ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2

นางสาววิฬาร์ เลิศสมิตพร

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 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING MODEL-ELICITING ACTIVITIES ON LEARNING TRANSFER ABILITY AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF EIGHTH GRADE STUDENTS

Miss Vila Leartsmitporn

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2
โดย	นางสาววิพาร์ เลิศสมิตพร
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สุพัตรา ผาติวิสันติ์)

วิฬาร์ เลิศสมิตพร : ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 (EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING MODEL-ELICITING ACTIVITIES ON LEARNING TRANSFER ABILITY AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF EIGHTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.สมยศ ชิดมงคล, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ, 139 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ระหว่างก่อนการทดลองและหลังทดลอง 2) เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวModel-Eliciting Activities กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ 3) ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 30 คนเครื่องมือที่ใช้คือแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบข้อมูลประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติที (t-test) และค่าสถิติเอฟ (F-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

ภาควิชา	หลักสูตรและการสอน	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2558	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5583345027 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION
KEYWORDS: CONCEPT OF MODEL-ELICITING ACTIVITIES / LEARNING TRANSFER ABILITY / MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITI

VILA LEARTSMITPORN: EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES USING MODEL-ELICITING ACTIVITIES ON LEARNING TRANSFER ABILITY AND MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY OF EIGHTH GRADE STUDENTS. ADVISOR: ASST. PROF.SOMYOT CHIDMONGKOL, Ph.D., CO-ADVISOR: ASST. PROF.JINNADIT LAORPAKSIN, Ph.D., 139 pp.

The purposes of this research were: 1) to compare learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students between, before, and after being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities, 2) to compare learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students between group being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities and group being taught by conventional approach, and 3) to study the learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities. The samples were 61 eighth grade students of Ritthinarongron School in second semester of the 2015 academic year. The instruments for data collection were pretest and posttest for learning transfer ability, and pretest and posttest for mathematical problem solving ability. The data were analyzed by using arithmetic mean, standard deviation, t-test, and F-test.

The results of the study revealed that: 1) learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities was higher than those before Instruction at 0.05 level of significance, 2) learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities was higher than those of students being taught by conventional approach at 0.05 level of significance, and 3) the learning transfer ability and mathematical problem solving ability of students after being taught by organizing mathematics learning activities using concept of Model-Eliciting Activities were developed in positive direction.

Department:	Curriculum and Instruction	Student's Signature	.....
Field of Study:	Mathematics Education	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2015	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดีเนื่องจากความเมตตากรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ที่สละเวลาและคอยช่วยเหลือในด้านคำปรึกษา คำชี้แนะ ทุกกระบวนการในการทำวิทยานิพนธ์ และยังคอยดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังใจมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานคณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์และดร.สุพัตรา ผาติวิสันต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ท่านเมตตาผู้วิจัย อีกทั้งยังสละเวลาให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศันสนีย์ เณรเทียน และอาจารย์ ดร.ไพโรจน์ น่วมนุ่ม เป็นอย่างสูง ที่ท่านได้คอยให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดกระบวนการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงคอบให้กำลังใจในทุกๆครั้งที่ผู้วิจัยประสบปัญหา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่สละเวลาอันมีค่าในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนเป็นเครื่องมือที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนยานนาเวศวิทยาคม และโรงเรียนวัดจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองก่อนการนำไปใช้จริง และกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อนๆ ในสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงคอยให้กำลังใจ ห่วงใยกันมาตลอด

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ ที่คอยให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ ดูแล และให้กำลังใจตลอดเวลาการทำวิทยานิพนธ์ จนสำเร็จลุล่วงดังเช่นนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
คำถามวิจัย 4
วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
สมมุติฐานการวิจัย 5
ขอบเขตของการวิจัย 7
คำจำกัดความในการวิจัย 7
ประโยชน์ที่ได้รับ 9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
1. กิจกรรม Model-Eliciting Activities 11
1.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities 11
1.2 ความเป็นมาของ Model-Eliciting Activities 12
1.3 หลักสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities 12
1.4 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities 15
1.5 แนวทางการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน 17
1.6 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities 20
1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดกิจกรรม MEAs 21
2. การถ่ายโยงการเรียนรู้ 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.1 ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ 21
2.2 ความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....23
2.3 องค์ประกอบของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....23
2.4 ประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....24
2.5 ระดับของการถ่ายโยงการเรียนรู้.....27
2.6 การสอนให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้.....28
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้.....32
3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....35
3.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์.....35
3.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....36
3.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....40
3.4 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....42
3.5 ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา.....44
3.6 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....47
3.7 บทบาทของครูในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....49
3.8 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....50
3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....57
1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....57
2. การออกแบบการวิจัย.....58
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....58
4. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....59
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....59

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities 59

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 65

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้.....65

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....68

5. การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล.....71

6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....72

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย 73

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....74

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ 75

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....79

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 85

สรุปผลการวิจัย.....87

อภิปรายผลการวิจัย.....88

ข้อเสนอแนะ.....93

รายการอ้างอิง 94

ภาคผนวก..... 102

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 103

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities..... 105

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแบบปกติ 115

ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ..... 131

ภาคผนวก จ ผลการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ ด้วยโปรแกรม B-Index700..... 136

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 139

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถึงแม้วิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญในการพัฒนาทักษะชีวิตต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่มีศักยภาพตามความต้องการของโลกในศตวรรษที่ 21 แต่การพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จตามที่คาดหวัง เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขึ้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2556 2557 และ 2558 พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 25.45 29.65 และ 32.40 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ร่วมกับนานาชาติในโครงการ TIMSS 2011 (The Trends in International Mathematics and Science Study 2011) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ประเทศไทยมีผลประเมินอยู่ในลำดับที่ 28 จากผู้ร่วมเข้าประเมิน จำนวน 45 ประเทศและนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 427 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยคะแนนนานาชาติอยู่ที่ 500 คะแนน นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เปิดเผยผลการวิจัยการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2554 หรือ TIMSS 2011 โดยผลปรากฏว่า ระดับคะแนนในคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับเกณฑ์ระดับ 1 หรือระดับต่ำ (Low International Benchmark) ซึ่งหมายความว่า นักเรียนไทยยังมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ต่างๆ รวมถึงการแก้ปัญหาได้ อีกทั้งยังพบว่าแนวโน้มคะแนนประเมินระดับนานาชาติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ลดลงอย่างต่อเนื่อง

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนานักเรียนทั้งในด้านความรู้และทักษะและกระบวนทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการพัฒนาด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นต้องได้รับส่งเสริมอย่างเพียงพอเพื่อที่นักเรียนจะสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมานั้นยังไม่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดการให้เหตุผล การคิดแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์เท่าที่ควร และยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนชอบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2544) ดังนั้นการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพตามมาตรฐานครูผู้สอนหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการศึกษา ควรจะมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเป็น “ผู้เรียนรู้” อย่างแท้จริง

ทักษะที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์และมีส่วนทำให้นักเรียนก้าวทันการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ทั้งในส่วนที่เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และใช้งานและการดำรงชีวิต คือ ทักษะแก้ปัญหา (Baroody, อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2554) ซึ่งเป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่สำคัญข้อหนึ่งที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ดังที่ Kennedy และคณะ (2008) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการที่เป็นเป้าหมายพื้นฐานในการสอนคณิตศาสตร์ คือ “ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์” ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เรียนรู้ เข้าใจ สามารถคิดเป็นและแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาได้กล่าวไว้ว่า "การแก้ปัญหาควรเป็นส่วนที่ให้ความสำคัญที่สุดในหลักสูตรคณิตศาสตร์” (NCTM, 2000) จากความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นการส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งที่ครูควรให้ความสำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551: 8-10) โดยสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NTCM, 1991: 57) เสนอแนวทางการจัดสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ 1) สร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิดและความรู้สึกของนักเรียน 2) ให้เวลานักเรียนในการสำรวจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ 3) ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลและร่วมมือกันทำงาน 4) ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและสร้างข้อคาดการณ์ 5) ส่งเสริมให้นักเรียนมีการให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

นอกจากความสามารถในการแก้ปัญหาแล้ว อีกหนึ่งความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญ คือ ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ (Transfer of Learning) ซึ่งเป็นความสามารถในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการแก้ปัญหาไปใช้ในบริบทอื่นหรือในสถานการณ์อื่นที่มีโครงสร้างปัญหาที่คล้ายกัน ครูผู้สอนจำเป็นต้องหาวิธีการที่จะทำให้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปทั้งในด้านเนื้อหาและด้านทักษะและกระบวนการ หรือจากประสบการณ์ที่เคยพบเจอในชั้นเรียน ไปใช้ในสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริงได้ ดังที่ Bell (1978: 331) กล่าวไว้ว่า การสอนคณิตศาสตร์ เป็นการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในแก้ปัญหาชีวิตจริงได้ การที่นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง จะเป็นเครื่องมือในการช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้แนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่มีไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ และหลักการต่างๆ ผ่านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จนสามารถถ่ายโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆ และสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดย Ormrod (1998, อ้างถึงใน ณัฐิกานต์ รักนาค, 2552) ได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เช่น การจัดเวลาของการสอนต้องเพียงพอและจัดเนื้อหาให้เหมาะสม ผู้เรียนต้องได้รับการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนต้อง

สามารถนำหลักการได้เรียนรู้ไปใช้การเรียนรู้สิ่งใหม่ นักเรียนต้องได้เรียนรู้จากบริบทที่หลากหลาย บริบทหรือสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดการถ่ายโยงความรู้ต้องมีความคล้ายคลึงกันบริบทหรือสถานการณ์ใหม่

จากแนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในถ่ายโยงการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น แนวทางหนึ่งที่น่าจะส่งเสริมความสามารถทางคณิตศาสตร์ทั้งสอง คือ Model-Eliciting Activities หรือ MEAs ที่พัฒนาโดยอิงจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-base learning)โดยนักการศึกษาคณิตศาสตร์ Lesh และคณะ (Lesh et al., 2000) ซึ่งเป็นการออกแบบกิจกรรมเพื่อช่วยกระตุ้นนักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) ในการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนและเป็นปัญหาในชีวิตจริงผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนต้องสามารถอธิบายกระบวนการคิดของตนเอง ตลอดจนประเมินกระบวนการคิดของตนเองและผู้อื่นได้ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง (Lesh and English, 2005; Showalter, 2008) โดย Model-Eliciting Activities มีหลักการสำคัญในการออกแบบกิจกรรม 6 ประการ (Lesh et al., 2000; Showalter, 2008) กล่าวโดยสรุป คือ

1) หลักการสร้างโมเดล (Model-construction principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในกิจกรรมเอื้อให้นักเรียนสามารถสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบสำคัญของปัญหาได้

2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ในกิจกรรมจะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมาย มีความสัมพันธ์กับชีวิตของนักเรียน และมีรากฐานอยู่บนข้อมูลจริง

3) หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) นักเรียนต้องได้รับโอกาสที่จะนำเสนอ ประเมินและปรับปรุงโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองให้ผู้อื่นได้

4) หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) นักเรียนต้องได้เขียนแสดงความแนวคิดของตนเองขณะทำงานผ่านกิจกรรมเกี่ยวกับโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิดของนักเรียน และสนับสนุนหลักการประเมินตนเอง

5) หลักการการปรับเปลี่ยนและนำมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) โมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นต้องสามารถถูกนำไปแบ่งส่วน ดัดแปลงและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ใช้ต้องไม่ยากเกินที่นักเรียนจะเข้าใจ และต้องสัมพันธ์กับความรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำไปใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์อื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

นอกจากนี้ Lesh and English (2008) ได้นำเสนอการนำแนว Model-Eliciting Activities ไปออกแบบการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน โดยได้กำหนดลักษณะงานเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการตีความปัญหาในชีวิตจริง เพื่อนำมาปรับให้เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์และหาวิธีการในการแก้ปัญหา โดยจะมีส่วนประกอบอยู่ 4 ส่วน ดังนี้

1. **บทความ** (Newspaper Article) นักเรียนทุกคนอ่านบทความเพื่อทำความเข้าใจปัญหาในบทความ และบริบทต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. **คำถามเพื่อเตรียมความพร้อม** (Readiness Questions) นักเรียนทุกคนตอบคำถามต่างๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาในบทความเพื่อให้เกิดความเข้าใจบริบทต่างๆ ที่ชัดเจนขึ้น

3. **ข้อมูลของปัญหา** (Problem Statement) นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลของปัญหาและหาวิธีการในการแก้ปัญหา

4. **กระบวนการในการแลกเปลี่ยนแนวคิด** (Process of Sharing) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนวิธีการในการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และนำเสนอต่อชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนกลุ่มอื่น หรือคนอื่นได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่อาจแตกต่างกันและได้มีโอกาสพิจารณาวิธีการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ

จากหลักการ และส่วนประกอบของลักษณะงานตามแนว Model-Eliciting Activities ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยคาดว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนคณิตศาสตร์ที่จะนำแนว Model-Eliciting Activities ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

Chulalongkorn University

คำถามวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities จะสามารถพัฒนาความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

2. เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities

สมมุติฐานการวิจัย

ในการตั้งสมมติฐานวิจัย ผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดสำคัญของแนว Model-Eliciting Activities (MEAs) พบว่ามีแนวคิดที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริง ผู้เรียนได้เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ ได้ประเมินและปรับปรุงแก้ไขโมเดลให้เหมาะสมกับปัญหาชีวิตจริง การออกแบบกิจกรรมตามแนว Model-Eliciting Activities มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Showalter (2008) ได้ศึกษาผลของ Model-Eliciting Activities ที่มีต่อกระบวนการแก้ปัญหาและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คน ผู้วิจัยได้ทำการสุ่ม นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม MEAs จำนวน 3 กิจกรรม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยศึกษาถึงกระบวนการแก้ปัญหา และการพัฒนาการของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนอย่างละเอียด ซึ่งเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหา และแสดงถึงความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในระดับที่สูงขึ้น มีการให้เหตุผลที่ดีขึ้น และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์มากขึ้น อีกพบว่าหลักการ Shared-ability ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถถ่ายโยงวิธีการแก้ปัญหาไปสู่สถานการณ์ที่ใกล้เคียงได้

Georgette (2013) ที่ศึกษาการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นโดยใช้ Model-Eliciting Activities และกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานของนักเรียนระดับปริญญาตรี ผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมที่ใช้ส่งผลต่อนักเรียนมีการพัฒนาทั้งความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ทักษะการแก้ปัญหา และเจตคติ นอกจากนี้แนว MEAs ยังใช้กิจกรรมที่สอดคล้องกับบริบทที่เหมือนจริงหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริง ซึ่งส่งผลดีกว่าวิธีการจัดกิจกรรมแบบปกติ

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่ใช้แนวคิดใกล้เคียงกับแนว Model-Eliciting Activities ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับเรื่องจริง เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) และแนวการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (RME) โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Abdullah, Tarmizi, and Abu (2010) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถนะทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Performance) และคุณลักษณะทางอารมณ์ (Affective Attributes) ในการเรียนสถิติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศมาเลเซีย การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ โดยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 53 คน แบ่งเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 29 คน ซึ่งจะถูกสอนตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และนักเรียนกลุ่มควบคุม 24 คน จะถูกสอนโดยใช้วิธีการปกติ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยส่งเสริมการทำงานกลุ่มของนักเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการดังกล่าวยังช่วยให้เกิดความสนใจในการเรียนวิชานี้เพิ่มขึ้นอีกด้วย และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประสิทธิภาพกว่าการสอนตามวิธีการปกติ

สุภาภรณ์ ใจสุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรณาราม ผลการวิจัยยังพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปอย่างสม่ำเสมอและค่อยๆ ดีขึ้นตามลำดับโดยสามารถแก้ปัญหา สื่อสาร และเชื่อมโยงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ซูรายา สัสดีวงศ์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการะบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

จากผลการวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities และแนวคิดที่ใกล้เคียง ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสมมติฐานของการวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

1. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

2. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความในการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities (MEAs) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีไปใช้ในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือสร้างวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิต โดยจัดให้ผู้เรียนได้

วิเคราะห์ ประดิษฐ์ และจัดการโมเดล อีกทั้งยังทำการอธิบาย การกล่าวแย้ง การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขโมเดล โดยกิจกรรมจะสร้างขึ้นโดยยึดหลักการสำคัญในการออกแบบ MEAs 6 ประการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน (Lesh et al., 2000) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการอ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม คือการใช้บทความนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา และให้เวลานักเรียนในการตอบคำถามเตรียมความพร้อม

ขั้นที่ 2 ขั้นการดำเนินการในส่วนของปัญหา นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มแล้วเผชิญกับข้อความปัญหา แล้วร่วมกันระบุ บุคคลในสถานการณ์ปัญหา ที่ต้องการการแก้ปัญหา และวิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น จากนั้นนักเรียนร่วมกันคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยเขียนรายละเอียดลงในใบกิจกรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินผล หลังจากนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ ครูให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน ว่าเหมาะสมและตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมเหตุผล และประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้นักเรียนประเมินความรู้ และทักษะกระบวนการที่ตนเองใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระคณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการนำประสบการณ์ความรู้ และแนวทางในการแก้ปัญหา ที่เคยเรียนรู้และได้รับประสบการณ์มา ไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ได้ ประกอบไปด้วย การระบุความรู้และประสบการณ์เดิม และความสัมพันธ์กับปัญหา การเขียนแนวทางการนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้กับปัญหาใหม่ และการแสดงการแก้ปัญหาตางแนวทาง

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ในการหาคำตอบของปัญหา ประกอบไปด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ตามแนว Model-Eliciting Activities มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ในการนำขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้

3. ผลการวิจัยจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำแนว Model-Eliciting Activities ไปใช้เป็นพื้นฐานสำหรับนักวิจัยรุ่นต่อไปที่สนใจทำวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และศึกษาผลในประเด็นอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อ ดังนี้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities
    1.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities
    1.2 ความเป็นมาของ Model-Eliciting Activities
    1.3 หลักสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities
    1.4 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities
    1.5 แนวทางการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน
    1.6 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities
    1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดกิจกรรม Model-Eliciting Activities
2. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.1 ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.2 ความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.3 องค์ประกอบของการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.4 ประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.5 ระดับของการถ่ายโยงการเรียนรู้
    2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้
3. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
    3.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
    3.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
    3.4 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.5 ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.6 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.7 บทบาทของครูในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.8 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
    3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. กิจกรรม Model-Eliciting Activities

1.1 ความหมายและแนวคิดพื้นฐานของ Model-Eliciting Activities

Lesh และคณะ (1983) ได้ผลิตเครื่องมือที่สนับสนุนการทำความเข้าใจมโนทัศน์ของนักเรียน โดยการจัดเตรียมบริบทที่นักเรียนมีส่วนร่วมกับการวิเคราะห์ การประเมิน การกล่าวแย้ง การอธิบาย การประดิษฐ์ การจัดการ และการปรับปรุงแก้ไขโมเดลที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับความเป็นจริงและมีความหมาย

Lesh และ English (2005) นิยาม MEAs ว่าเป็นกิจกรรมปัญหาที่ถูกออกแบบไว้อย่างชัดเจน เพื่อช่วยนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในการพัฒนาพื้นฐานการสร้างมโนทัศน์ในเชิงลึก และระดับที่สูงขึ้นในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาอื่นๆ แต่ละภาระงานจะให้นักเรียนตีความสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ในโลกจริงที่ซับซ้อน และประสงค์ให้เกิดการพัฒนาสร้างคำอธิบาย การะบวนการ หรือระเบียบวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อตอบตนองความต้องการตามจุดประสงค์ในการตัดสินใจของลูกค้า หรือผู้ที่จะนำไปใช้ เนื่องจากกลุ่มของนักเรียนกำลังผลิตคำอธิบาย กระบวนการ และวิธีการ (แทนที่จะเป็นคำตอบคำเดียว) วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เป็นภาระงานจะแสดงให้เห็นถึงวิธีในการคิดเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ได้รับ

Eric Hamilton และคณะ (2008) กล่าวไว้อีกว่า MEAs เป็นประเภทของปัญหาที่เลียนแบบจากสภาพจริง หรือสถานการณ์ปัญหาที่ต้องได้รับแรงผลักดันจากลูกค้าเหมือนในโลกจริง นักเรียนจะต้องจัดเป็นกลุ่ม 3 – 5 คน ช่วยกันทำงาน 1 – 2 คาบเรียน ในขณะที่องค์ประกอบพื้นฐานเหล่านี้ดูคล้ายกับแนวคิดของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) และ case reasoning literature แต่ MEAs มีจุดกำเนิดที่ต่างกับแนวคิดทั้งสองซึ่งส่งผลต่อการออกแบบและการใช้ ทฤษฎีและการปฏิบัติของ MEA พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ต้องการสังเกตพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหา และการเติบโตของการรู้คิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในด้านของวิวัฒนาการปรับปรุงแก้ไขความคิดที่ยังไม่สมบูรณ์เกี่ยวกับการแก้ไขปัญหานั้นเป็น research domain และรวมถึงแบบจำลองทางมโนทัศน์และการดำเนินการของแบบจำลองอย่างละเอียดลออบนหลักการพื้นฐานของการแก้ปัญหาเสนอความเข้าใจลึกซึ้ง เพื่อศึกษาสาเหตุที่นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการนั้นๆ มากกว่าการสนใจในตัววิธีการหรือโครงสร้างของปัญหา จึงกล่าวได้ว่า Model-Eliciting Activities (MEAs) คือกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างโมเดลในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริง โดยจัดให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ ประดิษฐ์ และจัดการโมเดล อีกทั้งยังทำการอธิบาย การกล่าวแย้ง การประเมิน และการปรับปรุงแก้ไขโมเดล โดยกิจกรรมจะสร้างขึ้นโดยยึดหลักการสำคัญในการออกแบบ MEAs 6 ประการ

Heidi A. Diefes-Dux และคณะ (2006) ได้กล่าวว่า MEAs ถูกออกแบบให้ใช้สำหรับเปิดเผยความคิดของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนสร้างโมเดล และให้นักเรียนคิดเป็นคณิตศาสตร์ โดย 6

หลักการในการออกแบบ MEAs ได้ถูกประยุกต์และพัฒนามาจากกิจกกรมการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับรายวิชาเกี่ยวกับวิศะกรรม ประกอบกับการปรับปรุงแรลขัดเกล่าให้เข้ากับเนื้อหาทางวิศวกรรม แล้วค้นพบว่าการพัฒนากิจกรรมโดยใช้ 6 หลักการนั้นเกิดประสิทธิภาพในการจัดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนในคาบเรียนปฏิบัติ

1.2 ความเป็นมาของ Model-Eliciting Activities

Richard Lesh เป็นนักวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์ที่มีชื่อเสียงในเรื่องการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical models) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้ การคิด และการประเมินทางคณิตศาสตร์ เป็นผู้คิดค้น MEAs ขึ้น โดยมีลักษณะที่คล้ายกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem base Learning)

MEAs ถูกสร้างขึ้นประมาณต้นทศวรรษ 1970 โดยใช้ชื่อ Though-Revealing Activities หรือ Case Study for Kids แล้วจึงเปลี่ยนมาเป็น Model-Eliciting Activities ในภายหลัง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงในส่วนที่เป็นโครงสร้างสำคัญ (Lesh et al. 2000) ในเริ่มแรก มีจุดประสงค์หลักคือเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการสืบค้นความคิดของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก (Scott A. Chamberlin and Emmy Coxbill, 2012) MEAs จึงตอบสนองต่อสิ่งจำเป็นเหล่านี้ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากกับครูผู้สอน ผู้วิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องการศึกษา โดยที่ MEAs จะสร้างโอกาสที่ดีในการวิเคราะห์ความคิดของนักเรียนขณะกำลังคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นภาระงาน (Chamberlin S. A. and Moon S. M., 2008)

Lesh ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาการสร้างมโนทัศน์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาผ่านการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เขาบัญญัติหลักการที่ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถใช้ในการพัฒนา MEAs ในชั้นเรียน ซึ่ง MEAs นี้สนับสนุนการเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเชิงลึก (deeper conceptual) ของนักเรียน Lesh และคณะได้ร่วมกันสร้าง MEAs ชุดต้นแบบขึ้น แล้วใช้เป็นตัวแบบในการออกแบบและสร้าง MEAs แล้วพัฒนา 6 หลักการที่จะเป็นแนวทางในการจัด MEAs ในชั้นเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา หลักการเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อสนับสนุนครูผู้สอนในการสร้าง MEAs ซึ่งครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ได้ทำการพัฒนา MEAs ขึ้นใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาต่อมาอีกเป็นเวลาร่วมสิบปี

1.3 หลักสำคัญในการออกแบบ Model-Eliciting Activities

Richard Lesh และคณะ (2000) เป็นผู้สร้างหลักการสำคัญขึ้นเพื่อพัฒนา เพื่อให้ครูใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและผลิต MEAs ประกอบด้วย 6 หลักการสำคัญคือ

1) หลักการสร้างโมเดล (Model-construction principle) เป็นหลักการที่ทำให้โมเดลที่นักเรียนสร้างจะต้องพิจารณาถึง

- องค์ประกอบสำคัญของโมเดล
- ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบสำคัญของโมเดล
- แบบรูป และกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบนี้

โดย MEA จะต้องถูกออกแบบให้มีโครงสร้างที่ชัดเจน มีการบรรยายและพรรณนาถึงปัญหานักเรียนสามารถสร้างข้อคาดการณ์ได้อย่างมีเหตุผล

2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) เป็นหลักการที่กำหนดให้ปัญหาที่อยู่ในกิจกรรมจะต้องเป็นปัญหาที่มีความหมาย หรือมีความสัมพันธ์กับนักเรียน (meaningful and relevant) และมีรากฐานอยู่บนข้อมูลจริง ซึ่งบริบทของสถานการณ์ปัญหาควรจะ

- ระบุผู้ที่จะได้รับประโยชน์จากการใช้วิธีการแก้ปัญหา
- กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา
- กำหนดสาเหตุที่ผู้ที่จะได้รับประโยชน์จำเป็นต้องใช้วิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น
- กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เหมาะสมในขอบเขตความรู้และประสบการณ์ในชีวิตจริง

ซึ่งหลักการข้อนี้จะทำให้สถานการณ์ปัญหามีความเป็นจริงมากกว่าปัญหาทั่วไป กล่าวคือในการออกแบบและสร้างสถานการณ์ปัญหานั้น จะต้องดูให้ปัญหานี้สามารถเกิดในชีวิตจริงได้

3) หลักการประเมินตนเอง (Self-assessment principle) เป็นหลักการที่ต้องการให้นักเรียนมีหลายโอกาสที่จะได้นำเสนอโมเดลของตนเองให้ผู้อื่นได้ศึกษา รวมถึงนำความรู้ที่ได้มาประเมินผลและปรับเปลี่ยนรูปแบบโมเดลที่ตนสร้างขึ้น นักเรียนควรประเมินความสำเร็จของโมเดลของตนเองในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ กล่าวคือจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้รับรู้ถึงการคิดที่ไม่เพียงพอของตนเอง

การที่นักเรียนจะพัฒนาการคิดไปได้ นักเรียนจะต้อง

- ตรวจสอบข้อบกพร่องในการสร้างมโนทัศน์ขณะนั้น
- เปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ ที่คิดไว้และเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด
- ผสมผสานจุดแข็งในแต่ละมโนทัศน์ที่คิดไว้ เพื่อให้ชิ้นงานเกิดจุดอ่อนน้อยที่สุด
- ขยายและชัดเกลามโนทัศน์ทางเลือกที่ดีที่สุด
- ประเมินจากสิ่งที่แก้ไขปรับปรุง

โดยผู้ออกแบบกิจกรรมจะต้องจัดกิจกรรมให้

- มีการชี้แจงจุดประสงค์การประเมินที่ชัดเจน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- บอกเกณฑ์การประเมินที่เหมาะสมและชัดเจนสำหรับการประเมินประโยชน์จากการใช้วิธีการแก้ปัญหา
- กำหนดให้นักเรียนทำการประเมินตนเอง และบอกเหตุผลที่ต้องปรับปรุงโมเดล
- ชี้แจงอย่างชัดเจนเมื่อวิธีการแก้ปัญหาสัมฤทธิ์ผล

4) หลักการจัดการเอกสาร (Model-documentation principle) หลักการข้อนี้คือสาเหตุที่กิจกรรมนี้มีอีกชื่อหนึ่งว่า “Thought-revealing activities” (Lesh et al.2000) ซึ่งแสดงถึงว่านักเรียนจะต้องแสดงความคิดของตนขณะทำงานผ่านกิจกรรมโดยกระบวนการคิดในวิธีการแก้ปัญหาหรือโมเดลจะต้องแสดงออกมาในรูปแบบเอกสารประกอบ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการสะท้อนความคิดตนของนักเรียน และสนับสนุนหลักการประเมินตนเอง

นักเรียนจะต้องแสดงออกถึงกระบวนการคิดของกระบวนการแก้ปัญหาหรือโมเดลที่สร้างขึ้นออกมาในรูปแบบเอกสาร แบ่งเป็น 3 ส่วนหลักคือ สมมติฐาน เป้าหมาย และวิธีการแก้ปัญหา

วิธีที่จะทำให้นักเรียนเกิดการสะท้อนตนเอง และคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเองได้อย่างเป็นธรรมชาติ จะต้องมีการแลกเปลี่ยนและเรียนรู้หนทางในการคิดกับผู้อื่น กิจกรรมจึงควรเป็นกิจกรรมกลุ่มที่กำหนดให้มีการวางแผนการดำเนินงาน การติดตามงาน และการประเมินการบวนการ ซึ่งหลักการข้อนี้จะช่วยให้ครูสามารถสังเกตกระบวนการคิดของนักเรียน และประเมินระดับความเข้าใจของนักเรียน เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถทางการคิดของนักเรียนได้

5) หลักการปรับเปลี่ยน และนำกลับมาใช้ใหม่ (Shared-ability and Reusability principle) วิธีการแก้ปัญหาหรือโมเดลที่สร้างขึ้นควรอยู่ในรูปทั่วไป หรือง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียง และเป็นประโยชน์ต่อผู้อื่นที่สนใจ โมเดลควรแสดงให้เห็นถึงวิธีทั่วไปทางการคิด แทนที่จะเป็นแบบเฉพาะเจาะจง

6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) เป็นหลักการที่กำหนดให้โมเดลที่นักเรียนสร้างขึ้นมีความเรียบง่ายมากที่สุด แต่ยังคงความสำคัญทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ กระชับได้ใจความ และง่ายต่อการทำความเข้าใจ สถานการณ์ปัญหาที่ให้นักเรียนเผชิญควรถูกออกแบบให้มีความเป็นต้นแบบ หรือเป็นสิ่งที่เปรียบเทียบไปสู่สถานการณ์อื่นได้อย่างมีความหมาย

Heidi A. Diefes-Dux และคณะ (2006) ได้อธิบาย 6 หลักการในการสร้าง MEAs ไว้ดังต่อไปนี้

1) หลักการสร้างโมเดล (The model construction principle) หมายถึงกิจกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้นให้ผู้ที่ทำการแก้ปัญหาต้องสร้างระบบทางคณิตศาสตร์เพื่อตอบจุดประสงค์ของลูกค้า หรือผู้ที่ต้องการการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหา แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น

จะต้องเป็นลำดับขั้นตอน มีความสามารถในการอธิบาย และ สร้างตัวแทนความคิด แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมานี้นักเรียนจะต้องได้คิดเกี่ยวกับระบบ สามารถอธิบายระบบ ได้อย่างเหมาะสม และเป็นระบบที่สามารถนำไปอธิบายระบบอื่นได้ โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ระบบที่สร้างนี้ จะต้องประกอบด้วย

(1) องค์ประกอบสำคัญ (elements)

(2) ความสัมพันธ์ของแต่ละองค์ประกอบ (relationships among elements)

(3) การดำเนินการ (operations) ที่จะอธิบายการมีปฏิกิริยาต่อกันของแต่ละองค์ประกอบ

(4) รูปแบบหรือหลักเกณฑ์ (patterns and rules) ของความสัมพันธ์และการดำเนินการ

2) หลักการเป็นความจริง (Reality principle) แสดงในคำถามที่อยู่ในกิจกรรมซึ่งเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับวิศวกรรมที่มีความเป็นจริง ที่จัดให้นักเรียนใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3) หลักการในการแปรผลสู่ประชากรเป้าหมาย (generalizability principle) คำถามคือ แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานั้นเป็นการเข้าสู่สถานการณ์ที่สามารถแบ่งปัน การนำส่ง ง่ายต่อการแก้ไข และสามารถนำมาใช้ใหม่ได้

4) หลักการประเมินตนเอง (The self-assessment principle) หมายถึง ปัญหาที่มีบริบทและข้อมูลที่ช่วยให้นักเรียนสามารถประเมินกระบวนการทำงานของตนเองได้

5) หลังการจัดการโครงสร้างเอกสาร (The construct documentation principle) กิจกรรมนั้น ไม่เพียงสนับสนุนให้นักเรียนสร้างแบบจำลอง แต่ยังให้นักเรียนแสดงความคิด วิธีการทางคณิตศาสตร์

6) หลักการเป็นต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (Effective prototype principle) หมายถึง วิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนสร้าง จะสามารถใช้เป็นต้นแบบที่ใช้ได้จริงกับสถานการณ์อื่นได้

1.4 องค์ประกอบของ Model-Eliciting Activities

Richard Lesh และคณะ กล่าวถึงองค์ประกอบของ Case Study for Kids ซึ่งเปลี่ยนชื่อมาเป็น Model-Eliciting Activities ในภายหลังว่าประกอบด้วย 4 องค์ประกอบด้วยกันคือ

1) Newspaper article นักเรียนอ่านบทความหนังสือพิมพ์เพื่อทำความคุ้นเคยกับบริบทของปัญหา

2) Readiness questions นักเรียนตอบคำถามที่ถามความเข้าใจจากการอ่านเกี่ยวกับบทความหนังสือพิมพ์ เพื่อให้คุ้นเคยกับบริบทมากกว่าเดิม

3) Problem statement ในกลุ่มของนักเรียน นักเรียนจะทำงานเกี่ยวกับข้อความปัญหาเป็นเวลาประมาณ 60 – 90 นาที

4) Process of sharing solutions แต่ละกลุ่มเขียนวิธีแก้ปัญหาในรูปแบบของจดหมายถึงลูกค้า จากนั้นแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการที่แตกต่างกัน ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลที่ตรงกับความต้องการของลูกค้า

Scott A. Chamberlin และ Sidney M. Moon (2005) (Chamberlin and Moon 2005) อธิบายว่า MEAs มี 4 องค์ประกอบคือ

1) Reading passage การอ่านข้อความที่มี 1 หน้ากระดาษ จำลองเหมือนบทความหนังสือพิมพ์ ซึ่งถูกเขียนมาเพื่อสร้างความสนใจให้กับนักเรียน และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับบริบทของปัญหา

2) Readiness questions เป็นคำถามที่ให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับบทความที่กล่าวไว้ข้างต้น บางคำถามเป็นคำถามถามความเข้าใจธรรมดา (simple comprehension questions) บางคำถามเป็นคำถามอนุมาน (inference questions) และสุดท้ายคือคำถามประเภทให้นักเรียนตีความข้อมูล

3) Data เป็นข้อมูลที่อาจอยู่ในรูปแบบ เช่น แผนผัง แผนภาพ แผนภูมิ แผนที่ ตารางเวลาหรือการดำเนินการ ตารางการขาย เป็นต้น

4) Problem-solving task เป็นคำถาม หรือคำแถลงถึงปัญหาที่มีความยาวไม่เกิน 1 ย่อหน้า ซึ่งจะให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเพื่อเป็นสมมติฐานให้ผู้ที่จะนำเครื่องมือไปใช้

Scott A. Chamberlin และ Emmy Coxbill (2012) ทำการศึกษาเกี่ยวกับ MEAs และได้ระบุองค์ของ MEAs ไว้ 4 องค์ประกอบหลัก คือ

1) Newspaper article เป็นข้อความประมาณ 1 หน้ากระดาษที่อยู่ในรูปของบทความจากหนังสือพิมพ์ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 – 3 นาทีในการอ่าน เพื่อเป็นข้อมูลในการตอบคำถามในส่วนที่ 2 โดยที่องค์ประกอบนี้มีจุดประสงค์หลักคือให้นักเรียนทำความคุ้นเคยกับบริบทของปัญหา

2) Readiness or warm-up questions เป็นคำถามเตรียมความพร้อมของนักเรียนที่ถูกออกแบบให้ติดตามความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทความจากส่วนที่ 1

3) Data table or other mathematics information เป็นส่วนที่เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งการให้ข้อมูลนี้ทำให้ MEAs ได้ถูกพิจารณาว่าเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน (well-structured) ตรงข้ามกับการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based learning) ซึ่งเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างปัญหาไม่ชัดเจน (ill-structured)

4) Problem statement ข้อความปัญหานี้มักจะสั้น กระชับ ได้ใจความเพื่อให้นักเรียนคำนวณ และสร้างโครงสร้างอย่างดีเยี่ยม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปองค์ประกอบของ MEAs ได้เป็น 4 องค์ประกอบดังนี้

1) บทความ เป็นบทความที่ถูกเผยแพร่ในสื่อต่างๆ หรืออาจสร้างขึ้นโดยอิงจากเรื่องจริง ซึ่งในส่วนนี้มีจุดประสงค์เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนได้ทำความคุ้นเคยกับบริบทของปัญหาด้วยการอภิปราย

2) คำถามเตรียมความพร้อม คือข้อความคำถามที่ถูกออกแบบมาเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับบทความในส่วนที่ 1 และเป็นแนวทางให้นักเรียนทราบถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหานี้

3) ข้อมูลสำคัญ ในส่วนนี้เป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหาในส่วนที่ 4 อาจอยู่ในหลายรูปแบบเช่น บทความ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ หรือการดำเนินการ เป็นต้น

4) ภาระงานปัญหา เป็นส่วนที่แสดงข้อความสถานการณ์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนทำเพื่อแก้ปัญหาโดยจะต้องระบุผู้ที่ต้องการเครื่องมือในการแก้ปัญหาในภาระงานนี้

1.5 แนวทางการใช้ Model-Eliciting Activities ในชั้นเรียน

Richard Lesh และคณะ [online] เสนอแนะวิธีการนำ Case Study for Kids (ซึ่งเปลี่ยนชื่อเป็น Model-Eliciting Activities) ไปใช้ในชั้นเรียน โดยให้มีการดำเนินการดังนี้

1) Newspaper Article and Readiness Questions จุดประสงค์ของบทความทางหนังสือพิมพ์ และคำถามเตรียมความพร้อม คือการนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา ซึ่งเป็นไปได้ 3 วิธีการคือ

1.1) ครูเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (30 นาที) ครูอ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้เวลานักเรียนการตอบคำถามเตรียมความพร้อมด้วยตนเอง และจากนั้นครูนำการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนตอบ วิธีการนี้จะใช้ได้ผลดีเมื่อครูเป็นผู้ที่เล่าเรื่องได้ดี ซึ่งจะทำให้นักเรียนผ่านกิจกรรมขั้นนี้ไปพร้อมกัน

1.2) ให้นักเรียนเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (10 – 15 นาที) ครูให้นักเรียนกลับไปอ่านบทความและตอบคำถามเป็นการบ้าน (หรือให้ทำก่อนหมดเวลาเรียนคาบก่อนหน้า) แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับบทความและคำตอบในต้นคาบเรียนถัดไป ก่อนที่จะเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา

1.3) ให้นักเรียนเป็นผู้นำกิจกรรมเป็นส่วนใหญ่ (10 – 15 นาที) ครูให้บทความและคำถามกับนักเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันศึกษา และตอบคำถามกันในกลุ่ม

2) Working on the Problem Statement (45-75 นาที)

- แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน โดยจะให้ครูเป็นผู้จัดให้ หรือให้นักเรียนจัดกันเองก็ได้ โดยครูอาจให้นักเรียนกำหนดบทบาทหน้าที่ของตนเองในกลุ่ม เพื่อจะได้มั่นใจว่านักเรียนจะแบ่งงานกันทำ (ซึ่งจะมีหรือไม่ก็ได้)

- ให้นักเรียนเผชิญกับข้อความปัญหาโดยครูอาจเป็นผู้อ่านให้ฟัง แล้วให้นักเรียนร่วมกันระบุ 1)ผู้ที่นักเรียนทำงานให้ (จากบริบทของปัญหา) และ 2)ผลิตภัณฑ์ที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น

- ให้นักเรียนร่วมกันทำงานในบริบทของปัญหา ขณะที่นักเรียนทำงาน บริบทของครูคือผู้ที่ช่วยเหลือ และสังเกตการณ์ ครูต้องหลีกเลี่ยงการถามหรือ แสดงความคิดเห็นที่จะชักจูงนักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา

3) The groups present their solutions to the class (30 – 45 นาที) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียนโดยใช้เวลาประมาณ 3 – 5 นาที ต่อ 1 กลุ่ม ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนไม่เพียงแต่ฟังการนำเสนอของกลุ่มเพื่อน แต่ยังต้อง 1) พยายามทำความเข้าใจถึงวิธีการที่เพื่อนนำเสนอ และ 2) พิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นดี และตรงความต้องการของลูกค้าหรือไม่ อย่างไร ครูอาจจะให้นักเรียนที่ตั้งคำถามถามเพื่อนกลุ่มอื่นได้ดี หรือครูอาจให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขวิธีการของกลุ่มตนเองหลังจากได้ฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกัน

Showalter (2008) ได้นำ MEAs ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามที่ Lesh และ English ได้แนะนำไว้ (Lesh & English, 2007) โดยเรียงลำดับขั้นไว้ดังนี้

1) จัดเตรียมบทความหนังสือพิมพ์ให้กับนักเรียนเพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา โดยครูเป็นผู้นำกิจกรรมในชั้นเรียน กล่าวคือ ครูเป็นผู้อ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้นักเรียนเน้นข้อความที่เป็นข้อมูลสำคัญ หรือน่าสนใจ หลังจากการอ่านจบแต่ละย่อหน้า ครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลในย่อหน้านั้นๆ

2) หลังจากอ่านบทความเสร็จ ครูให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ในการตอบคำถามเตรียมความพร้อม (ครูจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คนไว้ก่อนเริ่มทำกิจกรรม) แล้วร่วมกันอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบ

3) นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม ในการจัดการปัญหาในข้อความปัญหา และรวบรวมข้อมูลจากบริบทปัญหา แล้วจึงออกแบบโมเดลที่คาดว่าเป็นที่ต้องการสำหรับบริบทของปัญหา ในขั้นนี้ ครูจะมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ และผู้สังเกตการณ์ โดยถามคำถาม และแสดงความคิดเห็นเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทำงานได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เมื่อนักเรียนทำงานเสร็จ ครูจะให้นักเรียนเขียนบรรยายเกี่ยวกับสิ่งที่ลูกค้าต้องการ และรูปแบบของโมเดลที่นักเรียนควรสร้างขึ้น

4) นักเรียนออกมานำเสนองานทีละกลุ่ม จนครบ

5) นักเรียนประเมินผลงานของกลุ่มตนเองตามเกณฑ์ที่ว่า1) โมเดลที่สร้างขึ้นมาตรงกับความต้องการของผู้ที่จะนำไปใช้งานในบริบทของปัญหาหรือไม่ 2) โมเดลที่สร้างขึ้นมานั้นง่ายต่อการทำความเข้าใจและนำไปใช้หรือไม่ 3) หลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้ว โมเดลนี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้หรือไม่

6) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนกลับไปปรับปรุงแก้ไขโมเดล หลังจากการระเมินตนเอง และได้รับคำแนะนำจากครู

Stohlmann, M. (2013) ได้ลำดับการจัด MEAs ไว้ดังนี้

1) อ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม
2) ครูนำให้นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับคำถามเตรียมความพร้อม และสถานการณ์ปัญหา (15 นาที)
3) การทำงานกลุ่ม (40 – 70 นาที)
4) การนำเสนอผลงานเป็นกลุ่ม (30 – 40 นาที)
5) ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง และเขียนสะท้อนหลังการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปการนำ MEAs ไปใช้ในชั้นเรียน โดยจัดเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) อ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม ในขั้นแรกนี้ นักเรียนจะได้อ่านทำความเข้าใจบทความจากหนังสือพิมพ์ฉบับจริง หรือเรื่องราวที่สร้างขึ้นโดยอิงจากเรื่องจริง แล้วตอบคำถาม ที่ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทความ เพื่อทำความคุ้นเคยกับสถานการณ์ปัญหา และเริ่มคิดถึงความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

2) จัดการสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่จะแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 5 คน แล้วอ่านคำชี้แจงปัญหาพร้อมข้อมูลสำคัญประกอบ โดยสถานการณ์ปัญหาจะระบุถึงสิ่งที่นักเรียนต้องพิจารณาคือ องค์ประกอบสำคัญของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบ รวมถึงแบบรูปและกฎที่ใช้กับความสัมพันธ์และการดำเนินการขององค์ประกอบนั้น ซึ่งครูจะให้นักเรียนปรึกษาและร่วมกันคิดวิธีการแก้ปัญหาในกลุ่ม และคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถามด้วยคำถามแล้วให้นักเรียนคิดหาตอบในทิศทางของพวกเขาเอง โดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่เฉพาะเจาะจง พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ถามในระหว่างการนำเสนอ และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

3) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเขียนวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบเอกสาร แล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียน หลังจากนำเสนอเสร็จนักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน มโนทัศน์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการที่ตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์มากที่สุด และครูจะถามคำถามให้นักเรียนคิด

เกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ว่าง่ายต่อการให้ผู้อื่นนำไปใช้หรือไม่ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้หรือไม่

4) ประเมินผล เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ ครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน ว่าเหมาะสมกับ และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมเหตุผล จากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบายแล้วให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

1.6 ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities

Scott A. Chamberlin และ Sidney M. Moon (2005: 40-41) ได้กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของ Model-Eliciting Activities ไว้ 5 ประการ สรุปได้ดังต่อไปนี้

1) Interdisciplinary Nature คือลักษณะการรวมสาขาวิชาตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ทำให้นักเรียนสามารถผสมผสานความรู้จากต่างสาขาวิชามาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ เนื้อหาพื้นฐานสำคัญของ MEAs คือคณิตศาสตร์ แต่ MEAs ไม่อาจทำงานได้สมบูรณ์ถ้าขาดการอ่าน-เขียน การสื่อสาร การเขียนอธิบาย และความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ หรือฟิสิกส์ เป็นต้น

2) Well-Structured Problems เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างชัดเจน การเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มมีความสำคัญในการสร้างโครงสร้างทางความรู้ (knowledge construction) ซึ่งเป็นกระบวนการภายในทางปัญญาที่ถูกทำให้สมบูรณ์โดยนักเรียนการใช้กระบวนการกลุ่มช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่หลากหลายของสมาชิกในกลุ่มในการในการแก้ปัญหา

3) Realistic Problems คือการเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตของนักเรียน ซึ่งจะช่วยสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจได้ดีกว่าปัญหาที่ไม่มีบริบทใดๆ เกี่ยวข้อง หลายภาระงานที่ให้แก้ไขปัญหาที่แสดงออกมาเหมือนเป็นจริง แต่ไม่ใช่เรื่องจริง ดังนั้นผู้ที่จะออกแบบสร้าง MEAs ขึ้นมาได้ต้องอุทิศเวลาอย่างมากเพื่อให้แน่ใจว่าบริบทของปัญหานั้นเป็นเรื่องจริงโดยการนำไปทดสอบปฏิบัติการภายใต้เงื่อนไขของการใช้งานจริงกับนักเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างไม่เป็นทางการก่อนนำมาใช้จริง

4) Metacognitive Coaching คือการฝึกการรู้คิด เพื่อที่จำให้ MEAs ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนในรูปแบบของครูฝึกการรู้คิด ครูจะสอนนักเรียนโดยการตั้งคำถามมากกว่าตอบคำถาม ตัวอย่างเช่นเมื่อนักเรียนถามถึงวิธีการแก้ปัญหาว่าทำถูกต้องหรือไม่ ครูควรถามให้นักเรียนตรวจด้วยตัวเองอย่างมีเหตุผลตามหลักการประเมินตนเอง การเป็นครูฝึกการรู้คิด ครูจะต้องตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อชี้ทางให้นักเรียนเห็นถึงคำตอบที่ผิด และความหลากหลายของคำตอบที่ถูก แต่อย่างไรก็ตามวิธีการที่ถูกต้องก็ไม่ใช้หลักสำคัญของการฝึกการรู้คิด แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนได้กลับมาไตร่ตรองถึงวิธีการคิดของตนเอง

5) Explication of Student Thinking คือการอธิบายความคิดนักเรียนอย่างละเอียด กระบวนการของ MEAs จะเปิดโอกาสที่ดีให้กับครูในการตรวจสอบความคิดของนักเรียนจากหลักการประเมินตนเอง และหลักการจัดการเอกสาร ซึ่งสามารถดึงข้อมูล กระบวนการทางความคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากได้รับข้อมูลตามสภาพจริงนี้แล้ว ครูสามารถนำไปออกแบบการเรียนการสอนต่อได้ MEAs จึงนับเป็นเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพอย่างมาก

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวการจัดกิจกรรม MEAs

Chamberlin และ Moon (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ Model-Eliciting Activities เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า Model-Eliciting Activities สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และประกอบกับเอกสารที่ให้นักเรียนเขียนวิธีการคิดในกิจกรรมทำให้สามารถวัดระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในด้านการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

Quin Showalter (2008) ได้ศึกษาผลของ Model-Eliciting Activities ที่มีต่อกระบวนการในการแก้ปัญหา และทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 คนที่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่ม แล้วให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม MEAs 3 กิจกรรม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ได้ผลสรุปว่า MEAs ทำให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองผ่านการร่วมกิจกรรม และนักเรียนมีเจตคติที่ดีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้น

Jeffrey Phillip Georgette (2013) การเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นโดยใช้ Model-Eliciting Activities และ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสืบสอบเป็นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานของนักเรียนระดับปริญญาตรี ได้ผลสรุปว่าจากการใช้กิจกรรมนี้ส่งผลต่อนักเรียนในด้านการเรียนรู้มโนทัศน์ ทักษะการแก้ปัญหา และเจตคติ ให้พัฒนาขึ้นในเชิงบวก และ MEAs ยังเป็นกิจกรรมที่จัดเตรียมบริบทที่เหมือนจริงได้ดีกว่าวิธีการจัดกิจกรรมแบบทั่วไป

2. การถ่ายโยงการเรียนรู้

2.1 ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้

Munn (1962) ได้อธิบายความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำเอานิสัยอันหนึ่งไปใช้กับการกระทำอีกอย่างหนึ่ง ผลที่ได้รับอาจจะมีลักษณะเป็นบวก หากนิสัยที่มีอยู่เดิมแล้วช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในคราวต่อไปได้อย่างสะดวกสบาย หรืออาจจะมีลักษณะเป็นลบ หากนิสัยที่มีอยู่เดิมนั้นไม่อำนวยประโยชน์ต่อการกระทำในคราวต่อไป

Hilgard (1962) ได้ให้ความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึงอิทธิพลของการเรียนรู้ในครั้งก่อน ที่มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ในครั้งต่อไปและอาจแสดงผลให้เห็นได้ 2 ประการคือ หากผลของการเรียนรู้ในครั้งก่อนอำนวยประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ในครั้งต่อไป การถ่ายโยงการเรียนรู้นั้นจะมีลักษณะเป็นบวก และหากผลของการเรียนรู้ในครั้งก่อนไม่อำนวยประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในครั้งต่อไปแล้ว การถ่ายโยงการเรียนรู้ย่อมมีลักษณะเป็นลบ

Gagne (1970) กล่าวว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นการนำนัยทั่วไปที่เคยเรียนรู้แล้วในอดีตไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกับสถานการณ์ที่เคยเรียนรู้มาก่อน

McKeough (1995) ระบุว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีมาก่อนไปสู่สถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ ที่สามารถมองเห็นได้ในรูปของเป้าหมายการเรียนรู้ แล้วถูกนำมาขยายไปสู่ที่ซึ่งเกิดการถ่ายโยง และเมื่อเกิดการถ่ายโยงก็คือ เกิดความสำเร็จในการเรียนรู้

Board (1997) ให้นิยามการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ว่าเป็น การที่ผู้เรียนประยุกต์ความรู้และทักษะที่เคยได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ไปใช้กับการปฏิบัติงาน หรือภาระหน้าที่อื่น ได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

Hunter (1995) กล่าวไว้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้ คือความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ทักษะ และความรู้ที่เคยเรียนรู้มาจากสถานการณ์หรือบริบทหนึ่ง ไปสู่อีกสถานการณ์หรืออีกบริบทหนึ่ง

ศิลปชัย สุวรรรณธาดา (2538) ให้คำจำกัดความ การถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ว่าคืออิทธิพลของการเรียนรู้ทักษะของการเรียนมาก่อนที่มีต่อการเรียนรู้ทักษะใหม่

อารี พันธ์มณี (2538) กล่าวว่า " การถ่ายโยงการเรียนรู้ คือการที่บุคคลได้เรียนรู้อย่างหนึ่งมาก่อน ซึ่งความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มามีผลต่อการเรียนรู้ใหม่ หรือการกระทำกิจกรรมใหม่ กล่าวคืออาจมีผลในทางบวก คือการเรียนรู้เดิมช่วยทำให้หรือส่งเสริมการเรียนรู้ใหม่ให้สะดวกรวดเร็ว หรือการเรียนรู้เดิมส่งผลในทางลบ หรือเป็นอุปสรรคขัดขวางการเรียนรู้ใหม่ทำให้การเรียนรู้ใหม่ล่าช้ายากขึ้น

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542) กล่าวว่า “การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการนำประสบการณ์ที่เรียนรู้ในอดีต มาใช้สัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ที่กำลังเรียนรู้อยู่ในปัจจุบัน ผลของการเรียนรู้จากอดีตจะมีผลต่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ซึ่งอาจเป็นการส่งเสริมหรือขัดแย้งก็ได้”

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544) กล่าวถึง การถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า หมายถึง การนำสิ่งเรียนรู้แล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือการเรียนรู้ในอดีตเอื้อต่อการเรียนรู้ใหม่

ณัฐิกานต์ รักนาค (2552) กล่าวถึง การถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้หมายถึง การนำความรู้ที่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์หนึ่งไปใช้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง ทั้งที่มีบริบทใกล้เคียงและแตกต่างกับสถานการณ์เดิม รวมถึงการได้ความรู้ใหม่จากการบูรณาการความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายของการถ่ายโยงการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นการนำประสบการณ์ ความรู้ และทักษะ ที่เคยเรียนรู้มา ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ต่างออกไป

2.2 ความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้

Hunter (1995) ได้สรุปให้เห็นความสำคัญของการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. การถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นหัวใจและเป็นส่วนสำคัญของการแก้ไขปัญหาการคิดสร้างสรรค์และกระบวนการทางความคิด (mental processes) ในขั้นสูงอื่นๆทั้งหมดนอกจากนี้ยังเป็นหัวใจสำคัญของการประดิษฐ์คิดค้น และสร้างสรรค์ผลผลิตที่มีความงดงามด้วย

2. การถ่ายโยงการเรียนรู้ มีส่วนสำคัญที่จะช่วยในการประหยัดเวลา และพลังงานเพราะการเรียนรู้ที่มีมาก่อนนั้น จะช่วยเอื้อหรือเข้าไปช่วยการเรียนรู้ใหม่ และจะสามารถลดหรือเพิ่มเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ได้

2.3 องค์ประกอบของการถ่ายโยงการเรียนรู้

การถ่ายโยงการเรียนรู้ ได้รับการอธิบายไว้อย่างคล้ายคลึงกันว่า เกิดขึ้นจากองค์ประกอบหลัก คือ (1) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (2) โครงสร้างความรู้ที่เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้จากกระบวนการเชิงพุทธิปัญญา หรือ Cognitive process และ (3) เมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นกลไกในการบริหาร จัดการ ควบคุม กระบวนการในการรู้คิด และกระบวนการในการเรียนรู้ของมนุษย์ (Sternberg and Wendy, 2002) โดยทั้งสามองค์ประกอบได้มาจากผลการศึกษาทั้งโดยการทดลอง และการวิจัยที่เกิดขึ้นจากรูปแบบกระบวนการในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นรูปแบบหนึ่งในการศึกษาเกี่ยวกับ Educational psychology

ณัฐิกานต์ รักนาค (2552) กล่าวถึงองค์ประกอบการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่โครงสร้างความรู้ ได้รับการกระตุ้นให้นำความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่กลับมาใช้อีกครั้ง ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกับในบริบทเดิมหรือในบริบทใหม่ ภายใต้การปฏิบัติงานของกระบวนการทางปัญญา ที่เป็นการประมวลผลเชิงลึก และเมตาคอกนิชัน ที่เป็นกลไกในการจัดการเกี่ยวกับการรู้คิดของเอกัตบุคคล โดยการถ่ายโยงการเรียนรู้นี้ สามารถส่งเสริมให้เกิดขึ้นได้ด้วยการสอนการรู้คิด ที่ให้โอกาสในการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติที่หลากหลายและเพียงพอ

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อมีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบคือ 1) โครงสร้างความรู้ซึ่งเป็นฐานข้อมูลในการเรียนรู้สิ่งใหม่ 2) กระบวนการทางปัญญาที่ประมวลผลข้อมูลในเชิงลึก และ3) เมตาคอกนิชัน เป็นกลไกในการจัดการเกี่ยวกับการรู้คิดส่วนบุคคล

2.4 ประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้

Haskell (2001 อ้างถึงในณัฐิกานต์ รักนาค, 2552: 80-83) ได้แบ่งประเภทของการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นสองประเภทได้แก่ ประเภทการถ่ายโยงที่อาศัยความรู้เป็นฐาน และประเภทการถ่ายโยงเฉพาะ รายละเอียดมีดังนี้

1. ประเภทการถ่ายโยงที่อาศัยความรู้เป็นฐาน ประกอบด้วย

1) Declarative knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับบางสิ่งที่คนเรารู้หรือไม่รู้ว่าคืออะไร ซึ่งมีความสำคัญสำหรับการถ่ายโยงมากที่สุด เนื่องด้วย (1) เป็นความรู้ที่ให้ precondition ที่จำเป็นสำหรับความรู้ทั้ง 4 ประเภทที่ตามมา (2) เป็นความรู้ที่เป็นแหล่งกำเนิดโดยตรงของความรู้ทั้ง 4 ประเภทนั้น (3) เป็นความรู้ที่ให้ General framework สำหรับการ assimilates รายละเอียดของความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น (4) เป็นความรู้ที่ส่งเสริมความเชี่ยวชาญของการได้มาซึ่งความรู้ (5) เป็นความรู้ที่ให้รูปแบบภายใน (mental model / analog) เพื่อช่วยความเข้าใจในความรู้ใหม่ต่างๆ ทั้งนี้ในเชิงจิตวิทยานั้นได้ระบุจากการวิจัยว่า Knowledge base เป็นความรู้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการประมวลความเชิงลึกในระดับ Nonconscious level และแสดงผลการรับรู้ในรูปของแบบแผนต่างๆ (patterns) ดังนั้นความรู้ประเภทนี้จึงคล้ายกับว่าเป็นการถ่ายโยงระยะไกลเกินกว่าความรู้ประเภทอื่นๆ จะไปถึงได้ (ยกเว้น Theoretical knowledge)

2) Procedural knowledge (how-to knowledge) เป็นความรู้เชิงปฏิบัติ

3) Strategic knowledge เป็นความรู้ของกระบวนการภายใน (mental process) เช่น การที่คนเราเรียนรู้และจดจำได้อย่างไร เป็นกระบวนการในการควบคุมตนเอง (self-monitoring) ของความก้าวหน้าในการเรียนรู้

4) Conditional knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับว่าเมื่อไรจะประยุกต์ใช้ความรู้ในวิธีการที่เหมาะสม เมื่อบริบทเปลี่ยนไป

5) Theoretical knowledge เป็นความรู้เกี่ยวกับความเข้าใจ ของระดับความสัมพันธ์เชิงลึก ความเข้าใจเกี่ยวกับความเหตุ เป็นผล และความเข้าใจในการอธิบายความสัมพันธ์ต่อเนื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

โดยความรู้ทั้ง 5 ประเภทนี้เป็นพื้นฐานของ knowledge base ทั้งหลายที่ได้รับการกล่าวถึงและเป็นความรู้ที่ใช้ในการสร้างความเชี่ยวชาญของการถ่ายโยง ซึ่งทุกคนมีและครอบครองอยู่แล้ว แต่จะมีในระดับใด ความเข้มเพียงใดเท่านั้นเอง

2. ประเภทการถ่ายโยงเฉพาะ เป็นประเภทที่การถ่ายโยงเป็นฐานได้ด้วยตัวมันเองมีลักษณะของการเกิดขึ้นที่ไม่เหมือนกันซึ่งประกอบด้วย

1) Content-to-content transfer การถ่ายโยงประเภทนี้จัดเป็น declarative knowledge และเป็นการถ่ายโยงแบบ declarative-to-declarative transfer ที่

เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมที่คงมีอยู่ของบางสาขาส่งเสริมหรือถูกรบกวนด้วยการเรียนรู้ใหม่ นอกจากนี้หมายถึงการเรียนรู้ความรู้ใหม่ที่อาจจะแตกต่างไปจากการเรียนรู้ครั้งแรก เช่น ความรู้เกี่ยวกับโปรตีน ไขมันและคาร์โบไฮเดรตในวิชาทางเคมี จะเป็นประโยชน์ในเรื่องของสุขศึกษา (Health education) เป็นต้น

2) Procedural-to-procedural transfer เป็นที่รู้จักกันดีในนามของ skill-to-skill transfer ที่เกิดขึ้นจากการใช้วิธีการที่ได้เรียนรู้มาแล้วในวิชาทักษะหนึ่งมาใช้กับอีกวิชาทักษะหนึ่งที่ต่างสาขาวิชากันออกไป เช่น ทักษะในการขี่จักรยานที่ถ่ายโยงไปยังการขับรถจักรยานยนต์หรือการขับรถยนต์ วิธีการต่างๆเป็นการลำดับการกระทำหรือลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ เช่นการเรียนรู้โปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจถ่ายโยงไปสู่การปฏิบัติในโปรแกรมอื่นๆที่คล้ายคลึงกัน

3) Declarative-to-procedural transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับบางสิ่งช่วยในการกระทำบางสิ่งบางอย่างจริงๆ เช่นการเรียนรู้เกี่ยวกับชนิดของเห็ด เราก็สามารถที่จะดูแลเห็ดแต่ละชนิดให้ปลอดภัยได้

4) Procedural-to-declarative transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อเกิดประสบการณ์ในการปฏิบัติ เช่นการสร้างวงจรไฟฟ้า จะช่วยในการเรียนรู้ Theoretical knowledge ของหน่วยไฟฟ้าหรือความรู้ที่เกี่ยวกับ programming ซึ่งอาจช่วยในการเรียนรู้ทฤษฎีทางคอมพิวเตอร์เป็นต้น

5) Strategic transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้เกี่ยวกับกระบวนการภายใน (เช่น คนเราเรียนรู้หรือจดจำได้อย่างไร) นั้นได้รับมาโดยผ่านการตรวจสอบ (monitoring) ผ่านกิจกรรมทางปัญญา (Mental activities) ระหว่างการเรียนรู้ ทั้งนี้ความรู้ที่ว่าเราเคยแก้ปัญหาได้อย่างไรในครั้งแรก อาจถ่ายโยงไปสู่การแก้ปัญหาในรูปแบบใหม่อื่นๆ

6) Conditional transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อมีการประยุกต์ความรู้ที่เรียนรู้แล้ว ในบริบทหนึ่ง ไปยังบริบทอื่นๆ ที่อาจเป็นการถ่ายโยงที่เหมาะสมเช่นความรู้เรื่องตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยม อาจจะถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหาเรื่อง vector ในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์

7) Theoretical transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อนำความเข้าใจในความสัมพันธ์ระดับลึกของเหตุและผล ในสาขาหนึ่งที่ถ่ายโยงไปทำความเข้าใจในสาขาอื่นๆ ได้ยกตัวอย่าง เช่น การเกิดประกายไฟและการเกิดฟ้าแลบ เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เหมือนกันเป็นต้น

8) General or nonspecific transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้ที่มีมาก่อน (ที่ไม่ใช่บริบทความรู้ที่ฝึกฝนเฉพาะบริบท) ถ่ายโยงไปยังสถานการณ์อื่นๆ แม้ว่าไม่มีสิ่งที่คล้ายกันคงอยู่ระหว่างสถานการณ์เก่าและใหม่ โดยในการถ่ายโยงประเภทนี้มักได้รับการอธิบายภายใต้มโนมติของ “Learning to learn” และ “Warm-up effects”

9) Literal transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ หรือวิธีการโดยตรงในสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ เช่นการเรียนเกี่ยวกับเรื่องการปฏิวัติในอเมริกา อาจเรียนรู้มาว่าสงครามมีสาเหตุมาจากการแข่งขันเพื่อควบคุมแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติต่างๆ และเมื่อศึกษาสงครามโลกครั้งที่ 1 ก็อาจเรียนรู้ว่ามีสาเหตุมาจากการแข่งขันเพื่อควบคุมแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติต่างๆเหมือนกับที่เคยได้รับการอธิบายมา การถ่ายโยงประเภทนี้สามารถมองได้ว่า เป็นการถ่ายโยงในระยะใกล้ (Near transfer)

10) Vertical transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่มีมาก่อนถูกถ่ายโยงไปยังระดับ (level) หรือลำดับขั้นตอน (hierarchy) เดียวกัน ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนรู้ที่มีมาก่อน โดยการเรียนรู้ทักษะสิ่งที่จำเป็นต้องมีมาก่อน เช่น การคำนวณค่าร้อยละต้องมีความรู้เกี่ยวกับการหารและการคูณมาก่อนเป็นต้น

11) Lateral transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ที่มีมาก่อนถูกถ่ายโยงไปยังการเรียนรู้ในแนวระนาบเดียวกัน เช่นการถ่ายโยงการเล่น Roller skating ไปยัง Roller ice skating เป็นต้น

12) Reverse transfer บางครั้งเรียกว่า backward transfer เป็นการถ่ายโยงที่เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมที่คงอยู่นั้น ได้รับการปรับและทบทวนในความหมายที่คล้ายคลึงกัน ไปยังข้อมูลใหม่โดยการถ่ายโยงประเภทนี้จะเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกับความหมายของกระบวนการถ่ายโยง ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นการถ่ายโยงจากงานอย่างหนึ่งไปสู่งานอีกอย่างหนึ่งที่ไม่เหมือนกันหรืออาจกล่าวว่าเป็นการฝืนธรรมชาติของการถ่ายโยงที่อาจเกิดขึ้นได้

13) Proportional transfer เป็นการถ่ายโยงที่เป็นนามธรรมมากกว่าแบบอื่น เช่น การจำเสียงที่ไพเราะจากการบรรเลงเสียงคู่แปด (Different octave)

14) Relational transfer เป็นการถ่ายโยงที่สามารถสรุปให้เห็นได้โดยการเปรียบเทียบเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับในทางชีววิทยาแล้วโครงสร้างประเภทนี้เรียกว่า homology ที่เป็นการตอบสนองในรูปแบบของการปรากฏขึ้นภายนอกระหว่างสองตระกูล ดังเช่นปีกของนกและขนของปลา แม้ว่ากลไกเชิงเหตุผลที่ซ่อนอยู่เบื้องล่างนั้นจะแตกต่างกันก็ตาม ทั้งสองสิ่งก็มีลักษณะร่วมกันอยู่ ด้วยลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน แต่ไม่มีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุซ่อนอยู่การถ่ายโยงความสัมพันธ์นี้พบเห็นได้จากโครงสร้างที่เหมือนกันระหว่างสองสิ่ง

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542) ได้แบ่งการถ่ายโยงการเรียนรู้ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่ การถ่ายโยงทางบวก (Positive transfer) และการถ่ายโยงทางลบ (Negative transfer) ซึ่งการถ่ายโยงทางบวก คือ การที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตช่วยให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ง่ายขึ้น ในทางตรงข้ามการถ่ายโยงทางลบ คือการที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตขัดแย้งกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ หรือทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ยากขึ้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542) ได้กล่าวถึงหลักการถ่ายโยงการเรียนรู้ใน 4 ลักษณะได้แก่

1) การถ่ายโยงโดยความคล้ายคลึงกัน (Transfer by generalization) หากมีกิจกรรมใดที่คล้ายคลึงกันแล้ว การเรียนรู้สิ่งที่สองจะดีกว่าสิ่งแรก เพราะเกิดการถ่ายโยงขึ้น

2) การถ่ายโยงโดยการประยุกต์ใช้ (Transfer by application) การเรียนรู้ลักษณะนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้เรียนได้เข้าใจ และสามารถนำมาใช้ในการเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันและประยุกต์ใช้ได้

3) การถ่ายโยงเพราะความสัมพันธ์กัน (Transfer through relationship) เป็นการถ่ายโยงชนิดใกล้เคียงกับการถ่ายโยงโดยความคล้ายคลึงกัน แต่การถ่ายโยงแบบนี้ใช้วิธีการเปรียบเทียบสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ใหม่ และมองเห็นความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งเหล่านี้ จึงสามารถนำไปแก้ปัญหาได้

4) การถ่ายโยงทางทัศนคติ (Transfer of attitude and idea) เป็นการถ่ายโยงความรู้สึกที่มีมาแต่เดิมไปยังความรู้สึกที่มีต่อสิ่งที่เผชิญใหม่

สรุปได้ว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ 1) การถ่ายโยงการเรียนรู้ทางบวก คือการที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตช่วยให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ง่ายขึ้นแบ่ง ออกเป็นการถ่ายโยงแบบซับซ้อนและไม่ซับซ้อน 2) การถ่ายโยงการเรียนรู้ทางลบคือการที่ผลของการเรียนรู้ในอดีตขัดแย้งกับการเรียนรู้สิ่งใหม่ หรือทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่ยากขึ้น และ 3) การถ่ายโยงการเรียนรู้เป็นศูนย์หรือไม่มีการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น คือ การที่ความรู้เดิมไม่ได้มีส่วนช่วยให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่เลย

2.5 ระดับของการถ่ายโยงการเรียนรู้

Haskell (2001 อ้างถึงใน ณัฐิกานต์ รักนาค, 2552: 88-89) แบ่งระดับของการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็น 6 ระดับดังนี้

1. Nonspecific transfer การถ่ายโยงอย่างไม่เฉพาะเจาะจง เป็นการถ่ายโยงที่ไม่มีองค์ประกอบร่วมที่ชัดเจน จัดว่าเป็นพื้นฐานที่จำเป็นของการถ่ายโยงการเรียนรู้ เพราะเป็นการนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่จะนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

2. Application transfer การถ่ายโยงในสถานการณ์เฉพาะ เป็นการถ่ายโยงที่มีการนำการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจง ภายใต้บริบทเดียวกัน

3. Context transfer การถ่ายโยงภายในบริบท เป็นการนำการเรียนรู้ไปใช้ในบริบทที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ถ้าบริบทเปลี่ยนการถ่ายโยงจะไม่เกิดขึ้น

4. Near transfer การถ่ายโยงอย่างใกล้ เป็นการถ่ายโยงความรู้เดิมไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายคลึงกัน แต่องค์ประกอบไม่เหมือนกับในสถานการณ์ใหม่

5. Far transfer การถ่ายโยงอย่างไกล เป็นการถ่ายโยงที่มีการนำความรู้เดิมไปใช้ในสถานการณ์หรือบริบทที่แตกต่างกันมาก และมีเงื่อนไขความซับซ้อนมากขึ้น

6. Displacement or creative transfer การถ่ายโยงอย่างสร้างสรรค์ เป็นการถ่ายโยงในระดับสูง เพื่อสร้างความรู้ใหม่

การแบ่งระดับการถ่ายโยงการเรียนรู้ ข้างต้นนี้เป็นการแบ่งระดับจากขั้นต้น (Nonspecific transfer) จนไปถึงขั้นสูงสุดของการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Displacement or creative transfer) โดยในระดับ 1 และ 2 นั้น เป็นการถ่ายโยงการเรียนรู้ในระดับง่ายๆ ส่วนการถ่ายโยงในระดับ 3 ขึ้นไปเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการนำความรู้ไปใช้ นอกจากนี้ขอบเขตของการถ่ายโยงการเรียนรู้ จะขยายขึ้นตามลำดับของการถ่ายโยงในแต่ละระดับ ซึ่งจะค่อยๆ พัฒนาตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึงระดับที่ 6

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยง ตลอดจนนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายอย่างสัมฤทธิผลถึงขั้นสูงสุดของระดับการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

2.6 การสอนให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

Wittrock (1991) กล่าวว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อเราสอนให้ผู้เรียนทราบกระบวนการคิดของพวกเขา ในการวางแผนกระบวนการคิดเพื่อที่จะเรียบเรียง หรือจัดลำดับในการเข้าใจสารและสัมพันธ์สารนั้นกับวิชาต่างๆที่เรียนในโรงเรียน และในชีวิตประจำวัน

Klausmeier (1985) ได้เสนอแนวคิดในการสอนการถ่ายโยงการเรียนรู้ สามารถทำได้ดังนี้

1) ส่งเสริมสนับสนุนให้มีการจำได้ ซึ่งควรกระทำก่อนเริ่มการเรียนรู้ หรือให้ลำดับการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้โดยบอกให้ผู้เรียนทราบว่าทำไมเขาถึงต้องพยายามจำ โดยการชี้ให้เห็นว่าจะมีอะไรเกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดกระบวนการเรียนรู้แล้ว เช่น ครูอาจชี้ให้เห็นความสำคัญของ สิ่งที่จะเรียน หรือชี้แนะว่าควรจะจำอะไรบ้างที่ผู้เรียนอาจจะต้องนำไปใช้ปฏิบัติจริงในสถานการณ์จริงนอกโรงเรียน หรือการอภิปรายด้วยเหตุผลกับผู้เรียนสำหรับการพยายามจำได้ แล้วให้สอนกลวิธีสำหรับการเรียนรู้และการจำได้ดี

2) ทำให้การเรียนรู้ครั้งแรกมีความหมายและยั่งยืน ซึ่งถ้าทำให้มีความหมายจะสามารถนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้ได้ดีกว่า สามารถทำได้โดย การเลือกผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีความหมายที่สุด เช่นให้โอกาสเขาได้เรียนรู้ เนื้อหาสาระที่เป็นเรื่องจริง หรือให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ และสามารถทำได้โดยการลำดับเนื้อหาสาระที่มีเป็นจำนวนมากออกเป็นหน่วยเล็กๆ โดยผู้เรียนควรมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ในหน่วยหนึ่งๆหรือมากกว่าในการเรียนรู้ของแต่ละเรื่อง ท้ายสุดผู้เรียนสามารถสัมพันธ์องค์ประกอบที่หลากหลายของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ได้รู้มาแล้วได้แก่การระบุมโนทัศน์ที่สำคัญ หลักการหรือกระบวนการ แล้วเชื่อมรายละเอียดและเนื้อหาสาระต่างๆเข้าด้วยกัน

3) ช่วยให้ผู้เรียนได้นำกลวิธีกลับมาใช้อีกเรื่อยๆ บางครั้งผู้เรียนไม่สามารถนึกออกได้ทันที กลวิธีที่เป็นที่ต้องการที่จะค้นหาหน่วยความจำระยะยาวไปสู่การระบุได้ก็คือการสอนกลวิธีให้แก่ผู้เรียน ซึ่งได้แก่กลวิธีในการสัมพันธ์ความหมายกับตัวอักษร เพื่อเป็นเครื่องมือในการจดจำชื่อ และกลวิธีในการจำบริบทที่คล้ายกับบริบทที่เกิดการเรียนรู้ในครั้งแรก ส่วนกลวิธีสุดท้ายได้แก่ การพยายามระลึกถึงสถานการณ์ของการเรียนรู้ในครั้งแรก เพื่อระบุตัวช่วยในการค้นหา เพื่อให้เข้าถึงสิ่งที่เรียนรู้แล้วนั้น

4) จัดให้มีการถ่ายโยงการเรียนรู้ เนื่องจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้ว เป็นผลต่อการเรียนรู้ในอีกสถานการณ์หนึ่ง ดังนั้นผู้สอนต้องสอนการประยุกต์ใช้ความรู้นั้นให้แก่ผู้เรียน โดยการถ่ายโยงการเรียนรู้จะเกิดได้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย ไม่ใช่ในสถานการณ์เดียวหรือเกิดขึ้นซ้ำๆ เพียงอย่างเดียว

Sternberg and Wendy (2002) กล่าวว่าการสอนให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงการถ่ายโยงที่มีความหมาย (Meaningful transfer) นั้นสามารถทำได้ดังนี้

1) Meaningfulness เป็นการสอนที่เน้นการยึดติดในสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้เดิม และใช้บ่อยๆ นอกจากนี้ผู้เรียนควรทราบว่าการถ่ายโยง จะเป็นกุญแจสำคัญที่ทำให้ประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้

2) Encoding specificity เป็นการสอนที่แสดงให้ผู้เรียนเห็นว่าจะประยุกต์ความรู้ในบริบทที่หลากหลายได้อย่างไร แล้วเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ การประยุกต์ใช้อย่างเพียงพอ

3) Organization เป็นการสอนให้ผู้เรียนได้ฝึกการลำดับข้อมูลที่ได้เรียน จากการเรียนรู้ในครั้งแรก ทั้งนี้การฝึกถ่ายโยงข้อมูลจากสถานการณ์หนึ่งไปยังอีกสถานการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อได้นำผลการเรียนรู้เกี่ยวกับวิธีการลำดับข้อมูลครั้งแรกนั้นมาใช้อีกครั้งหนึ่งได้ เช่น ในการสอนเขียนที่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ ด้วยการนำเสนอข้อมูลที่มีความต่อเนื่องกันเชิงเหตุผล เช่น เรื่องกรอบการเขียน และการแสดงให้ผู้เรียนเห็นอย่างชัดเจนว่า ใจความสำคัญอยู่ที่ใด และจะเขียนรายละเอียดให้สัมพันธ์กับใจความสำคัญนั้นทำได้อย่างไร เมื่อผู้เรียนต้องสร้างงานเขียนเอง ผู้เรียนก็จะเกิดการถ่ายโยงวิธีการนี้มาใช้ได้เป็นต้น

4) Discrimination ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนได้ด้วยการวางเป้าหมายในการถ่ายโยงพร้อมกับระบุอย่างเปิดเผย เกี่ยวกับประเภทของสถานการณ์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้วนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หรือไม่ และในขณะเดียวกัน ต้องให้ผู้เรียนทราบว่าสถานการณ์ใดที่สัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้ว

Ormrod (1998) ได้กล่าวถึง การสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ ควรประกอบด้วย

1) การจัดปริมาณเวลาของการสอนและเนื้อหาให้เพียงพอ โดยเรียนน้อยแต่เรียนเชิงลึกและในเวลาที่เพียงพอ

2) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่มีมาก่อนกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่

3) การเรียนรู้หลักการ โดยผู้เรียนนำหลักการที่เรียนรู้แล้วไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

4) ความหลากหลายของตัวอย่างและโอกาสในการปฏิบัติ โดยความรู้จากหลายๆ บริบทจะทำให้ผู้เรียนเก็บกักความรู้ เข้าสู่การเชื่อมต่อความรู้ในบริบทต่างๆที่มีอยู่ และสามารถนำมาใช้ได้ต่อไปในอนาคต

5) ความเข้มของความคล้ายคลึงกันระหว่างสองสถานการณ์ ยิ่งคล้ายคลึงกันมากเท่าไรก็ยิ่งเกิดการถ่ายโยงได้มากขึ้นเท่านั้น

6) ระยะเวลาระหว่างสองสถานการณ์ ยิ่งฝึกใกล้ชิดติดต่อกันได้มาก ก็จะเกิดการถ่ายโยงได้มาก

7) การสัมพันธ์การสอนในหลายๆบริบท เพื่อการนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ข้ามศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ

Eggen and Kauchak (1999) เสนอแนะการสอนที่ส่งเสริมการถ่ายโยงการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1) จัดให้มีตัวอย่างประกอบการเรียนการสอนในอัตราที่กว้างขวาง ครอบคลุม และการประยุกต์สำหรับเนื้อหาที่สอน

2) วางแผนการนำเสนอที่จัดเตรียมข้อมูลที่เป็นที่ต้องการของผู้เรียนสำหรับการทำความเข้าใจหัวข้อที่ผู้เรียนได้เรียนรู้

3) ดึงข้อมูลในบริบทที่มีความหมาย

4) ทบทวนเป็นประจำเพื่อให้ความคิดแกร่ง อยู่เสมอและเพื่อจัดเตรียมการฝึกปฏิบัติกับการประยุกต์ทั้งหลายที่กว้างออกไป

อารี พันธ์มณี (2538) ได้เสนอแนวทางการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) การสัมพันธ์กับวิชาอื่นๆ ในการสอนครูควรเน้นและแสดงให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของวิชาต่างๆไว้ด้วยกัน

2) ความเข้าใจกฎเกณฑ์ของวิชาต่างๆ ในการสอน ครูไม่ควรเน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว แต่ต้องให้นักเรียนเข้าใจหลักการ วิธีการของสิ่งที่เรียน และสรุปเป็นกฎเกณฑ์เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆได้ การสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ครูต้องใช้วิธียกตัวอย่างประกอบ จัดกิจกรรม บทบาทสมมติ หรือการสร้างสถานการณ์จำลองเป็นต้น

3) ประสบการณ์กว้างขวางในการสอนวิชาต่างๆ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้มีประสบการณ์กว้างขวางและหลายรูปแบบทั้งการเรียนด้วยตนเองศึกษาค้นคว้า ฝึกปฏิบัติ ศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น เพราะประสบการณ์จริงที่กว้างขวางและมากรูปแบบจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจจริงจนสามารถสรุปเป็นหลักการ วิธีการได้

4) เชาวน์ปัญญาของนักเรียน ครูควรคำนึงถึงสติปัญญาของนักเรียนด้วยว่ามีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนบางคนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางคนอาจเรียนรู้ได้ช้า ทั้งนี้ครูจะต้องยอมรับลักษณะของนักเรียน และสามารถจัดกิจกรรมเพื่อสนองตอบความต้องต้องการของเด็กได้

5) ทัศนคติ และอุดมติของนักเรียน ครูต้องตระหนัก และส่งเสริมนักเรียนในด้านต่างๆให้ทั่วถึงเช่น ทางด้านจิตใจ ความรู้สึก จึงควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาทัศนคติ และอุดมคติ เพราะทัศคติ และอุดมคติจะมีผลต่อการเรียนรู้และการทำงานของนักเรียน

6) การฝึกตนเอง ครูต้องให้นักเรียนฝึกตนเองหลังจากที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะ ความชำนาญ และพัฒนาความสามารถให้สูงยิ่งขึ้น

7) สถานการณ์จำลองในการสอน ครูต้องจัดสถานการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียนให้สอดคลองกับสภาพนอกห้องเรียน เช่นการฝึกพูดหน้าชั้น การเล่นดนตรี การเลือกตั้ง เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง

8) ความรู้พื้นฐานของนักเรียน ครูควรสอนเป็นลำดับขั้นจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวไปสู่สิ่งที่อยู่ไกลตัว จากทักษะเบื้องต้นไปสู่ทักษะที่สูงขึ้น และควรให้มีความต่อเนื่องในการเรียนรู้ด้วย

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544) ได้เสนอแนวทางที่จะสอนให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1) ชี้ให้ผู้เรียนทราบถึงสิ่งที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ได้ในอนาคต และควรให้โอกาสฝึกหัดจนจำได้ เช่น การสอนการคูณจำนวน ควรจะให้ผู้เรียนท่องสูตรคูณจนจำได้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโยงได้

2) สอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย หรือผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่มีอยู่ในโครงสร้างปัญญา ซึ่งอาจใช้วิธีการเสนอแนวคิดนำ (Advance organizer) ของออซูเบล หรือการใช้ผังความคิดรวบยอด (Cognitive mapping)

3) ใช้ยุทธศาสตร์การสอนที่จะช่วยให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ เช่นยุทธศาสตร์การเรียนรู้ด้วยการค้นพบทั้งแบบที่มีโครงสร้าง และการค้นพบที่มีการแนะนำของบรูเนอร์ ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ด้วยการสังเกตของแบนดูรา ยุทธศาสตร์ในการคิด ทั้งการคิดแบบวิจารณญาณ และคิดแก้ปัญหา การใช้ปาฐกถาให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการถ่ายโยง เช่น ประโยชน์ของการถ่ายโยง ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโยง และการให้โอกาสผู้เรียนฝึกหัด

4) สอนสิ่งที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนใช้พิมพ์ดีดเป็นเมื่อออกจากโรงเรียน ก็ควรจะมีการสอนพิมพ์ดีดในโรงเรียน

5) สอนหลักการ วิธีการดำเนินการ ทักษะ และวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เช่น การสอนวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยเริ่มต้นจากการให้คำจำกัดความของปัญหาว่าคืออะไร และตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา และหาข้อมูลมาเพื่อพิสูจน์หรือปฏิเสธสมมุติฐานที่ตั้งไว้

6) จัดสภาพการณ์ในโรงเรียนให้คล้ายคลึงกับชีวิตจริงที่ผู้เรียนจะไปประสบนอกโรงเรียน ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม รู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ก็ควรจะมีการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่ม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น แม้ว่าผู้นั้นจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

7) จัดให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึกหัดงานที่จะต้องออกไปทำงานจริงๆ จนมีความแน่ใจว่าทำได้ เช่นในการฝึกนักบินจะต้องฝึกการขึ้นลงจากสภาพการณ์จำลอง และสนามฝึกจนกระทั่งทำได้แล้วจึงฝึกบินโดยใช้สนามอื่นในการขึ้นลง

8) สอนให้ผู้เรียนเข้าใจหลักเกณฑ์หรือความคิดรวบยอด และควรจะให้โอกาสผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างหลายๆตัวอย่าง เช่น การสอนเรื่องชุมชนควรจะยกตัวอย่างเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกัน และหน้าที่หรือบทบาทของสมาชิกของชุมชนนั้นๆรวมทั้งการอยู่ร่วมกันของสัตว์เช่น ผึ้ง มด เป็นต้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้

Doyle (1981) ได้ศึกษาผลของการให้แนวคิดนำเพื่อช่วยดูดซับ (subsuming) มโนทัศน์ที่มีผลต่อการเรียนรู้ การถ่ายโยงการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ซ่อมเสริมในวิทยาลัย พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มที่ 1จำนวน 96 คน และผู้เรียนในกลุ่มควบคุม 7 คน มีการดูดซับโดยการเกาะยึดกับมโนทัศน์แนวคิดนำช่วยในการเรียนรู้มโนทัศน์ในการเรียน คณิตศาสตร์ การดูดซับเอื้อต่อการเรียนรู้การถ่ายโยงการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ และแนวคิดนำ ช่วยในการสอนการถ่ายโยงการเรียนรู้

Griffin (1989) ได้ดำเนินการศึกษาเรื่องประโยชน์ของการถ่ายโยงการเรียนรู้และการถ่ายโยงกลวิธีการเรียนรู้ในชั้นเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า (1) ผู้เรียนต่างก็สามารถที่จะใช้กลวิธีสำหรับการเรียนรู้ได้ (2) พฤติกรรมเชิงกลวิธีของผู้เรียนต่างได้รับผลเชิงบวกโดยการสอนดังกล่าว และต่างก็ฝึกปฏิบัติในกลวิธีที่ใช้ และ (3) ผู้เรียนต่างก็สามารถที่จะใช้กลวิธีให้เป็นประโยชน์ข้ามสถานการณ์ได้ ซึ่งหมายถึง ผู้เรียนสามารถนำกลวิธีได้เรียนรู้มาไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ซึ่งเรียกว่าเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

Marie (1995) ได้ศึกษาคุณลักษณะของนักศึกษาที่ทำงานด้านสังคมที่มีอิทธิพลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ จากห้องเรียนไปสู่สนามปฏิบัติการ ผลการศึกษาพบว่าการรับรู้เรื่องถ่ายโยงการเรียนรู้

สามารถอธิบายได้จาก 5 ตัวแปร คือ 1) ทักษะทางการเรียนและความพยายาม 2) ความสามารถทางสติปัญญา 3) ระดับการศึกษา 4) คะแนนเฉลี่ย (GPA) และ5) ระดับของงานทางสังคม โดยประสบการณ์และความสามารถทางสติปัญญาจะทำนายทักษะและความพยายามของนักเรียน การรับรู้เรื่องการถ่ายโยงการเรียนรู้จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจซึ่งวัดได้โดย ความพยายามในด้านวิชาการ การถ่ายโยงการเรียนรู้ทักษะในการสัมภาษณ์ ทำนายได้จากคะแนนเฉลี่ย (GPA) การศึกษานี้ยังพบอีกว่ากระบวนการทางปัญญาเกี่ยวข้องกับการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสำเร็จของนักเรียน วิธีการเรียนการสอนควรสัมพันธ์กับเนื้อหาและสภาพแวดล้อมของนักเรียน

อนุชา เงินแพทย์ (2534) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างการเรียนเทเบิลเทนนิสที่มีต่อการเรียนเทนนิสกับการเรียนแบดมินตันที่มีต่อการเรียนเทนนิส ผลการศึกษาพบว่า 1) การถ่ายโยงการเรียนรู้หลักการเทนนิสของกลุ่มที่เรียนเทเบิลเทนนิสก่อนการเรียนเทนนิสกับกลุ่ม ที่เรียนแบดมินตันก่อนการเรียนเทนนิส ภายหลังการฝึกไม่แตกต่างกัน 2) การถ่ายโยงการเรียนรู้ทักษะเทนนิสของกลุ่มที่เรียนเทเบิลเทนนิสก่อนการเรียนเทนนิสกับกลุ่มที่เรียนแบดมินตันก่อนการเรียนเทนนิส ภายหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ไพจิตร สดวกการ (2538) ได้ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่1 ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงและต่ำ 2) นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 .001 และ .05 ตามลำดับ

โฆษิต จตุรัสวัฒนากูล (2543) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนทุกระดับความสามารถที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนทุกระดับความสามารถที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่ม ที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนใน

ระดับเดียวกันที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังการทดลองนักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันระหว่างนักเรียนระดับความสามารถทางการเรียน ปานกลางกับต่ำ แต่มีความแตกต่างระหว่างนักเรียนระดับความสามารถทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกับปานกลาง และสูงกับต่ำ

ปรัชญานันท์ นิลสุข (2544) ได้ศึกษาผลของการเชื่อมโยงและรูปแบบเว็บเพจในการเรียนการสอนด้วยเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหา และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้ต่างกัน ผลการศึกษาพบว่านักศึกษาที่เรียนจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการเชื่อมโยงมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนจากรูปแบบเว็บเพจที่มีการเชื่อมโยงน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้แบบตื้นเรียนจากรูปแบบเว็บเพจแบบลำดับที่มีการเชื่อมโยงน้อย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มที่มีกระบวนการเรียนรู้ลึกเรียนจากรูปแบบเว็บเพจแบบลำดับที่มีการเชื่อมโยงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง รูปแบบเว็บเพจกับการเชื่อมโยงที่มีผลต่อการถ่ายโยงการเรียนรู้ ส่วนนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้ ต่างกัน เรียนจากรูปแบบเว็บเพจต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการแก้ปัญหาและผลการถ่ายโยงการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

ณัฐิกานต์ รักนาค (2552) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้นตอน 1) ขั้นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ 2) ขั้นการฝึกปฏิบัติการใช้ความรู้ 3) ขั้นการถ่ายโยงการเรียนรู้ 4) ขั้นสะท้อนความคิด 2. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยง (2.1) ทักษะและกระบวนการด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยง หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.2) ทักษะและกระบวนการด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผลและการเชื่อมโยง หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2.3) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงอย่างชัดเจน นักเรียนค่อยๆ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ในทางที่ดีขึ้น สามารถเชื่อมโยงและนำความรู้ไปใช้แก้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

McNeil และ Fyfe (2012) ได้ศึกษา “Concreteness fading” กับการมีบทบาทในการสนับสนุนให้เกิดการถ่ายโยงความรู้คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1)นักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ผ่านรูปธรรมค่อยๆ แปลงไปสู่นามธรรม ดีที่สุดเมื่อเทียบกับ การเรียนรู้ผ่านรูปธรรมอย่างเดียว หรือการเรียนรู้ผ่านนามธรรมอย่างเดียว โดยพิจารณาจากคะแนนสอบสอบ 3 ครั้งคือ (1) หลังเรียนทันที (2) หลังเรียนรู้ 1 สัปดาห์ (3) หลังเรียนรู้ 3 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า กระบวนการเรียนรู้ผ่านรูปธรรมค่อยๆแปลงไปสู่นามธรรมดีที่สุดในทุกๆครั้ง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 2)ในช่วงต้นนักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ผ่านนามธรรมได้คะแนนดีกว่านักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปธรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3)ในช่วงท้ายนักเรียนที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้ผ่านนามธรรม ไม่ต่างจากนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านรูปธรรม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

3. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Andereson and Pinary (1973) กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะแก้ปัญหาได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ และการตัดสินใจ ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหาสถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

Bell (1978) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นสถานการณ์ ใด ๆ จะเป็นปัญหาสาหรับบุคคลหนึ่งบุคคลใดถ้าเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ทันทีทันใด การหาคาตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้หาคาตอบด้วย

Krulik and Rudnic (1993) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่าหมายถึง สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณในตัวปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหาจึงจะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. เป็นสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบซึ่งอาจจะอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน หรือคำอธิบายให้เหตุผล

2. เป็นสถานการณ์ที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ต้องใช้ทักษะความรู้ และประสบการณ์หลาย ๆ อย่างประมวลเข้าด้วยกันจึงจะหาคำตอบได้

3. สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้แก้ปัญหาและเวลา สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่ใช่ปัญหาสำหรับอีกคนหนึ่งก็ได้

ยุพิน พิพิธกุล (2542) ได้กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2544) เสนอว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาต่าง ๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยที่ยังไม่รู้วิธีการหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นได้ในทันที

กล่าวโดยสรุป ปัญหาทางคณิตศาสตร์คือ คำถามหรือข้อคำถาม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการอาจเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่เคยคุ้นเคยมาก่อน ผู้แก้ปัญหาจำเป็นต้องใช้ความรู้ ความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

3.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1973) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to find) อาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎีหรือในเชิงปฏิบัติ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้ค้นหาคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน เป็นปัญหาให้หาวิธีการ หรือหาเหตุผลก็ได้ ปัญหาให้ค้นหามีส่วนสำคัญแบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

1) สิ่งที่ต้องการหา

2) สิ่งที่กำหนดให้

3) เงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการหากับสิ่งที่กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to prove) ปัญหาประเภทนี้มีจุดประสงค์ให้แสดงการให้เหตุผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือ ข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหาให้พิสูจน์ส่วนใหญ่สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) สิ่งที่กำหนดให้ หรือ สมมติฐาน

2) สิ่งที่ต้องพิสูจน์ หรือ ผลสรุป

Reys, Suydam and Lindquist (1995: 29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณจำนวนหรือให้หาวิธีการคำอธิบายให้เหตุผล

1.2 ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ

2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน ในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องประมวลความรู้ ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาจากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำไปใช้และเกณฑ์ในการจำแนก

ยุพิน พิพิธกุล (2542) แบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์ปัญหาที่ให้คำตอบ มี 4 ขั้นตอนในการหาคาตอบ คือ ทำความเข้าใจในปัญหาการวางแผน ดำเนินตามแผน และตรวจสอบผล

2. โจทย์ปัญหาที่ให้พิสูจน์เมื่ออ่านโจทย์แล้วต้องแยกเหตุ (สิ่งที่กำหนดให้) และแยกผล (สิ่งที่ต้องพิสูจน์) ให้ได้แล้วจึงวิเคราะห์จากผลไปสู่เหตุว่าผลเป็นเช่นนี้ เหตุมาจากอะไร เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วจึงเรียบเรียง การพิสูจน์จากเหตุไปสู่ผล

ทรงชัย อักษรคิด (2555) ได้ศึกษาและรวบรวมการแบ่งประเภทของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน โดยแบ่งประเภทโจทย์ปัญหาตามเกณฑ์ต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
พิจารณาจากผู้แก้ปัญหาเป็นหลัก	1.ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine problems)	พบเห็นได้บ่อยๆ ในหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ทั่วๆ ไป ปัญหามักเกี่ยวข้องกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนมากนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์ในการแก้มาแล้ว
	2.ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Non-routine problems)	มีโครงสร้างซับซ้อน และเป็นปัญหาแปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการต่างๆ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา
พิจารณาจากจุดมุ่งหมายของปัญหา	1.ปัญหาให้ค้นหา (Problems to find an answer)	ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณ วิธีการ หรือคำอธิบายให้เหตุ
	2.ปัญหาให้พิสูจน์ (Problems to prove)	เป็นปัญหาให้แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ
พิจารณาจากลักษณะเฉพาะของปัญหา	1.ปัญหาขั้นตอนเดียว (One-step problems)	เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ หรือการหาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนตามปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ในปัญหาขั้นตอนเดียวนี้คือการเลือกการดำเนินการ
	2.ปัญหาหลายขั้นตอน (Multiple-step problems)	เป็นปัญหาที่มีความแตกต่างกับปัญหาขั้นตอนเดียวตรงที่จำนวนการดำเนินการที่เป็นการหาคำตอบมีมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้ใน

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
		ปัญหาหลายขั้นตอนคือ การเลือกการดำเนินการ
	3.ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems)	เป็นปัญหาสร้างขึ้นให้มีคำตอบเปิดกว้าง หรือมีคำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ หรือมีวิธีการหรือแนวทางหาคำตอบได้หลายวิธี เรามักจะพบปัญหาปลายเปิดได้โดยทั่วไปในการสอนในชั้นเรียน ตามปกติเมื่อผู้สอนใช้ถามนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด
	4.ปัญหากระบวนการ (Process problem)	เป็นปัญหาที่ไมสามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกการดำเนินการได้ทันที แต่จะต้องใช้กระบวนการต่างๆ ช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่ายลง การแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนภาพหรือแผนภาพ การเขียนตัวแบบหรือกราฟแทนปัญหา เป็นต้น การแก้ปัญหาประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การสร้างตาราง การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ เป็นต้น ซึ่งปัญหากระบวนการปัญหาหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาได้หลายแบบ
	5.ปัญหาเชิงประยุกต์ (Applied problem) หรือบางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ (situational problem)	เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ทักษะ ความรู้มโนมติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งต้องใช้วิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่กำหนดในปัญหาและอยู่นอกปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นต้น ปัญหาประเภท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์การแบ่งประเภทของปัญหา	ประเภทของปัญหา	ลักษณะของปัญหา
		นี้เป็นปัญหาที่สามารถทำให้แก่ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ได้
	6.ปัญหาปริศนา (Puzzle problems)	มีลักษณะเป็นปัญหาที่ซ่อนสมมติฐานบางอย่างไว้ หรือมีลักษณะเป็นลูกเล่นหรือกลอุบาย ซึ่งสามารถเปิดโอกาสนักเรียนพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้โดยไม่จำเป็นต้องเน้นไปที่เนื้อหาคณิตศาสตร์เสมอไป บ่อยครั้งที่คำตอบต่างๆของปัญหาปริศนาต้องการให้นักเรียนมีมุมมองที่แตกต่างออกไปจากปัญหาแบบอื่นๆ โดยทั่วไป

สรุปได้ว่า ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์หลายอย่าง เช่น แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ของปัญหา หรือแบ่งตามลักษณะของปัญหา เป็นต้น

3.3 กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นักวิชาการหลายท่านได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Polya (1973) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) เป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหา โดยพิจารณาที่ตัวปัญหาว่ามีสิ่งใดบ้างในปัญหาที่เรายังไม่รู้ โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ เงื่อนไขของปัญหาคืออะไร เงื่อนไขที่กำหนดมาให้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ผู้เรียนต้องสามารถสรุปปัญหาออกมาเป็นภาษาของตนเองได้

2. การวางแผนการแก้ปัญหา (Devise a plan) เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณากำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด เป็นขั้นที่ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หากับข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดให้

3. การดำเนินการตามแผน (Carry out the plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหาด้วยวิธีการคิดคำนวณ ใช้สมบัติ กฎ หรือ สูตร ที่เหมาะสมมาใช้

4. ตรวจสอบ (Look back) เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ทำการตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้อง สมบูรณ์ โดยการพิจารณาและตรวจดูว่าผลลัพธ์ถูกต้องและมีเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้หรือไม่

Suydam (1980) ได้รวบรวมแนวคิดของกระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากนักการศึกษาหลายๆ ท่าน แล้วสรุปเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทั่วไปไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา โดยการตระหนักรู้ถึงสถานการณ์ของปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร ได้แก่

1. แบ่งปัญหาออกเป็นส่วนประกอบย่อย แจกแจงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

2. ระลึกถึงข้อมูลที่เป็นสารสนเทศของปัญหาและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบ

3. ตั้งสมมติฐานหรือแนวคิดว่าจะดำเนินการแกปัญหาอย่างไร

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ได้แก่

1. แปลงประโยคภาษาในโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปของประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือสร้างตัวแทนของสถานการณ์ของปัญหา

2. วิเคราะห์สถานการณ์ออกเป็นปัญหาย่อยเพื่อหาคำตอบโดยการแก้ปัญหาย่อยเหล่านั้น

3. คำนวณหาผลลัพธ์ออกมา

ขั้นที่ 4 ทบทวนปัญหาและผลลัพธ์ที่ได้มา

1. ย้อนตรวจสอบผลที่ได้มากับตัวปัญหา

2. ทบทวนผลลัพธ์ที่ได้มาว่ามีความถูกต้องหรือไม่

3. ค้นคว้าหากลวิธีในการแก้ปัญหาวิธีใหม่ต่อไป

Krulik (1987) ได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบตรงจุด (Heuristic) โดยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. การอ่านโจทย์ (Read) ประกอบด้วยการบันทึกคำสำคัญจากโจทย์ การอธิบายปัญหา การทวนปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง บอกว่าโจทย์ถามอะไรและบอกว่าโจทย์กำหนดข้อมูลใดมาให้บ้าง

2. การสำรวจ (Explore) ประกอบด้วยการจัดระบบข้อมูล การบอกว่าข้อมูลเพียงพอหรือไม่ การบอกว่าข้อมูลมากเกินไปหรือไม่ การวาดรูป หรือไดอะแกรมและการเขียนแผนภูมิหรือตาราง

3. การเลือกกลวิธี (Select a Strategy) ประกอบด้วย การระลึกรูปแบบการทำงานย้อนกลับ การคาดคะเนและการตรวจสอบ การสร้างสถานการณ์หรือการทดลองการเขียนโครงสร้างในการจัดระบบ หรือรายการที่จะช่วยในการแก้ปัญหา การอุปนัยทางตรรกะและการแบ่งปัญหาออกเป็นตอนๆ เพื่อเตรียมการแก้ปัญหา

4. การลงมือแก้ปัญหา (Solve) ประกอบด้วย การดำเนินการตามแผน การใช้ทักษะทางด้านการคำนวณทางคณิตศาสตร์และการใช้ตรรกะเบื้องต้น

5. การพิจารณาและการขยายผล (Review and Extend) ประกอบด้วยการทบทวนคำตอบ การพิจารณาข้อความปัญหาบางตอนที่น่าสนใจ การใช้คำถาม ถ้า...แล้ว (if...then) และการอภิปรายการแก้ปัญหา

Wilson et al (1993) ได้เสนอแนะกรอบคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทั้ง 4 ของโพลยา ที่เป็นพลวัต ที่มีลำดับไม่ตายตัว สามารถวนไปเวียนมาได้ เพิ่มจาก 4 ขั้นตอนเดิมที่ถูกมองว่าการแก้ปัญหาต้องดาเนินการตามลำดับลงมา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543) ได้สรุปกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง

2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ พิจารณาถึงเหตุและหาหนทางที่จะแก้ปัญหา

3. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

4. แก้ปัญหาโดยดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้ซึ่งอาจจะมีความจำเป็นต้องใช้การคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบผล เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำนวณถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในขั้นต้นต้องทำความเข้าใจปัญหาโดยการอ่านโจทย์ปัญหาเพื่อสำรวจรายละเอียดต่างๆของปัญหาก่อนหลังจากนั้นควรวางแผนการแก้ปัญหาว่าจะดำเนินการแก้ปัญหาอย่างไร แล้วดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ และควรมีการตรวจสอบผลการแก้ปัญหาในตอนท้ายด้วย

3.4 องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Clyde (1967) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. วุฒิภาวะและประสบการณ์จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

2. ความสามารถในการอ่าน

3. สติปัญญา

Heimer and Trueblood (1978: 30-32) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ

6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

Baroody (1993) กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไว้ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจและความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถสนองตอบได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537) ได้ระบุว่าองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่านและการฟัง การทำความเข้าใจปัญหาต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์นิยาม มโนทัศน์และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่ช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา ทักษะเกิดขึ้นจากการฝึกฝนทำบ่อย จนเกิดความชำนาญ มีประสบการณ์ในการเลือกกลวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา ผู้แก้ปัญหาที่มีทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดกลวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญของการแก้ปัญหา สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผลต้องอาศัยพื้นฐานในการเขียนและการพูด มีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4. แรงขับ เนื่องจากโจทย์ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อที่จะให้ได้คาตอบ ผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้ได้แก่เจตคติความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะต้องใช้ระยะเวลานานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้น โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการการคิดแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญคือ ความสามารถทางความคิดและสติปัญญา ความสามารถในการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน

3.5 ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

Mayer (1992) เสนอทักษะที่เป็นความสามารถพื้นฐานในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ทักษะ ในแต่ละทักษะต้องใช้ความรู้ต่างๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Problem representation) การสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหาเป็นขั้นตอนแรกของการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการในขั้นนี้ก่อนไปสู่การหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ ทักษะที่สำคัญที่นักเรียนต้องใช้ในกระบวนการขั้นนี้ประกอบด้วย 2 ทักษะ คือ

1. ทักษะการแปลความโจทย์คณิตศาสตร์ (Problem translation) หมายถึง สถานการณ์ปัญหาของโจทย์ที่บรรยายอยู่ในรูปของประโยคภาษา กราฟ แผนภูมิ ตารางข้อมูล หรือรูปภาพ เพื่อจะได้ทราบว่าโจทย์ให้ข้อมูลอะไรมาบ้างและโจทย์ต้องการหาสิ่งใด โดยความรู้ที่ต้องใช้ในทักษะนี้มี 2 ประเภท คือ ความรู้ทางภาษา (Linguistic knowledge) เป็นความรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถอ่านหนังสือได้และเข้าใจความหมายของสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนด และ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ (Factual knowledge) หรือความรู้เกี่ยวกับความหมายของศัพท์ทางคณิตศาสตร์หรือนิยามทางคณิตศาสตร์ (Semantic knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้แจ่มชัดยิ่งขึ้น

2. ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Problem integration) หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ข้อความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้

คัดเลือกข้อมูลจากโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา และประมวลข้อมูลที่คัดเลือกแล้วดังกล่าวมาสร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหา (Problem representation) โดยการจัดวางข้อมูลให้เชื่อมโยงสัมพันธ์กันตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดและมีความสอดคล้องกันตามหลักคณิตศาสตร์ สำหรับความรู้ที่ใช้ในทักษะนี้ คือ ความรู้ด้านแบบแผนทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา (Schematic knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาเพื่อนำไปเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ ในสถานการณ์ปัญหาว่ามีความเกี่ยวข้องกันในลักษณะใด และมีหลักการทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตามพฤติกรรมที่พบในทักษะนี้สามารถแสดงออกได้หลายรูปแบบ ได้แก่ บอกได้ว่าข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มีความขัดแย้งกันหรือไม่ พิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อแยกแยะข้อมูลที่จำเป็นและไม่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา บอกข้อมูลที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา สร้างโจทย์คณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จำแนกโจทย์ปัญหาตามลักษณะเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาได้ สร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดและมีความสอดคล้องตามหลักคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบ (Problem solution) เป็นขั้นสุดท้ายของการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวแทนทางความคิดของปัญหาที่สร้างมาแล้วนั้น มาประกอบในการวางแผนแก้ปัญหาเพื่อหากลวิธีเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 2 ทักษะ คือ

1.ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา (Solution planning and monitoring) หมายถึง ความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์กับตัวแทนทางความคิดของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลทั้งหมดไปสู่การหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยการแบ่งขั้นตอนในการแก้ปัญหา ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และเลือกวิธีการในการแก้ปัญหา (planning) พร้อมทั้งกำกับความคิด (Monitoring) เพื่อตรวจสอบการวางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นว่ามีความสำคัญอย่างไร หรือเพราะเหตุใดจึงเลือกขั้นตอนนั้นมาแก้ปัญหา และขั้นตอนเหล่านั้นมีความเหมาะสมถูกต้องแล้วหรือไม่ สำหรับความรู้ที่ใช้ในทักษะนี้ คือ ความรู้ด้านกลวิธีในการหาคำตอบ หรือความรู้เกี่ยวกับการวางแผนการแก้ปัญหา (Strategic knowledge) ซึ่งเป็นความรู้ที่ต้องอาศัยประสบการณ์การแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของแต่ละคน ร่วมกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาในการวางแผนหรือสร้างกลวิธีแก้ปัญหาที่จะนำไปสู่การหาคำตอบที่ต้องการ

2. ทักษะการดำเนินการตามแผน (Solution execution) หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์คณิตศาสตร์ตามกลวิธีที่ได้วางแผนไว้ และการคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อที่จะหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการโดยความรู้สำคัญที่ต้องใช้ในทักษะนี้ คือ ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Procedural knowledge) เพื่อคำนวณหาคำตอบ

ตามแผนการที่วางไว้จนได้ผลลัพธ์ออกมาตามต้องการทักษะนี้จึงเป็นทักษะที่ใช้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ลำดับสุดท้ายนั่นเอง

ตารางที่ 2 แสดงพฤติกรรมที่พบในทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	**พฤติกรรมที่พบในทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา**
1. ทักษะการแปลความโจทย์คณิตศาสตร์ (Problem translation)	พฤติกรรม 1-1 : บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ พฤติกรรม 1-2 : บอกเป้าหมายของการแก้ปัญหา หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ พฤติกรรม 1-3 : บอกข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับมาตราและหน่วยของปริมาณต่างๆ รวมถึงความหมายหรือนิยามของคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในโจทย์ปัญหาได้
2. ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Problem integration)	พฤติกรรม 2-1 : บอกได้ว่าข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้มีความขัดแย้งกันเองหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลที่ขัดแย้งกันดังกล่าวคือข้อมูลใดบ้าง และมีความขัดแย้งกันอย่างไร (ความขัดแย้งนั้นต้องเป็นการขัดแย้งด้วยหลักของเหตุผลหรือขัดแย้งกันตามหลักคณิตศาสตร์) พฤติกรรม 2-2 : แยกแยะข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้เพื่อคัดเลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาได้ หรือคัดเลือกเฉพาะข้อมูลจากโจทย์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหา พฤติกรรม 2-3 : บอกได้ว่าโจทย์ปัญหาให้ข้อมูลเพียงพอสำหรับใช้แก้ปัญหาหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอ ข้อมูลที่ต้องการเพิ่มนั้นมีอะไรบ้าง พฤติกรรม 2-4 : สร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้สอดคล้องกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หรือสมการคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ได้ พฤติกรรม 2-5 : จำแนกรูปแบบของโจทย์คณิตศาสตร์ต่างๆ ที่กำหนดมาให้ตามเนื้อหาทางคณิตศาสตร์หรือตามลักษณะความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการใช้แก้ปัญหาได้ พฤติกรรม 2-6 : สร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดและสอดคล้องตามหลักคณิตศาสตร์ โดยใช้การวาดรูปเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือการนำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิ ตารางข้อมูล แผนภาพ หรือสมการคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ทักษะที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์	พฤติกรรมที่พบในทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา
3. ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา (Solution planning and monitoring)	พฤติกรรม 3-1 : แบ่งขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา และเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหา โดยบอกได้ว่าแต่ละขั้นตอนที่ใช้แก้ปัญหามีความสำคัญอย่างไร เหตุใดจึงเลือกทำเช่นนั้น หรือ บอกข้อมูลสำคัญที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาก่อนไปสู่การหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ซึ่งเป็นข้อมูลที่โจทย์ไม่ได้กำหนดมาให้ พฤติกรรม 3-2 : บอกวิธีการคำนวณหรือสูตร กฎ หลักการ ที่ต้องใช้ในการดำเนินการของขั้นตอนการแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอนได้
4. ทักษะการดำเนินการตามแผน (Solution execution)	พฤติกรรม 4-1 : ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการหรือกลวิธีที่กำหนดไว้อย่างมีเหตุผล พฤติกรรม 4-2 : คิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทักษะทางเลขคณิต พีชคณิต เรขาคณิตและการใช้ตรรกศาสตร์เบื้องต้นอย่างเหมาะสมได้

3.6 การส่งเสริมและการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Bitter (1990) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ความเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายจนเกินไปมาสอนนักเรียน

2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อย ๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน

3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลอื่นใดบ้างในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และถ้าจำเป็นจริง ๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลาย ๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ท้าทายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อย ๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลาย ๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกัน เพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธีในข้อเดียวกัน เพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่น ๆ อีกที่จะใช้แก้ปัญหาในข้อนั้นได้

8. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

9. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและการทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

Baroody (2003) ได้กล่าวว่า การสอนการแก้ปัญหามี 3 แบบ ได้แก่

1. การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหา (Teaching about problem solving) เป็นการสอนที่เน้นยุทธวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป โดยปกติแล้วมักใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน

2. การสอนการแก้ปัญหา (Teaching for problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้ มักใช้กับปัญหาในชีวิตจริงและสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนสามารถประยุกต์และฝึกใช้มโนทัศน์และทักษะที่เรียนรู้มาแล้ว เป็นการสอนเนื้อหาสาระหรือทักษะต่าง ๆ ก่อน แล้วจึงเสนอตัวอย่างปัญหา นักเรียนได้รับการฝึกขั้นตอนย่อย ๆ ก่อนที่จะแก้ปัญหา แนวทางนี้ไม่ได้มุ่งเพียงการเรียนรู้ขั้นตอนที่หลากหลาย แต่ยังเรียนรู้การประยุกต์ใช้ความเข้าใจในบริบทที่หลากหลายด้วย

3. การสอนโดยการใช้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่เชื่อมโยงแนวคิดพัฒนาทักษะ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์กล่าวคือใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับโลกที่เป็นจริง (Real world) ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา

สิริพร ทิพย์คง (2536) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอ ครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา

4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลางและง่ายเพื่อให้นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับทุกคน

5. ควรทดสอบดูว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์กำหนดอะไรมาให้

6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนที่จะคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

7. ควรช่วยนักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้

8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่มีลักษณะคล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหาข้อนั้นๆ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ

9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้นๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน

10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างตรงประเด็น
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนของครูที่เน้นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน สรุปได้ว่า ครูควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจหลายๆ รูปแบบเหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนมาให้นักเรียนฝึกคิดวิเคราะห์ปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาโดยการอภิปรายร่วมกัน ฝึกการคิดเป็นลำดับขั้นตอน ให้เวลาในการคิดและการลงมือแก้ปัญหากับนักเรียน และฝึกให้นักเรียนรู้จักการคาดคะเนคำตอบและตรวจสอบคำตอบที่ได้

3.7 บทบาทของครูในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM 2000) เสนอว่า การแก้ปัญหาเป็นหัวใจสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ การแก้ปัญหาจะประสบความสำเร็จจำเป็นจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา การกำกับตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ และการกำหนดประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้างและแก้ปัญหานั้นๆ การสอนการแก้ปัญหามีความจำเป็นเท่า ๆ กับครูผู้สอน ดังนั้น ครูสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้และเจตคติที่ดีต่อการแก้ปัญหา ภาระหน้าที่ที่สำคัญของครูประกอบด้วยการวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่สำคัญโดยการสำรวจปัญหา การศึกษาค้นคว้า การปฏิบัติตามยุทธวิธีของตนเอง ครูต้องไม่ย่อ

ท้อ ถึงแม้ว่าครูจะวางแผนการเรียนรู้ไว้เป็นอย่างดีแล้วแต่ไม่เป็นไปตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ก็ตามนักเรียนต้องการคำแนะนำในทุกครั้งที่พยายามจะแก้ปัญหา นักเรียนต้องสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นที่เป็นข้อคาดการณ์หรือสำรวจ นักเรียนอาจสรุปคำแนะนำของใครก็ได้ที่มีเหตุผล บางครั้งอาจไม่ใช่ครูผู้สอนก็ได้ครูต้องฝึกวิพากษ์วิจารณ์ในส่วนของการตัดสินใจที่เป็นการตอบสนองต่อการปฏิบัติตาม และการทำความเข้าใจถึงความเป็นไปได้ทั้งในด้านการเรียนรู้และการส่งเสริมเจตคติเมื่อนักเรียนแสดงแนวคิดใหม่ ๆ แต่ครูต้องยอมรับว่าการตอบทั้งหมดไม่ได้นำไปสู่การอธิบายได้และในบางครั้งครูไม่ควรยอมรับแนวคิดทุกแนวคิดของนักเรียน ครูควรสะท้อนความคิดของนักเรียนเพื่อเป็นการสร้างบรรยากาศโดยให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดของตนเองในการทำงาน การสอนเป็นกิจกรรมของการแก้ปัญหาในตัวเอง ครูที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาต้องมีความรู้และมีวิธีการแก้ปัญหาที่ดีมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูในการพัฒนาทักษะกระบวนการการแก้ปัญหาสรุปได้ว่า ครูไม่ได้มีหน้าที่ในการแก้ปัญหาหรือแสดงวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนแต่ครูเป็นผู้ช่วย ผู้ชี้แนะ ผู้ให้คำแนะนำแก่นักเรียนในการแก้ปัญหา ครูควรสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการแก้ปัญหา เช่น การฝึกการสำรวจปัญหา การฝึกอภิปรายแนวคิด เป็นต้น

3.8 แนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Poya (1973) ได้เสนอรูปแบบการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

ตารางที่ 3 พฤติกรรมชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาของPoya

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ Poya	พฤติกรรมชี้วัดความสามารถ
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	หลังจากอ่านโจทย์แล้วจะต้องบอกได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรมาให้ ต้องการทราบอะไรบ้าง และข้อเท็จจริงเป็นอย่างไร
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	ใช้เงื่อนไขความเป็นจริงในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา	ความสามารถในการสร้างตาราง เขียนไดอะแกรม เขียนสมการหรือประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และทักษะการคำนวณ
ขั้นตรวจคำตอบ	การพิจารณาความสมเหตุสมผลและสรุปความหมายของคำตอบ

Rays และคณะ (1992 อ้างถึงใน สิรีรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา, 2554: 68 – 69) ได้กำหนด Rubric ของความสามารถในการแก้ปัญหาโดยที่แต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา จะให้คะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน ตามรายละเอียดต่อไปนี้

1. ความเข้าใจปัญหา

0 หมายถึง ไม่เข้าใจในปัญหาเลย

1 หมายถึง เข้าใจปัญหาบางส่วนหรือแปลความหมายบางส่วนคลาดเคลื่อน

2 หมายถึง เข้าใจปัญหาได้ดี ครบถ้วนสมบูรณ์

2. การวางแผนแก้ปัญหา

0 หมายถึง ไม่พยายามหรือวางแผนได้ไม่เหมาะสมทั้งหมด

1 หมายถึง วางแผนถูกต้องบางส่วน

2 หมายถึง วางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด

3. คำตอบ

0 หมายถึง ไม่ตอบ หรือตอบผิดในส่วนที่วางแผนไม่เหมาะสม

1 หมายถึง คัดลอกผิดพลาด คำนวณผิด ตอบบางส่วนสำหรับปัญหาที่มีหลายคำตอบ

2 หมายถึง ตอบได้ถูกต้องและใช้ภาษาได้ถูกต้อง

กรมวิชาการ (2546) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยกรมวิชาการ

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 104 – 106 อ้างถึงใน กนิษฐา ศรีวชิโรทัย, 2554: 74 -75) เสนอแนวคิดว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. การวางแผน
3. การดำเนินการแก้ปัญหา
4. การตรวจความถูกต้อง

ในการประเมินผลตามรายการประเมินดังกล่าวข้างต้น ครูจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับนักเรียน แต่ครูควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

อภิชญา ลือชัย (2555: 90) สร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเกณฑ์การประเมินจากทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาของ Mayer เกณฑ์การประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยอภิชญา ลือชัย

ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา	**พฤติกรรมของแต่ละทักษะย่อย**	**คะแนนประจำพฤติกรรม**
ทักษะการแปลความโจทย์คณิตศาสตร์	การแปลความประโยคภาษา - แปลความหมายของข้อมูลที่กำหนดให้เพื่อแยกแยะว่าข่อมูลใดมาจากโจทย์ปัญหาและข้อมูลใดไม่ใช่ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ได้ รวมถึงบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้ถูกต้อง	1.5
	การแปลความข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ - บอกข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับมาตราและหน่วยของปริมาณต่างๆ นิยามหรือความหมายของศัพท์ทางคณิตศาสตร์ และประโยคภาษาที่เป็นข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏในโจทย์ปัญหาได้	1
	การพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล	2

ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหา	พฤติกรรมของแต่ละทักษะย่อย	คะแนนประจำพฤติกรรม
ทักษะการบูรณาการข้อมูลจากโจทย์ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์	- ตีความโจทย์ปัญหาเพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์	
	สร้างสมการคณิตศาสตร์ - สร้างตัวแทนทางความคิดของปัญหาในรูปของสมการคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามที่โจทย์กำหนดและตามหลักของคณิตศาสตร์	2
ทักษะการวางแผนการแก้ปัญหา	การเลือกและจัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา - คัดเลือกขั้นตอนการแก้ปัญหาและจัดเรียงลำดับของขั้นตอนการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	2.5
	การเลือกกลวิธีในการแก้ปัญหา - เลือกใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ด้วยสูตร กฎ หรือหลักการ เพื่อหาข้อมูลสำคัญของแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	2.5
ทักษะการดำเนินการตามแผน	การดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล - ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนการหรือกลวิธีที่กำหนดไว้ได้ถูกต้องตามหลักคณิตศาสตร์	2
	การคิดคำนวณ - คิดคำนวณตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้วางแผนไว้ในแต่ละขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง	1.5

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Tougaw (1994) ได้ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ที่ได้รับการใช้ปัญหาปลายเปิดในการสอน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

Quin Showalter (2008) ได้ศึกษาผลของ Model-Eliciting Activities ที่มีต่อกระบวนการในการแก้ปัญหา และทัศนคติเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19

คนที่ผู้วิจัยได้ทำการสุ่ม แล้วให้นักเรียนได้เข้าร่วมกิจกรรม MEAs 3 กิจกรรม เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ได้ผลสรุปว่า MEAs ทำให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองผ่านการร่วมกิจกรรม และนักเรียนมีเจตคติที่ดีเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มากขึ้น

สุนทรีย์ สมมะโน (2553) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

กนิษฐา ศรีวชิโรทัย (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สิรีรัศน์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E x 2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E x 2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

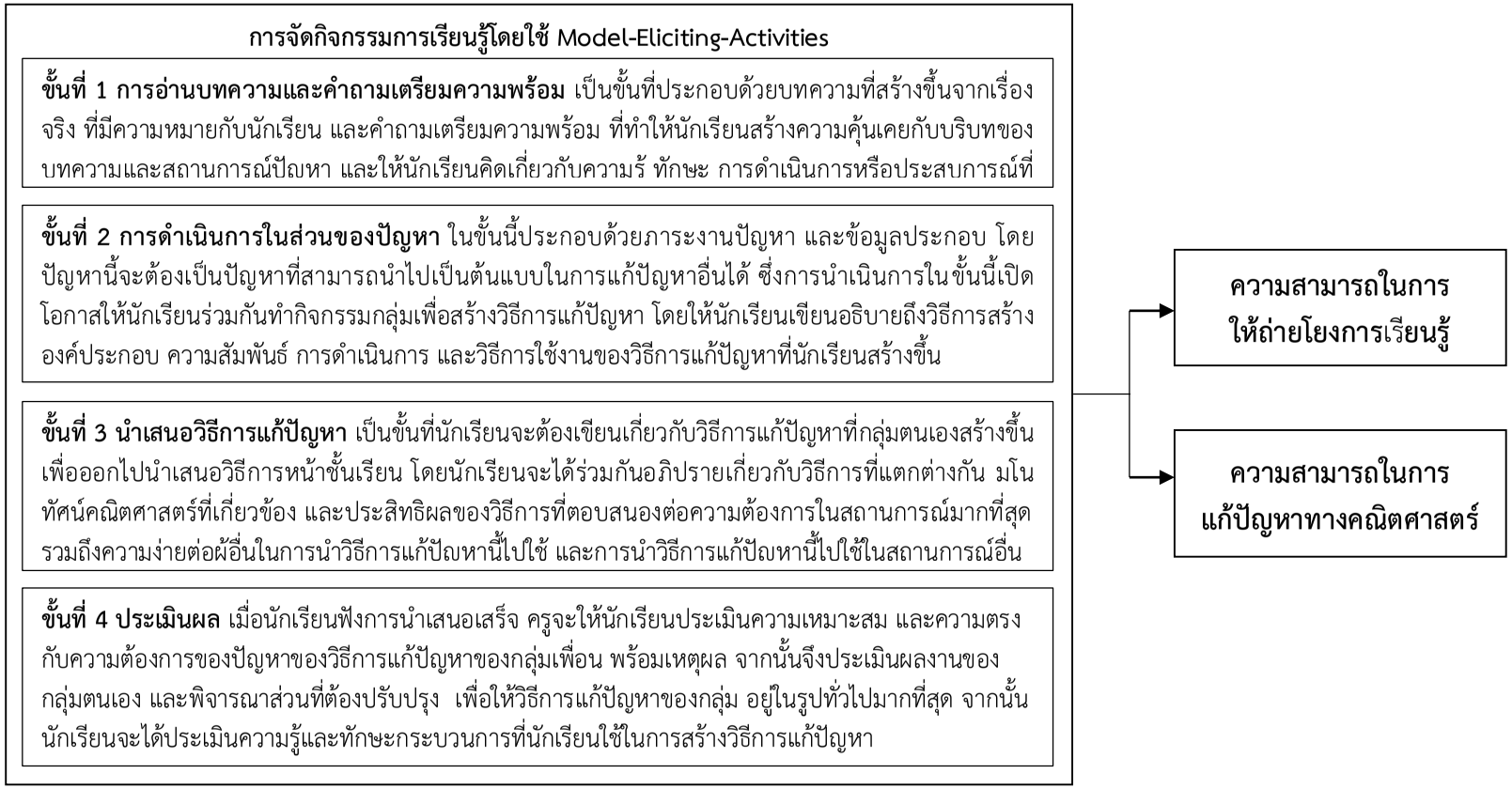
สุภาภรณ์ ใจสุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดตรณาราม ผลการวิจัยยังพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยสำหรับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่าหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนของผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปอย่างสม่ำเสมอและค่อยๆ ดีขึ้นตามลำดับโดย

สามารถแก้ปัญหา สื่อสาร และเชื่อมโยงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ซูรายา สัสดีวงศ์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการะบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังรายละเอียดนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ศึกษาคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ และเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัด รวมถึงแนวทางการวัดและการประเมินผลความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม

ตารางที่ 6 แบบแผนของการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อนการทดลอง	การทดลอง	การทดสอบหลังการทดลอง
E	- ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	X	- ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
C	- ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	~X	- ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ - ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities

~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนฤทธิณรงค์รอน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 5 ห้องเรียน ผู้วิจัยดำเนินการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยพิจารณาคะแนนสอบรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนทั้ง 5 ห้อง ที่ค่าเฉลี่ยของคะแนนใกล้เคียงกัน

2. เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนสอบรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 5 ห้องเรียน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/2 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงนำคะแนนของทั้งสองห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบโดยใช้ค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่านักเรียนทั้ง 2 ห้องดังกล่าว มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน

3. ผู้วิจัยทำการสุ่มอย่างง่ายโดยจับสลากเพื่อจัดกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า

กลุ่มทดลองคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities

กลุ่มควบคุมคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

4. การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities

4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละประเภทมีรายละเอียดในการดำเนินการพัฒนา ดังนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 12 แผน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนา ดังนี้

4.1.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities พบว่า Model-Eliciting Activities เป็นการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับชีวิตจริง ซึ่ง Lesh และคณะ (lesh et al.,2000) ได้เสนอแนะวิธีการนำ Model-Eliciting Activities ไปใช้ในชั้นเรียน โดยให้มีการดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม

จุดประสงค์ของบทความ และคำถามเตรียมความพร้อม คือการนำนักเรียนเข้าสู่บริบทของปัญหา โดยครูอ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้เวลานักเรียนการตอบคำถามเตรียมความพร้อมด้วยตนเอง และจากนั้นครูนำการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนตอบ

ขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา

ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนเผชิญกับข้อความปัญหาโดยครูอาจเป็นผู้อ่านให้ฟัง แล้วให้นักเรียนร่วมกันระบุ 1)บุคคลที่ประสบปัญหาในบทความ และ2)วิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น

จากนั้น ให้นักเรียนร่วมกันทำงานในบริบทของปัญหา ขณะที่นักเรียนทำงาน บริบทของครูคือผู้ที่ช่วยเหลือ และสังเกตการณ์ ครูต้องหลีกเลี่ยงการถามหรือ แสดงความคิดเห็นที่จะชักจูงนักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา นักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียน ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนไม่เพียงแต่ฟังการนำเสนอของกลุ่มเพื่อน แต่ยังต้อง 1) พยายามทำความเข้าใจถึงวิธีการที่เพื่อนนำเสนอ และ 2) พิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นดี และตรงจุดประสงค์ของปัญหาอย่างไร ครูอาจจะให้นักเรียนที่ตั้งคำถามถามเพื่อนกลุ่มอื่นได้ หรือครูอาจให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับการปรับปรุงแก้ไขวิธีการของกลุ่มตนเองหลังจากได้ฟังการนำเสนอของกลุ่มอื่น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างกัน

ขั้นที่ 4 การประเมินผล

เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ ครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนว่าเหมาะสมกับ และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมเหตุผล จากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้

นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา

4.1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนของโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด รายละเอียดของเนื้อหา เรื่องการประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเป็นประโยชน์ต่อการจัดสรรเวลา รวมถึงเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองให้เหมาะสม โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาสำหรับการทดลองออกเป็น 12 แผน โดยใช้เวลาในการสอน แผนละ 1 ชั่วโมง สามารถแสดงได้ดังตาราง ต่อไปนี้

ตารางที่ 7 รายละเอียดของเนื้อหาส่วนที่ใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนแผน
1 – 4	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน	4
5 – 8	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนร้อยละ	4
9 – 12	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความเร็ว	4

4.1.1.4 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดกิจกรรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใบกิจกรรม

4.1.1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข โดยเมื่อพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1) ปรับวิธีการดำเนินกิจกรรมบางกิจกรรมให้กระชับและมีความเป็นธรรมชาติ เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพจริง

2) ปรับปรุงสำนวนภาษาให้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะขั้นตอนการดำเนินการในส่วนของปัญหา ซึ่งผู้วิจัยจะต้องสอนให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา คำถามที่ใช้ควรมีความเป็นธรรมชาติกลมกลืนไปกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3) ปรับรูปแบบของใบกิจกรรมที่จะใช้ในการสอนนักเรียนแต่ละคาบ ให้น่าสนใจ และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน

4) ปรับหรือเลือกโจทย์ปัญหาที่จะใช้สอนไม่ให้มีความยากจนเกินไป เพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.1.1.6 ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในคู่มือรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 12 แผน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนา ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดรายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และเป็นประโยชน์ต่อการจัดสรรเวลาและเนื้อหาให้เหมาะสม โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาสำหรับการทดลองเป็น 12 แผน เช่นเดียวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities

3) สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 12 แผน ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยแบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำ ขั้นสอน และขั้นสรุป สามารถเปรียบเทียบรายละเอียดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities กับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ได้ดังตารางต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities กับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการจัดกิจกรรม Model-Eliciting Activities)	**กลุ่มควบคุม** (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
ขั้นที่ 1 การอ่านบทความและคำถามเตรียมความพร้อม ครูอ่านบทความให้นักเรียนฟัง และให้เวลานักเรียนการตอบคำถามเตรียมความพร้อมด้วยตนเอง และจากนั้นครูนำการอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับคำตอบที่นักเรียนตอบ **ขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา** ครูแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน แล้วให้นักเรียนเผชิญกับข้อความปัญหาโดยครูอาจเป็นผู้อ่านให้ฟัง แล้วให้นักเรียนร่วมกันระบุ 1) บุคคลที่ประสบปัญหาในบทความ และ 2) วิธีแก้ปัญหาที่นักเรียนต้องสร้างขึ้น จากนั้น ให้นักเรียนร่วมกันทำงานในบริบทของปัญหา ขณะที่นักเรียนทำงานบทบาทของครูคือผู้ที่ช่วยเหลือ และสังเกตการณ์ ครูต้องหลีกเลี่ยงการถามหรือแสดงความคิดเห็นที่จะชักจูงนักเรียนไปสู่วิธีการใดวิธีการหนึ่ง และพยายามสังเกตว่านักเรียนมีวิธีการอย่างไรในการแก้ไขปัญหา **ขั้นที่ 3 การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา** นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอวิธีการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียน ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอ ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนไม่เพียงแต่ฟังการนำเสนอของกลุ่มเพื่อน แต่ยังต้อง 1) พยายามทำความเข้าใจถึงวิธีการที่เพื่อน	**ขั้นนำ** ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับหัวข้อหรือปัญหาใหม่ โดยครูจะจัดประสบการณ์หรือกล่าวสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน **ขั้นสอน** ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำในคู่มือครูรายวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้ - ครูยกตัวอย่างในเรื่องที่จะสอนทีละตัวอย่าง โดยบางตัวอย่างอาจสาธิตวิธีการทำให้นักเรียนดูและบางตัวอย่างอาจให้นักเรียนช่วยกันทำ และใช้การถาม-ตอบหรือการอภิปรายร่วมกัน และครูอาจใช้คำถามช่วยเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ข้อความรู้ - ครูให้ปัญหาที่คล้ายกับตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหาด้วยตนเองและร่วมกันเฉลยและอภิปรายร่วมกัน - ครูแจกเอกสารฝึกหัด หรือใบงานให้นักเรียนฝึกแก้ปัญหา **ขั้นสรุป** ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเป็นการบ้าน

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวการจัดกิจกรรม Model-Eliciting Activities)	**กลุ่มควบคุม** (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)
นำเสนอ และ 2) พิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นดี และตรงจุดประสงค์ของปัญหาอย่างไร **ขั้นที่ 4 ขั้นการประเมินผล** เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ ครูจะให้นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน ว่าเหมาะสม และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่ พร้อมเหตุผล จากนั้นจึงประเมินผลงานของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงอีกหรือไม่ อย่างไร โดยให้นักเรียนอธิบาย แล้วให้นักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเอง จากนั้นนักเรียนจะได้ประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายและลองแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน และมอบหมายแบบฝึกหัดให้ทำเพิ่มเติม	

4) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของเนื้อหารวมถึงขั้นตอนในการสอน และให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการปรับปรุง ดังนี้

- ปรับการจัดกิจกรรมให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของนักเรียน สร้างความสนใจให้กับนักเรียน และมีวิธีการสอนที่หลากหลาย
- ปรับสำนวนภาษาให้มีความเหมาะสม
- ปรับให้ปัญหาในกิจกรรม ไม่ยากจนเกินไป เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5) ผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้หลังการทดลองเรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง ผู้วิจัยสร้างแบบวัดเพื่อวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง เป็นข้อสอบแบบอัตนัยชุดละ 4 ข้อ มีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พร้อมออกแบบเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ พิจารณาจากความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนย่อย ดังนี้

1) ความสามารถในการระบุประสบการณ์เดิม หมายถึง ความสามารถในการระบุประสบการณ์เดิม รวมถึงความรู้เดิม ที่นักเรียนมีที่จะสัมพันธ์กับปัญหาใหม่

2) ความสามารถในการอธิบายแนวทางการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ที่สะท้อนกับประสบการณ์ ความรู้ และแนวทางในการแก้ปัญหาเดิม

3) ความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามแนวทางการปัญหาที่ระบุไว้ จนได้คำตอบของปัญหา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

คะแนน	**การระบุความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้ ที่ช่วยแก้สถานการณ์หรือปัญหาใหม่ที่มีบริบทต่างออกไป รวมถึงอธิบายถึงความสัมพันธ์**
3	นักเรียนระบุ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เดิม ทีเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงอธิบายถึงความสัมพันธ์ได้ถูกต้องเหมาะสม
2	นักเรียนระบุ ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิม ทีเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงอธิบายถึงความสัมพันธ์ ได้ถูกต้องเหมาะสมเพียง 2 ใน 3
1	นักเรียนระบุ ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิม ทีเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนด รวมถึงอธิบายถึงความสัมพันธ์ ได้ถูกต้องเหมาะสมเพียง 1 ใน 3
0	นักเรียนไม่สามารถระบุ ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์เดิม ทีเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนดได้

คะแนน	การอธิบายแนวทางการนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้ ไปใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ที่มีบริบทต่างออกไป
2	นักเรียนอธิบายการนำ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เดิม ได้ถูกต้องเหมาะสม
1	นักเรียนอธิบายการนำ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เดิม ได้ บางส่วน
0	นักเรียนไม่สามารถอธิบายการนำ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์เดิมได้

คะแนน	การแสดงการใช้ความรู้ ทักษะ การดำเนินการ และประสบการณ์ ในการดำเนินการแก้ปัญหาบริบทใหม่ที่ ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับแนวทางการนำไปใช้
3	นักเรียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้สอดคล้องตามแนวทางที่ได้อธิบายไว้ และดำเนินการได้ถูกต้องทั้งหมด
2	นักเรียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้สอดคล้องตามแนวทางที่ได้อธิบายไว้ และดำเนินการได้ถูกต้องบางส่วน
1	นักเรียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้สอดคล้องตามแนวทางที่ได้อธิบายไว้ แต่ดำเนินการได้ไม่ถูกต้อง
0	นักเรียนแสดงการดำเนินการแก้ปัญหาได้ไม่สอดคล้องตามแนวทางที่ได้อธิบายไว้

3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบอัตนัยชุดละ 6 ข้อ

4. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองและเกณฑ์การให้คะแนนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหาของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษา เพื่อตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: index of item objective congruence) ซึ่งแต่ละข้อจะต้องมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป เมื่อพิจารณาพบว่าแบบวัดทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็น 1.0 ผ่านเกณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัด ดังนี้

1) ข้อสอบยาก และซับซ้อนมากเกินไป จนอาจไม่สามารถวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ จึงควรปรับให้ง่ายลง และให้มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาน้อยลง

2) ปรับใช้ภาษาให้มีความถูกต้อง ไม่สับสน โดยเรียบเรียงใหม่ให้มีความชัดเจนมากขึ้น พร้อมทั้งให้มีการอธิบายในรายละเอียดเพิ่มขึ้น

3) เนื่องจากรูปแบบการตอบคำถามไม่เหมือนโจทย์ปกติ นักเรียนอาจต้องใช้เวลานานในการทำความเข้าใจ ซึ่งควรเพิ่มเวลาในการทำให้มากขึ้น

4) คำถามย่อยแต่ละคำถาม อาจทำความเข้าใจได้ยาก ให้มีตัวอย่างการทำข้อสอบแนบไปกับตัวข้อสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการตอบคำถามของนักเรียน

5. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

6. นำคะแนนที่ได้ มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป

7. เลือกข้อสอบ 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไข ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลฉบับจริงสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 10 มาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน

ประเด็นการวิเคราะห์	**ผลการวิเคราะห์คุณภาพ ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้**	
	ฉบับก่อนเรียน	**ฉบับหลังเรียน**
ค่าความเที่ยง	0.793	0.647
ค่าความยาก	0.25 – 0.60	0.21 – 0.32
ค่าอำนาจจำแนก	0.20 – 0.30	0.20 – 0.27

8. นำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองเรื่อง การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังการทดลอง ผู้วิจัยสร้างเป็นแบบวัดแบบอัตนัยชุดละ 4 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

2. สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามความสามารถย่อยของกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

1) ความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเงื่อนไขหรือข้อมูลสำคัญ และสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม

2) ความสามารถด้านการวางแผนแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูล เงื่อนไขสำคัญ และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา มากำหนดเป็นวิธีการในการดำเนินการที่จะนำไปสู่คำตอบของปัญหา

3) ความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ จนได้คำตอบของปัญหา

4) ความสามารถด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของที่มาของคำตอบและความถูกต้องคำตอบ

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถด้านการทำความเข้าใจปัญหา
2	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ได้ถูกต้องครบถ้วน
1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง
0	นักเรียนไม่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด หรือบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการหาได้

คะแนน	ความสามารถด้านการวางแผนแก้ปัญหา
3	นักเรียนสามารถนำข้อมูลสำคัญ และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากำหนดเป็นวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
2	นักเรียนสามารถนำข้อมูลสำคัญ และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากำหนดเป็นวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์
1	นักเรียนสามารถนำข้อมูลสำคัญ และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากำหนดเป็นวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
0	นักเรียนไม่สามารถนำข้อมูลสำคัญ และความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหามากำหนดเป็นวิธีการในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ หรือไม่ทำ

คะแนน	ความสามารถด้านการดำเนินการตามแผน
3	นักเรียนดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางไว้ได้ถูกต้อง
2	นักเรียนดำเนินการตามแผนการหรือกลวิธีที่กำหนดไว้ได้ แต่ยังไม่สมบูรณ์
1	นักเรียนดำเนินการตามแผนการหรือกลวิธีที่กำหนดไว้ ได้บางส่วน
0	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำ

คะแนน	ความสามารถด้านการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ
2	นักเรียนแสดงวิธีตรวจคำตอบ ได้ถูกต้องเหมาะสม
1	นักเรียนแสดงวิธีตรวจคำตอบ ได้บางส่วน
0	นักเรียนไม่แสดงวิธีตรวจคำตอบ

3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองให้สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยชุดละ 6 ข้อ

ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองและเกณฑ์การให้คะแนนเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสม ให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหาของข้อคำถาม และความเหมาะสมของภาษา เพื่อตรวจสอบให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขและนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: index of item objective congruence) ซึ่งแต่ละข้อจะต้องมีค่ามากกว่า 0.5 ขึ้นไป เมื่อพิจารณาพบว่าแบบวัดทุก

ข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัด ดังนี้

1) ข้อสอบยาก และซับซ้อนมากเกินไป จนอาจไม่สามารถวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ จึงให้ปรับง่ายลง และขั้นตอนในการแก้ปัญหาลดลง

2) ปรับใช้ภาษาให้มีความถูกต้อง เรียบเรียงใหม่ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และให้มีการอธิบายในรายละเอียดเพิ่มขึ้น

3) เวลาในการทำ 50 นาทีไม่เพียงพอสำหรับโจทย์ 6 ข้อ ให้เพิ่มมากกว่านั้น

4) ปรับการใช้คำเรื่องคำภาษาไทย และภาษาอังกฤษ ให้เปลี่ยนเป็นภาษาไทย และอาจแทรกภาษาอังกฤษในวงเล็บด้านหลังไว้ได้

4. ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด

5. นำคะแนนที่ได้ มาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป แล้วนำมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป

6. เลือกข้อสอบ 4 ข้อ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไข ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลฉบับจริง สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 12 มาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน

ประเด็นการวิเคราะห์	**ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์**	
	ฉบับก่อนเรียน	**ฉบับหลังเรียน**
ค่าความเที่ยง	0.758	0.705
ค่าความยาก	0.23 – 0.32	0.21 – 0.64
ค่าอำนาจจำแนก	0.20– 0.32	0.20 – 0.48

7. เลือกแบบทดสอบที่มีค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ข้อ 5 มาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ชุดละ 4 ข้อ

8. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

5. การดำเนินการทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีขั้นตอนในการเตรียมการและการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

5.1.2 ประสานงานกับโรงเรียนฤทธิณรงค์รอนเพื่อขอความอนุเคราะห์จากทางโรงเรียนอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในสถานศึกษารับทราบ

5.1.3 ดำเนินการประสานความร่วมมือกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และครูผู้สอน เพื่อกำหนดตารางการสอนและขอบเขตของเนื้อหาที่จะใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

5.1.4 นำหนังสือขอความอนุญาตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ส่งถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขอความอนุเคราะห์จากทางโรงเรียนอนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้อย่างเป็นทางการ

5.2 การดำเนินการ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง โดยให้เวลานักเรียนในการทำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ 60 นาที และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 60 นาที

5.2.2 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบวัดทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้ โดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถใน

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนของคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถสรุปได้ว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5.2.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities กับนักเรียนกลุ่มทดลองและจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติกับนักเรียนกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 3 คาบ/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ใช้เวลารวมกลุ่มละ 12 คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยในระหว่างการเรียนการสอนจะมีการสังเกตพฤติกรรมการถ่ายโยงการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน โดยพิจารณาจากบันทึกหลังการเรียนการสอนและเอกสารประกอบการจัดกิจกรรม

5.2.4 ผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

5.2.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมแบบวัดทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้ เพื่อนำคะแนนที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ตามจุดประสงค์ของการวิจัยที่ได้ตั้งไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ที่ได้จากการทำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และแบบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (IBM SPSS Statistics Version 21) ดังนี้

6.1.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.1.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการ

เรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ โดยใช้ค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.2 ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บในระหว่างการดำเนินกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities โดยการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการตอบคำถาม การแสดงความคิดเห็น การทำใบกิจกรรม การนำเสนองานที่ได้รับมอบหมาย มาวิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 สถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพของเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคำนวณค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัด รวมถึงหาค่าความยาก (Index of difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination) เป็นรายข้อ โดยใช้โปรแกรม B-Index700 (ดาวน์โหลดจาก : http://www.watpon.com)

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคำนวณค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (IBM SPSS Statistics Version 21)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

2. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

3. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test) คะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities (คะแนนเต็ม 32 คะแนน)

การทดลอง	n	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	31	6.07	3.27	- 9.089*
หลังการทดลอง	31	16.90	5.19	

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities เท่ากับ 6.07 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.27 และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities นักเรียนกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ เท่ากับ 16.90 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.19 นอกจากนี้ เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าที (t-test) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)

การทดลอง	n	$\bar{x}$	S.D.	t
ก่อนการทดลอง	31	10.10	3.69	-10.257*
หลังการทดลอง	31	19.00	3.60	

* $p < .05$

จากตารางที่ 14 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities เท่ากับ 10.10 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.69 และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities นักเรียนกลุ่มนี้มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 19.00 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.60 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activitiesหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าการทดสอบที (t-test) คะแนนความสามารถในการถ่ายโยงของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S.D.	t
กลุ่มทดลอง	31	16.52	5.726	2.976 *
กลุ่มควบคุม	30	12.43	4.946	

* $p < .05$

จากตารางที่ 15 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน เท่ากับ 16.52 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.726 และค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เท่ากับ 12.43 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.946 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าการทดสอบที (t-test) คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}$	S	t
กลุ่มทดลอง	31	19.23	3.283	6.232*
กลุ่มควบคุม	30	11.83	5.706	

* $p < .05$

จากตารางที่ 16 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 31 คน เท่ากับ 19.23 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.283 และค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน เท่ากับ 11.83 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.706 เมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test) พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

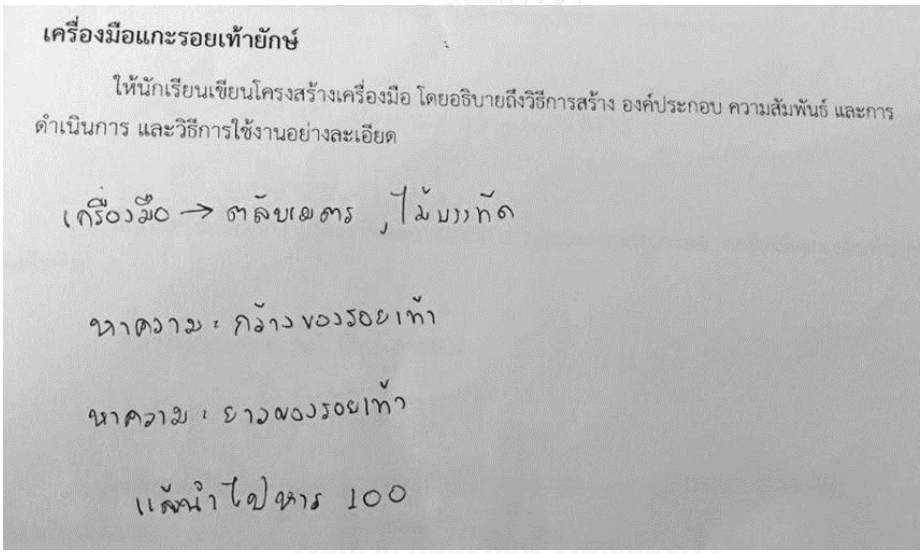
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

1. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ผลจากการสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities พบว่าในระยะเริ่มแรกของการทดลอง (ชั่วโมงที่1–3) นักเรียนส่วนใหญ่สนใจกิจกรรมที่ครูให้ทำ แต่ยังไม่ค่อยตอบแสดงความคิดเห็น ครูต้องคอยกระตุ้น และมักเป็นนักเรียนคนเดิมที่ตอบคำถาม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถนำกระบวนการหรือความรู้เดิมที่เคยเรียน มาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมได้

ซึ่งเห็นได้จากใบกิจกรรมของนักเรียน ดังต่อไปนี้


เครื่องมือแกะรอยเท้ายักษ์

ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างเครื่องมือ โดยอธิบายถึงวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานอย่างละเอียด

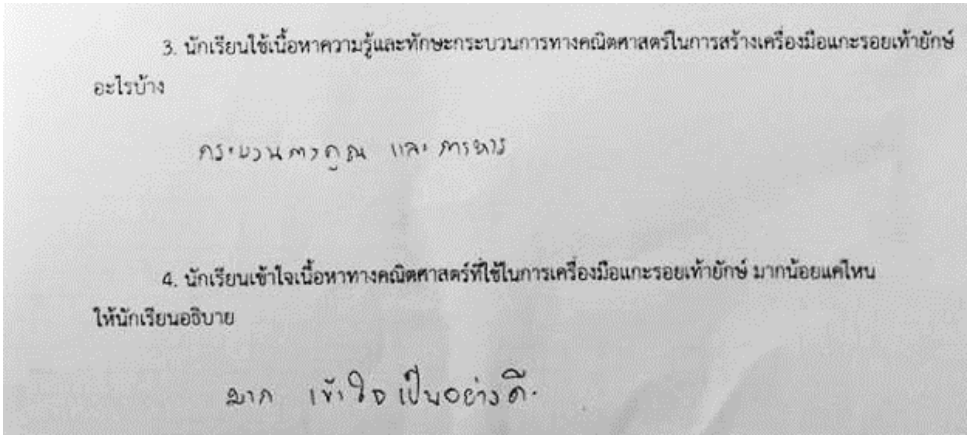
เครื่องมือ → ตลับเมตร , ไม้บรรทัด

หาความ : กว้างของรอยเท้า

หาความ : ยาวของรอยเท้า

แล้วนำไปหาร 100

ภาพที่ 1 ผลจากการทำใบกิจกรรมแกะรอยเท้ายักษ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (1)


3. นักเรียนใช้เนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างเครื่องมือแกะรอยเท้ายักษ์อะไรบ้าง

กระบวนการกลุ่ม และการหา

4. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการเครื่องมือแกะรอยเท้ายักษ์ มากน้อยแค่ไหน ให้นักเรียนอธิบาย

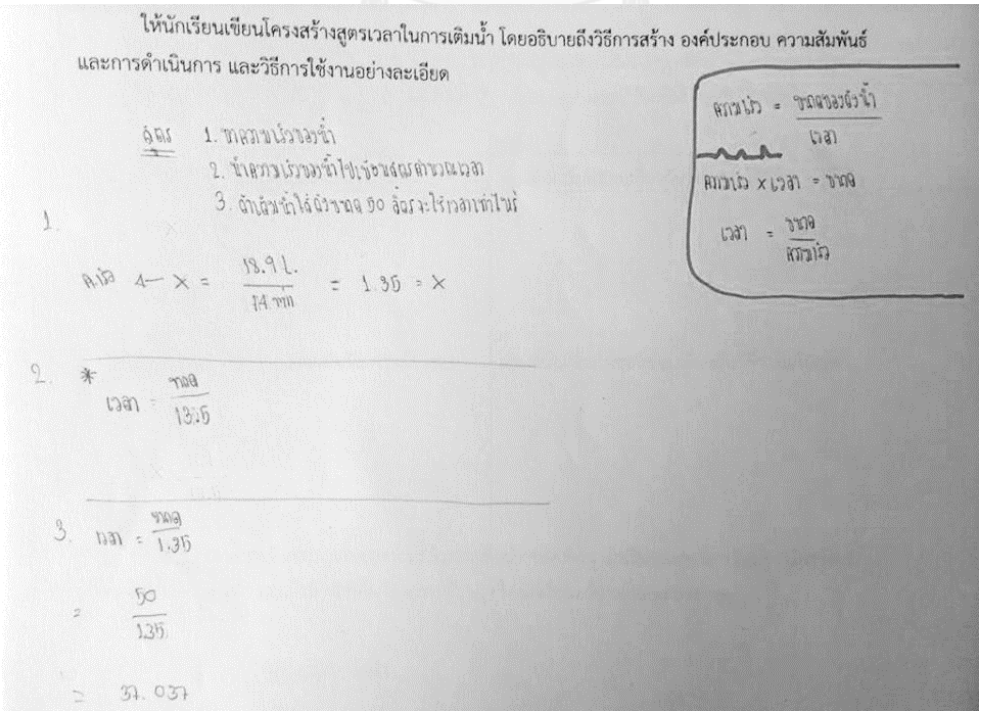
มาก เข้าใจเป็นอย่างดี

ภาพที่ 2 ผลจากการทำใบกิจกรรมแกะรอยเท้ายักษ์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (2)

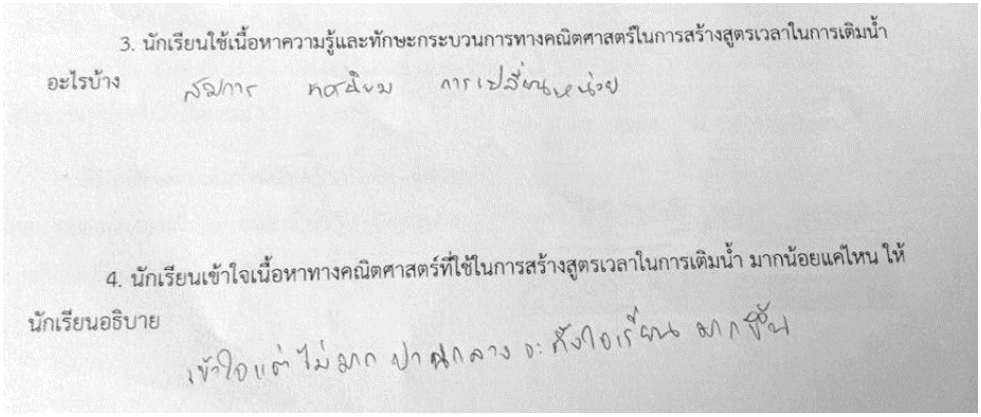
เมื่อเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ ครูจะอ่านบทความที่นำไปสู่ปัญหาให้นักเรียนฟัง แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อเตรียมความพร้อม ซึ่งเมื่อครูถามเกี่ยวกับบทความ นักเรียนจะสามารถตอบได้เช่น บทความเกี่ยวรอยเท้ายักษ์ ที่เมื่อทราบรอยเท้าและระยะก้าวเดิน จะสามารถคาดเดาส่วนสูงได้ แล้วเมื่อครูถามว่าเคยเจอเรื่องที่คล้ายกันหรือไม่ นักเรียนบางคนจะตอบว่า เคยดูจากในหนังเกี่ยวกับนักสืบที่สืบหาคนร้ายได้จากการดูรอยเท้า แต่เมื่อดำเนินกิจกรรมมาถึงส่วนที่นักเรียนต้องวางแผนสร้างเครื่องมือที่จะแก้ปัญหาดังภาพที่ 1 นักเรียนยังไม่สามารถดึงความรู้ และกระบวนการ จากประสบการณ์ที่มีหาใช้ได้ การเขียนแสดงความคิดยังไม่ชัดเจน แม้ครูจะให้คำแนะนำ ซึ่งเมื่อกิจกรรมมาถึงขั้นประเมินดังภาพที่ 2 นักเรียนจึงแสดงให้เห็นว่าตัวนักเรียนยังไม่รู้ว่าปัญหาที่เจอต้องใช้ความรู้อะไร

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองไปได้ประมาณ 2 สัปดาห์ นักเรียนเริ่มมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น กล้าแสดงความคิดเห็น และตอบคำถาม คุ้ยเคยกับการสังเกตส่วนสำคัญในบทความและในส่วนของปัญหา นักเรียนเริ่มแสดงความสามรถในการถ่ายโยงการเรียน โดยนักเรียนเริ่มทราบว่าแต่ละปัญหาต้องใช้ความรู้เรื่องอะไรในการแก้ปัญหา และสามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาคร่าวๆ ได้เพิ่มขึ้น แต่งยังไม่สมบูรณ์ และนักเรียนยังเขียนประเมินความรู้ที่ใช้ว่า ยังไม่เข้าใจความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้เท่าไร

อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่มีพฤติกรรมการถ่ายโยงการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นชัดเจนนัก แต่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น ซึ่งเห็นได้จากการทำใบกิจกรรมของนักเรียน ดังภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ผลจากการทำใบกิจกรรมเติมน้ำเต็มถัง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (2)


3. นักเรียนใช้เนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสูตรเวลาในการเติมน้ำ อะไรบ้าง

4. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสูตรเวลาในการเติมน้ำ มากน้อยแค่ไหน ให้นักเรียนอธิบาย

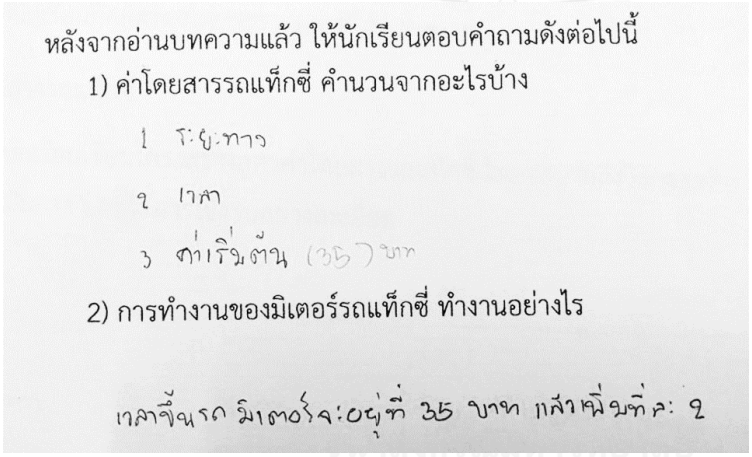
ภาพที่ 4 ผลจากการทำใบกิจกรรมเติมน้ำเต็มถัง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (3)

จากภาพที่ 3 และ 4 เมื่อครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มแก้ปัญหา นักเรียนอาศัยคำแนะนำจากครูเล็กน้อยแล้วสามารถแก้ปัญหาได้เองในที่สุด อีกทั้งนักเรียนยังสามารถเขียนประเมินความรู้ที่ใช้ ได้อีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ผลการศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities โดยการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน การถามตอบ และการตรวจใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่าในระยะเริ่มแรกของการทดลอง (ชั่วโมงที่1–3) นักเรียนมีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา บอกได้ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร แต่ยังไม่สามารถระบุข้อมูลที่สำคัญได้ทั้งหมด แต่เมื่อครูเริ่มใช้คำถามแนะนักเรียนก็สามารถตอบได้ ในส่วนของการวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนยังไม่สามารถมารถทำได้ ซึ่งนักเรียนบอกในชั้นเรียนว่าแปลงโจทย์ปัญหาเป็นสมการไม่เป็น และยังไม่ค่อยเข้าใจเกี่ยวกับสมการและการดำเนินการทางพีชคณิต และในช่วงการประเมินของกิจกรรม นักเรียนก็ไม่สามารถประเมินกลุ่มเพื่อนหรือกลุ่มตนเองได้เช่นกัน


หลังจากอ่านบทความแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1) ค่าโดยสารรถแท็กซี่ คำนวนจากอะไรบ้าง

1 ระยะทาง

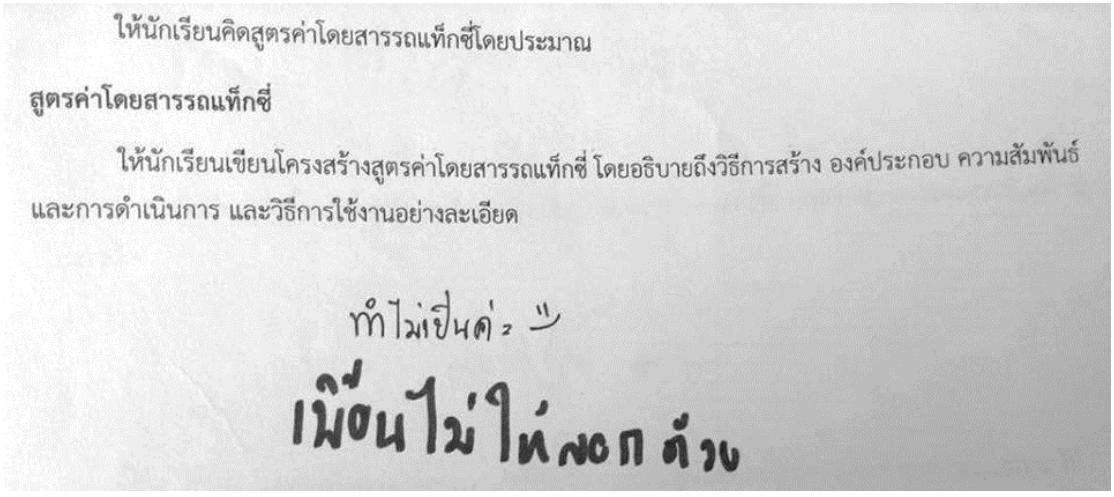
2 เวลา

3 ค่าเริ่มต้น (35) บาท

2) การทำงานของมิเตอร์รถแท็กซี่ ทำงานอย่างไร

เวลาขึ้นรถ มิเตอร์จะขึ้นที่ 35 บาท แล้วเพิ่มทีละ 2

ภาพที่ 5 ผลจากการทำใบกิจกรรมค่าโดยสารรถแท็กซี่ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (1)


ให้นักเรียนคิดสูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่โดยประมาณ

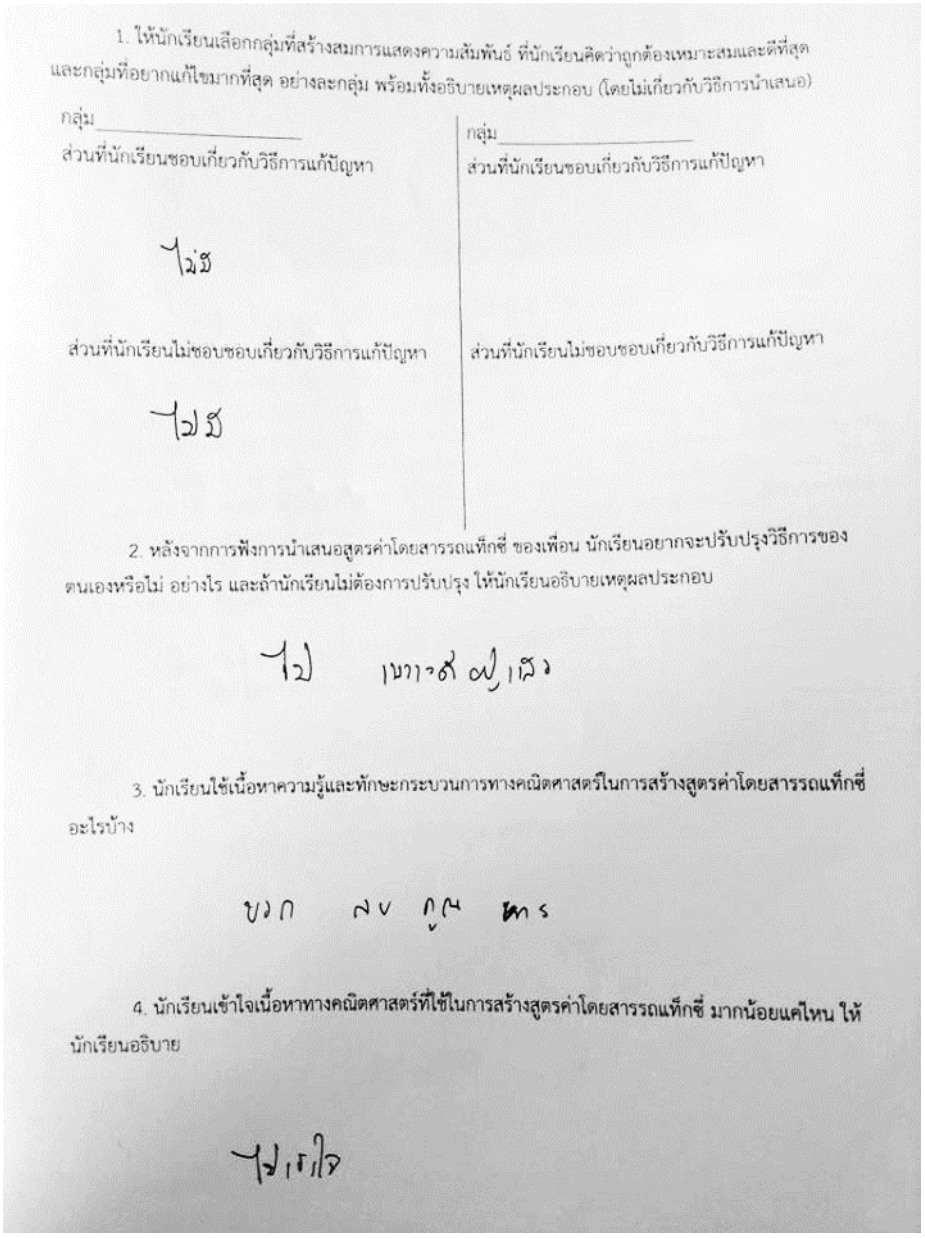
สูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่

ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่ โดยอธิบายถึงวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ความสัมพันธ์และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานอย่างละเอียด

ทำไม่เป็นค่ะ

เพื่อนไม่ให้ลอกด้วย

ภาพที่ 6 ผลจากการทำใบกิจกรรมค่าโดยสารรถแท็กซี่ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (2)



1. ให้นักเรียนเลือกกลุ่มที่สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ ที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องเหมาะสมและดีที่สุด และกลุ่มที่อยากแก้ไขมากที่สุด อย่างละกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ (โดยไม่เกี่ยวกับวิธีการนำเสนอ)

กลุ่ม_____
ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ไม่มี

ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ไม่มี

กลุ่ม_____
ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

2. หลังจากการฟังการนำเสนอสูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่ ของเพื่อน นักเรียนอยากจะปรับปรุงวิธีการของตนเองหรือไม่ อย่างไร และถ้านักเรียนไม่ต้องการปรับปรุง ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

ไม่

3. นักเรียนใช้เนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่ อะไรบ้าง

4. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสูตรค่าโดยสารรถแท็กซี่ มากน้อยแค่ไหน ให้นักเรียนอธิบาย

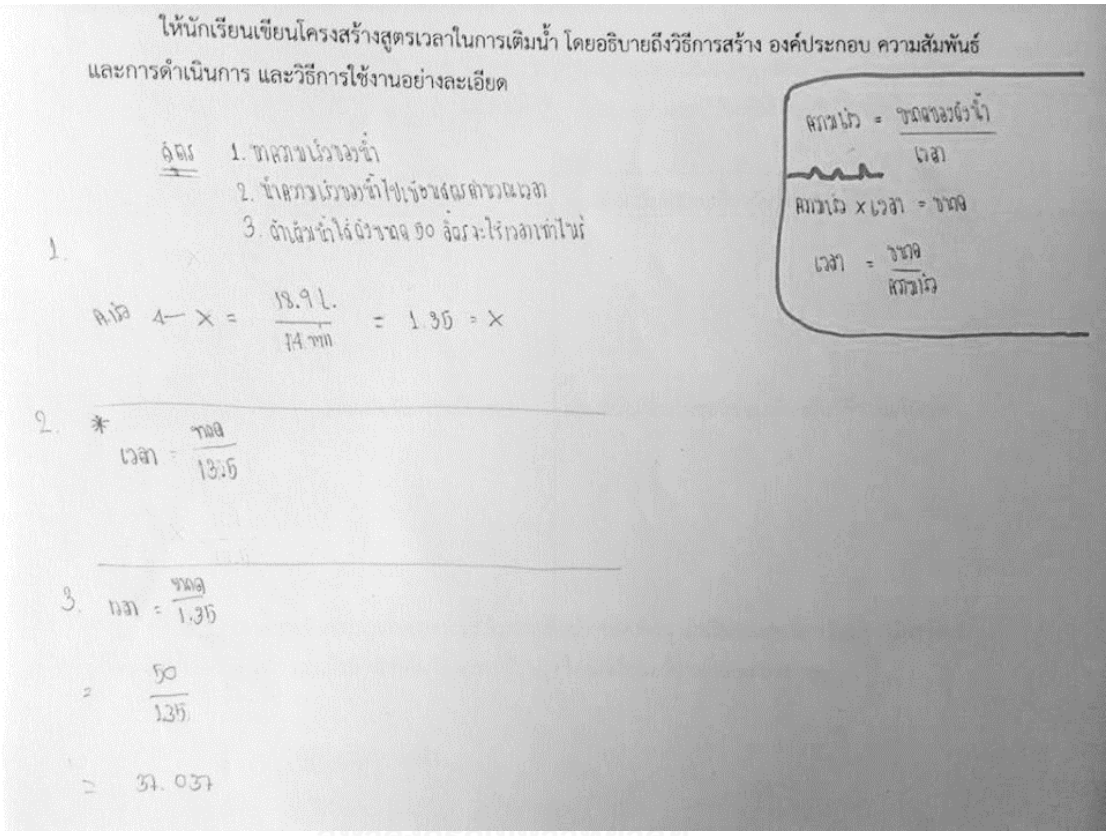
ไม่เข้าใจ

ภาพที่ 7 ผลจากการทำใบกิจกรรมค่าโดยสารรถแท็กซี่ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (3)

จากภาพที่ 5 และ 6 จะเห็นได้ว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ไม่ค่อยดีเท่าทีควร เนื่องจากช่วงที่ให้นักเรียนเข้ากลุ่มคิดวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้เลย ส่งผลต่อการประเมินในภาพที่ 7 ซึ่งนักเรียนแสดงออกอย่างชัดเขนว่าไม่เข้าใจ แล้วไม่สามารถแก้ปัญหาได้

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการทดลองไปได้ประมาณ 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยพบความเปลี่ยนแปลในตัวนักเรียนทั้งความสนใจในการร่วมกิจกรรม ความกระตือรือร้นในการตอบคำถาม และการทำใบกิจกรรม นักเรียนเริ่มคุ้นคุยกับแนวทางของกิจกรรม และสามารถสร้างวิธีการแก้ปัญหาโดยเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

นอกจากนี้ในช่วงการนำเสนอและช่วงการประเมิน นักเรียนยังสนใจในวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนและเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาของตนเองได้ดี ทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น ดังแสดงให้เห็นดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลจากการทำใบกิจกรรมเติมน้ำเต็มถัง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (1)

ภาพที่ 8 เป็นส่วนที่นักเรียนทำใบกิจกรรมในขั้นการดำเนินการในส่วนของปัญหาฝนช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ซึ่งนักเรียนเขียนสูตรที่จะคำนวณเวลาในการเติมน้ำให้เต็มถังได้โดยเขียนเป็นสมการ แล้วนำมาคำนวณต่อตามแผนที่วางไว้ได้ค่อนข้อดี แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา และการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นของนักเรียน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ระหว่างก่อนการทดลองและหลังทดลอง

2. เปรียบเทียบความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities กับนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. ศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนฤทธิณรงค์รอน จำนวน 2 ห้อง แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 61 คน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเลือกห้องเรียน และกำหนดนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยพิจารณาคะแนนสอบรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 ห้อง พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 มีค่าเฉลี่ยคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานใกล้เคียงกัน จากนั้นผู้วิจัยสุ่มเลือกโดยการจับฉลากเพื่อกำหนดนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เป็นกลุ่มควบคุม และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 เป็นกลุ่มทดลอง โดยนักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities สำหรับกลุ่มทดลอง จำนวน 12 แผน และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม จำนวน 12 แผน ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ 2 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยฉบับละ 4 ข้อ ประกอบด้วยฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเลือกจากแบบวัดทั้งหมด 6 ข้อ โดยแบบวัด 4 ข้อที่เลือกมานี้มีค่าความเที่ยง 0.793 ค่าความยาก 0.25 – 0.60 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.30 และฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยเลือกจากแบบวัดทั้งหมด 6 ข้อ โดยแบบวัด 4 ข้อที่เลือกมานี้มีค่าความเที่ยง 0.647 ค่าความยาก 0.21 – 0.32 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.27

2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2 ฉบับ เป็นแบบอัตนัยฉบับละ 4 ข้อ ประกอบด้วยฉบับก่อนเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยเลือกจากแบบวัดทั้งหมด 6 ข้อ โดยแบบวัด 4 ข้อที่เลือกมานี้มีค่าความเที่ยง 0.758 ค่าความยาก 0.23 – 0.32 และค่าอำนาจจำแนก 0.21 – 0.32 และฉบับหลังเรียน เรื่อง การประยุกต์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งผู้วิจัยเลือกจากแบบวัดทั้งหมด 6 ข้อ โดยแบบวัด 4 ข้อที่เลือกมานี้มีค่าความเที่ยง 0.705 ค่าความยาก 0.21 – 0.64 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 – 0.48

ในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยพิจารณาความแตกต่างของความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยนำค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดฉบับก่อนเรียนมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้ค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการทดลอง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities กับนักเรียนกลุ่มทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับนักเรียนกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 3 คาบ/สัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ใช้เวลารวมกลุ่มละ 12

คาบ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยในระหว่างการเรียนการสอนจะมีการสังเกตพฤติกรรมการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียน จากบันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อดำเนินการทดลองครบตามแผนที่ได้กำหนดไว้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับหลังเรียน ผู้วิจัยนำคะแนนของนักเรียนมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (IBM SPSS Statistics Version 21) ซึ่งผู้วิจัยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรูคณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities โดยใช้ค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีพัฒนาการด้านความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผล โดยจำแนกตามตัวแปรตาม ได้ดังนี้

1. จากการวิจัยพบว่า ความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพัฒนาการด้านความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities มีพัฒนาการไปในทางที่ดีขึ้น

ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกถ่ายโยงประสบการณ์ ความรู้ และกระบวนการ ตามลำดับขั้นตอน 4 ขั้น รายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการนึกถึงประสบการณ์เดิมที่มี เพื่อนำมาช่วยแก้ปัญหา ผ่านการอ่านบทความที่เป็นเรื่องจริง และเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าถึงเรื่องราวในบทความได้ง่าย และได้ฝึกสังเกตข้อมูลสำคัญของบทความ ซึ่งมีคำถามท้ายบทความ (คำถามเตรียมความพร้อม) เป็นตัวชี้แนะให้นักเรียนสังเกตส่วนสำคัญในบทความ เพื่อถ่ายโยงการสังเกตข้อมูลสำคัญเหล่านี้ ไปใช้ในขั้นการดำเนินการในส่วนของปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดการถ่ายโยงความรู้จากประสบการณ์เดิมไปสู่บทความและจากบทความสู่ปัญหา ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ ดังที่ Ormrod (1998) ได้กล่าวถึง การสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ควรประกอบด้วยความเข้มของความคล้ายคลึงกันระหว่างสองสถานการณ์ ยิ่งคล้ายคลึงกันมากเท่าไร ก็ยิ่งเกิดการถ่ายโยงได้มากขึ้นเท่านั้น สอดคล้องกับ Donald and others (1993: 1 – 7) ที่ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับปัญหาในชีวิตจริง มีขั้นตอนในการดำเนินการ คือ สร้างปัญหาจากชีวิตจริง สร้างแบบจำลองจากเรื่องจริง สร้างแบบจำลองในชั้นเรียน สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบ ตามที่อารี พันธ์มณี (2538: 175-177) ได้เสนอแนวทางการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ไว้ว่าให้ส่งเสริมทัศนคติและอุดมคติของนักเรียน เนื่องจากมีผลต่อการเรียนรู้และการทำงานของนักเรียน Klausmier (1985) ยังได้แนะนำการสอนเพื่อให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ว่า ต้องทำให้การเรียนรู้ครั้งแรกมีความหมายและ

ยั่งยืน ซึ่งถ้าทำให้มีความหมายจะสามารถนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาใช้ได้ดีกว่า สามารถทำได้โดยการเลือกผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มีความหมายที่สุด เช่น ให้โอกาสเขาได้เรียนรู้ เนื้อหาสาระที่เป็นเรื่องจริงหรือให้เกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน

ขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนได้ฝึกสร้างวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปสมการ โดยการโยงความสัมพันธ์ข้อมูลสำคัญ โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบของปัญหา และนำมาสร้างเป็นวิธีการแก้ปัญหา หรือสมการ ซึ่งครูจะคอยแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับโครงสร้างปัญหา เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจข้อมูลในปัญหา หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องรวบรวมและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลเหล่านั้น เพื่อพิจารณาลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือโครงสร้างของปัญหา ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจโครงสร้างของปัญหา พร้อมที่จะนำไปแก้ปัญหาอื่นที่มีโครงสร้างคล้ายกันได้ ดังที่ Jitendra et al. (1996: 426-428), Jitendra and Hoff (2002: 28-30) กล่าวไว้ว่า โครงสร้างของปัญหาเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทราบก่อนการแก้โจทย์ปัญหา เนื่องจากโครงสร้างเหล่านี้จะช่วยนักเรียนในการจำแนกลักษณะของปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Susan Pedersen และ Min Liu (2002) ที่ได้ศึกษาการถ่ายโยงทักษะการแก้ปัญหาผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน (The Transfer of Problem-Solving Skills from a Problem-Based Learning Environment) งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงกลวิธีในการถ่ายโยงของนักเรียนผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งผลปรากฏว่า ส่วนที่เป็นการสร้างโมเดล ส่งผลได้ดีที่สุดในการสนับสนุนให้เกิดกระบวนการทางปัญญา ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาสมรรถภาพในการถ่ายโยง

ขั้นที่ 3 การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มต้องเอง โดยจะต้องเรียบเรียงความคิด จัดลำดับการนำเสนอ ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจในความคิดของตนเอง และกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้น ตรงกับที่ Wittrock (1991) ได้กล่าวไว้ว่าการถ่ายโยงการเรียนรู้เกิดขึ้น เมื่อเราสอนให้ผู้เรียนทราบกระบวนการคิดของพวกเขา ในการวางแผนกระบวนการคิดเพื่อที่จะเรียบเรียง หรือจัดลำดับในการเข้าใจสาร ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหากับเพื่อนกลุ่มอื่น ทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดอื่นที่หลากหลาย ได้พิจารณาถึงความเหมือนและความแตกต่างของวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน

ขั้นที่ 4 การประเมินผล ขั้นนี้นักเรียนได้ประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อน เปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม และประเมินข้อดีข้อด้วยของวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อน และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองให้อยู่ในรูปที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาที่คล้ายกันได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัย Quin Showalter (2008) ที่พบว่าหลักการการปรับเปลี่ยนและนำมาใช้ใหม่ (Shared-ability) คือส่งเสริมให้นักเรียนปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปที่ง่ายที่สุดที่สามารถนำไปใช้กับปัญหาอื่นได้ง่าย หลักการนี้ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถถ่ายโยงวิธีการแก้ปัญหาไปสู่สถานการณ์ที่ให้

เคียงได้ นอกจากนี้นักเรียนยังได้ประเมินความรู้ที่ใช้ในการแก้ปัญหาของตอนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกนึกถึงความรู้ที่ตนเองมีที่จะนำไปใช้กับปัญหาที่นักเรียนต้องแก้ โดยนักเรียนนึกถึงความรู้โดยคิดจากโจทย์หรือปัญหาเดิมที่นักเรียนเคยผ่านมาว่าใช้ความรู้เรื่องอะไร และเลือกความรู้ที่เหมาะสมกับปัญหามาใช้ได้

นอกจากการจัดกิจกรรรมการเรียนรู้ตามแนว Model-Eliciting Activities ข้างต้น ยังมีงานวิจัยที่ใช้แนวคิดใกล้เคียงกับแนว Model-Eliciting Activities ได้แก่ การแปลงจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม (Concreteness fading) และการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ที่ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้อีก ดังนี้

Mcneil และ Fyfe (2012) ได้ศึกษา “Concreteness fading” ซึ่งเป็นวิธีการที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน แล้วค่อยๆ แปลงไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ซึ่งมีแนวทางคล้ายกับ MEAs ที่จะให้นักเรียนเผชิญสถานการณ์จริงที่มีความหมายกับนักเรียนก่อนนำเข้าสู่ปัญหา ซึ่ง ผลการศึกษา “Concreteness fading” ของ Mcneil และ Fyfe (2012) เมื่อพิจารณาจากคะแนนสอบทั้ง 3 รอบคือ หลังการเรียนรู้ทันที หลังการเรียนรู้ 1 สัปดาห์ และหลังการเรียนรู้ 3 สัปดาห์ ของนักเรียน 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนรู้ผ่าน Concrete fasing กลุ่มที่เรียนรู้ผ่านรูปธรรม (Concrete) อย่างเดียว และกลุ่มที่เรียนรู้ผ่านนามธรรม (Abstract) อย่างเดียว ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่าน“Concreteness fading” ได้คะแนนดีที่สุดในทุกๆครั้ง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังอภิปรายไว้อีกว่าหลักการความเป็นจริงของกิจกรรม MEAs ยังกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะแก้ปัญหา ซึ่งช่วยสนับสนุนให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้

ในลักษณะเดียวกันกับ Noor Hisham Jalani และ Lai Chee Sern (2015) ซึ่งศึกษาผลของตัวอย่างการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถในการถ่ายโยงในเรื่องทฤษฎีวงจรไฟฟ้า ผลปรากฏว่า ตัวอย่างการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นฐาน(EPBL) จะก่อให้เกินสมรรถภาพในการถ่ายโยงได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ ที่ค่าแอลฟาคอนบราค 0.74

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะเป็นผลให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ช่วยพัฒนาความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

2. จากการวิจัยพบว่า ความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่ผลการวิจัยออกมาเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การอ่านบทความและตอบคำถามเตรียมความพร้อม จะช่วยสร้างความสนใจให้นักเรียนโดยบทความที่มาจากเรื่องจริง นักเรียนจะกระตือรือร้นและสนใจในการร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และสนใจอ่านบทความ ซึ่งนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์ที่โยงไปสู่ปัญหา แล้วทำคำถามเพื่อเตรียมความพร้อมที่ชักนำให้คิดถึงองค์ประกอบที่สำคัญของบทความ ก่อนที่นักเรียนเผชิญปัญหาที่มีบริบทเดียวกันกับบทความ โดยขั้นตอนเหล่านี้ นักเรียนจะได้ฝึกสังเกตโครงสร้าง และแยกแยะข้อมูลสำคัญของบทความ และนำไปใช้พิจารณาโครงสร้างของปัญหาที่เหมือนหรือคล้ายกัน เพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหาดังที่ Quin Showalter (2009: 88) ได้กล่าวไว้ว่า การเป็นความเป็นจริงของ MEAs เป็นความสำคัญหลัก เนื่องจากเป็นหนึ่งในหลักการของ MEAs ที่นักเรียนเกือบทั้งหมดพบว่า ปัญหาที่เป็นเรื่องจริงและมีประโยชน์ พวกเขาเห็นคุณค่าเมื่อปัญหาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกจริง ซึ่งนักเรียนตอบสนองต่อ MEAs ที่จะเริ่มด้วยการนำเข้าสู่ปัญหา สอดคล้องกับสิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ที่ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน

ขั้นที่ 2 การดำเนินการในส่วนของปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มแล้วได้ฝึกคิดวิธีการแก้ปัญหา โดยได้ฝึกพิจารณาถึงสิ่งที่ปัญหาต้องการให้แก้ และวิธีการที่เหมาะสมที่จะแก้ปัญหานั้น ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ของปัญหามากขึ้น นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีครูคอยช่วยเหลือโดยตอบคำถามด้วยคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้คิดด้วยตัวเอง สอดคล้องกับที่ Baroody (2003: 2-31) ได้กล่าวว่า หนึ่งในการสอนการแก้ปัญหา คือ การสอนโดยการใช้ปัญหา (Teaching via problem solving) เป็นการสอนที่เน้นการประยุกต์ใช้เช่นกัน แนวทางนี้จะใช้ปัญหาเป็นสื่อในการเรียนรู้แนวคิดใหม่เชื่อมโยงแนวคิดพัฒนาทักษะ และสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ กล่าวคือใช้ปัญหาในการศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหากับโลกที่เป็นจริง (Real world) ใช้ปัญหาในการแนะนำและทำความเข้าใจเนื้อหา บางครั้งใช้ปัญหาในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายใช้ความรู้ในการแก้ปัญหา ที่เกิดในขั้นที่ 3 ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว MEAs นี้

ขั้นที่ 3 การนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่ม นักเรียนจะได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือสมการที่สร้างขึ้นหน้าชั้นเรียน นักเรียนได้ฝึกพิจารณาความตรงและความถูกต้องวิธีการแก้ปัญหาที่เพื่อนนำเสนอ รวมถึงพิจารณาแนวคิดเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ตรงกับที่สิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ได้แนะนำครูควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ

ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การประเมินผล เมื่อนักเรียนฟังการนำเสนอเสร็จ นักเรียนจะได้ประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเพื่อนว่าเหมาะสม และตรงกับความต้องการในโจทย์ปัญหาหรือไม่พร้อมเหตุผล และได้ประเมินวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองว่ายังมีส่วนที่ต้องปรับปรุงหรือไม่ จากนั้นนักเรียนประเมินความรู้ของกลุ่มตนเอง และประเมินความรู้และทักษะกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาถึงความรู้คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่ใช้แนวคิดใกล้เคียงกับแนว Model-Eliciting Activities ได้แก่ การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

สุภาภรณ์ ใจสุข (2555) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคล้ายกับ MEAS ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปอย่างสม่ำเสมอและค่อยๆ ดีขึ้นตามลำดับโดยสามารถแก้ปัญหา สื่อสาร และเชื่อมโยงความรู้และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้มากขึ้น

ซูรายา สัสดีวงศ์ (2555) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 งานวิจัยนี้ได้ใช้ปัญหาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เช่นเดียวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว MEAs ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนั้นความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น น่าจะเป็นผลให้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ช่วยพัฒนาความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิจริง ดังนั้นกิจกรรมจะเกิดผลดีเมื่อนักเรียนมีความรู้พื้นฐานดีหลายเรื่องประกอบกัน จึงเหมาะกับการจัดกิจกรรมหลังจากที่นักเรียนทีความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ดีแล้ว

2. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities เป็นกิจกรรมที่มีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมาก ครูผู้สอนควรนำไปใช้คาบเรียนที่มีลักษณะเป็นคาบเรียนที่ติดกันเพื่อให้เวลาที่เพียงพอในการดำเนินกิจกรรม และกิจกรรมสามารถดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง

3. กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของนักเรียน และสามารถใช้เป็นต้นแบบในการแก้ปัญหาอื่นที่คล้ายกันได้ ดั้งนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมการก่อนจัดกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยเตรียมเนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาให้มีความเหมาะสม เตรียมคำถามที่จะใช้ในการดำเนินกิจกรรม

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากหลักการจัด Model-Eliciting Activities มีหลักในการจัดการเอกสาร และใบกิจกรรม ที่ให้นักเรียนได้ฝึกเขียนอธิบายความคิดของตนเอง และให้นักเรียนได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา และส่งเสริมให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

2. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ หรือในรายวิชาอื่นๆ

3. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities ที่มีต่อทัศนะคติ หรือแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากในตัวกิจกรรมจะเน้นปัญหาให้มีความเป็นจริงสำหรับนักเรียน นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย ซึ่งอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

รายการอ้างอิง

Abdullah, N. I., Tarmizi, R. A., & Abu, R. (2010). The Effects ofProblem Based Learning on Mathematics Performance and Affective Attributes in Learning Statistics at Form Four Secondary Level. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 370–376

Anderson, K.B. and Pingry, R.E. (1973) .Problem solving in mathematics: its theory and Practice. Washington, D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.

Baroody, A.J. (1993). Problem solving reasoning and communicating K – 8 helping children Think Mathematically. New York: Macmillan Publisher Company.

Bell, F. H. (1978). Teaching and Learning Mathematics (in Secondary Schools). W. C. Brown Company.

Bitter,G.G. (1990). Mathematics method for the elementary and middle school: A comprehebsive approach. Boston: Allyn and Bacon.

Broad, M. (1997). Transferring learning to de workplace. Alexandria, VA: American Society for Training and Development.

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

Chamberlin, S. A. and Coxbill, E. (2012). Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modeling. In L. Hatfield & R. Mayes (eds.), Quantitative reasoning and mathematical modeling: A driver for STEM integrated education and teaching in context. Wyoming Institute for the Study of Mathematics Education, Laramie, WY.

Chamberlin, S. A. and S. M. Moon (2005). "Model-Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians." Journal of Advanced Academics **17**: 37-47.

Chamberlin, S. A., and Moon, S. M. (2008). How does the problem based learning approach compare to the model-eliciting activity approach in mathematics?. [Online]. International Journal for Mathematics Teaching and Learning.

Clyde, C.G. (1967).Teaching mathematics in elementary school. New York: The Ronal Press Company.

Donald, R., Kerr, Jr., and others. (1993). Mathematical model to provide application in the classroom. *In Application in School Mathematics.* Pp. 45-51. VA: NCTM.

Doyle. (1981). Using an advance organizer to anchor a subsuming function concept to facilitate learning, transfer, and retention in remedial college mathematics. [Online]. Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 42-05A.

Eggen,& Kauchak. (1999). Educational Psychology: Windows on Classroom**.**

English, Lyn et al. (2008). Handbook of International Research in Mathematics Education Second Edition. Routledge, New York.

Fong, L. (2009). Enhancing Dynamics Courses with Model Eliciting Activities.

Gagne, R. M. (1970). The Conditions of Learning. New York: Holt Rinehart and Winston.

Garfield, J., et al. (2012). Inventing and Testing Models: Using Model-Eliciting Activities. from http://serc.carleton.edu/sp/library/mea/index.html.

Georgette, J. P. (2013). Active Learning using Model-Eliciting Activities and Inquiry-Based Learning Activities in Dynamics., The Faculty of California Polytechnic State University. Master of Science in Mechanical Engineering.

Griffin, E. A. (1989). The Use and Transfer of Learning Strategies in the Classroom**.** [Abstract]. Doctoral dissertation, Dartmouth College. Retrieved December 18, 2003, from DAO, Abstract No. AAI 9011323

Hamilton, E., et al. (2008). Model-Eliciting Activities (MEAs) as a Bridge Between Engineering Education Research and Mathematics Education Research. **1**(2).

Heimer, R.T. and Trueblood, C.R. (1978). Strategies for teaching children mathematics. Reading Mass: Addison Wesley.

Hilgard, E. R . (1962). Introduction to Psychology . 3 rd ed . Newyork: Harcourt, Brace & world.

Hunter, M. (1995). Teach for transfer. CA: Corwin.

Hung W. (2013). New Directions for Adult and Continuing Education: A Learning Environment for Enhancing Learning Transfer.(pp. 27-38).

Iversen, S. M. and C. J. Larson (2006). Simple Thinking using Complex Math vs. Complex Thinking using Simple Math – A study using Model Eliciting Activities to compare students' abilities in standardized tests to their modelling abilities. ZDM **38**(3).

Jitendra, A. K. and K. Hoff (1996). "The Effects of Schema-Based Instruction on the Mathematical Word-Problem-Solving Performance of Students with Learning Disabilities." Journal of Learning Disabilities **29**(4): 422-443.

Jitendra, A., DiPipi, C. M., & Perron-Jones, N. (2002). An exploratory study of schema-based word-problem-solving instruction for middle school students with learning disabilities: An emphasis on conceptual and procedural understanding. The Journal of Special Education, 36, 23–38.

Kennedy, L. M., et al. (2008). Guiding Children's Learning of Mathematics 11th edition. United States of America, Thomson Wadsworth.

Klausmeier, Herbert J. (1985). Educational Psychology**.** 5thed.New York: Harper & Row.

Krulik, S. and Rudnick, J.A. (1993). Reasoning and problem solving: a hand book for Elementary school teacher. Boston: Allyn and Bacon.

Lesh, R., Landau, M. & Hamilton, E. (1983). Conceptual models in applied mathematical problem solving. In R. Lesh, & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 263-343). New York: Academic Press.

Lesh, R., et al., (2000) Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education.* (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.

Lesh, R. and Doerr, H. M. (Eds.). (2003). Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R. & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of models and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. In H. Chick & J. Vincent (Eds.), Proceedings of the 29th Annual Conference of the International Group f

Chulalongkorn University

Lesh, R., et al. (2010). Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies, Springer New York Dordrecht Heidelberg London.

Marie, N. K. (1995). Characteristics of social Work Student Influencing Transfer of Learning From Classrom to Field Field Placement**.** Dissertation Abstracts Internationnal, Volume: 57-01,section: a

Mayer, R. E. (1992). Cognition and instruction: Their historic meeting within educational psychology. Journal of Educational Psychology, 84,405-412.

McKeough, A. (1995). Teaching for transfer: Fostering generalization in learning. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

McNeil, N. M. and E. R. Fyfe (2012). "Concreteness fading" promotes transfer of mathematical knowledge. Learning and Instruction **22**(6): 440-448.

Mousoulides, N., et al. 2006. Improving Mathematical Knowledge through Modeling in Elementary Schools. PME **30**: 201-208.

Şener, S., et al. (2015). "World Conference on Technology, Innovation and EntrepreneurshipThe Example-Problem-Based Learning Model: Applying Cognitive Load Theory." Procedia - Social and Behavioral Sciences **195**: 872-880.

Munn. (1962). Introduction to psychology. Boston: Houghton Mifflin Company. Norman, D. A., Rumelhart, D. E., and the LNR Research Group. (1975). Explorations in cognition. San Francisco: Freeman.

NCTM (1991). Professional Standards for Teaching Mathematics. Virginia, Reston.

NCTM (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Virginia, Reston.

Norman, D. A., Rumelhart, D. E., and the LNR Research Group. (1975). Explorations in cognition. San Francisco: Freeman.

Ormrod, J. E. (1998). Educational Psychology: Developing Learners. Upper Saddle River, N.J.:, Prentice Hall.

Pedersen, S., & Liu, M. (2002). The transfer of problem-solving skills from a problem based learning environment: The effect of modeling an expert's cognitive processes. Journal of Research on Technology, 35, 303-320.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Perkins, D. N. & Salomon, G. (1987). Transfer and teaching thinking. In: Perkins D N, Lochhead J, Bishop J (eds.) 1987 Thinking: The second international conference (pp. 285-303). Erlbaum, Hillsdale , New Jersey.

Perkins, D. N., & Salomon, G. (1992). Transfer of learning. In International encyclopedia of education, 2nd ed. Oxford, UK: Pergamon Press.

Polya, G. (1973). How to solve it: a new aspect of mathematical method. New Jersey: Princeton University Press.

Rey, R. E.; Suydam M. N.; & Lindquist, M. M. (1995). Helping Children Learn Mathematics. 4thed. Boston: Allyn and Bacon.

Schwartz, D. L., & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for future learning: The hidden efficiency of encouraging original student production in statistics instruction. Cognition and Instruction, 22(2),129-184.

Schwartz, D. L., Sears, D., & Chang, J. (2007). Reconsidering prior knowledge. In M. Lovett and P. Shah (Eds.), Thinking with Data(pp. 319-344). New York: Erlbaum

Schwartz, D. L., Varma, S., & Martin, L. (2008). Dynamic transfer and innovation. S. Vosniadou (Ed.), Handbook of Conceptual Change(pp. 479-506). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Scott A. Chamberlin, Emmy Coxbill (2012). Using model-Eliciting Activities to Introduce Upper Elementary Students to Statistical Reasoning and Mathematical Modeling.

Showalter, Q. (2008). The effect of model-eliciting activities on problem solving process and student disposition toward mathematics. Mathematics Education, University of Kansas. graduate degree program in Education: 112.

Sternberg, R. J., & Williams, W. M. (2002). Educational Psychology. Boston: Allyn-Bacon.

Stohlmann, M. (2013). Integrated STEM Model-Eliciting Activities- Developing 21st Century Thinkers.

Suydam, M.N. (1980). Untangling Clues From Research on Problem Solving. In S Krulik and R. E. Reys (Eds). Yearbook. Problem Solving in School Mathematics. Virginia: NCTM.

Tougaw, P. W. (1994). A study of effect of using an open Approach to teaching mathematics upon the mathematical problem solving behaviors of secondary school students. Dissertation Abstracts International 54, 8 (February): 2934-A

Wilson, T. D., Lisle, D., Schooler, J., Hodges, S. D., Klaaren, K. J., & LaFleur, S. J. (1993). Introspecting about reasons can reduce post-choice satisfaction. Personality and Social Psychology Bulletin, 19, 331-339.

Wittrock, M. C. & Eva, L.B. (1991). Testing and Cognition. New Jercy: Prentice-Hall.

Yildirim, T. P., et al. (2010). Model-Eliciting Activities Assessing Engineering Student Problem Solving and Skill Integration Processes. 26(4): 831–845.

กรมวิชาการ (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร:

กรมวิชาการ (2544). การแก้ปัญหาคณิตสาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรงศึกษาธิการ

กนิษฐา ศรีวชิโรทัย (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โฆษิต จตุรัสวัฒนากูล (2543). ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ซูรูยา สัสดีวงศ์ (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. หลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ครุศาสตรมหาบัณฑิต.

ณัฐิกานต์ รักนาค (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา การให้เหตุผล และการเชื่อมโยงของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทรงชัย อักษรคิด (2555). การแก้ปัญหาและการตั้งปัญหาทางคณิตศาสตร์ Mathematical Problem Solving and Problem Posing. กรุงเทพมหานคร: บริษัท วิสต้า อินเตอร์ปริ้น จากัด.

ประสาร ทิพย์ธารา (2520). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ปรัชญานันท์ นิลสุข (2544). ผลของการเชื่อมโยงและรูปแบบเว็บเพจในการเรียนการสอนด้วยเว็บที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การแก้ปัญหา และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักศึกษาที่มีกระบวนการเรียนรู้แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2542). จิตวิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อสาร กรุงเทพฯ.

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: พัฒนศึกษา.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ไพจิตร สดวกการ (2538). ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียน รู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต.สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุพิน พิพิธกุล (2542) การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์. 485-486

วันชัย กิติศรีวรพันธุ์ (2526). การเปรียบเทียบการถ่ายโงการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้โฟร์แฮนด์วอลเลย์ที่มีต่อการเรียนโฟร์แฮนด์กับการเรียนรู้โฟร์แฮนด์ที่มีต่อการเรียนโฟร์แฮนด์วอลเลย์ในกีฬาเทนนิส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์(กับการสอน). วารสารคณิตศาสตร์ 500 - 502(พฤษภาคม - กรกฎาคม): 41 – 52.

ศิลปะชัย สุวรรณธาดา. (2538). การเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเดช บุญประจักษ์ (2544). แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์. (พฤศจิกายน- ธันวาคม 2544): 33-37.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน, กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพเส้นทางสู่ความสาเร็จ. กรุงเทพมหานคร: 3-คิว มีเดีย.

สิริพร ทิพย์คง (2536). การแก้ปัญหา. เอกสารคำสอนวิชา 158522: ทฤษฎีและวิธีสอนวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิริพร ทิพย์คง (2555) หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.

สิรีรัศมิ์ ผลขวัญโชติกา (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ครุศาสตรมหาบัณฑิต.

สุนทรีย์ สมมะโน (2553). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ครุศาสตรมหาบัณฑิต.

สุภาภรณ์ ใจสุข (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. หลักสูตรและการสอน,บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต.

สุรางค์ โค้วตระกูล (2544). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

อนุชา เงินแพทย์ (2534). การเปรียบเทียบการถ่ายโยงการเรียนรู้ระหว่างการเรียนเทเบิลเทนนิสที่มีต่อการเรียนเทนนิสกับการเรียนแบดมินตันที่มีต่อการเรียนเทนนิส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิชญา ลือชัย (2555). การวิเคราะห์ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี พันธ์มณี (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอน . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ต้นอ้อ.

อเนกกุล กรีแสง (2522). จิตวิทยาการศึกษา . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พิฆเณศ.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหาของคำถาม ความเหมาะสมของภาษา และความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน เพื่อให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

อาจารย์ ดร. ไพโรจน์ น่วมนุ่ม	อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์ ดร. อรรถศาสตร์ นิมิตรพันธ์	อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อาจารย์ ดร. ศันสนีย์ เณรเทียน	อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาจารย์พรทิพย์ พันตา	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
อาจารย์จำเริญ อนันตธรรมรส	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดราชบพิธ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนว Model-Eliciting Activities

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่อง การนำไปใช้
ผู้สอน นางสาววิษาร์ เลิศสมิตพร จำนวน 1 ชั่วโมง

---

1. สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ม.2/4 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนสัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

1. แก้ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
2. แก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เรื่องร้อยละได้
3. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. หาองค์ประกอบสำคัญรวมถึงวางแผนเพื่อแก้ปัญหาได้
2. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาอธิบาย และสร้างสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาได้
3. ใช้สัญลักษณ์และภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเห็นถึงคุณค่าของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและฟังความคิดเห็นของเพื่อน
3. นักเรียนกล้าคิด กล้าเสนอแนวคิด หรือ แสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ครูได้มอบหมาย

3. สาระสำคัญ

บทความ ความเป็นจริงในการขาย

ในความเป็นจริง การตั้งราคาสินค้าอาจไม่มีสูตรตายตัว ขึ้นกับต้นทุนที่ได้รับ และความพึงพอใจของกำไรที่จะได้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นเพียงพื้นฐานของแนวคิดว่า ถ้าต้องการตั้งราคาสินค้า มีอะไรบ้างที่จะต้องคำนึง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการขายสินค้านั้น เราไม่อาจคิดเพียงแค่ว่า ราคาขาย = ต้นทุน + กำไร เพราะเมื่อถึงสถานการณ์จริง จะต้องมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลกระทบต่อการขาย เราจึงต้องตั้งราคาเพื่อรองรับสถานการณ์ที่มากระทบนั้น เช่น

การเพิ่มค่าคอมมิชชั่นลงในราคาขาย การขายบางอย่างต้องอาศัยเซล ในการขาย ดังนั้น คอมมิชชั่น จึงต้องเพิ่มเข้าไปในราคาด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นค่าคอมมิชชั่นให้กับเซล ซึ่งระบบคอมมิชชั่นและ การกำหนดราคาขายจึงต้องสอดคล้องกัน และ ต้องไม่ทำให้ขาดทุน หรือ กำไรน้อยกว่าที่ต้องการมากนัก

บวกราคาเพิ่มเพื่อต่อรอง ถ้าเป็นสินค้าที่ไม่ได้อยู่ในห้าง ส่วนใหญ่จะมีการต่อรองได้ ก็ต้องกำหนด ราคาค่าต่อรองให้กับลูกค้าด้วย เช่น อาจจะต่อรองได้ไม่เกิน 9 บาท 10 บาท หรือ ต่อรองได้ 5% เป็นต้น ก็แล้วแต่วิธีคิด ซึ่งก็ต้องมีเผื่อไว้ในราคาขายด้วยเช่นกัน บางคนไม่เผื่อก็จะขายได้ยากขึ้น เพราะว่าคนไทยชอบต่อรอง

กำหนดราคาขายต่ำสุดที่ยอมรับได้ ไม่ว่าราคาขายจะเป็นเช่นใด การต่อรองย่อมมี บางครั้งต่อรองเกินกว่าจำนวนเงินที่บวกเพิ่มเข้าไปเพื่อให้ลูกค้าต่อรอง ดังนั้น การขายจึงมีการตั้งราคาต่ำสุดที่จะยอมรับได้ ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ขายสามารถ ลดราคาต่างๆได้เท่าที่สามารถ แต่เนื่องจากสินค้าอาจจะมีจำนวนหลายประเภท หลายชิ้น หรือ อาจจะไม่สามารถหาจากสมุดได้ ดังนั้น ป้ายราคาจึงกลายมาเป็นตัวจดราคาขายต่ำสุดที่จะสามารถขายได้ไป ทั้งนี้ เราจะเห็นว่า ป้ายราคาต่างๆ จะมีรหัสแปลกๆ อยู่ข้างๆ นั่นคือราคาขายต่ำสุดที่เขาสามารถขายได้ หรือ จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่จะลดได้ เป็นต้น ทั้งนี้ ก็ขึ้นกับข้อตกลงในองค์กรต่างๆ หรือในการขายนั้นๆด้วย

การบวกราคาเพิ่มสร้างภาพลักษณ์ แต่ลดราคาเพื่อกระตุ้นการขาย บางสินค้าที่เราเห็นว่าเขา On Sale กันตลอด มีราคาต้นด้วย เขาก็จะเพิ่ม ราคา บวกเพิ่มเข้าไปก่อนที่จะลดลงมา ทั้งนี้เพื่อทำให้ภาพลักษณ์ของสินค้ากลายเป็นสินค้าราคาสูง ซึ่งสินค้าราคาสูงก็จะสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพสูงด้วย แต่กลับลดลงมาให้เป็นราคาปกติ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการซื้อ ซึ่งถ้าบอกว่ามีการลดราคา ก็จะเป็นจุดที่จะดึงดูดให้ผู้ซื้อเข้ามาดูได้ดีกว่า การขายสินค้าในราคาปกติ

หลังจากอ่านบทความแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1) ในการตั้งราคาสินค้า นักเรียนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยใดบ้าง

2) นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดร้านค้าถึงเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งที่ลดราคาสินค้าตลอด

3) ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของสินค้า นักเรียนจะคำนวณราคาที่จะติดในป้ายราคาสินค้าอย่างไร

คลองสานพลาซ่า แหล่งช๊อปปิ้งย่านฝั่งธนฯ ตั้งอยู่บริเวณท่าเรือคลองสาน ริมแม่น้ำเจ้าพระยา การเดินทางสะดวกสบาย มีสินค้าหลากหลายให้เลือกซื้อ ตั้งแต่ของกินยันของใช้ รวมถึงมีเสื้อผ้าให้เลือกซื้อหลายร้านทั้งของผู้ชายและผู้หญิง ที่สำคัญคือ สินค้าที่นี่ ราคาไม่แพง

จากรูป เป็นร้านเสื้อผ้าร้านแนวหวานๆในคลองสานพลาซ่า มีราคาเสื้อผ้าประมาณ 150 – 350 บาท โดยมากเมื่อมีคนต่อรองราคา ร้านค้าจะลดราคาลง 15%

ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านค้า และต้องกำไร 40% ที่ได้จากการขายสินค้าหลังจากลดราคาแล้ว นักเรียนจะมีสูตรการตั้งราคาสินค้าอย่างไร

สูตรการตั้งราคาสินค้า

ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า โดยอธิบายถึงวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 อ่านบทความ และตอบคำถามเตรียมความพร้อม

1. ครูกระตุ้นความสนใจของโดยให้นักเรียนอ่านบทความเรื่อง ความเป็นจริงในการขาย ในใบกิจกรรม แล้วทำความเข้าใจด้วยตนเอง แล้วจึงอภิปรายร่วมกัน
2. ครูให้นักเรียนให้พิจารณาและตอบคำถามเตรียมความพร้อมเกี่ยวกับความเป็นจริงในการขาย โดยการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นที่ 2 จัดการสถานการณ์ปัญหา

3. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 – 4 คน แล้วให้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นการวางแผนการตั้งราคาขายของร้านเสื้อผ้าที่ตลาดคลองสาน
4. นักเรียนร่วมกันคิดวิธีการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้าในกลุ่ม
5. ครูคอยช่วยเหลือนักเรียนด้วยการตอบคำถามที่นักเรียนถามแล้วให้นักเรียนคิดคำตอบในทิศทางของพวกเขาเองโดยหลีกเลี่ยงการถามหรือการแสดงความคิดเห็นที่ชี้นำนักเรียนไปสู่สูตรการตั้งราคาสินค้าที่เฉพาะเจาะจง พร้อมทั้งสังเกตนักเรียน ศึกษาถึงวิธีการที่นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาเพื่อใช้ถามในระหว่างการนำเสนอ และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินผล

ขั้นที่ 3 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

6. เมื่อนักเรียนสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้าเสร็จ แต่ละกลุ่มเขียนวิธีการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้าในรูปแบบเอกสาร แล้วออกไปนำเสนอวิธีการหน้าชั้นเรียน โดยครูจะสังเกตกลุ่มที่มีแนวการแก้ปัญหาเดียวกันออกไปนำเสนอพร้อมกัน
7. นักเรียนทุกคนจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสูตรการตั้งราคาสินค้าที่แตกต่างกัน มโนทัศน์คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และประสิทธิผลของวิธีการที่ตอบสนองต่อความต้องการของบริษัท

8. ในขณะนำเสนอ ครูคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจฟังและทำความเข้าใจสูตรการตั้งราคาสินค้าของกลุ่มอื่น และพิจารณาถึงวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ มีข้อดีและข้อด้อยอย่างไร โดยให้บันทึกลงใน”แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง”

ขั้นที่ 4 ประเมินผล

9. ครูให้นักเรียนประเมินการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้าของกลุ่มตนเองว่ามีข้อดีและข้อด้อยอย่างไร รวมถึงวิธีการปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยให้บันทึกลงใน”แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง”
10. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ และทักษะที่ใช้ แล้ว บันทึกลงใน”แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง”
11. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาที่วีมิธีแก้ปัญหาคล้ายกันกับปัญหาในกิจกรรม

5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ใบกิจกรรม “ความเป็นจริงในการขาย” (สำหรับกลุ่มทดลอง) “ความเป็นจริงในการขาย”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. บันทึกการสอน

กลุ่มทดลอง

ผลการสอน	
ขั้นที่ 1 อ่านบทความ	
ขั้นที่ 2 ตอบคำถามเตรียมความพร้อม	
ขั้นที่ 3 จัดการสถานการณ์ปัญหา	
ขั้นที่ 4 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	
ขั้นที่ 5 ประเมินผล	
การวัดและประเมินผล	
ใบกิจกรรม “ความเป็นจริงในการขาย”	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลงชื่อ.....

(นางสาววิษาร์ เลิศสมิตพร)

ผู้สอน

ความเป็นจริงในการขาย

ในความเป็นจริง การตั้งราคาสินค้าอาจไม่มีสูตรตายตัว ขึ้นกับต้นทุนที่ได้รับ และความพึงพอใจของกำไรที่จะได้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นเพียงพื้นฐานของแนวคิดว่า ถ้าต้องการตั้งราคาสินค้า มีอะไรบ้างที่จะต้องคำนึง

ในการขายสินค้านั้น เราไม่อาจคิดเพียงแค่ว่า ราคาขาย = ต้นทุน + กำไร เพราะเมื่อถึงสถานการณ์จริง จะต้องมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลกระทบต่อการขาย เราจึงต้องตั้งราคาเพื่อรองรับสถานการณ์ที่มากระทบนั้น เช่น

การเพิ่มค่าคอมมิชชั่นลงในราคาขาย การขายบางอย่างต้องอาศัยเซล ในการขาย ดังนั้น คอมมิชชั่น จึงต้องเพิ่มเข้าไปในราคาด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นค่าคอมมิชชั่นให้กับเซล ซึ่งระบบคอมมิชชั่นและ การกำหนดราคาขายจึงต้องสอดคล้องกัน และ ต้องไม่ทำให้ขาดทุน หรือ กำไรน้อยกว่าที่ต้องการมากนัก

บวกราคาเพิ่มเพื่อต่อรอง ถ้าเป็นสินค้าที่ไม่ได้อยู่ในห้าง ส่วนใหญ่จะมีการต่อรองได้ ก็ต้องกำหนด ราคาค่าต่อรองให้กับลูกค้าด้วย เช่น อาจจะต่อรองได้ไม่เกิน 9 บาท 10 บาท หรือ ต่อรองได้ 5% เป็นต้น ก็แล้วแต่วิธีคิด ซึ่งก็ต้องมีเผื่อไว้ในราคาขายด้วยเช่นกัน บางคนไม่เผื่อก็จะขายได้ยากขึ้น เพราะว่าคนไทยชอบต่อรอง

กำหนดราคาขายต่ำสุดที่ยอมรับได้ ไม่ว่าราคาขายจะเป็นเช่นใด การต่อรองย่อมมี บางครั้งต่อรองเกินกว่าจำนวนเงินที่บวกเพิ่มเข้าไปเพื่อให้ลูกค้าต่อรอง ดังนั้น การขายจึงมีการตั้งราคาต่ำสุดที่จะยอมรับได้ ทั้งนี้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ขายสามารถ ลดราคาต่างๆได้เท่าที่สามารถ แต่เนื่องจากสินค้าอาจจะมีจำนวนหลายประเภท หลายชิ้น หรือ อาจจะไม่สามารถหาจากสมุดได้ ดังนั้น ป้ายราคาจึงกลายมาเป็นตัวจดราคาขายต่ำสุดที่จะสามารถขายได้ไป ทั้งนี้ เราจะเห็นว่า ป้ายราคาต่างๆ จะมีรหัสแปลกๆ อยู่ข้างๆ นั่นคือราคาขายต่ำสุดที่เขาสามารถขายได้ หรือ จำนวนเปอร์เซ็นต์ที่จะลดได้ เป็นต้น ทั้งนี้ ก็ขึ้นกับข้อตกลงในองค์กรต่างๆ หรือในการขายนั้นๆด้วย

การบวกราคาเพิ่มสร้างภาพลักษณ์ แต่ลดราคาเพื่อกระตุ้นการขาย บางสินค้าที่เราเห็นว่า เขา On Sale กันตลอด มีราคาต้นด้วย เขาก็จะเพิ่ม ราคา บวกเพิ่มเข้าไปก่อนที่จะลดลงมา ทั้งนี้เพื่อทำให้ภาพลักษณ์ของสินค้ากลายเป็นสินค้าราคาสูง ซึ่งสินค้าราคาสูงก็จะสะท้อนให้เห็นถึงคุณภาพสูงด้วย แต่กลับลดลงมาให้เป็นราคาปกติ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการซื้อ ซึ่งถ้าบอกว่ามีการ ลดราคา ก็จะเป็นจุดที่จะดึงดูดให้ผู้ซื้อเข้ามาดูได้ดีกว่า การขายสินค้าในราคาปกติ

หลังจากอ่านบทความแล้ว ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1) ในการตั้งราคาสินค้า นักเรียนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยใดบ้าง

2) นักเรียนคิดว่า เพราะเหตุใดร้านค้าถึงเติบโตอย่างรวดเร็ว ทั้งที่ลดราคาสินค้าตลอด

3) ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของสินค้า นักเรียนจะคำนวณราคาที่จะติดในป้ายราคาสินค้าอย่างไร

คลองสานพลาซ่า แหล่งช๊อปปิ้งย่านฝั่งธนฯ ตั้งอยู่บริเวณท่าเรือคลองสาน ริมแม่น้ำเจ้าพระยา การเดินทางสะดวกสบาย มีสินค้าหลากหลายให้เลือกซื้อ ตั้งแต่ของกินยันของใช้ รวมถึงมีเสื้อผ้าให้เลือกซื้อหลายร้านทั้งของผู้ชายและผู้หญิง ที่สำคัญคือ สินค้าที่นี่ ราคาไม่แพง

จากรูป เป็นร้านเสื้อผ้าร้านแนวหวานๆในคลองสานพลาซ่า มีราคาเสื้อผ้าประมาณ 150 – 350 บาท โดยมากเมื่อมีคนต่อรองราคา ร้านค้าจะลดราคาลง 15%

ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้านค้า และต้องกำไร 40% ที่ได้จากการขายสินค้าหลังจากลดราคาแล้ว นักเรียนจะมีสูตรการตั้งราคาสินค้าอย่างไร

สูตรการตั้งราคาสินค้า

ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า โดยอธิบายถึงวิธีการสร้าง องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ และการดำเนินการ และวิธีการใช้งานสูตรอย่างละเอียด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบประเมินกิจกรรมและประเมินตนเอง

1. ให้นักเรียนเลือกกลุ่มที่สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ ที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องเหมาะสมและดีที่สุด และกลุ่มที่อยากแก้ไขมากที่สุด อย่างละกลุ่ม พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ (โดยไม่เกี่ยวกับวิธีการนำเสนอ)

กลุ่ม_____ ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา	กลุ่ม_____ ส่วนที่นักเรียนชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา ส่วนที่นักเรียนไม่ชอบชอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหา

2. หลังจากการฟังการนำเสนอสูตรการตั้งราคาสินค้า ของเพื่อน นักเรียนอยากจะปรับปรุงวิธีการของตนเองหรือไม่ อย่างไร และถ้านักเรียนไม่ต้องการปรับปรุง ให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบ

3. นักเรียนใช้เนื้อหาความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า อะไรบ้าง

4. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการสร้างสูตรการตั้งราคาสินค้า มากน้อยแค่ไหน ให้นักเรียนอธิบาย

Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แผนการจัดการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่อง การนำไปใช้
ผู้สอน นางสาววิษาร์ เลิศสมิตพร จำนวน 1 ชั่วโมง

---

1. สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

ม.2/4 ใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนสัดส่วน และร้อยละในการแก้โจทย์ปัญหา

2. จุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถ

ด้านความรู้

1. แก้โจทย์ปัญหาโดยใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
2. ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ

1. หาองค์ประกอบสำคัญรวมถึงวางแผนเพื่อแก้ปัญหาได้
2. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำมาอธิบาย และสร้างสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาได้
3. ใช้สัญลักษณ์และภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอความสัมพันธ์ขององค์ประกอบสำคัญของสูตรหรือสมการในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน และเห็นถึงคุณค่าของเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
2. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและฟังความคิดเห็นของเพื่อน
3. นักเรียนกล้าคิด กล้าเสนอแนวคิด หรือ แสดงความคิดเห็น และนำเสนอหน้าชั้นเรียนได้
4. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ครูได้มอบหมาย

3. สาระสำคัญ

ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์เป็นอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณใดปริมาณหนึ่งกับ 100 เช่น

ร้อยละ 25 หรือ 25% เท่ากับ $25 : 100$ หรือ $\frac{25}{100}$

ร้อยละ 220 หรือ 220% เท่ากับ $220 : 100$ หรือ $\frac{220}{100}$

ในทางกลับกัน เราสามารถเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละ เช่น

$$3:5=\frac{3}{5}=\frac{3\times12.5}{8\times12.5}=\frac{37.5}{100}=37.5\%$$

$$1.75:2.5=\frac{1.75}{2.5}=\frac{1.75\times40}{2.5\times40}=\frac{70}{100}=70\%$$

เมื่อกล่าวถึงร้อยละ เราควรระบุว่าเป็นร้อยละของจำนวนใด เพราะร้อยละที่เท่ากันของจำนวนที่ต่างกัน จะมีค่าไม่เท่ากัน เช่น

ร้อยละ 5 ของ 200 เท่ากับ $\frac{5}{100}\times200=10$

ร้อยละ 5 ของ 300 เท่ากับ $\frac{5}{100}\times300=15$

ในทางกลับกัน เมื่อกำหนดร้อยละที่ไม่ต่างกันของจำนวนที่ต่างกัน อาจมีค่าเท่ากันได้ เช่น

ร้อยละ 8 ของ 200 เท่ากับ $\frac{8}{100}\times200=16$

ร้อยละ 10 ของ 160 เท่ากับ $\frac{10}{100}\times160=16$

ตัวอย่างที่ 1 พ่อค้าคนหนึ่งซื้อข้าวกล้องและข้าวมันปูเพื่อนำมาผสมกันให้ได้ 100 กิโลกรัม เขาซื้อข้าวมันปูมากิโลกรัมละ 20 บาท ซื้อข้าวกล้องมากิโลกรัมละ 18 บาท เมื่อนำมาผสมกันแล้ว ขายไปได้กำไร 40% คิดเป็นกำไร 776 บาท อยากทราบว่าพ่อค้าซื้อข้าวแต่ละชนิดมาอย่างละกี่กิโลกรัม

วิธีทำ ให้พ่อค้าซื้อข้าวกล้อง x กิโลกรัม

และข้าวมันปู $100-x$ กิโลกรัม

ซื้อข้าวกล้องกิโลกรัมละ 18 บาท คิดเป็นเงิน $18x$ บาท

ซื้อข้าวมันปูกิโลกรัมละ 20 บาท คิดเป็นเงิน $20x(100-x)$ บาท

ขายไปได้กำไร 40% คิดเป็นเงิน 776 บาท

จะได้สมการเป็น $\frac{40}{100}[18x+20(100-x)] = 776$

$$\frac{2}{5}(18x+2{,}000-20x) = 776$$

$$\frac{2}{5}(2{,}000-2x) = 776$$

$$(2{,}000-2x) = 776\times\frac{5}{2}$$

$$2{,}000-2x = 1{,}940$$

$$-2x = 1{,}940-2{,}000$$

$$-2x = -60$$

$x = 30$

ตรวจสอบ ถ้าพ่อค้าซื้อข้าวกล้อง 30 กิโลกรัม จะซื้อข้าวมันปู 100 – 30 = 70 กิโลกรัม

ซื้อข้าวกล้อง 30 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 18 x 30 = 540 บาท

ซื้อข้าวมันปู 70 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 20 x 70 = 1,400 บาท

จะได้กำไร $\frac{40}{100}(540+1,400)=\frac{2}{5}\times 1,940=776$ บาท

ซึ่งเป็นจริงตามเงื่อนไขในโจทย์

ดังนั้น ซื้อข้าวกล้อง 30 กิโลกรัม และซื้อข้าวมันปู 70 กิโลกรัม

4. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับร้อยละในชีวิตประจำวัน เช่น ข้อมูลโภชนาการต่างๆ ที่บอกส่วนประกอบโดยประมาณในอาหารและยา เป็นต้น
2. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ร้อยละมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นนักเรียนจำเป็นต้องเข้าใจความหมายของร้อยละ และสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียน

ขั้นสอน

3. ครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบายเพื่อทบทวนให้นักเรียนเข้าใจว่า ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์เป็นอัตราส่วนที่แสดงการเปรียบเทียบปริมาณใดปริมาณหนึ่งกับ 100 เช่น ร้อยละ 25 หรือ 25% เท่ากับ 25 : 100 หรือ $\frac{25}{100}$
4. ครูถามนักเรียนว่า ในทางกลับกันเราจะสามารถเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละได้อย่างไร
5. ครูใช้การถามตอบเพื่ออธิบายวิธีการเขียนอัตราส่วนให้อยู่ในรูปร้อยละโดยใช้ความรู้เรื่องการหาอัตราส่วนที่เท่ากัน เช่น $3:5 = \frac{3}{5} = \frac{3\times 12.5}{8\times 12.5}$ ซึ่งจะได้ร้อยละ 37.5 หรือ 37.5%
6. ครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบาย เพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ว่า

1) ร้อยละ a ของ b เท่ากับ $\frac{a}{100}\times b$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนนับ

2) ร้อยละที่เท่ากันของจำนวนที่แตกต่างไม่เท่ากัน เช่น ร้อยละ 5 ของ 200 เท่ากับร้อยละ 5 ของ 300

3) ร้อยละที่ไม่เท่ากันของจำนวนที่ต่างกัน อาจมีค่าเท่ากันได้ เช่น ร้อยละ 8 ของ 200 เท่ากับ ร้อยละ 10 ของ 16

4) เมื่อกล่าวถึงร้อยละ เราควรระบุว่าเป็นร้อยละของจำนวนใด

7. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่องอัตราส่วนร้อยละ หนังสือแบบเรียน ดัง**ตัวอย่างที่ 1**
8. ครูให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดจากโจทย์โดยการถามสิ่งที่โจทย์ต้องการหา และ ข้อมูลสำคัญที่จะช่วยแก้ปัญหา แล้วร่วมกันเขียนกันเป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการถามตอบ
9. ครูใช้การถามตอบเพื่อให้นักเรียนร่วมกันแปลงข้อมูลให้เป็นตัวแปรทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการแก้สมการที่สร้างได้
10. ครูให้นักเรียนตรวจความสมเหตุสมผลของคำตอบ และสรุปคำตอบร่วมกัน

ขั้นสรุป

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะของโจทย์วิธีการแก้โจทย์ปัญหาสมการเรียนกับร้อยละ
12. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ข้อ 1 – 6 จากหนังสือรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่เรียนในห้องเป็นการบ้าน

5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

6. บันทึกการสอน

กลุ่มควบคุม

การประเมินการเรียนรู้ ประเมินในประเด็นดังต่อไปนี้

การวัดผล	**การประเมินผล**
1) สังเกตการนำเสนอ การตอบคำถาม การอภิปราย และการมีส่วนร่วมในกิจกรรมเกี่ยวกับร้อยละ	
2) ความถูกต้องในการทำแบบฝึกหัด	
3) มีความรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย ส่งงานตรงต่อเวลา	

บันทึกหลังการสอน

ผลการสอน.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไข.....

.....

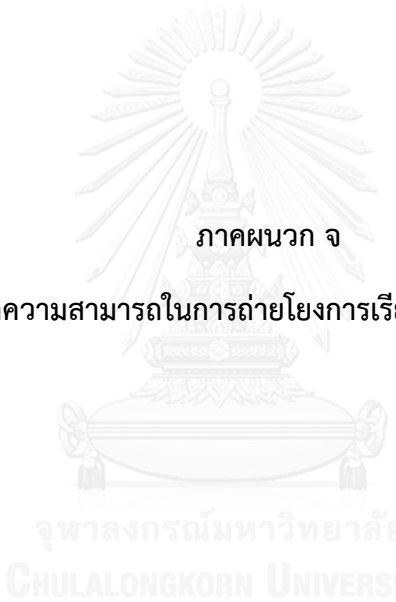
.....

ลงชื่อ.....

(นางสาววิฬาร์ เลิศสมิตพร)

ผู้สอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ ก่อนเรียนและหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. **สถานการณ์ปัญหา :** ค่าโดยสารรถแท็กซี่

ในการคิดค่าโดยสารรถแท็กซี่ มีรายละเอียด ดังนี้

- ราคาเริ่มต้นเมื่อขึ้นรถ 35 บาท
- จะคิดราคาเพิ่มขึ้นตามค่าของตัวเลขที่ปรากฏในมิเตอร์
- มิเตอร์จะขึ้นครั้งละ 2 บาท ทุกๆระยะทาง 360 เมตร หรือช่วงรถติด 1 นาที

หากโดยสารรถแท็กซี่จากบ้านไปถึงโรงเรียนเสียค่าโดยสาย 159 บาท โดยที่มีช่วงเวลารถติด 10 นาที ดังนั้น ระยะทางจากบ้านถึงโรงเรียนคิดเป็นกี่กิโลเมตร

1) จากที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนเคยมี**ประสบการณ์**หรือเคยพบเห็นสิ่งที่คล้ายกันจากที่ไหน <u>ที่ช่วยในการแก้ปัญหานี้</u> ให้นักเรียนเขียน ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความ และเติมข้อความให้สมบูรณ์

☐ ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ_____

☐ โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____

☐ เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ _____

☐ อื่นๆ_____

2) **ประสบการณ์**ที่เคยพบเห็น(ในข้อ1) **คล้าย**กับปัญหาค่าโดยสารรถแท็กซี่ข้างต้น อย่างไร

_____

_____

3) **ประสบการณ์**ที่เคยพบเห็น(ในข้อ1) **ต่าง**จากปัญหาค่าโดยสารรถแท็กซี่ข้างต้น อย่างไร

_____

_____

4) ถ้าต้องการแก้ปัญหาค่าโดยสารรถแท็กซี่ข้างต้น นักเรียนจะนำ**ความรู้คณิตศาสตร์**เรื่องอะไรมาใช้ได้

_____

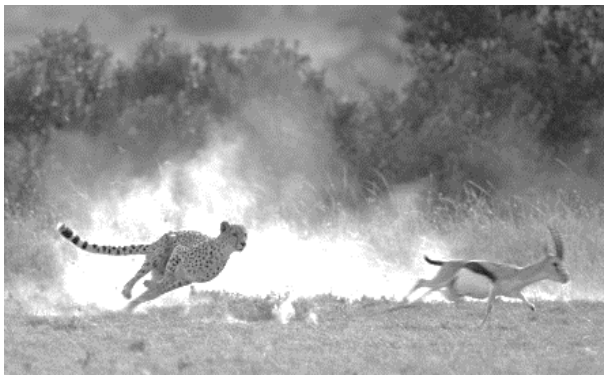
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5) จาก**ประสบการณ์**(ในข้อ1,2,3)และ**ความรู้คณิตศาสตร์** (ในข้อ4) ที่นักเรียนกล่าวมา จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาค่าโดยสารรถแท็กซี่ข้างต้นอย่างไร (โดยเขียนเฉพาะแนวทางหรือวาดแผนภาพแสดงแนวคิด)

6) ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา (โดยใช้แนวทางจากข้อ5)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. สถานการณ์ปัญหา : การออกล่าของเสือชีตาห์



เสือชีตาห์(Chetah) เป็นสัตว์ที่วิ่งได้เร็วที่สุดในโลก วิ่งได้เร็วประมาณ 110 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อาศัยอยู่ในทุ่งหญ้าสะวันนา ซึ่งสัตว์ที่มักจะตกเป็นเหยื่อคือกวางทอมสัน กาเซลล์ (Thomson's Gazelle) หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า กวางกาเซลล์ ซึ่งวิ่งได้เร็วประมาณ 85 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

เมื่อเสือชีตาห์ ย่องเข้าไปใกล้เยื่อจนอยู่ในระยะประมาณ 100 เมตร แล้วออกวิ่งล่าอย่างรวดเร็ว พร้อมกับกวางกาเซลล์ที่ออกวิ่งหนีอย่ารวดเร็วเช่นกัน โดยเสือชีตาห์และกวางกาเซลล์ไล่ล่ากันไปในทางตรงเดียวกัน แล้วเสือชีตาจะใช้เวลากี่นาที ในการไล่ตามเหยื่อให้ทัน

1) จากที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหาข้างต้น นักเรียนเคยมี**ประสบการณ์**หรือเคยพบเห็นสิ่งที่คล้ายกันจากที่ไหน <u>ที่ช่วยในการแก้ปัญหานี้</u> ให้นักเรียนเขียน ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความ และเติมข้อความให้สมบูรณ์

   ☐ ตัวอย่างที่ครูสอน เกี่ยวกับ_____
   ☐ โจทย์ในแบบฝึกหัด/การบ้าน เกี่ยวกับ _____
   ☐ เหตุการณ์ในชีวิตจริง เกี่ยวกับ _____
   ☐ อื่นๆ_____

2) **ประสบการณ์**ที่เคยพบเห็น(ในข้อ1) **คล้าย**กับปัญหาการออกล่าของเสือชีตาห์ข้างต้น อย่างไร

_____

_____

3) **ประสบการณ์**ที่เคยพบเห็น(ในข้อ1) **ต่าง**จากปัญหาการออกล่าของเสือชีตาห์ข้างต้น อย่างไร

_____

_____

4) ถ้าต้องการแก้ปัญหาการออกล่าของเสือชีตาห์ข้างต้น นักเรียนจะนำ**ความรู้คณิตศาสตร์**เรื่องอะไรมาใช้ได้

_____

5) จาก**ประสบการณ์**(ในข้อ1,2,3)และ**ความรู้คณิตศาสตร์**(ในข้อ4)ที่นักเรียนกล่าวมา จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาการออกล่าของเสือชีตาห์ข้างต้น อย่างไร (โดยเขียนเฉพาะแนวทางหรือวาดแผนภาพแสดงแนวคิด)

6) ให้นักเรียนแสดงวิธีแก้ปัญหา (โดยใช้แนวทางจากข้อ5)

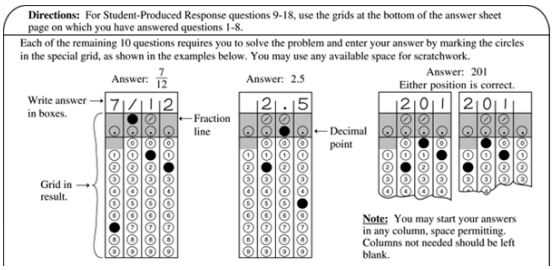
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. SAT คือ ข้อสอบมาตรฐานที่มหาวิทยาลัยทั้งในต่างประเทศและหลักสูตรนานาชาติในประเทศไทยส่วนใหญ่ ใช้ประกอบการสมัครเข้าเรียนระดับปริญญาตรี โดยข้อสอบประ 3 ด้านด้วยกันคือ การอ่านเชิงวิเคราะห์, คณิตศาสตร์ และ การเขียน



พิจารณาเฉพาะข้อสอบคณิตศาสตร์ มีวิธีคิดคะแนนแบบ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดติดลบ $\frac{1}{4}$ คะแนน ไม่ตอบได้ 0 คะแนน

ถ้าผู้เข้าสอบคนหนึ่งทำข้อสอบด้านคณิตศาสตร์ไปทั้งหมด 28 ข้อ และได้คะแนน 18 คะแนน ผู้เข้าสอบคนคนนี้ทำข้อสอบถูกทั้งหมดกี่ข้อ

1) ทำความเข้าใจปัญหา

- ให้นักเรียนระบุที่สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้

_____

_____

_____

- พร้อมทั้งระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) วางแผนแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนแปลงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

_____

_____

_____

_____

_____

3) ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4) ตรวจสอบพร้อมทั้งสรุปคำตอบ

_____

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. สวนสนุกเฮอร์สชี่(Hersheypark) เป็นสวนสนุกอันดับหนึ่งในสหรัฐอเมริกา มีเครื่องเล่นยอดนิยมคือรถไฟเหาะสตรอมรันเนอร์ (Storm Runner) รถไฟจะวิ่งไต่ขึ้นจนถึงยอด แล้วพักชักครู่ จากนั้น จะเคลื่อนที่ลงอย่างรวดเร็วจนถึงพื้นราบเป็นระยะทาง 180 ฟุต เป็นเวลา 2 วินาที ต้องการทราบว่าถ้าเพิ่มความเร็วของรถไฟเหาะขึ้นอีก 40% เวลาในการเคลื่อนที่จะลดลงกี่วินาที(ตอบเป็นเศษส่วนจำนวนคละ)

1) ทำความเข้าใจปัญหา

- ให้นักเรียนระบุที่สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้

_____

_____

_____

- พร้อมทั้งระบุสิ่งที่โจทย์ถาม

_____

2) วางแผนแก้ปัญหา

- ให้นักเรียนแปลงข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการหรือแนวทางที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

_____

_____

_____

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3) ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4) ตรวจสอบพร้อมทั้งสรุปคำตอบ

_____

_____

_____

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

- ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้
- ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตารางที่ 17 แสดงผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ (ฉบับก่อนเรียน)

คำถามที่		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.1	1	1	1	1
	1.2	1	1	1	1
	1.3	1	1	1	1
	1.4	1	1	1	1
	1.5	0	1	1	0.67
	1.6	1	1	1	1
2	2.1	1	1	1	1
	2.2	1	1	1	1
	2.3	1	0	1	0.67
	2.4	1	0	1	0.67
	2.5	0	0	1	0.33
	2.6	1	0	1	0.67
3	3.1	1	1	1	1
	3.2	1	1	1	1
	3.3	1	0	1	0.67
	3.4	1	0	1	0.67
	3.5	0	0	1	0.33
	3.6	1	0	1	0.67
4	4.1	1	1	1	1
	4.2	1	1	1	1
	4.3	1	1	1	1
	4.4	1	1	1	1
	4.5	0	1	1	0.67
	4.6	1	1	1	1
5	5.1	1	1	1	1
	5.2	1	1	1	1
	5.3	1	1	1	1
	5.4	1	1	1	1
	5.5	0	1	1	0.67
	5.6	1	1	1	1
6	6.1	1	1	1	1
	6.2	1	1	1	1
	6.3	1	0	1	0.67
	6.4	1	0	1	0.67
	6.5	0	0	1	0.33
	6.6	1	0	1	0.67

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 18 แสดงผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ (ฉบับหลังเรียน)

คำถามที่		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.1	1	1	1	1
	1.2	1	1	1	1
	1.3	1	0	1	0.67
	1.4	1	0	1	0.67
	1.5	0	0	1	0.33
	1.6	1	0	1	0.67
2	2.1	1	1	1	1
	2.2	1	1	1	1
	2.3	1	1	1	1
	2.4	1	1	1	1
	2.5	0	1	1	0.67
	2.6	1	1	1	1
3	3.1	1	1	1	1
	3.2	1	1	1	1
	3.3	1	1	1	1
	3.4	1	1	1	1
	3.5	0	1	1	0.67
	3.6	1	1	1	1
4	4.1	1	1	1	1
	4.2	1	1	1	1
	4.3	1	0	1	0.67
	4.4	1	0	1	0.67
	4.5	0	0	1	0.33
	4.6	1	0	1	0.67
5	5.1	1	1	1	1
	5.2	1	1	1	1
	5.3	1	1	1	1
	5.4	1	1	1	1
	5.5	0	1	1	0.67
	5.6	1	1	1	1
6	6.1	1	1	1	1
	6.2	1	1	1	1
	6.3	1	1	1	1
	6.4	1	1	1	1
	6.5	0	1	1	0.67
	6.6	1	1	1	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลการประเมินคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 19 แสดงผลการประเมินความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

คำถามที่		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.1	1	1	1	1
	1.2	1	1	0	0.67
	1.3	1	1	1	1
	1.4	1	1	1	1
2	2.1	1	1	1	1
	2.2	1	0	1	0.67
	2.3	1	0	1	0.67
	2.4	1	0	1	0.67
3	3.1	1	1	1	1
	3.2	1	1	1	1
	3.3	1	1	1	1
	3.4	1	0	1	0.67
4	4.1	1	1	1	1
	4.2	1	1	1	1
	4.3	1	1	1	1
	4.4	1	1	1	1
5	5.1	1	1	1	1
	5.2	1	1	1	1
	5.3	1	1	1	1
	5.4	1	1	1	1
6	6.1	1	1	1	1
	6.2	1	1	1	1
	6.3	1	1	1	1
	6.4	1	1	1	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 20 แสดงผลการประเมินความตรงตามเนื้อหาของแบบวัดการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)

คำถามที่		ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.1	1	1	1	1
	1.2	1	1	1	1
	1.3	1	1	1	1
	1.4	1	1	1	1
2	2.1	1	1	1	1
	2.2	1	1	1	1
	2.3	1	1	1	1
	2.4	1	0	1	0.67
3	3.1	1	1	1	1
	3.2	1	-1	1	0.33
	3.3	1	0	1	1
	3.4	1	0	1	1
4	4.1	1	1	1	1
	4.2	1	1	1	1
	4.3	1	1	1	1
	4.4	1	1	1	1
5	5.1	1	1	1	1
	5.2	1	1	1	1
	5.3	1	1	1	1
	5.4	1	1	1	1
6	6.1	1	1	0	0.67
	6.2	1	0	1	0.67
	6.3	1	1	1	1
	6.4	1	1	1	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ ผลการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ ด้วยโปรแกรม B-Index700

- ผลการทดสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้
- ผลการทดสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้

ตารางที่ 21 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ (ฉบับก่อนเรียน)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.60	0.25	0.793
2	0.50	0.21	
3	0.33	0.30	
4	0.25	0.20	

ตารางที่ 22 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ (ฉบับหลังเรียน)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.32	0.20	0.825
2	0.23	0.25	
3	0.21	0.27	
4	0.23	0.27	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการทดสอบคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 23 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียน)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.29	0.28	0.758
2	0.27	0.27	
3	0.32	0.27	
4	0.23	0.32	

ตารางที่ 24 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ฉบับหลังเรียน)

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.64	0.48	0.705
2	0.32	0.20	
3	0.31	0.39	
4	0.21	0.24	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววิพาร์ เลิศสมิตพร เกิดวันที่ 11 มกราคม พ.ศ. 2531 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University