



บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง
2. การกำหนดประชากร และการสุ่มตัวอย่างประชากร
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### การศึกษาเอกสารและตำรา

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องในด้านการวัดและประเมินผล และศึกษาระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการประเมินผลตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ซึ่งแก้ไขปรับปรุงใน พ.ศ. 2529

#### การกำหนดประชากร และการสุ่มตัวอย่างประชากร

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2531 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มตัวอย่างประชากร โดยวิธีสุ่มแบบแบ่งชั้นหลายขั้นตอน (Multi-Stage Stratified Random Sampling) ดังนี้

1. เขตกรุงเทพมหานครแบ่งโรงเรียน ออกเป็น 8 กลุ่มโรงเรียน สุ่มโรงเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากโรงเรียนทั้งหมด 8 กลุ่ม ๆ ละ 1 โรงเรียน ได้ตัวอย่างโรงเรียนทั้งสิ้น 8 โรงเรียน
2. สุ่มตัวอย่างประชากรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากโรงเรียนที่สุ่มไว้ 8 โรงเรียน โดยสุ่มจากนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางวิชาคณิตศาสตร์โรงเรียนละ 10 คน การตัดสินใจมีผลการเรียนปานกลางวิชาคณิตศาสตร์ใช้วิธีตรวจลอบจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ตั้งแต่ 2.00-3.00 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2530 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2531 ได้ตัวอย่างประชากรรวมทั้งสิ้น 80 คน

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างประชากรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

| กลุ่มโรงเรียน | โรงเรียนที่สุ่มได้   | ตัวอย่างประชากร |
|---------------|----------------------|-----------------|
| กลุ่มที่ 1    | มัธยมวัดมกุฎกษัตริย์ | 10              |
| กลุ่มที่ 2    | วัดสุทธิวราราม       | 10              |
| กลุ่มที่ 3    | ศรีอยุธยา            | 10              |
| กลุ่มที่ 4    | จันทร์หุ่นบำเพ็ญ     | 10              |
| กลุ่มที่ 5    | เทพศิลา              | 10              |
| กลุ่มที่ 6    | ปากน้ำวิทยาคม        | 10              |
| กลุ่มที่ 7    | วัดอินทาราม          | 10              |
| กลุ่มที่ 8    | วัดรางบัว            | 10              |
|               | รวม                  | 80              |

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ค012) เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ"

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ" ตามหนังสือแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และเอกสารจากสำนักทดสอบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

2. สร้างแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 2 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เรื่อง "ภาคตัดกรวย" จำนวน 12 ข้อ (ดูภาคผนวก ค หน้า 93-94) ดังจุดประสงค์การเรียนรู้ต่อไปนี้

1. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงกลมได้
2. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นพาราโบลาได้
3. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นวงรีได้
4. เขียนความสัมพันธ์ที่มีกราฟเป็นไฮเพอร์โบลาได้

ชุดที่ 2 แบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง "ตรีโกณมิติ" จำนวน 8 ข้อ (ดูภาคผนวก ค หน้า 95 - 96) ตั้งจุดประสงค์การ  
เรียนรู้ต่อไปนี้

1. บอกค่าฟังก์ชันไซน์และโคไซน์ของจำนวนจริงใด ๆ ได้โดย  
แสดงค่าของจำนวนจริงเหล่านั้น ให้อยู่ในรูปค่าของฟังก์ชัน  
ของจำนวนจริงตั้งแต่ 0 ถึง  $\pi$
2. หาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติของจำนวนจริงและมุมต่าง ๆ ได้  
ครบ 6 ฟังก์ชัน
3. หาค่าของจำนวนจริงจากสมการของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้
4. เขียนและอ่านกราฟของฟังก์ชันตรีโกณมิติได้

3. นำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ เรื่อง  
"ตรีโกณมิติ" จำนวน 12 ข้อ และ 8 ข้อ ตามลำดับ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไข  
แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับจุดประสงค์  
การเรียนรู้ แล้วนำข้อเสนอนั้น มาปรับปรุงแบบทดสอบให้ดีขึ้น แล้วเลือกแบบทดสอบที่  
ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ามีความครอบคลุมของเนื้อหา และความตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้มา  
เรื่องละ 6 ข้อ เพื่อให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการทดสอบ (ดูภาคผนวก ค หน้า  
98-99)

4. นำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ เรื่อง  
"ตรีโกณมิติ" เรื่องละ 6 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากข้อ 3 ไปให้ครูผู้สอนคณิตศาสตร์  
จำนวน 5 คน วิจารณ์ตัดสินว่า ข้อสอบแต่ละข้อวัดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการจะ  
วัดได้ครอบคลุมหรือไม่ หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบมาปรับปรุงข้อคำถามให้ดียิ่งขึ้น

5. นำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ เรื่อง  
"ตรีโกณมิติ" เรื่องละ 6 ข้อ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากข้อ 4 ไปทดลองใช้ (Try Out)  
กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2531  
โรงเรียนฤทธิยะวรรณาลัยและโรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพมหานคร โรงเรียนละ 15  
คน รวมนักเรียนทั้งสิ้น 30 คน โดยนักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด นำคะแนน  
คำตอบที่ได้จากการทดสอบทั้ง 2 ชุดมาตรวจให้คะแนน คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน  
แล้วทำการวิเคราะห์เนื้อหา ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบได้ค่าความเที่ยงเป็น 0.89 ,  
0.90 ตามลำดับ แล้วหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ได้ค่าความยากตั้งแต่  
0.35-0.85 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.75 ทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า  
ความยากตั้งแต่ 0.46 ถึง 0.76 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.40 ถึง 0.72 ได้แบบ  
ทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่องภาคตัดกรวยและเรื่องตรีโกณมิติ เรื่องละ 4 ข้อ (ดู  
ภาคผนวก ค หน้า 100-101)

6. นำแบบทดสอบในข้อ 5 ไปทดลองใช้อีกครั้งหนึ่งกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดไตรมิตรวิทยาลัยและโรงเรียน  
 กุณนทีรุทธารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างประชากรโรงเรียนละ 10 คน  
 รวมทั้งสิ้น 20 คน โดยนักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด นำกระดาษคำตอบที่ได้  
 จากแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด มาตรวจให้คะแนน คะแนนเต็มข้อละ 10 คะแนน (ดูภาคผนวก  
 จ หน้า 112-120) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ได้ค่า  
 ความเที่ยงเป็น 0.92 , 0.96 ตามลำดับ แล้วหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก  
 ได้ค่าความยากระหว่าง 0.47-0.56, 0.68-0.84 และค่าอำนาจจำแนกระหว่าง  
 0.68-0.80, 0.65-0.74 (ดูภาคผนวก ค หน้า 103) ตามลำดับ แล้วนำไปใช้กับ  
 ตัวอย่างประชากรต่อไป

ในการตรวจแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเกณฑ์  
 การพิจารณาข้อบกพร่องของแบบทดสอบ เป็นดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อบกพร่องของแบบทดสอบคณิตศาสตร์  
 แบบอัตนัย และเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องของแบบทดสอบ ตามแนวของ นิทลา  
 โมว์โซวิทซ์-ฮาดาร์ และคณะ (Nitsa Movshovitz-Hadar and other 1987 :  
 3-14) ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับมาเพียง 5 ด้าน จากทั้งหมด 6 ด้าน โดยตัดด้านที่ 3 การอ้าง  
 อิงวิธีการคิดหาเหตุผลที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเหมาะกับเนื้อหาที่เป็นการศึกษาเหตุและผล เช่น  
 เรื่อง "ตรรกศาสตร์" และ "เรขาคณิต" แต่ไม่เหมาะกับเรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ  
 "ตรีโกณมิติ" เพราะทั้งสองเรื่องต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์หลายเรื่อง แล้ว  
 นำเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ไปให้อาจารย์  
 ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจแก้ไขเกณฑ์ข้อบกพร่อง ได้เกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องใน  
 การทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยเป็นดังนี้

1.1 การใช้ข้อมูล มีข้อผิดพลาดในการใช้ข้อมูลผิด ดังนี้

- 1.1.1 นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน
- 1.1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา
- 1.1.3 ใช้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาทดแทน
- 1.1.4 ทำผิดคำสั่งโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ
- 1.1.5 นำข้อมูลที่กำหนดไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง
- 1.1.6 ต้องการหาในสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลที่กำหนดให้
- 1.1.7 ใช้หน่วยผิด
- 1.1.8 ลอกใจหาคำผิด

1.2 การตีความด้านภาษา มีข้อผิดพลาดในการใช้ภาษา ดังนี้

- 1.2.1 ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ถูกต้อง
- 1.2.2 ไม่เข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้
- 1.2.3 เขียนและอ่านกราฟไม่ถูกต้อง

1.3 การใช้ทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม มีข้อผิดพลาดในด้านการ  
บิดเบือนทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม ดังนี้

1.3.1 ประยุกต์ใช้ทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข

1.3.2 ใช้กฎไม่ถูกต้อง

1.3.3 จำสูตรผิด

1.4 การตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา มีข้อผิดพลาดเพราะไม่มี  
การตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา คำตอบผิดไปจากที่โจทย์ต้องการแต่ขั้นตอนถูกต้อง

1.5 เทคนิคการทำแบบสอบ มีข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ ดังนี้

1.5.1 ขกพร่องในการคิดคำนวณ

1.5.2 ขกพร่องในการใช้ข้อมูลจากตาราง

1.5.3 ขกพร่องในการใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตเบื้องต้น

2. นำเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย  
จากข้อ 1 ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ให้ข้อเสนอแนะแล้วปรับปรุงแก้ไข โดยตัดข้อ 1.1.7,  
1.1.8, 1.5.4 ปรับข้อ 1.1.2 และ 1.1.3 เป็นข้อ 2.1.2 ปรับข้อ 1.3.2 และ  
1.3.3, เป็น ข้อ 2.3.2 และเพิ่มข้อ 2.3.3 ได้เกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องในการทำ  
แบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยเป็นดังนี้

2.1 การใช้ข้อมูล

2.1.1 นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน

2.1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้  
ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาทดแทน

2.1.3 ทำผิดคำสั่งโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ

2.1.4 นำข้อมูลที่กำหนดให้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง

2.2 การตีความด้านภาษา

2.2.1 ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่  
ถูกต้อง

2.2.2 ไม่เข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้

2.2.3 เขียนและอ่านกราฟไม่ถูกต้อง

2.3 การใช้ทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม

2.3.1 ประยุกต์ใช้ทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข

2.3.2 ใช้กฎไม่ถูกต้อง จำสูตรผิด ใช้สัญลักษณ์ผิด

2.3.3 ประยุกต์ใช้นิยามผิดจากเงื่อนไข

2.4 ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา คำตอบจึงผิดไปจากที่  
โจทย์ต้องการแต่ขั้นตอนถูกต้อง

## 2.5 เทคนิคการทำแบบสอบ

2.5.1 บทพร้อมในการคิดคำนวณ

2.5.2 บทพร้อมในการใช้ข้อมูลจากตาราง

2.5.3 บทพร้อมในการใช้สัญลักษณ์ทางพีชคณิตเบื้องต้น

4. นำเกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย ไปให้ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 102) จำนวน 10 ท่าน ดูความสอดคล้องกับเนื้อหา ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งครูผู้สอนได้เสนอแนะปรับปรุง โดยปรับข้อ 2.2.3 เป็น ข้อ 3.2.3 และ 3.2.4 และได้เพิ่มข้อ 3.1.5, 3.4.2, 3.4.3, และ 3.4.4 ได้ เกณฑ์การพิจารณาข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยเป็นดังนี้

### 3.1 การใช้ข้อมูล

3.1.1 นักเรียนไม่ได้ใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ แต่ใช้ข้อมูลอื่นแทน

3.1.2 ละเลยข้อมูลที่จำเป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา และใช้ ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาทดแทน

3.1.3 ทำผิดคำสั่งโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ

3.1.4 นำข้อมูลที่กำหนดให้ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง

3.1.5 ละเลยข้อกำหนดที่จำเป็นก่อนใช้ข้อมูล

### 3.2 การตีความด้านภาษา

3.2.1 ตีความจากประโยคภาษามาเป็นประโยคสัญลักษณ์ไม่ ถูกต้อง

3.2.2 ไม่เข้าใจในความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้

3.2.3 เขียนกราฟไม่ถูกต้อง

3.2.4 อ่านกราฟไม่ถูกต้อง

### 3.3 การใช้ทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม

3.3.1 ประยุกต์ใช้ทฤษฎีผิดจากเงื่อนไข

3.3.2 ใช้กฎไม่ถูกต้อง จำสูตรผิด ใช้สัญลักษณ์ผิด

3.3.3 ประยุกต์ใช้นิยามผิดจากเงื่อนไข

### 3.4 ไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา

3.4.1 ขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบไม่เป็นผลสำเร็จ

3.4.2 ขั้นตอนถูกต้อง แต่คำตอบผิดไปจากโจทย์ที่ต้องการ

3.4.3 ขั้นตอนถูกต้อง แต่บทพร้อมในการคำนวณ

3.4.4 ขั้นตอนผิด แต่คำตอบถูก

### 3.5 เทคนิคการทำแบบสอบ

- 3.5.1 บทพร้อมในการคิดคำนวณ
- 3.5.2 บทพร้อมในการใช้ข้อมูล
- 3.5.3 บทพร้อมในหลักนิพนธ์เบื้องต้น

นำเกณฑ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรต่อไป (ดูภาคผนวก ค หน้า 105-106)

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงอธิบดีกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยนำหนังสือไปติดต่อขอเวลาเพื่อทำการสอบด้วยตนเอง
2. การดำเนินการสอบ นำแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ" ไปสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร หลังจากนักเรียนได้เรียนจบในแต่ละเรื่อง แยกสอบ 2 ครั้ง ใช้เวลาในการสอบฉบับละ 1 ชั่วโมง และในการสอบทุกครั้งผู้วิจัยจะชี้แจงวัตถุประสงค์การสอบพร้อมทั้งประโยชน์ที่ได้รับ ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการสอบและตั้งใจทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ โดยก่อนลงมือทำการทดสอบ ผู้วิจัยจะอ่านคำชี้แจงของแบบทดสอบพร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ
3. ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล เริ่มตั้งแต่วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2532 ถึงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2532 รวม 39 วัน

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำกระดาษคำตอบของนักเรียนจากการทดลองใช้ (Try out) ครั้งที่ 1 มาฝึกวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ" ทั้งระยะไว้ 1 สัปดาห์ แล้วผู้วิจัยจึงนำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาฝึกวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัยเป็น ครั้งที่ 2 เพื่อให้เกิดความชำนาญในการวิเคราะห์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยไม่ได้นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้ง 2 ครั้ง มาใช้เป็นข้อมูลในการวิจัย
2. ผู้วิจัยนำกระดาษคำตอบของนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรมาวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการทำแบบทดสอบคณิตศาสตร์แบบอัตนัย เรื่อง "ภาคตัดกรวย" และ "ตรีโกณมิติ" โดยแยกวิเคราะห์เป็นรายข้อ แต่ละข้อทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะทิ้งระยะห่างกัน 1 สัปดาห์ แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ใหม่อีกครั้ง เมื่อทำการวิเคราะห์ได้ 2 ครั้ง ผู้วิจัยจึงนำผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 ครั้งมาเทียบกัน ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้

ทั้ง 2 ครั้งใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงถือว่า ผู้วิจัยมีความเที่ยงในการวิเคราะห์ติพอ จึงทำการวิเคราะห์ครั้งที่ 3 แล้วนำผลการวิเคราะห์ ในครั้งที่ 3 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแต่ละข้อ ในการวิเคราะห์แต่ละข้อผู้วิจัยจะหาความถี่ พร้อมทั้งหาสาเหตุความบกพร่อง

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การคำนวณค่าความยากของแบบทดสอบแบบอัตนัย (Index of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอัตนัย (Index of Discrimination) โดยใช้สูตร

$$\text{Index of Difficulty (P)} = \frac{S_H + S_L - (n_T)(X_{min})}{n_T (x_{max} - x_{min})}$$

$$\text{Index of Discrimination (r)} = \frac{S_H - S_L}{n_H (x_{max} - x_{min})}$$

|       |           |  |
|-------|-----------|--|
| เมื่อ | $S_H$     | แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง                |
|       | $S_L$     | แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ                |
|       | $X_{max}$ | แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้              |
|       | $X_{min}$ | แทน คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้              |
|       | $n_T$     | แทน จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ |
|       | $n_H$     | แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง              |

(D.R. Whitney and D.L. Dabers อ้างถึงในโกวิทย์ ประवालพถกซ์ และสมศักดิ์ ลินธุระเวช 2527: 197-199)



2. การคำนวณค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา  
( Coefficient Alpha )

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง  
 $n$  แทน จำนวนของข้อสอบ  
 $s_i^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบเป็นรายข้อ  
 $s_t^2$  แทน คะแนนความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

(ส่วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2528 : 170-172)

3. การคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N-1}}$$

เมื่อ  $s_x$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  แทน คะแนนของตัวอย่างตัวอย่างประชากรแต่ละคน  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนของตัวอย่างประชากร  
 $N$  แทน จำนวนตัวอย่างประชากร  
 (ประคอง กรรณสูต 2530 : 76)