

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย เพื่อพัฒนา และตรวจสอบโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรล ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การพัฒนาโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ

ผู้วิจัยสร้างโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และการวิจัยต่าง ๆ เพื่อสำรวจแนวคิดและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
2. คัดเลือกตัวแปรและแนวคิดที่สำคัญและให้นิยามเชิงปฏิบัติการที่สามารถวัดค่าได้
3. พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและแนวคิดที่ได้จากข้อ 2
4. เชื่อมโยงระบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจเป็นกรอบแนวคิด โดยใช้วิธีการ Backward Formulation เริ่มจากตัวแปรความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ย้อนกลับไปยังตัวแปรสาเหตุตามลำดับการเกิดที่ละตัวแปร พร้อมทั้งตั้งสมมติฐานและใช้แผนภาพแสดงการเชื่อมโยงตัวแปรในโมเดล
5. เสนอ โมเดลสมบูรณที่สร้างขึ้นเป็น โมเดลสมมติฐานของการวิจัย

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์
2. พัฒนาและปรับปรุงเครื่องมือที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้

4. นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 3 มาวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของตัวแปร และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์
5. ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคต้น ปีการศึกษา 2546 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออก ซึ่งประกอบด้วยโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ทั้งหมด 7 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด ปราจีนบุรี และสระแก้ว จำนวนทั้งสิ้น 31,959 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคต้น ปีการศึกษา 2546 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ภาคตะวันออก ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยมีขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ กฎแห่งความชัดเจน (Rule of Thumb) ที่ชูแมคเกอร์ และโลแมกซ์ แฮร์และคณะ (Schumacker & Lomax, 1996; Hair et al., 1998 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 311) ได้เสนอให้ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรพหุ คือ ใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 10-20 คน ต่อตัวแปรในการวิจัยหนึ่งตัวแปร ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ต่อ 1 ตัวแปร ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรสังเกตได้ 21 ตัวแปร จึงได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 420 คน

2. การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 2.1 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มรายชื่อจังหวัดทั้งหมดของภาคตะวันออก โดยคิดสัดส่วนเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนจังหวัดทั้งหมด ได้จำนวน 3 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา และระยอง

- 2.2 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มรายชื่อโรงเรียนจากแต่ละจังหวัดที่สุ่มได้จากข้อ 2.1 โดยคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 25 ของจำนวนโรงเรียนทั้งหมดในแต่ละจังหวัด ได้จำนวน 21 โรงเรียน

- 2.3 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มห้องเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้จากข้อ 2.2 มาโรงเรียนละ 1 ห้องเรียน

2.4 ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มนักเรียนจากห้องเรียนที่สุ่มได้จากข้อ 2.3 มาห้องเรียนละ 20 คน

รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อจังหวัด	จำนวนโรงเรียน (โรงเรียน)		จำนวนนักเรียน (คน)	
	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ชลบุรี	32	8	9,447	160
ฉะเชิงเทรา	32	8	5,134	160
ระยอง	19	5	4,877	100
รวม	83	21	19,458	420

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ตัวแปรภายในแฝง 5 ตัวแปร ได้แก่

1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัวแปร คือ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา ความสามารถในการดำเนินการตามแผน และความสามารถในการตรวจสอบผล

1.2 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 8 ตัวแปร คือ ความเป็นอิสระ การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ การต้องการความสำเร็จ การเลือกเสี่ยงในระดับที่เหมาะสม การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ การเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ การหวังผลระยะยาว และความผูกพันกับอนาคต

1.3 แบบการคิด ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร คือ แบบการคิด

1.4 ความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัวแปร คือ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านสรีระ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านอารมณ์ ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านความคิด และความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม

1.5 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัวแปร คือ เจตคติที่แสดงออกทางด้านความคิด เจตคติที่แสดงออกทางด้านความรู้สึก และเจตคติที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม

2. ตัวแปรภายนอกแฝง 1 ตัวแปร ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิมทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 1 ตัวแปร คือ เกรดเฉลี่ยสะสมในวิชาคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 4 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 มี 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐาน มีลักษณะให้เติมคำในช่องว่างและแบบตรวจสอบรายการ สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน ได้แก่ เพศ รหัสประจำตัว และชื่อโรงเรียน

ตอนที่ 2 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบวัดเจตคติที่วิโชค พงษ์ศิริ (2540) ได้พัฒนาขึ้น มีจำนวน 25 ข้อ โครงสร้างเนื้อหาแบบวัดมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบหลัก	จำนวนข้อ	ข้อที่
1. เจตคติที่แสดงออกทางด้านความคิด	8	1 - 8
2. เจตคติที่แสดงออกทางด้านความรู้สึก	9	9 - 17
3. เจตคติที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม	8	18 - 25

การให้คะแนน และการตีความหมายคะแนน

ลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อความสำหรับนักเรียนพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมในระดับใด ซึ่งมีลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน มากกว่า 80% ขึ้นไป

มาก หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 61-80 %

ปานกลาง หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 41-60 %

น้อย หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 20-40%

น้อยที่สุด หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน ต่ำกว่า 20% ลงมา

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ข้อความทางบวก จำนวน 24 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 และ 25 ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5	คะแนน
มาก	ให้ค่าคะแนน	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้ค่าคะแนน	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1	คะแนน

ข้อความทางลบ จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 15 ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1	คะแนน
มาก	ให้ค่าคะแนน	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้ค่าคะแนน	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5	คะแนน

ตอนที่ 3 แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบวัดที่จินตนา เล็กถ้วน (2541) ได้พัฒนาขึ้น มีจำนวน 40 ข้อ โครงสร้างเนื้อหาแบบวัดมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

องค์ประกอบหลัก	จำนวนข้อ	ข้อที่
1. ความเป็นอิสระ	5	1 - 5
2. การเลือกกิจกรรมที่แสดงความสำเร็จ	6	6 - 11
3. การต้องการความสำเร็จ	4	12 - 15
4. การเลือกสิ่งในในระดับที่เหมาะสม	5	16 - 20
5. การเลือกงานที่ยากและท้าทายความสามารถ	6	21 - 26
6. การเลือกกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการแข่งขันและฝึกความชำนาญ	5	27 - 31
7. การหวังผลระยะยาว	4	32 - 35
8. ความผูกพันกับอนาคต	5	36 - 40

การให้คะแนน และการตีความหมายคะแนน

ลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อความสำหรับนักเรียนพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมในระดับใด ซึ่งมีลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน มากกว่า 80% ขึ้นไป

มาก หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 61-80 %

ปานกลาง หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 41-60 %

น้อย หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน 20-40%

น้อยที่สุด หมายถึง ข้อความนั้นตรงกับความรู้สึกหรือพฤติกรรมของนักเรียน ต่ำกว่า 20% ลงมา

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ข้อความทางบวก จำนวน 37 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, และ 40 ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5	คะแนน
มาก	ให้ค่าคะแนน	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้ค่าคะแนน	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1	คะแนน

ข้อความทางลบ จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ ข้อที่ 9, 10 และ 33 ให้คะแนนดังนี้

มากที่สุด	ให้ค่าคะแนน	1	คะแนน
มาก	ให้ค่าคะแนน	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้ค่าคะแนน	3	คะแนน
น้อย	ให้ค่าคะแนน	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้ค่าคะแนน	5	คะแนน

ตอนที่ 4 แบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาจากแบบวัดความวิตกกังวลที่เพ็ญสุดา จันทร (2541) และ อัญชลี จันทปรมจิตต์ (2542) ได้พัฒนาขึ้นโครงสร้างเนื้อหาแบบวัดมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์

องค์ประกอบหลัก	จำนวนข้อ	ข้อที่
1. ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านสรีระ	7	1 - 7
2. ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านอารมณ์	6	8 - 13
3. ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านความคิด	6	14 - 19
4. ความวิตกกังวลที่แสดงออกทางด้านพฤติกรรม	6	20 - 25

การให้คะแนน และการตีความหมายคะแนน

ลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อความสำหรับนักเรียนพิจารณาว่าข้อความนั้นตรงกับความคิด ความรู้สึก อาการ หรือพฤติกรรมในระดับใด ซึ่งมีลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

- บ่อยมาก

หมายถึง

นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรม ตรงกับข้อความนั้นทุกวัน
- บ่อย

หมายถึง

นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรม ตรงกับข้อความนั้น 5-6 ครั้ง ภายใน 1 สัปดาห์
- ปานกลาง

หมายถึง

นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรม ตรงกับข้อความนั้น 3-4 ครั้ง ภายใน 1 สัปดาห์
- นาน ๆ ครั้ง

หมายถึง

นักเรียนมีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรม ตรงกับข้อความนั้น 1-2 ครั้ง ภายใน 1 สัปดาห์
- ไม่เคย

หมายถึง

นักเรียนไม่มีความคิด หรือความรู้สึก หรืออาการ หรือพฤติกรรม ตรงกับข้อความนั้นเลย

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ ให้คะแนนดังนี้

- บ่อยมาก

ให้ค่าคะแนน

5

คะแนน
- บ่อย

ให้ค่าคะแนน

4

คะแนน
- ปานกลาง

ให้ค่าคะแนน

3

คะแนน
- นาน ๆ ครั้ง

ให้ค่าคะแนน

2

คะแนน
- ไม่เคย

ให้ค่าคะแนน

1

คะแนน

ชุดที่ 2 แบบวัดแบบการคิด เป็นแบบวัด The Group Embedded Figures Test (GEFT) ที่วิทกิน (Witkin, 1974) ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งนาริรัตน์ รักษ์จิตรกุล ได้แปลเป็นภาษาไทยเมื่อปี พ.ศ. 2526 และ ภทรทิรา นิจอหอ (2541) ได้นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงใหม่อีกครั้ง ลักษณะของแบบวัดจะมีรูปง่ายกำหนดมาให้ แล้วให้ผู้เข้ารับการทดสอบหารูปง่ายที่กำหนดไว้ในรูปซับซ้อน ซึ่งรูปง่ายที่ซ่อนอยู่ในรูปซับซ้อนนี้จะต้องมีขนาดและทิศทางเดียวกับรูปง่ายที่กำหนดให้

แบบวัดแบบการคิดนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 มี 7 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 2 นาที

ตอนที่ 2 มี 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 5 นาที

ตอนที่ 3 มี 9 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 5 นาที

การให้คะแนนจะให้คะแนนเฉพาะตอนที่ 2 และตอนที่ 3 ผู้ตอบได้ถูกต้องจะได้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ดังนั้น คะแนนจะมีพิสัยอยู่ระหว่าง 0-18 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่าหรือเท่ากับ 9 คะแนน เป็นผู้ที่มีแบบการคิดแบบขึ้นอยู่กับการสังเกต และผู้ที่ได้รับคะแนนสูงกว่า 9 คะแนน เป็นผู้ที่มีแบบการคิดแบบอิสระจากการสังเกต

ชุดที่ 3 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1985) โดยยึดหลักสูตรการศึกษาค้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มีทั้งหมด 5 ข้อปัญหา ในแต่ละข้อปัญหาเป็นข้อความสถานการณ์ ที่ประกอบด้วยคำถามย่อย 4 ข้อ ตามลำดับขั้นในการแก้ปัญหาของโพลยา ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุได้ว่า อะไรคือสิ่งที่ต้องการหา อะไรคือข้อมูล และอะไรคือเงื่อนไขที่กำหนดให้ เงื่อนไขเหล่านั้นเพียงพอหรือไม่ที่จะนำมาพิจารณาหาคำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและสิ่งที่ต้องการหา ระบุว่าทฤษฎีอะไรที่อาจจะนำมาใช้ในการหาคำตอบ มีอะไรที่เป็นประโยชน์จากสิ่งที่กำหนดได้บ้าง ข้อมูลและเงื่อนไขที่ให้มาจำเป็นต้องใช้ทั้งหมดหรือไม่ ปัญหานี้สามารถหาคำตอบได้บางส่วนก่อนหรือไม่ สามารถเปลี่ยนสิ่งที่ต้องการหาหรือข้อมูลได้หรือไม่

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน หมายถึง ความสามารถในการทำตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้วางเอาไว้ เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งอาจจะใช้วิธีการอื่นในการตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรือไม่ และสามารถนำผลที่ได้หรือวิธีการนี้ไปใช้กับปัญหาอะไรได้บ้าง

โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 โครงสร้างเนื้อหาของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบหลัก	จำนวนข้อ	คำถามข้อ				
		ปัญหาที่ 1	ปัญหาที่ 2	ปัญหาที่ 3	ปัญหาที่ 4	ปัญหาที่ 5
1. ทำความเข้าใจปัญหา	5	1	1	1	1	1
2. วางแผนการแก้ปัญหา	5	2	2	2	2	2
3. ดำเนินการตามแผน	5	3	3	3	3	3
4. ตรวจสอบผล	5	4	4	4	4	4

การให้คะแนน ในข้อคำถามย่อยแต่ละข้อจะมีตัวเลือกให้เลือก 4 ตัวเลือก แต่ละข้อคำถามจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เกณฑ์ในการให้คะแนน คือ ตอบถูก ให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

ชุดที่ 4 แบบเก็บข้อมูลการวัดวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลการวัดวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบสอบถามการวัดวิชาคณิตศาสตร์

โรงเรียน.....ห้อง.....

เลขที่	การวัดวิชาคณิตศาสตร์			
	ปีการศึกษา 2544 (ม.1)		ปีการศึกษา 2545 (ม.2)	
	ภาคต้น	ภาคปลาย	ภาคต้น	ภาคปลาย
1				
2				
3				
4				

การหาคุณภาพของเครื่องมือ

การหาคุณภาพของเครื่องมือ ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ความตรง (Validity) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด โดยผู้วิจัยนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และปัจจัยที่เป็นสาเหตุของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามจากความชัดเจนของการใช้ภาษา และความครอบคลุมของเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยแบ่งผู้เชี่ยวชาญ ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1 กลุ่มที่ 1 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1.1.1 ดร.สุชาดา กรเพชรปานิ อาจารย์ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

1.1.2 ผศ.ดร.รพินทร์ ฉายวิมล อาจารย์ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

1.1.3 รศ.ดร.ม.ร.ว.สมพร สุทัศน์ย์ ข้าราชการบำนาญ ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

1.2 กลุ่มที่ 2 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดแบบการคิด และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1.2.1 ว่าที่ร้อยตรี ปราสรัย สุขปิติ ศึกษาานิเทศก์ 7 (นิเทศก์งานสอนวิชาคณิตศาสตร์) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1

1.2.2 อาจารย์ผ่องศรี น้อยปรีชา อาจารย์ 2 ระดับ 7 (สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) โรงเรียนพุทธโสธร

1.2.3 อาจารย์อุษา นุชบงค์ อาจารย์ 2 ระดับ 7 (สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) โรงเรียนพุทธโสธร

2. คำนวณความยากและดัชนีอำนาจจำแนก ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคลองกุ่มวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน โดยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความยากและดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบในแบบวัดแบบการคิด และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม LERTAP5 ได้ค่าดัชนีความยากของข้อสอบในแบบวัดแบบการคิดอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.82 คำนวณอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.24 ถึง 0.66 และได้ค่าดัชนีความยาก

ของข้อสอบในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.78 คำนี้อ่านาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.70

3. ความเที่ยง (Reliability) นำผลการตอบแบบวัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนคลองก้อยวิทยา จังหวัดชลบุรี จำนวน 100 คน มาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงแบบความคงที่ภายใน (Internal Consistency) โดยวิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟาด้วยสูตรครอนบาค (Cronbach's Alpha) โดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่าความเที่ยงของแบบวัดแต่ละฉบับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าความเที่ยงของแบบวัด

แบบวัด	จำนวนข้อ	ความเที่ยง
1. แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์	25	0.90
2. แบบวัดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	40	0.96
3. แบบวัดความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์	25	0.95
4. แบบวัดแบบการคิด	25	0.88
5. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	20	0.84

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นตอน ดังนี้

1. นำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย จากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยบูรพา ไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 420 คน
2. จัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้พร้อมและเพียงพอกับจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง
3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองและจัดส่งทางไปรษณีย์ ตั้งแต่วันที่ 11 กันยายน 2546 ถึง 10 ตุลาคม 2546
4. นำแบบวัด และแบบสอบถามทั้งหมดมาตรวจให้คะแนนและตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบ ได้แบบวัดและแบบสอบถามที่สมบูรณ์จำนวน 420 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 แล้วนำผลการตอบมาลงรหัส เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผู้วิจัยกำหนดแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะการแจกแจงของตัวแปร โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และค่าร้อยละ โดยใช้โปรแกรม SPSS

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดล โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เพื่อให้รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดล และใช้เป็นข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุต่อไป โดยใช้โปรแกรม SPSS ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัด และตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้โปรแกรม LISREL 8.50 ประมาณค่าพารามิเตอร์โดยวิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด (Maximum Likelihood) ผลการวิเคราะห์จะนำเสนอในรูปการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โมเดลแสดงเส้นอิทธิพลทางตรง (Direct Effect) ของตัวแปรที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งตารางแสดงอิทธิพลรวม (Total Effect) และอิทธิพลทางอ้อม (Indirect Effect) ค่าสถิติสำคัญในการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีดังนี้

1. ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ว่า ฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าค่าสถิติไค-สแควร์ไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$) แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness-of-Fit Index = GFI) เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดล กับฟังก์ชันความกลมกลืนก่อนปรับโมเดล มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ดัชนี GFI มีค่ามากกว่า 0.90 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness-of-Fit Index = AGFI) เมื่อนำดัชนี GFI มาปรับแก้ โดยคำนึงถึงขนาดขององศาอิสระ (df) ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง จะได้ค่าดัชนี AGFI ซึ่งมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 ดัชนี AGFI มีค่ามากกว่า 0.90 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index = CFI) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดัชนี CFI มีค่ามากกว่า 0.95 แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

5. ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของส่วนเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Squared Residual = SRMR) ดัชนี SRMR เป็นดัชนีบอกความคลาดเคลื่อนจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดัชนี SRMR มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.08 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

6. ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Root Mean Squared Error Approximation = RMSEA) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าต่ำกว่า 0.06 แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

7. เมทริกซ์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในการเทียบความกลมกลืน (Fitted Residuals Matrix) หมายถึง เมทริกซ์ที่เป็นผลต่างของเมทริกซ์ S และ Sigma ซึ่งมีทั้งค่าความคลาดเคลื่อนทั้งในรูปคะแนนดิบ และคะแนนมาตรฐาน ถ้าค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานมีค่าต่ำกว่า 2.00 แสดงว่า โมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

8. คิวพล็อต (Q-Plot) เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอนไทล์ปกติ (Normal Quantiles) ถ้าเส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ แสดงว่าโมเดลมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์