

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ ประการที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ในเงื่อนไขของจำนวนผู้สอบและความยาวของแบบสอบแบบต่างๆ ประการที่สอง เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับกับค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ประการที่สาม เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบ ระหว่างโรงเรียนภายในสังกัดเดียวกัน และระหว่างสังกัด และศึกษาความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ ระหว่างผู้เรียน ภายในโรงเรียนเดียวกัน ระหว่างโรงเรียน และระหว่างสังกัด การนำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 5 ตอน ได้แก่ 1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 2) การพัฒนาเครื่องมือ 3) การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ 5) การวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 ในเขตกรุงเทพมหานคร โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร (กทม.) และสังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (สช.) จำนวน 833,414 คน (ศูนย์สารนิเทศ, กระทรวงศึกษาธิการ, 2548)

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน สำหรับการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาที่มีเงื่อนไขของจำนวนผู้สอบ ขนาด 100, 200, 500 และ 1,000 คน ดังนั้นเพื่อให้จำนวนผู้สอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งต้องใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 1,000 คน เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะครอบคลุม ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงมีขั้นตอนในการสุ่มกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. จำแนกโรงเรียนมัธยมศึกษาตามสังกัด 3 สังกัด จากนั้นกำหนดจำนวนโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสังกัดละ 8 โรงเรียน รวมทั้งสิ้น 24 โรงเรียน
2. จำแนกโรงเรียนตามขนาดโรงเรียน เล็ก กลาง ใหญ่ ใหญ่พิเศษ จากนั้นสุ่มจำนวนโรงเรียนในแต่ละขนาดโรงเรียน แต่ละสังกัด โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

3. สุ่มโรงเรียน โดยสุ่มโรงเรียนในแต่ขนาด แต่ละสังกัด ให้ได้ตามจำนวนในข้อ 2 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายสังกัดละ 8 โรงเรียน

4. สุ่มห้องเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน จากนั้นผู้วิจัยใช้ผู้เรียนทุกคนในห้องเรียนดังกล่าวเป็นกลุ่มตัวอย่างผู้เรียน รวมทั้งสิ้น 24 ห้องเรียน รายละเอียดดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างประชากร จำแนกตามสังกัดและขนาดโรงเรียน

ขนาดโรงเรียน	สังกัดโรงเรียน			รวม ห้องเรียน
	สพฐ.	สช.	กทม.	
เล็ก	1	-	2	3
กลาง	2	2	4	8
ใหญ่	2	3	1	6
ใหญ่พิเศษ	3	3	1	7
รวม	8	8	8	24
รวมจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น (คน)				1,022

ตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือ

1.1 การพัฒนาแบบสอบถาม

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องมือมาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่ง อวยพร เรื่องตระกูลพัฒนาขึ้น (อวยพร เรื่องตระกูล, 2544) โดยแบบสอบถามดังกล่าวได้ผ่านการหาคุณภาพทั้งในด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถามไว้แล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือมีลักษณะเหมาะสมกับลักษณะของประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงเครื่องมือโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรแนวทางการจัดการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (คณิตศาสตร์พื้นฐานและคณิตศาสตร์เพิ่มเติม) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 จากหนังสือคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และแนวทางการประเมินผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนระดับชาติ (National Test) ช่วงชั้นที่ 3 (ม.3)

2. ผู้วิจัยศึกษาลักษณะของแบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัยของ อวยพร เรื่องตระกูล (2544) พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่ง อวยพร เรื่องตระกูล พัฒนาขึ้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง

พ.ศ. 2533) และมีลักษณะเป็นแบบสอบเลือกตอบวัดความรู้บางส่วน (แบบอัตนัยประยุกต์) ซึ่งพัฒนาตามแนวความคิดการให้คะแนนข้อสอบอัตนัยของไรท์และมาสเตอร์ (Wright และ Master, 1982) ซึ่งมีลักษณะคือ ข้อสอบอัตนัย 1 ข้อหรือ 1 ข้อหลักจะถูกประยุกต์เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ชุดละ 3 ข้อ รวมทั้งสิ้น 60 ข้อ (20 ข้อหลัก 60 ข้อย่อย) โดยมีวิธีการให้คะแนน คือ ให้คะแนนข้อสอบเลือกตอบข้อละ 1 คะแนน ถ้านักเรียนทำถูกทั้ง 3 ข้อจะได้คะแนนเท่ากับทำข้อสอบอัตนัยถูกได้คะแนนเต็ม 3 คะแนน แต่ถ้าผู้เรียนทำข้อ 1 ถูกเพียงข้อเดียวจะได้คะแนนความรู้ในส่วนนี้ 1 คะแนน วิธีนี้มีข้อดีที่ว่าสามารถวัดความรู้ผู้เรียนได้อย่างละเอียด และทราบถึงจุดบกพร่องของกระบวนการคำนวณในแต่ละขั้นตอนการคิดใน 1 ข้อ เมื่อพิจารณาข้อสอบในแต่ละชุดข้อสอบซึ่งมีข้อสอบย่อย 3 ข้อ นั้นพบว่าข้อสอบมีความสัมพันธ์กันระหว่างข้อสอบย่อย กล่าวคือ ผู้สอบจะต้องคำตอบที่ได้จากข้อ 1 มาใช้ในการหาคำตอบข้อที่ 2 เป็นต้น ดังนั้นการทำข้อสอบข้อหนึ่งๆ ของผู้สอบจึงไม่เป็นอิสระจากทำข้อสอบข้ออื่นๆ จึงไม่เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบในด้าน local independence และเมื่อพิจารณาในส่วนเนื้อหาของเนื้อหาที่วัดในแบบสอบเดิม พบว่า แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2544 ของอวยพร เรื่องตระกูล (ตามหลักสูตรเก่า) ข้อสอบที่วัดความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 2 ข้อหลัก (หรือ 4 ข้อย่อย) ซึ่งเนื้อหาเรื่องดังกล่าวไม่ถูกบรรจุในเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายปี คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ปีการศึกษา 2549 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (หลักสูตรใหม่) ดังนั้นผู้วิจัยจึงตัดข้อสอบข้อดังกล่าวออก

3. เพื่อให้ได้เครื่องมือที่ใช้การวิจัยมีความสอดคล้องกับลักษณะของงานวิจัยและลักษณะของประชากร ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาและปรับปรุงแบบสอบดังกล่าว โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 นำเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายปี คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-ม.3) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และตรงตามหนังสือเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มากำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหาและแต่ละจุดประสงค์

3.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม ให้มีน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและวัตถุประสงค์แต่ละข้อตามน้ำหนักความสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดเพื่อประมาณจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ซึ่งได้ข้อสอบทั้งหมด 20 ข้อ (20 ข้อหลัก 40 ข้อย่อย) โดยรายละเอียดนำเสนอในภาคผนวก

3.3 คัดเลือกข้อสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ อวยพร เรื่องตระกูล โดยคัดเลือกข้อสอบที่วัดเนื้อหาตรงตามที่ผู้วิจัยกำหนดในตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมและมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ดี (.2 - .8 และมากกว่าหรือเท่ากับ .2 ตามลำดับ) ซึ่งได้ทั้งสิ้น 18 ข้อหลัก

3.4 จากลักษณะของแบบสอบเดิมที่ข้อสอบแต่ละชุดมี 3 ข้อย่อย แต่เนื่องจากเงื่อนไขของความยาวแบบสอบที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ความยาวแบบสอบ 20 และ 40 ข้อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับให้แต่ละชุดของข้อสอบมีเพียง 2 ข้อย่อย (1 ข้อหลัก แยกเป็น 2 ข้อย่อย) โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มข้อสอบย่อย 1 ข้อ จากข้อสอบย่อย 2 ข้อในแต่ละชุดข้อหลักสรุปคือจะได้ข้อสอบ 18 ข้อหลัก หรือ 36 ข้อย่อย

3.5 เนื่องด้วยลักษณะของแบบสอบเดิมที่ข้อสอบไม่เป็นอิสระต่อกันระหว่างข้อ ผู้วิจัยได้ปรับลักษณะของข้อสอบย่อยแต่ละข้อให้เป็นอิสระต่อกัน ระหว่างข้อแต่ยังคงวัดเนื้อหาและทักษะเดิม โดยใช้วิธีการปรับเปลี่ยนตัวเลข

ตัวอย่างข้อสอบเดิม (1ข้อหลัก แบ่งเป็น 3 ข้อย่อย)

ข้อที่ 1 $9.0 / 0.3$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 0.03 ข. 0.3 ค. 3.0 ง. 30.0

ข้อที่ 2 30-5 มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 29.5 ข. 25.0 ค. 15.0 ง. 6.0

ข้อที่ 3 $\sqrt{(9.0/0.3)}-5$ มีค่าเท่ากับเท่าไร (ข้อหลัก)

ก. 5 ข. 12.5 ค. 15.0 ง. 25.0

ผู้วิจัยจึงได้ปรับข้อคำถามให้แต่ข้อไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังนี้

ตัวอย่างข้อสอบ (1ข้อหลัก แบ่งเป็น 2 ข้อย่อย)

ข้อที่ 1 $8.0 / 0.2$ มีค่าเท่ากับเท่าไร

ก. 0.04 ข. 0.4 ค. 4.0 ง. 40.0

ข้อที่ 2 $\sqrt{(9.0/0.3)}-5$ มีค่าเท่ากับเท่าไร (ข้อหลัก)

ก. 5 ข. 12.5 ค. 15.0 ง. 25.0

3.6 เพื่อให้ได้จำนวนข้อครบตามเงื่อนไขที่ศึกษา คือ ความยาวของแบบสอบ 20 และ 40 ข้อ ดังนั้นจึงสร้างข้อสอบเพิ่มอีก 2 ข้อหลัก หรือ 4 ข้อย่อย ซึ่งวัดเนื้อหาเรื่อง ความน่าจะเป็น และสถิติ สรุปคือ แบบสอบที่ได้จำนวนข้อทั้งสิ้น 20 ข้อหลักหรือ 40 ข้อย่อย ตรงตามเงื่อนไขของความยาวแบบสอบที่ศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแต่ละข้อเป็นอิสระต่อกัน โดยโครงสร้างเนื้อหาของแบบสอบประกอบด้วยเรื่อง เลขยกกำลัง สมการ อสมการ สมการกำลังสอง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส รากที่สอง ระบบสมการ ความน่าจะเป็น และสถิติ

4. ผู้วิจัยนำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการด้านการสอนคณิตศาสตร์ 2 ท่าน และด้านวัดผล 1 ท่าน รวมทั้งสิ้น 3 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์และเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัยทางด้านวัดและประเมินผล

การศึกษาตรวจสอบว่าข้อสอบแต่ละข้อสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่ต้องการวัดหรือไม่ ตามตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม (ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา) ข้อสอบแต่ละข้อในแบบสอบเป็นอิสระต่อกันหรือไม่ และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุง

5. ผู้วิจัยปรับปรุงแบบสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณภาพด้านความตรง แล้วนำแบบสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดสังเวช จำนวน 15 คน เพื่อทดสอบความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งประมาณเวลาในการสอบซึ่งพบว่าต้องใช้เวลาในการสอบ 100 นาที หรือ 2 คาบ

6. เมื่อผู้วิจัยนำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้ว นำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนน และนำผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมาจัดแบ่งเป็น 2 ชุด ตามที่กำหนด โดยผลการตอบข้อที่ 1-40 จัดเป็นข้อมูลของแบบสอบความยาว 40 ข้อ เนื่องจากผู้วิจัยสุ่มผลการตอบข้อสอบย่อย 1 ข้อ ของแต่ละข้อหลัก (ข้อสอบ 1 ข้อหลัก แบ่ง 2 ข้อย่อย) เป็นข้อมูลสำหรับแบบสอบความยาว 20 ข้อ ได้ผลการตอบของข้อ 1, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 20, 21, 23, 26, 27, 29, 31, 33, 36, 37 และ 39 จัดเป็นข้อมูลสำหรับแบบสอบความยาว 20 ข้อ สำหรับเงื่อนไขของจำนวนผู้สอบ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย สุ่มผู้สอบจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดให้ได้จำนวนตามที่กำหนด 100, 200, 500 และ 1,000 คน

1.2 การวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ

เมื่อผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบจนมีคุณภาพด้านความตรง จึงทำการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบดังนี้

1. นำแบบสอบเลือกตอบที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 โรงเรียน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 100 คน ที่ไม่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบรายข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบสอบ จำแนกตามโรงเรียน

สังกัด	โรงเรียน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
สพฐ.	เบญจมาชลาสัย	40
สช.	กุหลาบวัฒนา	34
กทม.	วัดกำแพง	26
	รวม	100

หมายเหตุ สพฐ. หมายถึง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สช. หมายถึง สังกัดคณะกรรมการการศึกษาเอกชน และ กทม. หมายถึง สังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

2. ผู้วิจัยนำผลการทดลองใช้จากข้อที่ 1 มาจำแนกตามความยาวแบบสอบ (40 และ 20 ข้อ)จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อในด้านความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมพร้อมทั้งนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับโดยการนำมาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากนั้นทำการคัดเลือกข้อสอบมีคุณภาพโดยค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเหมาะสมใช้ในการทดสอบทั่วไปกล่าวคือ ไม่ยากหรือง่ายเกินไป และสามารถจำแนกคนเก่งและอ่อนออกจากกันได้ เพื่อนำมารวบรวมเป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548) ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบรายข้อพบว่าแบบสอบความยาว 20 ข้อ ส่วนใหญ่มีระดับความยากค่อนข้างยากจนถึงค่อนข้างง่ายและสามารถจำแนกได้ดีถึงดีมาก โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34-0.76 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.80 โดยแบบสอบทั้งฉบับมีระดับความยากง่ายเฉลี่ยประมาณ 0.65 ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียง 0.50 ซึ่งถือเป็นความยากระดับปานกลางที่เหมาะสมสำหรับแบบสอบทั่วไป จากค่ากล่าวของ ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) เสนอว่า แบบสอบที่ดีควรมีระดับความยากเฉลี่ยทั้งฉบับเท่ากับ 0.50 และมีค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยประมาณ 0.72 ส่วนแบบสอบความยาว 40 ข้อ พบว่ามีระดับความยากในระดับยากจนถึงค่อนข้างง่ายและสามารถจำแนกได้ดีถึงดีมาก โดยมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.43-0.77 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.32-0.76 โดยแบบสอบทั้งฉบับมีระดับความยากง่ายเฉลี่ยประมาณ 0.59 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยประมาณ 0.59 รายละเอียดผลการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก และเมื่อพิจารณาคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับในด้านความเที่ยงของแบบสอบทั้ง 20 และ 40 ข้อ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.91 และ 0.92 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.3

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับข้างต้น พบว่าข้อสอบทุกข้อมีคุณภาพเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเที่ยงเหมาะสมสำหรับนำมารวบรวมเป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ กล่าวคือมีระดับความยากง่ายปานกลาง และสามารถจำแนกคนเก่งและอ่อนออกจากกันได้ดีรวมถึงมีความเที่ยงสูง ผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามทุกข้อมารวมเป็นแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การตรวจสอบความเป็นเอกมิติ (unidimensional) ของแบบสอบถาม

สำหรับแบบสอบถามแบบเลือกตอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาเพื่อให้เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค ดังนั้นผู้วิจัยจึงตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ก่อนการวิเคราะห์ข้อสอบด้วยโปรแกรม BILOG MG โดยการตรวจสอบจำนวนองค์ประกอบในแบบสอบถามด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (exploratory factor analysis) ซึ่งการตรวจสอบด้วยวิธีนี้สะดวกเพราะมีโปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์ ทั้งยังมีประสิทธิภาพและความไวสูง ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่าทั้งแบบสอบถามยาว 40 ข้อ และ 20 ข้อ มีจำนวน 2 องค์ประกอบที่มีค่า eigenvalues มากกว่า 1 โดยมีค่า eigenvalues ขององค์ประกอบที่ 1 เท่ากับ 7.463 และ 11.432 ตามลำดับ การพิจารณาคุณสมบัติของความเป็นเอกมิติของแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะพิจารณาการคำนวณอัตราส่วนของค่าไอเกน (Eigen Ratio: ER) ขององค์ประกอบที่ 1 กับองค์ประกอบที่ 2 หากอัตราส่วนที่ได้มีค่ามากกว่า 3 แล้วจะถือว่าแบบสอบถามนั้นมีคุณสมบัติของความเป็นเอกมิติ (วรนุช แหยมแสง, 2537; นิคม กิรติวางกูร, 2542; Hambleton และ Swaminathan, 1985; Embreson และ Reise, 2000) เมื่อพิจารณาอัตราส่วนของค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 (EG1) และค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 2 (ER2) ที่ได้จากการวิเคราะห์องค์ประกอบ พบว่า อัตราส่วนของค่าไอเกนขององค์ประกอบที่ 1 และองค์ประกอบที่ (ER) ของแบบสอบถามยาว 20 และ 40 ข้อ มีค่าเท่ากับ 4.565 และ 5.186 ตามลำดับ ซึ่งอัตราส่วนมีค่าเกิน 3 ทั้ง 2 เงื่อนไข แสดงว่าแบบสอบถามทั้ง 2 มีความเป็นเอกมิติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบสองค่า ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ในด้านความยาก อำนาจจำแนก และคุณภาพทั้งฉบับในด้านความเที่ยง และผลการตรวจสอบความเป็นเอกมิติของแบบสอบถามด้วยอัตราส่วนค่าไอเกน

ความยาว แบบสอบถาม	ค่าความยาก		ค่าอำนาจจำแนก		ค่าความเที่ยง α	อัตราค่าไอเกน		
	p	(ค่าเฉลี่ย)	r	(ค่าเฉลี่ย)		ER1	ER2	ER
20 ข้อ	0.34-0.76	0.653	0.30-0.80	0.652	0.905	11.432	2.504	4.565
40 ข้อ	0.43-0.77	0.590	0.32-0.76	0.585	0.921	7.463	1.439	5.186

หมายเหตุ: ER=ER1/ER2

ตอนที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเก็บข้อมูลในช่วง 1 สัปดาห์หลังจากผู้เรียนเรียนเนื้อหาครบตามหลักสูตรและก่อนที่ผู้เรียนจะสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 เพื่อให้ผลการทดสอบสามารถสะท้อนผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนตามสภาพที่จริงมากที่สุด โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ติดต่อทางโทรศัพท์กับโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

2. ทำหนังสือขอความร่วมมือในการทำการวิจัยจากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 24 โรงเรียน เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยเป็นผู้ยื่นหนังสือด้วยตนเองที่ฝ่ายวิชาการของโรงเรียน พร้อมนัดหมายวันและเวลาที่ทางโรงเรียนจะอนุญาตให้ดำเนินการเก็บข้อมูล

3. จัดเตรียมแบบสอบถามวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อทำไปทดสอบกับผู้เรียนตามวันและเวลาที่นัดหมายกับทางโรงเรียน เนื่องจากผู้วิจัยขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนเก็บข้อมูลภายใน 1 สัปดาห์หลังจากผู้เรียนเรียนครบตามเนื้อหาและก่อนสอบปลายภาค ทำให้เวลานัดหมายเก็บข้อมูลบางโรงเรียนตรงกัน ผู้วิจัยจึงไม่สามารถคุมสอบด้วยตนเองได้ 10 โรงเรียน จึงจัดทีมเก็บข้อมูลเป็นผู้คุมสอบและดำเนินการเก็บข้อมูลให้ ส่วนอีก 14 โรงเรียน ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลในวันที่ 26 มกราคม 2549 ถึง 12 กุมภาพันธ์ 2550 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลระยะเวลาการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในแต่ละโรงเรียน และสังกัด

สังกัด	โรงเรียน	วันดำเนินการ	โรงเรียน	วันดำเนินการ
สพฐ.	ศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์	6 กพ. 2550	นนทรีวิทยา	2 กพ. 2550
	สามเสนวิทยาคม	6 กพ. 2550	สายปัญญา	5 กพ. 2550
	ปทุมคงคา	8 กพ. 2550	สตรีวัดมหาบุศย์	31 มค. 2550
	รัตนโกสินทร์สมโภช(บางขุนเทียน)	7 กพ. 2550	มัธยมวัดเบญจมบพิตร	1 กพ. 2550
สช.	กรุงเทพคริสเตียนวิทยาลัย	1 กพ. 2550	พระแม่มาลีสาทร	2 กพ. 2550
	อัสสัมชัญคอนแวนต์	26 มค. 2550	ไผ่ทอุดมศึกษา	1 กพ. 2550
	เซนต์ฟรังซิสซาเวียร์คอนแวนต์	1 กพ. 2550	เซนไมเกิ้ล	1 กพ. 2550
	อัสสัมชัญศึกษา	26 มค. 2550	กุหลาบวิทยา	26 มค. 2549
กทม.	มัธยมประชาชนิเวศน์	29 มค. 2550	วัดทองเพลิง	30 มค. 2550
	วัดบางประกอก	5 กพ. 2550	วัดโพธิ์ทอง	29 มค. 2550
	วิสุทธิศ	9 กพ. 2550	วัดกก	31 มค. 2550
	วัดเศวตฉัตร	30 มค. 2550	วัดชัยมงคล	29 มค. 2550

ตอนที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลผลการตอบชุดความยาวแบบสอบ 20 ข้อ และความยาวแบบสอบ 40 ข้อ จำนวนผู้สอบ 100, 200, 500 และ 1,000 คน มาตรวจให้คะแนนแบบทวิวิภาค (dichotomous) แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลเพื่อตรวจสอบลักษณะของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและคะแนนดิบที่ได้จากการวัด ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ และค่าความสามารถของผู้สอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความโด่ง ค่าความเบ้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS/PC+

2. การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบ

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและความสามารถของผู้สอบเพื่อตรวจสอบลักษณะของข้อมูลทั่วไปของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบ

ในการวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษาค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้ในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ โดยวิเคราะห์ข้อสอบตามเงื่อนไขของความยาวแบบสอบ (20 และ 40 ข้อ) และจำนวนผู้สอบ (100, 200, 500 และ 1,000 คน) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมด้วยการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม TAP 6.65 ของ Brooks (2003)

โดยค่าความยากของข้อสอบรายข้อ คำนวณจากสูตร $P = \frac{R}{T}$

เมื่อ P = ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R = จำนวนผู้สอบที่ตอบถูก

T = จำนวนผู้สอบที่นำมาวิเคราะห์

ค่าความสามารถของผู้สอบ คำนวณจากสูตร $T = \bar{X} + r_{xx}(X - \bar{X})$ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548)

- เมื่อ T = ความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (คะแนนจริง)
 \bar{X} = คะแนนเฉลี่ยของผลการสอบของกลุ่มผู้สอบทั้งหมด
 r_u = ความเที่ยงของแบบสอบ
 X = คะแนนผลการสอบของผู้สอบที่ได้จากแบบสอบ

2. การวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ด้วยการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม BILOG MG 3 ของ Muraki, Mislevy และ Bock (2003) โดยค่าความยากและค่าความสามารถของผู้สอบประมาณค่าด้วยโมเดลการตอบสนองข้อสอบ แบบ 1 พารามิเตอร์

3. การวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบและค่าความสามารถของผู้สอบตามการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ (ระดับที่ 1 ระดับข้อสอบ และระดับที่ 2 ระดับผู้สอบ) ด้วยการวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรม HLM 6.03 ของ Bryk, Raudenbush และ Congdon (2005) โดยค่าความยากรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบคำนวณจากสมการ

$$P_{ij} = \frac{1}{1 + \exp\{-[u_{0j} - (-\gamma_{q0} - \gamma_{00})]\}}$$

เมื่อ P_{ij} = ความน่าจะเป็นที่ผู้ตอบคนที่ j จะตอบข้อสอบ ข้อที่ i ได้ถูก

μ_{0j} = ค่าความสามารถของผู้สอบคนที่ j

γ_{q0} = ค่าผลของข้อสอบข้อที่ 1, 2, ..., q, ..., k-1 ข้อ

γ_{00} = ค่าเฉลี่ยของค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยที่ผู้สอบคนที่ j จะตอบข้ออ้างอิงได้ถูก

$\delta_i = -\gamma_{q0} - \gamma_{00}$ = ค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ 1, 2, ..., q, ..., k-1 ข้อ

$-\gamma_{00}$ = ค่าความยากของข้ออ้างอิง หรือ ข้อที่ k

2.2 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความยากและค่าความสามารถของผู้สอบ

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานเพื่อให้เห็นภาพรวมของลักษณะทั่วไปของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ ในแต่ละเงื่อนไขของความยาวแบบสอบและจำนวนผู้สอบ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าความโด่ง ค่าความเบ้ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS/PC+

3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบ

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ และการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's product-moment correlation coefficient) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในแต่ละเงื่อนไขของความยาวแบบสอบและจำนวนผู้สอบ

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและความสามารถของผู้สอบ

4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความยากของข้อสอบรายข้อ ระหว่างโรงเรียนในสังกัดและระหว่างสังกัด ด้วยโปรแกรม HLM 6.03 โดยการวิเคราะห์พหุระดับ 2 ระดับ (ระดับที่ 1 ระดับโรงเรียน ระดับที่ 2 ระดับสังกัด) ด้วยการวิเคราะห์ขั้นโมเดลศูนย์ (null model) เพื่อตรวจสอบดูว่าค่าเฉลี่ยของค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับมีความผันแปรระหว่างสังกัดหรือไม่ ซึ่งในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเชิงเส้นตรงลดหลั่น 2 ระดับในการวิจัยครั้งนี้แม้จะมีจำนวนผู้สอบขนาดเล็ก แต่จากการประยุกต์ใช้ HLM ในการวิเคราะห์หือภิมาน (meta-analysis) ของ Bryk และ Raudenbush (1992) ซึ่งใช้ขนาดตัวอย่างเพียง 19 ตัวอย่างและการประยุกต์ใช้ HLM ในการวิเคราะห์ความผันแปรของค่าความตรงตามเกณฑ์ของคะแนนพัฒนาการระหว่างกลุ่มวิธีการวัดของ อวยพร เรื่องตระกูล (2544) ซึ่งใช้ขนาดตัวอย่างเพียง 9 หน่วยในระดับที่ 1 ก็สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้ HLM/2 ในการตรวจสอบความผันแปรของค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบรายข้อระหว่างสังกัด โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้ (Raudenbush, 1992; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540; อธิฤทธิ พงษ์ปิยะรัตน์, 2542 และอวยพร เรื่องตระกูล, 2544)

การวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model)

การวิเคราะห์ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะใช้ค่าความยากของข้อสอบรายข้อที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับในการวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพรวมของค่าความยากของข้อสอบรายข้อ โดยไม่นำตัวแปรอิสระอื่นๆ เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของค่าความยากของข้อสอบรายข้อและตรวจสอบว่ามีความผันแปรระหว่างสังกัด หรือไม่ ซึ่งมีการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ภายในสังกัด (ระหว่างโรงเรียน)

$$Y_{ij} = b_{0i} + e_{ij}$$

2. การวิเคราะห์ระหว่างสังกัด

$$b_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$$

เมื่อ	Y_{ij}	แทน ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ
	b_{0j}	แทน ค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบรายข้อในแต่ละสังกัด
	γ_{00}	แทน ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความยากของข้อสอบรายข้อทุกสังกัด
	e_{ij}	แทน ค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือในการวิเคราะห์ภายในแต่ละโรงเรียน
	U_{0j}	แทน ค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือในการวิเคราะห์ระหว่างสังกัด

การวิเคราะห์โมเดล HLM จะแบ่งค่าพารามิเตอร์ออกเป็นอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ซึ่งจะมีการทดสอบอิทธิพลคงที่ ($H_0: \gamma_{00} = 0$) โดยใช้สถิติ t-test ถ้าผลการทดสอบ พบว่ามีนัยสำคัญ แสดงว่าค่าเฉลี่ยรวมของค่าความยากของข้อสอบรายข้อมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ส่วนการทดสอบอิทธิพลสุ่ม ($H_0: \text{var}(e_{ij}) = \text{var}(u_{0j}) = 0$) โดยใช้ χ^2 -test ถ้าผลการทดสอบพบว่ามีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบรายข้อในแต่ละสังกัดมีความแตกต่างกัน ถ้าผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความยากของข้อสอบรายข้อในแต่ละสังกัดไม่แตกต่างกัน

4.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบ

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างผู้เรียนภายในโรงเรียน ระหว่างโรงเรียนภายในสังกัด และระหว่างสังกัด โดยใช้ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับในการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถของผู้สอบโดยการวิเคราะห์พหุระดับ 3 ระดับ (ระดับที่ 1 ระดับผู้สอบ ระดับที่ 2 ระดับโรงเรียน และระดับที่ 3 ระดับสังกัด) ด้วยโปรแกรม HLM 6.03 เพื่อตรวจสอบหาแหล่งความแปรปรวนและขนาดความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยค่าความสามารถของผู้สอบระหว่างโรงเรียน และระหว่างสังกัด ว่ามีหรือไม่มีขนาดเท่าไร โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้ (Raudenbush, 1992; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2540; อธิฤทธิ พงษ์ปิยะรัตน์, 2542 และอวยพร เรื่องตระกูล, 2544)

การวิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model)

การวิเคราะห์ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะใช้ค่าความสามารถของผู้สอบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อสอบแบบพหุระดับในการเป็นกรณีวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพรวมของค่าความสามารถของผู้สอบโดยไม่มีนำตัวแปรอิสระอื่นๆ เข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบและตรวจสอบว่ามีความผันแปรระหว่างหน่วย (ระหว่างโรงเรียน และระหว่างสังกัด) หรือไม่ ในทุกจำนวนผู้สอบ (กลุ่มตัวอย่าง 100, 200, 500 และ 1,000 คน) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. การวิเคราะห์ระหว่างผู้สอบ ภายในโรงเรียนและสังกัด

$$Y_{ijk} = P_{0jk} + E_{ijk}$$

2. การวิเคราะห์ระหว่างโรงเรียน ภายในสังกัด

$$P_{0jk} = B_{00k} + R_{0jk}$$

3. การวิเคราะห์ระหว่างสังกัด

$$B_{00k} = G_{000} + U_{00k}$$

เมื่อ	Y_{ij}	แทน ค่าความสามารถของผู้สอบคนที่ i ในโรงเรียนที่ j และสังกัดที่ k
	P_{0jk}	แทน ค่าเฉลี่ยค่าความสามารถของผู้สอบสำหรับโรงเรียนที่ j ในสังกัด k
	B_{00k}	แทน ค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถของผู้สอบสำหรับสังกัดที่ k
	G_{000}	แทน ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความสามารถของผู้สอบทุกสังกัด
	E_{ijk}	แทน ค่าส่วนที่เหลือเป็นค่าแสดงถึงความแตกต่างระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบสำหรับคนที่ i ในโรงเรียน j ในสังกัด k กับค่าความสามารถผลสัมฤทธิ์ที่ทำนายได้จากสมการ
	R_{0jk}	แทน ค่าส่วนที่เหลือของ P_{0jk} แสดงความแตกต่างระหว่างค่าความสามารถของผู้สอบสำหรับผู้สอบคนที่ i ในโรงเรียนที่ j
	U_{00k}	แทน ค่าส่วนที่เหลือของ B_{00k}

การวิเคราะห์โมเดล HLM จะแบ่งค่าพารามิเตอร์ออกเป็นอิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม ซึ่งจะมีการทดสอบอิทธิพลคงที่ ($H_0: P_{0jk}=0, B_{00k}=0, G_{000}=0$) โดยใช้สถิติ t-test ถ้าผลการทดสอบพบว่า มีนัยสำคัญแสดงว่าค่าเฉลี่ยรวมของค่าความสามารถของผู้สอบมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ส่วนการทดสอบอิทธิพลสุ่ม ($H_0: \text{var}(E_{ijk}) = \text{var}(R_{0jk}) = \text{var}(U_{00k}) = 0$) โดยใช้ χ^2 -test ถ้าผลการทดสอบพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความสามารถของผู้สอบในแต่ละโรงเรียนและแต่ละสังกัดมีความแตกต่างกัน (มีความผันแปร) ถ้าผลการทดสอบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าค่าเฉลี่ยค่าความสามารถของผู้สอบในแต่ละโรงเรียน และแต่ละสังกัดไม่แตกต่างกัน