

ผลของการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์



นางสาวศศิวรรณ เมลืองนนท์

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF REMEDIAL TEACHING BASED ON REPAIR THEORY BY USING
COMPUTER PROGRAM ON MATHEMATICS CONCEPT AND RETENTION



Miss Sasiwan Maluangnont

สถาบันวิทยบริการ

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

Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Faculty of Education

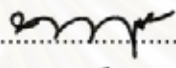
Chulalongkorn University

Academic Year 2006

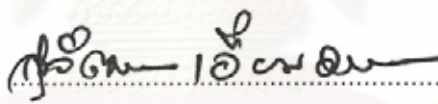
Copyright of Chulalongkorn University

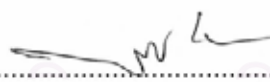
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรม
คอมพิวเตอร์ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์
โดย นางสาวศศิวรรณ เมลืองนนท์
สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.พฤทธิ ศรีบริวรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒนา เขียมอรพรรณ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคอง)

ศศิวรรณ เมลืองนนท์: ผลของการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ (EFFECTS OF REMEDIAL TEACHING
BASED ON REPAIR THEORY BY USING COMPUTER PROGRAM ON MATHEMATICS
CONCEPT AND RETENTION) อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.สมยศ ชิตมวงคัล : 158 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม
โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบความคงทน
ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎี
ซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัด
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร ในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2549 จำนวน 2
ห้องเรียน คือ กลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 43 คน ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมด้วย
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 44 คน ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ
วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
แล้วทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยค่าสถิติที (t-test)

การวิจัยปรากฏผลดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีผลการ
ทดสอบมโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีมโนทัศน์สูง
กว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความคงทน
ในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์
ปีการศึกษา 2549

ลายมือชื่อนิสิต ศศิวรรณ เมลืองนนท์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4883761427: MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORD: REMEDIAL TEACHING / REPAIR THEORY / MATHEMATICS CONCEPT /
MATHEMATICS RETENTION

SASIWAN MALUANGNONT: EFFECTS OF REMEDIAL TEACHING BASED ON REPAIR
THEORY BY USING COMPUTER PROGRAM ON MATHEMATICS CONCEPT AND RETENTION
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMYOT CHIDMONGKOL, Ph.D., 158 pp.

The purposes of this research were: 1) to study mathematics concepts of seventh grade students being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory; 2) to compare mathematics concepts of seventh grade students between groups being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory and by using conventional remedial teaching; 3) to compare mathematics retentions of seventh grade students between groups being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory and by using conventional remedial teaching.

The population of this research was seventh grade students of secondary school under the Office of the Private Education Commission. The subjects were seventh grade students of Rajini School, Bangkok, in academic year 2006. They were divided into two groups, one experimental group with 43 students and one controlled group with 44 students. Students in the experimental group were taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory and those in the controlled group were taught by using conventional remedial teaching. The research instruments were the mathematics concepts test and the mathematics achievement test. The data was analyzed by means of arithmetic means, percentages, standard deviations and t-test.

The results of this study were as follows:

1. Mathematics concepts of seventh grade students being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory were higher than minimum criteria of 50 percents.
2. Mathematics concepts of seventh grade students being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory were higher than those of students being taught by using conventional remedial teaching at .05 level of significance.
3. Mathematics retentions of seventh grade students being taught through the computer program in remedial teaching based on Repair theory were not higher than those of students being taught by using conventional remedial teaching at .05 level of significance.

Department Curriculum, Instruction and Educational Technology
 Field of study Mathematics Education
 Academic year 2006

Student's signature.....
 Advisor's signature.....
Somyot Chidmongs

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสะดวกและความกรุณาเป็นอย่างสูง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วนด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยฉบับนี้ ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยจนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนราชินี ที่ได้ให้ความร่วมมือในการวิจัย และนักเรียนโรงเรียนอัสสัมชัญ ศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ที่สนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยอยู่ตลอดเวลา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณเทวา คุณสุทธิพงศ์ คุณวิบูลย์ชัย คุณอาภาพร และคุณชมชนก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญแผนภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
สมมติฐานการวิจัย	8
ขอบเขตการวิจัย	9
ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	10
ประโยชน์ที่ได้รับ	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
การสอนซ่อมเสริม	14
ความหมายของการสอนซ่อมเสริม	14
สาเหตุที่ต้องมีการสอนซ่อมเสริม	16
จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม	17
หลักการสอนซ่อมเสริม	19
ประเภทของการสอนซ่อมเสริม	20
รูปแบบการสอนซ่อมเสริม	22
ประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม	23
ปัจจัยที่ทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จ	24
การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์	25
คอมพิวเตอร์และบทบาทในวงการศึกษา	25
คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์	26

	หน้า
ทฤษฎีซุ่มแซม	27
ความเป็นมาของทฤษฎีซุ่มแซม	27
ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซุ่มแซม	29
มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	30
ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	30
ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	32
ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	33
กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	34
การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	36
การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	41
ความคงทนในการเรียน	41
ความหมายของความคงทนในการเรียน	41
ความหมายของการจำ	42
กระบวนการของการจำและระบบความจำ	43
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ	46
การทดสอบการจำ	48
การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ	49
การวัดความคงทนในการเรียน	52
นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ	53
ลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ	53
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนต่ำ	54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	56
งานวิจัยต่างประเทศ	56
งานวิจัยในประเทศ	57

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	60
การศึกษาค้นคว้า	60
การออกแบบการวิจัย	61
การกำหนดกลุ่มตัวอย่างและประชากร	61
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	62
การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	78
การวิเคราะห์ข้อมูล	82
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	90
สรุปผลการวิจัย	93
อภิปรายผลการวิจัย	93
ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย	97
ข้อเสนอแนะ	98
รายการอ้างอิง	100
ภาคผนวก	108
ภาคผนวก ก. รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	109
ภาคผนวก ข. แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม	111
ภาคผนวก ค. ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	116
ภาคผนวก ง. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	135
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	158

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	63
2	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวแทนตัวอย่างที่ผ่านการเรียนซ่อมเสริมโดย ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	70
3	กรอบแนวคิดในการสอนซ่อมเสริมตามทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์	71
4	แผนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้	72
5	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แยกตามรายมโนทัศน์ในการ ทดลองใช้	75
6	กรอบแนวคิดของการทดลอง	80
7	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนรวมของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม กลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์	86
8	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนรวมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ	87
9	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ระหว่างนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ	88
10	ผลการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ	89

ตารางที่		หน้า
11	ลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม	137
12	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)	145
13	การวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม	148
14	การวิเคราะห์ข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เรื่อง เอกนาม	149
15	การวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม	150
16	ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)	156

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามทฤษฎีช่อมแซม	5
2	ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	37
3	ขั้นตอนการจำ	43
4	ความสัมพันธ์ระหว่างความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว	45
5	การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎี ช่อมแซมสำหรับสอนช่อมเสริม	66



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศไทยให้เจริญก้าวหน้า ไม่สามารถพัฒนาแต่เพียงด้านหนึ่งด้านใดได้ แต่จะต้องให้ความสนใจกับบริบทด้านต่าง ๆ ของสังคมไทย เช่น ด้านเศรษฐกิจ สังคม ควบคู่กันไปทั้งหมด ให้บริบทด้านต่าง ๆ ชับเคลื่อนไปพร้อม ๆ กัน และทำงานร่วมกันรวมไปถึงมีบทบาทส่งเสริมซึ่งกันและกัน แต่ไม่ว่าจะเป็นด้านใดก็ตาม ต้องอาศัยความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้วยกันทั้งสิ้น (พนม พงษ์ไพบูลย์ และคณะ, 2546)

อย่างไรก็ตามในการพัฒนาความรู้และวิทยาการในด้านต่าง ๆ นั้น พื้นฐานสำคัญย่อมต้องอาศัยคณิตศาสตร์เพื่อใช้แสวงหาและทำความเข้าใจความรู้ใหม่ ๆ ต่อไป ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นวิชาที่มีความสำคัญมาก ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2539 อ้างถึงในรจนา หาญพิมพ์, 2544) กล่าวไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญวิชาหนึ่ง ไม่ได้มีความหมายแต่เพียงตัวเลขและสัญลักษณ์เท่านั้น คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดนั้นเป็นจริงหรือไม่ จึงสามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเหตุนี้คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญทางเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก แต่ในภาวการณ์ปัจจุบันพบว่าผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จากรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ประจำปี พ.ศ.2547 ของสำนักทดสอบทางการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ช่วงชั้นที่ 2 (ทดสอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6) ช่วงชั้นที่ 3 (ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) และช่วงชั้นที่ 4 (ทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6) ผลออกมาดังนี้ นักเรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 43.77 นักเรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 34.88 และนักเรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 35.08 ซึ่งจะเห็นได้ว่าต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ ร้อยละ 50

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งเข้าใจได้ยาก (อัมพร ม้าคอง, 2547) นอกจากนี้

สาระสำคัญของคณิตศาสตร์ คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นนามธรรม จึงมีความเข้าใจผิดได้ง่าย (สุวัฒนา เขียมอรพรรณ, 2549) ประกอบกับการสอนของครูซึ่งมุ่งสอนแต่เนื้อหา โดยไม่ได้พยายามสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน ยังสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรมโดยคงรูปที่เป็นนามธรรมอยู่เช่นนั้น มิได้พยายามแปลงความเป็นนามธรรมนั้นให้เป็นรูปธรรมที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นจึงได้มีความพยายามที่จะเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในด้านต่างๆเป็นอย่างมาก เพื่อที่จะเร่งรัดพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน (จุฑารัตน์ เจตนจำลอง, 2541) เช่น การเปลี่ยนแปลงการวัดและประเมินผล จากเดิมที่มุ่งวัดแต่ด้านความรู้โดยอาศัยแบบทดสอบ มาเป็นวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ด้วยรูปแบบการวัดและการประเมินที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนหรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียนนั้น จากเดิมที่มุ่งเน้นการสอนให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ได้ โดยที่ครูผู้สอนอาจอาศัยการสอนผ่านการสอนแบบบรรยาย หรือมุ่งเน้นสอนแต่ขั้นตอนหรือวิธีการ (Algorithm) ของแต่ละปัญหา เพื่อให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้เพียงเท่านั้น ขณะที่ในความจริงผู้เรียนอาจไม่ได้มีความเข้าใจในเรื่องนั้นเลย แต่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องของโจทย์นั้นได้ก็เพราะเกิดจากการจำได้ว่าโจทย์แต่ละรูปแบบจะต้องดำเนินการอย่างไร

ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ ต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น (อัมพร ม้าคอง, 2547) เพื่อที่จะมุ่งเน้นกระบวนการด้านการคิดและการปฏิบัติ ให้นักเรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2539) หรืออาจกล่าวได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ดีควรปลูกฝังให้เด็กมีความสามารถในการคิด ใช้เหตุผล และการแก้ปัญหา (อมรวิชชานาครพรรพ, 2541) ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูปรับเปลี่ยนวิธีการสอนใหม่ จากที่ให้นักเรียนท่องจำ มาสู่การสร้างความรู้ให้แก่ให้นักเรียนให้ปรากฏอยู่ในความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ซึ่งเป็นความจำที่คงทนและจดจำได้นานและมีความคงทนถาวร (ชัยพร วิชชาวุธ, 2520) ดังที่ อมรวิชชานาครพรรพ (2545) กล่าวว่า จะต้องเปลี่ยนความเคยชินจากระบบ “การสอน” ที่เป็นมาช้านานมาสู่ระบบเน้น “การเรียนรู้” ซึ่งหวังว่าจะเป็น การเปลี่ยนแปลงที่ยั่งยืน และนำไปสู่เป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนให้ เป็นไปตามที่คาดหวัง การที่ความรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ถูกเก็บไว้ในระบบความจำระยะยาวมีบทบาทสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากตามโมเดลการเรียนการสอนแบบบันไดเวียน (The Spiral Teaching/Learning Model) กล่าวไว้ว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นบันไดเวียน คือ เนื้อหาแต่ละเนื้อหาไม่ได้แยกจากกันโดยเด็ดขาด แต่ละเนื้อหาจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เรียนมาก่อนหน้านั้นเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ใหม่ เช่นเดียวกับด้านการพัฒนา

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ที่เรียนภายหลังจะมีความเป็นนามธรรมมากกว่ามโนทัศน์ที่เรียนมาก่อน ทำให้เข้าใจได้ยากกว่า ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีมโนทัศน์ขั้นต้นที่แม่นยำเสียก่อนจึงจะพัฒนาไปสู่มโนทัศน์ขั้นสูงขึ้นไป (อัมพร ม้าคนอง, 2547)

แต่ในปัจจุบันสำหรับวิชาคณิตศาสตร์นั้น แม้จะปรากฏว่าผู้เรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ถูกต้อง ก็ไม่อาจกล่าวได้อย่างเต็มที่ว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วในการเรียนการสอนนั้น คำตอบที่ได้ออกมานั้นนักเรียนอาจได้มาจากการเดา หรือกระบวนการคิดที่ผิด หรือมีมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ คลาดเคลื่อน แต่บังเอิญว่าคำตอบที่ได้ออกมาถูกต้องก็ได้ ซึ่งในปัจจุบันพบว่านักเรียนไทยมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก ดังงานวิจัยของเวชฤทธิ์ อังกะระภัทรขจร (2546) สรุปไว้ว่านักเรียนในแต่ละช่วงชั้นมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้ง 4 ด้านที่ทำการศึกษา ได้แก่ ด้านการตีความจากโจทย์ ด้านการใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ ด้านการคิดคำนวณ และด้านการตรวจสอบการแก้ปัญหา โดยการที่นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (Misconceptions) อาจเกิดก่อนหรือในระหว่างการเรียนรู้ มีผลทำให้นักเรียนสอบไม่ผ่านหรือได้คะแนนไม่ดี นอกจากนี้ยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิชาที่มีเนื้อหาต่อเนื่อง ซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรม หากครูสามารถวินิจฉัยเพื่อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคนได้ ภายหลังการเรียนรู้แต่ละเนื้อหา และให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนที่ จะเรียนเรื่องต่อไปจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทั้งต่อตัวนักเรียนเองและการจัดการเรียนการสอนของครู (ศิริเดช สุชีวะ, 2538)

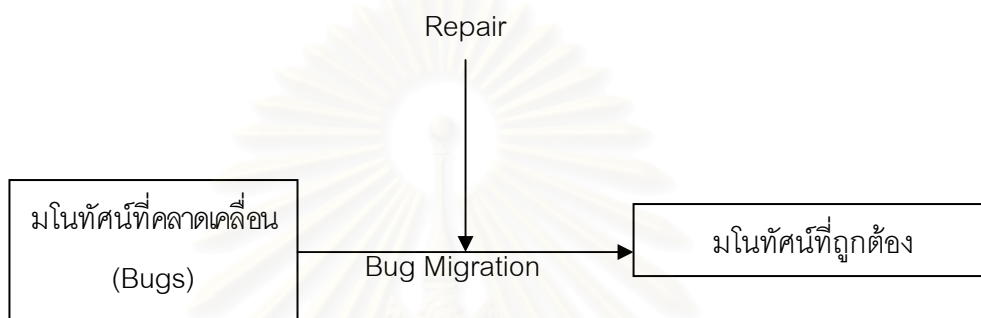
บทบาทของครูภายหลังที่วินิจฉัยหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้แล้ว จำเป็นต้องดำเนินการโดยวิธีการใดก็ตามเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งถือว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดย Bloom (อ้างถึงใน พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา, 2542) ได้จำแนกการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนแปลงด้านความคิด (Cognitive Domain) ด้านอารมณ์ความรู้สึก (Affective Domain) และด้านกล้ามเนื้อ (Psychomotor Domain) โดยการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์นี้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงด้านความคิด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียนนั้นต้องอาศัยการสอนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ อย่างแจ่มชัด และการสอนซ่อมเสริมก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะแก้ปัญหานี้ได้ (มาริสา มัยยะ, 2544)

ตามที่กรมวิชาการ (2526) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม คือ การสอนนักเรียนที่เรียนอ่อน เรียนไม่ทันเพื่อน เพื่อให้เรียนทันเพื่อนในระดับเดียวกันหรือเรียนทันตามโครงการที่กำหนดไว้ การสอนซ่อมเสริมจึงเป็นการจัดการเรียนการสอนนอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติที่มีประโยชน์มาก เนื่องจากในชั้นปกติจะมีเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันเรียนอยู่ร่วมกัน การสอนเพื่อให้ นักเรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นไปได้ยาก ดังที่สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (2539) ได้กล่าวไว้ว่าในการเรียนการสอนนั้น ครูจะใช้วิธีการสอนนักเรียนเหมือนกันทั้งหมด ประหนึ่งว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความสามารถระดับเดียวกันไม่ได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสอนซ่อมเสริมเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถต่ำให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนที่ตั้งไว้ได้ โดยการสอนซ่อมเสริมจำเป็นต้องเน้นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เนื่องจากความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ดังที่กรมวิชาการ (2537) ได้กล่าวไว้ว่าในการสอนซ่อมเสริมนั้น ครูจำเป็นต้องทราบจุดเด่นการสอนซ่อมเสริมเพื่อจะได้ส่งเสริมจุดเด่นและแก้ไขจุดด้อย ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีปัญหาที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนเป็นรายบุคคล

การสอนซ่อมเสริมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นปรับปรุงความสามารถนักเรียนเป็นรายบุคคลสามารถทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่ง คือ ทฤษฎีซ่อมแซม (Repair Theory) โดย Kurt Vanlehn แห่งมหาวิทยาลัยพิตต์สเบิร์ก (University of Pittsburg) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เสนอแนวคิดว่าการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนนั้นมีโอกาสน้อยมากที่จะเกิดขึ้นแบบไม่มีระบบ โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นจะแสดงออกมาโดยการกระทำ (Vanlehn, 1980) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Siegler (2004) ที่ได้เสนอแนวคิดการประเมินกฎ (Rule Assessment Approach) โดยเชื่อว่า การเจริญงอกงามทางความคิดและการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องสามารถแสดงออกมาในรูปของการเพิ่มขึ้นของกฎ หรือการคิดที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหา คนเราจะมีแบบการคิดแก้ปัญหาตามความเข้าใจของตนเอง จากการเรียนรู้ หรือประมวลจากประสบการณ์ที่เคยประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการนั้น ในทางคณิตศาสตร์นักเรียนที่มีแนวการคิดที่ผิดโดยเข้าใจว่าสิ่งนั้นถูกต้องแล้ว นักเรียนก็มีแนวโน้มว่าจะใช้แนวคิดนี้ในการแก้ปัญหาเสมอ ดังนั้นเราจึงสามารถนำผลจากการแสดงการคิดของผู้เรียน มาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการอ้างอิงถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ (อ้างอิงในศิริเดช สุชีวะ, 2538)

Vanlehn (1980) ได้เสนอว่า ในการเรียนรู้มโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ของนักเรียนนั้น ในขั้นแรกที่นักเรียนเริ่มสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ขึ้นมา อาจจะเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว หรือ

มโนทัศน์ที่ผิดก็ได้ เรียกมโนทัศน์ที่ผิดนี้เรียกว่า Bugs ซึ่งจะทราบว่าเกิด Bugs ขึ้นเมื่อนักเรียนพบปัญหาใหม่ที่ซับซ้อนขึ้น แล้วไม่สามารถนำมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมหรือที่ตนสร้างขึ้นไปแก้ปัญหาได้ จำเป็นต้องสร้างมโนทัศน์ใหม่ที่ถูกต้องให้เกิดขึ้น สามารถทำได้โดยผ่านตัวอย่างที่ยากมากยิ่งขึ้นกว่าเดิมและพิจารณาว่าจะต้องทำอะไรจึงจะแก้ปัญหาได้ เรียกรกระทำเพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ว่าการ Repair และเรียกกระบวนการที่มโนทัศน์ของนักเรียนที่เปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่ผิดไปเป็นที่ถูกต้องว่า Bug Migration อธิบายได้ดังแผนภาพที่ 1.1



แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ตามทฤษฎีซ่อมแซม

สำหรับในกระบวนการแก้ไขมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม นั้น Kurt Vanlehn และ John Seely Brown (1980) ร่วมกันเสนอขั้นตอนตามทฤษฎีซ่อมแซมเป็น 4 ขั้น สรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอสมมติฐานในขั้นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ สำหรับการเรียนการสอนนี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ได้ แต่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้นี้อาจจะเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการหาข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนต้องให้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้นให้แก่ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยโจทย์นั้นจะต้องครอบคลุมทุก ๆ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในมโนทัศน์นั้น ๆ ของผู้เรียนและมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ครูสามารถพิจารณาว่าที่นักเรียนตอบปัญหาได้ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากความผิดพลาดในมโนทัศน์ใด และจะสามารถนำข้อผิดพลาดของนักเรียนมาพิจารณาได้ว่าข้อผิดพลาดของนักเรียนอยู่ในส่วนใดของมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการแก้ไข (Repair) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ครูพบในขั้นที่ 2 ในขั้นของการแก้ไขนี้จะต้องมีการชี้แจงว่าข้อที่นักเรียนทำผิดนั้น เกิดจากสาเหตุใด (กระบวนการหาคำตอบที่นักเรียนใช้เป็นอย่างไรจึงทำให้ได้คำตอบเช่นนี้) และที่ถูกต้องจะต้องคิดเช่นไรจึงจะได้คำตอบ โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหานี้จะต้องมี

จำนวนมากพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการให้ผลป้อนกลับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการแก้ไขมโนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว (นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว) และจะต้องให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนด้วย

ทั้งนี้การดำเนินการซ่อมแซมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมและการสอนซ่อมเสริมนั้น มีความเกี่ยวข้องกัน คือ เนื่องจากการสอนซ่อมเสริมมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนโดยแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับขั้นที่ 3 หรือขั้นซ่อมแซมตามทฤษฎีซ่อมแซม ซึ่งเป็นขั้นการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในที่นี้ถือได้ว่าความบกพร่องที่นักเรียนมีคือการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งจะต้องดำเนินการแก้ไขหรือซ่อมแซมนั่นเอง การที่นักเรียนได้เรียนซ่อมเสริมก็จะอยู่ในขั้นที่ 3 ของทฤษฎีซ่อมแซม

การสอนซ่อมเสริมสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งอาจจะใช้การสอนด้วยวิธีที่แปลกใหม่โดยครูผู้สอนเอง หรือเป็นการสอนซ่อมเสริมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เช่น การสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การเรียนการสอนบนเว็บ (WBI: Web-based Instruction) หรือการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI: Computer-based Assistance) เป็นต้น เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง และเป็นการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการตอบโต้กันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกันกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับผู้เรียนในห้องเรียนปกติ (กิดานันท์ มลิทอง, 2540) และยังมีประโยชน์ด้านการสร้างความเป็นรูปธรรมให้นักเรียนมองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ดังที่มัลลิวี โพรทอง (2546) ได้กล่าวว่า “การสอนที่ไม่ใช้สื่อประกอบจะทำให้นักเรียนเบื่อง่าย แต่เมื่อนำไอทีมาช่วยในการสอนจะทำให้นักเรียนรู้สึกดีขึ้น เพราะไม่ต้องจินตนาการเอาเอง” และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทั้งกลุ่มพฤติกรรมนิยม พุทธินิยม สร้างสรรค์นิยมเชิงความรู้ความเข้าใจ และสร้างสรรค์นิยมเชิงสังคม (กิดานันท์ มลิทอง, 2548)

กิดานันท์ มลิทอง (2548) ได้กล่าวถึงข้อดีหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาว่าคอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์

นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ รวมถึงการใช้ภาพสี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนจึงดึงดูดใจนักเรียนได้ดี รวมไปถึงสามารถนำมาเป็นนวัตกรรมการสอนซ่อมเสริมได้ด้วย (จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง, 2541) เนื่องจากสอดคล้องกับแนวการสอนซ่อมเสริมของ Bloom (1976) ซึ่งได้กล่าวว่าการสอนซ่อมเสริมจะต้องตอบสนองความต้องการของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ดังที่ได้พบเห็นสถานการณ์จริงในปัจจุบันว่าสำหรับการสอบซ่อมเพื่อแก้ไขผลการเรียนของนักเรียนนั้น ยังมีนักเรียนอยู่มากที่เมื่อทดสอบซ้ำแล้วก็ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ทำให้ต้องทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง รวมไปถึงนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์แล้ว แต่เมื่อมีการทดสอบซ้ำก็จะพบว่านักเรียนบางกลุ่มที่ไม่ผ่านการทดสอบ ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนอาจไม่ได้มีความเข้าใจในทศน์อย่างแท้จริง ทั้ง ๆ ที่การเรียนคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในทศน์ในเรื่องที่เรียน (ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533) สำหรับการนำทฤษฎีซ่อมแซมไปใช้นั้น จะมุ่งเน้นการปรับปรุงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จึงน่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนรู้และศักยภาพในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

เนื่องด้วยการวิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียน เพื่อให้ความรู้ปรากฏอยู่ในความจำระยะยาวซึ่งจะสามารถนำความรู้นั้นออกมาใช้ได้อีกเมื่อต้องการ สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการประมวลสารสนเทศ หรือ Information Processing Approach ซึ่งได้กล่าวถึงขั้นตอนและความสำคัญของการที่ความรู้ปรากฏอยู่ในระบบความจำ ทั้งความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว โดยได้อธิบายไว้ว่า เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลจากประสาทสัมผัสทั้ง 5 และมีการใส่ใจต่อข้อมูลนั้นแล้วสาระหลักของข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปยังหน่วยความจำระยะสั้น (Short – Term Memory) เพื่อการประมวลข้อมูล โดยข้อมูลที่ผู้เรียนเห็นว่ามีค่าสำคัญจะถูกเก็บไว้เป็นความจำระยะยาว (Long – Term Memory) และจะถูกเรียกออกมาใช้ได้เมื่อจำเป็น นอกจากนี้ยังสามารถนำความจำระยะยาวนั้นมาประยุกต์ใช้ร่วมกับความรู้ที่ได้รับเข้ามาใหม่ได้ (สมยศ ชิตมงคล, 2545)

จากความจำเป็นในการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน รวมไปถึงความสำคัญของการที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียน อันมีผลต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นและในการเรียนรู้ศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป ทฤษฎีซ่อมแซมจึงถือเป็นอีกทางหนึ่งที่จะพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะ

นำขั้นตอนตามแนวทฤษฎีซอมแซมมาใช้ในการสอนซ่อมเสริมเพื่อมุ่งเน้นแก้ไข misconceptions ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนและสร้างให้เกิดความคงทนในการเรียนแก่ผู้เรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. ศึกษา misconceptions ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50
2. เปรียบเทียบ misconceptions ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

สมมติฐานการวิจัย

จากงานวิจัยของ Virvou และ Tsiriga (2000) ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวทฤษฎีซอมแซม โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปชื่อว่า EasyMath พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนสอบ โดยให้นักเรียนที่ผ่านการเรียนในชั้นเรียนปกติ แล้วทดสอบหลังการเรียนนั้น ได้เรียนซ้ำอีกครั้งโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ EasyMath ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซอมแซม แล้วจึงทดสอบอีกครั้งหนึ่งโดยใช้แบบทดสอบที่คู่ขนานกับการสอบครั้งแรก พบว่ามีนักเรียน 46% ที่คะแนนสอบสูงขึ้น และสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ผ่านการเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซอมแซม ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยได้ว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มี misconception สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

จากงานวิจัยของ Brown และ Vanlehn (1980) ได้ศึกษาผลการสอนในชั้นเรียนเพื่อแก้ไข misconceptions จาก misconceptions ที่คลาดเคลื่อนเป็น misconceptions ที่ถูกต้อง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ทำการแก้ไข misconceptions จาก misconceptions ที่คลาดเคลื่อนเป็น misconceptions ที่ถูกต้อง โดยอาศัยการสอนตามทฤษฎีซอมแซมเมื่อนักเรียนผ่านการเรียนการสอนเพื่อแก้ไข misconceptions ตามแนวทฤษฎีซอมแซมแล้วพบว่า

นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อทำการทดสอบวัดมโนทัศน์อีกครั้งหลังจากจบการเรียนรู้เนื้อหาทั้งหมดแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนที่ได้จากการทดสอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มปกติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม (Repair Theory) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร
2. เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หน่วยการเรียนรู้ พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เอกนาม
3. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ รูปแบบการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

ความไม่สมบูรณ์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยใช้ทฤษฎีซ่อมแซมมุ่งแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนซ่อมเสริมที่เน้นการแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงเลือกจัดการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล (กิดานันท์ มลิทอง, 2548) ซึ่งสอดคล้องกับหลักการแก้ไขมโนทัศน์ตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมและหลักการสอนซ่อมเสริม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจผลของทฤษฎีซอมแซมที่มีต่อการแก้ไขโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการสอนซอมเสริมอาจส่งผลต่อตัวแปรตามที่ผู้วิจัยสนใจศึกษาด้วย แต่ดังเหตุผลที่ผู้วิจัยกล่าวมาแล้วเกี่ยวกับบทบาทของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อการเรียนรู้รายบุคคลของผู้เรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องจัดการสอนซอมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิจัยครั้งนี้

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่ศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร

2. การสอนซอมเสริม เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยวิธีการสอนแบบใหม่ ประกอบกับการนำสื่อและนวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาช่วย เพื่อที่จะให้นักเรียนได้เข้าใจบทเรียนนั้น ๆ เพิ่มมากขึ้นจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถ

3. การสอนซอมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติโดยใช้ทฤษฎีซอมแซม (Brown and Vanlehn, 1980) เป็นแนวทางในการจัดการสอนและมีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนรู้ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอโมโนทัศน์ในขั้นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนโมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ สำหรับการเรียนการสอนนี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างโมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ได้ แต่โมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้อาจจะเป็นโมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้น ในการวิจัยจะดำเนินการในขั้นนี้โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ

ขั้นที่ 2 ขั้นการหาข้อผิดพลาดของโมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนต้องให้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้นให้แก่ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยโจทย์นั้นจะต้องครอบคลุมทุก ๆ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในโมโนทัศน์นั้น ๆ ของผู้เรียนและมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ครูสามารถพิจารณาได้ว่าที่นักเรียนตอบปัญหาได้ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากความผิดพลาดในโมโนทัศน์ใด และจะสามารถนำข้อผิดพลาดของนักเรียนมาพิจารณาได้ว่าข้อผิดพลาดของนักเรียนอยู่ในส่วนใดของโมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

หลังจากที่นักเรียนเรียนจบแต่ละมโนทัศน์ในคาบนั้นแล้ว เพื่อใช้ประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ นักเรียนที่มีมโนทัศน์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 นั้น จะต้องเรียนซ่อมเสริมในมโนทัศน์ที่นักเรียนคลาดเคลื่อน โดยก่อนการเรียนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้ชี้แจงลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้ และให้นักเรียนดูแลยวิธีคิด พร้อมทั้งแนะนำให้นักเรียนพิจารณาว่าลักษณะการคิดซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้นแตกต่างจากการคิดของนักเรียนอย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นการแก้ไข (Repair) ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับมโนทัศน์ของนักเรียน เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ครูพบในขั้นที่ 2 ในขั้นของการแก้ไขนี้จะต้องมีการชี้แจงว่าข้อที่นักเรียนทำผิดนั้น เกิดจากสาเหตุใด (กระบวนการหาคำตอบที่นักเรียนใช้เป็นอย่างไรจึงทำให้ได้คำตอบเช่นนี้) และที่ถูกต้องจะต้องคิดเช่นไรจึงจะได้คำตอบ โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญานั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการให้ผลป้อนกลับของมโนทัศน์ที่ผิดพลาดและการแก้ไขมโนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในขั้นนี้ผู้วิจัยจัดให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้เรียนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ไขข้อผิดพลาดเกี่ยวกับมโนทัศน์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว (นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว) และจะต้องให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนด้วย โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยเฉลยคำตอบและมโนทัศน์ที่ใช้เป็นวิธีคิดทันที เพื่อให้ นักเรียนทราบข้อบกพร่องของตนเอง

4. การสอนซ่อมเสริมแบบปกติ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติมจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งวิเคราะห์ได้จากผลสอบมโนทัศน์โดยใช้แบบทดสอบความมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้คณิตศาสตร์ในด้านการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน การให้เหตุผลอย่างมีระบบอันเกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์จากการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสรุปความคิดและความเข้าใจเหล่านั้นออกมาเป็นนิยาม หรือหลักการ หรือทฤษฎี ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ สามารถวัดออกมาได้เป็นคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้รับจากการเรียนหรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน ซึ่งความสามารถนี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการวัดครั้งที่ 2 โดยวัดหลังจากการวัดครั้งที่ 1 เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนให้นักเรียน ซึ่งจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นและเป็นพื้นฐานในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นต่อไป
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป
3. เป็นพื้นฐานสำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนและพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

1. การสอนซ่อมเสริม
 - 1.1 ความหมายของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.2 สาเหตุที่ต้องมีการสอนซ่อมเสริม
 - 1.3 จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.4 หลักการสอนซ่อมเสริม
 - 1.5 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.6 รูปแบบการสอนซ่อมเสริม
 - 1.7 ประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม
 - 1.8 ปัจจัยที่ทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จ
2. การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์
 - 2.1 คอมพิวเตอร์และบทบาทในวงการศึกษ
 - 2.2 คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
3. ทฤษฎีซ่อมแซม
 - 3.1 ความเป็นมาของทฤษฎีซ่อมแซม
 - 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม
4. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 4.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5. ความคงทนในการเรียน
 - 5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน
 - 5.2 ความหมายของการจำ
 - 5.3 กระบวนการของการจำและระบบความจำ
 - 5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ
 - 5.5 การทดสอบการจำ
 - 5.6 การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ
 - 5.7 การวัดความคงทนในการเรียน
6. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
 - 6.1 ลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
 - 6.2 การจัดการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยในประเทศ

1. การสอนซ่อมเสริม

1.1 ความหมายของการสอนซ่อมเสริม

ในชั้นเรียนปกติทั่วไปย่อมต้องมีเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันเรียนอยู่ร่วมกัน การสอนเพื่อให้นักเรียนทุกคนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เป็นไปได้ยาก ดังนั้นจึงต้องมีการสอนซ่อมเสริมเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีความสามารถต่ำให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนที่ตั้งไว้ได้

นักการศึกษาทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริม หรือในภาษาอังกฤษว่า Remedial Teaching ไว้ดังนี้

Blishen (1970) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นรูปแบบหนึ่งของการสอน ซึ่งจัดให้กับนักเรียนที่ประสบความล้มเหลวในการเรียนระดับหนึ่ง ๆ

Dechant (1971) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนสิ่งที่ปัญหาในการเรียนครั้งแรกในห้องปกติ โดยครูผู้สอนจะต้องจัดผู้เรียนได้เรียนเป็น

กลุ่มย่อย ๆ ตามระดับความสามารถหรือจัดเป็นรายบุคคล เพื่อที่จะได้ให้ความสนใจแก่ผู้เรียน และได้ทราบความต้องการ ตลอดจนปัญหาทางการเรียน

Callahan (1971) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การเรียนการสอนที่จัดขึ้นพิเศษโดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนให้ผ่านพ้นอุปสรรคทางวิชาการ ซึ่งไม่ใช่สาเหตุมาจากข้อจำกัดของความสามารถทั่วไป

Good (1973) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนที่จัดขึ้นเป็นพิเศษเพื่อให้นักเรียนมีประสิทธิภาพทางการเรียน

กรมวิชาการ (2533) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนเป็นกรณีพิเศษ นอกเหนือไปจากการสอนโดยปกติ เพื่อแก้ไขส่วนบกพร่องที่พบในตัวนักเรียน

สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (2539) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) หมายถึง การสอนนักเรียนที่ยังพัฒนาการเรียนยังไม่เต็มความสามารถในการเรียนปกติ โดยการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเรียน ขจัดการเรียนรู้ที่ไม่ถูกวิธี ตลอดจนเสริมทักษะในการเรียนรู้ใหม่ การสอนซ่อมเสริมจะเน้นนักเรียนเป็นหลัก เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีเอกลักษณ์ของตน การที่ครูจะใช้วิธีสอนนักเรียนทุกคนให้เหมือนกันหมด ประหนึ่งว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ ความสามารถระดับเดียวกัน มีความรู้สึกนึกคิดไปในทำนองเดียวกัน ย่อมทำให้การสอนไม่บังเกิดผลดี ทำให้นักเรียนบางคนไม่สามารถพัฒนาไปได้ดีเท่าที่ควร เมื่อถูกทะเลยนานเข้า ปัญหาต่าง ๆ ก็ทับทวีจนยากต่อการแก้ไข ด้วยเหตุนี้ การสอนซ่อมเสริมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ปิยาพร ชาวสอาด (2541) กล่าวถึงการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นการสอนที่นอกเหนือจากการสอนตามปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่คาดหวังไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบรรลุจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้มากที่สุด และเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์แล้วสามารถเรียนรู้ตามความสามารถของตน

ยุภาติ ปณะราช (2541) กล่าวว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพิ่มเติม นอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยอาศัยวิธีการสอนแบบใหม่ ประกอบกับการนำสื่อและนวัตกรรมต่าง ๆ เข้ามาช่วย เพื่อที่นักเรียนจะได้เข้าใจบทเรียนนั้น ๆ มากยิ่งขึ้นจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ

สุดารัตน์ มนต์นิมิตร (2545) สรุปความหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า การสอนซ่อมเสริม คือ การสอนเพิ่มเติมให้แก่นักเรียนนอกเหนือจากการสอนตามปกติ โดยใช้วิธีการหรือรูปแบบการสอนแบบใหม่ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้อย่างเต็มความสามารถของแต่ละบุคคล โดยการปรับปรุงข้อด้อยและเสริมข้อเด่นของนักเรียน

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของการสอนซ่อมเสริมได้ว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนที่ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ โดยใช้วิธีการหรือรูปแบบการสอนที่นอกเหนือไปจากการสอนแบบปกติ นำสื่อและนวัตกรรมต่าง ๆ มาประกอบการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะมีผลต่อการเรียน ขจัดการเรียนรู้ที่ไม่ถูกต้อง ตลอดจนเสริมทักษะในการเรียนรู้ใหม่ ให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาตนเองอย่างเต็มความสามารถ

1.2 สาเหตุที่ต้องมีการสอนซ่อมเสริม

ชบา คำชื่น (2532) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริม ดังนี้

1. ด้านตัวผู้เรียน เนื่องจากนักเรียนมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้
 - 1.1 สติปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้
 - 1.2 ความพร้อม ทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม
 - 1.3 ความถนัด เจตคติ ความซาบซึ้งในการเรียนรู้
 - 1.4 ความเอาใจใส่ ความมานะ อดทน ความสนใจ
 - 1.5 วิธีการเรียนรู้ การทำงาน เวลาที่ใช้ นิสัยในการเรียนรู้
 - 1.6 แรงจูงใจ
 - 1.7 สภาพแวดล้อม เศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม

2. ด้านตัวผู้สอน

ความสามารถและความถนัดในการสอนของครูแตกต่างกัน วิธีการที่ครูใช้สอนไม่เหมาะสม การสอนในชั่วโมงปกติครูไม่มีเวลาพอที่จะดูแลเอาใจใส่นักเรียนได้ทั่วถึงทุกคน เพราะแต่ละห้องมีนักเรียนที่ครูต้องรับผิดชอบมาก สื่อการสอนยังไม่ดีพอ รวมทั้งจุดประสงค์ต่าง ๆ ที่ตั้งไว้บางจุดประสงค์สูงเกินไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน และไม่สามารถบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนได้ในเวลาเดียวกัน นักเรียนที่เรียนอ่อนจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือ การจัดการสอนซ่อมเสริมเป็นวิธีการที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนประสบความสำเร็จทางการเรียนได้

กรมวิชาการ (2537) กล่าวถึง สาเหตุที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริม ดังนี้

1. มีผู้สอนเป็นจำนวนมาก ไม่ทราบว่าจะสอนเนื้อหาที่มีอยู่ในบทเรียนอย่างไร หรือจะใช้วิธีสอนอย่างไร จึงจะทำให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ เลือกใช้วิธีสอนไม่เหมาะสม
2. ในชั่วโมงสอนปกติ ซึ่งนักเรียนในห้องเรียนหนึ่ง ๆ มีจำนวนมาก บางทีครูอาจมีปัญหาในการสอนนักเรียนได้ไม่ทั่วถึง หรือไม่มีเวลาที่จะดูแลรับผิดชอบนักเรียนได้อย่างครบถ้วน
3. เพื่อการสอนซ้ำในเรื่องที่สอนไม่ดีหรือยังไม่ได้สอนทั้งหมด

จะเห็นได้ว่า ความจำเป็นที่ต้องจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมมีสาเหตุมาจากปัจจัย 2 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านผู้เรียน ซึ่งเกิดจากความแตกต่างทางด้านร่างกาย ความสนใจ และสภาพแวดล้อมของนักเรียนที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ และปัจจัยด้านผู้สอน ซึ่งเกิดจากความสามารถของครูผู้สอน และสภาพแวดล้อมที่เอื้อและมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ได้แก่ สื่อการสอน เวลาที่ใช้ในการสอน และการตั้งจุดประสงค์และเป้าหมายในการสอน เป็นต้น

1.3 จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม

ลีอชา สร้อยพาน (2525) กล่าวถึง ความมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า

1. ช่วยให้นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ต่ำ ให้มีพื้นฐานความรู้สูงขึ้นพอที่จะเรียนร่วมกับนักเรียนกลุ่มวิชาต่าง ๆ ได้ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ
2. ช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้า ให้มีความรู้ความเข้าใจทัดเทียมกับนักเรียนอื่น ๆ ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน
3. เพื่อช่วยให้นักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผลการเรียนมีความรู้เพียงพอเพื่อให้สามารถสอบแก้ตัวผ่านในวิชาที่ต้องสอบแก้ตัว

4. เพื่อช่วยให้นักเรียนที่สามารถผ่านการประเมินผลรายวิชา แต่มีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ยังไม่เป็นที่น่าพอใจให้มีความรู้ความสามารถดีขึ้น

5. เป็นการป้องกันหรือลดปัญหาที่จะเป็นผลต่อเนื่องติดตตามมา คือ นักเรียนที่มีปัญหาการเรียน นักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมินผล หรือที่เรียกว่า “สอบตก” จะเป็นผู้ที่มีปัญหาด้านจิตใจและอารมณ์ เมื่อเกิดความว้าวุ่น หรือไม่สบายใจ อับอาย หรือท้อใจ เนื่องจากไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนก็จะแสดงออกในทางอื่น เช่น หนีโรงเรียน ประพฤติตนไปในทางเสื่อมเสีย และในที่สุดออกจากโรงเรียน ซึ่งจะกลายเป็นปัญหาทางสังคมต่อไป

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) ได้กล่าววัตถุประสงค์ของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเรียนทันเพื่อนในชั้น
2. เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตัวเองจนสามารถเรียนดีขึ้นกว่าเดิม
3. เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จและเก่งยิ่งขึ้นจนถึงความสามารถของตน

ชบา คำชื่น (2532) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ชนะจุดอ่อนของตนเอง
2. เพื่อให้ผู้เรียนแข่งขันกับตนเองจนสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าเดิม ประสบความสำเร็จมากขึ้น และก้าวไปถึงขีดความสามารถที่แท้จริงของตนเอง
3. เพื่อให้ผู้เรียนเรียนทันเพื่อนในชั้น

วาทีณี วีระตระกูล (2534) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การสอนซ่อมเสริมมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้าหรือบกพร่อง ให้มีความสามารถเท่าเทียมผู้อื่น

สุदारัตน์ มนต์นิมิตร (2545) สรุปจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นการช่วยเหลือนักเรียนให้เขาได้พัฒนาความสามารถทางการเรียนให้เต็มศักยภาพของเขา และมีจุดมุ่งหมายปลายทาง คือ ยกกระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้ใกล้เคียงกับความสามารถของผู้เรียนให้มากที่สุด

จุดมุ่งหมายหลักของการสอนซ่อมเสริม คือ พยายามที่จะช่วยเหลือนักเรียนให้ได้มากที่สุด และให้นักเรียนที่แตกต่างกันได้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ตามอัธยาศัยของตนเอง การที่จะสอนซ่อมเสริมให้มีประสิทธิภาพ ต้องเป็นการสอนซ่อมเสริมที่ดำเนินการต่อจากการวินิจฉัย

เพราะจุดประสงค์ของการสอนซ่อมเสริมก็เพื่อขจัดข้อบกพร่องของเด็กให้หมดไป จึงจำเป็นต้องวินิจฉัยเพื่อให้ทราบว่าข้อบกพร่องของเด็กอยู่ตรงไหน ยิ่งถ้าการวินิจฉัยทำละเอียดเป็นลำดับขั้นตอน ก็เท่ากับทำหน้าที่เป็นตัวชี้หน้าในการสอนซ่อมเสริมไปในตัวด้วย

ดังนั้น การสอนซ่อมเสริมจึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเองอย่างเต็มความสามารถ และเป็นการขจัดข้อบกพร่องภายในตัวเด็กทั้งในด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้สามารถเรียนรู้ได้เท่าทันเพื่อนในชั้นเรียนและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

1.4 หลักการสอนซ่อมเสริม

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอหลักการสอนซ่อมเสริม เพื่อให้การสอนซ่อมเสริมดำเนินไปจนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ มีดังนี้

สุภากร ราชอาณาจักร (2521) ได้รวบรวมหลักการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนจะต้องเรียนจากจุดและสภาพที่เขาเป็นอยู่ ได้เรียนตรงกับความบกพร่องเฉพาะอย่างของเขา แล้วขยายวงความสามารถออกไปจนเกิดความก้าวหน้าขึ้นตามลำดับ
2. การสอนซ่อมเสริมที่ประสบความสำเร็จ ครูต้องเปลี่ยนเทคนิค วิธีสอน กิจกรรม สื่อการสอน ฯลฯ จากที่ใช้สอนเด็กปกติเพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด
3. ในขณะที่สอนซ่อมเสริม ครูจะต้องแก้ไขความคิดของเด็กที่เกี่ยวกับตน และเจตคติต่อการเรียนให้เป็นไปในทางบวก

กรมวิชาการ (2537) ได้เสนอหลักการสอนซ่อมเสริม สรุปได้ดังนี้

1. ครูต้องทราบจุดเด่นและจุดด้อยทางการรับรู้ของนักเรียนว่ามีด้านใด เพื่อที่จะได้ป้อนความรู้ให้เหมาะสมและตรงกับจุดเด่นและแก้ไขจุดด้อย
2. ในการสอนซ่อมเสริมแต่ละครั้งไม่ควรใช้เวลานานเกินไป อาจสอนในขณะที่เรียนรวมกับเพื่อน ๆ หรือนอกเวลาเรียนปกติ เช่น เวลาพักรับประทานอาหารกลางวันหรือหลังเลิกเรียน
3. ครูต้องให้การเสริมแรงเพื่อที่จะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากเรียนรู้โดยการสอน เพื่อที่จะให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้เข้ากับระดับความสามารถของตนเอง
4. ครูควรใช้วิธีการสอนใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำวิธีเดิมและควรใช้สื่อการสอนประกอบด้วย

5. ครูควรวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนเป็นรายบุคคล เพราะนักเรียนแต่ละคนย่อมมีปัญหาที่แตกต่างกัน และจัดกลุ่มแยกตามปัญหาที่คล้ายคลึงกันไว้ด้วย
6. ครูต้องติดตามผลพัฒนาการของนักเรียนหลังการสอนซ่อมเสริมแล้ว เพื่อปรับปรุงการสอนของตน และปรับปรุงการเรียนของนักเรียน
7. ครูควรให้ความรักความเมตตา และความเข้าใจนักเรียน มีอารมณ์แจ่มใส ไม่โกรธง่าย

จะเห็นได้ว่า หลักการสอนซ่อมเสริมแบ่งออกเป็น 2 หลักใหญ่ ๆ คือ หลักการที่เกี่ยวข้องกับด้านตัวนักเรียน และหลักการที่เกี่ยวข้อกับด้านครูผู้สอน โดยในด้านตัวนักเรียนนั้นจะต้องเรียนรู้ให้สอดคล้องและตรงกับความรู้ที่เขามีอยู่ ส่วนในด้านครูผู้สอนจะต้องจัดประสบการณ์ให้ตรงกับความสนใจของนักเรียน หรืออาจจะกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเปลี่ยนเจตคติที่มีต่อวิชาและต่อครูผู้สอนโดยอาศัยเทคนิค วิธีสอน หรือกิจกรรมที่แปลกใหม่ ประกอบกับการเสริมแรงเพื่อกระตุ้นเร้าความสนใจของนักเรียน โดยเป็นการกระทำด้วยความเมตตาที่มีต่อนักเรียน

1.5 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม

อัญชลี แจ่มเจริญ (2523) ได้แบ่งประเภทของการสอนซ่อมเสริมไว้ 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนเหล่านั้นสามารถเรียนได้ทันเพื่อนที่อยู่ในระดับชั้นเรียนเดียวกัน
2. การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนนักเรียนที่ฉลาดให้มีโอกาสใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ไปในแนวทางที่ถูกต้องและก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

ศรียา นิยมธรรม และประภัสสร นิยมธรรม (2525) ได้แบ่งประเภทของการสอนซ่อมเสริมไว้ 4 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การสอนเพื่อแก้ไข (Corrective Instruction) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถเอาชนะความบกพร่องหรือยกระดับจากปานกลางให้สูงขึ้น การสอนในลักษณะนี้จัดกระทำในชั้นเรียนปกติ ผู้สอนอาจเป็นครูประจำชั้นหรือครูประจำวิชาก็ได้ หากนักเรียนทั้งชั้นหรือนักเรียนส่วนใหญ่เกิดความเข้าใจผิดในเนื้อหาบางอย่าง หรือเรียนอ่อนกว่าที่ควรจะเป็นในเนื้อหาบางวิชา ดังนั้นการสอนแบบนี้ต้องอาศัยการวิเคราะห์ปัญหาก่อนที่จะใช้เทคนิคการสอนเพื่อช่วยแก้ไข อาจต้องนำเอาเทคนิคการสอนเพื่อสร้างทักษะบางอย่างเป็นพิเศษมาประกอบด้วย

2. การสอนซ่อมเสริม (Remedial Instruction) เป็นบริการที่แยกจากชั้นเรียนปกติ เป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ใหม่ ๆ และ/หรือช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษจากครู การสอนแบบนี้มักทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย ๆ เช่น กลุ่มที่มีปัญหาทางเลขคณิต กลุ่มแก้ไขการพูด กลุ่มที่มีปัญหาทางการอ่าน เป็นต้น

3. การสอนโดยการปรับระดับ (Adapted Instruction) เป็นวิธีการสอนสำหรับนักเรียนที่เรียนช้ากว่าปกติ โดยที่ไม่ต้องการทั้งการสอนแก้ไขและการซ่อมเสริม การสอนลักษณะนี้ดำเนินไปในชั้นเรียนปกติ ใช้หลักสูตรร่วมกัน มีวิธีสอนทำนองเดียวกับการสอนซ่อม แต่ความคาดหวังในตัวนักเรียนย่อมแตกต่างกัน เพราะนักเรียนเหล่านี้จะเรียนได้ช้ากว่านักเรียนปกติ และมีขีดจำกัดความสามารถของการเรียนรู้ ดังนั้น เนื้อหาที่นำมาสอนตลอดจนวิธีการที่จะใช้สอนจะต้องปรับให้ใกล้เคียงกับความสามารถของนักเรียน

4. การสอนเร่ง (Accelerated Instruction) การสอนแบบนี้นิยมใช้กับนักเรียนฉลาด โดยเฉพาะนักเรียนฉลาดหรือนักเรียนที่มีสติปัญญาสูง แต่ไม่ได้ใช้สติปัญญาเต็มที่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการลบน หลีกเลียงการทำงาน และความร่วมมือจากกลุ่มสังคม ด้วยเหตุที่เป็นผู้มีความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ และความคิดนั้นถูกมองข้าม ถูกกีดกัน หรือถูกหาว่าเป็นเรื่องไร้สาระ นักเรียนจึงเกิดความท้อแท้ และมีปัญหาในการปรับตัว เพราะไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนได้ทุกกลุ่ม จึงแม้จะแยกไปเรียนร่วมกับนักเรียนที่เรียนเก่งก็ยังมีปัญหาด้านร่างกายและสังคมอยู่ การจัดการศึกษาให้กลุ่มนี้จึงต้องมีลักษณะพิเศษออกไป เช่น การสอนเสริมและการจัดชั้นเรียนหรือโรงเรียนพิเศษ

จึงสรุปได้ว่า การสอนซ่อมเสริมแบ่งเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

1. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อให้ นักเรียนเหล่านั้นสามารถเรียนได้ทันเพื่อนที่อยู่ในระดับชั้นเรียนเดียวกัน ได้แก่ การสอนเพื่อแก้ไข (Corrective Instruction) , การสอนซ่อมเสริม (Remedial Instruction) และการสอนโดยการปรับระดับ (Adapted Instruction)

2. การสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่เรียนเก่ง ให้นักเรียนที่ฉลาดได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ ได้แก่ การสอนเร่ง (Accelerated Instruction)

1.6 รูปแบบการสอนซ่อมเสริม

สุदारัตน์ มนต์นิมิตร (2545) ได้สรุปรูปแบบการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. นักเรียนสอนกันเอง เป็นการให้นักเรียนเก่งหรือนักเรียนในระดับชั้นที่สูงกว่ามาสอนให้กับนักเรียนที่มีข้อบกพร่อง ซึ่งอาจเป็นการสอนรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย วิธีนี้มีข้อดี คือ นักเรียนที่มีวัยใกล้เคียงกันและสนิทสนมกัน ใช้ภาษาเดียวกัน ทำให้ถ่ายทอดได้ง่าย อธิบายเข้าใจว่าภาษาที่ครูใช้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่าย นักเรียนที่มีข้อบกพร่องจะกล้าพูดคุย หรือซักถาม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติ อีกทั้งยังทำให้นักเรียนที่ทำหน้าที่สอนสนใจการเรียนเพิ่มขึ้น
2. การสอนแบบตัวต่อตัวระหว่างครูผู้สอนกับนักเรียน นับเป็นวิธีการที่ดีที่สุด เพราะผู้สอนสามารถใกล้ชิด ทราบปัญหาของนักเรียน และแก้ไขข้อบกพร่องได้ตรงจุด โดยที่ผู้สอนสามารถเลือกใช้ถ้อยคำและวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้
3. การสอนเป็นกลุ่มย่อย เป็นวิธีที่จัดให้นักเรียนที่มีข้อบกพร่องเหมือน ๆ กันมาอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และจัดการสอนซ่อมเสริมสลับหมุนเวียนไปที่ละกลุ่ม วิธีนี้มีข้อดี คือ นักเรียนจะ互相帮助กับปัญหา ทำความเข้าใจบทเรียนซึ่งกันและกัน ร่วมมือซึ่งกันและกัน ทำให้ไม่มีใครรู้สึกมีปมเด่นหรือปมด้อย ทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและมีกำลังใจในการเรียน
4. การสอนรวมทั้งห้อง เป็นการสอนเนื้อหาเดิมอีกครั้ง เมื่อครูผู้สอนตรวจสอบแล้วพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจ หรือยังไม่สามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือหลักการของเรื่องที่สอนได้
5. การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ใช้ในกรณีที่พบว่านักเรียนมีปัญหาในการเรียนบางเรื่อง โดยให้นักเรียนได้เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเอง โดยนักเรียนแต่ละคนจะต้องอ่าน ทำแบบฝึกหัด และตรวจคำตอบของตนเองในบทเรียนสำเร็จรูป วิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถนำไปใช้กับนักเรียนที่อ่อนทางภาษา อ่านไม่ออก เขียนไม่ได้
6. การใช้สมุดแบบฝึกหัดเรียนด้วยตนเอง มีลักษณะคล้ายกับบทเรียนสำเร็จรูป เพราะเริ่มต้นด้วยการให้บทเรียนแล้วให้แบบฝึกหัด และเฉลยคำตอบ ที่ต่างกันคือ สมุดแบบฝึกหัดด้วยตนเองมีแบบฝึกหัดมากกว่าบทเรียนสำเร็จรูป เพราะมุ่งให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเป็นการฝึกทักษะให้มากยิ่งขึ้น
7. การใช้เครื่องมือสื่อทัศนูปกรณ์และการใช้เกม เป็นการให้ประสบการณ์ในรูปนามธรรม โดยอาจศึกษาจากของจริง รูปภาพ กราฟ เสียง หรือการลงมือทำ เช่น การทดลอง การสาธิต การปฏิบัติการ การเล่นเกม เป็นต้น
8. ให้ทำกิจกรรมเพิ่มเติม ใช้ในกรณีที่นักเรียนมีความเข้าใจแล้วแต่สมควรได้รับการฝึกทักษะเพิ่มขึ้นอีก ผู้สอนอาจใช้วิธีการมอบหมายงานให้ทำ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดที่มีระดับความยากง่ายใกล้เคียงกันเพิ่มขึ้น โดยจะให้ทำที่โรงเรียนหรือจะให้ทำที่บ้านก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสม

9. การเฉลยข้อสอบ เมื่อครูผู้สอนได้วิเคราะห์ผลการสอบแล้วเห็นว่าประเด็นใดที่นักเรียนมีข้อบกพร่องอยู่มาก ก็ควรเฉลยแล้วเน้นในส่วนนั้นมากกว่าส่วนอื่น รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนที่อ่อนได้ซักถาม หรือตอบคำถามเพื่อแก้ไขสิ่งที่ยังไม่ถูกต้อง เพื่อกำจัดข้อบกพร่องให้หมดไป

10. การผสมผสานหลาย ๆ รูปแบบ เป็นการนำรูปแบบการสอนซ่อมเสริมหลาย ๆ รูปแบบมาใช้ร่วมกัน ตามความจำเป็นและความเหมาะสมของนักเรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม และแต่ละระดับ เพราะในบางครั้งวิธีซ่อมเสริมวิธีใดวิธีหนึ่งอาจไม่เพียงพอ ก็ควรเลือกใช้วิธีอื่น ๆ เข้ามาเสริม เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มากที่สุด

จะเห็นได้ว่าการสอนซ่อมเสริมสามารถทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้สอนและสถานศึกษาในการที่จะเลือกอำนวยความสะดวกและใส่ทัศนวิสัยประกอบการเรียนการสอน แต่สิ่งสำคัญที่ครูผู้สอนไม่ควรลืมในการจัดรูปแบบสำหรับการสอนซ่อมเสริม คือ การสอนซ่อมเสริมจะต้องมีรูปแบบที่แปลกใหม่และแตกต่างจากการสอนปกติในชั้นเรียน และจะต้องตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน เพื่อดึงดูดใจให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนซ่อมเสริมให้ได้มากที่สุด

1.7 ประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม

Kochevar (1975) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริมซึ่งสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนจะต้องสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล

พันทิพา อูทัยสุข (2523) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนซ่อมเสริม สรุปได้ดังนี้

1. ทำให้นักเรียนอ่อนเรียนทันเพื่อนทั้งชั้น
2. ทำให้นักเรียนทั้งหมดเรียนดีขึ้นกว่าเดิมเมื่อแข่งกับตัวเอง
3. ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งอยู่แล้วสามารถเรียนได้ดีที่สุด ตามความสามารถของเขาเอง

จะเห็นได้ว่าประโยชน์หลักของการสอนซ่อมเสริม มีทั้งประโยชน์ที่เกิดกับนักเรียนที่เรียนอ่อน คือ ทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อน ได้พัฒนาตนเองให้ดีขึ้นและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ในขณะที่เดียวกันการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียนที่เก่งอยู่แล้ว ก็จะทำให้พัฒนาความสามารถของเขาได้อย่างเต็มที่อีกด้วย

1.8 ปัจจัยที่ทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จ

กรมวิชาการ (2537) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่จะทำให้การสอนซ่อมเสริมประสบความสำเร็จว่า มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับความร่วมมือของหลาย ๆ ฝ่าย ได้แก่

1. ด้านผู้บริหาร

1.1 ผู้บริหารควรให้ความสำคัญของการสอนซ่อมเสริม ด้วยการส่งเสริมให้มีการจัดสอนอย่างเป็นกิจลักษณะ และบังเกิดผลตามที่หลักสูตรกำหนด

1.2 ควรเพิ่มพูนความรู้เกี่ยวกับหลักการ เทคนิค และวิธีสอนซ่อมเสริมให้แก่ครู โดยอาจจัดส่งไปอบรม เมื่อมีหน่วยงานราชการจัดขึ้น หรือจัดประชุมสัมมนาภายในกลุ่มโรงเรียน โดยเฉพาะภายในโรงเรียนด้วยการเชิญวิทยากรมาให้ความรู้ หรือระดมพลังความคิดร่วมกันอภิปราย

1.3 ควรจัดรูปแบบการสอนซ่อมเสริมให้สัมพันธ์กับแผนการสอน

1.4 ผู้บริหารควรเอาใจใส่ ให้กำลังใจแก่ครูผู้สอนซ่อมเสริม

1.5 ผู้บริหารควรให้การสนับสนุนในด้านงบประมาณ อุปกรณ์การสอน เป็นต้น

1.6 ผู้บริหารควรมีการติดตามผลการสอนซ่อมเสริมอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เมื่อพบอุปสรรคต่อการเรียนของนักเรียน ให้ดำเนินการช่วยเหลือแก้ไขทันที

1.7 ต้องมีการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ปกครอง ครู และนักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการเรียนซ่อมเสริม เพื่อทุกฝ่ายจะได้ร่วมมือกันแก้ไขอย่างจริงจัง ในอันที่จะทำให้การสอนซ่อมเสริมบรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย

2. ด้านผู้สอน

2.1 ครูควรตระหนักถึงความสำคัญของการสอนซ่อมเสริม และร่วมมือกันอย่างจริงจังที่จะจัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

2.2 ควรศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการจัดสอนซ่อมเสริมตามแนวทางของหลักสูตร

2.3 ควรเอาใจใส่และติดตามผลการเรียนของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพบว่านักเรียนมีปัญหาอันเป็นอุปสรรคต่อการเรียน ครูต้องศึกษา วินิจฉัยสาเหตุและรีบแก้ไขทันที ในขณะเดียวกันสำหรับนักเรียนที่ไม่มีปัญหา ครูควรเสริมให้นักเรียนมีความสามารถยิ่ง ๆ ขึ้นไป

2.4 ควรเปลี่ยนแปลงวิธีสอนและใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธี ให้แตกต่างกันไปตามความสามารถของนักเรียน

2.5 ควรใช้อุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมกับบทเรียน เพื่อสร้างความสนใจให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนยิ่งขึ้น

2.6 ครูควรมีความเสียสละตั้งใจจริง และมีทัศนคติที่ดีที่จะทำการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

การสอนซ่อมเสริมจะประสบความสำเร็จได้นั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือทั้งจากฝ่ายผู้บริหารและฝ่ายครูผู้สอนร่วมกัน โดยฝ่ายผู้บริหารนั้นจำเป็นต้องให้การสนับสนุนทั้งในด้านความรู้งบประมาณ และกำลังใจ ในขณะที่เดียวกันครูผู้สอนก็ต้องมีความเอาใจใส่ และพยายามจัดเตรียมและดำเนินการสอนให้ดีที่สุดด้วย เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดแก่ตัวนักเรียน

2. การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์

2.1 คอมพิวเตอร์และบทบาทในวงการการศึกษา

ไพโรจน์ ตีรณธนากุล (2528 อ้างถึงใน วิชชุลาวัฒน์ พิทักษ์ผล, 2530) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในโรงเรียน ซึ่งอาจจำแนกเป็นข้อย่อย ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. ใช้ศึกษาวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ทฤษฎีการทำงานและการใช้งาน โดยการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ ศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ การป้องกันโปรแกรม การอ่านผลจากคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าใจและสามารถอยู่ในสังคมที่ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการต่าง ๆ ตลอดจนเศรษฐกิจส่วนตัวและประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ใช้เสริมความสามารถในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถสร้างเสริมความรู้และทักษะจนสามารถทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้
3. ใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
4. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหาหรือทำโจทย์ในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคมศาสตร์ สามารถฝึกความรู้และทดสอบความรู้จากโจทย์แบบฝึกหัดและเฉลยคำตอบจำนวนมากที่คอมพิวเตอร์เก็บไว้
5. ใช้คอมพิวเตอร์เสริมสร้างศิลปะและดนตรี โดยอาศัยโปรแกรมกราฟิก สร้างสรรค์รูปภาพและเพลงให้นักเรียนฝึกและทดลอง ทำให้เกิดรสนิยม ทัศนคติที่ดีต่อศิลปะและดนตรี นอกจากนี้ยังอาจใช้เกมคอมพิวเตอร์สร้างการคิดแบบตรรกะได้

6. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการศึกษาด้วยตนเอง หรือปรับปรุงการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ชุดการสอนสำเร็จรูปบนคอมพิวเตอร์

7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน เก็บข้อมูลรายละเอียดและผลการเรียนของนักเรียน ทำให้ครูสามารถติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ รวมทั้งสามารถนำมาช่วยในการเลือกและจัดอันดับเนื้อหาวิชาและเลือกยุทธวิธีสอน

8. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานบริหาร งานทะเบียน งานบัญชีของโรงเรียน และเป็นอุปกรณ์สาธิตงานบัญชีและงานสำนักงานแก่นักเรียน

จะเห็นได้ว่าบทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา มีทั้งในด้านการบริหารงาน การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการพัฒนาการเรียนของครูผู้สอน และการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาตนเองเป็นรายบุคคลของนักเรียน ซึ่งบทบาทในด้านที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนไม่ว่าครูจะเป็นผู้จัดหรือนักเรียนเป็นผู้เรียนเองก็ตาม คอมพิวเตอร์สามารถจัดการเรียนรู้ได้หลายกลุ่มสาระการเรียนรู้ โดยการนำคอมพิวเตอร์มาใช้นั้น นอกจากจะช่วยเพิ่มพูนด้านความรู้แล้ว ยังสร้างเจตคติและทัศนคติที่ดีให้แก่ผู้เรียนด้วย

2.2 คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์

การสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องเป็นรายบุคคล เพื่อให้นักเรียนที่มีความบกพร่องนั้น สามารถบรรลุจุดประสงค์ของการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้จุดประสงค์ของหลักสูตรในการจัดชั่วโมงซ่อมเสริม คือ ต้องการให้นักเรียนได้ใช้ชั่วโมงซ่อมเสริมเป็นเวลาเพิ่มพิเศษสำหรับการเรียนวิชาใดวิชาหนึ่งที่ยังไม่เข้าใจ (วิษณุลาภรณ์ พิทักษ์ผล, 2530) ทั้งนี้การใช้บทเรียนสำเร็จรูปก็เป็นอีกวิธีการหนึ่ง เพราะนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และกำหนดเวลาช้าหรือเร็วในการเรียนขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียน แต่บทเรียนสำเร็จรูปก็อาจไม่สามารถสร้างสถานการณ์ที่สร้างความสนใจนักเรียนที่เรียนอ่อนได้ เนื่องจากมีรูปร่างเหมือนตำราเรียน และหากนักเรียนไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเองก็อาจเปิดดูคำตอบก่อน ทำให้การใช้บทเรียนสำเร็จรูปอาจไม่ได้ผล

การนำบทเรียนสำเร็จรูปมาอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริม ถือเป็นทางเลือกหากการเปิดดูคำตอบของนักเรียนได้ และน่าจะจะได้ผลดีกว่าการใช้บทเรียนสำเร็จรูปแบบปกติ ดังที่ อ่ำพล สงวนศิริธรรม (2528) กล่าวถึงการใช้คอมพิวเตอร์กับการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า

1. เป็นสื่อการสอนชนิดใหม่ ที่นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นอิสระต่อคนอื่น โดยอาศัยคำแนะนำจากครูเพียงเล็กน้อยเท่านั้น
2. การแสดงเนื้อหาบทเรียนทำได้น่าสนใจกว่า การสร้างภาพประกอบสามารถทำได้ซ้ำ ๆ ทำให้รู้สึกว่าการเคลื่อนไหว อาจมีเสียงประกอบทำให้เกิดความสนใจได้มาก
3. นักเรียนต้องตอบคำถามด้วยตนเอง ไม่สามารถดูคำตอบล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเองได้
4. ถ้าตอบคำถามถูก จะได้รับคำชมเชยทุกครั้งด้วยวิธีการที่ต่าง ๆ กัน ทั้งภาพและเสียง หรือถ้าตอบผิดจะมีข้อความให้กำลังใจ ให้เกิดความมานะเพื่อแก้ไขตัวเองอีกครั้ง
5. การใช้คอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนคิดว่าเขากำลังเล่น แต่ครูรู้ว่าเขากำลังเรียนซ่อมเสริม
6. คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่น หรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่อาจทำให้เกิดความท้อถอย หรือหมดกำลังใจ เมื่อนักเรียนตอบผิดหลาย ๆ ครั้งอาจจะแสดงเนื้อหาบทเรียนเดิมให้ศึกษาอีกครั้งจึงกลับมาให้ทำแบบฝึกหัดใหม่

ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์จึงถือว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถแปลงความเป็นนามธรรมของเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มาอยู่ในรูปกราฟิกทั้งภาพและเสียงซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนจะเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์จึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ

3. ทฤษฎีซ่อมแซม

3.1 ความเป็นมาของทฤษฎีซ่อมแซม

ประมาณปี ค.ศ.1979 – 1980 นักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวอเมริกัน 2 ท่าน คือ Kurt Vanlehn และ John Seely Brown ร่วมกันทำการวิจัยเกี่ยวกับกลไกการคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในวิชาพีชคณิต เรื่อง การบวกและลบ จำนวนเต็มบวกตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า การคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์มีลักษณะคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ กล่าวคือ ถ้านักเรียนคนใดมีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์เป็นอย่างไร ก็แสดงออกถึงลักษณะเช่นนั้นอย่างเป็นระบบ โดยสามารถสังเกตความคลาดเคลื่อนนั้นได้จากคำตอบที่นักเรียนตอบจากปัญหาที่ครูตั้งขึ้นมา และมีอยู่น้อยมากที่ความคลาดเคลื่อน

ของมโนทัศน์นั้นจะเกิดขึ้นแบบไม่มีระบบ จึงต้องมีการดำเนินการเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ เรียกรดำเนินการเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าการซ่อมแซม หรือ Repair ซึ่งนำมาสู่ทฤษฎีซ่อมแซม หรือ Repair Theory

Brown และ Vanlehn (1980) ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีซ่อมแซม (Repair Theory) ไว้ว่า ทฤษฎีซ่อมแซม เป็นทฤษฎีที่อธิบายว่ามนุษย์เรียนรู้ทักษะกระบวนการหรือมโนทัศน์ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร โดยมีความพยายามที่จะแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นประกอบด้วย ทฤษฎีนี้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียนแต่ละบุคคลว่า มโนทัศน์ของแต่ละบุคคลเกิดจากกระบวนการคิดที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้ในเรื่องเดียวกันหรือสิ่งเดียวกันมีความแตกต่างกัน ในความแตกต่างกันของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นนี้จึงมีทั้งมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่ความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมานั้นมีลักษณะที่เป็นระบบ เรียกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบนี้ว่า Bugs โดยในการเรียนการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพียง 1 เรื่อง อาจเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ หรือ Bugs ได้หลายรูปแบบ

การดำเนินการซ่อมแซม หรือ Repair มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนตั้งอยู่บนพื้นฐานที่ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางประการของนักเรียนอาจนำไปใช้แก้ปัญหาในระดับง่ายได้ แต่เมื่อปัญหาที่ถูกกำหนดขึ้นมีความยากขึ้น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เรียนมีอยู่นั้นจะไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ เมื่อผู้เรียนไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาที่กำหนดให้แล้ว จะเกิดความพยายามปรับกระบวนการหาคำตอบหรือพยายามปรับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาใหม่นั้นได้ เรียกกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เรียนมีอยู่เดิมไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องว่า Bug Migration

จะเห็นได้ว่าตามทฤษฎีซ่อมแซมนั้น Bugs จะเข้ามาเกี่ยวข้องใน 2 ส่วนด้วยกัน คือ ในส่วนแรกที่ผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ขึ้นมาเองในขั้นแรก โดยมีมโนทัศน์นั้นสามารถนำมาแก้ปัญหาในระดับง่ายได้ แต่เมื่อได้รับปัญหาที่ยากยิ่งขึ้นแล้ว จะไม่สามารถนำมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาใช้แก้ปัญหานั้นให้ได้รับคำตอบที่ถูกต้องได้ เนื่องจากมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือ Bugs นั้นเอง และในส่วนที่ 2 คือ เมื่อผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาหรือปรับมโนทัศน์ที่ตนเองมีอยู่ให้สามารถแก้ปัญหาใหม่ที่ได้รับให้ได้คำตอบ โดยเรียก

กระบวนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์นี้ว่าการซ่อมแซม หรือ Repair และเมื่อผู้เรียนสามารถเปลี่ยนจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องนั้น จะเรียกกระบวนการนี้ว่า Bug Migration

ดังนั้นสามารถสรุปหลักการสำคัญของทฤษฎีซ่อมแซมได้เป็น 2 ข้อ คือ

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือ Bugs ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นการคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ สามารถระบุและตรวจสอบได้โดยพิจารณาจากคำตอบของปัญหาที่ผู้เรียนแสดงออกมา
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ โดยอาศัยปัญหาหรือแบบฝึกหัดที่มีความยากมากยิ่งขึ้น ที่ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาแก้ปัญหาได้ จึงจำเป็นต้องปรับกระบวนการและมโนทัศน์ที่มีอยู่ไปสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้องให้สามารถแก้ปัญหาได้

ในปัจจุบันนี้การนำทฤษฎีซ่อมแซมมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ มีการนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในขั้นตอนการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของผู้เรียน หรือขั้นการซ่อมแซม (Repair) โดย Vanlehn ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือ Intelligent Tutoring Systems หรือ ITS ขึ้นมาเพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนและการปรับมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยในช่วงเริ่มต้นของโปรแกรมนี้นี้ เนื้อหาของโปรแกรมนี้นั้นมีเพียง เรื่อง การลบจำนวนเต็มตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเริ่มแรกของ Brown และ Vanlehn เท่านั้น แต่เมื่อมีผู้นำความรู้ของทฤษฎีซ่อมแซมไปใช้อย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้นในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Intelligent Tutoring Systems หรือ ITS จึงถูกพัฒนาไปสู่เนื้อหาคณิตศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เนื้อหาทางพีชคณิต เรื่อง การคูณและการหารเลขยกกำลัง ในรูปโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ชื่อ EasyMath เป็นต้น

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม

Vanlehn และ Brown (1980) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม เพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน โดยแบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอมนทัศน์ในขั้นต้น ในขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นเรียนตามปกติ สำหรับการเรียนการสอนนี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาใจหายนั้น ๆ ได้ แต่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้นี้ อาจจะเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการหาข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนต้องให้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้นให้แก่ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยโจทย์นั้นจะต้องครอบคลุมทุก ๆ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในมโนทัศน์นั้น ๆ ของผู้เรียนและมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ครูสามารถพิจารณาว่านักเรียนตอบปัญหาได้ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากความผิดพลาดในมโนทัศน์ใด และจะสามารถนำข้อผิดพลาดของนักเรียนมาพิจารณาได้ว่าข้อผิดพลาดของนักเรียนอยู่ในส่วนใดของมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นการแก้ไข (Repair) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ครูพบในขั้นที่ 2 ในขั้นของการแก้ไขนี้จะต้องมีการชี้แจงว่าข้อที่นักเรียนทำผิดนั้น เกิดจากสาเหตุใด (กระบวนการหาคำตอบที่นักเรียนใช้เป็นอย่างไรจึงทำให้ได้คำตอบเช่นนี้) และที่ถูกต้องจะต้องคิดเช่นไรจึงจะได้คำตอบ โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญานั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้เด็กเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการให้ผลป้อนกลับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการแก้ไขมโนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว (นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว) และจะต้องให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนด้วย

4. มโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Concept ในภาษาไทยอาจเรียกว่า มโนคติ มโนคติ มโนภาพ ความคิดรวบยอด เป็นต้น แต่มีความหมายเดียวกัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนทัศน์” (Concept) ซึ่งมีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่ามโนทัศน์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

Bruner (1956) กล่าวถึงมโนทัศน์ว่าเป็นการจัดประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด ซึ่งได้มาจากการจัดสิ่งเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยคุณลักษณะ (Attributes) เป็นเกณฑ์

De Cecco (1968) ได้อธิบายลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ คือ กลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกัน สิ่งเร้าเหล่านี้อาจเป็นสิ่งของ เหตุการณ์ หรือบุคคลต่าง ๆ ซึ่งเรากำหนดด้วยการเรียกชื่อ

Klausmeier (1971) ให้แนวคิดที่ว่า มโนทัศน์จะบอกให้เราทราบถึงคุณลักษณะ (Attributes) ของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้เราสามารถแยกสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จากสิ่งอื่น ๆ ได้ และในขณะเดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

Good (1973) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนทัศน์ไว้ใน Dictionary of Education คือ

1. ความคิดหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้
2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจกรรม หรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

ชัยพร วิชชาวุธ (2521) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทสิ่งของต่าง ๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน มโนทัศน์แบ่งเป็น

1. มโนทัศน์รูปธรรม เป็นมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งของหรือการกระทำที่สังเกตได้ชัดเจนและมีหลักการจัดประเภทอย่างชัดเจน เช่น โต๊ะ หน้าต่าง ๆ น้ำ ครูใหญ่ ตัดหญ้า เล่นฟุตบอล เป็นต้น
2. มโนทัศน์นามธรรม เป็นมโนทัศน์ที่ต้องอาศัยการคิดและการจินตนาการ เช่น อนุภาคของอะตอม พลังงาน นิพพาน ความกตัญญู ความเกรงใจ ความเสมอภาค เป็นต้น

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534) ให้ความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ เป็นข้อสรุปจากการรับรู้ที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายกันมารวมกันเป็นรูปแบบเดียวกัน เช่น หนังสือ จะรวมพจนานุกรมจนถึงหนังสือการ์ตูน เป็นต้น

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ การจัดลักษณะที่เหมือนกันจากประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างมีระเบียบ ทำให้เกิดความคิดหรือประสบการณ์ มโนทัศน์เป็นความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง มโนทัศน์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อผู้เรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของคำว่า มโนทัศน์ หรือ Concept ได้ว่า คือ ความคิด ความเข้าใจซึ่งเป็นข้อสรุปของบุคคลหนึ่งเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อใช้จำแนก เรื่องนั้นหรือสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ โดยข้อสรุปนั้นได้มาจากความรู้หรือการสังเกตหรือประสบการณ์ ของแต่ละบุคคลนั้น และมโนทัศน์ของแต่ละบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อบุคคลนั้นได้รับความรู้ หรือประสบการณ์เพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ

4.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

De Cecco (1968) อ้างถึงใน ชีรนาถ ธุรงาม (2548) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยงลักษณะ (Conjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจาก ลักษณะเฉพาะตั้งแต่ 2 ลักษณะขึ้นไป เป็นมโนทัศน์ที่เรียนได้ง่าย
2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (Disjunctive Concept) คือ มโนทัศน์ที่ใช้ได้ตั้งแต่ 2 ความหมาย ขึ้นไป จะหมายถึงอะไรขึ้นอยู่กับ การตัดสินใจของผู้เลือก เป็นมโนทัศน์ที่ยากกว่ามโนทัศน์แรก
3. มโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ (Relative Concept) คือ มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์กัน ระหว่างลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ เป็นมโนทัศน์ที่ยากในการที่จะเรียนรู้

กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์ (2528) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง (Conjunctive Concept) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่ง ต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างร่วมกัน มักเชื่อมโยงด้วยคำว่า “และ”
2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (Disjunctive Concept) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างเพื่อแยกแยะกันออกไปตามความแตกต่างที่ปรากฏ มโนทัศน์ชนิดนี้มัก ใช้คำว่า “หรือ” เข้าไปเกี่ยวข้องกับการจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ นั้นด้วย

ประยูร อาษานาม (2537) ได้แยกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ (Qualitative Concept) เป็นการจำแนกสิ่งต่าง ๆ ตาม ขนาด รูปร่าง และสี โดยคนเราสามารถรับรู้และสัมผัสได้
2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับปริมาณ (Quantitative Concept) เป็นเรื่องของนามธรรม เช่น จำนวนและการนับ เป็นต้น

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา (2537) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ในแต่ละวิชานั้นอาจไม่เหมือนกัน แต่สรุปได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ได้แก่ ความเป็นนามธรรม จำนวนสมาชิกกลุ่ม และการสรุปความแคบความกว้าง
2. ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง ได้แก่ ลักษณะเดิมที่ปรากฏ การแสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับขนาด ที่ตั้ง และทิศทาง
3. ประเภทที่แบ่งตามหน้าที่ ได้แก่ การตอบสนองต่อสิ่งของหรือเหตุการณ์ หรือพฤติกรรมที่เกิดจากเหตุการณ์นั้น ๆ

ดังนั้นการจำแนกมโนทัศน์จึงจำแนกได้ตามเกณฑ์ต่าง ๆ กัน ได้แก่ การจำแนกมโนทัศน์ตามลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์นั้น ๆ ได้แก่ มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ และมโนทัศน์ชนิดสัมพันธ์ และการจำแนกมโนทัศน์ตามความเป็นรูปธรรมและนามธรรม ได้แก่ มโนทัศน์เกี่ยวกับคุณสมบัติ ซึ่งเป็นการจำแนกตามลักษณะทางรูปธรรม และมโนทัศน์เกี่ยวกับปริมาณ ซึ่งเป็นเรื่องของนามธรรม และการจำแนกตามลักษณะการแบ่งประเภท ได้แก่ ประเภทที่แบ่งตามธรรมชาติ ประเภทที่แบ่งตามโครงสร้าง และประเภทที่แบ่งตามหน้าที่

4.3 ประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ของคนเรานั้น มีทั้งมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องทั่วไปและมโนทัศน์เฉพาะเรื่องใด ๆ ในทางการศึกษาแล้ว มโนทัศน์มีประโยชน์หลายประการ ดังที่มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ต่อไปนี้

Cooney, Davis and Henderson (1975) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์ เรื่อง จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวน ๆ หนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น
2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้
3. มโนทัศน์จะทำให้เราค้นพบความรู้ใหม่

ชูชีพ อ่อนโคกสูง (2522) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. ลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม ถ้าเรามัวไปจำหรือเข้าใจเฉพาะในรายละเอียด จะก่อให้เกิดความยุ่งยากเป็นอย่างมากในการที่จะเข้าใจสิ่งแวดล้อมทั่วไป
2. ช่วยให้แก่กวีตฤหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ออกจากกัน สามารถบอกได้ว่าวัตถุหรือสิ่งเข้า

ใดเป็นพวกเดียวกันหรือไม่

3. ประหยัดเวลาในการเรียนรู้ ไม่ต้องทำความเข้าใจซ้ำ ๆ
4. ทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้ เนื่องจากการเรียนในระดับสูงขึ้นไปต้องใช้มโนทัศน์เดิมเป็นพื้นฐาน
5. ช่วยให้มีแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

นวลจิตต์ เขาวีรติพงษ์ (2537) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ว่า การที่ผู้เรียนเรียนรู้มโนทัศน์ จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้เรื่องนั้นได้ถึงระดับสูงสุด นอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดการจัดระบบระเบียบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้ว ในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเร้าใหม่ก็จะสามารถจำแนก จัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์เดิม

จะเห็นได้ว่าประโยชน์ของมโนทัศน์เป็นผลมาจากเมื่อเราเรียนรู้มโนทัศน์นั้น ๆ แล้ว ดังนั้น ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของมโนทัศน์ คือ ทำให้สามารถจำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกจากกันได้ และเมื่อสามารถจำแนกสิ่ง ๆ หนึ่งออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้แล้ว จะส่งผลด้านการวางแผนการดำเนินการเกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ ต่อไปอีกในอนาคต ซึ่งจะเอื้อประโยชน์ในด้านอื่น ๆ ต่อไปอีก เช่น การประหยัดเวลาและงบประมาณ และในด้านการเรียนจะทำให้การเรียนรู้มโนทัศน์ในระดับที่สูงขึ้นดำเนินไปได้ง่ายยิ่งขึ้น

4.4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

McDonald (1959) มีความคิดเห็นว่าการสร้างมโนทัศน์นั้น นักเรียนจะต้องผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

1. สามารถแยกแยะ (Discrimination) คือ นักเรียนจะต้องสามารถแยกความแตกต่างได้ เช่น แยกอ่าวออกจากแม่น้ำ มหาสมุทร หรืออื่น ๆ ได้
2. สามารถสรุปครอบคลุม (Generalization) คือ นักเรียนจะต้องนึกถึงลักษณะของสิ่งนั้นและสามารถเชื่อมโยงให้เข้ากับสิ่งอื่น ๆ ได้ เช่น เชื่อมโยงอ่าวที่นักเรียนเรียนกับอ่าวอื่น ๆ ได้

Lowell (1966) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์มี 3 ขั้นตอน คือ การรับรู้ (Perception) การย่อ (Abstraction) การสรุป (Generalization) การย่อเป็นสิ่งสำคัญในการสร้างมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเด่นที่รวมกันของวัตถุ หรือเหตุการณ์

ในสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ นักเรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนสามารถแยกแยะสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบ

Ausubel (1968) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ประกอบด้วย

1. ความสามารถในการจำแนกความแตกต่างของสิ่งเร้าได้
2. สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับการรวมลักษณะของสิ่งเร้าที่เหมือนกัน
3. ทดสอบสมมติฐานมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง
4. เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการร่วมกันได้

ปราณี รามสูต (2528) ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ของคนเราเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ คือ เมื่อได้ปะทะความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า จนในที่สุดเกิดโครงสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้ ซึ่งมีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้

1. การรับรู้
2. ความจำ
3. การคิดหาเหตุผล
4. การจัดระเบียบหรือประสมประสานความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นให้เป็นหมวดหมู่

ซึ่งในที่นี้อธิบายได้ว่า เมื่อปะทะกับสิ่งเร้า บุคคลจะเกิดการรับรู้ เมื่อรับแล้วก็จะไปเก็บไว้ในความจำ เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้า ความจำเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้นก็จะมีมากขึ้น จะเกิดการคิดหาเหตุผล ดังนั้นจึงมีการประสมประสานกันระหว่างการรับรู้ ความจำ และความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งเร้านั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้านั้น ๆ ต่างไปจากกลุ่มของสิ่งเร้าอื่นอย่างไร และสรุปขอยอดลักษณะของกลุ่มของสิ่งเร้านั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2534) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้มโนทัศน์ดังนี้

1. การเรียนรู้เริ่มต้นจากการได้รับประสบการณ์ของผู้เรียนจากสิ่งที่ได้เห็นและสิ่งที่ได้สัมผัสมาก่อน
2. จากประสบการณ์เดิม ผู้เรียนจะนำความรู้ที่นำมาใช้ในการแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ได้รับ
3. ผู้เรียนจะเริ่มพิจารณาถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้านั้น

4. ตั้งสมมติฐานว่าความรู้อันไหนคืออะไร
5. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น
6. เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มสิ่งเร้า ซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน หากปรากฏว่าถูกก็ยังคงสมมติฐานไว้อย่างนั้น ถ้าผิดจะกลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกต้อง และจะคงสมมติฐานนั้นไว้

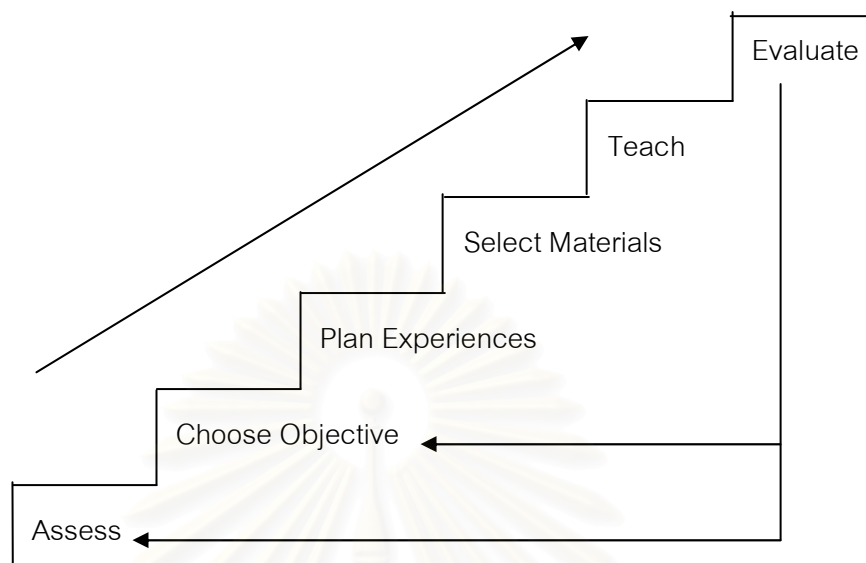
จะเห็นได้ว่า กระบวนการสร้างมโนทัศน์ เกิดขึ้นมาจากการได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ ของผู้สร้างมโนทัศน์ โดยต้องผ่านการกระบวนการรับรู้ ความจำเกี่ยวกับความรู้เดิมที่มีอยู่ต่อสิ่งนั้น ๆ การคิดหาเหตุผลและสร้างสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้น และการจัดระเบียบความรู้ที่ได้จากการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้กับสิ่งเร้า นั้น และเมื่อสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งเร้า นั้นได้แล้ว จะต้องสามารถแยกแยะสิ่งเร้า นั้นออกจากสิ่งอื่นและสรุปลักษณะของสิ่งเร้า นั้นได้

4.5 การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Charlesworth (2005) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเด็กเล็ก ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้สามารถใช้ได้กับการสอนทั่ว ๆ ไปด้วย โดยการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินสภาพที่นักเรียนเป็นอยู่ (Assess) เพื่อให้ทราบความรู้ของนักเรียน อันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งนักเรียนแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกัน
2. ตั้งวัตถุประสงค์ (Choose Objectives) เมื่อประเมินสภาพในขั้นที่ 1 แล้ว ครูนำสภาพนั้นมาช่วยในการตั้งวัตถุประสงค์ โดยอย่างน้อยต้องตั้งวัตถุประสงค์ให้นักเรียนที่อ่อนได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นเท่ากับนักเรียนที่เก่ง
3. วางแผนการจัดประสบการณ์ที่ทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ (Plan Experience) ต้องพึงระลึกว่าเด็กเล็กจะเรียนได้ดีในประสบการณ์ตามธรรมชาติ
4. เลือกวัสดุ อุปกรณ์ หรือสื่อต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน (Select Materials) โดยสื่อต้องเป็นสื่อที่ดี ทำอย่างดี ปลอดภัยต่อเด็ก ต้องออกแบบเพื่อให้นักเรียนเข้าถึงมโนทัศน์นั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และเหมาะสมกับระดับของนักเรียน
5. ปฏิบัติการสอนนักเรียนตามแผนที่วางไว้ (Teach)
6. ประเมินว่านักเรียนเรียนรู้สิ่งที่ต้องการสอนหรือไม่ (Evaluate) ถ้าเรียนรู้แล้ว กลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 2 แต่ถ้ายังไม่เกิดการเรียนรู้ ครูต้องกลับไปเริ่มที่ขั้นตอนที่ 1 อีกครั้ง

ทั้งนี้สามารถเขียนสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนได้ดังแผนภาพที่ 3 ดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

De Cecco (1968 อ้างถึงใน ธีรนาถ ธงงาม 2548) เสนอว่าการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรจะปฏิบัติเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. คาดหวังการกระทำ (พฤติกรรม) คือ ตั้งจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเพื่อให้ทราบว่านักเรียนจะมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากเรียนมโนทัศน์ไปแล้ว
2. เลือกลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ (Dominance of Attribute) ของมโนทัศน์มาสอนหรือแสดงต่อนักเรียน เพื่อลดความสับสน
3. แสดงภาษาซึ่งใช้แทนมโนทัศน์ที่ต้องการสอน โดยเขียนบนกระดานดำหรือบอร์ดก็ได้
4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง (Positive and Negative) กับมโนทัศน์ที่จะสอน
5. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่จะสอนให้นักเรียนมองเห็น แล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างใดที่ใช่ ตัวอย่างใดที่ไม่ใช่
6. แสดงตัวอย่างอื่นที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน ถาม และให้นักเรียนตอบว่าใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียน
7. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอน ให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน
8. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่เรียนแล้ว

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและตรวจงานนักเรียน เพื่อรายงานผลให้นักเรียนทราบ และให้การเสริมแรงอื่น ๆ

Klausmeier และ Ripple (1971 อ้างถึงใน ยลนภา พลชัย, 2548) ได้แนะนำการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. การเน้นคุณลักษณะของมโนทัศน์ ครูควรชี้แนะให้นักเรียนเห็นถึงลักษณะของสิ่งเหล่านั้น เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแยกแยะลักษณะที่แตกต่างกันได้ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น
2. การใช้คำที่เหมาะสม การสอนมโนทัศน์ต้องให้นักเรียนใช้คำแทนมโนทัศน์นั้น ครูควรให้ผู้เรียนสามารถใช้คำที่เหมาะสมกับมโนทัศน์นั้น หรือมโนทัศน์อื่นด้วย
3. การชี้ให้เห็นถึงธรรมชาติของมโนทัศน์ที่เรียน การสอนมโนทัศน์ครูต้องสอนให้นักเรียนทราบพื้นฐาน นิยาม โครงสร้างของมโนทัศน์นั้นเสียก่อนตั้งแต่ต้น
4. การพิจารณาการจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง ครูควรเสนอตัวอย่างทางบวกและทางลบให้มากพอ ที่นักเรียนจะเห็นลักษณะเฉพาะเพื่อให้เขาสามารถแยกแยะความแตกต่างและสรุปมโนทัศน์ได้
5. ส่งเสริมให้นักเรียนต้องการค้นคว้า ครูควรให้ผู้เรียนมีทั้งความรู้และแนวทางในการแก้ปัญหาพอ ๆ กับที่เขามีอิสระในการตัดสินใจ และรับผิดชอบสิ่งที่ตนกระทำ
6. จัดให้มีการเรียนการใช้ประโยชน์ ครูควรมีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์
7. ให้ผู้เรียนรู้จักวัดผลตนเองว่าเข้าใจในความรู้ที่นั้นหรือไม่ ถ้าไม่เข้าใจก็เริ่มตั้งต้นใหม่

Lasley และ Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคอง, 2547) ได้เสนอโมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) ซึ่งเป็นโมเดลการพัฒนาทางจิตศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สร้าง ข้อมูลอาจมาจากผู้เรียน ผู้สอน หรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ผู้สอนต้องทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการในการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง หรือต้องการสิ่งใดเพิ่มเติม ส่งใดควรตัดออกไป

ขั้นที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้นิยามหรือ

อธิบายให้ได้ว่าใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์ และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นที่ 3 การขยายความประเภทของข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่ผู้เรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก โดยให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ผู้สอนและผู้เรียนคนอื่น ๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริง และความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่าง ๆ ของข้อมูล ผู้สอนควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ในขั้นนี้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ประเภทเดียวกันเกี่ยวข้องกับอย่างไร หรือให้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือสรุปความหมายของประเภทที่จัดและสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูง ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

พรพนี ชูทัย เจนจิต (2545) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในการสอนมโนทัศน์ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนมโนทัศน์ใดแล้วจะทำอะไรได้บ้าง เช่น เมื่อเรียนเรื่องสัตว์บก สามารถแยกแยะสัตว์บกออกจากสัตว์ต่าง ๆ
2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะเรียน ถ้ามโนทัศน์ที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับให้เป็นหมวดหมู่ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจยิ่งขึ้น
3. ใช้สื่อทางภาษาให้เข้าใจชัดเจนในการสอน หรือแนะนำให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่น การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนทัศน์ ผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่าง ๆ มากมาย
4. ตัวอย่างที่นำมาให้ดูควรเป็นตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป จะได้ผลดีกว่าตัวอย่างที่ถูกอย่างเดียว หรือผิดอย่างเดียว เช่น การสอนมโนทัศน์ของนก ก็ยกตัวอย่างที่เป็นนกชนิดต่าง ๆ เช่น นกแก้ว นกขุนทอง นกเอี้ยง ฯลฯ ตัวอย่างที่ไม่ใช่ชนก เช่น แมว สุนัข แมลง ฯลฯ
5. ให้ดูตัวอย่างต่าง ๆ ทั้งทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างทางลบก่อน แล้วตามด้วยตัวอย่างทางบวก จะช่วยให้เรียนรู้อมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น
6. ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามตอบได้ และให้กำลังใจเสริมแรงทุกครั้ง ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนทัศน์

7. พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปแล้วด้วยคำพูดของตนเอง

นาตยา บิลันธนานนท์ (2542) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ซึ่งมี 2 แบบ คือ การสอนแบบนิรนัยและการสอนแบบอุปนัย

การสอนแบบนิรนัย

1. กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ
2. อธิบายความหมายของมโนทัศน์นี้
3. ให้นักเรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใชตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
4. ให้ผู้เรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
5. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบายอีกครั้งว่ามโนทัศน์นี้เป็นอย่างไร

การสอนแบบอุปนัย

1. ไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์นั้นแก่ผู้เรียน
2. ให้นักเรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนคัดเลือกว่าตัวอย่างเหล่านี้ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และตัวอย่างใดไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. ให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น ให้นักเรียนคิดตั้งชื่อหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้
4. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบาย ความหมาย ของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ จะเห็นได้ว่าการสอนให้เกิดมโนทัศน์นั้นสามารถทำได้หลายวิธี โดยจะต้องมีการตั้งพฤติกรรมที่คาดหวังหรือพฤติกรรมเมื่อนักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ไปแล้ว และจัดการสอนมโนทัศน์โดยเน้นเฉพาะลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นมาสอน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบมโนทัศน์ได้ การเน้นลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้นจะต้องเน้นทั้งสิ่งที่เป็นมโนทัศน์นั้น และสิ่งที่ไม่ใช่มโนทัศน์นั้น ซึ่งจะต้องมีการเรียงลำดับการนำเสนอเป็นอย่างดี ทั้งนี้การสอนมโนทัศน์จะต้องคำนึงถึงสภาพความรู้ที่เป็นข้อมูลเดิมและความพร้อมของผู้เรียนที่เป็นอยู่ด้วย จึงจะทำให้การสอนมโนทัศน์ประสบผลสำเร็จ

4.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

Wilson (1971) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ซึ่งความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นหมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาสัมพันธ์กัน

โสภณ บำรุงสงฆ์ และ สมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520 อ้างถึงใน ยลนภา พลชัย, 2548) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้ การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การวัดความคิดในเชิงนามธรรม คือ ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎเกณฑ์ วิธีการในทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูว่าเด็กมีความเข้าใจและมีมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์เพียงใด ดังนั้นข้อสอบมโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์จึงเป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์ และไม่ต้องการคำตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา

เนื่องจากมโนทัศน์เป็นความคิดเชิงนามธรรมที่มีต่อสิ่งเร้าสิ่งหนึ่งของแต่ละบุคคล ดังนั้นการวัดมโนทัศน์ก็คือการวัดความคิดเชิงนามธรรมที่บุคคลหนึ่งมีต่อสิ่งเร้านั้นเอง สำหรับการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น ก็คือการวัดความคิดเชิงนามธรรมของผู้เรียน เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องสามารถสรุปความหมายตามความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับความรู้คณิตศาสตร์นั้น ๆ ได้

5. ความคงทนในการเรียน

5.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน

Adam (1967) ได้ให้ความหมายของความคงทนในการเรียน สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528) ได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้หรือจำได้

สุชา จันท์เอม (2531) ได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ว่า ความคงทนในการเรียน คือ การเก็บหรือรักษา การรับรู้ และความเข้าใจที่เกิดจากการรับรู้และเข้าใจ โดยผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2544) กล่าวไว้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการเก็บสิ่งที่เรียนรู้และประสบการณ์ไว้

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าความคงทนในการเรียน คือ ความสามารถในการเก็บรักษาสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือประสบการณ์ไว้ และสามารถระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือประสบการณ์ที่เคยเรียนรู้นั้นมาก่อนหลังจากที่ช่วงเวลาไว้ช่วงหนึ่ง แล้วสามารถนำความรู้หรือประสบการณ์นั้นมาใช้ได้

จะเห็นได้ว่าความคงทนในการเรียนเกี่ยวข้องกับความจำ ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องศึกษาความรู้เกี่ยวกับความจำ เพื่อสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคงทนในการเรียน

5.2 ความหมายของการจำ

Lachman, Lachman และ Butterfield (1979 อ้างถึงใน โยธิน ศันสนยุทธ, 2533) กล่าวไว้ว่า การจำ หมายถึง การเก็บรักษาข้อมูลไว้ระยะหนึ่ง ช่วงระยะที่ข้อมูลถูกเก็บรักษาเอาไว้ นั้นอาจเป็นระยะเวลาน้อยกว่าหนึ่งวินาที หรืออาจจะยาวตลอดชีวิต

สุชา จันท์เอม (2531) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ คือสภาพหรืออาการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน อธิบายอีกนัยหนึ่งก็คือ การที่บุคคลสามารถถ่ายทอดสิ่งที่เคยได้รับรู้ และเก็บเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ได้ประสบมาแล้วออกมาได้อย่างถูกต้อง

ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา และคณะ (2516 อ้างถึงใน วิภาพร มาพบสุข, 2542) ได้ให้ความหมายของการจำไว้ว่า การจำ หมายถึง การนำบางส่วนของ การตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้ว ออกมาแสดงให้เห็นอีกในปัจจุบัน เช่น เคยแก้โจทย์สมการชั้นเดียวได้ เมื่อลองทำอีกครั้งหนึ่งก็สามารถทำได้ แสดงว่ายังจำได้

สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล (2544) กล่าวไว้ว่า ความจำ คือ ความสามารถที่จะเก็บสิ่งที่เรียนรู้ไว้ได้เป็นเวลานานและสามารถค้นคว้ามาใช้ได้หรือระลึกได้

ดังนั้น การจำ จึงหมายถึง ความสามารถในการเก็บความรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ ที่ได้รับไว้ได้ และสามารถนำบางส่วนของความรู้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือประสบการณ์ นั้น ออกมาใช้ได้หรือระลึกได้ และแสดงออกมาให้เห็นได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าจะผ่านไปช่วงระยะเวลาหนึ่ง

5.3 กระบวนการของการจำและระบบความจำ

กระบวนการจำ

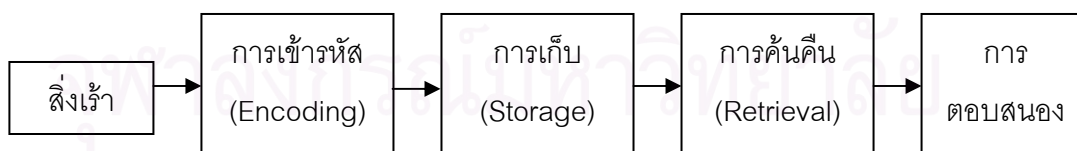
Atkinson et al. (1990 อ้างถึงใน วิชาพร มาพบสุข, 2542) ได้จำแนกกระบวนการจำ ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้ารหัส (Encoding) เป็นการทำงานของระบบประสาทสัมผัสที่รับข้อมูลเข้ามา จากสิ่งเร้า ซึ่งข้อมูลนั้นอาจจะเป็นภาษา สัญลักษณ์ หรือเหตุการณ์ และสมองจะแปลความหมาย เหล่านั้นจนเกิดความเข้าใจ

2. การเก็บ (Storage) ข้อมูลดังกล่าวจะถูกกลไกทางสมองเก็บรักษาข้อมูลนั้นไว้เป็นการ เก็บไว้ในความจำระยะยาว

3. การค้นคืน (Retrieval) เป็นการค้นคืนข้อมูลที่เก็บไว้ในความจำระยะยาวมาใช้เมื่อ ต้องการนำข้อมูล ความจำบางอย่างค้นคืนได้เร็ว เช่น หมายเลขโทรศัพท์ แต่บางอย่างจะต้องใช้ ความพยายามที่จะระลึก บางครั้งจำเป็นต้องใช้เครื่องชี้แนะ (Cues)

ขั้นตอนการจำตามกระบวนการดังกล่าวแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2



แผนภาพที่ 3 ขั้นตอนการจำ

ระบบความจำ

วิภากร มาพบสุข (2542) กล่าวว่า ระบบความจำของมนุษย์จำแนกออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory) และระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory)

1. ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากที่มีการเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง ความคงอยู่ของสัมผัสดังกล่าวนี้ทำให้เกิดการเห็นภาพซ้อนต่อเนื่องกันไป ซึ่งเป็นหลักการของการฉายภาพยนตร์ ระบบความจำการรู้สึกสัมผัสมีหลายประเภท ได้แก่

1.1 ความจำภาพติดตา (Iconic Memory) เป็นภาพที่ติดอยู่ในความทรงจำ หลังจากที่มีการเสนอภาพซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางตาสิ้นสุดลงแล้ว แต่ภาพที่คนเราเห็นนั้นไม่ได้หายไปทันทีพร้อมกับรูปภาพ ภาพยังคงติดตาอยู่เกือบ 1 นาที ในระหว่างที่เป็นภาพติดตาอยู่นี้ ภาพใดได้รับการตีความจากสมองก็จะเป็นการรับรู้และเข้าสู่ระบบความจำระยะสั้น ส่วนภาพใดที่ไม่ได้รับการตีความก็จะเลือนหายไป

1.2 ความจำเสียงก้องหู (Echonic Memory) หมายถึง การที่เสียงยังคงอยู่ในระบบการได้ยินหลังจากที่พลังเสียงได้เงียบหายไปแล้ว การคงอยู่ของเสียงช่วยให้เราสามารถตีความเสียงที่เราได้ยินได้ครบถ้วน

2. ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory หรือ S.T.M.) เป็นความจำหลังการรับรู้ซึ่งสิ่งเร้าที่ได้ตีความกมายจนเกิดเป็นการรับรู้แล้วฝังตัวอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราว เพื่อใช้ประโยชน์ในขณะที่จำอยู่เท่านั้น เช่น การจำชื่อบุคคลที่เคยรู้จัก การจำอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ เป็นต้น ความจำระยะสั้นนี้สูญหายไปจากความทรงจำได้ง่ายมาก ถ้าผู้จำไม่ได้ใส่ใจอยู่กับสิ่งที่ต้องการจำนั้น นอกจากนี้ความจำระยะสั้นยังเก็บข้อมูลไว้ได้ปริมาณจำกัด

3. ระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory หรือ L.T.M.) เป็นความจำที่มีความคงทนถาวรมากกว่าความจำระยะสั้น อาจจำได้เป็นเดือนหรือเป็นปี โดยปกติเราจะไม่รู้สึกสิ่งที่เป็นความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้ข้อมูลเหล่านั้นก็สามารถฟื้นความจำและแสดงออกมาได้ เช่น ประสบการณ์ประทับใจในวัยเด็กที่เราสามารถจำได้นานจนบัดนี้ ความจำในลักษณะนี้จัดว่าเป็นความจำระยะยาวทั้งสิ้น

สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวจะอยู่ในรูปของความหมาย หรือความเข้าใจในสิ่งเร้าที่ตนได้สัมผัส ซึ่งความหมายและความเข้าใจนี้เป็นผลของการตีความสิ่งเร้าในความจำระยะสั้น เช่น ในขณะที่เราดูภาพยนตร์ ภาพและเสียงในภาพยนตร์นั้นจะอยู่ในความจำระยะสั้น สมองจะตีความหมายภาพและเสียงติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่ต้นจนจบ เราเกิดความเข้าใจเรื่องราวของ

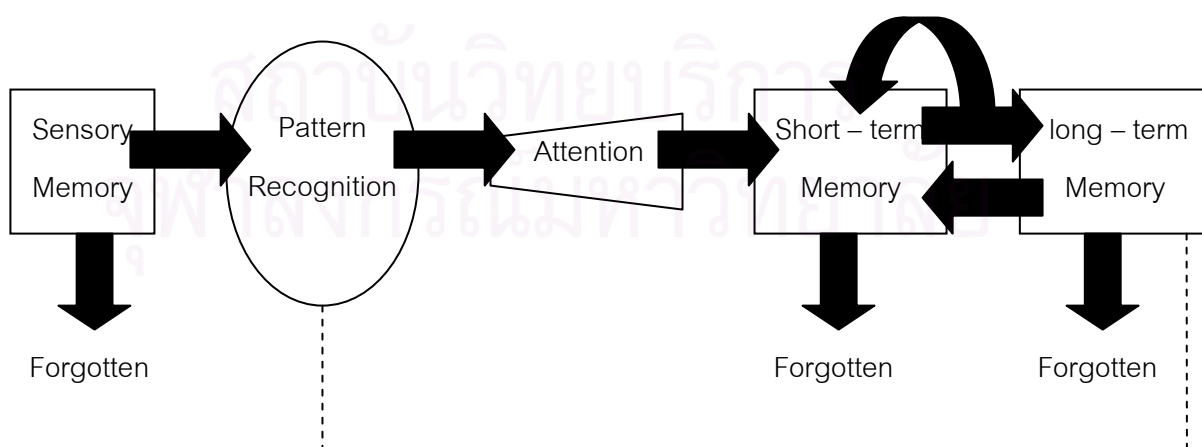
ภาพยนตร์นั้นโดยตลอด ภาพและเสียงเหล่านั้นจะถูกปลดปล่อยให้สลายตัวไปจากความจำระยะสั้น ส่วนความหมายและความเข้าใจเกี่ยวกับภาพยนตร์นั้นจะอยู่ในความจำระยะยาว เมื่อมีเพื่อนมาถามว่าดูหนังสนุกไหมหรือให้เล่าให้ฟัง เราจะเริ่มทบทวนเนื้อเรื่องในภาพยนตร์และเล่าให้ฟังตามความเข้าใจของตนเอง

เนื่องจากสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวเป็นความหมายหรือความเข้าใจที่เกิดจากการตีความสิ่งเร้าตามประสบการณ์ ตามความเชื่อ และตามความสนใจของเราเอง ดังนั้นความเข้าใจที่อยู่ในความจำระยะยาวอาจจะตรงหรืออาจจะไม่ตรงกับสิ่งเร้าจริงก็ได้ เช่น การสนทนาในชีวิตประจำวัน บางครั้งมีการเข้าใจผิดเกิดขึ้นโดยผู้พูดต้องการสื่อความหมายอย่างหนึ่ง แต่ผู้ฟังตีความหมายจนเกิดความเข้าใจไปอีกทางหนึ่งซึ่งไม่ตรงกัน

การเปลี่ยนจากความจำระยะสั้นเป็นความจำระยะยาว (Transfer from Short-term to Long-term Memory)

ทฤษฎีที่จะอธิบายถึงการเปลี่ยนสิ่งที่อยู่ในความจำระยะสั้นให้เป็นความจำระยะยาว ได้แก่ ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory)

ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory) เป็นทฤษฎีของ Atkinson และ Shiffrin (1971) มีใจความว่า ข้อมูลต่าง ๆ ที่เข้ามาอยู่ในความจำระยะสั้น (S.T.M.) ข้อมูลนั้นต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำเกี่ยวกับข้อมูลนั้นจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว กลายเป็นการลืม และข้อมูลใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นเวลานานเท่าไร ข้อมูลนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวเป็นความจำระยะยาวมากขึ้นเท่านั้น การทบทวนซ้ำ ๆ ไม่เพียงแต่ทำให้ข้อมูลยังคงอยู่ในความจำระยะสั้นเท่านั้น แต่ยังทำให้ข้อมูลอยู่ในความจำระยะยาวด้วย



แผนภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความจำระยะสั้นและความจำระยะยาว

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการจำประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเข้ารหัส (Encoding) การเก็บ (Storage) และการค้นคืน (Retrieval) เมื่อสิ่งเร้าผ่านกระบวนการทั้งสามขั้นตอนนี้แล้วก็จะเกิดเป็นการตอบสนองซึ่งก็คือความจำขึ้นมา ทั้งนี้ความจำที่เกิดขึ้นอาจถูกเก็บเป็นความจำในระบบใดก็ได้ แบ่งเป็น 3 ระบบ คือ ระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory หรือ S.T.M.) และระบบความจำระยะยาว (Long – term Memory หรือ L.T.M.) ทั้งนี้เป้าหมายในการเรียนการสอนคือ การบรรจุให้การเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาวของนักเรียน ซึ่งสามารถนำมาใช้ได้ทุกครั้งที่มีความจำเป็น หรือถ้าหากลืมไปก็สามารถรื้อฟื้นความรู้ที่มีอยู่เดิมได้โดยง่าย และไม่ลืมได้โดยง่ายซึ่งแตกต่างจากระบบความจำจากการรู้สึกสัมผัสและระบบความจำระยะสั้นที่สามารถลืมได้โดยง่าย แต่ทั้งนี้ก็มีวิธีการที่จะเปลี่ยนความจำระยะสั้นไปสู่ความจำระยะยาวได้โดยใช้ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory) โดยอาศัยหลักของการทบทวนซ้ำ ๆ ที่ทำให้ความรู้ที่ปรากฏอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นเวลานาน ๆ และจะทำให้ข้อมูลมีโอกาสฝังตัวเป็นความจำระยะยาวได้อีกด้วย

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ที่ปรากฏอยู่ในความจำระยะยาวได้ หรือถ้าหากยังไม่สามารถสร้างความรู้ให้เกิดในระบบความจำระยะยาวได้ในครั้งแรกของการสอน ครูผู้สอนก็ควรย้ำเตือนและทบทวนความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาแล้วอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนบรรจุอยู่ในระบบความจำระยะยาว ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันและอนาคตในระดับที่สูงขึ้นต่อไป

5.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ

Hunter (1980) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำมี 5 ประการ ดังนี้

1. ความหมายของเนื้อหาที่เรียน (Meaning) นักเรียนที่จดจำความหมายของวัตถุจะสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าคนที่ไม่เรียนรู้ความหมาย เช่น การเรียนขั้นตอนการหารยาว ถ้าขาดความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร ก็จะทำให้ลืมขั้นตอนการหารยาวได้อย่างรวดเร็ว
2. ระดับของการเรียนรู้เริ่มต้น (Degree of Original Learning) ซึ่งอาจบางอย่างสามารถเรียนรู้ได้ดีในตอนเริ่มต้น เช่น ถ้าได้รู้จักชื่อใครสักคนในตอนแรกแล้วรู้สึกประทับใจ เวลาต่อมาจะไม่ลืมชื่อของเขา

3. การแสดงความรู้สึกของจิตใจ (Presence of Feeling Tone) เป็นสิ่งสำคัญที่สุดของการจำ ความคงทนของระดับความรู้สึกนำไปสู่การจำ คนเราจดจำสิ่งที่ดีที่สุดถ้ารู้สึกประทับใจ ต่อมาอาจจะจำบางสิ่งในระดับที่ไม่พอใจทั้ง ๆ ที่พยายามจะขจัดทิ้งไปจากความทรงจำ

4. การถ่ายโยงทางบวกและทางลบ (Positive and Negative Transfer) การถ่ายโยงทางบวกเป็นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ ช่วยให้คนเราจดจำบางสิ่งบางอย่างในปัจจุบัน และนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ได้อย่างเหมาะสมดี การถ่ายโยงทางลบเป็นการเรียนรู้สิ่งที่ยุ่งยาก พยายามที่จะหลีกเลี่ยงอุปสรรคเหล่านี้

5. การฝึกหัด (Schedule of Practice) เป็นตัวสร้างให้เกิดการจำ การฝึกหัดที่ดีควรเพิ่มความซับซ้อนมากขึ้น จึงจะประสบความสำเร็จ พยายามจำลักษณะพิเศษหรือปัจจัยที่กระตุ้นให้เกิดความคงทน ความทรงจำจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย และจะคงทนเป็นความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย

ประสาธ อิศรปริดา (2518) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจำของมนุษย์ว่ามีอยู่หลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความหมายของเนื้อหา เนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจและมีความหมายต่อนักเรียน นักเรียนจะจำได้ดีกว่าเนื้อหาที่ไม่มีความหมาย

2. การทบทวน การทบทวนได้อ่านอยู่เสมอช่วยให้ความจำดีขึ้น

3. การเรียนรู้สอดแทรก ความจำจะดีขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้อื่น ๆ ที่แทรกขึ้นมา อาจเป็นการเรียนรู้เก่าหรือความรู้ใหม่ก็ได้ ถ้าสิ่งที่เรียนรู้เก่าไปขัดขวางสิ่งที่เรียนรู้ใหม่จะทำให้การจำความรู้ใหม่ยากขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ไปขัดขวางทำให้การจำสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหรือความรู้เก่าเลอะเลือนหรือลดน้อยลง ดังนั้นควรเลือกสถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน

4. ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ก่อนที่จะให้เด็กท่องเรื่องต่าง ๆ ต้องให้เด็กเข้าใจก่อนว่ามีรายละเอียดอย่างไร สัมพันธ์กันอย่างไร แล้วลงมือท่องโดยยึดความสัมพันธ์เป็นหลัก

วรธรณี ลิ้มอักษร (2546) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่อิทธิพลต่อการจำ ดังนี้

1. วัย ผู้ใหญ่ที่มีอายุไม่เกิน 35 ปี จะจดจำได้มากและจำได้เร็วกว่าเด็ก ทั้งนี้เพราะผู้ใหญ่มีสมองที่พัฒนาเต็มที่แล้ว มีเทคนิคและเครื่องมือในการจำมากกว่าเด็ก แต่ที่ดูเหมือนเด็กจะจำอะไรได้ง่ายนั้นแท้จริงแล้วเด็กมีเรื่องที่จะต้องจำน้อยกว่าผู้ใหญ่นั่นเอง

2. ระดับสติปัญญา นักจิตวิทยาไม่พบความสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสติปัญญากับความจำ เพียงแต่พบว่าผู้ที่มีระดับสติปัญญาสูงมักมีเทคนิคในการจำดีกว่า และใช้เวลาในการจำน้อยกว่า ผู้ที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และยังพบอีกว่าเมื่อผู้ที่มีสติปัญญาต่ำจำสิ่งใดได้แล้วมักจะจดจำได้นาน ไม่ค่อยจะลืม ทั้งนี้เพราะต้องอาศัยความพยายามในการจำ และต้องใช้จำนวนครั้งในการทบทวน เพื่อให้จำมากกว่าผู้ที่มีระดับสติปัญญาปกติหรือผู้ที่มีระดับสติปัญญาสูง

3. ความใส่ใจและแรงจูงใจ เมื่อบุคคลมีความใส่ใจในเรื่องใดมากเป็นพิเศษ มักจะมีความจดจ่อหรือเอาใจใส่ในเรื่องนั้นมาก ซึ่งจะส่งผลให้สามารถนำความจำจากการสัมผัสไปสู่ความจำระยะสั้นและส่งต่อไปในความจำระยะยาวได้มา

4. ความประทับใจ ไม่ว่าจะความประทับใจในด้านดีหรือด้านไม่ดีก็ตาม ความประทับใจจะไปกระตุ้นให้บุคคลมีอารมณ์เกิดขึ้น อารมณ์ดังกล่าวจะกระตุ้น Nor-epinephrine Synapses ในสมอง หรือที่รู้จักกันในนาม β - adrenergic Synapses ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการจำให้มากขึ้น

5. เพศ ทั้งเพศหญิงและเพศชายมีความสามารถในการจำไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าเพศหญิงมีความสนใจที่จะจำและมีพัฒนาความจำมากกว่าเพศชาย และมักจะมีการฝึกฝนความจำอยู่เสมอ

ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ทัศนะไว้จะเห็นได้ว่า ความหมายหรือความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนรู้นั้นถือเป็นประเด็นสำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการจำ ทั้งนี้เพราะเมื่อผู้เรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหานั้น ๆ แล้ว จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมีแรงจูงใจเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการจำมากยิ่งขึ้น ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ควรปลูกฝังแก่ผู้เรียน คือ การเห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้การจำเนื้อหาที่เรียนของผู้เรียนดีขึ้น นอกจากนี้ยังต้องประกอบกับการทบทวนเนื้อหาที่เรียนอยู่อย่างสม่ำเสมอ จะทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ประสบความสำเร็จ

5.5 การทดสอบการจำ

James (1992) ได้เสนอรูปแบบของการทดสอบการจำออกเป็น 5 รูปแบบ สรุปได้ดังนี้

1. การจำได้ (Recall) เป็นการทดสอบความจำโดยให้พยายามนึกถึงสิ่งเร้าหรือเรื่องราวที่เคยมีประสบการณ์มาก่อน เช่น การให้บอกรายชื่อนักเรียนในห้องที่สอน หรือการทำแบบทดสอบแบบอัตนัย เป็นต้น

2. การเสนอสิ่งแนะนำการจำได้ (Cued Recall) เป็นการทดสอบความจำโดยเสนอสิ่งที่ช่วยแนะนำหรือแสดงเป็นนัยของสิ่งเร้า เช่น การบอกอักษรย่อของชื่อ เป็นต้น

3. การระลึกได้ (Recognition) เป็นการทดสอบความจำโดยการให้ระลึกถึงที่เคยประสบมาในอดีต โดยไม่มีสิ่งเร้าที่เคยประสบมาปรากฏให้เห็น เช่น การเลือกตัวเลือกที่ถูกต้องจากการทำแบบทดสอบปรนัย เป็นต้น

4. การเรียนซ้ำ (Relearning) เป็นการทดสอบความจำโดยการทำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งเร้าซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบนี้มักใช้วัดด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

5. การทดสอบทางอ้อม (Indirect Test) เป็นการทดสอบความจำในกรณีที่ไม่สามารถทดสอบการจำได้โดยตรง กล่าวคือ ไม่ว่าจะทดสอบทางตรงซ้ำกันหลายครั้ง ผู้เรียนก็ไม่สามารถจำอะไรได้เลย ซึ่งไม่ได้แสดงว่าผู้เรียนไม่มีความจำหลงเหลืออยู่ วิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงให้เห็นว่ายังมีความจำหลงเหลืออยู่ คือ การทดสอบทางอ้อม โดยจะเสนอบางส่วนของสิ่งเร้าให้ เมื่อผู้เรียนเห็นสิ่งเร้าบางส่วนก็จะพยายามระลึกหรือต่อเติมสิ่งเร้าให้มีความสมบูรณ์ได้

จะเห็นได้ว่าการทดสอบการจำสามารถทำได้หลายวิธี สำหรับการเรียนการสอนในชั้นเรียนแล้ว นอกจากการทดสอบการจำผ่านการทำแบบทดสอบไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยซึ่งถือว่าการทดสอบการจำได้ (Recall) และแบบทดสอบแบบปรนัย ซึ่งถือว่าการทดสอบการระลึกได้ (Recognize) แล้ว การทดสอบการจำยังทำได้ในระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้วย โดยใช้การถามตอบในชั้นเรียนเพื่อเป็นการทดสอบความจำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งเร้าซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ ก็จะมีผลต่อการจำของผู้เรียนด้วยเช่นกัน

5.6 การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ

กฤษศรี คำชาย (2540) กล่าวถึงวิธีการที่จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการจำด้วยวิธีการต่อไปนี้

1. การช่วยให้นักเรียนจำ โดยครูเป็นผู้ช่วยเหลือ ดังนี้

1.1 การให้ข้อมูลป้อนกลับทันที เนื่องจากข้อมูลป้อนกลับเป็นตัวเสริมแรงของผู้เรียน วิธีการหนึ่งของการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อช่วยความจำนักเรียน คือ การทดสอบเพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่คาดว่านักเรียนอาจจะมี และบอกให้นักเรียนทราบทันทีว่าข้อใดคือจุดดีและข้อใดคือส่วนที่ต้องปรับปรุง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนปรับการกระทำของตนเองได้

1.2 การจัดให้เรียนเพิ่ม คือ การเรียนภายหลังจากที่จำบทเรียนนั้นได้แล้ว การเรียนเช่นนี้จะช่วยลดปริมาณการลืมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสิ่งที่เรียนนั้นเกี่ยวกับข้อเท็จจริง การเรียนเพิ่มจะแตกต่างจากการฝึก เช่น การว่ายน้ำ หลังจากที่เราว่ายน้ำไปแล้ว ทุกครั้งที่เราว่ายน้ำจะถือว่าเป็นการเรียนเพิ่ม

1.3 การสอนให้บรรลุเป้าหมาย นักจิตวิทยาเชื่อว่าคนเราจะระลึกถึงงานที่ยังทำไม่สำเร็จสมบูรณ์ได้ดีกว่างานที่ทำสำเร็จแล้ว ดังนั้นในการเรียนการสอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานให้เสร็จ จะได้ไม่ต้องกังวลกับสิ่งที่ตกค้าง จะทำให้มีโอกาสจำบทเรียนต่อไปได้ดีขึ้น

1.4 การใช้ตำราเรียน ตำราเรียนควรเป็นตำราที่จัดระบบไว้เพื่อช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้

1.5 การตั้งคำถามของคุณ หากได้เรียนบทเรียนแล้ว การตั้งคำถามบ่อยๆ จะช่วยให้นักเรียนจำได้มากขึ้น และการตั้งคำถามที่มีความเฉพาะเจาะจงจะช่วยให้ผู้เรียนจำได้ดีกว่าคำถามทั่วไป

1.6 การจัดบทเรียน ในการจัดบทเรียนควรจัดบทเรียนที่จะสอนไม่มากเกินไป ช่วงความจำของนักเรียน และเหมาะสมกับระดับความรู้ความเข้าใจของนักเรียน แต่ละส่วนในบทเรียนต้องสะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างโดยรวมของบทเรียนนั้น ๆ และการจัดลำดับของบทเรียนต้องมีความเหมาะสมกับลักษณะบทเรียนหรือเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ

1.7 การลดสิ่งรบกวนในการเรียนรู้ ควรหลีกเลี่ยงสถานการณ์ซึ่งทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนรบกวนกัน เช่น การจัดให้ห้องเรียนภาษาอังกฤษติดกับห้องเรียนภาษาฝรั่งเศส เป็นต้น

1.8 การจัดเวลาเรียนในแต่ละวิชาให้เหมาะสม

1.9 การทำสิ่งที่เรียนรู้ให้มีความหมาย โดยพิจารณาจากความเชื่อมโยงระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ความคุ้นเคยที่ผู้เรียนมีต่อสิ่งที่จะเรียนรู้ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับกฎหรือหลักการ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับเป้าหมายของการเรียนรู้

1.10 การทำให้การเรียนรู้ที่น่าสนใจ นักจิตวิทยาเชื่อว่าการเรียนรู้ที่ตื่นเต้นและประหลาดใจจะถูกจำได้นานกว่าการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ ดังนั้นครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เกิดความน่าตื่นเต้นหรือน่าสนใจ

2. การปรับปรุงการจำของผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ ทำได้ดังนี้

2.1 การพัฒนานิสัยการเรียนที่เหมาะสม โดยการสำรวจสิ่งที่จะเรียนทั้งหมด เพ่งความสนใจไปยังสิ่งที่ต้องการเรียน กำหนดจุดมุ่งหมายเฉพาะและให้รางวัลตนเองหลังจากบรรลุเป้าหมายแล้ว จัดระบบเนื้อหาใหม่ด้วยตนเอง และฝึกสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว

2.2 การกำหนดเวลาของการเรียน ควรแบ่งเวลาเรียนออกเป็นช่วง พร้อมกับมีการทบทวนอย่างสม่ำเสมอ

2.3 การเรียนเพิ่ม

2.4 การท่องปากเปล่า

2.5 การผูกเป็นคำคล้องจอง

จิราภา เต็งไตรรัตน์ (2544) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการที่จะช่วยให้มีความจำในสิ่งที่เรียนได้มากขึ้น ดังนี้

1. การจัดหมวดหมู่ (Organization)
2. การทบทวนตนเอง (Self – Recitation)
3. การเรียนเกิน (Overlearning)
4. การสร้างมโนภาพ (Imaginary)

นอกจากนี้ ประสาท อิศรปริดา (2547) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถเก็บจำสิ่งที่เรียนได้ดี ดังนี้

1. เว้าหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความใส่ใจในบทเรียน
2. ช่วยนักเรียนในการแยกรายละเอียดที่จำเป็นออกจากสิ่งที่ไม่จำเป็น และเน้นสาระข้อมูลที่สำคัญ
3. ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสาระข้อมูลใหม่กับสิ่งที่นักเรียนรู้อยู่แล้วหรือความรู้เดิมของนักเรียน
4. ให้นักเรียนท่องจำ ทำซ้ำ ๆ ทบทวนสาระความรู้ เพื่อให้สิ่งที่เรียนรู้อยู่อย่างถาวร
5. ในการสอน ครูเสนอเนื้อหาที่มีความชัดเจนและเป็นระเบียบ
6. เน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมาย ไม่ใช่การจดจำแบบท่องจำ

ดังนั้นผู้ที่มีบทบาทในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำของนักเรียน คือ ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนจะต้องเป็นผู้ดำเนินการเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำของนักเรียน บทบาทของครูอยู่ในขั้นตอนการดำเนินการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่จะต้องดำเนินการสอนให้นักเรียนได้ใช้ความคิดควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และมีการทบทวนความรู้เดิมอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นว่าความรู้เดิมที่มีนั้นเป็นสิ่งที่มีความหมายและมีประโยชน์ต่อการเรียนในระดับสูง ๆ ต่อไป รวมไปถึงการนำความรู้เดิมมาใช้จะทำให้ความรู้ที่ปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาวด้วย

นอกจากนี้ นักเรียนยังมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำด้วย โดยนักเรียนต้องพัฒนานิสัยการเรียนที่เหมาะสมและหมั่นทบทวนบทเรียนอยู่เสมอ แต่ทั้งนี้การจำและทบทวนบทเรียนของนักเรียนจะต้องเน้นการจดจำอย่างเข้าใจความหมาย ไม่ใช่การจดจำแบบท่องจำก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการจำของนักเรียนดีขึ้นและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

5.7 การวัดความคงทนในการเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากครูจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแล้ว ครูควรจะวัดความคงทนในการเรียนภายหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนของนักเรียนด้วย นักการศึกษาได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียน เพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียน ดังนี้

Nunnally (1959) ได้กล่าวถึงการวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนเพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการทำสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

Lindvall และ Nitko (1967) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า การสอนใช้เวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าว จะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2520) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำนั้น ใช้เวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

จากที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับการวัดความคงทนในการเรียนดังกล่าวสรุปได้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ควรเว้นระยะเวลาในการวัดความคงทนประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนของคะแนนสอบทั้งสองครั้งน้อยลง

6. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

6.1 ลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

Roth และ Meyersberg (1963 อ้างถึงใน จักรพันธ์ ทองเอียด, 2540) ได้กล่าวถึงลักษณะและพฤติกรรมในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ว่า นักเรียนมักแสดงพฤติกรรมที่ไม่อยากจะเรียนรู้ ทำให้ขาดทักษะในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งพฤติกรรมที่แสดงออกมักเป็นในทางไม่ดี ขาดจุดมุ่งหมายในตนเอง มีความสามารถในการเรียนต่ำ มีความสัมพันธ์กับเพื่อนไม่ดี มีปมด้อย และมีความกระวนกระวาย ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะติดเป็นนิสัยที่ติดตัวนักเรียนในที่สุดก็จะกระทบถึงพัฒนาการด้านอื่น ๆ ของนักเรียน

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529) กล่าวถึงนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low achiever) ว่า เป็นเด็กที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนในกลุ่มปกติ และเรียนรู้ได้อย่างช้า ๆ

ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวถึงลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

1. นักเรียนมักจะมีเจตคติทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ เขามักไม่เข้าใจ และไม่สามารถทำคณิตศาสตร์ได้ มักจะคิดว่าตนเองเป็นผู้ล้มเหลวเสมอ นักเรียนพวกนี้บางที่จะนั่งใจลอย ใช้คำถามไม่เข้าท่า เดา ไม่ชอบเข้าชั้นเรียน ไม่ยอมทำงาน ไม่มีความเป็นกันเอง และชอบรบกวนนักเรียนคนอื่น ชอบทะเลาะกับคนอื่น ทูบตีหรือทำลายของ ในขณะที่เรียนหนังสือมักมีคำพูดแปลก ๆ เช่น “ฉันไม่เข้าใจเรื่องนี้เลย ครูทำให้ฉันสับสนอยู่เสมอ ไม่รู้จะเรียนไปทำไม ฉันไม่อยากทำการบ้าน”
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ถ้าไปพบครูที่ไม่สามารถปกครองชั้นเรียน จะยิ่งแสดงออกแปลก ๆ ยิ่งขึ้น
3. นักเรียนบางคนมีปัญหาจากสิ่งแวดล้อมทางบ้าน
4. นักเรียนมักจะมี ความด้อยในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ การอ่าน การฟัง ไม่เกิดความคิดรวบยอดในขณะที่เรียน มองไม่ออกในเรื่องที่เป็นนามธรรม ไม่รู้จักสรุป ตลอดจนไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์

วัชรีย์ บูรณสิงห์ (2539) ได้กล่าวถึงนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low Achiever) ว่า หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติ เมื่อเทียบกับนักเรียนในกลุ่มปกติ นักเรียนเหล่านี้สามารถเรียนคณิตศาสตร์ได้ แต่เรียนได้อยู่ในระดับต่ำ

จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำหรือนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ (Low Achiever) นั้น คือ นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าปกติของนักเรียนทั่วไป เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ช้า และสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้แต่ในระดับต่ำเท่านั้น นักเรียนกลุ่มนี้มักมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการเรียนคณิตศาสตร์ ทำให้แสดงพฤติกรรมต่อต้านในการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนกลุ่มนี้มักมีความด้อยในการใช้ภาษา สัญลักษณ์ การอ่าน การฟัง ทำให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความคิดรวบยอดในขณะที่เรียนได้ และมองสิ่งที่เป็นนามธรรมไม่ออก จึงไม่รู้จักสรุป และไม่รู้จักเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์

6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

Butler – Por (1987 อ้างถึงใน ยุพา เวียงกมล, 2541) ได้เสนอการช่วยเหลือนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไว้ดังนี้

1. การดัดแปลงการจัดกลุ่มภายในห้องเรียน

1.1 การจัดกลุ่มที่พื้นฐานระดับความสามารถในกลุ่มเดียวกัน การจัดกลุ่มวิธีนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเกิดความพยายามในการทำงาน เพื่อให้เป็นที่ยอมรับของเพื่อน พ่อแม่ อย่างไรก็ตามจากลักษณะพฤติกรรมที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้น การจัดห้องเรียนแบบนี้ยังไม่เพียงพอ จำเป็นต้องมีการช่วยเหลือเป็นรายบุคคล ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ทันทีทั้งทางด้านสังคมและการเรียนรู้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้นจำเป็นต้องได้รับการฝึกนิสัยการทำงานที่เป็นระบบ ซึ่งจะทำให้เขาประสบความสำเร็จในประสบการณ์ต่าง ๆ อันส่งผลให้เกิดความพยายามที่จะทำงานอื่นต่อไป

1.2 การจัดกลุ่มนักเรียนในชั้นเรียนที่นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน สภาพห้องเรียนส่วนใหญ่ นั้น นักเรียนมีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเกิดการจัดกลุ่มแบบที่ 2 ขึ้น เนื่องจากพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ จะมีลักษณะขาดความสนใจในกิจกรรมของโรงเรียน ดังนั้นการจัดกลุ่มที่มีประสิทธิภาพก็อาจจัดโดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความสนใจเดียวกัน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะมีระดับความสามารถแตกต่างกัน แต่เขาเลือกที่จะทำงานที่เขามีความสนใจเหมือนกัน วิธีนี้จะมีประสิทธิภาพในการสร้างแรงกระตุ้น เกิดความพยายามในการที่จะรับทักษะและความรู้ในสิ่งที่นักเรียนสนใจ

2. การจัดการสอนซ่อมเสริม ปัญหาของการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คือ ปัญหาการอ่าน โดยมีความเชื่อว่าการปรับปรุงการอ่าน จะช่วยให้นักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถที่จะเรียนรู้ และกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความพยายามที่จะทำงานที่ครูมอบหมายให้ต่อไป แต่ควรตั้งอยู่บนพื้นฐานความเข้าใจระหว่างปัญหาทางด้านการเรียนรู้และอารมณ์ การสอนซ่อมเสริมนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ ขณะเดียวกันการให้คำปรึกษากับผู้ปกครองของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำก็เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ

3. การเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาและวิธีสอน การจัดสิ่งแวดล้อมทางการศึกษาและวิธีสอนนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความต้องการพิเศษของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นักเรียนกลุ่มนี้ได้ถูกจัดให้อยู่ในชั้นเรียนพิเศษ ซึ่งได้ดัดแปลงวิธีสอนหลาย ๆ วิธีที่มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาอารมณ์และสติปัญญาของนักเรียน การจัดสิ่งแวดล้อมทางการศึกษานั้นควรจัดอย่างกว้างขวางเพื่อที่จะปรับปรุงนิสัยและทักษะในการทำงานของนักเรียนกลุ่มนี้

ยุพิน พิพิธกุล (2530) ได้เสนอความคิดเห็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำไว้ดังนี้

1. ควรจัดบทเรียนให้จบเป็นหน่วย นำวัสดุมาแสดงให้ดูเป็นช่วงสั้น ๆ ตรวจสอบดูว่านักเรียนจะเข้าใจและจึงเปลี่ยนเรื่องใหม่
2. ควรเปลี่ยนวิธีการสอน และจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับเนื้อหา ในแต่ละบทเรียนอาจมีการฝึกทักษะในการคำนวณเป็นช่วงสั้น ๆ
3. ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองและค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง
4. ทำการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม
5. นำวัสดุและสิ่งแวดล้อมจากสภาพท้องถิ่นมาใช้
6. ควรจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองด้วยการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยครูอาจจะกำหนดเป็นบทเรียนสั้น ๆ และง่าย ๆ แล้วมีแบบฝึกหัดให้
7. ควรให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนเป็นพิเศษในการแนะนำว่าจะเรียนอย่างไร ใช้หนังสืออะไรประกอบ และไม่ควรคาดหวังว่านักเรียนจะทำได้ทุกครั้ง
8. ควรสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากรู้อยากเห็นให้นักเรียนได้ออกมาเขียนกระดานดำ มีการสาธิต การทดลอง การจัดนิทรรศการ เป็นต้น

จากความเห็นของนักการศึกษาแต่ละท่าน เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จะเห็นได้ว่าเป็นกิจกรรมที่จัด

ขึ้นให้แตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ โดยต้องมีการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม และสร้างแรงจูงใจให้แก่เด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และต้องมีการใช้สื่อการสอนเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วย

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับทฤษฎีซอมแซม การนำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และการทำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยรวบรวมและนำเสนอ ดังนี้

Brown และ Vanlehn (1980) ได้ศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 2 หลักขึ้นไป จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยทำการทดลองการแก้ไขมโนทัศน์ของนักเรียนอเมริกันตามทฤษฎีซอมแซม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ทำการแก้ไขมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยอาศัยการแก้ไขมโนทัศน์ตามทฤษฎีซอมแซม เมื่อทำการทดสอบวัดมโนทัศน์อีกครั้งหลังจากจบการเรียนแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่านักเรียนทดลองมีคะแนนที่ได้จากการทดสอบมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มปกติ นอกจากนี้นักเรียนกลุ่มทดลองยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติด้วย

Virvou และ Tsiriga (2000) ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของการใช้โปรแกรม EasyMath เป็นโปรแกรมจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง ซึ่งพัฒนาตามแนวทฤษฎีซอมแซม การทดลองนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การสำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม และการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ไปใช้ในการสอนเสริม สำหรับนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่ผิดพลาดเกี่ยวกับพีชคณิต เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง มีการดำเนินการและผลการทดลองเป็นดังนี้

ตอนที่ 1 สำรวจความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรม สํารวจจากครูจํานวน 10 โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการช่วยกันสร้างแบบทดสอบซึ่งครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอน ผลการสํารวจพบว่าในด้านการให้คำแนะนำกับนักเรียนของซอฟต์แวร์ EasyMath เมื่อนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นคำแนะนำแบบเดียวกับที่ครูจะให้คำแนะนำเป็นส่วนใหญ่

ตอนที่ 2 การทดสอบมโนทัศน์ของนักเรียนภายหลังการเรียนเสริมด้วยโปรแกรม EasyMath ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจํานวน 240 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 120 คน กลุ่มแรกให้ทดลองใช้โปรแกรม EasyMath เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนนักเรียนกลุ่มที่ 2 จะมีการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับเลขยกกำลังโดยไม่มีการใช้ EasyMath เมื่อสอนจบแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การดำเนินการของเลขยกกำลัง พบว่านักเรียนกลุ่มที่ 1 มีคะแนนจากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ 2 แล้วให้นักเรียนกลุ่มที่ 2 นี้ทดลองเรียนผ่านซอฟต์แวร์ EasyMath เมื่อเรียนจบแล้วให้นักเรียนกลุ่มนี้ทำแบบทดสอบอีกครั้ง ซึ่งเป็นข้อสอบคนละชุดกัน แต่มีความคู่ขนานกัน ผลการทดลองพบว่าคะแนนสอบของนักเรียนในกลุ่มที่ 2 มีนักเรียนที่คะแนนสอบครั้งที่ 2 มากกว่าครั้งแรก 46 %

งานวิจัยในประเทศ

เนื่องจากการนำทฤษฎีซอมแซมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในประเทศไทยนั้นยังไม่ปรากฏ และเนื่องจากการวิจัยของผู้วิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซม ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษางานวิจัยในประเทศเกี่ยวกับการจัดการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิชชุลาวัลย์ พิทักษ์ผล (2530) ทำการศึกษา เรื่อง “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีศรีนครปฐมบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2528 จํานวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน และให้กลุ่มทดลองเรียนซ่อมเสริม เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมกับครูตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์กับกลุ่มที่สอนโดยครูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุพรรณณี คงกะนันท์ (2531) ทำการศึกษาวิจัย เรื่อง “ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ต่ำ” ศึกษาแก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2530 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ คัดเลือก นักเรียนที่ได้ผลการเรียนต่ำกว่าร้อยละ 60 ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน โดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนซ่อมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เศษส่วน หลังจบ การเรียนการสอนทั้งหมดพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ยุภาตี ปณะราช (2541) ทำการทดลอง เรื่อง “ผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” มีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนปากช่อง จังหวัด นครราชสีมา ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จากการทำแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับก่อนการทดลอง จำนวน 40 คน ให้นักเรียนที่ เป็นกลุ่มตัวอย่างได้รับการเรียนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง อัตราส่วน และร้อยละจำนวน 12 จุดประสงค์การเรียนรู้ ครั้งที่ 1 หลังเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่ามีนักเรียนที่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ 13 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 27 คน แล้วจึงให้ นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ได้รับการเรียนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นครั้งที่ 2 พบว่านักเรียนทั้ง 27 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมด โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีเจตคติหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยต่างประเทศและงานวิจัยในประเทศ สรุปได้ว่า การจัด กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้น สามารถแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนของ ผู้เรียน และพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ หลักสำคัญของการทำงาน ตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้นจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนเฉพาะเรื่องเป็นรายบุคคล และเมื่อ นำมาประกอบกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมซึ่งมีบทบาทมากในการที่จะช่วยส่งเสริม การเรียนรู้รายบุคคลของนักเรียน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อน การส่งเสริม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการพัฒนาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทำได้

อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเรียนผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการแก้ไขในทัศนคติที่คลาดเคลื่อนของทฤษฎีซอมแซม ดังนั้นการสอนซอมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ต่อไปได้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยในขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้า
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าความรู้จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ มีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนซ่อมเสริม การสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม การสอนโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
2. ศึกษาค้นคว้าจากคู่มือการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หนังสือเรียน และตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง เอกนามระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Study) ที่ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยแบบแผนการทดลองมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	การทดลอง	ทดสอบทันทีหลังการทดลอง	ทดสอบหลังเรียนจบ 2 สัปดาห์
E	X	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
C	~X	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

X แทน การสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

~X แทน การสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้มีความจำเป็นต้องจัดการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้นโรงเรียนซึ่งใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างต้องมีความพร้อมด้านคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนราชินี สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีลักษณะสอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัย

กำหนดไว้ โดยโรงเรียนจัดนักเรียนแต่ละห้องเรียนแบบละความสามารภ จากการตรวจสอบพบว่าปีการศึกษา 2549 โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างได้กลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 44 และ 43 คน ตามลำดับ ทั้งสองห้องเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ใกล้เคียงกันมากที่สุด ในจำนวน 7 ห้องเรียน หลังจากนั้นผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าวของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องมีความแปรปรวนไม่ต่างกัน จึงนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยค่าที (t-test) ผลการทดสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อจัดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองห้องเรียนให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งได้ผลว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 เป็นกลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 เป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน คือ แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 แผน ใช้ในการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 6 ชั่วโมง และเครื่องมือที่ใช้สำหรับสอนซ่อมเสริม คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมใช้กับกลุ่มทดลอง และแผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติใช้กับกลุ่มควบคุม สำหรับใช้ในการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้ เรื่อง เอกนาม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดของการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้สำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน คือ แผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายชั่วโมง ดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 ชั่วโมง ที่แต่ละแผนประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนำ ขั้นสอน ขั้นสรุป สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล สำหรับรายละเอียดสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ฉบับ เป็นดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง	นิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม ดีกรีของเอกนาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง	เอกนามคล้าย
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	เรื่อง	การบวกเอกนามกับเอกนาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	เรื่อง	การลบเอกนามกับเอกนาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	เรื่อง	การคูณเอกนามกับเอกนาม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6	เรื่อง	การหารเอกนามด้วยเอกนาม

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ก. การเขียนสาระการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการทดสอบ กล่าวคือ ถ้าหากจะทดสอบนักเรียนในเรื่องใดก็ตาม นักเรียนจะต้องผ่านการเรียนรู้ในชั้นเรียนมาแล้ว เช่น ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาผลบวกของเอกนามกับเอกนามนั้น นักเรียนจะต้องเรียนรู้ในชั้นเรียนแล้วว่าเอกนามศูนย์คูณกับเอกนามใดก็ตามจะได้ผลลัพธ์เป็นเอกนามศูนย์ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์การบวก และสามารถหาผลบวกที่เป็นเอกนามกับทุก ๆ เอกนามได้

ข. การเขียนขั้นตอนและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ควรเขียนให้มีรายละเอียดมากพอสมควรที่ผู้อ่านจะทราบได้ว่ามีขั้นตอนอย่างไร ไม่ควรเขียนรวบรัดจนเกินไป

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมงที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข

2. เครื่องมือที่ใช้สอนซ่อมเสริม ได้แก่ แผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติใช้กับกลุ่มควบคุม และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมใช้กับกลุ่มทดลอง ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 แผนการสอนซ่อมเสริม จำนวน 6 ฉบับ มีรายละเอียดของสาระการเรียนรู้เป็นดังนี้

แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 1	เรื่อง	นิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม ดีกรีของเอกนาม
แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 2	เรื่อง	เอกนามคล้าย
แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 3	เรื่อง	การบวกเอกนามกับเอกนาม
แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 4	เรื่อง	การลบเอกนามกับเอกนาม
แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 5	เรื่อง	การคูณเอกนามกับเอกนาม
แผนการสอนซ่อมเสริมที่ 6	เรื่อง	การหารเอกนามด้วยเอกนาม

แผนการสอนซ่อมเสริมทั้ง 6 ฉบับ ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมตามแนวของกรมวิชาการ จากเอกสารและตำราต่าง ๆ

2.1.2 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

2.1.4 เขียนแผนการสอนซ่อมเสริม จำนวน 6 ชั่วโมง

2.1.5 นำแผนการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา และให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขดังนี้

ก. การเขียนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรเขียนให้มีรายละเอียดมากพอสมควรที่ผู้อ่านจะทราบได้ว่ามีขั้นตอนอย่างไร ไม่ควรเขียนรวบรัดจนเกินไป

ข. การสอนซ่อมเสริมควรใช้วิธีการหรือสื่อการสอนที่ต่างจากการสอนปกติในชั้นเรียน โดยอาจใช้เป็นกระบวนการกลุ่มเพื่อตอบสนองระบบการทำงานของสมอง

ค. สาระการเรียนรู้ในการสอนซ่อมเสริมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมควรเป็นชุดเดียวกันและมีจำนวนเท่ากัน

2.1.6 นำแผนการสอนซ่อมเสริมที่ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข

2.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมจากเอกสารและตำราต่าง ๆ

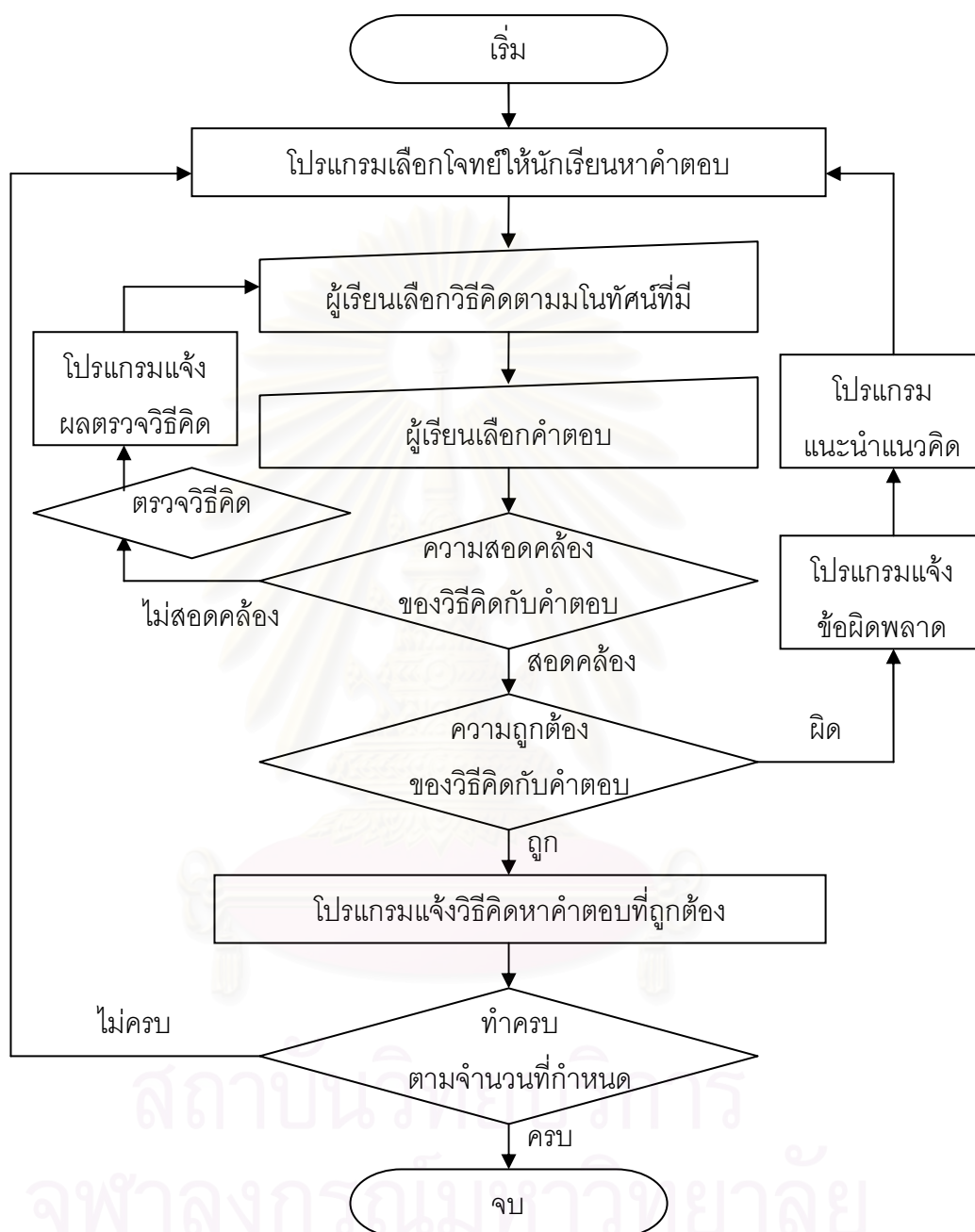
2.2.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม และการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากเอกสารและตำราต่าง ๆ

2.2.3 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2.4 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน และพิจารณาโน้ตศัพท์ย่อยของแต่ละเนื้อหา

2.2.5 นำเนื้อหาที่กำหนดมาจัดทำ Storyboard สำหรับจัดทำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมซึ่งใช้เป็นสื่อช่วยในการ เรียนรู้ในการสอนซ่อมเสริมตามขั้นที่ 3 ของทฤษฎีซ่อมแซมนั้นมีลักษณะเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้แบบฝึกหัดรูปแบบคำถามเป็นแบบวัดมโนทัศน์ จำนวนตัวเลือกในแต่ละมโนทัศน์แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มักเกิดขึ้นในแต่ละมโนทัศน์นั้น ๆ นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบฝึกหัดเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองมีความคลาดเคลื่อน ในแต่ละตัวเลือกนอกจากนักเรียนจะต้องหาคำตอบแล้ว นักเรียนจะต้องเลือกวิธีคิดคำตอบด้วย โดยถ้าวิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกไม่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และจะตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเฉพาะกรณีวิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกสอดคล้องกัน ในกรณีที่วิธีคิดและคำตอบที่นักเรียนเลือกถูกต้องแล้ว โปรแกรมจะให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดข้อใหม่ แต่ถ้าวิธีคิดและคำตอบซึ่งสอดคล้องกันที่นักเรียนเลือกไว้ยังไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะชี้แจงว่านักเรียนทำผิดเพราะสาเหตุใด และโปรแกรมจะแสดงวิธีคิดและคำตอบของโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกับโจทย์ในข้อนั้น แล้วให้นักเรียนลองเลือกวิธีคิดและคำตอบใหม่ โดย

โปรแกรมจะไม่เฉลยวิธีคิดและคำตอบจนกว่านักเรียนจะเลือกได้วิธีคิดและคำตอบที่ถูกต้อง ภาพรวมการทำงานของโปรแกรมเป็นดังแผนภาพดังต่อไปนี้



แผนภาพที่ 5 การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม สำหรับสอนซ่อมเสริม

ทั้งนี้ในขั้นตอนของการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน จะปรากฏในขั้นของการแสดงผลป้อนกลับของคำตอบที่ได้จากผู้เรียน ซึ่งตรงกับขั้นการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Repair)

ตามแนวทฤษฎีช่อมแซม ซึ่งจะแก้ไขโดยอาศัยการใช้ตัวอย่างหรือแบบฝึกหัด และความยากหรือความซับซ้อนของตัวอย่างหรือแบบฝึกหัดนั้นจะยากหรือซับซ้อนมากขึ้น และนักเรียนจะต้องหาแนวทางที่จะสามารถแก้ปัญหาที่ยากหรือซับซ้อนขึ้นนั้นได้ โดยนักเรียนสามารถสรุปสุดท้ายได้ว่าแนวทางที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ในทุกระดับความยากเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

2.2.6 นำ Storyboard มาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอนช่อมเสริมตามแนวทฤษฎีช่อมแซม จำนวน 8 โปรแกรม ตามจำนวนมโนทัศน์ย่อย เรื่อง เอกนาม ได้แก่ มโนทัศน์ เรื่อง นิยามของเอกนาม ดีกรีของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม เอกนามคล้าย การบวกเอกนามกับเอกนาม การลบเอกนามกับเอกนาม การคูณเอกนามกับเอกนาม และการหารเอกนามด้วยเอกนาม ในแต่ละโปรแกรมมีลักษณะเป็นบทเรียนแบบแบบฝึกหัดรูปแบบคำถามเป็นแบบวัดมโนทัศน์ จำนวนตัวเลือกในแต่ละมโนทัศน์แตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มักเกิดขึ้นในแต่ละมโนทัศน์นั้น ๆ นักเรียนแต่ละคนจะทำแบบฝึกหัดเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองมีความคลาดเคลื่อน ในแต่ละตัวเลือกนอกจากนักเรียนจะต้องหาคำตอบแล้ว นักเรียนจะต้องเลือกวิธีคิดคำตอบด้วย โดยถ้าวิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกไม่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะไม่ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และจะตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบเฉพาะกรณีที่วิธีคิดคำตอบที่นักเรียนเลือกกับคำตอบที่นักเรียนเลือกสอดคล้องกัน ในกรณีที่วิธีคิดและคำตอบที่นักเรียนเลือกถูกต้องแล้ว โปรแกรมจะให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดข้อใหม่ แต่ถ้าวิธีคิดและคำตอบซึ่งสอดคล้องกันที่นักเรียนเลือกไว้ยังไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะชี้แจงว่านักเรียนทำผิดเพราะสาเหตุใด และโปรแกรมจะแสดงวิธีคิดและคำตอบของโจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกับโจทย์ในข้อนั้น แล้วให้นักเรียนลองเลือกวิธีคิดและคำตอบใหม่ โดยโปรแกรมจะไม่เฉลยวิธีคิดและคำตอบจนกว่านักเรียนจะเลือกได้วิธีคิดและคำตอบที่ถูกต้อง

2.2.7 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสอนช่อมเสริมตามแนวทฤษฎีช่อมแซมเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 110) เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยใช้แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่อมเสริม ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดความหมายไว้ดังนี้

1	หมายถึง	ควรปรับปรุง
2	หมายถึง	พอใช้
3	หมายถึง	ปานกลาง
4	หมายถึง	ดี

5 หมายถึง ดีมาก

(ดูรายละเอียดแบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริมในภาคผนวก ข. หน้า 112 – 115) ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้คำแนะนำดังนี้

- ก. เมื่อมีการเลือกคำตอบในแบบฝึกหัดแล้ว ควรให้มีเครื่องหมายแสดงว่าตัวเลือกนั้นถูกเลือกแล้ว หรือมีการเปลี่ยนแปลงของปุ่มเพื่อให้เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
- ข. ควรมีปุ่มให้เลือกปิดคำชี้แจง หรืออาจแจ้งให้ทราบอย่างชัดเจนว่าปิดคำชี้แจงอย่างไร
- ค. ควรเพิ่มเติม Interactive ให้มีการเคลื่อนไหวหรือหารูปภาพมาประกอบให้สวยงามและไม่ให้เรียบง่ายจนเกินไป
- ง. ควรมีปุ่มให้ผู้เรียนเลือกเข้าสู่คำชี้แจงเพื่อใช้สำหรับกรณีที่ผู้เรียนยังไม่เข้าใจวิธีใช้

ทั้งนี้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมของผู้ทรงคุณวุฒินั้น ได้คะแนนจากการประเมินคิดเป็นค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{x}) เท่ากับ 115 คะแนน จากคะแนนเต็ม 130 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.46 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

2.2.8 นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มาปรับปรุงแก้ไข

2.2.9 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับ

นักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – on – one testing) ให้นักเรียนซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชินี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ให้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น เพื่อศึกษาการเรียนของผู้เรียน เมื่อนักเรียนเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทันที ในระหว่างที่นักเรียนเรียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนด้านความสามารถในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ พบว่าผู้เรียนสามารถควบคุมเนื้อหาได้อย่างคล่องแคล่ว

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing) ผู้วิจัยนำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และแบบวัดมโนทัศน์ไปทดลองใช้กับนักเรียนซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา โดยให้นักเรียนเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์และทำแบบวัดมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทันที พบว่านักเรียนที่นำมาทำการทดสอบมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ อยู่ที่ 28.8 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบกลุ่ม (Large group testing) นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ ไปใช้กับตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน ซึ่งคัดเลือกโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา จากนั้นผู้วิจัยนำผลการวัดมโนทัศน์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์มาวิเคราะห์ และตรวจสอบเครื่องมือตามเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองกับนักเรียนที่ไม่ผ่านการทดสอบมโนทัศน์ในการเรียนครั้งแรกซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ ร้อยละ 50 ดังนั้นจึงตั้งเกณฑ์มาตรฐานในครั้งนี้เป็น 70/70 โดยที่ 70 ตัวแรก (E_1) หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ และ 70 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มในแต่ละวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 70

ผลการทดสอบในขั้นตอนที่ 3 นั้น สามารถหาค่า E_1 ได้โดยนำคะแนนรวมทุก ๆ มโนทัศน์ของนักเรียนมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ได้ค่า $\bar{x} = 31.1$ คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน แล้วนำมาแทนค่าในสูตรหาค่า E_1 แสดงได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{31.1}{40} \times 100 = 77.75$$

และการหาค่า E_2 หาได้จากการหาค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนในแต่ละจุดประสงค์ แสดงผลดังตารางที่ 2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนตัวแทนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

แบบทดสอบมโนทัศน์ ชุดที่	เรื่อง	ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x})	ร้อยละของ คะแนน
1	นิยามของเอกนาม	3.15	63
2	สัมประสิทธิ์ของเอกนาม	4.40	88
3	ดีกรีของเอกนาม	4.35	87
4	เอกนามคล้าย	4.35	87
5	การบวกเอกนามกับเอกนาม	4.05	81
6	การลบเอกนามกับเอกนาม	3.65	73
7	การคูณเอกนามกับเอกนาม	4.50	90
8	การหารเอกนามด้วยเอกนาม	3.00	60
	รวม	3.93	78

ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในครั้งนี้ได้ว่าเครื่องมือมีประสิทธิภาพ
เป็น 77.75/78 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

2.2.9 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่
ใช้ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม เพื่อนำไปใช้กับประชากรจริง

2.2.10 นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการสอน
จริงโดยใช้กับกลุ่มทดลอง

ทั้งนี้ ในขั้นตอนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยอาศัยโปรแกรม
คอมพิวเตอร์ซึ่งจัดให้กับกลุ่มทดลองนั้น มีกรอบแนวคิดของการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 กรอบแนวคิดในการสอนซ่อมเสริมตามทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม	การสอนซ่อมเสริมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับกลุ่มทดลอง
<p><u>ขั้นที่ 1</u> ขั้นการนำเสนอมนทัศน์ในขั้นต้น ในขั้นนี้ ผู้สอนจะทำการสอนมนทัศน์ในกิจกรรมการ เรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ</p>	<p>นักเรียนผ่านการเรียนการสอนมนทัศน์ เรื่อง พหุนาม ในชั้นเรียนปกติ</p>
<p><u>ขั้นที่ 2</u> ขั้นการหาข้อผิดพลาดของมนทัศน์ที่ผู้เรียน สร้างขึ้น</p>	<p>ทดสอบมนทัศน์ของนักเรียน หลังผ่านการ เรียนการสอนในแต่ละคาบ โดยใช้แบบวัดมน ทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น</p>
<p><u>ขั้นที่ 3</u> ขั้นการแก้ไข (Repair) ข้อผิดพลาดเกี่ยวกับ มนทัศน์ของนักเรียนผ่านการแก้ไขโดย ปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญหานั้นจะต้องมีจำนวน มากพอที่จะทำให้เด็กเกิดมนทัศน์ที่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญของการ ให้ผลป้อนกลับ ของมนทัศน์ที่ผิดพลาดและการ แก้ไขมนทัศน์นั้น จะต้องทำโดยทันทีหรือทำ โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้</p>	<p>ให้นักเรียนที่มีมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ วิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบมนทัศน์ใน ขั้นที่ 2 แล้วได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ผ่านการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการแก้ไขมนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นกระทำ ผ่านการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนและให้ข้อมูล ป้อนกลับโดยทันทีเมื่อนักเรียนทำผิดว่าสาเหตุที่ ผิดคืออะไร และให้ข้อมูลป้อนกลับเมื่อนักเรียน ทำถูกว่าที่นักเรียนคิดหาคำตอบได้ถูกต้องนั้น จะต้องมีวิธีคิดที่ถูกต้องอย่างไร</p>
<p><u>ขั้นที่ 4</u> ขั้นตรวจสอบการแก้ไขข้อผิดพลาดเกี่ยวกับมน ทัศน์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขมนทัศน์ แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมนทัศน์ นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไข มนทัศน์นั้นเสร็จสมบูรณ์แล้ว</p>	<p>ทดสอบมนทัศน์ของนักเรียนหลังจากที่ผ่าน การสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดย อาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</p>

แผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง จำนวน 6 แผน แผนการจัดการเรียนการสอน
 ซ่อมเสริม จำนวน 6 แผน และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 8
 โปรแกรม ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ จำแนกตามเนื้อหาสาระการเรียนรู้

แผน การจัดการ เรียนรู้ที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมงสอน ในชั้นเรียน	จำนวนชั่วโมง สอนซ่อมเสริม แบบปกติ	จำนวนชั่วโมง ซ่อมเสริมโดย ใช้โปรแกรม
1	เอกนาม มีมโนทัศน์ย่อย ได้แก่ 1.1 นิยามของเอกนาม 1.2 ดิกรีของเอกนาม 1.3 สัมประสิทธิ์ของเอกนาม	1	1	1
2	เอกนามคล้าย	1	1	1
3	การบวกเอกนาม	1	1	1
4	การลบเอกนาม	1	1	1
5	การคูณเอกนามกับเอกนาม	1	1	1
6	การหารเอกนามด้วยเอกนาม	1	1	1

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์
 ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่ผู้วิจัย
 สร้างขึ้นตามขั้นตอนการสร้างต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จำนวน 8 ชุด ชุดละ
 5 ข้อ แต่ละชุดแยกเป็นรายมโนทัศน์ มีรายละเอียดดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่อง นิยามของเอกนาม

ชุดที่ 2 เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม

- ชุดที่ 3 เรื่อง ดีกรีของเอกนาม
- ชุดที่ 4 เรื่อง เอกนามคล้าย
- ชุดที่ 5 เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 6 เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 7 เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 8 เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ชุด มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จากตำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง พหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

1.3 สร้างตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จำแนกตามมโนทัศน์และชั่วโมงที่ปฏิบัติการสอน โดยมีมโนทัศน์ตามตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบดังกล่าวมีจำนวนทั้งสิ้น 8 มโนทัศน์ ได้แก่

- มโนทัศน์ที่ 1 เรื่อง นิยามของเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 2 เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 3 เรื่อง ดีกรีของเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 4 เรื่อง เอกนามคล้าย
- มโนทัศน์ที่ 5 เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 6 เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 7 เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม
- มโนทัศน์ที่ 8 เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม

(ดูรายละเอียดในตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบมโนทัศน์ในภาคผนวก ง. หน้า 137 – 139)

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 8 ชุด ชุดละ 7 ข้อ ตามตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

1.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้

อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลาในการสอบ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ในการนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try Out) ควรเพิ่มเวลาในการทำแบบทดสอบมากกว่าเวลาที่ใช้จริงด้วย เนื่องจากจำนวนข้อสอบที่นำไปทดลองใช้มีมากกว่าจำนวนข้อสอบที่นำไปใช้จริง

ข. ควรเขียนข้อความที่แสดงการเป็นนิเสธด้วยตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ อย่างใดอย่างหนึ่ง ให้นักเรียนเห็นได้ชัดเจน เช่น

ข้อความ “ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง”

ให้เขียนเป็น “ข้อใดกล่าว**ไม่**ถูกต้อง”

หรือเขียนเป็น “ข้อใดกล่าว**ไม่**ถูกต้อง”

ค. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบทดสอบแต่ละข้ออีกครั้ง ให้มีความถูกต้องและชัดเจน

ง. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบทดสอบได้อย่างสะดวกและชัดเจน

1.6 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 110) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของมโนทัศน์ ข้อคำถามและตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า

ก. เมื่อกำหนดเอกนามในรูปตัวอักษรภาษาอังกฤษต่าง ๆ ควรระบุตัวแปรของเอกนามให้ชัดเจน เช่น

ข้อความ “กำหนดให้ $Ax^m y$ ” เป็นเอกนาม”

ให้เขียนเป็น “กำหนดให้ $Ax^m y$ ” เป็นเอกนาม ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปร”

ข. ลักษณะของคำถามและคำตอบของแบบทดสอบไม่ควรคล้ายกัน

ค. ลักษณะของข้อคำถามในแบบทดสอบควรมีความหลากหลาย

ง. ตัวเลือกของข้อสอบแต่ละข้อ ควรใช้ตัวแปรชุดเดียวกันทั้งหมด

1.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริงที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ผ่านการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง พหุนาม มาแล้ว ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบด้วยโปรแกรม TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003) ได้ผลเป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.892
ค่าความยาก (p)	มีค่า	0.08 – 0.89
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า	-0.07 – 1.00

การทดลองใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 มีจำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบ แยกตามรายมโนทัศน์เป็นดังนี้

ตารางที่ 5 จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์แยกตามรายมโนทัศน์ในการทดลองใช้

มโนทัศน์ที่	เรื่อง	จำนวนข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ (ข้อ)
1	นิยามของเอกนาม	5
2	สัมประสิทธิ์ของเอกนาม	5
3	ดีกรีของเอกนาม	6
4	เอกนามคล้าย	5
5	การบวกเอกนามกับเอกนาม	5
6	การลบเอกนามกับเอกนาม	6
7	การคูณเอกนามกับเอกนาม	6
8	การหารเอกนามด้วยเอกนาม	7

ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบจำนวนชุดละ 5 ข้อ

1.8 นำผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบที่ตรงตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะข้อสอบชุดละ 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ด้วยโปรแกรม TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003) ได้ผลการวิเคราะห์เป็นดังต่อไปนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.889
ค่าความยาก (p)	มีค่า	0.31 – 0.78
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า	0.29 – 1.00

1.9 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม มีขั้นตอนดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและตารางวิเคราะห์ข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย เรื่อง เอกนาม ตามเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง เอกนาม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง. หน้า 148 – 151)

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 42 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่วิลสัน (Wilson, 1971 อ้างถึงใน พรหมพรพรรณ อุดมสิน, 2544) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ

ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การนำความรู้ กฏ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้ออกไปแก้โจทย์ปัญหาใหม่ได้

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วนที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้โจทย์ที่แปลกกว่าธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้

โดยการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ครั้งนี้ สร้างให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์หลักสูตรและตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่ได้สร้างไว้แล้ว

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลาในการสอบ ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบทดสอบแต่ละข้ออีกครั้งให้มีความถูกต้องและชัดเจน

ข. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบทดสอบได้อย่างสะดวกและชัดเจน

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก. หน้า 110) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของมโนทัศน์ ข้อคำถามและตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการตรวจพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า

ก. การกำหนดชื่อบุคคลในข้อสอบ ควรเว้นวรรคด้านหลัง หรือขีดเส้นใต้ หรือใช้ตัวหนา เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนและป้องกันการสับสนในการอ่านข้อสอบของนักเรียน เช่น

ข้อความ “เมตตาทหาผลลัพธ์ของ $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ ”

ให้เขียนเป็น “เมตตา หาผลลัพธ์ของ $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ ”

หรือเขียนเป็น “เมตตาทหาผลลัพธ์ของ $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ ”

หรือเขียนเป็น “**เมตตาทหา**ผลลัพธ์ของ $3x^2y - \frac{1}{2}x^2y + \frac{3}{2}x^2y$ ”

ข. ให้ใช้เครื่องหมายวงเล็บ [] แทนการใช้เครื่องหมายวงเล็บ { }

ในโจทย์คิดคำนวณการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ของเอกนาม เช่น

ข้อความ “ $\{(Ax^3y^2) \div (3xy)\} - \{(-2x^2y^2z^2) \div (-Bx^2z)\} = 3x^2y + 4y^2z$ ”

ให้เขียนเป็น “ $[(Ax^3y^2) \div (3xy)] - [(-2x^2y^2z^2) \div (-Bx^2z)] = 3x^2y + 4y^2z$ ”

ค. ลักษณะของคำถามและคำตอบของแบบทดสอบไม่ควรคล้ายกัน โดยให้สร้างแบบทดสอบที่มีลักษณะแตกต่างจากเดิมโดยค้นคว้าเพิ่มเติมจากหนังสือแบบเรียน และข้อสอบต่าง ๆ

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอัสสัมชัญศึกษา จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ผ่านการเรียน เรื่อง เอกนาม มาแล้ว ด้วยโปรแกรม TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003) ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.92
ค่าความยาก (p)	มีค่า	0.09 – 0.85
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า	-0.11 – 1.00

ในการทดลองใช้ครั้งนี้ได้ข้อสอบที่มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 38 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะแบบทดสอบ จำนวน 30 ข้อ

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบเป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.91
ค่าความยาก (p)	มีค่า	0.29 – 0.79
ค่าอำนาจจำแนก (r)	มีค่า	0.33 – 1.00

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการและขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายชั่วโมงในชั้นเรียนปกติ

5.1.2 ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนซ่อมเสริม ซึ่งประกอบด้วยแผนการสอนซ่อมเสริมแบบ

ปกติสำหรับกลุ่มควบคุม และแผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับกลุ่มทดลอง

5.1.3 ผู้วิจัยสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริม เรื่อง เอกนาม เพื่อสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมสำหรับกลุ่มทดลอง

5.1.4 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์รายชั่วโมงในชั้นเรียนปกติ และตามแผนการสอนซ่อมเสริมทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.1.5 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงครูใหญ่โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน

5.2 ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยทำการสอนกลุ่มละ 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

5.2.2 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในแต่ละคาบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แต่ละมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในคาบนั้น โดยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยใช้ทดสอบนักเรียนมีรายละเอียดดังนี้

ครั้งที่ 1	มโนทัศน์ เรื่อง	นิยามของเอกนาม, สมบัติของเอกนาม และดีกรีของเอกนาม
ครั้งที่ 2	มโนทัศน์ เรื่อง	เอกนามคล้าย
ครั้งที่ 3	มโนทัศน์ เรื่อง	การบวกเอกนามกับเอกนาม
ครั้งที่ 4	มโนทัศน์ เรื่อง	การลบเอกนามกับเอกนาม
ครั้งที่ 5	มโนทัศน์ เรื่อง	การคูณเอกนามกับเอกนาม
ครั้งที่ 6	มโนทัศน์ เรื่อง	การหารเอกนามด้วยเอกนาม

5.2.3 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแล้วบันทึกคะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน แล้วแจ้งให้นักเรียนที่ได้คะแนนจากการทดสอบวัดมโนทัศน์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เรียนซ่อมเสริม

5.2.4 ผู้วิจัยดำเนินการสอนซ่อมเสริมนักเรียนที่มีผลการทดสอบวัดมโนทัศน์ต่ำกว่า

ร้อยละ 50 ทั้งสองกลุ่มโดยกลุ่มควบคุมสอนซ่อมเสริมโดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ โดยเป็นการสอนซ่อมเสริมที่นักเรียนต้องเรียนซ่อมเสริมทุกมโนทัศน์ที่มีในหลักสูตร ส่วนกลุ่มทดลองสอนซ่อมเสริมโดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนักเรียนเรียนเฉพาะมโนทัศน์ที่ตนเองไม่ผ่านเกณฑ์เท่านั้น

5.2.5 หลังการเรียนการสอนซ่อมเสริม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ตามมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในครั้งนั้นอีกครั้ง

5.2.6 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบครั้งที่ 2 มาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที (independent t – test) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สำหรับใช้เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม

5.2.7 เมื่อจบการเรียนการสอนทั้งหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เอกนาม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

5.2.8 ผู้วิจัยนำผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที (independent t – test) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2.9 เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ฉบับเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2.10 เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่นักเรียนทำหลังจากเรียนจบเนื้อหา เรื่อง เอกนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที (independent t – test)

ขั้นตอนการดำเนินการสามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 กรอบแนวคิดของการทดลอง

ขั้นตอน	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ให้แก่นักเรียน	สอนในชั้นเรียนปกติ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแผนเดียวกันทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง	
2. ทดสอบมโนทัศน์เป็นรายมโนทัศน์ หลังจากเรียนจบแต่ละมโนทัศน์	ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	
3. ให้นักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคือ มีคะแนนจากแบบทดสอบมโนทัศน์ต่ำกว่าร้อยละ 50 เรียนซ่อมเสริมเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เรียนซ่อมเสริมตามปกติ โดยใช้แผนการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวของกรมวิชาการ	เรียนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแยกตามรายมโนทัศน์
4. ตรวจสอบมโนทัศน์หลังเรียนซ่อมเสริม	ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน	
5. วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้ว	ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอีกครั้ง แล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน	
5. หลังเรียนจบทุกมโนทัศน์เป็นเวลา 2 สัปดาห์	ให้นักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่คู่ขนานแบบทดสอบชุดแรกแล้วนำผลที่ได้ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกันเพื่อพิจารณาความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์	

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0) ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ศึกษาโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ โดยเทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที (independent t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนที่ดำเนินการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม หลังจากเรียนจบเนื้อหา เรื่อง เอกนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที (independent t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยนี้มีสถิติที่ใช้ในการคำนวณหาคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

1.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson Method) โดยใช้สูตรดังนี้

$$KR - 20 : r_u = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ	r_u	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิด
	s^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบสอบทั้งฉบับ

(Ebel, Robert L., 1972 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

1.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้

$$p = \frac{R_h + R_l}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยาก
	R_h	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

(Carey, Lou., 1988 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_h - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_h	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	R_l	แทน	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

(Carey, Lou., 1988 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544)

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีช่อมแซม ใช้เกณฑ์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบหลังการเรียนช่อมเสริมโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มกับคะแนนทดสอบหลังการเรียนโดยเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่มในแต่ละจุดประสงค์ โดยใช้เกณฑ์ คือ E_1 / E_2 ซึ่งมีสูตรต่อไปนี้

$$E_1 = \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

โดยที่ E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์รวม โดยคิดเป็นร้อยละ
 \bar{x} หมายถึง คะแนนสอบเฉลี่ยหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมด
 A หมายถึง คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{P} \times 100$$

โดยที่ E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์เฉพาะจุดประสงค์ โดยคิดเป็นร้อยละ
 \bar{F} หมายถึง คะแนนสอบเฉลี่ยหลังการเรียนของนักเรียนทั้งหมดในแต่ละจุดประสงค์
 P หมายถึง คะแนนเต็มของการสอนหลังเรียนในแต่ละจุดประสงค์
 (อรพวรรณ พรสีมา, 2530 อ้างถึงใน ยุภาดี ปณะราช, 2541)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ สถิติเชิงบรรยายและสถิติเชิงอ้างอิง มีรายละเอียดดังนี้

3.1 สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.2 สถิติเชิงอ้างอิง ได้แก่ การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยค่าที (independent t - test)

คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม ที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด เสนอในตารางที่ 7

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ เสนอในตารางที่ 8

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ เสนอในตารางที่ 9 – 10

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 7 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนรวมของสมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม กลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	\bar{x}	S	$\bar{x}_{\text{ร้อยละ}}$
กลุ่มทดลอง	5.00	2.68	1.40	53.6
กลุ่มควบคุม	5.00	2.11	1.41	42.2

ตารางที่ 11 ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของสมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 2.68 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1.40 โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละเท่ากับ 53.6 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ นั่นคือนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีคะแนนรวมของสมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนรวมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	\bar{x}	S	t	p
กลุ่มทดลอง	2.68	1.40	2.302*	0.017*
กลุ่มควบคุม	2.11	1.41		

*p < 0.05

จากตารางที่ 12 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีคะแนนรวมมโนทัศน์ เรื่อง เอกนาม สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ตารางที่ 9 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	คะแนนเต็ม	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2	
			\bar{x}	S	\bar{x}	S
กลุ่มทดลอง	11	30.00	10.0	2.83	13.64	3.26
กลุ่มควบคุม	8	30.00	9.13	3.56	12.13	5.19

จากตารางที่ 13 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.0 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.83 และการทดสอบครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 13.64 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.26 ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.56 และการทดสอบครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{x}	S	t	p
กลุ่มทดลอง	11	13.64	3.26	0.780	0.223
กลุ่มควบคุม	8	12.13	5.19		

*p < 0.05

จากตารางที่ 14 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เทียบกับเกณฑ์ขั้นต่ำร้อยละ 50
2. เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากการใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยเลือกห้องเรียนจำนวน 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2549 ของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าคะแนนของนักเรียนทั้งสองห้องมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้นำคะแนนดังกล่าวมาทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องด้วยค่าที (independent t-test) ผลการทดสอบพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงสรุปว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบแบบปกติ เพื่อใช้สำหรับสอนมโนทัศน์ต่าง ๆ ของเรื่องเอกนามก่อนคัดเลือกนักเรียนผู้ไม่ผ่านการทดสอบมโนทัศน์เพื่อรับการสอนซ่อมเสริม ใช้กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และแผนการสอนซ่อมเสริมประกอบด้วยแผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติใช้สอนซ่อมเสริมนักเรียนกลุ่มควบคุม และแผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้สำหรับสอนซ่อมเสริมนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งดำเนินการกิจกรรมตามแผนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทุกแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ แผนการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ และแผนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้น ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ส่วนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้น ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Macromedia Flash ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ทั้ง 8 จุดประสงค์ของมโนทัศน์ เรื่อง เอกนาม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำไปหาประสิทธิภาพของโปรแกรมพบว่าค่าประสิทธิภาพเป็น 77.75/78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70/70

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ใช้สำหรับวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับใช้สำหรับความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเอกนาม แยกตามรายมโนทัศน์ จำนวน 8 ชุด (8 มโนทัศน์) ได้แก่

- ชุดที่ 1 เรื่อง นิยามของเอกนาม
- ชุดที่ 2 เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม
- ชุดที่ 3 เรื่อง ดีกรีของเอกนาม
- ชุดที่ 4 เรื่อง เอกนามคล้าย
- ชุดที่ 5 เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 6 เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 7 เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม
- ชุดที่ 8 เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 8 ชุด เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวนชุดละ 5 ข้อ มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละชุดทั้งฉบับตั้งแต่ 0.60 – 0.82 ค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.31– 0.78 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.29 – 1.00 ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เอกนาม สำหรับวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจากเรียนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้วเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.91 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.29–0.79 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.33–1.00 แบบทดสอบทั้งสองฉบับผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิ

ในการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 87 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 จำนวน 43 คน และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 จำนวน 44 คน ทั้งสองห้องเรียนได้รับการสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์ รวม 6 คาบ หลังเรียนจบแต่ละคาบ นักเรียนจะได้รับการทดสอบวัดมโนทัศน์ตามมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ในคาบนั้น นักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์แต่ละครั้งต่ำกว่าร้อยละ 50 ต้องเรียนซ่อมเสริมโดยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/1 ซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ซึ่งเป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลังการเรียนการสอนซ่อมเสริมแต่ละครั้ง นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อีกครั้ง จากนั้นจึงนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กรมวิชาการกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีผลการทดสอบมโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 แล้วนำผลที่ได้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตโดยใช้ค่าสถิติที (Independent t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เมื่อนักเรียนเรียนจบทั้งหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เอกนาม นักเรียนจะได้รับการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม จากนั้นผู้วิจัยนำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนและทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) และทดสอบค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่าที (independent t – test) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ นักเรียนจะได้รับการทดสอบด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ฉบับเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เพื่อนำมาเปรียบเทียบความคงทนในการ

เรียนคณิตศาสตร์ โดยนำคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม หลังจากเรียนจบเนื้อหา เรื่อง เอกนาม เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มาทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าสถิติที (independent t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติและการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งใช้สำหรับวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ วิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences for Windows Version 10: SPSS for Windows Version 10.0)

สรุปผลการวิจัย

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีผลการทดสอบมโนทัศน์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50
5. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
6. นักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่ากับนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีประเด็นที่น่าสนใจที่สามารถนำมาอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

1. จากผลการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.68 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.6 ของคะแนนเต็ม

การที่นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีผลการทดสอบโมโนทัศน์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดนั้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ดังกล่าว เป็นการสอนซ่อมเสริมโดยมุ่งแก้ไขเฉพาะรายมโนทัศน์ที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อน โดยอาศัยตัวอย่างหรือปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทฤษฎีซ่อมแซมอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นนี้ไว้ว่า นักเรียนจะต้องใช้มโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมหาคำตอบของปัญหาดังกล่าว แต่ถ้ามโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้ว เมื่อนักเรียนพบปัญหาที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนมีอยู่นั้นจะไม่สามารถนำมาใช้หาคำตอบของปัญหานั้นได้ จะเกิดความพยายามปรับกระบวนการหาคำตอบหรือพยายามปรับมโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมเพื่อให้สามารถหาคำตอบหรือแก้ปัญหาใหม่นั้นได้ โดยตามแนวทางของ Brown และ Vanlehn (1980) เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอโมโนทัศน์ในขั้นต้น สำหรับในขั้นนี้ผู้สอนจะทำการสอนมโนทัศน์ในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนตามปกติ โดยในการเรียนการสอนนี้ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาโจทย์นั้น ๆ ได้ แต่มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นได้นั้นอาจจะเป็นมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด หรืออาจมีความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ ซึ่งจะเป็นปัญหาสำหรับการแก้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้น การดำเนินการตามขั้นตอนนี้เป็นขั้นการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียนที่มีครูเป็นผู้ดำเนินการหรือเป็นการทำกิจกรรมของนักเรียนเองโดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้สร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการหาข้อผิดพลาดของมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ในขั้นนี้ผู้สอนต้องให้ปัญหาในขั้นที่สูงขึ้นให้แก่ผู้เรียนได้แก้ปัญหา โดยโจทย์นั้นจะต้องครอบคลุมทุก ๆ ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ในมโนทัศน์นั้น ๆ ของผู้เรียนและมีจำนวนมากพอที่จะทำให้ครูสามารถพิจารณาว่าที่นักเรียนตอบปัญหาได้ไม่ถูกต้องนั้นเกิดจากความผิดพลาดในมโนทัศน์ใด และจะสามารถนำข้อผิดพลาดของนักเรียนมาพิจารณาได้ว่าข้อผิดพลาดของนักเรียนอยู่ในส่วนใดของมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งจะทำให้ครูทราบว่านักเรียนคนใดมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเมื่อตรวจให้คะแนนแล้วผู้วิจัยได้ชี้แจงข้อผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ที่จะเกิดขึ้นกับนักเรียนได้ พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ดูวิธีการคิดที่ถูกต้อง และพิจารณาว่านักเรียนมีความผิดพลาดเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนแบบใด ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้ทราบผลป้อนกลับเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของ

มโนทัศน์ของตนเอง ซึ่งจะทำให้การแก้ไขความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ (ซ่อมแซม) ที่จะทำในขั้นที่ 3 ตรงกับความคลาดเคลื่อนของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ขั้นการแก้ไข (Repair) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เป็นผลมาจากข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ครูพบในขั้นที่ 2 ในขั้นของการแก้ไขนี้จะต้องมีภาระชี้แจงว่าข้อที่นักเรียนทำผิดนั้น เกิดจากสาเหตุใด (กระบวนการหาคำตอบที่นักเรียนใช้เป็นอย่างไรจึงทำให้ได้คำตอบเช่นนี้) และที่ถูกต้องจะต้องคิดเช่นไรจึงจะได้คำตอบ โดยปัญหาที่ใช้สำหรับการแก้ปัญานั้นจะต้องมีจำนวนมากพอที่จะทำให้เด็กเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยหลักสำคัญ คือ จะต้องมีภาระให้ผลป้อนกลับของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และการแก้ไขมโนทัศน์นั้นจะต้องทำโดยทันทีหรือทำโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ในขั้นนี้จะแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยใช้การเรียนรู้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เป็นรายบุคคล และสนับสนุนการแก้ไขความบกพร่องรายบุคคลได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้ผลป้อนกลับสำหรับแบบฝึกหัดแต่ละข้ออย่างทันที ทำให้การแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในขั้นนี้เด็กที่ได้รับการแก้ไขมโนทัศน์แล้วจะต้องได้รับการทดสอบเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น ๆ ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง เพื่อตรวจสอบว่าการแก้ไขมโนทัศน์นั้นบรรลุผลเสร็จสมบูรณ์แล้ว นั่นคือเด็กมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้ว และจะต้องให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนด้วย ซึ่งนอกจากการให้ผลป้อนกลับนี้จะทำให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับความสามารถของตนเองแล้ว ยังทำให้ผู้สอนทราบว่านักเรียนที่ผ่านการสอนซ่อมเสริมแล้วมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์จากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วหรือไม่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้นในกรณีที่พบว่านักเรียนยังคงมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอยู่แล้วครูทำการแก้ไขต่อไปเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้ได้

จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้น มีกระบวนการสร้างมโนทัศน์เริ่มตั้งแต่ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน และมีการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตรงตามความบกพร่องที่เกิดขึ้นเฉพาะแต่ละบุคคล ทำให้การดำเนินการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทำได้ถูกต้องและตรงตัวบุคคล นักเรียนจะเกิดความเข้าใจเนื้อหาอย่างชัดเจนขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนดีขึ้น

2. จากผลการวิจัยที่พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมนั้น เป็นการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นรายมโนทัศน์ตามความบกพร่องของนักเรียน ทำให้การแก้ไขมโนทัศน์ทำได้ตรงจุดกับที่ผู้เรียนมีความบกพร่องจริง จึงเกิดผลชัดเจนมากกว่าการแก้ไขทุกมโนทัศน์ไปพร้อมกันเหมือนดังเช่นการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Virvou และ Tsiriga (2000) ที่ได้ศึกษาผลของการสอนตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปชื่อว่า EasyMath ซึ่งวิธีการศึกษาระทำโดยให้นักเรียนที่ผ่านการเรียนในชั้นเรียนปกติแล้วเข้ารับการทดสอบหลังการเรียนนั้น หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนได้เรียนซ้ำอีกครั้งโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ EasyMath ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม แล้วจึงทดสอบอีกครั้งหนึ่งโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานกับการสอบครั้งแรก พบว่ามีนักเรียน 46% ที่คะแนนสอบสูงขึ้น และสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ผ่านการเรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม นอกจากนี้การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนมีผลทำให้มีการพัฒนามโนทัศน์ไปในด้านที่ดีขึ้น

3. จากผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ พบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ที่ตั้งไว้ อาจเนื่องจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มที่มีคะแนนมโนทัศน์คณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งโดยปกติเป็นกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจะมีลักษณะเหมือนกับดังที่ ยูพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวไว้ว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จะเป็นผู้ที่มีลักษณะสติปัญญาต่ำ จึงไม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์หรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่ยากได้ สามารถเรียนได้เฉพาะเนื้อหาที่ง่ายเท่านั้น นอกจากนี้ไม่สามารถสร้างมโนทัศน์และเชื่อมโยงแต่ละมโนทัศน์ที่มีอยู่มาใช้ได้

การจะเกิดความคงทนในการเรียนเกี่ยวข้องกับกำจำ นั่นคือนักเรียนจะมีความคงทนในการเรียนเมื่อความจำในเรื่องนั้น ๆ ปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาว (Long-term Memory) ของนักเรียน ซึ่งตามทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Dual – Memory Theory) เกี่ยวกับการ

เปลี่ยนแปลงความจำจากระบบความจำระยะสั้น (Short – term Memory) เป็นระบบความจำระยะยาว จะต้องอาศัยการฝึกฝน ทั้งนี้การฝึกฝนอาจเกิดจากความสนใจส่วนบุคคลหรือเป็นการจัดการฝึกฝนโดยครูผู้สอนก็ได้ ในกรณีนี้เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทำให้ขาดเจตคติและขาดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ดีในการที่จะทบทวนเนื้อหาและฝึกฝนด้วยตนเอง ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ จะมีเจตคติในแง่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์และต่อวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้นในช่วงระยะเวลา 2 สัปดาห์ ที่ผู้วิจัยเว้นช่วงไว้เพื่อรอการทดสอบความคงทนในการเรียนของนักเรียนนั้น นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำอยู่แล้ว และในระหว่างนั้นไม่มีการมอบหมายงานให้นักเรียนทบทวน จึงทำให้ความจำที่เกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้เดิมหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่ได้รับการแก้ไขให้เป็นมโนทัศน์ที่ถูกต้องแล้วและเก็บจำอยู่ในระบบความจำระยะสั้นในช่วงนั้น ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเก็บจำอยู่ในระบบความจำระยะยาวได้ ซึ่งส่วนหนึ่งอาจเกิดจากการเชื่อมโยงความรู้ของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีระบบการเก็บจำความรู้อยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล (2530) กล่าวถึงลักษณะและพฤติกรรมของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำไว้ว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำจะไม่สามารถสรุป และไม่สามารถเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์ได้ โดย Roth และ Meyersberg (1963) อ้างถึงใน จักรพันธ์ ทองเอียด, (2540) กล่าวไว้ว่าลักษณะดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาการด้านอื่น ๆ รวมถึงด้านการเก็บจำความรู้ด้วย โดยในการทดลองครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ดังนั้นจึงมีความสามารถในการเก็บจำความรู้ในระดับต่ำและไม่แตกต่างกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จึงมีผลทำให้ความคงทนในการเรียนไม่แตกต่างกัน

ข้อสังเกตที่ได้จากการทดลอง

จากการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ มีข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย ดังนี้

1. นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองนั้น มีความสนใจและใส่ใจในการเรียนมากกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ โดยผู้วิจัยสังเกตจากที่นักเรียนกลุ่มทดลองจะเข้าห้องเรียนและเตรียมพร้อมการเรียนเร็วกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อาจเนื่องมา

จากการที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาเจตคติที่ดีต่อการเรียน ดังที่ กิดานันท์ มลิทอง (2548) ได้กล่าวถึงข้อดีหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษาว่า คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่ รวมถึงการใช้ภาพสี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ

2. เวลาในการจัดการสอนซ่อมเสริมให้แก่ผู้เรียนของผู้วิจัยอาจมีผลต่อคุณภาพและความสามารถในการเรียนรู้ในทัศนของผู้เรียน เนื่องจากผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้สอนซ่อมเสริมในคาบแรกของแต่ละวัน คือ 7.40 น. – 8.30 น. ซึ่งการเรียนรู้อัตนศาสตร์และการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์จะเรียนรู้ได้ดีในช่วงเวลาเช้าหรือเวลาที่ผู้เรียนยังไม่ได้ผ่านการเรียนรู้เรื่องอื่น เนื่องจากเป็นช่วงที่สมองเปิดรับความรู้ใหม่ ๆ ได้ดี แตกต่างจากการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในคาบเรียนปกติ ซึ่งถูกจัดไว้ในเวลาต่างกันในแต่ละวันและอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ตั้งนั้นจากที่ผลการทดสอบมโนทัศน์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองสูงกว่าเกณฑ์ที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ ร้อยละ 50 นั้น อาจมีผลมาจากเวลาในการเรียนอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย

3. จากที่ผลการทดสอบวัดความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น พบว่าคะแนนในการสอบครั้งที่ 2 สูงกว่าคะแนนสอบครั้งที่ 1 ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม น่าจะมีสาเหตุมาจากการที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของผู้วิจัยสอน กล่าวคือ ผู้วิจัยทำการสอน เรื่อง เอกนาม และเมื่อผู้วิจัยสอนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้ว นักเรียนได้เรียนเนื้อหา เรื่อง พหุนาม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องและต่อเนื่องกับเรื่องที่นักเรียนได้เรียนไปจากผู้วิจัย อาจทำให้นักเรียนมีความชำนาญในเนื้อหา คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเพิ่มมากขึ้น คะแนนในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2 ของนักเรียนจึงสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย เรื่อง ผลของการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซมที่มีต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็นข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอนและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนควรนำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไข โหมดทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากหลักการแก้ไขโหมดทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามแนวทฤษฎีซอมแซม นั้น เป็นการแก้ไขเป็นรายโหมดทัศน์ตามที่อยู่เรียนมีความบกพร่อง และให้ผู้เรียนได้ค้นพบโหมดทัศน์ ที่ถูกต้องเอง โดยอาศัยการค้นพบด้วยตนเองของผู้เรียนซึ่งตรงกับหลักการเรียนรู้โหมดทัศน์ และการที่ผู้เรียนได้ผ่านการฝึกฝนจะทำให้โหมดทัศน์นั้นปรากฏอยู่ในระบบความจำระยะยาว (Long – Term Memory)

1.2 ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้มีการแก้ไขโหมดทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากการเรียนรู้โหมดทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะ เป็นการเรียนรู้แบบบันไดเวียน คือ จะต้องอาศัยโหมดทัศน์พื้นฐานในการเรียนรู้โหมดทัศน์ใหม่ ๆ ที่ ยากขึ้นไป ดังนั้นการที่ผู้เรียนมีโหมดทัศน์พื้นฐานที่ถูกต้องและครบถ้วน จะเป็นประโยชน์ต่อการ เรียนรู้โหมดทัศน์ใหม่ต่อไปในอนาคต

1.3 ควรมีการนำการแก้ไขโหมดทัศน์ที่คลาดเคลื่อนตามแนวทฤษฎีซอมแซมไปใช้ ในการจัดการเรียนการสอนรายคาบในชั้นเรียนปกติ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนทุกกลุ่ม ในชั้นเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษามโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนว ทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในระดับชั้นและเนื้อหาอื่น ๆ

2.2 ควรมีการเปรียบเทียบมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมแบบปกติ ในระดับชั้นและเนื้อหาอื่น ๆ

2.3 ควรมีการนำการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซอมแซมไปใช้ในรูปแบบอื่น นอกเหนือจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.4 เนื่องจากตามงานวิจัยเกี่ยวกับทฤษฎีซอมแซมของ Brown และ Vanlehn (1980) ระบุว่า การนำทฤษฎีซอมแซมไปใช้ สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ด้วย ดังนั้น จึงควรมีการนำทฤษฎีซอมแซมไปใช้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหา

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กัญติมา พรหมอักษร. ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดของนักเรียนกับแนวการสอน
มโนทัศน์ของบรูเนอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสารัตถศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- กานดา จรดล. ผลของการใช้กระบวนการฝึกอบรมตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้ทางปัญญา
เชิงสังคมแบนดูรา ที่มีต่อการเสริมสร้างสมรรถภาพการสอนสำหรับครู
ประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์, 2540.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีและการศึกษาเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์, 2548.
- เกศกมล ชี้เชิญ. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำ.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2542.
- โกวิทย์ ทองอยู่. การเปรียบเทียบคุณภาพแบบสอบถามเลือกตอบและแบบสอบถามในการ
วัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.
- คณะกรรมการอำนวยการจัดงานฉลองสิริราชสมบัติครบ 50 ปี. สารานุกรมศึกษาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2539.
- จารุวรรณ ทศนโกวิท. ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 : การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสารตัวอย่าง
งานประกอบการเรียนการสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา
มัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- จุฑารัตน์ เจตนจำลอง. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัด
ชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมวิราช, 2541.

ชัยพร วิชชาวุธ. **ความจำนุษย์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

เซาวนี่ นารอดนตรี. **การพัฒนารูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือวิชา
คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความบกพร่องทางการ
ได้ยิน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

โชติ จันทร์วัง. **ผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และ
ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียน
เตรียมทหาร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและ
เทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ณัชชา กมล. **ผลของการใช้เครื่องคำนวณกราฟฟิกที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และ
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต
สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. **การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2533.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. **การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลักการออกแบบและการสร้าง
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2541.

นัตยา ปิลันธนานนท์. **การเรียนรู้ความคิดรวบยอด**. กรุงเทพฯ: แม็ค, 2542.

เนตร หงษ์ไกรเลิศ. **ผลของการควบคุมบทเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกม
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนที่มีสมาธิสั้นและมีพฤติกรรมอยู่ไม่นิ่งระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2545.

- นุตริยา จิตตารมย์. **ผลของการสอนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- ประสาธ อิศรปรีดา. **สารัตถะ จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2549.
- ปราณี งามสูตร. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เจริญกิจ, 2528.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สหมิตรออฟเซต, 2534.
- ปิยนุช ศรีบุญรัตน์. **ผลของการแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการสอนซ่อมเสริมโดยใช้เอกสารฝึกหัด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- พงษ์พันธ์ พงษ์ไสภา. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา, 2542.
- พนม พงษ์ไพบูลย์, จรวัย หนูคง, ศิริวรรณ จุลโพธิ์ และ ธวัช ขจรบุญ. **รวมกฎหมายการศึกษาเข้าสู่โครงสร้างใหม่ กระทรวงศึกษาธิการ.** กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช, 2546.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. **จิตวิทยาการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ: เมธีทิพย์, 2545.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พันทิพา อูทัยสุข. **การสอนซ่อมเสริม. เอกสารการสอนชุดวิชา ระบบการเรียนการสอนหน่วยที่ 11 – 15.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช, 2523.
- เพราพรรณ เปลี่ยนภู. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2542.
- มันส์วี ไพร์ทอง. **ผลของการใช้นิรนัยและอุปนัยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องบรรยากาศ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตตศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- มัยดี แวดราแม. **การวิเคราะห์หมันทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและการปฏิบัติในการประเมินคุณภาพการศึกษา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

- มาริส่า มัยยะ. การสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การประยุกต์
อนุพันธ์ในการ เขียนกราฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.
- ยลนภา พลชัย. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการ
ได้มาซึ่งมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.
- ยุภาติ ปณะวรา. ผลของการเรียนการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- รจนา หาญพิมพ์. การสอนซ่อมเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น
โดยใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาการศึกษา
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการ
ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
และความคงทนใน การเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียน
คณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The
Geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอน
และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- วันชัย ดนัยตโมนุท. ผลจาก พ.ร.บ.การศึกษาแห่งชาติที่มีต่อการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ:
วิญญูชน, 2542.
- วิชชุลาวัลย์ พิทักษ์ผล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการ
เรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมเสริม
โดยครูกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- วิชากร, กรม. การสอนซ่อมเสริม. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2537.

วีระ สุภากิจ. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติในโรงเรียน.

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2539.

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน

วิชาคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ศรียา นิยมธรรม และ ประภัสสร นิยมธรรม. การสอนซ่อมเสริม (การสอนเพื่อบรรดิดการ).

กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2525.

ศศิธร ม่านทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระหว่างกลุ่มที่เรียนแบบ

ร่วมมือและรายบุคคล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

ศิริเดช สุชีวะ. การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่มีความคลาดเคลื่อน

ทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **คู่มือครูสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม**

คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

กรุงเทพฯ: คุรุสภา, 2546.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม**

คณิตศาสตร์ เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

กรุงเทพฯ: คุรุสภา, 2546.

สมชาย เอี้ยวสกุล. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ของ**

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดยะลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2539.

สมโภชน์ เขียมสุภาษิต. **ทฤษฎีและเทคนิคการปรับพฤติกรรม.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

สมยศ ชิดมงคล. **การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมผลการเรียนทาง**

คณิตศาสตร์และความตระหนักรู้ในการรู้คิดของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ตอนต้น โดยใช้การผสมผสานแนวคิดการประมวลผลสารสนเทศและการรู้คิด.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. **การสอนซ่อมเสริม.** กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษา, 2537.

- สุภารัตน์ มนต์นิมิตร. **การใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัย การศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- สุวัฒนา เขี่ยมอรรถพร. **วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครู ในยุคปฏิรูปการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.
- โสภณ บำรุงสงฆ์ และคณะ. **เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- แสงเดือน ทวีสิน. **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ: ไทยแสง, 2545.
- อมรวิทย์ นาครทรรพ. **ความจริงของแผ่นดิน ลำดับที่ 1: กระบวนการเรียนรู้เพื่อเด็ก ๆ และชุมชนของเรา.** กรุงเทพฯ: เจ. พีลิม โปเรสเซส, 2541.
- อมรวิทย์ นาครทรรพ. **รายงานสภาวะการศึกษาไทยต่อประชาชน ปี 2545 ปมปฏิรูป.** กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี, 2545.
- อมรวิทย์ นาครทรรพ. **รายงานสภาวะการศึกษาไทยต่อประชาชน ปี 2546 ผ่าปมปฏิรูป.** กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2546.
- อรอุฟ้าร์ ไชยสุวรรณ. **ผลของการควบคุมเนื้อหาบทเรียนด้วยผู้เรียนในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- อัญชลี แจ่มเจริญ และ สุกัญญา ธารีวรรณ. **หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ ภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เฉลิมชัยการพิมพ์, 2523.
- อัมพร ม้าคนอง. **คณิตศาสตร์ : การสอนและการเรียนรู้.** กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสาร ทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- อัมพร ม้าคนอง. **เอกสารการสอน รายวิชา 2704686 ทฤษฎีและการประยุกต์ทาง การศึกษาคณิตศาสตร์. (อัดสำเนา)**
- อัมพร ม้าคนอง. **เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 2704643 การพัฒนาหลักสูตรและ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2547). (อัดสำเนา)**

ภาษาอังกฤษ

- Adam, J., A. **Human memory**. New York: McGraw – Hill, 1967.
- Alfeld, P. **Understanding mathematics** [Online]. Available from: <http://www.math.utah.edu/~pa/math.html> [2006, September 2]
- Ausubel, D., P. **Educational psychology: a cognitive new**. New York: Rinegard and Winston, 1968.
- Blishen, E. **Education today**. British Broadcasting Corporation, 1970.
- Brown, J., S. and Vanlehn, K. Repair theory : A generative theory of bugs in procedural skills. **Cognitive science** 4 (1980): 379 - 425.
- Clayton, T., M. **Foundations of education series. Teaching and learning: A psychological perspective**. USA: Prentice – Hall, 1991.
- Cooney, T., J. , Davis, E., J. , and Henderson, K., B. **Dynamics of teaching secondary school mathematics**. Boston: Houghton Mifflin, 1975.
- DeCecco, J., P. **The psychology of learning and instruction: educational psychology**. Englewook: Prentice – Hall, 1968.
- Good, C., V. **Dictionary for education**. New York: McGraw – Hill Book, 1973.
- Klausmeier, H., J. and Nitko, A., J. **Measuring pupil achievement and aptitude**. New York: Harcourt Brace Javanovich, 1975.
- Kochevar, D., E. **Individualized remedial reading techniques for the classroom teacher**. New York: Parker Publishing, 1975.
- Langford, P. **Concept development in the secondary school**. New York: Croom Helm, 1990.
- Lovell, K. **Educational psychology and children**. Great Britain for University of London Press, 1996.
- McDonald, F., J. **Educational psychology**. San Francisco: Wadworth Publishing, 1959.
- Montes, F. Enhancing content areas through a cognitive academic language learning based collaborative in south Texas. **Bilingual research journal** 26 (2002): 697 – 716.
- Ong, J. and Ranechandran, S. Intelligent tutoring systems: Using AI to improve training performance and ROI. **Artificial intelligence and applications** (2002).

- Reese, H., W. **Basic learning process in childhood.** USA: Holt, Rinehart and Winston, 1976.
- Siegler, R., S. **Children's thinking.** USA: Prentice – Hall, 2004.
- Swain, J., C. The effect of bonus contingencies in a classwide token program on math accuracy with middle – school students with behavioral disorders. **Behavioral intervention** 13 (1998): 11 -19.
- Vanlehn, K., Siler, S., Murray, C., Yameuchi, T. and Baggett, W., B. Why do only some events cause learning during human tutoring. **Cognitive and instruction** 21 (2003): 209 – 249.
- Virvou, M. and Tsiriga, V. Involving effectively teachers and students in the life cycle of an intelligent tutoring system. **Educational technology & society** 3 (2000).
- Wilson, J., W. **Evaluation of learning in secondary school mathematics: Handbook on formative and summative evaluation of student learning.** New York: McGraw – Hill, 1971.
- Understading math concepts [Online]. Available from: <http://www.allkindsofminds.org/LearningBaseltem.aspx?lbitemid=4> [2006, September 2]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

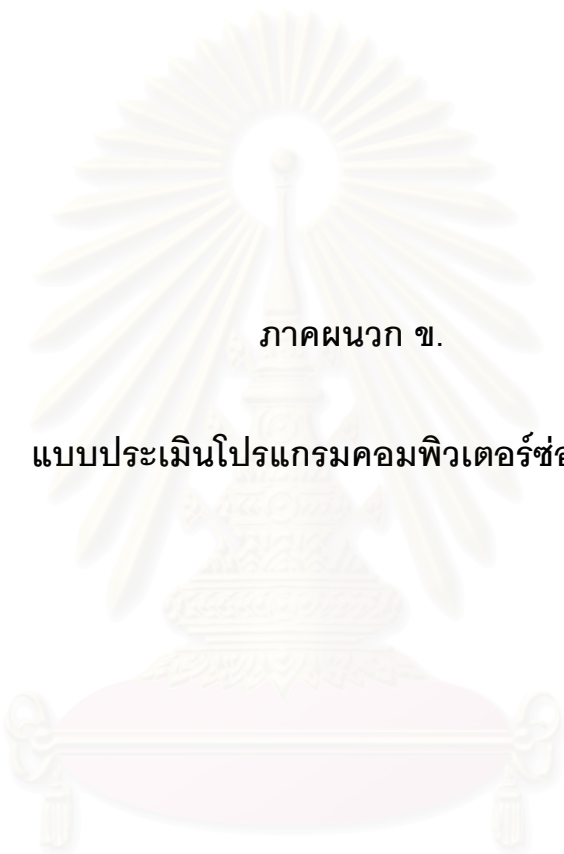
แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์ศักดิ์ชัย ทองทิพย์ | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
และอาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนทวีธาภิเศก |
| 2. อาจารย์สุदारัตน์ จิรสุขศิริ | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
และอาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนราชินี |
| 3. อาจารย์วัฒณิดา นำแสงวานิช | อาจารย์ประจำสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม |

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1. อาจารย์ ดร.ยุรวัฒน์ คล้ายมงคล | อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. อาจารย์สุวัฒน์ จริตควร | อาจารย์ประจำวิชาคอมพิวเตอร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา |
| 3. อาจารย์กิตติศักดิ์ ศรีชลวัฒนา | อาจารย์ประจำวิชาคอมพิวเตอร์
สถาบันคอมพิวเตอร์และการออกแบบ NetDesign |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข.

แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม**

คำชี้แจง แบบประเมินโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริมชุดนี้ ปรับปรุงตามกรอบแนวคิด
แบบประเมินบทเรียน CAI ของรองศาสตราจารย์ ดร.สุกรี รอดโพธิ์ทอง
มี 4 ส่วน ดังนี้

- | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ตอนที่ 1 | เป็นข้อมูลเฉพาะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม |
| ตอนที่ 2 | เป็นระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียน
คอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม เป็นแบบสอบถามแบบมาตรา
ส่วนประมาณค่า 5 ระดับ |
| ตอนที่ 3 | เป็นระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบจอภาพ
และการนำเสนอบทเรียน เป็นแบบสอบถามแบบ
มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ |
| ตอนที่ 4 | เป็นแบบแสดงข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทเรียน
ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ |

ตอนที่ 1 ข้อมูลเฉพาะ

1.	ส่วนประกอบของ Package
1.1	CD-ROM จำนวน 1 แผ่น
1.2	คู่มือการใช้ จำนวน 1 แผ่น
2.	TITLE ของแผ่น/บทเรียน _____ <u>บทเรียนคอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม</u> _____
3.	ระดับผู้เรียน _____ <u>มัธยมศึกษาปีที่ 1</u> _____
4.	รูปแบบบทเรียน _____ <u>TUTORIAL</u> _____

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
	5	4	3	2	1	
2.2 ขนาดและรูปแบบของตัวอักษร
2.3 ความเหมาะสมของการใช้สี ในการออกแบบจอภาพ
องค์ประกอบทั่วไป						
1. ความง่ายในการติดตั้งโปรแกรม หรือการใช้งาน
2. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือก Options ต่าง ๆ
3. อยู่ในรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้
4. ความเหมาะสมของโปรแกรมกับ Hardware ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จุดเด่นของบทเรียน

.....

.....

.....

จุดด้อยของบทเรียน

.....

.....

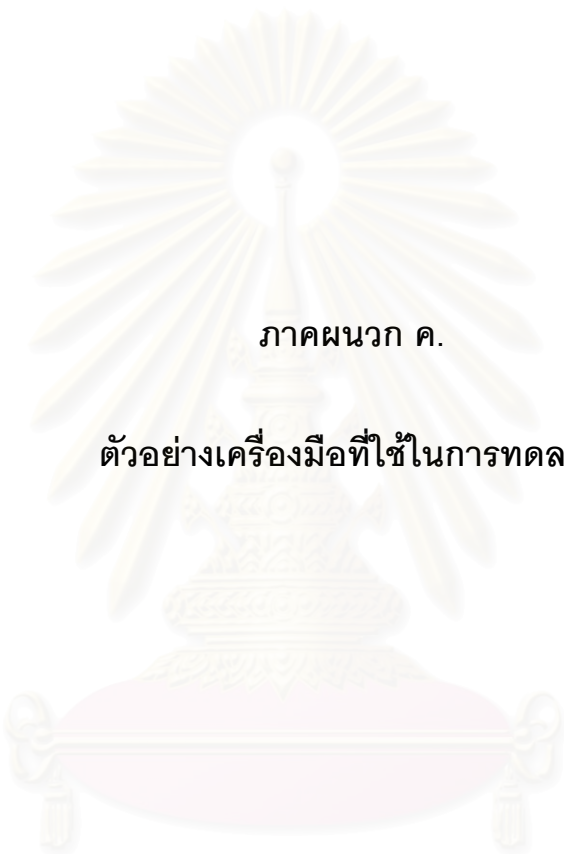
.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....


.....



ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้รายคาบ

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พหุนาม	เรื่อง เอกนาม
ผู้สอน นางสาว ศศิวรรณ เมลืองนนท์	จำนวน 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ
 1. บอกความหมายของพจน์และนิพจน์ได้
 2. บอกความหมายของเอกนามได้
 3. จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
 4. ระบุสัมประสิทธิ์ ตัวแปร และดีกรีของเอกนามได้
- ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ
 1. สื่อสารโดยการพูดเพื่อแสดงความหมายของเอกนามในมโนทัศน์ของนักเรียนได้
 2. ให้เหตุผลที่ใช้จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
 3. สื่อสารเพื่อแสดงเหตุผลที่ใช้จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
- ด้านคุณลักษณะ นักเรียน
 1. มีความร่วมมือกับกิจกรรมในชั้นเรียน
 2. มีความกระตือรือร้นและสนใจ
 3. มีความรับผิดชอบ

2. สาระการเรียนรู้

นิพจน์ คือ ข้อความที่อยู่ในรูปสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

เช่น 2 เป็นนิพจน์

$2 + 1$ เป็นนิพจน์

$4 - x$ เป็นนิพจน์

“ฉันมีเงิน 1 บาท รวมกับเงินของน้องอีก 1 บาท เป็น 2 บาท” ไม่เป็นนิพจน์
แต่เมื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ได้เป็น

$$1 + 1 = 2 \quad \text{เป็นนิพจน์}$$

ในการเขียนผลคูณระหว่างค่าคงที่และตัวแปรให้ถือตามข้อตกลงนี้

1. กรณีที่มีค่าคงตัวมากกว่า 1 ตัว ให้หาผลคูณของค่าคงตัวเสียก่อน แล้วจึงเขียนให้อยู่ในรูปผลคูณระหว่างค่าคงที่กับตัวแปร

เช่น $2 \times 3 \times 4 \times y$ เขียนเป็น $24y$

2. ให้เขียนค่าคงตัวไว้หน้าตัวแปร

เช่น $a \times 3$ เขียนเป็น $3a$

หมายเหตุ

- กรณีที่ค่าคงตัวเป็น 1 ไม่ต้องเขียน

เช่น $1 \times x$ เขียนเป็น x

- กรณีที่ค่าคงตัวเป็น -1 ให้เขียนเฉพาะเครื่องหมายลบหน้าตัวแปรทั้งหมด

เช่น $(-1) \times x$ เขียนเป็น $-x$

3. ถ้าตัวแปรคูณกันมากกว่า 1 ตัว ให้เขียนเรียงลำดับตามตัวอักษรและเขียนเรียงชิดติดกัน

เช่น $2 \times x \times y \times z$ เขียนเป็น $2xyz$

4. ให้ใช้สัญลักษณ์เลขยกกำลังในกรณีที่เป็นไปได้

เช่น $2 \times x \times x$ เขียนเป็น $2x^2$

$(-3) \times x \times x \times x \times y \times y$ เขียนเป็น $-3x^3y^2$

เอกนาม คือ นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูปการคูณของค่าคงที่กับตัวแปรตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป และเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรเป็นจำนวนเต็มบวกหรือศูนย์

ตัวอย่าง 1 จงพิจารณาว่านิพจน์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้เป็นเอกนามหรือไม่

ถ้าเป็นเอกนามให้พิจารณาค่าคงที่และเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปร

ถ้าไม่เป็นเอกนามให้บอกเหตุผล

1. $3x$

วิธีทำ $3x$ เป็นเอกนาม

ค่าคงที่ คือ 3

เลขชี้กำลัง คือ 1

2. $\frac{1}{2}$

วิธีทำ $\frac{1}{2}$ เป็นเอกนาม

ค่าคงที่ คือ $\frac{1}{2}$

เลขชี้กำลัง คือ 0

3. $-9m^2n^3$

วิธีทำ $-9m^2n^3$ เป็นเอกนาม

ค่าคงที่ คือ -9

เลขชี้กำลัง คือ 2 และ 3

4. 2^3

วิธีทำ 2^3 เป็นเอกนาม

ค่าคงที่ คือ 2^3

เลขชี้กำลัง คือ 0

5. $\frac{-3}{a}$

วิธีทำ $\frac{-3}{a}$ ไม่เป็นเอกนาม

เนื่องจาก $\frac{-3}{a} = -3a^{-1}$ และ -1 ไม่เป็นจำนวนเต็มบวก

6. $-x^{\frac{1}{3}}$

วิธีทำ $-x^{\frac{1}{3}}$ ไม่เป็นเอกนาม

เนื่องจาก เลขชี้กำลังของตัวแปร คือ $\frac{1}{3}$ และ $\frac{1}{3}$ ไม่เป็นจำนวนเต็มบวก

สัมประสิทธิ์ของเอกนาม คือ ค่าคงที่ที่คูณอยู่กับตัวแปร

เช่น $2xy$ มีสัมประสิทธิ์ คือ 2

มีตัวแปร คือ xy

$-x^2$ มีสัมประสิทธิ์ คือ -1

มีตัวแปร คือ x^2

ดีกรีของเอกนาม คือ ผลบวกของเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรที่ประกอบเป็นเอกนาม

เช่น $\frac{1}{2}x^2$ ดีกรีของเอกนาม คือ 2
 $-4x^2y$ ดีกรีของเอกนาม คือ $2 + 1 = 3$

ตัวอย่าง 2 จงหาสัมประสิทธิ์และดีกรีของเอกนามต่อไปนี้

ข้อ	เอกนาม	สัมประสิทธิ์ของเอกนาม	ดีกรีของเอกนาม
1	$3x$	3	1
2	$-4ab^2$	-4	$1 + 2 = 3$
3	$\frac{1}{2}m^3n^2$	$\frac{1}{2}$	$3 + 2 = 5$
4	-9	-9	0
5	$\sqrt{2}y^4$	$\sqrt{2}$	4

หมายเหตุ เอกนามศูนย์ (0) เป็นเอกนามที่ไม่นิยามดีกรี
 เนื่องจากไม่ว่า 0 จะคูณกับตัวแปรที่มีดีกรีเท่าใด ย่อมได้ 0 เสมอ

เช่น $0 \times y^2 = 0$

$0 \times y^5 = 0$

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

- ครูแสดงกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังรูป ให้นักเรียนดู และถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่ากระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง (พื้นที่)



- ครูกล่าวว่ในวันนี้อาจจะนำความรู้ที่นักเรียนเคยผ่านมาแล้วมาสู่นี้อาเรื่องใหม่

ชั้นสอน

1. จากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ครูมีอยู่นั้น ถ้าครูกล่าวว่า “รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้มีความยาวของด้านกว้างเป็น 2 หน่วย และความยาวของด้านยาวเป็น 10 หน่วย” พร้อมทั้งเขียนข้อความดังกล่าวบนกระดาน และถามนักเรียนว่านักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมนี้ได้อย่างไร (นำความยาวของด้านกว้างและด้านยาว คือ 2 และ 10 มาคูณกัน จะได้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้)
2. ครูเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ 2×10 ลงบนกระดาน ได้ประโยคภาษาที่เขียนได้ก่อนแล้ว และกล่าวว่าในทางคณิตศาสตร์ สามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงการดำเนินการได้ การแทนข้อความจากประโยคภาษาด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรียกว่า สัญลักษณ์นั้นว่า “นิพจน์” และยกตัวอย่างนิพจน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่นิพจน์ดังต่อไปนี้

2 เป็นนิพจน์

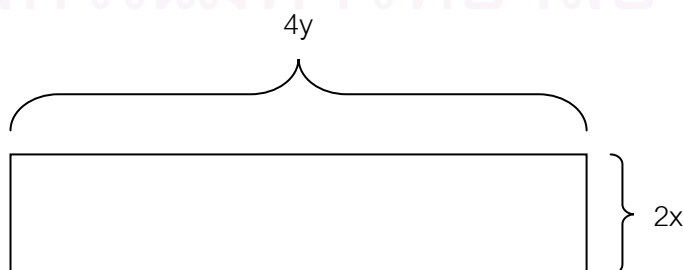
$2 + 1$ เป็นนิพจน์

$4 - x$ เป็นนิพจน์

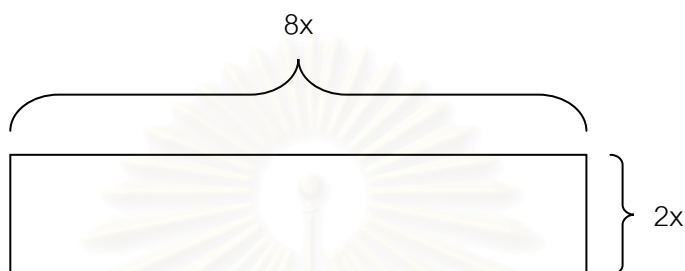
“ฉันมีเงิน 1 บาท รวมกับเงินของน้องอีก 1 บาท เป็น 2 บาท” ไม่เป็นนิพจน์
แต่เมื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์ ได้เป็น

$1 + 1 = 2$ เป็นนิพจน์

3. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างนิพจน์แล้วครูเขียนตัวอย่างที่นักเรียนเสนอบนกระดาน
4. ครูนำกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแสดงให้นักเรียนดูแล้วกล่าวว่า ถ้าสมมติให้กระดาษแผ่นนี้มีความยาวด้านกว้างเป็น $2x$ หน่วย และความยาวด้านยาวเป็น $3y$ หน่วย นักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ได้หรือไม่ และทำอย่างไร (นำความยาวของด้านกว้างและด้านยาวมาคูณกัน จะได้พื้นที่เป็น $2x \times 4y$ ตารางหน่วย) และในที่นี้การเขียนแสดงผลคูณดังกล่าวจะมีเงื่อนไข คือ ให้นำค่าคงตัวมาคูณกันก่อน แล้วเขียนไว้ด้านหน้า ส่วนตัวแปรให้เขียนเรียงกันโดยเรียงจากตัวอักษรที่มาก่อน ซึ่งจะเขียนได้เป็น $2xy$



5. เปลี่ยนความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเป็นความยาวด้านกว้างเป็น $2x$ หน่วย และความยาวด้านยาวเป็น $8x$ หน่วย นักเรียนจะสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้ได้ เป็น $2x \times 2x$ ซึ่งสามารถเขียนแทนได้ด้วย $2x^2$ นั่นคือหลักอีกข้อหนึ่งของการเขียนนิพจน์ คือ ถ้านิพจน์นั้นมีตัวแปรเดียวกันคูณกันอยู่ ให้เขียนแทนผลคูณของตัวแปรนั้นด้วยสัญลักษณยกกำลัง



6. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างนิพจน์เพิ่มเติมโดยแนะนำให้นักเรียนนึกถึงเลขชี้กำลังของตัวแปรที่เป็นเศษส่วนและเป็นจำนวนลบด้วย
7. สำหรับตัวอย่างนิพจน์ทั้งหมดที่แสดงบนกระดาน ครูเขียนแสดงว่าตัวใดเป็นเอกนาม และตัวใดไม่เป็นเอกนาม แล้วให้นักเรียนสังเกตลักษณะของนิพจน์แต่ละพจน์ด้วยว่ามีลักษณะอย่างไรจึงเป็นเอกนาม และมีลักษณะอย่างไรจึงไม่เป็น
8. ครูให้นักเรียนสังเกตเลขชี้กำลังของพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่ใช่เอกนาม และให้นักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของเอกนาม
9. ครูและนักเรียนช่วยกันทำตัวอย่างที่ 1
10. จากตัวอย่างที่นักเรียนได้ทำแล้ว ครูกล่าวว่าค่าคงที่ที่คุณอยู่กับตัวแปรของเอกนามนั้น มีชื่อเรียกว่า “สัมประสิทธิ์ของเอกนาม” และเลขชี้กำลังของตัวแปรนั้นสำหรับเอกนามที่มีตัวแปรเดียว เลขชี้กำลังของตัวแปรจะเรียกว่า “ดีกรีของเอกนาม” แต่สำหรับเอกนามที่มีตัวแปรมากกว่า 1 ตัว ดีกรีของเอกนามจะเป็น “ผลรวมของเลขชี้กำลังของตัวแปรทั้งหมดของเอกนามนั้น”
11. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของสัมประสิทธิ์ของเอกนามและดีกรีของเอกนาม
12. ครูเขียนเอกนาม 4 บนกระดาน และถามนักเรียนว่าเอกนามนี้มีสัมประสิทธิ์เป็นเท่าไร (4) และมีดีกรีเป็นเท่าไร (0)
13. ครูเขียนเอกนาม 0 บนกระดาน แล้วถามนักเรียนว่าเอกนามนี้มีสัมประสิทธิ์เป็นเท่าไร (0) และมีดีกรีเป็นเท่าไร (0 เป็นเอกนามที่ไม่นิยามดีกรี เนื่องจากไม่ว่าตัวแปรจะมีดีกรีเป็นเท่าไร เมื่อนำมาคูณกับ 0 ก็ย่อมได้ผลลัพธ์เป็น 0 เช่น $0 \times x^2 = 0$ และ $0 \times x^5 = 0$)
14. ครูและนักเรียนช่วยกันทำตัวอย่างที่ 2

ขั้นสรุป

1. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนามอีกครั้งแล้วครูเขียนสรุปนิยามดังกล่าวบนกระดาน
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง นิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนาม เมื่อนักเรียนทำเสร็จทุกคนแล้วจึงให้นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจให้คะแนน โดยให้นักเรียนช่วยกันตอบว่าแต่ละข้อควรตอบว่าอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น
3. ให้นักเรียนนำกระดาษคำตอบคืนเพื่อน และนัดหมายให้นักเรียนที่ได้คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 เรียนซ่อมเสริม
4. มอบหมายให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากหนังสือแบบเรียน หน้า 36 – 37 แบบฝึกหัด 2.1 ข้อ 1

4. สื่อการเรียนรู้

1. กระดาษรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและกระดาษรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



2. กระดานดำและชอล์ก
3. หนังสือแบบเรียน

5. การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	
สังเกตการร่วมอภิปรายของนักเรียน	
การทำแบบฝึกหัด	

6. บันทึกหลังการเรียนรู้

.....

.....



แผนการสอนซ่อมเสริม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแผนการสอนซ่อมเสริม

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 พหุนาม	เรื่อง เอกนาม
ผู้สอน นางสาว ศศิวรรณ เมลืองนนท์	จำนวน 1 ชั่วโมง

1. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ
 5. บอกความหมายของพจน์และนิพจน์ได้
 6. บอกความหมายของเอกนามได้
 7. จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
 8. ระบุสัมประสิทธิ์ ตัวแปร และดีกรีของเอกนามได้
- ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ
 4. สื่อสารโดยการพูดเพื่อแสดงความหมายของเอกนามในมโนทัศน์ของนักเรียนได้
 5. ให้เหตุผลที่ใช้จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
 6. สื่อสารเพื่อแสดงเหตุผลที่ใช้จำแนกพจน์ที่เป็นเอกนามและพจน์ที่ไม่เป็นเอกนามได้
- ด้านคุณลักษณะ นักเรียน
 4. มีความร่วมมือกับกิจกรรมในชั้นเรียน
 5. มีความกระตือรือร้นและสนใจ

2. สาระการเรียนรู้

เอกนาม คือ นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูปการคูณของค่าคงที่กับตัวแปรตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป และเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรเป็นจำนวนเต็มบวกหรือศูนย์

ตัวอย่าง 1 จงพิจารณาว่านิพจน์ในแต่ละข้อต่อไปนี้ เป็นเอกนามหรือไม่

1. $3x^2$ เป็นเอกนาม
2. $3x$ เป็นเอกนาม
3. 3 เป็นเอกนาม
4. $\frac{1}{2}x^3$ เป็นเอกนาม
5. $x^{\frac{1}{2}}$ ไม่เป็นเอกนาม
6. $3x^{0.5}$ ไม่เป็นเอกนาม
7. $3x^{-2}$ ไม่เป็นเอกนาม
8. $\sqrt{3}x$ เป็นเอกนาม
9. $3\sqrt{x}$ ไม่เป็นเอกนาม
10. $(3^{-1})x$ เป็นเอกนาม
11. $3x^2y^3$ เป็นเอกนาม
12. $-3x^2y^{-3}$ ไม่เป็นเอกนาม

สัมประสิทธิ์ของเอกนาม คือ ค่าคงที่ที่คูณอยู่กับตัวแปร

ตัวอย่าง 2 จงระบุสัมประสิทธิ์ของเอกนามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. $3x^2$ มีสัมประสิทธิ์ คือ 3
2. $-2x^3$ มีสัมประสิทธิ์ คือ -2
3. x^2y^3 มีสัมประสิทธิ์ คือ 1
4. $-x^3y^3$ มีสัมประสิทธิ์ คือ -1

ดีกรีของเอกนาม คือ ผลบวกของเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรที่ประกอบเป็นเอกนาม

ตัวอย่าง 3 จงระบุดีกรีของเอกนามในแต่ละข้อต่อไปนี้

1. $3x^2$ มีดีกรีเท่ากับ 2
2. $2x$ มีดีกรีเท่ากับ 1
3. 3 มีดีกรีเท่ากับ 0
4. $-2x^2y^3$ มีดีกรีเท่ากับ 5
5. $\frac{1}{2}xy^2$ มีดีกรีเท่ากับ 3

2. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำ

1. ครูทบทวนความรู้ เรื่อง นิพจน์
2. ครูอธิบายสาเหตุที่ทำให้นักเรียนตอบปัญหาเกี่ยวกับนิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนามที่ผิด ให้นักเรียนฟัง และให้นักเรียนลองพิจารณาว่านักเรียนผิดพลาดเนื่องจากสาเหตุใดและกล่าวว่าในขั้นตอนต่อไปเราจะเรียนเรื่องดังกล่าวซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

ขั้นสอน

กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1. ให้นักเรียนจับคู่กัน	1. ให้นักเรียนเปิดโปรแกรมที่ใช้สอนซ่อมเสริม เรื่อง เอกนาม แล้วชี้แจงวิธีใช้งานโปรแกรม
2. ให้นักเรียนแต่ละคู่อภิปรายเกี่ยวกับนิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนาม โดยให้นักเรียนแต่ละคู่เขียนสรุปที่คู่ของตนอภิปรายใส่กระดาษ ให้เวลาอภิปรายประมาณ 3 นาที	2. ให้นักเรียนเปิดโปรแกรมเข้าสู่บทเรียนเรื่อง นิยามของเอกนาม หรือสัมประสิทธิ์ของเอกนาม หรือดีกรีของเอกนาม ตามมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งครูได้แจ้งแล้วในการเรียนชั้นเรียนปกติ
3. เมื่อครบเวลา 3 นาที ให้นักเรียนส่งกระดาษบันทึกผลการอภิปราย แล้วจึงนำให้นักเรียนเสนอความคิดของตัวเองเกี่ยวกับเรื่องที่ได้อภิปรายไป	3. ให้นักเรียนเรียนซ่อมเสริมผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. ครูและนักเรียนช่วยกันทำตัวอย่าง 1, 2 และ 3	

ขั้นสรุป

1. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปนิยามของเอกนาม สัมประสิทธิ์ของเอกนาม และดีกรีของเอกนาม อีกครั้งหนึ่ง
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง นิยามของเอกนาม หรือสัมประสิทธิ์ของเอกนาม หรือดีกรีของเอกนาม ตามมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เมื่อนักเรียนทำเสร็จทุกคนแล้วจึงให้นักเรียนแลกเปลี่ยนตรวจให้คะแนน โดยให้นักเรียนช่วยกันตอบว่าแต่ละข้อควรตอบว่าอย่างไร และเพราะเหตุใดจึงตอบเช่นนั้น
3. ให้นักเรียนนำกระดาษคำตอบคืนเพื่อน แล้วครูจึงเก็บกระดาษคำตอบคืน

1. สื่อการเรียนรู้

1. กระดานดำและชอล์ก
2. คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสอนซ่อมเสริม เรื่อง เอกนาม
3. กระดาษบันทึกผลการอภิปราย

5. การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	
สังเกตการร่วมอภิปรายของนักเรียน	
สังเกตการให้ความร่วมมือกับกิจกรรม	

6. บันทึกหลังการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสอนซ่อมเสริม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับการสอนซ่อมเสริมตามแนวทฤษฎีซ่อมแซม

โจทย์ข้อ 1	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ คำตอบที่เลือก คือ ข้อ

submit

Question : 1 2 3

รูปที่ 1 โปรแกรมแสดงโจทย์ในแต่ละข้อ

โจทย์ข้อ 1	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 1 คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 1

submit

Question : 1 2 3

รูปที่ 2 นักเรียนจะต้องเลือกวิธีทำและคำตอบที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องของโจทย์ข้อนี้ โดยคลิกที่ปุ่มสีหน้าตัวเลือกวิธีทำและคำตอบ หลังจากนั้นกดปุ่ม submit เพื่อยืนยันคำตอบ

โจทย์	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 1
ถูก!!!

คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 1
ถูก !!!

เก่งมาก!!!

$2x^2y + 3x^2y = (2+3)x^2y = 5x^2y$
ผลบวกของเอกนาม = (ผลบวกของสัมประสิทธิ์) X ตัวแปร

Question : 1 2 3

start | Program | Winamp 1.24 | Macromedia Fla... | Flash 2 - Mac... | Microsoft - Mac... | EN | 2:41 PM

รูปที่ 3 กรณีที่ผู้เรียนเลือกวิธีทำและคำตอบได้ถูกต้อง โปรแกรมจะแจ้งผลการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบ และแสดงเฉลยวิธีคิดคำตอบ พร้อมทั้งหลักการหาคำตอบของมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องนั้น ๆ

โจทย์	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 1
ถูก!!!

คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 2
ผิด !!!

ผิด แต่ว่าวิธีทำถูกแล้วนะ ลองดูวิธีทำ
อีกรอบแล้วทำใหม่ดูนะ

back

Question : 1 2 3

start | Program | Winamp 1.24 | Macromedia Fla... | Flash 2 - Mac... | Microsoft - Mac... | EN | 2:41 PM

รูปที่ 4 กรณีที่วิธีทำถูก แต่คำตอบผิด โปรแกรมจะแจ้งว่าวิธีทำถูก แต่คำตอบผิด พร้อมทั้งแนะนำให้ลองหาคำตอบใหม่โดยใช้วิธีทำที่ถูกต้องนั้น

โจทย์	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 2 ผิด!!!

คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 1 ถูก!!!

ปุ่ม: back

Question : 1 2 3

รูปที่ 5 กรณีที่วิธีทำผิดแต่คำตอบถูก ระบบจะแจ้งให้ผู้เรียนลองคิดใหม่อีกครั้งว่าคำตอบที่ถูกต้องแล้วนั้น ควรจะมีวิธีทำอย่างไร

โจทย์	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $(2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $(2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $(2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 2 ผิด!!!

คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 2 ผิด!!!

ผิด นักเรียนต้องไม่นำเลขชี้กำลังของตัวแปรมาบวกกัน

เช่น $3x^2y + 5x^2y = (3+5)x^2y = 8x^2y$

ปุ่ม: back

Question : 1 2 3

รูปที่ 6 กรณีที่ผู้เรียนเลือกทั้งวิธีทำและคำตอบผิด แต่เป็นวิธีทำและคำตอบที่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะแจ้งข้อผิดพลาดของผู้เรียน และแสดง HINT ซึ่งใช้เป็นแนวทางเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง โดยโจทย์ที่แสดงใน HINT จะเป็นโจทย์ที่มีลักษณะเดียวกับโจทย์ที่ต้องการให้ผู้เรียนหาคำตอบ

Macromedia Flash Player 9

File View Control Help

โจทย์	วิธีทำ	คำตอบ
$2x^2y + 3x^2y$	1 $2+3)x^2y$	1 $5x^2y$
	2 $2+3)x^{(2+2)}y^{1+1}$	2 $5x^4y^2$
	3 $2+3)x^{2+2}y^{0+0}$	3 $5x^4y^0$

วิธีทำที่เลือก คือ ข้อ 2 ผิด!!!

คำตอบที่เลือก คือ ข้อ 3 ผิด !!!

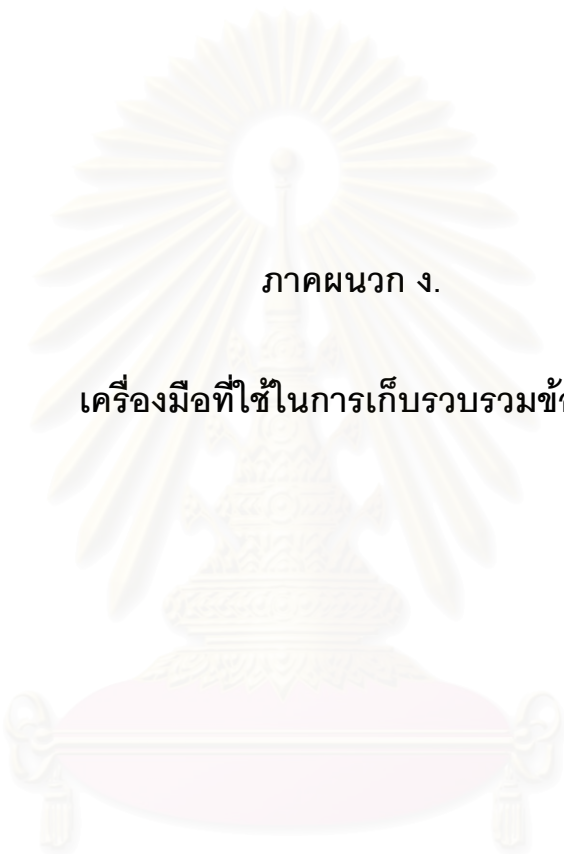
บ๊ายๆ ทำใหม่อีกครั้ง

back

Question : 1 2 3

รูปที่ 7 กรณีที่ผู้เรียนเลือกทั้งวิธีทำและคำตอบที่ผิดและไม่สอดคล้องกัน โปรแกรมจะแจ้งว่าผู้เรียนเลือกวิธีทำและคำตอบผิด พร้อมทั้งให้ผู้เรียนทำโจทย์ข้อนี้ใหม่อีกครั้ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง.

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 ลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

เนื้อหา	มโนทัศน์	ชั่วโมงที่	จำนวน			
			ข้อ (ข้อที่)	ข้อที่ใช้จริง (ข้อที่)	ชั่วโมง	ชั่วโมงรวม
เอกนาม	<u>มโนทัศน์ที่ 1</u> เอกนาม คือ นิพจน์ที่เขียนอยู่ในรูปการคูณของค่าคงที่กับตัวแปรตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป และเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรเป็นจำนวนเต็มบวกหรือศูนย์	1	7 (1-7)	5 (1-5)	1	1
	<u>มโนทัศน์ที่ 2</u> สัมประสิทธิ์ของเอกนาม คือ ค่าคงที่ที่คูณอยู่กับตัวแปร		7 (1-7)	5 (2-5, 7)		
	<u>มโนทัศน์ที่ 3</u> ดีกรีของเอกนาม คือ ผลบวกของเลขชี้กำลังของแต่ละตัวแปรที่ประกอบเป็นเอกนาม		7 (1-7)	5 (1-3,5-6)		
เอกนามคล้าย	<u>มโนทัศน์ที่ 4</u> เอกนามคล้าย เอกนามใด ๆ จะคล้ายกันก็ต่อเมื่อ <ol style="list-style-type: none"> 1. เอกนามแต่ละตัวนั้นมีตัวแปรชุดเดียวกัน 2. แต่ละตัวแปรที่เหมือนกันต้องมีเลขชี้กำลังเท่ากัน 	2	7 (1-7)	5 (3-7)	1	1

ตารางที่ 11(ต่อ) ลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

เนื้อหา	มโนทัศน์	ชั่วโมงที่	จำนวน			
			ข้อ (ข้อที่)	ข้อที่ใช้จริง (ข้อที่)	ชั่วโมง	ชั่วโมงรวม
การบวกเอกนาม กับเอกนาม	<p><u>มโนทัศน์ที่ 5</u></p> <p>การบวกเอกนาม มีหลักดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> เอกนามที่สามารถบวกกันได้ต้องเป็นเอกนามที่คล้ายกัน หาผลลัพธ์ได้จากการนำสัมประสิทธิ์มาบวกกัน ส่วนตัวแปรเป็นชุดเดิม <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ผลบวกของเอกนามที่คล้ายกัน = ผลบวกของสัมประสิทธิ์ x รูปการคูณของตัวแปร </div>	3	7 (1-7)	5 (1-3,6-7)	1	1
การลบเอกนาม กับเอกนาม	<p><u>มโนทัศน์ที่ 6</u></p> <p>การลบเอกนาม มีหลักดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> เอกนามที่สามารถลบกันได้ต้องเป็นเอกนามที่คล้ายกัน หาผลลัพธ์ได้จากการนำสัมประสิทธิ์มาลบกันส่วนตัวแปรเป็นชุดเดิม <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ผลลบของเอกนามที่คล้ายกัน = ผลลบของสัมประสิทธิ์ x รูปการคูณของตัวแปร </div>	4	7 (1-7)	5 (1-3,5-6)	1	1

ตารางที่ 11(ต่อ) ลักษณะแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

เนื้อหา	มโนทัศน์	ชั่วโมงที่	จำนวน			
			ข้อ (ข้อที่)	ข้อที่ใช้จริง (ข้อที่)	ชั่วโมง	ชั่วโมงรวม
การคูณเอกนาม กับเอกนาม	<p><u>มโนทัศน์ที่ 7</u></p> <p>การคูณเอกนาม มีหลักดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เอกนามใด ๆ ก็ตามสามารถคูณกันได้ 2. หาผลลัพธ์ได้จากการนำสัมประสิทธิ์มาคูณกัน และนำมาคูณกับผลคูณของตัวแปรตามหลักการคูณเลขยกกำลัง <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ผลคูณของเอกนาม = ผลคูณของสัมประสิทธิ์ × ผลคูณของตัวแปร</p> </div>	5	7 (1-7)	5 (1,3-4,6-7)	1	1
การหารเอกนาม ด้วยเอกนาม	<p><u>มโนทัศน์ที่ 8</u></p> <p>การหารเอกนาม มีหลักดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เอกนามใด ๆ ก็ตามสามารถหารกันได้ 2. หาผลลัพธ์ได้จากการนำสัมประสิทธิ์มาหารกัน และนำมาคูณกับผลหารของตัวแปรตามหลักการหารเลขยกกำลัง <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ผลหารของเอกนาม = ผลหารของสัมประสิทธิ์ × ผลหารของตัวแปร</p> </div> <p>และเมื่อได้ผลหารเป็นเอกนาม จะกล่าวว่าการหารนั้นเป็นการหารลงตัว ซึ่ง เป็นไปตามความสัมพันธ์ดังนี้</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>ตัวหาร × ผลหาร = ตัวตั้ง</p> </div>	6	7 (1-7)	5 (2-6)	1	1
รวม			56	40	6	6

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม
 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง นิยามของเอกนาม

1. ให้ $n = -2$ นิพจน์ในข้อใดต่อไปนี้เป็นเอกนามซึ่งมี x เป็นตัวแปร

ก. $-\frac{1}{2x^n}$

ข. $\frac{3}{4}x^n$

ค. $-x^n y^n$

ง. $\frac{7x^n}{y^n}$

2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ต้อง เกี่ยวกับการเป็นเอกนามของนิพจน์ $ax^m y^n$

เมื่อ x และ y เป็นตัวแปรของนิพจน์

ก. นิพจน์ $ax^m y^n$ จะเป็นเอกนามก็ต่อเมื่อ m และ n เป็นจำนวนเต็มใด ๆ

ข. ถ้า $m = 0$ หรือ $n = 0$ แล้ว นิพจน์ $-ax^m y^n$ ไม่เป็นเอกนาม

ค. ถ้า $a = -\frac{3}{4}$ แต่ m และ n เป็นจำนวนนับใด ๆ แล้ว นิพจน์ $ax^m y^n$ จะเป็นเอกนาม

ง. ถ้า $a = 0$ แล้ว นิพจน์ $ax^m y^n$ ไม่เป็นเอกนาม

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สัมประสิทธิ์ของเอกนาม

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อที่ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับการสัมประสิทธิ์ของเอกนาม $ax^m y^n$ เมื่อ x และ y เป็นตัวแปรของเอกนาม

ก. สัมประสิทธิ์ของเอกนามนี้คือ a

ข. ถ้าสัมประสิทธิ์ของเอกนาม $ax^m y^n$ เท่ากับ 0 แล้ว เอกนามนี้จะเป็นเอกนามศูนย์

ค. ถ้า a มีค่าเป็นทศนิยม จะทำให้นิพจน์ $ax^m y^n$ ไม่เป็นเอกนาม

ง. สัมประสิทธิ์ของเอกนาม $ax^m y^n$ เป็นจำนวนจริงใดก็ได้

2. กำหนดเอกนาม 2 เอกนาม คือ $\frac{1}{2}x^2y^3$ กับเอกนาม x^2y^2z ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง
- ทั้งสองเอกนามมีสัมประสิทธิ์เท่ากัน คือ 5
 - เอกนาม x^2y^2z มีสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0
 - สัมประสิทธิ์ของเอกนาม $\frac{1}{2}x^2y^3$ มากกว่าสัมประสิทธิ์ของเอกนาม x^2y^2z
 - เอกนามทั้งสองมีสัมประสิทธิ์ไม่เท่ากัน โดยที่เอกนาม $\frac{1}{2}x^2y^3$ มีสัมประสิทธิ์เป็น $\frac{1}{2}$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าสัมประสิทธิ์ของเอกนาม x^2y^2z

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ดิกรีของเอกนาม

- ให้นิพจน์ $ax^m y^n$ เป็นเอกนามใด ๆ ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปรของเอกนาม ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง
คือดิกรีของเอกนามดังกล่าว
 - a
 - m
 - n
 - $m + n$
- ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อถูกต้อง เกี่ยวกับดิกรีของเอกนาม
 - ดิกรีของเอกนามต้องมีค่าเป็นจำนวนนับเท่านั้น
 - ดิกรีของเอกนามมีค่าเป็น 0 ได้
 - ดิกรีของเอกนามเป็นจำนวนเต็มใด ๆ
 - อาจพบเอกนามที่มีดิกรีไม่เป็นจำนวนเต็มได้

ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนามคล้าย

- ถ้าเอกนาม -2 คล้ายกับเอกนาม $4m^3n^4$ แล้ว ไม่ควรเป็นดังข้อใด
 - -2
 - x^3y^4
 - m^3n^4
 - $-2m^3n^4$

2. ถ้าเอกนาม $ax^m y^n$ คล้ายกับเอกนาม $bx^p y^q$ โดยที่ x และ y เป็นตัวแปรของเอกนามแล้ว การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีใดที่ทำให้เอกนามทั้งสองเปลี่ยนเป็นเอกนามที่ไม่คล้ายกัน
- a และ b เพิ่มขึ้นเท่า ๆ กัน
 - m และ p ลดลงเท่า ๆ กัน
 - m และ n เพิ่มขึ้นเท่า ๆ กัน
 - n และ q ลดลงเท่า ๆ กัน

ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกเอกนามกับเอกนาม

- ข้อใดต่อไปนี้เป็นเท็จ
 - ผลบวกของเอกนาม abc กับเอกนาม $3abc^2$ ได้คำตอบไม่เป็นเอกนาม
 - ไม่สามารถรวมพจน์ xy และ $x^3 y$ ให้อยู่ในรูปเอกนามได้
 - เอกนาม $-4xy$ รวมกับเอกนาม $2xy$ ได้ผลลัพธ์เป็น $-2x^2 y^2$
 - สามารถหาผลบวกของเอกนาม $xy^2 z$ กับเอกนาม 0 ให้อยู่ในรูปเอกนามได้
- ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง เกี่ยวกับการบวกเอกนาม
 - เอกนามที่นำมาบวกกันได้ต้องเป็นเอกนามที่คล้ายกันเท่านั้น
 - ผลบวกของเอกนาม 2 เอกนามใด ๆ จะได้เป็นเอกนามที่มีดีกรีเท่าเดิมเสมอ
 - เอกนาม $3x$ และเอกนาม $4y$ สามารถนำมาหาผลบวกที่เป็นเอกนามได้ เนื่องจากมีดีกรีเท่ากันจึงเป็นเอกนามที่คล้ายกัน
 - การบวกเอกนาม 2 เอกนามใด ๆ ที่คล้ายกัน จะทำให้ดีกรีของเอกนามผลลัพธ์เพิ่มขึ้นจากเอกนามตั้งต้น เนื่องจากในการบวกต้องนำเลขชี้กำลังของตัวแปรมาบวกกันด้วย

ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การลบเอกนามกับเอกนาม

- เอกนามคู่ใดต่อไปนี้เป็นไม่สามารถนำมาหาผลลบที่เป็นเอกนามได้
 - $13xy$ กับ $-2yx$
 - $-2^3 abc^3$ กับ $2a^3 bc^3$
 - $\frac{1}{2x^{-2}}$ กับ $-3x^2$
 - $0 \cdot x^2$ กับ $-\frac{1}{3}xyz$

2. **ปรานี**ต้องการหาผลลัพท์ของเอกนาม $-2x^3yz$ ลบด้วย $-5\frac{yz}{x^{-3}}$ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง
- ไม่สามารถหาผลลบของเอกนามทั้งสองได้ เนื่องจากนิพจน์ตัวลบไม่เป็นเอกนาม
 - ไม่สามารถหาผลลบของเอกนามทั้งสองได้ เนื่องจากเอกนามทั้งสองไม่ใช่เอกนามที่คล้ายกัน
 - สามารถหาผลลบของเอกนามทั้งสองได้ โดยสัมประสิทธิ์ของคำตอบมีค่าน้อยกว่า 0
 - สามารถหาผลลบของเอกนามทั้งสองได้ โดยสัมประสิทธิ์ของคำตอบมีค่ามากกว่า 0

ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณเอกนามกับเอกนาม

- ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีหาผลคูณของเอกนามแต่ละคู่ต่อไปนี้
 - สามารถหาผลคูณที่เป็นเอกนามระหว่างเอกนาม $\frac{3}{4}x^2y$ กับเอกนาม $2x^2y$ โดยสัมประสิทธิ์ของผลลัพท์ คือ ผลคูณของ $\frac{3}{4}$ กับ 2 และตัวแปรของผลลัพท์ คือ x^2y ซึ่งเป็นตัวแปรชุดเดิม
 - สามารถหาผลคูณที่เป็นเอกนามระหว่างเอกนาม $2x$ กับเอกนาม $-3yz$ ได้ โดยสัมประสิทธิ์ของผลลัพท์ คือ ผลคูณของ 2 กับ -3 และตัวแปรของผลลัพท์ คือ ผลคูณระหว่าง x กับ yz
 - ไม่สามารถหาผลคูณที่เป็นเอกนามระหว่างเอกนาม $-\frac{1}{3}x^2y^3$ กับเอกนาม xyz ได้ เนื่องจากเอกนามทั้งสองมีตัวแปรคนละชุดกัน
 - ไม่สามารถหาผลคูณที่เป็นเอกนามระหว่างเอกนาม $\frac{3}{2}$ กับเอกนาม $-\frac{1}{4}mn^2$ ได้ เนื่องจากเอกนาม $\frac{3}{2}$ ไม่มีชุดตัวแปร

2. สำหรับการคูณเอกนามกับเอกนามใด ๆ ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวถึงวิธีดำเนินการกับตัวแปรของเอกนามได้ถูกต้อง
- ถ้าตัวแปรของเอกนามที่นำมาคูณกันเป็นตัวแปรชุดเดียวกันแล้ว ผลคูณที่ได้จะมีตัวแปรชุดเดียวกับตัวแปรของเอกนามชุดแรก
 - การหาผลคูณของเอกนามกับเอกนามทำได้โดยนำสัมประสิทธิ์ของเอกนามมาคูณกัน ส่วนตัวแปรให้หาผลคูณของตัวแปรตามหลักการคูณเลขยกกำลัง
 - การหาผลคูณของเอกนามจะนำสัมประสิทธิ์ของเอกนามแต่ละตัวมาคูณกันเท่านั้น
 - เอกนามที่นำมาหาผลคูณกันได้ต้องเป็นเอกนามที่คล้ายกันเท่านั้น

ตัวอย่างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหารเอกนามด้วยเอกนาม

1. ข้อใดต่อไปนี้อันไม่ถูกต้อง
- เอกนาม $45xyz^3$ หารด้วยเอกนาม $\frac{1}{2}xz^2$ มีผลลัพธ์เป็นเอกนาม
 - ไม่สามารถหาผลหารที่เป็นเอกนามจากการหาร $-14mn^3$ ด้วยเอกนาม $2ab$ ได้
 - การหารเอกนาม $13pqr$ ด้วยเอกนาม $2pq$ เป็นการหารไม่ลงตัว เนื่องจาก 13 หารด้วย 2 ไม่ลงตัว
 - เอกนามที่นำมาหารเอกนาม $-\frac{1}{2}p^2q^3$ ได้ลงตัว ต้องมีดีกรีของตัวแปร p ไม่เกิน 2 และดีกรีของตัวแปร q ไม่เกิน 3
2. จากข้อมูลการหารผลหารของเอกนามกับเอกนามของนักเรียน 4 คน เป็นดังนี้
- | | | | | |
|---------|------------------|-------------------|------------|--------------------|
| วิมล | ต้องการหารเอกนาม | $3x^2y^3$ | ด้วยเอกนาม | $-2xy$ |
| วิไล | ต้องการหารเอกนาม | $-\frac{3}{2}pqr$ | ด้วยเอกนาม | pq^2 |
| วิภา | ต้องการหารเอกนาม | $-mn^4$ | ด้วยเอกนาม | $-2m^2n^2$ |
| วิรัตน์ | ต้องการหารเอกนาม | ab^3c^2 | ด้วยเอกนาม | $\frac{1}{2}abc^2$ |

ผลจากการหารเอกนามกับเอกนามของนักเรียนคู่ใดที่ไม่เป็นเอกนาม

- วิมลกับวิรัตน์
- วิมลกับวิไล
- วิภากับวิรัตน์
- วิไลกับวิภา

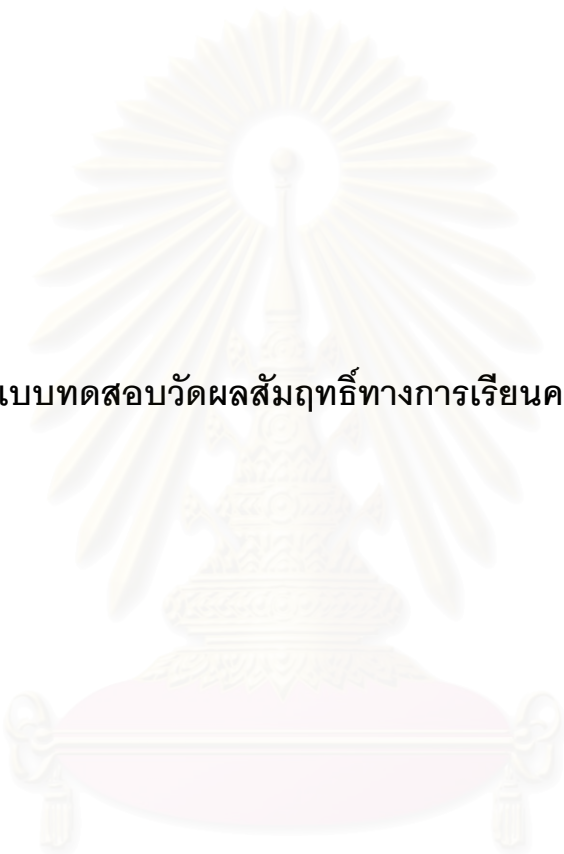
ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 12 ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)

แบบทดสอบชุดที่	เรื่อง	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ
1	นิยามของเอกนาม	1	0.35	0.29	0.66
		2	0.43	0.86	
		3	0.57	0.64	
		4	0.46	0.79	
		5	0.49	0.86	
2	สัมประสิทธิ์ของเอกนาม	1	0.66	0.77	0.60
		2	0.56	0.40	
		3	0.68	0.67	
		4	0.66	0.82	
		5	0.68	0.67	
3	ดีกรีของเอกนาม	1	0.78	0.73	0.77
		2	0.78	0.73	
		3	0.41	0.73	
		4	0.78	0.73	
		5	0.78	0.73	
4	เอกนามคล้าย	1	0.65	0.55	0.80
		2	0.76	0.73	
		3	0.78	0.64	
		4	0.76	0.73	
		5	0.76	0.82	

ตารางที่12(ต่อ) ค่าความยาก ค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)

แบบทดสอบชุดที่	เรื่อง	ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ
5	การบวกเอกนามกับเอกนาม	1	0.76	0.58	0.72
		2	0.38	0.67	
		3	0.78	0.58	
		4	0.67	0.67	
		5	0.73	0.83	
6	การลบเอกนามกับเอกนาม	1	0.73	0.67	0.81
		2	0.46	0.92	
		3	0.49	0.72	
		4	0.51	1.00	
		5	0.51	1.00	
7	การคูณเอกนามกับเอกนาม	1	0.62	0.84	0.82
		2	0.54	0.84	
		3	0.49	0.78	
		4	0.35	0.59	
		5	0.57	1.00	
8	การหารเอกนามด้วยเอกนาม	1	0.33	0.55	0.61
		2	0.33	0.91	
		3	0.31	0.82	
		4	0.38	0.91	
		5	0.33	0.55	



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม

เนื้อหา	จำนวนคาบที่สอน	จำนวนข้อ
บทที่ 2 พหุนาม	1	5
2.1 นิยามของเอกนาม	1	5
2.2 เอกนามคล้าย	1	5
2.3 การบวกเอกนาม	1	5
2.4 การลบเอกนาม	1	5
2.5 การคูณเอกนามกับเอกนาม	1	5
2.6 การหารเอกนามด้วยเอกนาม	1	5
รวม	6	30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ข้อสอบกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำแนกตามระดับพฤติกรรม
ด้านพุทธิพิสัย เรื่อง เอกนาม

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรม				
	ความรู้ ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	รวม
1. นิยามของเอกนาม	-	2	-	3	5
2. เอกนามคล้าย	1	-	2	2	5
3. การบวกเอกนามกับเอกนาม	1	1	2	1	5
4. การลบเอกนามกับเอกนาม	-	1	4	-	5
5. การคูณเอกนามกับเอกนาม	1	1	2	1	5
6. การหารเอกนามด้วยเอกนาม	-	1	3	1	5
รวม	3	6	13	8	30

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
เอกนาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม (ข้อที่)								รวม (ข้อ)	
	ความรู้ ความจำ		ความ เข้าใจ		การ นำไปใช้		การ วิเคราะห์			
	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง
2.1 นิยามของเอกนาม										
1) บอกความหมายของ พจน์และนิพจน์	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
2) บอกความหมาย ของเอกนาม	-	-	-	-	-	-	2	2	1	1
3) จำแนกพจน์ที่เป็น เอกนามและพจน์ที่ ไม่เป็นเอกนาม	-	-	-	-	-	-	3	3	1	1
4) ระบุสมบัติที่ ตัวแปร และดีกรี ของเอกนาม	4	-	5,6	5,6	7	-	-	-	4	2
2.2 เอกนามคล้าย										
1) บอกความหมาย ของเอกนามคล้าย	8	8	9	-	10	10	11	11	4	3
2) บอกเอกนามที่คล้าย กับเอกนามที่กำหนด	-	-	-	-	12	12	-	-	1	1
3) จำแนกเอกนามที่ คล้ายกันและเอก นามที่ไม่คล้ายกัน	-	-	-	-	13	-	14	14	2	1
2.3 การบวกเอกนามกับเอกนาม										
1) หาผลบวกของเอกนาม	15	15	16	16	17,18 ,19	18,19	20,21	20	7	5

ตารางที่15(ต่อ) วิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
เอกนาม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม (ข้อที่)								รวม (ข้อ)	
	ความรู้ ความจำ		ความ เข้าใจ		การ นำไปใช้		การ วิเคราะห์			
	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง	ทดลอง	ใช้จริง
2.4 การลบเอกนามกับเอกนาม										
1) หาผลลบของเอกนาม	-	-	22	22	23,24	23,24	25	-	4	3
2) หาผลลัพธ์ของโจทย์ ระคนเกี่ยวกับการ บวกและการลบ เอกนาม	-	-	-	-	26,27	26,27	28	-	3	2
2.5 การคูณเอกนามกับเอกนาม										
1) หาผลคูณระหว่าง เอกนามกับเอกนาม	29	29	30	30	31,32	31,32	34,35	34	7	5
2.6 การหารเอกนามด้วยเอกนาม										
1) พิจารณาการหาร เอกนามด้วยเอก นามว่าเป็นการหาร ลงตัวหรือไม่	-	-	36	-	37,38	37,38	39	39	4	3
2) หาผลลัพธ์จาก การหารเอกนาม ด้วยเอกนาม	-	-	40	40	41	41	42	-	3	2
รวม	4	3	8	6	17	13	13	8	42	30

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม
 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

- 1) ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิพจน์ที่เกี่ยวข้องกับพจน์และนิพจน์
- $3x^2 + 2x - 1$ เป็นนิพจน์ ซึ่งมี 2 พจน์ คือ $3x^2$ และ $2x$
 - $\frac{1}{3}x^4 - 2x$ เป็นนิพจน์ ซึ่งมี 2 พจน์ คือ $\frac{1}{3}x^4$ และ $2x$
 - $\frac{1}{2} - 3x + \frac{4}{3}x^4$ เป็นนิพจน์ ซึ่งมี 3 พจน์ คือ $\frac{4}{3}x^4$, $-3x$ และ $\frac{1}{2}$
 - $2 + 1 = 3$ ไม่เป็นนิพจน์ เนื่องจากไม่มีตัวแปรอยู่ในประโยคสัญลักษณ์
- 2) ข้อใดต่อไปนี้เป็นนิพจน์ที่เกี่ยวข้องกับการเป็นเอกนามของนิพจน์ต่อไปนี้
- นิพจน์ 0 เป็นเอกนาม ซึ่งมีค่าคงที่เป็น 0 และไม่นิยามเลขชี้กำลัง
 - นิพจน์ $\frac{-2}{x^3}$ เป็นเอกนาม ซึ่งมีค่าคงที่เป็น -2 และตัวแปรคือ x ซึ่งมีเลขชี้กำลังคือ 3
 - นิพจน์ $\sqrt{3}x^2$ ไม่เป็นเอกนาม เนื่องจาก $\sqrt{3}$ ไม่ใช่จำนวนเต็ม
 - นิพจน์ $(-3)^{-1}x$ ไม่เป็นเอกนาม เนื่องจากเลขชี้กำลังของนิพจน์นี้เป็น -1
- 3) ให้ $Ax^m y^n$ เป็นเอกนามใด ๆ ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปร
 ข้อใดต่อไปนี้เป็นคุณสมบัติและดีกรีของเอกนามได้ถูกต้อง
- สัมประสิทธิ์ คือ m และ n ดีกรี คือ A
 - สัมประสิทธิ์ คือ $m + n$ ดีกรี คือ A
 - สัมประสิทธิ์ คือ A ดีกรี คือ m และ n
 - สัมประสิทธิ์ คือ A ดีกรี คือ $m + n$
- 4) ถ้าเอกนาม $Ax_1^m y_1^n$ คล้ายกับเอกนาม $Bx_2^p y_2^q$ โดยที่ A และ B เป็นสัมประสิทธิ์ของแต่ละเอกนามแล้ว ข้อสรุปใดไม่เกี่ยวข้องกับการคล้ายกันของเอกนามดังกล่าว
- $n = q$
 - $m = p$
 - $A = B$
 - $x_1 = x_2$

5) ถ้าเอกนาม $\frac{2}{3}x^2yz^3$ คล้ายกับเอกนาม $-\frac{x^a y^b}{z^c}$ แล้ว จงหาค่า $a+b+c$

- ก. -1
ข. 0
ค. 5
ง. 6

6) นิพจน์แต่ละชุดในข้อใดต่อไปนี้เป็นเอกนามซึ่งคล้ายกับเอกนาม $\left(\frac{4}{3}\right)^{-1} x^2 y^2 z^3$

- ก. $\frac{1}{x^{-2}y^2z^{-3}}$ $\frac{2x^2y^2}{z^{-3}}$ $-\frac{1}{4}x^2z^3y^2$
ข. $\frac{3}{4}x^2y^2z^3$ $-2x^2z^2y^3$ $\frac{1}{2}x^2y^2z^2$
ค. $\frac{4}{3}x^2y^2z^{-3}$ $\left(\frac{4}{3}x^2y^2z^3\right)^{-1}$ $\frac{x^2z^3}{y^2}$
ง. $\frac{-3}{x^2y^2z^3}$ $\frac{4}{3}x^{-2}y^{-2}z^{-3}$ $\frac{3z^3}{(yz)^2}$

7) ให้ $Ax^m y^n$ เป็นเอกนามใด ๆ ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปรของเอกนาม และ $A \neq 0$

ถ้าวิมลต้องการหาผลลัพธ์ของ $\frac{3}{2}x^3y + 4x^3y + (-2)x^3y + Ax^m y^n$ แล้ว จะต้องทราบค่าใดบ้างจึงจะตอบได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นเอกนามหรือไม่

- ก. A
ข. $m+n$
ค. $A+m+n$
ง. m และ n

8) สำหรับเอกนามใด ๆ ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปร

ถ้า $(2A)x^2y + (2B)x^2y + (3C)x^2y = 9x^2y$ และ $C=1$ แล้ว $A+B+C$ เท่ากับเท่าใด

- ก. 2
ข. 3
ค. 4
ง. 5

- 9) ให้ Ax^3y^2 เป็นเอกนามใด ๆ ซึ่งมี A เป็นสัมประสิทธิ์ของเอกนาม A จะต้องมามีค่าอย่างน้อยเท่าไร จึงจะทำให้สัมประสิทธิ์ของผลลัพธ์ของ

$$3x^3y^2 - (-x^3y^2) - 5x^3y^2 - (-Ax^3y^2) \text{ มากกว่าสัมประสิทธิ์ของเอกนาม } 2x^2y$$

- ก. 3
ข. 4
ค. 5
ง. เปรียบเทียบไม่ได้เนื่องจากผลลัพธ์กับตัวที่เปรียบเทียบไม่คล้ายกัน

- 10) ให้ A เป็นเอกนามใด ๆ ถ้า $\frac{2}{3}A = 6x^3y$ แล้ว A จะเป็นดังข้อใด

- ก. 9
ข. $9x^3y$
ค. $\frac{81}{4}x^3y$
ง. $\frac{81}{4}x^2y^3$

- 11) ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับค่า A ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ของผลลัพธ์ที่ได้จาก $\left(\frac{2}{3}\right)ab^2 \cdot (-3)a^2b$

- ก. $-4 < A < -2$
ข. $-3 < A < -1$
ค. $-2 < A < 0$
ง. $-1 < A < 1$

- 12) ให้ A เป็นจำนวนจริงใด ๆ ถ้า A มีค่าเป็นสองเท่าของสัมประสิทธิ์ของเอกนามผลลัพธ์

$$\text{ของ } \frac{3}{2}x^2y \cdot 3xy^2 \text{ จงหาค่า } A - 3$$

- ก. $\frac{3}{2}$
ข. $\frac{9}{2}$
ค. 6
ง. 9

13) ถ้า $Ax^p y^q z^r$ เป็นเอกนามซึ่งมี x, y และ z เป็นตัวแปร โดยที่ $Ax^p y^q z^r$ มีค่าเป็นสองเท่าของผลลัพท์ของ $\frac{3}{2}x^3 y^2 z \div 2xy$ แล้ว A มีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์ของเอกนามในข้อใดต่อไปนี้

ก. $5xy$

ข. 3

ค. $\frac{3}{2}x^2 y^2$

ง. $x^3 y^3$

14) ถ้า $Ax^p y^q z^r$ เป็นเอกนามผลลัพท์ของ $(-3x^2 yz^3) \div \frac{1}{2}xyz$ แล้ว จงหาค่า

$$(p + q + r) \div A$$

ก. $-\frac{1}{2}$

ข. $\frac{1}{2}$

ค. -3

ง. 3

15) ให้ A และ B เป็นจำนวนจริงใด ๆ ซึ่งไม่ใช่ 0

$$\text{ถ้า } \left\{ (Ax^3 y^2) \div (3xy) \right\} - \left\{ (-2x^2 y^2 z^2) \div (-Bx^2 z) \right\} = 3x^2 y + 4y^2 z \text{ แล้ว}$$

$$\text{จงหาค่า } 2A + B - 2$$

ก. -2

ข. 0

ค. 2

ง. 4

16) ให้ $Ax^m y^n$ และ $Bx^p y^q$ เป็นเอกนามใด ๆ ซึ่งมี x และ y เป็นตัวแปร และ

สัมประสิทธิ์ A และ B ไม่เท่ากับ 0 การเพิ่มขึ้นของค่าใดทำให้ $\frac{Bx^p y^q}{Ax^m y^n}$ เป็นการหารไม่ลงตัว

ก. A และ B

ข. m และ n

ค. p และ q

ง. ไม่มีค่าใดที่เพิ่มขึ้นแล้วทำให้การหารดังกล่าวเป็นการหารไม่ลงตัว

ตารางที่ 16 ค่าความยาก ค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
1	0.41	0.56	0.91
2	0.62	1.00	
3	0.65	0.67	
4	0.35	0.44	
5	0.71	0.56	
6	0.71	0.78	
7	0.29	0.33	
8	0.74	0.33	
8	0.74	0.78	
10	0.68	0.44	
11	0.79	0.44	
12	0.74	0.44	
13	0.65	0.78	
14	0.65	0.89	
15	0.65	0.67	
16	0.41	0.44	
17	0.38	0.44	
18	0.71	0.78	
19	0.65	0.78	
20	0.47	0.67	
21	0.76	0.67	
22	0.74	0.67	
23	0.59	0.67	
24	0.71	0.44	

ตารางที่16(ต่อ) ค่าความยาก ค่าความเที่ยง และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง เอกนาม คำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) Version 6.65 ของ Brooks (2003)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของ แบบทดสอบทั้งฉบับ
25	0.68	0.56	
26	0.44	0.56	
27	0.47	0.78	
28	0.53	0.67	
29	0.65	0.78	
30	0.38	0.33	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศศิวรรณ เมลืองนนท์ เกิดเมื่อวันที่ 23 กันยายน 2525 สำเร็จการศึกษาปริญญา
ครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกคณิตศาสตร์
และวิทยาศาสตร์ทั่วไป จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2547 เข้า
ศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร
การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ในปีการศึกษา 2548



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย