

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัย โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย ประเภทการวิจัยอธิบาย (explanatory research) มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลลิสเรล (Lisrel model) ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในโรงเรียนต่างจังหวัดที่เป็นโรงเรียนในอำเภอเมือง, โรงเรียนที่อยู่นอกเขตอำเภอเมือง และโรงเรียนมัธยมศึกษาที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่าง

ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาอยู่ในปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา และสังกัดกรุงเทพมหานคร การประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่าง กำหนดตามหลักเกณฑ์ในการศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (multivariate analysis) ซึ่งจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่พอสมควร มีผู้เสนอแนะ (Linderman, Merenda, Gold, 1980) ว่าสำหรับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาควรมีประมาณ 20 คน ต่อตัวแปร 1 ตัว สำหรับการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด 14 ตัวแปร ดังนั้นควรกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 280 คน เป็นอย่างต่ำ แต่เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างให้มีจำนวนมากขึ้น โดยจะกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นจำนวน 450 คน เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาในต่างจังหวัดที่เป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในอำเภอเมืองจำนวน 150 คน เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในโรงเรียนที่ตั้งอยู่นอกเขตอำเภอเมืองจำนวน 150 คน และโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 150 คน ซึ่งมีขั้นตอนในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1.1 สุ่มโรงเรียน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยแบ่งโรงเรียนเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะที่ตั้งของโรงเรียน คือ โรงเรียนที่อยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร โรงเรียนต่างจังหวัดที่เป็นโรงเรียนที่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง และโรงเรียน

ต่างจังหวัดที่ตั้งอยู่นอกอำเภอเมือง จำนวนกลุ่มละ 3 โรงเรียน รวมทั้งหมด 9 โรงเรียน ดังมีรายชื่อของแต่ละโรงเรียนดังนี้

กลุ่มที่ 1 โรงเรียนที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร

1. โรงเรียนมัธยมวัดสุทัศน์พิทยาคม
2. โรงเรียนสันติราษฎร์วิทยาลัย
3. โรงเรียนเทพศิรินทร์

กลุ่มที่ 2 โรงเรียนที่อยู่ในจังหวัดกำแพงเพชรในเขตอำเภอเมือง

1. โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
2. โรงเรียนวัชรวิทยา
3. โรงเรียนวชิรปราการพิทยาคม

กลุ่มที่ 3 โรงเรียนที่อยู่ในจังหวัดกำแพงเพชรนอกเขตอำเภอเมือง

1. โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคม
2. โรงเรียนไทรงามวิทยา
3. โรงเรียนคลองลานวิทยา

1.2 สุ่มห้องเรียน เพื่อให้ได้นักเรียนที่เป็นตัวแทนของแต่ละโรงเรียน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนโรงเรียนละ 50 คน

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นคุณลักษณะในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ไปใช้ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการกำหนดคณิยามเชิงปฏิบัติการในการวัดตัวแปรดังนี้

นิยามเชิงปฏิบัติการ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลง หมายถึง การศึกษาความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากที่ได้รับประสบการณ์จากการจัดการศึกษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ 1. การเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เป็นการเกิดพัฒนาการที่มีความก้าวหน้า ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนมากกว่าคะแนนก่อนเรียน 2. การเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เป็นการถอยหลัง ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนน้อยกว่าคะแนนก่อนเรียน

วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลง หมายถึง กระบวนการการนำผลการวัดตัวแปรคุณลักษณะเมื่อก่อนเรียนและหลังเรียนมาจัดกระทำทางคณิตศาสตร์ด้วยหลักการและเหตุผล เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน

คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะทางด้านความรู้ความเข้าใจในพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในด้านความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นและความรู้สึกในเชิงวิทยาศาสตร์ ในด้านความมีเหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้าง ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง ด้านการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ วัดได้จากแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

สภาพแวดล้อมทางครอบครัว หมายถึง สภาพความเป็นอยู่ภายในบ้านและการปฏิบัติของบิดามารดาที่มีต่อนักเรียนในด้านการให้การสนับสนุนและการส่งเสริมช่วยเหลือทางการเรียนฐานะทางเศรษฐกิจ และระดับการศึกษาของบิดามารดา วัดได้จากแบบสอบถามสภาพแวดล้อมทางครอบครัว

ลักษณะนักเรียน หมายถึง ลักษณะในด้านนิสัยในการเรียน ความสามารถเชิงเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเดิมของนักเรียน

นิสัยในการเรียน หมายถึง แบบแผนพฤติกรรมในการเรียนที่นักเรียนได้ประพฤติปฏิบัติเป็นประจำ ในด้านการทำกิจกรรมในชั้นเรียน การอ่านทบทวน และการจดบันทึกเป็นประจำ การหลีกเลี่ยงการผลัดเวลา และวิธีการเรียน วัดได้จากแบบสอบถาม ด้านนิสัยในการเรียน

ความสามารถเชิงเหตุผล หมายถึง ความถนัดหรือความสามารถทางสมองในการคิดหาเหตุผล วัดได้จากแบบสอบวัดความสามารถเชิงเหตุผล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการศึกษาคั้งนี้เป็นเครื่องมือที่มีผู้สร้างไว้แล้ว ประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆ ตามรายละเอียดต่อไปนี้

1. แบบสอบถามจำนวน 1 ฉบับ สอบถามเรื่องราวเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมทางบ้านด้าน ความสัมพันธ์ภายในครอบครัว การสนับสนุนทางการเรียน ฐานะทางเศรษฐกิจ ระดับการศึกษา ของบิดามารดา ลักษณะนิสัยและพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยในขณะที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 แบบสอบถามในส่วนนี้ผู้วิจัยได้นำมาจากแบบสอบถามสภาพแวดล้อมทางบ้าน ของประสงค์ ต่อโชติ (2534) เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งเป็นแบบสอบถามด้านความสัมพันธ์ภายในครอบครัวและการส่งเสริมสนับสนุนทางการเรียนจำนวน 12 ข้อ และ แบบสอบถามด้านฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว จำนวน 12 ข้อ ซึ่ง ประสงค์ ต่อโชติ ได้ปรับปรุงมาจากแบบสอบถามสภาพแวดล้อมทางบ้าน ของ อรพินทร์ ชูชม (2522)

แบบสอบถามในส่วนที่ 2 ผู้วิจัยได้นำมาจากแบบสำรวจลักษณะนิสัยในการเรียนของ ขจรสุดา เหล็กเพชร (2522) จำนวน 50 ข้อ สำหรับแบบสำรวจลักษณะนิสัยในการเรียนนั้น เป็นมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ วัดคุณสมบัติ 2 ด้านคือ 1. การหลีกเลี่ยงการผลัดเวลา เป็นเรื่องเกี่ยวกับความพยายามในการทำงานที่ได้รับมอบหมายจากทางโรงเรียนให้สำเร็จ ไม่ผลัดวันประกันพรุ่ง ความรับผิดชอบในตนเอง และการจัดระบบการเรียนและการทำงานการทำงาน 2. วิธีการทำงานเป็นเรื่องเกี่ยวกับทักษะในการเรียนและการใช้กระบวนการเรียนอย่างมีประสิทธิภาพในการอ่านหนังสือเรียน การท่องจำ การโน้มน้าว การทบทวนบทเรียนและการใช้อุปกรณ์การเรียนอื่นๆ

2. แบบวัดจำนวน 4 ฉบับ คือ

2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผลด้านการสรุปความ ของสายทิพย์ แปะคดี (2535) เป็นแบบสอบถามชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เวลาทำ 25 นาที และแบบวัดความสามารถเชิงเหตุผลด้านอุปมาอุปมัย ฉบับภาษาไทย จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาทำ 8 นาที

2.2 แบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของทัศนพร กันพรหม (2532) จำนวน 32 ข้อ เป็นข้อคำถามเชิงนิมาน 20 ข้อ เจริญนิตร 12 ข้อ โดยมีเนื้อหาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- | | |
|--|-------------|
| 1. ด้านความมีเหตุผล | จำนวน 6 ข้อ |
| 2. ด้านความอยากรู้อยากเห็น | จำนวน 6 ข้อ |
| 3. ด้านความมีใจกว้าง | จำนวน 9 ข้อ |
| 4. ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง | จำนวน 5 ข้อ |
| 5. ด้านการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ | จำนวน 6 ข้อ |

ด้านคุณภาพของแบบวัดนี้ ทศนาพร กันพรหม ได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ข้อคำถาม และสำนวนภาษา ร่วมกับอาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัยและนำไปทดลองใช้วัดค่าความเที่ยงของแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ค่าความเที่ยง .84

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของ เจริญศรี ชมภูผล ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกมาเฉพาะแบบวัดในเนื้อหาความรู้ในภาคเรียนที่ 2 ในด้านความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบประเภท 4 ตัวเลือก ใช้เวลาทำ 30 นาที

2.4 แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของเจริญศรี ชมภูผล จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบวัดแบบเลือกตอบประเภท 4 ตัวเลือก ใช้เวลาทำ 25 นาที

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาโครงสร้างของแบบสอบถามและแบบวัด และคู่มือการใช้เครื่องมือแต่ละฉบับอย่างละเอียด

2. ศึกษาการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ ผลการศึกษาในด้านการตรวจสอบความตรงของเนื้อหา พบว่า โดยส่วนใหญ่ให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมินความตรง ส่วนการตรวจสอบความเที่ยงใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient alpha) ของครอนบาค ยกเว้นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

3. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดไปให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างของโรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม จำนวน 3 คน ทดลองทำ พร้อมทั้งสัมภาษณ์เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจความหมายของข้อคำถามแต่ละข้อหรือไม่อย่างไร แล้วดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อความในแบบสอบถามและแบบวัดให้เหมาะสม

4. นำแบบวัดและแบบสอบถามไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนพุทธจักรวิทยา จำนวน 1 ห้องเรียน

5. ศึกษาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละฉบับ ดังนี้

5.1 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามลักษณะนิสัยและสภาพแวดล้อมทางบ้าน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ สัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient alpha) ของครอนบาค โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS/PC⁺

5.2 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถเชิงเหตุผล โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ สัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient alpha) ของครอนบาค และหาค่าอำนาจ จำแนกของข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบของ สุวัฒน์ สุขมณีนันต์ (1992)

6. เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงและค่าอำนาจจำแนกของเครื่องมือที่ทดลองใช้ กับค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงและค่าอำนาจจำแนกที่ผู้พัฒนาเครื่องมือได้รายงานไว้

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดและแบบสอบถามแต่ละฉบับมีดังนี้

เครื่องมือ	คุณภาพเครื่องมือ		
		ที่ได้รายงานไว้	การทดลองใช้
1. แบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (rating scale)	ความเที่ยง	.84	.85
2. แบบสอบถามสถานภาพส่วนตัว แบบสำรวจลักษณะนิสัยทางการเรียนและคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (rating scale)	ความเที่ยง	.83	.79
3. แบบสอบถามด้านสภาพแวดล้อมที่บ้าน(rating scale)	ความเที่ยง	.85	.82
4. แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงเหตุผล			
4.1 ด้านการสรุปความ (ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน)	ความเที่ยง	.81	.82
	อำนาจจำแนก	.40	.23-.81
	ความยาก	.55	.40-.80
4.2 ด้านอุปมาอุปมัย (ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน)	ความเที่ยง	.84	.82
	อำนาจจำแนก	.44	.23-.81
	ความยาก	.55	.40-.80
5. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ (ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน)	ความเที่ยง	.75	.78
	อำนาจจำแนก	.25-.45	.27-.51
	ความยาก	.25-.87	.45-.82
6. แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน)	ความเที่ยง	.84	.79
	อำนาจจำแนก	.20 - .68	.24-.55
	ความยาก	.28 - .70	.45-.82

7. นำผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ ไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขแบบวัดและแบบสอบถาม ฉบับที่สมบูรณ์ พร้อมทั้งจะนำไปใช้จริง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ขอนหนังสือจากภาควิชา เพื่อขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการ โรงเรียนในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียน

2. นำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ไปติดต่อกับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อส่งกลุ่มตัวอย่างห้องเรียน และร่วมกำหนดวันเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งโรงเรียนส่วนใหญ่อนุญาตให้เก็บข้อมูลในช่วงโมงวิทยาศาสตร์และช่วงโมงกิจกรรม

3. เตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้เพียงพอและอยู่ในสภาพเรียบร้อย

4. เก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาที่กำหนด ดังนี้

ครั้งที่ 1 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงสัปดาห์ที่ 2- 4 ของเดือน พฤศจิกายน ปี 2539 ใช้เครื่องมือจำนวน 3 ฉบับ คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์นั้นผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกลับไปทำที่บ้าน โดยนัดหมายให้นักเรียนนำมาคืนกับอาจารย์ประจำวิชาวิทยาศาสตร์ หรืออาจารย์แนะแนว ขึ้นอยู่กับบุคคลที่ทางโรงเรียนมอบหมายให้ประสานงานกับผู้วิจัย

ครั้งที่ 2 เก็บข้อมูลในช่วง สัปดาห์ที่ 2-4 ของเดือนมกราคม ใช้เครื่องมือ จำนวน 2 ฉบับ คือแบบวัดความสามารถเชิงเหตุผลและแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัว, ลักษณะนิสัยทางการเรียนและแบบสอบถามสภาพแวดล้อมที่บ้าน สำหรับแบบสอบถามเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัว, ลักษณะนิสัยทางการเรียนและแบบสอบถามสภาพแวดล้อมที่บ้าน ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำกลับไปทำที่บ้าน

ครั้งที่ 3 เก็บข้อมูลในช่วงสัปดาห์ที่ 3-4 ของเดือนกุมภาพันธ์ ใช้เครื่องมือ จำนวน 3 ฉบับ ซึ่งเป็นเครื่องมือชุดเดียวกันกับการเก็บข้อมูลในครั้งแรก

5. ตรวจสอบกระดาษคำตอบและให้คะแนนกับกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

6. นำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้ค่าสถิติต่างๆ ดังนี้

1. วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบลักษณะของกลุ่มตัวอย่างและลักษณะของการแจกแจงของตัวแปรเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยายให้ทราบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความเบ้ ความโค้ง ของตัวแปร
2. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นรายคู่ เป็นการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันทั้งหมด ในโมเดล เพื่อให้ได้เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
3. วิเคราะห์องค์ประกอบแบบยืนยัน (Confirm Factor Analysis) เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดตัวแปรแฝงแต่ละตัวเพื่อให้แน่ใจว่าตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละกลุ่มนั้น เป็นตัวแปรบ่งชี้ที่เหมาะสมสำหรับตัวแปรแฝงแต่ละตัว และวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาและระหว่างกลุ่มของโมเดล โดยดำเนินการวิเคราะห์ ดังนี้

การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา

กำหนดโมเดลในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลาเป็น 4 โมเดล เพื่อทำการทดสอบระดับความกลมกลืนของแต่ละโมเดล ดังนี้

โมเดลที่ 1 กำหนดให้ตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด โดยให้ตัวแปรแต่ละตัวไม่มีความสัมพันธ์กัน การศึกษาในโมเดลนี้เป็นการศึกษาโมเดลพื้นฐาน (Baseline Model) เพื่อประมาณค่าตัวแปรสังเกตได้

โมเดลที่ 2 โมเดลนี้จะกำหนดให้โมเดลประกอบไปด้วยตัวแปรแฝงที่จะทำการศึกษาเพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ ตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการกำหนดให้คะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนในโมเดลนี้มีความสัมพันธ์กันเป็น 1

โมเดลที่ 3 ประกอบด้วยตัวแปรแฝง 2 ตัว เหมือนกับโมเดลที่ 2 แต่ไม่ต้องกำหนดว่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงของตัวแปรแฝงแต่ละตัวต้องมีความสัมพันธ์กันเป็น 1

โมเดลที่ 4 ประกอบด้วยแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการกำหนดให้คะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนโมเดลมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) เหมือนโมเดลที่ 2 แต่จะแตกต่างจากโมเดลที่ 2 ตรงที่ ในโมเดลที่ 4 นี้จะยอมให้เทอมความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้

การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม

โมเดลที่ 1 กำหนดให้ตัวแปรทุกตัวเป็นตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมด

โมเดลที่ 2 ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าคงที่ ของโมเดลการวัด (ψ) โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อก่อนเรียน และหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) ให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ϵ) เป็นพารามิเตอร์อิสระ แล้วกำหนดให้ค่าคงที่ของทุกกลุ่มมีค่าเป็นศูนย์

โมเดลที่ 3 ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) ในโมเดลนี้นอกจากจะกำหนดให้ค่าคงที่ของโมเดลการวัด (ψ) ของทุกกลุ่มเท่ากันแล้วยังได้กำหนดให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) ในแต่ละกลุ่มให้เท่ากันด้วย

โมเดลที่ 4 ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ϵ) โดยกำหนดให้ความสัมพันธ์ของคะแนนจริงของตัวแปรแฝงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เมื่อก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์ ($r=1$) และได้กำหนดให้ค่าคงที่ของโมเดลการวัด (ψ) ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้บนตัวแปรแฝง (λ) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (ϵ) ของทุกกลุ่มเท่ากัน

สำหรับการตรวจสอบความตรงของโมเดล ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติวัดระดับความกลมกลืน

ไค-สแควร์ (χ^2) และค่า GFI

4. วัดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ตามขั้นตอนและวิธีการดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ในส่วนของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้โมเดลลิשראלในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

5. วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มและเปรียบเทียบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในโรงเรียนทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) ด้วยโปรแกรม SPSS PC⁺