

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 3 แบบ และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว 3 แบบ ในชั้นวิธีการดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์เพื่อนำมาใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลและวิเคราะห์ค่าดัชนีที่บ่งบอกประสิทธิภาพของโมเดลทั้งโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลลิสเรลกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 606 คน ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 9 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันขั้นของตัวแปรแฝงด้านความถนัดทางการเรียน และการสร้างสเกลองค์ประกอบด้านความถนัดทางการเรียน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลลิสเรล

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอนย่อย คือ

4.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง 3 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสเรล 3 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน (stationarity of factor pattern across times) ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบ

ตอนที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่มกัน (invariance of factor pattern across groups) ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบ

ตอนที่ 7 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลทั้งสามแบบ

ตอนที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่ม(cross validation) ของโมเดลลิสมเวททั้ง 3 แบบ

ตอนที่ 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง โดยทำการแบ่งออกเป็น 2 ตอนคือ

9.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ทั้งสามแบบ

9.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสมเวททั้งสามแบบ

อักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้สื่อความหมายแทนชื่อตัวแปรสังเกตได้ที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

ACH1	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ACH2	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ACH3	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
ATT1	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ATT2	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ATT3	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
APT1	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณ
APT2	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านอนุกรมตัวเลข
APT3	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านชุดาธิเบศ
APT4	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านสรุปความ
APT5	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการซ้อนภาพ
APT6	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการต่อภาพ
APT7	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านอุปมาอุปไมย
APT8	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านไม้เข้าพวก
APT9	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านการหมุนภาพ
APT10	คือ คะแนนความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความจำ
EVA1	คือ ระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน
EVA2	คือ ระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้

การวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีทั้งหมด 609 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มีจำนวนทั้งสิ้น 305 คน โดยกลุ่มตัวอย่างกลุ่มนี้นำมาใช้ในการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง และโมเดลลิสเรล ส่วนกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 มีจำนวนทั้งสิ้น 304 คน กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 นำมาใช้ในการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบระหว่างกลุ่ม (invariance of factor pattern across groups) ของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง 3 แบบ และใช้ในการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม (cross validation) ของโมเดลลิสเรล 3 แบบ

ในระหว่างดำเนินการเก็บข้อมูล ปรากฏว่ามีนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างได้ทำการย้ายสถานศึกษาออกไปจำนวน 3 คน โดยเป็นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 1 คน ในขณะที่เป็นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 2 คน ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้จึงมีนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 จึงมีจำนวนทั้งสิ้น 304 คน และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 มีจำนวนทั้งสิ้น 302 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจึงมีจำนวนทั้งสิ้น 606 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นเพื่อบรรยายลักษณะของตัวแปรสังเกตได้ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ความโค้ง (kurtosis) ความเบ้ (skewness) ค่าพิสัย (range) คะแนนสูงสุด (maximum) และคะแนนต่ำสุด (minimum) เป็นต้น การบรรยายค่าสถิติเบื้องต้นดังกล่าวเป็นการบรรยายค่าสถิติของตัวแปรของกลุ่มตัวอย่างที่ 1, กลุ่มที่ 2 และการเปรียบเทียบค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นเป็นดังนี้

1. ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในการวัดตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 นั้น พบว่า จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ของกลุ่มที่ 1 ในการวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีจำนวน 275, 295 และ 290 คน จากจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 304 คน โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ (missing value) จำนวน 29, 9 และ 14 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.50, 3.00 และ 4.60 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ของตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 พบว่า มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ทั้งสิ้นจำนวน 274, 295 และ 284 คน โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ (missing value) จำนวน 28, 7 และ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 9.30, 2.30 และ 6.00 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) มีค่าเท่ากับ 22.927, 23.647 และ 24.241 โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.447, 7.392 และ 8.403 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุด รองลงไปคือค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบฯ ที่วัดในครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุด รองลงไปคือ คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 และ 2 นั้นแสดงให้เห็นว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 3 มีความแปรปรวนมากที่สุด รองลงไปคือคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ 0.804, 1.213 และ 2.062 ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ 0.958, 0.916 และ 1.277 ซึ่งให้เห็นว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีการกระจายที่มีลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งสูงโดยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดครั้งที่ 3 มีความโด่งและความเบ้กว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดครั้งที่ 2 และ 1 ส่วนการแจกแจงของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดครั้งที่ 2 นั้นมีลักษณะการกระจายที่มีความโด่งสูงกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 แต่มีความเบ้น้อยกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 จากค่าความโด่งและค่าความเบ้ที่สูงเกินไปดังที่ได้กล่าวมาแล้วย่อมแสดงให้เห็นว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีการแจกแจงที่เข้าใกล้โค้งปกติ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของกลุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 22.361, 22.627 และ 24.025 โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.005, 6.532 และ 7.731 ตามลำดับ จะได้เห็นว่าคุณค่าเฉลี่ยของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ก็มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดในครั้งที่ 3 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 3 มีค่าสูงที่สุด รองลงไปคือ คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 และ 2 ตามลำดับ แสดงว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดในครั้งที่ 1 มีความแปรปรวนสูงกว่าความแปรปรวนของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 2 แต่ต่ำกว่าความแปรปรวนของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 3 เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีค่าความโด่งเท่ากับ 0.699, 1.171 และ 1.780 ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ 0.826, 0.854 และ 1.118 แสดงให้เห็นว่า คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดทั้งสามครั้งมีการแจกแจงคะแนนที่เป็นลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งสูง โดยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีค่าความโด่งและค่าความเบ้สูงกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 และ 2 ส่วนคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 2 ถึงแม้จะมีค่าความโด่งสูงกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ฯ ที่วัดในครั้งที่ 1 ก็ตามแต่ก็มีค่าความเบ้ที่ใกล้เคียงกัน จากค่าความโด่งและค่าความเบ้ซึ่งมีค่าไม่สูงมากเกินไป

ไปตั้งที่ถ้ำมาแล้วนั้น แสดงให้เห็นว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสาม ครั้งมีการแจกแจงที่เข้าใกล้โค้งปกติ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 พบว่า ทั้งค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบของกลุ่มที่ 2 ทั้งสามครั้ง นอกจากนี้ คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 1 ยังมีพิสัยกว้างกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ 2 อีกด้วย โดยคะแนนสูงสุดของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ 2 ในขณะที่คะแนนต่ำสุดของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ 1 มีคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 2 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบลักษณะการแจกแจงของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ของทั้งสองกลุ่มแล้ว พบว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงที่มีลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโค้งสูงเช่นเดียวกัน แต่กลุ่มที่ 1 จะมีความโค้งและความเบ้ที่มากกว่ากลุ่มที่ 2 นั้นย่อมแสดงว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ 2 มีลักษณะการแจกแจงที่เข้าใกล้โค้งปกติมากกว่าคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวมาทั้งหมด แสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ในครั้งที่ 1,2 และ3 ของกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2

ค่าสถิติ	ตัวแปร	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
		ACH1	ACH2	ACH3	ACH1	ACH2	ACH3
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์		275	295	290	274	295	284
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์(ร้อยละ)		29(9.50)	9(3.00)	14(4.50)	28(9.30)	7(2.30)	18(6.00)
ค่าเฉลี่ย(Mean)		22.927	23.647	24.241	22.361	22.627	24.026
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		7.447	7.392	8.403	7.005	6.532	7.731
พิสัย(Range)		29	33	35	28	27	34
คะแนนสูงสุด(Maximum)		39	43	45	38	38	44
คะแนนต่ำสุด(Minimum)		10	10	10	10	11	10
ความโค้ง(Kurtosis)		0.804	1.213	2.062	0.699	1.171	1.78
ความเบ้(Skewness)		0.958	0.916	1.277	0.826	0.854	1.118

2.ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ การวัดตัวแปรสังเกตได้เจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT1, ATT2, และ ATT3)ของกุ่มที่1 มีกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ทั้งสิ้นจำนวน 275, 295 และ 290 คน และมีกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 29, 9 และ 14 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.50, 3.00 และ 4.50 ตามลำดับ ส่วนจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ของกุ่มที่ 2 ในการวัดตัวแปรเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ3 มีจำนวนทั้งสิ้น 274, 295 และ 284 คน มีกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 28, 7 และ 18 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 9.30, 2.30 และ 6.00 ตามลำดับ

คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1,2 และ 3 ของกุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 295.603, 302.318 และ 302.282 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 33.365, 28.516 และ 33.803 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันมาก และมีค่าสูงกว่าคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 ด้วย เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้ง พบว่าคะแนนเจตคติที่วัดครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 ชี้ให้เห็นว่า ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติที่วัดครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าความแปรปรวนคะแนนเจตคติในการวัดครั้งที่ 1

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้ง พบว่า ความโค้งมีค่าเท่ากับ 2.334, 4.689 และ 6.946 ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ -1.453, -1.903 และ -2.358 ชี้ให้เห็นว่าคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีการแจกแจงที่เป็นลักษณะเบ้ทางลบและที่มีความโค้งสูง โดยคะแนนเจตคติที่วัดครั้งที่ 3 มีค่าความโค้งและค่าความเบ้สูงกว่าคะแนนเจตคติที่วัดครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ ค่าความโค้งและค่าความเบ้ที่มีค่าสูงมากดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแสดงให้เห็นว่า คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งสามครั้ง มีการแจกแจงที่ไม่เป็นโค้งปกติ

เมื่อพิจารณาคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1,2 และ 3 ของกุ่มที่ 2 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 297.761, 298.416 และ 298.709 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะคะแนนเจตคติ ที่วัดในครั้งที่ 2 และ 3 ที่มีค่าใกล้เคียงกันมาก และมีค่าสูงกว่าคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.265 ,29.474 และ 33.480 ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าคะแนนเจตคติที่วัดครั้งที่ 1และ 2 มีความแปรปรวนที่ใกล้เคียงกัน แต่ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติทั้งสองครั้งดังกล่าวก็ยังมีค่าต่ำกว่าความแปรปรวนของคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 3 อย่างเห็นได้ชัดเจน

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ทั้งสามครั้ง พบว่า ความโค้งมีค่าเท่ากับ 1.655 , 2.892 และ 5.307 ส่วนความเบ้มีค่าเท่ากับ -1.25 , -1.51 และ -1.99 ซึ่งให้เห็นว่าการแจกแจงของคะแนนเจตคติ ทั้งสามครั้งมีลักษณะเบ้ทางลบและมีความโค้งสูง โดยคะแนนเจตคติ ที่วัดในครั้งที่ 3 มีความโค้งและความเบ้มากกว่าคะแนนเจตคติ ที่วัดในครั้งที่ 2 และ 1 ตามลำดับ จากค่าความโค้งและค่าความเบ้ซึ่งมีค่าสูงมากดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น แสดงให้เห็นว่าคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีการแจกแจงที่ไม่เป็นโค้งปกติ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติ ที่วัดในครั้งที่ 2 และ 3 ของกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 2 และ 3 ของกลุ่มที่ 2 มีเพียงคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 ของกลุ่มที่ 2 เท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 ของกลุ่มที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบความแปรปรวนของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งระหว่างกลุ่มที่ 1 และ 2 พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 3 ของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันในขณะที่ความแปรปรวนของคะแนนเจตคติที่วัดในครั้งที่ 1 ของกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงกว่าคะแนนเจตคติของกลุ่มที่ 2 ที่วัดในครั้งที่ 1 เช่นเดียวกัน ส่วนความแปรปรวนของคะแนนเจตคติ ที่วัดในครั้งที่ 2 ของกลุ่มที่ 1 มีค่าต่ำกว่าคะแนนเจตคติ ของกลุ่มที่ 2 ที่วัดในครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาพิสัยของคะแนนพบว่าคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 1 มีพิสัยของคะแนนกว้างกว่าพิสัยของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 2 ส่วนลักษณะการแจกแจงของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งของทั้งสองกลุ่มมีลักษณะการกระจายที่มีความเบ้ทางลบและมีความโค้งสูงมากเช่นเดียวกัน โดยการแจกแจงของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 1 มีความโค้งและความเบ้มากกว่าการแจกแจงของคะแนนเจตคติทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 2 อย่างเห็นได้ชัดเจน ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของทั้งสองกลุ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรด้านเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียน
คณิตศาสตร์ที่ในครั้งที่ 1,2 และ3 ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ค่าสถิติ	ตัว	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
		ATT1	ATT2	ATT3	ATT1	ATT2	ATT3
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์		275	295	290	274	295	284
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์(ร้อยละ)		29(9.50)	9(3.00)	14(4.50)	28(9.30)	7(2.30)	18(6.00)
ค่าเฉลี่ย(Mean)		295.603	302.318	302.282	297.761	298.416	298.709
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		33.366	28.516	33.803	29.265	29.474	33.480
พิสัย(Range)		194	173	227	165	162	215
คะแนนสูงสุด(Maximum)		343	343	343	343	343	343
คะแนนต่ำสุด(Minimum)		149	170	116	178	181	128
ความโค้ง(Kurtosis)		2.334	4.689	6.946	1.655	2.832	6.307
ความเบ้(Skewness)		-1.453	-1.903	-2.358	-1.25	-1.51	-1.93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ 1 มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ 301 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์มีเพียง 3 คนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 1.00 เท่านั้น ส่วนการวัดตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ 2 มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์ 300 คน ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์มีเพียง 2 คนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 0.7 เท่านั้น

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนทั้ง 10 ตัวแปร (APT1 ถึง APT10) ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.445, 2.651, 4.867, 4.458, 5.239, 4.439, 4.213, 5.983, 5.236 และ 5.684 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.876, 1.598, 2.522, 1.634, 2.093, 1.629, 1.896, 1.952, 2.746 และ 1.622 ตามลำดับ ตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงสุดคือ APT9 ตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงสุดคือ APT2 เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้ง 10 ตัว พบว่าทุกตัวแปรมีความโค้งค่าความเบ้ต่ำมากและยังมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งแสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ตัวแปรมีการแจกแจงที่เป็นโค้งปกติ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนทั้ง 10 ตัวแปร (APT1 ถึง APT10) ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 5.287, 2.620, 4.953, 4.590, 5.240, 4.543, 3.857, 5.703, 5.183 และ 5.623 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.895, 1.568, 2.484, 1.555, 2.087, 1.597, 1.842, 2.119, 3.038 และ 1.726 ตามลำดับ ตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงสุดคือ APT9 ตัวแปรที่มีความแปรปรวนสูงสุดคือ APT4 เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้ง 10 ตัว พบว่าค่าความโค้งและค่าความเบ้ของตัวแปรทุกตัวมีค่าต่ำมากและเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งแสดงว่าตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ตัวแปรมีการแจกแจงที่เป็นโค้งปกติ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ตัวแปรระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนทั้ง 10 ตัวแปรของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันมาก และเมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของตัวแปรทั้ง 10 ตัวแปร พบว่าตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนทั้ง 10 ตัวแปรของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงที่เป็นโค้งปกติ เช่นเดียวกันโดยความโค้งและความเบ้ของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันมากและมีค่าเข้าใกล้ศูนย์เช่นเดียวกัน นั่นแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่เท่าเทียมกันหรือกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความเทียบเคียงกันได้ (compatible) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้ง 10 ตัวแปรดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

ค่าสถิติ	ตัวแปร	กลุ่มที่ 1										กลุ่มที่ 2									
		APT1	APT2	APT3	APT4	APT5	APT6	APT7	APT8	APT9	APT10	APT1	APT2	APT3	APT4	APT5	APT6	APT7	APT8	APT9	APT10
จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด		304	304	304	304	304	304	304	304	304	304	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์		301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ค่าเฉลี่ย(Mean)		6.446	2.651	4.867	4.458	5.239	4.439	4.213	6.983	6.236	6.684	6.287	2.62	4.953	4.59	5.24	4.543	3.857	5.703	6.183	5.623
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		1.876	1.598	2.522	1.634	2.093	1.629	1.896	1.952	2.746	1.622	1.896	1.568	2.484	1.556	2.087	1.597	1.842	2.119	3.038	1.726
พิสัย(Range)		10	6	10	9	9	9	9	10	10	6	10	7	10	8	9	9	8	9	10	7
คะแนนสูงสุด(Maximum)		10	6	10	10	9	9	9	10	10	7	10	7	10	9	9	9	8	9	10	7
คะแนนต่ำสุด(Minimum)		0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ความโค้ง(Kurtosis)		0.692	-0.65	-0.761	-0.074	-0.515	-0.11	-0.31	0.544	-0.876	0.212	0.776	-0.318	-0.782	-0.381	-0.388	0.166	-0.468	0.711	-1.079	1.014
ความเบ้(Skewness)		-0.269	0.352	0.079	0.446	-0.369	-0.4	0.217	-0.8	-0.007	-1.108	-0.002	0.584	0.222	0.366	-0.42	-0.308	0.157	-1.011	0.024	-1.311

4. ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของผลการประเมินความสามารถในการเรียน

คณิตศาสตร์(EVA1) และผลการประเมินเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)โดยครูผู้สอน ซึ่งนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ได้รับการประเมินระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์(EVA1)และระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)โดยครูผู้สอน ครบทุกคน ค่าเฉลี่ยของระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่1 และ 2 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าเท่ากับ 3.174 และ 3.119 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยของระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)ของกลุ่มที่1 และ 2 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าเท่ากับ 3.197 และ 3.167 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่ต่างกัน

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์(EVA1)และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)โดยครูผู้สอนของทั้งสองกลุ่ม พบว่า ความโค้งและค่าความเบ้มีค่าต่ำและเข้าใกล้ศูนย์อีกด้วย นั่นแสดงว่า ระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์(EVA1)และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)โดยครูผู้สอนของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของการประเมินระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอน พบว่า ค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มก็มีค่าใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกัน ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อพิจารณาการแจกแจงของระดับผลการประเมินระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอนของทั้งสองกลุ่ม พบว่า มีการแจกแจงที่เป็นโค้งปกติเช่นเดียวกันทั้งสองกลุ่มโดยมีความโค้งและความเบ้ที่ใกล้เคียงกันทั้งสองกลุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่เท่าเทียมกันหรือกล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีความเทียบเคียงกันได้(comparable) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของการประเมินระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์โดยครูผู้สอนดังกล่าว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ (EVA1)และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(EVA2)ที่ประเมินโดยครูผู้สอน

ค่าสถิติ	ตัวแปร	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2	
		EVA1	EVA2	EVA1	EVA2
จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด		304	304	302	302
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์		304	304	302	302
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์		0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย(Mean)		3.174	3.197	3.119	3.166
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)		0.836	0.89	.839	.881
พิสัย(Range)		4.00	4.00	4.000	4.000
คะแนนสูงสุด(Maximum)		5	5	5	5
คะแนนต่ำสุด(Minimum)		1	1	1	1
ความโค้ง(Kurtosis)		0.484	0.245	.132	.120
ความเบ้(Skewness)		-0.031	0.026	.146	.022

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปรแฝงด้านความถนัดทางการเรียนและ การสร้างสเกลองค์ประกอบของตัวแปรแฝงด้านความสามารถทางการเรียน

ตัวแปรแฝงด้านความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนได้รับเมื่อทำแบบวัดความถนัดทางคณิตศาสตร์ (mathematics aptitude test) ที่พัฒนาขึ้นโดย กิตติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์ (2537) จำนวน 10 ฉบับ ได้แก่ แบบทดสอบเกี่ยวกับทักษะการคิดคำนวณ (APT1) แบบทดสอบอนุกรมตัวเลข (APT2) แบบทดสอบยูตาธิบาย (APT3) แบบทดสอบสรุปความ (APT4) แบบทดสอบข้อรูปภาพ (APT5) แบบทดสอบต่อภาพ (APT6) แบบทดสอบอุปมาอุปไมย (APT7) แบบทดสอบไม่เข้าพวก (APT8) แบบทดสอบหมุนภาพ (APT9) และแบบทดสอบความจำ (APT10) จากการศึกษาองค์ประกอบของแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ กิตติพงษ์ ลิขิตบุญฤทธิ์ สร้างขึ้นนี้พบว่าแบบวัดฉบับดังกล่าวประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบด้านจำนวน องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ตัวแปรแฝงด้านความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงวัดได้จากองค์ประกอบด้านจำนวน (Number) องค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ (Space) และองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล (Memory & Reasoning) ซึ่งเกิดจากการสร้างสเกลองค์ประกอบ (factor scale) จากตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 10 ตัวแปร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmatory factor analysis) ด้วยโปรแกรม LISREL เวอร์ชัน 8.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียน
คณิตศาสตร์

ตัวแปร	APT1	APT2	APT3	APT4	APT5	APT6	APT7	APT8	APT9	APT10
APT1	1.0000									
APT2	0.4054	1.0000								
APT3	0.2872	0.3175	1.0000							
APT4	0.2322	0.2274	0.2171	1.0000						
APT5	0.2494	0.3299	0.2970	0.1033	1.0000					
APT6	0.2238	0.2279	0.1132	0.0933	0.2545	1.0000				
APT7	0.2834	0.3029	0.2555	0.1600	0.2970	0.1899	1.0000			
APT8	0.1458	0.1627	0.1546	0.1676	0.1356	0.1449	0.2496	1.0000		
APT9	0.2150	0.2193	0.1383	0.1697	0.1131	0.2540	0.3316	0.2619	1.0000	
APT10	0.2742	0.3149	0.3328	0.1240	0.3326	0.1220	0.2420	0.1753	0.1238	1.0000
Mean	5.4452	2.8512	4.8671	4.4585	5.2392	4.4385	4.2125	5.9834	5.2359	5.6844
S.D.	1.8765	1.5983	2.5224	1.6337	2.0935	1.6290	1.8960	1.9519	2.7461	1.6217

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปรแฝงด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้ 10 ตัวแปร พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งพิจารณาได้จาก ค่าไค-สแควร์ที่มีค่าเท่ากับ 20.05 ; $p=0.83$ ที่องศาอิสระเท่ากับ 27 ส่วนค่าดัชนีตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์อื่น ๆ ซึ่งได้แก่ ดัชนี RMR = 0.12 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ค่าดัชนี GFI=0.99 และ AGFI=0.97 ซึ่งเป็นค่าที่สูง นอกจากนี้ค่าดัชนีเศษเหลือในรูปคะแนนมาตรฐานระหว่างตัวแปรสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.92 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์(2.00) ย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ได้เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบ(factor loading) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์(R-square)ของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 10 ตัวแปรดังที่แสดงไว้ในตาราง พบว่ามีค่าต่ำ นั่นคือ ความเที่ยงตัวแปรสังเกตได้ด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปรแฝงด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ดังกล่าวได้แสดงไว้ในตารางที่ 14 และแผนภาพที่ 16 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปรแฝงด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ						R ²	เมทริกซ์ สปส.คะแนนองค์ประกอบ		
	Number		Space		Memo&Reason			Number	Space	Memo&Reason
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE				
APT1	1.09**	.12					.34	.12	.07	.13
APT2	1.02**	.10					.41	.17	.10	.19
APT3	1.33**	.16					.28	.07	.04	.08
APT4					.59**	.12	.13	.07	.02	.07
APT6			1.34**	.18			.41	.07	.21	.02
APT8			.71**	.11			.19	.06	.10	.02
APT7	.94**	.12					.25	.07	.02	.09
APT8					.59**	.14	.09	.03	-.02	0.4
APT9			1.30**	.23			.2	.03	.11	.00
APT10					.81**	.13	.25	.10	-.02	.11

GOODNESS OF FIT STATISTICS

<.05 , **p < .01

CHI-SQUARE = 20.05 , df = 27 , P = 0.83

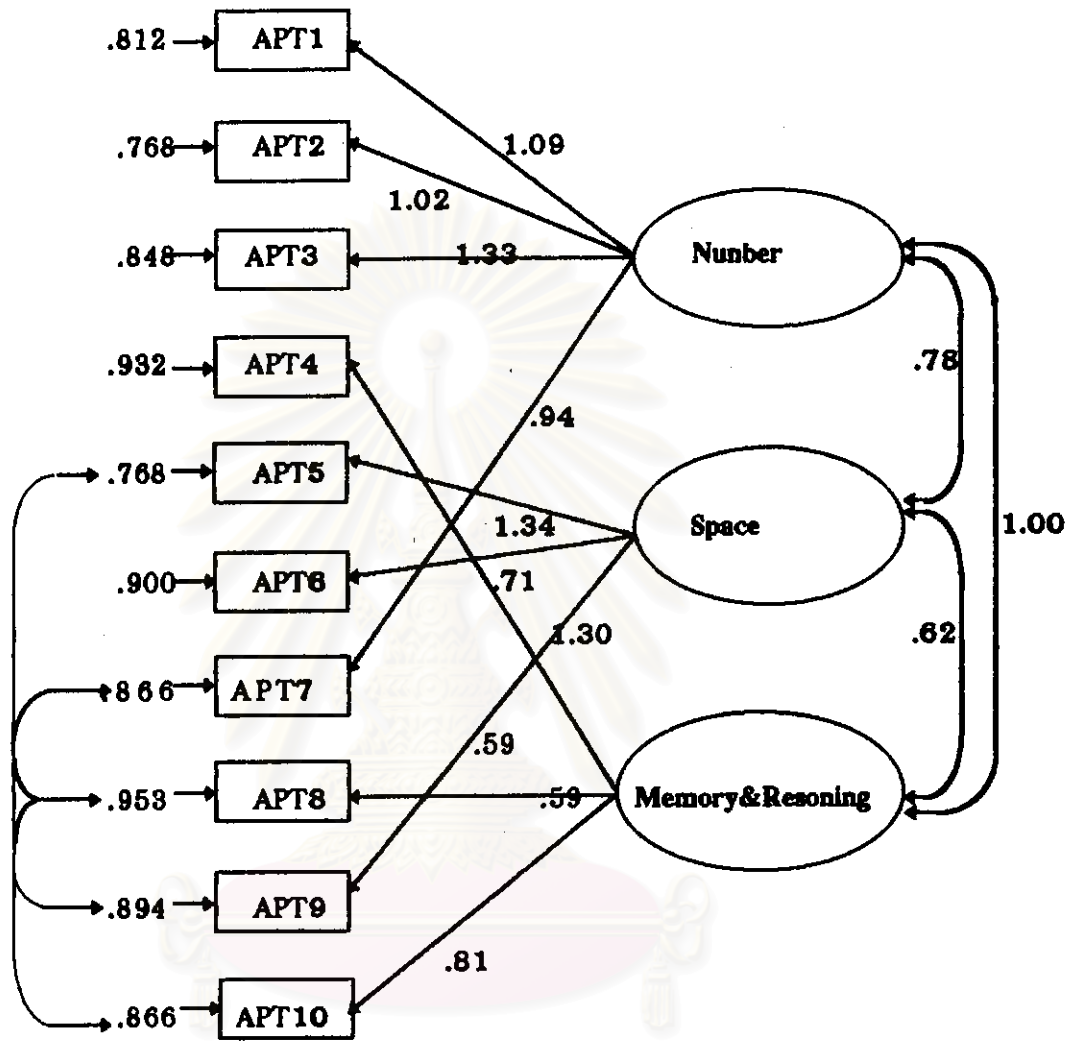
GFI = 0.99 , AGFI = 0.97 , RMR = 0.12

LARGEST STANDARDIZED RESIDUAL = 1.96

cor.(Space,Number) = .78 , SE=.08 , t=9.63

cor.(Memo&Reason,Number)= .1.00 , SE=.11 , t=9.19

cor.(Memo&Reason,Space)= .62 , SE=.13 , t=4.96



แผนภาพที่ 16 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบ
ด้านความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ(factor score coefficient) ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 15 สามารถนำมาสร้างสเกลองค์ประกอบ(factor scale) ของตัวแปรแฝงด้านความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(mathematics ability) ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{NUMBER} = (.21)\text{APT1} + (.17)\text{APT2} + (.07)\text{APT3} + (.07)\text{APT7}$$

$$\text{SPACE} = (.21)\text{APT5} + (.10)\text{APT6} + (.11)\text{APT9}$$

$$\text{MEMO\&RES} = (.07)\text{APT4} + (.40)\text{APT8} + (.11)\text{APT10}$$

จากสมการสร้างสเกลองค์ประกอบทั้งสามสมการซึ่งผู้วิจัยได้นำมาประมวลผลด้วยโปรแกรม SPSS-PC เพื่อสร้างสเกลองค์ประกอบ และดำเนินการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของสเกลองค์ประกอบทั้งสามด้าน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของสเกลองค์ประกอบด้านตัวเลข สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และสเกลองค์ประกอบด้านเหตุผล ของกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2

ค่าสถิติ	ตัวแปร	กลุ่มที่ 1			กลุ่มที่ 2		
		Number	Space	Memo&Res	Number	Space	Memo&Res
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่สมบูรณ์		301	301	301	300	300	300
จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์		3	3	3	2	2	2
ค่าเฉลี่ย(Mean)		1.74	2.12	1.177	1.697	2.125	1.168
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)		0.572	0.634	0.253	0.568	0.658	0.243
พิสัย(Range)		3.15	3.17	1.31	3.13	3.49	1.37
คะแนนสูงสุด(Maximum)		3.43	3.59	1.72	3.41	3.59	1.76
คะแนนต่ำสุด(Minimum)		0.28	0.42	0.41	0.28	0.1	0.39
ความโค้ง(Kurtosis)		-0.127	-0.344	-0.245	0.011	-0.234	0.302
ความเบ้(Skewness)		0.187	-0.265	-0.479	0.31	-0.354	-0.642

จากตารางที่ 15 พบว่าค่าเฉลี่ยของสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน(Number) สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์(Space) และสเกลองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล (Memory&reasoning) ของกลุ่มที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.74, 2.12 และ 1.177 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.572, 0.634 และ 0.253 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และสเกลองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล ของกลุ่มที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.697, 2.125 และ 1.168 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.568, 0.658 และ 0.243 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของสเกลองค์ประกอบทั้งสามพบว่า สเกลองค์ประกอบมีค่าความได้และความเบ้ต่ำ นอกจากนี้ยังมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ทั้งสองกลุ่มซึ่งแสดงให้เห็นว่าสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์ และสเกลองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผลของทั้งสองกลุ่มมีการแจกแจงที่เป็นโค้งปกติ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้เพื่อนำมาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งในโมเดลวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลอิสระ

การวิเคราะห์ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ที่ปรากฏอยู่ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบและโมเดลอิสระทั้งสามแบบ ในการรายงานค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 16 ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วนคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ใต้แนวทแยงเป็นเมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่เหนือแนวทแยงเป็นเมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

อักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้แทนชื่อตัวแปรสังเกตได้ ที่ปรากฏอยู่ในตารางเมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 16 เป็นดังนี้

ตัวแปรสังเกตได้ (observed variable)

ACH1	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ACH2	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ACH3	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
ATT1	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ATT2	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ATT3	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
NUMBER	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านจำนวน
SPACE	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านมิติสัมพันธ์
MEMO&RES	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความจำและเหตุผล

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มที่ 1 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์สูง กล่าวคือมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .66 ถึง .68 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ยังมีความสัมพันธ์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (MATT1, MATT2 และ MATT3) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .13 ถึง .24 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้ง มีความสัมพันธ์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งอยู่ใน

เกณฑ์ต่ำ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ดังกล่าวมีผลต่อการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัวแปรซึ่งได้แก่คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์โดยมีผลให้ความคลาดเคลื่อนมีค่าสูงเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรมีค่าต่ำ ส่วนคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (MATT1, MATT2 และ MATT3) มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกันโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .62 ถึง .75

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน(number) สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์(space) และสเกลองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล(memory & reasoning) กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดทั้งสามครั้ง และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดทั้งสามครั้ง พบว่า สเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 อยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง .34 ถึง .60 แต่สเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำมากโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .02 ถึง .22 เท่านั้น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเกลองค์ประกอบด้วยกันเองพบว่า มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .37 ถึง .48

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 กับระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน(EVA1) พบว่า มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .47 ถึง .52 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 มีความตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 กับระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน(EVA2) พบว่ามีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อยู่ในเกณฑ์ต่ำโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .10 ถึง .20 เท่านั้นแสดงให้เห็นว่าคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (MATT1, MATT2 และ MATT3) มีความตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มที่ 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1,2 และ 3 มีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์สูงกล่าวคือ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .64 ถึง .70 แต่ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งกับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .14 ถึง .25 เท่านั้น ส่วนคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีความสัมพันธ์กันเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .49 ถึง .70

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน(number) สเกลองค์ประกอบด้านมิติสัมพันธ์(space) และสเกลองค์ประกอบด้านความจำและเหตุผล(memory & reasoning) กับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้ง พบว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .20 ถึง .55 แต่สเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีความสัมพันธ์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อยู่ในเกณฑ์ต่ำโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .22 ถึง .25 เท่านั้น อย่างไรก็ตามสเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านก็มีความสัมพันธ์กันเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .35 ถึง .44

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 กับระดับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน(EVA1)พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .37 ถึง .55 นั้นแสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีความตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ในขณะที่ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งกับระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่ประเมินโดยครูผู้สอน(EVA1) พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำมากโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในช่วง .22 ถึง .25 เท่านั้นซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งมีความตรงตามสภาพอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

จากการพิจารณาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ระหว่างกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ของกลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้จาก ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งสามครั้งของกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงกว่า ถึงแม้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวทั้งของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะมีค่าต่ำเช่นเดียวกันก็ตาม นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับสเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านของกลุ่มที่ 1 ก็มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ 2 รวมไปถึงความ

สัมพันธ์ระหว่างคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์กับสเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านตัวที่มีความแตกต่างกัน จากความแตกต่างกันของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ดังกล่าวมาแล้วนั้น ทำให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มขาดคุณสมบัติความเท่าเทียมกันหรือไม่สามารถเทียบเคียงกันได้นั้นเองซึ่งส่งผลต่อการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของน้ำหนักองค์ประกอบระหว่างกลุ่มของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 แบบ รวมไปถึงการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่มของโมเดลอิสระทั้งสามแบบเช่นเดียวกันซึ่งได้กล่าวไว้ในตอนที่ 6 และตอนที่ 8 ต่อไป

ตารางที่ 16 เมทริกซ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

กลุ่มที่ 2											
ตัวแปร	ACH1	ACH2	ACH3	ATT1	ATT2	ATT3	EVA1	EVA2	Number	Space	Memo&res
MEAN	22.3613	22.627	24.024	297.761	298.416	298.70	3.119	3.1656	1.697	2.125	1.168
S.D.	7.005	6.532	7.731	29.264	29.474	33.480	0.838	0.881	0.568	0.658	0.243
ACH1	-	.654**	.648**	.194**	.148*	.183*	.463**	.378**	.546**	.272**	.372**
ACH2	.666**	-	.707**	.186**	.225**	.249**	.545**	.452**	.513**	.286**	.356**
ACH3	.681**	.672**	-	.198**	.164*	.209**	.498**	.465**	.536**	.306**	.261**
ATT1	.184*	.208**	.220**	-	.630**	.498**	.229**	.222**	.215**	.063	.091
ATT2	.134	.182**	.235**	.624**	-	.705**	.246**	.243**	.229**	.141*	.126
ATT3	.165*	.165*	.233**	.620**	.758**	-	.214**	.250**	.178*	.017	.059
EVA1	.523**	.492**	.476**	.254**	.289**	.304**	-	.706**	.465**	.350**	.347**
EVA2	.493**	.468**	.438**	.163*	.194**	.168*	.663**	-	.378**	.323**	.251**
Number	.544**	.551**	.594**	.221**	.152*	.202**	.494**	.388**	-	.386**	.351**
Space	.417**	.398**	.371**	.146*	.144*	0.105	.398**	.357**	.487**	-	.441**
Memo&res	.364**	.341**	.349**	0.040	0.023	0.073	.385**	.305**	.484**	.375**	-
MEAN	22.927	23.647	24.241	295.603	302.318	302.281	3.174	3.197	1.740	2.120	1.177
S.D.	7.446	7.392	8.403	33.365	28.516	33.8034	0.836	0.890	0.572	0.634	0.253
กลุ่มที่ 1											

*p<.05 , **p<.01

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

อักษรย่อภาษาอังกฤษที่ใช้แทนชื่อตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝงทั้งในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลลิสมวล

ตัวแปรสังเกตได้(observed variable)

ACH1	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ACH2	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ACH3	คือ คะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
ATT1	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ATT2	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ATT3	คือ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
NUMBER	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านจำนวน
SPACE	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านมิติสัมพันธ์
MEMO&RES	คือ สเกลองค์ประกอบความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความจำและเหตุผล

ตัวแปรแฝง(latent variable)

MACH1	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
MACH2	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
MACH3	คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
MATT1	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
MATT2	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
MATT3	คือ ตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
INI1	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น(initiat trait)ของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์(ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
OVA1	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด(over all change)ของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์(ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)

INI2	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น(imitait trait)ของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
OVA2	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด(over all change)ของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ตัวบ่งชี้ตัวเดียว)
MINI	คือ องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น(imitait trait)ของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัว
MOVA	คือ องค์ประกอบที่เปลี่ยนแปลงทั้งหมด(over all change)ของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัว

4.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง 3 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้ง 3 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งก็คือกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 นั้นเอง ผลการวิเคราะห์เป็นการรายงานค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ โดยมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

4.1.1. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูป โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 12.20 ; $p = .058$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 6 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ(Residual)หรือความคลาดเคลื่อนพบว่า ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 15.53 แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าปกติ นั้นแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างไม่สมบูรณ์

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 17 และเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบที่แสดงไว้ในตารางที่ 17 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ(factor loading) ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ด้านเจตคติ ATT1, ATT2 และ ATT3 มีค่าต่ำมาก ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้เนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้คือคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่า

ต่ำมาก ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวดังกล่าวจึงมีความคลาดเคลื่อนสูงซึ่งส่งผลให้ความเที่ยงของตัวแปรมีค่าต่ำ

ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบด้วยโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลการวัดที่1)นี้ จะสามารถบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ก็ต่อเมื่อได้ทำการทดสอบความคงที่ของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน(test stationarity of factor pattern across times)ซึ่งผลการวิเคราะห์จะเสนอไว้ในตอนที่5 ที่จะกล่าวถึงต่อไป ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังกล่าวนี้ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในตารางที่ 17 และแผนภาพที่ 17

ตารางที่ 17 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ						R-square
	MACH1		MACH2		MACH3		
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	.89*	.44					.01
ATT2			.89**	.37			.01
ATT3					1.45**	.39	.03
ACH1	43.20**	1.76					1.00
ACH2			23.44**	1.87			.54
ACH3					33.81**	1.37	1.00

GOODNESS OF FIT STATISTICS

*P<.05 **P<.01

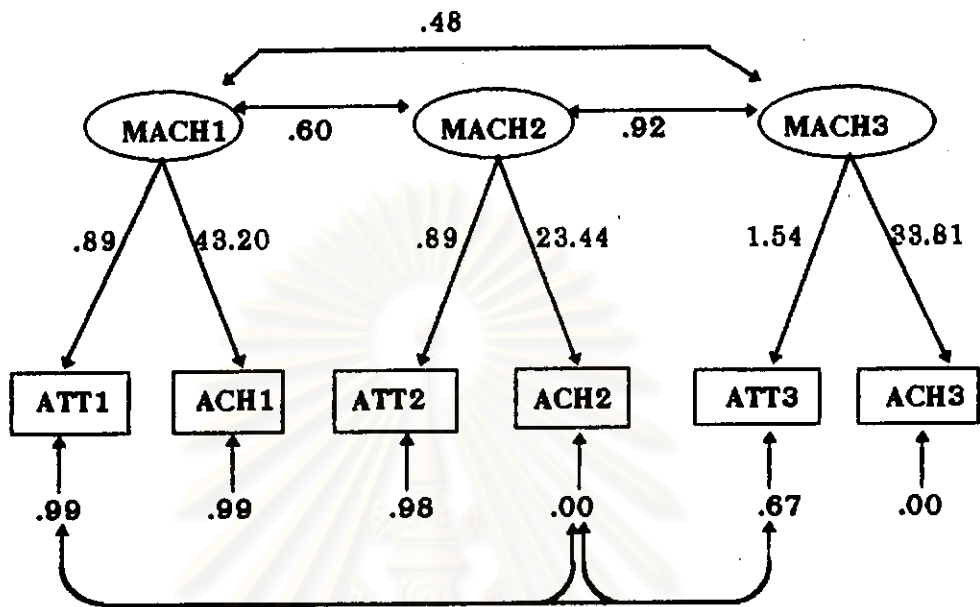
CHI-SQUARE = 12.20 ; P = 0.068 ; df=6 ; RMR = 15.63

GFI = 0.99 ; AGFI = 0.96 ; PGFI = 0.28

COVAR(MACH1, MACH2) = .60

COVAR(MACH1, MACH3) = .48 , SE = .03

COVAR(MACH2, MACH3) = .92 , SE = .04



แผนภาพที่ 17 โมเดลการการวัดที่ 1: การวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 12.82 ; $p = .077$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 7 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ(Residual)หรือความความคลาดเคลื่อนพบว่าจาก ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 22.88 แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าปกติ นั้นแสดงว่าโมเดลยังไม่มี ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 18 และเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบที่แสดงไว้ในตารางที่ 18 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ(factor loading) ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักองค์ประกอบจาก OVA1ไป MATT1 ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความเที่ยงของตัวแปรแฝง MATT2, MATT3 MACH2 และ MACH2 มีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง(ค่า R-SQUARE มีค่าเท่ากับ .74 , .60 , .75 และ .75 ตามลำดับ) ส่วนตัวแปรแฝง MATT1 กับ MACH1 มีความเที่ยงต่ำ มีข้อสังเกตว่าตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 6 ตัวแปร(ATT1 , ATT2 , ATT3 , ACH1 , ACH2 และ ACH3) มีค่า R-SQUARE เท่ากับ 1.00 ทั้งนี้เนื่องมาจากในการประมาณพารามิเตอร์ของโมเดล โปรแกรม LISREL ไม่สามารถประมาณพารามิเตอร์ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดตัวแปรได้ ดังนั้นจึงบังคับค่าพารามิเตอร์ในเมทริกซ์ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตเหล่านี้ให้มีค่าเป็นพารามิเตอร์กำหนด (fix parameter) จึงส่งผลให้ความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดตัวแปรมีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าค่าความเที่ยงนี้ไม่ได้เป็นค่าที่แท้จริง

โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดที่ 2) นี้ สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลา(overall change)ได้ ซึ่งจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลนี้คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจาก OVA1ไปยัง MATT2 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาดำกัน(MATT1, MATT2 และ MATT3) มีค่าเท่ากับ .79 (SE = .45 ; $t = 1.76$) ค่าพารามิเตอร์นี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเพียงพอที่จะปฏิเสธได้ว่าเป็นค่าที่แตกต่างจากศูนย์ พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงอีกค่าหนึ่งก็คือ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจาก OVA2ไปยัง MACH2 ซึ่งเป็นพารามิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาดำกัน(MACH1, MACH2 และ MACH3) มีค่าเท่ากับ 1.00 (SE = .09 ; $t = 11.34$) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการประมาณพารามิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาสามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ .79 ในขณะที่ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก็มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเช่นกัน โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ 1.00 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ประมาณค่าได้ผู้วิจัยแสดงไว้ในตารางที่ 18 และแผนภาพที่ 18 ดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบผลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ																R ²					
	MATT1		MATT2		MATT3		MACH1		MACH2		MACH3		INI1		OVA1			INI2		OVA2		
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE		สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	7.14**	.29																				1.00
ATT2			3.73**	.24																		1.00
ATT3					3.34**	.81																1.00
ACH1							32.88**	1.32														1.00
ACH2									14.08**	.58												1.00
ACH3											16.71**	.59										1.00
MATT1													1.00	-	.00	-						.09
MATT2													1.00	-	.79	.46						.74
MATT3													1.00	-	1.00	-						.60
MACH1																	1.00	-	.00	-		.00
MACH2																	1.00	-	1.00**	.09		.75
MACH3																	1.00	-	1.00	-		.76

GOODNESS OF FIT STATISTICS

*p<.05 **p<.01

CHI-SQUARE = 12.82 ; P = 0.077 ; df= 7

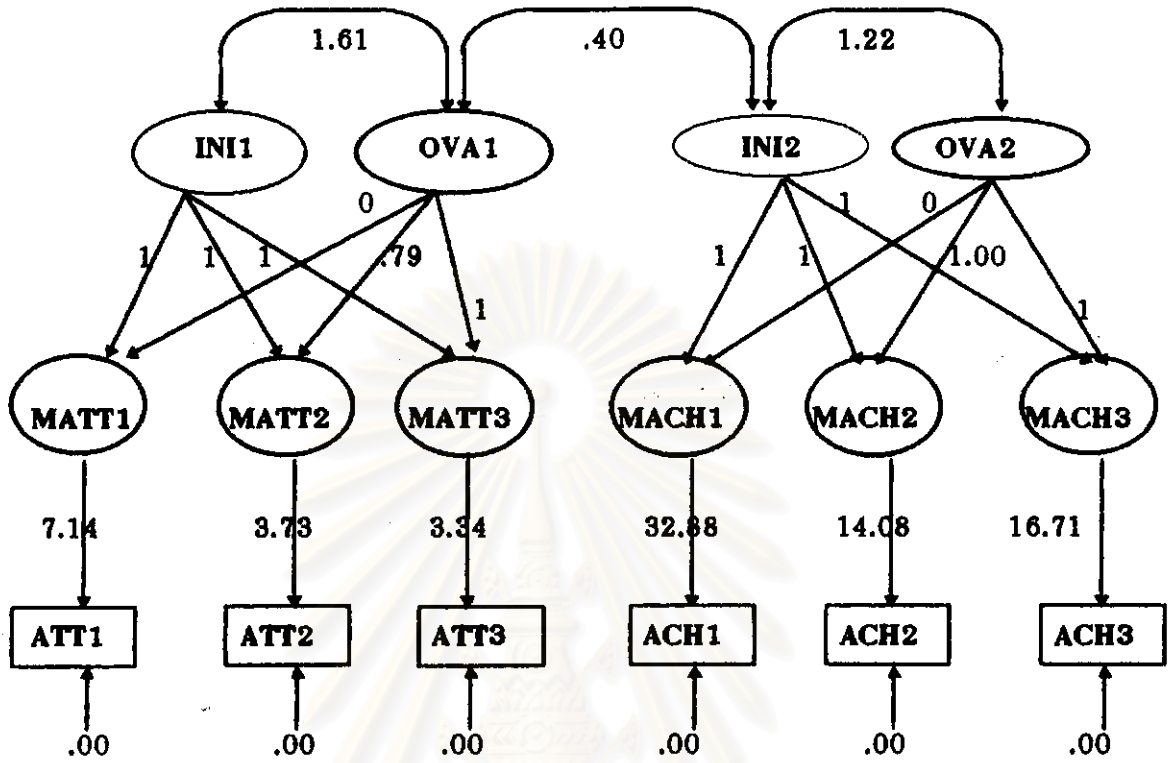
GFI = 0.99, AGFI = 0.96, PGFI=0.33 , RMR = 22.88

COVAR(INI1 , OVA1) = 1.61 SE = .82

COVAR(OVA1 , INI2) = .40 SE = .18

COVAR(INI2 , OVA2) = 1.22 SE = .10

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 18 โมเดลการวัดที่ 2: โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 10.47; $p = .11$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 6 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนพบว่า ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 15.82 แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูงเกินกว่าปกติ แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างไม่สมบูรณ์

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 17 และเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบที่แสดงไว้ในตารางที่ 19 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading) บางค่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ ATT1, ATT2 และ ATT3 มีค่าต่ำมาก ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) นี้ พหาวามิเตอร์ที่อธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากตัวแปรแฝง MOVA ไปยังตัวแปรแฝง MACH2 พหาวามิเตอร์นี้บ่งชี้ถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (MACH1, MACH2 และ MACH3) มีค่าเท่ากับ .99 ($SE = .08$; $t = 12.76$) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการประมาณพหาวามิเตอร์บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลา (overall change) สามารถกล่าวได้ว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเช่นกันโดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเท่ากับ .99 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์และค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ประมาณค่าได้ผู้วิจัยได้แสดงไว้ดังตารางที่ 19 และแผนภาพที่ 19

ตารางที่ 19 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ										R ²
	MACH1		MACH2		MACH3		MINI		MOVA		
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	.02*	.01									.01
ATT2			.01	.01							.01
ATT3					.03*	.01					.03
ACH1	1.00	-									1.00
ACH2			.53**	.04							1.00
ACH3					.53*	.05					1.00
MACH1							1.00	-	0.00	-	1.00
MACH2							1.00	-	.99**	.08	1.00
MACH3							1.00	-	1.00	-	1.00

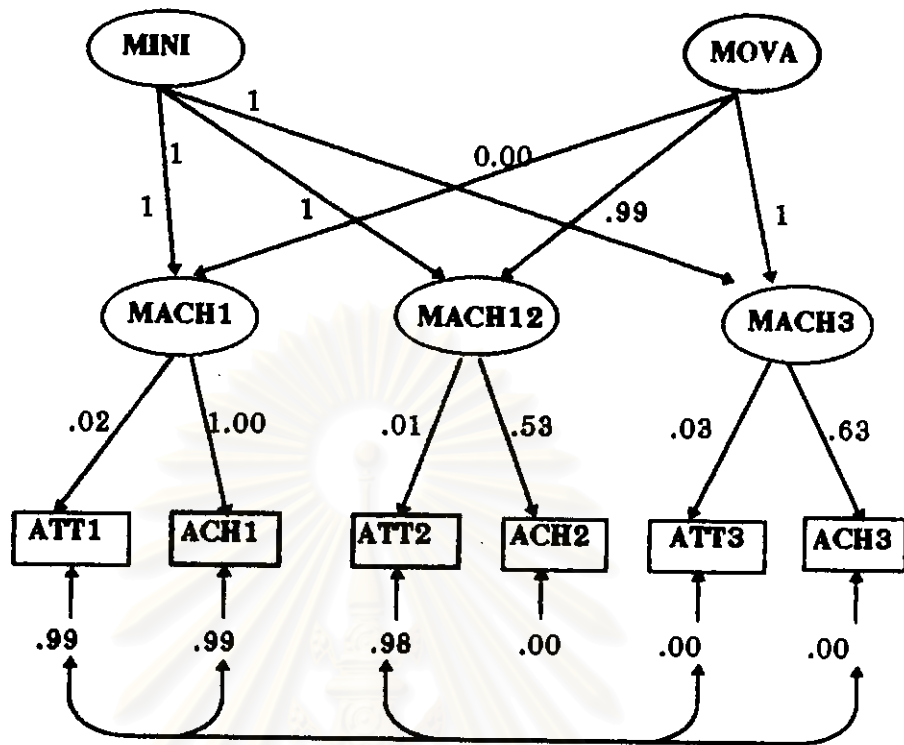
GOODNESS OF FIT STATISTICS

*P<0.5 **P<0.1

CHI-SQUARE = 10.47 ;df=6 ;P = 0.11

GFI= 0.99 , AGFI = 0.96,PGFI = 0.28 , RMM= 15.82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 19 โมเดลการวัดที่ 3 : โมเดลการวัดการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบ
โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระ 3 แบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลอิสระทั้งสามแบบกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ยังให้ความสนใจกับค่าพารามิเตอร์ที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่วัดการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรแฝงภายนอกที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงภายนอกอื่นหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่มีการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวกับตัวแปรแฝงอื่น ๆ ดังนั้นนอกจากจะรายงานดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์แล้ว ค่าพารามิเตอร์ที่รายงานไว้อีกค่าหนึ่งก็คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงกับตัวแปรแฝงภายนอกที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงนั่นเอง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในชั้นตอนนี้เป็นดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 8.09 ; $p = .15$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 5 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 AGFI เท่ากับ .95 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือซึ่งพิจารณาได้จาก ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 7.37 แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูง

เมื่อพิจารณาแผนภาพที่ 18 และเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบที่แสดงไว้ในตารางที่ 20 พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ(factor loading) ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเที่ยงของตัวแปรมีค่าสูงทุกตัวยกเว้นตัวแปรสังเกตได้ MACH1 , MACH3 ที่มีค่าต่ำมาก ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วผู้วิจัยได้แสดงไว้ดังตารางที่ 20 และแผนภาพที่ 20 ดังนี้

ตารางที่ 20 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูป
โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ								R ²
	MACH1		MACH2		MACH3		MABI		
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	9.52**	.39							.99
ATT2			8.15**	.33					.99
ATT3					.76	-			.99
ACH1	1.00	-							.00
ACH2			31.71**	1.29					1.00
ACH3					.64**	.17			.04
NUMBER							.72	-	.99
SPACE							.28**	.03	.23
MEMO&RES							.22**	.02	.23

GOODNESS OF FIT STATISTICS

*P<.05 **<P.01

CHI-SQUARE = 8.09 ; df=5 ; P = 0.15 , RMR = 7.38

GFI = 0.99, AGFI = 0.95

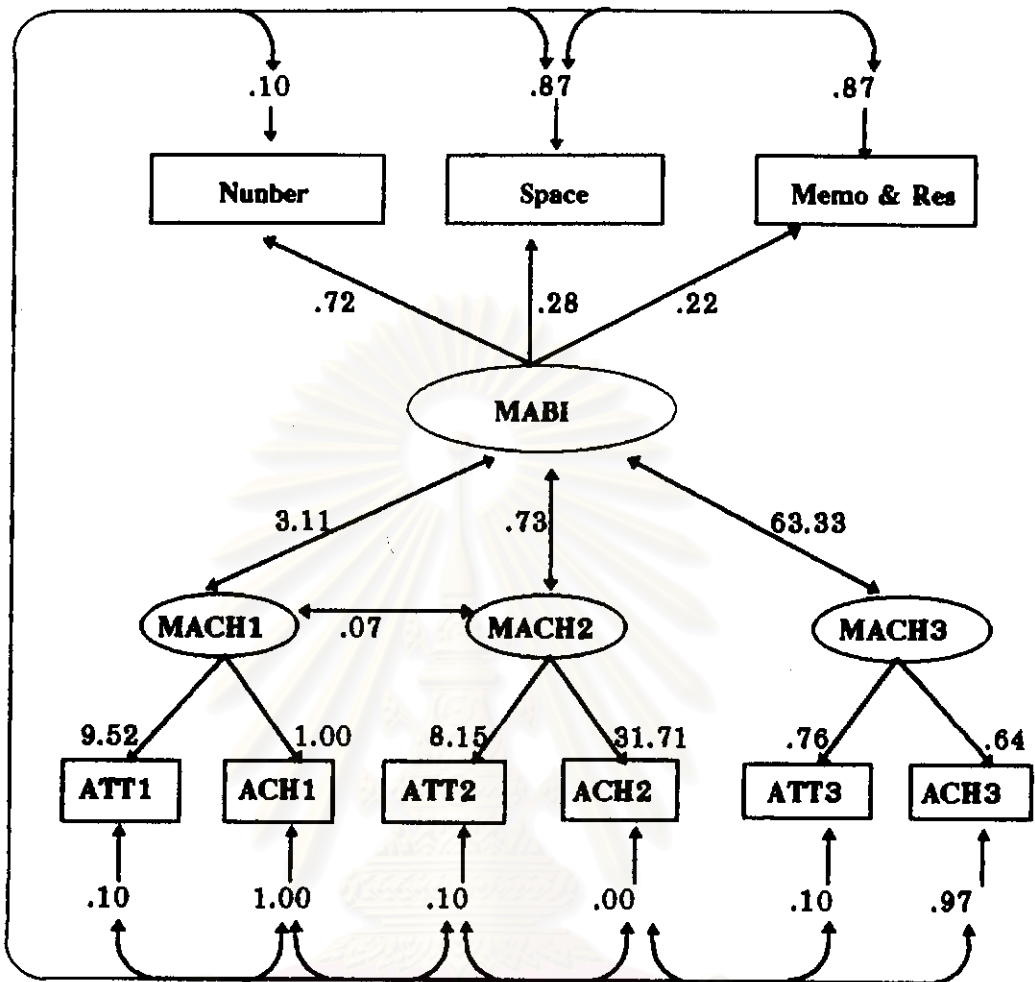
COVAR(MACH2,MACH1) = .07 SE = .04

COVAR(MACH1,MABI) = 3.11 SE = .31

COVAR(MACH2,MABI) = .73 SE = .36

COVAR(MACH3,MABI) = 63.33 SE = 18.60

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 20 โมเดลอิสระที่ 1: โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง
ในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 21 เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล

ตัวแปร		MACH1	MACH2	MACH3	MABI
MACH1	สปส.	.60			
	SE	-			
	t	-			
MACH2	สปส.	.07	.80		
	SE	.04	-		
	t	1.90	-		
MACH3	สปส.	-	-	119.45	
	SE	-	-	9.72	
	t	-	-	12.28	
MABI	สปส.	3.11**	.73	63.33**	56.20
	SE	.31	.35	18.60	4.57
	t	10.09	2.07	3.40	12.29

*p<.05 **p<.01

จากตารางที่ 21 ค่าพหุคูณที่สนใจของโมเดลนี้คือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่วัดการเปลี่ยนแปลงคือตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (MACH1 , MACH2 และ MACH3) กับตัวแปรแฝงภายนอกอื่นๆในที่นี้คือตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงดังกล่าวมีค่าเป็นดังนี้

$$\text{corr. (MACH1 , MABI) = .5371}$$

$$\text{corr. (MACH2 , MABI) = .1090}$$

$$\text{corr. (MACH3 , MABI) = .7743}$$

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการ จัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการจัดการเปลี่ยนแปลง
ในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลอิสระที่ 2) กับ
ข้อมูลเชิงประจักษ์ในครั้ง นี้ ได้กำหนดให้สัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ACH)ลงบนตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิต
ศาสตร์(MACH)และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทาง
การเรียนคณิตศาสตร์(ATT)ลงบนตัวแปรแฝงเจตคติต่อทางการเรียนคณิตศาสตร์(MATT) หรือ
เมทริกซ์ LY (Lambda Y) ของโมเดลอิสระที่ 2 นี้ ให้มีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัว
แปรสังเกตได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ACH)ลงบนตัวแปรแฝงผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MACH) และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้
คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์(ATT)ลงบนตัวแปรแฝงเจตคติต่อทางการ
เรียนคณิตศาสตร์(MATT)หรือเมทริกซ์ LY (Lambda Y) ของโมเดลการวัดที่ 2 ผลการวิเคราะห์
ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ
24.39 ; $p = .14$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 18 ดัชนี GFI เท่ากับ .98 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96
ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าเศษ
เหลือได้แก่ ดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 41.39 แสดงว่าโมเดลมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่สูง

ค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์(R^2)
พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1,
2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) มีค่าเท่ากับ 1.00, .48 และ .56 ตามลำดับซึ่งอยู่ใน
เกณฑ์ปานกลาง ในขณะที่ ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิต
ศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT2, ATT2 และ ATT3) มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูง
โดยมีค่าเท่ากับ .77, .99 และ .99 ตามลำดับ ส่วนค่าความเที่ยงของสเกลองค์ประกอบด้าน
จำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำและเหตุผลซึ่งพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์
(R^2)เช่นเดียวกัน พบว่า สเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดย
มีค่า R^2 เท่ากับ .77, .39 และ .30 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ จาก OVA2 ไปยัง ACH2 มีค่าเท่ากับ
1.00 (SE = .09 ; $t = 11.34$) ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง
ด้านเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ จาก OVA1

ไปยัง ACH2 มีค่าเท่ากับ .79 ($SE = .45$; $t = 1.76$) ค่าพารามิเตอร์ทั้งสองค่าดังกล่าวของโมเดลนี้นั้นเป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตั้งแปรแฝงของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่2) ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 22 และแผนภาพที่21



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดล
การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ												R ²		
	MATT1		MATT2		MATT3		MACH1		MACH2		MACH3			MABI	
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	7.14	-													.77
ATT2			6.06**	.21											.99
ATT3					6.96**	.48									.99
ACH1							32.88	-							1.00
ACH2									14.08	-					.48
ACH3											16.71	-			.56
NUMBER													.69**	.08	.77
SPACE													.40	-	.39
MEMO&RES													.27*	.04	.30

(มีต่อ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ								R ²
	INI1		OVA1		INI2		OVA 2		
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
MATT1	1.00	-	.00	-					1.00
MATT2	1.00	-	.79	-					.73
MATT3	1.00	-	1.00	-					.87
MACH1					1.00	-	.00	-	1.00
MACH2					1.00	-	1.00	-	.94
MACH3					1.00	-	1.00	-	.80

GOODNESS OF FIT STATISTICS

CHI-SQUARE = 24.39 ; df = 18 ; P = 0.14

GFI = 0.98 , AGFI = 0.96 , RMR = 41.39

COVAR(INI1,INI2) = .22 SE = .06

COVAR(INI1,MAB1) = 4.62 SE = .69

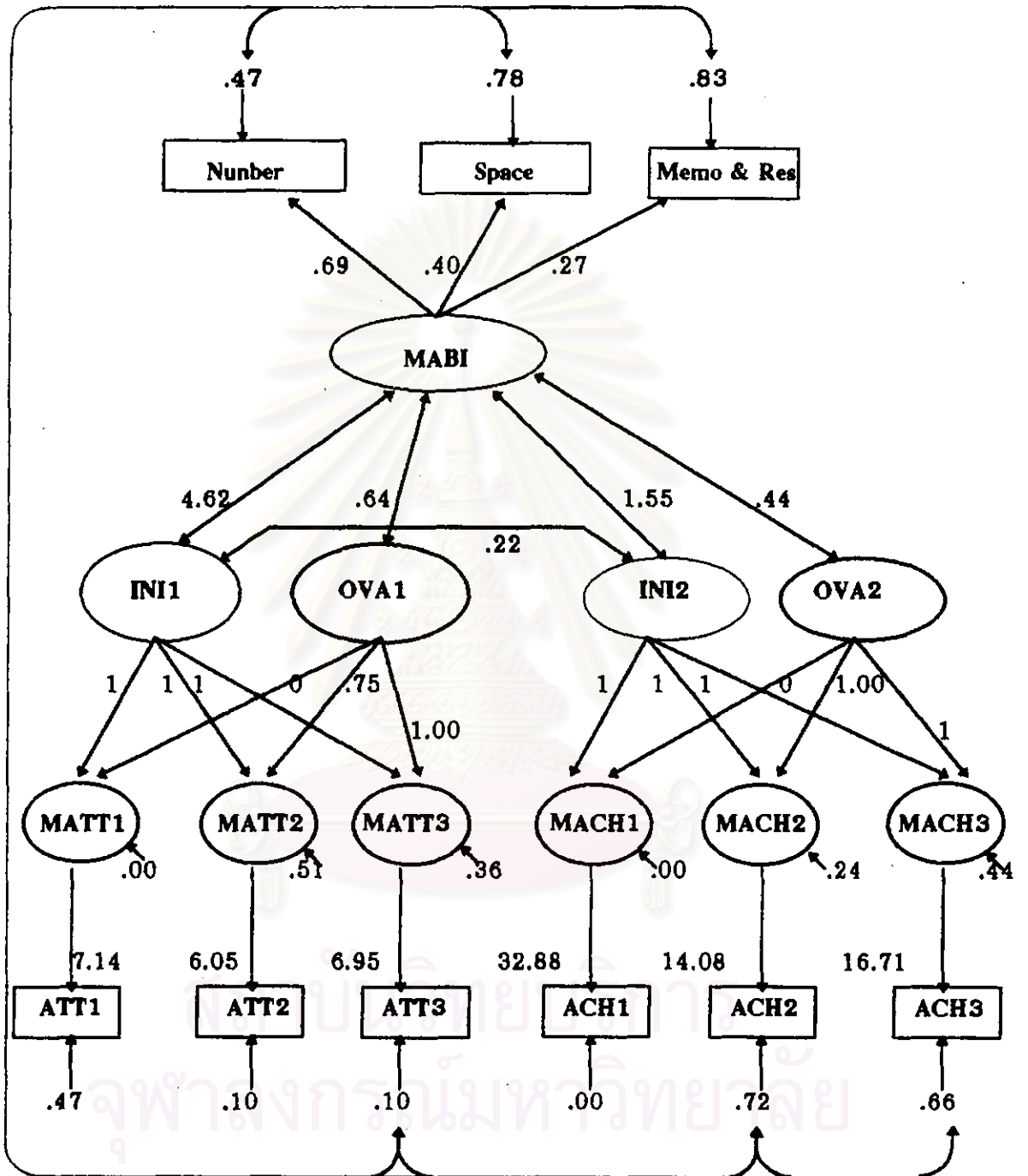
COVAR(OVA1,MAB1) = .64 SE = .42

COVAR(INI2,MAB1) = 1.55 SE = .47

COVAR(OVA2,MAB1) = .44 SE = .50

*p<.05, **p<.01

สถาบันวิทยบริการ
 วิทยาลัยการพัฒนศาสตร์
 มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์



แผนภาพที่ 21 โมเดลอิสระที่ 2: โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดล การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

ตารางที่ 23 เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล

ตัวแปรแฝง		INI1	OVA1	INI2	OVA2	MABI
INI1	สปส.	.85**				
	SE	.09				
	t	9.43				
OVA1	สปส.	-	.40			
	SE	-	-			
	t	-	-			
INI2	สปส.	.22**	-	1.03**		
	SE	.06	-	.08		
	t	3.63	-	12.31		
OVA2	สปส.	-	-	-	.60	
	SE	-	-	-	-	
	t	-	-	-	-	
MABI	สปส.	4.62**	.64	1.55**	.44	48.50**
	SE	.691	.42	.47	.50	11.72
	t	6.68	1.53	3.28	.88	4.14

จากตารางที่ 23 สิ่งที่น่าสนใจของโมเดลนี้คือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงด้านเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(INI1) และองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของตัวแปรแฝงด้านเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(OVA1) ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่วัดการเปลี่ยนแปลงอีกชุดหนึ่ง ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(INI2) และองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(OVA2) ที่วัดด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงดังกล่าวมีค่าเป็นดังนี้

$$\text{corr.}(INI1, MABI) = .721$$

$$\text{corr.}(OVA1, MABI) = .230$$

$$\text{corr.}(INI2, MABI) = .220$$

$$\text{corr.}(OVA2, MABI) = .105$$

4.2.3 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลอิสระที่ 3) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ในครั้งนี้ ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT) ลงบนตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH) หรือเมทริกซ์ LY ของโมเดลอิสระที่ 2 ให้มีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH) และสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรสังเกตได้คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT) ลงบนตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH) หรือเมทริกซ์ LY ของโมเดลการวัดที่ 2 ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 18.75 ; $p = .066$ ที่ระดับองศาอิสระเท่ากับ 11 ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .95 ซึ่งแสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือได้แก่ ดัชนี RMR เท่ากับ 11.31 ซึ่งมีค่าน้อย แสดงว่าโมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำนั้นย่อมแสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์สูง

ค่าความเที่ยงของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดลเมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) พบว่าตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) มีค่าเท่ากับ .90, .76 และ .86 ตามลำดับซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ในขณะที่ ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT2, ATT2 และ ATT3) มีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ต่ำมากโดยมีค่าเท่ากับ .01, .01 และ .03 ตามลำดับ กรณีดังกล่าวนี้เป็นผลมาจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ACH1, ACH2 และ ACH3) และตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 (ATT2, ATT2 และ ATT3) มีค่าต่ำนั่นเอง ดังนั้นการวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH) ด้วยตัวบ่งชี้ทั้งสองตัวจึงมีเพียงตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เท่านั้นที่เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงดังกล่าว ส่วนตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นถือได้ว่าไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แต่เป็นตัวแปรที่มีส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามที่ให้มีผู้เคยทำการศึกษาวิจัยไว้ดังรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งผู้วิจัยได้เสนอไว้ในบทที่ 2

ส่วนค่าความเที่ยงของสเกลองค์ประกอบด้านจำนวน ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านความจำและเหตุผล พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์(R^2) พบว่า สเกลองค์ประกอบทั้งสามด้านมีค่าความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ปานกลางโดยมีค่า R^2 เท่ากับ .65, .36 และ.35 ตามลำดับ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้แก่ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ จาก MOVA ไปยัง MACH2 มีค่าเท่ากับ .99 (SE = .08 ; t = 12.76) ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวของโมเดลนี้นั้นเป็นค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้มีค่าเท่ากับพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่2) ผลการวิเคราะห์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวกับข้อมูลเชิงประจักษ์จึงแสดงไว้ในตารางที่ 24 และแผนภาพที่ 20

ตารางที่ 24 เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ตัวแปร	เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ										R^2		
	MOVA		MACH2		MACH3		MABI		MINI			MOVA	
	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	สปส.	SE	
ATT1	.02	-											.01
ATT2			.02*	.01									.01
ATT3					.03	-							.03
ACH1	1.00	-											.90
ACH2			.69**	.20									.76
ACH3					.70**	.24							.86
NUMBER							.72	-					.66
SPACE							.44**	.06					.36
MEMO&RES							.33**	.06					.36
MACH1									1.00	-	.00	-	1.00
MACH2									1.00	-	.99	-	1.00
MACH3									1.00	-	1.00	-	1.00

GOODNESS OF FIT STATISTICS

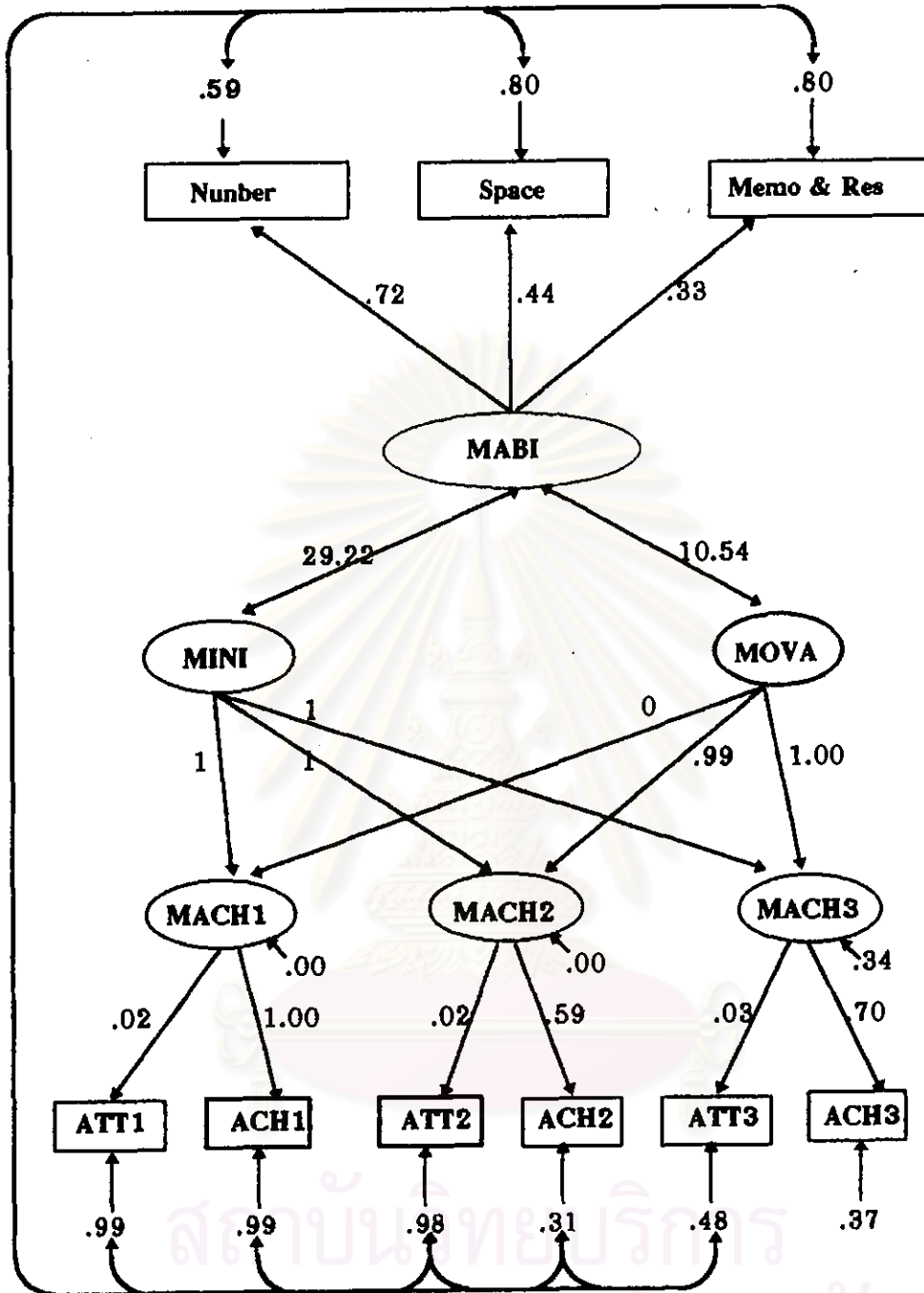
*p<.05 **p<.01

CHI-SQUARE = 18.76 ; df= 11 ; P = 0.066 , RMR = 11.31

GFI = 0.99 , AGFI = 0.96

COVAR(MINI,MABI) = 29.22 , SE=11.82

COVAR(MOVA,MABI) = 10.54 , SE= 16.80



แผนภาพที่ 22 โมเดลสเตรทที่ 3: โมเดลสเตรทที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบ
โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ตารางที่ 25 เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝง

ตัวแปรแฝง		MINI	MOVA	MABI
MABI	สปส.	997.88*		
	SE	348.49		
	t	2.86		
MOVA	สปส.	-	759.82	
	SE	-	853.60	
	t	-	.89	
MABI	สปส.	29.22*	10.54	37.13**
	SE	11.62	15.80	6.38
	t	2.51	.67	5.82

จากตารางที่ 25 สิ่งที่น่าสนใจในโมเดลนี้ก็คือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MINI) และองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MOVA)ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวคือคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI)ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงดังกล่าวมีค่าเป็นดังนี้

$$\text{corr.}(MINI, MABI) = .133$$

$$\text{corr.}(MOVA, MABI) = .063$$

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน(stationarity of factor pattern across times) ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน(วัดครั้งที่ 1 ,2 และครั้งที่ 3) ด้วยตัวแปรสังเกตได้สองตัวแปรคือคะแนนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการทดสอบสมมุติฐานว่าแบบแผนของน้ำหนักองค์ประกอบร่วม(common factor) ที่วัดในช่วงเวลาที่แตกต่างกันมีความคงที่หรือไม่ ผลการวิเคราะห์เป็นดังต่อไปนี้

5.1 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 1 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (ATT1, ATT2 และ ATT3) ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 14.86; $p = .066$; $df = 8$ ดัชนี GFI เท่ากับ .99 และดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกันมีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันไม่มีการเปลี่ยนแปลง

การทดสอบสมมุติฐานที่ 2 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ACH1, ACH2 และ ACH3) ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 130.99; $p = .00$; $df = 8$ ดัชนี GFI เท่ากับ .89 และดัชนี AGFI เท่ากับ .71 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ACH1, ACH2 และ ACH3) ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงไป

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 3 เมื่อกำหนดให้กำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ATT1, ATT2 และ ATT3) ให้มีค่าเท่ากัน และกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ACH1, ACH2 และ ACH3) ให้มีค่าเท่ากัน เพื่อทดสอบความคงที่ของแบบแผนองค์ประกอบพร้อม ๆ กัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 134.65 ; $p = .00$; $df = 10$ ดัชนี GFI เท่ากับ .89 และดัชนี AGFI เท่ากับ .71 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ (ACH1, ACH2, ACH3) และที่วัดด้วยเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT1, ATT2 และ ATT3) ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดจากตัวบ่งชี้องค์ประกอบสองตัวที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงไป ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวแสดงไว้ในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1)

สมมุติฐาน	คำสิ่งของโปรแกรม ลิสเรล	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. ทดสอบความคงที่ของน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ด้านเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์	BQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3	14.68	8	0.066	1.76	17.27	0.98	0.96
2. ทดสอบความคงที่ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	BQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3	130.99	8	0.0	16.37	361.46	0.89	0.71
3. ทดสอบน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ด้านเจตคติ พร้อมกับทดสอบความคงที่ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	BQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3 EQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3	134.65	10	0.0	13.46	360.95	0.89	

5.2 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัด การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบประชากรที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 1 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในช่วงเวลา ต่างกัน(ATT1, ATT2 และ ATT3)ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 120.78 ; $p = .00$; $df = 9$ ดัชนี GFI เท่ากับ .90 และดัชนี AGFI เท่ากับ .76 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบด้านเจตคติต่อพฤติ กรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนัก องค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดจาก คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงเกิด ขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการประมาณพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ .79 (SE = .45 ; $t = 1.76$) ผลการทดสอบ สมมุติฐานย่อมแสดงว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติ ต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันมีการเปลี่ยนแปลง

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 2 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (ACH1, ACH2 และ ACH3)ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 246.31 ; $p = .00$; $df = 9$ ดัชนี GFI เท่ากับ .78 และดัชนี AGFI เท่ากับ .49 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ACH1, ACH2 และ ACH3) ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบซึ่งสอดคล้องกับผลการประมาณ พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งมี ค่าเท่ากับ 1.00 (SE = .09 ; $t = 11.34$) ผลการทดสอบสมมุติฐานย่อมแสดงว่าตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันมีการ เปลี่ยนแปลง

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 3 เมื่อกำหนดให้กำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร แฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดใน ช่วงเวลาต่างกัน(ATT1, ATT2 และ ATT3)ให้มีค่าเท่ากัน และกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบ ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วง เวลาต่างกัน(ACH1, ACH2 และ ACH3) ให้มีค่าเท่ากัน เพื่อทดสอบความคงที่ของแบบ แผนองค์ประกอบพร้อมๆกัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 351.05 ; $p = .00$; $df = 11$ ดัชนี GFI เท่ากับ .72 และดัชนี AGFI เท่ากับ .47 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับ ข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์(ACH1,ACH2,ACH3)และที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT1, ATT2และ ATT3) ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไป

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 4 เป็นการทดสอบความคงที่ของพารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 14.24 ; $p = .076$; $df = 8$ ดัชนี GFI เท่ากับ .98 และดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าพารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงเจตคติต่อคณิตศาสตร์มีความคงที่หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรแฝงด้านเจตคติต่อคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่คงที่

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 5 เป็นการทดสอบความคงที่ของพารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 12.82 ; $p = .12$; $df = 8$ ดัชนี GFI เท่ากับ .99 และดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า พารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความคงที่หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่คงที่ ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบประชากรที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบที่วัด
ในช่วงเวลาที่ต่างกันในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์
องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวแปรบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2)

สมมุติฐาน	คำสั่งของโปรแกรม อิสระ	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. ทดสอบความคงที่ ของน้ำหนักองค์ ประกอบของตัวแปร สังเกตได้ด้านเจตคติ ต่อพฤติกรรม เรียนคณิตศาสตร์	EQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3	120.78	9	0.00	13.42	28.20	0.90	0.76
2. ทดสอบความคงที่ ของน้ำหนักองค์ ประกอบด้านผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	BQ LY 4 4 LY 5 5 LY 6 6	246.31	9	0.00	27.37	198.98	0.78	0.49
3. ทดสอบน้ำหนัก องค์ประกอบของตัว แปรสังเกตได้ด้านเจ คติพร้อมทั้ง ทดสอบความคงที่ของ น้ำหนักองค์ ประกอบด้านผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์	BQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3 EQ LY 4 4 LY 5 5 LY 6 6	361.05	11	0.00	31.91	199.00	0.72	0.47
4. ทดสอบความคงที่ ของพารามิเตอร์ที่ อธิบายอัตราการ เปลี่ยนแปลงของตัว แปรแฝงด้านเจตคติ ต่อพฤติกรรม เรียนคณิตศาสตร์	BQ GA 12 GA 2 2 GA 3 3	14.24	8	0.076	1.78	24.64	0.98	0.96
5. ทดสอบความคงที่ ของพารามิเตอร์ที่ อธิบายอัตราการเปลี่ยน แปลงของตัวแปรแฝง ด้านผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนคณิตศาสตร์	BQ GA 4 4 GA 5 4 GA 6 4	12.82	8	0.12	1.61	22.89	0.99	0.96

5.3 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัด การเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระหว่างที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 1 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ที่วัดในช่วง เวลาต่างกัน(ATT1, ATT2 และ ATT3)ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 302.47 ; $p = .00$; $df = 8$ ดัชนี GFI เท่ากับ .80 และดัชนี AGFI เท่ากับ .46 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มี ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ที่ วัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่าง หนึ่งก็คือ องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียน คณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงนั่นเอง

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 2 เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (ACH1,ACH2 และ ACH3)ให้มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 13768.88 ; $p = .00$; $df = 9$ ดัชนี GFI เท่ากับ .78 และดัชนี AGFI เท่ากับ .49 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มี ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกัน (ACH1 , ACH2 และ ACH3) ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็ คือ ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ที่วัดในช่วง เวลาต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงไป

ผลการทดสอบสมมติฐานที่ 3 เมื่อกำหนดให้กำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปร แฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิต ศาสตร์ซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกัน(ATT1, ATT2และ ATT3) ให้มีค่าเท่ากัน และกำหนดค่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผล สัมฤทธิ์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน(ACH1 , ACH2 และ ACH3)ให้มีค่าเท่ากัน เพื่อทดสอบความ คงที่ของแบบแผนองค์ประกอบพร้อม ๆ กัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 37.25 ; $p = .000051$; $df = 11$ ดัชนี GFI เท่ากับ .96 และดัชนี AGFI เท่ากับ .92 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มี ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์(ACH1,ACH2,ACH3)และ คะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ (ATT1, ATT2และ ATT3) ไม่มีความคงที่ ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ องค์ประกอบของตัวแปรแฝงผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวบ่งชี้ มีการเปลี่ยนแปลงไป

การทดสอบสมมติฐานที่ 4 เป็นการทดสอบความคงที่ของพารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวแปรสังเกตได้สองตัวแปรคือคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 1756.66 ; $p = .00$; $df = 7$ ดัชนี GFI เท่ากับ .34 และดัชนี AGFI เท่ากับ -.99 ซึ่งให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่า พารามิเตอร์ที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่มีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงในอัตราที่ไม่คงที่ ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของแบบแผนขององค์ประกอบที่วัดในช่วงเวลาที่ต่างกันในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวแปรบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3)

สมมติฐาน	ค่าสิ่งของโปรแกรม อิสระ	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. ทดสอบความคงที่ของน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ด้านเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์	EQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3	302.47	8	0.00	37.81	269.10	.80	.46
2. ทดสอบความคงที่ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	EQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3	13768.38	8	0.00	1721.04	1847.96	.06	-1.49
		หมายเหตุ **โปรแกรมไม่สามารถคำนวณค่า Goodness of fit statistics อย่างสมบูรณ์เพราะ Fitted covariance matrix is not positive definite.						
3. ทดสอบน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ด้านเจตคติพร้อมกับทดสอบความคงที่ของค่าน้ำหนักองค์ประกอบด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	EQ LY 1 1 LY 2 2 LY 3 3 EQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3	37.26	10	.000061	3.72	199.00	0.72	0.47
4. ทดสอบความคงที่ของพารามิเตอร์ที่อธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	EQ GA 1 2 GA 2 2 GA 3 2	1763.66	7	0.00	261.95	13.64	0.34	-.99
		หมายเหตุ **โปรแกรมไม่สามารถคำนวณค่า Goodness of fit statistics อย่างสมบูรณ์เพราะ Fitted covariance matrix is not positive definite.						

ตอนที่ 6 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่มกัน (invariance of factor pattern across groups) ในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบ

การวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝงในโมเดลการวัดที่เขียนในรูปสมการโครงสร้างที่วัดจากกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน

ในการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่มกัน จะกำหนดให้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่วัดได้จากกลุ่มหนึ่งเท่ากับค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงอีกกลุ่มหนึ่ง เมื่อพิจารณาค่าผลต่างไค-สแควร์ (difference chi-square) ที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งสองกลุ่ม พบว่า ค่าผลต่างไค-สแควร์ของโมเดลการวัดทั้งสามโมเดลมีค่าสูง และมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาประกอบกับ ไค-สแควร์สัมพัทธ์ ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ที่กำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบให้มีค่าเท่ากับกลุ่มที่ 1 พบว่ามีค่าเกิน 2.00 ทุกโมเดล แสดงว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ไม่มีความไม่แปรเปลี่ยนหรือไม่คงที่ นั่นคือ แบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มมีแบบแผนการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน นั่นเอง ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่มกันในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามแบบแสดงไว้ในตารางที่ 29 ดังนี้

ตารางที่ 29 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจากต่างกลุ่มกัน

โมเดล	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
	χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
โมเดลการวัดแปลงการเปลี่ยน							
1. โมเดลการวัดที่ 1	93.99	12	.00	7.832	212.76	.91	.84
2. โมเดลการวัดที่ 2	21.28	7	.0034	3.040	35.24	.98	.94
3. โมเดลการวัดที่ 3	192.09	8	.00	24.011	182.30	.85	.60
โมเดลการวัดที่ 1	$\Delta\chi^2_{02-01} = 86.90$		$,df_{02-01} = 7$	$,\text{ตาราง } \chi^2_7 = 2.17$			
โมเดลการวัดที่ 2	$\Delta\chi^2_{02-01} = 5.36$		$,df_{02-01} = 12$	$,\text{ตาราง } \chi^2_{12} = 5.23$			
โมเดลการวัดที่ 3	$\Delta\chi^2_{02-01} = 176.85$		$,df_{02-01} = 5$	$,\text{ตาราง } \chi^2_5 = 1.61$			

ตอนที่ 7 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลทั้งสามแบบ

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบสมมุติฐานที่เกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดต่างช่วงเวลา (วัดครั้งที่ 1, 2 และ 3) กับตัวแปรแฝงภายนอกอื่น ๆ ซึ่งได้จากการทดสอบความเท่าเทียมกันของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม (variance-covariance matrix :PH) ในโมเดลลิสเรลนั่นเอง ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

7.1 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสเรลที่ 1)

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 1 เมื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวในช่วงเวลาต่างกัน (MACH1, MACH2 และ MACH3) ให้มีค่าเท่ากับ พบว่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 81.45 ; $p = 0.00$; $df = 7$ ดัชนี GFI เท่ากับ .95 ดัชนี AGFI เท่ากับ .63 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 11.635 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 ย่อมหมายความว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นแสดงว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (MACH1, MACH2 และ MACH3) มีการแปรเปลี่ยนไป หรือไม่มีค่าคงที่ นั่นเอง

ผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 2 ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (MACH1, MACH2 และ MACH3) ด้วยกันเอง เมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าเท่ากับ พบว่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 8.09 ; $p = 0.15$; $df = 5$ ดัชนี GFI เท่ากับ .99 ดัชนี AGFI เท่ากับ .95 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 1.618 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH1, MACH2 และ MACH3) ด้วยกันเอง ไม่มีการแปรเปลี่ยนไปหรือมีค่าคงที่ นั่นเอง ผลการทดสอบสมมุติฐานทั้งสองสมมุติฐานดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 30

ตารางที่ 90 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลที่ 1

สมมุติฐาน	คำสั่งของ โปรแกรมลิสเรล	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. corr. (MACH1,MABI) -corr. (MACH2,MABI) -corr. (MACH3,MABI)	BQ PH 4 1 PH 4 2 PH 4 3	81.45	7	.00	11.635	21.77	.96	.68
2. corr. (MACH1,MACH2) -corr. (MACH1,MACH3) -corr. (MACH2,MACH3)	BQ PH 2 1 PH 3 1 PH 3 2	8.09	5	.15	1.618	7.96	.99	.69

7.2 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง
ตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะ
ยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลลิสเรลที่ 2)

การวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
แฝงในโมเดลนี้ประกอบด้วยสมมุติฐานที่ต้องทำการทดสอบ 4 สมมุติฐานดังนี้

7.2.1 การทดสอบสมมุติฐานที่ 1 เมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่าง
องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(INI1)ที่วัดในช่วง
เวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์
ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์
(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าเท่ากัน พบว่า
ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 56.31 ; $p = .000014$; $df = 19$ ดัชนี GFI เท่ากับ .96 ดัชนี AGFI
เท่ากับ .91 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพันธ์มีค่าเท่ากับ 2.963 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้น
ย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่าความสัมพันธ์
ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติ(INI1)กับตัวแปรแฝงความ
สามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยน
แปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(OVA1)กับตัวแปรแฝงความ
สามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI)ไม่คงที่หรือมีความแปรเปลี่ยนไป เหตุที่เป็นเช่นนี้
สามารถอธิบายโดยเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการ
วิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดที่ 2) ได้ว่าโมเดลการวัด
ที่ 2 ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้เท่ากับ .79
($SE=.45$) ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเพียงพอที่จะปฏิเสธได้ว่ามีค่าแตกต่างจากศูนย์ จึงกล่าวได้

ว่าตัวแปรแฝงเจตคติไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้น องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติ(OVA1)จึงมีความแปรปรวนน้อยมากจึงทำให้ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติ(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI)มีน้อยมากเช่นกัน กล่าวโดยสรุปก็คือความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีการแปรเปลี่ยนไปจากความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติ(INI1) กับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) นั่นเอง ดังนั้นผลการทดสอบตามสมมุติฐานนี้จึงสรุปได้ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

7.2.2 การทดสอบสมมุติฐานที่ 2 เมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(INI2)กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(OVA2)ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าเท่ากับ พบว่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 26.72 ; $p = .11$; $df = 19$ ดัชนี GFI เท่ากับ .98 ดัชนี AGFI เท่ากับ .95 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 1.406 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีความคงที่ หรือความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงตามสมมุติฐานนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงนั่นเอง เหตุที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายโดยเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดที่ 2) ได้ว่า เนื่องจากผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 2 ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.00 (SE = .09) พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นแสดงว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้นความแปรปรวนขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จึงมีค่าสูง ส่งผลให้ความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าสูงตามไปด้วย ผลการทดสอบตามสมมุติฐานดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (INI2) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (OVA2) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) ไม่มีความแปรเปลี่ยนนั่นเอง

7.2.3 การทดสอบสมมุติฐานที่ 3 เมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติ (INI1) ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (INI2) ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 56.07 ; $p = .000016$; $df = 19$ ดัชนี GFI เท่ากับ .96 ดัชนี AGFI เท่ากับ .91 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 2.951 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติ (INI1) ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (INI2) ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) มีค่าไม่เท่ากัน เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติ (INI1) และองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (INI2) เป็นองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงคนละตัวกันซึ่งอาจมีค่าไม่เท่ากันก็ได้ นั้นหมายความว่าองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นทั้งสององค์ประกอบอาจมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน และความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นทั้งสององค์ประกอบกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) อาจมีค่าไม่เท่ากันก็ได้ ดังนั้นผลการทดสอบตามสมมุติฐานนี้จึงให้ผลว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงเจตคติที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) มีค่าไม่เท่ากัน นั่นเอง

7.2.4 การทดสอบสมมุติฐานที่ 4 เมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติ (OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (OVA2) ที่วัดในช่วงเวลาต่างกับกับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) มีค่าเท่ากัน พบว่า ไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 24.48 ; $p = .18$; $df = 19$ ดัชนี GFI เท่ากับ .98 ดัชนี AGFI เท่ากับ .96 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 1.288 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่า

เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติ(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(OVA2) ที่วัดในช่วงเวลาต่าง ๆ กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบตามสมมุติฐานนี้มีความขัดแย้งกับผลการทดสอบสมมุติฐานที่ 1 และ 2 ทั้งนี้เพราะ ตามสมมุติฐานที่ 1 ซึ่งสรุปได้ว่าความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าน้อยมากทั้งนี้เพราะตัวแปรแฝงเจตคติไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ในขณะที่สมมุติฐานที่ 2 บ่งชี้ได้ว่าความแปรปรวนร่วมขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(OVA2) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าสูงเนื่องจากตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้น ผลการทดสอบตามสมมุติฐานดังกล่าวนี้จึงควรมีข้อสรุปว่า ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงเจตคติ(OVA1) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(OVA2) ที่วัดในช่วงเวลาต่าง ๆ กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าไม่เท่ากัน การที่ผลการทดสอบมีความขัดแย้งกันนี้อาจเนื่องมาจาก องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงทั้งสองตัวแปรมีค่าไม่เท่ากันก็เป็นได้ ผลการทดสอบสมมุติฐานทั้ง 4 สมมุติฐานดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลอิสระครั้งที่ 2

สมมุติฐาน	คำสั่งของโปรแกรม อิสระ	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. corr.(INI1,MABI) - corr.(OVA1,MABI)	EQ PH 5 1 PH 5 2	56.31	19	.000014	2.963	43.08	.96	.91
2. corr.(INI2,MABI) - corr.(OVA2,MABI)	EQ PH 5 3 PH 5 4	26.72	19	.11	1.406	42.15	.98	.96
3. corr.(INI1 ,MABI) - corr. (INI2,MABI)	BQ PH 5 1 PH 5 3	56.07	19	.000016	2.951	40.57	.96	.91
4. corr.(OVA1,MABI) -corr. (OVA2,MABI)	EQ PH 5 2 PH 5 4	24.48	19	.18	1.288	41.22	.98	.96

7.3 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลลิสเรลที่ 3)

การวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลนี้มีสมมุติฐานที่ต้องทำการทดสอบเพียงสมมุติฐานเดียวคือการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MINI)ซึ่งวัดจากตัวแปรสังเกตได้สองตัวแปรคือคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(ACH) และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์(ATT) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MOVA) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ซึ่งพบว่าเมื่อกำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MINI)กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MOVA) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีค่าเท่ากันแล้ว ค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 19.81 ; $p = .71$; $df = 12$ ดัชนี GFI เท่ากับ .98 ดัชนี AGFI เท่ากับ .95 ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์มีค่าเท่ากับ 1.650 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 2.00 นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จึงกล่าวได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MINI)กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MOVA) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) มีความคงที่หรือมีความไม่แปรเปลี่ยนนั่นเอง จากผลการทดสอบดังกล่าวสามารถอธิบายโดยเชื่อมโยงกับผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลการวัดที่ 3) ได้ว่าเนื่องจากผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 3 ให้ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าเท่ากับ .99 (SE = .08) พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นแสดงว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวบ่งชี้สองตัวคือคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ดังนั้นความแปรปรวนขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(MOVA)จึงมีค่าสูง และความแปรปรวนร่วมระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(MOVA) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ก็มีค่าสูงตามไปด้วย ผลการทดสอบตาม

สมมุติฐานดังกล่าวจึงสรุปได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MINI) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MABI) และความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์(MOVA) กับตัวแปรแฝงความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์(MABI) ไม่มีความแปรเปลี่ยนนั่นเอง ผลการทดสอบสมมุติฐานดังกล่าวแสดงไว้ในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลอิสระที่ 3

สมมุติฐาน	คำสั่งของโปรแกรมอิสระ	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
		χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
1. corr.(MINI,MABI)	BQ PH 3 1	19.81	12	0.71	1.660	11.08	.99	.96
- corr.(MOVA,MABI)	PH 3 2							

ตอนที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่ม(cross validation)ของโมเดลอิสระ 3 แบบ

การวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่มเพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดลอิสระที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่มนี้ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้แบ่งไว้ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ผลการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่มเป็นดังนี้

ตารางที่ 33 ผลการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่มของโมเดลอิสระ 3 แบบ

โมเดล	GOODNESS OF FIT STATISTICS						
	χ^2	df	p	χ^2/df	RMR	GFI	AGFI
โมเดลอิสระ							
1.โมเดลอิสระที่ 1	46.49	7	.009	6.641	19.40	.97	.81
2.โมเดลอิสระที่ 2	386.53	14	.00	27.609	127.11	.79	.32
3.โมเดลอิสระที่ 3	76.42	14	.00	5.458	5.16	.95	.84
โมเดลอิสระที่ 1	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 38.40$, $df_{G2-G1} = 2$, ตาราง $\chi^2_2 = .103$						
โมเดลอิสระที่ 2	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 389.90$, $df_{G2-G1} = 5$, ตาราง $\chi^2_5 = 1.14$						
โมเดลอิสระที่ 3	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 61.18$, $df_{G2-G1} = 1$, ตาราง $\chi^2_1 = .0039$						

ผลการตรวจสอบตรงความตรงข้ามกลุ่ม(cross validation)ในตารางที่ 33 พบว่าค่าผลต่างไค-สแควร์ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่าสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ประกอบกับค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ของโมเดลอิสระทุกโมเดลซึ่งเป็นดัชนีความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์กลุ่มที่ 2 เมื่อกำหนดให้แบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าเท่ากับกลุ่มที่ 1 มีค่าสูงเกิน 2.00 ทุกโมเดล แสดงว่าโมเดลอิสระทั้งสามโมเดลไม่มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นแสดงว่าโมเดลอิสระทั้งสามโมเดลไม่มีความตรงข้ามกลุ่ม

ตอนที่ 9 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงซึ่งผู้วิจัยแยกนำเสนอเป็น 2 ตอน ตอนแรกเป็นผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ส่วนตอนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ผลการวิเคราะห์เป็นดังนี้

9.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงประกอบด้วยเกณฑ์ 3 ประการ ประการแรกคือผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประการที่สองคือผลการทดสอบดัชนีความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดต่างช่วงเวลากัน และประการสุดท้ายคือผลการทดสอบดัชนีความไม่แปรเปลี่ยนของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบที่วัดจากกลุ่มตัวอย่างคนละกลุ่ม ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดตามเกณฑ์ดังกล่าวเป็นดังนี้

ตารางที่ 34 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ	ค่าสถิติ Goodness of fit	โมเดล ที่ 1	โมเดล ที่ 2	โมเดล ที่ 3
1. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล	χ^2	12.20	12.82	10.47
	df	6	7	6
	p	.058	.077	.11
	χ^2/df	2.038	1.831	1.745
	GFI	.99	.99	.99
	AGFI	.95	.96	.96
	RMR	15.53	22.88	15.82

(มีต่อ)

ตารางที่ 34 (ต่อ)

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ	ค่าสถิติ Goodness of fit	โมเดล ที่ 1	โมเดล ที่ 2	โมเดล ที่ 3
2. การทดสอบดัชนีความคงที่ของ ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (stationarity of factor pattern across times)	χ^2	130.99	246.31	45.61
	df	8	9	8
	p	.00	.00	.00
	χ^2/df	16.373	27.367	5.701
สมมุติฐานของโมเดลที่ 1 และ 3 EQ LY 4 1 LY 5 2 LY 6 3	GFI	.89	.78	.96
	AGFI	.71	.49	.89
สมมุติฐานของโมเดลที่ 2 EQ LY 4 4 LY 5 5 LY 6 6	RMR	.361	189.89	116.93
โมเดลการวัดที่ 1:	$\Delta\chi^2_{UNBQ-BQ} = 118.79$	$df_{UNBQ-BQ} = 2$	ตาราง $\chi^2_2 = .103$	
โมเดลการวัดที่ 2:	$\Delta\chi^2_{UNBQ-BQ} = 233.49$	$df_{UNBQ-BQ} = 2$	ตาราง $\chi^2_2 = .103$	
โมเดลการวัดที่ 3:	$\Delta\chi^2_{UNBQ-BQ} = 95.14$	$df_{UNBQ-BQ} = 2$	ตาราง $\chi^2_2 = .103$	
3. การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยน ของแบบแผนองค์ประกอบที่วัดจาก ต่างกลุ่ม (invariance of factor pattern across groups)	χ^2	93.99	21.27	192.09
	df	12	7	8
	p	.00	.0034	.00
	χ^2/df	7.832	3.038	24.011
	GFI	.91	.98	.85
	AGFI	.84	.94	.60
	RMR	212.76	35.24	182.30
โมเดลการวัดที่ 1	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 85.90$	$df_{G2-G1} = 7$	ตาราง $\chi^2_7 = 2.17$	
โมเดลการวัดที่ 2	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 5.36$	$df_{G2-G1} = 12$	ตาราง $\chi^2_{12} = 5.23$	
โมเดลการวัดที่ 3	$\Delta\chi^2_{G2-G1} = 176.85$	$df_{G2-G1} = 5$	ตาราง $\chi^2_5 = 1.61$	

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในตารางที่ 34 สรุปได้ดังนี้

1. ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง สิ่งใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาอันดับแรกคือ ความสามารถในการบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของตัวแปรแฝงที่ศึกษา ในที่นี้ได้แก่พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง จากผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง

แปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้โดยโมเดลการวัดที่ 2 พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 1.00 (SE=.09 ; t= 11.34) ส่วนโมเดลการวัดที่ 3 พารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดจากคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ .99 (SE=.08 ; t= 12.76) ในขณะที่โมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวนี้ได้ การระบุการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงกระทำได้โดยการทดสอบความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน (test of stationarity of factor pattern across times) ผลการทดสอบจะระบุได้เพียงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่วัดในช่วงเวลาต่างกันมีความแตกต่างกันซึ่งย่อมหมายถึงว่าตัวแปรแฝงดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบในระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1)

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงตามเกณฑ์ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2/df) ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 2.033, 1.831 และ 1.745 ตามลำดับ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า โมเดลการวัดที่ 3 มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปคือ โมเดลการวัดที่ 2 และ 1 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าเศษเหลือ (residual) หรือความคลาดเคลื่อน ได้แก่ ดัชนี RMR ของโมเดลการวัดที่ 1, 2, 3 มีค่าเท่ากับ 15.53, 22.88, 15.82 และค่าความคลาดเคลื่อนในรูปคะแนนมาตรฐานสูงสุด (largest standardize residual) ของโมเดลที่ 1, 2, 3 มีค่าเท่ากับ 2.80, 3.06, 2.87 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนในโมเดลที่ 2 มีค่ามากที่สุด ในขณะที่โมเดลที่ 1 และ 3 มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลใกล้เคียงกัน และต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 จากค่าดัชนีดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า โมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว จึงทำให้ค่าเศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 และ 3 ซึ่งวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้อย่างน้อย 2 ตัว ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้สอดคล้องกับแนวทางในการวัดองค์ประกอบทางจิตวิทยาที่ได้เสนอแนะไว้ว่า การวัดองค์ประกอบใด ๆ ด้วยตัวบ่งชี้ซึ่งประกอบหลาย ๆ ตัว จะมีผลให้ความเที่ยงในการวัดองค์ประกอบนั้น ๆ มีค่าสูงกว่าการวัดองค์ประกอบนั้น ๆ ด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัดองค์ประกอบที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจะมีค่าสูงกว่า

การวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว (Bollen, 1989 ; Joreskog & Sorbom, 1989, 1993 ; Tisak & Meredith, 1993 ; Raykov, 1994) ดังนั้น โมเดลการวัดที่ 1 และ 3 จึงมีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงดีกว่าโมเดลการวัดที่ 2 เพราะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดองค์ประกอบต่ำกว่านั่นเอง

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง เมื่อพิจารณาตามเงื่อนไขการทดสอบความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลต่างไค-สแควร์ของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีค่าสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ ของโมเดลที่ 1, 2 และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ 16.373, 27.367 และ 5.701 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าเกณฑ์(2.00) ซึ่งให้เห็นว่า ทั้งสามโมเดลไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั้นแสดงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีความคงที่หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีการเปลี่ยนแปลงไปนั่นเอง ผลการทดสอบนี้สอดคล้องกับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลง ในโมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.00 (SE=.09 ; t= 11.34) และโมเดลการวัดที่ 3 ซึ่งมีค่าเท่ากับ .99 (SE=.08 ; t= 12.76) ในขณะที่โมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวได้ ดังนั้น โมเดลการวัดที่ 2 และ 3 จึงมีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลการวัดที่ 1

จากผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไว้ข้างต้นจึงสามารถกล่าวได้ว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดที่ 2) เพราะโมเดลการวัดที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 อย่างไรก็ตามโมเดลการวัดที่ 2 และ 3 ก็ยังมีประสิทธิภาพดีกว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลการวัดที่ 1) ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ ถึงแม้ว่าโมเดลการวัดที่ 1 จะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดองค์ประกอบต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 2 ก็ตาม ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โมเดลการวัดที่ 3 มีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงดีที่สุด รองลงไปคือ โมเดลการวัดที่ 2 และโมเดลการวัดที่ 1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

9.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระมี 2 ประการคือผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระตามเกณฑ์ดังกล่าวในตารางที่ 35 เป็นดังนี้

ตารางที่ 35 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลอิสระ

เงื่อนไขการเปรียบเทียบ	ค่าสถิติ Goodness of fit	โมเดล ที่ 1	โมเดล ที่ 2	โมเดล ที่ 3
1. ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดล	χ^2	8.09	24.39	18.75
	df	5	18	11
	p	.15	.14	.066
	χ^2/df	1.618	1.355	1.704
	GFI	.99	.98	.99
	AGFI	.95	.96	.95
	RMR	7.38	41.39	11.31
2. การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง (ผลสัมฤทธิ์) กับแปรแฝงภายนอก(ความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์	χ^2	81.45	26.72	19.81
	df	7	19	12
	p	.00	.11	.071
	χ^2/df	11.635	1.406	1.650
	GFI	.95	.96	.99
	AGFI	.68	.91	.95
	RMR	21.77	43.08	11.08

โมเดลอิสระที่ 1: $\Delta\chi^2_{\text{UNBQ-BQ}} = 73.36$, $df_{\text{UNBQ-BQ}} = 2$, ตาราง $\chi^2_2 = .103$

โมเดลอิสระที่ 2: $\Delta\chi^2_{\text{UNBQ-BQ}} = 2.33$, $df_{\text{UNBQ-BQ}} = 1$, ตาราง $\chi^2_1 = .0039$

โมเดลอิสระที่ 3: $\Delta\chi^2_{\text{UNBQ-BQ}} = 1.06$, $df_{\text{UNBQ-BQ}} = 1$, ตาราง $\chi^2_1 = .0039$

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่เปลี่ยนแปลงกับตัวแปรแฝงภายนอกที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในตารางที่ 35 สรุปได้ดังนี้

1. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระตามเกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลทั้งสามโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลอิสระที่ 1) โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลอิสระที่ 2) และโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลอิสระที่ 3) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยค่าไค-สแควร์สัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 1.618, 1.402 และ 1.172 ตามลำดับ และการที่ไค-สแควร์สัมพันธ์มีค่าไม่เกิน 2.00 ย่อมเป็นเครื่องยืนยันได้ว่าทั้งสามโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาไค-สแควร์สัมพันธ์ร่วมกับดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์อื่น ๆ ได้แก่ ดัชนี GFI และดัชนี AGFI จะเห็นได้ว่า โมเดลอิสระที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด รองลงไปที่โมเดลอิสระที่ 2 และโมเดลอิสระที่ 1 ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์เศษเหลือหรือความคลาดเคลื่อนในโมเดลจากดัชนี RMR ของโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 ที่มีค่าเท่ากับ 7.38, 8.36 และ 2.66 ตามลำดับ จากดัชนีวิเคราะห์เศษเหลือนี้ชี้ให้เห็นว่า โมเดลอิสระที่ 3 มีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด รองลงไปที่โมเดลอิสระที่ 1 และโมเดลอิสระที่ 2 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า โมเดลอิสระที่ 2 นั้น วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงทำให้มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าโมเดลอิสระที่ 1 และ 3 ที่วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการวัดองค์ประกอบทางจิตวิทยาที่ได้เสนอแนะไว้ว่า การวัดองค์ประกอบใด ๆ ด้วยตัวบ่งชี้องค์ประกอบหลาย ๆ ตัวจะมีผลให้ความเที่ยงในการวัดองค์ประกอบนั้น ๆ มีค่าสูงกว่าการวัดองค์ประกอบนั้น ๆ ด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัดองค์ประกอบที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจะมีค่าสูงกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว(Bollen,1989 ; Joreskog & Sorbom ,1989,1993 ; Tisak & Meredith,1993 ; Raykov,1994) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลอิสระที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด รองลงไปที่ โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลอิสระที่ 1) และโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลอิสระที่ 2) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดเนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดนั่นเอง

2. เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลตามเกณฑ์การทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่เปลี่ยนแปลงกับตัวแปรแฝงภายนอกที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง พบว่า โมเดลลิสเรลที่ 1 มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 81.45 ; $p=.00$; $df = 7$ โมเดลลิสเรลที่ 2 มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 26.72 ; $p=.11$; $df = 19$ โมเดลลิสเรลที่ 3 มีค่าไค-สแควร์เท่ากับ 19.81 ; $p =.071$; $df = 12$ เมื่อพิจารณาประกอบกับค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์ของโมเดลลิสเรลทั้งสามพบว่ามีค่าไค-สแควร์สัมพัทธ์เท่ากับ 11.635, 1.406 และ 1.650 ตามลำดับ แสดงว่าโมเดลลิสเรลที่ 2 และโมเดลลิสเรลที่ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนโมเดลลิสเรลที่ 1 นั้นไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการทดสอบดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงตามสมมุติฐานในโมเดลลิสเรลที่ 2 และ 3 มีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยน ส่วนโมเดลลิสเรลที่ 1 ไม่มีคุณสมบัติของความไม่แปรเปลี่ยน จึงกล่าวได้ว่า โมเดลลิสเรลที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าโมเดลลิสเรลที่ 1 เพราะสามารถทดสอบคุณสมบัติความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลด้วยเกณฑ์ทั้งสองเกณฑ์จึงสามารถสรุปได้ว่า โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลลิสเรลที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะนอกเหนือไปจากการมีความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าต่ำที่สุดแล้วยังสามารถให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้อีกด้วย รองลงไปคือ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลลิสเรลที่ 1) ถึงแม้ว่าจะให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่มีความไม่แปรเปลี่ยนแต่มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำใกล้เคียงกับโมเดลลิสเรลที่ 3 ส่วนโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลลิสเรลที่ 2) ถึงแม้ว่าสามารถให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้เช่นกันแต่ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูงที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย