. New York. Longman Publishing. Artz, AF, & Armour-Thomas, E.(1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. Cognition and Instruction, 9(2), 137-175.

Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. Journal of Mathematics Teacher Education, 9(1), 33-52.

Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington, DC: National Academies Press.

Byun, J. N., Kwon, D. Y., & Lee, W. G. (2014). Development of Ill-Structured Problems for Elementary Learners to Learn by Computer-Based Modeling Tools. International Journal of Computer Theory and Engineering, 6(4), 292.

Casem, R. Q. (2013). Scaffolding strategy in teaching mathematics: Its effects on students' performance and attitudes. Comprehensive Journal of Educational Research, 1(1), 9-19.

Chi, M. T. H., & Glaser, R. (1985). Problem solving ability. Human abilities: An information-processing approach (R. J. Sternberg Ed.). New York: W.H. Freeman.

Choi, I., & Lee, K. (2009). Designing and implementing a case-based learning environment for enhancing ill-structured problem solving: Classroom management problems for prospective teachers. Educational Technology Research and Development, 57(1), 99-129.

Copple, C., & Bredekamp, S. (2009). Developmentally appropriate practice in early childhood programs. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Cosgrove, R. (2011). Critical thinking in the Oxford tutorial: A call for an explicit and systematic approach. Higher Education Research & Development, 30(3), 343-356.

Cosker, N., & Diezmann, C. M. (2009). Scaffolding Students' Thinking in Mathematical Investigations. Australian Primary Mathematics Classroom, 14(3), 27-32.

Critical Thinking Consortium. (2013). Tips for Teachers : Critical thinking in elementary mathematics: What? Why? When? and How? Retrieved from www.tc2.ca

Dam, G. T. (2004). Critical thinking as a citizenship competence: teaching strategies. Learning and instruction, 14(4), 359-379.

David, K. (2012). The California Critical Thinking Skills Test. Retrieved from https://www.clemson.edu/academics/programs/thinks2/documents/scholars/summer_2013/knox_cctst.pdf

Dewey, J. (1933). How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educational process. Lexington, MA: Heath, 35, 64.

Dumke, G. (1980). Chancellor's executive order 338. California State University, Chancellor's Office, Long Beach.

Elder, L. (2009). biographical information. Retrieved from http://www.criticalthinking.org/aboutCT/define_critical_thinking.cfm

Ennis, R. H. (1985a). Critical thinking and the curriculum. Paper presented at the National Forum.

Ennis, R. H. (1985b). A logical basis for measuring critical thinking skills. Educational leadership, 43(2), 44-48.

Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. Teaching for Thinking 9 - 26.

Ennis, R. H., Millman, J., & Tomko, T. N. (1985). Cornell critical thinking tests level X & level Z: Manual: Midwest Publications Pacific Grove, CA.

Facione, P. A. (1990). The California Critical Thinking Skills Test--College Level. Technical Report# #1 -- Experimental Validation and Content Validity.

Facione, P. A., & Facione, N. C. (1992). The California critical thinking disposition inventory: CCTDI. Millbrae, CA: California Academic Press.

Chulalongkorn University

Ge, X., & 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.

Halpern, D. F. (1999). Teaching for critical thinking: Helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. New directions for teaching and learning, 1999(80), 69-74.

Harper, K. A., Freuler, R. F., & Demel, J. T. (2007). Introducing Ill-Structured Problems in Introductory Physics Recitations. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.

Hayes, J. R. (1981). The complete problem solver. Philadelphia: Franklin Institute Press.

Helgeson, S. L. (1992). Problem Solving Research in Middle/Junior High School Science Education.

Henningsen, M., & Stein, M. K. (1997). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning. Journal for research in mathematics education, 524-549.

Holyoak, K. J. (1990). Problem solving. Thinking: An invitation to cognitive science, 3, 117-146.

Hong, N. S. (1998). The relationship between well-structured and ill-structured problem solving in multimedia simulation.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. Educational Technology Research and Development, 45(1), 65-94.

Kapur, M., & Kinzer, C. (2006). Synchronous collaborative problem solving. The effect of problem type on interactional activity, inequity, and group performance in a synchronous computer-supported collaborative environment. Manuscript submitted for publication.

Kitchner, K. S. (1983). Cognition, metacognition, and epistemic cognition. Human development, 26(4), 222-232.

Kurfiss, J. G. (1988). Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2, 1988: ERIC.

Larkin, M. (2002). Using Scaffolded Instruction To Optimize Learning. ERIC Digest.

Many, J. E. (2002). An exhibition and analysis of verbal tapestries: Understanding how scaffolding is woven into the fabric of instructional conversations. Reading Research Quarterly, 37(4), 376-407.

Marcut, I. (2005). Critical thinking-applied to the methodology of teaching mathematics. Educatia Matematica, 1(1), 57-66.

Meacham, J. A., & Emont, N. C. (1989). The interpersonal basis of everyday problem solving: Theory and applications. 7-23.

Meyer, D. K. (1993). What is scaffolded instruction? Definitions, distinguishing features, and misnomers. Paper presented at the National Reading Conference Yearbook, Chicago.

Murphy, E. (2004). Identifying and measuring ill-structured problem formulation and resolution in online asynchronous discussions. Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie, 30(1), 5-20.

Neisser, U. (1976). Cognition and reality: Principles and implications of cognitive psychology: WH Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.

Northern Illinois University. (2006). Instructional Scaffolding to Improve Learning. Retrieved from http://www.facdev.niu.edu/facdev/_pdf/guide/strategies/instructional_scaffolding_to_improve_learning.pdf

Paul, R. (1995). Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world: Foundation for Critical Thinking.

Paul, R., & Elder, L. (2001). The Miniature Guide to Critical Thinking: Concepts and Tools. Dillon Beach, CA: The Foundation for Critical Thinking.

Perkins, D. N. (1989). Reasoning as it is and could be: An empirical perspective. Paper presented at the Thinking across cultures: The third international conference on thinking.

Peter, E. E. (2012). Critical thinking: Essence for teaching mathematics and mathematics problem solving skills. African Journal of Mathematics and Computer Science Research, 5(3), 39-43.

Reitman, W. R. (1965). Cognition and thought: an information processing approach.

Scriven, & Paul, R. (2007). Defining critical thinking. The Critical Thinking Community. Retrieved November, 21, 2007.

Scriven, M. (1985). Critical for survival. Paper presented at the National Forum.

Shakirova, D. (2007). Technology for the shaping of college students' and upper-grade students' critical thinking. Russian Education & Society, 49(9), 42-52.

Shin, N., Jonassen, D. H., & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. Journal of research in science teaching, 40(1), 7-27.

Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. Artificial intelligence, 4(3-4), 181-201.

Sinnott, J. D. (1989). A model for solution of ill-structured problems: Implications for everyday and abstract problem solving in Everyday problem Solving: Theory and Applications. New York: Praeger Publishers.

Song, H.-D. (2005). Motivating ill-structured problem solving in a web-based peer-group learning environment: A learning-goal perspective. Journal of Educational Computing Research, 33(4), 351-367.

Spiro, R. (1987). Knowledge acquisition for application: Cognitive flexibility and transfer in complex content domains (ERIC Document Reproduction Service No. ED 287155).

Spiro, R. J. (1988). Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. Technical Report No. 441.

Sternberg, R. (2009). Cognitive Psychology Belmont, CA: Wadsworth.

Sternberg, R. J. (1985). Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence. Now York: Cambridge University Press.

Stone, C. A. (1998). The metaphor of scaffolding its utility for the field of learning disabilities. Journal of learning disabilities, 31(4), 344-364.

Tharp, R. G., & Gallimore, R. (1991). Rousing minds to life: Teaching, learning, and schooling in social context: Cambridge University Press.

Van Der Stuyf, R. R. (2002). Scaffolding as a teaching strategy. Adolescent learning and development, 52(3), 5-18.

Victorian primary schools. (2004). Scaffolding practices for effective numeracy teachers. Retrieved from http://www.education.vic.gov.au/Documents/school/teachers/teachingresources/discipline/maths/snmyprac.pdf

Voss, & Post, T. A. (1988). On the solving of ill-structured problems. The nature of expertise, 261–285.

Voss, J. F. (1988). Problem solving and reasoning in ill-structured domains. Analyzing everyday explanation: A casebook of methods, 74-93.

Vygotsky, L. S. (1980). Mind in society: The development of higher psychological processes: Harvard university press.

Warnick, B., & Inch, E. S. (1994). Critical thinking and communication: The use of reason in argument. New York: Macmillan College.

Watson, G., & Glaser, E. (2002). Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal, UK Edition: Practice Test: Psychological Corporation.

Watson, G., & Glaser, E. (2008). Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal Short Form Manual. Pearson Education. USA: Inc. the United States of America.

Weisberg, R. W. (2006). Creativity: Understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts: John Wiley & Sons.

White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. Cognition and instruction, 16(1), 3-118.

Williams, L. (2008). Tiering and Scaffolding: Two Strategies for Providing Access to Important Mathematics. Teaching Children Mathematics, 14(6), 324-330.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. Journal of child psychology and psychiatry, 17(2), 89-100.

Wood, J. T., & Duck, S. (1995). Off the beaten track: New shores for relationship research. Under-studied relationships: Off the beaten track, 6, 1-22.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอทดลองใช้เครื่องมือวิจัย
- หนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เกษมสุขพิพัฒน์	ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์สุรชัย วงค์จันเสือ	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
3. อาจารย์สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล	ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59-6481

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เกษมสุขพิพัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฏ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6432

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6483

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์สุรชัย วงค์จันเสือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฏ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59-6434

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฏ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์สุรชัย วงค์จันเสือ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59-6486

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฏ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการนี้จึงขอเชิญอาจารย์สมสว่าง ธนะพานิชย์สกุล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ที่ ศธ 0512.6(2791.10)/59- 6437

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

18 ตุลาคม 2559

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิธ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาววรนิพิฏ พันธ์หนองหว้า นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิดที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมีรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลด้วยแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้เก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยศวีร์ สายฟ้า)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2565 ต่อ 6732
เบอร์โทรติดต่อนิสิตผู้วิจัย: 091-819-7079 E-mail: apishy_nana@hotmail.com

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์
ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **รายวิชา** คณิตศาสตร์พื้นฐาน **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อสมการ

เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ผู้สอน นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า **จำนวน** 1 คาบ **เวลา** 50 นาที

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

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

ค 4.2 ม.4-6/3 แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้

ค 4.2 ม.4-6/3 ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ค 6.1 ม. 4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม. 4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนประโยคสัญลักษณ์ในรูปอสมการ โดยแปลงประโยคข้อความจากโจทย์ปัญหาเป็นอสมการได้
2. เลือกใช้อสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ เพื่อหาคำตอบของอสมการได้
3. ตรวจสอบคำตอบ หรือประเมินผลคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้
2. ให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา หรือให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้อสมการได้
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ เข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้
4. สื่อความหมายจากภาษาข้อความ และเงื่อนไขในโจทย์อสมการ เป็นภาษาสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

1. ทำงานที่มอบหมายอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และส่งงานภายในระยะเวลาที่ครูกำหนด
2. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามครู และแสดงความคิดเห็นของตน

สาระสำคัญ

ขั้นการแก้โจทย์ปัญหาแบบปกติ จะคล้ายกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เคยที่เรียนมาแล้ว โดยมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร
ขั้นที่ 2 กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ให้หา
ขั้นที่ 3 เขียนอสมการตามเงื่อนไขในโจทย์
ขั้นที่ 4 แก้อสมการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับเงื่อนไขในโจทย์

ขั้นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ตามแนวคิดของ Voss & Post (1988) และ Sinnott (1989) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา
  1.1 อ่านข้อความปัญหา
  1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา
  1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน
ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้
ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้

พิจารณาโจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ต่อไปนี้

1) เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

วิธีทำ ให้ เขาใช้จ่ายเดือนละ x บาท

เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย →

เงินเดือน = เงินเก็บ + เงินค่าใช้จ่าย

เต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท → 5,000 , 5,001 , 5,002 , 5,003 , ...

ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท → เงินเดือน $\leq$ 20,000

เงินเดือน = เงินเก็บ + เงินค่าใช้จ่าย

= เงินเก็บ + x

ดังนั้น อสมการที่เป็นไปได้ คือ

$5{,}000 + x \leq 20{,}000$, $5{,}001 + x \leq 20{,}000$, $5{,}002 + x \leq 20{,}000$, ...

อยากทราบ → ค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด

เลือกใช้ $5{,}000 + x \leq 20{,}000$

$x \leq 20{,}000 - 5{,}000$

$x \leq 15{,}000$

ตอบ เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละ 15,000 บาท

ตรวจคำตอบ

ถ้าเต้ใช้จ่ายเดือนละ 15,000 บาท และถ้าเขาเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท

รวมเป็นเงิน 15,000 + 5,000 = 20,000 บาท

และเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท

ซึ่ง 20,000 บาท ไม่เกิน 20,000 สอดคล้องตามโจทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

วิธีทำ ให้ งานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก x คน

จำนวนแขกที่มางานเลี้ยง อยู่ระหว่าง 39 คน กับ 48 คน→ 40 , 41 , ... , 47

งานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน → จำนวนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ ≤ 60

จำนวนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ = จำนวนแขกที่อยู่ในงาน + จำนวนแขกที่มาเพิ่ม

= จำนวนแขกที่อยู่ในงาน + x

จะได้ว่า จำนวนแขกที่มางานเลี้ยง + $x \leq 60$

ดังนั้น อสมการที่เป็นไปได้ คือ

$40 + x \leq 60$, $41 + x \leq 60$, ... , $47 + x \leq 60$

อยากทราบ → รับรองแขกได้อีกมากที่สุดกี่คน

เลือกใช้ $40 + x \leq 60$

$40 + x \leq 60$

$x \leq 60 - 40$

$x \leq 20$

ตอบ งานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก มากที่สุด 20 คน

ตรวจคำตอบ

ถ้างานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก 20 คน จำนวนแขกที่อยู่ในงาน 40 คน

รวมจำนวนแขกที่มางานทั้งหมด เป็น 20 + 40 = 60 คน

ซึ่ง 60 คน ไม่เกิน 60 สอดคล้องตามโจทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม (5 นาที)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และพูดคุยเรื่องราวต่างๆ

2. ครูพูดถึงการแก้โจทย์ปัญหาเรียนไปที่แล้วว่า นักเรียนต้องวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ให้มาก่อน จากนั้นเขียนอสมการเพื่อนำไปสู่คำตอบของโจทย์ปัญหา แก้อสมการ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ

3. ครูกล่าวว่าในโจทย์ที่ครูจะให้นักเรียนทำต่อไปนี้ เป็นโจทย์ที่อาจเหมือนหรือแตกต่างจากที่เคยเจอ ซึ่งครูจะให้เวลานักเรียนได้อ่านโจทย์และวิเคราะห์โจทย์มากพอควร

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (42 นาที)

1. ครูแจกใบกิจกรรม และให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ข้อที่ 1

โจทย์ข้อที่ 1 เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บ และเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

<u>ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา</u>

1.1 อ่านข้อความปัญหา

- หลังจากที่ครูให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ 2 นาที ครูประเมินความเข้าใจและช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาทีละขั้น โดยเริ่มจากถามคำถามว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร ?

จากนั้น ให้ x แทนสิ่งที่โจทย์ให้หา นั่นคือ ให้ เขาใช้จ่ายเดือนละ x บาท

- ครูถามว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ พร้อมกับให้โอกาสนักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด (Noticing) โดยถามว่านักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโจทย์ข้อนี้ไหม

- ครูตอบคำถาม โดยอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (Explaning) ดังนี้

(โดย ใช้เครื่องหมาย → แทน แปลความว่า)

เต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท → 5,000 , 5,001 , 5,002 , 5,003 , ...

ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท → เงินเดือน $\leq$ 20,000

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

- ครูใช้คำถามแนะคิด (Guiding) ว่า เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บ และเงินค่าใช้จ่าย แสดงว่าเงินเก็บรวมกับเงินค่าใช้จ่ายเท่ากับเงินเดือนใช่หรือไม่ แล้วเขียนได้อย่างไร?

เงินเดือน = เงินเก็บ + เงินค่าใช้จ่าย

ดังนั้น เงินเก็บ + เงินค่าใช้จ่าย $\leq$ 20,000 หรือ เงินเก็บ + x $\leq$ 20,000

เขียนอสมการที่เป็นไปได้ คือ

$5{,}000 + x \leq 20{,}000$, $5{,}001 + x \leq 20{,}000$, $5{,}002 + x \leq 20{,}000$, ...

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

- นักเรียนต้องเลือกเพียงอสมการเดียวเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา
- ครูใช้คำถามกระตุ้น (Question Prompts) ดังนี้

1) โจทย์อยากทราบอะไร

อยากทราบ ค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด

2) ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะเลือกใช้อสมการอันไหน จึงจะได้ค่าใช้จ่ายมากกว่าอันอื่นๆ ครูจะประเมินนักเรียนจากคำถามนี้ ซึ่งอาจมีนักเรียนที่ตอบไม่ได้ เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ ครูจะเขียนเป็นสมการก่อน คือ

$5{,}000 + x = 20{,}000$, $5{,}001 + x = 20{,}000$, $5{,}002 + x = 20{,}000$, ...

$x = 20{,}000 - 5{,}000$, $x = 20{,}000 - 5{,}001$, $x = 20{,}000 - 5{,}002$, ...

$x = 15{,}000$, $x = 14{,}999$, $x = 14{,}998$, ...

แล้วถามนักเรียนใหม่อีกครั้งว่า สมการอันไหน ให้ค่า x ที่แทนค่าใช้จ่าย มากกว่ากัน ซึ่งนักเรียนควรเลือกอันนั้น เพื่อใช้หาคำตอบ นั่นคือ

เลือกใช้ $5{,}000 + x \leq 20{,}000$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้</u>

- ครูให้นักเรียนแก้อสมการเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

เลือกใช้ $5{,}000 + x \leq 20{,}000$

$x \leq 20{,}000 - 5{,}000$

$x \leq 15{,}000$

- ครูประเมินนักเรียนจากการเดินดู ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้รับการเสริมต่อความคิดที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนที่ทำได้แล้วอาจไม่ได้รับการเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ ซึ่งการเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ มีดังนี้

1) Parallel Modeling ครูใช้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนได้รับ เพื่อแสดงวิธีคิดให้นักเรียนดู

2) Feeding back ครูให้ข้อมูลป้อนกลับ โดยดูจากสิ่งที่นักเรียนทำ

3) Apprenticing ครูมอบหมายให้นักเรียนที่ทำได้แล้ว สอนเพื่อนที่ยังทำไม่ได้

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

- ครูให้นักเรียนตรวจคำตอบเหมือนกับวิธีการแก้ปัญหาแบบปกติ ดังนี้

ตรวจคำตอบ

ถ้าเต้ใช้จ่ายเดือนละ 15,000 บาท และถ้าเขาเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท
รวมเป็นเงิน 15,000 + 5,000 = 20,000 บาท
และเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท
ซึ่ง 20,000 บาท ไม่เกิน 20,000 สอดคล้องตามโจทย์

- ครูถามคำถามเพื่อล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ (Probing) ว่า มีนักเรียนคนใดได้คำตอบแตกต่างจากครูบ้าง หรือ ครูเดินดูคำตอบของนักเรียน ถ้าเห็นนักเรียนที่ตอบแตกต่างออกไป ครูถามเหตุผลว่าทำไมจึงตอบเช่นนั้น และนำกรณีที่ต่างนี้มาเป็นประเด็นให้นักเรียนทั้งห้องได้คิดต่อ

- นักเรียนที่ตอบแตกต่าง หรือ ตอบเหมือนกับครู อธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา (Students Explaning and Justifying) อาจอธิบายกับครู หรืออธิบายให้เพื่อนทั้งห้องฟังด้วยก็ได้

- ครูชี้ประเด็นสำคัญ ให้นักเรียนเห็นว่างานที่สำเร็จและงานที่บกพร่องเป็นอย่างไร (Marking Critical Features) โดย สำหรับงานที่สำเร็จครูอธิบายว่า เมื่อตรวจคำตอบแล้วจะสอดคล้องกับโจทย์ การที่จะทำได้อย่างถูกต้อง ต้องเขียนอสมการให้ได้ก่อน และเลือกใช้อสมการได้อย่างถูกต้อง หลังจากนั้นการแก้อสมการที่ถูกต้อง จะได้ว่า $x \leq 15{,}000$ ซึ่งคำตอบ คือ 15,000 บาท เป็นค่าใช้จ่ายต่อเดือนที่มากที่สุด สำหรับงานที่บกพร่องขึ้นอยู่กับกรณีที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน โดยครูอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำตามเห็นสมควร เพื่อย้ำจุดที่นักเรียนอาจทำผิดซ้ำ

2. ครูให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ข้อที่ 2 ในใบกิจกรรม

โจทย์ข้อที่ 2 เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา

1.1 อ่านข้อความปัญหา

- หลังจากที่ครูให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ 2 นาที ครูประเมินความเข้าใจและช่วยให้นักเรียนเข้าใจปัญหาทีละขั้น โดยเริ่มจากถามคำถามว่าโจทย์ต้องการให้หาอะไร ?

จากนั้น ให้ x แทนสิ่งที่โจทย์ให้หา นั่นคือ ให้ งานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก x คน

- ครูถามว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ พร้อมกับให้โอกาสนักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนด (Noticing) โดยถามว่านักเรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับโจทย์ข้อนี้ไหม

- ครูตอบคำถาม โดยอธิบายสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (Explaning) ดังนี้

(โดย ใช้เครื่องหมาย → แทน แปลความว่า)

จำนวนแขกที่มางานเลี้ยง อยู่ระหว่าง 39 คน กับ 48 คน → 40 , 41 , ... , 47

งานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน → จำนวนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ $\leq$ 60

1.2 กำหนดธรรมชาติของปัญหา

- ก่อนจะพูดถึงสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ถัดไป ครูใช้คำถามแนะคิด (Guiding) ว่า จำนวนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ สำหรับแขกที่อยู่ในงานและแขกที่จะมาเพิ่ม ใช่หรือไม่ นักเรียนเขียนความสัมพันธ์ได้ว่าอย่างไร ?

จำนวนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ = จำนวนแขกที่อยู่ในงาน + จำนวนแขกที่มาเพิ่ม

= จำนวนแขกที่อยู่ในงาน + x

ดังนั้น จะได้ว่า จำนวนแขกที่มางานเลี้ยง + x $\leq$ 60

เขียนอสมการได้เป็น

$40 + x \leq 60$, $41 + x \leq 60$, ... , $47 + x \leq 60$

1.3 ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน

- นักเรียนต้องเลือกเพียงอสมการเดียวเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบของปัญหา

- ครูใช้คำถามกระตุ้น (Question Prompts) ดังนี้

1) โจทย์อยากทราบอะไร

อยากทราบ รับรองแขกได้อีกมากที่สุดกี่คน

2) ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนจะเลือกใช้อสมการอันไหน จึงจะได้จำนวนแขกที่มาเพิ่มมากกว่าอันอื่นๆ ครูจะประเมินนักเรียนจากคำถามนี้ ซึ่งอาจมีนักเรียนที่ตอบไม่ได้ เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ ครูจะเขียนเป็นสมการก่อน คือ

Chulalongkorn University

$40 + x = 60$, $41 + x = 60$, ... , $47 + x = 60$

$x = 60 - 40$, $x = 60 - 41$, ... , $x = 60 - 47$

$x = 20$, $x = 19$, ... , $x = 13$

แล้วถามนักเรียนใหม่อีกครั้งว่า สมการอันไหน ให้ค่า x ที่แทนราคาขนม ต่ำกว่ากัน ซึ่งนักเรียนควรเลือกอันนั้น เพื่อใช้หาคำตอบ นั่นคือ

เลือกใช้ $40 + x \leq 60$

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

- ครูให้นักเรียนแก้อสมการเพื่อหาคำตอบ ดังนี้

เลือกใช้ $40 + x \leq 60$

$x \leq 60 - 40$

$x \leq 20$

- ครูประเมินนักเรียนจากการเดินดู ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะได้รับการเสริมต่อความคิดที่แตกต่างกัน นักเรียนบางคนที่ทำได้แล้วอาจไม่ได้รับการเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ ซึ่งการเสริมต่อความคิดในขั้นนี้ มีดังนี้

1) Parallel Modeling ครูใช้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่นักเรียนได้รับ เพื่อแสดงวิธีคิดให้นักเรียนดู

2) Feeding Back ครูให้ข้อมูลป้อนกลับ โดยดูจากสิ่งที่นักเรียนทำ

3) Apprenticing ครูมอบหมายให้นักเรียนที่ทำได้แล้ว สอนเพื่อนที่ยังทำไม่ได้

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

- ครูให้นักเรียนตรวจคำตอบเหมือนกับวิธีการแก้ปัญหาแบบปกติ ดังนี้

ตรวจคำตอบ

ถ้างานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก 20 คน จำนวนแขกที่อยู่ในงาน 40 คน

รวมจำนวนแขกที่มางานทั้งหมด เป็น 20 + 40 = 60 คน

ซึ่ง 60 คน ไม่เกิน 60 สอดคล้องตามโจทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- ครูถามคำถามเพื่อล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ (Probing) ว่า มีนักเรียนคนใดได้คำตอบแตกต่างจากครูบ้าง หรือ ครูเดินดูคำตอบของนักเรียน ถ้าเห็นนักเรียนที่ตอบแตกต่างออกไป ครูถามเหตุผลว่าทำไมจึงตอบเช่นนั้น และนำกรณีที่ต่างนี้มาเป็นประเด็นให้นักเรียนทั้งห้องได้คิดต่อ

- นักเรียนที่ตอบแตกต่าง หรือ ตอบเหมือนกับครู อธิบายเหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา (Students Explaning and Justifying) อาจอธิบายกับครู หรืออธิบายให้เพื่อนทั้งห้องฟังด้วยก็ได้

- ครูชี้ประเด็นสำคัญ ให้นักเรียนเห็นว่างานที่สำเร็จและงานที่บกพร่องเป็นอย่างไร (Marking critical features) โดย <u>สำหรับงานที่สำเร็จ</u>ครูอธิบายว่า เมื่อตรวจคำตอบแล้วจะสอดคล้องกับโจทย์ การที่จะทำได้อย่างถูกต้อง ต้องเขียนอสมการให้ได้ก่อน และเลือกใช้อสมการได้อย่างถูกต้อง หลังจากนั้นการแก้อสมการที่ถูกต้อง จะได้ว่า $x \leq 20$ ซึ่งคำตอบ คือ 20 บาท เป็นจำนวนแขกที่มากที่สุดที่จะมางานเพิ่ม <u>สำหรับงานที่บกพร่อง</u>ขึ้นอยู่กับกรณีที่เกิดขึ้นจริงในห้องเรียน โดยครูอธิบายสิ่งที่นักเรียนทำตามเห็นสมควร เพื่อย้ำจุดที่นักเรียนอาจทำผิดซ้ำ

ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (3 นาที)

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปขั้นที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ใช้กับโจทย์ปัญหาทั้งสองข้อ ว่ามี 3 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา (เขียนอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด และเลือกใช้อสมการเดียว)

ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม

โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

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

1. เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน	การประเมิน *(ผ่าน/ไม่ผ่าน)*
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ				
1. เขียนประโยคสัญลักษณ์ของอสมการ โดยแปลงประโยคข้อความจากโจทย์ปัญหาเป็นอสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. เลือกใช้อสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ เพื่อหาคำตอบของอสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
3. ตรวจสอบคำตอบ หรือประเมินผลคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ ได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ				
1. แก้ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	

2. ให้เหตุประกอบคำตอบที่เลือกมาหรือให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้อสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ เข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
4. สื่อความหมายจากภาษาข้อความและเงื่อนไขในโจทย์อสมการ เป็นภาษาสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน				
1. ทำงานที่มอบหมายอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และส่งงานภายในระยะเวลาที่ครูกำหนด	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนถือว่าผ่าน	

2. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามครู และแสดงความคิดเห็นของตน	สังเกตจากการส่งใบงาน	ใบตรวจสอบรายชื่อส่งงาน	นักเรียนร้อยละ 80 เข้าส่งงานตรงตามเวลาถือว่าผ่าน	

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ภาพรวมของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหา หรือ อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลงชื่อ.....

(นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า)

29 พฤศจิกายน 2559

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแบบปกติ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ **รายวิชา** คณิตศาสตร์พื้นฐาน **ระดับชั้น** มัธยมศึกษาปีที่ 3
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 อสมการ
เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ผู้สอน นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า **จำนวน** 1 คาบ **เวลา** 50 นาที

สาระที่ 4 พีชคณิต

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

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

ค 4.2 ม.4-6/3 แก้สมการและอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสองได้

ค 4.2 ม.4-6/3 ใช้กราฟของสมการ อสมการ ฟังก์ชันในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ค 6.1 ม. 4-6/4 ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ค 6.1 ม. 4-6/5 เชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

1. เขียนประโยคสัญลักษณ์ในรูปอสมการ โดยแปลงประโยคข้อความจากโจทย์ปัญหาเป็นอสมการได้
2. เลือกใช้อสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ เพื่อหาคำตอบของอสมการได้
3. ตรวจสอบคำตอบ หรือประเมินผลคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้
2. ให้เหตุผลประกอบคำตอบที่เลือกมา หรือให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้อสมการได้
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ เข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้
4. สื่อความหมายจากภาษาข้อความ และเงื่อนไขในโจทย์อสมการ เป็นภาษาสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

1. ทำงานที่มอบหมายอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และส่งงานภายในระยะเวลาที่ครูกำหนด
2. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามครู และแสดงความคิดเห็นของตน

สาระสำคัญ

ขั้นการแก้โจทย์ปัญหา จะคล้ายกับการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เคยที่เรียนมาแล้ว โดยมีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร
ขั้นที่ 2 กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ให้หา
ขั้นที่ 3 เขียนอสมการตามเงื่อนไขในโจทย์
ขั้นที่ 4 แก้อสมการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ
ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับเงื่อนไขในโจทย์

สาระการเรียนรู้

พิจารณาโจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ต่อไปนี้

1) เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

วิธีทำ ให้ x แทน เงินค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย
ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท
เขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ให้หา คือ เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

เขียนอสมการได้เป็น $5{,}000 + x \leq 20{,}000$

$$5{,}000 + x \leq 20{,}000$$
$$x \leq 20{,}000 - 5{,}000$$
$$x \leq 15{,}000$$

ดังนั้น เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละ 15,000 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตรวจคำตอบ

ถ้าเต้ใช้จ่ายเดือนละ 15,000 บาท และถ้าเขาเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท
รวมเป็นเงิน 15,000 + 5,000 = 20,000 บาท
และเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท
ซึ่ง 20,000 บาท ไม่เกิน 20,000 สอดคล้องตามโจทย์

2) เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

วิธีทำ ให้ งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก x คน

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง
คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน
แขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้
ในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน

สิ่งที่โจทย์ให้หา คือ งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

เขียนอสมการได้เป็น $40 + x \leq 60$

$$40 + x \leq 60$$
$$x \leq 60 - 40$$
$$x \leq 20$$

ดังนั้น งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก 20 คน

ตรวจคำตอบ

ถ้างานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก 20 คน จำนวนแขกที่อยู่ในงาน 40 คน
รวมจำนวนแขกที่มางานทั้งหมด เป็น 20 + 40 = 60 คน
ซึ่ง 60 คน ไม่เกิน 60 สอดคล้องตามโจทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นเตรียมความพร้อม (5 นาที)

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และพูดคุยเรื่องราวต่างๆ

2. ครูพูดถึงการแก้โจทย์ปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วว่า นักเรียนต้องวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์มาก่อน จากนั้นเขียนอสมการเพื่อนำไปสู่คำตอบของโจทย์ปัญหา แก้อสมการ เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และตรวจสอบคำตอบ ตามลำดับ

ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (42 นาที)

1. ครูแจกใบกิจกรรม และให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ข้อที่ 1

โจทย์ข้อที่ 1 เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บ และเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

<u>ขั้นที่ 1</u> ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร จะได้ว่า สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย
ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท
เขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท

สิ่งที่โจทย์ให้หา คือ เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ขั้นที่ 2</u> นักเรียนกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา นั่นคือ

ให้ x แทน เงินค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือน

<u>ขั้นที่ 3</u> ครูให้เวลานักเรียนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ พร้อมกับให้นักเรียนลองเขียนอสมการของตัวเอง ครูเดินดูนักเรียนทำ ครูอาจใช้คำถามว่า เงินที่แบ่งออกเป็นสองส่วนรวมกันเป็นเงินเดือนใช่หรือไม่? ดังนั้น เงินเดือนเกิดจากอะไรบวกกันบ้าง และถ้าอยากทราบค่าใช้จ่ายมากที่สุด เงินเก็บต้องเป็นเท่าไร เงินเดือนเป็นเท่าไร (ไม่เกิน 20,000 บาท) แล้วเขียนเป็นอสมการแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างไร

สุดท้าย อสมการที่ถูกต้องคือ $5{,}000 + x \leq 20{,}000$

ขั้นที่ 4 นักเรียนแก้อสมการเพื่อหาคำตอบดังนี้ ครูเดินดูนักเรียนทำพร้อมให้ฟีดแบค

$$5{,}000 + x \leq 20{,}000$$

$$x \leq 20{,}000 - 5{,}000$$

$$x \leq 15{,}000$$

ดังนั้น เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละ 15,000 บาท

ขั้นที่ 5 นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้กับเงื่อนไขในโจทย์ จะได้ว่า

ตรวจคำตอบ

ถ้าเต้ใช้จ่ายเดือนละ 15,000 บาท และถ้าเขาเก็บเงินเดือนละ 5,000 บาท

รวมเป็นเงิน 15,000 + 5,000 = 20,000 บาท

และเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท

ซึ่ง 20,000 บาท ไม่เกิน 20,000 สอดคล้องตามโจทย์

2. ครูให้เวลานักเรียนอ่านโจทย์ข้อที่ 2 ในใบกิจกรรม

โจทย์ข้อที่ 2 เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร จะได้ว่า สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ คือ

เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง
คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน
แขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้
ในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน

สิ่งที่โจทย์ให้หา คือ งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

ขั้นที่ 2 นักเรียนกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หา นั่นคือ

ให้ งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก x คน

ขั้นที่ 3 ครูให้เวลานักเรียนพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ พร้อมกับให้นักเรียนลองเขียนอสมการของตัวเอง ครูเดินดูนักเรียนทำ ครูอาจใช้คำถามว่า เดิมมีแขกในงานเท่าไร เตรียมเก้าอี้ไว้เท่าไร และถ้าอยากทราบว่ามาเพิ่มได้อีกมากสุดเท่าไร ควรให้แขกในงานเป็นกี่คน แล้วเขียนเป็นอสมการแสดงความสัมพันธ์ได้อย่างไร

สุดท้าย อสมการที่ถูกต้องคือ $40 + x \leq 60$

ขั้นที่ 4 นักเรียนแก้อสมการเพื่อหาคำตอบดังนี้ ครูเดินดูนักเรียนทำพร้อมให้ฟีดแบค

$$40 + x \leq 60$$
$$x \leq 60 - 40$$
$$x \leq 20$$

ดังนั้น งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก 20 คน

ขั้นที่ 5 นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้กับเงื่อนไขในโจทย์ จะได้ว่า

ตรวจคำตอบ

ถ้างานเลี้ยงนี้รับรองแขกได้อีก 20 คน จำนวนแขกที่อยู่ในงาน 40 คน

รวมจำนวนแขกที่มางานทั้งหมด เป็น $20 + 40 = 60$ คน

ซึ่ง 60 คน ไม่เกิน 60 สอดคล้องตามโจทย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ (3 นาที)

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปขั้นที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ใช้กับโจทย์ปัญหาทั้งสองข้อ ว่ามี 5 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์โจทย์เพื่อหาว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร

ขั้นที่ 2 กำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ให้หาหรือแทนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ให้หา

ขั้นที่ 3 เขียนอสมการตามเงื่อนไขในโจทย์

ขั้นที่ 4 แก้อสมการเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคำตอบที่ได้กับเงื่อนไขในโจทย์

สื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรม

โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

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

1. เต้แบ่งเงินเดือนออกเป็น 2 ส่วน คือ เงินเก็บและเงินค่าใช้จ่าย ซึ่งเต้จะเก็บเงินเดือนละ ไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท ถ้าเขาได้เงินเดือนไม่เกินเดือนละ 20,000 บาท เขาจะใช้จ่ายได้มากที่สุดเดือนละกี่บาท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. เด็กสองคนนับจำนวนแขกที่มางานเลี้ยง คนหนึ่งนับได้ 39 คน อีกคนหนึ่งนับได้ 48 คน ซึ่งจำนวนแขกที่มางานเลี้ยงอยู่ระหว่างจำนวนที่เด็กทั้งสองนับได้ ถ้าในงานเตรียมเก้าอี้รับแขกไว้สำหรับคนไม่เกิน 60 คน งานเลี้ยงนี้จะรับรองแขกได้อีก มากที่สุดกี่คน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน	การประเมิน *(ผ่าน/ไม่ผ่าน)*
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ				
1. เขียนประโยคสัญลักษณ์ของอสมการ โดยแปลงประโยคข้อความจากโจทย์ปัญหาเป็นอสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
2. เลือกใช้อสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ เพื่อหาคำตอบของอสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
3. ตรวจสอบคำตอบ หรือประเมินผลคำตอบที่ได้ว่าสอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ ได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ				
1. แก้ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้วิธีการที่หลากหลายได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	

2. ให้เหตุประกอบคำตอบที่เลือกมาหรือให้เหตุผลประกอบการเลือกใช้อสมการได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอสมการ เข้ากับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันได้	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
4. สื่อความหมายจากภาษาข้อความและเงื่อนไขในโจทย์อสมการ เป็นภาษาสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำงานใบงานได้อย่างถูกต้องถือว่าผ่าน	
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน				
1. ทำงานที่มอบหมายอย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย และส่งงานภายในระยะเวลาที่ครูกำหนด	สังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน	บันทึกผลการจัดการเรียนรู้	นักเรียนร้อยละ 80 ให้ความร่วมมือในการเรียนถือว่าผ่าน	

2. มีส่วนร่วมในชั้นเรียน เช่น ตอบคำถามครู และแสดงความคิดเห็นของตน	สังเกตจากการส่งใบงาน	ใบตรวจสอบรายชื่อส่งงาน	นักเรียนร้อยละ 80 เข้าส่งงานตรงตามเวลาถือว่าผ่าน	

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

1. ภาพรวมของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหา หรือ อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลงชื่อ.....

(นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า)

29 พฤศจิกายน 2559

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
- แบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3 ครั้ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 1 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

วัด 2 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 2 ข้อ คือ

- การให้เหตุผลแบบนิรนัย
- การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

เกณฑ์การให้คะแนน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ข้อละ 1 คะแนน

ตอนที่ 2 แบบอัตนัยเติมคำตอบ

วัด 3 องค์ประกอบ องค์ประกอบละ 2 ข้อ คือ

- การวิเคราะห์
- การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป
- การประเมินข้อโต้แย้ง

เกณฑ์การให้คะแนน ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมให้เหตุผลประกอบ ข้อละ 1 คะแนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

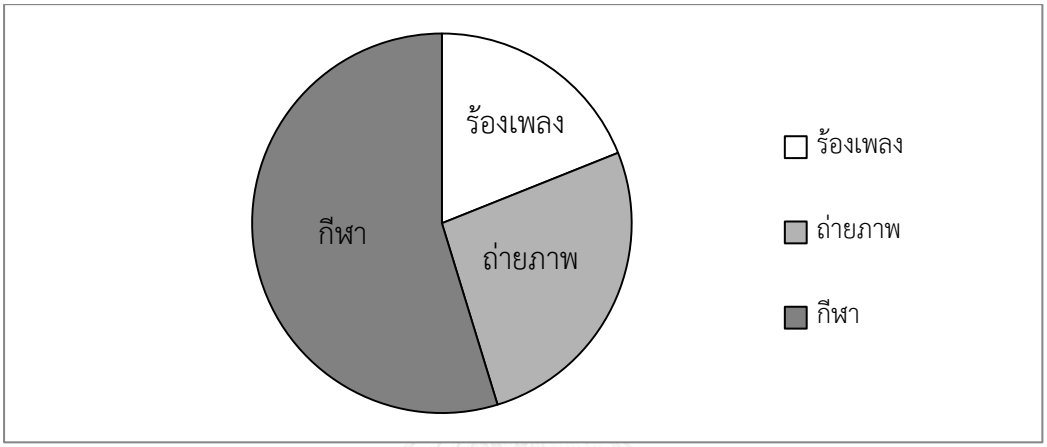
คะแนน	**เกณฑ์การพิจารณา**
1	เลือกคำตอบและให้เหตุผลอย่างถูกต้อง
0.5	เลือกคำตอบถูกต้อง แต่ให้เหตุผลผิด
0	เลือกคำตอบผิดหรือไม่ตอบ

<u>ตอนที่ 1</u> แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ข้อละ 1 คะแนน

ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย

1. พิจารณาจำนวนนักเรียนที่สมัครเข้าชมรมร้องเพลง ถ่ายภาพ และกีฬา เป็นดังกราฟ



ถ้า x แทน จำนวนนักเรียนที่สมัครเข้าชมรมทั้งหมด และ $60 < x < 80$

ข้อความใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. จำนวนนักเรียนที่สมัครเข้าชมรมกีฬามีมากกว่า 30 คน

ข. จำนวนนักเรียนที่สมัครเข้าชมรมร้องเพลงรวมกับชมรมถ่ายภาพน้อยกว่า 40 คน

ค. จำนวนนักเรียนที่สมัครชมรมร้องเพลงรวมกับชมรมถ่ายภาพมีน้อยกว่าจำนวนนักเรียนที่สมัครชมรมกีฬา

ง. นักเรียนสามารถสมัครชมรมกีฬาได้มากที่สุด 30 คน

2. แป้งสูงกว่าปุ๋ย 8 เซนติเมตร บุ๋มสูงกว่าเกด 12 เซนติเมตร เกดเตี้ยกว่าปุ๋ยไม่เกิน 3 เซนติเมตร จากข้อความดังกล่าว ถ้าเรียงลำดับส่วนสูงจากมากไปน้อย จะตรงตามข้อใด

ก. บุ๋ม แป้ง ปุ๋ย เกด

ข. แป้ง บุ๋ม ปุ๋ย เกด

ค. แป้ง ปุ๋ย บุ๋ม เกด

ง. บุ๋ม แป้ง เกด ปุ๋ย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ด้านการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

3. ชาติอ่านหนังสือสอบเล่มหนึ่ง วันแรกและวันที่สองอ่านได้รวมกันมากกว่า $\frac{3}{5}$ ของเล่ม พบว่าเหลือหน้าที่ต้องอ่านอีก 40 หน้า ถ้า x แทนจำนวนหน้าหนังสือ ข้อใดต่อไปนี้สอดคล้องกับที่โจทย์กำหนด

ก. $85 < x < 90$

ข. $90 < x < 95$

ค. $95 < x < 100$

ง. $100 < x < 105$

4. ในการเลือกตั้งประธานนักเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง มีผู้สมัครเข้ารับการเลือกตั้ง 2 คน ผลการเลือกตั้ง ผู้ที่ชนะได้คะแนนสูงกว่าผู้แพ้มากกว่า 30% และถ้าคะแนนต่างกันอยู่ 60 คะแนน คะแนนของผู้สมัครที่แพ้สอดคล้องตามข้อใด

ก. มากกว่า 300 คะแนน

ข. มากกว่า 200 คะแนน

ค. น้อยกว่า 200 คะแนน

ง. น้อยกว่า 100 คะแนน

<u>ตอนที่ 2</u> แบบอัตนัยเติมคำตอบ

ด้านการวิเคราะห์ : จงพิจารณาว่าข้อความใดต่อไปนี้ผิด เลือกเพียงข้อเดียวเท่านั้น พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

5. จากการสำรวจประชากรในเขตกรุงเทพฯ และปทุมธานี พบว่า

เขต	จำนวนประชากร	
	เด็ก (x คน)	ผู้ใหญ่ (y คน)
กรุงเทพฯ	x > 1 ล้าน	y ≤ 5 ล้าน
ปทุมธานี	x < 2 ล้าน	y ≤ 3 ล้าน

พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) ประชากรวัยผู้ใหญ่ของทั้ง 2 เขต รวมกันไม่เกิน 8 ล้านคน

2) ประชากรวัยเด็กและผู้ใหญ่ในเขตปทุมธานี รวมกันไม่ถึง 5 ล้านคน

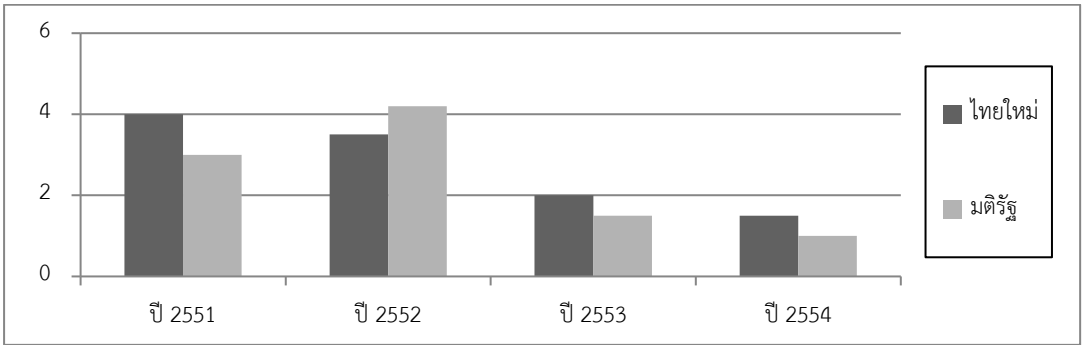
3) ประชากรวัยเด็กในเขตกรุงเทพฯ รวมกับประชากรวัยผู้ใหญ่ในเขตปทุมธานี ไม่ถึง 4 ล้านคน

4) ประชากรวัยเด็กในเขตปทุมธานี รวมกับประชากรวัยผู้ใหญ่ในเขตกรุงเทพฯ ไม่ถึง 7 ล้านคน

ข้อความที่ผิดคือข้อที่.....ผิดเพราะ.....

.....

6. ยอดขายหนังสือพิมพ์ของ 2 สำนักพิมพ์ คือ ไทยใหม่และมติรัฐ ตั้งแต่ปี 2551 ถึงปี 2554 เป็นดังนี้ (หน่วยเป็นล้านฉบับ)



พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ยอดขายของสำนักพิมพ์ไทยใหม่ ถ้าเรียงลำดับตามปี พ.ศ. จะได้ ดังนี้
   ปี 2551 > ปี 2552 > ปี 2553 > ปี 2554
2. ยอดขายของสำนักพิมพ์มติรัฐ ถ้าเรียงลำดับตามปี พ.ศ. จะได้ ดังนี้
   ปี 2552 > ปี 2551 > ปี 2553 > ปี 2554
3. ในปี 2552 เป็นปีเดียวที่ยอดขายของสำนักพิมพ์มติรัฐสูงกว่าไทยใหม่ ซึ่งสูงมากกว่า 0.5 ล้านฉบับ
4. ยอดขายของสำนักพิมพ์มติรัฐในปี 2551 รวมกับปี 2554 สูงกว่าในปี 2552

ข้อความที่ผิดคือข้อที่.....ผิดเพราะ.....

.....

.....

.....

ด้านการอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป : จงใส่เครื่องหมาย ✓หน้าข้อความที่เห็นด้วยที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

7. ทุกวันมานะจะออมเงินใส่ในกระปุกออมสินวันละมากกว่า 20 บาท แต่ไม่เกิน 30 บาท ดังนั้นในเดือนกันยายนจำนวนเงินที่เขาออมได้จะอยู่ในช่วง (600 , 930]

จากข้อความดังกล่าวนักเรียนคิดว่า

☐ จริง เพราะ.....

☐ เท็จ เพราะ.....

☐ ข้อมูลไม่เพียงพอ เพราะ.....

8. แอนขับรถจากบ้านไปยังสถานที่ท่องเที่ยวด้วยอัตราเร็วไม่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ถ้าระยะทางทั้งหมด 600 กิโลเมตร แอนเริ่มออกจากบ้านเวลา 7.00 น. เขาขับรถโดยไม่หยุดพัก เขาจะถึงสถานที่ท่องเที่ยวไม่เกินเวลา 17.00 น.

จากข้อความดังกล่าวนักเรียนคิดว่า

☐ จริง เพราะ.....

☐ เท็จ เพราะ.....

☐ ข้อมูลไม่เพียงพอ เพราะ.....

ด้านการประเมินข้อโต้แย้ง : จงใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่เห็นด้วยที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบให้ถูกต้อง

9. หนังสือและสมุดกองหนึ่งนับรวมกันแล้วปรากฏว่ามีหนังสือน้อยกว่าสมุดอยู่ 10 เล่ม ถ้าหนังสือราคาเล่มละ 25 บาท สมุดราคาเล่มละ 5 บาท และราคาหนังสือกับสมุดกองนี้รวมกันไม่ถึง 500 บาท

แจง กล่าวว่า จำนวนหนังสือน้อยกว่า 15 เล่ม

จุ๋ย กล่าวว่า จำนวนหนังสือและสมุดรวมกันน้อยกว่า 40 เล่ม

นักเรียนคิดว่า<u>คำกล่าวของใครน่าเชื่อถือ</u>

☐แจง ☐จุ๋ย ☐ น่าเชื่อถือทั้งคู่ ☐ ไม่น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

10. บ้านของแก้วปลูกมะม่วงมากกว่าบ้านของกล้า บ้านของแก้วปลูกมะม่วงและทุเรียนเท่ากัน ส่วนบ้านของกล้าปลูกทุเรียนน้อยกว่ามะม่วง 2 ต้น

แก้ว กล่าวว่า บ้านของแก้วปลูกทุเรียนมากกว่าบ้านของกล้า

กล้า กล่าวว่า บ้านของกล้าปลูกมะม่วงมากกว่าทุเรียน

นักเรียนคิดว่า<u>คำกล่าวของใครน่าเชื่อถือ</u>

☐แก้ว ☐กล้า ☐ น่าเชื่อถือทั้งคู่ ☐ ไม่น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

เฉลยแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตอนที่ 1 : การให้เหตุผลแบบนิรนัยและการกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น

1. ง **2.** ก **3.** ง **4.** ค

ตอนที่ 2 :

การวิเคราะห์

5. ข้อ 3 ผิด

เพราะ ประชากรวัยเด็กในเขตกรุงเทพฯ รวมกับประชากรวัยผู้ใหญ่ในเขตปทุมธานี อาจจะเป็น 4 ล้านคน หรือมากกว่า 4 ล้านคน หรือน้อยกว่า 4 ล้านคน ก็ได้ ระบุแน่ชัดไม่ได้

6. ข้อ 4 ผิด

เพราะ ยอดขายของสำนักพิมพ์มติรัฐในปี 2551 รวมกับปี 2554 ประมาณ 4 ล้านฉบับ ซึ่งน้อยกว่าในปี 2552 ที่มียอดขายมากกว่า 4 ล้านฉบับ

การอนุมานหรือลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป

7. เท็จ

เพราะ ในเดือนกันยายนมี 30 วัน จำนวนเงินที่เขาออมได้จะอยู่ในช่วง (600 , 900]

8. จริง

เพราะ แอนขับรถไม่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะทาง 600 กิโลเมตร ใช้เวลาไม่เกิน 10 ชั่วโมง ดังนั้น เริ่มออกเดินทางเวลา 7.00 น. จึงถึงที่ท่องเที่ยงไม่เกินเวลา 17.00 น.

การประเมินข้อโต้แย้ง

9. น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะ จากที่โจทย์กำหนด ถ้า x แทนจำนวนหนังสือ จะได้ว่า $25(x)+5(x+10)<500$ แก้อสมการได้ $x<15$ นั่นคือ จำนวนหนังสือน้อยกว่า 15 เล่ม และ จำนวนหนังสือและสมุดรวมกันน้อยกว่า 40 เล่ม

10. น่าเชื่อถือทั้งคู่

เพราะ บ้านของแก้วปลูกมะม่วงมากกว่าบ้านของกล้า บ้านแก้วปลูกทุเรียนและมะม่วงเท่ากัน ส่วนบ้านกล้าปลูกทุเรียนน้อยกว่ามะม่วง ดังนั้น บ้านแก้วปลูกทุเรียนมากกว่าบ้านกล้า และ บ้านกล้าปลูกมะม่วงมากกว่าทุเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสังเกตพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3 ครั้ง
สังเกตท้ายคาบที่ 5 , 9 และ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 1

บันทึกวันที่ 29 พฤศจิกายน 2559

(1)

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมในห้อง	ใบกิจกรรม
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎี) ใช้ความรู้เรื่อง อสมการ แปลง ข้อความจากโจทย์เป็นอสมการ และ แก้อสมการโดยใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน	① นักเรียนไม่สามารถแปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการได้ด้วยตนเอง ต้องได้รับคำแนะนำจากครูก่อน หรือสอบถามเพื่อนร่วมห้องก่อน นักเรียนถึงจะเขียนอสมการได้ ② นักเรียนยังตอบคำถามครูผิด เช่น ครูถามว่าไม่ถึง นักเรียนใช้สัญลักษณ์อะไร มากกว่าหรือเท่ากับ < น้อยกว่าหรือเท่ากับ ≤ ③ นักเรียนทุกคนสามารถนำความรู้ หลักการ เรื่องอสมการ โดยใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน หาคำตอบของอสมการ แก้อสมการได้ สิ่งทำได้ตั้งแต่ความแรกๆ แล้ว ④ นักเรียนไม่ตอบคำถามครู เรียบ และไม่สบตา	① นักเรียนเขียนอสมการผิด โดยคำตอบที่ถูกคือ $500 + x \leq 10,000$ แต่มีนักเรียนบางส่วนที่ใจผิด เนื่องจากโจทย์คำว่าแบ่งออกเป็นสองส่วน ทำให้นักเรียนตอบว่า $500 + x \leq \frac{10,000}{2}$ ② นักเรียนแก้อสมการได้ค่อนข้างถูกต้อง ซึ่งทำได้ตั้งแต่ความแรกแล้ว โดยอาจจะสงสัย การใช้สมบัติของการไม่เท่ากันมากน้อยไป ซึ่งครูคอยโน้มให้ได้ เพื่อความสะดวกในการคำนวณ และแก้อสมการ
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ และ บอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ เลือกใช้อสมการที่ถูกต้องเพียงอสมการเดียวจากอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด	① นักเรียนตอบคำถามครูได้ว่า โจทย์ต้องการให้หาอะไร และกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ ② เมื่อครูถามว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ นักเรียนจะมองไม่ได้ หรือมากกว่านั้นเรียนไปเลย มากกว่าคือโจทย์ แต่ไม่เข้าใจว่าเมื่อครูถามต่อว่าสิ่งนี้หมายความว่าอย่างไร นักเรียนจะมองไม่ได้ พูดแปลว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่เข้าใจสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	① นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ โดยแทนค่าเป็นตัวแปร x แต่นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ครบ ข้ามขั้นตอน และทำรวบรัดเกินไป ไร้เหตุผล ตามในใบกิจกรรม (ซึ่งครูต้องเรียกนักเรียนมาตอบนอกเวลาเรียนว่านักเรียนได้มาอย่างไร)

3. การวิเคราะห์ (ระบุ และแปลความแต่ละองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์) วิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นที่โจทย์กำหนด โดยตีความหรือแปลความข้อความในโจทย์ รวมไปถึงเชื่อมโยงสร้างเป็นอสมการที่สอดคล้อง เพียงอันเดียว	① นักเรียนไม่สามารถแปลความข้อความในใจที่ได้ว่าหมายถึงอะไร นักเรียนจะจดสิ่งที่ครูกำหนดมาจากครูก่อนว่าแต่ละองค์ประกอบหมายความว่าอย่างไร แล้วจึงวิเคราะห์ตามครูไปทีละขั้น ② มีนักเรียนที่วิเคราะห์เองได้บ้าง แต่ไม่มั่นใจว่าถูกหรือทำผิด ซึ่งต้องถามครูตลอดว่าถูกหรือไม่	① นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และแปลความในใจรวมได้ โดยครูเสนอให้ใช้ ⇒ ตามด้วยสิ่งที่แปลความได้ นักเรียนส่วนใหญ่หลังจากที่ครูช่วยวิเคราะห์ให้ก็ทำได้ ② มีนักเรียนที่วิเคราะห์ผิดอยู่ โจทย์กำหนดให้เงินเงินไม่ต่ำกว่าเดือนละ 5,000 บาท แปลความได้ว่า ⇒ 5,000, 5,001, ซึ่งนักเรียนบางคนลืมนึกว่า 5,000 ก็ใช้ได้ โดยตอบเป็น ⇒ 5,001, 5,002, ... ครูมีหน้าที่ย้ำทุกที่นักเรียนทำผิด เพื่อไม่ให้ผิดซ้ำ
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (คาดคะเนความจริง) เมื่อนักเรียนแก้อสมการเพื่อหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียวที่สอดคล้องกับโจทย์ อาจเป็นค่ามากที่สุดหรือค่าน้อยที่สุด	① นักเรียนส่วนใหญ่ตอบได้ว่า คำตอบของโจทย์ก็โจทย์ต้องการเพียงคำตอบเดียวคืออะไร เช่น ถ้า $x \leq 15,000$ นักเรียนจะตอบได้ว่าค่ามากที่สุด คือ 15,000 แต่มีนักเรียนส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่เข้าใจว่าต้องตอบอย่างไร และตอบไม่ตรงประเด็น	① มีนักเรียนหลายส่วนที่สรุปคำตอบผิด โดยไม่สนใจคำถามโจทย์ว่าถามว่าใช้จ่ายมากที่สุดเดือนละเท่าไร ซึ่งมีคำตอบเดียว เช่น ที่ได้ $x \leq 15,000$ ดังนั้นใช้จ่ายที่มากที่สุด คือ 15,000 แต่มีนักเรียนที่สรุปว่า ใช้ไม่เกินเดือนละไม่เกิน 15,000 บาท ซึ่งถูกต้อง แต่ไม่ตรงประเด็น

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (ข้อโต้แย้งหนักแน่น น่าเชื่อถือเพียงใด) ประเมิน คำตอบ หรือตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้ สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่	① นักเรียนตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบของนักเรียนสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร ซึ่งครูใช้คำถามช่วยให้นักเรียนตอบได้ง่ายขึ้น เมื่อครูให้นักเรียนพูดถึงคำตอบของตัวเอง นักเรียนพูดไม่ได้	① นักเรียนบางคนประมาณค่าเครื่องหมายไม่มีการใช้ประเมินคำตอบหรือไม่เขียนตรวจคำตอบ และการเขียนตรวจคำตอบของนักเรียนไม่มีคำอธิบาย มีเพียงตัวเลข บวก ลบ คูณ หาร กัน แล้วคิดไปตามอสมการที่ตั้งไว้เท่านั้น เช่น $5,000 + 5,000 < 20,000$ บาท $2,000 < 20,000$ สอดคล้องกับโจทย์.

แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่ 2

บันทึกวันที่ 7 ธันวาคม 2561

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมในห้อง	ใบกิจกรรม
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎี) ใช้ความรู้ เรื่อง อสมการ แปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการ และแก้อสมการโดยใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน	(1.) นักเรียนส่วนใหญ่แปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการได้ โดยไม่ต้องถามครู มีบางส่วนที่จดให้ครูอธิบายก่อน และบางส่วนทำได้ แต่ไม่มั่นใจ ต้องมีครูคอยกำกับว่าทำถูกหรือทำผิดอยู่ตลอดเวลา (2.) นักเรียนตอบคำถามครูได้ค่อนข้างดี และมีความระมัดระวังในการที่จะคิดก่อนตอบ เช่น ครูถามว่าไม่เท่ากว่า" นักเรียนเลือกใช้สัญลักษณ์ใด นักเรียนจะนั่งเงียบ ทำเสียงก่อน ก่อนจะตอบมาพร้อมกัน จะไม่มีใครที่ตอบรีบตอบกันที่ ตอบว่ามากกว่าหรือเท่ากับ (3.) นักเรียนตอบคำถามครูโดยอาศัยความรู้ หลักการ เช่น ครูถามว่า นักเรียนแก้อสมการอย่างไร นักเรียนจะตอบว่า "ย้ายข้างไปก่อน"	(1.) นักเรียนสามารถเขียนอสมการที่เป็นไปได้ ได้อย่างถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ และมีนักเรียนมากคนเขียนแสดงอสมการที่เลือกมาแล้ว ว่าอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมดนั้น (2.) นักเรียนแก้อสมการได้ค่อนข้างถูกต้อง ไม่มีปัญหาอะไร แต่จะมีนร. บางคนที่เขียนแสดงเพียงแค่นั้นไม่แก้ต่อ เช่น จากอสมการ มีรูดหัดถัดไปคือ คำตอบ เลย
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ เลือกใช้อสมการที่ถูกต้องเพียงอสมการเดียวจากอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด.	(1.) นักเรียนบอกได้ว่า โจทย์ต้องการให้หาอะไร และกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ (2.) นักเรียนตอบได้ว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้ บ้าง และทำการวิเคราะห์ต่อได้ โดยนักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างครบถ้วน โดยนักเรียนตอบคำถามครูได้อย่างรวดเร็ว และรวดเร็ว	นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ แต่เขียนแค่สิ่งที่โจทย์ต้องการในตัวแปร x และเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน แต่ในคาบนี้นักเรียนมีนักเรียนบางคนที่ทำไม่ถึงเลือกใช้อสมการนั้นๆ ซึ่งมันคือข้อกำหนดเบื้องต้นของโจทย์นั่นเอง เช่น โจทย์บอกว่าตามท้องตลาดที่ขายไปมากที่สุด แต่นักเรียนไม่เขียนบอก เขียนอสมการเลย ซึ่งเขียนไม่ครบถ้วนนั่นเอง

3. การวิเคราะห์ (ระบุ และแปลความแต่ละองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์) วิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นที่โจทย์กำหนด โดยตีความหรือแปลความข้อความในโจทย์ รวมไปถึงเชื่อมโยงสร้างเป็นองค์ความรู้ที่สอดคล้องเพียงอันเดียว	① นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถแปลความจากสิ่งที่โจทย์ให้มาได้เอง โดยไม่ต้องรอคำอธิบายจากครูก่อน และมีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังต้องให้ครูช่วยอธิบายอยู่ และไม่มั่นใจว่าทำถูกหรือไม่ต้องถามครูตลอด ② หากสุ่มความคิดความที่แตกต่าง นักเรียนทุกคนสามารถตอบได้เช่น ไม่เกิน 50 ชิ้น หมายความว่าถูกชิ้นได้บ้าง นักเรียนก็จะตอบได้ว่า 50, 49, 48,... ชิ้น ซึ่งตอบถูก	① นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดและแปลความโดยใช้ความสามารถแปลความ นักเรียนส่วนใหญ่วิเคราะห์ได้เองโดยที่ไม่ต้องรอให้ครูช่วย และเขียนอธิบายสิ่งที่โจทย์ให้ละเอียดขึ้น ② นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ให้มา ก่อนเลือกใช้สมการที่ใช้หาคำตอบ ซึ่งไม่มีรูปแบบการเขียนวิเคราะห์ก่อนเลือกใช้สมการให้เห็นในใบกิจกรรม
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (คาดคะเนความจริง) เมื่อนักเรียนแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวที่สอดคล้องกับโจทย์ อาจเป็นค่ามากที่สุดหรือค่าน้อยที่สุด	① นักเรียนตอบคำตอบได้ถูกต้องและตรวจประเด็นโดยใช้การอนุมานได้ทุกคน โดยครูเริ่มจากการถามนักเรียนว่าสิ่งที่โจทย์ต้องการเป็นอะไรได้บ้าง แล้วให้นักเรียนสรุปคำตอบในตอนท้าย นักเรียนตอบถูกและตรวจประเด็น	นักเรียนเขียนคำตอบในใบกิจกรรมถูกต้องชัดเจน

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (ข้อโต้แย้งหนักแน่น น่าเชื่อถือเพียงใด) ประเมินคำตอบ หรือตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่	① นักเรียนตอบคำถามครูได้ว่าคำตอบสอดคล้องกับโจทย์อย่างไร และเล่าเกี่ยวกับคำตอบของตัวเองได้	① นักเรียนส่วนใหญ่เขียนแสดงการตรวจคำตอบของตัวเองในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังเขียนเป็นตัวเลข บวก ลบ คูณ หาร กันอยู่

แบบสังเกตเพื่อดูพัฒนาการความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ครั้งที่....3.....

บันทึกวันที่.....14 ธันวาคม 2564.....

(3)

องค์ประกอบของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	กิจกรรมในห้อง	ใบกิจกรรม
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (ใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎี) ใช้ความรู้ เรื่องอสมการ แปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการ และแก้อสมการใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน	① นักเรียนทุกคนสามารถแปลงข้อความจากโจทย์เป็นอสมการได้ โดยไม่ต้องรอคำอธิบายจากครู มีนวลส่วนที่ไม่มั่นใจว่าถูกหรือทำผิดจากการยืนยันจากครู ระหว่างทำ ② นักเรียนตอบคำถามครูได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว เช่น ไม่ต่ำกว่า 80 อะไรใช้ได้บ้าง นักเรียนก็จะตอบว่า 80, 81, 82, ... ไปเรื่อยๆ จะไม่มี 80 ③ นักเรียนตอบคำถามครูโดยใช้ความรู้ หลักการ เช่น ครูถามว่านักเรียนแก้อสมการต่างไร นักเรียนจะตอบได้ว่าใช้สมบัติของการไม่เท่ากันในทางที่ตรงกันข้ามเข้ามาเกี่ยวข้อง (ปรับจากคำตอบเดิม)	① มีนักเรียนที่สามารถเขียนอสมการที่เป็นไปได้ ครบทุกคน ก่อนเลือกอสมการที่ใช้เพียงอันเดียวที่สอดคล้องกับโจทย์ ② นักเรียนทุกคนเขียนแก้อสมการได้อย่างถูกต้อง ซึ่งละทางขั้นของการใช้สมบัติการไม่เท่ากันไปได้
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ได้ และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาได้ เลือกใช้อสมการที่ถูกต้องเพียงอสมการเดียวจากอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด	① นักเรียนตอบได้อย่างชัดเจนว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้และให้หาอะไร และได้ x แทนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา นักเรียนตอบได้ชัดเจน และรัดกุม ครอบคลุม ② เมื่อนักเรียนมีข้อตกลงเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนจะยกข้อสันนิษฐานที่ทำให้เกิดในนัดแก้ใจไปพร้อมๆ กันหลาย	นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาใส่ในกิจกรรม โดยแทนเป็นตัวแปร x นักเรียนเขียนอย่างละเอียด มีการเขียนอสมการที่เป็นไปได้ทั้งหมด ก่อนจะเลือกอสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ โดยมีการอ้างอิงหลักฐานว่าทำไมถึงเลือกใช้อสมการนั้น เช่น อยากหาความจำนวนหน้าหนังสือที่น้อยที่สุด และทำการสื่อสารข้อตกลงเบื้องต้นต่างๆ ก่อนจะเลือกใช้อสมการ

3. การวิเคราะห์ (ระบุ และแปลความแต่ละองค์ประกอบ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์) วิเคราะห์ข้อตกลงเบื้องต้นที่ไจกษ์กำหนด โดยตีความหรือแปลความข้อความในโจทย์ รวมไปถึงเชื่อมโยงสร้างเป็นอสมการที่สอดคล้องเพียงอันเดียว	① นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ไจกษ์กำหนดให้ได้ด้วยตัวเอง โดยไม่รอคำอธิบายจากครู มีบางส่วนที่ไม่ค่อยมั่นใจ ถามครูแค่ว่า "ผมทำถูกหรือเปล่า" ② นักเรียนตอบคำถามครูได้อย่างชัดเจนและพร้อมเพียงกัน เช่น ครูถามว่า ด่านหนึ่งมีลิงกี่ตัว นักเรียนตอบ 21, 22, ... อย่างถูกต้องและชัดเจน และถ้าหนึ่งมีลิง x หน้า ด่านสุดท้ายคือด่านกี่หน้า นักเรียนตอบ $\frac{x}{2}$ ซึ่งถูกต้องอีกเช่นกัน	นักเรียนเขียนตอบในใบกิจกรรมชัดเจน มีที่ลบกี่ไปแสดงการวิเคราะห์ได้ค่อนข้างถูกต้อง มีการเรียนนอกก่อนที่จะเลือกใช้สมการ เช่น จำนวนหน้าน้อยที่สุดต้องเลือกใช้สมการ $16+2 < \frac{x}{2}$ เป็นต้น
4. การอนุมานหรือการลงความเห็นเพื่อสร้างข้อสรุป (คาดคะเนความจริง) เมื่อนักเรียนแก้สมการเพื่อหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวที่สอดคล้องกับโจทย์ อาจเป็นค่ามากที่สุดหรือค่าน้อยที่สุด	นักเรียนตอบคำถามครูได้ถูกต้อง ตรงตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ แสดงว่านักเรียนสามารถสรุปคำตอบโดยใช้การอนุมานได้เลยทุกคน	นักเรียนเขียนคำตอบในใบกิจกรรมถูกต้องชัดเจน

5. การประเมินข้อโต้แย้ง (ข้อโต้แย้งหนักแน่น น่าเชื่อถือเพียงใด) ประเมินคำตอบ หรือ ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้สอดคล้องกันวิทยศาสตร์หรือไม่	① นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกได้ว่าคำตอบสอดคล้องกันวิทยศาสตร์อย่างไร ทุกคน ② นักเรียนสามารถเล่าคำตอบของตัวเองให้เพื่อนและครูฟังได้อย่างถูกต้อง.	① นักเรียนทุกคนเขียนแสดงการตรวจคำตอบในใบกิจกรรมได้อย่างชัดเจน ถูกต้อง ละเอียด ครบถ้วน.

ภาคผนวก ง

- แบบวิเคราะห์พัฒนาการที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด
- ตารางวิเคราะห์ประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด (Scaffolding strategy)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบวิเคราะห์พัฒนาการที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของกระบวนการแก้ปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สมบูรณ์ร่วมกับกลวิธีการเสริมต่อความคิด

	ขั้นที่ 1 สร้างตัวแทนปัญหา			ขั้นที่ 2 ค้นหาคำตอบและเลือกคำตอบที่เป็นไปได้	ขั้นที่ 3 ติดตามและประเมินผลการแก้ปัญหา
	อ่านข้อความปัญหา	กำหนดธรรมชาติของปัญหา	ระบุและเลือกทางเลือกที่ชัดเจน		
1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	✓	✓**	✓	✓**	✓
2. การกำหนดข้อตกลงเบื้องต้น	✓**	✓	✓**	✓	✓
3. การวิเคราะห์	✓**	✓	✓**	✓	✓
4. การอนุนาม				✓	
5. การประเมินข้อโต้แย้ง					✓

กำหนดให้ ✓ แทน เกิดขึ้น

✓** แทน เกิดขึ้นมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางวิเคราะห์ประเภทของกลวิธีการเสริมต่อความคิด (Scaffolding strategy)

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
1	Advance organizers	- ให้นักเรียนเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่กว้างและครอบคลุมความคิดรวบยอดย่อย ๆ ที่จะสอน - ครูจัดเตรียมมโนทัศน์ที่กว้างครอบคลุมเนื้อหาใหม่ที่จะสอนด้วยวิธี	เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่อย่างมีความหมาย	- บรรยาย อธิบายภาพรวมและสรุปลักษณะสำคัญของเรื่องที่เรียน - บอกหรือเขียนนิยามที่กะทัดรัดชัดเจน - อธิบายความเชื่อมโยงระหว่างสาระใหม่กับมโนทัศน์ที่กว้างที่ให้ไว้ - ยกตัวอย่างเพิ่มเติม - ใช้การเปรียบเทียบ
2	Cue Cards	การ์ดอธิบายเกี่ยวกับประเด็นเฉพาะต่าง ๆ		
3	Concept and mind maps	นักเรียนสร้างผังความคิดของตนเองตามความรู้ที่มีอยู่	ให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์	ให้นักเรียนเติมคำบางส่วนหรือทั้งหมดให้สมบูรณ์
4	Examples			ใช้ภาพประกอบปัญหาหรือวัตถุจริง
5	Explanations	ครูอธิบายรายละเอียดของข้อมูล	ให้นักเรียนทำงานเป็นไปตามที่ได้รับมอบหมาย	พูดอธิบายกระบวนการทำงาน

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
6	Handouts	แจกเอกสารประกอบการบรรยายที่มีภาระงานและเนื้อหาที่สอดคล้องกับข้อมูล		เว้นช่องในเอกสารให้นักเรียนบันทึก
7	Hints	คำใบ้		
8	Prompts	กระตุ้นโดยทันที	เพื่อเตือนให้นึกถึงความรู้ เดิมที่มีอยู่	
9	Question cards	การ์ดคำถาม		ตั้งคำถามเฉพาะเจาจงกับนักเรียนและเกี่ยวข้องกับงานหรือเนื้อหานั้น ๆ
10	Question Stems		สนับสนุนการคิดเชิงลึกโดยใช้การคิดขั้นสูง	เติมเต็มประโยคที่ไม่สมบูรณ์
11	Stories	เล่าเรื่องราวเกี่ยวกับสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรม	สร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นนักเรียน	เล่าเรื่อง
12	Visual Scaffolds	แสดงภาพหรือท่าทางประกอบ	สร้างความสนใจ	
13	Excavating	ค้นหาสิ่งที่นักเรียนรู้	เพื่อล้วงสิ่งที่นักเรียนรู้ และเข้าใจ	ตั้งคำถามอย่างเป็นระบบ
14	Modelling	สาธิต อธิบาย แสดงให้ดู	ให้นักเรียนทำตาม	ครูทำเป็นตัวอย่างนักเรียนเลียนแบบ

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
15	Collaborating	นักเรียนร่วมมือกันทำงาน แก้ปัญหาร่วมกัน โต้ตอบกับครูและเพื่อนจนนำไปสู่การแก้ปัญหา	ส่งเสริมการคิดให้นักเรียนแสดงความคิดและยอมรับคำวิจารณ์	นักเรียนทำงานกลุ่ม
16	Guiding	การแนะนำ บอกใบ้ ชี้แนะ ให้คำปรึกษา	ตรวจสอบการทำงานของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์	ใช้ถามคำถามกระตุ้นออกแบบวิธีการให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์
17	Convince Me	โน้มน้าวนักเรียน	กระตุ้นให้นักเรียนอธิบาย	ให้นักเรียนอธิบายเหตุผล หลักฐานจนครูเกิดความเข้าใจ
18	Noticing	กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการสังเกต	ดึงดูดความสนใจและเห็นคุณค่า	ให้นักเรียนตั้งคำถามกับสิ่งที่เผชิญอยู่
19	Focusing			
20	Probing	ประเมินความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถาม	- ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน - ล้วงดูสิ่งที่นักเรียนเข้าใจ	
21	Orienting	จัดบริบทให้นักเรียนระลึกถึงความรู้ที่มีมาก่อนหน้า	เพื่อเรียกดูความรู้หรือประสบการณ์ที่มีอยู่	

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
22	Reflecting/Reviewing	ให้นักเรียนสะท้อนหรือทบทวนสิ่งที่ได้จากบทเรียน	เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและตระหนักในคุณค่า	นักเรียนทุกคนบอกเล่าและแบ่งปันสิ่งที่ได้จากการเรียนท้ายคาบ
23	Extending		- เพื่อสำรวจขอบข่ายความเข้าใจ - เพื่อขยายความคิดสำหรับการเรียนรู้ขั้นต่อไป	ครูสร้างความท้าทายโดยใช้คำถามปลายเปิด
24	Apprenticing	ฝึกนักเรียนให้ช่วยเหลือกันแบบเพื่อนช่วยเพื่อน	- เพื่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นครู	นักเรียนสอนเพื่อน
25	Recruitment	ครูแจกแจงงานให้เหมาะสมและตรงประเด็นที่นักเรียนสนใจ	เพื่อสร้างความสนใจในการทำงานและเห็นความสำคัญของเป้าหมายงาน	

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
26	Reduction in Degree of Freedom	ลดขนาดของงานลงให้ง่ายต่อการทำให้สำเร็จ	เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจ และครูสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับกับนักเรียนได้ทันที	
27	Direction maintenance	สร้างความท้าทายโดยให้นักเรียนทำงานที่อยู่เหนือจากระดับที่นักเรียนเพิ่งทำได้	เพื่อสร้างแรงจูงใจและรักษาความสนใจของนักเรียนให้คงอยู่เสมอ	
28	Marking critical features	ชี้ให้เห็นลักษณะที่สำคัญ	- เพื่อแสดงให้เห็นว่างานที่ทำสำเร็จและไปถูกทางแล้ว - เพื่อบอกข้อบกพร่องและความคลาดเคลื่อนในงานที่ทำ	
29	Frustration control	ควบคุมปัญหาและความคับข้องใจ โดยครูช่วยนักเรียนไม่ให้รู้สึกวิตกกังวลหรือเสียหน้าจากความผิดพลาด	เพื่อผ่อนคลายความเครียดของนักเรียน	

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
30	Demonstration	แสดงตัวอย่างหรือเป็นแบบอย่าง	เพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหา	แสดงตัวอย่างและให้นักเรียนเลียนแบบและสร้างลักษณะเฉพาะตัวของตน
31	Contingency management	ครูให้รางวัลและบทลงโทษต่อพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมา	เพื่อจัดการเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิด	
32	Feeding back	ครูให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นข้อมูลจากประสบการณ์ของครู	เพื่อให้นักเรียนเห็นผลจากการกระทำของตัวเอง	
33	Instructing	ครูออกคำสั่ง	เพื่อเรียกร้องให้มีการทำตาม	
34	Questioning	ครูใช้คำถาม	เพื่อฟังคำตอบของนักเรียน	
35	Cognitive structuring	จัดระเบียบและปรับเปลี่ยนโดยนำความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ มาสร้างเป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ในความหมายของตนเอง	เพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเองและสร้างโครงสร้างทางปัญญา	
36	Environmental Provision		จัดสภาพแวดล้อมเพื่อเอื้อให้เกิดการเรียนรู้	- ครูจัดเตรียมสื่อสิ่งประดิษฐ์ และ ลำดับเหตุการณ์ก่อน-หลังที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียน

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
				- นักเรียนทำงานหรือกิจกรรมที่ท้าทายด้วยตนเองอย่างอิสระ
37	Explaning (Showing & Telling)	แสดงตัวอย่างและเล่าเรื่อง	เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น ในแบบฉบับของตนเอง	ครูดำเนินการ ควบคุมกิจกรรมและอธิบาย
38	Reviewing	ทบทวน	เพื่อช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความเข้าใจการทำงาน	
40	Students Explaning and Justifying		- เพื่อให้เข้าใจสิ่งที่นักเรียนอธิบาย - สร้างความชัดเจนให้กับความคิดของนักเรียน - เพื่อพัฒนาความคิดของนักเรียนแต่ละคน	- อภิปรายระดับกลุ่มและทั้งชั้นเรียน - นักเรียนรับฟังความคิดเห็นจากงานของเพื่อน - นักเรียนถามคำถามเพื่อสร้างความเข้าใจ
41	Interpreting Students'action and Talk	แปลความหมายจากการแสดงออกและคำพูดของนักเรียน		

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
42	Prompting and Probing	ใช้คำถามกระตุ้นและตรวจสอบความคิดของนักเรียน		ถามคำถามสั้น ๆ ครูสังเกตปฏิกิริยาตอบกลับของนักเรียน
43	Parallel Modeling	ครูเลือกปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนได้รับ แล้วแสดงวิธีคิดและหาคำตอบ	เพื่อเป็นตัวอย่าง	
44	Restructuring	ปรับความคิดของนักเรียนให้ชัดเจนขึ้นแต่ต้องไม่ปรับความเข้าใจเดิมที่นักเรียนมีอยู่		
45	Providing Meaningful Contexts	เปลี่ยนบริบทการเรียนรู้จากปัญหาที่ยากให้กลายเป็นเรื่องใกล้ตัวที่เข้าใจง่าย	จัดบริบทการเรียนรู้อย่างมีความหมาย	
46	Simplifying the Problem	- ทำปัญหาให้ง่ายขึ้น โดยครูแบ่งงานนั้นออกเป็นขั้นย่อย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ลดขนาดของงานลงแต่งานยังต้องมีความต่อเนื่องกัน - เมื่อทำสำเร็จแล้วนักเรียนทบทวนการทำงานนั้น ก่อนที่จะทำงานที่ซับซ้อนขึ้น		

ที่	ประเภทของการเสริมต่อความคิด	ทำอะไร	ทำเพื่อให้เกิดอะไร (ครูต้องการอะไร)	โดยวิธีการใด
47	Re – phrasing Students' Talk	ถ่ายทอดคำพูดของนักเรียนซ้ำอีกครั้งเป็นภาษาทางคณิตศาสตร์		
48	Negotiating Meaning	ครูเข้าร่วมสนทนากับนักเรียน รับฟังความคิดเห็นที่นักเรียนพูดออกมาแล้วปรับความหมายให้ง่ายและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น		
49	Developing Conceptual Thinking	พัฒนาเชิงมโนทัศน์	สร้างความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียน	
50	Developing Representational tools	พัฒนาสื่อที่ใช้เป็นตัวแทน สื่อจะแสดงออกถึงความคิดของนักเรียน		
51	Making connections	สร้างความเชื่อมโยงโดยเขียนในรูปแบบใหม่แต่คงความหมายเดิม		
52	Generating Conceptual discourse	สร้างมโนทัศน์จากการสนทนา โดยครูนำวิธีคิดที่แตกต่างกันของปัญหาเดียวกันมานำเสนอหน้าชั้นและร่วมกันสนทนาถึงความคิดที่แตกต่างไป		

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรนิพิฎ พันธ์หนองหว้า เกิดเมื่อวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2535 อาศัยอยู่บ้านเลขที่ 86 หมู่ 9 ตำบลหินกอง อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45130 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556 จากนั้นได้เข้ารับทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อศึกษาในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University