



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ประชากรและตัวอย่างประชากร
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### การศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และรายงานการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนของครู ความตระหนักในเมตาคognition และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในรายวิชา ค012 เรื่อง “ภาคตัดกรวย” และ “ฟังก์ชัน” ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือและการวิจัย

#### ประชากรและตัวอย่างประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ในโรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยดำเนินการสุ่มตัวอย่างประชากร โดยวิธีสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling) ดังนี้

1. สุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีอยู่ 8 กลุ่มโรงเรียน โดยวิธีสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มากกลุ่มละ 2 โรงเรียน รวม 16 โรงเรียน
2. สุ่มห้องเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จากแต่ละโรงเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 1. โดยวิธีสุ่มแบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาโรงเรียนละ 2 ห้องเรียน

โดยห้องเรียนที่สุ่มได้ทั้ง 2 ห้องเรียนต้องเป็นห้องที่ครูคณิตศาสตร์เป็นคนละคนกันสอน ได้ทั้งหมด 11 โรงเรียน จึงเหลืออีก 5 โรงเรียน ซึ่งอยู่ในกรณีที่ทั้ง 2 ห้องเรียนที่สุ่มได้เป็นห้องที่มีครูคณิตศาสตร์ เป็นคนเดียวกันสอน ได้ทำการสุ่มเลือกมาเพียงห้องเดียว แล้วสุ่มโรงเรียนอื่นในกลุ่มของโรงเรียนที่มีปัญหานั้นเพิ่มแทนอีก 1 โรงเรียนเพื่อให้ได้อีก 1 ห้องเรียน ที่ครูคณิตศาสตร์เป็นคนละคนกันสอน ทำให้ได้โรงเรียนเพิ่มอีก 5 โรงเรียน จึงมีจำนวนโรงเรียนที่สุ่มได้ทั้งหมด 21 โรงเรียน ซึ่งให้ห้องเรียนทั้งหมด 32 ห้องเรียน

3. สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเรียนที่สุ่มได้ในข้อ 2 โดยสุ่มมาห้องเรียนละ 20 คน ได้ตัวอย่างประชากรรวม 640 คน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ชุด คือ แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของของนักเรียน แบบวัดความตระหนักในเมตาคอนนิชัน และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. แบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีวิธีดำเนินการสร้าง ดังนี้

1.1 สร้างแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 4 ระดับ จำนวน 36 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

1.1.2 พฤติกรรมการสอนการแก้ปัญหา หมายถึง พฤติกรรมการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ตามแนวคิดในการแก้ปัญหาของโพลยา (Polya) ซึ่งประกอบด้วย

พฤติกรรมการสอนการทำความเข้าใจปัญหา (ข้อ 7-11)	5 ข้อ
พฤติกรรมการสอนการวางแผนการแก้ปัญหา (ข้อ 14-16)	3 ข้อ
พฤติกรรมการสอนการดำเนินการตามแผน (ข้อ 18-19)	2 ข้อ
พฤติกรรมการสอนการตรวจสอบ (ข้อ 27-29)	3 ข้อ
รวม	13 ข้อ

1.1.3 พฤติกรรมที่แสดงทักษะการสอนที่ช่วยส่งเสริมการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ทักษะการสอนที่ครูคณิตศาสตร์ใช้ในการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ได้แก่ ทักษะการนำเข้าสู่บทเรียน ทักษะการสรุปบทเรียน ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการยกตัวอย่าง ทักษะการใช้สื่อการเรียนการสอน ทักษะการให้แบบฝึกหัด ทักษะการใช้กระดานดำ ทักษะแรงจูงใจ และทักษะการเสริมสร้างกำลังใจ (ข้อ 1-6, 12-13, 17, 20-26, 30-36) รวม 23 ข้อ

1.2 กำหนดระดับความคิดเห็นของนักเรียนต่อพฤติกรรมการสอนของครูและ  
 นำหนักคะแนนดังนี้

ปฏิบัติมากที่สุด (ประมาณ 75-100% ของเวลาสอนทั้งหมด)	ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติมาก (ประมาณ 50- 74% ของเวลาสอนทั้งหมด)	ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติน้อย (ประมาณ 25-49% ของเวลาสอนทั้งหมด)	ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติน้อยที่สุด (ประมาณน้อยกว่า 25 % ของเวลาสอนทั้งหมด)	ให้ 1 คะแนน

1.3 นำแบบสอบถามไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไป  
 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความครอบคลุมของ  
 ข้อคำถามและความชัดเจนของภาษาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข  
 โดยผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำแก้ไขข้อความจำนวน 10 ข้อ ดังนี้

ข้อความ ข้อ 9. ให้มีการวาดรูปอย่างคร่าว ๆ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของ  
 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้

ปรับปรุงเป็น ให้มีการวาดรูปช่วยในการคิดหรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่  
 โจทย์กำหนดมาให้ในบางข้อที่จำเป็น

ข้อความ ข้อ 10. ให้มีการแยกปัญหานั้น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ สำหรับ  
 ปัญหาที่สลับซับซ้อน

ปรับปรุงเป็น ให้มีการแยกปัญหานั้น ๆ ออกเป็นปัญหาย่อย ๆ สำหรับการแก้  
 โจทย์ปัญหาที่ยาก

ข้อความ ข้อ 12. อธิบายให้เข้าใจเกี่ยวกับสูตรก่อนที่จะให้จำสูตรไปใช้  
 ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ปรับปรุงเป็น อธิบายความหมายของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในสูตรและการนำไปใช้  
 ให้ก่อนที่จะให้จำสูตรไปใช้

ข้อความ ข้อ 13. ชี้ให้เห็นถึงข้อแตกต่างระหว่างโจทย์ปัญหาที่เคยทำไปแล้ว  
 กับโจทย์ในข้อนั้น ๆ

ปรับปรุงเป็น ชี้ให้เห็นถึงข้อแตกต่างระหว่างโจทย์ปัญหาที่เคยทำไปแล้วกับ  
 โจทย์ปัญหาที่กำลังทำอยู่

ข้อความ ข้อ 14. ให้อิสระแก่นักเรียนในการใช้ความคิดแก้ปัญหาคณิต  
 ศาสตร์ในข้อนั้น ๆ

ปรับปรุงเป็น ให้อิสระแก่นักเรียนในการแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการ  
 แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ข้อความ ข้อ 18. ให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบโดยใช้ความรู้เท่าที่มีอยู่  
 เป็น เครื่องมือในการคิดหาคำตอบ

ปรับปรุงเป็น ให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบโดยใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วเป็นเครื่องมือในการคิดหาคำตอบ

ข้อความ ข้อ 19. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาด้วยตนเองในขั้นตอนที่ทำได้เอง

ปรับปรุงเป็น ให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองตามแนวคิดที่วางไว้

ข้อความ ข้อ 24. ให้มีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ เมื่อมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

ปรับปรุงเป็น ให้มีการอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการแก้ปัญหาข้อนั้น ๆ เมื่อแต่ละคนมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน

ข้อความ ข้อ 29. ให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ข้อนั้น ๆ

ปรับปรุงเป็น ให้นักเรียนคิดหาวิธีการอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์แต่ละข้อ

ข้อความ ข้อ 31. มีการสรุปเนื้อหาที่สอนไปทั้งหมดในตอนท้ายของคาบเรียน

ปรับปรุงเป็น มีการสรุปเนื้อหาในตอนท้ายของแต่ละคาบเรียน

1.4 นำแบบสอบถามที่แก้ไขแล้วจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนอัสสัมชัญกรุงเทพฯ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 55 คน

1.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบสอบถาม มาคำนวณหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค ได้ค่าแอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 0.87 แล้วนำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างประชากรจริง

2. แบบวัดความตระหนักในเมตาคognition ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยศึกษาแนวคิดจากแบบสำรวจความตระหนักในเมตาคognition ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของฟอตูนาโต (Fortunato 1991 : 39) โดยมีวิธีดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 สร้างแบบวัดความตระหนักในเมตาคognition เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 4 ระดับ จำนวน 37 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

ความตระหนักในการวางแผน	13	ข้อ
ความตระหนักในการควบคุมตรวจสอบ	13	ข้อ
ความตระหนักในการประเมินผล	11	ข้อ

2.2 กำหนดระดับของการปฏิบัติของตัวนักเรียนและนำหนักคะแนนดังนี้

- ให้ 4 คะแนน  
 ปฏิบัติบ่อยมากที่สุด (ประมาณ 75-100% ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)
- ให้ 3 คะแนน  
 ปฏิบัติบ่อยมาก (ประมาณ 50-74% ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)
- ให้ 2 คะแนน  
 ปฏิบัติน้อย (ประมาณ 25-49% ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)
- ให้ 1 คะแนน  
 ปฏิบัติน้อยที่สุด (ประมาณน้อยกว่า 25% ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์)

2.3 นำแบบวัดไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจแก้ไขปรับปรุง แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความครอบคลุมของข้อคำถามและความชัดเจนของภาษาและให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไขข้อความจำนวน 3 ข้อ ดังนี้

ข้อความ ข้อ 3. ชิดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์กำหนดมาให้หรือเขียนออกมาอย่างย่อ ๆ

ปรับปรุงเป็น ชิดเส้นใต้ข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์ กำหนดมาให้ กับ เขียนข้อมูลที่สำคัญที่โจทย์กำหนดมาให้ออกมาอย่างย่อ ๆ รวมเป็น 2 ข้อ

ข้อความ ข้อ 7. พิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ในข้อนั้นว่ามีอะไรจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรับปรุงเป็น พิจารณาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ว่ามีข้อมูลใดที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข้อความ ข้อ 25. ตรวจสอบว่าสูตรที่จะใช้ต้องทำการพลิกแพลงให้เหมาะสมก่อนหรือไม่ขณะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรับปรุงเป็น ตรวจสอบว่าจะต้องดัดแปลงสูตรที่ใช้ให้เหมาะสมก่อนหรือไม่ในขณะแก้ปัญหา

2.4 นำแบบวัดที่ได้แก้ไขแล้วซึ่งจากเดิม 37 ข้อ เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็น 38 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย

ความตระหนักในการวางแผน (ข้อ 1-14)	14 ข้อ
ความตระหนักในการควบคุมตรวจสอบ (ข้อ 15-31)	17 ข้อ
ความตระหนักในการประเมินผล (ข้อ 32-38)	7 ข้อ

ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนอัสสัมชัญ กรุงเทพฯ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 55 คน

2.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัด มาคำนวณหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ ) เท่ากับ 0.88 แล้วนำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างประชากรจริง

3. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบอัตนัย จำนวน 16 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย 8 ข้อและแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน 8 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะมีคำถามย่อย ๆ 3 ข้อ เพื่อถามให้นักเรียนแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนในการแก้ปัญหา และการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องตามลำดับอย่างละ 1 ข้อ

3.2 สร้างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นแบบอัตนัยที่แสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละข้อทั้ง 16 ข้อ โดยแต่ละข้อให้คะแนนเต็ม 10 คะแนน ซึ่งแบ่งเป็นคะแนนของขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหา ขั้นตอนการวางแผนในการแก้ปัญหา และขั้นตอนการดำเนินการตามแผนเพื่อหาคำตอบที่ถูกต้องตามความเหมาะสมของโจทย์แต่ละข้อ โดยการให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนเป็นอิสระต่อกัน และการให้คะแนนในแต่ละส่วนนั้นจะมี 3 ลักษณะ คือ ให้ 0 คะแนน ในกรณีที่ทำไม่ได้หรือผิดพลาดในส่วนนั้น ให้คะแนนเท่ากับครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มในกรณีที่ทำถูกบ้าง และให้คะแนนเท่ากับคะแนนเต็มในกรณีที่ทำถูกต้องหมด

3.3 นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบ และการตรวจให้คะแนน โดยผู้ทรงคุณวุฒิให้คำแนะนำ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

3.3.1 การวาดรูปในโจทย์แต่ละข้อของเรื่องภาคตัดกรวยต้องให้ถูกต้องตามความเป็นจริงเพราะมีการกำหนดการให้คะแนนในส่วนนี้ไว้ด้วย

3.3.2 ควรทำคำตอบของสมการกราฟต่าง ๆ ในเรื่องภาคตัดกรวย ที่ได้ให้เป็นรูปทั่วไป

3.3.3 การปรับปรุงคำถามของโจทย์ทั้งในเรื่องภาคตัดกรวยและฟังก์ชันเรียงตามลำดับ 9 ข้อ ดังนี้

ข้อ 1.2 จากรูปมีความสัมพันธ์ใดที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้โจทย์ข้อนี้ได้

ปรับปรุงเป็น จากรูปมีความสัมพันธ์ใดที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ โจทย์ข้อนี้ได้ ถ้ากำหนดจุดศูนย์กลางคือ  $C(h, k)$

ข้อ 2.1 จงเขียนภาพจากโจทย์แสดงเส้นไคเรตริกซ์ จุดศูนย์กลางของ วงกลม และพาราโบลาอย่างคร่าว ๆ

ปรับปรุงเป็น จากโจทย์จงเขียนรูปแสดงเส้นไคเรตริกซ์ จุดศูนย์กลาง ของวงกลมและพาราโบลาอย่างคร่าว ๆ

ข้อ 5.2 จากรูปมีความสัมพันธ์ใดที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ โจทย์ข้อนี้ได้

ปรับปรุงเป็น จากรูปมีความสัมพันธ์ใดที่นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ โจทย์ข้อนี้ได้ ถ้ากำหนดจุดศูนย์กลางคือ  $C(h, k)$

ข้อ 6 จงหาสมการของพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่บนเส้นตรง  $2x + y - 7 = 0$  และผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม  $x^2 + y^2 - 12x + 2y + 12 = 0$  โดยแกนของพาราโบลามี สมการ  $y - 3 = 0$

ปรับปรุงเป็น จงหาสมการของพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่บนเส้นตรง  $2x+y-7 = 0$  และกราฟของพาราโบลารูปนี้ผ่านจุด  $(6, -1)$  โดยแกนของพาราโบลามีสมการ  $y - 3 = 0$

ข้อ 7 จงหาสมการของวงรีที่มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่จุดตัดกันของเส้นตรง  $3x + y - 14 = 0$  กับเส้นตรง  $5x - 4y + 22 = 0$  จุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่  $(2, -2)$  และมีจุด ศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง  $2x + 3y - 10 = 0$

ปรับปรุงเป็น จงหาสมการของวงรีที่มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่  $(2, 8)$  จุด โฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่  $(-2, -2)$  และมีจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง  $2x + 3y - 10 = 0$

ข้อ 3.1  $(f^{-1} \circ g^{-1})(x)$  มีค่าเท่ากับเท่าไร

ปรับปรุงเป็น จากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้  $(f^{-1} \circ g^{-1})(x)$  มีค่าเท่ากับเท่าไร

ข้อ 4.2 ในการหา  $f^{-1} \circ g$  นักเรียนต้องคำนวณหาค่าสิ่งใดบ้าง

ปรับปรุงเป็น ในการหา  $f^{-1} \circ g$  นักเรียนต้องหาค่าของฟังก์ชันใดบ้าง

ข้อ 7.1 จากบทนิยามของฟังก์ชันคอมโพสิทั้น  $(f \circ g)(x)$  มีความหมาย อย่างไร

ปรับปรุงเป็น จากบทนิยามของฟังก์ชันคอมโพสิทั้น ค่าของ  $(f \circ g)(x)$  จะ เท่ากับอะไร

ข้อ 8 ถ้า  $f(x) = ax^2 + b$  กำหนดให้  $f(-1) = 2$  และ  $f(3) = 26$  และ  $(f \circ g)(x) = 3(g(x))^2 - 2g(x) + 1$  จงหาค่าของ  $g(x)$

ปรับปรุงเป็น ถ้า  $f(x) = ax^2 + b$  กำหนดให้  $f(-1) = 2$  และ  $f(3) = 26$  และ  $g$  เป็นฟังก์ชันที่ทำให้  $(f \circ g)(x) = 3(g(x))^2 - 2g(x) + 1$  จงหาค่าของ  $g(x)$

3.3.4 การปรับปรุงเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบอัตนัย ผู้ทรงคุณวุฒิได้ปรับปรุงเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบแบ่งเป็น 3 ด้าน ดังนี้

3.3.4.1 การปรับปรุงเฉลยคำตอบของโจทย์ในเรื่องฟังก์ชันทั้งหมด 2 ข้อ ดังนี้

ข้อ 2.2 เฉลย  $(g - f)(x)$

ปรับปรุงเป็น เฉลย  $(g - f)(x)$  หรือ  $g(x) - f(x)$

ข้อ 4.2 เฉลย  $f^{-1}(x)$  และ  $(f^{-1} \circ g)(x)$

ปรับปรุงเป็น เฉลย  $f^{-1}$  และ  $f^{-1} \circ g$

3.3.4.2 การปรับปรุงเฉลยวิธีการหาคำตอบที่ถูกต้องในโจทย์เรื่องฟังก์ชัน ซึ่งอาจมีวิธีการหาคำตอบได้มากกว่า 1 วิธี ในข้อ 1.3 และข้อ 7.3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

3.3.4.3 การปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ผู้ทรงคุณวุฒิได้ปรับปรุงเกณฑ์การตรวจให้คะแนนในเรื่องภาคตัดกรวย ข้อ 2 และในเรื่องฟังก์ชัน ข้อ 5 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ)

3.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 16 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ฉ) ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนอัสสัมชัญคอนแวนต์ ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 55 คน

3.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบมาคำนวณหาค่าความเที่ยง โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้คือค่าความเที่ยงตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป พร้อมทั้งหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอัตนัย โดยค่าความยากอยู่ในระดับ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.81 และค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ค่าความยาก(P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 1

เรื่อง	ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ภาคตัดกรวย	1*	0.54	0.84
	2	0.70	0.60
	3	0.73	0.54
	4	0.51	0.87
	5	0.45	0.55
	6*	0.65	0.68
	7*	0.55	0.89
	8*	0.53	0.94
ฟังก์ชัน	1*	0.50	0.92
	2*	0.39	0.78
	3*	0.44	0.80
	4	0.46	0.85
	5	0.34	0.58
	6	0.61	0.67
	7	0.39	0.72
	8*	0.42	0.92

\* ข้อที่เลือก

3.6 เลือกข้อสอบเพื่อนำไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 เนื่องจากข้อสอบที่นำไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 ทุกข้อได้ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกครบตามเกณฑ์ในข้อ 3.5 แต่ต้องใช้เวลาทั้งหมดในการทดสอบนักเรียนถึง 4 คาบ ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะแต่ละโรงเรียนไม่สามารถให้เวลาแก่ผู้วิจัยในการทดสอบนักเรียนถึง 4 คาบได้ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกแบบทดสอบในแต่ละเรื่องขึ้นมาอย่างละ 4 ข้อรวม 8 ข้อ เพื่อจะได้ใช้เวลาในการทดสอบนักเรียนเพียง 2 คาบ โดยในการเลือกข้อสอบแต่ละเรื่องให้ใช้ค่าอำนาจจำแนกเป็นเกณฑ์ใน

การเลือกเพราะข้อสอบที่สร้างขึ้นในแต่ละเรื่องซึ่งมี 8 ข้อ จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 ประกอบด้วย ข้อ 1-4 และชุดที่ 2 ประกอบด้วย ข้อ 5-8 โดยในแต่ละชุดจะมีข้อสอบที่มีความคล้ายคลึงกันเรียงตามลำดับ คือ

ข้อสอบข้อที่ 1 จะมีความคล้ายคลึงกับข้อสอบข้อที่ 5

ข้อสอบข้อที่ 2 จะมีความคล้ายคลึงกับข้อสอบข้อที่ 6

ข้อสอบข้อที่ 3 จะมีความคล้ายคลึงกับข้อสอบข้อที่ 7

ข้อสอบข้อที่ 4 จะมีความคล้ายคลึงกับข้อสอบข้อที่ 8

ซึ่งในแต่ละคู่ถ้าข้อใดมีค่าอำนาจจำแนกสูงกว่าให้เลือกข้อนั้น

3.7 นำแบบทดสอบทั้งหมด 8 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนธรรมาภิบาลราชบุรี ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 36 คน

3.8 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้แบบทดสอบครั้งที่ 2 มาคำนวณหาค่าความเที่ยง ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เกณฑ์ในข้อ 3.5 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.90 และค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2

เรื่อง	ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
ภาคตัดกรวย	1	0.31	0.60
	2	0.28	0.55
	3	0.46	0.91
	4	0.31	0.62
ฟังก์ชัน	1	0.50	0.99
	2	0.45	0.90
	3	0.47	0.94
	4	0.42	0.83

3.9 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างประชากรจริง



## การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ผู้วิจัยนำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงอธิบดีกรมสามัญศึกษากระทรวงศึกษาธิการ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร

2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากร โดยขอเวลาในการทำแบบสอบทั้ง 3 ชุด โรงเรียนละ 2 คาบ ประมาณ 100 นาที ซึ่งการสอบทุกครั้ง ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสอบพร้อมทั้งประโยชน์ที่ได้รับให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการสอบและตั้งใจทำข้อสอบอย่างเต็มความสามารถ โดยก่อนลงมือทำการทดสอบผู้วิจัยได้อ่านคำชี้แจงของแบบทดสอบ พร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนทุกครั้ง

3. ผลการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับแบบสอบถาม แบบวัด และแบบทดสอบจากนักเรียนที่เป็นตัวอย่างประชากรครบตามจำนวนที่ต้องการ

## การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่ามัชฌิมเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยกำหนดการแปลความหมายของร้อยละของมัชฌิมเลขคณิตที่คำนวณได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเกณฑ์ ดังนี้

80-100	หมายความว่า	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีมาก
70-79	หมายความว่า	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดี
60-69	หมายความว่า	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ปานกลาง
50-59	หมายความว่า	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
0-49	หมายความว่า	มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ

(คู่มือการประเมินผลการเรียน 2533 : 24)

2. หาค่าสัมพันธภาพในทีละคู่โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient correlation) ระหว่างคะแนนแต่ละชุดดังนี้

2.1 พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2 ความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 พฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนกับความตระหนักในเมตาคอกนิชัน

3. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แต่ละคู่ที่คำนวณได้โดยการทดสอบค่าที (t-test)

4. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน และความตระหนักในเมตาคอกนิชัน กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. ทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การคำนวณหาค่าความเที่ยงของแบบสอบถามพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียน แบบวัดความตระหนักในเมตาคอกนิชัน และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค ดังนี้

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

เมื่อ $\alpha$	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบสอบ
$k$	แทน	จำนวนข้อในแบบสอบ
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ
$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

(Cronbach 1970 : 161)

2. การคำนวณหาค่าความยากของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย (Index of Difficulty) และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอัตนัย (Index of Discrimination) โดยใช้สูตร

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

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

เมื่อ $S_h$ แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง
$S_l$ แทน	ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ
$X_{\max}$ แทน	คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้
$X_{\min}$ แทน	คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้
$n_t$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
$n_h$ แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

(D.R. Whitney and D. L. Sabers อ้างถึงใน โกวิทย์ ประवालพฤกษ์ และสมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ 2523 : 197-199)

3. การคำนวณหาค่ามัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตร

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่ามัชฌิมเลขคณิต

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนน

$n$  แทน จำนวนคนในกลุ่ม

(Ferguson 1981 : 47)

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

- เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน  
 $(\sum X)^2$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม  
 (Ferguson 1981 : 64)

4. การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product moment coefficient correlation) ระหว่างคะแนนแต่ละชุด

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- เมื่อ  $r_{XY}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรที่ 1 และตัวแปรที่ 2  
 $X$  แทน คะแนนของตัวแปรที่ 1  
 $Y$  แทน คะแนนของตัวแปรที่ 2  
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง  
 (Guildford 1979 : 83)

5. การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) ระหว่างพฤติกรรมการสอนของครูตามการรับรู้ของนักเรียนและความตระหนักในเมตาคognition กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

$$R_{Y, X_1, X_2} = \sqrt{\frac{r_{X_1 Y}^2 + r_{X_2 Y}^2 - 2r_{X_1 Y} r_{X_2 Y} r_{X_1 X_2}}{1 - r_{X_1 X_2}^2}}$$

- เมื่อ  $R_{Y, X_1, X_2}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างคะแนนเกณฑ์ Y กับคะแนน  $X_1$  กับ  $X_2$
- $r_{X_1 Y}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนน  $X_1$  กับคะแนนเกณฑ์ Y
- $r_{X_2 Y}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนน  $X_2$  กับคะแนนเกณฑ์ Y
- $r_{X_1 X_2}$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างคะแนน  $X_1$  กับคะแนน  $X_2$

(ลัว้น สายยศ และอังคณา สายยศ 2531 : 76)

6. การทดสอบความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้ด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาความมีนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
- r แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
- N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- (Guilford 1979 : 83)

7. การทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{N-K-1}{K}$$

$$df_1 = K, \quad df_2 = N - K - 1$$

- เมื่อ F แทน ค่าสถิติ F  
R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณที่ต้องการทดสอบ  
N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง  
K แทน จำนวนตัวทำนาย  
(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2531 : 78)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย