

ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อ
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร



นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2545

ISBN 974-17-1109-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF DEVELOPING MATHEMATICS UNDERSTANDING CONCERNING
SYMBOLS AND OPERATIONS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND
RETENTION OF MATTAYOM SUKSA TWO STUDENTS, BANGKOK METROPOLIS



Miss Rosubol Thampanitchawong

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

Department of Secondary Education

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2002

ISBN 974-17-1109-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร

โดย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์

สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ไพฑูรย์ สินดารัตน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา อุทัยรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคนอง)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน)

สถาบันนวัตกรรมการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ : ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร (EFFECTS OF DEVELOPING MATHEMATICS UNDERSTANDING CONCERNING SYMBOLS AND OPERATIONS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND RETENTION OF MATTAYOM SUKSA TWO STUDENTS, BANGKOK METROPOLIS)

อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร ม้าคอง, 118 หน้า, ISBN 974-17-1109-3

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดย เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ
3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชพิพิธ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 197 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง 98 คน และกลุ่มควบคุม 99 คน นักเรียนในกลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.96 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.94 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และแผนการสอนแบบปกติ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละมัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t - test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

| | | |
|------------|--------------------|-------------------------------------|
| ภาควิชา | มัธยมศึกษา | ลายมือชื่อนิสิต..... |
| สาขาวิชา | การศึกษาคณิตศาสตร์ | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... |
| ปีการศึกษา | 2545 | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... |

4383749527 : MAJOR MATHEMATICS EDUCATION

KEY WORD : DEVELOPING MATHEMATICS UNDERSTANDING CONCERNING SYMBOLS AND OPERATIONS/ MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY/ RETENTION IN LEARNING MATHEMATICS

ROSUBOL THAMPANITCHAWONG : EFFECTS OF DEVELOPING MATHEMATICS UNDERSTANDING CONCERNING SYMBOLS AND OPERATIONS ON MATHEMATICAL PROBLEM SOLVING ABILITY AND RETENTION OF MATTAYOM SUKSA TWO STUDENTS, BANGKOK METROPOLIS.

THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. AUMPORN MAKANONG,PH.D. 118 pp. ISBN 974-17-1109-3

The purposes of the research were

1. to study mathematical problem solving abilities of mattayom suksa two students being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations
2. to compare mathematical problem solving abilities of mattayom suksa two students between groups being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations and by conventional method
3. to compare mathematics learning retention of mattayom suksa two students between groups being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations and by conventional method

The subjects were 197 of mattayom suksa two students of Watrachabopit School in the first semester of academic year 2002. There were 98 students in experimental group and other 99 in controlled group. The experimental group was taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations and the control group was taught by conventional approach. The research instruments were the mathematics problems solving test with the reliability 0.96 and the mathematics achievement test with the reliability 0.94. The experimental materials constructed by the researcher were lesson plans being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations and lesson plans being taught by conventional method in integer system, fraction and decimal. The data were analyzed by means of arithmetic mean, standard deviation and t-test.

The results of the study revealed that :

1. Mathematical problem solving abilities of mattayom suksa two students being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations were not higher than minimum criteria of 50 percent.
2. Mathematical problem solving abilities of students being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations were not different from those being taught by conventional approach at significance level of 0.05.
3. Mathematics learning retentions of the students being taught by developing mathematics understanding concerning symbols and operations were higher than those being taught by conventional approach at significance level of 0.05.

Department Secondary Education

Student's signature.....

Field of study Mathematics Education

Advisor's signature.....

Academic year 2002

Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาดูแลเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่ายิ่ง และได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้โอกาสในการเรียนรู้ในทุกด้านแก่ผู้วิจัยด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ผู้วิจัย รู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒนา อุทัยรัตน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ พร้อมพรรณ อุดมสิน กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อกรวิจัย ทำให้งานวิจัยฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งท่านได้กรุณาอบรมสั่งสอนให้ความรู้ทั้งทางด้านวิชาการและคุณธรรมแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จนเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ ขอขอบพระคุณคณะครูอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนทิวาภิเชก โรงเรียนสีกัน(วัฒนาอุปถัมภ์) และโรงเรียนเทพศิรินทร์ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ ขอขอบพระคุณหัวหน้าหมวดคณิตศาสตร์ คณะครูอาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนวัดราชบพิศ ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอาจารย์ณัฐไฉไล พริ้งมาดี ที่คอยอำนวยความสะดวกในช่วงของการทดลองสอน รวมทั้งขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนบางส่วนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณกัลยาณมิตร คุณทิพย์รัตน์ นพฤทธิ์ และคุณจงดี แซ่ตัน ที่ช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา รวมถึง พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ภาควิชามัธยมศึกษาทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อจุงเจียะ คุณแม่ยุวดี ธรรมพานิชวงศ์ พี่สาว ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจที่เปี่ยมด้วยความรักและเมตตา น้องสาวที่คอยเป็นห่วงเป็นใย ตลอดจน คุณน้ำไพศาล คุณน้ำกรรทอง แซ่ล่อ และญาติ ๆ ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยในช่วงระยะเวลาที่ศึกษา

รสอุบล ธรรมพานิชวงศ์

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| กิตติกรรมประกาศ..... | ฉ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ญ |
| สารบัญแผนภาพ..... | ฎ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 4 |
| สมมติฐานของการวิจัย..... | 4 |
| ขอบเขตของการวิจัย..... | 5 |
| คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... | 6 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์..... | 8 |
| ความสำคัญและความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์..... | 8 |
| ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์..... | 9 |
| พฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์..... | 10 |
| การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... | 11 |
| ความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... | 11 |
| การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... | 13 |
| ประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... | 14 |
| การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์..... | 15 |
| ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์..... | 15 |
| ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์..... | 16 |
| ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ..... | 17 |
| องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์..... | 18 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์..... | 20 |
| ความคงทนในการเรียน..... | 23 |
| ความหมายของความคงทนในการเรียน..... | 23 |
| ระบบและกระบวนการจำ..... | 23 |
| ปัจจัยที่มีผลต่อการจำ..... | 26 |
| การวัดความคงทนในการเรียน..... | 26 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 27 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... | 28 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... | 28 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์..... | 31 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 33 |
| การศึกษาเอกสาร ตำราและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 33 |
| การออกแบบการวิจัย..... | 34 |
| การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่างประชากร..... | 34 |
| การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... | 36 |
| การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 37 |
| การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 42 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 44 |
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 48 |
| 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 53 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 55 |
| อภิปรายผลการวิจัย..... | 55 |
| ข้อเสนอแนะ..... | 57 |
| รายการอ้างอิง..... | 59 |
| ภาคผนวก..... | 65 |
| ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ..... | 66 |
| ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย..... | 68 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| ภาคผนวก ค ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของตัวอย่างประชากรก่อนการทดลอง..... | 79 |
| ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 83 |
| ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... | 104 |
| ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 112 |
| ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... | 118 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | | หน้า |
|----------|--|------|
| 1 | แสดงแบบแผนการทดสอบ..... | 34 |
| 2 | แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละกลุ่ม..... | 35 |
| 3 | แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมัธยิมเลขคณิตร้อยละ ของ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดย เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เทียบกับ กับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ..... | 49 |
| 4 | แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ ของคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจ เกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ..... | 50 |
| 5 | แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับ สัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ หลังการทดลองทดสอบครั้งที่ 1 และหลังการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นเวลา 2 สัปดาห์..... | 51 |
| 6 | แสดงค่ามัธยิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที่ ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจ เกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ..... | 52 |
| 7 | แสดงการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ค 102 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 (กลุ่มทดลอง)..... | 80 |
| 8 | แสดงการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ค 102 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 (กลุ่มควบคุม)..... | 81 |
| 9 | แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 2..... | 84 |
| 10 | ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ข้อ..... | 85 |

สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่ | หน้า |
|---|------|
| 11 | 90 |
| แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | |
| 12 | 91 |
| แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2..... | |
| 13 | 94 |
| แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 40 ข้อ (ครั้งที่ 2)..... | |
| 14 | 95 |
| แสดงสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จำนวน 40 ข้อ..... | |
| 15 | 96 |
| แสดงการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้จากทดลองใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โรงเรียนสีกัน (วัฒนานคร) กรุงเทพมหานคร (จำนวน 50 คน)..... | |
| 16 | 105 |
| รายละเอียดของการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม จำนวน 27 คาบ..... | |
| 17 | 113 |
| แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... | |
| 18 | 115 |
| แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมครั้งที่ 1..... | |
| 19 | 116 |
| แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมครั้งที่ 2..... | |

สารบัญแผนภาพ

| แผนภาพที่ | หน้า |
|-----------|--|
| 1 | แสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์..... 22 |
| 2 | แสดงทฤษฎีความทรงจำสองกระบวนการ..... 24 |
| 3 | แสดงการเรียนรู้การสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และ การดำเนินการทางคณิตศาสตร์..... 43 |



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาในทุก ๆ ด้าน ซึ่งการพัฒนาประเทศนั้นควรมุ่งเน้นความสำคัญทางการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพ ในการพัฒนาประเทศและพัฒนาคุณภาพของมนุษย์นั้นจะต้องพัฒนาวิทยาการสาขาต่าง ๆ ซึ่งต้องอาศัยความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ ดังที่สุวิวัฒนา อุทัยรัตน์ สุชาวดี เอี่ยมอรพวรรณ และธนาภรณ์ พิษณานนท์ (2541 : 1) กล่าวไว้โดยสรุปได้ว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่นำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าในทุก ๆ ด้านของประเทศจึงถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพของมนุษย์ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด หลักการ ความเป็นเหตุเป็นผล ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ในหลายสาขาวิชา และยุพิน พิพิธกุล (2530 : 1) ได้กล่าวสรุปในทำนองเดียวกันว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล ผู้คนให้คิดอย่างมีระเบียบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

คณิตศาสตร์จึงถือว่าเป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งวิชาหนึ่ง ดังจะเห็นได้จากการที่วิชาคณิตศาสตร์ได้ถูกบรรจุอยู่ในหลักสูตรมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน กระทรวงศึกษาได้ตระหนักถึงความสำคัญนี้ และได้กำหนดวิชาคณิตศาสตร์ให้อยู่ในหลักสูตรตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่อยู่ในกลุ่มวิชาบังคับแก่นในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 และเป็นรายวิชาเลือกเสรีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความถนัดและความสนใจ กรมวิชาการ (2535 : 40 – 43) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของรายวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม และสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระบบชัดเจนและรัดกุม

2. เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ

3. เพื่อให้ผู้เรียนเห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและที่เป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้

4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยคณิตศาสตร์ โดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2534 : 24) ได้กำหนดช่วงคะแนนของระดับผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 80 – 100 มีผลการเรียนดีมาก

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 – 79 มีผลการเรียนดี

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 60 – 69 มีผลการเรียนปานกลาง

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 50 – 59 มีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด

นักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 0 – 49 มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

แม้ว่ากระทรวงศึกษาจะได้กำหนดวิชาคณิตศาสตร์ไว้ในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นก็ตาม แต่การเรียนการสอนก็ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ซึ่งเห็นได้จากการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ (2542 : 29) สรุปได้ว่า ในการประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในระดับประเทศ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 36.91 ซึ่งเป็นสิ่งที่ชี้ว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์อย่างเร่งด่วน

จากการประเมินคุณภาพดังกล่าวทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังประสบปัญหาอยู่ จึงต้องศึกษาดูว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์นั้น อาจเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียนและผู้สอน สภาพที่เป็นอยู่ครูยังยึดหลักการสอนแบบเดิม ๆ อยู่คือ เน้นวิธีการสอนแบบบรรยาย สอนแต่เนื้อหาสาระมากเกินไปหรือสอนเฉพาะขั้นตอนการคำนวณเพื่อให้ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ ดังนั้นการที่นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ อาจเนื่องมาจากนักเรียนขาดความรู้ความเข้าใจและความคิดรวบยอดในเนื้อหาที่เรียน ดังที่พบตัวอย่างในงานวิจัยของ อุไรวรรณ ทศนบุตร (2523) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน พบสาเหตุของข้อบกพร่อง คือ นักเรียนไม่เข้าใจความหมายของเศษส่วน ไม่เข้าใจกระบวนการบวกและลบเศษส่วน ไม่เข้าใจกระบวนการคูณและการหารเศษส่วน และมีข้อบกพร่องในการทอนให้เป็นเศษส่วนอย่างต่ำ สอดคล้องกับที่ คาไมและโดมินิค ได้กล่าวสรุปไว้ว่าบ่อยครั้งที่ครูจะพบข้อผิดพลาดของนักเรียน เช่น $\frac{3}{5} + \frac{1}{2} = \frac{4}{7}$ เกิดจากความพยายามที่จะจดจำ

Algorithms ไปใช้ มากกว่าที่จะพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องจำนวนและตัวเลข (Kamii & Dominick, 1997 อ้างถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2544 : 28) ดังนั้นจึงเกิดการเสนอแนะว่าครูควรลดการสอนที่ให้นักเรียนจดจำกฎ และการดำเนินการโดยปราศจากความเข้าใจ แต่ควรสอนเพื่อความเข้าใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวน ความหมายของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการให้เหตุผลจากการประมาณค่า (National Council of Teachers of Mathematics, 2000 : 214)

การสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนแต่ละคนสามารถเชื่อมความคิด หรือวัตถุที่พบเห็นในชีวิตประจำวันกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ไปสู่กฎหรือกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นเอง และผู้เรียนสามารถตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้เทคนิคการประมาณค่าได้ การสอนนี้จะทำให้ผู้เรียนสามารถแปลความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม และมีความเข้าใจในกระบวนการที่ตัวผู้เรียนใช้ในการแก้ปัญหาและสามารถที่จะพิจารณาหาคำตอบได้อย่างมีเหตุผล (Hiebert, 1989 : 40) เนื่องจากในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ในปัญหา สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนแก้ปัญหา การลงมือทำตามแผนและการตรวจคำตอบ (Polya, 1973 : 5 – 40) ดังนั้นการสอนเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ น่าจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งอาจทำให้นักเรียนมีผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีความคงทนในการเรียนดีขึ้นซึ่งความคงทนทางคณิตศาสตร์เป็นการคงไว้ซึ่งผลทางการเรียนหรือความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาหรือมีประสบการณ์มาก่อน หลังจากที่ทิ้งช่วงไประยะเวลาหนึ่ง (Adams, 1967 : 9) สิ่งที่น่าสนใจแนวคิดนี้ คือ งานวิจัยของเวอร์นและไฮเบิร์ต (Wearn & Hiebert, 1988 : 371 – 384) ที่ได้ศึกษาขั้นตอนในการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ในกลุ่มของนักเรียนเกรด 4 เกรด 5 และเกรด 6 ผลปรากฏว่าการพัฒนาศักยภาพเป็นไปตามลำดับขั้นตอนและหลังจากสอนเสร็จแล้ว 6 สัปดาห์ ได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนปรากฏว่าการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ยังคงอยู่ จากนั้น เวอร์นและไฮเบิร์ต (Wearn & Hiebert, 1989 : 507 – 513) ได้ทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย โดยทำการสอนทั้งสองกลุ่มด้วยวิธีการเดียวกัน คือ ใช้การพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผลปรากฏว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ได้เพิ่มขึ้น ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีอยู่บ้างในต่างประเทศ เช่น งานวิจัยของเวอรินและไฮเบิร์ต (Wearn & Hibert, 1988 : 371 – 384) ได้ศึกษาขั้นตอนในการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 เกรด 5 และเกรด 6 โดยการสอนถูกออกแบบให้ประเมินนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในการเชื่อมสัญลักษณ์ของทศนิยมกับสิ่งที่กล่าวถึง และการพัฒนาสัญลักษณ์กับการดำเนินการทางทศนิยม พบผลการวิจัยว่าการพัฒนาศักยภาพจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนและหลังจากสอนเสร็จแล้ว 6 สัปดาห์ ได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนปรากฏว่าการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ยังคงอยู่ จากนั้นเวอรินและไฮเบิร์ต (Wearn & Hiebert, 1989 : 507 – 513) ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนทศนิยมของนักเรียนเกรด 4 โดยทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกทดลองกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และกลุ่มที่สองทดลองกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย ทำการสอนทั้งสองกลุ่มด้วยวิธีการเดียวกัน คือ ใช้การพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นเหมือนกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ คือ สูงกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งฉบับ
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรสำหรับการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร
2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่ การสอนคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ การสอนเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และการสอนแบบปกติ

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นโจทย์ภาษา ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน ความสามารถนี้วัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนหรือประสบการณ์ที่เคยได้รับมาก่อน หลังจากทิ้งช่วงเวลาไป 2 ปี โดยวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

การสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ขั้นตอนตามแนวคิดของไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 38 – 44) ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของสัญลักษณ์ ซึ่งการพัฒนาขั้นนี้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับความคิดหรือวัตถุที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อาจจะเป็นตัวเลข เช่น 5, $\frac{3}{4}$, 1.7 หรือเครื่องหมายสำหรับการกระทำหรือแสดงความสัมพันธ์ เช่น +, -, ×, ÷, >, <, =

ขั้นที่ 2 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นผลที่เกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับการดำเนินการของจำนวนซึ่งทำให้ได้นิยาม สูตร วิธีการทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 การตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้เทคนิคการประมาณค่า

การสอนคณิตศาสตร์แบบปกติ หมายถึง การสอนตามแนวคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น วิชาคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ

นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

- 1.1 ความสำคัญและความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
- 1.2 ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
- 1.3 พฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

2. การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 2.2 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

3. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- 3.1 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
- 3.2 ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์
- 3.3 ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ
- 3.4 องค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 3.5 ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

4. ความคงทนในการเรียน

- 4.1 ความหมายของความคงทนในการเรียน
- 4.2 ระบบและกระบวนการจำ
- 4.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจำ
- 4.4 การวัดความคงทนในการเรียน

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นจุดประสงค์ที่สำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ (Usiskin, 2001 : 13) ในที่นี้จะได้กล่าวถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ดังหัวข้อต่อไปนี้

ความสำคัญและความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นมากที่จะต้องทำให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ดังที่ ยูซีสกิน (Usiskin, 2001 : 21 – 22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่ลึกซึ้ง จนเกิดความเข้าใจในทักษะกระบวนการ ชื่อ สมบัติ การเชื่อมระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และนำเสนอคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ ซึ่งทำให้นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง การสร้างกระบวนการ การพิสูจน์ การค้นพบ การนำไปใช้ และการพัฒนาการนำเสนอใหม่ ๆ

คำว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Mathematics Understanding ซึ่งนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึง ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

วิลสัน (Wilson, 1971 : 661) ได้กล่าวถึง ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความเข้าใจเป็นความสามารถในการแปลความ (Translation) ตีความ (Interpretation) และขยายความ (Extrapolation) ในปัญหาใหม่ ๆ โดยการนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ไฮเบิร์ต และคาร์เพนเตอร์ (Hiebert and Carpenter, 1992 : 67) ได้กล่าวถึงความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างการเชื่อมระหว่างความคิด ความจริง และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2538 : 62) ได้กล่าวถึง ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและเป็นความสามารถในการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วไปเชื่อมโยงกับความคิด และสถานการณ์ใหม่ ๆ และสามารถแปลความ ตีความ และขยายความความรู้

ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

การเรียนการสอนที่จะทำให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีได้หลายลักษณะ ยูซิสกิน (Usiskin, 2001: 15 – 22) ได้กล่าวถึง ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่ามี 4 ลักษณะ ได้แก่

1. ความเข้าใจในทักษะกระบวนการ ประกอบด้วย

1.1 ความชำนาญในการตัดสินใจ การคิดในรูปแบบที่ง่ายกว่าการคิดในรูปแบบเดิม

1.2 ความสามารถในการตรวจสอบกระบวนการที่นำมาซึ่งผลลัพธ์

1.3 การสร้างกระบวนการใหม่ที่จะใช้ในการหาคำตอบ

2. ความเข้าใจในสมบัติที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เป็นความเข้าใจที่จะแสดงถึงการได้มาซึ่งรูปแบบทั่วไปของสิ่งที่นักเรียนกำลังเผชิญ ซึ่งสื่อได้ด้วยภาษาที่ถูกต้อง ตัวอย่างความเข้าใจในลักษณะนี้ เช่น การสอนในชั้นเรียนเรื่องการคูณเศษส่วน การที่ครูใช้คำว่า “ตัดทิ้ง” และ “ตัดทอน” บ่งบอกว่าครูไม่ได้ส่งเสริมความเข้าใจ แต่ถ้าครูใช้ “การคูณจำนวนใด ๆ กับหนึ่ง” และ “เลือกเศษส่วนที่มีค่าเท่าเดิม” ได้ถ่ายทอดความเข้าใจให้กับนักเรียนงานที่แสดงถึงความเข้าใจลักษณะนี้ ได้แก่

2.1 งานระดับล่าง เช่น แสดงสมบัติเฉพาะ

2.2 งานระดับกลาง เช่น การอธิบายนัยสำคัญของสมบัติ

2.3 งานระดับสูง เช่น การเขียนพิสูจน์

3. ความเข้าใจในการนำไปใช้ เป็นความเข้าใจในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาได้ง่ายขึ้น เช่น ให้นักเรียน ประมาณราคาผ้า $1\frac{1}{2}$ หลา ถ้า 1 หลาราคา 1.67 ดอลลาร์ คำตอบจะอยู่ระหว่าง 2 และ 3 ดอลลาร์ และให้นักเรียนประมาณค่าของ $1\frac{1}{2} \cdot 1.67$ ซึ่งคำตอบจะอยู่ระหว่าง 2 และ 3 เช่นเดียวกัน แต่พบว่านักเรียนสามารถหาคำตอบของปัญหาที่อยู่ในรูปของสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง มากกว่าปัญหาที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

4. ความเข้าใจที่ผ่านการนำเสนอ เป็นความเข้าใจที่นักเรียนสามารถทำได้ โดยผ่านสื่อที่แสดงถึงความเข้าใจ เช่น การคูณเศษส่วน $\frac{2}{3}$ กับ $\frac{4}{5}$ นักเรียนสามารถนำเสนอความ เข้าใจโดยผ่านการใช้พื้นที่ โดยกำหนดให้ $\frac{2}{3}$ เป็นความกว้าง และ $\frac{4}{5}$ เป็นความยาวของรูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้า นอกจากนั้นสามารถใช้เศษส่วนของจุดหรือใช้เส้นกราฟได้

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ลักษณะนี้ แต่ละลักษณะเป็นอิสระซึ่งกัน และกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจสามารถประกอบด้วย ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มากกว่า 1 ลักษณะ ขึ้นกับความเหมาะสมและ ประสิทธิภาพของผู้เรียน

พฤติกรรมที่แสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ครูผู้สอนจำเป็นต้องรู้ว่าผู้เรียนมี ความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูสอนให้หรือไม่ ครูจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงพฤติกรรมที่จะแสดงถึง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

อนันต์ จันทกรวี (2537 : 256) ได้กล่าวไว้ว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจทาง คณิตศาสตร์จะแสดงออกดังนี้

1. สรุปหรือบอกความหมายของเรื่องราวที่เคยเรียนมาแล้ว โดยใช้คำพูดของ ตนเอง หรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนขึ้นในรูปใหม่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนมาใน ชั้นเรียน
2. สรุปความหมายของเรื่องให้เป็นกฎ หลักการ หรือสรุปเป็นกรณีทั่วไปหรือ หาค่าสัญลักษณ์โดยอาศัยโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

3. แปลงหรือเปลี่ยนรูป จากข้อความที่เป็นภาษา ให้เป็นสัญลักษณ์หรือภาพ หรือจากสัญลักษณ์ให้เป็นภาพหรือกลับกัน
4. ชี้แจงความสมเหตุสมผลของข้อความทางคณิตศาสตร์ได้
5. แปลความหรือตีโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ว่าข้อความนั้น ๆ กำหนดอะไร ให้ และต้องการถามเรื่องอะไร

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถบอกความหมายของข้อความทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ในชีวิตประจำวัน
2. สามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวันกับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การสรุปกฎและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. สามารถบอกความสมเหตุสมผลของข้อความทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียน ให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความเข้าใจนั้นไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งได้มีนักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้กล่าวถึง รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อต่อไปนี้

ความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

คำว่า สัญลักษณ์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Symbol นักการศึกษาได้กล่าวถึง ความหมายของสัญลักษณ์ไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967 : 60-65) ได้กล่าวถึง ความหมายของสัญลักษณ์สรุปได้ว่า สัญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ต เครื่องหมาย รวมถึงสัญลักษณ์ต่าง ๆ

กู๊ดแมน (Goodman, 1968 : 33) ได้กล่าวถึง ความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสัญลักษณ์การเขียนที่สามารถคัดลอกรายละเอียดโดยคนที่แตกต่างกันในสถานการณ์ที่ต่างกันโดยไม่มีการสูญหาย

ไฮเบิร์ต (Hiebert, 1988 : 334 – 335) ได้กล่าวถึง ความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เป็นสัญลักษณ์การเขียนที่เหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนซึ่งเป็นตัวแทนของความคิดที่เกี่ยวกับปริมาณ และเป็นสิ่งที่แสดงถึงความคิดของผู้ใช้ และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังสามารถคัดลอกได้ เนื่องจากมีความเที่ยงอยู่ในระดับสูง เช่น จำนวน $\frac{3}{4}$ มีรูปแบบการเขียนที่หลากหลาย แต่มีความหมายเช่นเดียวกัน เช่น $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{4}$

คอร์เนเกย์ (Kornegay, 1999 : 276 – 277) ได้กล่าวถึง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Math Symbols) สรุปได้ว่า สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จะถูกใช้เพื่อแสดงความคิดรวบยอด (concept) ซึ่งมีลักษณะของการดำเนินการที่หลากหลาย เช่น +, -, ×, ÷, ≥, <, =, >, ≡, !, ≤ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สัญลักษณ์การเขียนทางคณิตศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของความคิดเกี่ยวกับปริมาณ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ ได้แก่

1. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนปริมาณ เช่น $\frac{3}{4}$, 2, 1.6
2. สัญลักษณ์ที่ใช้แทนการดำเนินการของปริมาณ เช่น +, -, ×, ÷, ≥, <, =, >, ≤

สำหรับการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ คอร์เนเกย์ (Kornegay, 1999 : 315) ได้กล่าวถึง การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการดำเนินการซึ่ง ได้แก่ การรวม การหักออก การเพิ่มขึ้นครั้งละเท่า ๆ กัน การแบ่งออกเป็นส่วนเท่า ๆ กัน เป็นต้น ซึ่งการดำเนินการทางคณิตศาสตร์แต่ละชนิด จะแทนด้วยสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันจึงทำให้มีลำดับของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมายวงเล็บ ให้ทำการดำเนินการภายในวงเล็บเป็นอันดับแรก ถ้ามีเครื่องหมายวงเล็บซ้อนกันให้ทำการดำเนินการในวงเล็บในสุดเป็นอันดับแรก
2. การดำเนินการอันดับแรกกับเลขยกกำลังโดยทำจากซ้ายไปขวา
3. จากนั้นทำการคูณหรือหาร จากซ้ายไปขวา

4. และการดำเนินการอันดับสุดท้ายคือการบวกและลบจากซ้ายไปขวา

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการดำเนินการที่เกิดขึ้นระหว่างสัญลักษณ์ที่ใช้แทนปริมาณและสัญลักษณ์ที่ใช้แทนการดำเนินการ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นการพัฒนาศักยภาพเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งไฮเบิร์ต (Hiebert, 1988 : 333 – 355) ได้แบ่งกระบวนการพัฒนาศักยภาพเกี่ยวกับการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การเชื่อมสัญลักษณ์กับสิ่งที่กล่าวถึง เป็นการเชื่อมการเขียนสัญลักษณ์กับปริมาณที่กล่าวถึง ซึ่งเป็นสิ่งที่นักเรียนเคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน และสามารถกำหนดการเชื่อมโยงได้

ขั้นที่ 2 การพัฒนาวิธีการเกี่ยวกับการดำเนินการกับสัญลักษณ์

ขั้นที่ 3 การพิจารณารายละเอียดของสัญลักษณ์และการดำเนินการ และการดำเนินการซ้ำ

ขั้นที่ 4 การใช้สัญลักษณ์และกฎจากสิ่งที่กล่าวถึงสร้างเป็นระบบสัญลักษณ์ที่เป็นนามธรรม

ทุกขั้นตอนนี้จะต้องถูกสอนเป็นไปตามลำดับ ซึ่งไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 40) ได้กล่าวอีกว่า นอกจากนี้ยังมีกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้น คือ (Hiebert, 1989 : 40 - 43)

ขั้นที่ 1 การพัฒนาความหมายของสัญลักษณ์ เป็นการเชื่อมระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับความคิดหรือสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อาจจะเป็นตัวเลข เช่น 5, $\frac{3}{4}$, 1.7 หรือเครื่องหมายสำหรับการดำเนินการหรือแสดงความสัมพันธ์ เช่น +, -, ×, ÷, >, <, =

ขั้นที่ 2 การพัฒนาความหมายของกฎหรือกระบวนการ เป็นผลที่เกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับการดำเนินการของปริมาณซึ่งเป็นที่มาของกฎ วิธีการหรือกระบวนการที่นักเรียนเรียนในหลักสูตร

ขั้นที่ 3 การตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้เทคนิคการ ประมาณค่า

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากความรู้เดิมหรือความคิดของนักเรียนหรือสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ไปสู่ความเข้าใจในทักษะกระบวนการ จนสรุปออกมาในรูปของกฎหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล

ประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

เรสแนค (Resnick, 1987 : 114) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซึ่งสรุปได้ว่า การสอนการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในโรงเรียนมีประโยชน์มาก เพราะวิธีการสอนนี้ ทำให้นักเรียนสามารถย้ายปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริงไปสู่ประโยคที่เป็นนามธรรม จากประโยคที่เป็นนามธรรมไปสู่สถานการณ์ในชีวิตจริงซึ่งจะก่อให้เกิดความคิดรวบยอดและกระบวนการที่หลากหลายของปัญญา

ไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 39) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า โดยธรรมชาติการเขียนสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างเข้าใจ จะมีประโยชน์ต่อนักเรียนเมื่อนักเรียนดำเนินชีวิตอยู่ภายนอกโรงเรียนดังนี้

1. สามารถอธิบายสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม
2. สามารถใช้กระบวนการอย่างเข้าใจในการจัดดำเนินการเกี่ยวกับสัญลักษณ์
3. สามารถพิจารณาคำตอบอย่างมีเหตุผล

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์

นักการศึกษาและนักการศึกษาคณิตศาสตร์กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

บรูคเนอร์ (Bruckner, 1957 : 301) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหา
 คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณที่นักเรียนไม่
 สามารถตอบได้ทันทีโดยวิธีที่เคยชิน และสิ่งที่เป็นปัญหาของนักเรียนเมื่อเวลานี้อาจจะไม่ใช่
 ปัญหาในวันนี้ก็ได้

แอนเดอร์สันและพินกรี (Anderson and Pingry, 1973 : 228) ได้กล่าวถึง
 ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่
 ต้องการวิธีการแก้ไขหรือหาคำตอบซึ่งผู้ตอบจะทำได้ดีต้องมีวิธีการที่เหมาะสม ใช้ความรู้
 ประสบการณ์และการตัดสินใจโดยพร้อมมูล

อดัมส์ (Adams, 1977 : 176) ได้กล่าวถึง ความหมายของปัญหา
 คณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณและคำตอบที่
 ต้องการ จะเกี่ยวข้องกับปริมาณ ปัญหาคณิตศาสตร์จะรวมถึงปัญหาที่เป็นภาษา ปัญหาที่เป็น
 เรื่องราวและปัญหาที่เป็นคำพูด และปัญหากับแบบฝึกหัดแตกต่างกัน คือ ในการแก้ปัญหานั้นจะ
 ต้องมีการตัดสินใจและลงมือทำ ส่วนแบบฝึกหัดไม่จำเป็นต้องมีการตัดสินใจ

ครูลิคและรูดนิค (Krulik and Rudnick, 1993 : 6) ได้กล่าวถึงความหมายของ
 ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะเกี่ยวข้องกับปริมาณซึ่ง
 ปัญหานั้นไม่ได้รับวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาว่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหจะต้อง
 ค้นหาว่าจะใช้วิธีการใดในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งคือการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา

ยุพิน พิพิธกุล (2539 : 82) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์
 สรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นปัญหาที่นักเรียนจะต้องค้นหาความจริงหรือสรุปสิ่งใหม่ที่ผู้เรียน
 ยังไม่เคยเรียนมาก่อน หรือปัญหาเกี่ยวกับวิธีการ การพิสูจน์ ทฤษฎีบท ปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหา
 คณิตศาสตร์ที่อาศัยนิยาม ทฤษฎีบทต่าง ๆ ที่จะถูกนำมาใช้ ซึ่งล้วนเป็นปัญหาที่ต้องอาศัย
 กระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ามาแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พอสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง
 สถานการณ์หรือคำถามที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งผู้ตอบไม่สามารถตอบได้ทันที การได้มาซึ่ง
 คำตอบต้องอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และวิธีการที่เหมาะสมในการตัดสินใจ

ประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์

จากความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ข้างต้น นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957 : 154-156) ได้กล่าวถึงประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้ ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการ ข้อมูลที่กำหนด และเงื่อนไข

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐาน หรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่จะต้องพิสูจน์

รัสเซลล์ (Russell, 1961 : 256) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่ปรากฏอยู่ในแบบเรียนและหนังสือเรียนทั่วไป

2. ปัญหาที่ไม่มีรูปแบบ ได้แก่ ปัญหาที่พบทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน

เลอบลานซ์ (LeBlance, 1977 : 17-25) ได้แบ่งปัญหาคณิตศาสตร์ที่เป็นโจทย์ออกเป็น 2 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่ปรากฏในหนังสือแบบเรียนทั่วไป

2. ปัญหาที่พบในหนังสือทั่ว ๆ ไป ที่ไม่ใช่แบบเรียน

เรย์ ซายตาม และลินด์ควิสท์ (Reys, Suydam and Linquist, 1992 : 29)

1. ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนนัก ผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคยในโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหา

2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อนในการแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองต้องประมวลความรู้ความสามารถหลายอย่างเข้าด้วยกัน เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และลักษณะของการนำไปใช้และเกณฑ์ในการ จำแนก

ลักษณะของปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ

จากการแบ่งประเภทของปัญหาคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของ ปัญหาคณิตศาสตร์มีความหลากหลาย ได้มีผู้เสนอลักษณะของปัญหาที่น่าสนใจ เพื่อเป็นแนวทาง ในการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

โคลด์ (Clyde, 1967 : 108) ได้เสนอแนะถึงการสร้างปัญหาคณิตศาสตร์ให้ น่าสนใจว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ให้มีความใกล้เคียงกับปัญหาในชีวิตประจำวัน และมีความสัมพันธ์กับ ผู้แก้ปัญหามากที่สุด โดยอาจเป็นเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับผู้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือมักจะเกิดกับบุคคลทั่ว ๆ ไป หรือมีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2. สถานการณ์ที่สร้างขึ้นเป็นปัญหานั้น ควรใช้ภาษาหรือการบรรยายใน ลักษณะที่ผู้แก้ปัญหามีประสบการณ์มาก่อนและไม่ควรเป็นปัญหาทั่ว ๆ ไป

เนลสันและเคอร์ปาทริก (Nelson and Kirkpatrick, 1975 : 71-72) ได้กล่าวถึง ลักษณะของปัญหาที่ดีสำหรับนักเรียน สรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาควรเป็นข้อพิสูจน์ที่แสดงให้เห็นถึงความเป็นจริง ความถูกต้องแน่นอน
2. สถานการณ์ของแต่ละปัญหา ควรนำมาซึ่งสิ่งที่เป็นจริง หรือลอกเลียนแบบสิ่งที่เป็นจริง

3. ปัญหาควรเป็นสิ่งที่น่าสนใจจากนักเรียน
4. ปัญหาควรทำให้นักเรียนเกิดความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงให้อยู่ในรูปแบบของรูปธรรมด้วยตนเอง

5. ปัญหาควรให้โอกาสสำหรับวิธีการที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหา

6. ลักษณะของปัญหาควรมีความเป็นไปได้

7. ปัญหาควรสร้างให้นักเรียนมีความเชื่อว่าเขาสามารถแก้ปัญหาได้ และรู้ว่าเมื่อไรจะได้คำตอบ

ครูลิด และเรย์ (Krulik and Reys, 1980 : 280) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจเป็น

1. ปัญหาที่นักเรียนพบไม่ได้บ่อยในห้องเรียน
2. ปัญหาควรคำนึงถึงความรู้พื้นฐานของผู้แก้ปัญหา กลวิธีที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหาและความสามารถทางภาษาของผู้แก้ปัญหา

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและน่าสนใจสำหรับนักเรียน
2. ปัญหาควรใช้ภาษาที่ง่ายต่อความเข้าใจ
3. ปัญหาที่เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานของนักเรียน
4. ปัญหาที่ทำให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการที่แตกต่างกันได้

องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นอกจากกระบวนการแก้ปัญหาจะมีความสำคัญแล้ว ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ อีกที่จะทำให้การแก้ปัญหาประสบความสำเร็จ ได้มีผู้กล่าวถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

ไคลด์ (Clyde, 1967 : 112) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะ และประสบการณ์ของนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านตำรา ก็จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ด้วย

เฮนนี่ (Henney, 1971 : 223-224) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์พบว่าองค์ประกอบที่สำคัญประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้

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

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

1. ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ การรู้คำศัพท์ในโจทย์คำถามจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ทักษะการคำนวณ

3. การแยกแยะข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง

4. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

5. การคาดคะเนคำตอบ

6. การเลือกใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

7. ความสามารถในการค้นหาข้อมูลที่ขาดหายไป

8. ความสามารถในการเปลี่ยนปัญหาที่เป็นประโยคภาษา ให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

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

1. ความสามารถในการเข้าใจสัญลักษณ์

2. ความสามารถในการจัดกระทำ

3. ความสามารถในการอ่านและตีความ

4. การมีความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์

5. การมีทักษะในการคำนวณ

บาร์ดูดี (Baroody, 1993 : 2-8 – 2-10) กล่าวถึงองค์ประกอบหลักของการแก้ปัญหา

3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบทางด้านความรู้ความคิด ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนคติและยุทธวิธีในการแก้ปัญหา

2. องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก ซึ่งเป็นจะแรงขับในการแก้ปัญหาและแรงขับนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อของนักเรียน

3. องค์ประกอบทางการสังเคราะห์ความคิด เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะสามารถตอบตนเองได้ว่าทรัพยากรอะไรบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และจะติดตามและควบคุมทรัพยากรเหล่านั้นได้อย่างไร

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้ในเรื่องคำศัพท์ สัญลักษณ์ และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่กำหนดให้แล้วค้นหาสิ่งที่โจทย์ ต้องการ ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความจากนามธรรมเป็นรูปธรรม ความสามารถในการ คำนวณ และความรู้จักคาดคะเนคำตอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นแนวทางให้นักเรียนสามารถมองปัญหา ได้อย่างชัดเจน แล้วสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้ได้ดีนั้น ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ประสบการณ์ที่มีอยู่ และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมกับสภาพของ ปัญหา นั้น นักการศึกษาคณิตศาสตร์ได้เสนอขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

โพลยา (Polya, 1957 : 5-40) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นในการสอนแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้น สรุปได้ดังนี้

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ ทำความเข้าใจคำ วลีหรือประโยคย่อย ๆ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา โดยนักเรียนจะต้องสามารถสรุปปัญหา ออกมาเป็นภาษาของตนเอง ได้และสามารถบอกได้ว่า ประเด็นของปัญหาอยู่ตรงไหน สามารถบอกได้ว่าโจทย์ถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ อะไรคือเงื่อนไขเชื่อมโยงสิ่งที่กำหนดให้กับสิ่งที่ถามหา
2. ขั้นวางแผนในการแก้ปัญหา จะต้องพิจารณาว่า สิ่งที่กำหนดให้จะนำไปสู่ ผลใดได้บ้าง และมีความรู้อะไรบ้างที่สัมพันธ์กับปัญหานั้น สิ่งที่สำคัญ คือ นักเรียนจะต้องทบทวน ความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ขั้นลงมือทำตามแผน เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ในขั้นที่ 2 โดยใช้ ทักษะการคำนวณ และวิธีการคำนวณที่เหมาะสม เพื่อให้ได้คำตอบ
4. ขั้นตรวจวิธีการและคำตอบ เป็นการตรวจสอบ เพื่อแน่ใจว่าคำตอบนั้นถูก ต้องสมบูรณ์ ซึ่งในการตรวจสอบอาจทำให้เกิดความคิดที่จะดัดแปลงวิธีการแก้ปัญหาให้ง่ายขึ้น และชัดเจนยิ่งขึ้น

มาร์ค (Mark, 1965 : 401 – 402) ได้กล่าวถึง การสอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ จะต้องสอนให้นักเรียนกระทำสิ่งต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. ค้นหาว่าให้ข้อมูลอะไรบ้างและให้หาอะไร
2. ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ให้มาเพื่อที่จะไปสู่สิ่งที่ต้องการให้หา

3. วิเคราะห์ข้อมูลและความสัมพันธ์เพื่อหาผลลัพธ์
4. ตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าถูกต้อง

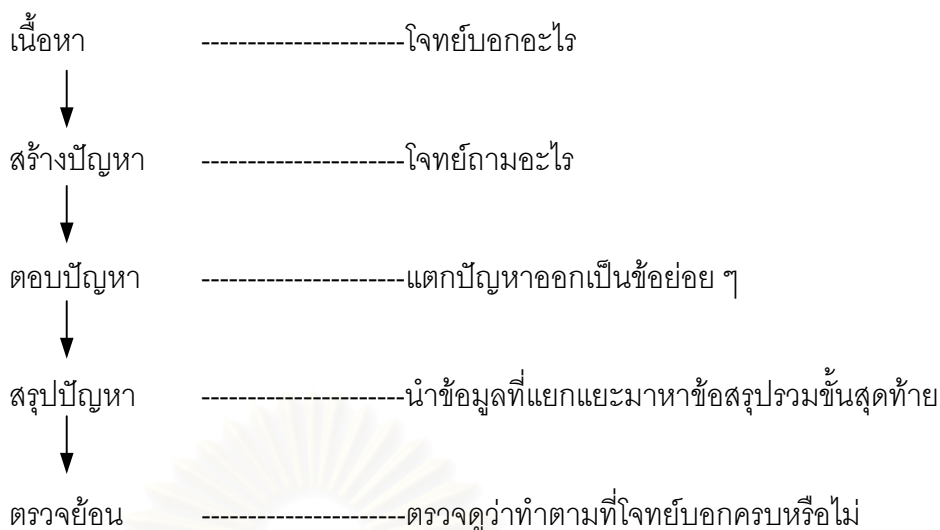
เลอบลานซ์ (Leblance, 1977 : 17-25) ได้กล่าวถึง ลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือข้อมูล หรือเงื่อนไขที่ให้มา และปัญหาถามหาอะไร
2. วางแผนในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่จำเป็น
3. แก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้ ถ้าแผนที่วางไว้ไม่นำไปสู่คำตอบก็ต้องย้อนกลับไปในขั้นที่ 2 เพื่อวางแผนใหม่
4. ทบทวนปัญหาและคำตอบ

ครูลิค และเรย์ (Krulik and Reys, 1980 : 280-281) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่พิจารณาว่า ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้ นั้นมีอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกมานั้นเพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาหรือไม่ และสิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร
2. วางแผนในการแก้ปัญหา เป็นขั้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์บอกกับสิ่งที่โจทย์ถาม ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม เพื่อนำมาใช้วางแผนในการแก้ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
4. ตรวจสอบ เป็นขั้นที่ตรวจสอบการดำเนินการแก้ปัญหาทั้งหมด และได้ผลเป็นไปตามที่ต้องการครบถ้วนหรือไม่

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 136) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้



แผนภาพที่ 1 แสดงกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นส่วนใหญ่ขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งส่วนใหญ่ขั้นตอนตรวจสอบคำตอบของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เป็นการนำคำตอบที่ได้ซึ่งเป็นปริมาณไปแทนค่าในสมการในปัญหา จึงน่าจะนับว่าเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการคิดคำนวณตามแผนที่วางไว้ ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่า ขั้นตอนในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มี 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจปัญหา โดยอาศัยทักษะการแปลความหมาย การวิเคราะห์ข้อมูล ว่าปัญหาถามหาอะไร กำหนดอะไรมาบ้าง จำแนกแยกแยะสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้แยกออกจากกัน
2. ขั้นวางแผนแก้ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งที่กำหนดให้และข้อมูลที่เป็นผลตามมาจากสิ่งที่กำหนดให้ หาวิธีการแก้ปัญหาโดยนำกฎเกณฑ์หลักการ ความคิดรวบยอด มาประกอบกับข้อมูลแล้วเสนอออกมาในรูปวิธีการ
3. ขั้นคำนวณคำตอบที่ถูกต้อง ตามแผนที่วางไว้ ต้องรู้จักวิธีคำนวณที่เหมาะสม ตลอดจนตรวจสอบวิธีการและคำตอบได้ ถ้าไม่พบคำตอบตามเงื่อนไขของปัญหาต้องกลับไปวางแผนแก้ปัญหาใหม่

ความคงทนในการเรียน

ความหมายของความคงทนในการเรียน

การจดจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่คนเรารับรู้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตและการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เพราะเป็นการทำให้เรารู้จักสิ่งที่ไม่ชอบหรือสิ่งที่เป็นอันตราย การเรียนรู้และการจดจำจึงไม่สามารถแยกออกจากกันได้ มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ดังนี้

อดัมส์ (Adams, 1967 : 9) ได้กล่าวถึง ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้ สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียน หรือมีประสบการณ์รับรู้มาแล้วหลังจากทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 238) ได้กล่าวถึง ความหมายของความคงทนในการเรียนไว้ว่า ความคงทนในการเรียนเป็นการสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้ หรือการจำได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียน หมายถึง ความสามารถในการจำและการระลึกได้ถึงสิ่งเร้าที่เคยเรียนรู้มาแล้ว หลังจากทิ้งไประยะเวลาหนึ่ง

ระบบและกระบวนการจำ

การที่คนเราจะจดจำสิ่งที่เคยเรียนรู้มาได้มากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับระบบและกระบวนการจำ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับการจำไว้ดังนี้

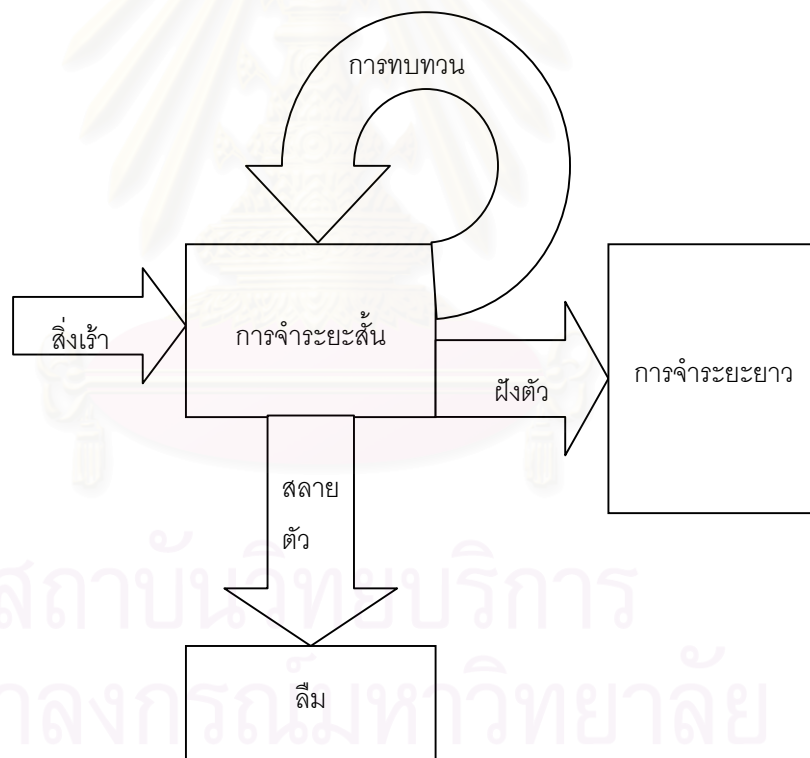
ชัยพร วิชชาวุธ (2525 : 287 - 295) ได้แบ่งระบบความจำออกเป็น 3 ระบบสรุปได้ดังนี้

1. ระบบความจำความรู้สึกสัมผัส หมายถึง การคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัสหลังจากที่การเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง เช่น การฉายภาพให้ดูแวบหนึ่ง ภาพที่ปรากฏให้เห็นจะยังคง "ติดตา" ต่อไปอีกหลายร้อยมิลลิวินาทีหลังจากการฉายภาพแวบนั้น

2. ระบบความจำระยะสั้น เป็นการจำหลังการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับการตีความจนเกิดการรับรู้แล้วก็จะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้ความจำระยะสั้นสำหรับการจดจำชั่วคราวเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในขณะที่ยังจำอยู่เท่านั้น เช่น การจำหมายเลขโทรศัพท์จากสมุดโทรศัพท์

3. ระบบความจำระยะยาว เป็นความจำที่มีความถาวรกว่าระบบความจำระยะสั้น เราจะไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ในระบบความจำระยะยาว แต่เมื่อต้องการใช้หรือมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดมาสะกิดใจก็สามารถจะรื้อฟื้นขึ้นมาได้ เช่น การจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อหลายชั่วโมงก่อน หลายวันก่อน หรือหลายปีก่อน

นอกจากนี้ยังมีผู้สร้างทฤษฎีความจำขึ้นเพื่ออธิบายถึงกระบวนการต่าง ๆ ของความจำระยะสั้นและความจำระยะยาวหลายทฤษฎี และมีทฤษฎีหนึ่งเป็นที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก คือ ทฤษฎีความจำสองกระบวนการ (Two – Process Theory of Memory) ของแอตคินสันและชิฟฟริน (Atkinson and Shiffrin, 1968 อ้างถึงใน ชัยพร วิชาวุธ, 2525 : 296–297) แสดงดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 แสดงทฤษฎีความจำสองกระบวนการ

จากแผนภาพที่ 2 ส่วนประกอบในโครงสร้างของความจำประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ การรับรู้ การจำระยะสั้น และการจำระยะยาว ส่วนการลืมนั้นอาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนใด ๆ ก็ได้ ความจำระยะสั้นเป็นการจำเพียงชั่วคราว แต่ความจำระยะยาวเป็นการจำที่

ถาวร จะเกิดขึ้นเมื่อมีสิ่งใดมาสะกิดใจแล้วสามารถรื้อฟื้นขึ้นมาได้ ความจำระยะยาวนี้ คือ ความคงทนในการจำนั่นเอง หรือกล่าวสรุปได้ดังนี้

1. ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว
2. สิ่งที่จำไว้ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา ไม่เช่นนั้นความจำจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว
3. ในการทบทวนนั้น เราจะไม่สามารถทบทวนทุกสิ่ง que เข้ามาอยู่ในความจำระยะสั้น ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่เรจำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด
4. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้น ยืงนานก็จะมีโอกาสฝังตัวอยู่ในความจำระยะยาวมากเท่านั้น
5. การฝังตัวในความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวแล้วกับสิ่งเร้าที่เราต้องการจำ

กานเย (Gagne, 1970 : 70 – 71) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการจำไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความเข้าใจ เป็นขั้นที่ผู้เรียนสามารถเข้าใจสถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้า
2. ขั้นเรียนรู้ ในขั้นนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นความสามารถอย่างใหม่
3. ขั้นเก็บไว้ในความจำ คือ การนำเอาสิ่งที่เรียนรู้ไปเก็บไว้ในส่วนของความจำในช่วงระยะเวลาหนึ่ง
4. ขั้นการรื้อฟื้น คือ การเอาสิ่งที่เรียนไปแล้วและเก็บเอาไว้ที่นั้นออกมาในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได้

ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 3 – 20) ได้แบ่งลำดับขั้นของความจำออกเป็น 3 ขั้นสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการเสนอสิ่งเร้า คือ การเสนอสิ่งที่ต้องการให้จำให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งนั้นจนเข้าใจเสียก่อน
2. ขั้นกิจกรรมแทรก คือ การให้ผู้เรียนทำกิจกรรมอื่นเป็นกิจกรรมที่สอดแทรกระหว่างขั้นเสนอสิ่งเร้าและขั้นการทดสอบ
3. ขั้นการทดสอบ จะบ่งชี้ว่าผู้เรียนสามารถจำสิ่งที่เรียนในขั้นการเสนอสิ่งเร้า ได้มากน้อยเพียงไร ซึ่งมีวิธีทดสอบความจำ 3 วิธี คือ
 - 3.1 การจำได้ เป็นการทดสอบความจำโดยแสดงสิ่งเร้าที่เคยประสบมาแล้ว
 - 3.2 การระลึกได้ เป็นการระลึกสิ่งที่เคยประสบในอดีตออกมา โดยไม่มีสิ่งเร้าที่เคยประสบมาปรากฏให้เห็น

3.3 การเรียนรู้ หมายถึง การทำซ้ำ ๆ หรือเสนอสิ่งเร้าซ้ำ ๆ ในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบนี้มักใช้วัดด้วยเวลาหรือจำนวนครั้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการจำ

ในการจดจำเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ นั้น นอกจากต้องอาศัยกระบวนการที่ทำให้เกิดความจำแล้วยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ซึ่งนักการศึกษาได้กล่าวถึงไว้ดังนี้

ประสาท อิศรปริดา (2518 : 183) ได้กล่าวถึง ปัจจัยที่มีผลต่อการจำของ มนุษย์มีหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความหมาย เนื้อหาที่นักเรียนเข้าใจและมีความหมายต่อนักเรียน นักเรียน จะจำได้ดีกว่าเนื้อหาที่ไม่มี ความหมาย
2. การทบทวน การทบทวนได้อ่านอยู่เสมอ ย่อมทำให้ความจำดีขึ้น
3. การเรียนรู้สอดแทรก ความจำจะดีหรือไม่นั้นจะขึ้นอยู่กับ การเรียนรู้อื่น ๆ ที่แทรกขึ้นมา ซึ่งการเรียนรู้ที่แทรกขึ้นมาอาจจะเป็นการเรียนรู้เก่าหรือความรู้ใหม่ก็ได้ ถ้าสิ่งที่ เรียนรู้เก่าไปขัดขวางสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ทำให้การจำความรู้ใหม่ยากขึ้น ในทางตรงข้าม ถ้าสิ่งที่เรียนรู้ ใหม่เข้าไปขัดขวาง ทำให้การจำสิ่งที่เรียนรู้มาก่อน หรือความรู้เก่าเลอะเลือนหรือลดน้อยลง ดังนั้น ครูควร จะเลือกสถานการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จะส่งเสริมซึ่งกันและกัน หรือที่มีการขัดขวางซึ่งกัน และกันน้อยที่สุด
4. ความสัมพันธ์ของเนื้อหา ก่อนที่จะให้เด็กท่องเรื่องต่าง ๆ ต้องให้เด็ก เข้าใจก่อนว่ามีรายละเอียดอย่างไร สัมพันธ์กันอย่างไร แล้วลงมือท่องโดยยึดความสัมพันธ์เป็นหลัก

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่คุณผู้สอนจะ ต้องเป็นผู้สร้างขึ้นโดยอาศัยการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเรียนรู้ เพื่อเกิดความเข้าใจ เก็บความคิดและหลักการที่เกิดขึ้นเป็นความจำระยะยาวและนำมาใช้ได้

การวัดความคงทนในการเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลต่อการเรียนรู้และ การจดจำของนักเรียน จึงมีความจำเป็นที่คุณผู้สอนจะต้องวัดความคงทนเพื่อให้รู้ถึงผลของการ เรียนรู้ของนักเรียนหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแล้ว ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงการ

วัดความคงทนในการเรียน เพื่อให้ทราบถึงความเข้าใจของนักเรียนเมื่อภายหลังจากการเรียนการสอนแล้วดังนี้

นันทาลลี (Nunnally, 1957 : 105 – 108) ได้กล่าวถึง การวัดความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียน เพื่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบจะทำให้ค่าสัมพันธัมระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

ลินด์วอลล์และนิทโค (Lindvall and Nitko, 1967 : 127) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า การสอบซ้ำควรมีใช้เวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ

ชวาล แพรัตกุล (2526 : 1) ได้กล่าวถึง การวัดความคงทนในการเรียนว่า การวัดความคงทนในการเรียนนั้นใช้การสอบซ้ำ โดยการที่ใช้แบบสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับตัวอย่างกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สอบควรเว้นห่างกันประมาณ 2 – 4 สัปดาห์

ชัยพร วิชชาวุธ (2520 : 118) ได้กล่าวถึง ระยะเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนว่า ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำในเวลาประมาณ 14 วัน หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า ระยะเวลาที่เหมาะสมที่จะใช้ในการวัดความคงทนในการเรียน คือ ประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากที่ได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว โดยวัดได้จากแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์มีดังนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

เวอร์นและไฮเบิร์ต (Wearn & Hibert, 1988 : 371 – 384) ได้ศึกษาขั้นตอนในการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 เกรด 5 และเกรด 6 โดยการสอนถูกออกแบบให้ประเมินนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในการเชื่อมสัญลักษณ์ของทศนิยมกับสิ่งที่กล่าวถึง และการพัฒนาสัญลักษณ์กับการดำเนินการทางทศนิยม พบผลการวิจัยว่าการพัฒนาศักยภาพจะเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และหลังจากสอนเสร็จแล้ว 6 สัปดาห์ ได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนปรากฏว่าการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ยังคงอยู่ และในปี 1989 เวอร์นและไฮเบิร์ต (Wearn & Hibert, 1989 : 507– 513) ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน ทศนิยมของนักเรียนเกรด 4 โดยทำการทดลองกับนักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกทดลองกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย และกลุ่มที่สองทดลองกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าคะแนนเฉลี่ย ทำการสอนทั้งสองกลุ่มด้วยวิธีการเดียวกัน คือ ใช้การพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มสามารถนำวิธีนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้เพิ่มขึ้นเหมือนกัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีดังนี้

คลาร์คสัน (Clarkson, 1979 : 4104 – A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยทำการทดสอบความสามารถในการแปลโจทย์ปัญหาสามแบบ คือ สัญลักษณ์ที่เป็นภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพ พบว่าการแปลความหมายโจทย์คณิตศาสตร์ทั้งสามแบบมีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และนักเรียนที่มีความสามารถในการแปลความหมายต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะการแปลความหมายโจทย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหา

มูราสกี (Muraski, 1979 : 4104 – A) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาแก่นักเรียนเกรด 6 พบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการสอนอ่านในทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.005

พรทิพย์ พรหมสาขา ณ สกลนคร (2527 : 53 – 57) ได้ศึกษาผลของการสอนเรื่อง โจทย์สมการ ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม จำนวน 39 คน ได้รับการสอนแก้ปัญหาโจทย์ตามคู่มือครูคณิตศาสตร์ กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 41 คน ได้รับการสอนเน้นทักษะการแปลความหมายโจทย์และแก้ปัญหาโดยตารางวิเคราะห์ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 38 คน ได้รับการสอนเน้นทักษะการแปลความหมายโจทย์และแก้ปัญหาโดยอิสระ ใช้เวลาทดลองทั้ง 3 กลุ่มเท่ากัน คือ 10 คาบ คาบละ 30 นาที เครื่องมือที่วัดเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความวิตกกังวล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และ 2 สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ความสามารถในการแก้ปัญหของกลุ่ม 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และความวิตกกังวลของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ยุวดี อึ้งศรีวงษ์ (2533 : 46-49) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีรูปแบบการคิดแตกต่างกัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2533 โดยสุ่มแบบแบ่งชั้นหลายขั้นตอน จำนวน 377 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 11 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดรูปแบบการคิด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดเชิงบรรยาย แบบจำแนกประเภทเชิงอ้างอิง และแบบโยงสัมพันธ์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุพัตรา ผาติวิสันต์ (2534 : 70-72) ได้เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางกรคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนต่างกัน ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2534 จำนวน 378 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถทางการคำนวณ และแบบสำรวจแบบ การเรียนซึ่งดัดแปลงมาจากแบบสำรวจแบบการเรียนรู้ของคอลลี (Kolb) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีรู้แบบการเรียนรู้แบบคิดอเนกนัย แบบดูซึม แบบเอहनัย และแบบปรับปรุง มีความ สามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ณัฐรี เจริญเกียรติบวร (2538 : 58 – 65) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 640 คน ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน แบบวัดความตระหนักในเมตาคognition แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคognition มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กัจจกร มุณีแก้ว (2539 : 48-50) ได้ศึกษาผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิด ออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาพัฒนาการศึกษาระดับมัธยมศึกษา จะได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการออกเสียง และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อนันต์ โพธิกุล (2543 : 77 – 84) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คน ได้รับการสอนแบบบูรณาการเชิงวิธีการ และกลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน ได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 15 คาบ คาบละ 50 นาที ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์มีดังนี้

คอรีย์ และไมเคิล (Correy and Michael, 1968 : 19) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความคงทนของการเรียนรู้ระหว่างการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามปกติวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองเรียนด้วยตนเอง 18 คน กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้ฟังคำบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองเรียนรู้ได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม หลังจากการเรียน 1 เดือน ทำการทดสอบทั้งสองกลุ่มปรากฏว่า กลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม

วีเวอร์ (Weaver, 1976 : 2698 – A) ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้และความคงทนในการจำจากการที่ได้จัดทำแบบฝึกหัดรวมครั้งเดียวกับการทำแบบฝึกหัดเป็นระยะในวิชาคณิตศาสตร์ การทดลองนี้กระทำกับนักเรียนระดับ 4 จำนวน 350 คน กลุ่มทดลอง คือกลุ่มที่ใช้ทำแบบฝึกหัดรวมและกลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ทำแบบฝึกหัดเป็นระยะ หลังการเรียน 3 เดือน ทดสอบความคงทนในการจำ ผลการวิจัยพบว่าความคงทนในการจำของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่าง

วุฒิชัย ศรีวิสุธากุล (2529 : 36-37) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์กับกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์ไม่สูงกว่ากลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกบทเรียน ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 และความคงทนของการเรียนรู้ของกลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์สูงกว่ากลุ่มที่มีการทดสอบย่อยทุกบทเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สมพรพงศ์ กันตามระ (2530 : 46-47) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นและสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ระยะเวลาสั้นกับที่เรียนโดยใช้ระยะเวลาปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียน

โดยใช้ระยะเวลาสั้นกับที่เรียนโดยใช้ระยะเวลาปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศิริวรรณ ถุขนันท์ (2531 : 63) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการ ที่เรียนโดยหลักการเรียนรู้เพื่อรู้แจ้งกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยหลักการเรียนรู้เพื่อรู้แจ้งกับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ธีระศักดิ์ แสงสัมฤทธิ์ (2531 : 92) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียนสื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อรรคพล คำภู (2543 : 62) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบอุปนัย วิธีการสอนแบบนิรนัย และวิธีการสอนตามคู่มือครูหรือการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอุปนัย การสอนแบบนิรนัยและวิธีการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จารุวรรณ ทิศนโกวิท (2544 : 45) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสารตัวอย่างงานประกอบการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้เอกสารตัวอย่างงานประกอบการเรียนการสอนกับไม่ใช้เอกสารตัวอย่างงานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้เอกสารตัวอย่างงานประกอบการเรียนการสอนแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ใช้เอกสารตัวอย่างงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่างประชากร
4. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
5. การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การศึกษาเอกสาร ตำราและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ คู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในเนื้อหาเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยมของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทฤษฎี หลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การออกแบบการวิจัย

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

ตารางที่ 1 แสดงแบบแผนการทดลอง

| กลุ่ม | ทดลอง | ทดสอบหลังการทดลองครั้งที่ 1 | ทดสอบหลังการทดลองครั้งที่ 2 |
|-------|-------|--|---------------------------------|
| E | X | ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ |
| C | ~X | ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ | ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ |

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการทดลอง

- E แทน กลุ่มทดลอง
- C แทน กลุ่มควบคุม
- X แทน การสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
- ~X แทน การสอนแบบปกติ

การกำหนดประชากรและการสุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกตัวอย่างประชากรโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนวัดราชบพิธ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร และโรงเรียนนี้เป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ที่มีนักเรียนทุกระดับความสามารถ จากการสำรวจพบว่าปีการศึกษา 2545 โรงเรียนนี้มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งหมด 10 ห้องเรียน เลือกนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ใกล้เคียงกันจำนวน 4 ห้องเรียน ได้แก่ ม.2/4, ม.2/5, ม.2/7 และ ม.2/9 ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการจัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมดังนี้

1. ผู้วิจัยจับฉลากเพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มที่ 1 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/4 จำนวน 48 คน และ ห้อง ม.2/9 จำนวน 50 คน รวม 98 คน ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/5 จำนวน 48 คน และ ห้อง ม.2/7 จำนวน 51 คน รวม 99 คน

ตารางที่ 2 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต (\bar{X}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในแต่ละกลุ่ม

| กลุ่มที่ | ห้อง | n | \bar{X} | S.D. | F |
|----------|-----------------|----|-----------|-------|-------|
| 1 | ม.2/4 และ ม.2/9 | 98 | 62.296 | 8.426 | 1.016 |
| 2 | ม.2/5 และ ม.2/7 | 99 | 62.808 | 8.361 | |

* $p < 0.05$

2. นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 (ค 102) ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มาหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มที่ 1 ได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 62.296 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.426 และกลุ่มที่ 2 ได้ค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 62.808 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.361 แล้วทดสอบความแปรปรวนโดยใช้ค่าเอฟ (F-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 พบว่าความแปรปรวนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน นำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนทั้งสองห้องมาทดสอบค่าที (t-test) พบว่าค่ามัชฌิมเลขคณิตของทั้งสองห้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 80-82)

3. จับฉลากเพื่อจัดตัวอย่างประชากรเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.2/4 และ ห้อง ม.2/9 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนห้อง ม.2/5 และห้อง ม.2/7 เป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งดำเนินการสอนดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ แผนการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ แผนการสอนนี้ใช้กับกลุ่มทดลองและแผนการสอนแบบปกติที่ใช้กับกลุ่มควบคุมในเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวนแผนละ 27 คาบ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จากวารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวคิดของ ไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 38 – 44) ซึ่งแบ่งขั้นตอนการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 การพัฒนาความหมายของสัญลักษณ์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับความคิดหรือวัตถุที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อาจจะเป็นตัวเลข เช่น $5, \frac{3}{4}, 1.7$ หรือเครื่องหมายสำหรับการดำเนินการหรือแสดงความสัมพันธ์ เช่น $+, -, \times, \div, >, <, =$

ชั้นที่ 2 การพัฒนาความหมายของกฎหรือกระบวนการ เป็นผลที่เกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับการดำเนินการของปริมาณซึ่งเป็นที่มาของกฎ วิธีการหรือกระบวนการที่นักเรียนเรียนในหลักสูตร

ชั้นที่ 3 การตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยใช้เทคนิคการประมาณค่า

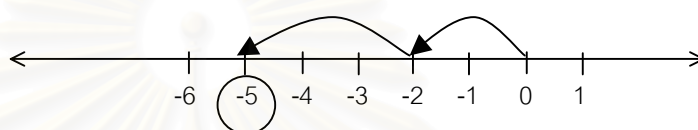
2. ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของเนื้อหาวิชา กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล และแบ่งเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาที่จะดำเนินการสอน
4. วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สำหรับเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

5. เขียนแผนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม โดยแผนการสอนแต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สื่อการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดของการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 27 คาบ ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 105)

6. นำแผนการสอนรายคาบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณาความเหมาะสมและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

7. นำแผนการสอนรายคาบที่สร้างเสร็จไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 1 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก หน้า 67) ตรวจพิจารณาความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะที่ต้องปรับปรุงแก้ไขดังนี้

7.1 ขั้นที่ 1 การพัฒนาความหมายของสัญลักษณ์ ควรเพิ่มกิจกรรมในการพัฒนาความหมายของสัญลักษณ์ เช่น ในแผนการสอนที่ 1 ขั้นที่ 1 ในข้อที่ 2 นอกจากใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบวกลบจำนวนเต็มน่าจะเพิ่มเส้นจำนวนดังนี้



7.2 ขั้นที่ 2 การพัฒนาความหมายของกฎหรือกระบวนการ ควรเน้นการเชื่อมโยงจากการใช้สื่อไปสู่กฎและกระบวนการซึ่งเป็นข้อสรุป

8. ผู้วิจัยนำแผนการสอนมาปรับปรุงตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำแล้วจึงนำไปใช้ในการสอนจริง (ดูรายละเอียดจากภาคผนวก จ หน้า 106-110)

9. เขียนแผนการสอนแบบปกติที่ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม โดยแผนการสอนแต่ละแผนระบุรายละเอียดเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง สำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดของการสอน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 27 คาบ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ ผลปรากฏว่าแผนการสอนนั้นมีความเหมาะสมแล้วจึงนำไปใช้ในการสอนจริง (ดูรายละเอียดจากภาคผนวก จ หน้า 106-110)

การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์จากตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
ตามหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์
การเรียนรู้ เรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

1.4 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่ง
ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ให้แสดงวิธีการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 12 ข้อ
โดยแต่ละข้อให้คะแนนเต็ม 5 คะแนน โดยแบ่งเป็นขั้นทำความเข้าใจปัญหาให้ 1 คะแนน ขั้นวาง
แผนแก้ปัญหาให้ 3 คะแนน และขั้นคำนวณคำตอบที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน โดยการให้คะแนนใน
แต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนดังนี้

- 1) ให้ 0 คะแนน ในกรณีที่ไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบผิดในตอนนั้น
- 2) ให้คะแนนครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มเมื่อทำถูกบ้าง
- 3) ให้คะแนนเต็มในกรณีที่ทำถูกต้องทั้งหมด

1.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และ
เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำ
ไปปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในภาคผนวก ก
หน้า 67) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความเหมาะสมของข้อความคำถามและให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับ
เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบและตรวจสอบ
ให้คะแนน ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าแบบทดสอบควรมีการแก้ไขในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1.5.1 ปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ โดยแก้ไขภาษาในโจทย์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
เช่น ข้อที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการส่งออกข้าวและมันสำปะหลังในเดือนมกราคมถึง
มีนาคมในปี พ.ศ. 2529 และ 2530 มีดังนี้

| สินค้า (หมื่นตัน) | มกราคม – มีนาคม | | แก้ไขให้ชัดเจน เป็นดังนี้ | สินค้า | ปริมาณการส่งออก(หมื่นตัน) | |
|-------------------|-----------------|------|------------------------------|-------------|---------------------------|-----------|
| | 2529 | 2530 | | | พ.ศ. 2529 | พ.ศ. 2530 |
| ข้าว | 129 | 123 | → | ข้าว | 129 | 123 |
| มันสำปะหลัง | 193 | 161 | | มันสำปะหลัง | 193 | 161 |

1.5.2 ปรับปรุงภาษาที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนน เช่น จากข้อความ “แทนค่าเพื่อหาคำตอบได้” ปรับปรุงเป็น “เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบได้”

1.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วทั้งหมด 12 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทวีธาภิเศก กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร จำนวน 51 คน

1.7 นำคะแนนจากข้อ 1.6 มาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย โดยการหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) โดยมีเกณฑ์ค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่า 0.20 ขึ้นไป หากข้อสอบดังกล่าวไม่ได้ตามเกณฑ์ต้องนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

| | |
|--------------------|---------------|
| ค่าความเที่ยง | 0.82 |
| ค่าความยากง่าย (p) | 0.443 – 0.923 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | 0.155 – 0.536 |

1.8 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่พอเหมาะจำนวน 8 ข้อ

1.9 นำแบบทดสอบที่ได้จากข้อ 1.8 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน เทพศิรินทร์และโรงเรียนสีกัน (วัฒนาอุปถัมภ์) โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวม 80 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย ตามเกณฑ์ดังข้อ 1.7 ซึ่งผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 85-86)

| | |
|--------------------|---------------|
| ค่าความเที่ยง | 0.959 |
| ค่าความยากง่าย (p) | 0.373 – 0.805 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | 0.210 – 0.895 |

1.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นตัวอย่างประชากร

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและ ทศนิยม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ โดยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและ ทศนิยม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

2.2 กำหนดเนื้อหา สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และพฤติกรรมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และกำหนดอัตราส่วนจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่องให้เหมาะสมกับ จำนวนคาบสอน

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามที่วิลสัน (Wilson, 1971 : 643 – 685) จำแนกไว้ 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 ตลอดจนเทคนิคต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ออกไปประยุกต์ใช้ใน สถานการณ์ที่แปลกใหม่ออกไป

การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาส่วน ที่สำคัญ หาความสัมพันธ์ของส่วนที่สำคัญ และหลักการที่ส่วนที่สำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน เพื่อแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้

2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามจุดประสงค์และให้ข้อเสนอแนะ ในการปรับปรุงแบบทดสอบ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้ ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 67) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามจุดประสงค์และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการปรับปรุงภาษาที่ใช้ในโจทย์ โดยแก้ไขภาษาในโจทย์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จำนวน 7 ข้อ เช่น จาก ประโยคว่า “ข้อใดถูก” ควรปรับเป็น “ข้อใดถูกต้อง” หรือจากประโยค “จำนวนเต็มในข้อใดมีค่าต่ำสุด” ปรับเป็น “ผลลัพธ์ของจำนวนเต็มในข้อใดมีค่าน้อยที่สุด” เป็นต้น

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไป ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนทวีธาภิเศก กรุงเทพมหานคร จำนวน 51 คน

2.7 นำคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนทั้ง 51 คน มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

2.8 นำคะแนนจากข้อ 2.7 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสันที่ 20 (KR-20) ค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีเกณฑ์ว่าค่าความเที่ยงต้องมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป และความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ดังนี้

| | |
|--------------------|--------------|
| ค่าความเที่ยง | 0.93 |
| ค่าความยากง่าย (p) | 0.21 – 0.96 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | -0.07 – 0.79 |

2.9 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกที่ใกล้เคียงเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 40 ข้อ ที่ครอบคลุมตามจุดประสงค์แล้วนำข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายต่ำกว่า 0.2 หรือสูงกว่า 0.8 และข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า 0.2 ที่เลือกไว้มาปรับปรุงแก้ไข

2.10 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสีกัน (วัดนาอุบลรัตน์) กรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่างประชากร

2.11 นำคะแนนจากแบบทดสอบของนักเรียนทั้ง 50 คน มาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกให้ข้อละ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ ให้ข้อละ 0 คะแนน

2.12 นำคะแนนจากข้อ 2.11 มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) ค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดังนี้ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 94-96)

| | |
|--------------------|-------------|
| ค่าความเที่ยง | 0.94 |
| ค่าความยากง่าย (p) | 0.32 – 0.79 |
| ค่าอำนาจจำแนก (r) | 0.21 – 0.79 |

2.13 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เป็นตัวอย่างประชากร

การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองสอนเองกับนักเรียนทั้ง 2 ตัวอย่าง ประชากรตามขั้นตอนดังนี้

1. ชั้นเตรียม

1.1 ผู้วิจัยสร้างแผนการสอนแบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม และแผนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สำหรับกลุ่มทดลอง โดยผู้วิจัยสร้างตามแนวคิดของไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 38 – 44) และเนื้อหาสอดคล้องกับคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533)

1.2 ผู้วิจัยจัดเตรียมสื่อ อุปกรณ์ เอกสาร สำหรับใช้ในการสอนทั้งสองกลุ่ม

2. ชั้นดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิศ กรุงเทพมหานคร เพื่อขออนุญาตทำการทดลองสอน

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนทั้งสองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม รวม 4 ห้องเรียน (กลุ่มทดลอง 2 ห้องเรียน กลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน) ห้องละ 27 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ตั้งแต่วันที่ 16 พฤษภาคม จนถึง 7 สิงหาคม 2545 เรื่องที่ใช้ในการทดลองสอน คือ เรื่องระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกัน ซึ่งมีรายละเอียดของการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 27 คาบ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้าที่ 105-110)

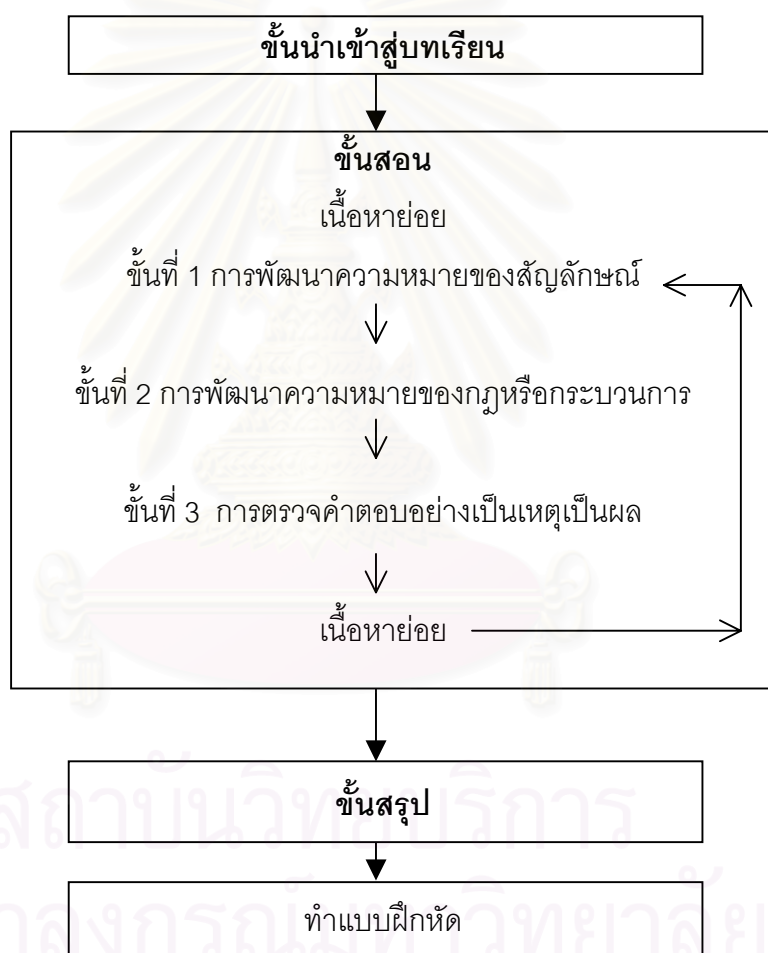
2.3 กลุ่มควบคุมจะได้รับการสอนแบบปกติ ในขณะที่กลุ่มทดลองจะได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนทั้ง 3 เป็นกิจกรรมอยู่ในชั้นสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูติดแถบปัญหาคณิตศาสตร์ จากนั้นครูตั้งคำถามให้นักเรียนบอกถึงความหมายของประโยคทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนอาจใช้การยกตัวอย่างจากเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือใช้การนำเสนอ

ขั้นที่ 2 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนบอกถึงที่มาของคำตอบที่เกิดจากการเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับการ

ดำเนินการของปริมาณซึ่งเป็นที่มาของสูตร วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนเรียนในหลักสูตร โดยเชื่อมโยงกับขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 การตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยครูตั้งคำถามแล้วถามนักเรียน เพื่อให้นักเรียนประมาณค่าเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างสมเหตุสมผล การสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งสามสามารถแสดงได้ตามแผนภาพที่ 3 ซึ่งทั้ง 3 ขั้นใช้ในการสอนแต่ละคาบ และในการสอนแต่ละคาบประกอบด้วยเนื้อหาย่อยซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นส่วนย่อยของแต่ละคาบ เช่น การบวกเศษส่วน เนื้อหาย่อย ได้แก่ การบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนเท่ากันและการบวกเศษส่วนที่มีตัวส่วนไม่เท่ากัน เป็นต้น



แผนภาพที่ 3 แสดงการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

2.3 เมื่อดำเนินการทดลองสอนครบตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอนผู้วิจัย ดำเนินการทดสอบหลังการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองแล้วนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อมูล

2.4 เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดิมและใช้เวลาเท่าเดิมมาทดสอบอีกครั้ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง โดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองจากแบบสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test)

3. เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้คะแนนสอบหลังการทดลองครั้งที่ 2 ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

1.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)

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

| | | | |
|-------|----------|-----|--------------------------------|
| เมื่อ | α | แทน | ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ |
| | k | แทน | จำนวนข้อในแบบสอบ |
| | S_i^2 | แทน | ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ |

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด
(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 128)

1.2 หาค่าความยากง่าย (p)

$$\text{ค่าความยาก (Index of Difficulty)} = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

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

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 147)

1.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination)} = \frac{S_h - S_l}{n_h(X_{\max} - X_{\min})}$$

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

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 147)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์

2.1 หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรของคูเดอร์ – ริชาร์ดสันที่ 20 (KR-20)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อในแบบสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบถูก
 q_i แทน สัดส่วนของผู้ตอบผิด
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 126)

2.2 หาค่าความยากง่าย (p)

$$P = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

| | | | |
|-------|-------|-----|-------------------------------|
| เมื่อ | P | แทน | ค่าความยาก |
| | R_h | แทน | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง |
| | R_l | แทน | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ |
| | n_h | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูง |
| | n_l | แทน | จำนวนคนในกลุ่มต่ำ |

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 144)

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r)

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

| | | | |
|-------|-------|-----|-------------------------------|
| เมื่อ | r | แทน | ค่าอำนาจจำแนก |
| | R_h | แทน | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูง |
| | R_l | แทน | จำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มต่ำ |
| | n_h | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูง |

(พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2538 : 144)

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n}$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|-------------------------------------|
| เมื่อ | \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
| | fx | แทน | ผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนน |
| | n | แทน | จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง |

(บุญเรียง ขจรศิลป์, 2542 : 27)

3.2 ค่ามัชฌิมเลขคณิตร้อยละ (Mean)

$$\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = \frac{\bar{X}}{\text{คะแนนเต็มของข้อสอบทั้งฉบับ}} \times 100$$

| | | | |
|-------|-----------|-----|---------------------------|
| เมื่อ | \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
|-------|-----------|-----|---------------------------|

3.3 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}}$$

| | | | |
|-------|------|-----|-------------------------|
| เมื่อ | S.D. | แทน | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | f | แทน | ความถี่ของข้อมูล |
| | x | แทน | ค่าของข้อมูลแต่ละตัว |
| | n | แทน | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

(บุญเรียง ขจรศิลป์, 2542 : 44)

3.4 สูตรทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่ม (t – test)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}}$$

| | | | |
|-------|------------------------|-----|---------------------------|
| เมื่อ | \bar{X}_1, \bar{X}_2 | แทน | ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง |
| | s_1^2, s_2^2 | แทน | ค่าความแปรปรวน |
| | n_1, n_2 | แทน | จำนวนข้อมูลทั้งหมด |

(บุญเรียง ขจรศิลป์, 2542 : 91)

3.5 สูตรทดสอบการหาค่าความแปรปรวนโดยการหาค่าอัตราส่วนเอฟ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \sim F_{n_1-1, n_2-1}$$

| | | | |
|-------|---------|-----|---------------------------|
| เมื่อ | s_1^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนที่มากกว่า |
| | s_2^2 | แทน | ค่าความแปรปรวนที่เล็กกว่า |
| | n_1 | แทน | จำนวนของคนกลุ่มที่ 1 |
| | n_2 | แทน | จำนวนของคนกลุ่มที่ 2 |

(บุญเรียง ขจรศิลป์, 2542 : 91)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอนมีรายละเอียดดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 4 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมัชฌิมเลขคณิตร้อยละ ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และที่ได้รับการสอนแบบปกติเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ

| กลุ่ม | n | \bar{X} | S.D. | \bar{X} ร้อยละ |
|--|----|-----------|-------|------------------|
| ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ | 98 | 15.01 | 8.329 | 37.525 |
| ที่ได้รับการสอนแบบปกติ | 99 | 13.387 | 7.858 | 34.218 |

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 15.01 โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 37.525 และค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเท่ากับ 13.387 โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 34.218 ซึ่งไม่สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมวิชา กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบสอบทั้งฉบับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอน โดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 5 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ของคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความ เข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ

| กลุ่ม | n | \bar{X} | S.D. | t |
|--|----|-----------|-------|-------|
| ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ | 98 | 15.01 | 8.329 | 1.147 |
| ที่ได้รับการสอนแบบปกติ | 99 | 13.687 | 7.858 | |

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความ เข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ตารางที่ 6 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการทดลองครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ

| กลุ่ม | ทดสอบครั้งที่ 1 | | ทดสอบครั้งที่ 2 | |
|--|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ | 19.612 | 7.349 | 20.939 | 6.967 |
| ที่ได้รับการสอนแบบปกติ | 18.444 | 6.343 | 18.101 | 5.991 |

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 19.612 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.349 และทดสอบครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 20.939 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.967 ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ในการทดสอบครั้งที่ 1 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 18.444 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.343 และทดสอบครั้งที่ 2 ได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คิดเป็นค่ามัชฌิมเลขคณิตเท่ากับ 18.101 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.991

ตารางที่ 6 แสดงค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และหลังการทดสอบครั้งแรก 2 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์และการสอนแบบปกติ

| กลุ่ม | n | \bar{X} | S.D. | t |
|--|----|-----------|-------|--------|
| ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ | 98 | 20.939 | 6.967 | |
| ที่ได้รับการสอนแบบปกติ | 99 | 18.101 | 5.991 | 3.066* |

*p < 0.05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ มีความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

ประชากรในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบเจาะจงเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชบพิตร กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 4 ห้องเรียน ซึ่งได้จากการเลือกนักเรียนที่มีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค 102 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ใกล้เคียงกัน จากนั้นจับฉลากแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/4 และห้อง ม.2/9 รวม 98 คน และกลุ่มที่ 2 ได้แก่นักเรียนห้อง ม.2/5 และห้อง ม.2/7 รวม 99 คน จากนั้นหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้ง 2 กลุ่ม แล้วทดสอบความแปรปรวนทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผู้วิจัยจึงจับฉลากเพื่อจัดตัวอย่างประชากรเข้ากลุ่มทดลอง จำนวน 98 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 99 คน โดยนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้เวลาในการเรียนจำนวน 27 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และแผนการสอนแบบปกติ โดยแผนการสอนทั้งหมดควบคุมเนื้อหา เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนแล้วนำไปใช้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำแผนการสอนไปปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น แล้วนำแผนการสอนรายคาบแผนที่ 1 ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบอีกครั้งแล้วนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแผนการสอนต่อไป นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม รายวิชา ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม รายวิชา ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งผ่านการตรวจความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องตามจุดประสงค์ และการทดลองใช้โดยมีค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเที่ยงพอเหมาะ

ในขั้นทดลองผู้วิจัยทำการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยตนเอง โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ เมื่อสอนครบตามเนื้อหาที่กำหนดแล้วทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ฉบับเดิมเพื่อทดสอบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมัชฌิมเลขคณิตร้อยละ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมด้วยการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) และผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 2 ครั้ง มาคำนวณค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t – test) เพื่อเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50
2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากผลการวิจัยศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่กรมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 ของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นการเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นเฉพาะวิธีการหาคำตอบ แต่นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ จึงจะสามารถทำความเข้าใจปัญหา และแก้ปัญหาได้ และที่สำคัญขั้นตอนในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ผู้เรียนไม่เคยทำมาก่อน จึงอาจเป็นสิ่งที่ซับซ้อน และอาจจะต้องใช้เวลามากในการฝึกฝน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จนสามารถที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ ไฮเบิร์ต (Hiebert, 1989 : 40) ได้กล่าวสรุปได้ว่า การที่นักเรียนจะพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์จะต้องอาศัยเวลาในการเรียนรู้ ซึ่งเกิดขึ้นได้ไม่ง่ายและไม่รวดเร็วนัก จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นอาจทำให้กลุ่มที่ได้รับการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่สูงกว่าเกณฑ์กรมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50

2. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ขั้นตอนไม่ได้เน้นและฝึกนักเรียนในเรื่องของการแก้ปัญหาโดยตรง ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความเข้าใจที่มีไปใช้แก้ปัญหาได้ หรืออาจเนื่องมาจากโจทย์ปัญหาในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มีความซับซ้อนกว่าโจทย์ปัญหาที่เรียนในห้องเรียน จึงทำให้นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่แตกต่างกัน หรืออาจเนื่องมาจากนักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเป็พื้นฐานของการคิดและการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่กรมวิชาการได้จัดทำในปีการศึกษา 2543 (กรมวิชาการ, 2543 : 29) ที่สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 คือ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 31.22 ซึ่งการขาดความรู้พื้นฐานจะมีผลต่อการคิด (ยุพิน พิพิธกุล , 2542 : 5-10) และการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ (อัมพร ม้าคนอง, 2543 : 45) ดังนั้นความรู้ที่นักเรียนมีอยู่อาจไม่เพียงพอต่อการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ซับซ้อน จากเหตุผลข้างต้นอาจทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีไม่แตกต่างจาก นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. จากผลการเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์มีความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในความหมายของสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถเข้าใจว่าสิ่งที่นักเรียนเรียนไปนั้นคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร ทำให้นักเรียนสามารถมีความรู้ชัดเจนและสามารถ

เชื่อมโยงความรู้นั้นกับสิ่งที่เห็นในชีวิตประจำวันได้ เช่น การรวมกันของสิ่งของ การหักออกของเงิน การเพิ่มขึ้นของแบคทีเรีย การแบ่งของกลุ่มของนักเรียน ซึ่งเป็นผลทำให้นักเรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนไปนี้ไปใช้ได้อย่างมีความหมายในชีวิตประจำวัน เมื่อเวลาผ่านไปทำให้นักเรียนยังคงมีความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปได้เช่นเดิมหรืออาจจะมีมากกว่าเดิม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเวอร์นและไฮเบิร์ต (Wearn & Hiebert, 1988 : 371 – 384) ได้ศึกษาการพัฒนาศักยภาพในการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยม ในกลุ่มนักเรียนเกรด 4 เกรด 5 และเกรด 6 โดยการสอนถูกออกแบบให้ประเมินนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ในการเชื่อมสัญลักษณ์ของทศนิยมกับสิ่งที่กล่าวถึง และการพัฒนาสัญลักษณ์กับการดำเนินการทางทศนิยม พบผลการวิจัยว่าหลังจากการพัฒนาศักยภาพแล้ว 6 สัปดาห์ ได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนปรากฏว่านักเรียนยังคงมีความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อยู่เหมือนเดิม จากเหตุผลข้างต้น น่าจะเป็นผลทำให้ความคงทนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็นข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน และข้อเสนอแนะในการวิจัย

ข้อเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน

1. ครูควรนำการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ทำให้ความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

ข้อเสนอแนะในการวิจัย

1. ควรมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์กับการสอนแบบปกติในเนื้อหาใหม่และในระดับชั้นอื่น
2. ควรมีการศึกษารายละเอียดของการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาใหม่และในระดับชั้นอื่น



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กมลรัตน์ หล้าสูงวงศ์. **จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. กรุงเทพมหานคร :
ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2528.
- กำจร มุณีแก้ว. **ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- ชนิษฐา คำทอน. **การศึกษาข้อบกพร่องในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย
กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา
คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.
- จารุวรรณ ทัดนโกวิท. **ผลสัมฤทธิ์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 : การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้เอกสาร
ตัวอย่างงานประกอบการเรียนการสอน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต
ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- ชวาล แพ้วัดกุล. **เทคนิคการวัดผล.** พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : วัฒนาพานิช. 2526.
- ชัยพร วิชชาวุธ. **ความจำมนุษย์.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2520.
- ชัยพร วิชชาวุธ. **มูลสารจิตวิทยา.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2525.
- ณัฐรี เจริญเกียรติบวร. **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของ
นักเรียน และความตระหนักในเมตาคอนนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2539.

ธีรศักดิ์ แสงสัมฤทธิ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้
วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนด้วยบทเรียน
สื่อประสมกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
 สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2531.

นวนน้อย เจริญผล. ยุทธศาสตร์สำหรับการแก้โจทย์ปัญหา. **วารสารคณิตศาสตร์.**

ฉบับที่ 482-484 (พฤษภาคม-ธันวาคม 2541-มกราคม 2542) : 37.

บุญเรียง ขจรศิลป์. **สถิติวิจัย1.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.

ประสาธ อิศรปริดา. **ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้.** กรุงเทพมหานคร : จิตภรณ์การพิมพ์. 2518.

พรทิพย์ พรหมสาขา ณ สกลนคร. **ผลการสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและ
 ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์**ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. **การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.**

กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ยุพิน พิพิธกุล. การแก้ปัญหา. **วารสารคณิตศาสตร์.** ฉบับที่ 485-487 (กุมภาพันธ์-เมษายน

2542) : 5.

ยุพิน พิพิธกุล. **การสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2530.

ยุวดี อึ้งศรีวงษ์. **การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคิด
 สร้างสรรค์**ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีรูปแบบการคิดแตกต่างกัน.

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

วิชาการ, กรม. **คู่มือการประเมินการเรียนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช**

2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพมหานคร, 2534.

วิชาการ, กรม. **รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี**

การศึกษา 2540. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ

กระทรวงศึกษาธิการ, 2542.

- วิชาการ, กรม. รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2543.
- วิชาการ, กรม. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา กระทรวงศึกษาธิการ, 2533.
- วุฒิชัย ศรีวิสุธากุล. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทนของการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่มีการสอบย่อยทุกสัปดาห์กับกลุ่มที่มีการสอบย่อยทุกบทเรียน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ศิริวรรณ ฤกษ์นันท์. **การศึกษาผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการ ที่เรียนโดยหลักการเรียนเพื่อรู้แจ้ง.** ปริญญาโทการศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2531.
- สมพรพงศ์ กันตามระ. **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ระยะเวลาสั้นกับที่เรียนโดยใช้ระยะเวลาปกติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- สุพัตรา ผาติวิสันต์. **การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความสามารถทางการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีแบบการเรียนแตกต่างกัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- สุวัฒนา อุทัยรัตน์, สุชาวดี เขียมอรพรรณ และธนาภรณ์ พิษณานนท์. **การวิเคราะห์ลำดับชั้นโครงสร้างเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อพัฒนาแบบฝึกเสริมการเรียนรู้ : รายงานการวิจัย,** กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- อนันต์ จันทร์กวี. **การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์. ประมวลสาระชุด วิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 8-11.** 256. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2537.

- อนันต์ โภธิกุล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์
ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณา
การเชิงวิธีการกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
 สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร. 2543.
- อรรคพล คำภู. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบ
อุปนัย วิธีสอนแบบนิรนัยและวิธีสอนตามคู่มือครู. ปรินญานิพนธ์การศึกษา
 มหบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2543.
- อัมพร ม้าคนอง. การสอน Algorithms ในวิชาคณิตศาสตร์. **วารสารคณิตศาสตร์**.
 ฉบับที่ 506-508 (พฤศจิกายน-มกราคม 2544) : 26-32.
- อัมพร ม้าคนอง. **เอกสารประกอบการสอนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน
 คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- อุไรวรรณ ทศนบุตร. **การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วน
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครสวรรค์**. ปรินญานิพนธ์การศึกษา
 มหบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2533.

ภาษาอังกฤษ

- Adam, J. A. **Human Memory**. New York : McGraw – Hill, 1967.
- Adams, S. **Teaching Mathematics**. New York : Harper & Row Publishes, 1977. 259p.
- Baroody, A.J. **Problem Solving, Reasoning and Communicating, K-8, Helping Children
 Think Mathematically**. New York : Macmillan Publishing Company. 1993.
- Bruckner, L.J. **Developing Mathematics Understanding in the Upper Grad**. Philadelphia :
 The John C Winston Co., 1957.
- Capenter, T.P.,and Hiebert, J. Learning and teaching with understanding. In D. A.
 Grauw (ed), **Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning**.
 pp. 67. USA : National Council of Teachers of Mathematics, 1992.

- Clarkson, S.P. A Study of the Relationships among Translation and Problem Solving Abilities. *Dissertation Abstracts International*. 39(January 1979) : 4101–A.
- Clyde, C.G. **Teaching mathematics in the elementary school**. New York : Ronald Press, 1967.
- Correy, J.R.,and Michael, J.S. Retention in a S.P.T. Introductory Psychology Course, learning Package in American Education. **Educational Technology Publication**. New Jersey: Englewood, 1968.
- Fehr, H.F.,and Philips, M.J. **Teaching Modern Mathematics in The Elementary School**. 2nd ed, Reading Mass : Addison Wesley, 1972.
- Gagne, R.M. **The Condition of Learning**. New York : Holt & Rinehart and Winston Inc, 1970.
- Goodman, N. **Languages of Art**. Indianapolis: Bobbs-Merrill, 1968.
- Guilford, J.P. **The Nature of Human Intelligence**. New York: McGraw–Hill Book Co., 1967.
- Heimer, R.T.,and Trueblood, C.R. **Strategies for teaching children mathematics**. Reading Mass: Addison Wesley, 1977.
- Hiebert, J. A theory of developing competence with written mathematical symbols. **Educational Studies in Mathematics**, 19(1988) : 333-355.
- Hiebert, J. The struggle to link written symbols with understandings: An update. **Arithmetics Teacher**, 36(March 1989) : 38-44.
- Kammii, C.,and Dominick, A. To teach of not to teach algorithms. **Journal of Mathematical Behavior**, 16(1997) : 51-61.
- Kornegay, C. **Math Dictionary with Solutions**. 2nd ed. London : SAGE Publications, Inc, 1999.
- Krulik, S.,and Rudnick, J.A. **Reasoning and Problem Solving : A Handbook for Elementary School Teachers**. Boston : Allyn and Bacon. 1993.
- Krulik, S.,and Reys, R.E. **Problem Solving in School Mathematics: National Council of Teachers of Mathematics 1980 Year Book**. Reston, VA : National Council of Teachers of Mathematics, 1980.
- LeBlance, J.F. You Can Teach Problem Solving. **Arithmetic Teacher**. 25(November 1977) : 16–20.

- Lindvall, C.M.,and Nitko, A.J. **Measuring pupil achievement and aptitude**, Harcourt Brace Jovanovich. New York: Harcourt Brace Javanovich, 1975.
- Muraski, S.V. A Study of Effects of Explicit Reading Instruction on Reading Performance in Mathematics and on Problem Solving Ability of Sixth Grade. **Dissertation Abstracts International**. 39(January 1979) : 4014–A.
- National Council of Teachers of Mathematics. **Principles and standards for school mathematics**. Reston, VA : Auther, 2000.
- Nunnally, J.C. **Test and Measurement**. New York, 1959.
- Polya, G. **How to solve it**. New Jersey : Princeton University Press, 1973.
- Resnick, L.B. Learning in School and Out. **Educational Researcher**. 16(December 1987) : 13-20.
- Reys, R.E., Suydam, M.N.,and Lindquist, M.M. **Helping Children Learn Mathematics**. 4rd ed, Boston : Allyn and Bacon. 1995.
- Usiskin, Z. **Trends in Mathematics Education**. pp.1-27. December 13, Bangkok : IPST, 2001.
- Wearne, D.,and Hiebert, J. A Cognitive approach to meaningful mathematics instruction: Testing a local theory. **Journal for Research in Mathematics Education**, 19(1998) : 371-384.
- Wearne, D.,and Hiebert, J. Cognitive changes during conceptually based instruction on decimal fractions. **Journal for Educational Psychology**, 81(1989) : 507-513.
- Weaver, J.R. The Relative Effects of Massed Versus Distributed Practice upon Learning and Retention of Eighth Grade Mathematics. **Dissertation Abstracts International**. (November 1976) : 2698–A.
- West, T.A. Verbal Problems: A Diagnostic-Prescriptive Approach. **Arithmetic Teacher**. 25(November 1977) : 57-58.
- Wilson, J.W. Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. **Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. Edited by Benjamin S. Bloom. U.S.A.: McGraw-Hill, 1971.



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีดังนี้

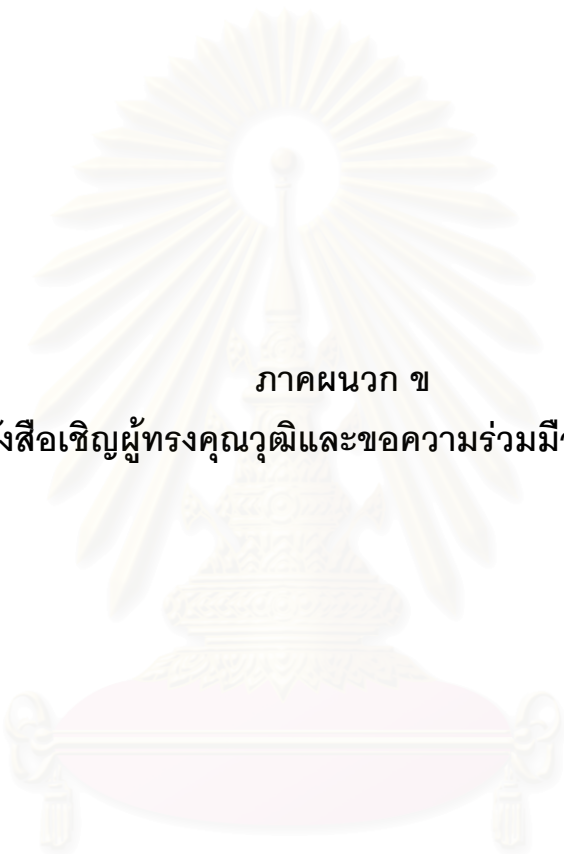
1. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล อาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2. อาจารย์วิวัฒน์ตา นำแสงวานิช อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์สหัส ชูโชติ อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนบางแก้วพิทยาคม จังหวัดพัทลุง

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีดังนี้

1. อาจารย์สุพัตรา ผาติวิสันต์ นักวิชาการสาขาคณิตศาสตร์
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์สุदारัตน์ จิรสุขศิริ อาจารย์หมวดวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนราชินี กรุงเทพมหานคร
3. อาจารย์สหัส ชูโชติ อาจารย์ 2 ระดับ 7
โรงเรียนบางแก้วพิทยาคม จังหวัดพัทลุง

ผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของแผนการสอนที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

- อาจารย์จรรุณี เชียงเห็น อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์
สถาบันราชภัฏยะลา



ภาคผนวก ข
หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิและขอความร่วมมือในการวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ที่ ทม.0362(2770.0603)852

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

27 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

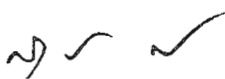
เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชา เนาว์เย็นผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิต สร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2770.0603)853

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

27 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

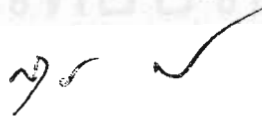
เรียน อาจารย์สุพัตรา ผาติวิสันต์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร น้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิต สร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2770.0603)857

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

27 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์สหัส ชูโชติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่.ทม.0302(2770.0603)856

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

27 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย


เรียน อาจารย์สุदारัตน์ จิรสุขศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิต สร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทร.218-2680

ที่ ทม.0302(2770.0603)854

วันที่ 27 มกราคม 2545

เรื่อง ขออนุญาตเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน รองคณบดีและผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์วัฒน์ดา นำแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์วัฒน์ดา นำแสงวานิช เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่ ทม.0302(2770.0603)1794

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

9 สิงหาคม 2545

เรื่อง ขออนุญาตเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน อธิการบดี สถาบันราชภัฏยะลา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้จึงขอเชิญ อาจารย์จารุณี เชียงเห็น เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัยที่นิสิตสร้างขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์จารุณี เชียงเห็น เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุติกर्ณ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2770.0603)780

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

20 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

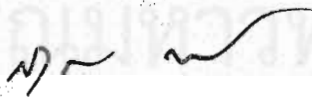
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดราชบพิธ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแผนการสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ ได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2700.0603)1177

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

7 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

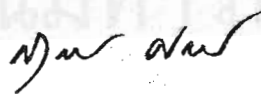
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนทวีธาภิเศก

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแผนการสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีวีร์)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2700.0603)1178

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

7 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

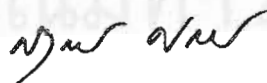
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการทำนงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแผนการสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ ได้ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680

ที่ ทม.0302(2700.0603)1176

ฝ่ายวิชาการ คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพฯ 10330

7 มิถุนายน 2545

เรื่อง ขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัย

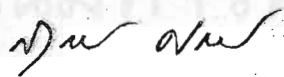
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสีกัน (วัฒนานครอุปถัมภ์)

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ นิสิตชั้นปริญญาโทบัณฑิต ภาคศึกษามัธยมศึกษา สาขาวิชา การศึกษาคณิตศาสตร์ อยู่ในระหว่างการทำนงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรุงเทพมหานคร" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพร ม้าคนอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูล คือ แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแผน การสอน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ ได้ ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าว เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



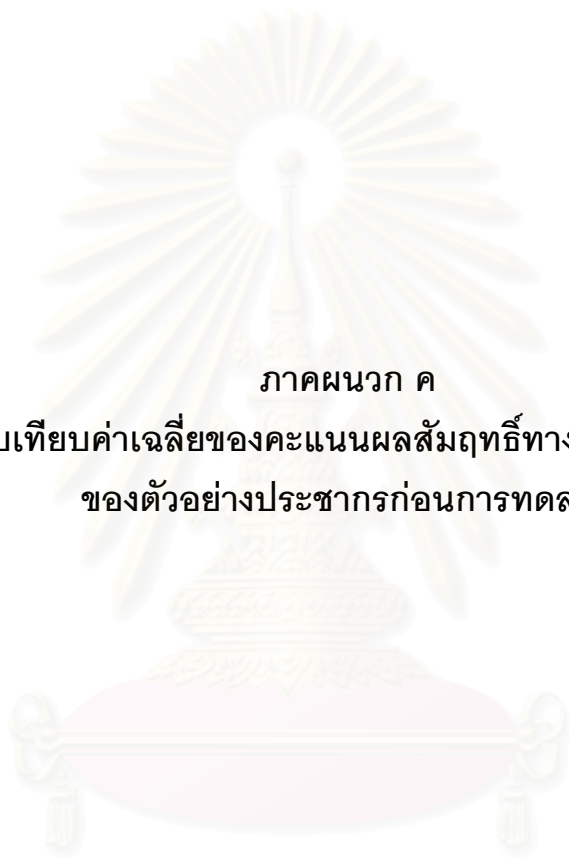
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุลักษณ์ ศรีบุรี)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์

ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2680



ภาคผนวก ค

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ของตัวอย่างประชากรก่อนการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 102 ของนักเรียนกลุ่มที่ 1 (กลุ่มทดลอง)

| x | f | x ² | fx | fx ² | x | f | x ² | fx | fx ² |
|----|---|----------------|-----|-----------------|-----|----|----------------|------|-----------------|
| 27 | 1 | 729 | 27 | 729 | 63 | 3 | 3969 | 189 | 11907 |
| 48 | 2 | 2304 | 96 | 4608 | 64 | 5 | 4096 | 320 | 20480 |
| 50 | 2 | 2500 | 100 | 5000 | 65 | 2 | 4225 | 130 | 8450 |
| 51 | 2 | 2601 | 102 | 5202 | 67 | 7 | 4489 | 469 | 31423 |
| 52 | 4 | 2704 | 208 | 10816 | 68 | 2 | 4624 | 136 | 9248 |
| 53 | 2 | 2809 | 106 | 5618 | 69 | 2 | 4761 | 138 | 9522 |
| 54 | 3 | 2916 | 162 | 8748 | 70 | 9 | 4900 | 630 | 44100 |
| 55 | 3 | 3025 | 165 | 9075 | 71 | 5 | 5041 | 355 | 25205 |
| 56 | 2 | 3136 | 112 | 6272 | 72 | 2 | 5184 | 144 | 10368 |
| 57 | 5 | 3249 | 285 | 16245 | 73 | 4 | 5329 | 292 | 21316 |
| 58 | 6 | 3364 | 348 | 20184 | 77 | 1 | 5929 | 77 | 5929 |
| 59 | 8 | 3481 | 472 | 27848 | 79 | 1 | 6241 | 79 | 6241 |
| 60 | 4 | 3600 | 240 | 14400 | 80 | 1 | 6400 | 80 | 6400 |
| 61 | 1 | 3721 | 61 | 3721 | 86 | 1 | 7396 | 86 | 7396 |
| 62 | 8 | 3844 | 496 | 30752 | | | | | |
| | | | | | รวม | 98 | | 6105 | 387203 |

สูตร $\bar{x} = \frac{\sum fx}{n} = \frac{6105}{98}$

$$= 62.296$$

สูตร $S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{98(387203) - (6105)^2}{98(97)}}$

$$= 8.426$$

ตารางที่ 8 แสดงการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 102 ของนักเรียนกลุ่มที่ 2 (กลุ่มควบคุม)

| X | f | x ² | fx | fx ² | x | f | x ² | fx | fx ² |
|----|---|----------------|-----|-----------------|-----|----|----------------|------|-----------------|
| 48 | 1 | 2304 | 48 | 2304 | 65 | 4 | 4225 | 260 | 16900 |
| 49 | 2 | 2401 | 98 | 4802 | 66 | 1 | 4356 | 66 | 4356 |
| 50 | 6 | 2500 | 300 | 15000 | 67 | 4 | 4489 | 268 | 17956 |
| 51 | 1 | 2601 | 51 | 2601 | 68 | 3 | 4624 | 204 | 13872 |
| 52 | 2 | 2704 | 104 | 5408 | 69 | 6 | 4761 | 414 | 28566 |
| 53 | 5 | 2809 | 265 | 14045 | 70 | 6 | 4900 | 420 | 29400 |
| 54 | 3 | 2916 | 162 | 8748 | 71 | 3 | 5041 | 213 | 15123 |
| 55 | 5 | 3025 | 275 | 15125 | 72 | 1 | 5184 | 72 | 5184 |
| 56 | 2 | 3136 | 112 | 6272 | 73 | 1 | 5329 | 73 | 5329 |
| 57 | 1 | 3249 | 57 | 3249 | 74 | 2 | 5476 | 148 | 10952 |
| 58 | 1 | 3364 | 58 | 3364 | 75 | 3 | 5625 | 225 | 16875 |
| 59 | 8 | 3481 | 472 | 27848 | 76 | 2 | 5776 | 152 | 11552 |
| 60 | 4 | 3600 | 240 | 14400 | 77 | 1 | 5929 | 77 | 5929 |
| 61 | 3 | 3721 | 183 | 11163 | 78 | 2 | 6084 | 156 | 12168 |
| 62 | 6 | 3844 | 372 | 23064 | 81 | 1 | 6561 | 81 | 6561 |
| 63 | 3 | 3969 | 189 | 11907 | 83 | 1 | 6889 | 83 | 6889 |
| 64 | 5 | 4096 | 320 | 20480 | | | | | |
| | | | | | รวม | 99 | | 6218 | 397392 |

สูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} = \frac{6218}{99}$$

= 62.808

สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{99(397392) - (6218)^2}{99(98)}}$$

= 8.361

การทดสอบภาวะความแปรปรวนโดยการหาค่าอัตราส่วนเอฟระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากสูตรทดสอบการหาค่าความแปรปรวนโดยการหาค่าอัตราส่วนเอฟ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \sim F_{n_1-1, n_2-1}$$

แทนค่า

$$F = \frac{(8.426)^2}{(8.361)^2}$$

$$= \frac{70.997}{69.906}$$

$$= 1.016$$

ค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในการทดสอบความแปรปรวน

$$\text{ค่า } F \text{ ทางขวามือ } F_{97,98}(0.975) = 1.43$$

$$\text{ค่า } F \text{ ทางซ้ายมือ } F_{97,98}(0.025) = \frac{1}{F_{97,98}(0.975)} = 0.699$$

จะเห็นว่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.699 และน้อยกว่า 1.43

ดังนั้นนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

การทดสอบความแตกต่างของค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 102 ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุม โดยทดสอบค่าที่ (t - test)

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 ถ้า t ที่ได้จากการคำนวณ $> (t_{195}(0.975) = 1.96)$ และ $< (t_{195}(0.025) = -1.96)$

แทนค่า

$$t = \frac{62.296 - 62.808}{\sqrt{\frac{\{(98 - 1)(8.426)^2 + (99 - 1)(8.361)^2\}}{98 + 99 - 2} \left\{ \frac{1}{98} + \frac{1}{99} \right\}}}}$$

$$= -0.431$$

จะเห็นว่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า -1.96 และน้อยกว่า 1.96

ดังนั้น ค่ามัธยฐานเลขคณิตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 102 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| เนื้อหา | จำนวนคาบ | คำนวณ | จำนวนข้อ |
|-------------------------|----------|-------|----------|
| ระบบจำนวนเต็ม | 3 | 0.89 | 1 |
| ระบบจำนวนเต็ม (ต่อ) | 8 | 2.37 | 2 |
| เศษส่วนและทศนิยม | 16 | 4.74 | 5 |
| รวม | 27 | 8 | 8 |

| เนื้อหา/จุดประสงค์การเรียนรู้ | จำนวนข้อ | รวม | ข้อที่ |
|---|----------|-----|--------|
| ระบบจำนวนเต็ม | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก-ลบจำนวนเต็ม | 1 | 1 | 1 |
| ระบบจำนวนเต็ม (ต่อ) | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ-หารจำนวนเต็ม | 1 | 2 | 2 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับเลขยกกำลัง | 1 | | 3 |
| เศษส่วนและทศนิยม | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก-ลบเศษส่วน | 1 | | 4 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ-หารเศษส่วน | 1 | 5 | 5 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณและหารเศษส่วน | 1 | | 6 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณและหารทศนิยม | 2 | | 7-8 |
| รวม | 8 | 8 | 8 |

ตารางที่ 10 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 2 จำนวน 8 ข้อ

| เนื้อหา/จุดประสงค์การเรียนรู้ | ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) |
|---|--------|--------------------|-------------------|
| ระบบจำนวนเต็ม | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก-ลบจำนวนเต็ม | 1 | 0.805 | 0.210 |
| ระบบจำนวนเต็ม (ต่อ) | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ-หารจำนวนเต็ม | 2 | 0.645 | 0.610 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับเลขยกกำลัง | 3 | 0.598 | 0.745 |
| เศษส่วนและทศนิยม | | | |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก-ลบเศษส่วน | 4 | 0.420 | 0.750 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการคูณ-หารเศษส่วน | 5 | 0.425 | 0.830 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณและหารเศษส่วน | 6 | 0.425 | 0.740 |
| - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณและหารทศนิยม | 7 | 0.453 | 0.895 |
| | 8 | 0.373 | 0.735 |

1. การหาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient)

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

เมื่อ α แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนข้อในแบบสอบ
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

เนื่องจาก $k = 8$, $\sum_{i=1}^k S_i^2 = 33.5$, $S_t^2 = 208.7$

$$\text{แทนค่า } \alpha = \frac{8}{8-1} \left\{ 1 - \frac{33.5}{208.7} \right\} = 0.959$$

2. หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

$$\text{ค่าความยาก (Index of Difficulty)} = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination)} = \frac{S_h - S_l}{n_h(X_{\max} - X_{\min})}$$

| | | | |
|-------|------------|-----|------------------------------------|
| เมื่อ | S_h | แทน | ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มสูง |
| | S_l | แทน | ผลรวม fx ของคะแนนกลุ่มต่ำ |
| | X_{\max} | แทน | คะแนนสูงสุดที่ได้ |
| | X_{\min} | แทน | คะแนนต่ำสุดที่ได้ |
| | n_t | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน |
| | n_h | แทน | จำนวนคนในกลุ่มสูง |

ข้อมูลจากข้อ 1 ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

$$S_h = 91, S_l = 70, X_{\max} = 5, X_{\min} = 0, n_t = 40, n_h = 20$$

$$\text{แทนค่า ค่าความยาก (Index of Difficulty)} = \frac{91 + 70 - (40)(0)}{40(5 - 0)} = 0.805$$

$$\text{แทนค่า ค่าอำนาจจำแนก (Index of Discrimination)} = \frac{91 - 70}{20(5 - 0)} = 0.210$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ค 203

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม

ใช้เวลา 90 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ฉบับนี้ เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยเพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม จำนวน 8 ข้อ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้
 1. การแก้ปัญหาเรื่องระบบจำนวนเต็ม จำนวน 3 ข้อ
 2. การแก้ปัญหาเรื่องเศษส่วน จำนวน 3 ข้อ
 3. การแก้ปัญหาเรื่องทศนิยม จำนวน 2 ข้อ
2. ก่อนทำแบบทดสอบให้นักเรียนเขียนสถานที่สอบ ชั้นเรียน และเลขที่นั่งสอบ ให้ชัดเจนลงในแบบทดสอบ
3. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้ทุกข้อ แสดงวิธีทำอย่างละเอียดทุกขั้นตอนและหาคำตอบทุกข้อ โดยใช้ความรู้ที่นักเรียนมีอยู่อย่างเต็มความสามารถ และทศเลขหรือแสดงวิธีคิดในการหาคำตอบลงในที่เว้นไว้ในแบบทดสอบ
4. แบบทดสอบฉบับนี้มีคะแนนเต็มข้อละ 5 คะแนน โดยพิจารณาจากความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การให้คะแนนแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างเฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ค 203

เริ่มต้นการทดลองสารชนิดหนึ่งที่มีอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ชั้นที่หนึ่งนำสารไปทำให้อุณหภูมิลดลง 4 เท่าของอุณหภูมิขณะนั้น และชั้นที่สองนำสารไปทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิเริ่มต้น อยากรทราบที่สุดท้ายอุณหภูมิของสารนี้มีค่ากี่องศาเซลเซียส

1) สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา

- สุดท้ายอุณหภูมิของสารนี้มีค่ากี่องศาเซลเซียส

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

- สารชนิดหนึ่งมีอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ชั้นที่หนึ่งนำสารไปทำให้อุณหภูมิลดลง 4 เท่าของอุณหภูมิขณะนั้น และชั้นที่สองนำสารไปทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิเริ่มต้น

2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ

| | | | |
|---------------|--|-------------------|--------------|
| <u>วิธีทำ</u> | สารชนิดหนึ่งมีอุณหภูมิ | 8 | องศาเซลเซียส |
| | ชั้นที่หนึ่งนำสารไปทำให้อุณหภูมิลดลง 4 เท่าของอุณหภูมิขณะนั้น | | |
| | จะได้ว่า อุณหภูมิจะลดลงอีก | $4 \times 8 = 32$ | องศาเซลเซียส |
| | ดังนั้น อุณหภูมิจะเท่ากับ | $8 - 32 = -24$ | องศาเซลเซียส |
| | ชั้นที่สองนำสารไปทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นครึ่งหนึ่งของอุณหภูมิเริ่มต้น | | |
| | จะได้ว่า อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นอีก | $8 \div 2 = 4$ | องศาเซลเซียส |
| | ดังนั้น อุณหภูมิสุดท้ายของสารจะเท่ากับ | $-24 + 4 = -20$ | องศาเซลเซียส |

3) สรุปคำตอบ

ตอบ อุณหภูมิสุดท้ายของสารจะเท่ากับ -20 องศาเซลเซียส

หมายเหตุ เกณฑ์การให้คะแนน (คะแนนเต็ม 5 คะแนน)

- | | |
|--|-------------|
| (1) บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ให้หาได้ | ให้ 1 คะแนน |
| (2) แสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ | |
| (2.1) หาอุณหภูมิของสารเมื่อผ่านการทดลองชั้นที่หนึ่งได้ | ให้ 1 คะแนน |
| (2.2) หาอุณหภูมิที่ลดลงเมื่อผ่านการทดลองชั้นที่สองได้ | ให้ 1 คะแนน |
| (2.3) หาอุณหภูมิสุดท้ายของสารเมื่อผ่านการทดลองทั้งสองชั้นได้ | ให้ 1 คะแนน |
| (3) สรุปคำตอบได้ถูกต้อง | ให้ 1 คะแนน |

ตารางที่ 11 แสดงการวิเคราะห์หลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและ
ทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| เนื้อหา | จำนวนคาบที่สอน | จำนวนข้อ |
|-----------------------------------|----------------|-----------|
| บทที่ 1 ระบบจำนวนเต็ม | | |
| 1.1 การบวกจำนวนเต็ม | 2 | 3 |
| 1.2 การลบจำนวนเต็ม | 1 | 2 |
| บทที่ 2 ระบบจำนวนเต็ม(ต่อ) | | |
| 2.1 การคูณจำนวนเต็ม | 3 | 4 |
| 2.2 การหารจำนวนเต็ม | 1 | 1 |
| 2.3 สมบัติของหนึ่ง | } | 1 |
| 2.4 สมบัติของศูนย์ | | |
| 2.5 เลขยกกำลัง | 2 | 3 |
| 2.6 การใช้เลขยกกำลังแสดงจำนวน | 1 | 1 |
| บทที่ 4 เศษส่วนและทศนิยม | | |
| 4.1 เศษส่วน | 1 | 1 |
| 4.2 การเปรียบเทียบเศษส่วน | 1 | 2 |
| 4.3 การบวกและการลบเศษส่วน | 4 | 6 |
| 4.4 การคูณและการหารเศษส่วน | 4 | 6 |
| 4.5 เศษส่วนกับทศนิยม | 1 | 2 |
| 4.6 การเปรียบเทียบทศนิยม | 1 | 2 |
| 4.7 การบวกลบคูณและหารทศนิยม | 4 | 6 |
| รวม | 27 | 40 |

ตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| เนื้อหา | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|--|---|---------------|--------------------------|------------|-----------|-----|
| | | รู้-จำ | เข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | รวม |
| ระบบจำนวนเต็ม 1.1 การบวกจำนวนเต็ม | 1. สรุปหลักการบวกจำนวนเต็มได้ 2. หาผลบวกของจำนวนเต็มได้ | | 1 (1) | 2 (2,3) | | 3 |
| 1.2 การลบจำนวนเต็ม | 1. เขียนการลบจำนวนเต็มให้อยู่ในรูปการบวกด้วยจำนวนตรงข้ามของตัวลบได้ 2. หาผลลบของจำนวนเต็มได้ | | 1 (4) | 1 (5) | | 2 |
| ระบบจำนวนเต็ม(ต่อ) 2.1 การคูณจำนวนเต็ม | 1. สรุปหลักการคูณจำนวนเต็มได้ 2. หาผลคูณของจำนวนเต็มได้ 3. หาผลคูณของจำนวนเต็มที่ซับซ้อนได้ | | 1 (6) 1 (7) | 1 (8) | 1 (9) | 4 |
| 2.2 การหารจำนวนเต็ม | 1. หาผลหารของจำนวนเต็มได้ | | | 1 (10) | | 1 |
| 2.3 สมบัติของหนึ่ง 2.4 สมบัติของศูนย์ | 1. นำสมบัติเกี่ยวกับการคูณและการหารจำนวนเต็มใด ๆ ด้วยหนึ่งไปใช้ได้ และนำสมบัติของศูนย์ในการบวกและการคูณไปใช้ได้ | | | 1 (11) | | 1 |
| 2.5 เลขยกกำลัง | 1. บอกความหมายของจำนวนที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ 2. เขียนจำนวนเต็มให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังได้ 3. เขียนเลขยกกำลังให้อยู่ในรูปจำนวนเต็มได้ | 1 (12) | 1 (13) | 1 (14) | | 3 |
| 2.6 การใช้เลขยกกำลังแสดงจำนวน | 1. เขียนจำนวนใด ๆ ให้อยู่ในรูป $A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A \leq 10$ ได้ | | | 1 (15) | | 1 |

ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| เนื้อหา | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|----------------------------|---|---------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| | | รู้-จำ | เข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | รวม |
| เศษส่วนและทศนิยม | | | | | | |
| 4.1 เศษส่วน | 1. บอกความหมายของเศษส่วนและจำนวนตรงข้ามของเศษส่วนที่เป็นลบได้ | | 1 (16) | | | 1 |
| 4.2 การเปรียบเทียบเศษส่วน | 1. เปรียบเทียบเศษส่วนที่กำหนดให้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากกว่า หรือน้อยกว่าได้ | | 1 (17) | 1 (18) | | 2 |
| 4.3 การบวกและการลบเศษส่วน | 1. สรุปหลักการบวก-ลบเศษส่วนได้ 2. หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนกรณี que เศษส่วนมีส่วนเท่ากันได้ 3. หาผลบวกและผลลบของเศษส่วนกรณี que เศษส่วนมีส่วนไม่เท่ากันได้ 4. แก้ปัญหาโจทย์เศษส่วนโดยใช้หลักการบวกและการลบได้ | | 1 (19) | 1 (20) | | 6 |
| 4.4 การคูณและการหารเศษส่วน | 1. สรุปหลักการคูณ-หารเศษส่วนได้ 2. หาผลคูณและผลหารของเศษส่วนได้ 3. แก้ปัญหาโจทย์เกี่ยวกับการคูณและการหารเศษส่วนได้ 4. แก้ปัญหาโจทย์เศษส่วนโดยใช้หลักการบวก ลบ คูณ หรือหารเศษส่วนได้ | | 1 (25) | 1 (27) | | 6 |
| 4.5 เศษส่วนกับทศนิยม | 1. เขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยมได้ 2. เขียนทศนิยมให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ | | 1 (31) | 1 (32) | | 2 |
| 4.6 การเปรียบเทียบทศนิยม | 1. เปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูป ทศนิยมที่กำหนดให้ว่าเท่ากัน ไม่เท่ากัน มากกว่า หรือน้อยกว่าได้ | | 1 (33) | 1 (34) | | 2 |

ตารางที่ 12 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
ค 203 เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| เนื้อหา | จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ระดับพฤติกรรม | | | | |
|-----------------------------|--|---------------|-----------|-----------|-----------|-----|
| | | รู้-จำ | เข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | รวม |
| 4.7 การบวกลบคูณและหารทศนิยม | 1. สรุปลักษณะการบวก-ลบทศนิยมได้ | | 1 (35) | | | 6 |
| | 2. สรุปลักษณะการคูณ-หารทศนิยมได้ | | 1 (36) | | | |
| | 3. หาผลบวกและผลลบของทศนิยมได้ | | | 1 (37) | | |
| | 4. หาผลคูณและผลหารของทศนิยมได้ | | | 1 (38) | | |
| | 5. แก้ปัญหาโจทย์ทศนิยมโดยใช้หลักการบวก ลบ คูณ หรือหารทศนิยมได้ | | | 1 (39) | 1 (40) | |
| | รวม | 1 | 15 | 20 | 4 | 40 |

ตารางที่ 13 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 203) เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยมจำนวน 40 ข้อ (ครั้งที่ 2)

| ข้อที่ | R_h | R_l | p | r | ข้อที่ | R_h | R_l | p | r |
|--------|-------|-------|------|------|--------|-------|-------|------|------|
| 1 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 | 21 | 11 | 5 | 0.57 | 0.43 |
| 2 | 10 | 1 | 0.39 | 0.64 | 22 | 13 | 5 | 0.64 | 0.57 |
| 3 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 | 23 | 14 | 7 | 0.75 | 0.50 |
| 4 | 12 | 8 | 0.71 | 0.29 | 24 | 14 | 7 | 0.75 | 0.50 |
| 5 | 13 | 8 | 0.75 | 0.36 | 25 | 13 | 7 | 0.71 | 0.43 |
| 6 | 14 | 8 | 0.79 | 0.43 | 26 | 12 | 6 | 0.64 | 0.43 |
| 7 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 | 27 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 |
| 8 | 8 | 2 | 0.36 | 0.43 | 28 | 9 | 4 | 0.46 | 0.36 |
| 9 | 13 | 2 | 0.54 | 0.79 | 29 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 |
| 10 | 7 | 2 | 0.32 | 0.36 | 30 | 12 | 5 | 0.61 | 0.50 |
| 11 | 14 | 8 | 0.79 | 0.43 | 31 | 13 | 6 | 0.68 | 0.50 |
| 12 | 14 | 8 | 0.79 | 0.43 | 32 | 9 | 6 | 0.54 | 0.21 |
| 13 | 11 | 7 | 0.64 | 0.29 | 33 | 12 | 8 | 0.71 | 0.29 |
| 14 | 12 | 8 | 0.71 | 0.29 | 34 | 14 | 8 | 0.79 | 0.43 |
| 15 | 14 | 6 | 0.71 | 0.57 | 35 | 10 | 6 | 0.57 | 0.29 |
| 16 | 11 | 5 | 0.57 | 0.43 | 36 | 13 | 2 | 0.54 | 0.79 |
| 17 | 13 | 9 | 0.79 | 0.29 | 37 | 13 | 5 | 0.64 | 0.57 |
| 18 | 8 | 3 | 0.39 | 0.36 | 38 | 13 | 7 | 0.71 | 0.43 |
| 19 | 14 | 8 | 0.79 | 0.43 | 39 | 13 | 2 | 0.54 | 0.79 |
| 20 | 12 | 2 | 0.50 | 0.71 | 40 | 14 | 7 | 0.75 | 0.50 |

ตารางที่ 15 แสดงการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของคะแนนที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โรงเรียนสีกัน (วัดมนานันท์อุปถัมภ์)
กรุงเทพมหานคร (จำนวน 50 คน)

| x | x ² | f | fx | fx ² |
|-----|----------------|----|-----|-----------------|
| 38 | 1444 | 2 | 76 | 2888 |
| 37 | 1369 | 4 | 148 | 5476 |
| 35 | 1225 | 3 | 105 | 3675 |
| 34 | 1156 | 1 | 34 | 1156 |
| 33 | 1089 | 1 | 33 | 1089 |
| 32 | 1024 | 1 | 32 | 1024 |
| 30 | 900 | 1 | 30 | 900 |
| 29 | 841 | 1 | 29 | 841 |
| 26 | 676 | 1 | 26 | 676 |
| 25 | 625 | 2 | 50 | 1250 |
| 21 | 441 | 1 | 21 | 441 |
| 19 | 361 | 1 | 19 | 361 |
| 18 | 324 | 1 | 18 | 324 |
| 17 | 289 | 1 | 17 | 289 |
| 16 | 256 | 1 | 16 | 256 |
| 15 | 225 | 2 | 30 | 450 |
| 12 | 144 | 2 | 24 | 288 |
| 11 | 121 | 2 | 22 | 242 |
| รวม | 12510 | 28 | 730 | 21626 |

สูตร S.D.

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{28(21626) - (730)^2}{28(27)}}$$

$$= 9.80$$

สูตร KR-20,

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum p_i q_i}{S_i^2} \right) = \frac{40}{39} \left(1 - \frac{8.355}{96.07} \right)$$

$$= 0.94$$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 203

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วน และทศนิยม

ใช้เวลา 60 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ
2. ก่อนทำข้อสอบให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล เลขที่นั่งสอบ สถานที่สอบ และห้องสอบให้ชัดเจนลงในกระดาษคำตอบ
3. ในการทำข้อสอบ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น แล้วขีดเครื่องหมายกากบาท (X) ให้เต็มช่อง (ในแต่ละข้อจะมีคำตอบที่ถูกต้องหรือเหมาะสมที่สุดเพียงคำตอบเดียว)

ตัวอย่าง ถ้าตัวเลือก ก. เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ให้นักเรียนทำดังนี้

| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

ถ้าไม่ต้องการข้อ ก. เปลี่ยนเป็นข้อ ง. ให้ปฏิบัติดังนี้

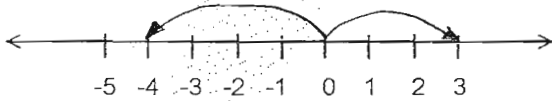
| ข้อ | ก | ข | ค | ง |
|-----|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 0 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

4. ห้ามขีดเขียนหรือทดในกระดาษคำถาม ให้ทดในกระดาษทดที่เตรียมไว้ให้
5. เมื่อหมดเวลาสอบ ให้ส่งทั้งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

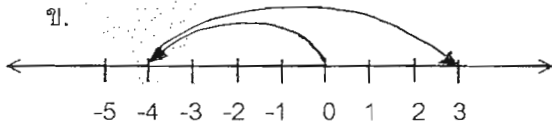
สถาบันวิจัยปฏิบัติการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. กราฟในข้อใดแสดงการหาค่าของ $(-4) + 3$

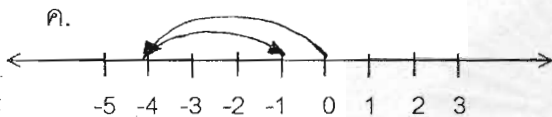
ก.



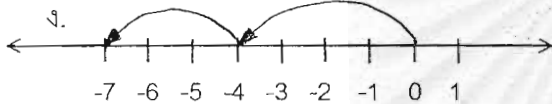
ข.



ค.



ง.



2. ค่าสัมบูรณ์ของ $9 + (-14)$ คือข้อใด

ก. -23

ข. -5

ค. 5

ง. 23

3. $[(-99) + (-11)] + [(-88) - (-33)]$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -165

ข. -156

ค. -155

ง. -231

4. $35 - (-20)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $-20 + 35$

ข. $35 + (-20)$

ค. $-20 + (-35)$

ง. $35 + 20$

5. ผลลัพธ์ของจำนวนเต็มในข้อใดมีค่าน้อยที่สุด

ก. $[(-1) - (-2)] - (-3)$

ข. $[(-1) + (-2)] - 3$

ค. $(-1) - [(-2) - (-3)]$

ง. $(-1) - [(-2) + (-3)]$

6. ถ้า a เป็นจำนวนเต็มบวกและ b เป็นจำนวนเต็มลบ ที่ $(-a) \times b \times c$ เป็นจำนวนเต็มลบ แล้ว c เป็นจำนวนชนิดใด

ก. จำนวนเต็มลบ

ข. ศูนย์

ค. หนึ่ง

ง. จำนวนเต็มบวก

7. $3 \times (-5) \times (-7) \times (-9)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -945

ข. -24

ค. 24

ง. 945

8. กำหนดให้ $a = -5$, $b = -2$ และ $c = 7$ แล้ว

$-a - (b \times c)$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -19

ข. -9

ค. 9

ง. 19

9. $s \times (-3) \times t = 15t$ แล้ว จำนวนตรงข้ามของ s

บวกกับค่าสัมบูรณ์ของ s มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -6

ข. 0

ค. 5

ง. 10

10. $1500 \div (-25)$ จะได้ผลลัพธ์ตรงกับข้อใดมากที่สุด

ก. มีค่าน้อยกว่า 0

ข. มีค่าน้อยกว่า -60

ค. มีค่าเท่ากับ 60

ง. มีค่ามากกว่า 60

มีต่อหน้าที่ 2

11. $(-a) \times (-b) \times (-c) \times 1 \times (-a + a)$ มีค่าเท่ากับ

ข้อใด

ก. $-abc$

ข. 0

ค. 1

ง. abc

12. $(2^3)^4$ มีความหมายตรงกับข้อใด

ก. $2^3 + 2^3 + 2^3 + 2^3$

ข. $2^3 \times 2^3 \times 2^3 \times 2^3$

ค. $2^4 + 2^4 + 2^4$

ง. $2^4 \times 2^4 \times 2^4$

13. ถ้า a เป็นจำนวนเต็มบวก แล้ว $-27a^3$ มีความ

หมายตรงกับข้อใด

ก. $-3a$ คูณกับ a^3

ข. $(-3a)$ คูณกับ 2 ตัว

ค. $(-3a)$ คูณกับ 3 ตัว

ง. $3a$ คูณกับ 3 ตัว

14. $(8 - 6)^3 - (2 \times 3)^2$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. -44

ข. -28

ค. 28

ง. 44

15. ข้อใดเป็นการเขียน $1,870 \times 10^5$ ให้อยู่ในรูป

$A \times 10^n$ เมื่อ $1 \leq A < 10$ และ n เป็นจำนวนเต็ม

ใด ๆ

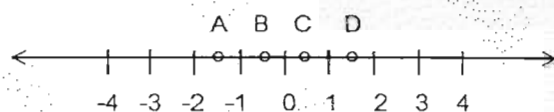
ก. 1.87×10^8

ข. 1.87×10^7

ค. 1.87×10^6

ง. 1.87×10^5

16.



จากรูปจุด A แทนเศษส่วนจำนวนใด

ก. $-\frac{3}{4}$

ข. $\frac{3}{4}$

ค. $(-1) + \left(-\frac{1}{2}\right)$

ง. $(-1) + \frac{1}{2}$

17. กำหนดให้ a, b, c และ d เป็นจำนวนเต็มใด ๆ

และ $ad = bc$ ข้อใดถูก

ก. $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ เมื่อ a และ $c \neq 0$

ข. $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ เมื่อ a และ $b \neq 0$

ค. $\frac{d}{b} = \frac{c}{a}$ เมื่อ a และ $b \neq 0$

ง. $\frac{a}{d} = \frac{b}{c}$ เมื่อ c และ $d \neq 0$

18. ข้อใดต่อไปนี้เป็นถูกต้อง

ก. $-\frac{19}{24} > -\frac{15}{20}$

ข. $-\frac{15}{20} > -\frac{13}{20}$

ค. $-\frac{35}{71} < -\frac{13}{20}$

ง. $-\frac{19}{24} < -\frac{35}{71}$

มีต่อหน้าที 3

19. ในการหาผลบวกของ $\frac{7}{8}$ กับ $-\frac{3}{5}$ หาได้ดังข้อใด

ก. นำเศษบวกเศษคือ 7 บวกกับ -3 และส่วนบวกส่วนคือ 8 บวกกับ 5

ข. หา ค.ร.น. ของ 8 และ 5 แล้วทำเศษส่วนทั้งสองจำนวนให้มีส่วนเท่ากับ ค.ร.น. ที่หาได้ จากนั้นนำเศษมาบวกกันตามหลักการบวกเศษส่วนที่มีส่วนเท่ากัน

ค. หาสวนได้จาก ค.ร.น. ของ 8 และ 5 และหาเศษโดยนำ 7 บวกกับ -3

ง. นำเศษบวกเศษคือ 7 บวกกับ -3 และส่วนคูณส่วน คือ 8 คูณกับ 5

20. $-105\frac{17}{29} - 123\frac{13}{29}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $-228\frac{4}{29}$

ข. $-228\frac{1}{29}$

ค. $-229\frac{1}{29}$

ง. $-229\frac{4}{29}$

21. ข้อใดถูก

ก. $-\left(5-3\frac{1}{2}\right) = -8\frac{1}{2}$

ข. $12\frac{8}{11} - 3\frac{2}{9} = 9\frac{1}{2}$

ค. $-2\frac{1}{3} + 5\frac{2}{3} = 3\frac{1}{3}$

ง. $-4 + \frac{2}{3} = -4\frac{2}{3}$

22. จำนวนใดบวกกับ $3\frac{3}{4} + 4\frac{2}{3}$ แล้วได้ผลลัพธ์ 10

ก. $\frac{2}{3}$

ข. $1\frac{7}{12}$

ค. $1\frac{2}{3}$

ง. $1\frac{11}{12}$

23. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ารูปหนึ่งมีด้านยาวเป็น $4\frac{4}{7}$

เซนติเมตร ด้านกว้างยาว $2\frac{2}{3}$ เซนติเมตร

จงหาว่ามีด้านยาวยาวกว่าด้านกว้างกี่เซนติเมตร

ก. $2\frac{19}{21}$ เซนติเมตร

ข. $2\frac{1}{2}$ เซนติเมตร

ค. $1\frac{19}{21}$ เซนติเมตร

ง. $1\frac{1}{2}$ เซนติเมตร

24. แก้วบิกเกอร์มีน้ำอยู่ $\frac{2}{7}$ ของแก้ว ครั้งที่ 1 ใส่น้ำ

เพิ่มเข้าไป $\frac{1}{4}$ ของแก้ว ครั้งที่ 2 ใส่น้ำเพิ่มเข้าไป

$\frac{1}{2}$ ของแก้ว อยากทราบว่าหลังจากใส่น้ำครบทั้ง

สองครั้งแล้วน้ำในบิกเกอร์จะเป็นอย่างไร

ก. น้ำเต็มแก้วบิกเกอร์พอดี

ข. ยังขาดน้ำอีก $\frac{9}{13}$ ของแก้วบิกเกอร์

ค. ยังขาดน้ำอีก $\frac{1}{28}$ ของแก้วบิกเกอร์

ง. น้ำเต็มแก้วบิกเกอร์และล้นออกมา

$\frac{1}{28}$ ของแก้วบิกเกอร์

25. $\frac{3}{5} \div (-4)$ หาได้ดังข้อใด

ก. เปลี่ยนเครื่องหมายหารเป็นเครื่องหมายคูณ เปลี่ยนจาก -4 เป็น $-\frac{1}{4}$ แล้วนำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาคูณกันโดยใช้หลักการคูณเศษส่วน ผลลัพธ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นลบ

ข. เปลี่ยนจาก $\frac{3}{5}$ เป็น $\frac{5}{3}$ เครื่องหมายหารเป็นเครื่องหมายคูณ จาก -4 เป็น $-\frac{1}{4}$ แล้วนำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาคูณกันโดยใช้หลักการคูณเศษส่วน ผลลัพธ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นลบ

ค. เปลี่ยนเครื่องหมายหารเป็นเครื่องหมายคูณ เปลี่ยนจาก -4 เป็น $-\frac{1}{4}$ แล้วนำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาคูณกันโดยใช้หลักการคูณเศษส่วน ผลลัพธ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นบวก

ง. เปลี่ยนจาก $\frac{3}{5}$ เป็น $\frac{5}{3}$ เครื่องหมายหารเป็นเครื่องหมายคูณ จาก -4 เป็น $-\frac{1}{4}$ แล้วนำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาคูณกันโดยใช้หลักการคูณเศษส่วน ผลลัพธ์ที่ได้มีเครื่องหมายเป็นบวก

26. ถ้า $\left(-2\frac{5}{7}\right) \times b = 3$ แล้ว b มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $-1\frac{3}{19}$

ข. $-1\frac{2}{19}$

ค. $1\frac{1}{19}$

ง. $1\frac{3}{19}$

27. $16 \div 4\frac{2}{3}$ มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. $(16 \div 4) \times \frac{2}{3}$

ข. $(16 \div 4) + \frac{2}{3}$

ค. $16 \times \frac{14}{3}$

ง. $16 \times \frac{3}{14}$

28. ขวดใบหนึ่งบรรจุเกลือได้ $\frac{3}{5}$ ลิตร จะต้องใช้ขวด

กี่ใบเพื่อบรรจุเกลือ $3\frac{3}{5}$ ลิตร

ก. 3 ใบ

ข. 6 ใบ

ค. 9 ใบ

ง. 12 ใบ

29. สมคิดเดินทางไปยังจังหวัดหนึ่ง วันแรกเดินทางได้ $\frac{1}{5}$ ของระยะทางทั้งหมด วันที่สองเดินทางได้

$\frac{2}{3}$ ของระยะทางทั้งหมด ระยะทางที่เหลือใช้เดินทาง

ในวันที่สาม ถ้าระยะทางที่ใช้ในการเดินทางทั้งหมดเท่ากับ 300 กิโลเมตร วันที่สามเดินทางได้กี่กิโลเมตร

ก. 35 กิโลเมตร

ข. 40 กิโลเมตร

ค. 45 กิโลเมตร

ง. 50 กิโลเมตร

30. แม่แบ่งเงินจำนวนหนึ่งให้ลูก 4 คน คนที่ 1 ได้รับ $\frac{3}{8}$ ของเงินทั้งหมด คนที่ 2 ได้รับ $\frac{3}{5}$ ของเงินที่เหลือจากคนที่ 1 คนที่ 3 ได้รับ $\frac{4}{5}$ ของเงินที่เหลือจากคนที่ 1 และ 2 ที่เหลือให้คนที่ 4 เป็นเงิน 50 บาท ดังนั้นคนที่สองได้รับเงินเท่าไร

- ก. 275 บาท
- ข. 300 บาท
- ค. 235 บาท
- ง. 375 บาท

31. ข้อใดต่อไปนี้เป็นรากที่สอง

- ก. $\frac{3}{8} = 0.38$
- ข. $\frac{9}{25} = 0.36$
- ค. $\frac{1}{16} = 0.625$
- ง. $\frac{8}{125} = 0.64$

32. -15.375 มีค่าเท่ากับเศษส่วนในข้อใด

- ก. $\frac{-123}{4}$
- ข. $\frac{-123}{6}$
- ค. $\frac{-123}{8}$
- ง. $\frac{-123}{16}$

33. ข้อใดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

- ก. -2.5024, -2.4907, -2.4057
- ข. -2.4907, -2.4057, -2.5024
- ค. -2.5024, -2.4057, -2.4907
- ง. -2.4057, -2.4907, -2.5024

34. ผลต่างระหว่าง 8.14 กับ 5.176 มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 2.064 อยู่เท่าไร

- ก. มากกว่าอยู่ 0.9
- ข. มากกว่าอยู่ 0.09
- ค. น้อยกว่าอยู่ 0.9
- ง. น้อยกว่าอยู่ 0.09

35. ในการหาค่าผลบวกของ -4.12 กับ 3.410 หาได้ดังข้อใด

- ก. ให้นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาบวกกันโดยวางจุดทศนิยมให้ตรงกัน แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ
- ข. ให้นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาลบกันโดยวางจุดทศนิยมให้ตรงกัน แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ
- ค. ให้นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาบวกกันโดยวางจุดทศนิยมให้ตรงกัน แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก
- ง. ให้นำค่าสัมบูรณ์ของทั้งสองจำนวนมาลบกันโดยวางจุดทศนิยมให้ตรงกัน แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ

มีต่อหน้าที 6

36. $11,34 \times (-2.1)$ หาได้ดังข้อใด

- ก. นำค่าสัมบูรณ์ของ 1134 คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ 21 แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก และมีทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- ข. นำค่าสัมบูรณ์ของ 1134 คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ 21 แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ และมีทศนิยม 3 ตำแหน่ง
- ค. นำค่าสัมบูรณ์ของ 1134 คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ 21 แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นลบ และมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- ง. นำค่าสัมบูรณ์ของ 1134 คูณกับค่าสัมบูรณ์ของ 21 แล้วผลลัพธ์มีเครื่องหมายเป็นบวก และมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง มีต่อหน้าที 6

37. จำนวนใดบวกกับ $-2.58 - (-3.24) - 1.23$ แล้วได้ผลลัพธ์เป็น -12

- ก. -12.57
- ข. -11.43
- ค. 11.43
- ง. 12.57

38. ถ้า $0.01 \times 0.001 \times A = 0.000001$ แล้ว A มีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. 1
- ข. 0.1
- ค. 0.01
- ง. 0.001

39. 0.4 ของเงิน 17.50 บาท มากกว่าหรือน้อยกว่า 0.75 ของเงิน 7.00 บาท อยู่เท่าไร

- ก. มากกว่า 1.25 บาท
- ข. มากกว่า 1.75 บาท
- ค. น้อยกว่า 1.25 บาท
- ง. น้อยกว่า 1.75 บาท

40. แม่บ้านไปตลาดซื้อเนื้อไก่ 3.4 กิโลกรัม ในราคา กิโลกรัมละ 47.50 บาท ปรากฏว่าเธอได้รับเงินทอนกลับมาเป็นเงิน 328.50 บาท ซึ่งคนขายทอนขาดไป 10 บาท อยากทราบว่าแม่บ้านให้เงินแก่คนขายไก่กี่บาท

- ก. 360 บาท
- ข. 400 บาท
- ค. 460 บาท
- ง. 500 บาท

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ



ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 รายละเอียดของการสอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการ
ดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม เศษส่วนและทศนิยม
จำนวน 27 คาบ

| แผนการสอนที่ | เนื้อหา | จำนวนคาบ |
|--------------|--|----------|
| 1 | เรื่อง การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน | 1 |
| 2 | เรื่อง การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกัน | 1 |
| 3 | เรื่อง การลบจำนวนเต็ม | 1 |
| 4 | เรื่อง การคูณจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกัน (1) (จำนวนเต็มบวกคูณกับจำนวนเต็มลบ) | 1 |
| 5 | เรื่อง การคูณจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายต่างกัน (2) (จำนวนเต็มลบคูณกับจำนวนเต็มบวก) | 1 |
| 6 | เรื่อง การคูณจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ | 1 |
| 7 | เรื่อง การหารจำนวนเต็มที่ตัวตั้งและตัวหารมีเครื่องหมายต่างกัน | 1 |
| 8 | เรื่อง การหารจำนวนเต็มที่ตัวตั้งและตัวหารมีเครื่องหมายเหมือนกัน | 1 |
| 9 | เรื่อง สมบัติของหนึ่ง | 1 |
| 10 | เรื่อง สมบัติของศูนย์ | 1 |
| 11 | เรื่อง เลขยกกำลัง | 1 |
| 12 | เรื่อง การเขียนจำนวนที่กำหนดให้ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังมากกว่า 1 | 1 |
| 13 | เรื่อง การใช้เลขยกกำลังแสดงจำนวน | 1 |
| 14 | เรื่อง จำนวนตรงข้ามของเศษส่วน | 1 |
| 15 | เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน | 1 |
| 16 | เรื่อง การบวกเศษส่วน | 1 |
| 17 | เรื่อง การลบเศษส่วน | 1 |
| 18 | เรื่อง การคูณเศษส่วน | 1 |
| 19 | เรื่อง การแก้ปัญหการบวก ลบ และคูณเศษส่วน | 1 |
| 20 | เรื่อง การหารเศษส่วน | 1 |
| 21 | เรื่อง การแก้ปัญหการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน | 1 |
| 22 | เรื่อง การแก้ปัญหการบวก ลบ คูณ และหารเศษส่วน | 1 |
| 23 | เรื่อง เศษส่วนกับทศนิยม | 1 |
| 24 | เรื่อง การเปรียบเทียบทศนิยม | 1 |
| 25 | เรื่อง การบวกและการลบทศนิยม | 1 |
| 26 | เรื่อง การคูณและการหารทศนิยม | 1 |
| 27 | เรื่อง การแก้ปัญหการบวก ลบ คูณ และหารทศนิยม | 1 |

ตัวอย่างแผนการสอนที่ 1
สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 เรื่อง การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน จำนวน 1 คาบ

1. สาระสำคัญ

การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับผลรวมของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มแต่ละจำนวนมาบวกกัน และมีเครื่องหมายเหมือนกับจำนวนเต็มที่น่ามาบวกกัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ปลายทาง เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียนสามารถ

หาผลบวกของจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกันได้

จุดประสงค์นำทาง เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. หาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มได้
2. หาผลบวกของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มได้

3. เนื้อหา

การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน

การบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกันมี 2 กรณี คือ

1. การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มบวกแต่ละจำนวนมาบวกกัน แล้วผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มบวก

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลบวกของ $2+11$

$$\begin{array}{l} \text{วิธีทำ} \quad 2+11 = |2|+|11| \quad \text{หรือ} \quad 2+11 = 13 \\ \quad \quad \quad = +(2+11) \end{array}$$

$$\quad \quad \quad = +13$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 2+11 = 13$$

ตอบ 13

2. การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มลบแต่ละจำนวนมาบวกกันแล้วผลลัพธ์ที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบ

ตัวอย่างที่ 2 จงหาผลบวกของ $(-2)+(-3)$

$$\begin{array}{l} \text{วิธีทำ} \quad (-2)+(-3) = -(|-2|+|-3|) \\ \quad \quad \quad = -(2+3) \end{array}$$

$$= -5$$

$$\text{ดังนั้น} \quad (-2)+(-3) = -5$$

ตอบ -5

ตัวอย่างที่ 3 จงหาผลบวกของ $[(-2)+(-10)]+(-20)$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad [(-2)+(-10)]+(-20) &= [-(2+10)]+(-20) \\ &= (-12)+(-20) \\ &= -32 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad [(-2)+(-10)]+(-20) = -32$$

ตอบ -32

ตัวอย่างที่ 4 จงหาผลบวกของ $(-7)+[(-5)+(-26)]$

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad (-7)+[(-5)+(-26)] &= (-7)+[-(5+26)] \\ &= (-7)+(-31) \\ &= -38 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น} \quad (-7)+[(-5)+(-26)] = -38$$

ตอบ -38

4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

4.1 สำหรับกลุ่มทดลองที่สอนโดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์

ขั้นนำ

ครูทบทวนการหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม และการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยใช้วิธีการถามตอบ เช่น ครูถามนักเรียนว่า “ค่าสัมบูรณ์ของ 3 และ -3 เท่ากับเท่าไร” (3)

ขั้นสอน (เน้นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการกระทำทางคณิตศาสตร์)

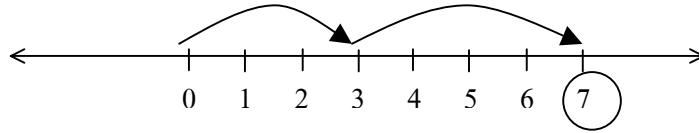
ครูสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกันว่ามี 2 กรณี คือ 1) การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก และ 2) การบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ ซึ่งการบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายบวกเหมือนกันนักเรียนทราบแล้ว ดังนั้นเราจะเน้นการบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายลบเหมือนกัน

ขั้นที่ 1 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของสัญลักษณ์

ครูติดแถบปัญหาคณิตศาสตร์ “ $(-2)+(-3)=\square$ ” แล้วครูถามนักเรียนว่า

1. เครื่องหมาย + ทางคณิตศาสตร์มีความหมายว่าอย่างไร (หมายถึง การรวมกันของปริมาณหรือตัวเลข เช่น $\clubsuit\clubsuit\clubsuit + \clubsuit\clubsuit\clubsuit\clubsuit = \clubsuit\clubsuit\clubsuit\clubsuit\clubsuit\clubsuit$ หรือ

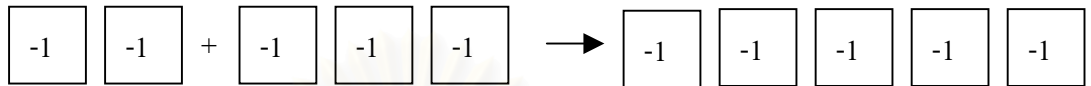
จากนั้นครูยกตัวอย่างที่ 1



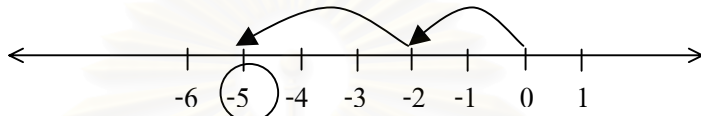
2. ครูยกตัวอย่างที่ 2 (จากแถบปัญหาคณิตศาสตร์) แล้วถามนักเรียนว่า

$(-2) + (-3)$ มีความหมายว่าอย่างไร (หมายถึง เดิมมีจำนวนอยู่ -2 รวมกับ -3 รวมกันเป็น -5

แสดงโดย

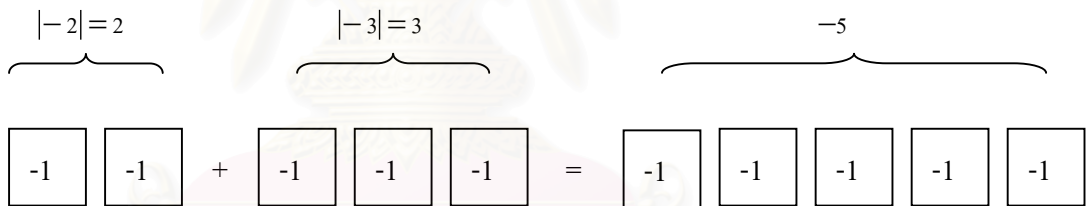


หรือ

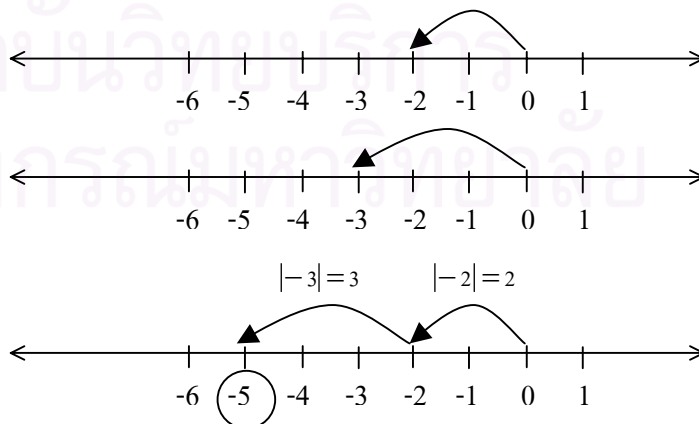


ขั้นที่ 2 การพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับกฎหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1. จากขั้นที่ 1 ครูถามนักเรียนว่า “5 มาจากไหน” (มาจากการรวม 2 กับ 3 เข้าด้วยกัน หรือจาก $2+3$) “2 และ 3 มาจากไหน” (2 ได้มาจาก $|-2|$ และ 3 ได้มาจาก $|-3|$) แต่เนื่องจากจำนวนเต็มที่นำมาบวกกันเป็นลบ ดังนั้นคำตอบจึงเป็น -5 ดังนั้นนักเรียนสามารถหาผลรวมของ $(-2) + (-3)$ ได้เท่ากับเท่าไร (-5)



2. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนสามารถเขียนรูปเพื่อแสดงผลรวมของ $(-2) + (-3)$ ด้วยวิธีอื่นได้อีกหรือไม่” (ได้ โดยเขียนลงบนเส้นจำนวน)



3. ครูถามนักเรียนว่า “จากบัตรแสดงจำนวนและเส้นจำนวนที่ได้ แสดงว่าการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ นักเรียนจะต้องทำอย่างไรเป็นอันดับแรก และให้นักเรียนเขียนแสดงขั้นตอนเพื่อหาผลรวมของ $(-2) + (-3)$ ” (จะต้องทำจำนวนเต็มลบแต่ละจำนวนให้เป็นจำนวนเต็ม

บวก ซึ่งเป็นที่มาของการหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม ซึ่งจะได้ว่า $|-2|=2$ และ $|-3|=3$ แล้วนำจำนวนทั้งสองมารวมกัน โดยคำตอบที่ได้เป็นจำนวนเต็มลบ และแสดงเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

$$\begin{aligned}(-2)+(-3) &= -(|-2|+|-3|) \\ &= -(2+3) \\ &= -5\end{aligned}$$

ดังนั้น $(-2)+(-3) = -5$

ขั้นที่ 3 การตรวจคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

1. ครูคิดแถบปัญหาคณิตศาสตร์แล้วให้นักเรียนให้เหตุผลถึงผลลัพธ์ที่จะได้โดยไม่ต้องให้วิธีการคำนวณ เช่น

$$(-7)+(-9) = \square \quad (\text{ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าน้อยกว่า } 0 \text{ แต่มากกว่า } -20)$$

2. ครูยกตัวอย่างที่ 3 และ 4 โดยในขั้นต้นครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายความหมายของการรวมกันของสองจำนวนในแต่ละตัวอย่างก่อน แล้วจึงแสดงวิธีทำในภายหลัง

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน (ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มแต่ละจำนวนมาบวกกัน แล้วผลลัพธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายเหมือนกับจำนวนเต็มที่น่ามาบวกกัน)

ครูให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดที่ 1

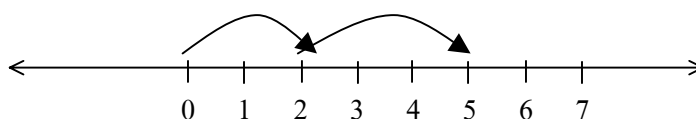
4.2 สำหรับกลุ่มควบคุมที่สอนแบบปกติ

ขั้นนำ

ครูทบทวนการหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม และการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว โดยใช้วิธีการถามตอบ เช่น ครูถามนักเรียนว่า “ค่าสัมบูรณ์ของ 3 และ -3 เท่ากับเท่าไร” (3)

ขั้นสอน

1. ครูถามนักเรียนว่า “ $2+3$ มีค่าเท่ากับเท่าไร” (5) และให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมาเขียนแสดงด้วยเส้นจำนวน



2. ครูเขียนตัวอย่างที่ 1 แล้วอธิบายให้นักเรียนหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนที่น่ามาบวกกัน แล้วนำค่าสัมบูรณ์ที่หาได้มาบวกกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มบวก แล้วให้นักเรียนช่วยกันสรุปการบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มบวก

3. ครูยกตัวอย่างที่ 2 และ 3 โดยแสดงการหาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบลงบนเส้นจำนวน โดยใช้การถามตอบ ประกอบคำอธิบายด้วยเส้นจำนวน แล้วครูถามนักเรียนว่าการบวกจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นจำนวนเต็มลบเสมอไปหรือไม่ (ผลลัพธ์เป็นจำนวนเต็มลบเสมอ)

4. จากตัวอย่างที่ 2 ครูให้นักเรียนช่วยกันหาค่าสัมบูรณ์ของจำนวนทั้งหมดแล้วนำมาบวกกัน โดยคำตอบที่ได้มีเครื่องหมายเป็นลบ และครูช่วยเขียนลงบนกระดานตามที่นักเรียนบอก และให้นักเรียนพิจารณาว่าคำตอบที่ได้ในข้อที่ 3 ตัวอย่างที่ 2 เหมือนกันหรือไม่ และวิธีใดสามารถหาคำตอบได้รวดเร็วกว่ากัน (คำตอบที่ได้เหมือนกัน และการบวกจำนวนเต็มโดยใช้วิธีการหาค่าสัมบูรณ์สามารถหาคำตอบได้เร็วกว่าใช้เส้นจำนวน)

5. ครูเขียนตัวอย่างที่ 3 และ 4 แล้วสุ่มให้นักเรียนออกมาแสดงวิธีทำเพื่อหาผลบวกของจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ โดยให้เพื่อนช่วยกันดูว่าถูกต้องหรือไม่

6. ครูถามนักเรียนจากตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4 จำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกันนำมาบวกกันผลลัพธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายเป็นอย่างไร (ผลลัพธ์จะมีเครื่องหมายเหมือนกับจำนวนที่นำมาบวกกัน)

ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปวิธีการบวกจำนวนเต็มที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน (ให้นำค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มแต่ละจำนวนมาบวกกัน แล้วผลลัพธ์ที่ได้จะมีเครื่องหมายเหมือนกับจำนวนเต็มที่นำมาบวกกัน)

ครูให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัดที่ 1

5. สื่อการเรียนการสอน

| กลุ่มทดลอง | กลุ่มควบคุม |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. แถบโจทย์คณิตศาสตร์ | 1. แถบเส้นจำนวน |
| 2. แถบเส้นจำนวน | 2. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 |
| 3. หนังสือแบบเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 | 3. แบบฝึกหัดที่ 1 |
| 4. แถบแสดงเครื่องหมาย + และ = | |
| 5. อุปกรณ์ช่วยในการบวกลบจำนวนเต็ม | |
| 6. แบบฝึกหัดที่ 1 | |

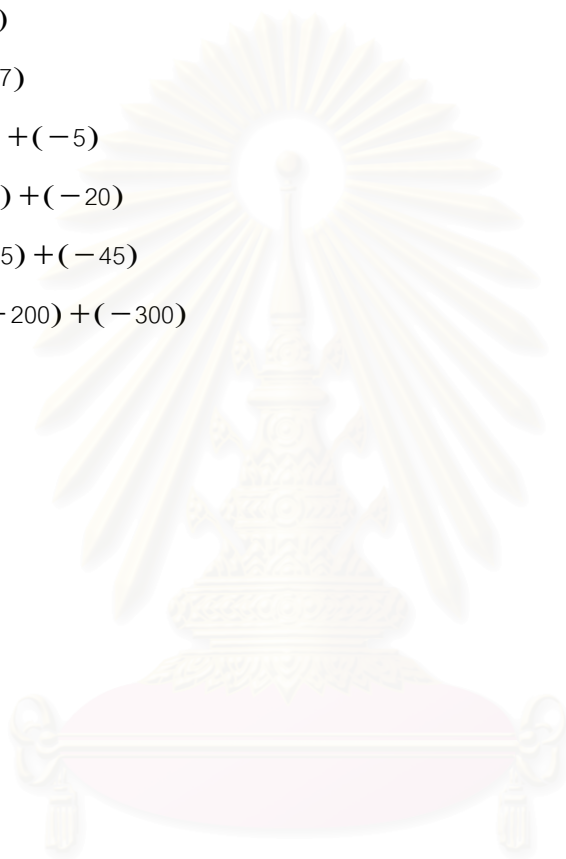
6. การวัดผลประเมินผล

- สังเกตจากการตอบคำถามของนักเรียน
- สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน
- สังเกตจากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แบบฝึกหัดที่ 1

จงหาผลบวกต่อไปนี้ (แสดงวิธีทำ)

1. $7+8$
2. $9+18$
3. $21+13$
4. $(-4)+(-6)$
5. $(-9)+(-11)$
6. $(-29)+(-17)$
7. $(-3)+(-2)+(-5)$
8. $(-9)+(-10)+(-20)$
9. $(-25)+(-35)+(-45)$
10. $(-100)+(-200)+(-300)$



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่ม
ทดลองและกลุ่มควบคุม

| กลุ่มทดลอง | | | | | กลุ่มควบคุม | | | | |
|------------|---|---------|--------|----------|-------------|---|---------|--------|----------|
| x_1 | f | x_1^2 | fx_1 | fx_1^2 | x_2 | f | x_2^2 | fx_2 | fx_2^2 |
| 32 | 1 | 1024 | 32 | 1024 | 32 | 2 | 1024 | 64 | 2048 |
| 31 | 1 | 961 | 31 | 961 | 29 | 1 | 841 | 29 | 841 |
| 30 | 2 | 900 | 60 | 1800 | 27 | 1 | 729 | 27 | 729 |
| 29 | 1 | 841 | 29 | 841 | 26 | 3 | 676 | 78 | 2028 |
| 27 | 5 | 729 | 135 | 3645 | 25 | 3 | 625 | 75 | 1875 |
| 26 | 3 | 676 | 78 | 2028 | 24 | 2 | 576 | 48 | 1152 |
| 25 | 4 | 625 | 100 | 2500 | 23 | 2 | 529 | 46 | 1058 |
| 24 | 3 | 576 | 72 | 1728 | 22 | 4 | 484 | 88 | 1936 |
| 23 | 7 | 529 | 161 | 3703 | 21 | 3 | 441 | 63 | 1323 |
| 22 | 2 | 484 | 44 | 968 | 20 | 6 | 400 | 120 | 2400 |
| 21 | 4 | 441 | 84 | 1764 | 19 | 1 | 361 | 19 | 361 |
| 20 | 1 | 400 | 20 | 400 | 18 | 5 | 324 | 90 | 1620 |
| 19 | 2 | 361 | 38 | 722 | 17 | 2 | 289 | 34 | 578 |
| 18 | 3 | 324 | 54 | 972 | 16 | 7 | 256 | 112 | 1792 |
| 17 | 6 | 289 | 102 | 1734 | 15 | 4 | 225 | 60 | 900 |
| 16 | 2 | 256 | 32 | 512 | 14 | 6 | 196 | 84 | 1176 |
| 15 | 7 | 225 | 105 | 1575 | 13 | 2 | 169 | 26 | 338 |
| 14 | 4 | 196 | 56 | 784 | 12 | 2 | 144 | 24 | 288 |
| 12 | 4 | 144 | 48 | 576 | 11 | 5 | 121 | 55 | 605 |
| 10 | 5 | 100 | 50 | 500 | 10 | 4 | 100 | 40 | 400 |
| 9 | 5 | 81 | 45 | 405 | 9 | 4 | 81 | 36 | 324 |
| 8 | 2 | 64 | 16 | 128 | 8 | 2 | 64 | 16 | 128 |
| 7 | 5 | 49 | 35 | 245 | 7 | 7 | 49 | 49 | 343 |
| 6 | 2 | 36 | 12 | 72 | 6 | 6 | 36 | 36 | 216 |
| 5 | 4 | 25 | 20 | 100 | 5 | 3 | 25 | 15 | 75 |
| 4 | 5 | 16 | 20 | 80 | 4 | 2 | 16 | 8 | 32 |
| 3 | 6 | 9 | 18 | 54 | 3 | 3 | 9 | 9 | 27 |
| 2 | 3 | 4 | 6 | 12 | 1 | 4 | 1 | 4 | 4 |
| | | | | | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 98 | | | 1471 | 28809 | 99 | | | 1355 | 24597 |

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และมัชฌิมเลขคณิตร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ค 203 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2

| | | |
|-------------|------|---|
| กลุ่มทดลอง | สูตร | $\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} = \frac{1471}{98}$ |
| | | $= 15.01$ |
| | สูตร | $S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{98(28809) - (1471)^2}{98(97)}}$ |
| | | $= 8.329$ |
| | สูตร | $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = \frac{\bar{x}}{\text{คะแนนเต็มของข้อสอบทั้งฉบับ}} \times 100 = \frac{15.01}{40} \times 100$ |
| | | $= 37.525$ |
| กลุ่มควบคุม | สูตร | $\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} = \frac{1355}{99}$ |
| | | $= 13.687$ |
| | สูตร | $S.D. = \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{99(24597) - (1355)^2}{99(98)}}$ |
| | | $= 7.858$ |
| | สูตร | $\bar{X}_{\text{ร้อยละ}} = \frac{\bar{x}}{\text{คะแนนเต็มของข้อสอบทั้งฉบับ}} \times 100 = \frac{13.687}{40} \times 100$ |
| | | $= 34.218$ |

2. การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ค 203 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยค่าที (t - test)

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 ถ้า t ที่ได้จากการคำนวณ $> (t_{195}(0.05) = 1.645)$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t &= \frac{15.01 - 13.687}{\sqrt{\frac{\{(98 - 1)(8.329)^2 + (99 - 1)(7.858)^2\}}{98 + 99 - 2} \left\{ \frac{1}{98} + \frac{1}{99} \right\}}} \\ &= 1.147 \end{aligned}$$

จะเห็นว่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า 1.645

ดังนั้น ความสามารถในการแก้ปัญหาวិชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 18 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 1

| กลุ่มทดลอง | | | | | กลุ่มควบคุม | | | | |
|------------|----|---------|--------|----------|-------------|----|---------|--------|----------|
| x_1 | f | x_1^2 | fx_1 | fx_1^2 | x_2 | f | x_2^2 | fx_2 | fx_2^2 |
| 37 | 1 | 1369 | 37 | 1369 | 34 | 1 | 1156 | 34 | 1156 |
| 33 | 3 | 1089 | 99 | 3267 | 30 | 5 | 900 | 150 | 4500 |
| 32 | 1 | 1024 | 32 | 1024 | 28 | 1 | 784 | 28 | 784 |
| 31 | 1 | 961 | 31 | 961 | 27 | 4 | 729 | 108 | 2916 |
| 30 | 5 | 900 | 150 | 4500 | 26 | 5 | 676 | 130 | 3380 |
| 29 | 3 | 841 | 87 | 2523 | 25 | 1 | 625 | 25 | 625 |
| 28 | 1 | 784 | 28 | 784 | 24 | 3 | 576 | 72 | 1728 |
| 27 | 6 | 729 | 162 | 4374 | 23 | 7 | 529 | 161 | 3703 |
| 26 | 8 | 676 | 208 | 5408 | 22 | 4 | 484 | 88 | 1936 |
| 25 | 1 | 625 | 25 | 625 | 22 | 3 | 484 | 66 | 1452 |
| 24 | 6 | 576 | 144 | 3456 | 21 | 4 | 441 | 84 | 1764 |
| 23 | 3 | 529 | 69 | 1587 | 20 | 5 | 400 | 100 | 2000 |
| 22 | 5 | 484 | 110 | 2420 | 19 | 6 | 361 | 114 | 2166 |
| 21 | 1 | 441 | 21 | 441 | 18 | 7 | 324 | 126 | 2268 |
| 20 | 3 | 400 | 60 | 1200 | 17 | 5 | 289 | 85 | 1445 |
| 19 | 1 | 361 | 19 | 361 | 16 | 10 | 256 | 160 | 2560 |
| 18 | 2 | 324 | 36 | 648 | 14 | 2 | 196 | 28 | 392 |
| 17 | 1 | 289 | 17 | 289 | 13 | 4 | 169 | 52 | 676 |
| 16 | 6 | 256 | 96 | 1536 | 12 | 3 | 144 | 36 | 432 |
| 15 | 5 | 225 | 75 | 1125 | 11 | 7 | 121 | 77 | 847 |
| 14 | 8 | 196 | 112 | 1568 | 10 | 3 | 100 | 30 | 300 |
| 13 | 4 | 169 | 52 | 676 | 9 | 5 | 81 | 45 | 405 |
| 12 | 8 | 144 | 96 | 1152 | 8 | 1 | 64 | 8 | 64 |
| 11 | 11 | 121 | 121 | 1331 | 7 | 2 | 49 | 14 | 98 |
| 10 | 1 | 100 | 10 | 100 | 5 | 1 | 25 | 5 | 25 |
| 9 | 1 | 81 | 9 | 81 | | | | | |
| 8 | 2 | 64 | 16 | 128 | | | | | |
| รวม | 98 | | 1922 | 42934 | รวม | 99 | | 1826 | 37622 |

ตารางที่ 19 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุมครั้งที่ 2

| กลุ่มทดลอง | | | | | กลุ่มควบคุม | | | | |
|------------|----|---------|--------|----------|-------------|----|---------|--------|----------|
| x_1 | f | x_1^2 | fx_1 | fx_1^2 | x_2 | f | x_2^2 | fx_2 | fx_2^2 |
| 36 | 2 | 1296 | 72 | 2592 | 32 | 1 | 1024 | 32 | 1024 |
| 35 | 3 | 1225 | 105 | 3675 | 31 | 3 | 961 | 93 | 2883 |
| 34 | 1 | 1156 | 34 | 1156 | 29 | 2 | 841 | 58 | 1682 |
| 33 | 4 | 1089 | 132 | 4356 | 28 | 3 | 784 | 84 | 2352 |
| 31 | 1 | 961 | 31 | 961 | 27 | 2 | 729 | 54 | 1458 |
| 30 | 1 | 900 | 30 | 900 | 26 | 3 | 676 | 78 | 2028 |
| 29 | 4 | 841 | 116 | 3364 | 25 | 3 | 625 | 75 | 1875 |
| 28 | 2 | 784 | 56 | 1568 | 24 | 2 | 576 | 48 | 1152 |
| 27 | 3 | 729 | 81 | 2187 | 23 | 4 | 529 | 92 | 2116 |
| 26 | 3 | 676 | 78 | 2028 | 22 | 7 | 484 | 154 | 3388 |
| 25 | 3 | 625 | 75 | 1875 | 21 | 2 | 441 | 42 | 882 |
| 24 | 5 | 576 | 120 | 2880 | 20 | 4 | 400 | 80 | 1600 |
| 23 | 8 | 529 | 184 | 4232 | 19 | 5 | 361 | 95 | 1805 |
| 22 | 4 | 484 | 88 | 1936 | 18 | 9 | 324 | 162 | 2916 |
| 21 | 3 | 441 | 63 | 1323 | 17 | 4 | 289 | 68 | 1156 |
| 20 | 2 | 400 | 40 | 800 | 16 | 8 | 256 | 128 | 2048 |
| 19 | 6 | 361 | 114 | 2166 | 15 | 5 | 225 | 75 | 1125 |
| 18 | 9 | 324 | 162 | 2916 | 14 | 6 | 196 | 84 | 1176 |
| 17 | 4 | 289 | 68 | 1156 | 13 | 6 | 169 | 78 | 1014 |
| 16 | 8 | 256 | 128 | 2048 | 12 | 6 | 144 | 72 | 864 |
| 15 | 6 | 225 | 90 | 1350 | 11 | 4 | 121 | 44 | 484 |
| 14 | 4 | 196 | 56 | 784 | 10 | 7 | 100 | 70 | 700 |
| 13 | 1 | 169 | 13 | 169 | 9 | 2 | 81 | 18 | 162 |
| 12 | 5 | 144 | 60 | 720 | 8 | 1 | 64 | 8 | 64 |
| 11 | 1 | 121 | 11 | 121 | | | | | |
| 10 | 2 | 100 | 20 | 200 | | | | | |
| 9 | 2 | 81 | 18 | 162 | | | | | |
| 7 | 1 | 49 | 7 | 49 | | | | | |
| | 98 | | 2052 | 47674 | | 99 | | 1792 | 35954 |

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์ ค 203 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ครั้งที่ 2

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มทดลอง} \quad \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum fx}{n} = \frac{2052}{98} \\ &= 20.939 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{98(47674) - (2052)^2}{98(97)}} \\ &= 6.967 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลุ่มควบคุม} \quad \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum fx}{n} = \frac{1792}{99} \\ &= 18.101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{n \sum fx^2 - (\sum fx)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{99(35954) - (1792)^2}{99(98)}} \\ &= 5.991 \end{aligned}$$

2. การทดสอบความคงทนทางการเรียนคณิตศาสตร์ ค 203 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดย
ค่าที (t - test)

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad t &= \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2\}}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}} \end{aligned}$$

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 ถ้า t ที่ได้จากการคำนวณ $> (t_{195}(0.05) = 1.645)$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} \quad t &= \frac{20.939 - 18.101}{\sqrt{\frac{\{(98 - 1)(6.967)^2 + (99 - 1)(5.991)^2\}}{98 + 99 - 2} \left\{ \frac{1}{98} + \frac{1}{99} \right\}}} \\ &= 3.066 \end{aligned}$$

จะเห็นว่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 1.645

ดังนั้น ความคงทนทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวรสอุบล ธรรมพานิชวงศ์ เกิดวันที่ 3 สิงหาคม พ.ศ. 2517 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 1) จากสถาบันราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา ในปีการศึกษา 2539 เข้ารับราชการครู ที่โรงเรียนบางแก้ว พิทยาคม อำเภอบางแก้ว จังหวัดพัทลุง เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย