บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงบรรยาย (Descriptive research) โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างสังกัด และภูมิภาค 2) เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์และมีอิทธิพลเชิงสาเหตุพหุระดับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เพื่อพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 4) เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นที่ 2 ที่มาจากสังกัด และภูมิภาคที่แตกต่างกัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ฐานข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยที่ใช้ข้อมูลทุติยภูมิของการวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS – R) ในปี พ.ศ. 2542 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 790,788 คน จาก 7,839 โรงเรียน 21,213 ห้องเรียน ในสังกัดกรมสามัญศึกษา สังกัดคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (สปช.) และสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ(สปช.) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน(สช.) จำนวน 107 33 และ 10 โรงเรียน ตามลำดับ รวม 150 โรงเรียน ๆ ละ 1 ห้องเรียน รวมเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 150 โรงเรียน 150 ห้องเรียน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5,831 คน รายละเอียดประชากร กลุ่มตัวอย่างโรงเรียนและนักเรียนแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนและนักเรียนปีการศึกษา 2541 จำแนกตามสังกัด

สังกัด	ประชากรนักเรียน ม.2			กลุ่มตัวอย่าง		
	โรงเรียน	ห้อง	นักเรียน	โรงเรียน	ห้อง	นักเรียน
กรมสามัญ	2,560	13,859	565,346	107	107	4,471
		(65%)	(71%)			(75%)
สปช.	3,052	6,182	175,188	33	33	1,009
		(29%)	(23%)			(17%)
สช.	1,791	1,172	50,254	10	10	460
		(6%)	(6%)			(8%)
รวม	7,839	21,213	790,788	150	150	5,940
		(100%)	(100%)			(100%)

รายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินงานของ สสวท. กับการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นเครื่องมือที่สร้างโดยผู้แทนประเทศสมาชิกจำนวน 38 ประเทศ ประกอบด้วยแบบสอบถามผู้บริหารโรงเรียน แบบสอบถามครูคณิตศาสตร์ แบบสอบถามครูวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามนักเรียน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ จำนวน 309 ข้อ นำมาจัดแบ่งเป็นแบบทดสอบตามวิธีการของโครงการ TIMSS – R ได้เป็น 8 ฉบับ รวมเป็นเครื่องมือที่ใช้ทั้งหมด 12 ฉบับ เครื่องมือแต่ละฉบับได้รับการแปลและเรียบเรียงเป็นภาษาไทยโดยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ และคณะกรรมการดำเนินงานที่ สสวท. จัดตั้งขึ้น เพื่อทำการแปลแบบสอบถามในเมืองไทยเพื่อส่งให้กับทาง IEA จากนั้นทาง IEA จะให้ผู้เชี่ยวชาญทางภาษาไทยตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ มีทั้งหมด 309 ข้อ จัดเป็นหมวด A – Z เมื่อนำไปทดสอบนักเรียนจะต้องนำมาจัดเป็นฉบับใหม่ตามวิธีการของโครงการ รวม 8 ฉบับ และมีรายละเอียดวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

วิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 162 ข้อ จำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พีชคณิต 35 ข้อ การนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และความน่าจะเป็น 21 ข้อ เศษส่วนและความรู้สึกเชิงจำนวน 61 ข้อ เรขาคณิต 21 ข้อ และการวัด 24 ข้อ (ค่าอำนาจจำแนกและค่าความยากง่ายแสดงในตารางที่ 27 ในภาคผนวก ค)

การเก็บรวบรวมข้อมูลทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เก็บรวบรวมผ่านผู้ประสานงานของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างโรงเรียนละ 1 คน รวม 181 คน และครูผู้ดูแลการสอบอีกโรงเรียนละ 1 คน รวม 362 คน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน คือ ประชุมชี้แจงผู้ประสานงานโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 181 คน เป็นเวลา 1 วัน เพื่อชี้แจงความเป็นมาของโครงการ การเลือกกลุ่มตัวอย่าง และฝึกปฏิบัติการสุ่มเลือกห้องเรียนในโรงเรียน การสุ่มเลือกแบบทดสอบให้นักเรียนตลอดจนวิธีการดำเนินการสอบและวิธีรวบรวมข้อมูลเพื่อส่งคืน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

สสวท. ได้ เก็บรวบรวมข้อมูล ในระหว่างวันที่ 18 มกราคม – 5 กุมภาพันธ์ 2542 รวม 19 วัน และเมื่อดำเนินการสอบเสร็จแล้ว สสวท. จะให้ผู้ประสานงานโรงเรียนจะบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในระหว่างสอบ เช่น จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบและเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นในการสอบ ระหว่างที่โรงเรียนกำลังดำเนินการสอบนี้จะมีคณะผู้กำกับและดูแลที่ได้รับแต่งตั้งจาก IEA ไปสังเกตการสอบและบันทึกเหตุการณ์ต่างๆในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลในโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 15 โรงเรียน (10% ของกลุ่มตัวอย่าง) เพื่อกำกับและดูแลการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้มาตรฐานเดียวกันกับประเทศสมาชิกอื่นๆ รวมทั้งคณะกรรมการดำเนินการวิจัยจาก สสวท. ได้ไปเยี่ยมหน่วยสอบเพื่อสังเกตการณ์เช่นเดียวกัน ข้อมูลและเหตุการณ์ต่างๆ ที่ประมวลได้นำมาจัดทำเป็นบันทึกผู้ประสานงานวิจัยของไทย (National Research Coordinator หรือ NRC) และจัดส่งพร้อมกับข้อมูล อื่น ๆ ไปให้ IEA เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของโครงการ

การส่งคืนแบบสอบถาม แบบทดสอบ แบบบันทึกสำหรับผู้ดำเนินการสอบและจำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ ผู้ประสานงานโรงเรียนได้เป็นผู้รวบรวมแบบสอบถาม แบบทดสอบและแบบบันทึกที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แล้วจัดส่งคืน สสวท. ภายหลังจากที่โรงเรียนได้ทำการสอบเสร็จแล้วเป็นเวลา 1 สัปดาห์

การตรวจข้อสอบและการบันทึกข้อมูลของข้อสอบแต่ละฉบับ(จำนวน 8 ฉบับ) ของสสวท. ได้ทำการให้คณะผู้ตรวจทำการตรวจและลงรหัส การให้คะแนนตามเกณฑ์และคำเฉลยข้อสอบที่จัดทำขึ้นจากผลการทดลองใช้ข้อสอบแต่ละข้อ เมื่อตรวจและลงรหัสคะแนนครบทุกข้อแล้ว ได้สุ่มเลือกข้อสอบที่ตรวจแล้วจำนวน 20% ของแบบทดสอบทั้งหมด (1.402 ฉบับ) ขึ้นมาตรวจอีกครั้ง เพื่อหาความเที่ยงตรงของการตรวจ และบันทึกข้อมูลด้วยโปรแกรม DEM 5.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ และส่งข้อมูลที่ทำการบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ศูนย์คอมพิวเตอร์ของ IEA ที่ประเทศเยอรมนีเพื่อทำการวิเคราะห์ในระดับนานาชาติต่อไป

ขั้นตอนการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับ

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

2. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS-R)

3. นำข้อมูลของงานวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์ครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS-R) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542) มาทำการคัดเลือกตัวแปรตามเงื่อนไข ดังนี้ ตัวแปรนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีค่าสหสัมพันธ์สูงต่อตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และมีในฐานข้อมูลของการวิจัยและประเมินผลระดับนานาชาติครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS-R) มีผู้เคยศึกษาตัวแปรนั้นอย่างน้อย 4 คนขึ้นไป

4. สร้างโมเดลเชิงสาเหตุแบบพหุระดับ โดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวแปรแฝง (unobserved variables) และตัวแปรสังเกตได้(observed variables) ที่ได้ทำการคัดเลือกจากงานวิจัยและประเมินผลร่วมกับนานาชาติวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ครั้งที่ 3 วิจัยซ้ำ (TIMSS-R) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2542 โดยทำการคัดเลือกตัวแปรจากเงื่อนไขข้างต้น ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรดังต่อไปนี้

ตัวแปรแฝงมี 5 ตัวแปร ได้แก่

1. ตัวแปรความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INTERREST) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์

2. ตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ คะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

3. ตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจ(ECONO) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 16 ตัวแปร คือ ความมีสินทรัพย์ที่มีมูลค่าในบ้านนักเรียน ได้แก่ เครื่องคิดเลข คอมพิวเตอร์ โต๊ะทำงาน พจนานุกรม รถจักรยานยนต์ รถยนต์ โทรทัศน์ จานดาวเทียม เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ โทรศัพท์ เครื่องโทรสาร เตาแก๊สหรือเตาอบ เตาไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ และตู้เย็น

4. ตัวแปรระดับการศึกษาของผู้ปกครอง(EDUPAR) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ 2 ตัวแปร คือ ระดับการศึกษาของบิดาและระดับการศึกษาของมารดา

5. ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACHIEVE) วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ คือ แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่วัดเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 162 ข้อ จำแนกได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ พีชคณิต 35 ข้อ การนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์และความน่าจะเป็น 21 ข้อ เศษส่วนและความรู้สึกเชิงจำนวน 61 ข้อ เรขาคณิต 21 ข้อ และการวัด 24 ข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 3 ส่วน คือ *ส่วนแรก* เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้ทราบลักษณะการกระจายของกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าสถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ *ส่วนที่สอง* เพื่อให้ทราบลักษณะการแจกแจงและการกระจายของตัวแปรที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) สัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation) ค่าความเบ้ (skewness) และค่าความโด่ง (kurtosis) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 11.5 ดังสูตรที่คำนวณที่นำเสนอต่อไปนี้

ค่าสถิติ	สูตรที่ใช้คำนวณ
ค่าเฉลี่ย	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{k} fixi}{n}$
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)	$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} fi(xi-\bar{x})^2}{n-1}}$
สัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation)	$cv(\%) = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$
ค่าความเบ้ (skewness)	$sk = \frac{\sum(xi-\bar{x})^3/N}{\left(\sqrt{\sum(xi-\bar{x})^2/N}\right)^3}$
ค่าความโด่ง (kurtosis)	$ku = \frac{\sum(xi-\bar{x})^4/N}{\left(\sqrt{\sum(xi-\bar{x})^2/N}\right)^4}$

โดยโค้งการแจกแจงปกติมีค่า SK = 0 ถ้า SK > 0 (มีค่าเป็นบวก) แสดงว่าโค้งเบ้ขวาหรือเบ้ทางบวก นั่นคือ ข้อมูลจะหนาแน่นทางค่าต่ำ ๆ และถ้า SK < 0 (มีค่าเป็นลบ) แสดงว่าโค้งเบ้ซ้าย นั่นคือข้อมูลจะหนาแน่นทางค่าสูง ๆ และการแจกแจงโค้งปกติมีค่า KU = 3 แสดงว่าโค้งแจกแจงแบบ mesokurtic หรือโค้งการแจกแจงมีขนาดความสูงปานกลาง ถ้า KU > 3 แสดงว่าโค้งแจกแจงแบบ leptokurtic หรือโค้งการแจกแจงมีขนาดสูงโด่ง ถ้า KU < 3 แสดงว่าโค้งแจกแจงแบบ platykurtic หรือโค้งการแจกแจงมีขนาดเตี้ยแบน (ศิริชัย กาญจนวาสี , 2545)

และ*ส่วนสุดท้าย* เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ด้วยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product – moment correlation coefficient)ระหว่างตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) กับตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) และค่าสถิติ Eta ระหว่างตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variables) กับตัวแปรจัดประเภท (categorical variables) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่าเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงหรือไม่ (linear relationship)ทิศทาง (direction) ของความสัมพันธ์เป็นบวกหรือลบ ขนาด (strength) ของความสัมพันธ์มีค่าอยู่ในระดับใด โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\left(\sum x^2\right) - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\left(\sum y^2\right) - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

เกณฑ์การพิจารณาว่าตัวแปร 2 ตัวแปรว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันในระดับใด พิจารณาได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ซึ่งมีเกณฑ์กว้าง ๆ ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	ระดับความสัมพันธ์
$r > .8$	สูง
$.6 < r < .8$	ค่อนข้างสูง
$.4 < r < .6$	ปานกลาง
$.2 < r < .4$	ค่อนข้างต่ำ
$r < .2$	ต่ำ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างสังกัด

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างสังกัด ได้แก่ สังกัดกรมสามัญศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ(สปช.) และสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน(สช.) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างภูมิภาค ได้แก่ กรุงเทพมหานคร ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one–way ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows version 11.5

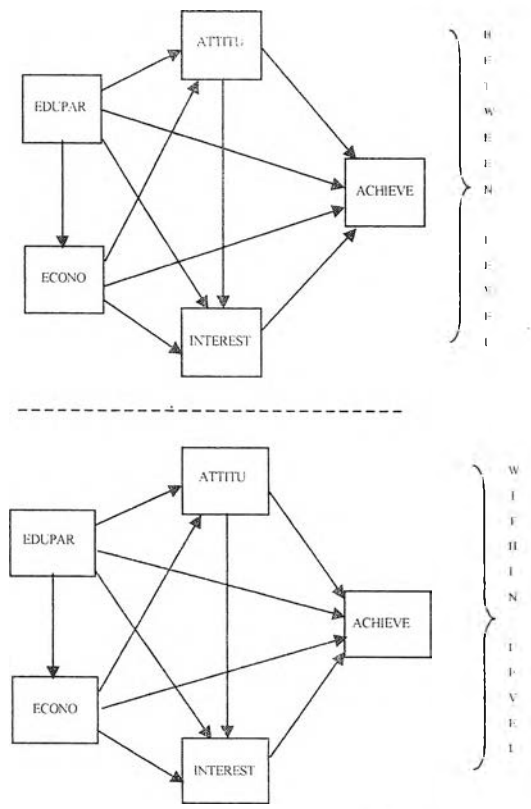
ตอนที่ 3 ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระดับประเทศ ที่สร้างขึ้นจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยโปรแกรม Mplus version 2.13 โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. โปรแกรม Mplus จะวิเคราะห์ขั้นแรกจากการอ่านคำสั่งโปรแกรมที่เขียน จากนั้นจะจัดกลุ่มตัวแปรต้นกับตัวแปรตามออกจากกัน แล้วจัดกลุ่มโรงเรียนแต่ละโรงโดยกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนอยู่ตามรหัสโรงเรียนและจำแนกตามขนาดห้องเรียนของโรงเรียนแต่ละโรงเรียน จากนั้นจะวิเคราะห์ค่าความสหสัมพันธ์ภายในชั้นของตัวแปรตาม (Intraclass Correlation) เพื่อดูความเหมาะสมของตัวแปรแต่ละตัวที่จะนำไปวิเคราะห์พหุระดับในขั้นต่อไป จากนั้นโปรแกรม Mplus จะวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าสถิติพื้นฐานแต่ละระดับ

โดยเริ่มที่ระดับโรงเรียนก่อน แล้วตามด้วยระดับนักเรียนค่าสถิติที่ได้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย (mean) ค่าความแปรปรวนร่วม (covariances) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlations) ที่ได้ทั้ง 2 ระดับ

2. ต่อมาจะทำการวิเคราะห์โมเดลเพื่อประมาณค่าโมเดล โดยการทดสอบความสอดคล้องของโมเดล (test of model fit) ก่อน ค่าสถิติที่ได้ประกอบด้วย ค่าไค-สแคว์ (χ^2 - test), ค่าองศาแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom), ค่า p – value, ค่า CFI/TLI, ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของการประมาณค่าความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA), ค่าดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยเศษเหลือมาตรฐาน (Standardized Root Mean Square Residual, SRMR) ทั้งในระดับนักเรียนและระดับโรงเรียน จากนั้นโปรแกรม Mplus จะทำการวิเคราะห์ถดถอยในโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับในระดับนักเรียนก่อน (within level) แล้วค่อยวิเคราะห์ในระดับโรงเรียน (between level) ในลำดับต่อไป ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อดูตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพของนักเรียนแต่ละคนและภาพของโรงเรียนแต่ละโรงเพื่อดูว่าตัวแปรแต่ละตัวที่ศึกษาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างไร โดยการวิเคราะห์จะเริ่มจากตัวแปรตามที่อยู่ภายในสุดก่อนจนถึงตัวแปรตามภายนอกสุด ในที่นี้คือตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แล้วตามด้วย ตัวแปรความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และตัวแปรฐานะทางเศรษฐกิจ ตามลำดับ ส่วนตัวแปรระดับการศึกษาของผู้ปกครองเป็นตัวแปรอิสระ การวิเคราะห์ถดถอยในโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับแสดงดังภาพที่ 3.1



แผนภาพที่ 3.1 โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา

จากแผนภาพที่ 3.1 มีลำดับการวิเคราะห์ ดังนี้

1. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ในระดับนักเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACHIEVE) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INTEREST) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU) ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

2. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ในระดับนักเรียน โดยมีความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INTEREST) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU) ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

3. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ในระดับนักเรียน โดยมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU)เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

4. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 4 ในระดับนักเรียน โดยมีฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

จากนั้นจะวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับในระดับโรงเรียน โดยโปรแกรม Mplus จะสุ่มหาค่าจุดตัด (Intercept) ไปเป็นตัวแปรตาม (intercept as outcomes) ดังนี้

1. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 1 ในระดับโรงเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACHIEVE) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ (INTEREST) เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU) ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

2. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 2 ในระดับโรงเรียน โดยมีความสนใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ฐานะทางเศรษฐกิจ และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง

3. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 3 ในระดับโรงเรียน โดยมีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATTITU) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) และระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

4. วิเคราะห์ถดถอยครั้งที่ 4 ในระดับโรงเรียน โดยมี ฐานะทางเศรษฐกิจ (ECONO) เป็นตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระคือ ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง (EDUPAR)

จากนั้นโปรแกรม Mplus จะวิเคราะห์เพื่อหาค่าจุดตัด (intercepts) และมีสมการแต่ละระดับ ดังนี้ การวิเคราะห์สามารถเขียนเป็นสมการในรูปคะแนนดิบได้ดังนี้

<u>สมการในโมเดลระดับนักเรียน (within Level)</u>

$$\text{ACHIEVE} = \alpha_1 + \beta\,(\text{INTEREST}) + \beta(\text{ATTITU}) + \beta\,(\text{ECONO}) + \beta\,(\text{EDUPAR}) + \varepsilon$$

$$\text{INTEREST} = \alpha_2 + \beta\,(\text{ATTITU}) + \beta\,(\text{ECONO}) + \beta\,(\text{EDUPAR}) + \varepsilon$$

$$\text{ATTITU} = \alpha_3 + \beta\,(\text{ECONO}) + \beta\,(\text{EDUPAR}) + \varepsilon$$

$$\text{ECONO} = \alpha_4 + \beta\,(\text{EDUPAR}) + \varepsilon$$

<u>สมการในโมเดลระดับโรงเรียน (between Level)</u>

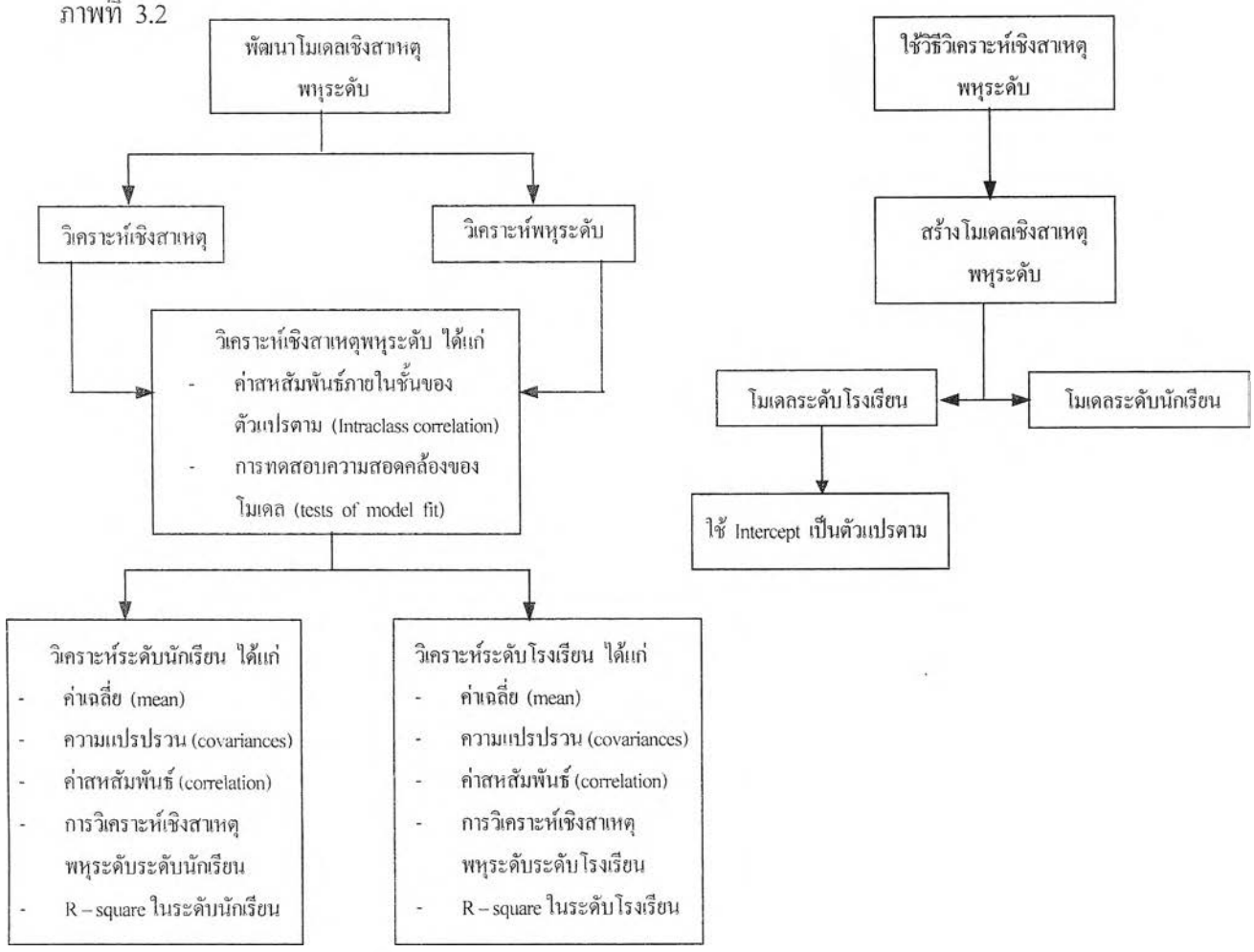
$$ACHIEVE = \tau_1 + \beta(INTEREST) + \beta(ATTITU) + \beta(ECONO) + \beta(EDUPAR) + E$$

$$INTEREST = \tau_2 + \beta(ATTITU) + \beta(ECONO) + \beta(EDUPAR) + E$$

$$ATTITU = \tau_3 + \beta(ECONO) + \beta(EDUPAR) + E$$

$$ECONO = \tau_4 + \beta(EDUPAR) + E$$

จากนั้นโปรแกรม Mplus จะวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R - square) ทั้งในระดับนักเรียน (within level) และระดับโรงเรียน (between level) เป็นอันสิ้นสุดการวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของโปรแกรม Mplus รายละเอียดการวิเคราะห์อิทธิพลเชิงสาเหตุพหุระดับด้วยโปรแกรม Mplus แสดงดังแผนภาพที่ 3.2



แผนภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับของโปรแกรม Mplus

ตอนที่ 4 การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มาจากสังกัด และภูมิภาคที่แตกต่างกัน

เนื่องด้วยโปรแกรม Mplus มีข้อจำกัดของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสาเหตุพหุระดับให้สามารถวิเคราะห์กลุ่มพหุ ดังนั้น ผู้วิจัยกำหนดใช้หลักการวิเคราะห์อย่างง่าย เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดล (model form) เท่านั้น โดยดูว่าโมเดลแต่ละสังกัด และภูมิภาคมีรูปแบบโมเดลเหมือนกับโมเดลระดับประเทศหรือไม่

การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มาจากสังกัดที่แตกต่างกัน ก็คือ โมเดลของทุกสังกัดจะทำการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel path analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus version 2.13 เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าทุกโมเดลของทุกสังกัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จึงจะถือว่าโมเดลระหว่างสังกัดไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล และถ้าหากโมเดลใดโมเดลหนึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะถือว่าโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างสังกัดมีความแปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล และสมมติฐานในการตรวจสอบรูปแบบโมเดลว่ามีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างภูมิภาคที่แตกต่างกันหรือไม่

ส่วนการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มาจากภูมิภาคที่แตกต่างกัน ก็คือ โมเดลของทุกภูมิภาคจะทำการวิเคราะห์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multilevel path analysis) ด้วยโปรแกรม Mplus version 2.13 เพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าทุกโมเดลทุกภูมิภาคมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จึงจะถือว่าโมเดลระหว่างภูมิภาคไม่แปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล และถ้าหากโมเดลใดโมเดลหนึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์จะถือว่าโมเดลเชิงสาเหตุพหุระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างภูมิภาคมีความแปรเปลี่ยนรูปแบบโมเดล