

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ ประการแรกเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประการที่สอง เพื่อสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้แยกการนำเสนอเป็น 9 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย พิสัย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความโค้ง ความเบ้ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล การแจกแจงของตัวแปรสังเกตได้ โดยแยกวิเคราะห์ตามกลุ่มนักเรียนที่ 1 และ 2 เพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1) โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลการวัดที่ 3) โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสเรลที่ 1) โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลลิสเรลที่ 2) โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลลิสเรลที่ 3)

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1, 2, และ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยสามส่วน ส่วนแรก เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนที่สอง เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และส่วนที่สาม เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลลิสเรลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสเรลที่ 1, 2 และ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ประกอบด้วยสามส่วน ส่วนแรก เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสเรลที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนที่สอง เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความ

สอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และส่วนที่สาม เป็นผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่ เพื่อตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ว่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบมีความคงที่ระหว่างช่วงเวลาการวัดหรือไม่

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม

ตอนที่ 6 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน

ตอนที่ 7 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม

ตอนที่ 8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดลอิสระที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 และเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3

ตอนที่ 9 ผลการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และความหมายที่ใช้แทนค่าสถิติและตัวแปรต่าง ๆ ในการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

χ^2 แทน ค่าสถิติไค-สแควร์ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความถดถอยมีค่าเป็นศูนย์ หรือโมเดลตามสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

df แทน องศาอิสระ (degree of freedom)

R^2 แทน สัมประสิทธิ์การทำนาย (coefficient of determination)

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

SD แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

b แทน ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (factor loading)

FS แทน สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (factor score coefficient)

SE แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)

ตัวแปรสังเกตได้

RGU1 แทน	การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
RGU2 แทน	การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
RGU3 แทน	การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
RGU4 แทน	การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 4
ACH1 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1
ACH2 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 2
ACH3 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3
ACH4 แทน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 4
SEF แทน	การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์
ATT แทน	เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวแปรแฝง

MRGU1 แทน	ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1
MRGU2 แทน	ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2
MRGU3 แทน	ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 3
MRGU4 แทน	ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 4
MACH1 แทน	ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1
MACH2 แทน	ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2
MACH3 แทน	ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 3
MACH4 แทน	ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 4
INI1 แทน	องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (initial factor) ของตัวแปรแฝง การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว
INI2 แทน	องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว
OVA1 แทน	องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (overall change factor) ของ ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ ตัวเดียว
OVA2 แทน	องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว
MINI แทน	องค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว

MOVA แทน องค์ประกอบของการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว

MSEF แทน ตัวแปรแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์

MATT แทน ตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

ตัวบ่งชี้ในรูปคะแนนดิบ

OVERALL แทน ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ ประกอบด้วยผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (coefficient of variation) พิสัย (range) ค่าต่ำสุด (minimum) ค่าสูงสุด (maximum) ความโด่ง (kurtosis) ความเบ้ (skewness) และผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ เพื่อศึกษาลักษณะการกระจายของข้อมูล การแจกแจงของตัวแปรแต่ละตัว และพิจารณาเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้สำหรับนำไปใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดลลิสม์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในตอนนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 และ 2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้

ตารางที่ 2 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 และกลุ่มนักเรียนที่ 2

กลุ่มนักเรียนที่ 1										
ตัวแปรสังเกตได้	ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	RGU1	RGU2	RGU3	RGU4	SEF	ATT
$\bar{X}$	8.93	8.87	8.56	9.82	112.33	115.26	119.30	123.02	9.08	110.53
SD	2.92	3.03	3.10	3.31	20.25	20.60	20.37	19.38	3.80	13.75
ส.ป.ส.การกระจาย	.326	.341	.362	.337	.180	.178	.170	.157	.418	.124
ค่าสูงสุด	20	19	20	21	164	173	189	180	19	151
ค่าต่ำสุด	1	1	1	3	11	11	42	59	1	48
พิสัย	19	18	19	18	153	162	147	121	18	103
ความโด่ง	.431	.048	1.118	-.069	2.608	1.446	.745	.564	-.578	1.638
ความเบ้	.337	.247	.879	.455	-.594	-.195	-.113	-.179	.063	-.173
จำนวนนักเรียน	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่า ตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 ทั้ง 10 ตัวแปรนั้น ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 (ACH1, ACH2, ACH3, ACH4) และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์คะแนนส่วนใหญ่มีค่าค่อนข้างต่ำ โดยตัวแปรมีการแจกแจงของข้อมูลในลักษณะเบ้ขวา (ความเบ้มีค่าเป็นบวก) แสดงว่าในแต่ละตัวแปร นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนค่อนข้างต่ำ ส่วนตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 (RGU1, RGU2, RGU3, RGU4) และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) มีลักษณะการแจกแจงเบ้ซ้าย (ความเบ้มีค่าเป็นลบ) นั่นคือ ตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่มีคะแนนค่อนข้างสูง ทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรค่อนข้างสูง เมื่อพิจารณาค่าความโค้งของตัวแปร พบว่า ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3 ตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 ตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีค่าความโค้งมากกว่าโค้งปกติ (ความโค้งมีค่าเป็นบวก) แสดงว่าตัวแปรเหล่านี้มีการกระจายของข้อมูลน้อย ส่วนตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 4 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีความโค้งน้อยกว่าโค้งปกติ (ความโค้งมีค่าเป็นลบ) แสดงว่า ตัวแปรเหล่านี้มีการกระจายมาก และค่าความเบ้ของตัวแปรทั้ง 10 ตัวมีค่าค่อนข้างต่ำ มีค่าที่ใกล้เคียงกับศูนย์ จะเห็นได้ว่า แนวโน้มคะแนนการวัดแต่ละครั้งมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ

เมื่อพิจารณาค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 2 พบว่า ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 (ACH1, ACH2, ACH3, ACH4) ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ตัวแปรส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยค่อนข้างต่ำ ซึ่งสังเกตได้จากลักษณะการแจกแจงของข้อมูลที่มีลักษณะเบ้ขวา ยกเว้นตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 (RGU1, RGU2, RGU3, RGU4) มีการแจกแจงเบ้ซ้าย แสดงให้เห็นว่านักเรียนในกลุ่มที่ 2 ส่วนใหญ่มีคะแนนค่อนข้างสูง ทำให้ค่าเฉลี่ยของตัวแปรมีค่าค่อนข้างสูง ส่วนในเรื่องการกระจายของข้อมูลนั้น พบว่า ตัวแปรส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลน้อย ยกเว้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 4 และตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่มีการกระจายของข้อมูลมาก และจะเห็นได้ว่า แนวโน้มคะแนนการวัดแต่ละครั้งมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่า เมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 มีความสัมพันธ์กันเองในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 มีความสัมพันธ์กันเองในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 กับตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 มีค่าค่อนข้างต่ำ รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 1

ตัวแปร	ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	RGU1	RGU2	RGU3	RGU4	SEF	ATT
ACH1	1.000									
ACH2	.334**	1.000								
ACH3	.307**	.319**	1.000							
ACH4	.338**	.315**	.388**	1.000						
RGU1	.126*	.192**	.181**	.150**	1.000					
RGU2	.171**	.196**	.169**	.141**	.483**	1.000				
RGU3	.161**	.247**	.182**	.154**	.508**	.602**	1.000			
RGU4	.146**	.229**	.200**	.195**	.415**	.559**	.667**	1.000		
SEF	.242**	.317**	.220**	.207**	.431**	.293**	.356**	.357**	1.000	
ATT	.115*	.149**	.124*	.110*	.311**	.460**	.377**	.407**	.250**	1.000
$\bar{X}$	8.93	8.87	8.56	9.82	112.33	115.26	119.30	123.02	9.08	110.53
SD	2.92	3.03	3.10	3.31	20.25	20.60	20.37	19.38	3.80	13.75
กลุ่มนักเรียนที่ 1										
* $p < .05$ ** $p < .01$										

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 2

ตัวแปร	ACH1	ACH2	ACH3	ACH4	RGU1	RGU2	RGU3	RGU4	SEF	ATT
ACH1	1.000									
ACH2	.349**	1.000								
ACH3	.311**	.411**	1.000							
ACH4	.361**	.355**	.440**	1.000						
RGU1	.127*	.132**	.027	.074	1.000					
RGU2	.105*	.072	.018	.107*	.555**	1.000				
RGU3	.158**	.131**	.015	.140**	.462**	.542**	1.000			
RGU4	.089	.129**	.074	.161**	.430**	.540**	.620**	1.000		
SEF	.103*	.186**	.084	.175**	.431**	.325**	.366**	.349**	1.000	
ATT	.113*	.117*	.112*	.138**	.374**	.377**	.348**	.252**	.342**	1.000
$\bar{X}$	8.90	8.62	8.79	9.51	114.72	118.09	120.15	124.48	9.09	111.56
SD	3.27	2.88	3.18	3.50	19.51	20.90	19.04	18.01	3.53	13.99
กลุ่มนักเรียนที่ 2										

* $p < .05$ ** $p < .01$

จากตาราง 3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 จำนวน 10 ตัวแปร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 45 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 41 คู่ และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 4 คู่ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นความสัมพันธ์ทางบวก มีค่าตั้งแต่ .110 ถึง .667

จากตาราง 4 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่ 2 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 45 คู่ มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จำนวน 30 คู่ และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 7 คู่ และมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจำนวน 8 คู่ โดยที่กลุ่มนักเรียนที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ .015 ถึง .620

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มนักเรียนที่ 1 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในตอนนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรก เป็นผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และส่วนที่สาม เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ค่าความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (goodness-of-fit index : GFI) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (root mean squared residual : RMR) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (adjust goodness-of-fit index : $AGFI$) รายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 5 และภาพที่ 12

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	R ²
RGU1	.61 ^{***} (.18)	0	0	0	.04
RGU2	0	.94 ^{***} (.21)	0	0	.08
RGU3	0	0	.91 ^{***} (.23)	0	.05
RGU4	0	0	0	.83 ^{***} (.21)	.05
ACH1	12.61 ^{***} (1.82)	0	0	0	.33
ACH2	0	15.94 ^{***} (1.96)	0	0	.49
ACH3	0	0	20.21 ^{***} (2.31)	0	.62
ACH4	0	0	0	20.04 ^{***} (2.18)	.79
เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม					
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	
MACH1	.85 [*] (.35)				
MACH2	1.00 ^{***} (.22)	.81 ^{***} (.21)			
MACH3	.82 ^{***} (.17)	.78 ^{***} (.16)	.63 ^{***} (.15)		
MACH4	.65 (--)	.70 (--)	.65 (--)	.74 (--)	

Goodness of Fit Statistics Chi-Square = 2.48, $p = .96$ $df = 8$

$RMR = .73$, $GFI = 1.00$, $AGFI = .99$, $CFI = 1.00$

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

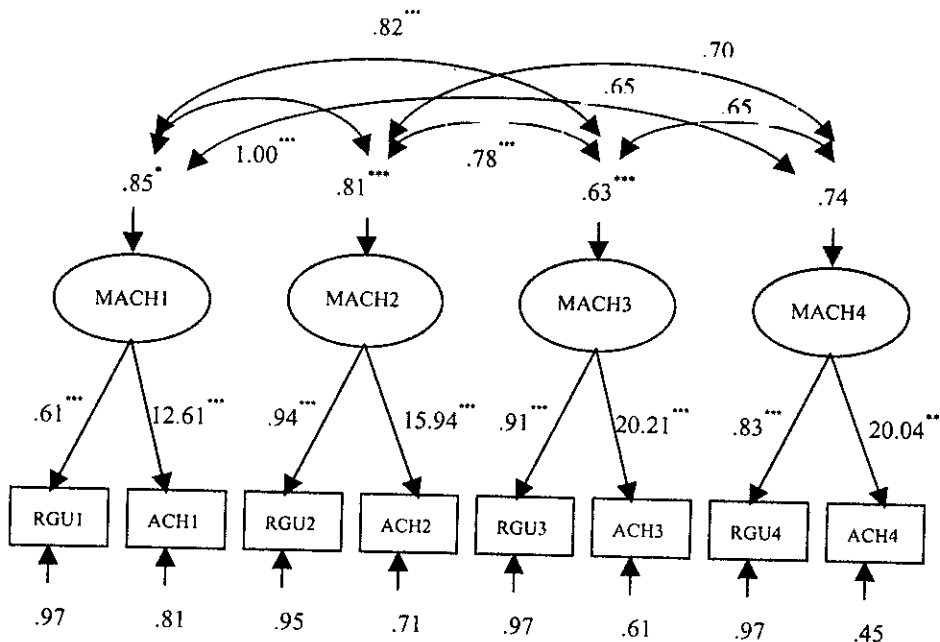
^{*} $p < .05$ ^{**} $p < .01$ ^{***} $p < .001$

จากตาราง 5 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 1 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 2.48$) ที่ df เท่ากับ 8 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 และมีค่าเข้าใกล้ 1 ($p = .96$) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ($GFI = 1.00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI = .99$) มีค่าเท่ากับ 1 หรือเข้าใกล้ 1 รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) มีค่าเท่ากับ .73 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (RGU1, RGU2, RGU3, RGU4) มีค่าต่ำ แสดงว่า ตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้ต่ำ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ACH1, ACH2, ACH3, ACH4) มีค่าสูง แสดงว่าตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้สูง

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ขั้นตอนการวิเคราะห์พบปัญหาน้อยมาก และผลการวิเคราะห์จากตาราง 4 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลการวัดที่ 1 ได้ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 โมเดลการวัดที่ 1

2.2 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับ

ข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ค่าความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI$) รายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังกล่าวแสดงในตารางที่ 6 และภาพที่ 13

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์นำหน้าองค์ประกอบ									
ตัวแปร	MRGU1	MRGU2	MRGU3	MRGU4	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	R ²
RGU1	1.90** (.64)	0	0	0	0	0	0	0	1.00
RGU2	0	2.60*** (.12)	0	0	0	0	0	0	1.00
RGU3	0	0	2.96*** (.67)	0	0	0	0	0	1.00
RGU4	0	0	0	2.74*** (.43)	0	0	0	0	1.00
ACH1	0	0	0	0	14.50*** (.61)	0	0	0	1.00
ACH2	0	0	0	0	0	11.47*** (.51)	0	0	1.00
ACH3	0	0	0	0	0	0	12.51*** (.51)	0	1.00
ACH4	0	0	0	0	0	0	0	9.70*** (.58)	1.00

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ตัวแปร	เมทริกซ์นำหน้าองค์ประกอบ				
	INI1	OVA1	INI2	OVA2	R ²
MRGU1	1.00	0	0	0	.04
MRGU2	1.00	.52** (.20)	0	0	.26
MRGU3	1.00	1.00	0	0	.44
MRGU4	1.00	1.00	0	0	.34
MACH1	0	0	1.00	0	.49
MACH2	0	0	1.00	1.00	.69
MACH3	0	0	1.00	.23 (.22)	.62
MACH4	0	0	1.00	1.00	.75

Goodness of Fit Statistics Chi-Square = 2.09, $p = 1.00$ $df = 11$
 $RMR = .70$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 1.00$, $CFI = 1.00$

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

จากตาราง 6 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 2 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 2.09 ($df = 11$, $p = 1.00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$, $AGFI = 1.00$) รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษมีค่าเท่ากับ .70 ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

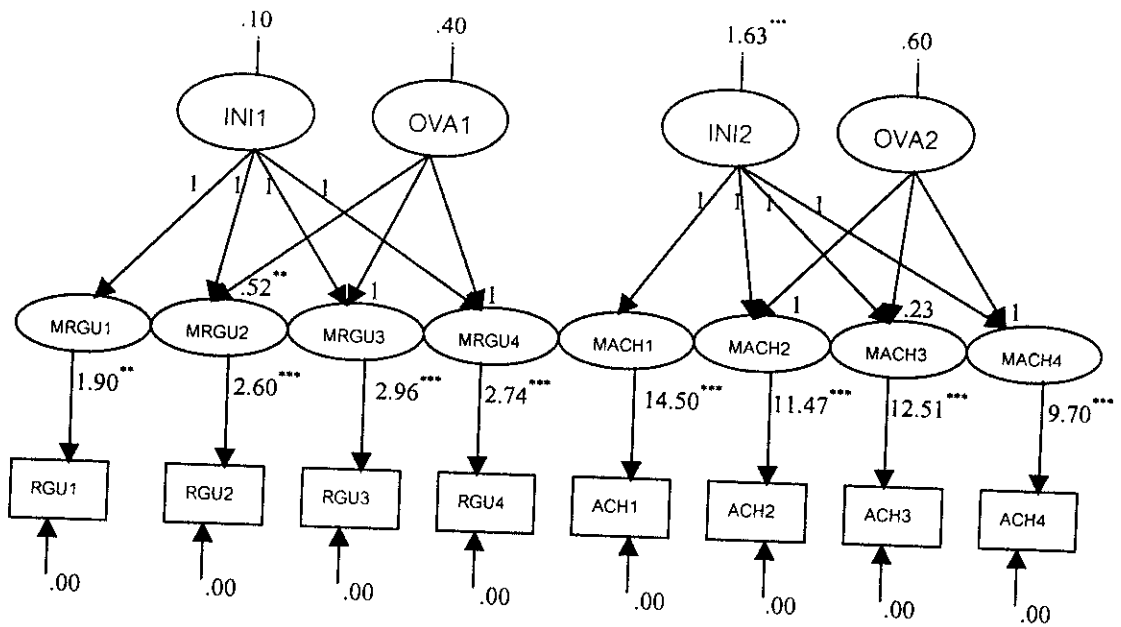
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 และตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 ทุกค่ามีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าตัวแปรดังกล่าวอธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้สูง ซึ่งเกินความเป็นจริง สาเหตุเนื่องจากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น พบว่าเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมในการเทียบความกลมกลืนไม่เป็นบวก (fitted covariance matrix is not positive definite) และ โมเดลนี้มีจำนวนสมการ โครงสร้างน้อยกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า เรียกว่าโมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่พอดี (under identified model) และ โมเดลการวัดที่ 2 นี้จะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้ (Pedhazur, 1982, pp. 615-616) ดังนั้นผู้วิจัยต้องกำหนดสถานะของเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อน e ของตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 8 ตัว เป็นพารามิเตอร์กำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ เพื่อลดจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้อง

ประมาณค่า จึงจะสามารถทำการวิเคราะห์ต่อไปได้ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรสังเกตได้แต่ละตัวมีค่าเท่ากับ 1

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ยกเว้นตัวแปรสังเกตได้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จาก OVA1 ไปยัง MRGU2 มีค่าเท่ากับ .52 ($SE = .20, t = 2.66$) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสามารถอธิบายอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ได้ ค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จาก OVA2 ไปยัง MACH3 มีค่าเท่ากับ .23 ($SE = .22, t = 1.02$) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่จะปฏิเสธได้ว่าเป็นค่าที่แตกต่างจากศูนย์เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (MRGU1-MRGU4) และค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH1-MACH4) มีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งที่มีการกำหนดให้พารามิเตอร์ระหว่างตัวแปรแฝงเกือบทั้งหมดเป็นพารามิเตอร์กำหนด แต่ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายมีค่าต่ำ แสดงว่า การวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวไม่มีความคงเส้นคงวา

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่อย่างไรก็ตามโมเดลนี้ยังมีปัญหาในการประมาณค่าพารามิเตอร์ซึ่งโปรแกรมลิสเรลรายงานออกมาว่า เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมไม่เป็นบวก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีปัญหาเรื่องการระบุโมเดลอันเป็นผลสืบเนื่องมาจากจำนวนตัวบ่งชี้ต่อองค์ประกอบมีตัวเดียว และการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวนี้อาจทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่ไม่คงเส้นคงวา อัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .52 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .23 อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์จากตาราง 6 สามารถนำเสนอเป็น โมเดลการวัดที่ 2 ได้ดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 โมเดลการวัดที่ 2

2.3 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ค่าความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI$) รายละเอียดผลการวิเคราะห์ปรากฏในตารางที่ 7 และภาพที่ 14

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	R ²
RGU1	.83 ^{**} (.28)	0	0	0	.02
RGU2	0	.83 ^{***} (.19)	0	0	.05
RGU3	0	0	.09 ^{***} (.02)	0	.05
RGU4	0	0	0	.76 ^{***} (.20)	.03
ACH1	40.49 ^{***} (1.43)	0	0	0	1.00
ACH2	0	14.70 ^{***} (1.22)	0	0	.31
ACH3	0	0	2.10 (--)	0	.68
ACH4	0	0	0	24.97 ^{***} (.88)	1.00
เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	MINI	MOVA	R ²		
MACH1	1.00	0	1.00		
MACH2	1.00	1.00	1.00		
MACH3	1.00	13.49 ^{***} (.94)	1.00		
MACH3	1.00	1.00	1.00		

Goodness of Fit Statistics Chi-Square = 1.92, $p = .17$ $df = 1$
 $RMR = 1.29$, $GFI = 1.00$, $AGFI = .96$, $CFI = 1.00$

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

^{**} $p < .01$ ^{***} $p < .001$

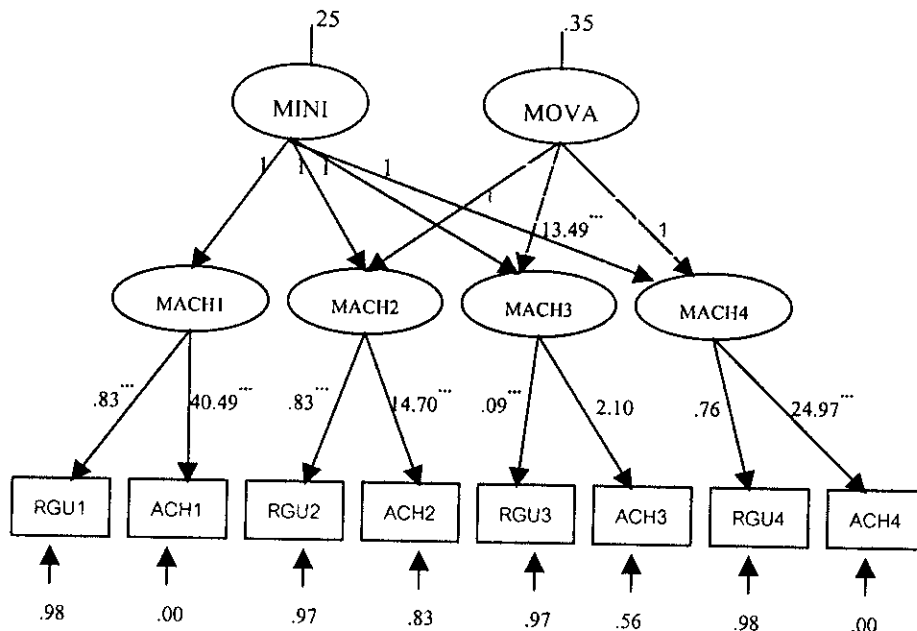
จากตาราง 7 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 3 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 1.92 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งมีความน่าจะเป็นมากกว่า .05 ($p = .17$) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 หรือเข้าใกล้ 1 ($GFI = 1.00$, $AGFI = .96$) รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษมีค่าเท่ากับ 1.29 ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนาย ของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 มีค่าต่ำ แสดงว่าตัวบ่งชี้นี้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้ต่ำ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1-4 มีค่าสูง แสดงว่าตัวแปรบ่งชี้นี้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปร ได้สูง สำหรับค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรสังเกตได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1 และ 4 มีค่าเท่ากับ 1 นั้น เนื่องจากการขั้นตอนการวิเคราะห์ต้องกำหนดค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวบ่งชี้ดังกล่าวเป็นพารามิเตอร์กำหนด ให้มีค่าเท่ากับศูนย์จึงทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายมีค่าเท่ากับ 1

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .001 ยกเว้นค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3 (ACH3) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่จะปฏิเสธได้ว่าเป็นค่าที่แตกต่างจากศูนย์ เนื่องจากการขั้นตอนการวิเคราะห์ต้องกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้นี้ดังกล่าวเป็นพารามิเตอร์กำหนดเนื่องด้วยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อน

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว จาก MOVA ไปยัง MACH3 มีค่าเท่ากับ 13.49 ($SE = .94, t = 14.31$) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH1-MACH4) มีค่าสูงมากเท่ากับ 1 เนื่องจากการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น (MINI) และค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (MOVA) ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นพารามิเตอร์กำหนด ยกเว้นค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3 เป็นพารามิเตอร์อิสระ จึงส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายมีค่าสูง แสดงว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายที่คงเส้นคงวา

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ขั้นตอนการวิเคราะห์พบปัญหาน้อยมาก และอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 13.49 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 7 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลการวัดที่ 3 ได้ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 โมเดลการวัดที่ 3

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมกับข้อมูลเชิงประจักษ์

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ศึกษากับตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้ จะนำเสนอผลการวิเคราะห์โมเดลลิสร่วมกันโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ส่วนแรก เป็นผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ และส่วนที่สาม เป็นเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลลิสร่วมที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI$) ดัชนีรากของค่ากำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังกล่าวในตารางที่ 8 และภาพที่ 15

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 1 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ							
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	MSEF	MATT	R ²
RGU1	.35 ^{***} (.09)	0	0	0	0	0	.05
RGU2	0	.57 ^{**} (.18)	0	0	0	0	.09
RGU3	0	0	.60 ^{***} (.14)	0	0	0	.06
RGU4	0	0	0	.83 ^{**} (.37)	0	0	.05
ACH1	6.19 ^{***} (.95)	0	0	0	0	0	.29
ACH2	0	9.30 ^{***} (2.75)	0	0	0	0	.49
ACH3	0	0	12.34 ^{***} (1.57)	0	0	0	.60
ACH4	0	0	0	18.30 [*] (1.57)	0	0	.76
SEF	0	0	0	0	5.90 ^{***} (.22)	0	.96
ATT	0	0	0	0	0	15.88 ^{***} (.56)	1.00
เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม							
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	MSEF	MATT	
MACH1	3.07 [*] (1.26)						
MACH2	3.43 ^{**} (1.16)	2.40(1.32)					
MACH3	2.47 ^{***} (.61)	2.20 ^{**} (.72)	1.63 ^{***} (.44)				
MACH4	1.43 [*] (.61)	1.31(.68)	1.16 [*] (.49)	.85(.64)			
MSEF	.93 ^{***} (.14)	.96 ^{**} (.30)	.39 ^{***} (.06)	.25 [*] (.10)	.40(--)		
MATT	.87(--)	.69(--)	.54(0)	.36(--)	.58(--)	.75(--)	
Goodness of Fit Statistics Chi-Square = 11.66, $p = .47$ $df = 12$							
$RMR = .91$, $GFI = .99$, $AGFI = .97$, $CFI = 1.00$							

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

จากตาราง 8 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่ 1 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 11.66 ที่ df เท่ากับ 12 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 ($p = .47$) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .99$, $AGFI = .97$) รวมทั้งดัชนีรากของกำลัง

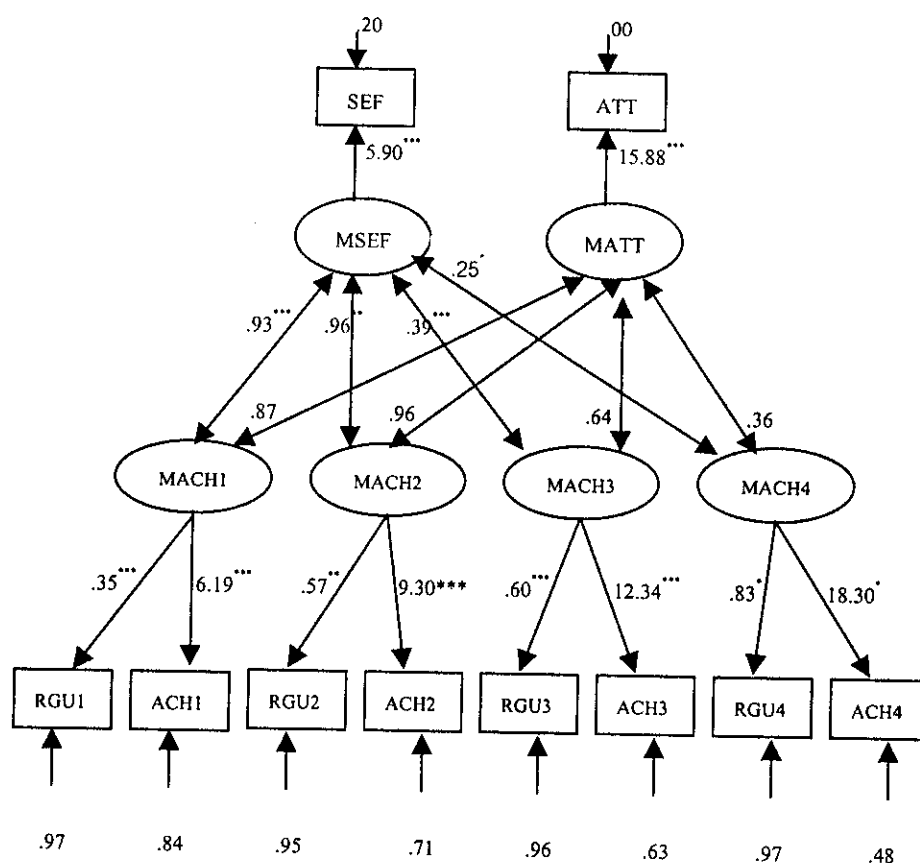
สองเฉลี่ยของเศษมีค่าเท่ากับ .91 ($RMR = .91$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีค่าต่ำ แสดงว่าตัวบ่งชี้นี้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้ต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าค่อนข้างสูง แสดงว่าตัวบ่งชี้นี้อธิบายความแปรปรวนในตัวแปรได้ค่อนข้างสูงเช่นกัน ตัวบ่งชี้การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ (SEF) และตัวบ่งชี้เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (ATT) มีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายสูงมาก สาเหตุเนื่องจากตัวแปรภายนอกแฝงทั้งสองตัววัดจากตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงมีโอกาที่จะประมาณค่าเกินจริงได้

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำหรับค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งก็คือค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MSEF) กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH1, MACH2, MACH3, MACH4) เป็นค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (MATT) กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MACH1, MACH2, MACH3, MACH4) เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่จะปฏิเสธได้ว่าแตกต่างจากศูนย์

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลอิสระที่ 1 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เพราะเกิดจากการแก้ปัญหาเรื่องการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล และผลการวิเคราะห์จากตาราง 8 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลอิสระที่ 1 ได้ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 โมเดลอิสระที่ 1

3.2 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2) ความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI$) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) ของกลุ่มนักเรียนที่ 1 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 9 และภาพที่ 16

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 2 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ											
ตัวแปร	MRGU1	MRGU2	MRGU3	MRGU4	MACH1	MRGU2	MRGU3	MRGU4	MSEF	MATT	R ²
RGU1	2.33***(.42)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.05
RGU2	0	2.33***(.08)	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
RGU3	0	0	2.30***(.41)	0	0	0	0	0	0	0	1.00
RGU4	0	0	0	2.01***(.42)	0	0	0	0	0	0	1.00
ACH1	0	0	0	0	22.04***(.78)	0	0	0	0	0	.46
ACH2	0	0	0	0	0	12.92***(.152)	0	0	0	0	1.00
ACH3	0	0	0	0	0	0	11.54***(.261)	0	0	0	1.00
ACH4	0	0	0	0	0	0	0	11.20***(.123)	0	0	1.00
SEF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.33
ATT	0	0	0	0	0	0	0	0	4.68***(.18)	0	.94
										18.49***(.66)	1.00

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ					
ตัวแปร	INI1	OVA1	INI2	OVA2	R ²
MRGU1	1.00	0	0	0	.58
MRGU2	1.00	1.00	0	0	.75
MRGU3	1.00	1.32***(.31)	0	0	1.00
MRGU4	1.00	1.00	0	0	1.00
MACH1	0	0	1.00	0	.76
MACH2	0	0	1.00	2.52***(.79)	.39
MACH3	0	0	1.00	1.00	.90
MACH4	0	0	1.00	1.00	1.00

ตารางที่ 9 (ต่อ)

เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม					
ตัวแปร	INI1	OVA1	INI2	OVA2	MSEF
INI1	.50 (--)				
OVA1	--	.75 (--)			
INI2	.41*** (.09)	--	.64 (--)		
OVA2	--	--	--	.34 (--)	
MSEF	.27*** (.06)	0 (.06)	.32*** (.03)	.07* (.03)	.62 (--)
MATT	.12* (.05)	.01 (.04)	.21*** (.03)	.32*** (.06)	.15*** (.03)
Goodness of Fit Statistics Chi-Square = 4.95, $p = .55$ $df = 6$					

$RMR = 1.36, GFI = 1.00, AGFI = .98, CFI = 1.00$

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$

จากตาราง 9 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระครั้งที่ 2 พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 4.95 ที่ df เท่ากับ 6 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 ($p = .55$) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 หรือเข้าใกล้ 1 ($GFI = 1.00$, $AGFI = .98$) รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษมีค่าเท่ากับ 1.36 ($RMR = 1.36$) ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้ทุกค่ามีค่าสูง มีสาเหตุเช่นเดียวกับผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 2

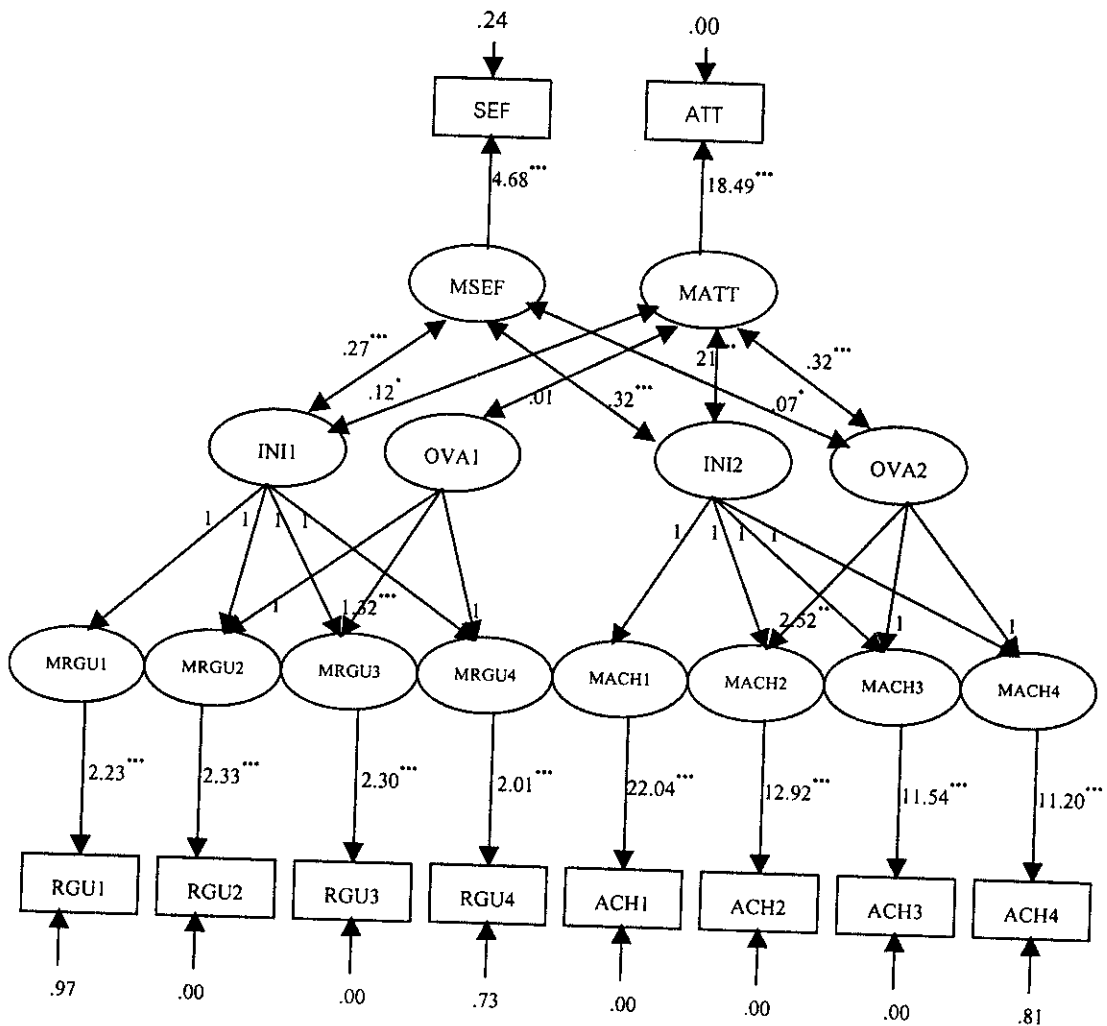
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์จาก OVA1 ไปยัง MRGU3 มีค่าเท่ากับ 1.32 ($SE = .31$, $t = 4.27$) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จาก OVA2 ไปยัง MACH2 มีค่าเท่ากับ 2.52 ($SE = .79$, $t = 3.20$) ซึ่งเป็นค่าที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมด ซึ่งก็คือค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์ (MSEF) และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ (MATT) กับองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น องค์ประกอบการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ (INI1, OVA1) และองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้น องค์ประกอบการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (INI2, OVA2) พบว่าส่วนใหญ่ให้ค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดลอิสระครั้งที่ 2 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 1.32 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และอัตราการเรียนรู้เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของ

ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 2.52 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์จากตาราง 9 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลอิสระที่ 2 ได้ดังภาพที่ 16



ภาพที่ 16 โมเดลอิสระที่ 2

3.3 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลอิสระที่ 3 ในตอนนี้เป็นการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ ค่าไค-สแควร์ (χ^2)

ความน่าจะเป็น (p) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว ($AGFI$) ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ (RMR) ดังรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 10 และภาพที่ 17

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่ 3 กับข้อมูลเชิงประจักษ์

เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ							
ตัวแปร	MACH1	MACH2	MACH3	MACH4	MSEF	MATT	R ²
RGU1	1.77 (1.01)	0	0	0	0	0	.10
RGU1	0	1.00 ^{***} (.22)	0	0	0	0	.09
RGU3	0	0	1.07 [*] (.45)	0	0	0	.07
RGU4	0	0	0	.79 ^{**} (.25)	0	0	.05
ACH1	38.67 [*] (15.79)	0	0	0	0	0	1.00
ACH2	0	15.21 ^{***} (3.94)	0	0	0	0	.44
ACH3	0	0	19.76 [*] (8.00)	0	0	0	.53
ACH4	0	0	0	16.80 ^{***} (4.05)	0	0	.60
SEF	0	0	0	0	4.17 ^{***} (.15)	0	.99
ATT	0	0	0	0	0	4.18 ^{***} (.82)	.07
เมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ							
ตัวแปร	MINI		MOVA		R ²		
MACH1	1.00		0		1.00		
MACH2	1.00		1.00		1.00		
MACH3	1.00		.74 ^{**} (.28)		1.00		
MACH4	1.00		1.00		1.00		
เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม							
ตัวแปร	MINI		MOVA		MSEF	MATT	
MINI	.27 (.22)						
MOVA	--		.53 (--)				
MSEF	.21 [*] (.09)		.17 ^{**} (.05)		.82 (--)		
MATT	.54 [*] (.24)		1.00 ^{***} (.28)		.75 (--)	.75 (--)	

Goodness of Fit Statistics Chi-Square = .020, $p = 1.00$ $df = 4$

$RMR = .071$, $GFI = 1.00$, $AGFI = 1.00$, $CFI = 1.00$

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

^{*} $p < .05$ ^{**} $p < .01$ ^{***} $p < .001$

จากตาราง 10 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่ 3 พบว่า โมเดลมีความ

สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ .020 ที่ df เท่ากับ 4 ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 1.00 นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$, $AGFI = 1.00$) รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ($RMR = .071$) ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

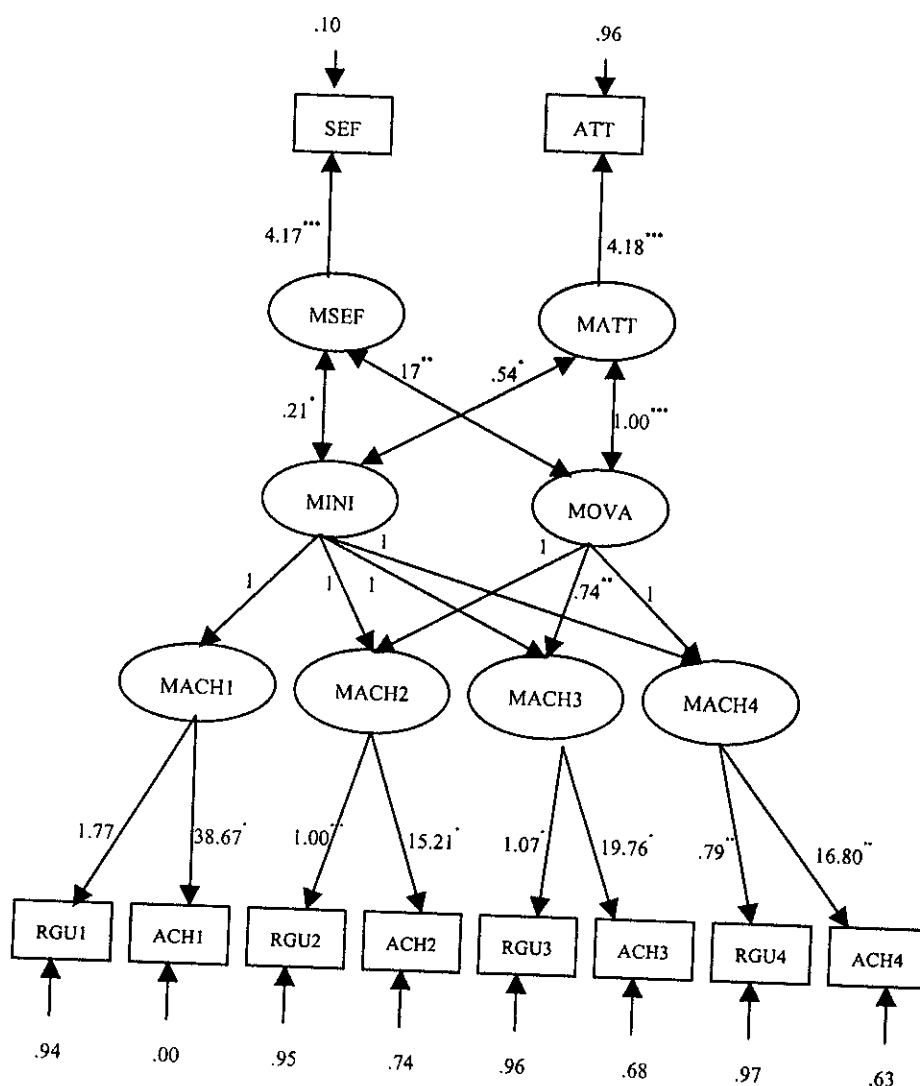
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันและตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าปานกลาง ตัวบ่งชี้เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีค่าต่ำมาก และตัวบ่งชี้การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์มีค่าสูงมาก มีสาเหตุมาจากการวัดองค์ประกอบของตัวแปรภายนอกแฝงด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงขาดความคงเส้นคงวา

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่มีการวัดครั้งที่ 1 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่จะปฏิเสธได้ว่าแตกต่างจากศูนย์

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จาก MOVA ไปยัง MACH2 มีค่าเท่ากับ .74 ($SE = .28$, $t = 2.62$) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สำหรับค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระที่ 3 พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .74 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทุกค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 10 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลอิสระที่ 3 ได้ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 โมเดลลิสมัลที่ 3

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบว่าน้ำหนักองค์ประกอบมีความคงที่ระหว่างช่วงเวลาการวัดหรือไม่ ถ้ามีความคงที่แสดงว่าองค์ประกอบร่วมมีความคงที่ตลอดช่วงเวลาการวัด ถ้าไม่มีความคงที่แสดงว่ามีความเปลี่ยนแปลงหรือมีพัฒนาการระหว่างช่วงเวลาการวัด เนื่องจากน้ำหนักองค์ประกอบในโมเดลมี 4 ชุดคือ ชุดแรกเป็นน้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่สองเป็นน้ำหนัก

องค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่สามเป็นน้ำหนักองค์ประกอบสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ และชุดที่สี่ เป็นน้ำหนักองค์ประกอบสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงวิเคราะห์โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่ได้เป็น 5 โมเดล ดังนี้

- โมเดล A ให้น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่
- โมเดล B ให้น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่
- โมเดล C ให้น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้ทั้งสองตัว ตามโมเดล A และ B มีค่าคงที่
- โมเดล D ให้น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่
- โมเดล E ให้น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่

โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลดังกล่าวในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว สำหรับโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3

โมเดล	χ^2	df	χ^2/df	p	RMR	GFI	การเปรียบ เทียบโมเดล	Diff- χ^2	Diff-df
<u>โมเดลการวัดที่ 1</u>									
base	2.48	8	.310	.96	.73	1.00			
A	5.57	11	.506	.90	1.70	1.00	A-base	3.09	3
B	31.55	11	2.868	.00	21.00	.98	B-base	28.87**	3
C	33.45	14	2.389	.00	20.69	.98	C-base	30.97**	6
<u>โมเดลการวัดที่ 2</u>									
base	2.09	11	.190	1.00	.70	1.00			
A	4.43	14	.316	.99	1.05	1.00	A-base	2.34	3
B	25.38	14	1.812	.03	16.43	.98	B-base	23.29**	3
C	26.98	17	1.587	.05	16.40	.98	C-base	24.89**	6
D	596.72	12	49.726	.00	148.62	.85	D-base	594.63**	1
E	11.99	12	.999	.45	4.02	.99	E-base	9.90**	1
<u>โมเดลการวัดที่ 3</u>									
base	1.92	1	1.920	.17	1.29	1.00			
A	27.74	4	6.935	.00	7.16	.98	A-base	25.82**	3
B	214.36	3	71.453	.00	166.32	.92	B-base	212.44**	2
C	215.67	6	35.945	.00	166.34	.92	C-base	213.75**	5
E	648.16	2	324.080	.00	84.15	.79	E-base	646.24**	1

* $p < .05$ ** $p < .01$

Diff- χ^2 หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์

Diff-df หมายถึงผลต่างของค่าองศาอิสระ

จากตาราง 11 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่สำหรับโมเดลการวัดที่ 1 พบว่า โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ได้แก่ โมเดลที่เป็นฐาน (base) และ โมเดล A พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 2.48$ และ 5.57 ตามลำดับ) ซึ่งมีความน่าจะเป็นมากกว่า .05 และมีค่าเข้าใกล้ 1 ($p = .96$ และ $.90$ ตามลำดับ) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัย

สำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลดีที่สุด ได้แก่ โมเดล base ซึ่งเป็น โมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์เท่ากัน พิจารณาได้จาก อัตราส่วนไค-สแควร์ ต่อองศาอิสระ (χ^2 / df ratio) มีค่าต่ำสุด และค่าความน่าจะเป็นเข้าใกล้ 1 เมื่อเทียบกับโมเดลอื่น ๆ ที่มีการกำหนดเงื่อนไขให้พารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบมีค่าเท่ากัน รวมอยู่ด้วย เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบความคงที่ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละ โมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการตรวจสอบ โมเดล A ซึ่งเป็นการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการตรวจสอบโมเดลนี้ พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยผลการวิเคราะห์ให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 5.57 ($df = 11, p = .90$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่าง โมเดล A และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 3.09 ($5.57 - 2.48$) ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือ ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความคงที่หรือไม่แปรเปลี่ยน

ผลการตรวจสอบ โมเดล B การตรวจสอบโมเดลนี้ เป็นการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าคงที่ ผลการตรวจสอบโมเดลนี้ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 31.55 ($df = 11, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 28.87 ($31.55 - 2.48$) ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่หรือมีการแปรเปลี่ยน

ผลการตรวจสอบ โมเดล C การตรวจสอบโมเดลนี้ เป็นการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวบ่งชี้ทั้งสองตัวตามโมเดล A และโมเดล B มีค่าคงที่ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว มีค่าเท่ากัน ผลการตรวจสอบโมเดลนี้ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 33.45 ($df = 14, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) แสดงว่า โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 30.97 ($33.45 - 2.48$) ที่ df เท่ากับ 6 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่า

ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่หรือมีการแปรเปลี่ยน

ผลการตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 1 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดล A มีความคงที่หรือไม่แปรเปลี่ยนสำหรับโมเดล B และ C ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบไม่มีความคงที่หรือมีการแปรเปลี่ยน นั่นคือมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีพัฒนาการ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่สำหรับโมเดลการวัดที่ 2 จากตาราง 11 มีลักษณะเช่นเดียวกับการตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 1 แตกต่างกันตรงที่ เพิ่มการตรวจสอบพารามิเตอร์สำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์และพารามิเตอร์สำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์ในโมเดลดังกล่าว พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานโมเดล base ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่มีเงื่อนไขการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์เท่ากัน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 2.09 ($df = 11, p = 1.00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละโมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการตรวจสอบโมเดล A พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 4.43 ($df = 14, p = .99$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล A และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 2.34 ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั่นคือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีความคงที่

ผลการตรวจสอบโมเดล B พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 25.38 ($df = 14, p = .03$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 23.29 ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่ หรือมีการแปรเปลี่ยน

ผลการตรวจสอบโมเดล C พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 26.98 ($df = 17, p = .05$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .98$) แสดงว่าโมเดลมี

ความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 24.89 ที่ df เท่ากับ 6 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทั้งสองตัว ตามโมเดล A และ B ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบโมเดล D พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 596.72 ($df = 12, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .85$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล D และ โมเดล base มีค่า 594.63 ที่ df เท่ากับ 12 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) นั่นคือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่

สำหรับผลการตรวจสอบโมเดลสุดท้าย คือ โมเดล E พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 11.99 ($df = 12, p = .45$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .99$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล E และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 9.90 ที่ df เท่ากับ 12 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) นั่นคือค่าพารามิเตอร์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 2 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่มีความคงที่หรือไม่แปรเปลี่ยนได้แก่ โมเดล A และค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่ไม่มีความคงที่ ได้แก่ โมเดล B, C, D และ E เป็นโมเดลที่องค์ประกอบร่วมมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีพัฒนาการ

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีความคงที่สำหรับโมเดลการวัดที่ 3 จากตาราง 11 ผลการตรวจสอบโมเดล base พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 1.92 ($df = 1, p = .17$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการตรวจสอบความคงที่ของเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบในแต่ละโมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการตรวจสอบโมเดล A พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 27.74 ($df = 4, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล A และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 25.82 ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบโมเดล B พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 214.36 ($df = 3, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .92$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 212.44 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบโมเดล C พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 215.67 ($df = 6, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .92$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 213.75 ที่ df เท่ากับ 5 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) แสดงว่าค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ทั้งสองตัว ตามโมเดล A และ B ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบโมเดล E ซึ่งเป็นโมเดลสุดท้าย พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 648.16 ($df = 2, p = .00$) ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .79$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล E และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 646.24 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) นั่นคือค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ไม่มีความคงที่

ผลการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับโมเดลการวัดที่ 3 สรุปได้ว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของทุกโมเดล คือ โมเดล A, B, C และ E ไม่มีความคงที่ นั่นคือ โมเดลการวัดที่ 3 องค์ประกอบร่วมมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีพัฒนาการ

ตอนที่ 5 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีรูปแบบไม่แปรเปลี่ยนทุกกลุ่มนักเรียนในการวิจัยหรือไม่ อย่างไร สำหรับการวิเคราะห์ในตอนนี้จึงเป็นการวิเคราะห์กลุ่มพหุ (multiple group) เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

โมเดล form	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	RMR
โมเดลการวัดที่ 1	7.06	16	.392	.97	1.00	.90
โมเดลการวัดที่ 2	6.73	20	.336	1.00	1.00	1.15
โมเดลการวัดที่ 3	4.74	8	.592	.79	1.00	.63

จากตาราง 12 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดที่ 1 ผลการทดสอบโมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มนักเรียนนั่นเอง ผลการทดสอบพบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 7.06 ($df = 18, p = .97$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืน มีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดที่ 2 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานโมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 6.73 ($df = 20, p = 1.00$) จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลยังคงไม่แปรเปลี่ยน

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดที่ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม ผลการทดสอบโมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลโดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียน

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง สรุปได้ว่าโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 รูปแบบของโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

ตอนที่ 6 ผลการวิเคราะห์สำหรับตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงของโมเดลอิสระ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบ โมเดลเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกันเนื่องมาจากตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ประกอบด้วย 3 ส่วน ส่วนแรกคือ การนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 1 ส่วนที่สอง เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 2 และส่วนที่สาม เป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระ 1

การวิเคราะห์ในตอนนี้ เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 1 ซึ่งก็คือค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงนั่นเอง เนื่องจากค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมใน โมเดลอิสระที่ 1 มี 2 ชุด ชุดแรกเป็นค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชุดที่สองเป็นค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน จึงวิเคราะห์โมเดลได้เป็น 4 โมเดล ดังนี้

โมเดล A ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR(MSEF, MACH1) = COVAR(MSEF, MACH2)$
 $= COVAR(MSEF, MACH3) = COVAR(MSEF, MACH4)$

โมเดล B ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR(MATT, MACH1) = COVAR(MATT, MACH2)$
 $= COVAR(MATT, MACH3) = COVAR(MATT, MACH4)$

โมเดล C ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงทั้งสองตัวตามโมเดล A และ B มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $\text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{MACH1}) = \text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{MACH2}) = \text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{MACH3}) = \text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{MACH4})$ และ $\text{COVAR}(\text{MATT}, \text{MACH1}) = \text{COVAR}(\text{MATT}, \text{MACH2}) = \text{COVAR}(\text{MATT}, \text{MACH3}) = \text{COVAR}(\text{MATT}, \text{MACH4})$

โมเดล D ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $\text{COVAR}(\text{MACH2}, \text{MACH1}) = \text{COVAR}(\text{MACH3}, \text{MACH1}) = \text{COVAR}(\text{MACH4}, \text{MACH1}) = \text{COVAR}(\text{MACH3}, \text{MACH2}) = \text{COVAR}(\text{MACH4}, \text{MACH2}) = \text{COVAR}(\text{MACH4}, \text{MACH3})$

โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบโมเดลดังกล่าวในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 1

โมเดล	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	RMR	การเปรียบเทียบโมเดล	Diff- χ^2	Diff-df
base	11.66	12	.971	.47	.99	.91			
A	40.55	15	2.703	.00	.98	11.58	A-base	28.89**	3
B	11.66	12	.971	.47	.99	.91	B-base	0	0
C	40.55	15	2.703	.00	.98	11.58	D-base	28.89**	3
D	27.96	17	1.644	.04	.99	8.19	C-base	10.96	5

** $p < .01$

Diff- χ^2 หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์

Diff-df หมายถึงผลต่างของค่าองศาอิสระ

จากตาราง 13 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 1 พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐานโมเดล base ซึ่งเป็นโมเดลที่เป็นฐานโดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างตัวแปรมีค่าเท่ากัน โดยให้ค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 11.66 ($df = 12, p = .47$) คำนวณวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ .91 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อ

พิจารณาผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในแต่ละโมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบโมเดล A ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบโมเดลนี้ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยผลการวิเคราะห์ให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 40.55 ($df = 15, p = .00$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล A และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 28.89 ($40.55 - 11.66$) ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล B การทดสอบโมเดลนี้เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบโมเดลนี้ พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 11.66 ($df = 12, p = .47$) ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 0 ที่ df เท่ากับ 0 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล C ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 40.55 ($df = 15, p = .00$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 28.89 ที่ df เท่ากับ 3 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่าตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

สำหรับผลการทดสอบ โมเดล D ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่า

พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการทดสอบโมเดลนี้ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 27.96 ($df = 17, p = .04$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 10.96 ที่ df เท่ากับ 5 ซึ่งไม่นับสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 1 สรุปได้ว่า โมเดลอิสระที่ 1 ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน และตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งสองตัวทำให้ตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

6.2 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 2

การวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงก็คือการทดสอบค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และการทดสอบค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จึงวิเคราะห์โมเดลได้เป็น 10 โมเดล ดังนี้

โมเดล A ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR(MSEF, INI1) = COVAR(MSEF, OVA1)$

โมเดล B ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR(MSEF, INI2) = COVAR(MSEF, OVA2)$

โมเดล C ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการ

เปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $\text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{OVA2}) = \text{COVAR}(\text{MATT}, \text{OVA2})$
โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบ โมเดลดังกล่าวในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 2

โมเดล	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	RMR	การเปรียบเทียบโมเดล	Diff- χ^2	Diff-df
base	4.95	6	.825	.55	1.00	1.36			
A	14.99	7	2.141	.03	.99	3.39	A-base	10.04**	1
B	183.40	7	26.200	.00	.93	28.85	B-base	178.45**	1
C	5.57	7	.795	.59	1.00	1.63	C-base	.62	1
D	6.45	7	.921	.49	1.00	1.33	D-base	1.50	1
E	7.04	7	1.005	.42	1.00	2.27	E-base	2.09	1
F	17.47	8	2.183	.02	.99	5.65	F-base	9.47**	2
G	22.24	8	2.780	.00	.99	5.93	G-base	17.29**	2
H	25.92	8	3.240	.00	.99	8.16	H-base	20.97**	2
I	19.50	8	2.437	.01	.99	6.65	I-base	14.55**	2
J	1151.73	8	143.966	.00	.76	53.56	J-base	1146.78**	2

** $p < .01$

Diff- χ^2 หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์

Diff-df หมายถึงผลต่างของค่าองศาอิสระ

จากตาราง 14 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 2 พบว่า ผลการทดสอบโมเดล base พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 4.95 ($df = 6, p = .55$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในแต่ละโมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบโมเดล A พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 14.99

($df = 7, p = .03$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 3.39 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล A และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 10.04 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่าตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล B พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 183.40 ($df = 7, p = .00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .93$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 28.85 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 178.45 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่าตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล C พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 5.57 ($df = 7, p = .59$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 1.63 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และโมเดล base มีค่าเท่ากับ .62 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่าตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล D พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 6.45 ($df = 7, p = .49$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 1.33 แสดงว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล D และโมเดล base มีค่าเท่ากับ 1.50 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และองค์ประกอบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล E พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 7.04 ($df = 7, p = .42$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดล

สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล E และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 2.09 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้น และองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล F พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 17.47 ($df = 8, p = .02$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 5.65 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล F และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 9.47 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล G พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 22.24 ($df = 8, p = .00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 5.93 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล G และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 17.29 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล H พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 25.92 ($df = 8, p = .00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 8.16 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล H และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 20.97 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล I พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 19.50 ($df = 8, p = .01$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .99$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 6.65 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล I และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 14.55 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งเป็นค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปร

ภาพแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดล J พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 1151.73 ($df = 8, p = .00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .76$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 53.66 แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล J และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 1141.78 ที่ df เท่ากับ 2 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรภายนอกแฝงกับตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สำหรับโมเดลอิสระที่ 2 สรุปได้ว่า ตัวแปรภายนอกแฝงส่วนใหญ่ทำให้ตัวแปรแฝงการกำกับตนเองทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

6.3 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับโมเดลอิสระที่ 3

การวิเคราะห์ในตอนนี้เป็นการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงคือการทดสอบค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงนั่นเอง ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจึงวิเคราะห์โมเดลได้ทั้งหมด 3 โมเดล ดังนี้

โมเดล A ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบในสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR((MSEF, MINI) = COVAR(MSEF, MOVA)$

โมเดล B ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็คือการทดสอบค่า $COVAR(MATT, MINI) = COVAR(MATT, MOVA)$

โมเดล C ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าคงที่ ซึ่งก็

คือการทดสอบค่า $\text{COVAR}(\text{MSEF}, \text{MOVA}) = \text{COVAR}(\text{MATT}, \text{MOVA})$
โดยมีรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์เพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับ
โมเดลลิสรที่ 3

โมเดล	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	RMR	การเปรียบเทียบ เทียบโมเดล	Diff- χ^2	Diff-df
base	.020	4	.005	1.00	1.00	.071			
A	.15	5	.030	1.00	1.00	.55	A-base	.130	1
B	1.75	5	.350	.88	1.00	2.13	B-base	1.73	1
C	52.50	5	10.5	.00	.98	15.86	C-base	52.48**	1

** $p < .01$

Diff- χ^2 หมายถึงผลต่างของค่าไค-สแควร์

Diff-df หมายถึงผลต่างของค่าองศาอิสระ

จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงสำหรับ โมเดลลิสรที่ 3 พบว่า ผลการทดสอบโมเดล base ซึ่งเป็นโมเดลที่ไม่มีการกำหนดเงื่อนไขให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างตัวแปรแฝงมีค่าเท่ากัน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ .020 ($df = 4, p = 1.00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ .071 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก เมื่อพิจารณาผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในแต่ละโมเดล ได้ผลดังนี้

ผลการทดสอบโมเดล A ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ .15 ($df = 5, p = 1.00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล A และโมเดล base มีค่าเท่ากับ .13 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่าตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบสถานะ

เริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบ โมเดล B ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 1.75 ($df = 5, p = .88$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 1.73 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้องค์ประกอบสถานะเริ่มต้นและองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่แปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบ โมเดล C ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 52.50 ($df = 5, p = .00$) ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าลดลง ($GFI = .98$) ค่าดัชนี RMR มีค่าเท่ากับ 15.86 แสดงว่า โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 52.48 ที่ $df = 1$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) หมายความว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับ โมเดลอิสระที่ 3 สรุปได้ว่า ตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแปรเปลี่ยน

ตอนที่ 7 ผลการวิเคราะห์สำหรับทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลอิสระระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลอิสระระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มว่า โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลอิสระ

เรลที่ 1, 2 และ 3 ยังคงเดิมหรือไม่ จึงวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มพหุ โดยมีรายละเอียดผลการทดสอบโมเดลดังกล่าวในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลลิสเรลที่ 1, 2 และ 3 ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มพหุ

โมเดล form	χ^2	df	χ^2 / df	p	GFI	RMR
โมเดลลิสเรลที่ 1	28.74	24	1.197	.23	.99	10.79
โมเดลลิสเรลที่ 2	132.73	13	10.210	.00	.94	15.37
โมเดลลิสเรลที่ 3	11.30	7	1.614	.13	.99	3.76

จากตาราง 16 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดลลิสเรลที่ 1 พบว่า โมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดล โดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มนักเรียนนั่นเอง ผลการทดสอบ พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 28.74 ($df = 24, p = .23$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ .99 ($GFI = .99$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลลิสเรลที่ 2 ผลการทดสอบโมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดล โดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 132.73 ($df = 13, p = .00$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .94$) แสดงว่าโมเดลของกลุ่มนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่ารูปแบบของโมเดลมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบเกี่ยวกับความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดลลิสเรลที่ 3 ผลการทดสอบโมเดล form ซึ่งเป็นการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดล โดยไม่มีการกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มมีค่าเท่ากัน ซึ่งก็คือ การทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในแต่ละกลุ่มนักเรียน ผลการทดสอบ พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์มีค่าเท่ากับ 11.30 ($df = 7, p = .13$) ดังนั้นวัดระดับความกลมกลืน

มีค่าเข้าใกล้ 1 ($GFI = .99$) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งเป็นหลักฐานยืนยันว่า รูปแบบของโมเดลมีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม

ผลการทดสอบโมเดลความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลอิสระ ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม สรุปได้ว่า โมเดลอิสระที่ 1 และโมเดลอิสระที่ 3 ซึ่งเป็นโมเดลที่วัดองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว จะมีรูปแบบของโมเดล ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม ส่วนโมเดลอิสระที่ 2 เป็นโมเดลที่วัดองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว จะมีรูปแบบของโมเดลแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียน ต่างกลุ่ม

ตอนที่ 8 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลอิสระ

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลอิสระ ที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรก เปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ได้แก่ โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และ โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว ตามลำดับ ส่วนที่สอง เปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 ได้แก่ โมเดล อิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว โมเดล อิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ ตัวเดียว และโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะ ยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลง ระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ 1, 2, และ 3 นั้น เกณฑ์ที่ใช้ในการ เปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 4 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประเด็นที่สอง ตัวบ่งชี้ที่สามารถอธิบายอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ประเด็นที่สาม ผลการตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ และ ประเด็นที่สี่ ผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง ระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประเด็นในการเปรียบเทียบ	Goodness of Fit Statistics	โมเดลการวัด 1	โมเดลการวัด 2	โมเดลการวัด 3
1. ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์	χ^2 (base)	2.48	2.09	1.92
	df	8	11	1
	χ^2 / df	.31	.19	1.92
	p	.96	1.00	.17
	GFI	1.00	1.00	1.00
	AGFI	.99	1.00	.96
	RMR	.73	.70	1.29
	Largest Standardized Residual	1.23	.55	1.39
2. ตัวบ่งชี้วัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์		ไม่มี	.23	13.49**
3. ผลการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ	χ^2	31.55	25.38	214.36
	df	11	14	3
	χ^2 / df	2.868	1.812	71.453
	p	.00	.03	.00
	GFI	.98	.98	.92
	RMR	21.00	16.43	166.32
	Diff- χ^2 (B - base)	29.07**	23.29**	212.44**
4. ผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม	χ^2	7.06	6.73	4.74
	df	16	20	8
	χ^2 / df	.392	.336	.592
	p	.97	1.00	.79
	GFI	1.00	1.00	1.00
	RMR	.90	1.15	.63

** $p < .01$

จากตาราง 17 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พิจารณาระดับประสิทธิภาพของโมเดลในแต่ละประเด็นได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่าโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ ($\chi^2 = 2.48, 2.09$ และ 1.92 ตามลำดับ) ซึ่งมีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า $.05$ ($p = .96, 1.00$ และ $.17$ ตามลำดับ) นั่นคือ ค่าไค-สแควร์แตกต่างจากศูนย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $.05$ แสดงว่าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ว่า โมเดลตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (GFI) ดัชนีความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว $AGFI$ มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1 รวมทั้งดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษ มีค่าต่ำ ($RMR = .73, .70, 1.29$ ตามลำดับ) แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นั่นคือโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาประเด็นความสามารถในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากการกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดลแล้ว โมเดลการวัดที่ 1 สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์อิสระได้มากที่สุด รองลงไป ได้แก่ โมเดลการวัดที่ 3 สำหรับโมเดลการวัดที่ 2 มีปัญหาในเรื่องโมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่พอดี (under identified model) ผู้วิจัยต้องปรับพารามิเตอร์ กำหนดเงื่อนไขบังคับเพิ่มขึ้น เพื่อให้โมเดลระบุได้พอดีโดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นพารามิเตอร์กำหนดและให้มีค่าเท่ากับศูนย์ นั่นคือ โมเดลการวัดที่ 2 นี้ไม่สามารถนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาร่วมวิเคราะห์ได้ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการวัดองค์ประกอบที่ว่า คะแนนสังเกตได้หรือคะแนนที่วัดแต่ละครั้ง (Y) ประกอบด้วยองค์ประกอบร่วมที่สะท้อนถึงคะแนนจริง (T) และองค์ประกอบเฉพาะซึ่งรวมทั้งความคลาดเคลื่อนในการวัด (e) เนื่องจากการวัดต้องมีความคลาดเคลื่อน ดังนั้น โมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งเป็นโมเดลที่วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว จึงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 1 และ 3 โมเดลการวัดในประเด็นความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โมเดลการวัดที่ 1 สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากกว่าโมเดลการวัดที่ 3 พิจารณาได้จากอัตราส่วนไค-สแควร์ ต่อองศาอิสระ (χ^2/df ratio) โมเดลการวัดที่ 1 มีค่าอัตราส่วนไค-สแควร์ ต่อองศาอิสระต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 3

ประเด็นที่ 2 ตัวบ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลการวัดที่ 1 ไม่สามารถระบุอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ เพราะโมเดลการวัดที่ 1 ใช้หลักการวัดพัฒนาการโดยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ที่มีการประมาณค่าตัวแปรแฝงองค์ประกอบร่วมจากการวัดแต่ละครั้ง แล้วนำมาเปรียบเทียบหรือหาผลต่างเพื่อดูระดับพัฒนาการและลักษณะของโมเดลเป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับที่หนึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่าโมเดลการวัดที่ 1 มิได้ให้ระดับพัฒนาการโดยรวมได้โดยตรง สำหรับโมเดลการวัดที่ 2 และ 3 ลักษณะของโมเดลเป็นโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (latent growth curve

model) ตัวแปรแฝงคะแนนจริงประกอบด้วยองค์ประกอบสถานะเริ่มต้น (initial factor: INI) และองค์ประกอบกาเปลี่ยนแปลงทั้งหมด (over all factor: OVA) ลักษณะของโมเดลเช่นนี้เป็นโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบอันดับที่สอง จึงสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดได้ จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่าโมเดลการวัดที่ 2 และ 3 สามารถบ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ โดยที่อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโมเดลการวัดที่ 2 มีค่าเท่ากับ .23 ($SE = .22, t = 1.02$) ซึ่งเป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแฝงอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดจากองค์ประกอบกาเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่จะปฏิเสธได้ว่าเป็นค่าที่แตกต่างจากศูนย์ สำหรับอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโมเดลการวัดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 13.49 ($SE = .94, t = 14.31$) เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรแฝงอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดจากองค์ประกอบกาเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) จากเหตุผลดังกล่าว ผลการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ในประเด็นการอธิบายตัวบ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลการวัดที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้และเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงไปได้แก่ โมเดลการวัดที่ 2 เพราะเป็นโมเดลที่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ และโมเดลการวัดที่ 1 มีประสิทธิภาพต่ำสุดเพราะเป็นโมเดลที่ไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้

ประเด็นที่ 3 ผลการตรวจสอบความคงที่ของค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการตรวจสอบโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์เท่ากับ 31.55 ($df = 11, p = .00$), 25.38 ($df = 14, p = .03$) และ 214.36 ($df = 3, p = .00$) ตามลำดับ แสดงว่าโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล B และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 29.07 ($df = 3$), 23.29 ($df = 3$) และ 212.44 ($df = 2$) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) ผลการตรวจสอบโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 นี้ชี้ให้เห็นว่า ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่มีความคงที่

หรือมีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่ามีความเปลี่ยนแปลงหรือตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์มีพัฒนาการระหว่างช่วงเวลาการวัด จึงเป็นหลักฐานยืนยันว่า โมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากันที่สามารถระบุการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ได้

ประเด็นที่ 4 ผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์กลุ่มพหุ ผลการตรวจสอบ พบว่า โมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 ให้ผลว่าค่า ไค-สแควร์ ในการทดสอบความกลมกลืนมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤติอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามโมเดลที่สร้างขึ้นตามกรอบความคิดสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งสองกลุ่ม และโมเดลมีลักษณะเป็นแบบเดียวกัน คือ โมเดลไม่แปรเปลี่ยนหรือมีความยืนยงระหว่างกลุ่ม (invariance across groups) แสดงว่าโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากัน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ 1, 2 และ 3 พบว่า โมเดลการวัดที่ 3 คือโมเดลที่ทำการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะเป็น โมเดลที่สามารถวัดคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเป็นโมเดลที่สามารถทดสอบได้ว่าองค์ประกอบร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งเป็น โมเดลที่ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม รองลงไปได้แก่ โมเดลการวัดที่ 2 ซึ่งเป็นโมเดลที่ทำการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว คือตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะเป็น โมเดลที่สามารถวัดคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมได้แต่มีข้อจำกัดในส่วนที่ไม่สามารถนำค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดมารวมวิเคราะห์ได้ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎีการวัดองค์ประกอบ แต่ก็ เป็นโมเดลที่สามารถตรวจสอบได้ว่าองค์ประกอบร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งเป็น โมเดลที่ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ดังนั้นจึงมีประสิทธิภาพต่ำกว่าโมเดลการวัดที่ 3 สำหรับโมเดลการวัดที่ 1 ซึ่งเป็นโมเดลที่ทำการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพต่ำสุด เพราะเป็น โมเดลที่ไม่สามารถวัดคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาพรวมได้ แต่ก็ เป็นโมเดลที่สามารถทดสอบได้ว่าองค์ประกอบร่วมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งเป็นโมเดลที่ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม ดังนั้นจึงเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด

8.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้น ประเด็นที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 3 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก เป็นผลการวิเคราะห์ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลอิสระกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ประเด็นที่สอง เป็นผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลอิสระ และ ประเด็นที่สาม เป็นผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ โมเดลอิสระระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่ม ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลสูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ประเด็นในการเปรียบเทียบ	Goodness of Fit Statistics	โมเดลสูตร 1	โมเดลสูตร 2	โมเดลสูตร 3
1. ผลการวิเคราะห์ตรง	χ^2 (base)	11.66	4.95	.020
สอบความสอดคล้องของ	df	12	6	4
โมเดลสูตรกับข้อมูลเชิง	χ^2 / df	.971	.825	.005
ประจักษ์	p	.47	.55	1.00
	GFI	.99	1.00	1.00
	RMR	.91	1.36	.071
	Largest Standardized Residual	2.97	2.14	.14
2. ผลการตรวจสอบความ	χ^2	40.55	1151.73	52.50
ไม่แปรเปลี่ยนของค่า	df	15	8	5
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	χ^2 / df	2.703	143.966	10.500
ระหว่างตัวแปรแฝงใน	p	.00	.00	.00
โมเดลสูตร	GFI	.98	.76	.98
	RMR	11.58	53.56	15.86
	Diff- χ^2	28.89**	1146.78**	52.48**
	model	(C – base)	(J – base)	(C – base)
3. ผลการตรวจสอบความ	χ^2	28.74	132.73	11.30
ไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบ	df	24	13	7
โมเดลสูตรระหว่างกลุ่ม	χ^2 / df	1.197	10.210	1.614
นักเรียนต่างกลุ่ม	p	.23	.00	.13
	GFI	.99	.94	.99
	RMR	10.79	15.37	3.76

**p< .01

จากตาราง 18 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์โมเดลสูตรที่ 1, 2 และ 3 ที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีระดับประสิทธิภาพในแต่ละประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตรงสอบความสอดคล้องของโมเดลสูตรกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พบว่า ไม่ปฏิเสธสมมติฐาน โดยผลการวิเคราะห์ให้ค่า ไค-สแควร์ เท่ากับ 11.66

ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับองค์ประกอบ การเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่า พารามิเตอร์ดังกล่าวมีค่าเท่ากัน ผลการตรวจสอบ พบว่า ปฏิเสธสมมติฐาน โดยให้ค่าไค-สแควร์ เท่ากับ 52.50 ($df = 5, p = .00$) แสดงว่าโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลต่างของค่าไค-สแควร์ระหว่างโมเดล C และ โมเดล base มีค่าเท่ากับ 52.48 ที่ df เท่ากับ 1 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ตัวแปรแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปร แฝงเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดของตัวแปรแฝง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความแปรเปลี่ยน จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นหลักฐานยืนยัน ว่าโมเดลอิสระที่ 1, 2 และ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากันที่สามารถระบุได้ว่าตัวแปรภายนอกแฝง การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดใน ช่วงเวลาต่างกันมีการเปลี่ยนแปลง

ประเด็นที่ 3 ผลการตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของรูปแบบโมเดลอิสระระหว่างกลุ่ม นักเรียนต่างกลุ่ม พบว่า โมเดลอิสระที่ 1 และ 3 นั้นรูปแบบของโมเดลไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม นักเรียนต่างกลุ่ม พิจารณาได้จาก ค่าไค-สแควร์ ในการทดสอบความกลมกลืนมีค่าต่ำกว่าค่าวิกฤติ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลอิสระที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีสอดคล้องกับข้อมูล เชิงประจักษ์ทุกกลุ่ม และโมเดลมีลักษณะเป็นแบบเดียวกัน คือโมเดลอิสระไม่แปรเปลี่ยนหรือมี ความยืนยงระหว่างกลุ่ม ดังนั้น โมเดลอิสระที่ 1 และ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากัน สำหรับโมเดลอิสระ ที่ 2 รูปแบบของโมเดลอิสระมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม พิจารณาจากค่า ไค-สแควร์ ในการ ทดสอบความกลมกลืนมีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลอิสระที่สร้าง ขึ้นตามทฤษฎีไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในบางกลุ่ม ผลการตรวจสอบนี้จึงเป็นหลักฐาน ยืนยันว่าโมเดลอิสระที่ 2 มีประสิทธิภาพต่ำสุด

กล่าวโดยสรุป ผลการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของโมเดลอิสระที่ศึกษาตัวแปรที่ สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลอิสระ ที่ 3 มีประสิทธิภาพสูง เพราะเป็นโมเดลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ทำการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือ ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ การวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัวจะให้สารสนเทศที่คงเส้นคงวา โดยโมเดลมีความ สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากที่สุด ผลการตรวจสอบตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความ สามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์

ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการแปรเปลี่ยน และโมเดล
 ลิสเรลที่สร้างขึ้นตามกรอบทฤษฎีมีลักษณะเป็นแบบเดียวกัน รองลงไปได้แก่ โมเดลลิสเรลที่ 1
 เพราะว่าเป็นโมเดลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนคณิตศาสตร์ที่ทำการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือตัวบ่งชี้
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แต่เป็น
 โมเดลที่มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์น้อยกว่าโมเดลลิสเรลที่ 3 (ค่าอัตราส่วนไค-สแควร์
 ต้องสาธิตสูงกว่โมเดลลิสเรล 3) สำหรับผลการตรวจสอบตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้
 ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝงเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้
 องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มี
 การแปรเปลี่ยนและเป็นโมเดลลิสเรลที่ไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มเช่นกัน และ
 โมเดลลิสเรลที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด ได้แก่ โมเดลลิสเรลที่ 2 เพราะเป็นโมเดลที่ศึกษาตัวแปรที่
 สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ทำการวัดองค์
 ประกอบการเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว จึงให้สารสนเทศที่ได้คงเส้นเส้ันคงวานน้อยกว่าการวัด
 องค์ประกอบด้วย ตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือ โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์น้อยกว่าโมเดล
 ลิสเรลที่ 3 (ค่า อัตราส่วนไค-สแควร์ ต้องสาธิตสูงกว่โมเดลลิสเรล 3) สำหรับผลการตรวจ
 สอบตัวแปรภายนอกแฝงการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์และตัวแปรภายนอกแฝง
 เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ทำให้องค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 คณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีการแปรเปลี่ยนเช่นกัน แต่โมเดลลิสเรลที่ 2 รูปแบบของ
 โมเดลลิสเรลที่สร้างขึ้นตามกรอบความคิดมีความแปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มนักเรียนต่างกลุ่มจึงเป็น
 โมเดลที่ไม่มีความ ยืนยงระหว่างกลุ่ม

ตอนที่ 9 ผลการวิเคราะห์เพื่อสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ในตอนนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนคณิตศาสตร์ที่วัดผลต่างขององค์ประกอบร่วมในโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดล
 การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวมีค่าเป็นเท่าใด และจากผลการเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพ
 ของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง โมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดได้แก่โมเดลการวัดที่ 3 คือ โมเดล
 การวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว ผู้วิจัย
 จึงพัฒนาโมเดลการวัดที่ 3 สำหรับนำไปสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการ
 เรียนคณิตศาสตร์ โดยกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบสำหรับตัวบ่งชี้การกำกับตน

เองในการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ให้มีค่าเท่ากัน นำไปคำนวณหาคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ คะแนนพัฒนาการนี้เป็นคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริง เพราะค่าน้ำหนักองค์ประกอบถูกกำหนดให้มีเงื่อนไขบังคับว่ามีค่าเท่ากันในช่วงการวัดทั้ง 4 ช่วง การนำเสนอผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้ ประกอบด้วยค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (b) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (FS) และสัมประสิทธิ์การทำนาย (R^2) ดังมีรายละเอียดปรากฏในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์โมเดลการวัดที่ 3 สำหรับสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปร	กลุ่มนักเรียนที่ 1		
OVERALL			
องค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 (MACH1)	<i>b</i> (SE)	<i>FS</i>	<i>R</i> ²
RGU1	.85 ^{**} (.28)	.02	.05
ACH1	17.73 (10.04)	.01	.46
องค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2 (MACH2)			
RGU2	.85 ^{**} (.28)	.01	.07
ACH2	15.06 ^{***} (3.94)	.01	.50
องค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 (MACH3)			
RGU3	.85 ^{**} (.28)	.01	.06
ACH3	20.00 ^{**} (7.29)	.01	.73
องค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4 (MACH4)			
RGU4	.85 ^{**} (.28)	.01	.06
ACH4	15.77 ^{***} (4.16)	.02	.62
ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการฯ โดยภาพรวม	.69 [*] (.33)		1.00
χ^2	4.67 (df = 9, p = .86)		
GFI	1.00		
AGFI	.99		
CFI	1.00		
RMR	1.44		
Largest Standardized Residual	1.19		

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บคือความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

^{*}*p* < .05 ^{**}*p* < .01 ^{***}*p* < .001

จากตาราง 19 ผลการวิเคราะห์สำหรับสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (OVERALL)

$$\text{OVERALL} = (.02^{**})(\text{RGU1}) + (.01^{**})(\text{RGU2}) + (.01^{**})(\text{RGU3}) + (.01^{**})(\text{RGU4}) + (.01)(\text{ACH1}) \\ + (.01^{***})(\text{ACH2}) + (.02^{**})(\text{ACH3}) + (.02^{***})(\text{ACH4})$$

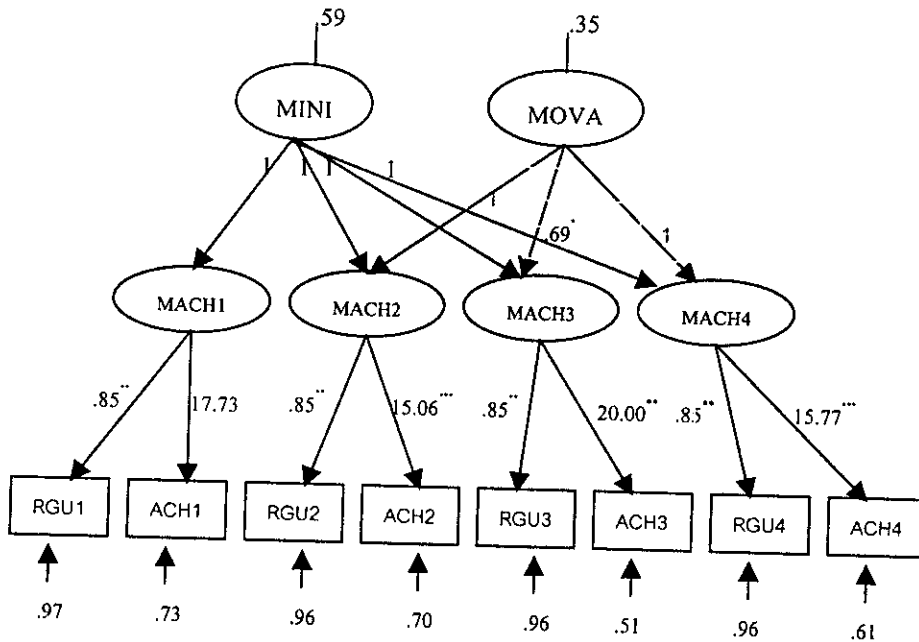
จากผลการวิเคราะห์ที่นำเสนอในตาราง 19 สำหรับสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรของกลุ่มนักเรียนที่ 1 มีตัวแปรที่ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) จำนวน 7 ตัวแปร ยกเว้นตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และตัวแปรทุกตัวมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก โดยพิจารณาได้จากค่าไค-สแควร์ มีค่าเท่ากับ 4.67 ซึ่งมีความน่าจะเป็นมากกว่า .05 ($p = .86$) ที่ df เท่ากับ 9 ค่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืนมีค่าเท่ากับ 1 ($GFI = 1.00$) ค่าดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษ มีค่าเท่ากับ 1.14 ($RMR = 1.14$) นั่นคือ ตัวแปรสังเกตได้ทุกตัวแปรเป็นตัวแปรสำคัญของตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แต่มีลำดับความสำคัญแตกต่างกัน กล่าวคือตัวแปรที่มีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุดและมีค่าเท่ากับของตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1 (RGU1) ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3 และ 4 (ACH3 และ ACH4) ผลการวิเคราะห์ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ .96 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างกัน มีค่าต่ำ แสดงว่าตัวแปรนี้อธิบายความแปรปรวนในโมเดลได้ต่ำ ค่าสัมประสิทธิ์การทำนายของตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดในช่วงเวลาต่างก็มีค่าสูง แสดงว่าตัวแปรนี้อธิบายความแปรปรวนในโมเดลได้สูง

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลการวิเคราะห์สำหรับการสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของโมเดลการวัดที่ 3 ซึ่งเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ดีมาก ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยภาพรวมมีค่าเท่ากับ .69 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตัวแปรที่มี

น้ำหนักความสำคัญมากที่สุดและมีค่าเท่ากันคือ ตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1 และตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 3 และ 4

สำหรับผลการวิเคราะห์จากตาราง 19 สามารถนำเสนอเป็นโมเดลคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 โมเดลคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์