

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2

นางกนิษฐา ศรีวชิโรทัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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

EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING
AN ADVANCE ORGANIZER MODEL ON MATHEMATICS PROBLEM SOLVING
ABILITIES AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS LEARNING
OF EIGHTH GRADE STUDENTS

Mrs. Kanittha Srivajirothai

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

Department of Curriculum and Instruction

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล
การเสนอแนวคิดว่าที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 2

โดย

นางกนิษฐา ศิริวิโรทัย

สาขาวิชา

การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

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

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์พร้อมพรรณ อุดมสิน)

กนิษฐา ศรีวิจิโรทัย: ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. (EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING AN ADVANCE ORGANIZER MODEL ON MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITIES AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS LEARNING OF EIGHTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.สมยศ ชิดมงคล, 269 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 3) ศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ 4) เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอบาสวิทยา จำนวน 74 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 36 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้ค่ามัธยฐานเลขคณิต ค่ามัธยฐานเลขคณิตร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังทดลองไม่สูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชา.....หลักสูตรและการสอน..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....การศึกษาคณิตศาสตร์..... ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา.....2554.....

5183301027: MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEYWORDS: ADVANCE ORGANIZER MODEL / MATHEMATICS PROBLEM SOLVING / ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS

KANITTHA SRIVAJIROTHAI: EFFECTS OF ORGANIZING MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING AN ADVANCE ORGANIZER MODEL ON MATHEMATICS PROBLEM SOLVING ABILITIES AND ATTITUDE TOWARD MATHEMATICS LEARNING OF EIGHTH GRADE STUDENTS. ADVISOR : ASST. PROF. SOMYOT CHIDMONGKOL, Ph.D., 269 pp.

The purposes of this research were 1) to study mathematics problem solving ability of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model. 2) to compare mathematics problem solving ability of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model and by conventional approach. 3) to study attitude toward mathematics learning of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model. 4) to compare attitude toward mathematics learning of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model and by conventional approach. The subjects were 74 eighth grade students in academic year 2011 of Thinopat Vittaya School. They were divided into two groups, one experimental group with 36 students and one control group with 38 students. The students in experimental group were taught by organizing mathematics learning activities using an advance organizer model and those in control group were taught by organizing mathematics learning activities using conventional approach. The research instruments consisted of the pretest and posttest in mathematics problem solving abilities and attitude toward mathematics learning questionnaires. The experimental materials were lesson plans using an advance organizer model and the conventional lesson plans. The data were analyzed by means of arithmetic mean, mean of percentage, standard deviation, and t-test.

The results of the study revealed that:

1. Mathematics problem solving ability of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model were higher than 50% of the set criterion score.
2. Mathematics problem solving ability of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model were higher than those of students being taught by using conventional approach at .05 level of significance.
3. Attitude toward mathematics learning of eighth grade students after being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model were not higher than before learning at .05 level of significance.
4. Attitude toward mathematics learning of eighth grade students being taught by organizing mathematics learning activities by using an advance organizer model were not higher than those of students being taught by using conventional approach at .05 level of significance.

Department :Curriculum, and Instruction.....

Student's Signature

Field of Study :Mathematics Education.....

Advisor's Signature

Academic Year :2011.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้แนวคิดและคำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้วิจัยจนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูอาจารย์โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยาที่ให้ความร่วมมือในการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองใช้ และคอยดูแลเอาใจใส่ ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียนชั้น ม.2/1 และ ม.2/2 ประจำปีการศึกษา 2554 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบคุณคุณรัฐพล ศรีวิชโรทัยและด.ญ.พิมพ์รัฐสุธา ศรีวิชโรทัย ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุวินและคุณแม่วันเพ็ญ ฐานะวุฒิพงศ์ คุณนทีดา ฐานะวุฒิพงศ์ และคุณปีเตอร์ วอลตัน (Peter Walton) เป็นอย่างสูงที่คอยให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุกๆ เรื่องตลอดการทำวิทยานิพนธ์และตลอดมา จนกระทั่งประสบความสำเร็จดังเช่นทุกวันนี้

คุณค่าและประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาคุณบิดามารดา ตลอดจนครูผู้ประสาศึกษาความรู้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เบื้องต้นจนปัจจุบัน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
3. สมมติฐานการวิจัย.....	8
4. ขอบเขตของการวิจัย.....	9
5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	10
6. ประโยชน์ที่ได้รับ.....	13
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
1. การเสนอแนวคตินำ.....	16
1.1 ความหมายของการเสนอแนวคตินำ.....	16
1.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเสนอแนวคตินำ.....	17
1.3 ประเภทของแนวคตินำ.....	24
1.4 รูปแบบการเสนอโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคตินำ.....	25
1.5 ประโยชน์ของการเสนอแนวคตินำ.....	29
1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมเดลการเสนอแนวคตินำ.....	31
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	38
2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	38
2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	41
2.3 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี.....	48

บทที่	หน้า
2.4 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	52
2.5 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	53
2.6 กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	59
2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	64
2.8 การส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.	68
2.9 แนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	73
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.	78
3. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	84
3.1 ความหมายของเจตคติ.....	84
3.2 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	86
3.3 ลักษณะสำคัญของเจตคติ.....	87
3.4 องค์ประกอบของเจตคติ.....	89
3.5 การเกิดของเจตคติ.....	91
3.6 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ.....	94
3.7 ประโยชน์ของเจตคติ.....	96
3.8 แนวทางในการวัดเจตคติ.....	97
3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	99
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	101
1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	101
2. การออกแบบการวิจัย.....	102
3. การกำหนดประชากรและตัวอย่างประชากร.....	103
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	104
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	131
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	132
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	133
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	136
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ.....	137
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ.....	142

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	156
1. สรุปผลการวิจัย.....	159
2. อภิปรายผล.....	160
3. ข้อเสนอแนะ.....	163
รายการอ้างอิง	165
ภาคผนวก	183
ภาคผนวก ก.....	184
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	185
หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ.....	186
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย.....	189
ภาคผนวก ข.....	193
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	193
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	194
ภาคผนวก ค.....	230
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	230
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน.....	231
แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	241
แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	255
ภาคผนวก ง	267
ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test) และความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต (t-test) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง.....	268
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	269

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ กรมวิชาการ	73
2	แสดงตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	75
3	แสดงรูปแบบการวิจัย	102
4	แสดงหัวข้อเรื่อง เนื้อหา และจำนวนคาบของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การแปรผัน	107
5	แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	109
6	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ก่อนเรียน	115
7	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์หลังเรียน	121
8	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	126
9	แสดงค่าแสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่า มัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\bar{x}_{\%}$) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและ กลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	138
10	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที่ (t-test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบ ปกติ.....	139

ตารางที่	หน้า	
11	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคตินำก่อนทดลองและหลังทดลอง.....	140
12	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคตินำและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ.....	141
13	แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index 700	232
14	วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ	232
15	แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index 700	242
16	วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน	242
17	แสดงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination หรือ D index หรือ ค่า t) และค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	256
18	วิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์.....	257
19	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2554 ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง	268

ตารางที่		หน้า
20	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่ม ควบคุม ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)	268
21	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)	268

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเรียนรู้ที่มีความหมาย.....	18
2	แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำ.....	19
3	แสดงผลโดยตรงและผลโดยอ้อมของการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ.....	31
4	แสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	58
5	แสดงการเกิดเจตคติ.....	91
6	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงานการแปรผันตรงของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	144
7	แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	145
8	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียนกลุ่ม ทดลอง.....	146
9	แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผกผัน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	147
10	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงานทำใบงาน เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่องของ นักเรียนกลุ่มทดลอง.....	149
11	แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด เรื่อง การแปรผกผัน ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง.....	150
12	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันตรงของนักเรียนกลุ่ม ควบคุม.....	152
13	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงานทำใบงาน เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียน กลุ่มควบคุม.....	153
14	แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงานทำใบงาน เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่องของ นักเรียนกลุ่มควบคุม.....	154

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมไทยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เป็นผลมาจากความก้าวหน้าของวิทยาการต่างๆ การศึกษานับเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดประการหนึ่งในการสร้างสรรค์ความเจริญก้าวหน้า และแก้ไขปัญหาต่างๆ ในสังคมได้ นอกจากนี้แล้วการศึกษายังมีบทบาทสำคัญยิ่งในการช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนให้มีประสิทธิภาพ ทั้งทางด้านความรู้ ความคิด สติปัญญาและคุณธรรม รวมถึงมีความสามารถในการพัฒนาตนเอง สังคม ตลอดจนประเทศไทยชาติดังที่ สมเดช บุญประจักษ์ (2544: 33) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาว่า “การศึกษาเป็นการเตรียมคนสำหรับสังคมในอนาคต จะต้องเตรียมคนให้เป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถ รู้จักติดตามข้อมูล ข่าวสาร วิทยาการใหม่ๆ รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและหลากหลาย รู้จักคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และใฝ่เรียนใฝ่รู้ รู้จักเลือกรับวิทยาการต่างๆ อีกทั้งยังมุ่งพัฒนาพฤติกรรมทางสังคมที่ดีงาม ทั้งในการทำงานและการอยู่ร่วมกัน รู้จักการช่วยเหลือ เกื้อกูลประโยชน์แก่กันโดยไม่เห็นแก่ตัว มีความสามารถและทักษะในการติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่น” ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีการสร้างแผนการศึกษาแห่งชาติขึ้น โดยกำหนดจุดประสงค์หลักของแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559) เพื่อมุ่งเน้นพัฒนาคนให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุขทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม จริยธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 6)

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นผู้ที่มีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้น เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยพัฒนาระบวนการคิด ทำให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนามนุษย์ให้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐาน

ที่สำคัญของความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ (2541: 1) กล่าวว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นเดียวกับที่สิริพร ทิพย์คง (2545: 3) ได้กล่าวไว้โดยสรุปว่า การที่ประเทศจะมีเทคโนโลยีขั้นสูงก้าวหน้าเป็นของตนเองได้นั้น ต้องอาศัยการวิจัยค้นคว้าเป็นเวลานานและต่อเนื่อง เทคโนโลยีขั้นสูงเป็นเรื่องของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องใช้วิชาคณิตศาสตร์ขั้นสูงในการอธิบาย การทดลอง และการทำนายผลลัพธ์ ดังนั้นการที่จะส่งเสริมให้ประเทศสามารถพัฒนาเท่าเทียมเพื่อแข่งขันกับประเทศอื่นๆ จำเป็นต้องพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ จะเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่จำเป็นอย่างยิ่งทั้งในด้านการดำรงชีวิตและเป็นพื้นฐานของความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการในสาขาต่างๆ

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ดังกล่าว กระทรวงศึกษาธิการจึงได้จัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในทุกระดับชั้น โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับที่สูงขึ้น จะเห็นได้ว่าจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์คือ การให้ผู้เรียนมีความสามารถทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ผ่านมานั้นยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรและควรได้รับการปรับปรุง ดังจะเห็นได้จากรายงานผลการประเมินทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 และ 2550 โดยสำนักทดสอบทางการศึกษาพบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 31.15 (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2549, 2550: ออนไลน์) และ 34.73 ตามลำดับ (กษมา วรวรรณ ณ อยุธยา, 2551: ออนไลน์) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั้งสองปีการศึกษา สอดคล้องกับผลการวิจัยโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ร่วมกับนานาชาติปี 2550 (Trends in International Mathematics and Science Study 2007 : TIMSS-2007) ซึ่งดำเนินการภายใต้สมาคมการประเมินผลนานาชาติ (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement : IEA) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ และมีแนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์ลดลง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยี, 2552: 15) อีกทั้งจากการที่องค์กรความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ได้จัดทำโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติหรือ PISA พบว่าผลการประเมินในปี 2006 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สุนีย์ คัลยานิล, 2550: 28-29)

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ อาจเนื่องมาจาก นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งความบกพร่องด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น ถือได้ว่าเป็นปัญหาอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนอกจากผู้เรียนจะต้องปรับปรุงแก้ไขและช่วยเหลือตัวเองในการเรียนแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ยังอยู่ในระดับต่ำดังที่กล่าวมาข้างต้น คือ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียน เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ และมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน ตลอดจนเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำติดตัวไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้นานตลอดชีวิต สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 : Problem Solving in School Mathematics ว่าการแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งนำเสนอแนวคิดต่างๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน ที่เชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 6-7) อีกทั้งได้กำหนดเป้าหมายและแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนไว้ในมาตรฐานหลักสูตรและการประเมินผลสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) โดยระบุเป้าหมายแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนตลอดจนแนวการวัดและประเมินผล การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน โดยให้เหตุผลว่าคณิตศาสตร์ไม่เป็นแต่เพียงการสอนมโนทัศน์ข้อเท็จจริงและกระบวนการที่เรารู้เท่านั้น แต่ครอบคลุมการประยุกต์สู่การแก้ปัญหาด้วย

จากความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรให้ความสำคัญในเรื่องนี้ และจากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษาคณิตศาสตร์และงานวิจัยทางการศึกษาคณิตศาสตร์พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ (Advance Organizers Model) เป็นแนวทางหนึ่งในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและข้อมูลของบทเรียนอย่างมีความหมาย ซึ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายจะทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ๆ ได้

โมเดลการเสนอแนวคิดนำเป็นโมเดลที่มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล(The Theory of Meaningful Verbal Learning) ออสเชเบล (1968 อ้างถึงในโชติ จันทร์วัง, 2547: 15) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย สรุปได้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์หรือความรู้ใหม่กับมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนอย่างถูกต้องและต่อเนื่องกัน

ออสเชเบล (Ausubel, 1968: 506-510) ได้เสนอหลักการที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. การจัดลำดับแนวคิดที่เป็นหลักกว้างๆ ก่อนที่จะนำเสนอสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยและเฉพาะเจาะจง (Progress Differentiation) จากหลักการของออสเชเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เกิดเป็นมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้างซึ่งอยู่ด้านบนสุดของโครงสร้างทางปัญญา และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงจะอยู่ถัดลงมาในลักษณะเป็นลำดับขั้น กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้น ถ้าผู้เรียนได้มีโอกาสอภิปรายร่วมกันซึ่งจะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

2. การผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไปเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Integrative Reconciliation) ซึ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ถ้าผู้เรียน

สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

โมเดลการเสนอแนวคิดนำเป็นโมเดลที่ จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1996 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2545: 227) พัฒนาขึ้นโดยใช้แนวคิดของออสซูเบลเกี่ยวกับการเสนอแนวคิดนำ (Advance Organizer) เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful verbal learning) ซึ่งออสซูเบล (Ausubel อ้างถึงใน สุภาสินี สุภีระ, 2534: 15) ได้ให้ความหมายของการเสนอแนวคิดนำว่า เป็นสิ่งช่วยเตรียมโครงสร้างของระบบความคิดของผู้เรียนและเสริมความเข้าใจให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้างๆ ช่วยรวบรวมลักษณะเฉพาะของเนื้อหาที่จะเรียน และรวบรวมมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับเนื้อเรื่องที่มีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญาเดิมให้สอดคล้องกัน ฮาร์ทเลย์และเดวีส์ (Hartley and Davies, 1976: 124) กล่าวถึงการเสนอแนวคิดนำว่า คือสิ่งช่วยจัดโครงสร้างและสร้างความกระจ่างในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ซึ่งมีลักษณะเป็นบทสรุปย่อที่มีความกว้างขวางและครอบคลุมเนื้อหา กิงฟ้า สีนุวงศ์ (2525: 8) กล่าวถึงการเสนอแนวคิดนำว่า อาจเป็นหลักการหรือมโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่เสนอให้ เพื่อประสานความรู้อย่างเหมาะสม ระหว่างความรู้ใหม่และความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน และอัมพร ม้าคนอง (2547: 51) กล่าวถึงการเสนอแนวคิดนำว่าเป็นสิ่งที่ใช้ในการแนะนำสิ่งที่เป็นภาพรวมทั่วไป ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมของเนื้อหาหรือหัวข้อใหม่ ซึ่งการแนะนำอาจทำได้หลายวิธี เช่น การใช้โครงสร้าง (Outlines) และการสรุปรวม (Summaries)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำตามแนวคิดของ จอยซ์และวีล (1978: 211-215) ประกอบด้วยลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอแนวคิดนำ (Presentation of Advance Organizer) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

- 1) ครูนำเสนอและอธิบายวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้นักเรียนทุกคนทราบและเข้าใจตรงกัน
- 2) ครูนำเสนอแนวคิดนำที่ได้เตรียมไว้แล้ว พร้อมอธิบายรายละเอียดในการเสนอแนวคิดนำ

3) ครูตรวจสอบความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้บทเรียนใหม่

ขั้นที่ 2 การนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ (Presentation of Task or Material) ในขั้นนี้ครูนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม สิ่งสำคัญที่ครูต้องพิจารณาในขั้นตอนนี้ก็คือ การทำให้นักเรียนสนใจบทเรียนอยู่ตลอดเวลา และเนื้อหาที่ครูสอนในขั้นนี้ต้องเสนอเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจน เนื้อหาใดมาก่อนหลัง ครูต้องเรียงลำดับให้ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและน่าสนใจ อีกทั้งครูใช้คำถามแนะแนวทางคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 3 การจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น (Strengthening Cognitive Structure) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการผสมผสานความรู้
- 2) ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่น กระตือรือร้นในการเรียนรู้
- 3) ครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา
- 4) ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้

จากขั้นตอนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำส่งผลให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมและความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่จะเรียนในลำดับขั้นต่างๆได้ดี ช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับบทเรียนหรือหลักการที่นักเรียนมีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาซึ่งเป็นความรู้เดิมของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ๆได้ ซึ่งช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สอดคล้องกับ จอยซ์และวีล (1986: 217) ได้กล่าวโดยสรุปว่าการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำจะเกิดผลโดยตรงแก่นักเรียนคือ ทำให้นักเรียนที่ได้รับเข้าไปได้รับการจัดระบบเป็นอย่างดี เกิดการรับข้อมูลและแนวคิดอย่างมีความหมายและนำไปสู่การแก้ปัญหา

อีกองค์ประกอบหนึ่งที่นับว่าสำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ คือ เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ กล่าวคือ นักเรียนจะสามารถเรียนรู้วิชาใดๆ ได้ดีขึ้นหากนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชานั้นๆ (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์, 2506: 51) ถ้าหากนักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ย่อมส่งผลให้การเรียนคณิตศาสตร์ไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร เพราะจะทำให้นักเรียนไม่สนใจค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม ไม่เห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์และเห็นว่าการเรียนคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่น่าเบื่อ ดังที่ยุพิน พิพิธกุล (2524: 4) ได้กล่าวถึงลักษณะของนักเรียนที่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ว่า นักเรียนมักจะมีเจตคติทางลบต่อการเรียนคณิตศาสตร์ คิดว่าตนเองเป็นผู้ล้มเหลวเสมอ ไม่ชอบเข้าชั้นเรียน ไม่ชอบทำงาน ชอบรบกวนนักเรียนคนอื่น เบื่อหน่ายการเรียน อยากหนีโรงเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

วารีย์ ถึงกลาง (2545: 71-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนโนนไทยคุรุอุปถัมภ์ อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้เท่ากับร้อยละ 50 (กรมวิชาการ, 2546: 208) ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 3 และเป็นส่วนหนึ่งในคุณภาพของนักเรียนที่ครูต้องประเมิน (กรมวิชาการ, 2544: 119) ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

รุ่งทิภา ศิริภักดิ์ (2541: 89-96) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างวิธีสอนใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ากับการสอนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนขอนแก่นพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้

โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

จอยซ์และวีล (1986: 217) ได้กล่าวถึงการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำว่าจะเกิดผลโดยตรงแก่นักเรียนคือ ทำให้มีทัศนคติที่รับเข้าไปได้รับการจัดระบบเป็นอย่างดี เกิดการรับข้อมูลและแนวคิดอย่างมีความหมาย มีความคงทนในการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังให้ผลในทางส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงเจตคติทางบวกต่อการเรียน ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปรผัน ปีการศึกษา 2554

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยโมเดลการเสนอแนวคิดนำและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **การเสนอแนวคิดนำ** หมายถึง กรอบแนวคิดหรือมโนทัศน์ระดับกว้างที่เสนอให้นักเรียนได้รู้ล่วงหน้าก่อนเรียนรู้สาระใหม่ เพื่อช่วยเตรียมโครงสร้างของระบบความคิดของนักเรียน และเสริมความเข้าใจให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้างๆ อีกทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่หรือสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองของผู้เรียน แล้วผนึกความรู้ใหม่ไว้ในโครงสร้างทางปัญญา (Ausubel, 1968: 217, พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2551: 85)

2. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ** หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต่างๆ โดยมีหลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 2 ประการ ได้แก่ การจัดลำดับแนวคิดที่เป็นหลักกว้างๆ ก่อนที่จะนำเสนอสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยและเฉพาะเจาะจง และการผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้จัดตามแนวคิดของจอยซ์และวิล (Joyce and Weil, 1978: 186) ที่ได้เสนอรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 3 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการนำเสนอแนวคิดนำ (Presentation of Advance Organizer)

ในขั้นนี้ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ

1.1 ครูนำเสนอและอธิบายวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้นักเรียนทุกคนทราบและเข้าใจตรงกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

1.2 ครูนำเสนอแนวคิดนำที่ได้เตรียมไว้แล้ว พร้อมอธิบายรายละเอียดในการเสนอแนวคิดนำพอสังเขป เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพรวมของบทเรียน จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการเสนอแนวคิดนำ

1.3 ทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้บทเรียนใหม่ โดยใช้การซักถามประกอบการอธิบายและยกตัวอย่าง

2. ขั้นการนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ (Presentation of Task or Material) ในขั้นนี้เป็นการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่ครูต้องการให้นักเรียนเรียนรู้และตัวอย่างการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม ได้แก่ การบรรยาย การอภิปราย และการทำกิจกรรมกลุ่ม รวมทั้งมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและน่าสนใจ อีกทั้งครูใช้คำถามแนะแนวทางคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก

3. ขั้นการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น (Strengthening Cognitive Structure) ในขั้นนี้ครูส่งเสริมการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้นเพื่อให้เกิดการบูรณาการความรู้อย่างกลมกลืนในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนมีอยู่ อีกทั้งเพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ไป ด้วยการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้มาจัดแผนผังมโนทัศน์ (Concept map) 2 รูปแบบ คือ

3.1 แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีการกำหนดมโนทัศน์มาให้ และมีการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ จากนั้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์

3.2 แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยกำหนดมโนทัศน์ให้ แล้วให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยนำมโนทัศน์หลักที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดของแผนผังมโนทัศน์ จากนั้นนำมโนทัศน์รองที่มีความหมายแคบลงมาวางไว้ใต้มโนทัศน์แรก ทำเช่นนี้จนใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้จนหมด จากนั้นให้นักเรียนตรวจสอบว่ายังขาดมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องนี้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนสามารถเพิ่มมโนทัศน์ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันลงในแผนผังมโนทัศน์ได้ และในการแสดงความสัมพันธ์ของแผนผังมโนทัศน์ให้ลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ

นอกจากนี้ยังให้นักเรียนประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในปัญหาใหม่หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่หลากหลาย อีกทั้งได้เรียนรู้ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาไปพร้อมๆ กัน

3. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือครู สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. **ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957: 5-40) ดังนี้

4.1 **ขั้นทำความเข้าใจปัญหา** ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการแก้ปัญหาและในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจคำ ประโยคย่อยๆ สัญลักษณ์ต่างๆ ของปัญหา และสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ รวมทั้งสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร

4.2 **ขั้นวางแผนแก้ปัญหา** เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูลจากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้าง และต้องใช้ความรู้อะไรบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำทฤษฎี หลักการ/กฎ สูตร บทนิยาม ที่เรียนมากำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

4.3 **ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ** เป็นขั้นดำเนินการตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ลงมือคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.4 **ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ** เป็นขั้นที่ต้องพิจารณาตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนเองว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถวัดออกมาได้เป็นคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. **เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หลังจากมีประสบการณ์ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะแสดงออกเพื่อเป็นการตอบสนองต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไปในด้านบวกหรือลบ ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง โดยแบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ด้านตามแนวคิดของแมคกายร์ (McGuire, 1969: 155-156) ดังนี้

5.1 องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นความรู้ความเข้าใจ เป็นเหตุเป็นผลในการที่จะสรุปความเป็นความเชื่อ เป็นตัวความรู้ มีความเชื่อในการประเมินสิ่งเรานั้น

5.2 องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึก อารมณ์ที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า แล้วประเมินสิ่งเร้านั้นว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว ซึ่งประกอบด้วย อารมณ์ ความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบที่เป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง

5.3 องค์ประกอบด้านการกระทำ เป็นความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติหรือปฏิบัติ กล่าวคือ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสมจะเกิดการตอบสนองในทางสนับสนุนหรือคัดค้านต่อสิ่งเร้านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกจะแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สามารถวัดออกมาได้เป็นคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนที่ศึกษาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดแพร่

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางให้ครูคณิตศาสตร์นำโมเดลการเสนอแนวคิดนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ

2. ได้แนวทางในการเสนอแนะให้ครูคณิตศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง นำโมเดลการเสนอแนวคิดนำไปใช้ในการพัฒนาการสอนของตนเอง และนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่นๆ หรือรายวิชาอื่นๆ ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียด
ดังต่อไปนี้

1. การเสนอแนวคิ นำ

- 1.1 ความหมายของการเสนอแนวคิ
นำ
- 1.2 แนวคิ
นำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเสนอแนวคิ
นำ
- 1.3 ประเภทของแนวคิ
นำ
- 1.4 รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำ
- 1.5 ประโยชน์ของการเสนอแนวคิ
นำ
- 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโมเดลการเสนอแนวคิ
นำ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ลักษณะของปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดี
- 2.4 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.6 กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.8 การส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.9 แนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.1 ความหมายของเจตคติ
 - 3.2 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
 - 3.3 ลักษณะสำคัญของเจตคติ
 - 3.4 องค์ประกอบของเจตคติ
 - 3.5 การเกิดของเจตคติ
 - 3.6 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ
 - 3.7 ประโยชน์ของเจตคติ
 - 3.8 แนวทางในการวัดเจตคติ
 - 3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

1. การเสนอแนวคิดนำ

1.1 ความหมายของการเสนอแนวคิดนำ

สำหรับความหมายของการเสนอแนวคิดนำได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ออสซูเบล (Ausubel, 1968: 148) ได้ให้ความหมายของการเสนอแนวคิดนำว่า เป็นสิ่งที่จัดเสนอไว้ก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ มีลักษณะเป็นหลักการทั่วไป ซึ่งมีความเป็นนามธรรมกว้าง ครอบคลุมเนื้อหา และเหมาะสมที่จะนำไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมซึ่งได้เรียนมาก่อน

บริกส์ (Briggs, 1981: xiii) ได้ให้ความหมายของการเสนอแนวคิดนำไว้ว่า หมายถึง การปฏิบัติที่มีการให้การสรุปย่อที่สั้นๆ และเป็นนามธรรมอย่างสูงในการเริ่มการบรรยาย เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการเสนอเนื้อหาที่มีรายละเอียดมากขึ้นที่ตามมาภายหลัง

จอยส์และวีล (Joyce and Weil, 2000: 249) ได้กล่าวถึงการเสนอแนวคิดนำไว้ว่า หมายถึงสิ่งที่จัดขึ้นเพื่อช่วยในการเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนซึ่งเป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจและความคงทนในการจำเนื้อหาสาระที่เรียน และทำหน้าที่เป็นบทสรุปสั้นๆ ของเนื้อหา ซึ่งมีรายละเอียดปลีกย่อยมากอีกด้วย โดยอาจจัดในลักษณะบทย่อ คำถามคำถาม หรือลักษณะอื่นๆ

ฮาร์ทเลย์และเดวีส์ (Hartley and Davies, 1976: 153) กล่าวถึงการเสนอแนวคิดนำว่า คือสิ่งช่วยจัดโครงสร้างและสร้างความกระฉับกระเฉงในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เป็นกระบวนการชี้แนะซึ่งมีลักษณะเป็นบทสรุปย่อที่มีความกว้างขวาง และครอบคลุมเนื้อหา

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์อักษร A-L ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2551: 85) ได้ให้ความหมายของการเสนอแนวคิดนำว่า คือกรอบแนวคิดหรือมโนทัศน์ระดับกว้างที่เสนอให้นักเรียน ได้รู้ล่วงหน้าก่อนเรียนรู้สาระใหม่ เพื่อช่วยเตรียมโครงสร้างของระบบความคิดของนักเรียนและเสริมความเข้าใจให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้

กิงฟา ลินทวงษ์ (2535: 8) กล่าวถึงการเสนอแนวคิดกันว่า อาจเป็นหลักการหรือ มโนทัศน์ที่สำคัญของเรื่องที่เสนอให้ เพื่อประสานความรู้ที่เหมาะสม ระหว่างความรู้ใหม่และ ความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียน

จากความหมายของ “ การเสนอแนวคิดนำ ” ตามที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการเสนอแนวคิดนำได้ว่า หมายถึง กรอบแนวคิดหรือมโนทัศน์ ระดับกว้างที่เสนอให้นักเรียนก่อนเรียนเนื้อหาใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่าง กว้างๆ และเป็นการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญา ของผู้เรียน

1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเสนอแนวคิดนำ

จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1996 อ้างอิงจาก ทิศนา ขัมมณี, 2545: 14-15) ได้ กล่าวว่ารูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ เป็นรูปแบบการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นโดย อาศัยแนวคิดหลักของออสซูเบล (Ausubel) เกี่ยวกับการเสนอแนวคิดนำ (Advance Organizer) เพื่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful verbal learning) ด้วยเหตุนี้ ในการศึกษา เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ สิ่งที่ทำเป็นอย่างยิ่ง คือ การศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล โดยผู้วิจัยจะนำเสนอรายละเอียดของ ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของ Ausubel

ออสซูเบล (Ausubel, 1969: 50-51) นักจิตวิทยาแนวปัญญานิยมเป็นผู้ที่ให้ความสนใจ และมีบทบาทในการสร้างทฤษฎีหรือหลักการในการอธิบายการเรียนรู้ที่มีความหมาย หรือที่ เรียกว่า Meaningful Verbal Learning โดยให้ความเห็นว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างเดียวยังที่มี อิทธิพลต่อการเรียนรู้คือสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้อยู่แล้ว แล้วค้นหาว่าเขาจะรู้อะไรบ้าง หลังจากนั้นครูจึง สอนสิ่งใหม่ให้สอดคล้องกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ นอกจากนี้ออสซูเบล (Ausubel, 1963: 26-28) กล่าวว่าโครงสร้างปัญญาจะจัดความรู้ในสาขาใดสาขาหนึ่งอย่างเป็นระบบ มีความมั่นคงและ ชัดเจนในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้และความคงทนในการ เรียนรู้เนื้อหาใหม่ในสาขาเดียวกัน ทำหน้าที่บ่งชี้ความตรงและความชัดเจนถึงความหมายของสิ่ง

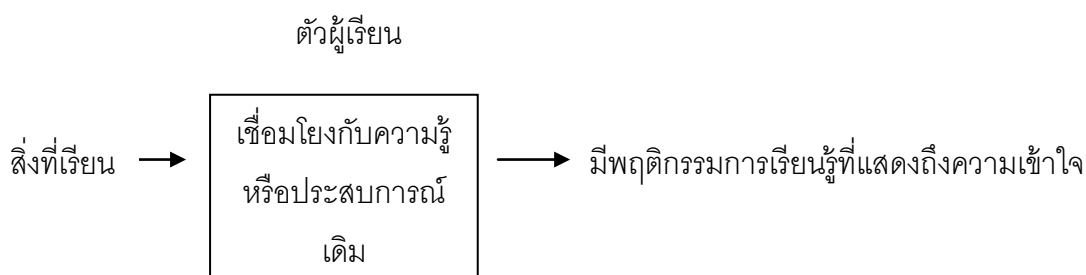
ที่จะเรียนซึ่งผ่านเข้ามาในขอบข่ายของความคิด (Cognitive Field) ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ถ้าโครงสร้างทางปัญญาจัดระบบไว้มั่นคง ชัดเจนและเหมาะสม ไม่สับสน แล้วการเรียนรู้สิ่งใหม่จะเกิดได้ดี และจดจำได้แม่นยำขึ้น ในทางตรงข้ามหากโครงสร้างทางปัญญาระบบไม่มั่นคง ไม่ชัดเจนหรือสับสนแล้วก็จะเรียนรู้ความรู้ใหม่หรือการจำก็จะเกิดขึ้นได้ยาก ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องหาวิธีการที่จะทำให้โครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนมีอยู่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งออสซูเบลเชื่อว่า การจัดการเรียนการสอนควรทำให้ความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) ของผู้เรียนด้วยการใช้การจัดระบบที่มีลักษณะเฉพาะ

ผู้วิจัยนำเสนอรายละเอียดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยแบ่งเป็นหัวข้อย่อย ดังนี้

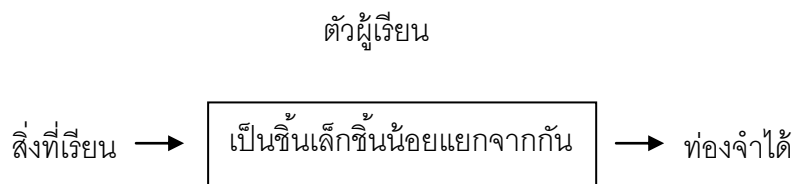
1.2.1 ความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ออสซูเบล (Ausubel, 1968: 54-58) ได้ให้ความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) ว่าเป็นการเชื่อมโยงและปลูกฝังสิ่งที่จะเรียนใหม่ให้เข้ากับความรู้ที่เกี่ยวข้องซึ่งมีอยู่ในโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure) จนเกิดความรู้ใหม่ได้อย่างเข้าใจและเกิดความคงทนในการเรียนรู้

กิงฟ้า สินธุวงษ์ (2525: 24) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของออสซูเบล ว่าเป็นการเรียนรู้โดยการนำเอาสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ดังแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพที่ 1 การเรียนรู้ที่มีความหมาย



ภาพที่ 2 การเรียนรู้แบบท่องจำ

จากความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมายตามที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมายได้ว่า หมายถึง การเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาได้เป็นอย่างดี

1.2.2 แนวคิดของการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายตามแนวคิดของออสซูเบล (Ausubel, 1969 : 50-52) มีจุดเริ่มต้น 2 ประการ ดังนี้

1. ข้อตกลงเบื้องต้นซึ่งเป็นจุดสำคัญของทฤษฎีนี้ คือปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้คือ ปริมาณความชัดเจน และการจัดระบบระเบียบของความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย ข้อเท็จจริง ประพจน์ มโนทัศน์ ทฤษฎีและข้อมูลดิบที่ผู้เรียนมีอยู่ในช่วงเวลานั้นในโครงสร้างทางปัญญา

2. ธรรมชาติของสิ่งที่เรียนรู้ ว่าผู้เรียนจะสามารถนำไปเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่ได้หรือไม่ซึ่งการเชื่อมโยงระหว่างมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียนจะต้องมีลักษณะ 2 ประการ คือ

2.1 มีลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงแม้ว่ามโนทัศน์นั้นจะถูกใช้แทนที่ด้วยมโนทัศน์ที่มีความหมายเท่าเทียมกันก็ตาม (Substantiveness)

2.2 มีลักษณะที่สิ่งที่เรียนโดยผู้เรียนใช้ความรู้เดิมมาอธิบายได้อย่างมีหลักเกณฑ์ (Nonarbitrariness)

ออสซูเบล (Ausubel, 1969: 53) กล่าวว่าเนื้อหาหรือความรู้ใหม่ที่มีลักษณะ 2 ลักษณะนี้มีความหมายเรียกว่าความหมายเชิงตรรกะ (Logical Meaningfulness) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสิ่งที่เรียนมีลักษณะที่เรียกว่าการมีความหมายเชิงตรรกะแล้วก็ตามก็ไม่ได้หมายความว่า

ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ยังต้องขึ้นอยู่กับการมีความหมายที่เกิดจากตัวผู้เรียน เรียกว่า ความหมายทางจิตวิทยา (Psychological Meaning) ซึ่งมีเงื่อนไข 2 ประการ คือ

1. ผู้เรียนมีความรู้ที่เกี่ยวข้องในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญากับสิ่งที่จะเรียน ซึ่งอาจจะเชื่อมโยงในลักษณะที่ความสัมพันธ์นั้นจะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าในทัศนะนั้นจะถูกนำไปใช้ในลักษณะที่ต่างกัน (Substantiveness) หรืออธิบายสิ่งที่จะเรียนด้วยความรู้เดิมอย่างมีหลักเกณฑ์ (Nonarbitrariness) หากผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงได้เช่นนี้ กล่าวได้ว่าความรู้หรือสิ่งที่จะเรียนเกิดความหมายอย่างมีศักยภาพ (Potentially Meaningful) ต่อผู้เรียนหรือผู้เรียนเกิดความหมายเรียกว่า ความหมายเชิงศักยภาพ (Potential Meaningfulness)

2. ผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่เข้ากับความรู้ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา

นอกจากนี้ออซูเบลได้สรุปว่าเงื่อนไขที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมี 3 เงื่อนไข ได้แก่

1. ลักษณะของเนื้อหาต้องมีความสัมพันธ์กับสมมติฐานทางโครงสร้างทางปัญญาในลักษณะที่มีความหมายเชิงตรรกะ
2. ผู้เรียนต้องมีความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาหรือสิ่งที่เรียน
3. ผู้เรียนต้องมีความพยายามหรือความตั้งใจที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา

1.2.3 องค์ประกอบของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel, 1968 อ้างถึงใน ศิริลักษณ์ หย่างสุวรรณ, 2543: 16-17) ได้สรุปว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. การจัดระบบของเนื้อหา (เนื้อหาในหลักสูตร) เนื้อหาที่จะใช้สอนให้กับผู้เรียน จะไม่เน้นให้นักเรียนท่องจำ แต่ควรให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และมีความสัมพันธ์กันในลักษณะลำดับขั้น มีความเหมือนและความต่างของเนื้อหาที่จะให้ผู้เรียน

สังเกตและเปรียบเทียบ ไม่มีรายละเอียดมากนัก จะช่วยให้ผู้เรียนจับประเด็นสำคัญและหาความสัมพันธ์ลักษณะเชิงลำดับชั้นได้

2. วิธีการที่ผสมเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ (วิธีการเรียนรู้) ผู้เรียนสามารถนำเทคนิคต่างๆ เช่น การใช้แผนภาพ แผนภูมิ แผนผัง ตารางหรือสัญลักษณ์ต่างๆ เข้ามาประกอบในการทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนให้กระจ่างมากขึ้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างของเนื้อหา ทราบลักษณะสำคัญของเนื้อหาที่เรียนโดยใช้สิ่งต่างๆ ข้างต้นช่วยในการสรุปเนื้อหา

3. วิธีการนำความรู้ใหม่ในหลักสูตรและวิธีการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้เมื่อต้องนำเสนอความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน (การเรียนการสอน) ออซูเบลเชื่อว่าในสมองของมนุษย์มีการจัดความรู้ต่างๆ ที่ได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบในลักษณะที่เป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากมโนทัศน์ที่กว้างและครอบคลุม จนถึงมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจง ดังนั้นการเรียนรู้ที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงควรเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายที่ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้ว ควรให้ผู้เรียนฝึกหัดการเชื่อมโยงเนื้อหาอย่างต่อเนื่อง ไม่ใช้การท่องจำ หรือผู้สอนบรรยายแต่เพียงผู้เดียว

1.2.4 หลักการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ออซูเบล (Ausubel, 1968: 506-510) ได้เสนอหลักการที่สำคัญในการจัดการเรียนการสอนไว้ 2 ประการ ดังนี้

1. การจัดลำดับแนวคิดที่เป็นหลักกว้างๆ ก่อนที่จะนำเสนอสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยและเฉพาะเจาะจง (Progress Differentiation) จากหลักการของออซูเบลที่กล่าวว่าการเรียนรู้ที่มีความหมายจะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำความรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เกิดเป็นมโนทัศน์ที่มีความหมายกว้าง ซึ่งอยู่ด้านบนสุดของโครงสร้างทางปัญญา และมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงจะอยู่ถัดลงมาในลักษณะเป็นลำดับชั้น กระบวนการแยกแยะความแตกต่างเชิงก้าวหน้าจะเพิ่มขึ้น ถ้าผู้เรียนมีโอกาสได้ร่วมอภิปรายร่วมกันจะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่เรียนได้ดีขึ้น

2. การผสมผสานความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมอย่างค่อยเป็นค่อยไปเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Integrative Reconciliation) ซึ่งการเรียนรู้ที่มีความหมายเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ถ้าผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์ทำให้เกิดความสัมพันธ์ใหม่ และเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์จะทำให้เกิดการประสานสัมพันธ์เชิงบูรณาการของมโนทัศน์ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายเพิ่มขึ้น

ชูเอลและมอแรน (Shuell and Moran อ้างถึงใน สุปรียา ต้นสกุล, 2540:

10) ได้รวบรวมหลักการเรียนรู้ที่มีความหมายจากงานวิจัยและทฤษฎีต่างๆ มาสรุป ดังนี้

1. ความคาดหวัง (Expectation) การเรียนรู้ที่มีความหมายจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อผู้เรียนมีความคาดหวังว่าเรียนแล้วจะได้อะไร ดังนั้นผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนรับทราบถึงจุดมุ่งหมายของการเรียนว่าต้องทำอะไร อย่างไร และจะได้ผลสัมฤทธิ์อะไรบ้าง

2. การจูงใจ (Motivation) การสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนพยายามและอดทนต่อการเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3. การกระตุ้นความรู้เดิม (Prior Knowledge Activation) ความรู้เดิมมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ มีอิทธิพลต่อความเข้าใจในสิ่งนั้น ดังนั้นผู้สอนต้องใช้กลวิธีในการกระตุ้นความรู้เดิมและส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่จะเรียนกับความรู้เดิม และผู้สอนต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนตระหนักว่าเขาจะรู้อะไรแล้ว และเขาจะรู้อะไรอีก ผู้สอนอาจใช้คำถามหรือตรวจสอบว่าผู้เรียนรู้อะไร รู้อย่างไร

4. ความใส่ใจ ความใส่ใจเป็นขั้นตอนแรกของการเลือกรับข้อมูล ถ้าผู้เรียนให้ความใส่ใจต่อข้อมูลนั้นก็จะถูกดึงเข้าสู่ความจำเชิงปฏิบัติการ (Network Memory) เพื่อพร้อมที่จะทำงานต่อไป ดังนั้นผู้สอนต้องนำเสนอสิ่งที่เรียนที่มีความน่าสนใจ รวมทั้งใช้กลวิธีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนใส่ใจกับข้อมูลนั้น

5. การเข้ารหัสข่าวสารเป็นกระบวนการสร้างตัวแทนทางความคิด (Mental Representation) ที่มีพื้นฐานมาจากลักษณะการเรียนรู้ที่เด่นชัด (Critical Features of Learning Tasks) กระบวนการนี้เกิดขึ้นเมื่อข้อมูลในความจำปฏิบัติการเคลื่อนเข้าสู่ความจำระยะยาวโดยเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับสิ่งที่รู้แล้วในความจำระยะยาว การเชื่อมโยงนี้ต้องทำให้มี

ลักษณะที่เด่นชัดให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยผู้สอนต้องช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งผู้สอนสามารถส่งเสริมกระบวนการเหล่านี้ได้ 4 วิธี ดังนี้

5.1 จัดกิจกรรม (Activity) กระตุ้นให้คิด วิเคราะห์สิ่งที่เรียนให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา มีการทดสอบย่อย

5.2 การจัดระเบียบ (Organization) เป็นกระบวนการจัดกลุ่มข้อมูลเข้าสู่ประเภทหรือรูปแบบให้เกิดความหมายนั้นผู้สอนควรช่วยให้ผู้ช่วยผู้เรียนเข้ารหัสข้อมูลโดยจัดระเบียบข้อมูลใหม่และนำสิ่งที่จัดระเบียบใหม่นี้เข้าสู่โครงสร้างอย่างเป็นระบบ วิธีสอนได้แก่ การใช้แผนภูมิและตารางสัมพันธ์ (Chart and Matrix as Organizers) การจัดลำดับขั้น (Hierarchies as Organizers) การจัดระเบียบอื่นๆ เช่น กราฟ ไดอะแกรม ตาราง

5.3 การขยายความ (Expanding) เป็นกระบวนการเพิ่มจำนวนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับความรู้เดิมที่มีอยู่ เช่น การให้ตัวอย่างที่นอกเหนือจากบทเรียนให้ผู้เรียนได้คิด

5.4 การใช้สิ่งช่วยจำ (Mnemonic Devices) เช่น การสร้างจินตนาการ

5.5 การเปรียบเทียบ (Comparison) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนมองเห็นความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระดับสูง ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบความคล้ายคลึง ความแตกต่างของมโนทัศน์และข้อเท็จจริงต่างๆ

5.6 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesis Generation) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำและเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

5.7 การทบทวน (Repetition) การเรียนรู้อย่างมีความหมายต้องใช้เวลา ผู้สอนสามารถใช้สื่อ และวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำซ้ำเพื่อเชื่อมโยงให้เกิดความสัมพันธ์

5.8 การป้อนกลับ (Feedback)

5.9 การประเมินผล (Evaluation)

5.10 การควบคุม (Monitoring) กระบวนการเรียนรู้ต้องมีการควบคุมโดยผู้สอนและผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตน ดังนั้นการเรียนการสอนจึงต้องมีการทดสอบทั้งโดยผู้สอนและผู้เรียนทดสอบตนเอง (Self-testing)

5.11 การรวมกัน การบูรณาการ การสังเคราะห์(Combination, Integration, Synthesis) เพื่อให้การเรียนรู้พัฒนาขึ้น ต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลทีละจุดกระจาย หรือเป็นส่วนย่อยเข้าสู่การสังเคราะห์ และการบูรณาการหลายๆ วิธี เช่น ผู้สอนสามารถใช้ ตาราง แผนภาพ โครงสร้างที่จัดระเบียบ (Organizational Schema)

1.3 ประเภทของแนวคิดนำ

โปรเจอร์และคณะ (Proger et al, 1970: 28) ได้แบ่งการนำเสนอแนวคิดนำตาม ช่วงเวลาของการสอน ดังนี้

1. เสนอก่อนการสอน (Advance Organizer) หมายถึงการเสนอแนวคิดนำก่อน การเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเห็นขอบข่ายของเนื้อหาอย่างกว้างๆ ก่อนที่จะเริ่มเรียน
2. เสนอระหว่างสอน (Concurrent Organizer) หมายถึง การเสนอแนวคิดนำ ในขณะที่การเรียนการสอนกำลังดำเนินอยู่ จะทำหน้าที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา สามารถ แยกแยะได้ว่าส่วนไหนเป็นส่วนสำคัญของเรื่อง วิธีการนี้จะเน้นให้ผู้เรียนสนใจเฉพาะส่วนที่ ต้องการเน้นความสนใจส่วนอื่นจะลดน้อยลง
3. เสนอหลังการสอน (Post Organizer) หมายถึง การเสนอแนวคิดนำไว้ตอนท้าย ของเรื่องหรือหลังบทเรียน จะทำหน้าที่เป็นบทสรุปในส่วนที่เป็นใจความสำคัญของเรื่องที่เรียน

ลูคัส (Lucus, 1972: 339-A) ได้แบ่งการเสนอแนวคิดนำตามชนิดของสื่อ โดยแบ่ง ออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. ชนิดโสตสัมผัส (Audio Organizer) เป็นการเสนอแนวคิดนำชนิดเสียง โดยให้ ผู้เรียนได้รับสัมผัสด้วยหู
2. ชนิดจักษุสัมผัส (Visual Organizer) เป็นการเสนอแนวคิดนำชนิดภาพ โดยให้ ผู้เรียนได้รับสัมผัสจากการมองเห็น
3. ชนิดการเขียนหรือสิ่งพิมพ์ (Written Organizer) เป็นการเสนอแนวคิดนำชนิด การเขียนหรือสิ่งพิมพ์ โดยให้ผู้เรียนได้อ่านบทสรุปโดยย่อของเรื่องที่เรียน

จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1980: 77-79) แบ่งการเสนอแนวคิดนำตามแนวคิดของออสซูเบล ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. การเสนอแนวคิดนำแบบอธิบาย (Expository Organizer) การเสนอแนวคิดนำประเภทนี้จะช่วยได้มากเมื่อต้องสอนความรู้ใหม่ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพรวมหรือความสัมพันธ์ของประเด็นหลักๆ ที่จะต้องเรียน รวมทั้งประเด็นสำคัญย่อยๆ ในแต่ละแนวคิดหลักว่ามีอะไรบ้าง

2. การเสนอแนวคิดนำแบบเปรียบเทียบ (Comparative Organizer) การเสนอแนวคิดนำประเภทนี้เหมาะที่จะใช้สอนมโนทัศน์ใหม่ที่คล้ายคลึงกับมโนทัศน์เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ในโครงสร้างทางความคิดของเขาอยู่แล้ว การเสนอแนวคิดนำแบบเปรียบเทียบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่ หลีกเลี่ยงความสับสนที่อาจเกิดจากความคล้ายคลึงกันของมโนทัศน์ทั้งสอง

1.4 รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ

รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ (Advance Organizer Model) มีองค์ประกอบของรูปแบบ 4 กลุ่มได้แก่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2544: 23, วารีย์ ถึงกลาง, 2545: 7)

1. ลำดับขั้นตอนการสอน (Syntax ของรูปแบบการสอน) ผู้ใช้

รูปแบบการสอนจะต้องสอนตามลำดับ ขั้นตอนการสอนนี้ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ระยะ (Three Phase of Activity) คือ

ระยะที่ 1 : การนำเสนอแนวคิดนำ (Presentation of Advance Organizer) ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบุดจุดประสงค์ของบทเรียนที่ชัดเจน
2. นำเสนอแนวคิดนำ
3. ทบทวนความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่

ระยะที่ 2 : การเสนอกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน (Presentation of Task or Material) ซึ่งประกอบด้วย

1. เสนอสื่อการสอน ที่มีการจัดระบบของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลำดับ
อย่างเหมาะสม ชัดเจน

2. ทำให้ผู้เรียนคงความสนใจตลอดเวลา

ระยะที่ 3 : การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดระบบการเรียนรู้
(Strengthening Cognitive Structure) ซึ่งประกอบด้วย

1. ใช้หลักการบูรณาการความรู้ให้กลมกลืน
2. ส่งเสริมผู้เรียน มีการรับรู้อย่างกระฉับกระเฉง
3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดหลักของเนื้อหา
4. ช่วยขยายความ ให้ชัดเจน

กิจกรรมต่างๆ ในแต่ละระยะจะช่วยเพิ่มความชัดเจนและความคงทน
ให้กับเนื้อหาใหม่ ผู้เรียนจะต้องกระทำกับข้อมูลที่ได้รับเข้าไป โดยเชื่อมความรู้ใหม่เข้ากับความรู้
และประสบการณ์เดิมในโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่ โดยการพินิจพิเคราะห์ความรู้เหล่านั้น

รายละเอียดของรูปแบบการสอนแต่ละระยะมีดังนี้

ระยะที่ 1 (Phase 1) ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม คือ ระบุ
จุดประสงค์ของบทเรียนให้ชัดเจน นำเสนอแนวคิดนำ และพิจารณาถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง
การระบุจุดประสงค์ของบทเรียนให้ชัดเจน เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนมี
ความสนใจ และทราบเป้าหมายของเขา ซึ่งความสนใจและการรู้เป้าหมาย จำเป็นในการส่งเสริม
การเรียนรู้ที่มีความหมาย (จุดประสงค์ที่ชัดเจนยังมีประโยชน์ต่อครูในการเตรียมการสอนอีก
ด้วย)

การเสนอแนวคิดนำจะประกอบไปด้วยกลุ่มมโนทัศน์หลักของเรื่องราว
หรือเนื้อหา วิชาที่เรียนซึ่งจะต้อง มีลักษณะดังนี้

1. มีความชัดเจนในความคิด และกะทัดรัดมากกว่าสื่อการเรียนที่ใช้ใน
การสอน ส่วนที่สำคัญที่เป็นลักษณะเฉพาะของการเสนอแนวคิดนำ คือ เป็นระดับนามธรรมที่สูง
กว่าสื่อการสอน สิ่งนี้เองที่ทำให้การเสนอแนวคิดนำแตกต่างจากการทบทวน หรือการนำเข้าสู่
บทเรียน
2. ไม่ว่าจะเป็นการเสนอแนวคิดนำแบบอธิบาย หรือแบบเปรียบเทียบ
แนวคิดหลักที่เป็นมโนทัศน์ ต้องระบุออกมาอย่างชัดเจน พร้อมกับอธิบายสั้นๆ มีการกล่าวถึง
ลักษณะที่สำคัญมีคำอธิบายประกอบ และยกตัวอย่างให้เห็น ในการนำเสนอแนวคิดนำนั้นไม่ควร
ยืดเยื้อจนเกินไป แต่ต้องพอเหมาะที่ผู้เรียนจะรู้ได้ทันที เมื่อเห็นเข้าใจได้อย่างแจ่มชัดและสามารถ

เชื่อมโยงกับสื่อหรือกิจกรรมการเรียนการสอนที่นำเสนอ ถ้าเป็นคำศัพท์เฉพาะใหม่ๆ ผู้สอนสามารถเสนอซ้ำๆ เพื่อเป็นการเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับคำนั้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้น

ระยะที่ 2 (Phase 2) จะเป็นการเสนอสื่อการเรียนการสอน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของการบรรยาย การอภิปราย การชมภาพยนตร์ การทดลอง หรือการอ่าน สิ่งสำคัญ 2 ประการในระยะนี้คือ

1. การทำให้ผู้เรียนคงความสนใจอยู่ตลอดเวลา
2. การจัดระบบของสื่อการเรียนให้ชัดเจน และการนำเสนอเป็นลำดับเหมาะสมเพื่อให้นักเรียนสามารถเห็นทิศทาง และสามารถเชื่อมโยงประสานสัมพันธ์ของแต่ละเนื้อหาที่เรียนได้

ระยะที่ 3 (Phase 3) เพื่อทำให้การจัดระบบความรู้ใหม่ในโครงสร้างทางสติ ปัญญาของผู้เรียนแข็งแกร่งขึ้น ออกซุเบลได้ระบุกิจกรรมที่จะทำให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว 4 กิจกรรมคือ

1. การสนับสนุนให้เกิดการบูรณาการความรู้อย่างกลมกลืนในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับโครงสร้างทางสติปัญญาที่ผู้เรียนมีอยู่ ทำได้หลายวิธี โดย
 - 1.1 เตือนความจำของผู้เรียน เกี่ยวกับแนวคิดหลักที่เรียน (เป็นภาพรวมใหญ่)
 - 1.2 ให้ผู้เรียนสรุปลักษณะเฉพาะหลักๆ ของความรู้ใหม่
 - 1.3 ให้ทบทวนคำจำกัดความที่ชัดเจน
 - 1.4 ถามถึงความแตกต่างระหว่างประเด็นหลักที่ได้จากแต่ละเนื้อหา
 - 1.5 ให้ผู้เรียนอธิบายว่าสื่อการเรียน ส่งเสริมหรือสนับสนุนมโนทัศน์หรือข้อความที่นำเสนออย่างไร
2. การจัดสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้อย่างกระฉับกระเฉง ครูสามารถกระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิดดังนี้
 - 2.1 ให้ผู้เรียนอธิบายว่าความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เขามีอยู่แล้วอย่างไร
 - 2.2 ให้ผู้เรียนลองยกตัวอย่างเพิ่มเติม เกี่ยวกับมโนทัศน์หรือข้อความในกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 ให้ผู้เรียนอธิบายประเด็นสำคัญของเนื้อหาด้วยคำพูดของนักเรียนเองและอ้างอิงสิ่งที่นักเรียนมีอยู่แล้วในโครงสร้างทางสติปัญญา

2.4 ให้ผู้เรียนได้พิจารณาหรือวิเคราะห์ โดยการพิจารณาหลายแง่หลายมุม

2.5 ให้ผู้เรียนเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ หรือประสบการณ์เดิมที่ต่างไปจากความรู้ใหม่ โดยถามให้นักเรียนบรรยายถึงความแตกต่างของเนื้อหา ประสบการณ์ และนำมาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้อย่างไร เชื่อมโยงกันได้ตรงไหน

3. การวิเคราะห์เนื้อหาให้แจ่มชัดแก่ผู้เรียน

4. การทำให้เกิดความชัดเจนแจ่มแจ้ง ในกรณีที่ผู้เรียนอาจมีปัญหาเกี่ยวกับสื่อการเรียน บางส่วนที่ยังไม่ชัดเจน ผู้สอนอาจช่วยในการอธิบายให้ชัดเจนเพิ่มเติมทบทวนสิ่งที่นำเสนอไปแล้ว ตลอดจนอธิบายการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในการสอนแต่ละครั้งคงไม่สามารถใช้เทคนิคทั้งหมดใน 4 กิจกรรมดังกล่าวแล้วควรขึ้นอยู่กับเวลาที่มี หัวข้อของเนื้อเรื่อง และสภาพการเรียนรู้ขณะนั้นๆ ซึ่งสิ่งสำคัญคือ ผู้สอนต้องตระหนักถึงเป้าหมายทั้ง 4 ในกิจกรรมระยะที่ 3 ซึ่งจะเป็นเทคนิคที่ทำให้รูปแบบการสอนมีประสิทธิภาพสมบูรณ์

2. บทบาทและความสัมพันธ์ระหว่างครูและผู้เรียน (Social

System)

รูปแบบการสอนนี้ เน้นโครงสร้างทางสติปัญญามาก ผู้สอนจะต้องคอยควบคุมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสื่อการเรียน (Learning Material) กับแนวคิดนำ (Organizer) ให้ได้ และยังต้องช่วยให้ผู้เรียนแยกความแตกต่างระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้เดิม โดยเฉพาะในระยะที่ 3 ผู้สอนจะมีบทบาทในการดำเนินการ เพื่อช่วยให้โครงสร้างทางสติปัญญาของผู้เรียนให้แข็งแกร่งขึ้น ความสำเร็จของการสอนแบบนี้ขึ้นอยู่กับ

2.1 ผู้เรียนปรารถนา (desire) ที่จะผสมผสานความรู้ใหม่ให้กลมกลืนกับความรู้เดิม

2.2 คุณภาพของการเสนอแนวคิดนำ และการจัดลำดับกิจกรรมการเรียนของครู (Learning Task or Materials)

3. ปฏิกริยาของครูที่มีต่อพฤติกรรมของผู้เรียน (Principle of Reaction)

ปฏิกริยาการตอบสนองของครูนั้น ควรกระทำเพื่อสนองเป้าหมายที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งที่เรียนใหม่อย่างแจ่มชัด

4. สิ่งที่ช่วยในการสอน (Support System)

สิ่งที่ช่วยสนับสนุนให้การสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีประสิทธิภาพได้แก่

4.1 สื่อต่างๆ ที่ได้รับการจัดระบบเป็นอย่างดี

4.2 การเสนอแนวคิดนำที่มีประสิทธิภาพ

1.5 ประโยชน์ของการเสนอแนวคิดนำ

แอนเดอร์สันและออสซูเบล (Anderson and Ausubel, 1965 อ้างถึงใน ไสว พักขาว, 2536: 91) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเสนอแนวคิดนำไว้ดังนี้

1. ในการเรียนมโนทัศน์ยากๆ แนวคิดนำจะมีประโยชน์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถสูง เพราะช่วยจัดระบบการคิดก่อนเรียนทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ และเป็นผลดีต่อนักเรียนที่มีความสามารถต่ำและผู้เรียนที่เคยเข้าใจเนื้อหาผิดๆ อีกด้วย

2. ถ้าแนวคิดนำมีความชัดเจน เทียงตรง และจัดไว้ดีแล้วจะช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำ

3. ช่วยในการเรียนที่ต้องการให้มีความรู้พื้นฐานก่อน

ออสซูเบลและโรบินสัน (Ausubel and Robinson, 1969 อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมอุ้นจารย์, 2529: 74) ได้กล่าวถึงคุณค่าของแนวคิดนำไว้ดังนี้

1. ใช้เป็นบทนำที่ช่วยอธิบายล่วงหน้าก่อนเรียนเรื่องใหม่แก่ผู้เรียน

2. ช่วยแสดงความรู้หรือมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องและเพิ่มผลการเรียนรู้เนื้อหาใหม่

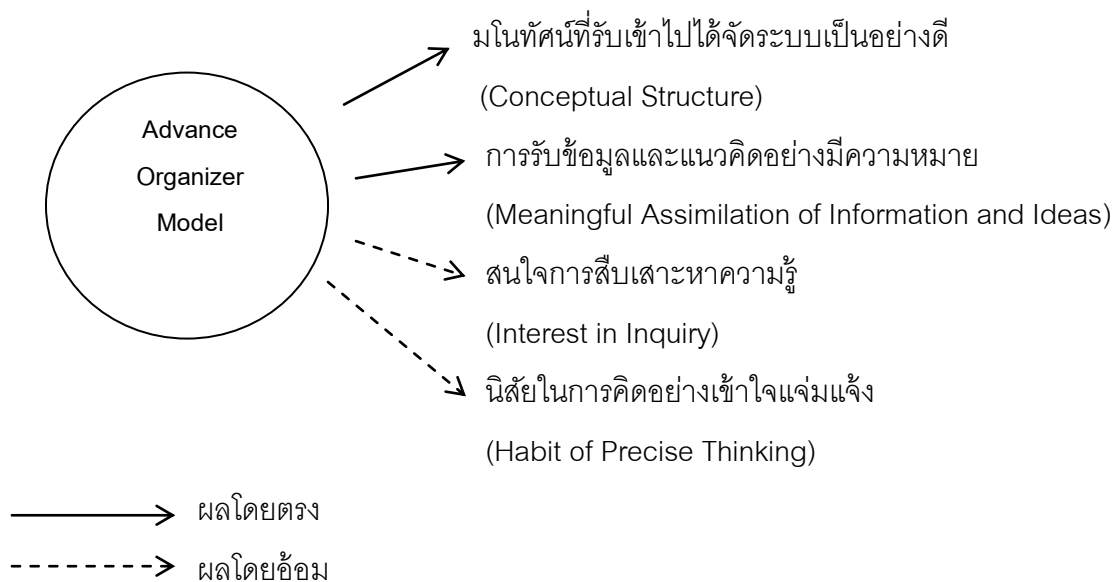
ฮาร์ทลีย์ และเดวีส์ (Hartley and Devies, 1976: 129) กล่าถึงประโยชน์ของแนวคิดนำไว้ดังนี้

1. ช่วยเตรียมโครงสร้างทางสติปัญญาสำหรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ของผู้เรียน
2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสามารถแยกแยะ และมองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้เดิมและความรู้ใหม่

ฮอลซ์แมน, อัลเลนและเลย์ (Holzman, Allen and Layne, 1981 อ้างถึงใน กรุณา สืบอุดม, 2536: 21-22) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการเสนอแนวคิดนำไว้ 2 ประการคือ

1. การเสนอแนวคิดนำช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้
2. การเสนอแนวคิดนำเป็นเครื่องมือซึ่งส่งเสริมความจำและระลึกถึงเนื้อหาที่เรียนได้

จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1996: 217) ได้กล่าวถึงการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำว่า จะเกิดผลโดยตรงแก่นักเรียนคือ ทำให้มีโน้ตชนที่เข้ารับเข้าไปได้รับการจัดระบบเป็นอย่างดี เกิดการรับข้อมูลและแนวคิดอย่างมีความหมาย และมีความคงทน นอกจากนี้ยังให้ผลในการส่งเสริม คือ อาจจะทำให้เรียนสนใจการสืบเสาะหาความรู้ และมีนิสัยการคิดอย่างเข้าใจแจ่มแจ้ง ดังแสดงในภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงผลโดยตรงและผลโดยอ้อมของการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1980: 218)

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ

งานวิจัยในประเทศ

จันทร์แรม สุวรรณไตรย์ (2532:96-99) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนอนุบาลขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 81 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 41 คน กลุ่มควบคุม 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุษราภรณ์ สีดาตาน (2544: 66-73) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยเน้นรูปแบบการสอนใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนบงเหนือวิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษาจังหวัดสกลนคร จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราส่วนและร้อยละภายหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการ

เสนอแนวคิดนำสูงขึ้นไปเล็กน้อย และผลการใช้รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ ช่วยให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เช่น มีความสามัคคีในกลุ่ม รับผิดชอบต่อตนเองและส่วนรวม และความมีระเบียบวินัย

มะลิวัลย์ กองชัย (2539: 78-86) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2538 จำนวน 64 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งทิพา ศิริภักดิ์ (2541: 89-96) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างวิธีสอนใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำกับการสอนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนขอนแก่นพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วารีย์ ถึงกลาง (2545: 71-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนโนนไทยคุรุอุปถัมภ์ อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และนักเรียนเห็นด้วยต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำอยู่ในระดับมาก

สำรวจ โจเซบสันเทียะ (2541: 111-115) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 การสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนด้านขุนทด สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอด้านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 66 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .05

สุวดี ศรีนุเสน (2535: 107) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พหุนาม ระหว่างวิธีสอนที่ใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำกับการสอนตามปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2534 โรงเรียนกัลยาณวัตร อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 102 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีนักเรียนกลุ่มละ 51 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยต่างประเทศ

คลีเบิร์นและวิลเลียม (Cliburn and William , 1985: 162) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำกับการสอนแบบบรรยายกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปีที่ 3 ในมหาวิทยาลัยมิสซิสซิปปี ที่เรียนวิชากายวิภาคศาสตร์และสรีระศาสตร์ โดยสุ่มมาเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้เวลา 3 สัปดาห์ มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการปฏิบัติ และคะแนนทดสอบหลังเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุม การสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำจะช่วยให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ และทำให้นักเรียนสรุปสาระสำคัญของเนื้อหาได้

เคนเนดี (Kennedy อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมบูรณ์จารย์, 2529: 87) ได้ศึกษาผลของการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า 2 แบบคือ แบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องที่เรียน และแบบบทนำที่กล่าวถึงที่มาของเรื่อง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับวิทยาลัย จำนวน 60 คน เนื้อหาที่ใช้เป็นวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องระบบเมตริกซ์ ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนที่มีการเสนอแนวคิดว่าทั้ง 2 แบบ ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับประสบการณ์ทางการเรียนต่างกัน ไม่แตกต่างกัน
3. บทเรียนที่ใช้การเสนอแนวคิดว่าแบบบทย่อที่มีใจความตรงกับเนื้อเรื่องที่เรียน ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าบทเรียนที่ใช้การเสนอแนวคิดว่าแบบบทนำที่กล่าวถึงที่มาของเรื่อง
4. นักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง มีความคงทนในการจำเนื้อหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำ

ณัฐสุดา เรืองรุจิรา (Natsuda Ruangruchira, 1992 อ้างถึงใน รุ่งทิวา ศิริภักดิ์, 2541: 48) ได้ศึกษาผลของการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีทั่วไบนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและได้รับการสอนโดยการชี้แนะตามลำดับก่อนหลังตามลำดับ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยการชี้แนะตามลำดับก่อนหลัง และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ดาวนิง (Downing, 1994 อ้างถึงใน ธรรมาวดี ปาพะชัย, 2543: 42) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าในด้านผลของรูปแบบการสอน ซึ่งรายงานการวิจัยฉบับนี้สนับสนุนการพัฒนาวิธีการนำเสนอการสอนและการเรียนจากการอธิบาย บนพื้นฐานทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสซูเบล และวัตถุสื่อต่างๆ ที่มี รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่านี้ครูสามารถทำให้นักเรียนมีความรู้ในจำนวนมากอย่างมีความหมายและมีประสิทธิผลเท่าที่เป็นไปได้ ในขณะที่นักเรียนได้รับความรู้และมีความคงทนในการจำข้อมูล

ความรู้เหล่านั้น รูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำเป็นการเตรียมครูที่จะปรับปรุง การนำเสนอและการมีตัวอย่าง มีสื่อต่างๆ ให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้จากตัวเอง

ธิโบดิว (Thibodeau, 1999: Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลจากการใช้โมเดลการ เสนอแนวคิดนำกับนักเรียน เพื่อสังเกตความสามารถในการสื่อสารของครู ปัญหาในการศึกษาครั้งนี้ จะช่วยตัดสินว่า การเสนอแนวคิดนำมีอิทธิพลต่อนักเรียน จากผลการสังเกตความสามารถใน การสื่อสารของครูของพวกเขา มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหรือไม่ โดยใช้ครูสอน ภาษาอังกฤษนักเรียนระดับจูเนียร์ กลุ่มใหญ่ 1 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองกลุ่ม A ได้รับการแนะนำ เกี่ยวกับประวัติก่อนการเขียนบทเรียน กลุ่มทดลองกลุ่ม B ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการสอน แนวคิดนำก่อนเรียนบทเรียน และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าทัศนคติ และสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ริดวาน (Ridwan, 1944: Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้โมเดลการสอน แนวคิดนำแบบใช้สัญญาณและโครงสร้างกับนักเรียนจำนวน 157 คน และครู จำนวน 33 คน เพื่อศึกษาความเข้าใจในการอ่านเนื้อเรื่อง โดยจัดเงื่อนไข 4 แบบ คือ (a) ศึกษาเนื้อเรื่องที่บรรยาย โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำทั้งแบบสัญญาณและแบบโครงสร้าง (b) ศึกษาเนื้อเรื่องที่ บรรยายโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำแบบสัญญาณเท่านั้น (c) ศึกษาเนื้อเรื่องที่บรรยายโดยใช้ โมเดลการสอนแนวคิดนำแบบโครงสร้างเท่านั้น (d) ศึกษาเนื้อเรื่องโดยไม่ใช้โมเดลการสอน แนวคิดนำทั้งสองแบบ กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะได้รับการอ่านเนื้อเรื่อง 4 เรื่องที่แตกต่างกันตาม เงื่อนไข สรุปผลโดยการให้เขียนแสดงเหตุผลจากคำถามที่กำหนดให้ ซึ่งส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่าการ ใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำทั้งแบบใช้สัญญาณและแบบโครงสร้างทำให้มีความคงทนในการ เรียนรู้เพิ่มมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ไม่รู้ว่าการเสนอแนวคิดนำแบบใช้สัญญาณและแบบ โครงสร้างมีหน้าที่อะไร ในขณะที่ครูส่วนใหญ่ รู้ว่าปัจจัยทั้งสองอย่างนี้ ช่วยให้นักเรียนมีความ คงทนในการอธิบายเนื้อหาหลักที่สำคัญๆ

เย ไชออน เวนน์ (Yeh Shion Wen, 1996: 54) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้ด้วย ตัวเองของนักเรียนกับการใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำที่มีต่อการเรียนภาษาอังกฤษในลักษณะที่ เป็นภาษาต่างประเทศ โดยใช้บทเรียน CBIV (การสอนโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบโต้ตอบ) กลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนแล้วจึงแบ่งกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม คือ เก่ง

ปานกลาง และอ่อน จากนั้นตัดกลุ่มปานกลางออก ทดลองเฉพาะกลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน โดยใช้วิธีการ 4 อย่างคือ 1) เสนอแนวคิดว่าแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง 2) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) เสนอแนวคิดว่าแก่นักเรียนก่อนแล้วให้นักเรียนเรียนตามโปรแกรมควบคุม 4) ให้นักเรียนเรียนตามโปรแกรมควบคุม หลังจากทดลองแล้วให้นักเรียนทดสอบทันทีและให้นักเรียนทำแบบสอบ ถ้ามวัดเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า การเรียนโดยวิธีการที่ 1 คือ นำเสนอแนวคิดว่าก่อนแล้วให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองมีประโยชน์มากเป็นพิเศษสำหรับเด็กนักเรียนที่เรียนอ่อน นอกจากนี้ นักเรียนยังมีเจตคติต่อวิชาภาษาอังกฤษในเชิงบวกเป็นอย่างมาก

ลิวิงสตัน (Livingston, 1984: 112) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าโดยการแนะนำก่อนสอน และความคงทนทั้งในด้านปากเปล่า เนื้อหา และการวัดผลกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 210 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม เมื่อทำการทดลองโดยให้ทั้งสองกลุ่มอ่านข้อความ 24 ข้อความ จากนั้นทดสอบโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ หลังจากนั้นศึกษาในเรื่องความคงทนโดยทำการทดสอบอีกครั้งหลังจากผ่านไป 15 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าองค์ประกอบที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ ได้แก่ เวลา ความสามารถ การปฏิบัติ และคะแนนจากการทดสอบหลังจาก 15 สัปดาห์ผ่านไป พบว่าคะแนนไม่ได้ลดน้อยลง โดยคะแนนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและการสอนโดยการแนะนำก่อนสอนไม่แตกต่างกัน

เลกซิส (Lexis, 1986: 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ากับการสอนแบบให้นักเรียนอ่านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ในห้องปฏิบัติการชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนวิชาชีววิทยา ซึ่งได้มาจากการสุ่ม จำนวน 239 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยการอ่านเนื้อหา จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ และเขียนผลการทดลองได้ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าสามารถเขียนและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าและช่วยให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ออสซูเบล (Ausubel อ้างถึงใน ศักดิ์สิน สมอุนจารย์, 2529: 24) ได้ศึกษาผลของการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาจิตวิทยา ณ มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ จำนวน 120 คน กำหนดให้กลุ่มทดลองศึกษาบทความที่มีบทย่อ เรื่องที่ตรงกับเนื้อเรื่อง ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาบทความที่มีบทย่อเรื่องที่ไม่ตรงกับเนื้อเรื่อง

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลการเรียนรู้ และความคงทนในการจำเนื้อเรื่องได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม

ออสซูเบล (Ausubel อ้างถึงในเอ็อมพร, 2521: 53) ได้ศึกษาการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ เมื่อปี ค.ศ. 1960 โดยการศึกษาคั้งแรกเพื่อทดสอบสมมติฐานว่า “การเรียนรู้และความคงทนในการจำในเรื่องที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนจะทำให้ง่ายขึ้น ถ้ามีการเสนอแนวคิดนำก่อนที่จะมีการเรียนเนื้อหาใหม่นั้น” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 120 คน ให้อ่านบทความที่นักเรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน กลุ่มทดลองอ่านบทสรุปย่อเรื่องที่เสนอแนวคิดนำตรงกับเนื้อเรื่องในบทความ กลุ่มควบคุมอ่านบทย่อที่กล่าวถึงที่มาของเนื้อเรื่อง ผลการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนในการเรียนรู้และความคงทนในการจำสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โอปอง (Opong, 1980: 97) ได้ทดลองกับนักเรียนเกรด 9 โรงเรียนมัธยมจอร์เจีย 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำก่อนเรียนจากบทเรียน อีกกลุ่มหนึ่งไม่ได้ใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า กลุ่มที่ได้ใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้เรียนระดับต่ำกว่าเกณฑ์ได้ใช้ประโยชน์จากการเสนอแนวคิดนำมากกว่าผู้เรียนที่มีความสามารถสูง

โอเลียร์ (O'Leary, 1994 อ้างถึงใน บุชราภรณ์ สีดาตาน, 2544: 37) ได้ศึกษาผลการใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำในวิชาวิทยาศาสตร์ จากนักเรียนเกรด 7 จำนวน 89 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 44 คน และกลุ่มควบคุม 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองทำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

ครุคซังค์ และเซฟฟิลด์ (Cruikshank and Sheffield, 2000: 38) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์หมายถึง คำถามหรือสถานการณ์ที่ทำให้เกิดความสงสัย ซึ่งนักเรียนไม่คุ้นเคย ไม่สามารถหาวิธีการแก้ได้ทันทีทันใดหรือไม่ทราบวิธีการหาคำตอบได้ในขณะนั้น ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเกี่ยวกับจำนวนเท่านั้น ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพหรือการให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์โดยไม่เกี่ยวข้องกับจำนวน

ครูลิค และรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993: 6) กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่ต้องการการคิดสังเคราะห์ความรู้เพื่อหาทางออก ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้แก้ปัญหาใช้ความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิม ทักษะและความเข้าใจในการแก้ปัญหา/สถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย กระบวนการดังกล่าวเริ่มต้นด้วยการเผชิญปัญหาและหาข้อสรุปถึงคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหามองสังเคราะห์ในสิ่งที่ได้เรียนมาและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

บรัคเนอร์ (Bruckner, 1957: 301) กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อวานนี้อาจจะไม่ใช่ปัญหาในวันนี้ก็ได้

เบลล์ (Bell, 1978: 310) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า สถานการณ์ใดจะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง หากเขาต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้นแต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ทันที การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลนั้นๆ

อดัมส์ (Adams, 1977: 176) ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า หมายถึงสถานการณ์ที่เกี่ยวกับปริมาณและต้องมีการตัดสินใจลงมือทำเพื่อหาคำตอบ โดยที่ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาที่ใช้ภาษา เรื่องราวหรือคำพูดก็ได้

แอนเดอร์สัน และพินกรี (Anderson and Pingry, 1973: 228) กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบ ซึ่งผู้แก้ปัญหาก็แก้ปัญหานั้นได้ต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสภาพของปัญหา โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประสบการณ์และการตัดสินใจ ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญห สถานการณ์หนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งแต่อาจไม่เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่นก็ได้

กรมวิชาการ (2544: 10) กล่าวว่า “ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่จะพบในการเรียนคณิตศาสตร์ การแก้ไขปัญหานั้นๆ จะต้องใช้ความสามารถในการแก้ปัญหและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมา”

เบญจมาศ ฉิมมาลี (2550: 52) ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นคำถามหรือสถานการณ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ โดยที่ผู้ตอบไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที แต่ต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ และทักษะในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์มาประมวลเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดแนวทางหรือวิธีการในการหาคำตอบนั้นๆ

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 52) ได้ให้ความหมายว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบในรูปปริมาณหรือจำนวน รวมทั้งคำอธิบายให้เหตุผล ผู้คิดหาคำตอบไม่คุ้นเคยมาก่อน และไม่สามารถหาคำตอบได้ในทันทีทันใด สถานการณ์หรือคำถามข้อใดจะเป็นปัญหาหรือไม่ ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้คิดหาคำตอบ บางข้อเป็นปัญหาสำหรับบางคน แต่ไม่เป็นปัญหาสำหรับคนอื่นก็ได้

พิชากร แปลงประสพโชค (2540: 18) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาเป็นสถานการณ์ที่เราต้องแก้หรือหาทางออกของปัญหา แต่ยังมีสิ่งที่เป็นทางออกหรือ คำตอบของสถานการณ์ไม่ได้เนื่องจากมีอุปสรรคคบบังปัญญเราอยู่ ผู้แก้ปัญห หรือ บุคคลที่มีปัญหาและรู้

เป้าหมายที่ต้องบรรลุเพื่อแก้ปัญหานี้ๆ แต่ยังไม่มืเครื่องมือหรือวิธีการใดๆ อันจะนำไปสู่เป้าหมายนั้น

ยุพิน พิพิธกุล (2542: 5) ได้กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่นักเรียนไม่เคยเรียนมาก่อน มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญห

ราตรี เกตบุตรดา (2546: 38) กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ คำถามหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยมาก่อน ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ผู้แก้ปัญหจะต้องใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญห

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545: 15) ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งผู้ตอบไม่สามารถตอบได้ทันที การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และวิธีการที่เหมาะสมในการตัดสินใจ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 79) กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่มีเนื้อหาสาระ กระบวนการ หรือความรู้ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที การหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ประกอบกับความสามารถด้านการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการตัดสินใจ

สุพัตรา ผาติวิสันต์ (2535: 13) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหให้สำเร็จ

สมเดช บุญประจักษ์ (2550: 71) ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์สรุปได้ว่าเป็นสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ซึ่งปัญหาอาจอยู่ในรูปของตัวเลข สัญลักษณ์ รูปภาพ ข้อความ หรือเป็นโจทย์ปัญหา

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบ โดยผู้ตอบต้องอาศัยความรู้ประสบการณ์และวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.2 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

คุทซ์ (Kutz, 1991: 93) แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ตามการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหารoutineหรือโจทย์ปัญหา (Routine or word problem solving) เป็นปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยกับโครงสร้างลักษณะของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

2. การแก้ปัญหที่ไม่routine (Nonroutine or word problem solving) เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย มีโครงสร้างซับซ้อน ผู้แก้ปัญหจะต้องประมวลความรู้ มโนทัศน์และหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 ปัญหากระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการอย่างมีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาในรูปปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่ทำทนายและให้ความสนุกสนาน

ครูลิคและเรย์ (Krulik and Reys, 1980: 24) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่เป็นความรู้ความจำ
2. ปัญหาทางพีชคณิต
3. ปัญหาที่เป็นการประยุกต์ใช้
4. ปัญหาที่หาส่วนที่ขาดหายไป
5. ปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์

ชาร์ลและคณะ (Charles et al, 1987: 11-13) กล่าวถึงประเภทของปัญหา
คณิตศาสตร์ที่ครูควรสอนให้กับนักเรียน ได้แก่

1. ปัญหาขั้นตอนเดียว เป็นปัญหาที่ให้ผู้แก้ปัญหาต้องแปลงสถานการณ์ที่เป็นเรื่องราวให้เป็นประโยคทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ หาร ปัญหาประเภทนี้มักพบในการเรียนการสอนปกติ ยุทธวิธีพื้นฐานที่ใช้แก้ปัญหาขั้นตอนเดียว คือ การเลือกวิธีดำเนินการ
2. ปัญหาหลายขั้นตอน ปัญหาประเภทนี้ต่างจากปัญหาขั้นตอนเดียวที่จำนวนของการดำเนินการที่จำเป็นในการหาคำตอบ ปัญหาหลายขั้นตอนมีจำนวนการดำเนินการมากกว่าหนึ่งตัว ยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาหลายขั้นตอน คือ การเลือกการดำเนินการ
3. ปัญหากระบวนการ เป็นปัญหาที่ไม่สามารถแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์โดยการเลือกดำเนินการได้ทันที แต่ต้องใช้กระบวนการต่างๆช่วย เช่น การทำปัญหาให้ง่ายขึ้นการแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อยๆ การเขียนแผนภาพ การเขียนกราฟแทนปัญหา การแก้ปัญหาประเภทนี้ต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ เช่น การประมาณคำตอบ การเดาและตรวจสอบ การค้นหาแบบรูป การทำย้อนกลับ ปัญหากระบวนการหนึ่งอาจใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาได้หลายแบบ
4. ปัญหาการประยุกต์ บางครั้งเรียกว่า ปัญหาเชิงสถานการณ์ เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ทักษะ ความรู้ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งจะต้องใช้วิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูลทั้งที่โจทย์กำหนดและไม่ได้กำหนดให้ การจัดกระทำกับข้อมูล เป็นปัญหาที่จะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์

ชาร์ลและเลสเตอร์ (Charles and Lester, 1982: 6-10) แบ่งประเภทของปัญหา
คณิตศาสตร์ออกเป็น 6 ประเภท โดยพิจารณาตามเป้าหมายของการฝึก ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึก (Drill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอนวิธี และการคำนวณเบื้องต้น
2. ปัญหาข้อความอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาข้อความที่เคยพบ เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ต้องการฝึกให้คุ้นเคยกับการเปลี่ยนประโยคภาษาเป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาขั้นตอนเดียวมุ่งให้ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการคิดคำนวณ
3. ปัญหาข้อความที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาข้อความอย่างง่าย แต่เพิ่มเป็นปัญหาที่มี 2 ขั้นตอนหรือมากกว่า หรือมากกว่า 2 การดำเนินการ

4. ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน ไม่สามารถ เปลี่ยนเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็น ปัญหาย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหาเป็นการพัฒนา ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหาและการประเมินผลคำตอบ

5. ปัญหาการประยุกต์ (Applied problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้ มโนทัศน์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ เป็นสำคัญ เช่น การจัดกระทำ การรวบรวมและการแทนข้อมูล การตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลในเชิง ปริมาณ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการ มโนทัศน์ ข้อเท็จจริงในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ใน สถานการณ์ชีวิตจริง

6. ปัญหาปริศนา (Puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดา สุ่มไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ บางครั้งต้องใช้วิธีที่ ไม่ธรรมดา หรือต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้ง ปัญหาประเภทนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิด สร้างสรรค์ และมีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายมุมมอง

ดอสเสย์ (Dossey, 2005: 9) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์เป็น 3 ประเภท คือ

1. ปัญหาที่ต้องตัดสินใจ (Decision making) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องทำ ความเข้าใจปัญหา ลักษณะและข้อจำกัดของปัญหา สามารถแปลงข้อมูลของปัญหา เลือกรูปวิธีการ แก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัด สามารถตรวจสอบและประเมินการตัดสินใจ และสื่อสารคำตอบได้

2. ปัญหาที่ต้องวิเคราะห์และวางแผน (System analysis and design) เป็น ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาต้องวิเคราะห์ความซับซ้อนหรือสร้างการวางแผน จับประเด็นเหตุผลภายใน ปัญหาซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ อธิบายความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายใน ค้นหาสาเหตุหรือ คำตอบจากการวางแผน ประเมินค่าความสมเหตุสมผลแล้วเผยแพร่ได้

3. ปัญหาที่ต้องจับประเด็นปัญหา (Trouble shooting) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหา ต้องวิเคราะห์ถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เข้าใจถึงสาเหตุอันเนื่องมาจากปัญหา เช่น ขั้นตอนการทำ สามารถบ่งชี้ถึงจุดที่ทำให้เกิดภาวะวิกฤตได้ วิเคราะห์และหาคำตอบ และสามารถตรวจสอบหรือ พิสูจน์คำตอบแล้วเผยแพร่ได้

บาร์ดี (Baroody, 1993: 2-34) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากเป้าหมายในการหาคำตอบของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาชั้นเดียว (Simple Translation Problems) เป็นปัญหาที่ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ปัญหานั้นโดยตรง

2. ปัญหาไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ดังนี้

2.1 ปัญหาซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex Translation Problems) เป็นปัญหาที่จะต้องประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ตั้งแต่ 2 การดำเนินการขึ้นไปในการแก้ปัญหา

2.2 ปัญหาที่ต้องปรับใช้สิ่งอื่นของปัญหา (Other Modification of Translation Problem) เป็นการรวบรวมปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้วเปลี่ยนเป็นวิธีการอื่นๆ เพื่อต้องการความคิดวิเคราะห์ให้ได้แก่ ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิด หรือสิ่งที่ผิดของโจทย์ ปัญหาที่ต้องการประยุกต์คำตอบ ปัญหาที่ให้ข้อมูลมากๆ หรือข้อมูลน้อยๆ หรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง ปัญหาที่สามารถแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี ปัญหาที่ต้องการคำตอบมากกว่า 1 คำตอบ ปัญหาที่ต้องใช้ความอดทนในการแก้ปัญหา

2.3 ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาต้องใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา

2.4 ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) เป็นปัญหาที่มีเทคนิค และต้องการความคิดเชิง เป็นปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาประเภทนี้จะทำให้เกิดความสนุกสนานและท้าทาย

2.5 ปัญหาเฉพาะที่ไม่ระบุเป้าหมาย (Nongoal – Specific Problem) ปัญหาประเภทนี้มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด ซึ่งไม่ต้องการหาคำตอบหรือเงื่อนไขคำตอบ

2.6 ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ขยายจากสถานการณ์ในชีวิตจริง

2.7 ปัญหายุทธวิธี (Strategy Problem) กำหนดจุดมุ่งหมายที่จะต้องแก้ ผู้เรียนบางคนอาจจะมุ่งไปที่คำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ แต่ปัญหาประเภทนี้จะช่วยระบุหรือเน้นยุทธวิธีที่จะช่วยทำให้เข้าใจปัญหา และกระบวนการในการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1973: 154-156) ได้แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังนี้

1. ปัญหาให้ค้นหา (Problem to Find) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจอยู่ในรูปปริมาณหรือจำนวน ลักษณะของปัญหาจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการให้หา สิ่งที่กำหนดให้ และเงื่อนไขเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่ต้องการให้หา กับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2. ปัญหาให้พิสูจน์ (Problem to Prove) เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์เพื่อให้แสดงการให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ ส่วนประกอบของปัญหาประเภทนี้ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ สิ่งที่กำหนดให้หรือสมมติฐานและสิ่งที่ต้องพิสูจน์หรือผลสรุป

เมเยอร์และฮีการ์ที (Mayer and Hegarty, 1987: 32) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาู้วิธีการแก้ปัญหา ที่ถูกต้อง รู้ว่าต้องใช้วิธีการใดจึงจะเหมาะสม

2. ปัญหาไม่ธรรมดา (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาไม่ทราบในทันทีทันใดว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร

รัสเซล (Russell, 1961: 256) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบในแบบเรียนและหนังสือเรียนทั่วไป
2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน

เรย์และคณะ (Reys et al, 2004: 116) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่คุ้นเคย (Routine Problem) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการประยุกต์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มักอยู่ในรูปโจทย์ปัญหาที่เป็นถ้อยคำหรือเป็นเรื่องราว มีโครงสร้างของปัญหาไม่ซับซ้อนนักและคล้ายกับตัวอย่างหรือปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาเคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้นมาแล้ว

2. ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย (Nonroutine Problem) เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน แปลกใหม่สำหรับผู้แก้ปัญหา ในการแก้ปัญหาผู้แก้ปัญหามักต้องใช้ความรู้ และประสบการณ์หลายอย่างประมวลเข้าด้วยกันเพื่อกำหนดวิธีแก้ปัญหา

เลบลานซ์ (LeBlance, 1977: 17-25) แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่พบในหนังสือแบบเรียน
2. ปัญหาที่พบในหนังสือทั่วไปที่ไม่ใช่แบบเรียน

เลบลานซ์, พรราวฟิตและพุท (Leblanc, Proudfit and Putt, 1980: 105-106) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาในหนังสือเรียน (Standard Textbook Problem) เป็นปัญหาสำหรับเสริมสร้างหรือทำตามการดำเนินการเลขคณิต เช่น การคูณจำนวนเต็ม ลักษณะของปัญหาในหนังสือเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนเดียวหรือใช้ขั้นตอนที่เรียนผ่านมาแล้ว นักเรียนสามารถใช้สื่อรูปธรรมหรือบริบทในชีวิตจริง เป้าหมายของปัญหาในหนังสือเรียนคือสามารถระลึกได้ถึงข้อเท็จจริงพื้นฐาน ทักษะ ขั้นตอน การดำเนินการมูลฐาน มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเป็นปัญหาเชื่อมโยงระหว่างการดำเนินการและประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
2. ปัญหากระบวนการ (Process Problem) เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้กลวิธีหรือวิธีการที่ไม่เป็นขั้นตอน แต่ยังคงใช้ขั้นตอนวิธีในการแก้ปัญหา ปัญหาชนิดนี้กระตุ้นการใช้กระบวนการให้ได้คำตอบมากกว่าคำตอบที่ได้ ความสำเร็จของการแก้ปัญหาไม่ได้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ กฎ สูตร แต่ขึ้นอยู่กับการใช้กลวิธีมากกว่าหนึ่งกลวิธีในการหาคำตอบ ปัญหากระบวนการบางปัญหามีมากกว่าหนึ่งคำตอบ

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2536: 432-433) ได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับสาระ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในหนังสือทั่วไป เป็นปัญหาที่นำความรู้เกี่ยวกับวิธีคำนวณที่เรียนมาแล้วมาใช้หาคำตอบของสภาพการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ปัญหาชนิดนี้มุ่งขยายประสบการณ์ด้านการคิดคำนวณมากกว่าการเรียนรู้ด้านการแก้ปัญหาอย่างแท้จริง

2. ปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการ เป็นปัญหาที่มุ่งเน้นกระบวนการในการหาคำตอบ มากกว่าตัวคำตอบเอง ในการหาคำตอบบางครั้งไม่จำเป็นต้องนำการบวก ลบ คูณ หาร มาใช้ แต่ใช้กระบวนการคิดอื่นๆ ปัญหาชนิดนี้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดี และยังส่งเสริมวิธีการคิดอย่างสร้างสรรค์และสร้างความรู้สึกรักทำท่ายกอีกด้วย

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 53) ได้จำแนกปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ที่แตกต่างกันดังนี้

1. พิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 1.1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาที่ให้ค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจอยู่ในรูป ปริมาณจำนวน หรือให้หาวิธีการอธิบายให้เหตุผล
 - 1.2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริง หรือข้อความที่กำหนดให้เป็นเท็จ
2. พิจารณาจากตัวผู้แก้ปัญหาและความซับซ้อนของปัญหา สามารถแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 2.1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมากนัก ผู้แก้ ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา
 - 2.2. ปัญหาไม่ธรรมดา เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2550: 71) แบ่งประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ตาม ลักษณะของปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ฝึกทักษะ เป็นปัญหาที่ต้องการให้ใช้วิธีการและการดำเนินการทาง คณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ เป็นปัญหาที่คล้ายในบทเรียนปกติไม่ซับซ้อน เน้นให้ผู้เรียนได้ฝึก ทักษะการคำนวณฝึกขั้นตอนวิธี มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดความเข้าใจในมโนคติทาง คณิตศาสตร์และเกิดทักษะที่ต้องการ ปัญหาอาจอยู่ในรูปประโยคสัญลักษณ์หรือประโยคข้อความ
2. ปัญหาที่ใช้พัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้าง ซับซ้อนกว่าปกติ หรือเป็นปัญหาที่มีหลายขั้นตอน ผู้แก้ปัญหามองไม่เคยพบมาก่อน ในการ แก้ปัญหาต้องใช้ความรู้ ทักษะ มโนคติ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องมีการคิด

วางแผนและอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์ เช่น การรวบรวมข้อมูล การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ การจัดระบบ การประมวลผลและแปลความหมาย โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ความรู้วิธีการแก้ปัญหาและข้อเท็จจริงต่างๆ ในการหาคำตอบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งได้หลายประเภทขึ้นกับเกณฑ์ในการจำแนกตามแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่าน

2.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี

ครูกซางและเซฟเฟิลด์ (Cruikshank and Sheffield, 2000: 38) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีสรุปได้ว่า ควรเป็นปัญหาที่ทำให้ผู้แก้ปัญหาที่มีความสนใจและพยายามที่จะหาคำตอบ ปัญหาที่ดีไม่รวมถึงโจทย์ภาษาหรือโจทย์ที่เป็นเรื่องราวจากหนังสือแบบเรียนเท่านั้น เพราะนักเรียนมีความคุ้นเคย แก้ปัญหาได้และไม่เกิดความสนใจ

ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993: 10-20) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. น่าสนใจ ทำทลายความสามารถของนักเรียน และเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวผู้เรียน
2. ต้องใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการสังเกต
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอภิปรายและมีปฏิสัมพันธ์กัน
4. เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจในทศวรรษทางคณิตศาสตร์และการนำทักษะทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา
5. เป็นปัญหาที่นำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์และการสรุปนัยทั่วไปทางคณิตศาสตร์
6. มีวิธีการหาคำตอบมากกว่าหนึ่งวิธี และมีผลลัพธ์ได้หลายอย่างในขณะเดียวกัน

ครูลิคและเรย์ (Krulik and Reys, 1980: 280) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของผู้แก้ปัญหา กลวิธีที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ภาษาของผู้แก้ปัญหา

คลายด์ (Clyde, 1967: 108) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นต้น

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหา ควรใช้ภาษาหรือบรรยายในลักษณะที่ผู้แก้ปัญหาไม่ประสพการณ์และไม่ควรเป็นปัญหาธรรมดาๆ ไป

ทีสเซินและคณะ (Thiessen et al, 1989: 38) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีความเป็นปัญหาที่ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ น่าสนใจ ให้ความบันเทิงและเป็นปัญหาที่หลากหลาย เช่น ปัญหาปริศนาหรือเกมต่างๆ

บราน์และวอลเทอร์ (Brown and Walter, 1983: 171-172) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาที่ดีสำหรับนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาควรเป็นข้อพิสูจน์ที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นจริง ความถูกต้องแน่นอน
2. สถานการณ์ของแต่ละปัญหา ควรนำมาซึ่งสิ่งที่เป็นจริงหรือลอกเลียนแบบจากสิ่งที่เป็นจริง

3. ปัญหาควรเป็นสิ่งที่น่าสนใจจากนักเรียน

4. ปัญหาควรให้โอกาสสำหรับวิธีการที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหา

5. ลักษณะของปัญหาควรมีความเป็นไปได้

6. ปัญหาควรสร้างให้นักเรียนมีความเชื่อว่าเขาสามารถแก้ปัญหาได้ และรู้ว่าเมื่อไหร่จะได้คำตอบ

เลอบลานซ์และคณะ (LeBlanc et al, 1980: 106-107) ได้เสนอแนะลักษณะของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจสำหรับใช้สอนในชั้นเรียน สรุปได้ว่า ครูต้องเลือกหรือออกแบบปัญหาที่นักเรียนสนใจ การนำเข้าสู่ประเด็นปัญหาและร่วมมือกันทำให้ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา การเลือกปัญหาจะต้องเหมาะสมกับระดับความยากซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ องค์ประกอบที่ทำให้ปัญหาเกิดความยากโดยทั่วไปมีอยู่ 4 องค์ประกอบ คือ

1. การเลือกใช้คำศัพท์
2. ความยาวและโครงสร้างของถ้อยคำหรือประโยค
3. ขนาดและความซับซ้อนของจำนวน
4. การตั้งปัญหาหรือการแสดงผลปัญหา

กรมวิชาการ (2544: 18) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี สรุปได้ดังนี้

1. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุม ถูกต้อง เข้าใจง่าย
2. แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด ทำทาย

ความสามารถของนักเรียน

3. ไม่สั้นหรือยาวเกินไป
4. ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับวัยของนักเรียน
5. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน
6. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบพิจารณาแก้ปัญหาได้
7. เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน
8. ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง
9. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี
10. สามารถใช้การวาดภาพลายเส้น แผนภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยใน

การแก้ปัญหา

ประเสริฐ แสงสุมาตย์ (2533: 11) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดี

สรุปได้ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่สัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหาและชีวิตประจำวัน
2. เป็นปัญหาที่ใช้ภาษาในลักษณะที่เข้าใจง่าย
3. เป็นปัญหาที่เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน
4. เป็นปัญหาที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับผู้เรียน
5. เป็นปัญหาที่ให้โอกาสแก่ผู้แก้ปัญหาใช้ทักษะเบื้องต้นในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 90) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่าสิ่งที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ ตัวปัญหา ที่จะนำมาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ และกล่าวถึง ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ทำทลายความสามารถของผู้เรียน ต้องเป็นปัญหาที่ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ถ้าง่ายเกินไป อาจไม่ดึงดูดความสนใจ ไม่ท้าทาย แต่ถ้ายากเกินไป ผู้เรียนอาจท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ
2. สถานการณ์ของปัญหาเหมาะกับวัยของผู้เรียน สถานการณ์ของปัญหาควรเป็นเรื่องที่ไม่ห่างไกลเกินไปกว่าที่ผู้เรียนจะทำความเข้าใจปัญหาและรับรู้ได้ และนอกจากนี้ควรเป็นสถานการณ์ที่สามารถเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้
3. แปลกใหม่ ไม่ธรรมดา และผู้เรียนไม่เคยมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหา นั้นมาก่อน
4. มีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดหาทางเลือกในการหาคำตอบได้หลายวิธี และได้พิจารณาเปรียบเทียบเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมที่สุด
5. ใช้ภาษาที่กระชับ รัดกุมถูกต้อง ปัญหาที่ดีไม่ควรทำให้ผู้เรียนต้องมีปัญหากับภาษาที่ใช้ ควรเน้นอยู่ที่ความเป็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบของตัวปัญหามากกว่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 79) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. สถานการณ์ของปัญหาและความยากง่ายต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
2. ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในการพิจารณาแก้ปัญหาได้
3. ข้อมูลมีความทันสมัยและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

2.4 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาทั้งไทยและต่างประเทศหลายท่าน ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

เคนเนดี (Kennedy, 1984: 81) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการแสดงออกของแต่ละบุคคลในการตอบสนองของสถานการณ์ปัญหา

เบลล์ (Bell, 1978: 310) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้หาคำตอบพิจารณาแล้วว่าเป็นปัญหา

บรันคา (Branca, 1980: 3-8) ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (Problem Solving as a goal)
2. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการ (Problem Solving as a Process)
3. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นทักษะพื้นฐาน (Problem Solving as a Basic Skill)

โพลยา (Polya, 1980: 1) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการหาวิธีการหรือทางออกในสิ่งที่ยุ่งยาก สิ่งที่เป็นอุปสรรค ซึ่งไม่สามารถที่จะคิดหาคำตอบได้ในทันทีทันใด การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสำเร็จของสติปัญญาซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะบุคคล

เมเยอร์และฮีการ์ที (Mayer and Hegarty, 1987: 31) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่ผู้แก้ปัญหาคิดหรือหาทางออกกว่าจะแก้ปัญหานั้นอย่างไร ซึ่งผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์จะต้องเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อนำไปสู่จุดหมาย

ปฐุมพร บุญลี (2545: 10) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คือ กระบวนการ วิธีการ ยุทธวิธีหรือเทคนิคเฉพาะต่างๆ ที่ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความคิดวิเคราะห์ รวมทั้งประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เอง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544: 18) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา ซึ่งผู้แก้ปัญหาจะต้องใช้ความรู้ ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ผสมผสานกับข้อมูลต่างๆ ที่กำหนดในปัญหาเพื่อกำหนดวิธีการหาคำตอบของปัญหา

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 14) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ ทักษะและการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ทั้งปัญหาธรรมดาและปัญหาแปลกใหม่ การแก้ปัญหาก็รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาทั้งหมด ไม่ใช่แค่เพียงผลลัพธ์สุดท้าย

จากความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ดังกล่าวมา สรุปได้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์โดยอาศัยความรู้ที่มีอยู่และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

2.5 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ครูลิคและรุदनิก (Krulik and Rudnick, 1993: 5-6) เสนอขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการอ่านและคิด เป็นขั้นการวิเคราะห์ปัญหา การตรวจสอบข้อเท็จจริงและการประเมินผล การเชื่อมโยงทุกส่วนของปัญหา
2. ขั้นการสำรวจรายละเอียดของปัญหาและวางแผน เป็นการวางแผนเพื่อหาคำตอบโดยการจัดลำดับข้อมูลข่าวสาร พิจารณาถึงความพอเพียงของข้อมูล จัดข้อมูลในรูปตาราง การสร้างข้อสรุป สร้างรูปแบบ
3. ขั้นการเลือกกลวิธีเป็นขั้นที่คนส่วนใหญ่เห็นว่ามีความยากกว่าทุกขั้นตอนโดยการเลือกกลวิธีที่เหมาะสมกับปัญหา

4. ขั้นหาคำตอบ เป็นขั้นใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เพื่อหาคำตอบ

5. ขั้นการพิจารณาคำตอบและการขยายผล โดยการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ได้ตอบคำถามของโจทย์ครบถ้วนหรือไม่และคำตอบที่ได้อธิบายเหตุผลอย่างเพียงพอหรือไม่

ครูลิคและเรย์ (Krulik and Reys, 1980: 280-281) เสนอขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาว่าข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้มีอะไรบ้าง เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และโจทย์ถามหาอะไร
2. วางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถามค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยามเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ลงมือดำเนินการตามแผนที่วางไว้
4. ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมดว่าได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่

ชาร์ล (Charles, 1985: 50) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา
2. การเลือกและเก็บข้อมูลที่ต้องการใช้แก้ปัญหา
3. การเลือกวิธีการหาคำตอบ
4. การตอบปัญหา
5. การประเมินความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ทรูทแมนและลิชเพนเบิร์ก (Troutman and Lichtenberg, 1995: 4-7) ได้เสนอแนะขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอน ซึ่งใช้แนวคิดพื้นฐานจากการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาไม่เพียงแต่ต้องทำความเข้าใจสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏในปัญหาเท่านั้นแต่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในปัญหา สิ่งหนึ่งที่สำคัญในการทำความเข้าใจปัญหา คือการตั้งคำถามตนเอง เพื่อเข้าใจปัญหาได้อย่างลึกซึ้ง

2. กำหนดแผนในการแก้ปัญหา โดยกำหนดอย่างน้อยที่สุดหนึ่งแผน การกำหนดแผนในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งแผน เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เพราะสามารถเปรียบเทียบและเลือกใช้แผนที่คิดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพที่สุด การกำหนดแผนเป็นการกำหนดยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาลงมือทำตามแผนที่กำหนดไว้ ซึ่งมีข้อแนะนำให้ทำงานเป็นกลุ่ม เพราะถ้าแต่ละคนดำเนินการตามแผนของตน คำตอบที่ได้สามารถนำมาเปรียบเทียบกันและได้เรียนรู้สิ่งแปลกใหม่จากเพื่อน ถ้าทุกคนในกลุ่มใช้แผนแก้ปัญหาเดียวกันทั้งกลุ่มก็จะได้มีโอกาสช่วยเหลือกันแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ ในปัญหาที่มีความซับซ้อน เมื่อสามารถวางแผนแบ่งงานได้เป็นส่วนๆ แล้วผู้แก้ปัญหาก็สามารถแบ่งกันทำงานตามแผนคนละส่วนที่วางไว้แล้วนำมาประกอบกัน จะทำให้งานลุล่วงเร็ว และมีความสมบูรณ์

4. ประเมินผล และคำตอบ ในขั้นตอนนี้ดำเนินการโดย

4.1 พิจารณาว่าคำตอบมีความเป็นไปได้หรือมีความสมจริงหรือไม่

4.2 ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดใน

ปัญหา

4.3 ลองแก้ปัญหาใหม่ โดยวางแผนใช้แผนการอื่น แล้วเปรียบเทียบผลที่

ได้

4.4 เปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบของเพื่อนๆ คนอื่นๆ

5. ขยายปัญหา ผู้แก้ปัญหาก็ต้องค้นหาแบบรูปทั่วไปของคำตอบของปัญหา ซึ่งต้องเข้าใจโครงสร้างของปัญหาอย่างชัดเจนจึงจะสามารถขยายปัญหาได้ การขยายปัญหาจะช่วยสร้างทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งการขยายปัญหาสามารถทำได้โดย

5.1 เขียนปัญหาที่คล้ายกับปัญหาเดิม

5.2 เสนอปัญหาใหม่ เพื่อที่ว่าผู้แก้ปัญหาก็จะค้นหาแบบรูปทั่วไป กฎ

หรือสูตรในการหาคำตอบ

6. บันทึกการแก้ปัญหา นักแก้ปัญหาก็จะจดบันทึกการทำงานของเขาไว้ เพื่อที่จะได้สามารถรื้อฟื้นหรือทบทวนความพยายามของเขาได้ การจดบันทึกอาจเก็บข้อมูลจากการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาต่อไป สิ่งที่ต้องจดบันทึกได้แก่

- 6.1 แหล่งของปัญหา
- 6.2 ตัวปัญหาที่กำหนด
- 6.3 แนวคิดในการแก้ปัญหา หรือแบบแผนการคิดอย่างคร่าวๆ
- 6.4 ยุทธวิธีแก้ปัญหานั้นนำมาใช้หรือสามารถนำมาใช้ได้
- 6.5 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายผลการแก้ปัญหา

ทอลตัน (Talton, 1988: 40) ได้ศึกษาและรวบรวมขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ สรุปได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. อ่านโจทย์
2. กำหนดว่าโจทย์ถามหาอะไร
3. กำหนดว่าโจทย์กำหนดอะไร
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหา
5. ลงมือแก้ปัญหา

เบลล์ (Bell, 1981: 308-323) เสนอขั้นตอนกระบวนการในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. เสนอปัญหาในรูปทั่วไป
2. เสนอปัญหาอีกครั้งในรูปแบบที่แสดงการแก้ปัญหา
3. ตั้งสมมติฐานและเลือกวิธีดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา
4. ตรวจสอบสมมติฐานและดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นไปได้

โพลยา (Polya, 1957: 5-40) กล่าวถึงขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นของการ
แก้ปัญหาและในขั้นตอนนี้นักเรียนต้องวิเคราะห์เพื่อทำความเข้าใจคำ ประโยคย่อยๆ สัญลักษณ์
ต่างๆ ของปัญหาและสามารถสรุปปัญหาเป็นภาษาหรือคำพูดของตนเองได้ รวมทั้งสามารถบอก
ได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะต้องพิจารณาโดยอาศัยข้อมูล
จากขั้นที่ 1 นำไปสู่การกำหนดว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ก่อให้เกิดผลอย่างไรได้บ้าง และต้องใช้ความรู้อะไรอีกบ้างที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น โดยการนำ ทฤษฎี หลักการ/กฎ สูตร บทนิยาม ที่เรียนมากำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

3. ขั้นตอนการแก้ปัญหาและหาคำตอบ เป็นขั้นตอนการตามแนวทางหรือ แผนที่วางไว้จนกระทั่งได้คำตอบ สำหรับปัญหาที่มีการคิดคำนวณขั้นนี้เป็นขั้นที่ ลงมือคิดคำนวณ เพื่อหาคำตอบตามวิธีการทางคณิตศาสตร์

4. ขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องพิจารณา ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาของตนว่าเรียบร้อยครบทุกกรณีที่เป็นไปได้หรือไม่ ตลอดจน ตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของคำตอบ

เลบลานซ์ (Leblance, 1977: 17-25) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการในการสอน แก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

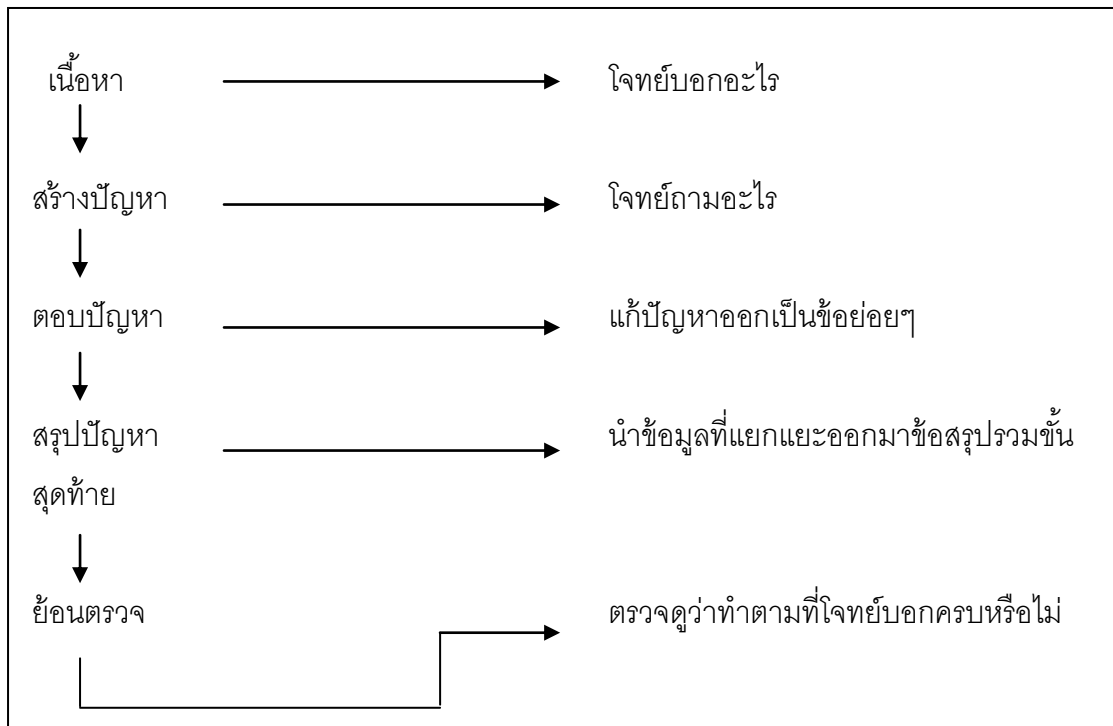
1. การเข้าใจปัญหาในการที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในปัญหาครูควรถามคำถาม เพื่อให้นักเรียนหาว่าอะไรคือข้อมูลหรือเงื่อนไขที่ให้มา และในที่สุดนักเรียนจะต้องทราบว่าปัญหา ถามอะไร

2. ครูนำอภิปรายในการแก้ปัญหา ครูเสนอแนะกลวิธีที่เป็นไปได้ให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่ง

3. ลงมือแก้ปัญหา กลวิธีที่คิดไว้ในขั้นที่ 2 จะถูกนำออกมาใช้ บางครั้งแผนที่วาง ไว้ในข้อ 2 อาจจะไปสู่คำตอบได้ ถ้าไม่เป็นเช่นนั้นนักเรียนจะต้องย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนที่ 2 อีก

4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นที่สำคัญมากที่สุด โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ลักษณะแรกเป็นขั้นตอนต่างๆ ย้อนกลับ และลักษณะที่สองเป็นการขยายสถานการณ์ ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

ยุพิน พิพิธกุล (2530: 136) ได้เสนอขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ไว้ดังนี้



ภาพที่ 4 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล 2530: 136)

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 17) ได้สรุปขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ไว้ว่าประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งอาจจะใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์มาช่วย เช่น กราฟ แผนภูมิ ตาราง เป็นต้น
2. แสวงหาความรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นๆ พิจารณาถึงเหตุ และหาหนทางที่จะแก้ปัญหา
3. วางแผนแก้ปัญหา เป็นการวางโครงการ เพื่อหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
4. แก้ปัญหา โดยดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจจะต้องมีการคำนวณช่วย

5. ตรวจสอบผล เป็นการทบทวนเหตุผลที่ได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด คำวินิจฉัยถูกต้องหรือไม่ คำตอบน่าเชื่อถือเพียงใด

2.6 กลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ จึงมีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาและนำเสนอกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้อย่างหลากหลาย สามารถสรุปได้ดังนี้

ครูลิกและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1982: 43) กล่าวว่า กลวิธีในการแก้ปัญหามีหลากหลายต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหา กลวิธีหนึ่งอาจจะเหมาะสมกับปัญหาหนึ่งแต่บางปัญหาอาจไม่ใช่ นอกจาก นั้นบางปัญหาอาจจะจำเป็นต้องใช้หลายกลวิธีในการแก้ปัญห และเสนอแนะกลวิธีในการแก้ปัญหาวัว 8 ประการ ดังต่อไปนี้

1. การจำแนกแบบรูป (Pattern recognition)
2. การทำย้อนกลับ (Working backwards)
3. การเดาและตรวจสอบ (Guess and test)
4. การสร้างสถานการณ์จำลองหรือการทดลอง (Simulation or experimentation)
5. การย่อความ (Reduction)
6. การแจกแจงรายการ (Exhaustive listing)
7. การใช้ตรรกศาสตร์เชิงอนุมาน (Logical deduction)
8. การแสดงความหมายข้อมูล (Representing data) โดยใช้
 - 8.1 กราฟ (Graph)
 - 8.2 สมการ (Equation)
 - 8.3 นิพจน์เชิงพีชคณิต (Algebraic expression)
 - 8.4 ตาราง (Table)
 - 8.5 แผนภูมิ (Chart)
 - 8.6 ไดอะแกรม (Diagram)

เซฟฟีลด์ และครุคซาง (Sheffield and Cruickshank, 2000: 35-47) ได้เสนอแนะกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากโครงการ Lane Country Mathematics ไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) เป็นวิธีเดาคำตอบและตรวจสอบกับเงื่อนไขของปัญหาเรื่อยๆจนได้เป็นผลลัพธ์ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขปัญหา
2. ค้นหาแบบรูป (Look for a Pattern) สำหรับบางปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาแบบรูปในการหาคำตอบ อาจเป็นตัวเลข จำนวนหรือรูปภาพ เมื่อจดจำแบบรูปได้แล้วก็จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่อไปได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น
3. สร้างรายการ (Make a Systematic List) เป็นวิธีที่ใช้หาทุกเหตุการณ์หรือทุกกรณีที่เป็นไปได้แล้วนำมาเขียนอย่างเป็นระบบ
4. วาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง (Make and Use a Drawing or Model) บางปัญหาสามารถมองเห็นวิธีแก้ปัญหาได้ง่ายขึ้นหากมีการวาดภาพหรือสร้างแบบจำลอง ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือเงื่อนไขของปัญหานั้นได้ชัดเจน
5. คิดย้อนหลัง (Working a Backwards) ใช้สำหรับปัญหาที่แก้จากข้อมูลสุดท้ายของปัญหาไปสู่จุดเริ่มต้นของปัญหา ง่ายกว่าแก้จากเริ่มต้นของปัญหาไปสู่ข้อมูลสุดท้ายของปัญหา

มัสเซอร์และซางเนสซี (Musser and Shaughnessy, 1980: 137-145) ได้เสนอแนะกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาในโรงเรียนไว้ 5 ประการ ดังนี้

1. การทดสอบวิธีต่างๆ และตัดวิธีที่ผิดทิ้ง (Trial and error) เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ตรงที่สุด ประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลที่กำหนดให้ วิธีการนี้นำไปสู่เรื่องราวที่สัมพันธ์กับความรู้และความรู้ที่ใช้นั้นไม่กว้างมากนัก
2. การค้นหาแบบรูป (Patterns) เป็นการหาคำตอบโดยสังเกตจากตัวอย่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ คำตอบที่ได้จะเป็นรูปทั่วไปที่ได้จากตัวอย่างที่โจทย์กำหนดให้
3. การแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า (Solving a simpler problem) เป็นการหาคำตอบโดยการทำปัญหาให้ง่ายลงจากปัญหาที่ซับซ้อน ทำให้สามารถกำหนดแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดนั้นมาใช้แก้ปัญหาที่กำหนดไว้ วิธีการหนึ่งในการทำปัญหาให้ง่ายคือการแบ่งปัญหาออกเป็นส่วนๆ หรือเริ่มด้วยปัญหาที่มีระดับความซับซ้อนน้อยลง

4. การทำย้อนกลับ (Working backward) เป็นการหาคำตอบโดยเริ่มต้นพิจารณาจากสิ่งที่ปัญหาต้องการหรือสิ่งที่จะพิสูจน์ แล้วเชื่อมโยงย้อนกลับไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

5. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการหาคำตอบโดยการทดลองแสดงสถานการณ์ตามที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อสามารถตัดสินใจบนฐานการวิเคราะห์ข้อมูลและคำตอบที่ได้จากการทดลอง

เรย์และคณะ (Reys et al, 2004: 124-130) ได้เสนอกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ 10 ประการคือ

1. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไป (Act it Out) เหลือไว้แต่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ทำให้ตัวปัญหามีความชัดเจนมากขึ้น

2. สร้างภาพประกอบหรือไดอะแกรม (Make a Drawing or Diagram) วาดภาพหรือร่างภาพเป็นแผนภูมิต่างๆ ทำให้สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจน

3. ค้นหาแบบรูป (Look for a Pattern) จากตัวเลข รูปภาพ หรือตาราง เมื่อนักเรียนค้นพบแบบรูปได้ก็สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

4. สร้างตาราง (Construct a Table) เป็นการจัดระเบียบข้อมูลจากแบบรูปที่หาได้และจากข้อมูลที่ระบุได้จากตัวปัญหา ทำให้นักเรียนมองเห็นการแบ่งประเภทหรือลำดับของข้อมูลจากตัวปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. จำแนกทุกกรณีที่เป็นไปได้ (Identify All Possibilities) เป็นวิธีที่อาจใช้การค้นหาแบบรูปและสร้างตารางประกอบการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ แต่บางปัญหานั้นต้องตรวจสอบทุกกรณี

6. คิดย้อนหลัง (Work Backward) สำหรับบางปัญหาที่ต้องคิดจากข้อมูลสุดท้ายหรือผลแล้วสืบสาวไปหาเหตุ

7. เขียนประโยคเปิด (Write an Open Sentence) ประโยคเปิดหรือสมการเป็นวิธีที่ใช้สอนในตำราเรียน นักเรียนต้องมองหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากปัญหาก่อนแล้วจึงเขียนเป็นสมการได้

8. เดาและตรวจสอบ (Guess and Check) การเดาควรตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ของปัญหา รวมกับความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหา วิธีนี้เป็นการเดาซ้ำๆ แล้วตรวจสอบ โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหาคำตอบที่ดียิ่งๆ ขึ้นไป

9. แก้จากปัญหาที่ง่ายกว่าหรือจากปัญหาที่คล้ายกัน (Solve a Simpler or Similar Problem) บางปัญหาที่มีโครงสร้างยากซับซ้อนหลายขั้นตอน ควรแยกปัญหาใหม่ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับปัญหาที่คุ้นเคยมาก่อน ทำให้มองเห็นวิธีการแก้ปัญหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

10. เปลี่ยนมุมมอง (Change Your Point of View) เป็นวิธีที่ใช้หลังจากใช้วิธีอื่นแล้วไม่ได้ผล เพราะการที่บุคคลมองปัญหาในมุมมองเดิมทำให้มีแนวโน้มวางแผนคิดหาคำตอบแบบเดิมๆ ทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เช่นมองในสิ่งที่ปัญหาไม่ได้กล่าวไว้เพราะบางปัญหาอาจแก้ได้จากสิ่งที่โจทย์หรือปัญหาละเลยไว้

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2547: 18-22) ได้รวบรวมกลวิธีในการแก้ไขปัญหาเชิงคณิตศาสตร์ไว้ 15 ประการ ดังต่อไปนี้

1. มองภาพรวมๆ เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในลักษณะของปัญหาทั้งหมด การมองภาพรวมๆ เป็นการทบทวนเรื่องราวทั้งหมด ทำความเข้าใจเนื้อหา การทบทวนอาจจะทำโดยการอ่านหลายๆรอบเพื่อจะได้ไม่หลงทาง มองภาพในมุมกว้างจนกว่าจะเห็นหนทางแก้ไข ในกรณีที่คิดไม่ออกอาจจะเปลี่ยนมุมมองเสียใหม่

2. กำหนดหนทางไว้เลือกหลายๆ ทาง การหาทางเลือกที่เป็นไปได้ทั้งหมดไว้หลายๆ ทางเพื่อนำมาพิจารณาในรายละเอียดว่า ทางเลือกใดที่ดีและเป็นไปได้มากที่สุด การพิจารณาเพื่อตัดสินใจเลือกนั้นต้องกระทำอย่างรอบคอบ

3. กำจัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาทิ้งไป เหลือไว้แต่ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหานี้ๆ โดยเฉพาะขีดเส้นใต้เนื้อหาหรือเรื่องราวที่สำคัญจากข้อมูลที่มีอยู่ พิจารณาหนทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยตัดหนทางเลือกที่เป็นไปไม่ได้หรือประเด็นไม่เกี่ยวข้องทิ้งไปเสียก่อน โดยใช้หลักตรรกศาสตร์ แล้วจึงค่อยพิจารณาตัดสินใจจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ประกอบกัน

4. เลือกวิธีการในการคำนวณให้เหมาะโดยวิเคราะห์จากข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาว่าจะใช้ข้อมูลข่าวสารใด กลวิธีที่สมควรนำมาใช้คือวิธีใดจึงจะได้ผล และควรจะใช้คำนวณ บวก ลบ คูณ หาร หาค่าราก ยกกำลัง หรือใช้ความรู้ทางสถิติ แคลคูลัส พีชคณิต กราฟ ฯลฯ อย่างใดอย่างหนึ่งมาช่วยในการคำนวณ

5. ใช้การเดาแล้วทดสอบ โดยใช้เหตุผลในการพิจารณาว่าคำตอบควรจะเป็นเช่นใด การเดาจะต้องเดาอย่างมีหลักเกณฑ์ สมเหตุสมผล ไม่ลำเอียง เมื่อเดาแล้วต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องเรื่อยๆ จนกว่าจะได้คำตอบ การเดาจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นถ้ามี

เทคนิคบางอย่างช่วย เช่น การประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูล การจำลองสถานการณ์ การพิจารณากรณีแวดล้อมมาประกอบการพิจารณา

6. สร้างรูปแบบ (Model) ที่เป็นรูปธรรม ซึ่งจะช่วยให้มองเห็นปัญหาในลักษณะหลายมิติรูปแบบที่สร้างขึ้น จำลองขึ้นอาจจะเป็นคน วัตถุ สิ่งก่อสร้าง โครงสร้าง เครือข่าย เพื่อให้เกิติดันแบบและสามารถนำไปหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่มีอยู่ หรือนำไปสู่คำตอบที่ต้องการได้

7. หาแบบรูป (Pattern) ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ปัญหาบางปัญหาเรื่องราวบางเรื่องราว อาจจะมีลักษณะเป็นวงจร เป็นการเรียงลำดับ เป็นอนุกรมของตัวเลข เป็นรูปทรงเรขาคณิต เป็นค่าของสัดส่วน เป็นลักษณะของการแปลงค่า เป็นคู่ลำดับ หรือเป็นฤดูกาล เป็นต้น การหาแบบรูปได้จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้

8. จัดระบบข้อมูลใหม่ หมายถึง การจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นให้มีรูปที่ง่ายแก่การเข้าใจ เช่น ทำเป็นรายการ ทำเป็นตาราง ทำเป็นข้อสังเกต รวมข้อมูลเรื่องเดียวกันไว้ ตัดข้อมูลที่ฟุ่มเฟือยออกไป รวมทั้งให้บันทึกข้อมูลที่สูญหายไปซึ่งอาจจะเป็นเบาะแสให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น

9. สร้างภาพประกอบ เพื่อให้สามารถมองเห็นลักษณะของตัวปัญหาได้อย่างชัดเจนจากข้อมูลที่มีอยู่ที่มีลักษณะเป็นการบรรยายความเป็นตารางตัวเลข สามารถจะทำให้ชัดเจนขึ้นได้ โดยการสร้างภาพประกอบโดยการเขียนกราฟประกอบคำอธิบาย เขียนรูปทางเรขาคณิต สเกตซ์ภาพลายเส้น เขียนเป็นไดอะแกรม จะทำให้มองเห็นปัญหาในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น

10. แยกปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับปัญหาเดิม แต่อยู่ในรูปลักษณะที่ง่ายขึ้น เป็นการแก้ปัญหาที่ง่ายกว่า มีตัวเลขที่ซับซ้อนน้อยกว่าแต่เป็นโจทย์ปัญหาลักษณะเดียวกันเมื่อสามารถแก้ปัญหาที่เล็กกว่าได้ จะมองเห็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนมากขึ้นได้ ในทางจิตวิทยาจิตศาสตร์ เราใช้การพิสูจน์เชิงนิรนัย อ้างอิงจากเรื่องย่อยๆ นำสรุปเรื่องที่ใหญ่กว่าได้

11. ใช้ตรรกศาสตร์ในการแก้ปัญหา เป็นการแก้ปัญหาโดยใช้สามัญสำนึกใช้หลักเหตุและผล บ่อยครั้งที่พบว่าในการแก้ปัญหาในบางครั้งผู้ที่พยายามแก้ปัญหาอาจจะมองลึกซึ่งจนเกินไปและลืมนึกถึงความเป็นจริงตามธรรมชาติ ขาดการใช้สามัญสำนึกทำให้หาหนทางแก้ไขที่เหมาะสมไม่ได้ การถามว่า “ถ้าเป็นอย่างนี้แล้วจะเกิดอะไรขึ้นต่อไป” เป็นการโยนจากเหตุไปสู่ผล การใช้วิธีอนุมานและอุปมานเป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นประโยชน์

12. คิดย้อนหลัง การแก้ปัญหาโดยเริ่มพิจารณาเหตุในบางครั้ง ไม่สามารถกระทำได้ง่ายนัก การสืบสาวจากผลย้อนหลังไปหาเหตุในบางครั้งสามารถจะแก้ปัญหาได้ดีกว่า ตัวอย่าง การพิสูจน์ทางเรขาคณิต ตรีโกณมิติ รวมทั้งการสืบสวนเรื่องราวต่างๆ เป็นต้น ในบางครั้งจะพบว่าสามารถเริ่มต้นจากผลลัพธ์(ปลายทาง) เพื่อนำไปสู่เหตุ(ต้นทาง) ง่ายและรวดเร็วมากกว่า

13. ใช้สูตร ปัญหาหลายปัญหามีสูตรในการแก้บางสูตรใช้ได้กับหลายปัญหาในการแก้ปัญหาคงจะต้องพิจารณาก่อนว่าสูตรใดบ้างที่มีความเกี่ยวข้อง และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ให้วิเคราะห์ปัญหาแล้วนำสูตรไปใช้ หลังจากนั้นจำเป็นจะต้องตรวจสอบทั้งความถูกต้องของสูตรและการนำสูตรไปใช้ได้อย่างถูกต้องกับเรื่องรานั้น

14. ตั้งคำถาม คำถามที่ตั้งเหมาะๆ โดยตนเองหรือโดยคนอื่น สามารถให้แง่คิดที่สามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ คำถามที่เป็นประโยชน์ เช่น ทำไม เป็นไปได้อย่างไร ทำไมจึงเป็นเช่นนั้นจะช่วยให้เกิดความกระจ่างในปัญหามากขึ้น ช่วยให้สามารถจับใจความสำคัญของปัญหาได้ การตั้งคำถามและหาคำตอบจะสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

15. คุย อภิปราย หรือระดมความคิด เป็นกลวิธีอันหนึ่งที่จะทำให้ได้ความคิดหรือเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา เนื่องจากการคุย หรือการอภิปราย ทำให้เกิดการมองปัญหาจากหลายมุมมองที่ต่างกันออกไป เกิดแนวทางในการแก้ปัญหาได้จากหลายจุด มีการเติมหรือแก้ไขในจุดบกพร่องที่มองจากบางมุมไม่เห็น คำพูดบางคำอาจเป็นกุญแจให้สามารถหาหนทางแก้ปัญหาได้

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

ครุคซังค์และเซฟฟีลด์ (Cruikshank and Sheffield, 2000: 40) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
2. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์
3. ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง

4. ความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5. ความสามารถทางสมองของนักเรียน

คลายด์ (Clyde, 1967: 112) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับ วุฒิภาวะ ประสบการณ์ ความสามารถในการอ่านและสติปัญญาของนักเรียน

ซาลิวสกี (Zalewski, 1978: 2804-A) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่ช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์
2. ความสามารถในการจัดกระทำ
3. ความสามารถในการอ่านและตีความ
4. การมีความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์
5. การมีทักษะในการคำนวณ

บาร์ดูดี (Baroody, 1993: 2-8) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับบทนิยาม และยุทธวิธีในการแก้ปัญหา
2. ปัจจัยด้านความรู้สึก ซึ่งจะเป็นแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน
3. ปัจจัยด้านการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา

เฮนนี่ (Henny, 1971: 223-224) ได้ศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. ความสามารถในการเข้าใจคำพูด
2. ความเข้าใจในแนวคิดของปัญหา
3. การตีความหมายของปัญหาอย่างมีเหตุผล
4. การคิดคำนวณที่ถูกต้อง

ไฮเมอร์และทรูบลัด (Heimer and Trueblood, 1977: 30-32) ได้กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ

6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษา ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2544: 106-107) กล่าวถึง ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความซับซ้อนของโจทย์ปัญหา ข้อมูลที่กำหนดให้มีจำนวนมาก

2. ความคุ้นเคยกับกระบวนการแก้ปัญหา

3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง

4. การเริ่มต้นแก้ปัญหา นักเรียนไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นอย่างไร จะต้องทำอะไรก่อน

5. ข้อมูลที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ

6. เจตคติของนักเรียนที่มีต่อการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนประสบผลสำเร็จในการแก้ปัญหา นักเรียนจะมีกำลังใจที่จะแก้ปัญหาต่างๆ

7. ประสบการณ์ในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน การที่จะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีจะต้องได้รับประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ซึ่งคล้ายกับการที่จะเป็นนักศิลปะที่เก่ง นักกอล์ฟฝีมือเยี่ยมก็ฝึกฝนฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ

สมาคมครูคณิตศาสตร์ในสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1991: 57) กล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสามารถด้านนี้คือ ทักษะการอ่านและการฟัง เนื่องจากผู้เรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนต้องอ่านอย่างรอบคอบ วิเคราะห์และทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนคติและข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะทำอะไรและอย่างไร เป็นการแสดงออกถึงศักยภาพทางสมองของผู้เรียนในการระลึก การนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอยู่เสมอ ย่อมมีโอกาสที่จะพบปัญหาต่างๆหลายรูปแบบ ทั้งที่มีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึง หรือแตกต่างกัน การเผชิญกับปัญหาที่แปลกใหม่ การเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมจะเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพในการแก้ปัญหา ทำให้สามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการใช้เหตุผล เมื่อทำความเข้าใจกับปัญหา และวางแผนการปัญหาเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องลงมือปฏิบัติตาม แผนที่ตั้งไว้ ซึ่งบางปัญหาต้องใช้การคิดคำนวณ บางปัญหาต้องใช้กระบวนการใช้เหตุผล ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจในกระบวนการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็น และเพียงพอในระดับของตน

4. แรงขับ ในการแก้ปัญหาผู้เรียนจะพบปัญหาที่แปลกใหม่หรือไม่เคยพบเจอมาก่อน ปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบในทันทีทันใด ต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่เพื่อจะหาคำตอบให้ได้ จึงจำเป็นที่ผู้เรียนต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้มาจากความสนใจ เจตคติ แรงจูงใจ ใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งแรงขับนี้ผู้เรียนต้องใช้เวลาในการบ่มเพาะมายาวนาน

5. ความยืดหยุ่น การจะเป็นนักแก้ปัญหาที่ดี ผู้เรียนต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือไม่ยึดติดกับรูปแบบ การแก้ปัญหาแบบใดแบบหนึ่ง หรือยึดติดรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่ต้องยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ๆอยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการแก้ปัญหา โดยบูรณาการ ความเข้าใจ ทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอ สามารถนำมาใช้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสาระของปัญหาระดับสติปัญญา การแก้ปัญหานั้นจำเป็นต้องใช้การคิดระดับสูง สติปัญญาจึงเป็นสิ่ง

สำคัญยิ่งประการหนึ่งในการแก้ปัญหา ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้ที่มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่าผู้ที่มีสติปัญญาที่ด้อยกว่า

7. การอบรมเลี้ยงดู ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีการเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย ให้โอกาสแสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่า ผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงแบบปล่อยปละละเลย หรือเข้มงวดเกินไป

8. วิธีสอนของผู้สอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับการคิดของผู้เรียน ย่อมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่าแบบที่บทบาทการเรียนการสอนตกอยู่ที่ผู้สอนแต่เพียงฝ่ายเดียว นอกจากนี้การจัดสภาพแวดล้อมก็มีส่วนที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนเช่นกัน

จากที่กล่าวมา สรุปปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

1. วิธีสอนของครู
2. ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. เจตคติของนักเรียนต่อการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์
4. ความสามารถในการอ่านและตีความของนักเรียน

2.8 การส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิด วิธีการสอนของครูเพื่อส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ดังนี้

เบทเทอร์ (Better, 1990: 43-44) ได้เสนอวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่น่าสนใจ และไม่ยากหรือง่ายเกินไปมาสอนนักเรียน
2. ควรแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยๆ เพื่อให้ร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานร่วมกัน
3. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า โจทย์กำหนดข้อมูลอะไรมาให้ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและยังต้องการใช้ข้อมูลใดอีกบ้างในการแก้ปัญหาวข้อนั้นๆ

4. ควรให้นักเรียนพิจารณาว่า ปัญหาถามหาอะไร ถ้าไม่สามารถบอกได้ให้อ่านปัญหานั้นใหม่ และหากจำเป็นจริงๆ ให้ครูอธิบายความหมายของคำที่ใช้ในปัญหาข้อนั้นให้นักเรียนทราบ

5. ควรให้ฝึกการแก้ปัญหาหลายๆ รูปแบบ เพื่อไม่ให้รู้สึกเบื่อหน่ายกับการแก้ปัญหาที่ซ้ำซาก ไม่ทำลายความสามารถ

6. ควรให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาบ่อยๆ จนเคยชินว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนการสอน

7. ควรส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาหลายๆ ข้อ โดยวิธีการเดียวกันเพื่อจะได้ฝึกทักษะและส่งเสริมให้ใช้การแก้ปัญหาหลายๆ วิธีในข้อเดียวกันและเพื่อให้เห็นว่ายังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่จะแก้ปัญหาข้อนั้นได้

8. ควรให้เวลากับนักเรียนในการลงมือแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา

9. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบ และทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

10. ควรให้เวลานักเรียนในการแก้ปัญหา อภิปรายผลการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหา

11. ควรให้นักเรียนฝึกการคาดคะเนคำตอบและทดสอบคำตอบที่ได้เพื่อประหยัดเวลาในการแก้ปัญหา

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2538: 66-67) เสนอวิธีการสอนของครูโดยพิจารณาตามกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา

1.1 ควรพัฒนาทักษะการอ่าน โดยให้นักเรียนฝึกการอ่านและทำความเข้าใจข้อความในปัญหาที่ครูยกมาเป็นตัวอย่างในการสอนก่อนที่จะมุ่งไปที่วิธีทำเพื่อหาคำตอบ โดยอาจฝึกเป็นรายบุคคลหรือฝึกเป็นกลุ่ม อภิปรายร่วมกันถึงสาระสำคัญของโจทย์ปัญหาความเป็นไปได้ของคำตอบที่ต้องการ ความพอเพียง หรือความมากเกินไปของข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ควรใช้กลวิธีช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจ เช่น การเขียนภาพ เขียนแผนภาพหรือสร้างแบบจำลอง เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ของปัญหา จะทำให้ปัญหานั้นมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

1.3 ควรใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงมาให้นักเรียนฝึกทำเพื่อความเข้าใจ เช่น การนำปัญหาที่กำหนดข้อมูลให้เกินความจำเป็น หรือกำหนดข้อมูลให้ไม่เพียงพอมาให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลว่าข้อมูลที่กำหนดให้ข้อมูลได้ใช้ได้บ้าง หรือหาว่าข้อมูลที่กำหนดให้เพียงพอหรือไม่

2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา

2.1 ต้องไม่บอกวิธีการแก้ปัญหาแก่นักเรียนโดยตรง แต่ควรใช้วิธีการกระตุ้นให้คิดด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามนำ โดยอาศัยข้อมูลต่างๆ ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้หยุดใช้คำถามเมื่อนักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2.2 ควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดออกมามากๆ คือ สามารถบอกให้คนอื่น ๆ ทราบว่าตนเองคิดอะไร การคิดออกมามากๆ อาจอยู่ในรูปการบอกหรือเขียนแผนภาพ และแบบแผนแสดงลำดับขั้นตอน การคิดออกมาให้ผู้อื่นทราบทำให้เกิดการอภิปรายเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

2.3 ควรสร้างลักษณะนิสัยของนักเรียนให้รู้จักคิดวางแผนก่อนลงมือทำสิ่งใดเสมอๆ เพราะจะทำให้สามารถประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้นๆ ควรเน้นวิธีการแก้ปัญหานั้นสำคัญกว่าคำตอบที่ได้ เพราะวิธีการสามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางกว่า

2.4 ควรจัดหาปัญหามาให้แก่นักเรียนฝึกบ่อยๆ ซึ่งต้องเป็นปัญหาที่ท้าทายและน่าสนใจ

2.5 ควรส่งเสริมให้รู้จักใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแต่ละข้อให้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อให้แก่นักเรียนมีความยืดหยุ่นในการคิดและจะมีโอกาสได้ฝึกการวางแผนมากขึ้น

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ควรฝึกให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนที่วางไว้และควรให้นักเรียนฝึกการตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะเริ่มทำตามแผน โดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางไว้และพิจารณาว่าวิธีการเหมาะสมถูกต้องกับการแก้ปัญหานั้นๆ หรือไม่

4. การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล/คำตอบ

4.1 ควรกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการตรวจสอบวิธีทำและคำตอบให้เคยชิน โดยครูอาจสร้างกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการตรวจสอบความถูกต้อง หาข้อบกพร่องจากการแสดงการแก้ปัญหาที่ครูยกตัวอย่างมาให้

4.2 ควรกระตุ้นให้รู้จักตีความหมายของคำตอบที่ได้ว่ามีความหมายสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่

4.3 ควรสนับสนุนให้ทำแบบฝึกหัด โดยใช้วิธีการหาคำตอบได้มากกว่าหนึ่งวิธี เพื่อเป็นการตรวจสอบวิธีการที่ใช้ขึ้นกับวิธีการอื่นที่สามารถใช้หาคำตอบในปัญหานั้นได้อีก

4.4 ควรให้นักเรียนฝึกหัดสร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนเพื่อช่วยทำให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของปัญหา ทำให้สามารถมองเห็นแนวทางในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นๆ ได้

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2543: 48) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนนั้น จะต้องพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ คือ

1. ทักษะในการทำความเข้าใจปัญหา
2. ทักษะในด้านการอ่าน เพื่อการสื่อความหมายที่ถูกต้อง
3. ทักษะในด้านการคิดคำนวณ

สมเดช บุญประจักษ์ (2540: 64) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า เป้าหมายของการพัฒนา คือ เมื่อกำหนดสถานการณ์ปัญหามาให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ โดยทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหาดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบผล โดยฝึกตามขั้นตอนดังนี้

1. การพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนอ่านโจทย์อย่างละเอียดแล้วทำความเข้าใจ จำแนกสถานการณ์หรือข้อมูลออกเป็นส่วนๆ โดยมุ่งให้ผู้เรียนสามารถตอบคำถามต่อไปนี้ โจทย์ให้ข้อมูลอะไร มีเงื่อนไขอย่างไร โจทย์ต้องการหาอะไร โดยอาจเริ่มจากการตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ ต่อไปจึงให้ผู้เรียนฝึกทำความเข้าใจเอง
2. การพัฒนาความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหา ฝึกให้ผู้เรียนเชื่อมโยงหรือมองหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่จำเป็นกับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้ผู้เรียนบอกความหมายอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล และแทนข้อมูลโดยใช้วิธีต่างๆ เช่น ใช้แผนภาพ ตาราง หรือเทคนิคอื่นๆ

เพื่อสร้างความกระจ่างชัด และเห็นเป็นรูปธรรม แล้วจึงแปลงเป็นประโยคทางคณิตศาสตร์ หรือ อาจแปลความในโจทย์ปัญหา ให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์เลย หากเข้าใจโจทย์ปัญหาดี แล้ว

3. การพัฒนาความสามารถในการดำเนินการตามแผน ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักประมาณ คำตอบ โดยการคิดในใจ แล้วดำเนินการหาคำตอบโดยใช้ความรู้ และทักษะที่มีอยู่ก่อนแล้ว การพัฒนาความสามารถในการตรวจสอบผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการตรวจสอบคำตอบของปัญหา คือตรวจสอบคำตอบที่ได้กับคำตอบที่ประมาณในใจ ตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาด้วย วิธีที่แตกต่างกัน ตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NTCM, 1991: 57) เสนอแนวทางการ จัดสภาพแวดล้อมที่จะเอื้อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ ดังนี้

1. เป็นบรรยากาศที่ยอมรับและเห็นคุณค่าของแนวคิด วิธีการคิดและความรู้สึก ของนักเรียน
2. ให้ความสำคัญกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์
3. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นรายบุคคลและร่วมมือกัน
4. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความสามารถในการกำหนดปัญหาและสร้างข้อาคาดเดา
5. ให้นักเรียนให้เหตุผลและสนับสนุนแนวคิดด้วยข้อความทางคณิตศาสตร์

สิริพร ทิพย์คง (2536: 165-167) ได้กล่าวถึงหน้าที่ของครูในการส่งเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ควรเลือกปัญหาที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและเป็นปัญหาที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องเหล่านั้นมาใช้สอนนักเรียน
2. ควรทดสอบดูว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้เพียงพอหรือไม่ที่จะนำมาใช้ในการ แก้ปัญหาได้ ถ้ามีไม่เพียงพอครูต้องสอนเสริมหรือทบทวนในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว
3. ควรให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหา
4. ควรให้แบบฝึกหัดที่มีข้อยาก ปานกลาง และง่าย เพื่อให้ นักเรียนทุกคนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา เป็นการเสริมสร้างกำลังใจให้กับทุกคน

5. ควรทดสอบว่านักเรียนเข้าใจปัญหาในข้อนั้นๆ หรือไม่ โดยการถามว่าโจทย์ถามอะไรและโจทย์กำหนดอะไรมาให้
6. ควรฝึกให้นักเรียนรู้จักการหาคำตอบ โดยการประมาณก่อนคิดคำนวณเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
7. ควรช่วยให้นักเรียนคิดหาความสัมพันธ์ของปัญหา โดยการแนะนำให้วาดภาพหรือเขียนแผนผัง ในกรณีที่ไม่สามารถคิดแก้ปัญหาได้
8. ควรช่วยนักเรียนในการคิดแก้ปัญหา เช่น การถามว่าเคยแก้ปัญหานี้หรือปัญหาที่คล้ายข้อนี้มาก่อนหรือไม่ ลองแยกแยะปัญหานี้ ออกเป็นปัญหาย่อยๆ
9. ควรให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาข้อนี้ๆ รวมทั้งสนับสนุนให้ตอบวิธีการที่คิดและทำในการแก้ปัญหาข้อนี้ๆ ตลอดจนให้ทบทวนวิธีการคิดแก้ปัญหาแต่ละขั้นตอน
10. ควรให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยๆ หรือให้นำปัญหามาเองเพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2.9 แนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2546: 123) เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
4	ดีมาก	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
3	ดี	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้ดีกว่านี้
2	พอใช้	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ
(ต่อ)

คะแนน	ความหมาย	ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
1	ต้องปรับปรุง	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน เริ่มคิดว่าทำไมจึงต้องใช้วิธีการนั้นแล้วหยุด อธิบายต่อไม่ได้ แก้ปัญหาไม่สำเร็จ
0	ไม่พยายาม	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 104-106) เสนอแนวคิดว่าครูและนักเรียนอาจร่วมกันประเมินผลการแก้ปัญหาได้ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ

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

ในการประเมินผลตามรายการประเมินดังกล่าวข้างต้น ครูจะต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนที่มีรายละเอียดไม่มากจนเป็นการสร้างแรงกดดันให้กับนักเรียน แต่ครูควรมีบันทึกเพิ่มเติมในกรณีที่นักเรียนมีหลักฐานแสดงความสามารถในการมองปัญหาย้อนกลับไปยังขั้นตอนการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อตรวจสอบถึงคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น มีการปรับปรุงแก้ไขวิธีแก้ปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกว่าเดิม ตลอดจนสามารถขยายผลการแก้ปัญหาให้อยู่ในรูปของหลักการทั่วไปได้

และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอเกณฑ์การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกล่าวว่า การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พิจารณาได้จากรายการประเมิน 4 องค์ประกอบ คือ ความเข้าใจปัญหา การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาและการสรุปคำตอบ ทั้งนี้อาจกำหนดเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ที่แบ่งระดับคุณภาพเป็น 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 นอกจากนี้ครูอาจ

กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละปัญหาให้แตกต่างกันตามน้ำหนักของเนื้อหาหรือความเหมาะสมได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลแบบวิเคราะห์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1. ความเข้าใจปัญหา	3	ดี	เข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เข้าใจปัญหาบางส่วนไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เข้าใจปัญหาน้อยมากหรือไม่เข้าใจปัญหา
2. การเลือกยุทธวิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	เลือกวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสมและเขียนประโยคคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	เลือกวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งอาจจะนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนผิดโดยอาจเขียนประโยคคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	เลือกวิธีการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ไม่ถูกต้อง
3. การใช้วิธีการแก้ปัญหา	3	ดี	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้อง
	2	พอใช้	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องเป็นบางครั้ง
	1	ต้องปรับปรุง	นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ไม่ถูกต้อง
4. การสรุปคำตอบ	3	ดี	สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2	พอใช้	สรุปคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือใช้สัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
	1	ต้องปรับปรุง	ไม่มีการสรุปคำตอบ

สมศักดิ์ โสภณพิณิช (2547: 22-25) ได้รวบรวมแนวทางการประเมินผลการเรียน การสอนคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ ซึ่งนำเสนอเกณฑ์การให้คะแนน 3 แบบดังนี้

แบบที่ 1 การใช้คะแนนตามรูปแบบของซีเทล (Szetele)

ซีเทล (Szetele) เสนอการประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า ครูควร ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของเด็ก โดยใช้เกณฑ์คะแนนง่ายๆ ดังนี้ ให้ 0 คะแนน ถ้าเด็กไม่ได้แสดงว่าคิดแก้ปัญหาได้เลย กระดาษคำตอบอาจจะว่างเปล่า ไม่มีการตอบคำถาม หรือแสดงวิธีแก้ปัญหาเอาไว้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเด็กได้พยายามตอบคำถาม แต่คำถามที่ให้ไม่มีเหตุผล หรือ ตอบ ไม่ตรงคำถาม

ให้ 2 คะแนน ถ้าเด็กแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในตัวคำถาม สามารถตอบ คำถามได้บ้างแต่ไม่สมบูรณ์ มีวิธีทำที่ยังมีความสับสนอยู่

ให้ 3 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามได้ดี สามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง มีเหตุผล พอสมควร การอ้างอิงถูกต้อง แต่วิธีทำยังขาดความสมบูรณ์ ขาดความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอน ต่างๆ หรือมีข้อผิดพลาดบกพร่องบ้าง

ให้ 4 คะแนน ถ้าเด็กเข้าใจคำถามดี ตอบคำถามและแสดงวิธีทำในการแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ มีเหตุมีผลและอ้างอิงถูกต้อง

แบบที่ 2 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ (Charles)

ชาร์ลส์ (Charles) ได้เสนอเกณฑ์ให้คะแนนอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่าการให้คะแนนแบบ แยกส่วน (Analytic Scoring Scales) ในแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ซึ่งแบ่งให้คะแนนออกเป็น 3 ตอน แต่ละตอนมีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ดังนี้

ตอนที่ 1 การประเมินความเข้าใจปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่เข้าใจปัญหาเลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าเข้าใจปัญหาเพียงบางส่วนหรือเข้าใจไม่ถูกต้อง หรือแปลความหมายตัวปัญหาบางส่วนผิดพลาด

ให้ 2 คะแนน ถ้าเข้าใจตัวปัญหาอย่างถูกต้องสมบูรณ์

ตอนที่ 2 การวางแผนปัญหา

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่ได้มีความพยายามในการวางแผน หรือวางแผนไม่ถูกต้อง ไม่ได้มีแนวทางในการแก้ปัญหาได้เลย

ให้ 1 คะแนน ถ้าการวางแผนมีส่วนถูกต้องอยู่บ้าง สามารถนำปัญหาบางส่วนมา กำหนดเป็นขั้นตอน เพื่อใช้วิธีแก้ปัญหาได้

ให้ 2 คะแนน ถ้าสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์

ตอนที่ 3 การได้คำตอบ

ให้ 0 คะแนน ถ้าไม่มีคำตอบ หรือคำตอบที่ผิดๆ หลงทางเนื่องจากการวางแผนที่ ผิดพลาดแต่แรก

ให้ 1 คะแนน ถ้ามีการเขียนคำตอบหรือวิธีทำที่ผิด เนื่องจากการลอกใจหยาบผิด คำนวณผิด ทำให้ได้คำตอบผิด แต่มีความเข้าใจถูกต้องอยู่บ้าง คำตอบบางส่วนมีความถูกต้อง

ให้ 2 คะแนน ถ้าคำตอบถูกต้อง เขียนอธิบายวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์

แบบที่ 3 การให้คะแนนตามรูปแบบของชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอเฟเฟอร์

(Charies, Lester and O'Deffer)

ชาร์ลส์ เลสเตอร์และโอเฟเฟอร์ (Charies, Lester and O'Deffer, 1978 อ้างถึง ใน สมศักดิ์ โสภณพินิจ, 2547: 22-25) ได้เสนอวิธีการให้คะแนนที่เรียกว่า การให้คะแนนแบบ ภาพรวม (Holistic Scoring Scale) โดยกำหนดให้คะแนนเต็ม 4 คะแนน ถ้าสามารถแก้ปัญหาได้ อย่างถูกต้องมากน้อยต่างๆ กัน จะได้คะแนนลดหลั่นกันตามส่วน ดังนี้

ให้ 0 คะแนน ถ้านักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาโจทย์ได้เลย แม้จะมีรอยขีดเขียน อยู่บ้างก็ไม่ได้ใกล้เคียง หรือจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

ให้ 1 คะแนน ถ้านักเรียนมีความเข้าใจในปัญหาโจทย์ได้ถูกต้อง ได้แสดงการคิด คำนวณที่ถูกต้องบ้างเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเขารู้วิธีทำที่ถูกต้องแต่ไม่สามารถทำจนสำเร็จได้

ให้ 2 คะแนน ถ้านักเรียนมีวิธีการคำนวณที่ถูกต้อง ได้แสดงวิธีทำอย่างมีเหตุผล แต่รายละเอียดของการคิดคำนวณยังผิดอยู่ ส่วนใหญ่เป็นความผิดจากการเข้าใจผิด หรือมีความบกพร่องในขั้นตอนการคำนวณ

ให้ 3 คะแนน ถ้านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เกือบถูกต้องสมบูรณ์ วิธีการถูกต้องตามขั้นตอนต่างๆ แต่มีข้อผิดพลาดบกพร่องในรายละเอียดบางประการ เช่น ไม่ได้ระบุเงื่อนไขที่จะเป็นประกอบคำอธิบาย หรือวิธีทำถูกต้องทั้งหมดแต่ตอบในขั้นสุดท้ายผิดพลาด

ให้ 4 คะแนน ถ้านักเรียนมีความถูกต้องทั้งวิธีทำ และรายละเอียดของการคิดคำนวณ

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

งานวิจัยต่างประเทศ

คลาร์คสัน (Clarkson, 1979: 4104-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแปลความหมายโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการทดสอบความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหา 3 แบบ คือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ พบว่าการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญห และนักเรียนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แจ๊คสัน (Jackson, 2000: i) ได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในตอนเหนือของรัฐอิลลินอยส์ กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกทักษะการคิดขั้นสูงได้แก่ การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่าโดยใช้เทคนิคการคิดที่หลากหลายและสอนกลยุทธ์การแก้ปัญห ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 20 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีความมั่นใจในความสามารถในการแก้ปัญหของตนเองมากขึ้น และมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผู้วิจัยเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำโดยการวิเคราะห์การแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์จากงานในโลกจริง จำนวน 91 คน ซึ่งนักเรียนมีสภาพทางเศรษฐกิจแตกต่างกัน จำนวนนักเรียนต่อห้องเรียนมีขนาดใกล้เคียงกัน นักเรียนอายุเฉลี่ย 12.3 ปี เวลาทดลองสอน 5 คาบต่อสัปดาห์ แต่ละคาบแนะนำวิธีสอนประมาณ 10 นาที ฝึกให้ทำกิจกรรม 30 นาที ทบทวนและสรุปสาระสำคัญจากบทเรียน 5 นาที กลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมือร่วมกับการรู้คิดนั้นสอนให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้คำถามตนเอง โดยแบ่งประเภทของคำถามออกเป็น 4

ประเภท ได้แก่ การทำความเข้าใจปัญหาหรืองานที่ได้รับ การเชื่อมโยงความรู้สู่ปัญหาหรืองานอื่น การเลือกใช้กลวิธีให้เหมาะสมกับปัญหาหรืองาน และการตอบสนองเข้าใจและความรู้สึกของตนเอง ส่วนกลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมืออย่างเดี่ยว ไม่มีการสอนให้ตั้งคำถามตนเอง ให้นักเรียนอ่านปัญหาหรือทราบงานที่ได้รับ แล้วช่วยกันหาคำตอบและอธิบายเหตุผลของตน เมื่อสมาชิกในกลุ่มมีความเห็นแตกต่างก็จะอภิปรายหาข้อสรุปออกมาจากนั้นเขียนคำตอบ นักเรียนสามารถขอคำแนะนำจากครูผู้สอนได้ งานหรือปัญหาที่ทำเป็นชนิดเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม การวัดประเมินผลโดยการสอบความรู้ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การสอนแบบร่วมมือร่วมกับการรู้คิดมีปฏิสัมพันธ์ในเชิงบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทั้งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือเพียงอย่างเดียว

ทูกอว์ (Tougaw, 1994: 2934-A) ศึกษาเจตคติและพฤติกรรมการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาโดยใช้ในการแก้ปัญหาแบบเปิด (Open approach) ในการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้การแก้ปัญหาแบบเปิดมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

พุท (Putt, 1979: 5382A) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เมื่อมีกระบวนการแก้ปัญหาต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวนสองห้องเรียน ห้องแรกได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหา ส่วนอีกห้องพยายามให้รับประสบการณ์ตรงจากการพยายามให้แก้ปัญหาดังๆ เอง ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

มูราสกี (Murski, 1979: 4104-A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนอ่านทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ลินน์ (Lynn, 1993: 167-169) ศึกษาปัจจัยที่เป็นอุปสรรคและปัจจัยที่ส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 12 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 3 คน แต่ละกลุ่มจะถูกบันทึกวิดีโอขณะร่วมกันแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่เป็นอุปสรรคต่อการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. การขาดประสบการณ์เกี่ยวกับกรอบของปัญหานั้นๆ
2. การกำหนดข้อจำกัดที่มากเกินไปจนเกินไป
3. การขาดการกำกับความสามารถด้านสติปัญญาของตนเอง
4. การขาดความเชื่อ

นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่ส่งผลและสนับสนุนการแสดงพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ความร่วมมือช่วยกันภายในกลุ่ม
2. การกำกับภายในกลุ่ม
3. แนวปฏิบัติ/บรรทัดฐานของสังคมในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อย

ฮอลล์ (Hall, 1979: 6324-A) ศึกษาผลของการสอนการวิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่คาดคะเนเก่งและไม่เก่งกลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองเรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์เป็นเวลา 8.5 ชั่วโมง แล้วทดสอบการวิเคราะห์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์สูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ต่ำ และนักเรียนที่เรียนการวิเคราะห์มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนการวิเคราะห์

งานวิจัยในประเทศ

กำจร มุณีแก้ว (2539: 48-50) ศึกษาผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร กลุ่มทดลองได้รับ

การสอนโดยใช้เทคนิคการออกเสียงและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จรุง ขำพงศ์ (2542: 50) ได้ศึกษาผลของการใช้กลวิธีเมตาคognition ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคognition มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 และนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยกลวิธีเมตาคognition มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ณัฐวี เจริญเกียรติบวร (2539: 58-65) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คนที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน แบบวัดความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นวลจันทร์ ผมออุทา (2545: 58-59) ศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 82 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลอง จำนวน 42 คน ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS และกลุ่มควบคุม จำนวน 40 คนได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบ SSCS มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นุตริยา จิตตารมย์ (2548: 93-94) ศึกษาผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 86 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนที่ได้รับจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่ได้รับการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ (2545: 53-55) ศึกษาผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชพิพิธ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการเรียน 27 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ราตรี เกตบุตรตา (2546: บทคัดย่อ) ศึกษาผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 โรงเรียนขวาววิทยา อำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยนักเรียนห้องม.2/1 เป็นกลุ่มทดลองที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก นักเรียนห้องม.2/2 เป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอนที่เน้นการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก สำหรับกลุ่มทดลองโดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ แผนการสอนที่เรียนแบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุมเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จำนวน 15 แผน โดยใช้สอน 15 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ และพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่เรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบัติ โพธิ์ทอง (2539: 69) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง โดยใช้เมตาคอกนิชันกับนักเรียน 1 กลุ่ม จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นชนิดอัตนัย ใช้การทดสอบแบบก่อนเรียน หลังเรียน ดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวคิดของ เบเยอร์ (Beyer, 1987 อ้างถึงใน สมบัติ โพธิ์ทอง, 2539: 42-43) ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การวางแผน การกำกับและการประเมิน การฝึกโดยสอนการใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ร่วมกับการฝึกการใช้เมตาคอกนิชัน ใช้เวลาในการฝึก 18 วัน วันละ 40 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการสอนแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใช้เมตาคอกนิชันสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเจตคติและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอดังต่อไปนี้

3.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า Attitude มีรากศัพท์มาจากภาษาละตินว่า Aptus แปลว่า โน้มเอียง เหมาะสม ในประเทศไทยมีคนให้คำแปลไว้อีกว่า ทศนคติ เจตคติ เป็นต้น มีความหมายตามพจนานุกรมฉบับ ราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2535 ว่า ท่าที่ ความรู้สึก แนวความคิดเห็นของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง นอกจากนี้ นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติแตกต่างกันไปตามแนวคิดดังนี้

กู๊ด (Good, 1973: 94) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่งต่อบุคคล สิ่งของ หรือสถานการณ์บางอย่าง เช่น รักหรือเกลียด พอใจหรือไม่พอใจมากน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น

แคทซ์ (Katz, 1960: 57) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นความรู้สึกโน้มเอียงของแต่ละบุคคลที่มีต่อสัญลักษณ์ สิ่งของ หรือสถานการณ์ต่างๆ ด้วยความรู้สึกเต็มใจหรือไม่เต็มใจ

ฟิชบายน์และแอชเชิน (Fishbein and Ajzen, 1975: 153) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นอารมณ์ความรู้สึกโน้มเอียงซึ่งเกิดจากประสบการณ์ที่จะตอบสนองด้วยความเต็มใจหรือไม่เต็มใจต่อเป้าเจตคติที่กำหนดไว้

เทอร์สโตน (Thurstone, 1982: 531) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นความรู้สึกของคนในด้านบวกหรือด้านลบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การวัดเจตคติสามารถทำได้โดยวัดความคิดของบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้นๆ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 6-7) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นความคิดที่เต็มไปด้วยความรู้สึกพร้อมที่จะตอบสนองต่อบุคคล หรือต่อสถานการณ์บางอย่าง

อัลพอร์ต (Allport, 1967: 256) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นสภาวะความพร้อมของจิตใจ ซึ่งเกิดขึ้นจากประสบการณ์สภาวะความพร้อมนี้เป็นตัวกำหนดทิศทางการตอบสนองของบุคคลที่มีต่อสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคคลนั้น

อนาสเตซี (Anastasi, 1967: 470) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติเป็นความโน้มเอียงในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบ โดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกทางภาษาและท่าทาง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2538: 230) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติ หมายถึง ความพร้อมของร่างกายและจิตใจที่มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใดๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป

ประสาร ทิพย์ธารา (2521: 82) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นที่บุคคลมีต่อสิ่งใด บุคคลใด ทั้งที่เป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ในทางที่ยอมรับหรือไม่ยอมรับ ทั้งนี้เป็นผลจากการที่บุคคลได้มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องด้วย

ปรียาภรณ์ วงศ์อนุตรโรจน์ (2546: 208) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่า เจตคติเป็นเรื่องของความชอบ ความไม่ชอบ ความลำเอียง ความคิดเห็น ความรู้สึก ความเชื่อฝังใจของบุคคลต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับรู้หรือประเมินเหตุการณ์ในสังคมนั้น แล้วเกิดอารมณ์ความรู้สึกควบคู่ไปกับการรับรู้และส่งผลต่อความคิดและปฏิกิริยาในใจของบุคคล ดังนั้นเจตคติจึงเป็นทั้งพฤติกรรมภายนอกที่อาจจะสังเกตได้ หรือเป็นพฤติกรรมภายในที่ไม่สามารถสังเกตได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2531: 108) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติ หมายถึงการเตรียมพร้อมแห่งสภาพจิตใจของบุคคลในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เจตคติเป็นอารมณ์ที่มีอยู่ในทุกคนในระดับที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ผลักดันบุคคลให้แสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ ในลักษณะที่พึงพอใจหรือไม่พอใจก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการเรียนและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

ไพศาล หวังพานิช (2526: 114) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งนั้น และ

ความรู้สึกดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมหรือแนวโน้มของการตอบสนองต่อสิ่งนั้นในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นในทางสนับสนุนหรือโต้แย้งคัดค้านก็ได้

ล้วน สายยศ (2517: 38) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติว่าเป็นอารมณ์ความรู้สึกอันบังเกิดจากการได้สัมผัสรับรู้ต่อสิ่งนั้น โดยแสดงความโน้มเอียงอย่างใดอย่างหนึ่งในรูปของการประเมินว่าชื่นชอบหรือไม่ชื่นชอบ

สุชา จันท์ธอม (2531: 72) ได้กล่าวไว้ว่าเจตคติหมายถึง ความรู้สึกหรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อบุคคล วัตถุสิ่งของ หรือสถานการณ์ต่างๆ เป็นไปในทำนองที่พึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยก็ได้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2543: 366) ได้กล่าวไว้สรุปได้ว่าเจตคติเป็นอักษณาสัย (Disposition) หรือแนวโน้มที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้า ซึ่งอาจเป็นทั้งคน วัตถุสิ่งของ หรือความคิด บุคคลใดมีเจตคติบวกต่อสิ่งใดก็จะเผชิญกับสิ่งนั้น ถ้ามีเจตคติลบก็จะหลีกเลี่ยงสิ่งนั้น เจตคติจึงเป็นสิ่งที่เรารู้และเป็นการแสดงออกของค่านิยมและความเชื่อของบุคคล

จากความหมายของเจตคติที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่าเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิดหรือประสบการณ์ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งจะสนองต่อสิ่งดังกล่าวในหลายลักษณะ เช่น ชอบหรือไม่ชอบ พอใจหรือไม่พอใจ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย เป็นต้น

3.2 ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

สำหรับเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้มีผู้ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ดุจเดือน พันธุมนาวิน (2547: 47) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ปริมาณการเห็นประโยชน์และโทษในการ

เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความรู้สึกพอใจและพอใจกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ตนกำลังเรียนและพร้อมที่จะแสดงพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามความรู้สึกนึกคิดของตน

รินภัทร์ กীরติธาดากุล (2543: 64) ได้กล่าวว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพความพร้อมทางจิต ซึ่งเกิดจากประสบการณ์การเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ สภาวะความพร้อมจะเป็นแรงกำหนดการตอบสนอง เช่น ชอบ ไม่ชอบ สนุก น่าสนใจ เบื่อ ฯลฯ

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547: 43) ได้ให้ความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง สภาพความพร้อมทางจิตใจ หรือความรู้สึกของบุคคลที่เกิดจากความคิดหรือประสบการณ์ที่มีต่อคณิตศาสตร์ ซึ่งจะตอบสนองในทางบวกหรือลบต่อความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์

จากความหมายของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่นักการศึกษากล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนในด้านบวกหรือด้านลบที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

3.3 ลักษณะสำคัญของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเจตคติพอสรุปได้ดังนี้

ชอร์และไรท์ (Shaw and Wright, 1971: 285) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ว่า

1. เจตคติเป็นความรู้สึกโน้มเอียงจากการประเมินเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งเร้าแล้ว เปลี่ยนเป็นความรู้สึกที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม
2. เจตคติสามารถแปรค่าได้ทั้งด้านคุณภาพและความเข้ม ตั้งแต่เจตคติในด้านบวกจนถึงด้านลบ
3. เจตคติเกิดจากรู้มากกว่าจะเป็นสิ่งที่มีมาแต่กำเนิด
4. เจตคติเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าเฉพาะอย่างทางสัมคม
5. เจตคติที่มีต่อสิ่งเร้าของบุคคลที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน

6. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วจะมีความคงที่การเปลี่ยนแปลงจะช้าและทำได้ยาก

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 173) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของเจตคติ สรุปได้ว่า

1. เจตคติเป็นสภาวะทางจิตในที่มีอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำมีผลทำให้บุคคลมีท่าทีในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางใดทางหนึ่ง
2. เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่ได้มีมาแต่กำเนิดแต่จะเกิดขึ้นจากการเรียนรู้และประสบการณ์ที่บุคคลนั้นมีส่วนเกี่ยวข้อง
3. เจตคติมีความหมายที่อ้างถึงตัวบุคคลหรือสิ่งของเสมอ นั่นคือเจตคติเกิดจากสิ่งที่มีตัวตน และสามารถอ้างถึงได้

ไพบูลย์ อินทรวริชา (2517: 36) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้ หรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคล หากใช้สิ่งที่มีติดตัวมาแต่กำเนิดไม่
2. เจตคติเป็นสภาพการณ์ทางจิตใจที่มีอิทธิพลต่อการคิด และการกระทำของบุคคลมาก เพราะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางไว้ว่า ถ้าบุคคลประสบกับสิ่งใดแล้ว บุคคลนั้นจะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นในลักษณะบวกหรือลบก็ได้
3. เจตคติเป็นสภาพการณ์ทางจิตใจที่มีแนวโน้มค่อนข้างจะถาวรพอสมควร ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละบุคคลต่างก็ได้สัมผัสประสบการณ์ การรับรู้ และการผ่านการเรียนรู้มามาก อย่างไรก็ตาม เจตคติก็น่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและการเรียนรู้ได้

ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ (2524: 5) ได้สรุปลักษณะสำคัญของเจตคติไว้ดังนี้

1. เจตคติเป็นการเตรียมหรือความพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทางที่ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งนั้น ซึ่งเป็นการเตรียมภายในจิตใจมากกว่าภายนอกที่จะสังเกตเห็นได้
2. เจตคติเป็นสภาวะความพร้อมที่จะตอบสนองของบุคคลที่จะยอมรับหรือไม่ยอมรับ ชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งต่างๆ มีความซับซ้อนซึ่งจะสัมพันธ์กับอารมณ์ด้วย

3. เจตคติไม่ใช่พฤติกรรม แต่เป็นสภาวะของจิตใจที่มีอิทธิพลต่อความรู้สึกนึกคิด และเป็นตัวกำหนดแนวทางในการแสดงออกของพฤติกรรม

4. เจตคติไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่สามารถสร้างเครื่องมือวัดพฤติกรรมที่จะแสดงออกมา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำนายหรืออธิบายเจตคติได้

5. เจตคติเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ บุคคลจะมีเจตคติในเรื่องเดียวกัน แตกต่างกันไปด้วยหลายสาเหตุหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจและสังคม ระยะเวลา เยาว์ปัญญา เป็นต้น

6. เจตคติมีความคงที่และความแน่นอนพอสมควร แต่อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ ถ้าการเรียนรู้และประสบการณ์นั้นเปลี่ยนแปลงไปเจตคติก็น่าจะเปลี่ยนแปลงไปได้

จากลักษณะของเจตคติที่นักการศึกษาได้ให้ไว้ ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่าลักษณะของเจตคติ มีลักษณะดังนี้ เจตคติเป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางบวกหรือลบ และเจตคติของบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากอิทธิพลของการเรียนรู้และประสบการณ์

3.4 องค์ประกอบของเจตคติ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติพอสรุปได้ดังนี้

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 6-7) ได้กล่าวถึงเจตคติว่ามีองค์ประกอบ 3 ประการ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ ความเข้าใจ (Cognitive Component) คือ ความคิดของบุคคลที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective Component) คือ สภาพอารมณ์ซึ่งเป็นผลมาจากความคิด ถ้าบุคคลมีความคิดที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งใดบุคคลนั้นจะมีความรู้สึกยอมรับหรือปฏิเสธต่อสิ่งนั้น

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavior Component) คือ ความรู้สึกในมโนเฉียงที่จะกระทำ ซึ่งจะอยู่ในรูปของการยอมรับหรือปฏิเสธ

แมคกายร์ (McGuire, 1969: 155-156) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3 องค์ประกอบ
ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านความรู้ เป็นความรู้ความเข้าใจ เป็นเหตุเป็นผลในการที่จะสรุปความเป็นความเชื่อ เป็นตัวความรู้มีความเชื่อในการประเมินสิ่งเรานั้น
2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก เป็นความรู้สึก อารมณ์ที่สัมพันธ์กับสิ่งเร้า แล้วประเมินสิ่งเร้านั้นว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลว ซึ่งประกอบด้วยอารมณ์ความรู้สึกทั้งทางบวกและทางลบที่เป็นตัวเร้าความคิดอีกต่อหนึ่ง

3. องค์ประกอบด้านการกระทำ เป็นความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลจะประพฤติปฏิบัติ กล่าวคือ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสมจะเกิดการตอบสนองในทางสนับสนุนหรือคัดค้านต่อสิ่งเร้านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรือความรู้สึกจะแสดงออกมาเป็นพฤติกรรมของบุคคล

นอกจากนี้แมคกายร์ยังได้ให้แนวคิดที่ว่า เจตคติจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อองค์ประกอบทั้งสามด้านนี้ต้องมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือเจตคติของบุคคลจะมีทั้งความรู้ในเรื่องนั้น มีความรู้สึกอารมณ์ต่อเรื่องนั้น แล้วนำมาปฏิบัติเป็นพฤติกรรมตามแนวความเชื่อหรือค่านิยมของแต่ละบุคคล

ออสแคมป์ (Oskamp, 1977: 267) เสนอแนวคิดองค์ประกอบของเจตคติเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. เจตติมีองค์ประกอบเดียว กลุ่มนี้จะมองเจตคติเกิดจากการประเมินเป้าของเจตติว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบ
2. เจตติมีสององค์ประกอบ ตามแนวคิดนี้มองเจตติประกอบด้วยองค์ประกอบด้านสติปัญญา (Cognitive) และด้านความรู้สึก (Affective)
3. เจตติมีสามองค์ประกอบ แนวคิดนี้เชื่อว่าเจตติมี 3 องค์ประกอบ หรือ 3 ส่วน (Three Components) ได้แก่

3.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive Component) ประกอบด้วยความรู้ ความคิด และความเชื่อที่ผู้นั้นมีต่อเป้าเจตติ

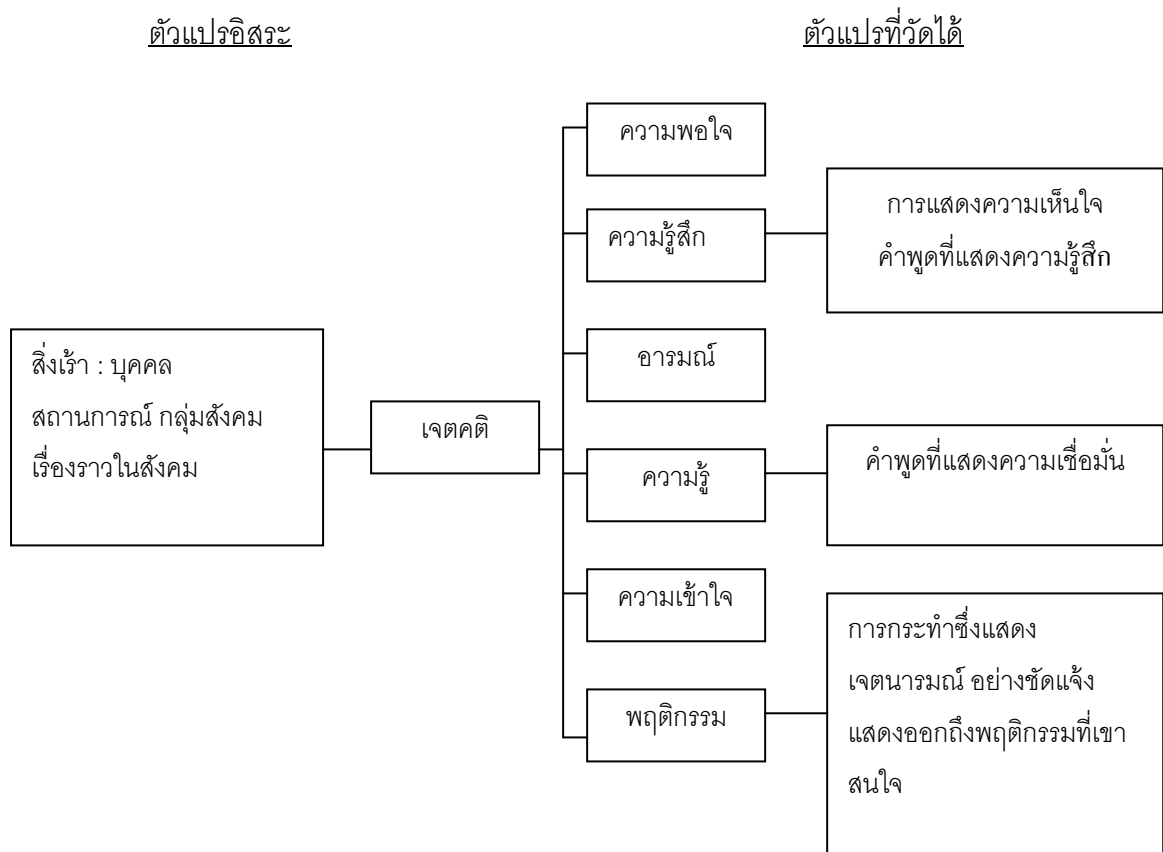
3.2 ด้านความรู้สึก (Affective Component) หมายถึง ความรู้สึก อารมณ์ของคนใดคนหนึ่งต่อเป้าเจตติ ว่ารู้สึกชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น พอใจหรือไม่พอใจ หลังจากการสัมผัสหรือรับรู้เป้าเจตติแล้ว สามารถแสดงความรู้สึกประเมินว่าสิ่งนั้นดีหรือไม่ดี

3.3 ด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) อาจเรียกว่า Action Component เป็นด้านแนวโน้มของการจะกระทำหรือจะแสดงพฤติกรรม เจตคติเป็นพฤติกรรมซ่อนเร้น ในขั้นนี้เป็นการแสดงแนวโน้มของการกระทำต่อไปเจตคติเท่านั้น ยังไม่แสดงออกจริง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งเจตคติออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านการกระทำ เพราะองค์ประกอบทั้ง 3 ด้านสามารถวัดได้ครอบคลุมและตรงกับสิ่งที่ต้องการวัดเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้

3.5 การเกิดของเจตคติ

โรเซนเบิร์กและโฮปแลนด์ (Rosenburg and Hovland, 1963: 326) ได้แสดงแผนภาพของการเกิดเจตคติ ดังนี้



ภาพที่ 5 การเกิดเจตคติ

อัลพอร์ต (Allport, 1967: 258) กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดเจตคติดังนี้

1. เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม การเรียนรู้ทางตรง คือ การได้รับการอบรมสั่งสอน การเรียนรู้ทางอ้อม คือ การได้รับประสบการณ์ของตนเอง
2. เกิดจากความสามารถในการแยกแยะว่าสิ่งใดดีสิ่งใดไม่ดี ตลอดจนวิธีการปฏิบัติ ต่อสิ่งที่แตกต่างกัน เช่น การสนใจ การเอาใจใส่ต่อสิ่งที่สนใจ
3. เกิดจากประสบการณ์ในอดีตเกิดจากการยอมรับเอาเจตคติของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง

กรมวิชาการ (2534: 53) ได้เสนอเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเจตคติว่ามีแทรกได้กับทุกเนื้อหา เน้นความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งที่เรียนอาจเป็นแนวคิด หลักการ การกระทำเหตุการณ์ สถานการณ์ ฯลฯ มีขั้นตอนดังนี้

1. สังเกต โดยให้นักเรียนพิจารณาข้อมูล เหตุการณ์ การกระทำที่เกี่ยวข้องกับการมีเจตคติที่ดีและไม่ดี
2. วิเคราะห์ โดยให้นักเรียนพิจารณาผลที่จะเกิดตามมาแล้วแยกเป็นการกระทำที่เหมาะสมได้ผลตามที่น่าพอใจ และกระทำที่ไม่เหมาะสมได้ผลตามที่ไม่น่าพอใจ
3. สรุป โดยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเป็นหลักการ แนวคิด แนวปฏิบัติด้วยเหตุผลของความพอใจ

ดวงเดือน อ่อนน้อม (2531: 29-30) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ว่าเจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถสอนได้โดยตรง แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นหรือได้รับการปลูกฝังที่ละเอียดที่ละน้อยกับตัวนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นพฤติกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่

1. ครูมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์และต่อนักเรียน
2. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจและส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
3. การกระทำต่อไปนี้ช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้
 - 3.1 ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
 - 3.2 ทำงานกับนักเรียนด้วยความอดทนและใจเย็น
 - 3.3 เลือกใช้วิธีสอนและสื่อการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม
 - 3.4 ให้งานนักเรียนตามความสามารถและอย่างมีเหตุผล

3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะโครงสร้างและประโยชน์ของ คณิตศาสตร์

แสงเดือน ทวีสิน (2545: 68) ได้กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดเจตคติ สรุปได้
ดังนี้

1. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยการรวบรวมประสบการณ์
จากอดีตสะสมไว้ บุคคลนั้นจะทำการจำแนกแยะแยะออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ชอบ-ไม่ชอบ ดี-ไม่ดี
สนใจ-ไม่สนใจ ซึ่งอาศัยประสบการณ์เป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเพื่อกำหนดทิศทางของ
เจตคติและหลักเกณฑ์ดังกล่าวจะถูกหล่อหลอมมาจากความเชื่อของมนุษย์แต่ละคนที่แตกต่างกัน
ซึ่งความเชื่อของมนุษย์จะประกอบด้วยเหตุแต่ละบุคคล นักจิตวิทยาได้จัดลำดับความเชื่อได้ ดังนี้

1.1 ความเชื่อจากประสบการณ์ตรง (Primitive Belief) เป็นความเชื่อใน
ระดับพื้นฐานที่สุด คือ เชื่อเพราะเคยได้พบมา

1.2 ความเชื่อจากการประเมินค่า (Evaluative Belief) เกิดขึ้นเนื่องจาก
บางครั้งประสบการณ์ตรงไม่ได้ให้ข้อมูลที่เหมือนกันทุกครั้ง ดังนั้นจึงต้องมีการประเมินค่าก่อนการ
ตัดสินใจว่าจะเชื่อถือได้หรือไม่

1.3 ความเชื่อในระดับการวิเคราะห์ (Higher-Order Belief) เป็นความเชื่อที่
ได้จากข้อมูลหลายทาง ดังนั้นก่อนที่จะเชื่อจะต้องพิจารณาถึงเหตุผลก่อนซึ่งเป็นความเชื่อที่เป็นผล
ของการพิสูจน์ในเชิงตรรกวิทยามาแล้ว

1.4 ความเชื่อในระดับการสังเคราะห์ (Horizontal Structure of Belief)
เป็นความเชื่อที่ต้องอาศัยข้อมูลและหลักฐานต่างๆ มากมายในการตัดสินใจเพื่อประกอบความ
เชื่อถือของตน ความเชื่อในระดับนี้มักจะผ่านการกลั่นกรองของข้อมูลมาอย่างดี

2. เจตคติที่เกิดจากการรับเจตคติของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง การรับเจตคติของ
ผู้อื่นมานั้นมักจะเป็นบุคคลที่มีความสำคัญเป็นที่น่าเชื่อถือยกย่องชื่นชมอย่างมาก

3. เจตคติเกิดจากประสบการณ์ที่ประทับใจมาก ประสบการณ์บางอย่างที่
ประทับใจมากทั้งทางด้านดีและไม่ดีเพียงครั้งเดียวก็ก่อให้เกิดเป็นเจตคติได้อย่างรวดเร็ว

3.6 การเปลี่ยนแปลงเจตคติ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 3) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติว่าประกอบด้วย สาร วิธีรับสาร สถานการณ์ ตัวบุคคล และกลุ่มสังคม การเปลี่ยนแปลงเจตคติอาจจะสังเกตเห็นเปลี่ยนแปลงในแต่ละด้านได้ ดังนี้

1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ สังเกตได้จากการตอบสนองการรับรู้และคำพูดที่แสดงความเชื่อ
2. ด้านความรู้สึก สังเกตได้จากการตอบสนองของประสาทสัมผัสและคำพูดที่แสดงความรู้สึก
3. ด้านพฤติกรรม สังเกตได้จากท่วงท่าที่แสดงออกและคำพูดที่เกี่ยวกับการกระทำ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 185) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงเจตคติจะต้องเป็น ขบวนการที่มีความต่อเนื่องกัน โดยแสดงได้เป็น 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นความตั้งใจ บุคคลจะมีความสนใจต่อเนื้อหาของสารทำให้อยากรู้และมีสมาธิพอที่จะรับรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ นั่นคือ บุคคลจะมีการเลือกรับทราบสารโดยที่เกิดความตั้งใจขึ้นก็ต่อเมื่อสารชักจูงนั้นเป็นสารที่ตนสนใจและยินดีรับทราบ

ขั้นที่ 2 ขั้นความเข้าใจ หลังจากบุคคลนั้นมีความตั้งใจรับทราบสารชักจูงแล้วบุคคลนั้นจะแสดงความสามารถในการรับรู้เนื้อหาของสารชักจูง ซึ่งขึ้นอยู่กับความยากง่ายของสารและความเหมาะสมระหว่างสารชักจูงกับระดับการศึกษาของผู้รับสาร

ขั้นที่ 3 ขั้นการยอมรับ เมื่อมีความเข้าใจแล้วบุคคลจะแสดงออกใน 2 ลักษณะคือ ยอมรับการชักจูงหรือไม่ยอมรับการชักจูงของสารนั้น การยอมรับการชักจูง หมายถึง การเชื่อการปฏิบัติหรือคล้อยตามสารชักจูงนั้นก็คือการเปลี่ยนแปลงตามสารชักจูงนั่นเอง ส่วนการไม่ยอมรับก็จะเป็นไปในลักษณะตรงข้ามนั่นเอง

ขั้นที่ 4 ขั้นการระลึกได้ เป็นการแสดงถึงความคงทนของการยอมรับหรือการไม่ยอมรับการชักจูงของสารรวมไปถึงการจำ และการเพิ่มหรือลดการยอมรับหรือการไม่ยอมรับสารชักจูงนั้นตามกาลเวลา

ขั้นที่ 5 ขั้นการแสดงออก เมื่อบุคคลนั้นมีการยอมรับสารชักจูงและระลึกได้แล้ว บุคคลนั้นย่อมแสดงพฤติกรรมให้ปรากฏซึ่งสอดคล้องกับการยอมรับนั้นๆ นั่นคือ ถ้าสารชักจูง

สามารถโน้มน้าวให้บุคคลนั้นบรรลุทั้ง 4 ขั้นข้างต้นแล้วมีการแสดงออกก็ถือว่าการชักจูงนั้นได้ผล และแสดงถึงความสำเร็จในการชักจูงที่มั่นคงถาวร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 168-169) ได้กล่าวถึง เจตคติต่อคณิตศาสตร์ไว้สรุปได้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจ-ไม่พอใจ ความชอบ-ไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านในด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักหนึ่งจากสิ่งนั้น หรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้
2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจจะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งล่อใจ
3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

แสงเดือน ทวีสิน (2545: 71) ได้กล่าวถึงหลักในการเปลี่ยนเจตคติของบุคคลไว้สรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร ทั้งนี้เพราะในการสร้างเจตคติแต่ละเรื่องต้องใช้เวลาในการสั่งสมยาวนานพอสมควร ดังนั้นการที่จะเปลี่ยนแปลงจึงต้องอาศัยเวลาเช่นกัน โดยมีหลักการดังนี้

1. สร้างตัวเลียนแบบ (Identification Figure) ที่เหมาะสมให้กับผู้ที่เราต้องการจะ ให้เปลี่ยนเจตคติ ลักษณะที่สำคัญของตัวเลียนแบบ เช่น

- 1.1 ต้องเป็นบุคคลที่ผู้เรียนสามารถพึ่งพาอาศัยได้
- 1.2 ต้องเป็นบุคคลที่สำคัญในชีวิตของผู้เรียน
- 1.3 ต้องเป็นบุคคลที่ผู้เรียนยกย่อง เชื่อถือ
- 1.4 ต้องเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียง มีศักดิ์ศรี มีบารมีพอที่จะให้ผู้เรียนเชื่อถือ
- 1.5 ต้องเป็นบุคคลที่มีความอบอุ่น มีลักษณะเป็นกันเองและมีความ

เข้าใจกัน

2. ใช้วิธีการพูดหรือการสื่อสาร (Communication) เพื่อเปลี่ยนแปลงเจตคติใน 2 วิธี คือ

2.1 การพูดโดยอ้างเหตุผล (Logical Argument) การพูดชักจูงเพื่อเปลี่ยนเจตคติของบุคคลจะต้องพูดโดยเสนอข้อเท็จจริงทั้งในส่วนดีและไม่ดี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกด้วยตนเอง

2.2 การพูดเร้าอารมณ์ (Emotional Appeal)

3. ใช้วิธีการจัดสภาพการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ เพื่อเอื้ออำนวยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติไปในทางที่ต้องการ เช่น การให้เข้าไปมีส่วนร่วม การจัดกิจกรรม การเล่นบทบาทสมมติ (Role Playing) เป็นต้น

3.7 ประโยชน์ของเจตคติ

ไทรแอนดิส (Triandis, 1971: 211) กล่าวถึงประโยชน์ของเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยทำให้เข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว โดยการจัดรูปหรือจัดระบบสิ่งของต่างๆ ที่อยู่รอบตัวบุคคลนั้น

2. ช่วยให้มีการเข้าใจตนเอง ทำให้บุคคลนั้นหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ดี ปกปิดความจริงบางอย่าง หรือนำความไม่พอใจออกจากตัวเอง

3. ช่วยในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน ซึ่งการมีปฏิริยาตอบโต้หรือกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดออกไปนั้นส่วนมากจะทำให้สิ่งที่นำความพอใจมาให้ตัวเอง

4. ช่วยให้บุคคลแสดงออกถึงค่านิยมพื้นฐานของตนเองที่มีต่อสิ่งนั้น

ดวงเดือน พันธุมนาวิน (2531: 1-3) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการวัดเจตคติสรุปได้ดังนี้

1. วัดเพื่อทำนายพฤติกรรม การที่บุคคลมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด แสดงว่าเรามีความรู้ในสิ่งนั้นในด้านที่ดี หรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากหรือน้อยเพียงใด และเรามีความรู้สึกรับชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้นเพียงใด เจตคติของบุคคลนั้นจึงเป็นเครื่องทำนายว่าบุคคลนั้นจะมีการกระทำต่อสิ่งนั้นในทางใด ดังนั้นการทราบเจตคติของบุคคลย่อมช่วยให้สามารถทำนายการกระทำของบุคคลนั้นได้ แม้จะไม่ถูกต้องเสมอไปก็ตาม

2. วัดเพื่อหาทางป้องกัน การมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นเป็นสิทธิของแต่ละคนแต่การจะอยู่ในสังคมเดียวกันอย่างสงบจะเกิดจากการที่คนในสังคมนั้นมีเจตคติต่อสิ่งต่างๆ

คล้ายคลึงกัน จึงจะทำให้เกิดความร่วมมือร่วมใจกันและไม่เกิดความแตกแยกขึ้นในสังคมนั้น
ดังนั้นในการประกอบอาชีพบางประเภทจึงต้องอาศัยคนที่มีเจตคติที่เหมาะสมในการทำงาน

3. วัดเพื่อหาทางแก้ไข การที่บุคคลมีเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่แตกต่างกัน เมื่อต้องการให้เกิดความพร้อมเพรียงกันจำเป็นจะต้องได้รับความคิดเห็นและเจตคติที่สอดคล้องกัน

4. วัดเพื่อให้เข้าใจสาเหตุและผล เจตคติต่อสิ่งต่างๆ เป็นสาเหตุภายในที่ผลักดันให้บุคคลกระทำออกไป ซึ่งอาจจะได้รับผลจากสาเหตุภายนอกด้วยส่วนหนึ่งและเจตคติของบุคคลจะเป็นเครื่องมือกรองหรือเครื่องหันเหอิทธิพลจากสาเหตุภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคคลนั้น

ดังนั้นการเข้าใจอิทธิพลของสาเหตุภายนอกที่มีต่อการกระทำของบุคคลให้ชัดเจน บางกรณีอาจจำเป็นต้องวัดเจตคติของบุคคลต่างๆ ต่อสาเหตุภายนอกนั้น

3.8 แนวทางในการวัดเจตคติ

การวัดเจตคติเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนและผู้เรียนเอง ดังเช่น ผลการวัดเจตคติต่อคณิตศาสตร์จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่น่าไปใช้เพื่อการประเมินหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กระบวนการสอนของผู้สอน ความยากง่ายหรือความสลับซับซ้อนของเนื้อหาสาระ การจัดลำดับของเนื้อหาตลอดจนการวัดและการประเมินผล ส่วนการวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ จะช่วยในการวัดพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนเมื่อได้รับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์แล้ว เพื่อนำผลไปช่วยในการพัฒนาหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนการสอน และสถานการณ์ของปัญหาต่างๆ ให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น

เอ็ดเวิร์ด (Edwards, 1957: 64) ได้เสนอวิธีวัดเจตคติซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่ผู้ถามจะทราบความรู้สึกหรือความคิดเห็นของผู้ตอบที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแต่มีข้อเสียคืออาจจะไม่ได้รับคำตอบที่จริงใจจากผู้ตอบ เพราะผู้ตอบอาจจะบิดเบือนคำตอบเนื่องมาจากความเกรงกลัวต่อการแสดงความคิดเห็น วิธีแก้ไขคือจะต้องปรับบรรยากาศให้ผู้ตอบมีความรู้สึกเป็นอิสระและให้แน่ใจว่าคำตอบของเขาจะเป็นความลับ

2. การสังเกตพฤติกรรม มีผู้เสนอว่าต้องการทราบว่ามีใครมีความคิดเห็น หรือความรู้สึกต่อสิ่งใดก็ให้สังเกตพฤติกรรมของเขาต่อสิ่งนั้น แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ถ้าจะทำการวิจัยคน

จำนวนมากๆ จะไม่สามารถสังเกตเห็นได้หมดทุกคนและเจตคติเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการตัดสินใจของบุคคลเท่านั้น ดังนั้นจะใช้เจตคติอย่างเดียวในการตัดสินใจไม่ได้

3. การสร้างข้อความที่เป็นข้อคิดเห็นต่อสิ่งเร้าที่ต้องการจะวัดเจตคติ ข้อความที่เป็นสิ่งเร้าที่ต้องการให้ผู้ตอบแสดงเจตคติต่อสิ่งนั้น โดยตอบในเชิงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้น การวัดเจตคติด้วยวิธีการนี้จะอยู่ในรูปแบบวัดเจตคติ ซึ่งจะใช้ในการศึกษางานอุตสาหกรรมและงานวิจัยต่างๆ เพราะมีความสะดวกและรวดเร็วที่จะทราบค่ามัชฌิมเลขคณิตของเจตคติของกลุ่มบุคคล

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2535: 112-115) ได้กล่าวถึงมาตรวัดเจตคติที่นิยมใช้ 3 ชนิดสรุปได้ดังนี้

1. วิธีของเทอร์สตัน (Thurston Type) หรือวิธีการวัดช่วงเท่ากัน (Equal Appearing Interval Scale) เป็นแบบวัดที่ต้องอาศัยความคิดเห็นของบุคคลกลุ่มหนึ่งที่มีความน่าเชื่อถือได้เป็นเกณฑ์ โดยกำหนดเรื่องที่จะวัด โครงสร้าง ข้อความตามโครงสร้างที่เป็นทั้งข้อความเชิงบวกเชิงลบ และเชิงเป็นกลางให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ พิมพ์ข้อลงในบัตรข้อความละ 1 บัตร โดยกลุ่มผู้ตัดสินข้อความแยกออกเป็น 11 กลุ่ม จากกลุ่มข้อความที่ไม่ชอบเลยไปจนกระทั่งกลุ่มที่ชอบมากที่สุดจาก A-K ซึ่งข้อความ A เป็นข้อความที่ต่อต้านคุณลักษณะที่จะวัด กลุ่มข้อความ B C D E เป็นข้อความที่มีการต่อต้านน้อยลงไปตามลำดับ ข้อความ F เป็นข้อความที่มีความเป็นกลางคือไม่สนับสนุนและต่อต้าน กลุ่มข้อความ G H I J K เป็นกลุ่มข้อความที่สนับสนุนข้อความที่จะวัดมากขึ้นตามลำดับ หลักสำคัญในการตัดสินผู้ตัดสินมีหน้าที่เพียงตัดสินว่าแต่ละข้อความสนับสนุนหรือต่อต้านมากน้อยเพียงใด

2. วิธีของลิเคิร์ต (Likert) หรือวิธีประมาณค่ารวม (Summated Rating Scales) เป็นแบบวัดความรู้สึกและความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวก (Positive) และทางลบ (Negative) โดยกำหนดช่วงความรู้สึกของบุคคลเป็น 5 ช่วง หรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือกเป็น 5 4 3 2 1 สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 สำหรับข้อความทางลบ ซึ่งข้อความที่จะใช้ในมาตรวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกที่ดีและไม่ดีต่อสิ่งที่ต้องการจะวัดในจำนวนข้อที่พอๆ กัน อาจจะมีข้อความประมาณ 18-20 ข้อความ

3. วิธีของออสกู๊ด (Osgood) เทคนิคนัยจำแนกหรือการแตกความหมายคำ (Semantic Differential Technique) เป็นการให้บุคคลใช้ความหมายทางภาษา เพื่อศึกษา

มโนทัศน์ของสิ่งของสถานที่ เหตุการณ์ บุคคล ฯลฯ โดยใช้คุณศัพท์ซึ่งตรงข้ามกันที่มีลำดับความ
 มากน้อยจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งทั้งหมด 7 อันดับ ซึ่งพิจารณาถึงองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

3.1 การประเมินค่า (Evaluative Factor) เช่น ดี-เลว ชอบ-ไม่ชอบ เป็นต้น

3.2 ศักยภาพ (Potency Factor) เช่น หนัก-เบา แข็งแรง-อ่อนแอ เป็นต้น

3.3 การเคลื่อนไหว (Activity Factor) เช่น รวดเร็ว-เชื่องช้า ร่าเริง-หงอย

เหงา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้วิธี
 ของลิเคิร์ต (Likert)

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ชฎานิน คมพจน์ (2552: 104) ได้ศึกษาผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ทฤษฎีการ
 ซ่อมแซมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของ
 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน
 สุราษฎร์ธานี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้
 ทฤษฎีการซ่อมแซม มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริมไม่แตกต่างกัน
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มะลิวรรณ ศรีชัยปัญญา (2550: 57-60) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่
 เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ
 ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการ
 ศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1
 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร จำนวน 90 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการ
 สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงมี
 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองไม่สูงกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนที่ได้รับการ
 สอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงมี
 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

เวชฤทธิ์ อังกะภักทธร (2550: บทคัดย่อ) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบการ
สอนแนะให้รู้คิด ที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียน
มีคะแนนเฉลี่ยด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์จากการทำแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์
ภายหลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลองที่ระดับนัยสำคัญ .01

ชัยวัฒน์ อู๋ยปาอาจ (2552: 79-84) ได้ศึกษาผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดใน
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อน
เรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วัชรสันต์ อินธิสาร (2547: 80-92) ได้ศึกษาผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิต
และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The
Geometer's Sketchpad พบว่า นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์สูงและปานกลาง มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน โดยใช้โปรแกรม The
Geometer's Sketchpad สูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรดาล ผาสุข (2546: 74-77) ได้ศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัว
แบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอน
ปลาย พบว่า เจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ภายหลังการทดลองปฏิบัติกิจกรรมการใช้
ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิด
นำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศเพื่อ
เป็นข้อมูลและแนวทางในการทำวิจัย ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ
เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นปัญหาสำหรับงานวิจัย และศึกษาแนวทางแก้ปัญหาจากเอกสาร
บทความ ตำรา พร้อมทั้งศึกษาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอ
แนวคิดนำ

1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการ
เรียนรู้อคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1- มัธยมศึกษาปีที่ 3) รวมถึงศึกษาข้อมูล
เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับ
มัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแปรผัน

1.3 ศึกษาเนื้อหาเรื่องการแปรผัน จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช

2551 หนังสือคู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบอื่น ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 ศึกษาเอกสาร วารสาร ตำรา เกี่ยวกับวิธีวิจัย หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยมีรูปแบบของการทดลองปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รูปแบบการวิจัย

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

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)
- X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ
- ~X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง มีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันจำนวนมากพอสำหรับการทดลอง อีกทั้งผู้บริหารและคณะครูในโรงเรียนให้ความร่วมมือและสนับสนุนการทำวิจัยเป็นอย่างดี และจากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยามีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ของนักเรียนทั้ง 5 ห้อง มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง ม.2/1 และห้อง ม.2/2 ซึ่งมีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 75.83 และ 73.89 ตามลำดับ นำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งห้อง ม.2/1 และห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 15.69 และ 14.03 คะแนน ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ต่อจากนั้น

ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้งสองห้องทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งห้อง ม.2/1 และห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 132.72 และ 128.08 คะแนน ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองห้องมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งผลจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งสองห้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.2/1 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและนักเรียนชั้น ม.2/2 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า

4.1.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน

4.2.3 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำที่ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน จำนวน 12 แผน ใช้ในการทดลองสอน 16 คาบ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาหลักการ เป้าหมายของการจัดการศึกษาในแผนการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 10 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

4.1.2 ศึกษาหลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.3 ศึกษากรอบแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำจากหนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำตามแนวคิดของ จอยซ์และวีล (Joyce and Weil, 1978: 211-215) ซึ่งประกอบด้วยลำดับขั้นตอนในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเสนอแนวคิดนำ (Presentation of Advance Organizer) ซึ่งประกอบด้วย

- 1) ครูนำเสนอและอธิบายวัตถุประสงค์ของบทเรียนให้นักเรียนทุกคนทราบและเข้าใจตรงกัน
- 2) ครูนำเสนอแนวคิดนำที่ได้เตรียมไว้แล้ว พร้อมอธิบายรายละเอียดในการเสนอแนวคิดนำ
- 3) ครูตรวจสอบความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมสำหรับใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้บทเรียนใหม่

ขั้นที่ 2 การนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ (Presentation of Task or Material) ในขั้นนี้เป็นการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่ครูต้องการให้นักเรียนเรียนรู้และตัวอย่างการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหา โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและเหมาะสม ได้แก่ การบรรยาย การอภิปราย และการทำกิจกรรมกลุ่ม รวมทั้งมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและน่าสนใจ อีกทั้งครูใช้คำถามแนะแนวทางคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก

ขั้นที่ 3 การจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น (Strengthening Cognitive Structure) ซึ่งประกอบด้วย

- ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการผสมผสานความรู้
- ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความมุ่งมั่น กระตือรือร้นในการเรียนรู้
- ครูกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา
- ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้

4.1.4 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา ที่อิงตามแนวหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.5 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4.1.6 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่จะใช้ในการทดลองซึ่งประกอบด้วยเรื่อง การแปรผัน

4.1.7 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งสองแบบ จำนวน 12 แผน 16 คาบ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย หัวข้อเรื่อง สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ย่อย กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันที่ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นสอน โดยกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การเสนอแนวคิดนำ การนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ ขั้นการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่แนะนำไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเป็นไปตามแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ชั้นสอน และขั้นสรุป สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 12 แผน แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง การแปรผัน มีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จำแนกตามหัวข้อเรื่อง เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง การแปรผัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	เนื้อหา	จำนวนคาบ
1	- บทนิยามของการแปรผันตรง - ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง - สมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกัน	การแปรผันตรง	1
2	- พิจารณาว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผันตรงต่อกันหรือไม่	การแปรผันตรง	1
3	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผันตรง	การแปรผันตรง	1
4	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผันตรง(ต่อ)	การแปรผันตรง	1
5	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผันตรง(ต่อ)	การแปรผันตรง	2
6	- บทนิยามของการแปรผกผัน - ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผกผัน - สมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผกผันต่อกัน	การแปรผกผัน	1
7	- การพิจารณาว่าปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้แปรผกผันต่อกันหรือไม่	การแปรผกผัน	1
8	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผกผัน	การแปรผกผัน	1
9	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผกผัน(ต่อ)	การแปรผกผัน	1

ตารางที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่จำแนกตามหัวข้อเรื่อง เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง การแปรผัน (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	เนื้อหา	จำนวนคาบ
10	-การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผัน(ต่อ)	การแปรผัน	2
11	- บทนิยามของการแปรผันเกี่ยวเนื่อง - ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันเกี่ยวเนื่อง - สมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณใดๆ ที่แปรผันเกี่ยวเนื่องต่อกัน	การแปรผันเกี่ยวเนื่อง	1
12	- การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการแปรผันเกี่ยวเนื่อง	การแปรผันเกี่ยวเนื่อง	3

4.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 แผน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการพิจารณา อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

ก. การเขียนขั้นตอนและวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนควรเขียนอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ให้ละเอียดและชัดเจนพอสมควรที่ผู้อ่านจะได้ทราบว่ามีขั้นตอนอย่างไร ไม่ควรเขียนรวบรัดจนเกินไป

ข. ไม่ควรเขียนเนื้อหาหรือคำอธิบายทั้งหมดในหัวข้อสาระสำคัญ แต่ควรเขียนสาระสำคัญแยกต่างหาก ส่วนเนื้อหาหรือคำอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ควรนำไปไว้ในหัวข้อสาระการเรียนรู้

ค. การเขียนสาระสำคัญให้เขียนเรียงลำดับให้ถูกต้องโดยควรเริ่มจากหลักการ เนื้อหา ตัวอย่าง ตามลำดับ

ง. ใบกิจกรรมและใบงานทุกฉบับต้องสอดคล้องกับตัวอย่างและเนื้อหาของแต่ละแผน และควรเพิ่มแบบฝึกหัดหรือโจทย์ปัญหาให้มากขึ้น

4.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 195)

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าของกลุ่มทดลองและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล การเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นการนำเสนอแนวคิดว่า ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูนำเสนอและอธิบายวัตถุประสงค์ของบทเรียนในการเรียนแต่ละครั้งให้นักเรียนทุกคนทราบและเข้าใจตรงกัน พร้อมทั้งให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน 2. ครูนำเสนอแนวคิดว่าที่ได้เตรียมไว้แล้ว พร้อมอธิบายรายละเอียดในการเสนอแนวคิดว่าพอสังเขป จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยเกี่ยวกับการเสนอแนวคิดว่า 3. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนโดยใช้การสนทนาประกอบการซักถาม เช่น การให้ดูภาพของจริง การนำเสนอข่าวสารหรือปัญหาที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การเล่าเรื่อง การสาธิต เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตระหนักถึงความรู้เดิมและเตรียมสร้างความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ 	<p>ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการเรียนโดยใช้การสนทนาประกอบการซักถาม เช่น การให้ดูภาพของจริง การนำเสนอข่าวสารหรือปัญหาที่ปรากฏตามสื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน การเล่าเรื่อง การสาธิต เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเตรียมความพร้อมที่จะเรียนต่อไป</p> <p>ขั้นสอน ครูสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ระบุในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนในแต่ละคาบ โดยดำเนินการจัดกิจกรรมดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูนำเสนอบทเรียนใหม่โดยใช้การถาม-ตอบ ประกอบคำอธิบาย เพื่อให้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล การเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นการนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ ครูนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนที่ต้องการให้นักเรียน เรียนรู้และตัวอย่างการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการ แก้ปัญหา มีการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมและน่าสนใจ โดยดำเนินการจัดกิจกรรมดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูนำเสนอบทเรียนใหม่โดยใช้การถาม-ตอบ ประกอบคำอธิบาย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีทัศนคติในแต่ ละเรื่องที่เรียน 2. ครูยกตัวอย่างเนื้อหาที่สอน และใช้การถาม- ตอบประกอบคำอธิบาย เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น 3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยแบบคละ ความสามารถช่วยกันทำใบกิจกรรมโดยในระหว่างที่ นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อยครูหมุนเวียนสังเกตการ ทำกิจกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งคอย ให้คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น 4. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนในแต่ละกลุ่มออกมา นำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนจนครบทุก กลุ่ม โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูก ต้องของแต่ละกลุ่มและถ้าหากการนำเสนอของ นักเรียนยังไม่ชัดเจนครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลใน บางส่วนที่ไม่ชัดเจน 	<p>นักเรียนได้มีทัศนคติในแต่ละเรื่องที่เรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. ครูยกตัวอย่างเนื้อหาที่สอน และใช้ การถาม-ตอบประกอบคำอธิบาย เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจยิ่งขึ้น 3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มย่อยแบบ คละความสามารถช่วยกันทำใบกิจกรรม โดยในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ย่อยครูหมุนเวียนสังเกตการทำกิจกรรม ของนักเรียนในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งคอย ให้คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น 4. ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนในแต่ละ กลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรม หน้าชั้นเรียนจนครบทุกกลุ่ม โดยครูและ เพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ของแต่ละกลุ่มและถ้าหากการนำเสนอ ของนักเรียนยังไม่ชัดเจนครูอาจช่วย เพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน 5. ครูยกตัวอย่างปัญหาหรือสถาน การณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ สอนพร้อมทั้งใช้คำถามนำกระตุ้นให้ นักเรียนแก้ปัญหาตามกระบวนการของ โพลยา เช่น

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล การเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>5. ครูยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่สอนพร้อมทั้งใช้คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยา เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> -โจทย์กำหนดอะไรมาให้ -โจทย์ให้หาอะไร -ปัญหานี้นักเรียนเคยแก้มาแล้วหรือยัง -ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรในการแก้ปัญหานี้ -นักเรียนจะแก้ปัญหานี้อย่างไร -คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ -จะมีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร เป็นต้น <p>6. ครูให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบด้วยตนเอง หรือร่วมกันอภิปรายปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบ คำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบซึ่งเพื่อนได้นำเสนอ และถ้าหากนักเรียนนำเสนอคำตอบไม่ถูกต้องหรือนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบยังไม่ชัดเจนครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p>	<ul style="list-style-type: none"> -โจทย์กำหนดอะไรมาให้ -โจทย์ให้หาอะไร -ปัญหานี้นักเรียนเคยแก้มาแล้วหรือยัง -ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เรื่องอะไรในการแก้ปัญหานี้ -นักเรียนจะแก้ปัญหานี้อย่างไร -คำตอบที่ได้ถูกต้องหรือไม่ -จะมีวิธีการตรวจสอบคำตอบอย่างไร เป็นต้น <p>6. ครูให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบด้วยตนเอง หรือร่วมกันอภิปรายปัญหาเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดให้นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบ คำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบซึ่งเพื่อนได้นำเสนอ และถ้าหากนักเรียนนำเสนอคำตอบไม่ถูกต้องหรือนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบยังไม่ชัดเจนครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบาง ส่วนที่ไม่ชัดเจน</p>

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล การเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>ขั้นการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น ครูส่งเสริมการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้นดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ให้ความรู้แก่นักเรียนเกี่ยวกับแผนผังมโนทัศน์ (Concept map) และการเขียนแผนผังมโนทัศน์ พร้อมทั้งนำเสนอตัวอย่างแผนผังมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้นักเรียนได้ศึกษาในคาบแรก 2. ให้นักเรียนแต่ละคนได้ฝึกจัดแผนผังมโนทัศน์ 2 รูปแบบในคาบต่อไป ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เป็นการฝึกสร้างแผนผังมโนทัศน์ที่ง่ายที่สุด โดยเป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่มีการกำหนดมโนทัศน์มาให้ และมีการจัดแผนผังมโนทัศน์ที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ - แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เป็นการจัดแผนผังมโนทัศน์โดยกำหนดมโนทัศน์ให้แล้วให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยนำมโนทัศน์หลักที่มีความหมายกว้างที่สุดไว้ด้านบนสุดของแผนผังมโนทัศน์ จากนั้นนำมโนทัศน์รองที่มีความหมายแคบลงมาวางไว้ใต้มโนทัศน์แรก ทำเช่นนี้จนใช้มโนทัศน์ที่กำหนดให้จนหมด จากนั้นให้นักเรียนตรวจสอบว่ายังขาดมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กับเรื่องนี้หรือไม่ ซึ่งนักเรียนสามารถเพิ่มมโนทัศน์ที่นักเรียนเห็นว่ามีความสัมพันธ์กันลงในแผนผัง 	<p>7. ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาตามกระบวนการของโพลยาด้วยตนเองหรือร่วมกันอภิปรายปัญหาเป็นรายกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบคำตอบพร้อมกันบนกระดาน</p> <p>ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระและมโนทัศน์ที่ได้จากการทำกิจกรรมและที่ได้จากบทเรียน</p> <p>ครูมอบหมายการบ้านหรือชิ้นงานเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มเพื่อนำส่งในครั้งต่อไป</p>

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล การเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ)</p>
<p>มโนทัศน์ได้ และในการแสดงความสัมพันธ์ของ แผนผังมโนทัศน์ให้ลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโน ทัศน์นั้นๆ</p> <p>3. ครูคอยแนะนำและช่วยเหลือในระหว่างที่ นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ รวมทั้งมีการอธิบาย แลกเปลี่ยนการสร้างแผนผังมโนทัศน์ระหว่างนักเรียน</p> <p>4. ครูให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่ม ความเข้าใจในเรื่องที่เรียน โดยให้นักเรียนได้ประยุกต์ ความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปใช้ในแก้ปัญหาในปัญหาใหม่หรือ สถานการณ์ปัญหาใหม่ที่หลากหลายพร้อมทั้งใช้ คำถามนำกระตุ้นให้นักเรียนแก้ปัญหาตาม กระบวนการของโพลยา</p>	

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 4.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ
- 4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง
การแปรผัน
- 4.2.3 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบวัดขึ้นเองตามขั้นตอนการสร้างต่อไป

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเลือกนักเรียน 2 กลุ่ม ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ใกล้เคียงกัน โดยผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง การแปรผัน อันได้แก่ เนื้อหาเรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (ข้อละ 7 คะแนน)

ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ดังต่อไปนี้

4.2.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

4.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4.2.1.3 สร้างตารางกำหนดลักษณะและกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และต้องสร้างข้อสอบเป็น 1.5 เท่าของจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค หน้า 231)

4.2.1.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 10 ข้อ (ใช้จริง 5 ข้อ) โดยแต่ละข้อมีคะแนนเต็ม 7 คะแนนและแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

การประเมิน	คะแนน	ความสามารถในการตั้งปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
	0.5	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
	1	นักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	0	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
	1	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีบางส่วนผิดโดยอาจแสดงลำดับการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
	2	นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม เช่น แสดงขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลังหรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง
ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ	0	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย
	1	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน หรือมีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ไม่สำเร็จ
	2	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ หรือคิดคำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ (ต่อ)

การประเมิน	คะแนน	ความสามารถในการตั้งปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
ขั้นตอนการแก้ปัญหา และหาคำตอบ	3	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ หรือคิด คำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบ ได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
ขั้นตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบ	0	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และ คำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล ไม่ครบถ้วน หรือไม่มี การตรวจสอบเลย
	0.5	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และ คำตอบได้ถูกต้อง และสมเหตุสมผล แต่ไม่ครบถ้วน
	1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และ คำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล และครบถ้วน

4.2.1.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบวัดแต่ละข้ออีกครั้งให้มีความถูกต้องและชัดเจน

ข. จำนวนข้อสอบต้องสอดคล้องกับเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ปฏิบัติการสอน

ค. ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น

ง. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบวัดได้อย่างสะดวกและชัดเจน

จ. ในการนำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) ควรเพิ่มเวลาในการให้นักเรียนทำแบบวัดมากกว่าเวลาที่ใช้จริงด้วย เนื่องจากจำนวนข้อสอบที่นำไปทดลองใช้มีมากกว่าจำนวนข้อสอบที่จะนำไปใช้จริง

4.2.1.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 185) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวเล็อก ความเหมาะสมด้านสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

- | | |
|-----------|---|
| โจทย์เดิม | “แปลนบ้านหลังหนึ่ง ใช้มาตราส่วน 1:100 ถ้าในแปลนบ้านวัดความยาวได้ 8.5 เซนติเมตร บ้านจริงจะวัดความยาวได้กี่เมตร” |
| แก้ไขเป็น | “แปลนบ้านหลังหนึ่ง ใช้มาตราส่วน 1:100 ถ้าในแปลนบ้านวัดความยาวได้ 8.5 เซนติเมตร ตัวบ้านจริงจะวัดความยาวได้กี่เมตร” |
| โจทย์เดิม | “ในการสอบปลายภาค อัตราส่วนของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ที่สมใจทำได้ต่อคะแนนที่สมจิตทำได้ เท่ากับ 5:6 และอัตราส่วนที่สมใจทำได้ต่อคะแนนที่สมนึกทำได้ เท่ากับ 4:3 ถ้าสมนึกทำคะแนนได้ 30 คะแนน สมจิตจะทำคะแนนได้มากกว่าสมใจกี่คะแนน” |
| แก้ไขเป็น | “ในการสอบปลายภาควิชาคณิตศาสตร์ อัตราส่วนของคะแนนของสมใจต่อคะแนนของสมจิต เท่ากับ 5:6 และคะแนนของสมใจต่อคะแนนของสมนึก เท่ากับ 4:3 ถ้าสมนึกได้ 30 คะแนน สมจิตจะได้คะแนนมากกว่าสมใจกี่คะแนน ” |
| โจทย์เดิม | “คุณแม่ซื้อมะม่วง ลำไย และมังคุดเป็นจำนวนเงินคิดเป็นอัตราส่วน 3:5:7 ถ้าคุณแม่จ่ายเงินค่าผลไม้ทั้งสามชนิดไป 630 บาท คิดเป็นเงินค่าผลไม้ทั้งสามชนิด ชนิดละเท่าไร” |
| แก้ไขเป็น | “คุณแม่ซื้อมะม่วง ลำไย และมังคุดเป็นจำนวนเงินคิดเป็นอัตราส่วน 3:5:7 ถ้าคุณแม่จ่ายเงินค่าผลไม้ทั้งสามชนิดไป 630 บาท จงหาว่าผลไม้แต่ละชนิดราคาเท่าไร” |

โจทย์เดิม	“โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 เป็นอัตราส่วน 5 : 4 : 3 ถ้านักเรียนชั้น ม.2 มีจำนวน 1,200 คน อยากทราบว่านักเรียนชั้น ม.1 มีจำนวนมากกว่าชั้น ม.3 กี่คน”
แก้ไขเป็น	“โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 เป็นอัตราส่วน 5 : 4 : 3 ถ้านักเรียนชั้น ม.2 มีจำนวน 1,200 คน อยากทราบว่านักเรียนชั้น ม.1 มีจำนวนมากกว่านักเรียนชั้น ม.3 กี่คน”

4.2.1.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาวิราษฎร์จังหวัดแพร่ จำนวน 37 คนที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละมาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง

4.2.1.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนทั้ง 37 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.878
ค่าความยาก	มีค่า	0.16 – 0.58
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.11 – 0.71

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจนและปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

4.2.1.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละมาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.953
ค่าความยาก	มีค่า	0.17 - 0.60
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.13 - 0.73

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

4.2.1.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.946
ค่าความยาก	มีค่า	0.52 – 0.60
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.54 – 0.73

(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค หน้า 232)

4.2.1.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ในภาคผนวก ค หน้า 233)

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (ข้อละ 7 คะแนน) ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง การแปรผันตรง จำนวน 2 ข้อ การแปรผกผัน จำนวน 2 ข้อ การแปรผันเกี่ยวเนื่อง จำนวน 1 ข้อ คะแนนรวมเป็น 35 คะแนน

ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ดังต่อไปนี้

4.2.2.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดและรูปแบบที่เหมาะสมในการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน

4.2.2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน จากหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4.2.2.3 สร้างตารางกำหนดลักษณะและกำหนดจำนวนข้อสอบของแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และต้องสร้างข้อสอบเป็น 1.5 เท่าของจำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้กับ กลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค หน้า 242)

4.2.2.4 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 10 ข้อ (ใช้จริง 5 ข้อ) โดยแต่ละข้อมี คะแนนเต็ม 7 คะแนนและแบ่งการให้คะแนนเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนมีเกณฑ์การให้คะแนน ดัง ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน

การประเมิน	คะแนน	ความสามารถในการตั้งปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
ความเข้าใจปัญหา	0	นักเรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
	0.5	นักเรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
	1	นักเรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน
การวางแผนการแก้ปัญหา	0	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย
	1	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน หรือมีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ไม่สำเร็จ
	2	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ หรือคิดคำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน (ต่อ)

การประเมิน	คะแนน	ความสามารถในการตั้งปัญหาที่ปรากฏให้เห็น
การดำเนินการแก้ปัญหา	0	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาเลย
	1	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน หรือมีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ไม่สำเร็จ
	2	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ หรือคิดคำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ครบถ้วน
	3	นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ หรือคิดคำนวณ/แก้สมการได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และครบถ้วน
การตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ	0	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผล ไม่ครบถ้วน หรือไม่มี การตรวจสอบเลย
	0.5	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบได้ถูกต้องและสมเหตุสมผล แต่ไม่ครบถ้วน
	1	นักเรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล และครบถ้วน

4.2.2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรตรวจสอบคำตอบของแบบวัดแต่ละข้ออีกครั้งให้มีความถูกต้อง และชัดเจน

ข. ควรจัดหน้ากระดาษให้นักเรียนสามารถอ่านแบบวัดได้อย่างสะดวก และชัดเจน

ค. ในการนำแบบวัดไปทดลองใช้ (Try Out) ควรเพิ่มเวลาในการให้นักเรียนทำแบบวัดมากกว่าเวลาที่ใช้จริงด้วย เนื่องจากจำนวนข้อสอบที่นำไปทดลองใช้มีมากกว่าจำนวนข้อสอบที่จะนำไปใช้จริง

4.2.2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 185) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมด้านสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม

“รถไฟเป็นยานพาหนะที่สร้างขึ้นด้วยเหล็กและไม้เป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเป็นคันยาวพ่วงต่อกันเป็นขบวนสั้นบ้าง ยาวบ้าง โดยปกติคันแรกจะเป็นคันที่มีกำลังเรียกว่า หัวรถจักร เป็นตัวจุดลากคันอื่นๆ ที่พ่วงอยู่ให้วิ่งไปบนรางเหล็กซึ่งวางขนานคู่กันไป โดยอัตราเร็วของหัวรถจักรจะลดลงโดยแปรผันตรงกับกำลังสองของจำนวนตู้ที่นำมาพ่วง ถ้าหัวรถจักรคันหนึ่งวิ่งได้เต็มที่ในอัตราชั่วโมงละ 200 กิโลเมตร เมื่อพ่วงเข้าไป 10 ตู้พบว่าอัตราเร็วจะเป็น 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากทราบว่าถ้าพ่วงรถตู้ 8 คัน อัตราเร็วของหัวรถจักรจะลดเหลือกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง”

แก้ไขเป็น

“รถไฟเป็นยานพาหนะที่สร้างขึ้นด้วยเหล็กและไม้เป็นส่วนใหญ่ มีลักษณะเป็นคันยาวพ่วงต่อกันเป็นขบวนสั้นบ้าง ยาวบ้าง โดยปกติคันแรกจะเป็นคันที่มีกำลังเรียกว่า หัวรถจักร เป็นตัวจุดลากคันอื่นๆ ที่พ่วงอยู่ให้วิ่งไปบนรางเหล็กซึ่งวางขนานคู่กันไป โดยอัตราเร็วของหัวรถจักรส่วนที่ลดลงจะแปรผันตรงกับกำลังสองของจำนวนตู้ที่นำมาพ่วง ถ้าหัวรถจักรคันหนึ่งวิ่งได้

เต็มทีในอัตราชั่วโมงละ 200 กิโลเมตร เมื่อพุ่งเข้าไป 10 ผู้พบว่าอัตราเร็วจะเป็น 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อยากทราบว่าถ้าพุ่งรถตู้ 8 คัน อัตราเร็วของหัวรถจักรจะลดเหลือกี่กิโลเมตรต่อชั่วโมง”

โจทย์เดิม

“หากเราซังก้อนหินบนยอดเขาสูงๆ ก้อนหินก้อนนั้นจะมีน้ำหนักน้อยกว่าการซังก้อน บริเวณระดับน้ำทะเล ยิ่งไกลโลกออกไปเท่าไรน้ำหนักของวัตถุสิ่งของต่าง ๆ จะน้อยลงไปทุกที จนกระทั่งออกไปในอวกาศเราจะพบกับสถานะที่ไม่มีน้ำหนักเลย เรียกว่า สภาพการไร้น้ำหนัก โดยน้ำหนักของวัตถุที่ไม่อยู่ใต้ระดับน้ำทะเลจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางที่วัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลก ถ้าหญิงคนหนึ่งหนัก 50 กิโลกรัมที่ระดับน้ำทะเล จงหาน้ำหนักของหญิงคนนั้นบนยอดเขาซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 5,000 เมตร (กำหนดให้รัศมีของโลกยาว 6,400 กิโลเมตร)”

แก้ไขเป็น

“หากเราซังก้อนหินบนยอดเขาสูง ก้อนหินก้อนนั้นจะมีน้ำหนักน้อยกว่าการซังก้อนที่ระดับน้ำทะเล โดยยิ่งระยะห่างจากโลกมากเท่าไร น้ำหนักของวัตถุสิ่งของต่าง ๆ จะยิ่งน้อยลง จนกระทั่งออกไปในอวกาศเราจะพบกับสถานะที่ไม่มีน้ำหนักเลย เรียกว่า สภาพการไร้น้ำหนัก โดยน้ำหนักของวัตถุที่ไม่อยู่ใต้ระดับน้ำทะเลจะแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางที่วัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลก ถ้าหญิงคนหนึ่งหนัก 50 กิโลกรัมที่ระดับน้ำทะเล จงหาน้ำหนักของหญิงคนนั้นบนยอดเขาซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล 5,000 เมตร (กำหนดให้รัศมีของโลกยาว 6,400 กิโลเมตร)”

โจทย์เดิม

“เมื่อระยะทางคงที่ จะได้ว่า อัตราเร็วแปรผกผันกับเวลา ในการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปแพร่ ถ้าเพิ่มอัตราเร็วจาก 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้ใช้เวลาในการเดินทางเพียง 6 ชั่วโมง จงหาว่าถ้ายังคงเดินทางด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จะใช้เวลาในการเดินทางกี่ชั่วโมง”

แก้ไขเป็น

“เมื่อระยะทางคงที่ จะได้ว่า อัตราเร็วแปรผกผันกับเวลา ในการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดแพร่ ถ้าเพิ่มอัตราเร็วจากเดิม 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้ใช้เวลาในการเดินทางเพียง 6 ชั่วโมง อยากทราบว่าถ้ายังคงเดินทางด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จะใช้เวลาในการเดินทางกี่ชั่วโมง”

โจทย์เดิม	“บริษัทรับตกแต่งภายในจะต้องใช้คนงาน 5 คนในการทำงานชิ้นหนึ่ง ถ้าเพิ่มคนงานอีก 1 คน งานจะเสร็จเร็วขึ้น 8 วัน ถ้าเวลาที่ใช้ในการทำงานชิ้นนี้จนเสร็จแปรผกผันกับจำนวนคนงาน เมื่อเพิ่มคนงานอีก 7 คน งานชิ้นนี้จะเสร็จเร็วขึ้นกี่วัน”
แก้ไขเป็น	“บริษัทรับตกแต่งภายในจะต้องใช้คนงาน 5 คนในการทำงานชิ้นหนึ่งจนเสร็จ ถ้าเพิ่มคนงานอีก 1 คน งานจะเสร็จเร็วขึ้น 8 วัน โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานชิ้นนี้จนเสร็จแปรผกผันกับจำนวนคนงาน เมื่อเพิ่มคนงานอีก 7 คน งานชิ้นนี้จะเสร็จเร็วขึ้นกี่วัน”

4.2.2.7 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วมาปรับปรุงและแก้ไขตามข้อเสนอแนะ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนาวิรัตน์ จังหวัดแพร่ จำนวน 38 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การแปรผันมาแล้วและไม่ใช้ กลุ่มตัวอย่าง

4.2.2.8 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ของนักเรียนทั้ง 38 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ ข้อมูลเพื่อหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.840
ค่าความยาก	มีค่า	0.08 – 0.64
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.07 – 0.61

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 4 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 6 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจนและปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

4.2.2.9 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหา คณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน มาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.937
ค่าความยาก	มีค่า	0.13 – 0.56
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.03 – 0.70

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 8 ข้อ ต่อจากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ

4.2.2.10 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผันที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.937
ค่าความยาก	มีค่า	0.48 – 0.56
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.44 – 0.70

(รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค หน้า 242)

4.2.2.11 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผันที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ในภาคผนวก ค หน้า 243)

4.2.3 แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดและวิธีการสร้างแบบวัด ดังต่อไปนี้

4.2.3.1 ศึกษาทฤษฎี ตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ วิธีการวัดเจตคติและการสร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

4.2.3.2 กำหนดโครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคิดของแมคกายร์ (McGuire, 1969 :155-156) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของเจตคติออกเป็น 3 ด้าน ประกอบด้วยด้านความรู้(Cognitive Component) ด้านความรู้สึก(Affective

Component) และด้านการกระทำ (Behavioral Component) แล้วจัดทำโครงสร้างเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

4.2.3.3 สร้างแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามแนวของคิซของแมคกายร์ (McGuire, 1969 :155-156) โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติดังกล่าวทั้ง 3 ด้าน ด้านละ 15 ข้อ รวมทั้งสิ้นจำนวน 45 ข้อเลือกและเลือกใช้มาตรวัดประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งกำหนดความรู้สึกของบุคคลออกเป็น 5 ระดับ แต่ ชอและไรท์ (Shaw and Wright ,1967: 74) ได้กล่าวถึง การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นตามแนวของทิศทางว่าจุดตรงกลางนั้นเป็นปัญหาต่อการแปรผล เพราะจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตอบที่เป็นค่ากลางๆ (Central Error) ทำให้ผู้วิจัยแก้ปัญหาี้โดยกำหนดความรู้สึกของบุคคลออกเป็น 6 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ค่อนข้างเห็นด้วย ค่อนข้างไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วยข้อความทางบวกและทางลบ โดยมีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อความทางบวก		ข้อความทางลบ	
ความรู้สึกของบุคคล	คะแนน	ความรู้สึกของบุคคล	คะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	6	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1
เห็นด้วย	5	เห็นด้วย	2
ค่อนข้างเห็นด้วย	4	ค่อนข้างเห็นด้วย	3
ค่อนข้างไม่เห็นด้วย	3	ค่อนข้างไม่เห็นด้วย	4
ไม่เห็นด้วย	2	ไม่เห็นด้วย	5
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	6

4.2.3.4 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อความ และความชัดเจนของ

ภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งอาจารย์ที่ปรึกษาได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ด้านความตรงตามเนื้อหา ควรถามที่เกี่ยวกับการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่ใช่ถามเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์

โจทย์เดิม	การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
แก้ไขเป็น	ความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้
โจทย์เดิม	ฉันคิดว่าฉันไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
แก้ไขเป็น	ฉันรู้สึกว่าคุณไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์จากชั้นเรียน
โจทย์เดิม	ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายและง่วงนอนเมื่อพูดถึงวิชาคณิตศาสตร์
แก้ไขเป็น	ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายและง่วงนอนในคาบเรียนคณิตศาสตร์

ข. ด้านความเหมาะสมของข้อคำถาม ควรปรับภาษาให้อยู่ในบริบทของการเรียนคณิตศาสตร์

โจทย์เดิม	การเรียนคณิตศาสตร์ช่วยให้ฉันมีความสามารถที่หลากหลาย สามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ดี และมีประสิทธิภาพ
แก้ไขเป็น	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถที่หลากหลายสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ดี และมีประสิทธิภาพ
โจทย์เดิม	การเรียนคณิตศาสตร์ใช้เป็นความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น
แก้ไขเป็น	ความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ใช้เป็นความรู้พื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4.2.3.5 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า185) ตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) ตามองค์

ประกอบของเจตคติ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และความชัดเจนของภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจพิจารณาแล้วให้ข้อเสนอแนะโดยใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้

	ก. ปรับภาษาให้มีความชัดเจนมากขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวก
โจทย์เดิม	ฉันสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี
แก้ไขเป็น	จากการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี
โจทย์เดิม	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนทำให้ฉันได้ใช้ความรู้และความคิดที่หลากหลาย
แก้ไขเป็น	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และความคิดที่หลากหลาย
โจทย์เดิม	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนทำให้ฉันคุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เหมาะสมและหลากหลาย
แก้ไขเป็น	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เหมาะสมและหลากหลาย
โจทย์เดิม	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ไม่ได้ช่วยให้ฉันเห็นความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง
แก้ไขเป็น	การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ไม่ได้ช่วยให้ฉันเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ในห้องเรียนกับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง
โจทย์เดิม	ฉันยินดี และมีความกระตือรือร้นที่จะทำโจทย์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามที่ครูแนะนำให้ทำ
แก้ไขเป็น	ฉันกระตือรือร้นในการทำโจทย์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามที่ครูแนะนำให้ทำ
โจทย์เดิม	ฉันรู้สึกเหมือนถูกบังคับให้เรียนเมื่อถึงชั่วโมงเรียนคณิตศาสตร์
แก้ไขเป็น	ฉันรู้สึกว่าการถูกบังคับให้เรียนเมื่อถึงคาบเรียนคณิตศาสตร์

	ข. ปรับการใช้ภาษาที่ยังไม่บ่งบอกว่าเป็นข้อความทางบวกหรือทางลบให้มีความชัดเจนมากขึ้น
โจทย์เดิม	เมื่อมีการบ้านหลายวิชา ฉันจะเลือกทำคณิตศาสตร์ก่อนเป็นอันดับแรก
แก้ไขเป็น	เมื่อมีการบ้านหลายวิชา ฉันเลือกทำคณิตศาสตร์ก่อนเป็นอันดับแรก
	เสมอ
โจทย์เดิม	เมื่อสอบเนื้อหาคณิตศาสตร์ใดแล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องให้ความสำคัญกับเนื้อหานั้นอีก
แก้ไขเป็น	เมื่อสอบเนื้อหาคณิตศาสตร์ใดแล้ว ฉันไม่ให้ความสำคัญกับเนื้อหานั้นอีก
โจทย์เดิม	ถ้าเลือกได้ ฉันขอเลือกที่จะไม่เรียนคณิตศาสตร์
แก้ไขเป็น	เมื่อต้องเลือกเรียนวิชาต่างๆ ฉันไม่เลือกที่จะเรียนคณิตศาสตร์
โจทย์เดิม	เมื่อฉันมีข้อสงสัยในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์ ฉันจะยกมือถามครูทันที
แก้ไขเป็น	ฉันยกมือถามครูทันทีเมื่อมีข้อสงสัยในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์
โจทย์เดิม	ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เนื้อหาบางตอนก็ไม่สามารถเข้าใจได้ในชั้นเรียน
แก้ไขเป็น	ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม บางครั้งผู้เรียนอาจไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาบางตอนได้ในชั้นเรียน

และเมื่อผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ได้พิจารณาแบบวัดเจตคติต่อการเรียน

คณิตศาสตร์จำนวน 45 ข้อ เป็นรายชื่อ โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์จากการพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และใช้เกณฑ์ในการพิจารณาเป็นรายข้อดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติ

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติ

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของเจตคติ

ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดังนี้

ค่า IOC = 1 จำนวน 33 ข้อ

ค่า IOC = 1 จำนวน 10 ข้อ

ค่า IOC = 1 จำนวน 2 ข้อ

ดังนั้นได้แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีค่า IOC เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 43 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 2 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2.3.6 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจพิจารณาอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสูงเม่นชนูปถัมภ์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน

4.2.3.7 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 37 คนมาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์ที่ตั้งไว้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของแบบวัด คือ ค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (item-discrimination หรือ D index หรือ ค่า t) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ มีค่าตั้งแต่ 2 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.939
item-discrimination (ค่า t)	มีค่า	0.99 – 5.00

ดังนั้นข้อสอบที่มีค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination) ที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 38 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 7 ข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ

4.2.3.7 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่เป็นไปตามเกณฑ์และสอดคล้องกับตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.928
item-discrimination (ค่า t)	มีค่า	2.51 – 6.15

4.2.3.8 นำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

5.1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้

5.1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจาก บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนถิ่นโอบาสวิทยา โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

5.2 ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้

5.2.2 ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์กับ 1 วัน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยสอนตาม ชั่วโมงปกติที่ทางโรงเรียนถิ่นโอบาสวิทยาได้จัดไว้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหา เรื่อง การแปรผัน โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 23 มกราคม 2555 ถึงวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2555

5.2.3 ในระหว่างสอนผู้วิจัยทำการเก็บร่องรอยการทำงานของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจากใบกิจกรรม แบบฝึกหัด ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาพัฒนาการในด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

5.2.4 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ครบ 16 คาบแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผันและแบบวัดเจตคติต่อ

การเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลการทดสอบจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Science: SPSS) โดยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

6.1 วิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองโดยใช้คะแนนสอบจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตร้อยละเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ

6.2 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน มาคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที (t-test independent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.3 วิเคราะห์เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้คะแนนก่อนการทดลองและหลังการทดลองจากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองและหลังการทดลองด้วยการทดสอบค่าที (t-test dependent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.4 เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนหลังการทดลองจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยการทดสอบค่าที (t-test independent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.5 วิเคราะห์ข้อมูลร่องรอยการทำงานของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากใบกิจกรรม ใบงาน และแบบฝึกหัด โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อประกอบการอธิบายผลที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ รวมทั้งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

การหาค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม B-Index 700 ซึ่งดาวน์โหลดมาจาก <http://www.watpon.com> [2011, Aug 21] โดยใช้สูตรในการหาคุณภาพดังนี้

7.1.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้สูตรดังนี้

7.1.1.1 หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ดังนี้

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

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบวัด
	k	แทน	จำนวนข้อสอบในแบบวัด
	s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
	s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมลิน, 2544: 128)

7.1.1.2 หาค่าความยาก (p) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์ และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

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

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

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147 – 148)

7.1.1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรของวิทย์เนย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers) ดังนี้

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

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

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 147 – 148)

7.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

7.1.2.1 หาความตรง (Validity) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบว่าแบบสอบถามที่สร้างขึ้นวัดได้ตรงหรือสอดคล้องกับคุณลักษณะพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ในที่นี้ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ร่วมกันพิจารณาเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้อง I.O.C (IOC : Index of Item Objective Congruence)

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ อาจจะเป็น +1 หรือ 0 หรือ -1 ดังนี้
 +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้
 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้
 -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้
 โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

7.1.2.2 หาความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) และวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยวิธีการหาค่า item-discrimination หรือ D index หรือ ค่า t โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรม B-Index 700

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ($\bar{x}_{\%}$) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS) ในการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 แสดงผลดังตารางที่ 9
- ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 10
- ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำก่อนทดลอง และหลังทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 11
- ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 12

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ผลการศึกษาผู้วิจัยนำเสนอ ดังนี้

- ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 แสดงผลดังตารางที่ 9
- ตารางที่ 9 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ (\bar{x}_{Percent}) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผันของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	\bar{x}_{Percent}
กลุ่มทดลอง	36	22.42	5.88	64.06
กลุ่มควบคุม	38	19.05	8.07	54.43

จากตารางที่ 9 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 22.42 คิดเป็นค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละเท่ากับ 64.06 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ ในขณะที่นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละเท่ากับ 54.43 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำเช่นกัน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิด
 นำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 10
 ตารางที่ 10 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test)
 ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การ
 แปรผันของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดย
 ใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	36	22.42	5.88	0.044*
กลุ่มควบคุม	38	19.05	8.07	

*p < .05

จากตารางที่ 10 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถใน
 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 22.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.88 และกลุ่ม
 ควบคุมที่เรียนแบบปกติมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
 คณิตศาสตร์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 19.05 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.07 ตามลำดับ
 และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test independent) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัด
 กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหา
 ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ
 ทางสถิติที่ระดับ .05

- ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวความคิดนำก่อนทดลอง และหลังทดลอง แสดงผลดังตารางที่ 11
- ตารางที่ 11 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวความคิดนำการก่อนทดลองและหลังทดลอง

กลุ่มทดลอง	n	\bar{x}	s	t
ก่อนทดลอง	36	132.72	13.15	0.057
หลังทดลอง	36	134.81	11.85	

*p < .05

จากตารางที่ 11 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวความคิดนำมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 132.72 และ 134.81 ตามลำดับ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก่อนทดลองและหลังทดลองเท่ากับ 13.15 และ 11.85 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test dependent) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวความคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองไม่สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

- ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 12
- ตารางที่ 12 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test) ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	n	\bar{x}	s	t
กลุ่มทดลอง	36	134.81	11.85	0.064
กลุ่มควบคุม	38	129.87	10.69	

*p < .05

จากตารางที่ 12 ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 134.81 และ 129.87 ตามลำดับ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 11.85 และ 10.69 ตามลำดับ และเมื่อทดสอบสมมติฐานโดยใช้ค่าที (t-test independent) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีเจตคติไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนจากข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบฝึกหัด ใบงาน ใบกิจกรรม และการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนำเสนอโดยแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนที่ผู้วิจัยทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ คือ โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลาง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 37 จังหวัดแพร่ เปิดทำการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 3 และ 4) และจากการสำรวจพบว่าในปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา มีห้องเรียนทั้งหมด 30 ห้องเรียน โดยมีระดับชั้นละ 5 ห้องเรียน สำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวนนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 35 คน การจัดห้องเรียนเป็นแบบคละความสามารถ คือ มีทั้งนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนระดับสูง ปานกลาง และต่ำอยู่ในห้องเดียวกัน

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

ในปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา มีครูทั้งหมด 55 คน เป็นครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 6 คน ซึ่งครูส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีทางการสอนคณิตศาสตร์โดยตรง จากการสอบถาม พบว่า ภาระงานในการสอนของครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้รับมอบหมายให้สอนโดยเฉลี่ยประมาณ 18 คาบต่อสัปดาห์ และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น งานวัดและประเมินผลทางการศึกษา งานการเงิน งานพัสดุ งานสหกรณ์โรงเรียน งานห้องสมุด หัวหน้างานกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

ในปีการศึกษา 2554 โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยามีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 778 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 174 คน นักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวน 36 คน เป็นนักเรียนชาย 15 คน นักเรียนหญิง 21 คน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 38 คน เป็นนักเรียนชาย 17 คน นักเรียนหญิง 21 คน นักเรียนในกลุ่มทดลองมีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ระหว่าง 2.50 – 3.50 ส่วนนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีเกรดเฉลี่ยสะสมอยู่ระหว่าง 2.40 – 3.65 นักเรียนทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับบิดามารดา โดยภาพรวมแล้วผู้ปกครองนักเรียนประกอบอาชีพค้าขายเป็นอันดับหนึ่ง รองลงมาคือ รับราชการและรัฐวิสาหกิจ ทำสวน และรับจ้าง ตามลำดับ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการสอนตามขั้นตอนของ จอยซ์และวีล ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการนำเสนอแนวคิดว่า ขั้นการนำเสนอภาระงานหรือสื่อในการเรียนรู้ และขั้นการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 1

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ครูต้องคอยกระตุ้นบ่อยๆ นักเรียนจึงจะได้ตอบ ซึ่งนักเรียนที่ตอบคำถามมักเป็นนักเรียนคนเดิม และเมื่อครูกำหนดโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาให้ นักเรียนประมาณร้อยละ 80 สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน แต่ไม่สามารถแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไร ต้องรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ อีกทั้งขอให้ครูเขียนตัวอย่างแสดงกระบวนการแก้ปัญหาให้ดูทุกครั้งที่ต้องแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 20 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้องหรือถูกต้องเพียงบางส่วนหรือไม่ทำเลย

ตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 6

2. ในการหยุดรถยนต์ เมื่อเราเบรกกะทันหันรถจะไม่หยุดนิ่งทันที แต่จะมีการสั่นไปซีกกระยะหนึ่ง ถ้าให้ระยะทางของรอยที่สั่นไกลแปรผันตรงกับกำลังสองของอัตราเร็วของรถยนต์ขณะแตะเบรก ถ้าในการเบรกครั้งหนึ่งเกิดระยะทางของรอยที่สั่นไกล 75 เมตร ซึ่งเกิดจากการแตะเบรกในขณะที่รถยนต์แล่นด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่า ถ้าเบรกรถยนต์ในขณะที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงอย่างกะทันหัน รอยสั่นไกลจะยาวเท่าใด



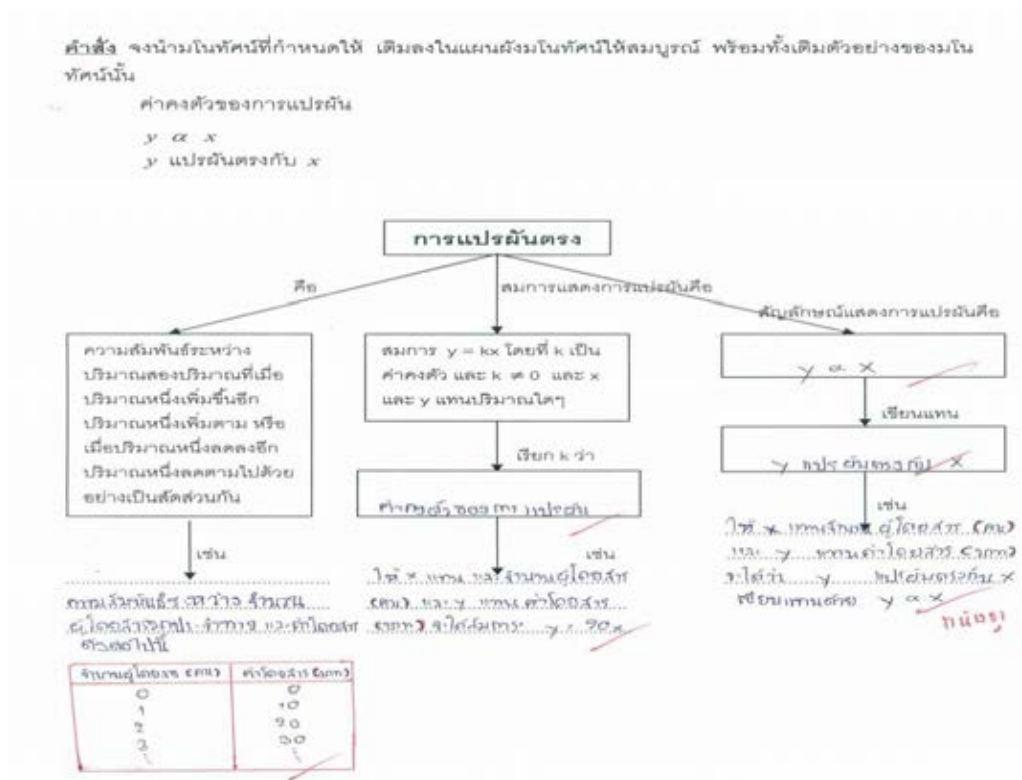
ชื่อ-นามสกุลนักเรียน _____
 ชื่อที่ใจยกตามได้ _____
 ระยะทางของรอยที่สั่นไกลแปรผันตรงกับกำลังสองของอัตราเร็วของรถยนต์ขณะแตะเบรก
 ถ้าในการเบรกครั้งหนึ่งเกิดระยะทางของรอยที่สั่นไกล 75 เมตร
 ซึ่งเกิดจากการแตะเบรกในขณะที่รถยนต์แล่นด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
 จงหาว่า ถ้าเบรกรถยนต์ในขณะที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
 รอยสั่นไกลจะยาวเท่าใด _____
 ชื่อ-นามสกุลนักเรียน _____

ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 6 จะเห็นได้ว่านักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง แต่ไม่แสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหา ไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา และไม่มีการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าเมื่อนำเสนอแนวคิดว่า นักเรียนส่วนใหญ่มองเห็นภาพรวมทั้งหมดของเนื้อหาสำหรับการเรียนในแต่ละครั้งและมีความกระตือรือร้นในการคิดพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่มีความแตกต่างกัน เหมือนกัน หรือสอดคล้องกันอย่างไร นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมนทัศน์นี้ได้เป็นอย่างดี สามารถนำมนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งมี

ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้นๆ แต่เมื่อให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิดพบว่า นักเรียนจัดลำดับมโนทัศน์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการให้นำเสนอได้เพียงบางส่วน ตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

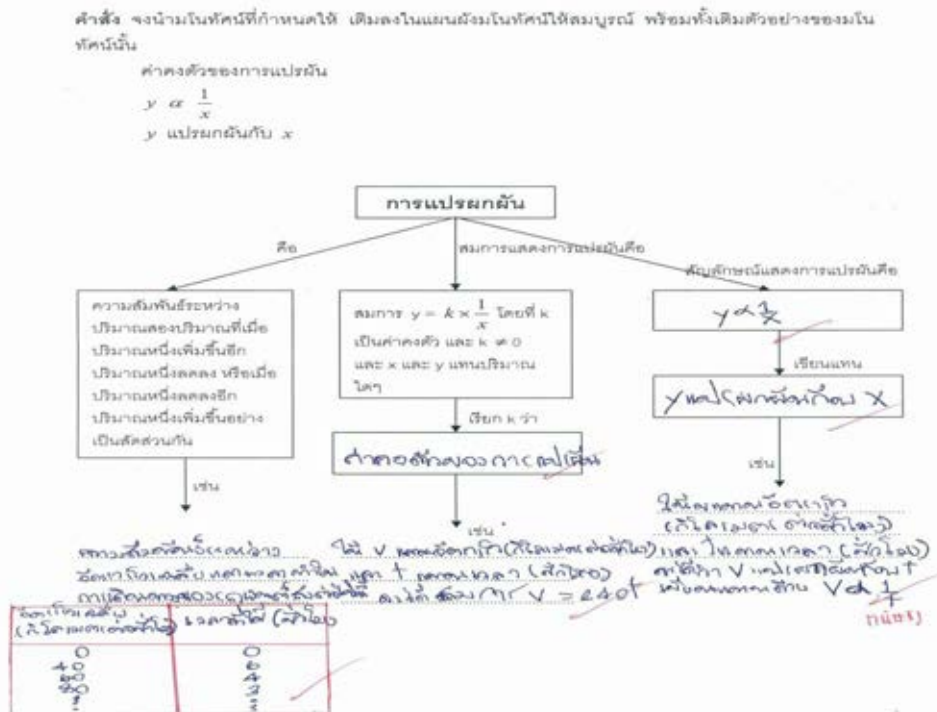
จากภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งมีตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้นๆ

พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 2-3

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้นกว่าสัปดาห์ที่ 1 รวมทั้งมีอุปกรณ์การเรียนอย่างพร้อมเพียง เริ่มมีการซักถามครูในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน รวมทั้งมีนักเรียนบางคนเสนอตนเองในการทำงานบนกระดานดำ และเมื่อแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี มีนักเรียนเพียง 4-5 คนเท่านั้นที่พูดคุย

วางไว้พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง และแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าเมื่อนำเสนอแนวคิดนำ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาที่จะเรียนกับเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้ว และมีนักเรียนประมาณร้อยละ 40 สามารถบอกได้ว่าแนวคิดนำที่ครูเสนอในขั้นตอนที่ 1 ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาในขั้นตอนที่ 2 อย่างไร และนักเรียนสามารถจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ได้เป็นอย่างดี สามารถนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งมีตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ และเมื่อให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด พบว่า นักเรียนประมาณร้อยละ 70 สามารถจัดลำดับมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการให้นำเสนอมีการจัดลำดับมโนทัศน์ มีการลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆได้ ตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้มาเติมในแผนผังมโนทัศน์ได้อย่างสมบูรณ์ รวมทั้งมีตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของมโนทัศน์นั้นๆ

พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 4-5

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียน และเมื่อแบ่งกลุ่มให้นักเรียนทำกิจกรรม นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการสื่อสาร และอภิปรายกระบวนการแก้ปัญหาของตน เกิดบรรยากาศที่ดีในการเรียนซึ่งทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความมั่นใจในการแก้ปัญหามากขึ้น แต่ยังพบว่ามึนักเรียนจำนวน 2-3 คนที่พูดคุยกับเพื่อนในเรื่องอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

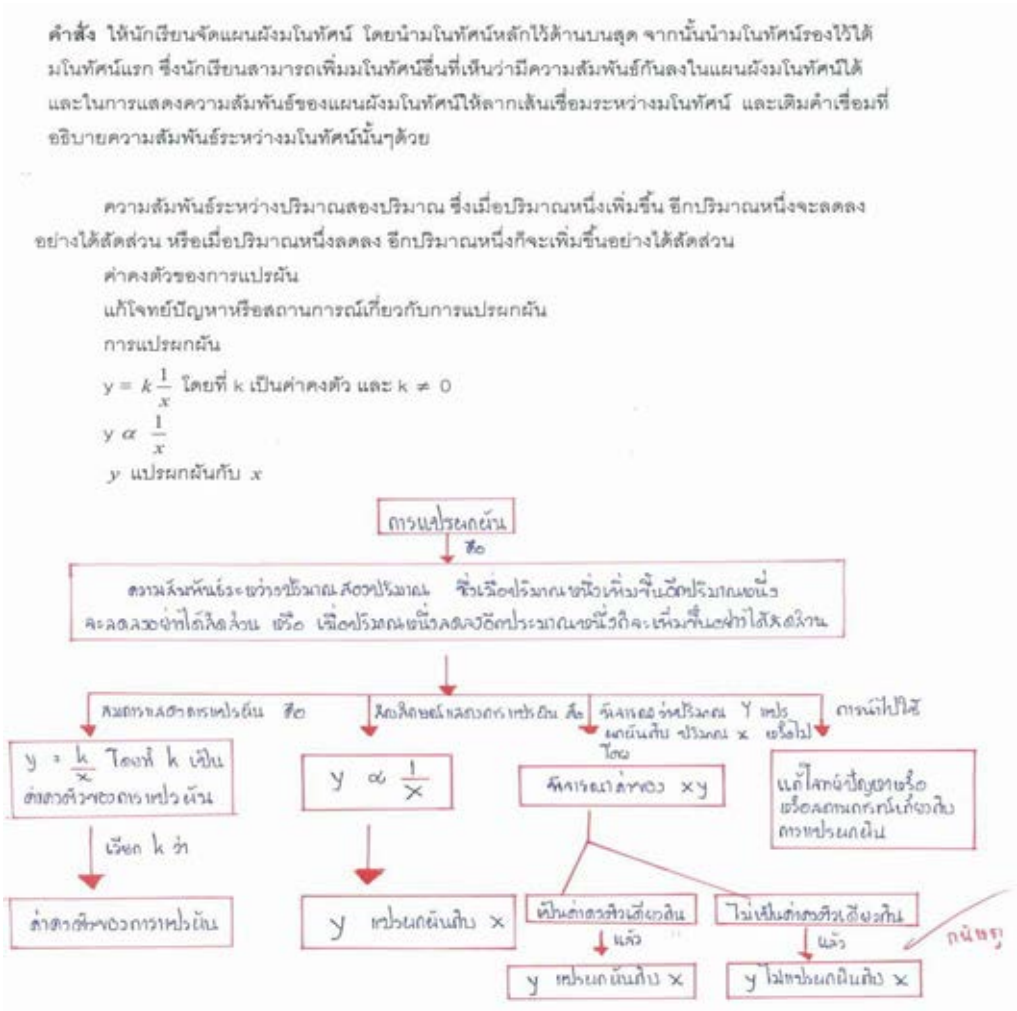
ผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนพัฒนาขึ้นเป็นลำดับจากสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์สุดท้าย นักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น สามารถระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้ถูกต้อง สามารถค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อวางแผนในการแก้ปัญหาได้ สามารถลงมือปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ได้ และสามารถตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบได้ อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนบางคนที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้ไม่พัฒนาขึ้นชัดเจน แต่ก็มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

ตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่อง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 10

1. สпутนิก 1 เป็นชื่อของดาวเทียมดวงแรกของโลกที่อดีตประเทศสหภาพโซเวียตส่งออกสู่อวกาศเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2500 มีผลให้ประเทศสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศทั่วโลกตื่นตัวพัฒนาการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นแนวใหม่ ให้อ้ากับความก้าวหน้าของอดีตประเทศสหภาพโซเวียต เนื่องจากระยะเวลาที่ดาวเทียมโคจรรอบโลกในแต่ละรอบ แปรผันตรงกับรัศมีของวงโคจรและอัตราเร็วของดาวเทียมในรอบนั้น ถ้าดาวเทียมสputนิก 1 ใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 1.42 ชั่วโมง เมื่อรัศมีของวงโคจรเป็น 6,480 กิโลเมตร และอัตราเร็วเท่ากับ 28,800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาระยะเวลาในการโคจรรอบโลก เมื่อรัศมีของวงโคจรเป็น 6,880 กิโลเมตร และอัตราเร็วเท่ากับ 29,600 กิโลเมตรต่อชั่วโมง



ปลายเปิดได้ดีขึ้นกว่าเดิม สามารถจัดลำดับมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและครอบคลุมเนื้อหาที่
 ต้องการให้นำเสนอ มีการลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์
 ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ ได้ อีกทั้งสามารถใช้โครงสร้างของมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ความรู้
 และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในขอบข่ายของความรู้นั้นๆ ได้ ตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบเต็ม
 มโนทัศน์ เรื่อง การแปรผกผัน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการจัดแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด เรื่อง การแปรผกผัน
 ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 11 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถจัดลำดับมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและ
 ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการให้นำเสนอ มีการลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ แต่ยังไม่สามารถเพิ่มมโนทัศน์ที่นักเรียนเห็นว่ามี
ความสัมพันธ์กันลงในแผนผังมโนทัศน์ได้

พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติของนักเรียนกลุ่มควบคุม ครูดำเนินการ
จัดกิจกรรมตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางในคู่มือครูกลุ่ม
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตาม
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนในแต่ละคาบ
โดยจัดกิจกรรมแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ผลของการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้

พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 1

ผู้วิจัยพบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ที่ 1 นักเรียนกลุ่มควบคุมมีพฤติกรรมการ
เรียนที่คล้ายกับนักเรียนกลุ่มทดลอง คือ นักเรียนไม่กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น
เท่าที่ควร ครูต้องคอยกระตุ้นบ่อยๆ นักเรียนจึงจะได้ตอบ และเมื่อครูกำหนดโจทย์ปัญหาหรือ
สถานการณ์ปัญหาให้ นักเรียนประมาณร้อยละ 80 สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และบอกสิ่ง
ที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน แต่ไม่สามารถแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้ นักเรียนส่วน
ใหญ่ไม่ทราบว่า จะเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไร ต้องรอให้ครูแนะและตั้งคำถามนำ อีกทั้งขอให้ครูเขียน
ตัวอย่างแสดงกระบวนการแก้ปัญหาให้ดูทุกครั้งที่ต้องแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา ส่วน
นักเรียนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 20 บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามไม่ถูกต้อง
หรือถูกต้องเพียงบางส่วนหรือไม่ทำเลย

ตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันตรงของนักเรียนกลุ่มควบคุม แสดงดัง
ภาพที่ 12

2. ในการหยุดรถยนต์ เมื่อเราเบรกกะทันหันรถจะไม่หยุดนิ่งทันที แต่จะมีการสั่นโถงไปอีกระยะหนึ่ง ถ้าให้ระยะทางของรอยที่สั่นโถงแปรผันตรงกับกำลังสองของอัตราเร็วของรถยนต์ขณะแตะเบรก ถ้าในการเบรกครั้งหนึ่งเกิดระยะทางของรอยที่สั่นโถง 75 เมตร ซึ่งเกิดจากการแตะเบรกในขณะที่รถยนต์แล่นด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาว่า ถ้าเบรกรถยนต์ในขณะที่กำลังแล่นด้วยความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงอย่างกะทันหัน รอยสั่นโถงจะยาวเท่าใด



ข้อยาวพหุเชิงเดียว

สิ่งที่โจทย์ถามคือ

การเบรกครั้งหนึ่งเกิดระยะทางที่สั่นโถง 75 เมตร ซึ่งเกิดจากการแตะเบรกในขณะกำลังแล่นด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ... **หาค่าใหม่**

สิ่งที่โจทย์ถาม

หาว่าระยะทางที่สั่นโถงด้วยความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงจะสั่นโถง

อย่างไร

ข้อยาวพหุเชิงเดียว

1. สมมติค่าใหม่

ภาพที่ 12 แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันตรง ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากภาพที่ 12 จะเห็นได้ว่านักเรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน

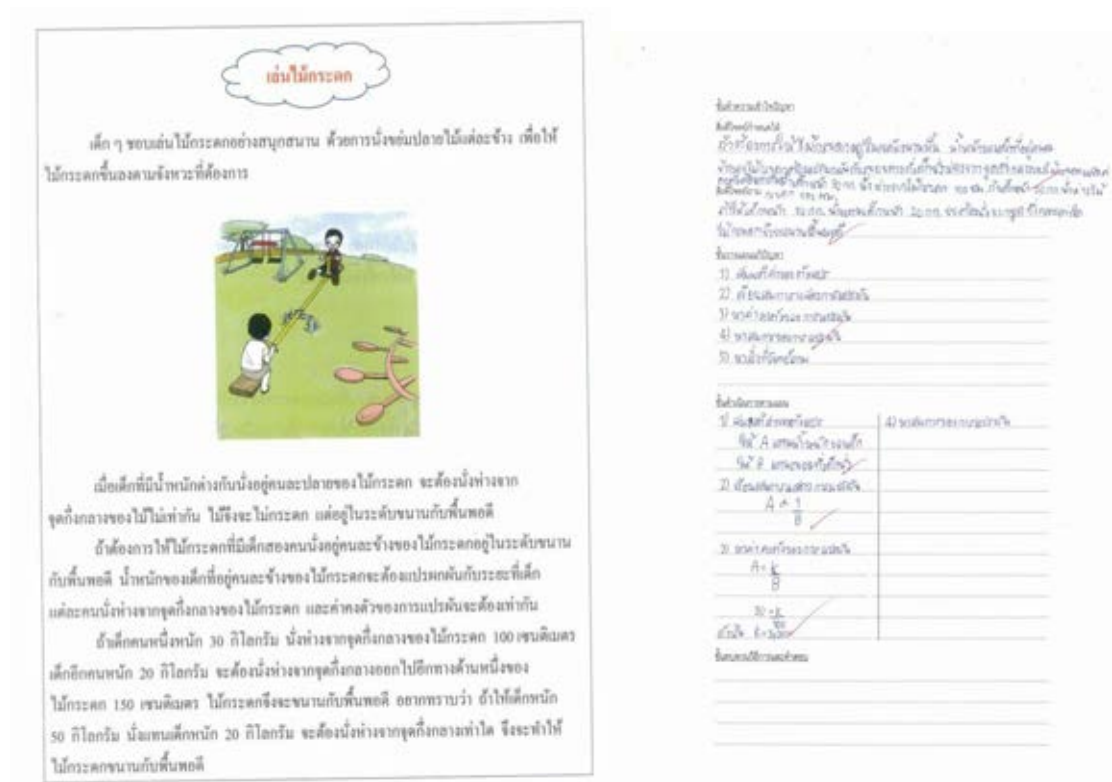
พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 2-3

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังคงไม่กล้าตอบคำถามและแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่างๆ เท่าที่ควร ครูต้องคอยกระตุ้นบ่อยๆ นักเรียนจึงจะแสดงความคิดเห็น นักเรียนไม่ให้ความร่วมมือในการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีนักเรียนประมาณ 2-3 คนมักเข้าเรียนสายเป็นประจำ

ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มเดิมอยู่เสมอ การส่งงานไม่เป็นไปตามเวลาที่ครูได้กำหนดไว้ รวมทั้งพบว่านักเรียนบางคนทำการบ้านโดยลอกงานของเพื่อน

ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน ประมาณร้อยละ 50 สามารถแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม เช่น แสดงขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลังหรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ตลอดจนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ แสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผล ส่วนนักเรียนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 50 ยังคงแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย

ตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียนกลุ่มควบคุม แสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผกผันของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 13 จะเห็นได้ว่านักเรียนเข้าใจปัญหาได้ถูกต้อง สามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้และโจทย์ถามหาอะไร รวมทั้งวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนสำเร็จเพียงบางส่วน

พัฒนาการของนักเรียนในสัปดาห์ที่ 4-5

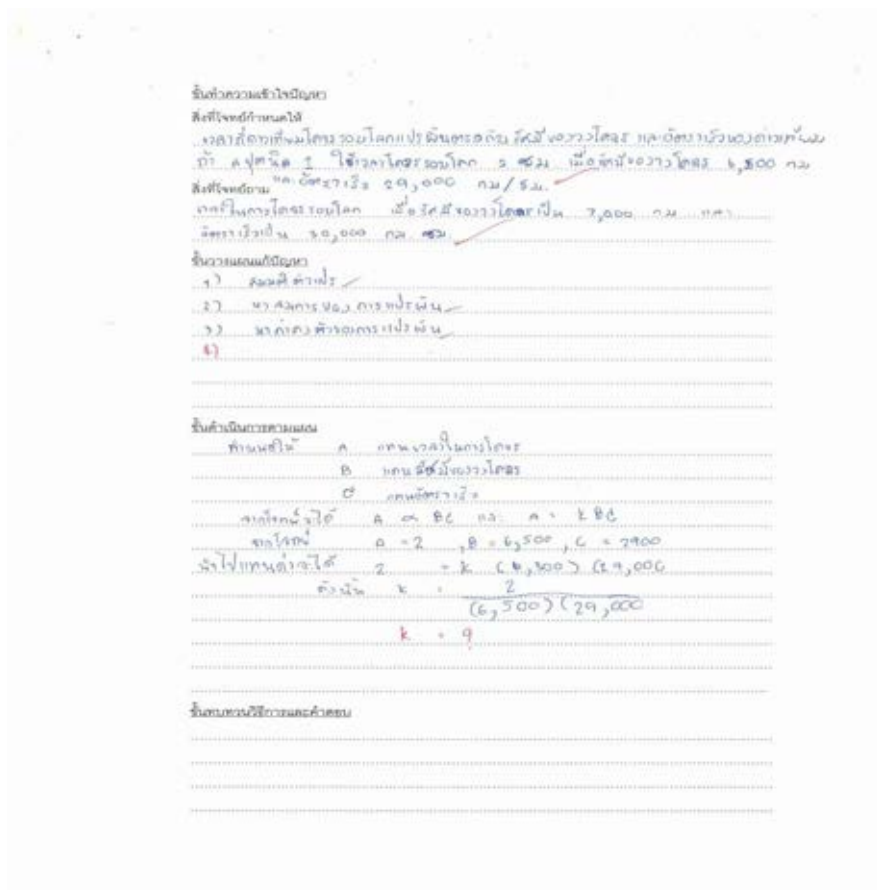
ผู้วิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น แต่ยังพบว่า มีนักเรียนบางคนทำงานอื่น เช่น อ่านการ์ตูน อ่านนิยาย วาดรูปเล่น หรือทำงานอื่นที่ไม่ใช่วิชาคณิตศาสตร์ ในขณะที่ครูมอบหมายให้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน รวมทั้งมีการพูดคุยกับเพื่อนในเรื่องอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน นักเรียนกลุ่มที่มักเข้าเรียนสายก็ยังคงเข้าเรียนสายเหมือนเดิม จากการสอบถามได้ความว่า นักเรียนกลุ่มนี้มักเข้าเรียนสายในทุกๆ วิชา

ผู้วิจัยพบว่าพฤติกรรมของนักเรียนส่วนใหญ่ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนพัฒนาขึ้นเป็นลำดับจากสัปดาห์แรกจนถึงสัปดาห์สุดท้ายเช่นกัน ถึงแม้ว่านักเรียนบางคนจะยังคงแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ทำเลย ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่มีการดำเนินการแก้ปัญหาเลย แสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา และคำตอบไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุผล ไม่ครบถ้วนหรือไม่มีการตรวจสอบเลยก็ตาม แต่ก็มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

ตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่องของนักเรียนกลุ่มควบคุม แสดงดังภาพที่ 14

1. สпутนิก 1 เป็นชื่อของดาวเทียมดวงแรกของโลกที่อดีตประเทศสหภาพโซเวียตส่งออกสู่อวกาศเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2500 มีผลให้ประเทศสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศทั่วโลกตื่นตัวพัฒนาการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นแนวใหม่ ให้ความสำคัญกับความก้าวหน้าของอดีตประเทศสหภาพโซเวียต เนื่องจากระยะเวลาที่ดาวเทียมโคจรรอบโลกในแต่ละรอบ แปรผันตรงกับรัศมีของวงโคจรและอัตราเร็วของดาวเทียมในรอบนั้น ถ้าดาวเทียมสputนิก 1 ใช้เวลาในการโคจรรอบโลก 1.42 ชั่วโมง เมื่อรัศมีของวงโคจรเป็น 6,480 กิโลเมตร และอัตราเร็วเท่ากับ 28,800 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จงหาระยะเวลาในการโคจรรอบโลก เมื่อรัศมีของวงโคจรเป็น 6,880 กิโลเมตร และอัตราเร็วเท่ากับ 29,600 กิโลเมตรต่อชั่วโมง





ภาพที่ 14 แสดงตัวอย่างผลจากการทำใบงาน เรื่อง การแปรผันเกี่ยวเนื่องของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถบอกได้ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ และโจทย์ถามหาอะไร แต่วางแผนแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน และมีร่องรอยของการดำเนินการแก้ปัญหาแต่ไม่สำเร็จ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำ
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำ และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
3. เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำ
4. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิ
นำ และกลุ่มที่ได้รับการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนในสังกัด
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 37 จังหวัดแพร่ สำนักงานคณะกรรมการการ
ศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรโดยใช้เทคนิคการเลือกแบบ
เจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนถิ่นโสภาวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ ซึ่งปีการศึกษา 2554 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีจำนวน 5 ห้องเรียน
ผู้วิจัยเลือกห้องที่มีค่ามัธยเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 ใกล้เคียงกันมากที่สุด 2 ห้องเรียน คือ ห้อง ม.2/1 จำนวน 36 คน และห้อง ม.2/2 จำนวน 38 คน มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 75.83 และ 73.89 คะแนน ตามลำดับ ต่อจากนั้นนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนทั้งสองห้องมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบค่าที (t-test independent) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทั้ง 2 ห้อง ทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งนักเรียนห้อง ม.2/1 และห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 25.69 และ 14.03 คะแนน ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยค่าที (t-test independent) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ต่อจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้องทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนห้อง ม.2/1 และห้อง ม.2/2 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 132.72 และ 128.08 คะแนนตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แล้วทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test independent) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.2/1 เป็นกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยโมเดลการเสนอแนวคิดว่าและนักเรียนชั้น ม.2/2 เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน จำนวน 12 แผน ใช้ในการสอน 16 คาบ ซึ่งเขียนไว้ในแผนเดียวกันเนื่องจากมีองค์

ประกอบต่าง ๆ ในแผนเหมือนกัน แต่มีเพียงกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้นที่มีขั้นตอนแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง การแปรผันสภาวะการเรียนรู้เพิ่มเติม ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุงและนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.946 ค่าความยากเป็น 0.52-0.60 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.54-0.73

2.2 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน เป็นข้อสอบชนิดอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.937 ค่าความยากเป็น 0.48 – 0.56 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.44 - 0.70

2.3 เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์คือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 15 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.939 และค่า t เป็น 0.99-5.00

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ตามลำดับ แล้วดำเนินการสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ใช้เวลาในการสอน 16 คาบ เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตาม

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 15 นาที หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผันมาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ (\bar{x}_{Percent}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติการทดสอบค่าที่ (t-test independent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) เพื่อศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการทดสอบค่าที่ (t-test dependent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยสถิติการทดสอบค่าที่ (t-test independent) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนทดลองและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน โดยเจตคติหลังการทดลองไม่สูงกว่าก่อนการทดลอง

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 50 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 22.42 จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.06 และจากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพรวมของเนื้อหาที่จะเรียน ช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาในลำดับขั้นต่างๆ ได้ดี นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับบทสนหรือหลักการที่นักเรียนมีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งเป็นความรู้เดิมของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ๆ ได้ ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และเนื่องจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยจำแนกตามจุดประสงค์ทางการศึกษา แบ่งพฤติกรรมเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ (Wilson

อ้างถึงในพร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544: 60-75) จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเมื่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น ก็น่าจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วารีย์ ถึงกลาง (2545: 71-79) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ ประกอบการสอนตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนโนนไทยคุรุอุปถัมภ์ อำเภอโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งทิศา ศิริภักดิ์ (2541: 89-96) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างวิธีสอนใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ากับการสอนตามปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนขอนแก่นพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 106 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าสูงกว่าการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับเช่นกัน โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 19.05 จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.43 อย่างไรก็ตามถึงแม้ผลการทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่าและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติจะผ่านเกณฑ์ตามที่ตั้งไว้ทั้งสองกลุ่ม แต่จากค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ จะพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อ 2

2. จากผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำก่อนทดลองและหลังทดลอง พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองไม่สูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 3 ที่ตั้งไว้ และจากผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อ 4 ที่ตั้งไว้เช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ เป็นระยะเวลาที่ไม่ยาวนานพอที่จะทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้ และเป็นเพราะเจตคติเป็นความรู้สึกที่ค่อนข้างคงที่ ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายๆ ถ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงจะต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควร ดังที่ชอร์และไรท์ (Shaw and Wright, 1971) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติไว้ว่า เจตคติเป็นความรู้สึกโน้มเอียงจากการประเมินเกี่ยวกับลักษณะของสิ่งเร้า แล้วเปลี่ยนเป็นความรู้สึกที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการที่จะแสดงพฤติกรรม ซึ่งเจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วจะมีความคงที่ การเปลี่ยนแปลงจะช้าและทำได้ยาก และสอดคล้องกับ แสงเดือน ทวีสิน (2545: 71) ที่ได้กล่าวถึงหลักการเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลสรุปได้ว่า เจตคติเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องอาศัยเวลาพอสมควร ทั้งนี้เพราะในการสร้างเจตคติแต่ละเรื่องต้องใช้เวลาในการสั่งสมยาวนาน นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา ครูยังไม่ให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดเท่าที่ควร ครูไม่ได้ฝึกให้เด็กเกิดทักษะการคิดและการแก้ปัญหา การจัดการเรียนการสอนยังเน้นให้นักเรียนท่องจำ บรรยายภาคการเรียนการสอนในห้องเรียนส่วนใหญ่เป็นลักษณะครูถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งนักเรียนยังเคยชินกับการสอนและการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ (ปรนัย) แต่ไม่เคยชินกับการทำข้อสอบที่มีลักษณะต้องเขียนอธิบาย จึงทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนของนักเรียนในช่วงเวลาสั้นๆ ได้

อย่างไรก็ตามถึงแม้ผลการทดลองจะไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 และข้อ 4 ที่ตั้งไว้ แต่จากผลการวิเคราะห์ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีค่ามัชฌิมเลขคณิตก่อนการทดลองและหลังการทดลองเท่ากับ 132.72 และ 134.81 ตามลำดับ พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีค่ามัชฌิมเลขคณิตของการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และจากผลการวิเคราะห์ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำและนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ มีค่าเท่ากับ 134.81 และ 129.87 ตามลำดับ พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำสูงกว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการส่งเสริมเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้หากมีเวลาในการพัฒนา มากกว่านี้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ระยะหนึ่ง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนบรรยายสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการเรียนคณิตศาสตร์ เช่น ความรู้สึกต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สิ่งที่ยากให้ครูช่วยเหลือในการเรียนคณิตศาสตร์ ความรู้สึกเมื่อต้องทำการบ้านคณิตศาสตร์ พัฒนาการในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เป็นต้น เพื่อที่ครูจะได้ทราบถึงปัญหาของนักเรียนแต่ละคน รวมทั้งเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ ครูจะต้องศึกษาและสร้างความเข้าใจในขอบเขตของเนื้อหาที่จะสอนเป็นอย่างดี เพราะ การสร้างแนวคิดนำเป็นสิ่งที่ยาก ผู้ที่จะสามารถสร้างแนวคิดนำได้ดีจะต้องเป็นผู้ที่เข้าใจเนื้อหาวิชาจนสามารถมองเห็นลำดับการจัดโครงสร้างของเนื้อหาวิชานั้นๆ

3. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ ในขั้นการจัดโครงสร้างความรู้ให้กระจ่างชัดเจนมากขึ้น ครูควรส่งเสริมการจัดโครงสร้างความรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการต่างๆ ที่หลากหลาย นอกเหนือไปจากการให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีการผสมผสานความรู้ กระตือรือร้นในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ เช่น ใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ไปให้นักเรียนยกตัวอย่างเพิ่มเติมหรืออธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน ให้นักเรียนอธิบายว่าความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วอย่างไร เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลาที่มี หัวข้อของเนื้อเรื่อง และสภาพการเรียนรู้ขณะนั้นๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

1. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การสื่อสารและการนำเสนอ หรือความคิดสร้างสรรค์

3. ควรมีการศึกษาวิจัยและติดตามผลระยะยาว (Longitudinal Studies) เพื่อศึกษาว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เพียงใด และมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. 2528. จิตวิทยาการศึกษา. ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กรุณา สืบอุดม. 2536. การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำ วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนโดยใช้มโนคติสามแบบ. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- กฤษณา ไสยาศรี. 2551. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบบูรณาการที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กัจจ มุณีแก้ว. 2539. ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์. 2525. การสอนวิทยาศาสตร์หน่วยที่ 4. เอกสารการสอนชุดวิชา การสอนวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (อัดสำเนา).
- กิ่งฟ้า สิ้นธุวงศ์. 2535. การออกแบบการสอน. เอกสารการสอนชุดวิชา 211730 และ 215710 คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (อัดสำเนา).
- โฆษิต จตุรัสวัฒนากุล. 2543. ผลของการเรียนแบบร่วมมือโดยการใช้เทคนิคการสอนเป็นกลุ่มที่ช่วยเหลือเป็นรายบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- จรุง ขำพงศ์. 2542. ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- จันทร์แรม สุวรรณไตรย์. 2532. การเปรียบเทียบวิธีการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนตามปกติในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จารุวรรณ โพธิ์ทองธรรม. 2541. ผลการใช้มโนมตินำเรื่องในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชฎานิน คมพจน์. 2552. ผลของการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ทฤษฎีการซ่อมแซมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ อู่ยปาอาจ. 2552. ผลของการใช้แนวการสอนแนะให้รู้คิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โชติ จันทร์วัง. 2547. ผลของการใช้เทคนิคการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และความสามารถในการนำเสนอข้อมูลทางคณิตศาสตร์ด้วยแผนภาพของนักเรียนเตรียมทหาร. วิทยานิพนธ์ ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐรี เจริญเกียรติบวร. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognitionชั้นกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงเดือน พันธุมนาวิน. 2531. การวัดและการวิจัยทัศนคติที่เหมาะสมตามหลักการวิชาการ.

วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 1 (มิถุนายน) : 62-81.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2531. การสร้างเสริมสมรรถภาพการสอนคณิตศาสตร์ของครูประถมศึกษา
กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. 2536. โจทย์ปัญหา ปัญหาโจทย์. วารสารคณิตศาสตร์. 37(พฤศจิกายน-
ธันวาคม): 432- 433.

ดุจเดือน พันธุมนาวิน. 2547. ปัจจัยเชิงสาเหตุและผลของพฤติกรรมการพัฒนานักเรียนของครู
คณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร:สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ

ติศนา เขมมณี. 2545. รูปแบบการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ติศนา เขมมณี. 2551. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธิดีรัตน์ ส่งถาวรทรัพย์. 2529. ผลการใช้สิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอดแบบต่างๆ ก่อนการเรียนรู้จาก
บทเรียนโปรแกรมที่มีต่อการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
ที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะ
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นวลจันทร์ ผมอูดทา. 2545. ผลของการสอนคณิตศาสตร์โดยรูปแบบ SSCS ที่มีต่อความสามารถ
ในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

นุศรียา จิตตารมย์. 2548. ผลของการสอนแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียน
คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์
ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะ
ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บุษราภรณ์ สีดาदान. 2544. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเน้นรูปแบบการสอนที่ใช้สิ่งช่วยมโนคติล่วงหน้า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เบญจมาศ ฉิมมาลี. 2550. ผลของการจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้คำถามระดับสูงประกอบแนวทางพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ของพรายวัยเด็กที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปฐมพร บุญลี. 2545. การสร้างแบบฝึกหัดทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ประเสริฐ แสงสุมาตย์. 2534. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง บทประยุกต์ โดยใช้วิธีสอนแบบเทคนิค 4 คำถาม กับวิธีสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2538. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนระดับประถมศึกษา. สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทยพระบรมราชูปถัมภ์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2546. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2544. การวัดและประเมินการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล.
- พิชากร แปลงประสพโชค. 2540. การพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พิทักษ์ เจริญวานิช. 2531. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การหายใจระดับเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้แผนผังมโนมติดกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพจิตร สดวกการ. 2539. ผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- มะลิวัลย์ กองชัย. 2539. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างวิธีสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติดล่วงหน้ากับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- มะลิวรรณ ศรีชัยปัญญา. 2550. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริงที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2530. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2542. การแก้ปัญหา. วารสารคณิตศาสตร์. 485-487 (กุมภาพันธ์-เมษายน): 5-12.
- รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์. 2545. ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราตรี เกตบุตรตา. 2546. ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- รุ่งทิพา ศิริภักดิ์. 2541. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนตามปกติชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วัชรสันต์ อินธิสาร. 2547. ผลของการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตและเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาการศึกษา คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารีย์ ถึงกลาง. 2545. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์เบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ประกอบการสอน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชากร, กรม. 2544. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- วิภาวรรณ วงษ์สุวรรณ คงเฝ้า. 2548. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีขยายความคิดของเรเกลลูลู เพื่อส่งเสริมความมั่นใจด้านเนื้อหาความรู้ ความชำนาญในการปฏิบัติงาน และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทธรจ. 2550. กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิดที่ใช้ทักษะการให้เหตุผลและการเชื่อมโยงบูรณาการสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลกับสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศักดิ์สิน สมอุ้นจรรย์. 2529. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง กลไกสังเคราะห์แสงของนักเรียน ชั้น ม.6 ระหว่างการสอนตามหลักการของ Ausubel กับการสอนตามแนวหลักสูตรปัจจุบัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ศิริลักษณ์ หย่างสุวรรณ. 2543. การพัฒนาโปรแกรมการส่งเสริมความสามารถในการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพสำหรับนักศึกษาฝึกหัดครูสาขาการศึกษาปฐมวัย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริวรรณ ศรีพหล. 2536. การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียน ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและวิทยาวิธีทางการสอน หน่วยที่ 8-11. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2544. เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา).
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2544. การสังเคราะห์วิธีการสอนวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ : กองวิจัยทางการศึกษา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2545. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2546. การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. 2551. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ศรีเมืองการพิมพ์.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ศรีเมืองการพิมพ์.

- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. เราหาคณิต.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546. เอกสารเสริม
ความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิต. กรุงเทพมหานคร: คอมพิวเตอร์ไชนันแดนด์
พริน.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2552. จุดประกาย
ให้รู้รอบ. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี.
44 (พฤษภาคม-มิถุนายน): 7-11.
- ส. วาสนา ประมวลพฤษ. ทศนคติในแง่ของจิตวิทยา. วารสารวัดผลการศึกษา. 3 (กันยายน-
ธันวาคม 2524) : 5.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2540. การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชา
คณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2544. แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสาร
คณิตศาสตร์ 45. 446(พฤศจิกายน-ธันวาคม 2543-มกราคม 2544): 33.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2547. แนวคิดในการพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์. วารสาร
คณิตศาสตร์ฉบับเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้า
พระบรมราชินีนาถ. (2547) : 1- 2.
- สมเดช บุญประจักษ์. 2550. การแก้ปัญหา (Problem Solving). วารสารคณิตศาสตร์ 51. 562-
564 (กุมภาพันธ์-เมษายน): 71-73.
- สมบัติ โพธิ์ทอง. 2539. การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงโดยใช้เม
ตาออกนิชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ ไสภณพินิจ. 2543. ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์. วารสารคณิตศาสตร์.
(พฤษภาคม – กรกฎาคม): 44.
- สมศักดิ์ ไสภณพินิจ. 2547. ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์(กับการสอน). วารสาร
คณิตศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา สมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ.
(2547) : 14-25.

- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2506. ทัศนคติต่อวิชาชีพครูของผู้สมัครที่สอบผ่านข้อเขียนเพื่อเข้าสอบ
สัมภาษณ์ในการเข้าศึกษาในคณะครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยใน
ประเทศไทย. วารสารวิจัยทางการศึกษา. (เมษายน- มิถุนายน): 50-56.
- สาคร เกษม. 2544. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่
เรียนโดยใช้รูปแบบการสร้างความคิดรวบยอด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.
สาขาวิชาประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักทดสอบทางการศึกษา. 2549. ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปี 2549[ออนไลน์].
 แหล่งที่มา: http://bet.obec.go.th/pm/new_resultbet2549.html[6 กรกฎาคม 2552]
- สำรวจ ใจชอบสันเทียะ. 2541. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการ
เรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนโดยใช้
สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหา
บัณฑิต. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น.
- สิริพร ทิพย์คง. 2536. การแก้ปัญหา. เอกสารคำสอนวิชา158522: ทฤษฎีและวิธีสอนวิชา
คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา).
- สิริพร ทิพย์คง. 2544. งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 25521-2542.
 กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. 2545. หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาคุณภาพ
วิชาการ.
- สุธิดา นานข้า. 2549. ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มี
ต่อมโนทัศน์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
ที่ 1 จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษา
คณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนีย์ คล้ายนิล. 2546. คณิตศาสตร์ไทยไม่เข้มแข็งเพราะอะไร. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (กรกฎาคม-สิงหาคม):18-24.

- สุปรียา ตันสกุล. 2540. ผลของการใช้รูปแบบการสอนแบบการจัดข้อมูลด้วยแผนภาพที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหา. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุพัตรา ผาติวิสันต์. 2535. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุภาลีณี สุภธีระ. 2534. รูปแบบการสอน. เอกสารประกอบการสอนสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (อัดสำเนา).
- สุรดาล ผาสุข. 2546. การศึกษาความสามารถและการคิดเกี่ยวกับการใช้ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์และผลในด้านเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญา ดุษฎีบัณฑิต. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรวงศ์ ไคว้ตระกูล. 2544. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวดี ศรีนุเสน. 2535. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพหุนาม ระหว่างวิธีสอนที่ใช้สิ่งช่วยจัดมโนมติล่วงหน้ากับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์. 2545. วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แสงเดือน ทวีสิน. 2545. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยเส็ง.
- อัมพร ม้าคนอง. 2546. คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. 2547. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 2704686 ทฤษฎีและการประยุกต์ทางการศึกษาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา).
- อัมพร ม้าคนอง. 2547. เอกสารประกอบการสอน รายวิชา 2704687 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. (อัดสำเนา).

เอี่ยมพร จตุรธำรงค์. 2521. การเปรียบเทียบความเข้าใจในการอ่านบทความที่มีการจัดความคิดรวบยอดของเนื้อเรื่องด้วยวิธีต่างๆ กับบทความที่ไม่ได้จัดความคิดรวบยอดของเนื้อเรื่อง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาามหาบัณฑิต. สาขาวิชา การประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภาษาอังกฤษ

Allport, G.W. 1967. Reading in Attitude Theory and Measurement. New York: John Wiley.

Anastasi, A.1967. Psychological Testing. 4th ed. New York: Macmillan.

Anderson, K.B.,and Pingry,R.E.1973. Problem Solving in Mathematics: Its Theory and Practice. Washington, D.C.: The National Council of Teacher of Mathematics.

Anderson, R.C.,and Ausubel,D.P.1965. Organizers, General Background and Antecedent Learn Variables in Sequential Verbal Learning. In Reading in the Psychology of Cognition. D.P. Ausubel and D. Fitzgerald, Ed. New York. : Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D.P. 1960. The use of advance Organizers in the Learning and retention of meaningful material. Journal of educational psychology.15: 267 – 272.

Ausubel, D.P. 1963. The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York: Grune and Stratton.

Ausubel, D.P. 1968. Education psychology: A cognitive view. New York: Prentice Hall International.

Ausubel, D.P.,and Fitzgerald, D. 1962. The Role of Discriminability in Meaningful Verbal Learning and Retention. Journal of Education Psychology. 36; 321-329.Cliburn, Joseph.

Ausubel, D.P.,and Robinson, F.G. 1969. School learning: An introduction to education psychology. New York: Holt Rinehart and Winstan.

Baroody, A. J. 1993. Problem Solving Reasoning and Communicating K-8 Helping Children Think Mathematically.New York: Macmillan.

- Bitter, C. G. 1990. Mathematics Method for the Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach. Boston: Allyn and Bacon.
- Branca, N.A. 1980. Problem Solving as a Goal. Process and Basic Skill. Reston, VA: NCTM.
- Braselton, S., and Decker, B. C. 1994. Using graphic organizers to improve the reading of mathematics. The reading teacher.
- Brown, S. L., and Walter, M. I. 1983. The Art of Problem Posing. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Brown, S. I., and Walter, M. I. 1993. Problem Posing: Reflection and Applications. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bruckner, L.J. 1957. Developing Mathematics Understanding in the Upper Grad. Philadelphia: the John C Winston.
- Charkson, S. P. 1979. A Study of the Relationship among Translation and Problem Solving Abilities. Dissertation Abstracts International. 39 (January 1979): 4101-A.
- Charle, S., et al. 1987. How to evaluate Progress in Problem Solving. Reston, VA: NCTM.
- Charles, R. L. 1985. The role of Problem Solving. Arithmetic Teacher. 22 (February 1985): 50.
- Charles, R.L., and Frank, K. L. 1982. Teaching Problem Solving What Why & How. Date Seymour Publications.
- Clyde, C.G. 1967. Teaching mathematics in the elementary school. New York: Ronald Press.
- Crawford, W.B. 1996. The effect of an advance organizer on a training in Interpersonal sensitivity [Online]. Available from : <http://www.lib.umi.com/dissertations/fullcit/9542597> [2009, November 28]
- Cruikshank, D. E., and Sheffield, L. J. 2000. Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics. United States of America: John Wiley & Sons.

- Devidson, B.J. 1991. Advance Organizers In Student – Centered Rich Learning Environment. Zmaster Degree, University of Houston – Clear LakeX. Dissertation Abstracts Internatinal, 35, p. 1138. (From DAO, Jan 1997 – Sept 1999).
- Dossey, J. 2005. Developing students' literacy levels through interdisciplinary applications of mathematical problem solving. Bangkok.
- Dowing, A. 1994. An investigation of the advance organizer theory as an effective teaching model. Washington, DC: Office of Educational Research and Improvement.
- Edwards, A.L.1957. Technique of Attitude Scale Construction. New York: Appleton-Century croffs.
- Frederick, H. 1978. Teaching and Learning Mathematics (in secondary schools). Dubuque, Iowa: Wm.C. Brown.
- Hall, D. W. 1979. A study of the relationship between estimation and mathematical problem solving among fifth grade students. Dissertation Abstracts International 37, 4: 6324-A.
- Hartley, J.,and Davies, I.K. 1976. Preinstructional Strategies: the role of pretests, behavioral objectives, overviews and Advance Organizers. Review of Education Research. 46(2): 239-265
- Haywood, D.H. 1997. The Ausubelian Preshool Program : Balancing Child – Dirrected and Teacher – Directed Approaches. Eary Childhood News. 9(1),12-17. (From ERIC, 1992-1998/09, Abstract No. EJ538137)
- Heimer, R. T., and Trueblood, C. R. 1977. Strategies for teaching children mathematics. Reading Mass: Addison Wesley.
- Henny, M.1971. Improving Mathematics Verbal Problem Solving ability Through Reading Instruction. The Arithmetic 18, 4: 223-224.

- Jackson, L. 2000. Increasing Critical Thinking Skill to Improve Problem – Solving Ability in Mathematics. Master of Arts Action Research Project. Graduate Faculty, Saint Xavier University. Dissertations Abstracts International 54, 8 (February 1994): 2934 – A
- Joyce, B.,and Weil, M.1980. Model of Teaching. New Jersey: Prentice-Hall.
- Joyce, B.,and Weil, M.1986. Model of Teaching. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Joyce, B.,and Weil, M.1996. Model of Teaching. 5th ed. Printed in the United States of America.
- Kemp, J.E.,and Dayton. D.K. 1985. Planning, and Producing Instructional Media. New York: Harper & Row.
- Kennady, L. M.1984. Guiding Children’s Learning of Mathematics. 4th ed. Belmont, California: Wadsworth Publishing.
- Kirkman, G.1997. Effects of an oral advance organizer on immediate and Delayed retention [Online]. Available from: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9708495>[2009, November 28]
- Krulik, S., and Reys, R. E.1980. Problem Solving in School Mathematics : National Council of Teacher of Mathematics 1980 Year Book. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics
- Krulik, S.,and Rudnick, J. A.1993. Reasoning and Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teacher. Boston: Allyn and Bacon..
- Krulik, S., and Rudnick J. A. 1982. Teaching Problem solving to preservice teachers. Arithmetic teacher 29 (6) : 42-45.
- Kutz, R. E. 1991. Teaching Elementary Mathematics. Boston: Allyn and Bacon.
- Lawton, J.T.,and Johnson, A.1992. Effects of advance organizer on preschool children’s learning of Math concepts. Council for Research in Math Education.
- Leblance, J. F. 1977. You Can Teach Problem Solving. Arithmetic Teacher. 25 (November):17-25.

- Leblanc, J. F., Proudfit, L., and Putt, I. J. 1980. Teaching Problem Solving in the Elementary School. In S.
- Livingston, M.E. 1984. The Effects of Advance Organizer and Direct Instruction Pre-Instructional Passages on Learning and Retention for Eighth-Grade Students. Thesis (EDD). State University of New York: Albany.
- Lucus, S.B. 1972. The Effects of Utilizing Three Types of Advance Organizers for Learning and Retention of Matric System Concepts. Dissertation Abstracts International. 33(8) : 3390-A.
- Lynn, C. H. 1993. Some factor that impede or enhance performance in mathematical problem solving. Journal Research of Mathematics Education. (March): 167-169
- Mayer, R. E., and Hegarty, M. 1987. The Process of Understanding Mathematical Problems. In Sternberg.
- Mayer, R.E., and Bromage, B.K. 1980. Different Recall Protocols for Technical Texts Due to Advance Organizers. Organizers. Journal of Educational Psychology. 72(2) : 209 – 225.
- McGuire, W.J. 1969. The Nature of Attitudes and Attitude Change. Massachusetts.
- Musser, G. L., and Shaughnessy, J. M. 1980. Problem-solving strategies in school mathematics. In S.
- National Council of Teachers of Mathematics. 1989. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. 1991. Professional Standards for Teaching.
- O'Leary, M.A. 1994. The Use of Concept Maps as Advance Organizers in Grade Seven Science. Saint Mary's University Canada.
- Opong, J.E. 1979. A Study of the Advance Organizer and Its Effects and Achievement of Ninth Grade. Social Science Studies Students. Dissertation Abstracts International. 39 (12). 7275 – 7276 – A.

- Polya, G. 1957. How to solve it. Princeton, NJ: Princeton University.
- Polya, G. 1973. How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. 2nd ed. United State of America. Princeton University Press.
- Polya, G. 1980. On Solving Mathematical Problems in High School. Problem Solving in School Mathematics ; Yearbook. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Proger, B.B., and Other. 1970. Conceptual – Pre – Structure for Detailed Verbal Passages. The Journal of Education Research. 64 (1) : 28 – 33.
- Putt, J. 1979. An Exploratory Investigation of Methods of Instruction in Mathematical Problem Solving at the Fifth Grade Level. Dissertation Abstracts International.3(1979) : 5382-A.
- Resnick, L.B. 1983. Learning and motivation in the classroom. New Jersey: Erlbaum.
- Resnick., and Baron, J. B. 1987. Teaching Thinking Skills : Theory & Practice, pp. 31-33. New York: W.IT Freeman and Company,
- Reys, R.E.,Lindquist, M.M., Lambdin, D.V., Smith, N.L., and Suydam, M.N. 2004. Helping Children Learn Mathematics. 7th ed. New York: John Wielya Sons.
- Ridwan, E.C.1994. Effects of discourse signals and a structural advance organizer on Indonesian EFL learners' comprehension of expository texts (reading comprehension)[Online]. Available from: <http://wwwlib.umi.com/dissertations/fullcit/9411766> [2009, November 28]
- Rosenburg, M.J., and Hovland, C.I.1975. Attitude-Organization and Change. New Haven: Yale university Press.
- Russell, P. V. 1961. Essential of Mathematics. New York: John Wiley & Sons.
- Shaw, M.E.,and Wright, J. M. 1971. Scalar for the Measurement of Attitudes. New York: McGraw-Hall Book .
- Sheffield, L. J., and Cruikshank, D.E. 2000. Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics. 4th ed. New York: John Wielya Sons.

- Slavin, R.E. 1986. Educational psychology: Theory into practice. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-hall.
- Strenberg, R. J.1999. Cognitive Psychology. 2nd ed. New York: Harcourt Brance College Publisher
- Talton, C. F. 1988. Let's Solve the Problem We Find the Answer. Arithmetic Teacher 36, 1 : 40.
- Thibodeau, M.E.1999. The effects of the advance organizer on student Perception of teacher communication competence [Online]. Available from: <http://wwwlib.com/dissertations/fullcit/9841458> [2009, November 28]
- Thiessen, D., et al. 1989. Elementary Mathematics Method. 3rd ed. New York: Macmillan.
- Thurston, L. L. 1982. Attitude can be Measured. New York: John Wiley and Sons.
- Tougaw, P.W. 1994. A Study of Effect of Using an Open Approach to Teaching Mathematics upson the Mathematics upon the Mathematical Problem Solving Behaviors of Secondary School Students.
- Triandis, H. C.1971. Attitude and Attitude Change. New York: John Wiley and Sons.
- Troutman, A.P., and Lichtenberg, B.K.1995. Mathematics a good beginning. Brooks Cole.
- Voss, J.F. 1987. Learning and transfer in subject-matter learning: A problem-solving model. International Journal of Educational Research.
- Weil, M., and Joyce, B.1978. Information Processing Models of Teaching: Expanding Your Teaching Repertoire. New Jersey: Prentice Hall.
- William, J.R. 1985. An Ausubelian Approach to Instruction : The use of Concept Maps as Advance Organizers in Junior College Anatomy and Physiology Course. THESIS (PHD): The University of Southern Mississippi.
- Yeh, S.W.1996. Effect of Learner Control and Advance Organizers of EFL Learning from Hypermedia – Based CBIV Lessins. (Doctoral dissertation, Purdue University). Dissertation Abstracts International, 55 p. 3735. (From DAO, Jan 1997 – Sept 1999).

Zalewski, C. J. 1978. An Investigation of Selected Factor, Contributing to Success in Solving Mathematical Word Problem. Dissertation Abstracts International (July) : 2804-A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ
- หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณา ความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อความถาม ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์หา อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์จิตติพร ลิขิตฐา อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานหลักสูตรและการจัดการเรียนฯ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82681-2 ต่อ 612

ที่ ศร 0512.6(2771)/54- ๕๕๓๗

วันที่ 1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

ด้วย นางณิษฐา ศรีวิจิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์วัลลภา น้าแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.อชัญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี



ที่ศธ 0512.6(2771)/54-๕๕๐๘

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย


เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชานนท์ จันทร์วา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางกนิษฐา ศรีวิชิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ศร 0512.6(2771)/54-4439

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอลงชื่อเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ รุติพร ถินสุญา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางกนิษฐา ศรีวิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนสุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-82 ต่อ 612

ที่ศธ 0512.6(2771)/54- ๐๖๖๐

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนนารีรัตน์จังหวัดแพร่

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางกนิษฐา ศรีวิจิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิดมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา วัฒนอุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 6

ที่ ศธ 0512.6(2771)/54- 4441

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนพิริยาลัยจังหวัดแพร่

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางณิษฐา ศรีวิจิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องตกลงใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ตกลงใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนสุบล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ที่ศร 0512.6(2771)/54- 4.4.42

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอตกลงใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนสูงเม่นจันทบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางกนิษฐา ศรีวิชัยโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้ นิสิต ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนกุล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ที่ ศร 0512.6(2771)/54-4443

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

1 ธันวาคม 2554

เรื่อง ขอบความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนถิ่นโอภาสวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางณิษฐา ศรีวิโรทัย นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมยศ ชิตมงคล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปรผัน และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชญญา รัตนกุล)

รองคณบดี

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 612

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
แผนที่ 1 นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง
แผนที่ 4 การแปรผันตรง การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง

ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การแปรผัน เรื่อง การแปรผันตรง
 ผู้สอน นางกนิษฐา ศรีวชิโรทัย จำนวน 1 คาบ

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค.4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์
 อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระสำคัญ

การแปรผันตรง (direct variation) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ ซึ่ง
 เมื่อปริมาณหนึ่งเพิ่มขึ้น อีกปริมาณหนึ่งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย หรือเมื่อปริมาณหนึ่งลดลง อีก
 ปริมาณหนึ่งก็ลดลงตามไปด้วยอย่างเป็นสัดส่วนกัน

บทนิยาม ให้ x และ y แทนปริมาณใดๆ y แปรผันตรงกับ x เมื่อ $y = kx$ โดยที่ k เป็นค่า
 คงตัว และ $k \neq 0$

สมการ $y = kx$ โดยที่ k เป็นค่าคงตัว และ $k \neq 0$ เรียกว่าสมการแสดงการแปรผันของการ
 แปรผันตรง เรียก k ว่า ค่าคงตัวของการแปรผัน และเขียนแทน y แปรผันตรงกับ x ด้วย $y \propto x$

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. บอกนิยามของการแปรผันตรงได้
2. บอกความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง
 เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณนั้นได้
3. เขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. สื่อสารผ่านการพูดและเขียนระหว่างที่ทำกิจกรรมกับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอนได้
3. เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสถานการณ์ใหม่ได้

4. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ที่เรียนได้
5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. ตั้งใจและมีความสนใจในการเรียน
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
3. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
4. ทำงานอย่างมีระบบ ระเบียบ รอบคอบ

สาระการเรียนรู้

พิจารณาสถานการณ์ ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 สถานการณ์ที่มีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่าย ดังต่อไปนี้

ปริมาณส้ม (กิโลกรัม)	จำนวนเงินที่จ่าย (บาท)
0	0
1	35
2	70
3	105
4	140
5	175
⋮	⋮

ให้ x แทนปริมาณน้ำมันเป็นลิตร

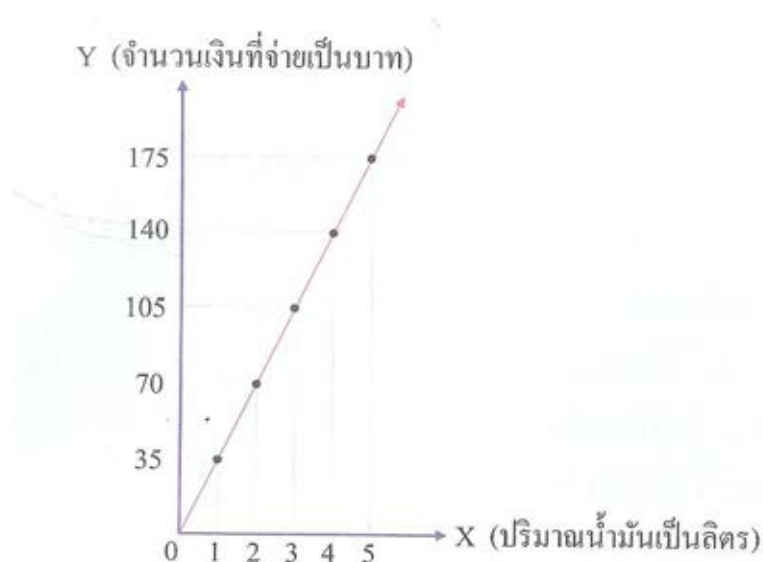
y แทนจำนวนเงินที่จ่ายเป็นบาท

จากแบบรูปในตาราง สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ได้เป็น $y = 35x$

จะเห็นว่า เมื่อปริมาณน้ำมัน x เพิ่มขึ้น จำนวนเงินที่จ่าย y ก็จะสูงขึ้นตามในอัตราที่คงตัว

คือ 35 บาทต่อลิตร

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่ายข้างต้นได้ในลักษณะที่ต่อเนื่องกันเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง และกราฟที่ได้จะผ่านจุด (0,0) ดังรูป



ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่ายดังกล่าว เป็นตัวอย่างหนึ่งของการแปรผันตรง

บทนิยาม ให้ x และ y แทนปริมาณใดๆ y แปรผันตรงกับ x เมื่อ $y = kx$ โดยที่ k เป็นค่าคงตัว และ $k \neq 0$

สมการ $y = kx$ โดยที่ k เป็นค่าคงตัว และ $k \neq 0$ เรียกว่าสมการแสดงการแปรผันของการแปรผันตรง เรียก k ว่า ค่าคงตัวของการแปรผัน และเขียนแทน y แปรผันตรงกับ x ด้วย $y \propto x$

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่ายซึ่งแสดงด้วยสมการ $y = 35x$ ข้างต้น จะได้ว่า y แปรผันตรงกับ x โดยมีสมการแสดงการแปรผันเป็น $y = 35x$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเป็น 35

สถานการณ์ที่ 2 สถานการณ์ที่มีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับลดอุณหภูมิของห้องทดลองแห่งหนึ่งให้ลดลงเรื่อยๆ ในอัตราที่คงตัวจาก 0 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่ผ่านไป 0 นาที ถึง 5 นาที ปรากฏผลการทดลองดังนี้

เวลา(นาทึ)	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	0	-2	-4	-6	-8	-10

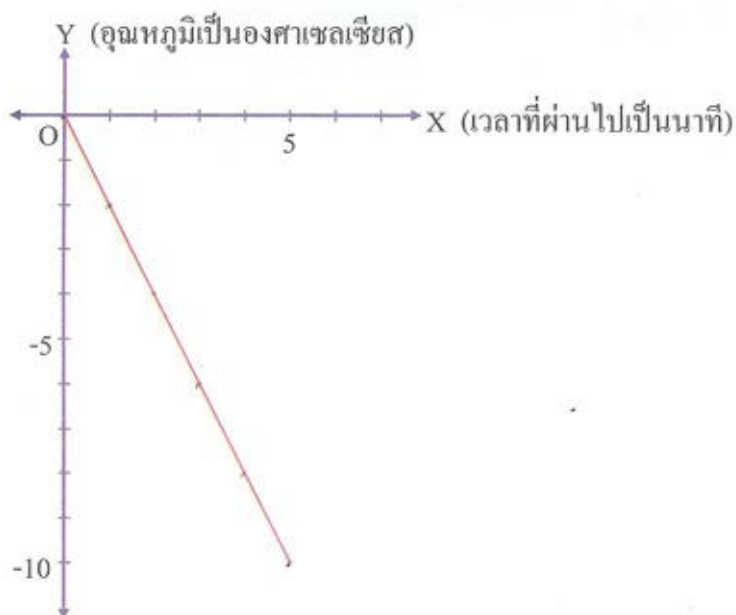
ให้ x แทนเวลาที่ผ่านไปเป็นนาทึ

y แทนอุณหภูมิของห้องควบคุมเป็นองศาเซลเซียส

จากแบบรูปในตาราง สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ได้เป็น $y = -2x$ และมีค่าคงตัว

ดังนั้น y แปรผันตรงกับ x โดยมีสมการแสดงการแปรผันเป็น $y = -2x$ และมีค่าคงตัวของ การแปรผันเป็น -2

เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผ่านไปกับอุณหภูมิของห้องทดลองข้างต้นได้ ในลักษณะที่ต่อเนื่องกันเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง และกราฟที่ได้จะผ่านจุด $(0,0)$ ดังรูป



จะเห็นว่าเมื่อเวลา x เพิ่มขึ้น อุณหภูมิ y จะลดลงในอัตราที่คงตัว ซึ่งแตกต่างจาก สถานการณ์ปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่าย ที่เมื่อปริมาณน้ำมัน x เพิ่มขึ้น จำนวนเงินที่จ่าย y จะสูงขึ้นตามไปด้วย อีกทั้งกราฟของทั้งสองสถานการณ์ก็มีทิศทางแตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอแนวคิดนำ</p> <p>1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ว่า เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถบอกความหมายของการแปรผันตรง บอก ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่ กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง เมื่อกำหนด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณนั้นได้ ถูกต้อง และเขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่าง ปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกันได้</p> <p>2. ครูนำเสนอแนวคิดนำโดยการติดแผนภาพ แสดงแนวคิดนำบนกระดานดำ</p> <p>3. ครูอธิบายแนวคิดนำที่เสนอ และอธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่างโมดัสการแปรผันตรงกับ ความรู้เดิมที่ใช้โดยใช้การซักถามประกอบการ อธิบายและยกตัวอย่างประกอบ</p> <p>ขั้นที่ 2 การนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้และ สื่อการสอน</p> <p>4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบ ความสะดวก และแจกใบกิจกรรมที่ 1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้เวลาในการทำกิจกรรม 15 นาที ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่ม ย่อย ครูสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละ กลุ่ม พร้อมทั้งคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ</p> <p>5. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มให้ ออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน</p>	<p>ขั้นนำ</p> <p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณใน สถานการณ์ต่างๆ ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน อยู่เสมอ โดยครูนำสนทนาเกี่ยวกับ เหตุการณ์ที่ครูไปเดินตลาดเพื่อซื้อผลไม้ จะ เห็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลไม้และ จำนวนเงินที่จ่าย เช่น ฝรั่งราคา กิโลกรัมละ 40 บาท ถ้าครูซื้อฝรั่ง 2 กิโลกรัมครูต้อง จ่ายเงิน 80 บาท ถ้าครูซื้อฝรั่ง 3 กิโลกรัม ครูต้องจ่ายเงิน 120 เป็นต้น และชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในชีวิตประจำวันเรามักจะพบ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ หรือมากกว่า ซึ่งเมื่อปริมาณหนึ่งเปลี่ยนไป อีกปริมาณหนึ่งหรืออีกหลายปริมาณจะ เปลี่ยนแปลงไปด้วยอย่างเป็นสัดส่วนกัน</p> <p>ขั้นสอน</p> <p>1. ครูยกสถานการณ์ ที่ 1 ให้นักเรียน พิจารณาจากตารางแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่าย แล้วใช้การถามตอบประกอบการอธิบายจน ได้ว่า เมื่อปริมาณน้ำมัน x เพิ่มขึ้น จำนวน เงินที่จ่าย y ก็จะสูงขึ้นตาม</p> <p>2. ครูกำหนดให้ x แทนปริมาณน้ำมันเป็น ลิตร และ y แทนจำนวนเงินที่จ่ายเป็นบาท</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p>โดยครูและเพื่อนๆช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของผลการทำกิจกรรมของกลุ่มที่ถูกเลือก และถ้าหากการนำเสนอของนักเรียนยังไม่ถูกต้อง ครูใช้คำถามประกอบการอธิบายเพิ่มเติม</p> <p>6. ครูให้นักเรียนสังเกตว่ากราฟที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณจากสองสถานการณ์ในใบกิจกรรมที่ 1 นั้นมีลักษณะเป็นอย่างไร กรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้ ครูจะต้องใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้นความคิดให้แก่ นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ (กราฟมีลักษณะต่อเนื่องกันเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง และกราฟผ่านจุด (0,0) แต่ต่างกันว่ากราฟทั้งสองมีทิศทางต่างกัน)</p> <p>7. ครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ ซึ่งเมื่อปริมาณหนึ่งเพิ่มขึ้น อีกปริมาณหนึ่งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย หรือเมื่อปริมาณหนึ่งลดลง อีกปริมาณหนึ่งก็ลดลงตามไปด้วยอย่างเป็นสัดส่วนเท่ากันนั้นว่าเป็นการแปรผันตรงพร้อมทั้งเขียนบทนิยามการแปรผันตรงบนกระดานดำ</p> <p>8. ครูใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนเข้าใจนิยามของการแปรผันตรงได้ชัดเจนขึ้นว่า ค่าคงตัว k ที่ไม่เท่ากับศูนย์นั้น อาจมากกว่าศูนย์หรือน้อยกว่าศูนย์ก็ได้ รวมทั้งกราฟของสมการแปรผันตรงจะอยู่ในจุดภาคที่ 1 หรือ จุดภาคที่ 4 ก็ได้เช่นกัน</p>	<p>ให้นักเรียนพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่ได้ในตารางแล้วเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ในรูปสมการ ($y = 35x$)</p> <p>3. ครูถามนักเรียนว่าถ้าเราจะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่ายจะได้กราฟที่มีลักษณะอย่างไร โดยครูสุ่มเรียกให้นักเรียนมาช่วยกันเขียนกราฟบนกระดานเป็นรายบุคคลทีละคนจากนั้นให้ร่วมกันพิจารณาลักษณะของกราฟที่ได้ ว่าเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง และกราฟผ่านจุด (0,0)</p> <p>4. ครูกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่ายในสถานการณ์ดังกล่าวว่า เป็นตัวอย่างหนึ่งของการแปรผันตรง จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันบอกนิยามของการแปรผันตรง โดยครูใช้การถามตอบประกอบการอธิบาย จนนักเรียนบอกนิยามได้พร้อมทั้ง เขียนสมการแสดงการแปรผันของการแปรผันตรง และบอกค่าคงตัวของการแปรผันได้</p> <p>5. ครูยกสถานการณ์ที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณาจากตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับลดอุณหภูมิของห้องทดลองแห่งหนึ่งให้ลดลงเรื่อยๆ ในอัตราที่คงตัวแล้วใช้การถามตอบประกอบการอธิบายจนได้ว่า เมื่อเวลา x เพิ่มขึ้น อุณหภูมิ y จะลดลงในอัตราที่คงตัว ซึ่งแตกต่างจาก</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p>9. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสร้างความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็นการแปรผันตรงมาหนึ่งความสัมพันธ์ลงในใบงานที่ 1 (create by yourselves) และเขียนกราฟของความสัมพันธ์ลงในกระดาษกราฟที่แจกให้</p> <p>10. ครูเดินดูนักเรียนในขณะที่ทำกิจกรรม เพื่อเลือกกลุ่มที่สร้างความสัมพันธ์ที่น่าสนใจออกมา นำเสนอหน้าชั้นเรียน</p> <p>ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดระบบการเรียนรู้</p> <p>12. ครูอธิบายเกี่ยวกับการสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) พร้อมกับยกตัวอย่างและอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ</p> <p>13. ครูให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เรื่อง นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง ในใบงานที่ 2 จากนั้นครูใช้คำถามตอบในการช่วยนักเรียนเติมมโนทัศน์ลงในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์</p> <p>14. ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> -นิยามของการแปรผันตรง -ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง -การเขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกันโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) ที่นักเรียนทำถูกต้องและสมบูรณ์แล้ว และอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ 	<p>สถานการณ์ปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่าย ในสถานการณ์ที่ 1</p> <p>6. ครูกำหนดให้ x แทนเวลาที่ผ่านไปเป็นนาที่ y แทนอุณหภูมิของห้องควบคุมเป็นองศาเซลเซียส ให้นักเรียนพิจารณาจากความสัมพันธ์ที่ได้ในตารางแล้วเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ในรูปสมการ ($y = -2x$)</p> <p>7. ครูถามนักเรียนว่าถ้าเราจะเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผ่านไปกับอุณหภูมิของห้องทดลองข้างต้นจะได้กราฟที่มีลักษณะอย่างไร โดยครูสุ่มเรียกให้นักเรียนมาช่วยกันเขียนกราฟบนกระดานเป็นรายบุคคลที่ละคนจากนั้นให้ร่วมกันพิจารณาลักษณะของกราฟที่ได้ ว่าเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรง และกราฟผ่านจุด $(0,0)$</p> <p>8. ครูให้นักเรียนสังเกต และเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของกราฟที่ได้จากสถานการณ์ที่ 1 และ 2 จากนั้นกล่าวถึงสถานการณ์ทั้งสองว่าเป็นตัวอย่างหนึ่งของการแปรผันตรง</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> -นิยามของการแปรผันตรง -ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง -การเขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกัน

กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
<p>เหล่านั้น</p> <p>15. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยและอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่ยังมีนักเรียนไม่เข้าใจ</p> <p>16. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.1 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.เป็นการบ้าน</p>	<p>2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.1 ข้อ 1,2 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.เป็นการบ้าน</p>

สื่อการเรียนรู้

- แผ่นภาพแสดงแนวคิดนำ
- ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง
- ใบงานที่ 1 เรื่อง create by yourselves
- ใบงานที่ 2 เรื่อง นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง
- ใบงานที่ 3 แผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เรื่อง นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง
- หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.

การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
<ol style="list-style-type: none"> 1. สังเกตจากการตอบคำถาม 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. สังเกตจากการอธิบายของนักเรียน 4. ตรวจสอบความถูกต้องในการทำใบงาน และแบบฝึกหัด 	

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

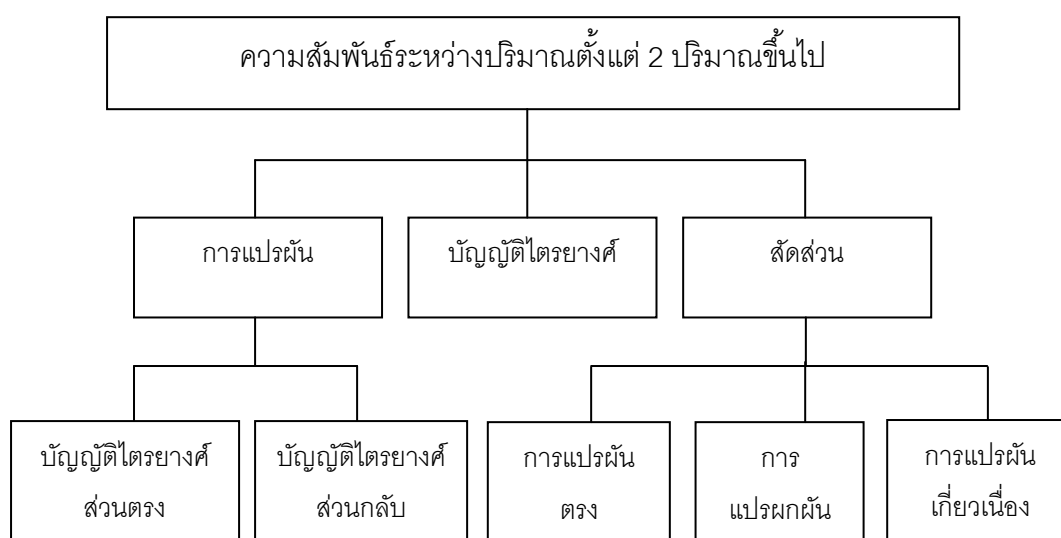
.....

ลงชื่อ

(นางกนิษฐา ศีรวิโรทัย)

ผู้สอน

แผนภาพแสดงแนวคิดนำในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1



ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง
นิยามของการแปรผันตรง และ
การเขียนสมการของการแปรผันตรง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1 สถานการณ์ที่มีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำมันและจำนวนเงินที่จ่าย เป็นดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำมัน (ลิตร)	จำนวนเงินที่จ่าย (บาท)
0	0
1	35
2	70
3	105
4	140
5	175
⋮	⋮

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปริมาณน้ำมัน 6 ลิตร ต้องจ่ายเงิน.....บาท
2. ปริมาณน้ำมัน 8 ลิตร ต้องจ่ายเงิน.....บาท
3. ปริมาณน้ำมัน 10 ลิตร ต้องจ่ายเงิน.....บาท
4. จ่ายเงิน 455 บาท เมื่อซื้อน้ำมัน.....ลิตร
5. จ่ายเงิน 700 บาท เมื่อซื้อน้ำมัน.....ลิตร

6. จงเติมข้อมูลลงในตารางและเขียนกราฟของความสัมพันธ์

ปริมาณน้ำมัน (ลิตร) (x)	จำนวนเงินที่จ่าย (บาท) (y)	คู่อันดับ (x,y)
0		
1		
2		
3		
4		
5		

ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y คือ
.....

สถานการณ์ที่ 2 สถานการณ์ที่มีตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการปรับลดอุณหภูมิห้องทดลองแห่งหนึ่งให้ลดลงเรื่อยๆ ในอัตราที่คงตัวจาก 0 องศาเซลเซียส ตามเวลาที่ผ่านไป 0 นาที ถึง 5 นาที ปรากฏผลการทดลองดังนี้

เวลา(นาที)	0	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	0	-2	-4	-6	-8	-10

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ถ้าเวลาผ่านไป 6 นาที อุณหภูมิของห้องทดลองเป็น.....องศาเซลเซียส
- ถ้าเวลาผ่านไป 10 นาที อุณหภูมิของห้องทดลองเป็น.....องศาเซลเซียส
- อุณหภูมิของห้องทดลองเป็น -16 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป.....นาที
- อุณหภูมิของห้องทดลองเป็น -30 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป.....นาที
- จงเติมข้อมูลลงในตารางและเขียนกราฟของความสัมพันธ์

เวลา (นาที) (x)	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) (y)	คู่อันดับ (x,y)
ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y คือ		

ใบงานที่ 1 create by yourselves

ชื่อกลุ่ม.....

สมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....
2. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....
3. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....
4. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนช่วยกันสร้างความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็นการแปรผันตรงมาหนึ่ง
ความสัมพันธ์พร้อมทั้งเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ลงในกระดาษกราฟที่แจกให้ในแต่ละกลุ่ม

ใบงานที่ 2

นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. จากสิ่งที่กำหนดให้ จงเขียนสมการของการแปรผัน

1.1 $y \propto x$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเท่ากับ 2

.....

1.2 $m \propto n$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเท่ากับ $\frac{1}{3}$

.....

1.3 $a \propto b$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเท่ากับ -3

.....

1.4 $y \propto x^2$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเท่ากับ -1

.....

1.5 $n \propto \sqrt{m}$ และมีค่าคงตัวของการแปรผันเท่ากับ $-\frac{1}{2}$

.....

2. จากสมการที่กำหนดให้จงบอกความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร สัญลักษณ์ของการแปรผัน และค่าคงตัวของการแปรผัน

สมการ	ความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร	สัญลักษณ์ของการแปรผัน	ค่าคงตัวของการแปรผัน
$X = \frac{1}{2}y$			
$X = 5y$			
$X = \frac{2}{5}y^2$			
$A = 3B$			
$A = -4C$			
$Q = \frac{3}{7}r^3$			
$O = \frac{7}{2}p$			
$L = 2M^2$			
$J = 4k^3$			
$H = 2i^2$			

ใบงานที่ 3

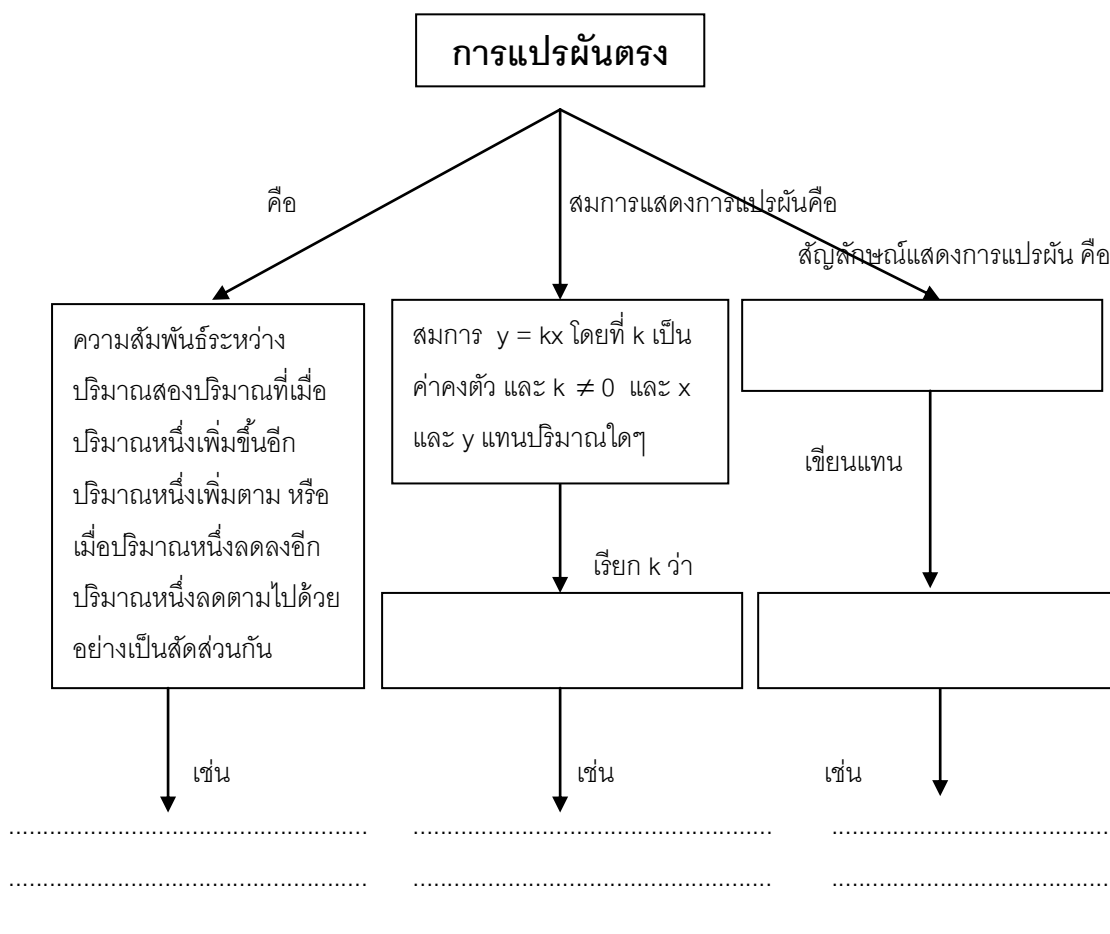
แผนผังมโนทัศน์แบบเติมมโนทัศน์ (Fill-in task) เรื่อง
 นิยามของการแปรผันตรง และการเขียนสมการของการแปรผันตรง

คำสั่ง จงนำมโนทัศน์ที่กำหนดให้ เติมลงในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ พร้อมทั้งเติมตัวอย่างของมโนทัศน์นั้น

ค่าคงตัวของการแปรผัน

$y \propto x$

y แปรผันตรงกับ x



ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4
การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	
สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การแปรผัน	เรื่อง การแปรผันตรง
ผู้สอน นางกนิษฐา ศรีวชิโรทัย	จำนวน 1 คาบ

สาระที่ 4 : พีชคณิต

มาตรฐาน ค.4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระสำคัญ

การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง ใช้ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา โดยกำหนดให้นักเรียนเขียนเป็นขั้นตอน 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. แก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้

ด้านทักษะกระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้
2. สื่อสารผ่านการพูดและเขียนระหว่างที่ทำกิจกรรมกับเพื่อนร่วมชั้นและครูผู้สอนได้
3. เชื่อมโยงความรู้ที่เรียนกับสถานการณ์ใหม่ได้
4. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ที่เรียนได้
5. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

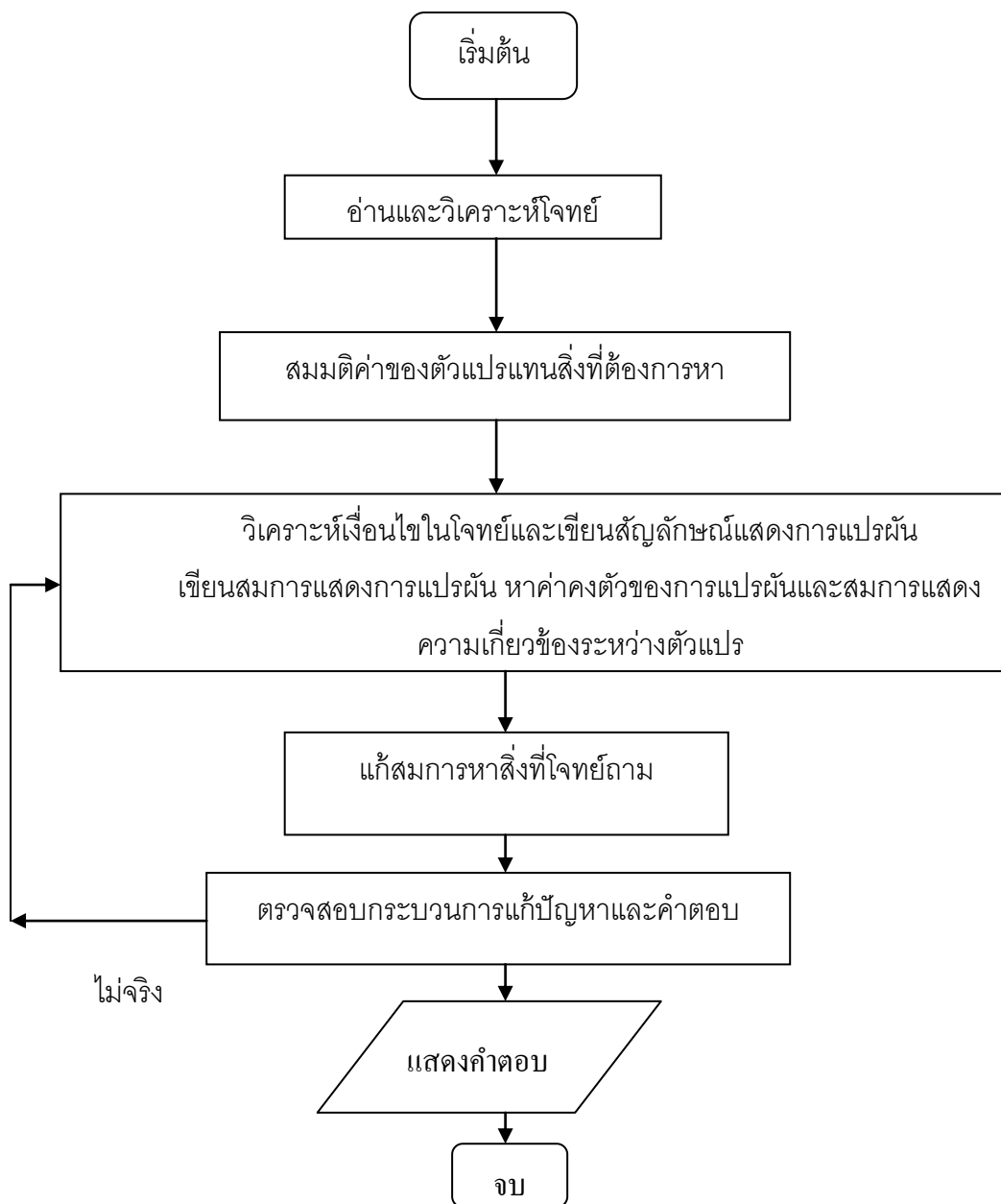
ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. ตั้งใจและมีความสนใจในการเรียน
2. ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
3. กล้าคิดและแสดงความคิดเห็น
4. ทำงานอย่างมีระบบ ระเบียบ รอบคอบ

สาระการเรียนรู้

การนำไปใช้

การแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง ใช้ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา มีขั้นตอนของแนวคิดและวิธีทำดังแผนภาพต่อไปนี้



โจทย์ปัญหาการแปรผันตรง

ตัวอย่างที่ 1 ค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยงสังสรรค์ปีใหม่ของนักเรียนชั้น ม.2 แปรผันตรงกับจำนวนนักเรียนที่มาในงาน ถ้ามีนักเรียนมางาน 40 คน เสียค่าใช้จ่าย 3,200 บาท จงหาว่าถ้ามีนักเรียนมา 120 คน จะเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร



วิธีทำ

1. ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยงสังสรรค์ปีใหม่ของนักเรียนชั้น ม.2 แปรผันตรงกับจำนวนนักเรียนที่มาในงาน ถ้ามีนักเรียนมางาน 40 คน จะเสียค่าใช้จ่าย 3,200 บาท

สิ่งที่โจทย์ถาม ถ้ามีนักเรียนมางานมา 120 คน จะเสียค่าใช้จ่ายเท่าไร

2. วางแผนแก้ปัญหา

- 1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้
- 2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน
- 3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน
- 4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่างตัวแปร
- 5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

3. ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

- 1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้
ให้ A แทน ค่าใช้จ่ายในการจัดงานเลี้ยง มีหน่วยเป็น บาท
B แทน จำนวนนักเรียนที่มาในงาน มีหน่วยเป็น คน
- 2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน
 $A \propto B$
- 3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน
 $A = kB$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน
- 4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่างตัวแปร

ถ้ามีนักเรียนมางาน 40 คน จะเสียค่าใช้จ่าย 3,200 บาท

แทน A ด้วย 3,200 และแทน B ด้วย 40

จะได้ $3,200 = k \times 40$

หรือ $k = 80$

สมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่าง A กับ B คือ $A = 80B$

5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

แทน B ด้วย 120 ในสมการ $A = 80B$

จะได้ $A = 80(120)$

$$A = 9,600$$

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จาก $A = 9,600$

เมื่อนำมาแทนในสมการแสดงการแปรผันจะได้

$$9,600 = 80(120)$$

$$9,600 = 9,600$$

แสดงว่าคำตอบถูกต้อง

ตอบ ถ้ามีนักเรียนมาร่วมงาน 120 คน ต้องเสียค่าใช้จ่าย 9,600 บาท

ตัวอย่างที่ 2 ตุ่มน้ำหนักอันหนึ่งห้อยอยู่ที่ปลายเชือกเส้นหนึ่ง พบว่าเวลาของการแกว่งครบรอบของตุ่มน้ำหนักเป็นสัดส่วนกับรากที่สองของความยาวของเชือก ถ้าเชือกยาว 25 เซนติเมตร จะแกว่งครบรอบในเวลา 1 วินาที จงหาว่าถ้าเชือกยาว 1 เมตร ตุ่มน้ำหนักจะแกว่งครบรอบในเวลากี่วินาที



วิธีทำ

1. ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เวลาของการแกว่งครบรอบของตุ้มน้ำหนักแปรผันตรงกับรากที่สองของความยาวของเชือก ถ้าเชือกยาว 25 เซนติเมตร จะแกว่งครบรอบในเวลา 1 วินาที

สิ่งที่โจทย์ถาม ถ้าเชือกยาว 1 เมตร ตุ้มน้ำหนักจะแกว่งครบรอบในเวลากี่วินาที

2. วางแผนแก้ปัญหา

- 1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้
- 2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน
- 3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน
- 4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร
- 5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

- 1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้
ให้ t แทน เวลาของการแกว่งครบรอบของตุ้มน้ำหนัก มีหน่วยเป็น วินาที
 x แทน ความยาวของเชือก มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

- 2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน

$$t \propto x$$

- 3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน

$$t = kx \text{ เมื่อ } k \text{ เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน}$$

- 4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร
เชือกยาว 25 เซนติเมตร จะแกว่งครบรอบในเวลา 1 วินาที

$$\text{แทน } t \text{ ด้วย } 1 \text{ และแทน } x \text{ ด้วย } 25$$

$$\text{จะได้ } 1 = k\sqrt{25}$$

$$\text{หรือ } k = \frac{1}{5}$$

$$\text{สมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง } t \text{ กับ } x \text{ คือ } t = \frac{\sqrt{x}}{5}$$

- 5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

$$\text{แทน } x \text{ ด้วย } 100 \text{ ในสมการ } t = \frac{\sqrt{x}}{5}$$

$$\text{จะได้ } t = \frac{\sqrt{100}}{5}, \quad t = 2$$

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จาก $t = 2$

เมื่อนำมาแทนในสมการแสดงการแปรผันจะได้

$$2 = \frac{\sqrt{100}}{5}$$

$$2 = 2$$

แสดงว่าคำตอบถูกต้อง

ตอบ ถ้าเชือกยาว 1 เมตร ตุ่มน้ำหนักจะแกว่งครบรอบในเวลา 2 วินาที

ตัวอย่างที่ 3 วัตถุชิ้นหนึ่งตกจากที่สูง ระยะทางที่วัตถุตกลงมาแปรผันตรงกับกำลังสองของเวลาที่วัตถุนั้นตก ถ้าในเวลา 5 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทาง 450 ฟุต จงหาว่าในเวลา 9 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทางกี่ฟุต



วิธีทำ

1. ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ วัตถุชิ้นหนึ่งตกจากที่สูง ระยะทางที่วัตถุตกลงมาแปรผันตรงกับกำลังสองของเวลาที่วัตถุนั้นตก ถ้าในเวลา 5 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทาง 450 ฟุต

สิ่งที่โจทย์ถาม ในเวลา 9 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทางกี่ฟุต

2. วางแผนแก้ปัญหา

- 1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้
- 2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน
- 3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน
- 4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร
- 5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

1) สมมติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่กำหนดให้

ให้ s แทน ระยะทางที่วัตถุตกลงมา มีหน่วยเป็น ฟุต

t แทน เวลาที่วัตถุใช้สำหรับการตก มีหน่วยเป็น วินาที

2) เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน

$$s \propto t^2$$

3) เขียนสมการแสดงการแปรผัน

$s \propto kt^2$ เมื่อ k เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน

4) หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่างตัวแปร

ในเวลา 5 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทาง 450 ฟุต

แทน s ด้วย 450 และแทน t ด้วย 5

$$\text{จะได้ } 450 = k \times 5^2$$

$$\text{หรือ } k = \frac{450}{25} = 18$$

สมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่าง s กับ t คือ $s = 18t^2$

5) แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาสิ่งที่โจทย์ถาม

แทน t ด้วย 9 ในสมการ $s = 18t^2$

$$\text{จะได้ } s = 18(9^2)$$

$$s = 1,458$$

4. ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาหาคำตอบ

จาก $s = 1,458$

เมื่อนำมาแทนในสมการแสดงการแปรผันจะได้

$$1,458 = 18(9^2)$$

$$1,458 = 1,458$$

แสดงว่าคำตอบถูกต้อง

ตอบ ในเวลา 9 วินาที วัตถุตกลงมาเป็นระยะทาง 1,458 ฟุต

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการสอนแนวคิดนำ)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอแนวคิดนำ</p> <p>1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ ว่า เมื่อนักเรียนเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรงได้</p> <p>2. ครูนำเสนอแนวคิดนำครูนำเสนอแนวคิดนำ โดยการติดแผนภาพแสดงแนวคิดนำบนกระดานดำ</p> <p>3. ครูอธิบายแนวคิดนำที่เสนอ จากนั้น ครูใช้วิธีการถามตอบเพื่อทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องและทบทวนลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา</p> <p>ขั้นที่ 2 การนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการสอน</p> <p>4. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดานดำให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้มีขั้นตอนแนวคิดและวิธีทำอย่างไรบ้าง โดยครูใช้คำถามนำกระตุ้น เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ - โจทย์ต้องการทราบอะไร - นักเรียนจะวางแผนเพื่อแก้ปัญหายังไร เป็นต้น <p>5. ครูให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบด้วยตนเอง กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะต้องใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้น</p>	<p>ขั้นนำ</p> <p>1. ครูทบทวนลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา โดยใช้แผนภาพประกอบการถาม-ตอบ</p> <p>ขั้นสอน</p> <p>1. ครูยกตัวอย่างที่ 1 บนกระดานดำให้นักเรียนพิจารณาว่าโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้มีขั้นตอนแนวคิดและวิธีทำอย่างไรบ้าง โดยครูใช้คำถามนำกระตุ้น เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - โจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ - โจทย์ต้องการทราบอะไร - นักเรียนจะวางแผนเพื่อแก้ปัญหายังไร เป็นต้น <p>2. ครูให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบด้วยตนเอง กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะต้องใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้นความคิดให้แก่ นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่เพื่อนได้นำเสนอและถ้าหากนักเรียนนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดว่า)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p>ความคิดให้แก่แก่นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่เพื่อนได้นำเสนอและถ้าหากนักเรียนนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>6. ครูยกตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 บนกระดานดำ ให้นักเรียนใช้ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาในการแก้ปัญหา โดยครูให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบด้วยตนเองก่อน กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะต้องใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้นความคิดให้แก่แก่นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่เพื่อนได้นำเสนอและถ้าหากนักเรียนนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>7. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในชีวิตจริงโดยเฉพาะข้อมูลที่ปรากฏอยู่ตามสื่อต่างๆ มักใช้คำว่า “เป็นสัดส่วน” แทนคำว่า “การแปรผันตรง” โดยครูยกตัวอย่างที่ 2 ประกอบ</p> <p>8. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีการใช้คำว่า “เป็นสัดส่วน” แทน</p>	<p>บนกระดานดำ ให้นักเรียนใช้ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยาในการแก้ปัญหา โดยครูให้เวลานักเรียนในการหาคำตอบด้วยตนเองก่อน กรณีที่นักเรียนไม่สามารถค้นหาคำตอบได้ ครูจะต้องใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้นความคิดให้แก่แก่นักเรียนจนนักเรียนสามารถค้นพบคำตอบได้ ต่อจากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อน ๆ ช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่เพื่อนได้นำเสนอและถ้าหากนักเรียนนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>4. ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าในชีวิตจริงโดยเฉพาะข้อมูลที่ปรากฏอยู่ตามสื่อต่างๆ มักใช้คำว่า “เป็นสัดส่วน” แทนคำว่า “การแปรผันตรง” โดยครูยกตัวอย่างที่ 2 ประกอบ</p> <p>5. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนให้ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีการใช้คำว่า “เป็นสัดส่วน” แทนคำว่า “การแปรผันตรง” เพิ่มเติม</p> <p>6. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบคณะกรรมการ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันแสดงแนวคิดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาในใบงานที่ 7 โดยให้เวลาในการทำ 20 นาที ในระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิด)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p>คำว่า “การแปรผันตรง” เพิ่มเติม</p> <p>9. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบ คละความสามารถ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันแสดงแนวคิดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาใน ใบงานที่ 7 โดยใช้เวลาในการทำ 20 นาที ใน ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมกลุ่มย่อย ครูสังเกต การทำกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้ง คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น</p> <p>10. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มให้ ออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน โดยครูและเพื่อนๆช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง ของผลการทำกิจกรรมของกลุ่มที่ถูก และถ้าหาก นักเรียนนำเสนอขั้นตอนการหาคำตอบไม่ชัดเจน หรือไม่ถูกต้อง ครูอาจช่วยเพิ่มเติมข้อมูลใน บางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>11. ครูใช้คำถามแนะแนวทางเพื่อกระตุ้น ความคิดให้นักเรียนเห็นว่าโจทย์ที่เกี่ยวข้องกับ การแปรผันตรง อาจแก้ปัญหาคำตอบได้ โดยใช้ความรู้เรื่องสัดส่วน หรือใช้การเทียบส่วน (บัญญัติไตรยางค์) ก็ได้</p>	<p>กลุ่มย่อย ครูสังเกตการทำกิจกรรมของ นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งคอยให้ คำแนะนำช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น</p> <p>7. ครูสุ่มเลือกตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่ม ให้ออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้น เรียน โดยครูและเพื่อนๆช่วยกันตรวจสอบ ความถูกต้องของผลการทำกิจกรรมของกลุ่ม ที่ถูก และถ้าหากนักเรียนนำเสนอขั้นตอนการ หาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ครูอาจ ช่วยเพิ่มเติมข้อมูลในบางส่วนที่ไม่ชัดเจน</p> <p>ขั้นสรุป</p> <p>1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนของ แนวคิดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือ สถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.1 ข้อ 3-10 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.เป็นกรบ้าน</p>

<p style="text-align: center;">กลุ่มทดลอง (สอนโดยใช้โมเดลการเสนอแนวคิดนำ)</p>	<p style="text-align: center;">กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)</p>
<p> ขั้นที่ 3 การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดระบบการเรียนรู้ 12. ครูให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เรื่อง การแปรผันตรง ในใบงานที่ 8 จากนั้นครูใช้การถามตอบในการช่วยนักเรียนเติมมโนทัศน์ลงในแผนผังมโนทัศน์ให้สมบูรณ์ 13. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเรื่อง -ความหมายของการแปรผันตรง -ความเกี่ยวข้องของปริมาณสองปริมาณที่กำหนดให้ในรูปของการแปรผันตรง -การเขียนสมการแสดงการแปรผันระหว่างปริมาณสองปริมาณใดๆ ที่แปรผันตรงต่อกัน -ขั้นตอนของแนวคิดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรงโดยใช้แผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task) ที่นักเรียนทำถูกต้องและสมบูรณ์แล้ว และอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เหล่านั้น 14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปขั้นตอนของแนวคิดและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง 15. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยและอธิบายเพิ่มเติมในกรณีที่ยังมีนักเรียนไม่เข้าใจและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด 3.1 ข้อ 3-10 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.เป็นการบ้าน </p>	

สื่อการเรียนรู้

- แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- แผนภาพแสดงแนวคิดนำ
- ใบงานที่ 7 เรื่อง การนำไปใช้ (การแปรผันตรง)
- ใบงานที่ 8 แผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เรื่อง การแปรผันตรง
- หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม คณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ สสวท.

การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถาม 2. สังเกตจากการร่วมกิจกรรมของนักเรียน 3. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน 4. ตรวจสอบความถูกต้องในการทำใบงาน และแบบฝึกหัด	

บันทึกหลังสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางกนิษฐา ศรีวชิโรทัย)

ผู้สอน

แผนภาพแสดงแนวคิดนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4



ใบงานที่ 7 การแปรผันตรง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้ลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของโพลยา

1. เครื่องสีข้าวเครื่องหนึ่ง ต้องใช้เวลาอุ่นเครื่อง 15 นาที จึงจะเริ่มสีข้าวได้ ถ้าปริมาณข้าวที่สีได้แปรผันตรงกับเวลาที่ใช้ในการสีข้าว ถ้าเครื่องสีข้าวเดินเครื่อง 30 นาที จะสีข้าวได้ 20 ถัง จงหาว่าเครื่องสีข้านี้เดินเครื่องนาน 1 ชั่วโมง 30 นาที จะสีข้าวได้ทั้งหมดกี่ถัง



วิธีทำ

- 1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

- 2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

ใบงานที่ 8

แผนผังมโนทัศน์แบบปลายเปิด (Open-ended list task) เรื่อง การแปรผันตรง

คำสั่ง ให้นักเรียนจัดแผนผังมโนทัศน์ โดยนำมโนทัศน์หลักไว้ด้านบนสุด จากนั้นนำมโนทัศน์รองไว้ใต้มโนทัศน์แรก ซึ่งนักเรียนสามารถเพิ่มมโนทัศน์อื่นที่เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันในแผนผังมโนทัศน์ได้ และในการแสดงความสัมพันธ์ของแผนผังมโนทัศน์ให้ลากเส้นเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ และเติมคำเชื่อมที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์นั้นๆ ด้วย

ค่าคงตัวของการแปรผัน

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสองปริมาณ ซึ่งเมื่อปริมาณหนึ่งเพิ่มขึ้น อีกปริมาณหนึ่งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย หรือเมื่อปริมาณหนึ่งลดลง อีกปริมาณหนึ่งก็ลดลงตามไปด้วย อย่างเป็นสัดส่วนกัน

แก้อิทธิพลปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการแปรผันตรง

การแปรผันตรง

$y = kx$ โดยที่ k เป็นค่าคงตัว และ $k \neq 0$

$y \propto x$

y แปรผันตรงกับ x

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตัวอย่าง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ
- แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน
- แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน
เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

ตารางที่ 13 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม

B-Index 700

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.60	0.67	0.946
2	0.59	0.73	
3	0.58	0.62	
4	0.55	0.56	
5	0.52	0.54	

ตารางที่ 14 วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ

เนื้อหา	จำนวนคาบ	จำนวนข้อสอบ	
		ใช้ในการทดลอง	ใช้จริง
1. อัตราส่วน	2	2	1
2. อัตราส่วนที่เท่ากัน	2	2	1
3. อัตราส่วนของจำนวนหลายๆ จำนวน	3	2	1
4. สัดส่วน	5	2	1
5. ร้อยละ	6	2	1
รวม	18	10	5

**ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง
อัตราส่วนและร้อยละ และเกณฑ์การให้คะแนน**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาของเรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ โดยแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 4 ข้อ การตอบคำถามในแต่ละข้อย่อยให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ข้อย่อยที่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม

ข้อย่อยที่ 2) วางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลในข้อย่อยที่ 1) ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่ต้องใช้ในการพิจารณาว่าข้อมูลที่ให้มาเพียงพอหรือไม่ แล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ข้อย่อยที่ 3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ ให้นักเรียนแสดงการคิดคำนวณหรือลงมือแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในข้อย่อยที่ 2)

ข้อย่อยที่ 4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ให้นักเรียนตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบว่าถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่

2. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 60 นาที

3. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ห้อง และเลขที่ในแบบวัดฉบับนี้ทุกหน้า

4. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 7 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างเต็ม

ความสามารถ

หมายเหตุ ตัวอย่างวิธีการทำอยู่ในหน้าถัดไป

ตัวอย่างวิธีการทำ

โจทย์ตัวอย่าง เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ได้ระยะทาง 7,800 ไมล์ในเวลา 6 ชั่วโมง เครื่องบินลำนี้จะบินได้ระยะทางเท่าไรในเวลา 5 ชั่วโมง

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เครื่องบินลำหนึ่งบินด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ได้ระยะทาง 7,800 ไมล์ในเวลา 6 ชั่วโมง

สิ่งที่โจทย์ถาม เครื่องบินลำนี้จะบินได้ระยะทางเท่าไรในเวลา 5 ชั่วโมง

2) วางแผนแก้ปัญหา

1. สมมุติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหา
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยลำดับสิ่งที่เปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน
3. หาค่าตัวแปรจากสัดส่วน

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

1. สมมุติค่าของตัวแปรแทนสิ่งที่ต้องการหา
ให้ a เป็นระยะทางที่เป็นไมล์ที่ต้องการหา
2. เขียนสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยลำดับสิ่งที่เปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน (ซึ่งจะได้สัดส่วนที่ติดค่าตัวแปร)

$$\frac{7,800}{6} = \frac{a}{5}$$

3. หาค่าของตัวแปร (a) จากสัดส่วน

$$6 \times a = 7,800 \times 5$$

$$a = \frac{7,800 \times 5}{6}$$

$$a = 6,500$$

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จาก $a = 6,500$

เมื่อนำมาแทนค่าในสัดส่วนแสดงการเท่ากันของอัตราส่วนสองอัตราส่วน โดยลำดับสิ่งที่เปรียบเทียบในแต่ละอัตราส่วนเป็นลำดับเดียวกัน จะได้

$$\frac{7,800}{6} = \frac{6,500}{5}$$

แสดงว่าคำตอบถูกต้อง

ตอบ ในเวลา 5 ชั่วโมง เครื่องบินจะบินได้ทาง 6,500 ไมล์

ปัญหาที่ 1 แปลนบ้านหลังหนึ่ง ใช้มาตราส่วน 1:100 ถ้าในแปลนบ้านวัดความยาวได้ 8 เซนติเมตร ตั้วบ้านจริงจะวัดความยาวได้กี่เมตร

1) ทำความใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 3 คุณแม่ซื้อมะม่วง ลำไย และมังคุดเป็นจำนวนเงินคิดเป็นอัตราส่วน 2:3:5 ถ้าคุณแม่จ่ายเงินค่าผลไม้ทั้งสามชนิดไป 600 บาท จงหาว่าผลไม้แต่ละชนิดราคาเท่าไร

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียนชั้น ม.1 ม.2 และ ม.3 เป็นอัตราส่วน 5 : 4 : 3 ถ้า นักเรียนชั้น ม.2 มีจำนวน 120 คน อยากทราบว่านักเรียนชั้น ม.1 มีจำนวนมากกว่านักเรียนชั้น ม.3 กี่คน

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีนักเรียน 5,000 คน เป็นนักเรียนที่สายตาผิดปกติ 800 คน
 อยากรทราบว่านักเรียนที่สายตาผิดปกติคิดเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

.....

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน
เรื่อง การแปรผัน

ตารางที่ 15 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index 700

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.52	0.70	0.937
2	0.55	0.62	
3	0.56	0.60	
4	0.51	0.44	
5	0.48	0.44	

ตารางที่ 16 วิเคราะห์โครงสร้างเพื่อกำหนดลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน

เนื้อหา	จำนวนคาบ	จำนวนข้อสอบ	
		ใช้ในการทดลอง	ใช้จริง
1. การแปรผันตรง	8	4	2
2. การแปรผกผัน	7	4	2
3. การแปรผันเกี่ยวเนื่อง	5	2	1
รวม	20	10	5

ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การแปรผัน และเกณฑ์การให้คะแนน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาของเรื่อง การแปรผัน โดยแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย 4 ข้อ การตอบคำถามในแต่ละข้อย่อยให้นักเรียนปฏิบัติดังนี้

ข้อย่อยที่ 1) ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาโดยบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม

ข้อย่อยที่ 2) วางแผนแก้ปัญหา ให้นักเรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลในข้อย่อยที่ 1) ประกอบกับข้อมูลและความรู้ที่ต้องใช้ในการพิจารณาว่าข้อมูลที่ให้มาเพียงพอหรือไม่ แล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม

ข้อย่อยที่ 3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ ให้นักเรียนแสดงการคิดคำนวณหรือลงมือแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ในข้อย่อยที่ 2)

ข้อย่อยที่ 4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ให้นักเรียนตรวจสอบวิธีการคิดและคำตอบว่าถูกต้องและเหมาะสมหรือไม่

6. แบบทดสอบนี้ใช้เวลา 60 นาที

7. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ห้อง และเลขที่ในแบบวัดฉบับนี้ทุกหน้า

8. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 7 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

9. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ ตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างเต็ม

ความสามารถ

หมายเหตุ ตัวอย่างวิธีการทำอยู่ในหน้าถัดไป

ตัวอย่างวิธีการทำ

โจทย์ตัวอย่าง เมื่อปล่อยน้ำจากถังให้ไหลออกจากท่อที่อยู่ก้นถัง พบว่าอัตราเร็วของการไหลของน้ำ v (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) แปรผันตรงกับกรณฑ์ที่สองของระดับสูงของน้ำ h (เซนติเมตร) ที่วัดจากก้นถัง และเมื่อระดับสูงของน้ำเป็น 9 เซนติเมตร น้ำจะไหลออกจากท่อด้วยอัตราเร็ว 42.6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จงหาอัตราเร็วของการไหลของน้ำที่มีระดับสูง 36 เซนติเมตร

วิธีทำ

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ เมื่อปล่อยน้ำจากถังให้ไหลออกจากท่อที่อยู่ก้นถัง พบว่าอัตราเร็วของการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) แปรผันตรงกับกรณฑ์ที่สองของระดับสูงของน้ำ (เซนติเมตร) ที่วัดจากก้นถัง และเมื่อระดับสูงของน้ำเป็น 9 เซนติเมตร น้ำจะไหลออกจากท่อด้วยอัตราเร็ว 42.6 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

สิ่งที่โจทย์ถาม อัตราเร็วของการไหลของน้ำที่มีระดับสูง 36 เซนติเมตร

2) วางแผนแก้ปัญหา

1. สมมติค่าของตัวแปรแทนอัตราเร็วของการไหลของน้ำและระดับสูงของน้ำ
2. เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน
3. เขียนสมการแสดงการแปรผัน
4. หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องของระหว่างตัวแปร
5. แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาอัตราเร็วของการไหลของน้ำ

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

1. สมมติค่าของตัวแปรแทนอัตราเร็วของการไหลของน้ำและระดับสูงของน้ำ
ให้ v แทน อัตราเร็วของการไหลของน้ำ มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที
 h แทน ระดับสูงของน้ำ มีหน่วยเป็น เซนติเมตร
2. เขียนสัญลักษณ์แสดงการแปรผัน

$$v \propto \sqrt{h}$$

3. เขียนสมการแสดงการแปรผัน

$$v = k\sqrt{h} \text{ เมื่อ } k \text{ เป็นค่าคงตัวของการแปรผัน}$$

4. หาค่าคงตัวของการแปรผันและสมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างตัวแปร

เมื่อระดับสูงของน้ำเป็น 9 เซนติเมตร น้ำไหลด้วยอัตราเร็ว 42.6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

แทน v ด้วย 42.6 และแทน h ด้วย 9

$$\text{จะได้ } 42.6 = k\sqrt{9}$$

$$\text{หรือ } k = 14.2$$

สมการแสดงความเกี่ยวข้องระหว่าง v กับ h คือ $v = 14.2\sqrt{h}$

5. แทนค่าพร้อมทั้งแก้สมการหาอัตราเร็วของการไหลของน้ำ

แทน h ด้วย 36 ในสมการ $v = 14.2\sqrt{h}$

$$\text{จะได้ } v = 14.2\sqrt{36}$$

$$= 14.2 \times 6$$

$$= 85.2$$

- 4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

จาก $v = 85.2$

เมื่อนำมาแทนค่าในสมการแสดงการแปรผัน จะได้

$$85.2 = 14.2\sqrt{36}$$

$$85.2 = 14.2 \times 6$$

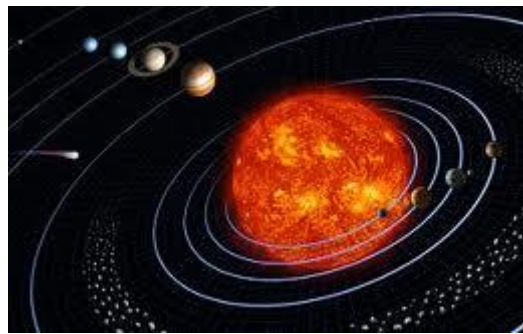
$$85.2 = 85.2$$

แสดงว่าคำตอบถูกต้อง

ตอบ อัตราเร็วของการไหลของน้ำเท่ากับ 85.2 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที เมื่อน้ำมีระดับสูง

36 เซนติเมตร

ปัญหาที่ 1 นอกจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์แล้ว ดาวศุกร์เป็นดาวที่ปรากฏสว่างมากที่สุดในช่วงท้องฟ้า ถ้าปรากฏให้เห็นตอนหัวค่ำทางทิศตะวันตก เรียกว่า ดาวประจำเมือง และถ้าปรากฏบนท้องฟ้าตอนเช้ามืด หรือใกล้รุ่งทางทิศตะวันออก เรียกว่า ดาวประกายพรึก ดาวศุกร์เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 2 ไม่มีดาวบริวาร มีขนาดเล็กกว่าโลกเล็กน้อย จนได้ชื่อว่าเป็นดาวฝาแฝดกับโลก น้ำหนักของสิ่งของต่างๆบนดาวศุกร์แปรผันตรงกับน้ำหนักของสิ่งนั้นบนโลก ถ้าวัตถุชิ้นหนึ่งหนัก 150 กิโลกรัมบนโลก จะหนัก 136 กิโลกรัมบนดาวศุกร์ อยากทราบว่าของที่หนัก 68 กิโลกรัมบนดาวศุกร์จะหนักเท่าไรบนโลก



1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 2 พื้นที่ของรูปวงกลมแปรผันตรงกับกำลังสองของรัศมี ถ้าพื้นที่ของรูปวงกลมนี้เท่ากับ 38.5 ตารางเซนติเมตร เมื่อรัศมียาว 3.5 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ของรูปวงกลม เมื่อรัศมียาว 7 เซนติเมตร

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

3) ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ

.....

4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

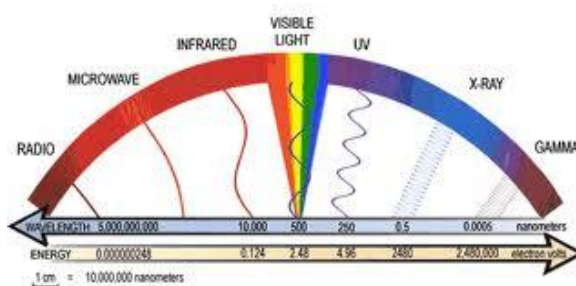
.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 3 คลื่นวิทยุเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นในช่วงความถี่วิทยุบนเส้นสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า โดยไฮน์ริช รูคอล์ฟ เฮิร์ตซ์ เป็นคนแรกที่ค้นพบคลื่นวิทยุ ปัจจุบันได้มีการนำเอาคลื่นวิทยุมาใช้ประโยชน์ในการสื่อสารโทรคมนาคมกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย คลื่นวิทยุที่เราคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน คือคลื่นที่นำสัญญาณออกอากาศไม่ว่าจะเป็น เสียงเพลง ละคร หรือ ข่าวสาร มาสู่เครื่องรับวิทยุและโทรทัศน์ของเรา นอกจากนี้ยังรวมถึงสัญญาณโทรศัพท์มือถืออีกด้วย โดยความถี่ของคลื่นวิทยุจะแปรผกผันกับความยาวคลื่น ถ้าความถี่เป็น 450 กิโลเฮิร์ตซ์ จะมีความยาวคลื่นเป็น 980 เมตร ถ้าต้องการความยาวคลื่น 900 เมตร จะใช้ความถี่กี่กิโลเฮิร์ตซ์



4) ตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 4 เมื่อระยะทางคงที่ จะได้ว่า อัตราเร็วแปรผกผันกับเวลา ในการเดินทางจาก กรุงเทพมหานครไปจังหวัดแพร่ ถ้าเพิ่มอัตราเร็วจากเดิม 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เป็น 120 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทำให้ใช้เวลาในการเดินทางเพียง 5 ชั่วโมง อยากทราบว่าถ้ายังคงเดินทางด้วยอัตราเร็วเท่าเดิม จะใช้เวลาในการเดินทางกี่ชั่วโมง

1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่ 5 ในปี ค.ศ.1903 สองพี่น้องตระกูลไรท์ได้สร้างเครื่องบินลำแรกของโลกได้เป็นผลสำเร็จ โดยเครื่องบินจะลอยตัวไปในอากาศได้นั้นจะต้องมีความเร็วไปทางด้านหน้าเพื่อให้ปีกของเครื่องบินปะทะกับอากาศที่ไหลผ่านปีก เมื่อความเร็วของเครื่องบินเพิ่มสูงขึ้น แรงดันของกระแสอากาศภายใต้ปีกจะเพิ่มขึ้น จึงเป็นแรงยกทำให้เครื่องบินสามารถลอยตัวขึ้นไปได้ในอากาศ โดยอัตราเร็วที่เครื่องบินบินได้เร็วที่สุดจะแปรผันตรงกับกำลังเครื่องยนต์ และแปรผกผันกับน้ำหนักของเครื่องบิน ถ้ากำลังเครื่องบินเป็น 660,000 วัตต์ และเครื่องบินหนัก 121,000 นิวตัน เครื่องบินจะบินได้เร็วที่สุด 50 เมตรต่อวินาที ถ้ากำลังเครื่องบินเป็น 420,000 วัตต์ และเครื่องบินหนัก 110,000 นิวตัน เครื่องบินจะบินได้เร็วที่สุดเท่าไร



1) ทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

.....

สิ่งที่โจทย์ถาม

.....

2) วางแผนแก้ปัญหา

.....

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ตารางที่ 17 แสดงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination หรือ ค่า D index หรือค่า t) และค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination หรือ D index หรือ ค่า t)	ค่าความเที่ยง
1	3.24	0.928
2	3.05	
3	3.79	
4	3.71	
5	4.33	
6	3.84	
7	3.44	
8	4.24	
9	3.34	
10	5.38	
11	2.70	
12	3.15	
13	3.23	
14	4.24	
15	2.65	
16	6.15	
17	4.88	
18	5.69	
19	3.44	
20	3.53	
21	3.09	
22	3.10	
23	2.51	
24	3.52	

ตารางที่ 17 แสดงค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination หรือ ค่า D index หรือค่า t) และค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (Item discrimination หรือ D index หรือ ค่า t)	ค่าความเที่ยง
25	2.75	0.928
26	3.34	
27	2.60	
28	2.86	
29	3.89	
30	3.98	

ตารางที่ 18 วิเคราะห์โครงสร้างของแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

องค์ประกอบของเจตคติ	ใช้ในการทดลอง			ใช้จริง		
	ข้อความ เจตคติ ทางบวก	ข้อความ เจตคติ ทางลบ	รวม	ข้อความ เจตคติ ทางบวก	ข้อความ เจตคติ ทางลบ	รวม
องค์ประกอบด้านความรู้	8	7	15	5	5	10
องค์ประกอบด้านความรู้สึก	8	7	15	5	5	10
องค์ประกอบด้านการ กระทำ	8	7	15	5	5	10
รวม	24	21	45	15	15	30

ตัวอย่าง

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้างไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0. ฉันชอบเรียน คณิตศาสตร์		✓				

แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....ชั้น.....

ด้านความรู้

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้าง ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
1. การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ช่วยให้ฉันมีความสามารถที่ หลากหลาย สามารถนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ดี และมีประสิทธิภาพ						
2. ความรู้ที่ฉันได้จากการเรียน คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน สามารถ นำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้						
3. ความรู้ที่ได้จากการเรียน คณิตศาสตร์สามารถใช้เป็นความรู้ พื้นฐาน เพื่อนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น						

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้าง ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
4. จากการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ฉันสามารถนำความรู้ที่ได้ไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี						
5. การประกอบอาชีพส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้จากการเรียนคณิตศาสตร์						
6. การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนช่วยส่งเสริม และพัฒนาสติปัญญารวมทั้งก่อให้เกิดความรู้ด้านคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี						
7. ถึงแม้ไม่ได้เรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ฉันก็สามารถมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายใน และภายนอกห้องเรียน						
8. การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนช่วยให้ฉันเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เหมาะสมและหลากหลาย						

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็น ด้วย	ค่อนข้างไม่ เห็นด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
9. การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ไม่ได้ช่วยส่งเสริมให้ฉันเกิดความ เข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้อย่างชัดเจน						
10. การเรียนคณิตศาสตร์ในชั้น เรียนไม่ได้ช่วยให้ฉันเห็น ความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ ในห้องเรียน กับคณิตศาสตร์ในชีวิตจริง						

ด้านความรู้สึก

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็น ด้วย	ค่อนข้างไม่ เห็นด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง
1. หลังจากที่ฉันได้เรียน คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ฉันรู้สึก ชอบบททวนเนื้อหา และทำ แบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ในเวลา ว่างอยู่เสมอ						
2. หลังจากที่ฉันได้เรียน คณิตศาสตร์ในชั้นเรียน ฉันรู้สึก อยากให้มีคาบเรียนคณิตศาสตร์ เพิ่มขึ้น						
3. ฉันรู้สึกเบื่อหน่ายและง่วง นอนในคาบเรียนคณิตศาสตร์						
4. ฉันรู้สึกว่ากิจกรรมการเรียน ในคาบเรียนคณิตศาสตร์ไม่ น่าสนใจ						
5. ฉันรู้สึกอยากให้ครูนำโจทย์ ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มี วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มาให้นักเรียนทำในชั้นเรียน						

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้าง ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
6. ฉันรู้สึกว่าคุณบังคับให้เรียน เมื่อถึงคาบเรียนคณิตศาสตร์						
7. ฉันรู้สึกสนุกกับการเรียน คณิตศาสตร์เมื่อครูนำเทคนิค หรือวิธีการใหม่ๆ มาใช้ใน การสอนคณิตศาสตร์						
8. ฉันรู้สึกไม่ประทับใจ ความสำเร็จในการเรียน คณิตศาสตร์จากชั้นเรียน						
9. ฉันรู้สึกว่าความแก้ไขโจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ในชั้น เรียนเป็นสิ่งที่ท้าทาย ความสามารถ						
10. ฉันรู้สึกเสียเวลาทุกครั้ง ที่ต้องทำการบ้านคณิตศาสตร์						

ด้านการกระทำ

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้าง ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
1. ฉันทยกมือถามครูทันที เมื่อมีข้อสงสัยในขณะที่เรียนคณิตศาสตร์						
2. เมื่อเรียนคณิตศาสตร์เรื่องใดไม่เข้าใจ ฉันจะไม่สนใจเรียนเรื่องนั้นอีก						
3. ฉันกระตือรือร้นในการทำโจทย์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมตามที่ครูแนะนำ						
4. ฉันเตรียมอุปกรณ์การเรียนคณิตศาสตร์ให้พร้อมก่อนเรียนคณิตศาสตร์เสมอ						
5. ฉันไม่แสดงความคิดเห็นในคาบเรียนคณิตศาสตร์						
6. เมื่อสอบเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องใดไปแล้ว ฉันไม่ให้ความสำคัญกับเนื้อหานั้นอีก						

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					
	เห็น ด้วย อย่าง ยิ่ง	เห็น ด้วย	ค่อนข้าง เห็นด้วย	ค่อนข้าง ไม่เห็น ด้วย	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
7. ค้นอ่านบทเรียนคณิตศาสตร์ล่วงหน้าก่อนที่จะถึงคาบเรียนในห้องเรียน						
8. ค้นอ่านหนังสืออื่นๆ ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เพิ่มเติม นอกเหนือจากหนังสือเรียน						
9. ค้นหกลีขึ่งการทำโจทย์คณิตศาสตร์ที่แปลกๆ ที่ครูสั่งให้ทำ						
10. ค้นไม่เข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่ทางโรงเรียนจัดขึ้นเพื่อเสริมการเรียนรู้ในชั้นเรียน						

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test) และความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิต (t-test) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 19 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบ ปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2552 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

	n	\bar{x}	s	F	t
กลุ่มทดลอง	36	75.83	6.86	0.907	0.237
กลุ่มควบคุม	38	73.89	7.13		

p > .05

ตารางที่ 20 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

	n	\bar{x}	s	F	t
กลุ่มทดลอง	36	15.69	7.30	0.928	0.325
กลุ่มควบคุม	38	14.03	7.18		

p > .05

ตารางที่ 21 แสดงค่ามัธยฐานเลขคณิต (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

	n	\bar{x}	s	F	t
กลุ่มทดลอง	36	132.72	13.15	0.992	0.096
กลุ่มควบคุม	38	128.08	10.23		

p > .05

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางกนิษฐา ศรีวิชัยโรทัย เกิดเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม พุทธศักราช 2520 ที่อำเภอเมืองแพร่ จังหวัดแพร่ สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชามัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2551