ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF DEVELOPING CONCEPT BY USING INQUIRY PROCESS ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND REASONING ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS

Miss Sommarat Dalai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Education Program in Mathematics Education

Department of Curriculum, Instruction, and Educational Technology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดย	นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย
สาขาวิชา	การศึกษาคณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ)

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

โสมรัศมิ์ ดาหลาย : ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1. (EFFECTS OF DEVELOPING CONCEPT BY USING INQUIRY PROCESS ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND REASONING ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ, 190 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนกันตังพิทยากร จำนวน 79 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 41 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 38 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ภาควิชา หลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2551

5083430227 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION
KEYWORDS: CONCEPT / INQUIRY PROCESS/ MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT/ MATHEMATICS REASONING ABILITY

SOMMARAT DALAI: EFFECTS OF DEVELOPING CONCEPT BY USING INQUIRY PROCESS ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT AND REASONING ABILITY OF SEVENTH GRADE STUDENTS. THESIS ADVISOR: JINNADIT LAORPAKSIN, Ed.D., 190 pp.

The purposes of this research were :

1) to compare mathematics learning achievement of seventh grade students between groups being developed concept by using inquiry process and conventional approach; and

2) to compare reasoning ability of seventh grade students between groups being developed concept by using inquiry process and conventional approach.

The populations of this research were seventh grade students in Trang Education service area office 2, Office of The Basic Education Commission, Ministry of Education. The subjects were 79 seventh grade students in academic year 2008 in Kantangpittayakorn School. They were divided into two groups, one experimental group with 41 students and one controlled group with 38 students. Students in experimental group were developed concept by using inquiry process and those in control group were developed concept by using conventional approach. The research instruments were the basic knowledge test in mathematical reasoning, the mathematics learning achievement test and mathematics reasoning ability test. The experimental materials were lesson plans for developing concept by using inquiry process and the conventional lesson plans. The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation, and t-test.

The results of the study revealed that:

1. Mathematics learning achievement of seventh grade students being developed concept by using inquiry process were higher than those of students being developed concept by using conventional approach at .05 level of significance.

2. Mathematics reasoning ability of seventh grade students being developed concept by using inquiry process were higher than those of students being developed concept by using conventional approach at .05 level of significance.

Department : Curriculum, Instruction, and Educational Technology Student's Signature .....

Field of Study : Mathematics Education Advisor's Signature .....

Academic Year : 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี เนื่องจากได้รับความเมตตาและความกรุณาอย่างสูงจาก อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ โดยได้ให้แนวคิด ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดในปัจจุบัน ซึ่งผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเอาใจใส่ดูแลเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตรจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และดร.สุพัตรา ผาติวิสันติ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณาจารย์สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ คณะครูอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ให้ความร่วมมือในการนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปทดลองใช้ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ไพรัช ตลาภา ผู้อำนวยการโรงเรียนกันตังพิทยากร คณะครูอาจารย์ โดยเฉพาะอาจารย์เยาวพาณี สุขการัณย์ ที่คอยดูแลเอาใจใส่ และคอยช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ขอขอบใจนักเรียนชั้น ม.1/2 และนักเรียนชั้น ม.1/3 ประจำปีการศึกษา 2551 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณรุ่นพี่นิสิตบัณฑิตศึกษาและเพื่อนๆ สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณพี่สาวคนโตที่คอยให้กำลังใจ และคอยห่วงใยช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง โดยเฉพาะเรื่องทุนการศึกษาในการทำวิจัยครั้งนี้และทุนการศึกษาตลอดระยะเวลาที่ศึกษาในระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต และขอขอบคุณพี่สาวคนรอง น้องสาว รวมทั้งญาติๆ ที่คอยให้กำลังใจในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่เป็นอย่างสูง ที่อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจตลอดการทำวิทยานิพนธ์และตลอดมา จนกระทั่งประสบความสำเร็จดังเช่นทุกวันนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

3. สมมติฐานการวิจัย..... 5

4. ขอบเขตของการวิจัย..... 7

5. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 7

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 10

1. มโนทัศน์..... 12

1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 12

1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 15

1.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 17

1.4 การพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์..... 19

2. กระบวนการสืบสอบ..... 23

2.1 ความหมายของกระบวนการสืบสอบ..... 24

2.2 ประเภทของกระบวนการสืบสอบ..... 26

2.3 ความมุ่งหมายของกระบวนการสืบสอบ..... 29

2.4 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ..... 29

2.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบ..... 38

บทที่ หน้า

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบ..... 40
2.7 คำถามตามแนวสืบสอบ..... 43
2.8 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในกระบวนการสืบสอบ..... 45
2.9 บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบสอบ..... 46
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์..... 48
3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 48
3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 49
3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 53
3.4 หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ..... 53
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 54
4.1 ความเป็นมาของการให้เหตุผล..... 54
4.2 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผล..... 55
4.3 ลักษณะการให้เหตุผล..... 58
4.4 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 60
4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 61
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 63
5.1 งานวิจัยต่างประเทศ..... 63
5.2 งานวิจัยในประเทศ..... 65
3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 68
1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 68
2. การออกแบบการวิจัย..... 69
3. การกำหนดประชากรและตัวอย่างประชากร..... 69
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... 71
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 88
6. การวิเคราะห์ข้อมูล..... 89
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย..... 90
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 91

บทที่ หน้า

5 **สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**..... 98

1. สรุปผลการวิจัย..... 100

2. อภิปรายผล..... 101

3. ข้อเสนอแนะ..... 104

รายการอ้างอิง..... 106

ภาคผนวก..... 114

ภาคผนวก ก..... 115

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย..... 116

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ..... 117

หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย..... 120

ภาคผนวก ข..... 122

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 123

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 124

ภาคผนวก ค..... 152

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... 153

ภาคผนวก ง..... 186

แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)..... 187

แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนน สอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง..... 188

แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)..... 189

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 190

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงบรรยากาศในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ.....	47
2	แสดงรูปแบบการวิจัย	69
3	แสดงแผนการจัดการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	73
4	แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	74
5	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test)ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบและกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ.....	96
6	แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยกระบวนการสืบสอบ และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ.....	97
7	แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	154
8	แสดงการวิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	163
9	แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	164
10	แสดงการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัดและพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	165
11	แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว.....	166

ตารางที่ หน้า

12 แสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์..... 176

13 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test) 187

14 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง..... 188

15 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)..... 189

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบสืบสอบ	31
2	แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสืบสอบ	33
3	แสดงตัวอย่างการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่	34
4	แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5E	36
5	แสดงลำดับขั้นของการคิด	56

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้วิทยาการต่างๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปมาก ส่งผลให้สังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งสังคมไทยก็ได้รับผลกระทบนี้ด้วยเช่นกัน ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ด้วยการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ เพราะมนุษย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญ มีบทบาทในการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าทันอาณาอารยประเทศ ดังคำกล่าวของ โกวิท ประวาลพฤกษ์ (2533: 1) ที่กล่าวว่า “มนุษย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญที่สุดในโลก ถ้ามนุษย์มีคุณภาพสูงแล้ว มนุษย์นี้เองจะเป็นผู้สร้างโลก และทำให้โลกเจริญถาวรมั่นคง” การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์จะช่วยส่งเสริมให้สังคมและประเทศมีการพัฒนาตามไปด้วย จุดประสงค์หลักของแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2549) จึงมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เป็นคนดี คนเก่ง และมีความสุขทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม มีจริยธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 5) ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงควรเป็นไปตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ที่ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 12)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ ระเบียบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นรากฐานของวิทยาการสาขาต่างๆ ดังที่ ยุพิน พิพิธกุล (2530: 1) ได้กล่าวไว้ว่า “คณิตศาสตร์เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแล้วแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น”

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญหลายประการดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ยังพบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จาก ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ

ของวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 31.15% (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2549) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่กรมวิชาการตั้งไว้ คือ 50% ซึ่งจากรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ควรได้รับการปรับปรุง โดยเฉพาะสาระพีชคณิตที่พบจากการประเมินผลนานาชาติ TIMSS-R พบว่านักเรียนไทยทำคะแนนในเนื้อหาเกี่ยวกับพีชคณิตได้ต่ำที่สุด (สุนีย์ คล้ายนิล, 2546: 23)

การที่ผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจเนื่องมาจากกธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมซึ่งเข้าใจได้ยาก (อัมพร ม้าคนอง, 2547) นอกจากนี้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีลักษณะเป็นนามธรรม จึงมีความเข้าใจผิดได้ง่าย (สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ, 2549) ประกอบกับการสอนของครูซึ่งมุ่งสอนแต่เนื้อหา โดยไม่ได้พยายามสร้างความเข้าใจให้แก่นักเรียน ยังสอนเนื้อหาที่เป็นนามธรรมโดยคงรูปที่เป็นนามธรรมอยู่เช่นนั้น มิได้พยายามแปลงความเป็นนามธรรมนั้นให้เป็นรูปธรรมที่ทำให้เข้าใจง่าย (จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง, 2541) ดังนั้นในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สิ่งสำคัญ คือ ต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์หรือได้ความรู้ทางคณิตศาสตร์จากการคิดและการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น (อัมพร ม้าคนอง, 2547) เพื่อที่จะมุ่งเน้นกระบวนการด้านการคิดและการปฏิบัติ ให้นักเรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2539) หรืออาจกล่าวได้ว่ากระบวนการเรียนรู้ที่ดีควรปลูกฝังให้เด็กมีความสามารถในการคิด ใช้เหตุผล และการแก้ปัญหา (อมรวิชช์ นาครทรรพ, 2541) ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อครูปรับเปลี่ยนวิธีการสอนใหม่จากที่ให้นักเรียนท่องจำมาสู่การสร้างองค์ความรู้ให้แก่นักเรียนให้ปรากฏอยู่ในความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ซึ่งเป็นความจำที่คงทนและจดจำได้นานและมีความคงทนถาวร (ชัยพร วิชชาวุธ, 2520) การที่นักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดีนั้นย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์สิ่งใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกันสามารถนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาในเรื่องอื่นๆ ได้ จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ซึ่งสอดคล้องกับ นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542: 125) ที่กล่าวว่า “การที่ผู้เรียนมีมโนทัศน์นั้น ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบความรู้ได้อย่างเป็นระเบียบ ทำให้จำได้ง่าย และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เพราะมีมโนทัศน์ในเรื่องต่างๆ สอดคล้องกัน” ดังนั้นมโนทัศน์จึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้สิ่งต่างๆ ของนักเรียน ผู้สอนจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน

แนวทางหนึ่งในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การพัฒนามโนทัศน์ ครูจึงต้องจัดกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน นั่นคือพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้และความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่าง

แท้จริง เพราะความรู้ ความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (พร้อมพรรณ อุดมสิน,2544: 62) ซึ่งการพัฒนามโนทัศน์อาจทำได้โดยการใช้กระบวนการสืบสอบ (Inquiry Process) ซึ่งกระบวนการสืบสอบเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา การแสวงหาความรู้ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และหาคำตอบต่อปัญหาของตนได้ ซึ่งกระบวนการสืบสอบหาความรู้ตามแนวทางของนักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) Roger Bybee (2006) ได้เสนอไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการฝึกฝนให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบสอบ เป็นกระบวนการที่ได้ผลในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดหลายๆ ด้าน เพราะกระบวนการสืบสอบเน้นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน ครูเป็นผู้กระตุ้นให้เกิดความคิด และเป็นผู้แนะแนวทางให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ ผู้เรียนจะค้นพบคำตอบและข้อสรุปของปัญหาได้ด้วยตนเอง (กมลทิพย์ ต่อติด, 2544) ซึ่งการที่นักเรียนได้เขียนอธิบายขยายความคิดหรือชี้แจงเหตุผลในการดำเนินการกับวัตถุรูปธรรมไปสู่ปัญหา เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องนั้น จึงเป็นการคิดในลักษณะของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ (สิรินทร์ทิพย์ ดวงประทุม, 2549) ดังนั้น กระบวนการสืบสอบ น่าจะช่วยพัฒนาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544: 195) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการให้เหตุผล สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญ และการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ทั้งในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ซึ่งทิศนา แขมมณี (2544: 144) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการของเหตุผล ซึ่งประกอบด้วยการคิดแบบนิรนัยและแบบอุปนัย ซึ่งสอดคล้องกับ Searles (1956: 1-10) และ Eysenck et al (1972: 214) ที่ได้แบ่งการคิดหาเหตุผลออกเป็น 2 วิธี คือ การคิดแบบนิรนัยและแบบอุปนัย ซึ่งจิตรา ทับแสง (2529: 8) ได้ให้ความหมายของการนิรนัยและการอุปนัยไว้สรุปได้ว่า การนิรนัยเป็นการนำความรู้เดิมที่เป็นส่วนใหญ่มาเป็นข้ออ้างแล้วดูความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอีกข้ออ้างหนึ่งเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ที่เป็นส่วนย่อย ส่วนการอุปนัย เป็นการหาข้อสรุปทั่วไปจากประสบการณ์หลายๆ ครั้ง

เป็นข้ออ้างสนับสนุนข้อสรุป ซึ่งข้อสรุปนี้จะได้จากการสรุปความเหมือน ความสัมพันธ์ของข้ออ้างจากความหมายของการนิรนัยและการอุปนัยดังกล่าว จะเห็นว่า การคิดทั้งสองแบบนี้มักถูกใช้อยู่เสมอในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าลักษณะการคิดแบบนิรนัยและอุปนัยเป็นการคิดที่ทำให้นักเรียนสามารถหาข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผลจากความรู้และประสบการณ์ที่นักเรียนมีอยู่ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสมเหตุสมผล ตลอดจนช่วยในการตัดสินใจของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างถูกต้องอีกด้วย (Shaner, 1953: 3)

ผลการวิจัยจำนวนมากยืนยันว่าการสอนให้นักเรียนเข้าใจหลักการอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งที่ดีกว่าการสอนให้จำ เพราะนักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปปรับใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้ สามารถจดจำได้ดีและยาวนานกว่า การเป็นผู้รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลจะเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนคณิตศาสตร์ในลักษณะที่มีความเป็นเหตุเป็นผลจะส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เกิดความมั่นใจ และสามารถที่จะค้นพบสิ่งใหม่ๆได้ด้วยตนเอง (ปิยวดี วงษ์ใหญ่, 2548) ความสามารถในการให้เหตุผลช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถให้นอกเหนือจากการจดจำข้อเท็จจริง กฎ หรือขั้นตอน วิธีการสอนที่เน้นการให้เหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์มีความหมายและสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิชาอื่นๆ ได้อีกด้วย (Baroody, 1993) นอกจากนี้การเรียนรู้สิ่งต่างๆ และการแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือการประกอบอาชีพจะไม่มีใครคอยบอกว่าสิ่งใดถูกหรือผิด ผู้เรียนต้องพิจารณาและตัดสินใจด้วยตนเองด้วยเหตุและผล ดังนั้นการพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและจำเป็นในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ทุกๆ สาขา รวมทั้งพีชคณิต (Lappan & Schram, 1989: 18)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมาใช้ทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งจะพิจารณาการให้เหตุผล 2 ด้าน คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย โดยผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมที่มีความหลากหลาย รวมทั้งใช้เทคนิคการเรียนรู้ต่างๆ ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพและจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบสอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526: 1-56) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้นการสังกัปแนวหน้า ขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นทำนายและทดลอง และขั้นควบคุมและคิดสร้างสรรค์ กับการสอนแบบปกติ จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อร่าม วัฒนะ (2536) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 33 คน กลุ่มควบคุม 34 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2541: 130-136) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามคู่มือครู จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ผลปรากฏว่านักเรียนที่

เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานของการวิจัยครั้งนี้ว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสืบสอบที่ส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Yore (1984: 745-753) ได้ศึกษาผลของระดับพัฒนาการทางสติปัญญาและอายุของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสืบสอบในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ 2 วิธี คือ แบบอุปนัยอย่างมีโครงสร้างและแบบกึ่งนิรนัย ผลการวิจัยพบว่า ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนมีผลต่อการใช้กลวิธีสืบสอบแบบกึ่งนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัยอย่างมีโครงสร้าง เพราะการสืบสอบแบบกึ่งนิรนัยมีโครงสร้างน้อย จึงต้องการผู้เรียนที่มีความสามารถในการพัฒนาเหตุผลในระดับสูงและเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองได้มาก

กมลทิพย์ ต่อติด (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 84 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 42 คน และกลุ่มควบคุม 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้ว่า

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1.ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ช่วงชั้นที่ 3 (ม. 1- ม. 3) รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3. ตัวแปรที่ศึกษา มีดังนี้

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

3.2.2 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ อันเนื่องมาจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้โดยสรุปความคิดและความเข้าใจออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมาย ทฤษฎีบท กฎ สูตร ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และสมบัติต่างๆ

2. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ** หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนานักเรียนด้านความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา การแสวงหาความรู้ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และหาคำตอบต่อปัญหาของตนได้ ซึ่งในงานวิจัยจะพัฒนามโนทัศน์โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบของ Roger Bybee (2006) นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการ

อภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

2.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นของการอธิบายจะให้ความสำคัญกับความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์หรือกิจกรรมในขั้นของการสร้างความสนใจและขั้นของการสำรวจ ซึ่งนักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมต่างๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจ สอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างตาราง

2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึก นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ

2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความเข้าใจ ความสามารถ และความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

3. **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่ Wilson (1971 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

3.1 ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ

3.2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

3.3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎีบท ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ได้

3.4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วนที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

4. **ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด และความสัมพันธ์ของแนวคิด ท้ายสุดคือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น โดยในงานวิจัยจะพิจารณาการให้เหตุผล 2 ด้าน คือ

4.1 การให้เหตุผลแบบอุปนัย หมายถึง กระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสังเกตขั้นพื้นฐานของกรณีเฉพาะหลายๆ ตัวอย่าง เพื่อค้นหาแบบรูป หรือสร้างข้อคาดเดา แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วๆ ไป

4.2 การให้เหตุผลแบบนิรนัย หมายถึง กระบวนการให้เหตุผลที่เป็นตรรกะ โดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานคือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก และจะได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอ

5. **การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ** หมายถึง การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

6. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ จังหวัดตรัง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์
    - 1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    - 1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    - 1.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
    - 1.4 การพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2. กระบวนการสืบสอบ
    - 2.1 ความหมายของกระบวนการสืบสอบ
    - 2.2 ประเภทของกระบวนการสืบสอบ
    - 2.3 ความมุ่งหมายของวิธีสอนแบบสืบสอบ
    - 2.4 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ
    - 2.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบ
    - 2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบ
    - 2.7 คำถามตามแนวสืบสอบ
    - 2.8 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในกระบวนการสืบสอบ
    - 2.9 บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
    - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    - 3.4 หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    4.1 ความเป็นมาของการให้เหตุผล
    4.2 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผล
    4.3 ลักษณะการให้เหตุผล
    4.4 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    5.1 งานวิจัยต่างประเทศ
    5.2 งานวิจัยในประเทศ

1. มโนทัศน์

1.1 ความหมายของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ มีความหมายเดียวกับคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ในภาษาไทยอาจเรียกว่า มโนมติ มโนภาพ ความคิดรวบยอด เป็นต้น ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนทัศน์” (Concept) ซึ่งความหมายของมโนทัศน์ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศ ได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Good (1973: 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ลักษณะคือ

1. ความคิด หรือ ลักษณะร่วมที่สามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มหรือเป็นพวกได้
2. ความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรม เกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการ หรือวัตถุ
3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพของความคิด

Rothenberg (1985: 500) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ในเชิงปรัชญาและจิตวิทยา ดังนี้ มโนทัศน์ในเชิงปรัชญา หมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งมีลักษณะพิเศษและมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ส่วนมโนทัศน์ในความหมายทางจิตวิทยานั้น มโนทัศน์ไม่ได้เป็นเพียงการรู้ แต่เป็นผลสรุปที่ได้จากการกลั่นกรองการรับรู้นั้น

ชัยพร วิชชาวุธ (2521: 185) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับประเภทสิ่งของต่าง ๆ ตามความเข้าใจของแต่ละคน มโนทัศน์แบ่งเป็น

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

สุรางค์ โค้วตระกูล (2541: 303) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ คือคำที่เป็นนามธรรมใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกันโดยถือลักษณะที่สำคัญเป็นเกณฑ์

กัญติมา พรหมอักษร (2545: 24) กล่าวว่า มโนทัศน์ หมายถึง การจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกัน มโนทัศน์เป็นความคิดที่อยู่ในรูปของนามธรรม เกิดจากผลสรุปในการรับรู้คุณลักษณะของสิ่งที่คล้ายคลึงกันมาอยู่รวมในหมวดหมู่เดียวกัน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 2) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือน “ภาพตัวแทน” หมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิด หรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

จากความหมายของ มโนทัศน์ ตามที่นักการศึกษาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายไว้สามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดสำคัญและความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดมาจากความรู้ การสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยสามารถจัดกลุ่มสิ่งที่เหมือนกันและจำแนกสิ่งที่ต่างกันได้

สำหรับความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ ดังนี้

Cooney, Davis and Henderson (1975: 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาเป็นบทนิยามหรือความหมายของเรื่องนั้น เช่น มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน คือ นักเรียนสามารถบอกนิยามของฟังก์ชันได้

Eggen and Kauchak (1981: 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดของมุมทั้งสี่เท่ากัน และเท่ากับ 90 องศา มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน และขนานกัน เป็นต้น

Toumasis (1995: 98) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความคิดขั้นสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ที่เกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้

พรรณทิพย์ ม้ามณี (2532: 29) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความเข้าใจและความสามารถในการเก็บใจความหรือย่อเนื้อหาที่เรียนได้ รวมทั้งสามารถนำเอาไปใช้หรือสร้างเป็นกรณีทั่วไปได้ ซึ่งเป็นความหมายที่กว้างกว่าความเข้าใจธรรมดา

อัมพร ม้าคนอง (2547: 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดนามธรรมที่ทำให้มนุษย์สามารถแยะแยะวัตถุ หรือเหตุการณ์ว่าเป็นตัวอย่างหรือไม่เป็นตัวอย่างของความคิดที่เป็นนามธรรมนั้น ตัวอย่างของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มโนทัศน์ของการเท่ากัน มโนทัศน์ของการเป็นสับเซต มโนทัศน์เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามที่นักการศึกษาหลายท่าน ทั้งไทยและต่างประเทศได้ให้ความหมายไว้สามารถสรุปความหมายได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดและความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ อันเกิดจากการได้เรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาเป็นนิยามหรือความหมาย ทฤษฎีบท กฎ สูตร ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ และสมบัติต่างๆ

1.2 ความสำคัญของมโนทัศน์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

การที่ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ในเนื้อหานั้นๆ ย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์สิ่งใหม่ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในเรื่องอื่นๆ ดังนั้นการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์จึงมีความสำคัญ ดังที่นักการศึกษาหลายท่านทั้งไทยและต่างประเทศได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Ausubel (1968: 505) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจ ล้วนต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น

De Cecco (1968: 402-416) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ สรุปได้ว่า

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่เราตอบสนองต่อสิ่งเร้าทีละอย่างเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่างๆ เป็นกลุ่มทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่างๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เช่น การแยกได้ว่าเสียงที่ได้ยินเป็นเสียงอะไร อยู่ในพวกไหน และใช้มโนทัศน์นี้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

3. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนรู้ได้มากขึ้น เช่น เมื่อมีการเรียนรู้เรื่องหนึ่ง เราสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเรียนซ้ำ เช่น รู้จักสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จากนั้นเมื่อเราพบสัตว์ประเภทเดียวกันเราก็สามารถแยกแยะได้

4. มโนทัศน์ช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้เรารู้จักว่าวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใดเหตุการณ์ใหม่อยู่ในกลุ่มใด แล้วทำให้เกิดการตัดสินใจต่อไป ดังนั้นการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับทำให้รู้จักการแก้ปัญหามากขึ้น

5. มโนทัศน์ช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนต้องอาศัยการสื่อสารในรูป การฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน

Cooney, Davis and Henderson (1975: 89-90) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการ ได้แก่

1. เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์ เรื่อง จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวนๆ หนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น

2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้

3. มโนทัศน์จะทำให้เราค้นพบความรู้ใหม่

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523: 10) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้และการดำรงชีวิตของคน คนจะต้องสร้างมโนทัศน์อยู่เสมอถ้ามีสิ่งเร้าเข้ามาปะทะประสาทสัมผัส จะทำให้เกิดการเรียนรู้ ประโยชน์ของมโนทัศน์มีดังต่อไปนี้

1. ช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่จัดเป็นพวกเป็นกลุ่มได้ เช่น เรียกสัตว์ที่อยู่บนบกว่าสัตว์บก เป็นต้น

2. มโนทัศน์ช่วยแบ่งแยกประเภท ทำให้รู้ว่าอะไรเป็นอะไร เช่น เราสามารถแยกเสียงรถออกจากเสียงม้าวิ่งได้ เป็นต้น

3. เชื่อมโยงความรู้หรือความคิดเดิมกับมโนทัศน์ใหม่ได้เร็ว

4. เป็นตัวกำหนดความยากง่ายของเนื้อหาแก่ผู้เรียน คือ ผู้เรียนวัยหนึ่งระดับหนึ่งควรจะรับรู้ในรายละเอียดหรือปลีกย่อย ซึ่งบางอย่างไม่จำเป็นก็อาจข้ามหรือไม่ต้องสอนก็ได้หรือสิ่งที่เรียนมาก่อนแล้วรู้แล้วก็ไม่จำเป็นต้องกลับมาเรียนซ้ำให้เสียเวลา

5. มโนทัศน์ช่วยให้คนรู้จักกำหนดวิธีการที่จะแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ เพราะสามารถแยกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แล้วพิจารณาหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม

พวงเพ็ญ อินทราประวัติ (2532: 14) กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก หากผู้เรียนสร้างมโนทัศน์ของสิ่งใดได้แล้ว เขาก็สามารถนำเอามโนทัศน์นั้นไปประยุกต์ใช้ในโอกาสอื่นๆ ได้อีกเรื่อยไป คนพยายามสร้างมโนทัศน์ของสิ่งต่างๆ และของเหตุการณ์ต่างๆ อยู่เสมอ เพราะการสรุปลักษณะเฉพาะของสิ่งต่างๆ ในรูปของมโนทัศน์จะช่วยลดภาระของสมองให้จดจำน้อยลง แทนที่จดจำลักษณะปลีกย่อยของทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบๆ ตัว เขาเพียงแต่จำไว้ในลักษณะที่เป็นหมวดหมู่ ซึ่งจะทำให้เขาสามารถขยายขอบข่ายความรอบรู้ของตัวของเขาเองให้กว้างขวางออกไป

ศศิวรรณ ศรีพหล (2536: 183) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่ามโนทัศน์มีความสำคัญ ถ้าผู้สอนสอนแต่ข้อเท็จจริงโดยให้ผู้เรียนจดจำรายละเอียดของข้อมูลทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจ มโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับไปสู่ความรู้ใหม่ได้

เพราะเป็นรากฐานของการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไป การเรียนรู้ข้อสรุปและหลักการการเรียนรู้การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ จัดเป็นการเรียนรู้ในขั้นสูงที่ต้องอาศัยความรู้ในขั้นมโนทัศน์เกือบทั้งหมด

จากความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของมโนทัศน์ของนักการศึกษาดังกล่าวข้างต้นนั้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหา ช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมายต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์ได้รวดเร็วและชัดเจนถูกต้องยิ่งขึ้น

1.3 ประเภทของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาได้จำแนกประเภทของมโนทัศน์ตามลักษณะหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

Russell (1956: 124-125) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 8 ประเภท ดังนี้คือ

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concepts) คือมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข การวัด ซึ่งเกิดขึ้นอยู่เสมอในชีวิตประจำวัน

2. มโนทัศน์ในเรื่องเวลา (Concepts of Time) เช่น เช้า สาย บ่าย เย็น กลางคืน กลางวัน หรือฤดูต่างๆ

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มโนทัศน์ในเรื่องเวลาและมิติ เพราะวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการวัดแน่นอนของเวลา มิติ น้ำหนัก และปรากฏการณ์อื่นๆ

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concepts of the Self) คือ การที่บุคคลมีความคิดว่าตัวเขาเป็นอะไร เป็นใคร เป็นอย่างไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concepts) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรม และพฤติกรรมต่างๆ ที่แสดงออกมา

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concepts) มีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสวยงามและขึ้นกับมโนทัศน์ทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในการเขียน ดนตรี

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (Concepts of Humor) มีพัฒนาการอยู่ขอบเขตของสังคมบางสิ่งเป็นเรื่องที่ขบขันของสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่นๆ (Miscellaneous Concepts) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

De Cecco (1968: 391 - 393) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunction Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่เกิดจากการมีส่วนร่วมของลักษณะเฉพาะ ตั้งแต่สองลักษณะขึ้นไป เช่น สมุดสีเขียว ดอกไม้สีแดง สุนัขขนยาวสีขาว หรือสิ่งที่เราพบเห็นโดยทั่วไป มีลักษณะร่วมกันได้แก่ รูปร่าง ขนาด สี เป็นต้น มโนทัศน์ต่างๆ ที่เราคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน มักเป็นมโนทัศน์แบบร่วมลักษณะ

2. มโนทัศน์แยกลักษณะ (Disjunction Concepts) หมายถึงมโนทัศน์ที่เปิดโอกาสให้ตัดสินใจเลือกเอาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือสองอย่างรวมกัน เช่น คำว่า “กา” อาจเป็นนกหรือกาต้มน้ำ หรือเครื่องหมายกากบาท (□) ก็ได้ ส่วน สัญลักษณ์ “0” อาจเป็นจำนวนศูนย์ (zero) วงกลม ตัวโอในภาษาอังกฤษ หรือไข่ฟองหนึ่งก็ได้ เป็นต้น

3. มโนทัศน์เชิงสัมพันธ์ (Relation Concepts) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ สภาวะหรือสิ่งเร้าตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป เช่น การนำไม้ขีดไปสัมพันธ์กับบุหรี่ เพราะเราใช้ไม้ขีดไฟจุดบุหรี่ หรือภาษีเงินได้สัมพันธ์กับรายได้ เป็นต้น

Hulse (1980 อ้างถึงใน ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์, 2534: 104) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์ที่ให้คำจำกัดความได้ชัด (Welldefined Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เราสามารถให้คำจำกัดความเฉพาะโดยมีคุณลักษณะที่เป็นไปตามกฎบางกฎ เช่น ดวงจันทร์ แม้ว่าจะเห็นเสี้ยวเดียวหรือเห็นเต็มดวงก็ตาม

2. มโนทัศน์ที่ให้คำจำกัดความได้ไม่เด่นชัด (Illdefined Concepts) เป็นรายการของสิ่งของ วัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่เราถือได้ว่าเทียบเท่ากันได้ เมื่อยึดตามวัตถุประสงค์ในการจำแนก เช่น คะน้า แตงกวา บวบ ซึ่งต่างก็เป็นผัก เป็นต้น

กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ (2528: 235) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง (Conjunctive Concepts) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างร่วมกัน มักเชื่อมโยงด้วยคำว่า “และ” เช่น สัตว์สี่เท้า หมายถึง อินทรีย์ที่มีขนยาวปกคลุมร่างกายและมีสี่เท้า ดังนั้น แมว สุนัข เสือ ฯลฯ จัดเป็นสัตว์สี่เท้า คนสวย หมายถึง คนที่หน้าตารูปร่างสมส่วน ดังนั้น อาภัสราจึงเป็นคนสวยเพราะหน้าตาดีและรูปร่างสมส่วน เป็นต้น

2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ (Disjunctive Concepts) หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่างๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างแยกแยะกันออกไปตามความแตกต่างที่ปรากฏ มโนทัศน์ชนิดนี้มักใช้คำว่า”หรือ” เข้าไปเกี่ยวข้องการการจัดประเภทของสิ่งนั้นด้วย เช่น คนที่เป็นอธิการบดี คือ

บุคคลที่จบปริญญาเอก หรือปริญญาโท แต่ทำงานด้านบริหารมาแล้ว 5 ปี คนเก่งหมายถึง คนที่เรียนเก่ง หรือเล่นกีฬาเก่ง เป็นต้น

สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ (2549: 33) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ซึ่งมีทั้งนามธรรมและรูปธรรม เช่น ทะเล ลม พืช สัตว์ เป็นต้น

2. มโนทัศน์ที่มนุษย์กำหนดหรือประดิษฐ์ขึ้น เช่น ความดี ความชั่ว ความสวย โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น

จากแนวคิดเกี่ยวกับประเภทของมโนทัศน์ ที่กล่าวข้างต้นนี้ สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้เช่นเดียวกับมโนทัศน์อื่นๆ สามารถแบ่งได้ตามแนวคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งอาจแบ่งได้ตาม ลักษณะของมโนทัศน์ มโนทัศน์ที่สามารถจัดประเภทร่วมกันหรือแยกแยะประเภท หรือแหล่งกำเนิดของมโนทัศน์ ตามแนวคิดที่แตกต่างกันออกไป

1.4 การพัฒนาให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์เป็นเนื้อหาความรู้ที่มีประโยชน์มาก ถ้าเรียนรู้มโนทัศน์ใดแล้วย่อมสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในโอกาสอื่นๆ ได้เรื่อยๆ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547: 10) ดังนั้น การสอนจึงควรให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ เพื่อจะได้นำไปใช้ในการเรียนระดับสูงและประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต นักการศึกษาได้เสนอแนวทางการสอนให้เกิดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

De Cecco (1968: 416-418) ได้เสนอว่าการสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์นั้น ควรปฏิบัติเป็นขั้นๆ ดังนี้

1. คาดหวังการกระทำ (พฤติกรรม) คือ ตั้งจุดหมายเชิงพฤติกรรมเพื่อทราบว่านักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากเรียนมโนทัศน์ไปแล้ว

2. เลือกลักษณะเฉพาะที่เด่นๆ (Dominance of attribute) ของมโนทัศน์มาสอนหรือแสดงต่อนักเรียน เพื่อลดความสับสนวุ่นวาย

3. แสดงภาษาซึ่งใช้แทนมโนทัศน์ที่ต้องการสอน โดยเขียนบนกระดานดำหรือบอร์ดก็ได้

4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง (Positive and Negative) กับมโนทัศน์ที่จะสอน

5. แสดงตัวอย่างที่ใช่ และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอนให้นักเรียนมองเห็น แล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างใดที่ใช่ ตัวอย่างใดที่ไม่ใช่

6. แสดงตัวอย่างอื่นที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน ถาม และให้นักเรียนตอบว่าใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียน

7. แสดงตัวอย่างที่ใช่ และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอน ให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน

8. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่เรียนแล้ว

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและตรวจงานนักเรียน เพื่อรายงานผลให้เขาทราบและให้การเสริมแรงอื่นๆ

Klausmeier and Ripple (1971: 422-423) ได้แนะนำวิธีการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ไว้ ดังนี้

1. การเน้นคุณลักษณะของมโนทัศน์ (Emphasize the attributes of the concept) ผู้สอนควรชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงลักษณะแต่ละลักษณะของสิ่งเร้านั้น

2. การใช้ถ้อยคำที่เหมาะสม (Estabish the correct terminology for concepts, attribute and instances) ให้ผู้เรียนรู้จักใช้ถ้อยคำแทนมโนทัศน์นั้นอย่างถูกต้อง

3. การชี้ให้เห็นธรรมชาติของมโนทัศน์ที่เรียน (Indicate the nature of the concepts to be learned)

4. การพิจารณาจัดลำดับของการเสนอตัวอย่าง (Provide for proper sequencing of instances of concepts)

5. ส่งเสริม และแนะนำเด็กให้รู้จักเรียน ต้องการค้นคว้า (Encourage and guide student discovery) ซึ่งเป็นสิ่งยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

6. จัดให้มีการเรียนการใช้ประโยชน์ จากการเรียนมโนทัศน์นั้น (Provide for use of the concept) โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ

7. ให้ผู้เรียนรู้จักประเมินตนเองว่าเข้าใจในความรู้นั้นหรือไม่ (Encourage independent evaluation of the attained concept) หากยังไม่เข้าใจก็จะได้เริ่มต้นใหม่

Lasley and Matczynski (1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2547ข: 64) ได้นำเสนอโมเดลการสร้างมโนทัศน์ (Concept Formation Model) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การผลิตข้อมูล (Data Generation) เป็นขั้นผลิตและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่สร้าง ข้อมูลอาจมาจากผู้เรียน ผู้สอน หรือจากทั้งผู้เรียนและผู้สอน ในขั้นนี้ ผู้สอนต้อง

ทำหน้าที่กลั่นกรองว่าข้อมูลที่ได้นี้ เป็นสิ่งที่ต้องการในการนำไปสู่มโนทัศน์หรือไม่ และเพียงพอหรือยัง มีสิ่งใดที่ต้องการเพิ่มเติม สิ่งใดที่ควรตัดออก

ขั้นตอนที่ 2 การจัดกลุ่มข้อมูล (Data Grouping) ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันทางมโนทัศน์เข้าด้วยกันตามการรับรู้ของตนเอง ผู้สอนต้องเตือนผู้เรียนให้นิยามหรืออธิบายให้ได้ว่า ใช้เกณฑ์หรือหลักการใดในการจัดกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม ซึ่งเกณฑ์หรือหลักการนี้ควรถูกกำหนดก่อนการดำเนินการจัดกลุ่ม เพื่อที่จะแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่มีลักษณะตามมโนทัศน์และกลุ่มที่ไม่มีลักษณะตามมโนทัศน์

ขั้นตอนที่ 3 การขยายความประเภทข้อมูล (Expanding the Category) จากกลุ่มข้อมูลที่ผู้เรียนจัดได้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้สอนจะทำการตรวจสอบแต่ละกลุ่มและดูว่าผู้เรียนคิดอย่างไรในกระบวนการจำแนก โดยอาจให้ผู้เรียนอธิบายให้ผู้อื่นฟังหน้าชั้นเรียนหรือเขียนบนกระดานดำ ผู้สอนและผู้เรียนคนอื่นๆ มีหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้อง การอธิบายวิธีคิดในการจัดประเภทเป็นการขยายความจากลักษณะที่เห็นไปสู่ความหมายที่แท้จริงและความสัมพันธ์ของคุณลักษณะต่างๆ ของข้อมูล ผู้สอนควรช่วยเพิ่มเติมและขยายความเข้าใจของผู้เรียนให้ชัดเจนมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 การสรุปปิด (Closure) ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในประเภทเดียวกันเกี่ยวข้องกันอย่างไร หรือให้สร้างข้อสรุปทั่วไปที่สัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ภายในประเภทเดียวกัน หรือให้สรุปความหมายของประเภทที่จัด และสร้างโครงข่ายโยงความสัมพันธ์ต่างๆ การดำเนินการเหล่านี้เป็นการใช้การคิดวิเคราะห์ระดับสูงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งจนสามารถสร้างความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง

ชาญชัย อาจินสมาจาร และจินดา สิทธิฤทธิ์ (2533: 44) ได้กล่าวถึงการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ โดยเสนอหลักการดังนี้

1. ทำความเข้าใจว่า เนื้อเรื่องนั้นๆ ควรจะให้มโนทัศน์อะไรแก่ผู้เรียนที่เป็นแก่นแท้หรือหลักการและต้องให้เป็นไปตามขั้นตอนของการให้มโนทัศน์
2. พยายามให้ผู้เรียนได้เกิดมโนทัศน์ โดยต้องหาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสม ซึ่งอยู่ที่ไหวพริบและเทคนิคของผู้สอน
3. ในการสอนหลังจากผู้เรียนได้เรียนรู้ไปแล้ว ผู้สอนและผู้เรียนต้องช่วยกันสรุปในหลักการอีกครั้ง ในการสอนผู้สอนต้องใช้ทักษะในการสอนให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ โดยต้องพยายามใช้เทคนิคในการตั้งคำถาม การอภิปรายและสรุปรวบยอดของคำตอบ เพื่อให้เข้าสู่มโนทัศน์นั้นๆ ให้ได้

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา (2537: 49) ได้กล่าวว่า หากต้องการให้นักเรียนมีมโนทัศน์ ครูต้องสอนให้นักเรียนได้เกิดการฝึกทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. รู้จักสังเกต พิจารณา
2. รู้จักเปรียบเทียบความต่าง และความคล้าย
3. รู้จักคัดเลือกเฉพาะสิ่งที่สำคัญ และประโยชน์
4. รู้จักจัด รวบรวมสิ่งที่คัดเลือกได้เป็นประเภท หมวดหมู่
5. ความสามารถในการสร้างความหมายเพื่อให้เกิดความเข้าใจ และประโยชน์ที่จะนำไปใช้

นาตยา ปิลันธนานนท์ (2542: 22) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนมโนทัศน์ ซึ่ง 2 แบบ คือ การสอนแบบนิรนัย และการสอนแบบอุปนัย ดังนี้

การสอนแบบนิรนัย มีขั้นตอนคือ

1. กำหนดมโนทัศน์ที่จะสอน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบ
2. อธิบายความหมายของมโนทัศน์นี้
3. ให้นักเรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและมใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
4. ให้ผู้เรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์นี้
5. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบายอีกครั้งว่ามโนทัศน์นี้เป็นอย่างไร

การสอนแบบอุปนัย มีขั้นตอนดังนี้

1. ไม่บอกมโนทัศน์และอธิบายความหมายของมโนทัศน์นั้นให้แก่ผู้เรียน
2. ให้ผู้เรียนเลือกตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนคัดเลือกว่า ตัวอย่างเหล่านี้ ตัวอย่างใดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
3. ให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้นให้นักเรียนคิดตั้งชื่อคำหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้
4. ให้ผู้เรียนสรุปอธิบาย ความหมาย ของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้นหมายความว่าอย่างไร

อัมพร ม้าคนอง (2546: 25-26) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

ขั้นการวางแผนการสอน ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญของมโนทัศน์ กฎของความเป็นมโนทัศน์ ตัวอย่างมโนทัศน์ สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างแต่คล้ายคลึง คำถามและทิศทางที่จะเน้น สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ ระดับที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

ขั้นการสอน กิจกรรมที่จัดเพื่อสอนมโนทัศน์ควรรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

การนำเข้าสู่มโนทัศน์ การให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างตามลำดับอันควร การฝึกการคิดเชิงเปรียบเทียบ การกระตุ้นให้ผู้เรียนถาม และการประเมินระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน

ขั้นการประเมินผล ควรประเมินในประเด็นสำคัญๆ ดังนี้

ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของลักษณะที่สำคัญและลักษณะที่ไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์ การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่นและการใช้มโนทัศน์

ตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกที่เป็นตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์ และเหตุผลที่ใช้จำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

จากแนวคิดเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ที่นักการศึกษาได้เสนอไว้ สรุปได้ว่า การพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำได้หลายวิธีและขึ้นอยู่กับหลายๆ ปัจจัย เช่น การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการสอน สื่อการเรียนการสอน การประเมินผล เป็นต้น

2. กระบวนการสืบสอบ

คำว่า Inquiry ที่เกี่ยวข้องกับการสอนและการเรียนรู้ นักการศึกษาไทยใช้ชื่อต่างๆ กันไป เช่น “การสืบสอบ การสืบสวนสอบสวน การสืบเสาะหาความรู้ การคิดสืบค้น การสืบเสาะ” สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า “การสืบสอบ”

กระบวนการสืบสอบ เริ่มครั้งแรกที่รัฐอิลลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1957 ซึ่งเป็นระยะที่อเมริกากำลังตื่นตัว เพราะพบว่ารัสเซียมีความก้าวหน้าถึงขั้นส่งจรวดขึ้นสู่อวกาศได้สำเร็จ จึงได้มีการปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์กันอย่างกว้างขวาง และได้มีผู้ทดลองและวิจัยกันตลอดมา แม้ในวงการศึกษาปัจจุบันก็ยังคงกล่าวถึงกันอยู่ แต่ถ้าจะมองในแง่ของการกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดสงสัย อาจกล่าวได้ว่า วิธีสอนเช่นนี้ มีมาตั้งแต่สมัยโบราณแล้ว เช่น วิธีการซักถามของ โซเคติส (Socrates) หรือ การปุจฉาวิสัชนาขององค์สมเด็จพระสัมมาสัมพุทธเจ้า ซึ่งผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียด วิธีสอนแบบสืบสอบตามหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 ความหมายของกระบวนการสืบสอบ

กระบวนการแบบสืบสอบ เป็นกระบวนการอีกแบบหนึ่งที่ให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตัวเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และพบคำตอบต่อปัญหาของตนได้ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Suchman (1962 อ้างถึงใน จันทรา ศรีสุข, 2530: 10) อธิบายความหมายของการสืบสอบไว้ดังนี้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกฝนการเรียนรู้ โดยใช้ความสามารถทางด้านการคิดหาเหตุผลจากข้อมูลที่ได้รับ คือ ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา นิยามคำศัพท์หรือข้อความให้ชัดเจน ตั้งสมมติฐาน สำรวจข้อมูล รวบรวมข้อมูล และสร้างข้อสรุปด้วยตนเอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับความจริงของโลกที่เต็มไปด้วยปัญหานานัปการ

Beyer (1971 อ้างถึงใน แรมสมร อยู่สถาพร, 2538: 53-54) ได้อธิบายความหมาย ของการสืบสอบไว้ว่า เป็นวิธีการที่จะรู้ว่า เมื่อใดที่ผู้เรียนได้ลงมือสืบสอบหรือพยายามหาคำตอบของคำถามที่เกิดขึ้น เมื่อนั้นผู้เรียนกำลังลงมือปฏิบัติการสืบสอบ

Tisher and others (1972: 139) ได้อธิบายความหมายของการสืบสอบ สรุปได้ว่า การสืบสอบเป็นทั้งวิธีสอน วิธีเรียน วิธีการแก้ปัญหาเฉพาะ อย่างมีหลักการ รวมทั้งเป็นเทคนิคการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

Good (1973: 303) อธิบายความหมายของการสืบสอบไว้ 3 แนวทางดังนี้

1. เป็นวิธีหนึ่งในการศึกษา เพื่อให้ได้มโนทัศน์ใหม่ โดยดำเนินการเพื่อให้ได้ความรู้ที่เป็นไปได้ในกรณีนั้นๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ และได้มายาก
2. เป็นเทคนิคหรือกลวิธีหนึ่ง ในการเรียนรู้เนื้อหาวิทยาศาสตร์ โดยมีการกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น ตั้งคำถาม แล้วหาคำตอบด้วยตนเอง
3. เป็นวิธีแก้ปัญหาวิธีหนึ่ง ที่มีกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้โดยเผชิญกับเหตุการณ์ที่ท้าทายความคิด วิธีการนี้เริ่มต้นด้วยการสังเกตอย่างเป็นระบบ ออกแบบ การวัดแยกสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่อ้างอิง คิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเป็นวิธีการที่ทดสอบได้ และสรุปผลอย่างมีเหตุผล

Carin and Sund (1975: 74-75) อธิบายเกี่ยวกับการสืบสอบไว้ดังนี้ ในการสืบสอบนั้น บุคคลมีแนวโน้มที่จะกระทำวิธีการต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาที่สงสัย โดยบุคคลนั้นเป็นผู้ริเริ่มปัญหา ตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลองหรือเป็นผู้ลงมือปฏิบัติการใช้กระบวนการทางสมองในการอ้างเหตุผลอย่างมั่นใจ

สุวัฒน์ นิยมเค้า (2531: 125) อธิบายความหมายของการสืบสอบ สรุปได้ว่า การสืบสอบหมายถึง การค้นหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยการพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ด้วยการสำรวจตรวจสอบอย่างถี่ถ้วน หรือด้วยการวินิจฉัย

วารี ถิระจิตร (2534: 76-77) ได้อธิบายความหมายของการสืบสอบไว้ว่า เป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการตั้งคำถามหรือตั้งสมมติฐานขึ้นมา เมื่อพบกับสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา จะมีการทดสอบคำถามหรือสมมติฐานที่ตั้งขึ้น โดยให้นักเรียนใช้ประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลมาประกอบในการทดสอบดังกล่าว

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2538: 128) ได้อธิบายความหมายของการสืบสอบสรุปได้ดังนี้ เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากการแสวงหาความจริง โดยอาศัยการตั้งคำถามในการสังเกต วิเคราะห์ปัญหาในการอธิบายปัญหา พิสูจน์ทฤษฎีด้วยการตั้งสมมติฐาน ตลอดจนการทดลองสมมติฐานและการนำกฎเกณฑ์ที่ค้นพบนั้นไปใช้

เสริมศรี ลักษณศิริ (2540: 240) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีสอนอีกแบบหนึ่งที่ให้นักเรียนเป็นผู้หาความรู้ด้วยตัวเอง โดยครูผู้สอนจะกระตุ้นและส่งเสริมการเรียนรู้โดยจัดสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดปัญหา ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยและต้องการค้นหาคำตอบหรือโดยที่ครูเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด และค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดกระบวนการแก้ปัญหาและแสวงหาความจริงโดยใช้การคิดอย่างมีเหตุผล

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2541: 13) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีสอนที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่ยั่วยุและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยทำให้นักเรียนต้องค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยที่นักเรียนจะเป็นผู้หาวิธีการที่จะเรียนรู้ และเมื่อนักเรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นก็พยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการใช้คำถาม และการรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การหาเหตุผล การ

พยากรณ์ และการทดลองจนค้นพบความรู้ หรือแนวทางในการแก้ปัญหาแล้วนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

กาญจนา บุญส่ง (2542: 67-68) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีสอนที่ฝึกให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนตั้งคำถามประเภทกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2530: 56) กล่าวว่า วิธีสอนแบบสืบสอบ เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนได้บรรลุเป้าหมาย วิธีสืบสวนสอบสวนความรู้จะเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

จากความหมายของการสืบสอบที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กระบวนการแบบสืบสอบเป็นวิธีการที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการคิด การแก้ปัญหา การแสวงหาความรู้ โดยให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดในการแสวงหาความรู้ และค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ตั้งคำถามเป็นสื่อให้นักเรียนเกิดความคิด สืบค้น และหาคำตอบต่อปัญหาของตนได้

2.2 ประเภทของกระบวนการสืบสอบ

นักการศึกษาหลายคนได้แบ่งกระบวนการสืบสอบ ตามลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ดังนี้

Carin and Sund (1980, อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2544: 58 - 59) แบ่งประเภทกระบวนการสืบสอบโดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แบบที่ให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง / ปฏิบัติกิจกรรม (Student exercise, Guided discovery) เป็นวิธีสอนแบบสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ หรือ เครื่องมือไว้เรียบร้อยนักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลอง ทำกิจกรรมตามแนวทางที่กำหนดไว้ ซึ่งอาจเรียกว่ากระบวนการสืบสอบที่มีคำแนะนำปฏิบัติการหรือกิจกรรมสำเร็จรูป

2. แบบสืบสอบที่ครูเป็นผู้วางแผน (Teacher planned investigation, Less guided discovery) เป็นกระบวนการสืบสอบที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งอาจเรียกวิธีนี้ว่าวิธีสอนแบบไม่กำหนด แนวทาง (Unstructured laboratory)

3. แบบสืบสอบที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (Student planned investigation, Free discovery) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเอง วางแผนการทดลองเอง เก็บข้อมูล ดำเนินการทดลอง เก็บข้อมูล ตลอดจนสรุปผลด้วย ตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาหาความรู้ ครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 195) แบ่งประเภทกระบวนการสืบสอบโดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ (Passive inquiry) วิธีนี้ครูจะมีบทบาทสำคัญในการใช้คำถามกระตุ้นเป็นแนวทางให้นักเรียนคิดหาคำตอบ เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบสอบ เนื่องจากครูจะเป็นผู้ใช้คำถาม ถามนำไปสู่คำตอบและพยายามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามอยู่เสมอครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามเป็นส่วนใหญ่ คือ ประมาณร้อยละ 90 ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเองประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น และส่วนใหญ่นักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถาม

2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการสืบสอบ (Combined inquiry) วิธีนี้ครูผู้สอน และนักเรียนเป็นผู้ดำเนินการในการสืบสอบร่วมกัน โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามเท่า ๆ กับนักเรียน คือ ประมาณร้อยละ 50 ซึ่งเหมาะสำหรับการสอนที่นักเรียนได้ผ่านขั้นของPassive Inquiry มาแล้ว ผู้เรียนจะคุ้นเคยกับการตอบคำถามและฝึกการตั้งคำถาม การซักถามปัญหา ในชั้นนี้เมื่อผู้เรียนถาม ครูผู้สอนไม่ควรใช้คำตอบทันทีแต่ควรจะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดด้วยตนเองโดยใช้คำถามนำไปเรื่อย ๆ จนกระทั้งนักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

3. นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ (Active inquiry) การสอนแบบนี้นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามและตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่ได้ฝึกการตั้งคำถามและตอบคำถามจนคุ้นเคยมากแล้วนักเรียนได้รับการพัฒนาการคิด การตั้งคำถามในกระบวนการสืบสอบเพื่อหาคำตอบด้วยตนเองมาตามลำดับขั้น ในขั้นนี้จึงมีความสามารถในการสร้างกรอบความคิด การสร้างคำถามนำไปสู่การค้นพบด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนมีส่วนในการตั้งคำถามและตอบคำถามประมาณร้อยละ 90 จึงนับว่าเป็นจุดประสงค์สูงสุดในการเรียนรู้โดยวิธีสืบสอบ

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2521.อ้างถึงในสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2545: 137) แบ่งประเภทกระบวนการสืบสอบโดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ (Passive inquiry) วิธีสอนแบบนี้ครูผู้สอนจะเป็นผู้ถามนำ โดยมีนักเรียนเป็นฝ่ายตอบเป็นส่วนใหญ่ โดยที่ครูผู้สอนจะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 90 นักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 10 วิธีสอนประเภทนี้เหมาะสำหรับการเริ่มสอนแบบสืบสอบเป็นครั้งแรกเพราะนักเรียนในระบบการศึกษาไทย ยังไม่คุ้นเคยกับการเป็นผู้ซักถามครูผู้สอน

2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการสืบสอบ (Combined inquiry) วิธีสอนนี้ทั้งครูผู้สอนและนักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม คือ ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 50 และนักเรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 50 วิธีสอนนี้ใช้ในโอกาสที่นักเรียนเริ่มคุ้นเคยกับการซักถามครูผู้สอนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นช่วงที่ครูผู้สอนได้ฝึกนักเรียนให้ตั้งคำถามแบบสืบสอบมานานพอสมควรแล้ว โดยข้อควรระวังในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งคำถามคือ ให้นักเรียนคิดก่อน การถามครูผู้สอน และหลักสำคัญ คือ ครูผู้สอนพยายามไม่บอกคำตอบแต่จะส่งเสริมหรือถามต่อเพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่

3. นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ (Active inquiry) วิธีสอนแบบนี้นักเรียนจะเป็นผู้ถามและตอบเป็นส่วนใหญ่ ครูมีหน้าที่แนะแนวหรือเน้นจุดสำคัญที่นักเรียนมองข้ามไปโดยไม่ได้อธิบายอย่างเพียงพอ โดยที่ครูผู้สอนจะเป็นผู้ตั้งคำถามเพียงร้อยละ 10 และผู้เรียนจะเป็นผู้ตั้งคำถามร้อยละ 90

สรุปได้ว่า กระบวนการแบบสืบสอบ มี 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันในการสืบสอบ และนักเรียนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกที่จะใช้วิธีสอนประเภทแรก คือ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการสืบสอบ เพราะในวิธีสอนคณิตศาสตร์แบบสืบสอบโดยครูผู้สอนจะเป็นผู้ถามนำและ นักเรียนเป็นฝ่ายตอบคำถามเป็นส่วนใหญ่ ครูผู้สอนจะพยายามกระตุ้นเตือนให้นักเรียนได้ตั้งคำถามอยู่เสมอโดยจะพยายามให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับการใช้คำ โดยจะให้นักเรียนสังเกตจากสื่อที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาบทบาทของตนเองไปจนถึงขั้นสูงสุดของวิธีสืบสอบ

2.3 ความมุ่งหมายของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความมุ่งหมายของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

กาญจนา บุญส่ง (2542: 68) กล่าวถึง ความมุ่งหมายของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ ไว้ดังนี้

1. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการสอบสวนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผล
3. เพื่อฝึกให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 136) กล่าวถึง ความมุ่งหมายของการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการสืบเสาะค้นคว้าหาความรู้อย่างมีกระบวนการและมีเหตุผล สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. เพื่อฝึกให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าแสดงออก กล้าตัดสินใจ มีความรับผิดชอบและมีความมุ่งมั่นในการทำงานให้สำเร็จ
3. เพื่อปลูกฝังนิสัยการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มต้นจากการแสวงหานำไปสู่การค้นพบกฎเกณฑ์และการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของกระบวนการสืบสอบมุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้า หาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีเหตุผลเพื่อใช้ความคิดในการหาวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำหลักการ กฎเกณฑ์ที่ค้นพบด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.4 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ

นักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศกล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544: 58) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

ขั้นที่ 2 ขั้นอภิปรายก่อนทำกิจกรรมทดลอง อาจจะเป็นการตั้งสมมุติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไร จึงจะไม่เกิดอันตรายและมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

ขั้นที่ 3 ขั้นทำการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองทำกิจกรรมพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 4 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

วีรยุทธ วิเชียรโชติ (อ้างถึงใน สุพิน บุญชูวงศ์ 2538: 62) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้คือ

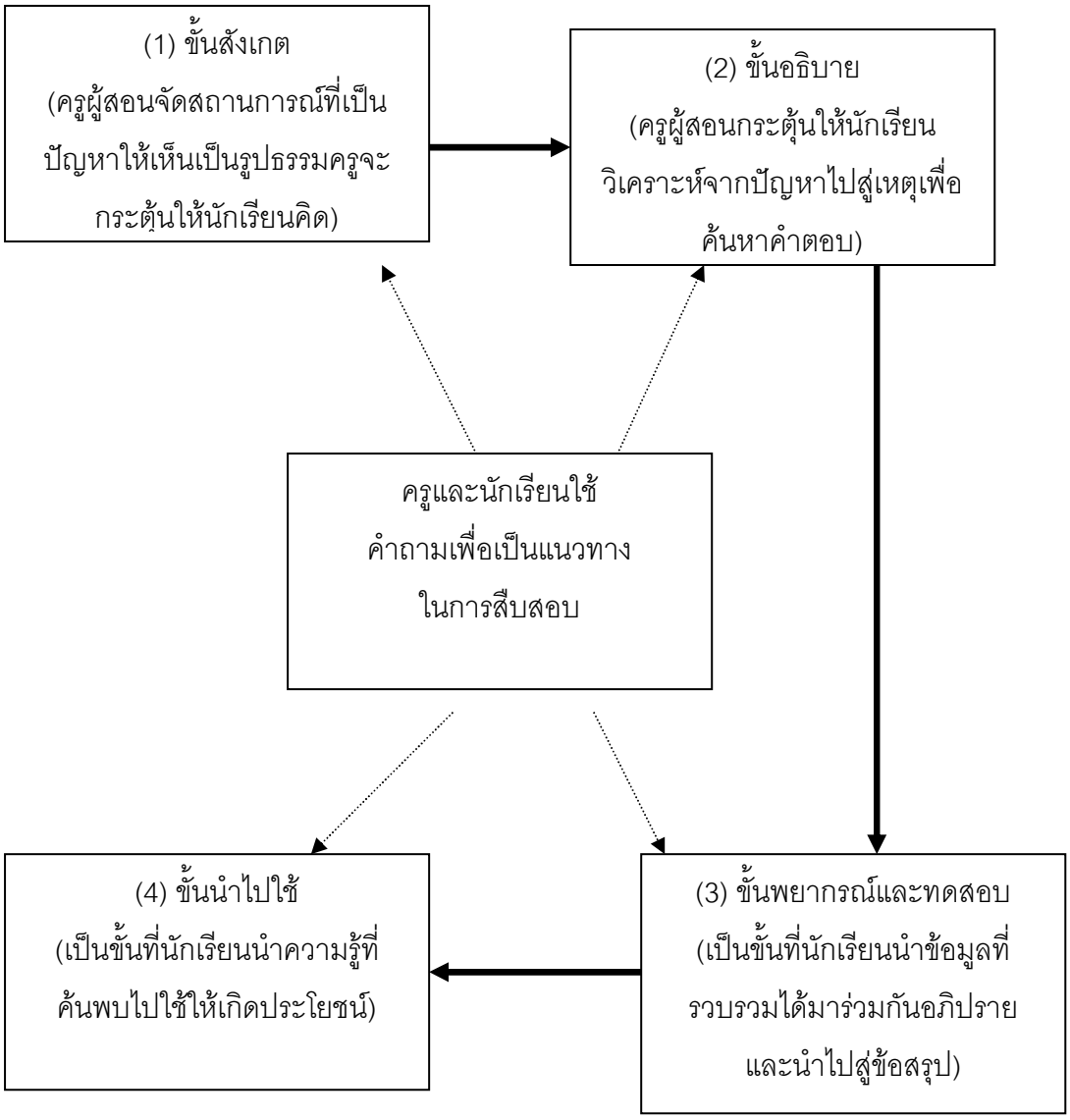
ขั้นที่ 1 การสังเกต (Observation) นักเรียนสังเกตจากสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัญหาพยายามนำความคิดรวบยอดเดิมมาแปลความหมาย ทำความเข้าใจ จัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องสัมพันธ์กับสภาพการณ์อันเป็นปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การอธิบาย (Explanation) นักเรียนจัดโครงสร้างความคิด ตั้งสมมุติฐานเพื่ออธิบาย คิดทบทวนหรือทำความเข้าใจปัญหานั้น ๆ ให้ชัดเจน เปลี่ยนแปลงโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบเพื่ออธิบายทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 การทำนาย (Prediction) เมื่อจัดโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบหรืออธิบายปัญหาแล้วมองเห็นแนวทาง มีความเข้าใจ สามารถทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่าเมื่อเป็นเช่นนี้ ผลจะเป็นอย่างไร อะไรจะเกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and creativity) สามารถทำความเข้าใจได้ แก้ปัญหาได้ สามารถคิดกว้างไกลออกไปในการใช้ประโยชน์กว้างขวาง คิดอย่างสร้างสรรค์นำไปใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ไม่จำกัดอยู่เพียงแต่การแก้ปัญหาได้ หรือ พอใจเพียงแต่การแก้ปัญหาได้เท่านั้น

สามารถสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบของวีรยุทธ วิเชียรโชติ (อ้างถึงใน สุพิน บุญชูวงศ์ 2538: 62)

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196) กล่าวถึงขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้คือ

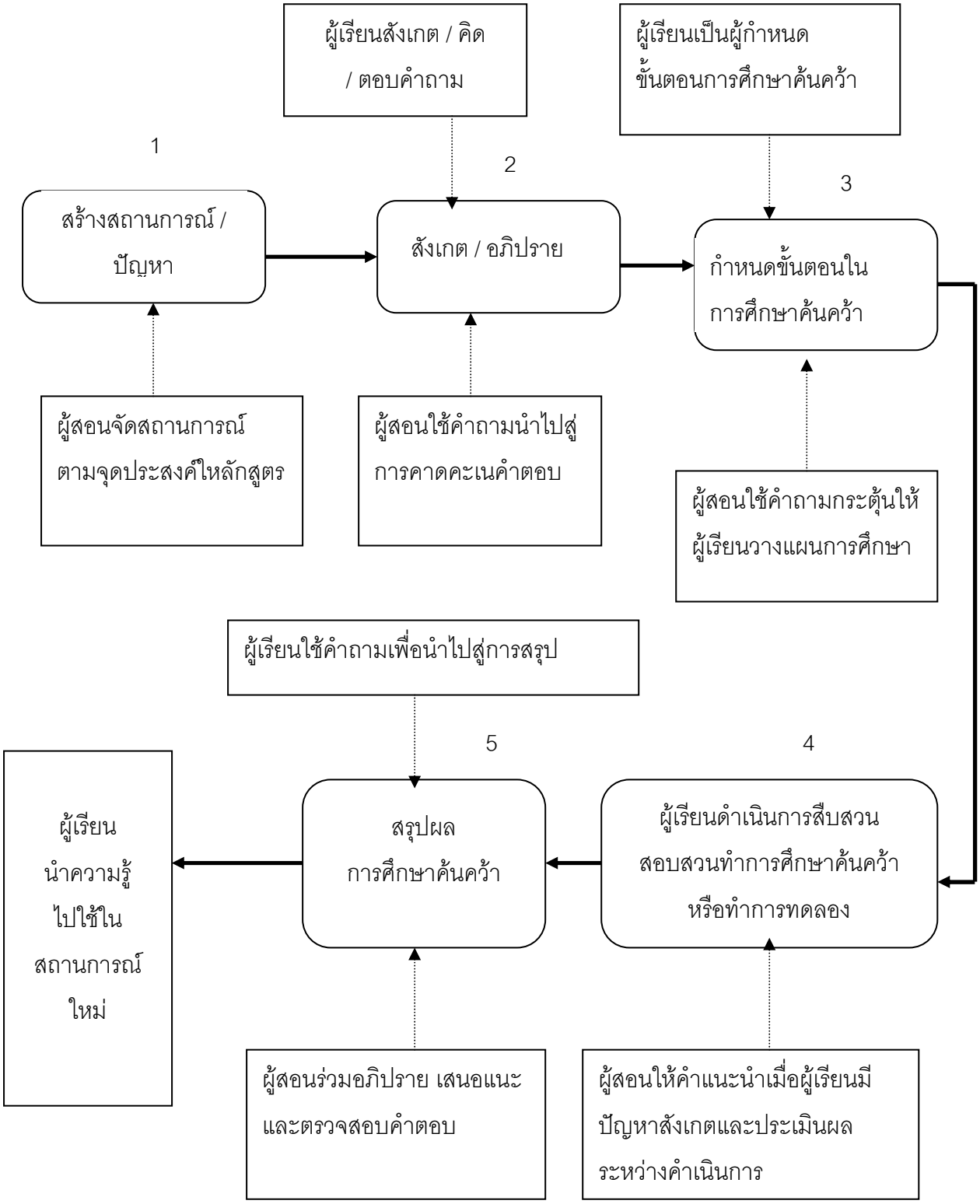
ขั้นที่ 1 ครูผู้สอนสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในหลักสูตรให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอนเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา การนำเข้าสู่บทเรียนอาจทำได้หลายวิธีครูผู้สอนจะต้องเลือก หรือปรับวิธีการนำเข้าสู่บทเรียนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาทั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงไปสู่การออกแบบการค้นคว้าหาความรู้หรือการทดลองเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางในการหาคำตอบการใช้คำถามนี้จะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนดขึ้นเอง โดยใช้คำถามเป็นชุดต่อเนื่องสัมพันธ์กัน ชุดของคำถามต้องสามารถนำผู้เรียนไปสู่การตั้งสมมติฐาน เพื่อคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งควรเป็นแนวทางของการกำหนดวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือทำการทดลอง

ขั้นที่ 3 ขั้นใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบและ กำหนดวิธีการศึกษาการทดลองเพื่อหาคำตอบคำถามในขั้นนี้เป็นคำถามเพื่อนำไปสู่การอธิบายวิธีการหาความรู้หรือ คำตอบในแต่ละขั้นตอน สิ่งที่จำเป็นคืออุปกรณ์ เครื่องมือหรือข้อมูลสารสนเทศที่จะใช้ในการศึกษาหาความรู้ อาจจะออกแบบวิธีศึกษาค้นคว้าหลายวิธีแล้วเลือกวิธีที่ดีที่สุด

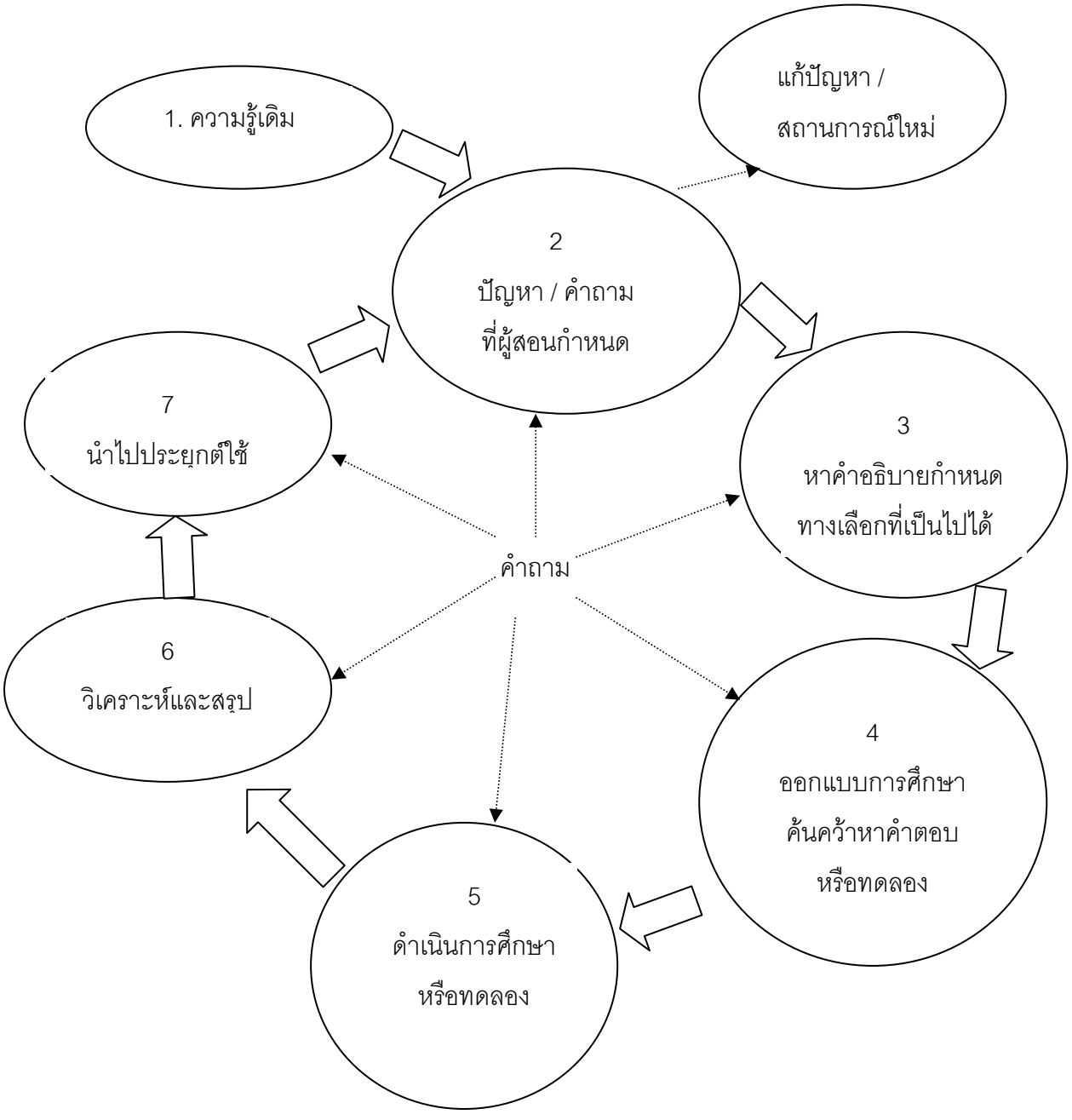
ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้าสืบสวนสอบสวน ผู้สอนจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมตามวิธีการที่ได้เลือกไว้ให้ชัดเจนจดบันทึกข้อมูลไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นอภิปรายเพื่อสรุปผล ในขั้นนี้เป็นการใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและการตอบคำถามเป็นหลัก เพื่อนำไปสู่การสรุปหาคำตอบของปัญหาครูผู้สอนควรใช้คำถามฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่พบในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนได้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีสืบสอบของสุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196)

การนำความรู้ไปใช้หรือประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่อาจเกิดข้อจำกัดซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหรือข้อสงสัยที่จะต้องมีการทดสอบต่อไป เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ จนค้นพบความรู้และหลักการที่สำคัญ จากการใช้คำถามและตอบคำถามจึงเรียกว่า Inquiry Cycle



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196)

นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) Roger Bybee (2006. อ้างถึงใน สมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ, 2549) กล่าวถึงกระบวนการสืบสอบ หรือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E (Inquiry Cycle) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมารู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัด กิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย ใครรู้ อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจแล้ว ผู้เรียนจะมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสารสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง(simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปรายร่วมกัน พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

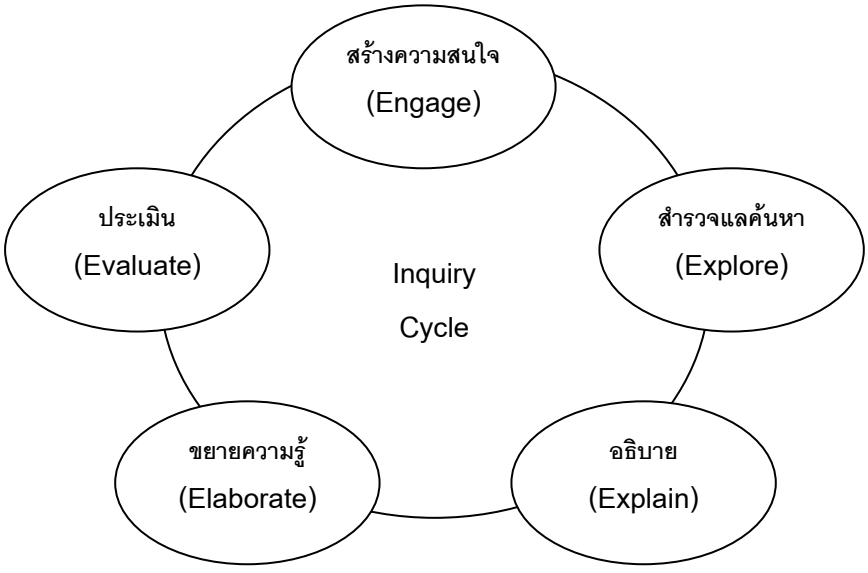
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ดังนี้

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงานอภิปรายประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ดำเนินการเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง แสดงในภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 4 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) หรือ 5E

อย่างไรก็ตามการที่เรียกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการสืบเสาะหาความรู้เป็นภาษาอังกฤษว่า Inquiry Cycle หรือวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้นั้นสืบเนื่องมาจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เมื่อสิ้นสุดการประเมินแล้วครูและนักเรียนก็สามารถเข้าสู่วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ได้ต่อไป เหตุผลเพราะในชีวิตจริงมีเรื่องราวหรือสิ่งที่ชวนสงสัยน่าศึกษาต่อเนื่องตลอดเวลาไม่สิ้นสุดหากทั้งครูและนักเรียนมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จึงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องไป

อีกประการหนึ่ง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ แม้ดำเนินขั้นตอนไปยังไม่ครบวัฏจักรก็สามารถขึ้นต้นวัฏจักรใหม่เพื่อสืบเสาะเรื่องใหม่ซ้อนอยู่ในวัฏจักรเดิมได้อีก เช่น เมื่อครูจัดกิจกรรมอยู่ในขั้นขยายความรู้ ครูไม่ใช้วิธีการบรรยาย แต่ครูต้องการจัดกิจกรรมอื่นแทน ดังนั้นครูอาจสร้างความสนใจเพื่อให้นักเรียนสงสัยต่อแล้วสำรวจและค้นหาเพิ่มเติมต่อไป

จากคำอธิบายของนักการศึกษาหลายๆ ท่าน เกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบสามารถแบ่งได้ตามแนวคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบของ Roger Bybee (2006) นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นของการอธิบายจะให้ความสำคัญกับความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์หรือกิจกรรมในขั้นของการสร้างความสนใจและขั้นของการสำรวจ ซึ่งนักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมต่างๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจ สอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึก นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความเข้าใจ ความสามารถ และความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

2.5 บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน บุคคลที่มีบทบาทสำคัญก็คือครูผู้สอน ดังนั้น เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ครูผู้สอนควรจะมีบทบาทต่าง ๆ ดังนักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

เสริมศรี ลักษณศิริ (2540: 243) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบดังนี้

1. ครูควรฝึกให้เด็กคิด สังเกต หาเหตุผล ค้นคว้า ทดลอง พิสูจน์ และแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญอีกอย่างคือการจัดบรรยากาศในการเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้เด็กคิด ค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปราย

2. อาจเป็นได้ทั้งการสอนแบบอุปมานและอนุมาน ขึ้นอยู่กับเวลาสถานการณ์ ข้อมูลที่มีอยู่หรือตัวปัญหานั้น แต่ส่วนใหญ่มักจะเป็นแบบอุปมาน

3. ต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการที่ดึงความสนใจ ซึ่งอาจทำได้หลายทาง คือ

3.1 ช่วยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมเต็มที่ทำให้ประสบการณ์ที่มีอยู่มีความหมายมากกว่าเดิมแม้เรียนได้น้อยกว่าก็จริง แต่เรียนรู้ได้มากกว่าและมีค่ามากกว่า

3.2 ทักษะในการเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหาจะคงอยู่โดยไม่ลืมได้ง่ายเพราะสอนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.3 สามารถนำทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเองไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างดี

3.4 ส่วนหนึ่งของหลักสูตรที่เรียนไม่จบสามารถให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองได้

กาญจนา บุญส่ง (2542: 68) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบดังนี้

1. ครูควรเป็นผู้ป้อนคำถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูผู้สอนจะต้องรู้จักป้อนคำถามจะต้องรู้ว่าถามอย่างไร นักเรียนจึงเกิดความคิด

2. ครูควรให้นักเรียนทั้งชั้นอภิปรายวางแผนแก้ปัญหากำหนดวิธีแก้ปัญหาเอง

3. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ ครูผู้สอนกับนักเรียนอาจร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

สมคิด สร้อยน้ำ (2542: 176) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ครูผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะแนวทางคอยช่วยเหลือนักเรียนในการสร้างสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

2. ครูจะต้องส่งเสริมนักเรียนให้รู้จักคิดค้นหาความจริงและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. ใช้คำถามและคำตอบเป็นสื่อสำคัญในการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนคิดเป็นทำเป็น และแก้ปัญหาได้

4. ครูจะต้องมีทักษะในการถาม เช่น จะต้องรู้ว่าถามอย่างไรนักเรียนจึงจะเกิดความรู้ความจำ ความคิด หรือความเข้าใจเป็นต้น

5. ครูต้องให้เวลานักเรียนในการคิดหาคำตอบ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ และให้โอกาส นักเรียนได้คิดด้วยตนเองให้มากที่สุดไม่ใช่ช่วยนักเรียนตอบเสียเอง

6. ครูจะต้องจัดสถานการณ์แวดล้อมยั่วยุนักเรียนให้อยากเรียน โดยการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียน ไม่ใช่เป็นการบีบบังคับซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

จากการศึกษาบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบสอบสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบสอบ มีดังนี้

1. ครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ของปัญหาที่เป็นรูปธรรม เพื่อยั่วยุให้นักเรียนเกิดความสงสัยและสนใจอยากที่จะค้นหาคำตอบของปัญหา

2. ครูเป็นผู้ป้อนคำถาม เพื่อชี้แนะให้นักเรียนเกิดความคิดในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหา

3. ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดจนการวางแผน กำหนดวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. ครูต้องมีทักษะในการใช้คำถาม เพื่อถามให้นักเรียนเกิดความรู้ ความจำ ความคิด หรือความเข้าใจ

5. ครูต้องคอยแนะนำ และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดความคิด ในการค้นหาคำตอบและการแก้ปัญหา

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบ

วิธีสอนที่มีอยู่มากมายอาจมีข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละวิธีสอน ที่แตกต่างกันไปในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีสอนที่ครูผู้สอนก่อนจะนำไปใช้นั้นควรจะศึกษาถึง ข้อดีหรือข้อจำกัดให้ดีเพื่อจะช่วยให้การแก้ปัญหานั้น ตรงกับสาเหตุของปัญหาดังนั้นนักการศึกษาหลาย ๆท่านจึงกล่าวไว้ดังนี้

2.6.1 ข้อดีของกระบวนการสืบสอบ

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2540: 163) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบมีดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่
2. มีแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา
3. ได้ฝึกการคิดและการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ทำให้การเรียนรู้เกิดความคงทนและสามารถถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
5. นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน
6. นักเรียนจะมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
7. นักเรียนจะเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้นกว่าเดิม

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 142) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบมีดังนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่ามีความหมายสำหรับนักเรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
3. เป็นวิธีการที่ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระมีชีวิตชีวาและสนุกสนานกับการเรียนรู้
4. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิธีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบ มีดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่พัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนโดยการตั้งคำถาม เช่น

1.1 คำถามที่ง่าย ๆ ที่ได้จากการสังเกต

1.2 คำถามที่คิด วิเคราะห์ ใช้เหตุผลในการอธิบาย

1.3 คำถามที่ทำให้เกิดการบูรณาการจากความรู้เดิมกับข้อมูลใหม่เพื่อออกแบบวิธีศึกษาค้นคว้าหาคำตอบและเพื่อใช้ในการสรุป

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลาโดยเป็นผู้คิดและตอบคำถาม หรือฝึกตั้งคำถามในกระบวนการเรียนรู้

3. ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกเป็นผู้นำในการแก้ปัญหา

4. ส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตยเนื่องจากผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนตั้งคำถามและถือว่าคำถามของนักเรียนมีคุณค่า

5. นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจที่ได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

6. นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่

สรุปได้ว่ากระบวนการสืบสอบมีข้อดีดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ และได้เรียนรู้วิธีค้นหาความรู้และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดเวลา โดยเป็นผู้คิดและตอบคำถาม หรือฝึกตั้งคำถามในกระบวนการเรียนรู้มีแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา

3. ส่งเสริมให้นักเรียนกล้าแสดงออกเป็นผู้นำในการแก้ปัญหา

4. ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริงได้

2.6.2 **ข้อจำกัดของกระบวนการสืบสอบ**

บัญญัติ ชำนาญกิจ (2540: 163) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการสอนครั้งหนึ่ง ๆ

2. ถ้าสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่น่าสนใจจะทำให้เบื่อหน่ายและไม่อยากเรียนโดยวิธีนี้

3. ถ้าครูควบคุมพฤติกรรมในห้องเรียนมากเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบสอบด้วยตนเอง

4. ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาและเนื้อหาวิชา อาจจะทำให้ไม่อาจจะหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างเท่าที่ควร

5. นักเรียนที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจตอบคำถามต่าง ๆ ได้โดยไม่ประสบผลสำเร็จจากการเรียนด้วยวิธีนี้

6. โอกาสที่จะทำให้ใช้การสอนแบบสืบสอบอยู่เสมอ ๆ ทำให้ ความสนใจศึกษาค้นคว้าลดลง

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 142) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด

2. ถ้าปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เร้าใจหรือไม่น่าสนใจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

4. ครูผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบไว้ดังนี้

1. ถ้าครูผู้สอนขาดทักษะในการตั้งคำถาม อาจทำให้การสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสอบไม่เกิดประสิทธิภาพตามจุดประสงค์

2. ครูผู้สอนต้องคิดคำถามมาล่วงหน้าก่อนดำเนินการสอน มิเช่นนั้นอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการสืบสวนเพื่อหาคำตอบของผู้เรียนได้

3. ต้องจัดสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะใช้ดำเนินการสืบสอบให้ครบถ้วน

4. ครูผู้สอนจะต้องใจกว้าง ยอมรับฟังคำถามและความคิดเห็นของนักเรียน

5. ครูผู้สอนควรเป็นผู้ที่มีความสามารถในการให้คำแนะนำหรือส่งเสริมกำลังใจให้นักเรียนเกิดความคิดสืบสอบหาคำตอบด้วยตนเอง

สรุปได้ว่ากระบวนการสืบสอบมีข้อจำกัดดังนี้

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้งบางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด นักเรียนไม่รู้วิธีการค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง

2. ถ้าครูผู้สอนขาดทักษะในการตั้งคำถามจะทำการสอนโดยวิธีแบบสืบสอบไม่เกิดประสิทธิภาพตามจุดประสงค์

3. ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาและเนื้อหาวิชาอาจจะทำให้ไม่อาจจะหาความรู้ด้วยตนเองได้กว้างเท่าที่ควรครูผู้สอนจะต้องใจกว้างยอมรับฟังคำถาม ความคิดเห็นของนักเรียน

4. นักเรียนไม่เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตจริงได้

2.7 **คำถามตามแนวสืบสอบ**

สิ่งที่สำคัญของการสอนแบบสืบสอบนี้ คือ การใช้คำถาม ครูผู้สอนต้องฝึกทักษะการตั้งคำถามจนเกิดความชำนาญ จึงจะทำให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะสืบสอบหาคำตอบ และสร้างความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง โดยจะแบ่งตามประเภท และความสำคัญของการใช้คำถาม ดังนี้

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2545: 196) จำแนกการใช้คำถามในการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนตอบโดยใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้และตอบปัญหาหรือเป็นการรวบรวมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและ แก้ปัญหา

2. คำถามนำไปสู่การอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้เหตุผลประกอบกับข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมจากการสังเกตข้อมูลและจากความรู้เดิม ซึ่งเป็นคำถามที่ส่งเสริมนักเรียนให้เกิดทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป รวมทั้งทักษะในการสื่อความหมาย มักจะใช้คำว่า “เหตุใด” “อย่างไร”

3. คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ช่วยให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบหรือทำนายคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และความรู้เดิมที่มีอยู่คาดคะเนหรือทำนายคำตอบล่วงหน้ามักใช้คำว่า “ถ้า”

4. คำถามที่นำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือออกแบบการทดลองเป็นคำถามที่ให้ผู้เรียนอธิบายเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการศึกษาหาความรู้ ส่วนใหญ่มักใช้คำว่า“เหตุใด” “ทำไม” “อย่างไร”

5. คำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำกฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ไปใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ใหม่ เป็นคำถามที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

วีระยุทธ วิเชียรโชติ 2521 (อ้างถึงในสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2545: 137) จำแนกการใช้คำถาม ในการสืบสอบ โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คำถามประเภทสังกัปแนวหน้า (สน) มักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายคำว่า“เกี่ยวข้องอย่างไร” สิ่งนี้หรือความรู้ข้อนี้เกี่ยวข้องกันอย่างไร” ซึ่งเป็นคำถามที่มุ่งดึงประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ใหม่ หรือคำถามที่ว่า “ความรู้ข้อนี้มีอะไรเป็นพื้นฐาน” ซึ่งเป็นคำถามที่อาจจะนำไปสู่การสำรวจว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ และถ้าหากพบว่า นักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานสำหรับที่จะเรียนรู้ความรู้สูงขึ้นต่อไป ครูก็อาจจะใช้คำถามให้ นักเรียนค้นพบสังกัปและหลักการใหม่ ๆ ที่จำเป็นสำหรับเป็นบันไดขั้นต้นในการที่จะก้าวขึ้นไป สู่ความรู้ขั้นสูงต่อไป

2. คำถามประเภทสังเกตมักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วยคำว่า “อะไร” “ใคร” “ที่ไหน” “อย่างไร” เป็นคำถามที่ผู้เรียนใช้สำรวจสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการของปรากฏการณ์ต่าง ๆ มักจะเป็นคำถามเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ลักษณะคุณสมบัติ ธรรมชาติ โครงสร้าง และกระบวนการ เหตุการณ์ของสิ่งต่าง ๆ คำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายประโยคด้วยคำว่า “อะไร”

3. คำถามประเภทอธิบาย มักจะขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “เพราะเหตุใด” “อะไรคือสาเหตุ” “เหตุใด” “หรือ” “อะไรเป็นเหตุปัจจัย” คำถามประเภทอธิบายเป็นคำถามที่แสวงหาสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

4. คำถามประเภททำนาย มักจะขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “ถ้า” “หาก” “แม้นว่า” และ ลงท้ายประโยคด้วย “ใช่ไหม” “หรือ” “อะไรจะเกิดขึ้นบ้าง” คำถามประเภทนี้เป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าและมักจะเป็นคำถามในรูปของสมมติฐานเชิงทำนายผลในเมื่อเราแปรเปลี่ยนเหตุในอีกความหมายหนึ่ง คำถามประเภททำนายนี้ใช้ในโอกาสที่เรานำกฎที่ค้นพบมาเป็นแนวทางในการทำนายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ

5. คำถามประเภทควบคุมความคิดสร้างสรรค์มักจะลงท้ายด้วยคำว่า “ได้อย่างไร” ”ได้หรือไม่” คำถามประเภทนี้มักเป็นคำถามในกรณีเรานำเอาหลักการ และกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งอาจจะกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นคำถามแบบประยุกต์วิทยาที่มุ่งจะควบคุมตัวสาเหตุเพื่อให้เกิดผลตามที่เราต้องการ และเป็นคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาในลักษณะริเริ่มสร้างสรรค์

จากคำถามตามแนวสืบสอบ สรุปได้ว่า สามารถจำแนกการใช้คำถามในการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 5 ประเภท คือ คำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต คำถามนำไปสู่การอธิบาย คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน คำถามที่นำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้า และคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้

2.8 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ในกระบวนการสืบสอบ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการสืบสอบ สมบัติ การจนารักพงศ์ และคณะ (2549) ได้เสนอแนะเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. เทคนิคที่เหมาะสำหรับขั้นสร้างความสนใจ

ครูสามารถใช้การเรียนแบบร่วมมือ เทคนิคต่างๆมาใช้ในขั้นสร้างความสนใจได้ เช่น

เล่าเรื่องรอบวง ร่วมกันคิด รวมหัวคิด ความเหมือน-ความต่าง จัดประเภท

2. เทคนิคที่เหมาะสำหรับขั้นสำรวจและค้นหา

ครูสามารถใช้การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคต่างๆ ผนวกกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้สำรวจและค้นหาเพื่อให้ได้ข้อมูล ความจริงที่นักเรียนยังไม่เคยรู้ แล้วนำมาวิเคราะห์อภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ในกลุ่มของตน เริ่มตั้งแต่การตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน การออกแบบ วางแผนการทดลอง หรือออกแบบ วางแผนการศึกษาหาข้อมูล ศึกษาและทดลองร่วมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์ อภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ในกลุ่มของตน ซึ่งครูอาจพบปัญหาเมื่อจัดนักเรียนให้ทำงานกลุ่ม ทดลองเป็นกลุ่ม หรือศึกษาเอกสารเป็นกลุ่ม จะมีนักเรียนที่เก่งเท่านั้นที่ทำกิจกรรมแต่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งนั่งดูเฉยๆไม่ช่วยทำกิจกรรมใดๆ ดังนั้น ครูผู้สอนควรคิดหาเทคนิคที่จะทำให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกัน ร่วมมือกันทำกิจกรรมกลุ่ม โดยใช้เทคนิคต่างๆ ดังนี้

ร่วมกันคิด	รวมหัวคิด	คู่ตรวจสอบ	ผู้ร่วมคิด	สองคู่คิด	จิ๊กซอว์
กลุ่มร่วมมือ	คู่อภิปราย	กลุ่มอภิปราย	สัมภาษณ์สามขั้น	เรียนรู้สู่กฎ	
จัดประเภท	จัดประเภทซ้ำ	ปรึกษากลุ่ม	ข้อเขียนกลุ่ม	สายใยความคิดกลุ่ม	
ค้นหา	ความเหมือน-ความต่าง	มุมประสบการณ์ตลาดนัดวิชาการ			
เกมคู่คิด	เกมคู่ใจ	กลุ่มร่วมเรียน	กลุ่มคู่ช่วยเรียน	เกมกลุ่มแข่งขัน	
การตั้งคำถามตามแนวของบลูม					

3. เทคนิคที่เหมาะสำหรับขั้นขยายความรู้

ครูสามารถใช้เทคนิคเดียวกันกับขั้นสำรวจและค้นหาไม่จำเป็นต้องใช้การบรรยายเพียงอย่างเดียว ซึ่งการใช้เทคนิคที่น่าสนใจจะทำให้การขยายความรู้น่าสนใจ สนุกสนาน และคาด

เดาไม่ได้ ทำให้การเรียนการสอนตื่นเต้นเร้าใจ ได้ฝึกคิดร่วมกัน จากการที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกันจากการปฏิบัติจริง

4. เทคนิคที่เหมาะสำหรับขั้นประเมิน

ในขั้นนี้นอกจากจะใช้คำถามประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแล้ว สามารถใช้การเรียนแบบร่วมมือเทคนิคต่างๆเพื่อให้เกิดความน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อ หรือเกิดความสนุกสนาน นักเรียนได้ฝึกคิดร่วมกันกับเพื่อนได้เช่นเดียวกับขั้นตอนอื่นๆ เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่สามารถนำมาใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่

การเขียนรอบโต๊ะ	เล่าเรื่องรอบวง	จัดประเภท	จัดประเภทซ้ำ	สายใยความคิดกลุ่ม
ความเหมือน-ความต่าง	เกมคู่คิด	เกมคู่ใจ	เกมกลุ่มแข่งขัน	การตั้งคำถามตามแนว

2.9 บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

อารี พันธ์มณี (2540) กล่าวว่า องค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูจะเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง และเติมสีสันให้กับบรรยากาศการเรียนการสอนให้เป็นไปในรูปแบบต่าง ๆ กัน บรรยากาศการเรียนการสอนที่เป็นอิสระ ท้าทาย ตื่นเต้น ปลอดภัยเป็นประชาธิปไตย ผู้สอนให้ความอบอุ่นทั้งทางกายและจิตใจ สร้างความรู้สึกไว้วางใจให้กับผู้เรียน ผู้เรียนได้รับความเข้าใจเป็นมิตร เอื้ออาทร ห่วงใย ตลอดจนให้ ความดูแล ช่วยเหลือ จะทำให้ผู้เรียนมีความกล้าและอยากเรียนรู้มากขึ้น บรรยากาศการเรียนการสอนที่มีการยอมรับ มองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ มีคุณค่า และสามารถเรียนได้ ผู้สอนควรแสดงความรู้สึกการยอมรับผู้เรียนอย่างจริงใจ กระตุ้นผู้เรียนให้ยอมรับกันเองและเชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสารและบทความต่างๆ สรุปได้ว่า บรรยากาศการเรียนการสอนแบบสืบสอบที่เอื้อต่อการพัฒนากระบวนการคิด ควรมีลักษณะดังนี้

1. บรรยากาศภายในห้องเรียน

1.1 เป็นบรรยากาศการโต้ตอบกันระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ สมเหตุสมผล

1.2 เป็นบรรยากาศที่นักเรียนรู้สึกอบอุ่นใจ ปลอดภัย ปราศจากการตำหนิ วิพากษ์ วิจารณ์ความคิด ไม่มีการตัดสินว่าถูกหรือผิด

1.3 บรรยากาศตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อให้การเรียนรู้เป็นแบบสร้างสรรค์และอิสระ

1.4 นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม

2. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน

2.1 ครูเป็นกัลยาณมิตรกับนักเรียน เป็นกันเอง ให้กำลังใจแก่นักเรียน

2.2 ครูใจกว้าง ให้นักเรียนโต้แย้งได้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน

2.3 ครูให้คำปรึกษา ชี้แนะ และช่วยเหลือนักเรียน

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

3.1 ร่วมมือร่วมใจในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน ถ้อยทีถ้อยอาศัย

3.2 อภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันและโต้แย้งกันอย่างสร้างสรรค์

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มีบรรยากาศในการเรียนการสอนทั่วไป และปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียน และนักเรียนกับนักเรียน ดังแสดงตามตารางที่ 1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 1 บรรยากาศในการเรียนการสอนแบบสืบสอบ

บรรยากาศการเรียนการสอนทั่วไป	**ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน**	**ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน**
1. ไม่เครียด 2. สนุก 3. ไม่สับสน 4. นักเรียนคิดอย่างอิสระ 5. นักเรียนสนใจ กระตือรือร้นเข้าร่วมกิจกรรม	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน 2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส 3. ครูติชมนักเรียนอย่างสร้างสรรค์ 4. ครูให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือนักเรียน 5. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	1. ร่วมมือในการทำกิจกรรม ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน 2. อภิปรายแสดงความคิดเห็นร่วมกัน 3. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

จากการศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สรุปได้ว่า เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมที่ยึดผู้เรียนเป็นความสำคัญสอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 โดยผู้เรียนมีโอกาสได้แสดงบทบาทของตนอย่างเต็มที่ในการแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ซึ่งการดำเนินกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพนั้นผู้สอนต้องเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเอง และดำเนินกิจกรรมให้ครบวงจรอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนทั้งในด้านทักษะกระบวนการที่จำเป็นและความรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

Wilson (1971: 643 – 696) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

Good (1973: 7) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง การเข้าถึงความรู้ (Knowledge Attained) หรือพัฒนาทักษะในการเรียนซึ่งอาจจะพิจารณาจากคะแนนทดสอบที่กำหนดให้ หรืองานที่ครูผู้สอนมอบหมายให้ทำ หรือ พิจารณาทั้งสองอย่าง

Eysenck (1981: 29) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่อาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต การตรวจการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียน ซึ่งอาศัยวิธีการที่ซับซ้อน หรืออาจได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่ Wilson (1971 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์

3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ วิธีการวัดผลและเครื่องมือที่ใช้นั้นมีหลายชนิด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบซึ่งจะขอนำเสนอดังนี้

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2536: 146 – 147) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น แบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่ได้เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถามให้นักเรียนตอบหรือให้นักเรียนปฏิบัติจริง

สมนึก ภัททิยธนี (2537: 45) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

ภัทรา นิคมนนท์ (2540: 62) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วเพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงไร

บรรพต สุวรรณประเสริฐ (2544: 124) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียนในส่วนที่เป็นมโนมติทั้งหลายในเนื้อหา แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์จะเป็นแบบทดสอบที่แสดงให้เห็นความสามารถของผู้เรียน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็น แบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าของนักเรียนในเรื่องที่นักเรียนได้เรียนไปแล้ว มักจะใช้เป็นคำถามให้นักเรียนตอบหรือให้นักเรียนปฏิบัติจริง เพื่อต้องการวัดความสามารถของนักเรียน

แบบทดสอบเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่นิยมใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งจะใช้วัดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งจะเรียกแบบทดสอบนั้นว่าแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ตามที่ Wilson (อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน 2538:

60 – 75) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัย ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยอิงลำดับขั้นพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามกรอบแนวคิด
ของบลูม (Blooms Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) เป็นการวัดทักษะเกี่ยวกับการคิดคำนวณ พฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of specific facts) เป็นการถามเพื่อจะวัดความรู้ ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมารวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนจะต้องนำมาใช้

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of terminology) เป็นการถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to carry out algorithms) เป็นการวัดความสามารถของผู้เรียนในการนำสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้โดยใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้วข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่ายคล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นการวัดความสามารถในการนำความรู้ที่รู้มาแล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ (Knowledge of concept) หมายถึงความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าในของตนเอง นำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of princples and generalization) ความสามารถในการเอาหลักการกฎ และ ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหา จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็น ส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และ นิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability of transsform problem elements from one mode to another) เป็นความสามารถ ในการเปลี่ยนข้อความกำหนดให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการในขั้นนี้ไม่ได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบ

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามผล (Ability to follow aline of reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน (Deductive format) ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์ จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a mathematics problem) เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟ หรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการ หรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เคยเรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้สำเร็จ ซึ่งโจทย์ปัญหาที่ใช้ต้องไม่ใช่โจทย์ที่อยู่ในแบบฝึกหัด การวัดพฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาธรรมดา (Ability to solve routine problems) เป็นการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้ว โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to solve comparisons) เป็นความสามารถในการตัดสินใจค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหา อาจจะต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (ability to recognize patterns isomorphisms and symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และ การระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่
กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิธีที่

เรียนแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหาพฤติกรรมในระดับนี้ถือว่า เป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to solve nonrogtine problems) เป็นความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วสำรวจดูว่า รู้อะไรบ้างแล้วในแต่ละตอน รวมทั้งการเขียนสัญลักษณ์ใหม่ เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาในลักษณะนี้จะเป็นการแก้ปัญหาสถานการณ์ด้วย จึงต้องหาวิธีการใหม่ ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียน พิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่งยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลง่าย ๆ การพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to formulate and validate generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง และ แบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูผู้สอนต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาที่สอน ซึ่งผูกพันหรือใกล้ชิดกับข้อสอบที่ครูสร้างขึ้นอยู่แล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงกล่าวถึงรายละเอียดเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ประเภทที่ครูสร้างขึ้น โดยได้มีนักการศึกษาได้แบ่งข้อสอบที่นิยมใช้ออกเป็น 6 แบบ คือ ข้อสอบแบบความเรียงหรือเขียนตอบ ข้อสอบแบบกาถูก – ผิด ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบ

แบบเลือกตอบ ซึ่งข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่ผู้วิจัยสนใจในการนำมาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีนักการศึกษากล่าวถึง ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2537: 63 - 84) กล่าวว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นคำถามที่ประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม กับตอนเลือกในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเดียวจาก ตัวลวงอื่น ๆ

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ (2539: 93 – 108) กล่าวว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันมากกว่าแบบทดสอบ ปรนัยแบบอื่น ข้อสอบประเภทนี้มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือ ตอนนำหรือตัวคำถาม และตัวเลือก ซึ่งแบ่งออกเป็น ตัวถูก และตัวลวง

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง และ แบบทดสอบมาตรฐาน

3.4 **หลักการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ**

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเลือกใช้เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยสร้างเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ซึ่งเป็นข้อสอบที่กำหนดคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้ตอบเพียงแต่เลือกเดา คำตอบที่เห็นว่าถูกต้องมาตอบเท่านั้น ส่วนประกอบของแบบทดสอบ ได้แก่ ตัวคำถามกับตัวเลือก ซึ่งมีทั้งตัวเลือกที่ถูก (Key) กับตัวเลือกที่เป็นตัวลวง (Foils หรือ Distractors) วิธีสร้างข้อสอบจึงมีปัญหาอยู่ที่การเขียนคำถามและตัวเลือกให้มีคุณภาพดี

สมนึก ภัททิยธนี (2537: 63 - 84) ได้กล่าวถึงหลักและข้อแนะนำในการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ดังนี้

1. คำถามต้องชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจว่าต้องการถามอะไร
2. พยายามใช้ตัวเลือกสั้น ๆ โดยตัดคำที่ไม่จำเป็นออก
3. อย่าให้มีรายละเอียด ในตัวคำถามมากเกินไปเพราะอาจเป็นการแนะคำตอบ
4. ต้องมั่นใจว่าคำถามแต่ละข้อมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว
5. พยายามใช้คำถามที่วัดสมองขั้นลึก ๆ เช่น ถามความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์

6. ระวังการใช้ตัวเลือก “ไม่มีข้อใดถูก” หรือ ”ถูกทุกข้อ” ถ้าจะใช้ก็ให้ใช้อย่างเหมาะสม เช่นกรณีที่หาตัวเลือกอื่นไม่ได้อีกแล้ว

7. ถ้าจะใช้คำถามปฏิเสธ ควรแสดงให้เห็นชัดว่าเป็นคำถามปฏิเสธโดยการขีดเส้นใต้หรือใช้ตัวพิมพ์หนา แสดงข้อความที่แสดงคำถามปฏิเสธ

8. ตัวเลือกที่ถูกควรมีความยาวใกล้เคียงกับตัวเลือกอื่น

9. ตัวเลือกที่เป็นตัวถูกและผิด ต้องถูกผิดในแง่ความหมายไม่ใช่ ถูกผิดในแง่การใช้ภาษา

10. ตัวเลือกแต่ละตัวควรให้เป็นอิสระขาดจากกัน กล่าวคือไม่ควรกล่าวถึงกันไม่ควรให้ตัวเลือกตัวหนึ่งคลุมตัวเลือกอื่น ๆ

11. การวางตำแหน่งตัวถูกควรกระจายกันออกไป ไม่ควรอยู่ซ้ำกันหรือเรียงกันอย่างมีระบบ ทางที่ดีควรเรียงตามลำดับความยาว ให้ตัวเลือกที่มีความยาวน้อยสุดเป็นข้อ ก.

12. ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงต้องมีเหตุผลที่จะใช้เป็นตัวลวงไม่ใช่ผิดจนเห็นได้ชัดเจน

13. ควรเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลข

14. ถ้าใช้รูปภาพประกอบคำถามยิ่งดี

15. ข้อหนึ่งควรให้มีตัวเลือก 4 – 5 ตัวเลือก

16. อย่าให้คำถามข้อแรก ๆ แนะคำตอบข้อหลัง

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.1 ความเป็นมาของการให้เหตุผล

นักปรัชญาให้ความสำคัญของการให้เหตุผลมากเป็นพิเศษเพราะถือว่าเป็นเครื่องมือสำคัญในการแสวงหาความรู้ของมนุษย์ อริสโตเติล (Aristotle 384-322 B.C) นักปรัชญาคนสำคัญ ชาวกรีกโบราณได้นิยามว่า “มนุษย์ คือ สัตว์ที่มีเหตุผล” (Man is rational animal) มนุษย์รู้จักใช้เหตุผลตั้งแต่เริ่มเป็นมนุษย์ และกิจกรรมการให้เหตุผลนี้เองที่ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้สูงกว่าสัตว์ชนิดใดในโลก อริสโตเติลได้เขียนหนังสือแสดงหลักเกณฑ์ในการพิจารณาความถูกต้องของการให้เหตุผลโดยให้ชื่อหนังสือเล่มนี้ว่า Organum ซึ่งแปลว่าเครื่องมือ เพราะเขาเชื่อว่าเหตุผลเป็นเครื่องมือแสวงหาความจริงของมนุษย์ หลักเกณฑ์การให้เหตุผลที่อริสโตเติลแสดงไว้ในหนังสือเล่มนี้คือ การอ้างเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) ซึ่งมีอิทธิพลแผ่คลุมโลกตะวันตกในสมัยนั้นและต่อมาถึงสมัยกลางจนกระทั่งถึงสมัยใหม่เมื่อประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 16 ซึ่งนับว่าเป็นระยะเวลาที่ยาวนานมากถึงเกือบ 2000 ปี

ในคริสต์ศตวรรษที่ 16 นักปราชญ์ชาวอังกฤษคนหนึ่ง ชื่อ Francis Bacon

(1561-1626) ได้หันเหความสนใจไปสู่การอ้างเหตุผลอีกแบบหนึ่ง คือ การอ้างเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เขาเขียนหนังสือ ชื่อ Novum Organum ซึ่งแปลว่า เครื่องมือใหม่ เพราะเขาเห็นว่าวิธีการอุปนัยนี้จะเป็นเครื่องมือใหม่ของมนุษย์ในการแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ความคิดของเบคอนได้รับอิทธิพลจากวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งสมัยนั้นกำลังประสบความสำเร็จและได้รับความสนใจอย่างมาก เขาเห็นว่าการอ้างเหตุผลแบบนิรนัยนั้นมีจุดอ่อนตรงที่เป็นลักษณะการอ้างเหตุผลที่วกวนเหมือนกับพายเรือในอ่าง ไม่ก่อให้เกิดความรู้ใหม่จึงไม่มีประโยชน์ ความรู้ที่แท้จริงของมนุษย์จึงน่าจะได้มาด้วยวิธีการอุปนัยมากกว่า การอ้างเหตุผลแบบอุปนัยของเบคอนได้รับการจัดให้เข้ารูปสมบูรณ์ขึ้นโดย John Stuart Mill (1806-1873) เกิดเป็นวิธีอุปนัยที่มีชื่อเรียกว่า วิธีการของมิลล์ (Mill's methods) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย

Bertrand Russell (1872-1970) กับ Alfred Whitehead (1861-1947) ได้ร่วมกันเขียนหนังสือ ชื่อ Principia Mathematica ซึ่งถือกันว่าเป็นแม่บทของตรรกวิทยาแนวใหม่ที่เรียกว่าตรรกวิทยาสัญลักษณ์ (Symbolic Logic) เป็นการผสมผสานกฎเกณฑ์ของตรรกวิทยานิรนัยกับกฎเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของความคิดที่เป็นระบบโดยเน้นที่โครงสร้างหรือรูปแบบเป็นหลักจึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Formal Logic ในขณะเดียวกันได้มีการศึกษาตรรกวิทยาอีกแนวหนึ่งที่เรียกว่า Informal Logic หรือ Critical Reasoning ที่ไม่ยึดถือแบบแผนมากนักแต่จะเป็นตรรกวิทยาเชิงปฏิบัติคือ ให้ความสำคัญกับการนำกฎเกณฑ์ทางตรรกวิทยามาใช้ได้จริงในการวิเคราะห์การอ้างเหตุผลในชีวิตประจำวัน

4.2 ความหมายและความสำคัญของการให้เหตุผล

Hilgarg (1967: 336) ได้ให้ทัศนะว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง ซึ่งเป็นกระบวนการการใช้สัญลักษณ์ซึ่งแทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่างๆ มาสร้างเป็นความคิดรวบยอด

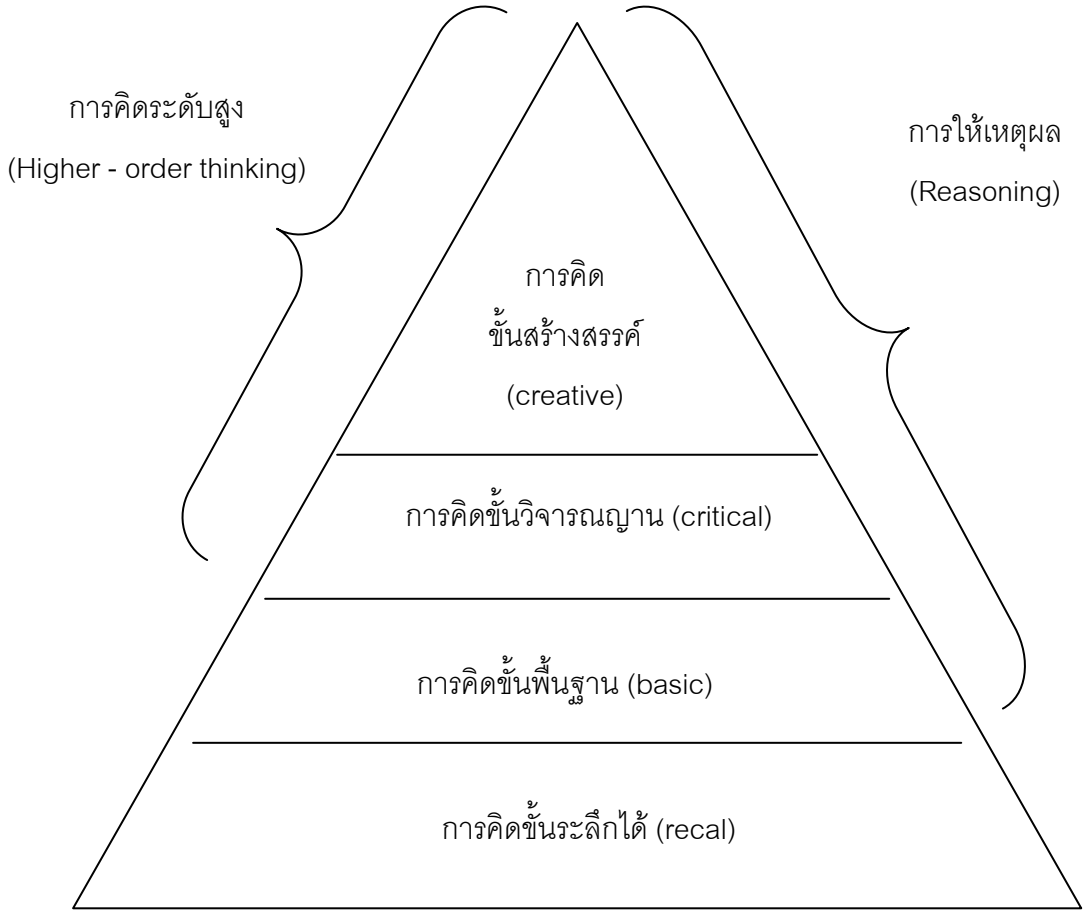
O'Daffer (1990: 378) ได้ให้ทรรศนะเกี่ยวกับ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทำนองเดียวกันกับ Krulik & Rudnick คือมองว่าการให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์เช่นกัน และเป็นการคิดที่เกี่ยวกับการสร้างหลักการ การสรุปแนวคิดที่สมเหตุสมผล และการหาความสัมพันธ์ของแนวคิด

Greenwood (1993: 144) ได้กล่าวถึง การคิดทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความสามารถในการเข้าใจแบบรูป หาสถานการณ์ร่วมของปัญหา ระบุข้อผิดพลาด และสร้างยุทธวิธีใหม่ การคิดทางคณิตศาสตร์ทำให้เกิดวิธีการเชิงระบบสำหรับปัญหาเชิงปริมาณที่เป็นผลของการเรียนรู้ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการเน้นการเรียนรู้มากกว่าการมุ่งเพียงผลลัพธ์หรือคำตอบ Greenwood ยังกล่าวย้ำว่าถ้าสนับสนุนจุดเน้นนี้ให้เกิดขึ้นในการเรียนคณิตศาสตร์จะเป็นน

ประโยชน์ไม่เพียงแต่การเรียนรู้ในเนื้อหาเท่านั้น แต่จะเกิดความสามารถในการคิดและให้เหตุผลในตัวนักเรียนด้วย

Krulik & Rudnick (1993: 3 – 5) ได้กล่าวว่า การคิด หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด โดยนักเรียนต้องสร้างข้อความคาดการณ์ หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ในสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผล อธิบายข้อสรุปและยืนยันข้อสรุปนั้น ซึ่งข้อสรุปก็คือแนวคิดหรือความรู้ใหม่ที่ได้รับ

Krulik & Rudnick ได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การคิดขั้นระลึกได้ (recall) การคิดขั้นพื้นฐาน (basic) การคิดขั้นวิจารณญาณ (critical) และการคิดขั้นสร้างสรรค์ (creative) ส่วนการให้เหตุผล Krulik & Rudnick (1993 : 3) มองว่าเป็นส่วนหนึ่งของการคิดที่เหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังภาพที่ 5 ต่อไปนี้



ภาพที่ 5 ลำดับขั้นของการคิด Krulik & Rudnick. (1993).

Krulik & Rudnick อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในภาพมิได้แยกขาดจากกันเลยที่เดียว แต่ละขั้นตอนอาจจะคาบเกี่ยวกันบ้าง จากแผนภาพดังกล่าวจะเห็นว่าการให้เหตุผลจะรวมถึงการคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ สำหรับการคิดขั้นวิเคราะห์และการคิดขั้นสร้างสรรค์ Krulik & Rudnick เรียกว่าเป็นการคิดระดับสูง (Higher – oder thinking)

นอกจากนี้ O'Daffer & Thornquist (1993: 43) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับความคิดทางคณิตศาสตร์ว่าหมายถึง การใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิดและแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น

คณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลนั้นมีความสัมพันธ์กัน สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000: 56) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้นจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งกำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับนักเรียนในระดับอนุบาลถึงเกรด 12 ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์
2. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

ชัชชัย คุ้มทวีพร (2534: 121) กล่าวว่า การใช้เหตุผล หมายถึง ลักษณะหนึ่งของการคิดที่พยายามอธิบายเหตุการณ์บางอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการใช้หลักฐานการสังเกตหรือข้อความต่าง ๆ ที่ได้รับการยอมรับ

ทิศนา แขมมณี (2542: 14) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงและพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริงโดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัยซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

จากความหมายของการคิด และความสัมพันธ์ระหว่างการคิดและการให้เหตุผล และคณิตศาสตร์กับการให้เหตุผลดังกล่าว รวมถึงมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์ สรุปเป็นความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่อย่างหลากหลายในการทำความเข้าใจแนวคิด ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด สร้างข้อสรุปหรือสนับสนุนข้อสรุปเกี่ยวกับแนวคิด และความสัมพันธ์ของแนวคิด ท้ายสุดคือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับแนวคิดนั้น

4.3 ลักษณะการให้เหตุผล

การให้เหตุผลเป็นธรรมชาติของคณิตศาสตร์ เนื่องจาก คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล การพัฒนาทักษะการให้เหตุผล วิธีหนึ่งที่สำคัญ คือ การใช้คำถาม ผู้สอนต้องรู้จักใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนให้เหตุผลในการตอบคำถาม การคิดเชิงเหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไปมี 2 ลักษณะ คือ การคิดเชิงเหตุผลแบบอุปนัยและการคิดเชิงเหตุผลแบบนิรนัย การคิดเชิงเหตุผลแบบอุปนัย เป็นการสร้างข้อสรุป จากการปฏิบัติหลายๆ กรณีหรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นการสรุปจากส่วนย่อยๆ ไปสู่ส่วนใหญ่ การคิดเชิงเหตุผลแบบนิรนัย เป็นไปในทางตรงข้าม คือ เป็นการสรุปจากส่วนใหญ่ไปสู่ส่วนย่อย

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2547: 23-24) กล่าวไว้ว่า เด็กสามารถให้เหตุผลได้เหมาะสมตามวัย ความรู้และประสบการณ์ การให้เหตุผลของเด็กเล็กมักเป็นไปตามสิ่งที่ตาเห็นหรือเป็นไปตามการรับรู้ ต่อมาจึงพัฒนาให้เป็นเหตุผลที่เป็นนามธรรมมากขึ้นเรื่อยๆ การให้เหตุผลของเด็กในระดับชั้นประถมศึกษามักเป็นเรื่องเกี่ยวกับแบบรูป การจำแนก ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการดำเนินการ การใช้สมบัติของจำนวน เป็นต้น เด็กควรต้องเรียนรู้การให้เหตุผลเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนัยทั่วไปได้ ครูจึงต้องยกตัวอย่างที่เป็นทั้งกรณีสนับสนุนและกรณีคัดค้านเพื่อให้เด็กไม่ด่วนสรุปจนเร็วเกินไป เด็กต้องเรียนรู้การพิจารณาสิ่งต่างๆ บนพื้นฐานของข้อมูล

อัมพร ม้าคนอง (2547: 97-98) กล่าวไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Reasoning) เป็นการโยงความสัมพันธ์เชิงตรรก (Logical Interconnections) ในทางคณิตศาสตร์ (Raimi, 2002) การให้เหตุผลมีความสำคัญมาก เนื่องจากในกระบวนการให้

เหตุผลผู้เรียนรู้ต้องใช้การคิดหลายทักษะ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดไตร่ตรอง คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง นอกจากนี้ ข้อมูลการให้เหตุผลของผู้เรียนยังมีความสำคัญโดยอาจทำให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในสิ่งต่อไปนี้

1. อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนมโนทัศน์เฉพาะใดๆ

2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งเหตุผล

3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging Ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียนเพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ

4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Structure) หรือประเภทของปัญหาที่จะเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน

5. จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

การฝึกให้ผู้เรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรทำในบริบททางคณิตศาสตร์ (Mathematics Contexts) เช่น ในขณะเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ ในขณะทำกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ มากกว่าจะเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญหรือให้เรียนรู้การให้เหตุผลเดี่ยวๆ แยกจากสิ่งอื่น โดยอาจทำในการสอนเนื้อหา มโนทัศน์ หรือการแก้ปัญหา หากเป็นการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรคำนึงถึงคำตอบสุดท้ายที่ถูกต้องเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับเหตุผลว่าทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น และคำตอบเหล่านั้นน่าจะถูกต้องหรือผิดเพราะเหตุใด การให้ผู้เรียนได้อธิบาย หรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือ ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ (NCTM, 1991) นักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านได้ให้แนวคิดไว้ว่า การที่ผู้เรียนได้คำตอบที่ถูกต้องแต่ใช้เหตุผลผิดเป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้คำตอบถูกต้องแล้ว ผู้สอนอาจไม่ได้ให้โอกาสผู้เรียนแสดงเหตุผล ซึ่งทำให้ทั้งผู้สอนและผู้เรียนไม่ทราบว่าที่ผิดนั้นผิดเพราะเหตุใด ดังนั้น สิ่งที่ดีกว่าการให้คำตอบถูกแต่เหตุผลผิดคือการได้คำตอบที่ผิด และสามารถค้นพบอย่างเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรผิดและผิดเพราะเหตุใด

4.4 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989: 81) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลว่า ในการสร้างข้อความคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนดจำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

O'Daffer (1990: 378) กล่าวว่ามีทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนอยู่ 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวกับสมาชิกบางสมาชิกในขอบเขตหนึ่ง ๆ เพื่อนำไปสู่กรณีทั่วไปหรือนำไปสู่สมาชิกทุกตัวในขอบเขตนั้น

2. การให้เหตุผลนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นการใช้ข้อความหรือแบบรูปที่เป็นจริงหรือสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

Baroody (1993: 2 – 61) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่ามี 3 ประเภทโดยเพิ่มการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้ (intuitive reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (insight) หรือเกิดจากลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ จึงตัดสินใจจากข้อมูลที่เห็นหรือจากความรู้สึกภายใน เหตุผลเชิงหยั่งรู้จึงเป็นเหตุผลที่วางอยู่บนสิ่งที่ปรากฏหรือข้อสมมติฐาน ซึ่งสิ่งที่ปรากฏอาจถูกหรือผิดก็ได้ ส่วนอีก 2 ประเภทคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับของ O'Daffer

เมื่อพิจารณาถึงความเกี่ยวข้องกันระหว่างการให้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท Baroody (1993: 2 – 59) กล่าวว่าในกระบวนการสืบค้นทางคณิตศาสตร์ มักเริ่มด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลเชิงหยั่งรู้หรือการให้เหตุผลแบบอุปนัยที่เรียกว่าการสร้างข้อความคาดการณ์โดยการพิสูจน์ซึ่งกันคือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย การให้เหตุผลแบบอุปนัยและการให้เหตุผลแบบนิรนัย

4.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า การคิดกับการให้เหตุผลมีส่วนสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ด้วยเหตุนี้ นักการศึกษาจึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยได้พยายามศึกษา ทดลองเพื่อหาว่า ทักษะการคิดอะไรที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล สอนอย่างไร จึงจะทำให้เกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้น ได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 แนวทาง คือ แนวทางการสอนเพื่อให้คิด (teaching for thinking) แนวทางการสอนการคิด (teaching of thinking) และแนวทางการสอนที่เกี่ยวกับการคิด (teaching about thinking) (Brandt, 1984: 3 อ้างถึงใน สมเดช บุญประจักษ์, 2540:39) โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

1. การสอนเพื่อให้คิด การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน

2. การสอนการคิด การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางในการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทาง ตามความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้างแนวทางการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง โดยรู้ว่าตนกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไรและไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด(metacognition) ของตนเอง แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้น โดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนได้เพื่อหาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุด

จากคำกล่าวที่ว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” (NCTM, 1989: 29) และการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ (Baroody. 1993: 2 – 25) เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลกที่เป็นจริง จำเป็นต้องจัดให้การให้เหตุผลแทรกอยู่ในทุกกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องใช้เวลาจากประสบการณ์ที่หลากหลาย ในการพัฒนาความสามารถในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลในสถานการณ์ที่กำหนดและประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น (NCTM, 1989: 81)

เนื่องจากความสามารถในการคิดและการให้เหตุผล เป็นความสามารถที่ต้องใช้การฝึกและฝึกจากประสบการณ์ที่หลากหลาย และควรได้รับการฝึกอย่างต่อเนื่อง จากบรรยากาศของชั้นเรียนที่สนับสนุนให้มีการอธิบายแลกเปลี่ยนความคิด ชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาร่วมกัน ดังนั้น ในการพัฒนาทักษะในการคิดและการให้เหตุผล ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมในการสืบค้น คาดการณ์ ค้นหาวิธีการพิสูจน์ สังเกตแบบรูป ชี้แจงเหตุผลของแนวคิด โดยการอธิบายแบบรูปแสดงด้วยภาพหรือแบบจำลองและตอบคำถามต่าง ๆ การสร้างข้อความคาดการณ์ การกำหนดแบบจำลอง (modeling) และการอธิบาย ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลเกี่ยวกับสถานการณ์(Lappan & Schram. 1989: 18 – 19)

นอกจากเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและแสดงพฤติกรรมที่เป็นการฝึกทักษะและพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลแล้ว Rowan & Morrow (1993: 16-18) ยังได้ให้ข้อคิดเกี่ยวกับบรรยากาศในชั้นเรียนว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ครูต้องจัดบรรยากาศที่แสดงให้นักเรียนเห็นว่า การให้เหตุผลเป็นสิ่งสำคัญกว่าการได้เพียงคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งบรรยากาศในชั้นเรียนต้องไม่ทำให้นักเรียนรู้สึกหวาดกลัว เป็นบรรยากาศที่สนับสนุนและส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิด ได้กระทำและสรุปพร้อมทั้งแสดงการยืนยันข้อสรุปของแนวคิดนั้น ๆ

สำหรับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล Guilford & Hoepfner (1971: 28– 32) ได้ให้ความเห็นว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำ และเป็นสิ่งที่สามารถฝึกได้โดยสอนควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับ สสวท. (2545: 194 – 195) ที่กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลว่า การฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้นสามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาวิชาของคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผล

2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตัวเอง

3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ บกพร่องอย่างไร

การเริ่มต้นที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และเกิดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ผู้สอนสังเกต

พฤติกรรมของผู้เรียนและคอยช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” เป็น พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้ว ผู้เรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ผู้เรียนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ ผู้สอนจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า ไม่ถูกต้อง แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่ผู้เรียนตอบมามีบางส่วนถูกต้อง ผู้เรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดควรเป็นปัญหาปลายเปิด (open – ended problem) ที่ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดเห็นหรือให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้

สามารถสรุปได้ว่า ในการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอธิบาย แลกเปลี่ยนความคิดชี้แจงเหตุผลและแก้ปัญหาร่วมกัน การคิดอย่างมีเหตุผลสามารถพัฒนาได้โดยใช้กิจกรรมที่เป็นการผสมผสานการฝึกการคิดและให้เหตุผลควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิชาตามปกติ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

Norval (1976) ได้ศึกษาบทบาทของการสอนคณิตศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีสอนปรับปรุงมาจากวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวนของซัชแมนโดย มีนักเรียนเกรด 5 ในเมืองดีทรอยด์ เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลอง มีความสามารถคิดวิเคราะห์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีการคิดแบบสรุปอ้างอิงสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Davis (1979: 4164 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทางกับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมปลาย จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีการแนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Yore (1984: 745-753) ได้ศึกษาผลของระดับพัฒนาการทางสติปัญญาและอายุของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสืบสอบในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ 2 วิธี คือ แบบอุปนัยอย่างมีโครงสร้างและกึ่งนิรนัย ผลการวิจัยพบว่า ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนมีผลต่อการใช้กลวิธีสืบสอบแบบกึ่งนิรนัยมากกว่าแบบอุปนัยอย่างมีโครงสร้างเพราะ การสืบสอบแบบกึ่งนิรนัยมีโครงสร้างน้อย จึงต้องการผู้เรียนที่มีความสามารถในการพัฒนาเหตุผลในระดับสูงและเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองได้มาก

Mason (1997: 58-09A) ได้ศึกษาการเรียนพีชคณิตด้วยตนเองโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยของนักเรียนเกรด 9 มีจุดมุ่งหมาย เพื่อแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่มีผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อยและแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบเหล่านั้น มีผลต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 22 คน ที่เรียนวิชาพีชคณิต ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสนทนาในกลุ่มผลงานของนักเรียน การเขียนและการบ้านที่ให้นักเรียนเขียนเกี่ยวกับการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในแต่ละวัน ผู้วิจัยได้สรุปและตีความหมายจากการเรียนรู้ดังกล่าว ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนจะเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้ดีจากการสอนโดยใช้การสืบสวนสอบสวนกลุ่มย่อย ซึ่งสามารถสังเกตได้จากการสร้างสรรค์ความรู้ของนักเรียน นักเรียนสามารถเรียนรู้การดำเนินการที่ซับซ้อนและตีความหมายของลักษณะความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ความสัมพันธ์ของครูกับนักเรียนและความสัมพันธ์ของการทดสอบกับคะแนนการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับการสร้างประสบการณ์และมุมมองของนักเรียนแต่ละคน การเรียนรู้ระหว่างบุคคลเกิดขึ้นได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนแต่ละคนกับนักเรียนคนอื่นๆ และความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู นักเรียนแต่ละคนกับครูจะมีอิทธิพลต่อกันและกัน

Campos (2006: unpaged) ได้ค้นพบทฤษฎีความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ : กรณีศึกษาในศาสตร์ของการสืบเสาะเชิงคณิตศาสตร์ โดยศึกษาว่า ในการจัดกิจกรรมการสืบเสาะของนักคณิตศาสตร์ ฉันตอบคำถามนี้ตามหลักของการแสดงให้เห็นความถูกต้องของความรู้ทางคณิตศาสตร์ ว่ามีศาสตร์ของการสืบเสาะและการค้นพบในการทำงานของการวิจัยทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง บนพื้นฐานของหลักปรัชญาของ Charles Sanders Peirce (1839 - 1914) ผู้วิจัยได้เสนอความเห็นว่า มีศาสตร์ของการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์และเขาได้อธิบายรูปแบบของมันด้วย ผู้วิจัยมีความเห็นขัดแย้งว่า แม้ว่าจะไม่มีกฎที่จะนำพาไปสู่การค้นพบและการสืบเสาะที่ประสบผลสำเร็จด้วยความแน่นอนที่สมบูรณ์ หลักปรัชญาของ Peirce ได้ให้แนวทางเพื่ออธิบาย

1. เงื่อนไขสำหรับความน่าจะเป็นของการค้นพบทางคณิตศาสตร์

2. ระเบียบวิธีแท้จริงของการสืบเสาะในวิชาคณิตศาสตร์และเทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. รูปแบบของศาสตร์ในการให้เหตุผลที่เป็นตัวรับประกันการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาปัญหาวิทยาศาสตร์ในธรรมชาติ มีข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

3.1 ผู้วิจัยถกปัญหาในประเด็นบทบาทของปัญหาการค้นพบและอธิบายเงื่อนไขที่จำเป็นเพื่อนำไปสู่การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

3.2 ผู้วิจัยมีความคิดเห็นขัดแย้งว่า การตั้งสมมติฐานของการทดลองในกระบวนวิชาของการแก้ไขปัญหาเชิงวิเคราะห์ ไม่หักล้างจากสัจพจน์ เป็นระเบียบวิธีที่แท้จริงของการวิจัยทางคณิตศาสตร์

3.3 ผู้วิจัยมีข้อโต้แย้งว่าการขยายความและอุปมาอุปมัย สามารถรับประกันการใช้ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ ในการศึกษาปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แท้จริง การค้นพบและการพัฒนาความน่าจะเป็นทางคณิตศาสตร์ การบรรลุจุดหมายสูงสุดของการคาดเดาของ Jacob Bernoulli เหมาะสำหรับการศึกษารายกรณีที่จะทดสอบศาสตร์ของการสืบเสาะทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้กล่าวถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจริงเกี่ยวกับศาสตร์ของการสืบเสาะสำหรับปรัชญาการศึกษาด้านคณิตศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

พิชิต แสงลอย (2522) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กับแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้นสังกัปแนวหน้า – สังเกต – อธิบาย – ทำนายผล – ควบคุม (สน-ส-อ-ท-ค) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้นตอน (สน-ส-อ-ท-ค) มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าการเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบ (สสวท.) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้นตอน สน-ส-อ-ท-ค มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญที่สถิติที่ระดับ .01

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526: 1-56) ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติ จำนวน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน

ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อร่าม วัฒนะ (2536) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 33 คน กลุ่มควบคุม 34 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test และ difference score ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร (2541: 130-136) ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสอบกับการสอนตามคู่มือครูจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยสอนตามคู่มือครู มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

กมลทิพย์ ต่อติด (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 84 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 42 คน และกลุ่มควบคุม 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กัลยา ทองสุ (2545: 72-73) ได้วิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบ สืบสอบเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน (Representation) เรื่องระบบสมการเชิงเส้นกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนมัธยมวัดสิงห์ เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร

ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสอบเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสอบเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทนสูงกว่าก่อนได้รับการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ภายหลังได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบสืบสอบเพื่อส่งเสริมการใช้ตัวแทน นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กชกร รุ่งหัวไผ่ (2547: 117) ได้ทำการวิจัยผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการประยุกต์ 2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ช่วงชั้นที่ 3) โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอหนองม่วง จังหวัดลพบุรี

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ด้วยกระบวนการสืบสอบ ทั้งงานวิจัยในประเทศ และ งานวิจัยต่างประเทศส่วนใหญ่จะพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนโดยวิธีสอนแบบสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนจะมีโอกาสที่จะสืบสอบหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งครูผู้สอนยังคอยช่วยอำนวยความสะดวกทั้งในการป้อนคำถาม และเตรียมสื่อที่เห็นเป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนได้สืบค้นหาคำตอบอย่างอิสระ มีความคิดสร้างสรรค์ ผลคือ นักเรียนจะมีความสงสัย อยากรู้ อยากหาคำตอบได้คิดวิเคราะห์ หาเหตุ สรุปผล จนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

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

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร บทความ วารสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กระบวนการสืบสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ

3. ศึกษาเนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือครู และหนังสืออ่านประกอบอื่นๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

4. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา

2. การออกแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม โดยมีรูปแบบของการทดลองปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	**การทดสอบก่อนการทดลอง**	**การทดลอง**	**การทดสอบหลังการทดลอง**
E	- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	X	- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
C	- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	~X	- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ - ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)

X แทน การพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ

~X แทน การเรียนการสอนแบบปกติ

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยเทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนกันตังพิทยากร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมากพอสำหรับการทดลอง และจาก

การสำรวจพบว่า ในปีการศึกษา 2551 โรงเรียนมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 ห้องเรียน โดยผู้วิจัยนำคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนจำนวน 9 ห้องเรียน มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) แล้วผู้วิจัยเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน ที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ห้อง ม.1/2 และ ห้อง ม.1/3 ซึ่งมีค่ามัชฌิมเลขคณิต เท่ากับ 33.95 และ 32.35 ตามลำดับ นำมาทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 ด้วยค่าที (t-test) พบว่า คะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้องทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง ห้อง ม.1/2 และ ห้อง ม.1/3 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 47.66 และ 46.18 ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test) พบว่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.1/2 เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และนักเรียนชั้น ม.1/3 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ ที่ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ซึ่งครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จำนวน 8 แผน ใช้ในการทดลองสอน 14 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ขึ้นเองทั้ง 2 แบบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบจากเอกสารและตำราต่างๆ โดยผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบตามแนวคิดของ Roger Bybee นักการศึกษาจากกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ดังนี้

ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นของการอธิบายจะให้ความสำคัญกับความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์หรือกิจกรรมในขั้นของการสร้างความสนใจและขั้นของการสำรวจ ซึ่งนักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมต่างๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจ สอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยาย สรุป สร้างตาราง

ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือ

เหตุการณ์อื่น ๆ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึก นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ

ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความเข้าใจ ความสามารถและความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

4.1.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียนกันตังพิทยากร ที่อิงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

4.1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รายละเอียดของสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน

4.1.4 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหาที่ใช้ทดลอง เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบ ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนประกอบด้วย หัวข้อเรื่องสาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ย่อย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบมีความแตกต่างกันที่กิจกรรมการเรียนรู้ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ส่วนกลุ่มควบคุมได้เรียนรู้ด้วยวิธีการต่างๆ ตามแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่แนะนำไว้ในคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเป็นไปตามแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สำหรับรายละเอียดสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน แสดงได้ ดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงแผนการจัดการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เนื้อหาสาระการเรียนรู้	จำนวนคาบ
1	แบบรูปและความสัมพันธ์	2
2	แบบรูปและความสัมพันธ์	1
3	คำตอบของสมการ	2
4	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สมบัติการสมมาตร สมบัติการถ่ายทอด)	1
5	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (สมบัติการบวก สมบัติการคูณ)	1
6	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (การแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน)	3
7	โจทย์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2
8	โจทย์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2

4.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลจากการพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ควรเขียนอธิบายกิจกรรมการเรียนรู้ให้ละเอียดและชัดเจน

ข. ใบงานทุกฉบับต้องสอดคล้องกับตัวอย่างและเนื้อหาของแต่ละแผน และควรเพิ่มแบบฝึกหัดหรือใบงานให้กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

4.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข หน้า 124)

สำหรับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบของกลุ่มทดลอง และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติของกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 กรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ)	**กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)**
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ กระตุ้น ยั่วยุ หรือท้าทาย ให้นักเรียนสนใจ สงสัยใคร่รู้ อยากรู้อยากเห็นหรือขัดแย้งเกิดปัญหาทำให้นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าทดลองหรือแก้ปัญหา(สำรวจตรวจสอบ)ด้วยตัวของนักเรียนเอง วิธีการมีหลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/เหตุการณ์ให้ค้นคว้า/อ่านเรื่อง อภิปราย/พูดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ **ขั้นสำรวจและค้นคว้า** (Exploration) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่นักเรียนสนใจใคร่รู้ วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำกิจกรรม ทำการศึกษาหาข้อมูลจาเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป	**ขั้นนำ** ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ข้อความรู้ ซึ่งเป็นการชี้แนะให้นักเรียนทราบในเรื่องที่ต้องการสอน โดยการกล่าวถึงสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว **ขั้นสอน** ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2544 ดังนี้ ครูนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์แล้วใช้การอธิบาย ถาม ตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถคิดวิธีการในการหาคำตอบ ครูใช้การสาธิตหรือการถามตอบประกอบคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เรียนรู้ ครูเชื่อมโยงความรู้ในสิ่งที่เรียนรู้กับสิ่งที่นักเรียนสามารถพบเห็นได้ในชีวิตจริง

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ให้นักเรียนวิเคราะห์ อธิบายความรู้หรืออภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน กิจกรรมมีลักษณะดังนี้ 1.นักเรียนได้นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลสอดคล้องกับข้อมูล ถูกต้องเชื่อถือได้ อภิปรายผลอย่างสมเหตุสมผลและนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ 2.มีการอภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน **ขั้นขยายความรู้** (Elaboration) ครูเพิ่มกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ใหม่ ให้กว้างขวางกระจ่าง สมบูรณ์และลึกซึ้งยิ่งขึ้น วิธีการมีหลายแบบ เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียนชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจ่างในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	ครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบที่ได้และช่วยกันเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเสริมและแบบฝึกหัดในหนังสือเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ทั้งนี้ผู้สอนพิจารณาตามความเหมาะสมของเนื้อหาที่สอน **ขั้นสรุป** ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปข้อความรู้ที่ได้และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มความเข้าใจในเรื่องที่เรียน ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยในระหว่างทำแบบฝึกหัด

กลุ่มทดลอง (การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ)	กลุ่มควบคุม (สอนแบบปกติ)
นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ **ขั้นประเมิน** (Evaluation) ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจารณ์หรืออภิปราย ซักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกัน ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติมหรือทบทวนใหม่ กิจกรรมมีลักษณะดังนี้ 1.มีการตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้และกระบวนการที่ได้โดยวิเคราะห์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน 2. อภิปราย ประเมิน ปรับปรุงหรือเพิ่มเติม ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ 3. ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม	

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ประกอบด้วย แบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามขั้นตอนการสร้างต่อไปนี้

4.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.1.1 ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4.2.1.2 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

4.2.1.3 สร้างแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบชนิดตอบสั้น จำนวน 60 ข้อ โดยแบ่งแบบทดสอบออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ

ตอนที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ

มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	● คำตอบถูกต้อง มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	● คำตอบไม่ถูกต้อง มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี ● คำตอบถูกต้อง ไม่ระบุการอ้างอิง มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ
0	● คำตอบไม่ถูกต้อง มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่ระบุการอ้างอิง หรือไม่ตอบเลย

4.2.1.4 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้เสนอแนะดังนี้

ก. ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม ศึกษาโจทย์ที่กำหนดให้จนกระทั่งพบความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วเขียนข้อความคาดการณ์ในแต่ละข้อต่อไปนี้

3 + 4 = 4 + 3

5 + 6 = 6 + 5

48 + 52 = 52 + 48

ข้อความคาดการณ์ คือ

_____

_____

แก้ไขเป็น จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากรูปแบบของสมการที่กำหนดให้

3 + 4 = 4 + 3

5 + 6 = 6 + 5

48 + 52 = 52 + 48

104 + 112 = ...

384 + 529 = ...

ข. ควรปรับปรุงลักษณะของข้อคำถาม โดยควรสร้างข้อคำถามให้มีความหลากหลาย

ค. ควรปรับปรุงด้านความถูกต้องของเนื้อหา เช่น ความชัดเจนของโจทย์เกี่ยวกับแบบรูปในข้อต่างๆ

4.2.1.5 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 116) ตรวจความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวเลือก

ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากรูปแบบของสมการที่กำหนดให้

(-5) + (-7) = (-7) + (-5)

(-16) + (-24) = (-24) + (-16)

(-73) + (-57) = (-73) + (-57)

(-103) + (-117) = ……..

แก้ไขเป็น จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

(-5) + (-7) = (-7) + (-5)

(-16) + (-24) = (-24) + (-16)

(-73) + (-57) = (-57) + (-73)

(-103) + (-117) = ……..

(-251) + (-319) = ……..

ข. ควรปรับปรุงลักษณะของข้อคำถาม โดยควรสร้างรูปแบบคำถามให้มีความหลากหลาย หรือควรใช้คำสั่งครั้งเดียวแล้วพิจารณาหลายๆ ข้อที่มีลักษณะเหมือนกัน

4.2.1.6 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เหตุผลที่นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เนื่องจากนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร และนักเรียนกันตังพิทยากร มีคะแนนเฉลี่ยแบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET : Ordinary National Education Test) วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2548 ใกล้เคียงกัน ซึ่งต่ำกว่า 50 % (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2548) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มมาแล้ว

4.2.1.7 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 40 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก

(Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยาก	มีค่า	0.53 – 1.00
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.05 – 0.85

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 36 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 10 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 26 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 24 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

4.2.1.8 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกันตังพิทยากร จังหวัดตรัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็มมาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยาก	มีค่า	0.01 – 0.93
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.00 – 0.78

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 45 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 17 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 28 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ

4.2.1.9 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และครอบคลุมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านอุปนัยและนิรนัย จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยาก	มีค่า	0.51 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.25 – 0.85

4.2.1.10 นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผล ในภาคผนวก ค หน้า 155)

4.2.2 **แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.2.1 ผู้วิจัยกำหนดจุดมุ่งหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

4.2.2.2 ศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4.2.2.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดจำนวนข้อของแบบวัดพิจารณาให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้

4.2.2.4 สร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการวัดประเมินผลของ Wilson (1971: 643-685) ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

ความรู้ ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึง ความรู้ที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ

ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้อยู่แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

การนำไปใช้ (Application) หมายถึง การคิดแก้ปัญหาโดยการนำความรู้ กฎ สูตร ทฤษฎี หลักการ วิธีการ ตลอดจนเทคนิคต่างๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่แปลกใหม่ออกไป

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วนที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญ และหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้ปัญหาที่แปลกกว่าปัญหาธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชนิดเลือกตอบ คือ คำตอบที่ถูกต้องให้ข้อละ 1 คะแนน และคำตอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบให้ข้อละ 0 คะแนน

4.2.2.5 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้เสนอแนะดังนี้

ก. จำนวนข้อสอบในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องสอดคล้องกับเนื้อหาและจำนวนชั่วโมงที่ปฏิบัติการสอน

ข. ควรตรวจสอบความสอดคล้องของระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของข้อสอบในแต่ละข้อ และแก้ไขให้ถูกต้อง

ค. ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม จากแบบรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จำนวนในลำดับที่ n ตรงกับข้อใด
7, 10, 13, 16, 19,…

แก้ไขเป็น จากแบบรูป 7, 10, 13, 16, 19,… จำนวนในลำดับที่ n ตรงกับข้อใด

4.2.2.6 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 116) ตรวจความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ข้อคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. แก้ไขความสอดคล้องของระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของข้อสอบดังนี้ เช่น

โจทย์ เศษสามส่วนห้าของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่า 15 อยู่ 57 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ตามข้อใด

ก. $\frac{3}{5}x = 57$

ข. $\frac{3}{5}x - 15 = 57$

ค. $\frac{3}{5}x + 15 = 57$

ง. $\frac{3}{5}x + 57 = 15$

จากเดิมเป็นการวัดพฤติกรรมในระดับวิเคราะห์ แก้ไขเป็นระดับความเข้าใจ

โจทย์ บิดาแบ่งที่ดินให้บุตร 3 คน คนละเท่าๆ กัน จะได้รับคนละ 144 ตารางวา เหลือเป็นที่ปลูกบ้านของบิดา 72 ตารางวา บิดามีที่ดินทั้งหมดกี่ตารางวา

ก. 120 ตารางวา

ข. 216 ตารางวา

ค. 432 ตารางวา

ง. 504 ตารางวา

จากเดิมเป็นการวัดพฤติกรรมในระดับวิเคราะห์ แก้ไขเป็นระดับการนำไปใช้

ข. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม	จงหาจำนวนของลำดับที่ 44
แก้ไขเป็น	จำนวนในลำดับที่ 44 คือจำนวนใด
โจทย์เดิม	จำนวน 75 อยู่ในลำดับที่เท่าไร
แก้ไขเป็น	75 เป็นจำนวนที่อยู่ในลำดับที่เท่าไร

4.2.2.1 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน เหตุผลที่นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เนื่องจากนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร และนักเรียนกันตังพิทยากร มีคะแนนเฉลี่ย แบบสอบทางการ

ศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET : Ordinary National Education Test) วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2548 ใกล้เคียงกัน ซึ่งต่ำกว่า 50 % (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2548) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว

4.2.2.7 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 40 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Method: KR-20) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.84
ค่าความยาก	มีค่า	0.16 – 0.98
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.11 – 0.75

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 27 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 18 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

4.2.2.8 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกันตังพิทยากร จังหวัดตรัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 43 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.90
ค่าความยาก	มีค่า	0.28 – 0.93
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.05 – 0.8

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 37 ข้อ และครอบคลุมตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ

4.2.2.9 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และครอบคลุมตารางวิเคราะห์พฤติกรรมในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด ดังนี้

ค่าความเที่ยง มีค่า 0.78

ค่าความยาก มีค่า 0.24 – 0.78

ค่าอำนาจจำแนก มีค่า 0.25 – 0.75

4.2.2.10 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในภาคผนวก ง หน้า 167)

4.2.3 **แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.2.3.1 ผู้วิจัยศึกษาเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

4.2.3.2 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

4.2.3.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นข้อสอบชนิดตอบสั้น จำนวน 60 ข้อ โดยแบ่งแบบวัดออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 30 ข้อ

ตอนที่ 2 ความสามารถในการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 30 ข้อ

มีเกณฑ์ในการให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	● คำตอบถูกต้อง มีการอ้างอิงที่ถูกต้อง และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
1	● คำตอบไม่ถูกต้อง มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ แต่อาจไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี ● คำตอบถูกต้อง ไม่ระบุการอ้างอิง มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ
0	● คำตอบไม่ถูกต้อง มีการเสนอแนวคิดที่ไม่สมเหตุสมผลในการตัดสินใจ และไม่ระบุการอ้างอิง หรือไม่ตอบเลย

4.2.3.4 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของเวลา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความชัดเจนของสำนวนภาษา ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วอาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้เสนอแนะดังนี้

ก. ควรปรับปรุงลักษณะของข้อคำถาม โดยสร้างข้อคำถามให้มีความหลากหลาย

ข. ควรปรับปรุงในด้านเวลาในการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จาก 60 นาที เป็น 120 นาที

4.2.3.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก หน้า 116) ตรวจความตรงตามเนื้อหา ข้อคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลจากการตรวจพิจารณาแล้วผู้ทรงคุณวุฒิได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

ก. ความสอดคล้องของภาษา ควรปรับปรุงภาษาที่ใช้ในการตั้งคำถามให้มีความชัดเจนมากขึ้น เช่น

โจทย์เดิม จงพิจารณาแบบรูปของชุดตัวเลขที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงเติมคำตอบในบรรทัดสุดท้าย

x	=	34	,	x^2	=	1,156
x	=	334	,	x^2	=	111,556
x	=	3,334	,	x^2	=	11,115,556
x	=	……,		x^2	=	……

แก้ไขเป็น จงพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงเติมคำตอบลงในช่องว่าง

x	=	34	,	x^2	=	1,156
x	=	334	,	x^2	=	111,556
x	=	3,334	,	x^2	=	11,115,556
x	=	……,		x^2	=	……

นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เหตุผลที่นำแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร เนื่องจากนักเรียนโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร และนักเรียนกันตังพิทยากร มีคะแนนเฉลี่ย แบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET : Ordinary National Education Test) วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2548 ใกล้เคียงกัน ซึ่งต่ำกว่า 50 % (สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2548) และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว

4.2.3.6 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 40 คน มาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบวัดโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)ของครอนบาค (Cronbach) ซึ่งมีเกณฑ์ว่า ค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป รวมทั้งหาค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยมีเกณฑ์ว่า ค่าความยาก (p) ต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยาก	มีค่า	0.43 – 0.98
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	-0.15 – 0.75

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 32 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 11 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 21 ข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 28 ข้อ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบที่ยังไม่ได้คุณภาพตามเกณฑ์ โดยปรับสำนวนภาษาที่ใช้ให้ชัดเจน และปรับตัวเลขให้ง่ายต่อการคำนวณมากขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2

4.2.3.7 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกันตังพิทยากร จังหวัดตรัง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ซึ่งนักเรียนได้เรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาแล้ว ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.88
ค่าความยาก	มีค่า	0.28 – 0.75
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.19 – 0.63

โดยได้ข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 40 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 18 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 22 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ

4.2.3.8 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่เป็นไปตามเกณฑ์ และครอบคลุมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ทั้งด้านอุปนัยและด้านนิรนัย จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ มาวิเคราะห์คุณภาพอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพแบบวัด ดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.89
ค่าความยาก	มีค่า	0.50 – 0.80
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.20 – 0.80

นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ และตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดแสดงแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในภาคผนวก ง หน้า 177)

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการขั้นเตรียมการ ขั้นดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

5.1 ขั้นเตรียมการ

5.1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบสำหรับกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม

5.1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้

5.1.3 ผู้วิจัยนำหนังสือขออนุญาตดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนกันตังพิทยากร โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

5.2 ขั้นดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสองชนิดที่เตรียมไว้

5.2.2 ผู้วิจัยทำการทดลองสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม กลุ่มละ 3 คาบต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โดยสอนตามชั่วโมงปกติที่ทางโรงเรียนกันตังพิทยากรได้จัดไว้สำหรับการเรียนการสอนในเนื้อหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยเริ่มทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม 2552 ถึงวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2552

5.2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ครบ 14 คาบแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบทันทีหลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม แล้วนำคะแนนจากแบบวัดมาวิเคราะห์ข้อมูล

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ถูกมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS version 14) ดังนี้

6.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.2 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วยสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

7.1 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

การหาค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ (Test Analysis Program: TAP Version 6.63) ที่พัฒนาขึ้นโดย Brooks (2003) ซึ่งผู้วิจัยดาวน์โหลดมาจาก http://www.watpon.com [2008, Dec 21] ส่วนการหาค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม B-Index 700 ซึ่งผู้วิจัยดาวน์โหลดมาจาก http://www.watpon.com [2008, Dec 21]

7.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และการทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Statistical Package for the Social Sciences: SPSS version 14)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการศึกษาวิจัยนำเสนอ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน ครู และนักเรียน
2. พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงเรียน

โรงเรียนที่ผู้วิจัยเลือกทำการทดลอง คือ โรงเรียนกันตังพิทยากร ซึ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่การศึกษาที่ 2 จังหวัดตรัง เปิดการสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 (ช่วงชั้นที่ 3 และ 4) โรงเรียนกันตังพิทยากรมีห้องเรียนทั้งหมด 45 ห้องเรียน ซึ่งช่วงชั้นที่ 3 มีห้องเรียนระดับชั้นละ 9 ห้องเรียน ช่วงชั้นที่ 4 มีห้องเรียนระดับชั้นละ 6 ห้องเรียน ซึ่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทั้งหมด 9 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียนเฉลี่ยห้องละ 40 คน โดยห้องเรียนห้องที่ 1 จะเป็นนักเรียนโครงการพิเศษ ซึ่งจะจ่ายค่าธรรมเนียมแพงกว่าห้องอื่นๆ และจะได้รับสิทธิพิเศษมากกว่าห้องเรียนห้องอื่นๆ ในการจัดชั้นเรียนห้องเรียนห้องที่ 2 ถึงห้องที่ 9 จะจัดนักเรียนเข้าชั้นตามความสามารถ คือ นักเรียนในห้องเรียนที่ 2 และห้องเรียนที่ 3 เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนห้องเรียนที่ 4 ถึงห้องเรียนที่ 9 เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และอ่อน เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ย คะแนนแบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET : Ordinary National Education Test) ของปีการศึกษา 2548 ทั้งประเทศเป็น 28.46 แต่ค่าเฉลี่ยคะแนนแบบสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET : Ordinary National Education Test) ของปีการศึกษา 2548 ของโรงเรียนกันตังพิทยากรเป็น 27.40 ซึ่งควรได้รับการพัฒนาในเรื่องการจัดการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์

1.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับครู

ในปีการศึกษา 2551 โรงเรียนกันพิทยากรมีจำนวนครูทั้งหมด 76 คน เป็นครูคณิตศาสตร์ จำนวน 17 คน ซึ่งครูส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญาตรี ทางการสอนคณิตศาสตร์โดยตรง ในด้านภาระงานในการสอนของครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับมอบหมายให้สอนโดยเฉลี่ยประมาณ 18 คาบต่อสัปดาห์ และมีภาระงานอื่นที่นอกเหนือจากงานสอน เช่น งานวัดผล งานสหกรณ์ ฯลฯ ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมการสอนเท่าที่ควร และยังใช้วิธีการสอนที่ไม่หลากหลาย อีกทั้งการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมยังไม่มากพอจึงดำเนินการสอนโดยวิธีการบรรยายเป็นส่วนใหญ่

1.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับนักเรียน

ในปีการศึกษา 2551 โรงเรียนกันพิทยากรมีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,854 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 383 คน นักเรียนกลุ่มทดลองมีจำนวน 41 คน และนักเรียนในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 38 คน มีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียนการสอน ชอบซักถาม มีความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี และนักเรียนในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่มีการโต้ตอบกับครูผู้สอนค่อนข้างน้อย และชอบพูดคุยกันในระหว่างการเรียนการสอน นักเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่กับบิดามารดา ผู้ปกครองนักเรียนโรงเรียนกันตังพิทยากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม เช่น ทำสวน ประมง และรับจ้าง สำหรับผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพค้าขาย และเกษตรกรรม และผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม

2. พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครู

2.1 พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูสำหรับกลุ่มทดลอง

กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครูสำหรับกลุ่มทดลอง ซึ่งครูจะใช้วิธีการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ ซึ่งดำเนินการสอนตามขั้นตอนของ Roger Bybee มีอยู่ 5 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นประเมิน

ในด้านการเตรียมตัวก่อนสอน ได้มีการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาเพื่อนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้เขียนไว้ เอกสารที่ใช้ใน

การประกอบการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นใบงาน ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดเพิ่มเติม ส่วนการบ้านที่จะให้นักเรียนกลับไปฝึกทักษะก็จะยึดตามหนังสือของสสวท.

พฤติกรรมขณะสอนของครู โดยก่อนการสอนครูได้มีการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียน ครูจะดำเนินการสอนโดยเริ่มจากการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่น่าสนใจ กระตุ้นแรงจูงใจของนักเรียน เช่น สอนเรื่องสมการ ครูก็จะนำเข้าสู่บทเรียนโดยการยกตัวอย่างปัญหาการเรียงไม้ขีดบนกระดาน แล้วตั้งปัญหาให้นักเรียนได้คิด เพื่อหาคำตอบ

จากนั้นได้ให้นักเรียนทำการสำรวจและค้นคว้าโดยการให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เช่น ใช้กิจกรรมการเรียงไม้ขีดเพื่อนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์ เรื่อง แบบรูป

สื่อการเรียนรู้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนสนใจและเข้าใจได้ง่าย ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมแล้ว ครูจะสร้างคำถามกระตุ้นให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดการให้เหตุผล ซึ่งนักเรียนจะมีการอภิปรายกันภายในกลุ่ม อภิปรายหน้าชั้นเรียน จากการสังเกตนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอย่างเต็มที่ และนอกจากนี้ครูได้ขยายความรู้โดยการให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมนอกเหนือจากตัวอย่างที่ครูให้ และขั้นสุดท้ายครูได้มีการประเมินการเรียนการสอนในแต่ละคาบโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน

พฤติกรรมหลังการสอนของครู ครูจะตรวจงานของนักเรียนหลังจากการเรียนการสอนสม่ำเสมอ โดยครูจะให้การบ้านนักเรียนไปฝึกทักษะทุกๆ คาบมี่มีการเรียนการสอน

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ มีนักเรียนบางคนไม่ส่งการบ้าน วิธีการแก้ปัญหาคือ ให้คะแนนโบนัสสำหรับคนที่ส่งการบ้านทุกครั้ง และนอกจากนี้ก็ยังมีปัญหาในเรื่องของเวลาเนื่องจากบางคาบสอนไม่ทันเพราะคาบแรกๆ นักเรียนบางคนยังไม่คุ้นเคยกับการทำกิจกรรมและวิธีการสอนที่แปลกใหม่จึงทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างล่าช้า

2.2 **พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ของครูสำหรับกลุ่มควบคุม**

กระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ของครู ซึ่งครูจะใช้วิธีการสอนตามแนวคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในด้านการเตรียมตัวก่อนสอน ได้มีการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาเพื่อนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้และดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนไว้ เอกสารที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอนจะยึดตามสสวท. และในบางครั้งก็มีการจัดทำเอกสารในการประกอบการเรียนการสอนขึ้นเอง ซึ่งจะอยู่ในลักษณะใบงาน หรือแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

พฤติกรรมขณะสอนของครู โดยก่อนการสอนครูได้มีการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียน ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างบรรยากาศที่เป็นกันเองกับนักเรียน เช่น การทายปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเล่าเรื่องเพื่อคลายความตึงเครียด ชี้แนะให้นักเรียนทราบถึงเรื่องที่สอน

ในการดำเนินการสอน ครูจะนำเสนอโจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์แล้วใช้การอธิบายถาม-ตอบ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจปัญหาและสามารถคิดวิธีการหาคำตอบ บางครั้งครูใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ในการอธิบายครูต้องอธิบายซ้ำหลายครั้ง ยกตัวอย่างโจทย์หลายๆ ตัวอย่างง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และสุ่มให้นักเรียนลองออกมาทำหน้าชั้นเรียนหลังจากนั้นจึงให้นักเรียนทำโจทย์ในหนังสือเรียนในคาบเพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน

พฤติกรรมหลังการสอนของครู ครูจะตรวจงานหลังจากการเรียนการสอนสม่ำเสมอแต่มีนักเรียนบางคนไม่ค่อยส่งการบ้าน ซึ่งครูจะแก้ปัญหานี้โดยการให้คะแนนโบนัสสำหรับคนที่ส่งการบ้านทุกครั้ง และให้ทำแบบฝึกหัดในห้องและช่วยกันเฉลยคำตอบในห้องเรียน

3. พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.1 พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ นักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการเรียนการสอน เนื่องจากได้ทำกิจกรรมจนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง แต่มีส่วนน้อยที่ไม่ค่อยให้ความร่วมมือเนื่องจากไม่คุ้นเคยกับการทำกิจกรรม จะคุ้นเคยกับการสอนแบบบรรยายมากกว่าการสอนแบบให้นักเรียนได้สืบสอบเอง ทำให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างล่าช้าบ้าง แต่เมื่อได้เรียนโดยใช้กระบวนการสืบสอบไปเป็นระยะหนึ่งนักเรียนก็จะมีความคุ้นเคย มีความสนใจ และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้ใช้เวลาในการทำกิจกรรมได้เร็วขึ้น

เนื่องจากสื่อการเรียนการสอนที่ใช้เป็นรูปธรรมจึงทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าหาความรู้ได้เป็นอย่างดี นักเรียนรู้สึกสนุกสนาน และมีความอยากเรียนรู้ มีการซักถามอยู่ตลอดเวลา

นอกจากนี้การให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายอย่างเต็มที่ ทั้งภายในกลุ่มและในชั้นเรียน โดยใช้ความรู้และเหตุผลเป็นหลัก

จากการสังเกตโดยภาพรวม นักเรียนจะมีความสนใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมแต่ละกิจกรรมเป็นอย่างดี มีการถามคำถามเพื่อพยายามนำไปสู่วิธีการหาคำตอบ นอกจากนี้มีการหาความรู้เพิ่มเติมโดยการศึกษาโจทย์ปัญหานอกเหนือจากเวลาเรียน

3.2 พฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบปกติ ส่วนใหญ่มีการโต้ตอบคำถามกับผู้สอนค่อนข้างน้อย ไม่ค่อยมีการถามคำถามหรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอน

นักเรียนที่นั่งเรียนแถวหน้าโดยเฉพาะนักเรียนผู้หญิงจะมีความตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี แต่นักเรียนที่นั่งแถวหลังก็จะไม่ค่อยตั้งใจเรียน มีการคุยกันเป็นระยะๆ และเรื่องที่คุยก็ไม่ใช่เรื่องที่ครูสอน ครูจึงกระตุ้นโดยการถามคำถามให้นักเรียนตอบแต่นักเรียนก็จะตอบไม่ค่อยได้

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการศึกษาวิจัยนำเสนอ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ แสดงผล ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และค่าที (t-test) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	s	t
ทดลอง	41	19.90	4.48	3.887*
ควบคุม	38	16.66	2.81	

*$p < .05$

จากตารางที่ 5 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่ากับ 19.90 และ 16.66 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-independent) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) และที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการพัฒนาโนทัศน์โดยกระบวนการสืบสอบ และกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	s	t
ทดลอง	41	44.73	9.42	3.669*
ควบคุม	38	38.29	5.92	

*$p < .05$

จากตารางที่ 6 ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ มีค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 44.73 และ 38.29 ตามลำดับ และจากการทดสอบค่าที (t-independent) พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการพัฒนาโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบกับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาตรัง เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยสุ่มตัวอย่างประชากรโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2551 โรงเรียนกันตังพิทยากร อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ซึ่งมีทั้งหมด 9 ห้อง แล้วเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มา 2 ห้องที่มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ห้อง ม.1/2 มีจำนวนนักเรียน 41 คน และห้อง ม.1/3 มีจำนวนนักเรียน 38 คน แล้วทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ด้วยการทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) พบว่าความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้อง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นจึงทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทั้ง 2 ห้องทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง ห้อง ม.1/2 และ ห้อง ม.1/3 มีค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 47.66 และ 46.18 ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องไปทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 จากนั้นทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัด

ความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ด้วยค่าที (t-test) พบว่า คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05 แสดงว่า นักเรียนทั้งสองห้องมีความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน จากนั้นผู้วิจัยได้จับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้น ม.1/2 เป็นกลุ่มทดลอง ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ และนักเรียนชั้น ม.1/3 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ แผนการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งเขียนไว้ในแผนเดียวกัน เนื่องจากมีองค์ประกอบต่างๆ ในแผนเหมือนกัน แต่มีเพียงกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นสอนเท่านั้นที่มีขั้นตอนแตกต่างกัน ดังนั้นมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 แผน โดยใช้เวลาในการสอนทั้งหมด 14 คาบ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สาระการเรียนรู้พื้นฐานในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นำไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา การลำดับเนื้อหา และความสอดคล้องขององค์ประกอบต่างๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาปรับปรุง และนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม เป็นข้อสอบแบบตอบสั้น จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.89 ค่าความยากเป็น 0.51 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.25 – 0.85

2.2 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 60 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.78 ค่าความยากเป็น 0.24 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.25 – 0.75

2.3 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นข้อสอบแบบตอบสั้น จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำ 90 นาที ซึ่งมีค่าความเที่ยงเป็น 0.89 ค่าความยากเป็น 0.50 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกเป็น 0.20 – 0.80

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มด้วยแบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองใช้แผนการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ ใช้เวลาสอนสัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ รวม 15 คาบ เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 60 นาที และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 90 นาที ทดสอบหลังเรียนนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปผลการวิจัย โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิตเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มด้วยสถิติการทดสอบค่าที (t-test) และนำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบมีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ในข้อที่ 1

จากผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงว่า การพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าการเรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบเป็นวิธีสอนโดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เห็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้นักเรียนรู้จักศึกษาหาความรู้โดยครูผู้สอนใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรม และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนพบแนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545: 136) ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง การสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ มีข้อดี คือ นักเรียนมีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ฝึกการคิดและการกระทำซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (บัญญัติ ชำนาญกิจ, 2540: 163) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากวิธีการสอนของครูในโรงเรียนกันตังพิทยากรส่วนใหญ่จะดำเนินการสอนโดยใช้วิธีการบรรยาย ทำให้นักเรียนขาดความกระตือรือร้นและขาดแรงจูงใจในการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพิชิต แสงลอย (2522) ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์ (2526)

2. จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานในการวิจัยที่ตั้งไว้ การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกระบวนการสืบสอบ ซึ่งกระบวนการสืบสอบนี้ เป็นวิธีการที่นักเรียนค้นคว้าแสวงหาความรู้ โดยอาศัยการซักถาม เมื่อเผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาที่ทำให้เกิดความสงสัย แล้วลงมือปฏิบัติเพื่อการค้นพบหาคำตอบและข้อสรุปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนกระบวนการสืบสอบ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการ

อภิปรายภายในกลุ่ม กิจกรรมประกอบด้วยการซักถามหรือใช้สื่อต่าง ๆ การทบทวนความรู้เดิมเพื่อสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นของการอธิบายจะให้ความสำคัญกับความสนใจ ความตั้งใจของผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์หรือกิจกรรมในขั้นของการสร้างความสนใจและขั้นของการสำรวจ ซึ่งนักเรียนจะแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรมต่างๆ โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจ สอบมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างตาราง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปที่ได้ไปอธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึก นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่นๆ

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินความเข้าใจ ความสามารถ และความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

กระบวนการสืบสอบทั้ง 5 ขั้นตอนที่กล่าวมานี้ นักเรียนจะได้ใช้ความสามารถทางด้านการคิดอย่างมีเหตุผลแทรกเข้าไปด้วยทุกขั้นตอน ตั้งแต่การให้นักเรียนได้เผชิญปัญหากับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อนำไปสู่การสำรวจและค้นคว้า การอธิบาย และลงข้อสรุป เพราะนักเรียนจะต้องใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุดในการซักถามปัญหา หรือสำรวจปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างมีเหตุผล เช่นเดียวกับที่ Suchman (1962, อ้างถึงใน วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2521) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการสืบสอบนั้น สิ่งที่สำคัญคือ ให้นักเรียนได้ซักถาม โดยหลังจากที่นักเรียนได้เผชิญปัญหา นักเรียนจะตั้งคำถามเพื่อซักถามครู เพื่อให้การเรียนรู้ด้วยการสืบสอบของนักเรียนเกิดขึ้นด้วยตนเองมากที่สุด นักเรียนจะถูกกระตุ้นให้รวบรวมข้อมูลในการซักถาม ซึ่งเป็นการให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลจากความคิดของตนเอง และนักเรียนจะทำการทดสอบโดยการทำกิจกรรม ซึ่งในการซักถามนี้ ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนพูดออกมาให้มากๆ เพื่อที่ครูจะได้ทราบว่านักเรียนคิดอย่างไร และได้ทราบกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งวิธีดังกล่าวสอดคล้องกับ Clark (1973) ที่ได้กล่าวถึงหลักการทั่วไปของกระบวนการสืบสอบว่า ครูต้องพยายามชักจูงให้นักเรียนได้คิดด้วยตนเองอย่างมีเหตุผล โดยการนี้ ครูเสนอปัญหาแก่นักเรียน

เพื่อให้นักเรียนได้คิดและซักถามหรือตอบคำถามเพื่อรวบรวมข้อมูลและความรู้ต่างๆ และครูควรสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการกระตุ้นนักเรียนให้ทดลองโดยใช้ความคิดของตนเอง มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และวิเคราะห์ความคิดที่แตกต่างและมีการตีความจากข้อมูลนั้น นอกจากนี้ กระบวนการสืบสอบยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการค้นคว้าหาความรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะนักเรียนจะรู้สึกสนุกสนาน สามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างอิสระ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมเหล่านั้นช่วยให้พัฒนาด้านความคิด จึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา นักเรียนได้มีโอกาสฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลและฝึการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ เช่นเดียวกับที่ Carin and Sund (1975) ได้สรุปว่า กระบวนการสืบสอบเป็นกระบวนการที่เน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางปัญญา จึงช่วยเพิ่มศักยภาพทางปัญญา และทำให้นักเรียนมีความคาดหวังในตนเองในทางที่ดี จึงมีโอกาสพัมนาความสามารถพิเศษด้านต่างๆ ได้มาก

จากงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่า การพัฒนามโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบ ทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างแท้จริง และได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ดังนี้

1. นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะในการสำรวจและค้นคว้า การอธิบายและลงข้อสรุป การใช้คำถาม การคิดและการตัดสินใจ ซึ่งสังเกตได้จากการตั้งคำถามและการตอบคำถาม ในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนการสอน

2. นักเรียนได้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายอย่างเต็มที่ ทั้งภายในกลุ่มและในชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้ความรู้และเหตุผลเป็นหลักซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการยอมรับจากครูและเพื่อน

3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ และมีความสนใจในการแสวงหาความรู้ สังเกตได้จากการที่นักเรียนร่วมกันซักถาม ค้นคว้า ทำกิจกรรม และสรุปภายในกลุ่มและในชั้นเรียน นอกจากนี้ยังมีการช่วยเหลือกัน ในกรณีที่เด็กบางคนสามารถตั้งคำถามและตอบคำถามได้ดี และมีความสามารถในการเรียนรู้ได้มากกว่า ก็จะช่วยเพื่อนในรายที่มีความสามารถในการเรียนรู้ที่ต่ำกว่า เพื่ออธิบายและแนะนำการตั้งคำถาม การตอบคำถาม เพื่อร่วมอภิปราย ค้นคว้า และสรุปอย่างมีเหตุผล

ผลการวิจัยพบนี้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Massailas (1967) ที่กล่าวว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการสืบสอบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีเหตุผลและมีความสามารถในการอภิปราย ซักถามปัญหาโดยมีความคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบบรรยายหรือแบบถ่ายทอดความรู้ นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับ Clark (1973) ที่

กล่าวถึงกระบวนการสืบสอบว่า ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะทางปัญญาและการคิดอย่างมีเหตุผล และวารี ถิระจิตร (2534) ที่ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการสืบสอบไว้ว่า ความรู้ต่างๆ ที่มีอยู่ในโลกนี้เป็นผลที่ได้มาจากการศึกษา ค้นคว้า โดยเฉพาะการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการที่เรียกว่า สืบสอบ ฉะนั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนสามารถค้นคว้าและสืบสอบความรู้ด้วยตนเอง และยังช่วยให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุและผล

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

1. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องอาจนำวิธีการสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ ไปใช้เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับ ขั้นตอนของวิธีการสอนแบบสืบสอบให้เข้าใจ เพื่อใช้ในการจัดทำแผนการสอน สื่อการเรียนการสอน และใช้คำถามในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. การสอนโดยใช้กระบวนการสืบสอบ เป็นวิธีสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนทุกคนได้ร่วมทำกิจกรรมด้วยตนเองซึ่งครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนบางกิจกรรมต้องใช้เวลามากเนื่องจากนักเรียนต้องสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง ครูควรคอยให้คำชี้แนะหรืออธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์เหล่านั้นได้ถูกต้อง

3. ครูผู้สอนควรมีทักษะในการใช้คำถาม ซึ่งเป็นคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันคิดร่วมกันอภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อให้นักเรียนทุกคนเกิดความเข้าใจเนื้อหาได้อย่างทั่วถึง นอกจากนี้ ครูผู้สอนควรมีการบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงวิธีสอนในครั้งต่อไป

4. ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถทางการคิดอย่างเต็มที่ เช่น การอภิปราย การซักถาม นอกเหนือไปจากการคิดเชิงเหตุผลและการคิดแก้ปัญหา ควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียน เพราะความรู้ที่ได้จากการสืบสอบจะมีคุณค่า มีความหมายสำหรับ

นักเรียนมากกว่าความรู้ที่ได้จากคนอื่นบอกให้จำ ความรู้ที่เกิดจากการสืบสอบจะฝังแน่นและเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนต่อไปได้นาน และนักเรียนสามารถนำทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการแสวงหาความรู้และในการดำเนินชีวิตในปัจจุบันและอนาคต

5. การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาดำเนินการ แต่ในสภาพจริง ครูผู้สอนสามารถปรับเวลาให้เหมาะสมกับกิจกรรมได้ และควรใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การจัดนิทรรศการ การทำโครงงาน การทัศนศึกษานอกสถานที่ การแสดงบทบาทสมมติ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อพัฒนารูปแบบของกระบวนการสืบสอบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาผลของการฝึกกระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชาต่างๆ และในระดับชั้นอื่นๆ เนื่องจากรูปแบบของกระบวนการสืบสอบมีลักษณะที่เปิดกว้าง สามารถนำไปปรับใช้กับรายวิชาต่างๆ และกลุ่มผู้เรียนในระดับชั้นต่างๆ ได้ ดังนั้น หากมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำรูปแบบของกระบวนการสืบสอบไปปรับใช้ในรายวิชาต่างๆ และกลุ่มผู้เรียนในระดับชั้นต่างๆ แล้ว ผลการวิจัยที่ได้รับก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวงการศึกษาต่อไป

2. ศึกษาผลของการสอนด้วยกระบวนการสืบสอบ ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การสื่อสาร และการนำเสนอ หรือความคิดสร้างสรรค์

3. วิธีสอนแบบสืบสอบ เป็นวิธีสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนทุกคนได้ร่วมทำกิจกรรมด้วยตนเองซึ่งครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนพื้นฐานหรือประสบการณ์เดิมของนักเรียนแต่ละคน จึงควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสอบกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถขั้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่างกัน เช่น ระดับความสามารถสูง กลางและต่ำ

4. ควรมีการทดลองใช้แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลแบบอื่นๆ ที่แตกต่างไปจากแบบวัดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาผลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบของกระบวนสืบสอบและสามารถนำไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

กมลทิพย์ ต่อติด. (2544). ผลของการฝึกกระบวนการสืบสอบที่มีต่อความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัญติมา พรหมอักษร. (2545). ผลของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดของนักรียนกับแนวการสอนมโนทัศน์ของบรูเนอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชารัตถศึกษา คณะครุ ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กาญจนา บุญส่ง. (2542). หลักการสอน (โครงการตำราวิชาการราชภัฏเฉลิมพระเกียรติ). เพชรบุรี: สถาบันราชภัฏเพชรบุรี.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเซสมีเดีย.

โกวิทย์ ประวาลพฤกษ์. (2533). การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์สำหรับอนาคต. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2539). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2539. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2545-2549): ฉบับสรุป. กรุงเทพมหานคร: สกศ.

จันทรา ศรีสุข. (2530). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาด้วยวิธีสอนแบบสืบสอบและวิธีแบบถ่ายทอดความรู้. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จิตรา ทับแสง. (2529). ตรรกวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: วิทยาลัยพระนคร.

จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง. (2541). การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัชชัย คุ้มทวีพร. (2534). ตรรกวิทยา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ชัยพร วิชชาวุธ. (2520). ความจำมนุษย์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยพร วิชชาวุธ. (2521). มูลสารจิตวิทยา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2547). จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่องการวัด สู่การจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน. ใน ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. หน้า 50 – 51. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.

ทิศนา แขมมณี. (2542). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพมหานคร: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ทองคลัง โพธิ์สวัสดิ์. (2526). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติต่อวิธีสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบสวนสอบสวน ตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค กับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นาตยา ปิลันธนานนท์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning). กรุงเทพมหานคร: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.

บรรพต สุวรรณประเสริฐ. (2544). การพัฒนาหลักสูตรโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. เชียงใหม่: Knowledge Center.

บัญญัติ ชำนาญกิจ. (2540). หลักการสอน. นครสวรรค์: สถาบันราชภัฏนครสวรรค์.

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. (2523). การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด. ประชากรศึกษา. 6 – 17.

ปิยวดี วงษ์ใหญ่. (2548). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: เอส พี เอ็น การพิมพ์.

ปราณี รามสูต. (2528). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญกิจ.

พรรณทิพย์ ม้ามณี. (2532). การสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่ระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สารศึกษาการพิมพ์.

พิชิต แสงลอย. (2542). การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบ ของ สสวท. กับแบบสืบสวนสอบสวนตามขั้น สน-ส-อ-ท-ค ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปริญญานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2530). ความสัมพันธ์ระหว่างกลวิธีสอน คุณภาพของกลวิธีสอน เวลาที่ใช้ในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พวงเพ็ญ อินทราประวัติ. (2532). รูปแบบการสอน. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แรมสมร อยู่สถาพร. (2538). เทคนิคและวิธีสอนในระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.

วารี ถิระจิตร. (2534). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไลวรรณ ตรีศรี ชะนะมา. (2537). แนวคิดบางประการที่เกี่ยวกับแนวคิดรวบยอด. สารพัฒนาหลักสูตร. 113 (เม.ย.- มิ.ย): 49-51.

วีระยุทธ วิเชียรโชติ. (2521). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. (2538). จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบอารยวิถีในกระบวนการวิธีสืบสวนสอบสวน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิยาลัยรามคำแหง.

ศศิวรรณ ศรีพหล. (2536). การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียน. ประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและวิทยาวิธีทางการสอน หน่วยที่ 8-11. กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สิริลักษณ์ วงศ์เพชร. (2541). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสอนกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สิรินทร์ทิพย์ ดวงประทุม. (2549). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีการเปรียบเทียบที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ, กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2546). คณิตศาสตร์ไทยไม่เข้มแข็งเพราะอะไร. วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. 31 (กรกฎาคม): 18-24.

สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). หลักการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวัฒน์ นิยมเค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1-2. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

สุวัฒนา เอี่ยมอรพรรณ. (2549). วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย.

สุวรรณา ไชยะธน. (2537). ความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์การเล่นประกอบการใช้คำถามของครูที่มีความแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). วิธีการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์ การสอนคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). เอกสารประกอบ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). คู่มือครู สาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมคิด สร้อยน้ำ. (2542). หลักการสอน. อุดรธานี: สถาบันราชภัฏอุดรธานี.

สมเดช บุญประจักษ์. (2540). การพัฒนาศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือ. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด (คณิตศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สมนึก ภัททิยธนี. (2537). การวัดผลการศึกษา. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมบัติ การจนารักพงศ์. (2549). เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง : กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ธารอักษร.

สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2544). การให้เหตุผล. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏพระนคร.

เสริมศรี ลักษณศิริ. (2540). หลักการสอน. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร.

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2549). ผลการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปี 2549 (online). http://bet.obec.go.th/pm/new_resultbet2549.html. [6 สิงหาคม 2551].

อมรวิชช์ นาครทรรพ. (2541). ความจริงของแผ่นดิน ลำดับที่ 1: กระบวนการเรียนรู้เพื่อเด็กๆ และชุมชนของเรา. กรุงเทพมหานคร: เจ. ฟิล์ม โปรเซส.

อร่าม วัฒนะ. (2536). การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอด กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). คณิตศาสตร์:การสอนและการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). เอกสารการสอน รายวิชา 2704686 ทฤษฎีและการประยุกต์ทางการศึกษาคณิตศาสตร์. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2547). (อัดสำเนา).

อัมพร ม้าคนอง. (2547). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์: จุดเน้นของงานสอนคณิตศาสตร์. ใน พร้อมพรรณ อุดมสิน และอัมพร ม้าคนอง (บรรณาธิการ), ประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์, กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.

อารี พันธ์มณี. (2540). คิดอย่างสร้างสรรค์. กรุงเทพมหานคร: บริษัท เลิฟ แอนด์ ลิฟ เพรส จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

Ausubel, D. P. (1968). Educational psychology: a cognitive view. New York: Rinehart and Winston.

Baroody, A. J. (1993). Problem Solving, Reasoning, and Communication, K-8: Helping Children Think Mathematically. New York: Macmillan Pubblishing Company.

Carin, A., and Sund, R. B. (1975). Teaching Science Through Discovery. 3 rd ed. Ohio: Bell & Howell.

Clark, L. H. (1973). Teaching Social Students in A Handbook Secondary school. New York: Macmillan.

Cooney, T. J., Davis, E. J., and Henderson, K. B. (1975). Dynamics Teaching Secondary School Mathematics. 2 nd ed. Boston: Houghton Mifflin.

De Cecc, J. P. (1968). The psychology of learning and instruction: educational psychology. Englewook: Pentice – Hall.

Eggen, P. D. and kauchak, D. P. (1981). Strategies for Teaching Content and Thinking Skills. 3 rd ed. Boston: Allyn and Bacon.

Eysenck, H. J. Wurzburg, W. A., and Berne, R. M. (1972). Encyclopedia psychology. London: Search Press.

Guilford, J. P., and Hoepfner. (1971). The Analysis of Intelligence. New York: McGraw Hill Book.

Good, C. V. (1973). Dictionary of Education. 3 rd ed. New York: McGraw – Hill Book.

Greenwood, J. J. (1993). On the Nature of Teaching and Assessing. Mathematical Power and Mathematical Think, Arithematic Teacher.

Hulse, S. H.; Egeth, H.; and Deese, J. (1980). The psychology of learning.5 th ed. New York: McGraw-Hill Book.

Klausmeier, H. J., and Ripple, R. E. (1971). Leaming and human abilities. New Yok: Harper Intemational Edition.

Krulik, S., and Rudnick, J. A. (1993). Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers. Boston: Allyn and Bacon.

Lappan, G. & Schram, W. P. (1989). Communication and Reasoning: Critical Dimensions of Sense Making in Mathematic. In New Directions for Elementary School Mathematics, Yearbook. p. 14-30. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.

Lasley, T. J., and Matczynski, T. J. (1997). Introduction model: strateqies for teachinq in adiverse society. Belmont Calif: Wadworth.

Lovell, K. (1996). Education psycholoqy and children. Great Britain for University of Lonon Press.

McDonald, F. J. (1959). Education psycholoqy. San Francisco: Wadworth Publishinq.

Massialas, B. G. and Cox, C. B. (1967). Inquiry in Social Study. New York: McGraw-Hill.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1989). Curriculum and EvaluationStandards for School Mathematics. Reston, Virginia: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). Professional Standards for Teaching Mathematics. Reston, Va: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, Va: NCTM.

O'Daffer, P. G. (1990). Inductive and Deductive Reasoning, Mathematics Teacher.

O'Daffer, P., and Thornquist, B. A. (1993). Critical Thinking Mathematics Reasoning and Proof. In Research Ideas for the Classroom, High School Mathematics. New York: Macmillan.

Roger, W. B., Joseph A. T., April G., Pamela V. S., Janet C. P., Anne W., and Nancy L. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origin, Effectiveness, and Applications. [Online]. Available from: http://www.bscs.org. [2008, October 8].

Rothenberq, M. E. (1985). Encyclopedia Americana.Danbury. Connecticut: Grolier Incorporated.

Rowan, T. E. and Morrow, L. J. (1993). Implementing K-8 Curriculum and Evalution Standard. Reading from Arithmetic Teacher. Reston Virginia: The Nation Council of Teachers of Mathematics.

Russell, D. H. (1956). Children,s thinkinq. Boston: Ginn and Company.

Searles, R. (1956). Logic and scientific. 3 rd ed. New York: The Ronald Press Co.

Shaner, W. (1953). A Guide to logical thinking. Illinois: Science Research Associates Inc.

Tisher, R. P. and others. (1972). Fundamental Issues in Science Education. Sydney: John Wiley & Sons.

Toumasis, C. (1995). Concept Worksheet: An Important Tool for Learning. The Mathematics Teacher.

Wilson, J. W. (1971). Evalution of learning in secondary school Mathematics. Handbook on Formative and Summative Evalution of Student Learning. New York: McGraw – Hill Book.

Yore, L. D. (1984). The Effects of Cognitive Development and Age on Elementary Students Science Achievement for Structured Inductive and Semi-Deductive Inquiry Strategies. Journal of Research in Science Teaching. 13(7): 745-753.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิ
- หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณา ความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อคำถาม ตัวเลือก ความเหมาะสมของสำนวนภาษา พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง	หัวหน้าสาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
2. อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
3. อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดราชบพิธ

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน ฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.82680-2 ต่อ 612
ที่ **ศธ 0512.6(2771)/1438** **วันที่** 7 มกราคม 2552
เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม และรองคณบดี

ด้วย นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์วัฒนิตา นำแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชัญญา รัตนอุบล)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน

ที่ ศธ 0512.6(2771)/1437

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

7 มกราคม 2552

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์ ดร.รุ่งทิวา แย้มรุ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชัญญา รัตนอุบล)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680-2 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/**1439**

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

7 มกราคม 2552

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิธ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละอออ่ำกษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์ทรงวิทย์ สุวรรณธาดา เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชัญญา รัตนอุบล)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680-2 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/**1440**

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

7 มกราคม 2552

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชัญญา รัตนอุบล)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680-2 ต่อ 612

ที่ ศธ 0512.6(2771)/**1441**

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

7 มกราคม 2552

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนกันตังพิทยากร

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย นิสิตชั้นปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการสร้างมโนทัศน์โดยใช้กระบวนการสืบสอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1" โดยมี อาจารย์ ดร.จิณดิษฐ์ ละออปักษิณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-2 ทั้งนี้นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อาชัญญา รัตนอุบล)
รองคณบดี
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ฝ่ายวิชาการ หลักสูตรและการสอน
โทร. 0-2218-2680-2 ต่อ 612

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 **สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่อง แบบรูปและความสัมพันธ์**

ผู้สอน นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย จำนวน 2 **คาบ**

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.2 อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันต่างๆได้

สาระสำคัญ

ความหมายของแบบรูป (pattern)

แบบรูปเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงลักษณะร่วมกันของชุดของจำนวน รูปเรขาคณิต หรืออื่น ๆ เราสามารถใช้เหตุผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้

สามารถใช้ตัวแปร (n) แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าได้ และสามารถเขียนความสัมพันธ์ของแบบรูปในรูปทั่วไปของลำดับที่ n ได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของแบบรูปได้
2. หาแบบรูปในลำดับต่อไปได้
3. สังเกตและเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ที่เรียนได้
2. สังเกต สำรวจ สืบสอบ และสร้างข้อคาดการณ์เกี่ยวกับแบบรูปและความสัมพันธ์ได้
3. สื่อสารเพื่อนำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. มีความร่วมมือกับกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ตั้งใจและมีความสนใจในการเรียน
3. ทำงานอย่างมีระบบ ระเบียบ รอบคอบ

สาระการเรียนรู้

แบบรูป (Pattern)

ตัวอย่างที่ 1.

1.1) 7 9 11 13 15 17 ... ... 23 25

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครูให้นักเรียนพิจารณาจาก

7 = 7

9 = 7 + 2

11 = 7 + 2 + 2

13 = 7 + 2 + 2 + 2

15 = 7 + 2 + 2 + 2 + 2

17 = 7 + 2 + 2 + 2 + 2 +2

19 = 7 + 2 +2 + 2 + 2 + 2 + 2

21 = 7 + 2 + 2 + 2 + 2 +2 +2 +2

23 = 7 + 2 + 2 + 2+ 2 + 2+ 2 +2 +2

25 = 7 + 2 + 2+ 2 +2 + 2 + 2 + 2 + 2 +2

- นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนที่ครูกำหนดมีการเพิ่มขึ้นครั้งละ 2 เท่าๆกัน

1.2) 11 14 17 20 23 ... ... 32 35

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครูให้นักเรียนพิจารณาจาก

11 = 11

14 = 11 + **3**

17 = 11 + 3 + **3**

20 = 11 + 3 + 3 + **3**

23 = 11 + 3 + 3 + 3 + **3**

26 = 11 + 3 + 3 + 3 + 3 +**3**

29 = 11 + 3 +3 + 3 + 3 + 3 + **3**

32 = 11 + 3 + 3 + 3 + 3 +3 +3 +**3**

35 = 11 + 3 + 3 + 3+ 3 + 3+ 3 +3 +**3**

- นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนที่ครูกำหนดให้มีการเพิ่มขึ้นครั้งละ 3 เท่าๆกัน

- ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าทั้ง 2 ข้อนี้มีอะไรที่เหมือนกัน ซึ่งสรุปได้ว่า **ทั้ง 2 ข้อนี้มีความเหมือนกันในลักษณะ เพิ่มขึ้นครั้งละเท่า ๆกัน**

ตัวอย่างที่ 2

2.1) 35 31 27 23 19 ... 11 … 3

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

ครูให้นักเรียนพิจารณาจาก 35 = 35

31 = 35 – 4

27 = 35 – 4 – 4

23 = 35 – 4 – 4 – 4

19 = 35 – 4 – 4 – 4 - 4

15 = 35 – 4 – 4 – 4 – 4 – 4

11 = 35 – 4 – 4 – 4 - 4 - 4 – 4

7 = 35 – 4 – 4 – 4 – 4 – 4 – 4 - 4

3 = 35 – 4 – 4 – 4 – 4 - 4 – 4 - 4 – 4

- นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนที่ครูกำหนดให้มีการลดลงครั้งละ 4 เท่าๆกัน

2.2) 56 50 44 38 32 ... 20

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครูสรุป นักเรียนพิจารณาจาก 56 = 56

50 = 56 – 6

44 = 56 – 6 – 6

38 = 56 – 6 –6 – 6

32 = 56 – 6 – 6 –6 - 6

26 = 56 – 6 – 6 – 6– 6 – 6

20 = 56 – 6 – 6 – 6 - 6 - 6 – 6

- นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนที่ครูกำหนดให้มีการลดลงครั้งละ 6 เท่าๆกัน

- ครูให้นักเรียนร่วมกันสรุปว่าทั้ง 2 ข้อมีลักษณะเหมือนกันอย่างไร ซึ่งสรุปได้ว่า **ทั้ง 2 ข้อมีลักษณะเหมือนกันตรงที่มีการลดลงครั้งละเท่า ๆกัน**

ตัวอย่างที่ 3

3.1) 27 15 32 12 37 9 42 6 ... 3

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครู ให้ นักเรียนพิจารณาจาก 27 = 27

32 = 27 + 5

37 = 27 + 5 + 5

42 = 27 + 5 + 5 + 5

47 = 27 + 5 + 5 + 5 + 5

- และพิจารณาอีก 1 ชุด คือ 15 = 15

12 = 15 – 3

9 = 15 – 3 – 3

6 = 15 – 3 – 3 – 3

3 = 15 – 3 – 3 – 3 -3

- จำนวนที่ครูกำหนดให้มีทั้งเพิ่มขึ้นครั้งละเท่าๆกันและลดลงครั้งละเท่าๆกันอยู่ในชุดจำนวนเดียวกัน

3.2) 10 32 20 28 30 24 40 20 ... 16

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครูสรุป ให้นักเรียนพิจารณาจาก 10 = 10

20 = 10+10

30 = 10 + 10 + 10

40 = 10+ 10+ 10+10 +10

- พิจารณาอีก 1 ชุดคือ 32 = 32

28 = 32 – 4

24 = 32 – 4 – 4

20 = 32 – 4 – 4 – 4

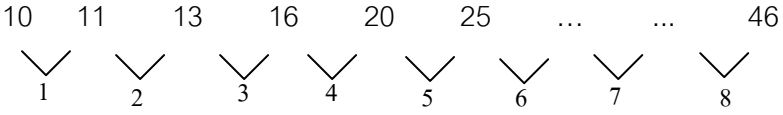
- จำนวนที่ครูกำหนดให้มีทั้งเพิ่มขึ้นครั้งละเท่าๆกันและลดลงครั้งละเท่าๆกันอยู่ในชุดจำนวนเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 4.

10 11 13 16 20 25 … ... 46

- ครูถามนักเรียนว่าจากจำนวนที่ครูกำหนดให้นักเรียนคิดว่าจำนวนที่ครูเว้นว่างไว้น่าจะเป็นจำนวนอะไร เพื่อนๆคนอื่นได้คำตอบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

- ครูสรุป ให้นักเรียนพิจารณา



- นักเรียนจะเห็นว่าจำนวนที่ครูกำหนดให้มีการลดลงครั้งละ 1, 2, 3, 4, 5, ...

ตัวอย่างที่ 5 พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวนซึ่งกำหนดให้ดังแบบรูปต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6
จำนวน	5	10	15	20		

จงหาจำนวนในลำดับที่ 5, 6

จากตารางจะเห็นว่า จำนวนที่อยู่ในแถว*ลำดับที่*เป็นจำนวนนับ 1, 2, 3, 4, ...และจำนวนที่อยู่ในแถวของ*จำนวน* เป็น 5 เท่าของจำนวนที่เป็นลำดับที่ ซึ่งอยู่ในหลักเดียวกัน เช่น ลำดับที่ 2 จะสัมพันธ์กับ 10 ซึ่งเท่ากับ 5 x 2 และลำดับที่ 3 จะสัมพันธ์กับ 15 ซึ่งเท่ากับ 5 x 3 ดังนั้น ลำดับที่ 5 จะสัมพันธ์กับ 25 ซึ่งเท่ากับ 5 x 5 และลำดับที่ 6 สัมพันธ์กับ 30 ซึ่งเท่ากับ 5 x 6

ดังนั้นสามารถเติมคำตอบลงในตารางได้ดังนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6
จำนวน	5 (5 x 1)	10 (5 x 2)	15 (5 x 3)	20 (5 x 4)	25 (5 x 5)	30 (5 x 6)

นอกจากนี้ยังสามารถหาจำนวนในลำดับต่อไปได้อีกเรื่อย ๆ ดังนั้นถ้าเรามีลำดับที่ซึ่งยังไม่ได้ระบุจำนวนที่แน่นอน จะใช้อักษรภาษาอังกฤษเช่น n แทนลำดับที่นั้น เรียก n ว่า **ตัวแปร**

จากตัวอย่างที่ 3 สามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวน จะได้ว่าให้ n แทนลำดับที่จำนวนที่สัมพันธ์กับลำดับที่ n จะเป็น 5 เท่าของ n เขียนเป็น 5 x n หรือ 5n

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นสร้างความสนใจ 1. ครูให้ตัวแทนนักเรียนหญิงและนักเรียนชายประมาณ 10 คน ออกมายืนหน้าห้อง โดยให้นักเรียนยืนสลับชายหญิง แล้วให้นักเรียนที่เหลือสังเกตความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นครูจึงสุ่มถามนักเรียนถึงสิ่งที่สังเกตได้ถึงความเหมือน ความต่าง เพื่อจะนำไปสู่เรื่องแบบรูป (*นักเรียนบางคนก็จะตอบว่า ยืนสลับชายหญิง บางคนก็ตอบว่ายืนสลับสูงต่ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบที่นักเรียนแต่ละคนสังเกตได้*) **ขั้นสำรวจและค้นหา** 2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แล้วครูแจกลูกปัดที่ครูร้อยไว้แล้ว ให้กลุ่มละ 2 เส้น โดย 1 เส้นจะเรียงกันอย่างเป็นระบบ คือ จะเรียงสลับสี สีละ 2 ลูกไปเรื่อยๆ และอีก 1 เส้นจะเรียงกันอย่างไม่เป็นระบบโดยเรียงคละสีต่างๆ แล้วให้นักเรียนร้อยลูกปัดต่อจากที่ครูร้อยไว้ให้ (*ซึ่งนักเรียนจะร้อยลูกปัดเส้นที่ 1 ต่อจากที่ครูร้อยไว้ให้ได้ แต่นักเรียนไม่สามารถร้อยลูกปัดเส้นที่ 2 ได้*)	**ขั้นนำ** 1. ครูสนทนากับนักเรียนเรื่องแบบรูปและความสัมพันธ์ที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมา แล้วครูยกตัวอย่างแบบรูปของจำนวนให้นักเรียนหาจำนวนถัดไปอีก 3 จำนวน และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนต่างๆ เช่น 2, 4, 6, 8,... (จำนวนถัดไปอีก 3 จำนวนคือ 10, 12, 14 เพราะแบบรูปของจำนวนชุดนี้จะเพิ่มขึ้นทีละสอง) แล้วสุ่มนักเรียนยกตัวอย่างแบบรูปจากนั้นให้นักเรียนคนอื่นๆ หาจำนวนถัดไปอีก 3 จำนวน **ขั้นสอน** 2. ครูให้ความหมายของแบบรูป พร้อมทั้งยกตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 ให้นักเรียนพิจารณาและอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป 3. ครูยกตัวอย่างที่ 5 ให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวน แล้วให้นักเรียนหาจำนวนในลำดับที่ 5, 6 ต่อไป 4. ครูเฉลยคำตอบที่ถูกต้องและอธิบายเพิ่มเติมว่าเราสามารถหาจำนวนในลำดับต่อไปได้อีกเรื่อยๆ ดังนั้นถ้าเรามีลำดับที่ซึ่งยังไม่ได้ระบุจำนวนที่แน่นอน จะใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษ เช่น n แทนลำดับที่นั้น เรียก n ว่าตัวแปร

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 3. ครูให้แต่ละกลุ่มออกมาอธิบายถึงแนวคิดในการร้อยลูกปัด 4. ครูเขียนจำนวนแทนลูกปัดที่นักเรียนร้อย เพื่อให้นักเรียนเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของจำนวนอย่างเป็นระบบ 5. ครูยกตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่างที่ 2 ตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 ให้นักเรียนพิจารณาตัวอย่างที่ครูกำหนดและช่วยกันสรุปความสัมพันธ์ที่ได้จากตัวอย่าง **ขั้นสำรวจและค้นหา** 6. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มใหม่ โดยครูให้นักเรียนออกมาหยิบสลากคนละ 1 ใบ สลากประกอบด้วยหมายเลข 1-10 จำนวน 4 ชุด ซึ่งคนที่ได้หมายเลขเดียวกันอยู่กลุ่มเดียวกัน 7. ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบกิจกรรมและอุปกรณ์ในการทำกิจกรรม 8. ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมเรียงไม้ขีด ซึ่งมีกติกาดังนี้ คือ ให้นักเรียนช่วยกันเรียงไม้ขีดให้มีลักษณะดังรูปที่ครูกำหนดให้และหาจำนวนของไม้ขีดตามที่ครูกำหนด แล้วบันทึกผลลงในตารางที่กำหนดให้	5. จากตัวอย่างที่ 5 ครูให้นักเรียนหาความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้ โดยใช้ตัวแปร โดยกำหนดให้ n แทนลำดับที่ ดังนั้นจำนวนที่สัมพันธ์กับลำดับที่ n จะเป็น 5 เท่าของ n เขียนเป็น $5\times n$ ครูให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่า $5\times n$ จะเขียนเป็น $5n$ **ขั้นสรุป** 6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า - ความหมายของแบบรูป (pattern) คือ แบบรูปเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงลักษณะร่วมกันของชุดของจำนวน รูปเรขาคณิต หรืออื่น ๆ เราสามารถใช้เหตุผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ - สามารถใช้ตัวแปร (n) แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าได้ และสามารถเขียนความสัมพันธ์ของแบบรูปในรูปทั่วไปของลำดับที่ n ได้ 7. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัด 4.1 ข้อ 1 และ ข้อ 2 ของหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการบ้าน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 9. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมพร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดหน้าชั้นเรียนซึ่งนักเรียนสามารถหาจำนวนไม้ขีดได้จากการเรียงไม้ขีดและนับจำนวนไม้ขีด 10. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ครูแจกให้ 11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในใบงาน โดยครูสุ่มถามแต่ละกลุ่มให้ออกมาเฉลยคำตอบที่ได้พร้อมทั้งวิธีการคิดหาคำตอบ **ขั้นขยายความรู้** 12. ครูถามคำถามนักเรียนว่า จากใบกิจกรรม การเรียงไม้ขีด แบบที่ 1 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของรูป จำนวนไม้ขีดของรูปที่ n เท่ากับเท่าไร (ซึ่งนักเรียนไม่สามารถตอบได้จากการทำกิจกรรมเรียงไม้ขีด) 13. ครูชี้แนะโดยแปลงจากรูปเป็นจำนวน ให้สังเกตและพิจารณาความสัมพันธ์ของชุดจำนวนของตัวอย่างทั้งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 14. ครูยกตัวอย่างที่ 5 และให้นักเรียนหาจำนวนในลำดับที่ 5 และ 6 และให้เขียนแบบรูปในรูปทั่วไปของลำดับที่ n 15. ครูถามนักเรียนว่า จากใบกิจกรรม แบบที่ 1 รูปที่เท่าไรใช้ไม้ขีดทั้งหมด 120 ก้าน (ซึ่งนักเรียนไม่สามารถตอบได้จากการทำ	

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
กิจกรรมเรียงไม้ขีด แต่นักเรียนจะใช้วิธีการนับทบในการหาคำตอบได้) 16. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปว่า - ความหมายของแบบรูป (pattern) คือ แบบรูปเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงลักษณะร่วมกันของชุดของจำนวน รูปเรขาคณิต หรืออื่น ๆ เราสามารถใช้เหตุผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ - สามารถใช้ตัวแปร (n) แทนจำนวนที่ไม่ทราบค่าได้ และสามารถเขียนความสัมพันธ์ของแบบรูปในรูปทั่วไปของลำดับที่ n ได้ **ขั้นประเมิน** 17. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัด 4.1 ข้อ 1 และ ข้อ 2 ของหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการบ้าน ให้นักเรียนซักถามเพิ่มเติม	

สื่อการเรียนรู้

- ใบกิจกรรมเรียงไม้ขีด
- ลูกปัดที่ร้อยไว้แล้ว 20 เส้น
- ก้านไม้ขีดจำนวน 500 ก้าน
- ใบงาน

การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถาม 2. ความถูกต้องในการทำใบกิจกรรมเรียงไม้ขีด 3. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน 4. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน	1. นักเรียนตอบคำถามอยู่ในเกณฑ์ดี 2. นักเรียนทำใบกิจกรรมเรียงไม้ขีดได้ถูกต้อง 3. นักเรียนอภิปรายอยู่ในเกณฑ์ดี 4. นักเรียนมีการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในเกณฑ์ดี

บันทึกหลังการสอน

……

……

……

……

……

……

ใบกิจกรรม เรียงไม้ขีด

สมาชิกในกลุ่ม

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

อุปกรณ์

ไม้ขีด 50 ก้าน

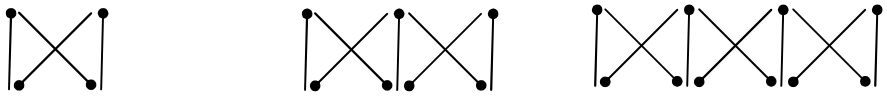
1. การเรียงไม้ขีด แบบที่ 1

รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3

จงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของรูปกับจำนวนไม้ขีดที่กำหนดให้ในตารางต่อไปนี้

รูปที่	1	2	3	4	5
จำนวนไม้ขีด (ก้าน)	2				

2. การเรียงไม้ขีด แบบที่ 2



รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3

จงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของรูปกับจำนวนไม้ขีดที่กำหนดให้ในตารางต่อไปนี้

รูปที่	1	2	3	4	5
จำนวนไม้ขีด (ก้าน)	4				

ใบงาน

จากการทำกิจกรรม เรียงไม้ขีด จงตอบคำถามต่อไปนี้

การเรียงไม้ขีดแบบที่ 1

1. จำนวนไม้ขีดของรูปที่ 6 เท่ากับเท่าไหร่

_____

2. จำนวนไม้ขีดของรูปที่ 7 เท่ากับเท่าไหร่

_____

3. ลำดับที่ของรูปกับจำนวนไม้ขีดมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

_____

การเรียงไม้ขีดแบบที่ 2

1. จำนวนไม้ขีดของรูปที่ 6 เท่ากับเท่าไหร่

_____

2. จำนวนไม้ขีดของรูปที่ 7 เท่ากับเท่าไหร่

_____

3. ลำดับที่ของรูปกับจำนวนไม้ขีดมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

_____

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 **สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว**

ผู้สอน นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย จำนวน 3 **ชั่วโมง**

สาระที่ 4 **พีชคณิต**

มาตรฐานการเรียนรู้ ค. 4.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่นๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหาได้

สาระสำคัญ

การแก้สมการ คือ การหาคำตอบของสมการ

เราสามารถใช้สมบัติของการเท่ากันในการหาคำตอบของสมการได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ด้านความรู้ นักเรียนสามารถ

1. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายโดยใช้สมบัติการบวกได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถ

1. แสดงเหตุผลโดยอ้างอิงความรู้ที่เรียนได้
2. สื่อสารเพื่อนำเสนอผลที่ได้จากการทำกิจกรรม

ด้านคุณลักษณะ นักเรียน

1. มีความร่วมมือกับกิจกรรมในชั้นเรียน
2. ตั้งใจและมีความสนใจในการเรียน
3. ทำงานอย่างมีระบบ ระเบียบ รอบคอบ

สาระการเรียนรู้

เราสามารถใช้สมบัติของการเท่ากันในการหาคำตอบของสมการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงแก้สมการ $x + 3 = 7$

วิธีทำ $x + 3 = 7$

นำ -3 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $x + 3 + (-3) = 7 + (-3)$

หรือ $x + 3 - 3 = 7 - 3$

$x = 4$

ตรวจสอบ แทน x ด้วย 4 ในสมการ $x + 3 = 7$

จะได้ $4 + 3 = 7$

$7 = 7$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 4 เป็นคำตอบของสมการ $x + 3 = 7$

ตอบ 4

ตัวอย่างที่ 2 จงแก้สมการ $x + 29 = 51$

วิธีทำ $x + 29 = 51$

นำ 29 มาลบทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $x + 29 - 29 = 51 - 29$

$x = 22$

ตรวจสอบ แทน x ด้วย 22 ในสมการ $x + 29 = 51$

จะได้ $22 + 29 = 51$

$51 = 51$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 22 เป็นคำตอบของสมการ $x + 29 = 51$

ตอบ 22

ตัวอย่างที่ 3 จงแก้สมการ $b - 11.5 = 3.52$

วิธีทำ $b - 11.5 + 11.5 = 3.52 + 11.5$

นำ 11.5 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $b - 11.5 + 11.5 = 3.52 + 11.5$

$b = 15.02$

ตรวจสอบ แทน b ด้วย 15.02 ในสมการ $b - 11.5 = 3.52$

จะได้ $15.02 - 11.5 = 3.52$

$3.52 = 3.52$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 15.02 เป็นคำตอบของสมการ $b - 11.5 = 3.52$ ตอบ 15.02

ตัวอย่างที่ 4 จงแก้สมการ $c - \frac{3}{7} = \frac{4}{9}$

วิธีทำ $c - \frac{3}{7} = \frac{4}{9}$

นำ $\frac{3}{7}$ มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $c - \frac{3}{7} + \frac{3}{7} = \frac{4}{9} + \frac{3}{7}$

$$c = \frac{28+27}{63}$$

$$c = \frac{55}{63}$$

ตรวจสอบ แทน c ด้วย $\frac{55}{63}$ ในสมการ $c - \frac{3}{7} = \frac{4}{9}$

จะได้ $\frac{55}{63} - \frac{3}{7} = \frac{4}{9}$

$$\frac{55-27}{63} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{28}{63} = \frac{4}{9}$$

$\frac{4}{9} = \frac{4}{9}$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น $\frac{55}{63}$ เป็นคำตอบของสมการ $c - \frac{3}{7} = \frac{4}{9}$

ตอบ $\frac{55}{63}$

ตัวอย่างที่ 5 จงแก้สมการ $\frac{a}{7} = 5$

วิธีทำ นำ 7 มาคูณทั้ง 2 ข้างของสมการ

จะได้ $\frac{a}{7} \times 7 = 5 \times 7$

หรือ $a = 35$

ตรวจสอบ แทน a ด้วย 35 ในสมการ $\frac{a}{7} = 5$

จะได้ $\frac{35}{7} = 5$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 35 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{a}{7}=5$

ตัวอย่างที่ 6 จงแก้สมการ $4m=36$

<u>วิธีทำ</u> นำ 4 มาหารทั้ง 2 ข้างของสมการ

จะได้ $\frac{4m}{4}=\frac{36}{4}$

หรือ $m=9$

<u>ตรวจสอบ</u> แทน $m=9$ ในสมการ $4m=36$

จะได้ $\frac{36}{4}=9$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 9 เป็นคำตอบของสมการ $4m=36$

ตัวอย่างที่ 7 จงแก้สมการ $\frac{2}{5}a-4=8$

<u>วิธีทำ</u> $\frac{2}{5}a-4=8$

นำ 4 บวกทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $\frac{2}{5}a-4+4=8+4$

หรือ $\frac{2}{5}a=12$

นำ $\frac{5}{2}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $\frac{2}{5}a\times\frac{5}{2}=12\times\frac{5}{2}$

หรือ $a=30$

<u>ตรวจสอบ</u> แทน a ด้วย 30 ในสมการ $\frac{2}{5}a-4=8$

จะได้ $\frac{2}{5}\times30-4=8$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 30 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{2}{5}a-4=8$

ตัวอย่างที่ 8 จงแก้สมการ $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)=6$

<u>วิธีทำ</u> $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)=6$

นำ $\frac{7}{3}$ คูณทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)\times\frac{7}{3}=6\times\frac{7}{3}$

หรือ $\frac{x}{2}-5=14$

นำ 5 บวกทั้งสองข้างของสมการ

จะได้ $\frac{x}{2}-5+5=14+5$

หรือ $\frac{x}{2}=19$

นำ 2 คูณทั้งสองข้างของสมการจะได้ $\frac{x}{2}\times 2=19\times 2$

หรือ $x=38$

<u>ตรวจสอบ</u> แทน x ด้วย 38 ในสมการ $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)=6$

จะได้ $\frac{3}{7}(\frac{38}{2}-5)=6$ เป็นสมการที่เป็นจริง

ดังนั้น 38 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)=6$

กิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นสร้างความสนใจ 1. นักเรียนอภิปรายทบทวน พื้นฐานความรู้เรื่อง คำตอบของสมการ สมบัติของการเท่ากัน 2. ครูถามคำถามนักเรียนว่า การหาคำตอบของสมการ นอกจากจะใช้วิธีการลองแทนค่าตัวแปรแล้วนักเรียนสามารถใช้วิธีใดได้อีกบ้าง ให้นักเรียนช่วยกันคิดพร้อมทั้งแสดงเหตุผลในการคิดหาคำตอบ **ขั้นสำรวจและค้นหา** 3. ครูแจกกระดาษสีแผ่นเล็กๆ ซึ่งมีทั้งหมด 4 สี คนละ 1 แผ่น 4. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ตามสีของกระดาษที่นักเรียนได้รับ 5. ครูให้นักเรียนประชุมกลุ่มเพื่อเลือกประธานกลุ่ม 6. ครูให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับอุปกรณ์ที่ครูเตรียมมาให้สำหรับทำกิจกรรมที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย กระดาษ A4 1 แผ่น แก้วกระดาษ 1ใบ เหรียญสีแดง 20 อัน และเหรียญสีน้ำเงิน 20 อัน ครูชี้แจงกับนักเรียนว่า แก้วกระดาษบรรจุเหรียญไว้จำนวนหนึ่งขึ้นอยู่กับค่าของโจทย์แต่ละข้อ เหรียญสีแดงแทนจำนวนเต็มบวก และเหรียญสีน้ำเงินแทนจำนวนเต็มลบ ซึ่งเหรียญสีแดง 1 อันมีค่าเท่ากับ +1 เหรียญสีน้ำเงิน 1 อัน มีค่าเท่ากับ -1 ดังนั้นเมื่อเหรียญสีแดง 1 อันรวมกับสีน้ำเงิน 1 อันจึงมีค่าเท่ากับ 0	**ขั้นนำ** 1. ครูทบทวนสมบัติการบวก โดยใช้การถามตอบ ให้นักเรียนอธิบายสมบัติการบวกพร้อมทั้งยกตัวอย่าง **ขั้นสอน** 2. ครูยกตัวอย่างที่ 1 แล้วอธิบายนักเรียนว่า การแก้สมการคือการหาคำตอบของสมการ ครูใช้คำถามนำเพื่อช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจะใช้สมบัติใดบ้างโดยใช้การถาม – ตอบ 3. ครูแนะนำวิธีการเขียนแสดงวิธีทำและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้สมการว่าการตรวจสอบคำตอบเป็นขั้นตอนหนึ่งของการแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้ค่าตัวแปรแล้วจะต้องตรวจสอบว่า จำนวนนั้นเป็นคำตอบของสมการหรือไม่ โดยการนำจำนวนนั้นไปแทนตัวแปรในสมการ ถ้าแทนค่าแล้วได้สมการเป็นจริงจึงสรุปว่าจำนวนนั้นเป็นคำตอบของสมการ 4. ครูชี้แนะวิธีการแก้สมการตามขั้นตอนในการแก้สมการโดยใช้สมบัติของการเท่ากันโดยเขียนแสดงวิธีทำบนกระดานดำ สมการ $x + 3 = 7$ นำ -3 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ จะได้ $x + 3 + (-3) = 7 + (-3)$ หรือ $x + 3 - 3 = 7 - 3$ $x = 4$

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
7. ครูให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมที่ 1 โดยมีกติกาดังนี้ คือ ให้นักเรียนพับครึ่งกระดาษ A4 แล้วใช้สีขีดแบ่งครึ่งกระดาษให้ชัดเจนแล้วทำความเข้าใจกับนักเรียนว่ากระดาษเปรียบเสมือนตาชั่ง ดังนั้นวัตถุที่อยู่บนข้างซ้ายกับข้างขวาต้องมีค่าเท่ากัน ให้นักเรียนวางแก้วกระดาษและเหรียญตามจำนวนที่ครูกำหนดให้ จากนั้นให้นักเรียนหาว่าแก้วกระดาษหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ แล้วบันทึกผลลงในใบกิจกรรม **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** 8. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมพร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดหน้าชั้นเรียนซึ่งนักเรียนสามารถหาจำนวนเหรียญแทนแก้วกระดาษได้โดยการวางเหรียญสีน้ำเงินบนกระดาษทั้งด้านซ้ายและด้านขวาให้เท่ากับจำนวนเหรียญสีแดงที่อยู่ด้านขวาของกระดาษ 9. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำใบงานที่ครูแจกให้ 10. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในใบงาน โดยครูสุ่มถามแต่ละกลุ่มให้ออกมาเฉลยคำตอบที่ได้พร้อมทั้งแสดงเหตุผลเกี่ยวกับวิธีการคิดหาคำตอบ	<u>ตรวจสอบ</u> แทน x ด้วย 4 ในสมการ จะได้ 4 + 3 = 7 7 = 7 เป็นสมการที่เป็นจริง ดังนั้น 4 เป็นคำตอบของสมการ x + 3 = 7 <u>ตอบ</u> 4 5. ครูยกตัวอย่างที่ 2 – 7 โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 1 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำด้วยตนเอง แล้วให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำเฉลยบนกระดานดำ 6. ครูช่วยชี้แนะความถูกต้องของการเขียนแสดงวิธีทำ และคำตอบของสมการ 7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมแล้วครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ **ขั้นสรุป** 1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน 2. ครูให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัด 4.3 ก ของหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการบ้าน

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นขยายความรู้ 11. ครูยกตัวอย่างโจทย์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาดังนี้ 1. จงแก้สมการ x + 29 = 51 2. จงแก้สมการ b – 11.5 = 3.52 3. จงแก้สมการ $c-\frac{3}{7}=\frac{4}{9}$ 12. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้สมการโดยใช้สมบัติของการเท่ากันของการบวก ซึ่งสามารถใช้สมบัติการเท่ากันของการบวกหาคำตอบของสมการได้โดยการบวกด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการ **ขั้นสำรวจและค้นหา** 12. ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งตอบคำถามในใบกิจกรรม **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** 13. ครูให้แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมพร้อมทั้งนำเสนอวิธีการคิดหน้าชั้นเรียน 14. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำถามในใบงาน โดยครูสุ่มถามแต่ละกลุ่มให้ออกมาเฉลยคำตอบ	

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
ขั้นขยายความรู้ 15. ครูยกตัวอย่างโจทย์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาดังนี้ 1. จงแก้สมการ $\frac{a}{7}=5$ 2. จงแก้สมการ $4m=36$ 3. จงแก้สมการ $\frac{2}{5}a-4=8$ 4. จงแก้สมการ $\frac{3}{7}(\frac{x}{2}-5)=6$ 16. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการแก้สมการโดยใช้สมบัติของการเท่ากันของการคูณ ซึ่งสามารถใช้สมบัติการเท่ากันของการคูณหาคำตอบของสมการได้โดยการคูณด้วยจำนวนที่เท่ากันทั้งสองข้างของสมการ **ขั้นประเมิน** 17. ครูให้นักเรียนเล่นเกมกลุ่มแข่งขัน โดยการให้ช่วยกันทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม กลุ่มใดทำเสร็จก่อนกลุ่มนั้นเป็นกลุ่มที่ชนะ และให้ส่งตัวแทนออกมานำเสนอวิธีการคิดหน้าชั้นเรียน	

สื่อการเรียนรู้

1. กระดาษ A4 10 แผ่น
2. แก้วกระดาษ 10 ใบ
3. เหรียญสีแดง 200 อัน
4. เหรียญสีน้ำเงิน 200 อัน

5. ใบกิจกรรมแก้วกระดาษ
6. ใบงาน
7. แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

การวัดผล	การประเมินผล
1. สังเกตจากการตอบคำถาม 2. ความถูกต้องในการทำใบกิจกรรมแก้วกระดาษ 3. สังเกตจากการอภิปรายของนักเรียน 4. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน	1. นักเรียนตอบคำถามอยู่ในเกณฑ์ดี 2. นักเรียนทำใบกิจกรรมเรียงไม้ขีดได้ถูกต้อง 3. นักเรียนอภิปรายอยู่ในเกณฑ์ดี 4. นักเรียนมีการเข้าร่วมกิจกรรมอยู่ในเกณฑ์ดี

บันทึกหลังการสอน

……

……

……

……

……

……

ใบกิจกรรม แก้วกระดาษ

เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการเท่ากันของการบวก

สมาชิกในกลุ่ม

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

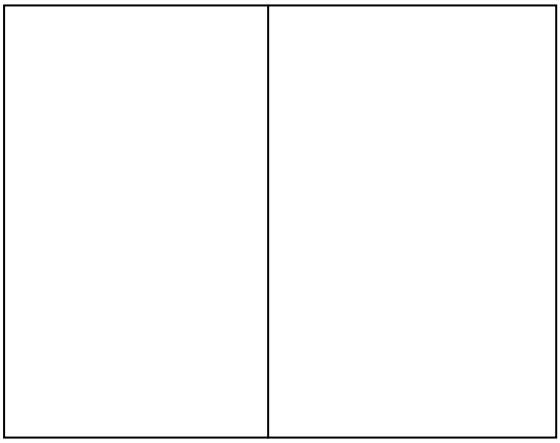
ชื่อ_____ห้อง_____เลขที่_____

อุปกรณ์

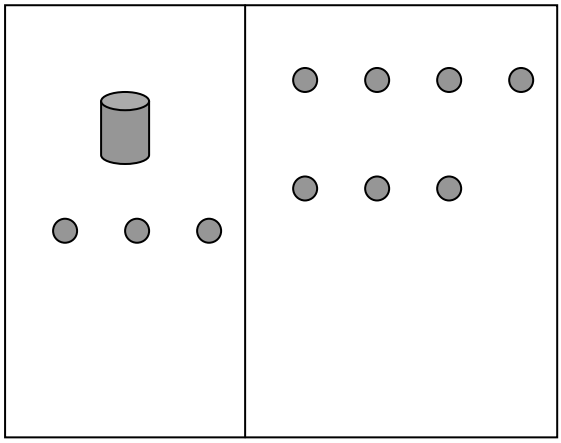
1. กระดาษ A4 1 แผ่น
2. แก้วกระดาษ 1 ใบ
3. เหรียญสีแดง 20 อัน
4. เหรียญสีน้ำเงิน 20 อัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

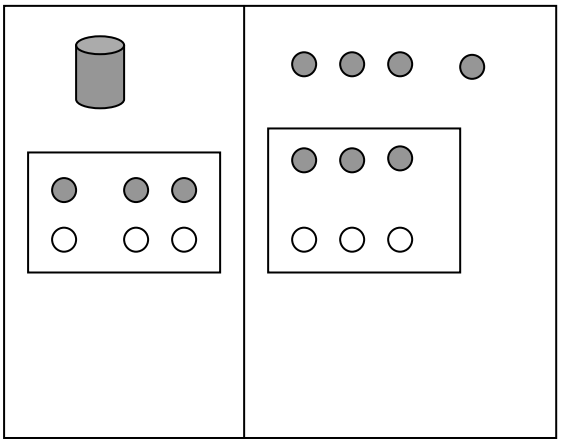
1. ให้นักเรียนพับครึ่งกระดาษ A4 แล้วใช้สีขีดแบ่งครึ่งกระดาษให้ชัดเจน



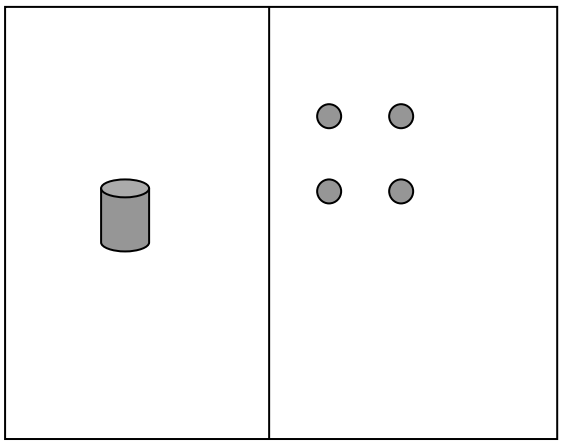
2. ให้นักเรียนวางแก้วกระดาษและเหรียญตามจำนวนที่โจทย์กำหนด เช่น ด้านซ้ายของกระดาษวางแก้วกระดาษ 1 ใบ และเหรียญสีแดง 3 เหรียญ ด้านขวาของกระดาษวางเหรียญสีแดง 7 เหรียญ



3. ให้นักเรียนหาวิธีการที่จะหาคำตอบว่าแก้วกระดาษหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ ซึ่งกำหนดให้กระดาษเปรียบเสมือนตาชั่ง ดังนั้นวัตถุที่อยู่บนด้านซ้ายกับด้านขวาต้องมีค่าเท่ากัน และกำหนดให้การวางเหรียญสีน้ำเงินหนึ่งเหรียญมีค่าเท่ากับ -1 และเหรียญสีแดงหนึ่งเหรียญมีค่าเท่ากับ +1 ดังนั้นเมื่อเหรียญสีแดง 1 อัน รวมกับสีน้ำเงิน 1 อันจึงมีค่าเท่ากับ 0



4. หาคำตอบว่าแก้วหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ ให้บันทึกคำตอบลงใบกิจกรรมและให้นักเรียนตรวจสอบคำตอบโดยการเปิดฝาแก้วกระดาษ



จะได้ว่าแก้วหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญ 4 เหรียญ

บันทึกผลการทำกิจกรรม

จงหาว่าแก้วกระดาษหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ เมื่อกำหนดข้อมูลดังต่อไปนี้

ข้อที่	ด้านซ้ายของกระดาษ		ด้านขวาของกระดาษ	แก้วหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ
	จำนวนแก้ว(ใบ)	จำนวนเหรียญสีแดง (อัน)	จำนวนเหรียญสีแดง (อัน)	
1.	1	3	7	
2.	1	4	6	
3.	1	6	9	
4.	1	5	8	

ใบงาน

จากการทำกิจกรรมจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าครูกำหนดว่ามีแก้ว 1 ใบ เหรียญสีแดง 125 เหรียญวางอยู่บนกระดาษด้านซ้าย และเหรียญสีแดง 750 เหรียญวางอยู่บนกระดาษด้านขวา ให้นักเรียนหาว่าแก้วกระดาษแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ
   (นักเรียนไม่สามารถหาคำตอบได้จากการทำกิจกรรมเพราะมีจำนวนเหรียญไม่เพียงพอ)
2. ครูถามว่านอกจากวิธีที่ได้จาการทำกิจกรรมแล้วมีวิธีอื่นที่สามารถหาคำตอบนี้หรือไม่อย่างไร
   (มี ใช้สมบัติการเท่ากัน)
3. จากตัวอย่างที่ 1 ในใบกิจกรรม ถ้าครูกำหนดให้แก้วกระดาษแทนตัวแปร x เหรียญสีแดงหนึ่งเหรียญแทน +1 และเหรียญสีน้ำเงินหนึ่งเหรียญแทน -1 จะเขียนสมการได้อย่างไร
   (x+3 = 7)
4. นักเรียนสามารถใช้สมบัติการเท่ากันในการหาคำตอบของสมการได้อย่างไร

   วิธีทำ สมการ $x + 3 = 7$

   นำ -3 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ

   จะได้ $x + 3 + (-3) = 7 + (-3)$ ใช้สมบัติการเท่ากันของการบวก

   หรือ $x + 0 = 7 + (-3)$

   $x = 4$

   แทน x ด้วย 4 ในสมการ $x + 3 = 7$

   จะได้ $4 + 3 = 7$

   $7 = 7$ เป็นสมการที่เป็นจริง

   ดังนั้น 4 เป็นคำตอบของสมการ $x + 3 = 7$

   ตอบ 4

ใบกิจกรรมที่ 2

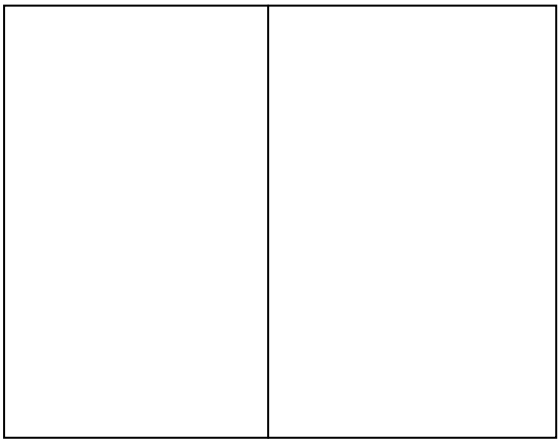
เรื่อง การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการเท่ากันของการคูณ

อุปกรณ์

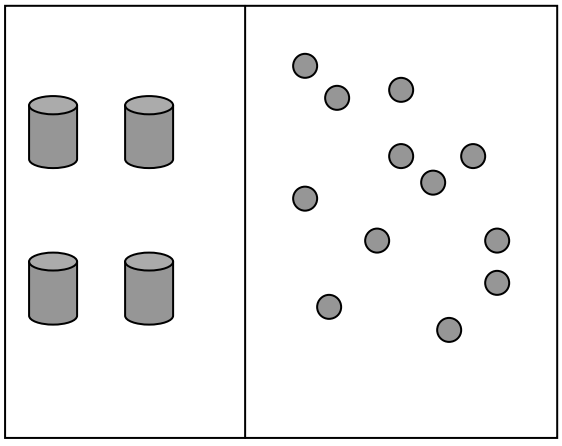
1. กระดาษ A4 1 แผ่น
2. แก้วกระดาษ
3. เหรียญสีแดง

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

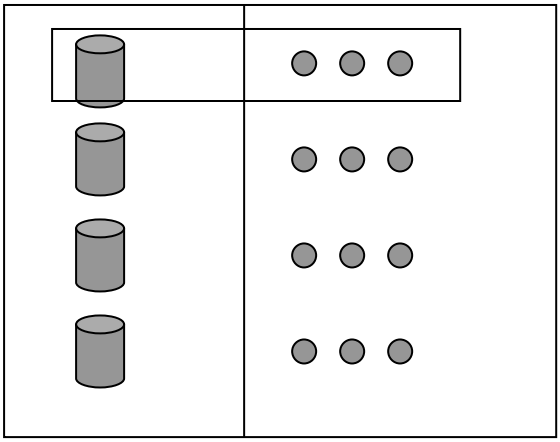
1. ให้นักเรียนพับครึ่งกระดาษ A4 แล้วใช้สีขีดแบ่งครึ่งกระดาษให้ชัดเจน



2. ให้นักเรียนวางแก้วกระดาษลงบนกระดาษ A4 ทางด้านซ้าย และวางเหรียญลงบนกระดาษ A4ทางด้านขวา ตามจำนวนที่โจทย์กำหนด เช่น แก้วกระดาษ 4 ใบ และเหรียญ 12 เหรียญ



3. ให้นักเรียนหาว่าแก้วกระดาษ 1 ใบ แทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ โดยให้จัดแบ่งเป็นกอง กองละเท่าๆ กัน



บันทึกผลการทำกิจกรรม

จงหาว่าแก้วกระดาษหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ เมื่อกำหนดข้อมูลดังต่อไปนี้

ข้อที่	ด้านซ้ายของกระดาษ	ด้านขวาของกระดาษ	แก้วหนึ่งใบแทนจำนวนเหรียญกี่เหรียญ
	จำนวนแก้ว(ใบ)	จำนวนเหรียญสีแดง (อัน)	
ตัวอย่าง	4	12	3
1.	2	12	
2.	5	20	
3.	3	21	
4.	6	30	

แบบฝึกหัดเพิ่มเติม

ให้นักเรียนแก้สมการโดยแสดงขั้นตอนการใช้สมบัติของการเท่ากันในตารางต่อไปนี้

สมการ	ขั้นตอนการแก้สมการ	ตรวจสอบ	คำตอบของสมการ
ตัวอย่าง $9 = x + 10$	$9 = x + 10$ หรือ $x + 10 = 9$ นำ -10 มาบวกทั้งสองข้างของสมการ $x + 10 + (-10) = 9 + (-10)$ $x = -1$	แทนค่า $x = -1$ ในสมการ จะได้ $9 = -1 + 10$ $9 = 9$ เป็นสมการที่เป็นจริง	-1
1) $-18 + y = 18$	....	....	.....
2) $m - \frac{2}{5} = 6$	....	....	.....
3) $a + 0.8 = 2.7$	....	....	.....
4) $-5 - x = 8$	....	....	.....

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบวัดความรู้พื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม
    - ตารางแสดงค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    - แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
   เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
    - ตารางแสดงจำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
    - ตารางแสดงพฤติกรรมที่ต้องการในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
    - ตารางแสดงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัดและพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
    - ตารางแสดงค่าความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
    - แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
    - ตารางแสดงค่าความเที่ยง ความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
    - แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แบบวัดความรู้พื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาตร์

ตารางที่ 7 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดพื้นฐานในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.65	0.25	0.889
2	0.65	0.58	
3	0.51	0.75	
4	0.75	0.30	
5	0.68	0.25	
6	0.53	0.25	
7	0.65	0.25	
8	0.63	0.25	
9	0.73	0.25	
10	0.73	0.41	
11	0.53	0.41	
12	0.58	0.30	
13	0.53	0.35	
14	0.63	0.25	
15	0.63	0.25	
16	0.73	0.35	
17	0.63	0.55	
18	0.65	0.50	
19	0.60	0.60	
20	0.68	0.55	
21	0.65	0.70	
22	0.53	0.75	
23	0.58	0.85	
24	0.70	0.60	
25	0.65	0.70	
26	0.60	0.40	
27	0.65	0.70	
28	0.60	0.80	
29	0.73	0.55	
30	0.68	0.65	

แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชื่อ – นามสกุล_____ห้อง_____เลขที่_____

คำชี้แจง

1. แบบวัดความรู้พื้นฐานด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ มีจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน โดยวัดองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ
   ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ
   ตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล และห้องให้ชัดเจน
3. ใช้เวลาในการทำแบบวัด 60 นาที
4. ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบทุกข้อ
5. หากมีปัญหาใดๆ โปรดสอบถามอาจารย์คุมสอบ
6. ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย

ข้อ 1 – 5 พิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้นักเรียนหาจำนวนถัดไปอีก 1 จำนวน พร้อมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูปที่กำหนดให้ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ตัวอย่าง

5, 10, 15, 20, 25, …

จำนวนถัดไป คือ 30, แบบรูปที่กำหนดมีความสัมพันธ์กันโดยเพิ่มขึ้นครั้งละ 5

1.

28, 130, 232, 334, 436, …

2.

-11, -6, -1, 4, 9, …

3.

-24, -12, 0, 12, 24, …

4.

8, 5, 2, -1, -4, …

5.

-5, -8, -11, -14, -17, …

6. จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

3 + 4	=	4 + 3
5 + 6	=	6 + 5
48 + 52	=	52 + 48
154 + 267	=	……..
365 + 104	=	……..

7. จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

6 +(9 + 11)	=	(6 + 9) + 11
10 +(12 + 18)	=	(10 + 12) + 18
62 +(91 + 11)	=	(62 + 91) + 11
172 +(291 + 511)	=	……..
300 +(111 + 384)	=	……..

8. จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

(-4) + [(-6) + (-8)]	=	[(-4) + (-6)] + (-8)
(-14) + [(-26) + (-38)]	=	[(-14) + (-26)] + (-38)
(-44) + [(-63) + (-89)]	=	[(-44) + (-63)] + (-89)
(-120) +[(-173) + (-289)]	=	……..
(-214) +[(-189) + (-370)]	=	……..

9. จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

4 × (9 × 10)	=	(4 × 9) × 10
10 × (14 × 28)	=	(10 × 14) × 28
66 × (31 × 11)	=	(66 × 31) × 11
345 × (296 × 110)	=	……..
400 × (213 × 300)	=	……..

10. จงเติมคำตอบในช่องว่าง โดยพิจารณาจากแบบรูปที่กำหนดให้

(-3) × [(-6) × (-9)]	=	[(-3) × (-6)] × (-9)
(-24) × [(-26) × (-48)]	=	[(-24) × (-26)] × (-48)
(-84) × [(-67) × (-89)]	=	[(-84) × (-67)] × (-89)
(-321) × [(-101) × (-25)]	=	……..
(-412) × [(-42) × (-203)]	=	……..

11. จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงเติมแบบรูปให้สมบูรณ์

1 + 10	=	11
1 + 10 + 100	=	1,11
1 + 10 + 100 + 1,000	=	1,111
……..	=	……..

12. จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงเติมแบบรูปให้สมบูรณ์

11 × 11	=	121
111 × 111	=	12,321
1,111 × 1,111	=	1,234,321
……..	=	……..

13. จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงเติมแบบรูปให้สมบูรณ์

9 × 9 + 7	=	88
98 × 9 + 6	=	888
987 × 9 + 5	=	8,888
……..	=	……..

14. จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงเติมแบบรูปให้สมบูรณ์

9 × 9	=	81
909 × 9	=	8,181
90,909 × 9	=	818,181
……..	=	……..

15. จากแบบรูปที่กำหนดให้ จงเติมแบบรูปให้สมบูรณ์

1 × 8 + 1	=	9
12 × 8 + 2	=	98
123 × 8 + 3	=	987
……..	=	……..

ตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย

1. ครูยกตัวอย่างประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ x+(-10) = (-10) + (-20) จากนั้นให้นักเรียนหาค่าของ x ซึ่งนักเรียนคนหนึ่งตอบว่า x = (-20) นักเรียนคิดว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าเขาใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

2. แก้วเขียนประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ y+(37+28) = (15+37)+28 จากนั้นแก้วจึงถามแพรว่าค่าของ y เป็นเท่าไร และใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

3. น้ำหวานกำลังทำการบ้านวิชาคณิตศาสตร์ มีอยู่ 1 ข้อ ที่น้ำหวานทำไม่ได้ ซึ่งโจทย์มีดังนี้ (-70)+[(-90)+(-80)] = [(-70)+(-90)] + (-80) ให้นักเรียนตรวจสอบว่าสมการทางซ้ายและขวาได้คำตอบเท่ากันหรือไม่ และใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ ถ้าน้ำหวานมาถามนักเรียน นักเรียนจะตอบน้ำหวานว่าอย่างไร

_____

_____

4. บอยเดินผ่านห้องคณิตศาสตร์ และได้เห็นป้ายประกาศเกี่ยวกับโจทย์คณิตศาสตร์ให้นักเรียนตอบคำถามชิงรางวัล ซึ่งโจทย์มีดังนี้ (b×45) × 101 = 101 × (68×45) จากนั้นบอยหาคำตอบได้ค่าของ b เท่ากับ 68 นักเรียนคิดว่าบอยตอบถูกหรือไม่ และเขาใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

5. ครูกำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ (-98)× (-43) = (-43) × a ถ้านักเรียนคนหนึ่งหาค่าของ a ได้เท่ากับ (-98) นักเรียนคิดว่านักเรียนคนนั้นตอบถูกหรือไม่และเขาใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

6. จากประโยคสัญลักษณ์ $(83\times y)\times 69 = z\times(57\times 69)$ นักเรียนคิดว่าค่าของ y เป็นเท่าไร พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

7. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ $13\times(26+45) = (a\times 26)+(13\times n)$ ให้นักเรียนหาค่าของ a พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

8. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ $m\times[(-8)+(-5)] = [(-11)\times(-8)]+[(-11)\times(-5)]$ ให้นักเรียนหาค่าของ m พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

9. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ $150\times m = 0$ ให้นักเรียนหาค่าของ m พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

10. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ $(-43)\times m = (-43)$ ให้นักเรียนหาค่าของ m พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติของจำนวนเต็มชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

ข้อที่ 11 - 15 จงหาข้อสรุปหรือผลที่ได้จากเหตุที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ตัวอย่าง

เหตุ 1 : ถ้าจำนวนนับใดๆ หารด้วย 6 ลงตัวแล้ว จำนวนนับนั้นจะหารด้วย 3 ลงตัว

เหตุ 2 : 24 หารด้วย 6 ลงตัว

ผลสรุป : 24 หารด้วย 3 ลงตัว

11. เหตุ 1 : จำนวนคู่หมายถึงจำนวนที่หารด้วย 2 ลงตัว

เหตุ 2 : 6 หารด้วย 2 ลงตัว

ผลสรุป : .....

12. เหตุ 1 : จำนวนเต็มบวกทุกจำนวนเป็นจำนวนเต็ม

เหตุ 2 : 54 เป็นจำนวนเต็มบวก

ผลสรุป : .....

13. เหตุ 1 : จำนวนเต็มลบทุกจำนวนมีค่าน้อยกว่าศูนย์

เหตุ 2 : -37 เป็นจำนวนเต็มลบ

ผลสรุป : .....

14. เหตุ 1 : จำนวนเต็มบวกทุกจำนวนเป็นจำนวนนับ

เหตุ 2 : 107 เป็นจำนวนเต็มบวก

ผลสรุป : .....

15. เหตุ 1 : จำนวนเต็มทุกจำนวนเป็นจำนวนจริง

เหตุ 2 : 0 เป็นจำนวนเต็ม

ผลสรุป : .....

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 8 วิเคราะห์จำนวนคาบกับความสอดคล้องของจำนวนข้อสอบในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เนื้อหา	จำนวนคาบที่สอน	จำนวนข้อสอบที่ใช้ทดลอง	จำนวนข้อสอบใช้จริง
1. แบบรูปและความสัมพันธ์	3	9	6
2. คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2	6	4
3. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	5	18	12
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4	12	8
รวม	14	45	30

ตารางที่ 9 วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เนื้อหา	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย				
	ความรู้ความจำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	รวม
1. แบบรูปและความสัมพันธ์	-	-	2	4	6
2. คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	-	3	1	-	4
3. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1	2	7	2	12
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	-	3	1	4	8
รวม	1	8	11	10	30

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการวัด และพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย			
		จำนวนข้อ จำแนกตาม			
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
1.แบบรูปและความสัมพันธ์	นักเรียนสามารถ : 1. หาแบบรูปในลำดับต่อไปได้ 2. เขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้			2 (1, 3)	1 (6) 3 (2,4,5)
2. คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	3. หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยวิธีลองแทนค่าตัวแปรได้		3 (7, 8, 9)	1 (10)	
3. การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4. บอกสมบัติของการเท่ากันได้ 5. แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายโดยใช้สมบัติการเท่ากันได้	1 (11)	1 (12) 1 (13)	7 (14, 15,16,17, 18, 19, 22)	2 (20, 21)
4. โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	6. เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวจากโจทย์สมการที่กำหนด 7. หาคำตอบของสมการจากโจทย์สมการได้		3 (23, 24, 25)	1 (27)	4 (26, 28, 29, 30)
รวม		1	8	11	10

ตารางที่ 11 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบของ Brooks (2003)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.756	0.250	0.784
2	0.780	0.583	
3	0.512	0.750	
4	0.244	0.250	
5	0.756	0.500	
6	0.366	0.250	
7	0.366	0.250	
8	0.634	0.250	
9	0.756	0.250	
10	0.732	0.417	
11	0.463	0.417	
12	0.463	0.583	
13	0.439	0.333	
14	0.463	0.417	
15	0.634	0.417	
16	0.732	0.500	
17	0.537	0.250	
18	0.732	0.333	
19	0.683	0.500	
20	0.634	0.667	
21	0.439	0.333	
22	0.756	0.333	
23	0.366	0.250	
24	0.341	0.250	
25	0.512	0.583	
26	0.341	0.833	
27	0.293	0.250	
28	0.634	0.333	
29	0.488	0.500	
30	0.561	0.667	

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

คำชี้แจง

1. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีทั้งหมด 30 ข้อ (ข้อละ 1 คะแนน) ใช้เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-สกุล และห้องลงในกระดาษคำตอบให้ชัดเจน
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว และทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในกระดาษคำตอบ
4. ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบทุกข้อ
5. หากมีปัญหาใดๆ โปรดสอบถามอาจารย์คุมสอบ
6. ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ใช้ข้อมูลในตารางตอบคำถามข้อ 1-3

พิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนในตาราง

ลำดับที่	1	2	3	4	5	…	44	…	n
จำนวน	-2	-1	0	1	2				

1. จำนวนในลำดับที่ 125 คือจำนวนใด
   - ก. 120
   - ข. 122
   - ค. 124
   - ง. 126
2. จำนวนในลำดับที่ n ตรงกับข้อใด
   - ก. n-2
   - ข. n-3
   - ค. n-4
   - ง. n-5
3. 75 เป็นจำนวนอยู่ในลำดับที่เท่าไร
   - ก. 72
   - ข. 76
   - ค. 77
   - ง. 78

4. จากแบบรูป 7, 10, 13, 16, 19,… จำนวนในลำดับที่ n ตรงกับข้อใด
   - ก. $3n + 4$
   - ข. $2n + 5$
   - ค. $2n + 6$
   - ง. $3n + 7$

ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-8

ครูให้นักเรียนบอกจำนวนที่ชอบมาสองจำนวน โดยจำนวนจำนวนแรกเป็นจำนวนที่น้อยกว่าและจำนวนจำนวนที่สองเป็นจำนวนที่มากกว่า จากนั้นครูจึงนำข้อมูลมาเรียงได้ดังตารางต่อไปนี้

จำนวนน้อย	1	2	3	4	5	…	15	…	n
จำนวนมาก	6	7	8	9	10				

5. ถ้าจำนวนน้อยคือ n จำนวนมากจะตรงกับข้อใด

   ก. n+2

   ข. n+3

   ค. n+4

   ง. n+5

6. จากความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ ถ้าผลบวกของจำนวนน้อยกับจำนวนมากเท่ากับ 65 จำนวนมากเป็นเท่าใด

   ก. 25

   ข. 30

   ค. 35

   ง. 40

7. สมการในข้อใดที่มีจำนวนทุกจำนวนเป็นคำตอบ

   ก. $y + 3 = -5$

   ข. $x^2 = 36$

   ค. $2x + x = 3x$

   ง. $m + 6 = m$

8. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

   ก. 2.64 เป็นคำตอบของสมการ $x + 0.64 = 2$

   ข. -5 เป็นคำตอบของสมการ $5 – (-x) = 10$

   ค. 3 เป็นคำตอบของสมการ $5x – 9 = 6$

   ง. 5 เป็นคำตอบของสมการ $\frac{2}{5} = \frac{y}{5} - 3$

9. ถ้าให้ x = 4 สมการในข้อใดเป็นจริง

   ก. 8x – 23 = 19

   ข. 35 + 2x = 47

   ค. 5x – 6 = x + 14

   ง. 4x + 3x = 2x + 20

10. ถ้า x+2 = 6 แล้ว x^2 มีค่าเท่าไร

   ก. 4

   ข. 8

   ค. 16

   ง. 25

11. ข้อใดต่อไปนี้<u>ผิด</u>

   ก. ถ้า a = b แล้ว b = a เมื่อ a และ b แทนจำนวนจริงใดๆ

   ข. ถ้า a = b แล้ว c – a = b – c เมื่อ a, b และ c แทนจำนวนจริงใดๆ

   ค. ถ้า x = y และ y = z แล้ว x = z เมื่อ x, y และ z แทนจำนวนจริงใดๆ

   ง. ถ้า x = y แล้ว $\frac{x}{z}=\frac{y}{z}$ เมื่อ x, y และ z แทนจำนวนจริงใดๆ ที่ $z \neq 0$

12. การแก้สมการในข้อใดใช้สมบัติของการเท่ากันของการบวก

   ก. ถ้า x + 2 = 5 แล้ว x = 3

   ข. ถ้า 3(x + 1) = 3 แล้ว x + 1 = 1

   ค. ถ้า $\frac{3}{5}x=\frac{9}{15}$ แล้ว x = 1

   ง. ถ้า 5x = y - 1 แล้ว y - 1 = 5x

13. การหาคำตอบของสมการ $\frac{x-5}{2}=10$ ต้องดำเนินขั้นตอนตามข้อใด

   ก. นำ 2 มาคูณทั้งสองข้างแล้วบวกด้วย 5 ทั้งสองข้างของสมการ

   ข. นำ $\frac{1}{2}$ มาคูณทั้งสองข้างแล้วบวกด้วย 5 ทั้งสองข้างของสมการ

   ค. นำ 5 มาบวกทั้งสองข้างแล้วคูณด้วย 2 ทั้งสองข้างของสมการ

   ง. นำ 5 มาบวกทั้งสองข้างแล้วคูณด้วย $\frac{1}{2}$ ทั้งสองข้างของสมการ

14. คำตอบของสมการในข้อใดมีค่าน้อยที่สุด

ก. 3x - 4 = 5(x - 2)

ข. 3x + 15 = 27

ค. $\frac{6}{9}=\frac{20}{3x}$

ง. 8x - 5 = 35

15. สมการในข้อใดมีคำตอบเท่ากับคำตอบของสมการ 3x – 1 = 8

ก. 5 - x = 8

ข. $x-\frac{5}{3}=4$

ค. 3(x + 1) = 12

ง. $3+\frac{4}{3}x=1$

16. ถ้า 3x = y - 2 และ y - 2 = 18 แล้ว x มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 54

ข. 18

ค. 9

ง. 6

17. ถ้า 14 + 6a = 8a แล้ว 3a + 2 มีค่าเท่าใด

ก. 21

ข. 22

ค. 23

ง. 24

18. ถ้า $\frac{x}{2}-1=5$ และ $y+\frac{1}{2}=\frac{5}{2}$ แล้วค่าของ x - y ตรงกับข้อใด

ก. 8

ข. 10

ค. 12

ง. 14

19. ถ้า $3(x + 1) + 1 = 10$ แล้ว $2x$ มีค่าเท่าใด

ก. 4

ข. 6

ค. 8

ง. 12

20. ถ้า $11x = y$, $y + 13 = z$ และ $z - 21 = 14$ แล้วค่าของ $x + y + z$ ตรงกับข้อใด

ก. 49

ข. 59

ค. 69

ง. 79

21. ถ้าให้ $x - 3 = 6a$ แล้ว $2x$ มีค่าเท่าใด

ก. $6a + 3$

ข. $12a$

ค. $12a + 6$

ง. $12a + 3$

22. สมการในข้อใดมีคำตอบเท่ากัน

ก. $3x – 15 = 31$ และ $x + 7 = 20$

ข. $4x + 14 = 58$ และ $3x + 17 = 50$

ค. $7x – 16 = 19$ และ $5x - 44 = 1$

ง. $3x + 9 = 60$ และ $8x + 12 = 100$

23. ข้อความในข้อใดเมื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปประโยคทางคณิตศาสตร์แล้วเป็นสมการ

ก. ผลบวกของสองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งกับสามเท่าของจำนวนนั้น

ข. ผลต่างของสองเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งกับห้า

ค. ผลคูณของสี่กับเจ็ดเท่าของจำนวนจำนวนหนึ่งเท่ากับยี่สิบแปด

ง. เศษสองส่วนสามของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่าสิบสอง

24. เศษสามส่วนห้าของจำนวนจำนวนหนึ่งมากกว่า 15 อยู่ 57 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ตามข้อใด

ก. $\frac{3}{5}x = 57$

ข. $\frac{3}{5}x - 15 = 57$

ค. $\frac{3}{5}x + 15 = 57$

ง. $\frac{3}{5}x + 57 = 15$

25. เมื่อกำหนดให้ x เป็นอายุปัจจุบันของกานดา ข้อใดเป็นประโยคสัญลักษณ์แทนข้อความ “อีก 10 ปี กานดาจะมีอายุ 47 ปี”

ก. $x - 10 = 47$

ข. $x - 10 = 57$

ค. $x + 10 = 47$

ง. $x + 10 = 57$

26. “จำนวนคี่สามจำนวนเรียงกันมีผลรวมเป็น 141” จำนวนที่มากที่สุดตรงกับข้อใด

ก. 45

ข. 47

ค. 49

ง. 51

27. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสรูปหนึ่งมีเส้นรอบรูปยาว 1.8 เมตร จะมีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

ก. 0.2025 ตารางเซนติเมตร

ข. 90 ตารางเซนติเมตร

ค. 360 ตารางเซนติเมตร

ง. 2,025 ตารางเซนติเมตร

28. ปอนด์มีอายุมากกว่าแป้ง 4 ปี อีก 3 ปีข้างหน้าอายุของปอนด์และแป้งจะรวมกันได้ 30 ปีพอดี ปัจจุบันปอนด์และแป้งมีอายุคนละกี่ปีตามลำดับ

ก. 14 ปี และ 10 ปี

ข. 15 ปี และ 11 ปี

ค. 16 ปี และ 12 ปี

ง. 18 ปี และ 14 ปี

29. อรวรรณมีเหรียญสิบบาทและเหรียญห้าบาทรวมกันอยู่ 20 เหรียญ คิดเป็นเงินทั้งสิ้น 135 บาท อรวรรณมีเหรียญสิบบาททั้งหมดกี่เหรียญ

    ก. 18 เหรียญ

    ข. 15 เหรียญ

    ค. 13 เหรียญ

    ง. 7 เหรียญ

30. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีความยาวของแต่ละด้านเท่ากับความยาวของด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้าผลบวกของความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ 91 นิ้ว แล้วรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีพื้นที่เท่ากับเท่าใด

    ก. 121 ตารางนิ้ว

    ข. 144 ตารางนิ้ว

    ค. 169 ตารางนิ้ว

    ง. 196 ตารางนิ้ว

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ตารางที่ 12 ค่าความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งคำนวณโดยใช้โปรแกรม B-Index700

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับ
1	0.75	0.25	0.889
2	0.78	0.58	
3	0.63	0.75	
4	0.58	0.25	
5	0.43	0.50	
6	0.53	0.25	
7	0.73	0.35	
8	0.73	0.55	
9	0.65	0.60	
10	0.80	0.40	
11	0.53	0.45	
12	0.70	0.40	
13	0.50	0.80	
14	0.75	0.41	
15	0.75	0.40	
16	0.73	0.20	
17	0.78	0.45	
18	0.78	0.25	
19	0.73	0.35	
20	0.65	0.50	
21	0.63	0.25	
22	0.63	0.55	
23	0.80	0.30	
24	0.58	0.75	
25	0.70	0.50	
26	0.63	0.75	
27	0.63	0.65	
28	0.60	0.60	
29	0.65	0.50	
30	0.60	0.60	

แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

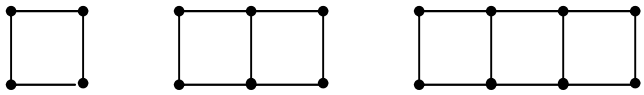
ชื่อ – นามสกุล_____ห้อง_____เลขที่_____

คำชี้แจง

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ชุดนี้ มีจำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน โดยวัดองค์ประกอบ 2 ด้าน คือ
   ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย จำนวน 15 ข้อ
   ตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย จำนวน 15 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนชื่อ – นามสกุล และห้องให้ชัดเจน
3. ใช้เวลาในการทำแบบวัด 90 นาที
4. ขอให้นักเรียนทำแบบวัดให้ครบทุกข้อ
5. หากมีปัญหาใดๆ โปรดสอบถามอาจารย์คุมสอบ
6. ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ตอนที่ 1 ด้านการให้เหตุผลแบบอุปนัย

1. พิจารณาแบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนก้านไม้ขีดที่วางประกอบกันและจำนวนรูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้



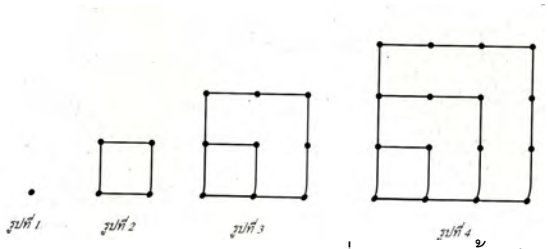
รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3

ลำดับที่ของรูปกับจำนวนไม้ขีดมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย และจงหาจำนวนไม้ขีดรูปถัดไป

_____

_____

2. พิจารณาแบบรูปและความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของรูปและจำนวนจุดต่อไปนี้



ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของรูป จงหาจำนวนจุดในลำดับที่ n พร้อมทั้งเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของรูปกับจำนวนจุด

ลำดับที่ของรูป	**จำนวนจุด**	**ความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่ของรูปกับจำนวนจุด**
1	1	
2	4	
3	9	
4	16	
5	25	

ดังนั้น รูปที่ n มีจำนวนจุด_____

3. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้

-16, -8, 0, 8, …

แบบรูปที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย พร้อมทั้งหาจำนวนที่ 6

_____

_____

4. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้

7, 4, 1, -2, …

แบบรูปที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย พร้อมทั้งหาจำนวนที่ 7

_____

_____

5. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ต่อไปนี้

-18, -27, -36, -45, …

แบบรูปที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบาย พร้อมทั้งหาจำนวนที่ 15

_____

_____

6. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ดังตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	...	n
จำนวน	6	12	18	24			

6.1 จำนวนในลำดับที่ 5 คือ _____

6.2 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของจำนวนข้างต้น จำนวนในลำดับที่ n คือ _____

7. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ดังตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	...	12	...	n
จำนวน	4	5	6	7				

7.1 จำนวนในลำดับที่ 12 คือ _____

7.2 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของจำนวนข้างต้น จำนวนในลำดับที่ n คือ _____

8. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ดังตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	...	20	...	n
จำนวน	-1	1	3	5				

8.1 จำนวนในลำดับที่ 20 คือ _____

8.2 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของจำนวนข้างต้น จำนวนในลำดับที่ n คือ _____

9. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ดังตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	...	35	...	n
จำนวน	4	7	10	13				

9.1 จำนวนในลำดับที่ 35 คือ _____

9.2 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของจำนวนข้างต้น จำนวนในลำดับที่ n คือ _____

10. พิจารณาแบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้ดังตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	...	70	...	n
จำนวน	2	4	8	16				

10.1 จำนวนในลำดับที่ 70 คือ _____

10.2 ถ้าให้ n แทนลำดับที่ของจำนวนข้างต้น จำนวนในลำดับที่ n คือ_____

11. ครูนำกระเบื้องขนาดต่างๆ มาให้นักเรียนศึกษาเรื่องแบบรูป โดยเริ่มจากการให้นักเรียนเรียงกระเบื้องจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ จากนั้นครูจึงให้นักเรียนวัดความยาวรอบรูปของกระเบื้องขนาดต่างๆ ซึ่งได้ข้อมูลดังตารางต่อไปนี้

กระเบื้องรูปที่	1	2	3	4	5
ความยาวรอบรูป (หน่วย)	14	16	18	20	

จงเติมคำตอบในตารางให้สมบูรณ์ และถ้าให้ n แทนลำดับที่ของกระเบื้อง นักเรียนคิดว่าความยาวรอบรูปของกระเบื้องในลำดับที่ n เป็นเท่าไร

_____

_____

12. สุธินีสั่งซื้ออาหารสำเร็จรูปจากร้านอาหารแห่งหนึ่งราคาชุดละ 40 บาท เพื่อมาเลี้ยงเพื่อนในวันเกิดและให้ทางร้านมาส่งที่บ้าน ซึ่งต้องเสียค่าส่งเที่ยวละ 10 บาท จงพิจารณาความสัมพันธ์ที่แสดงในตาราง แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

จำนวนอาหารสำเร็จรูป (ชุด)	**ค่าอาหาร (บาท)**	**ค่าส่ง (บาท)**	**จำนวนเงินที่จ่าย (บาท)**
1	40×1	10	(40×1) + 10 = 50
2	40×2	10	(40×2) + 10 = 90
3	40×3	10	(40×3) + 10 = 130
4	40×4	10	(40×4) + 10 = 170
.			
.			
.			
n			

จงเขียนความสัมพันธ์แสดงจำนวนเงินที่จ่าย เมื่อสุธินีสั่งอาหารสำเร็จรูปมา n ชุด และจงหาว่าเธอจะต้องจ่ายเงินค่าอาหารเท่าไร เมื่อเธอสั่งอาหารมา 9 ชุด

_____

_____

13. ปภัสราพบแกะฝูงหนึ่งอยู่ในทุ่งหญ้า มีจำนวนแกะตัวผู้มากกว่าแกะตัวเมีย 10 ตัว จงพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแกะตัวเมีย แกะตัวผู้ แกะทั้งหมด และจำนวนขาแกะทั้งหมด แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

แกะตัวเมีย(ตัว)	1	2	3	4	…	n
แกะตัวผู้ (ตัว)	11	12	13	14	…	
แกะทั้งหมด (ตัว)	12	14	16	18	…	
จำนวนขาแกะทั้งหมด (ขา)	48	56				

13.1 ถ้ามีแกะตัวเมีย n ตัว จะมีแกะทั้งหมด_____ตัว

13.2 ถ้ามีแกะตัวเมีย n ตัว แกะทั้งหมดจะมีจำนวนขา_____ขา

ข้อ 14-15 จงพิจารณาแบบรูปที่กำหนดให้ต่อไปนี้ จงเติมคำตอบลงในช่องว่าง

14.

(1× 9) - 1	=	8
(21× 9) - 1	=	188
(321× 9) - 1	=	2,888
.....	=	.....

15.

1 + 2	=	3
4 + 5 + 6	=	7 + 8
9+10+11+12	=	13+14+15
.....	=	.....

ตอนที่ 2 ด้านการให้เหตุผลแบบนิรนัย

1. ครูเขียนประโยคสัญลักษณ์บนกระดานดังนี้

   กำหนดให้ $-5(3 - x) = -15 + 5x$

   ดังนั้น $-15 + 5x =$ .....

   จากประโยคสัญลักษณ์ที่ครูเขียนบนกระดาน ครูให้นักเรียนออกมาเติมคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน จากนั้นธีรยุทธก็ออกมาเติมคำตอบเป็น $-5(3 - x)$ นักเรียนคิดว่าคำตอบที่ธีรยุทธออกไปเขียนเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ และใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

2. ครูเขียนประโยคสัญลักษณ์บนกระดานดังนี้

   กำหนดให้ $4 + 2a = 2(2 + a)$

   ดังนั้น $2(2 + a) =$ .....

   จากประโยคสัญลักษณ์ที่ครูเขียนดังกล่าว ครูให้อารีออกมาเติมคำตอบที่ถูกต้องบนกระดาน ถ้านักเรียนเป็นอารี นักเรียนจะตอบว่าอย่างไร และใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

3. สุพัตราเขียนประโยคสัญลักษณ์ $a = 2\times3$ และ $2\times3 = b$ บนกระดาน จากนั้นยุวรรณดา จึงสรุปว่า $a = b$ นักเรียนคิดว่าข้อความที่ยุวรรณดา สรุปเป็นจริงหรือไม่ และเขาใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

4. ไข่มุกเขียนประโยคสัญลักษณ์ $x = y + 1$ และ $y + 1 = 10$ บนกระดาน จากนั้นสุรศักดิ์ จึงสรุปว่า $x = 10$ นักเรียนคิดว่าข้อความที่สุรศักดิ์สรุปเป็นจริงหรือไม่ และเขาใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

5. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ ดังนี้ x + y = y + z และ y + z = 0 ให้นักเรียนหาค่าของ x + y พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

6. ถ้าครูเขียนประโยคสัญลักษณ์ 2x-5 = 10 บนกระดาน หลังจากนั้นปรินท์ก็ไปเขียนสมการต่อจากที่ครูเขียนอีกบรรทัดหนึ่งเป็น 2x = 15 นักเรียนคิดว่าก่อนที่ปรินท์จะเขียนได้เป็น 2x = 15 เขาดำเนินการอย่างไร พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าเขาใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

7. ถ้าครูเขียนประโยคสัญลักษณ์ $\frac{d}{2}-17=65$ บนกระดาน หลังจากนั้นรุ่งนภาก็ไปเขียนสมการต่อจากที่ครูเขียนอีกบรรทัดหนึ่งเป็น $\frac{d}{2}-17+17=65+17$ นักเรียนคิดว่ารุ่งนภาใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด และหาว่าค่าของ $\frac{d}{2}$ เป็นเท่าใด

_____

_____

8. ถ้าต้องการแก้สมการ 12x + 14 = 16 นักเรียนจะสามารถหาคำตอบของสมการได้โดยต้องดำเนินขั้นตอนอย่างไรเป็นลำดับแรก พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

9. กำหนดประโยคสัญลักษณ์ดังนี้ “จำนวนจำนวนหนึ่งลบด้วย 9 เท่ากับ 34” ให้นักเรียนหาจำนวนจำนวนนั้น พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

10. ครูกำหนดประโยคสัญลักษณ์ $\frac{x+3}{4}=15$ บนกระดาน หลังจากนั้น ครูให้วีระออกมาเขียนสมการต่อจากที่ครูกำหนด ซึ่งวีระเขียนได้เป็น x+3 = 60 นักเรียนคิดว่าวีระใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดในการหาคำตอบ และหาว่าค่าของ x ในสมการเป็นเท่าใด

_____

_____

11. ครูกำหนดประโยคสัญลักษณ์ $\frac{5}{9}m=25$ บนกระดาน หลังจากนั้น ครูให้อภิรดีออกมาเขียนสมการต่อจากที่ครูกำหนด ซึ่งอภิรดีเขียนได้เป็น $(\frac{9}{5})(\frac{5}{9})m=(\frac{9}{5})25$ นักเรียนคิดว่าอภิรดีใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด จากนั้นให้นักเรียนหาว่าค่าของ m เป็นเท่าใด

_____

_____

12. ถ้าต้องการแก้สมการ $\frac{x+3}{5}=12$ นักเรียนจะสามารถหาคำตอบของสมการได้โดยต้องดำเนินขั้นตอนอย่างไรเป็นลำดับแรก พร้อมทั้งแสดงเหตุผลว่าใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใด

_____

_____

13. ครูมีดินสอ x โหล แบ่งให้นักเรียน 20 คน ปรากฏว่านักเรียนได้รับดินสอคนละ 9 แท่ง และดินสอหมดพอดี จงหาว่าเดิมครูมีดินสอกี่แท่ง พร้อมทั้งบอกเหตุผลว่าใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดในการหาคำตอบ

_____

_____

14. ถ้าต้องการแก้สมการ $13=\frac{2}{3}x-5$ นักเรียนจะสามารถหาคำตอบของสมการได้โดยจะต้องใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดตามลำดับ

_____

_____

15. ถ้าต้องการแก้สมการ $\frac{x-5}{2}=10$ นักเรียนจะสามารถหาคำตอบของสมการได้โดยจะต้องใช้สมบัติการเท่ากันชนิดใดตามลำดับ

_____

_____

ภาคผนวก ง

ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าความแปรปรวน (F-test) และค่าความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต (t-test) ของคะแนนกลางปี ปีการศึกษา 2551 และคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง

- แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

- แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง

- แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ก่อนการทดลอง ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

ตารางที่ 13 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

ห้อง	n	$\bar{x}$	s	F	t
ม. 1/2	41	33.95	5.39	2.986	1.196
ม. 1/3	37	32.35	6.69		

*p<.05

ตารางที่ 14 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนสอบปลายภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2551 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในแต่ละห้องก่อนการทดลอง

ห้อง	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{x}$	s
ม. 1/1	42	33.35	7.151
ม. 1/2	41	33.95	5.394
ม. 1/3	38	32.35	6.688
ม. 1/4	41	29.71	5.828
ม. 1/5	40	26.30	2.928
ม. 1/6	42	26.64	2.694
ม. 1/7	39	25.51	1.275
ม. 1/8	37	25.70	1.884
ม. 1/9	35	26.29	3.121

ตารางที่ 15 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ($\bar{x}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนการทดลอง ค่าเอฟ (F-test) และค่าที (t-test)

ห้อง	n	$\bar{x}$	s	F	t
ม. 1/2	41	47.66	7.97	9.250	0.982
ม. 1/3	37	46.18	5.17		

*p<.05

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวโสมรัศมิ์ ดาหลาย เกิดเมื่อวันศุกร์ที่ 20 เมษายน พุทธศักราช 2527 อยู่บ้านเลขที่ 271 หมู่ที่ 4 ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง 92110 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาวิชา มัธยมศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป และ วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2549 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2550