

การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา
และเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขฎีบัณฑิต สาขาวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา

ตุลาคม 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา
และเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาดุขบัณฑิต สาขาวิชาการทดสอบและวัดผลการศึกษา
ตุลาคม 2550

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่ง ในการให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการวิจัย จาก รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล วิจิตรวรรณ และ อาจารย์ ดร.สุวพร เข้มเฮง กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเสียสละและความเมตตา ที่ทุกท่านมอบให้ด้วยดีเสมอมา และได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. งามานันย์พัฒน์ ประธานกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สุภมาศ อังศุโชติ กรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ และคุณธรรมของการเป็นนักวิชาการแก่ผู้วิจัยในการศึกษาตามหลักสูตรการทดสอบและวัดผลการศึกษา สอนให้ตระหนักในคุณค่าของการเป็นผู้มีความรู้ ทำให้ผู้วิจัยได้รู้คุณค่าของการศึกษาในระดับปริญญาเอก

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาคณิตศาสตร์ จิตวิทยา และการวัดผลการศึกษาทุกท่านที่เสียสละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการทำปริญญานิพนธ์นี้

ขอบคุณ ศาสตราจารย์ Dr.Kenneth A. Bollen และ ศาสตราจารย์ Dr.Patrick J. Curran แห่งมหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลนา ที่ให้คำแนะนำในการเขียนคำสังเคราะห์โมเดล ALT

ขอบคุณเพื่อนๆ การทดสอบและวัดผลการศึกษา รุ่น 6 ที่ให้คำปรึกษา และกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา ขอขอบคุณอาจารย์ธีระวัฒน์ สุชีสาร ที่เสียสละเวลาช่วยตรวจทานความถูกต้องของปริญญานิพนธ์

ขอบคุณคณะครูโรงเรียนบ้านหนองตะขบที่ช่วยรับภาระสอนนักเรียนแทนผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษา ขอขอบคุณศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท ครูและนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และเพื่อนๆทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลการวิจัย และขอบคุณสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท ที่สนับสนุนทุนส่วนหนึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ พ่อ พี่ และน้อง ที่คอยห่วงใย และคุณความดีของแม่ที่ล่วงลับที่เป็นกำลังใจที่สำคัญในชีวิตแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ธีรยุทธ ภูษา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	8
ความสำคัญของการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	16
สมมติฐานของการวิจัย.....	18
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	21
การวัดพัฒนาการแบบเดิม.....	21
การวัดพัฒนาการโดยใช้สมการโครงสร้าง.....	25
เชาวนปัญญาและเชาวนอารมณ์.....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	73
การกำหนดโมเดลในการวิจัย.....	73
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	78
การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	79
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	87
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน คะแนนคณิตศาสตร์.....	102
ตอนที่ 2 การวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์.....	106

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อ อัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์.....	119
ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	139
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	143
สรุปผล	144
อภิปรายผล	150
ข้อเสนอแนะ.....	156
บรรณานุกรม.....	159
ภาคผนวก.....	170
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	249

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การเปรียบเทียบโมเดลการวัดพัฒนาการทั้ง 3 โมเดล.....	44
2 ผลวิเคราะห์ค่าสถิติแบบทดสอบฉบับ A, B, C และ D.....	80
3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความแปรปรวนของคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง จำนวน 4 ฉบับ.....	81
4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง จำนวน 4 ฉบับ.....	81
5 ค่าสถิติเบื้องต้นของคะแนนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน.....	102
6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน.....	103
7 ผลการวิเคราะห์แบบแผนคะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน.....	105
8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน.....	105
9 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(LGC)คะแนนคณิตศาสตร์.....	107
10 ผลการวิเคราะห์โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(ALT) คะแนนคณิตศาสตร์.....	110
11 ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(QSLG) คะแนนคณิตศาสตร์.....	114
12 ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดล ออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ	117
13 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์	120

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง

หน้า

14	ผลการวิเคราะห์โมเดลออโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษา ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ คะแนนคณิตศาสตร์.....	125
15	ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์.....	130
16	ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์ อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์.....	136
17	ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	140

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	กรอบแนวคิดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง.....	13
2	กรอบแนวคิดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ.....	14
3	กรอบแนวคิดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ.....	15
4	โมเดลในสมการโครงสร้าง.....	26
5	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Latent growth curve models :LGC).....	34
6	โมเดลลอโตรีเกรสซีฟหรือโมเดลซิมเพล็กซ์ (Autoregressive or Simplex model).....	37
7	โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Autoregressive latent trajectory model :ALT).....	39
8	โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ (Quasi simplex model).....	40
9	โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Quasi-simplex latent growth model:QSLG).....	41
10	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	94
11	เส้นภาพการเปลี่ยนแปลงของคะแนนคณิตศาสตร์จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง.....	104
12	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดลLGC-R1).....	109
13	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดล ALT-ES).....	113
14	ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดล QSLG-SS).....	116

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
15 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนน คณิตศาสตร์(โมเดล FLGC-R4).....	123
16 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลออกไตรเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนน คณิตศาสตร์(โมเดล FALT-ESR3).....	129
17 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนน คณิตศาสตร์(โมเดล FQSLG-SSR3).....	134
18 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลอิทธิพลเชิงสาเหตุในการศึกษาปัจจัย ด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์.....	142

ธีรยุทธ ภูเขา. (2550). การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษา
ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชา

คณิตศาสตร์. ปรินญานิพนธ์ กศ.ด.(การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์
ดร.บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, รองศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล วิจิตรวรรณ,
อาจารย์ ดร.สุพร เข้มแข็ง.

ในการวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัว
แปรแฝง โมเดลลอตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝง
พัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชา
คณิตศาสตร์ และมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ เพื่อศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผล
ต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาที่ส่งผล
ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา
2549 จำนวน 460 คน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยนาท เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ
แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา แบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ และ แบบทดสอบคูขนานวิชา
คณิตศาสตร์ 4 ฉบับ ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลระยะยาว 4 ครั้ง ในช่วงระยะเวลา 4 เดือน โดยมี
ค่าความเชื่อมั่นในการวัดทั้ง 4 ครั้ง ที่คำนวณด้วยสูตร KR20 เท่ากับ 0.778, 0.896, 0.913 และ
0.915 ตามลำดับ ความเชื่อมั่นในการวัด ที่คำนวณด้วยสูตร r_g มีค่าเท่ากับ 0.785, 0.899, 0.915 และ
0.918 ตามลำดับ วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมลิสเรล ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง มีประสิทธิภาพสูงสุดในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์
ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ($\chi^2=191.76$, $df=64$, $p=0.00$,
 $RMSEA=0.066$, $RMR=0.080$, $GFI=0.94$, $AGFI=0.92$, $NFI=0.96$, $IFI=0.97$) รองลงมา คือ โมเดล
ลอตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ตามลำดับ

ค่าน้ำหนักความสำคัญของเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.47 และ 2.53 ตามลำดับ ส่วนเชาวน์อารมณ์ไม่ส่งผลต่อ
อัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

Tirayut Phukhao. (2007). A Study of Efficiency of Three Structural Equation Models in Studying the Intelligent Quotient and Emotional Quotient Factors Affecting the Growth Rate of Mathematics. Dissertation, Ed.D. (Testing and Measurement). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Boonchird Pinyoanuntapong, Assoc. Prof. Dr.Somtawin Wijitwanna, Dr.Suwaporn Semheng.

The main purpose of this research was to study the efficiency of latent growth curve model, autoregressive latent trajectory model, and quasi-simplex latent growth model in studying the intelligent quotient and emotional quotient factors affecting the growth rate of mathematics. Its specific purpose was to investigate the intelligent quotient and emotional quotient factors affecting the growth rate of mathematics and the achievement of mathematics.

The samples were 460 Prathomsuksa 6 students in the second semester of academic year 2006 under the jurisdiction of Office of Chainat Education Service Area. The research instruments were intelligent quotient test, emotional quotient test, and 4 paralleled mathematic tests. Longitudinal data were collected for four times over the period of four months. The reliabilities of four measurements analyzed by KR20 were 0.778, 0.896, 0.913 and 0.915, respectively; and by r_B were 0.785, 0.899, 0.915 and 0.918, respectively. The structural equation models were analyzed by using LISREL program. The results of the research were as follows.

Latent growth curve model was the first with the best efficiency in studying the intelligent quotient and emotional quotient factors affecting the growth rate of mathematics ($\chi^2=191.76$, $df=64$, $p=0.00$, $RMSEA=0.066$, $RMR=0.080$, $GFI=0.94$, $AGFI=0.92$, $NFI=0.96$, $IFI=0.97$). Autoregressive latent trajectory model was the second and quasi-simplex latent growth model was the last.

The beta weights of intelligent quotient affecting the growth rate of mathematics and the achievement of mathematics were 0.47 and 2.53, respectively. The emotional quotient did not affect upon the growth rate of mathematics and the achievement of mathematics.

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การเรียนรู้ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนที่ค่อนข้างถาวร ครอบคลุมทั้งด้านสติปัญญา คุณธรรม ทักษะ ทักษะการปฏิบัติ อันเป็นการเปลี่ยนแปลงขีดความสามารถของพฤติกรรมเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นผลมาจากประสบการณ์ หรือการฝึกฝนที่ได้รับการเสริมแรงหรือการสังเกตการกระทำของตัวแบบที่ได้รับการเสริมแรง การจัดการศึกษาเป็นการจัดประสบการณ์ต่างๆให้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เกิดการพัฒนาในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ด้านจิตพิสัย (Affective domain) หรือด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) การวัดการเปลี่ยนแปลงหรือการวัดพัฒนาการ จึงมีความสำคัญต่อการศึกษา เพราะ คะแนนการเปลี่ยนแปลงจะเป็นหลักฐานที่ทำให้ทราบถึงความก้าวหน้าหรือพัฒนาการของบุคคลที่ได้รับการศึกษา ทั้งด้าน ความรู้ ทักษะและคุณธรรม ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษา 2542 ที่ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผู้เรียนโดยพิจารณาจากพัฒนาการผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรม และการทดสอบ ควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน นอกจากการวัดการเปลี่ยนแปลงหรือการวัดพัฒนาการ ทำให้ทราบถึงพัฒนาการของผู้เรียนแล้ว ยังมีประโยชน์ต่อการประเมินประสิทธิภาพระบบการจัดการศึกษา และจัดการเรียนการสอนอย่างมากว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด คือ ถ้าคะแนนการเปลี่ยนแปลงหรือคะแนนพัฒนาการมีค่ามากก็ย่อมแสดงได้ในแง่มุมหนึ่งว่าการจัดการศึกษาหรือการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพอย่างมาก แต่ถ้าคะแนนการเปลี่ยนแปลงหรือคะแนนพัฒนาการมีค่าน้อย ก็แสดงว่า การจัดการศึกษาหรือการจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพน้อย (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. 2535: 112; Willett, J.B. 1994: 671) ดังนั้น คะแนนพัฒนาการจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการศึกษา

การวัดการเปลี่ยนแปลงหรือการวัดพัฒนาการมีประโยชน์ในการศึกษาความแตกต่างในการเรียนรู้และพัฒนาการของนักเรียน และมีประโยชน์ในการศึกษาประสิทธิภาพการจัดการศึกษา ซึ่งแนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงเดิมนั้นเป็นการวัด 2 ครั้ง คือก่อนเรียนและหลังเรียน มีหลายวิธี ได้แก่ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (Difference score) วิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ (Residual score) วิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน (Base-free measure of change) วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ด (Regression-based estimators of true gain score) วิธีการประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ ศิริชัย กาญจนวาสี

(Relative gain score) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยจัดอรรถิพลเพดาน ของอรุณี อ่อนสวัสดิ์ วิธีประยุกต์วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ วินิจ เทือกทอง วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจาก ความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ ของ อวยพร เรืองตระกูล แต่ละวิธีก็มีข้อบกพร่องในการวัดการ เปลี่ยนแปลง อาทิ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนความ แตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำหากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันสูง (Willett, J.B.1994:672;Traub,R.E 1994:128) และความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความแตกต่างกับคะแนนก่อน เรียนมีแนวโน้มที่จะเป็นลบ คือ ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนต่ำมีโอกาสที่จะมีคะแนนความแตกต่างสูง และ ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงมีโอกาสที่จะมีคะแนนความแตกต่างต่ำ ทำให้ไม่ยุติธรรมต่อเด็กที่เก่งที่ได้ คะแนนก่อนเรียนสูง (Willett, J.B.1994:673 citing Linn and Slinde. 1977) สำหรับวิธีหาคะแนนการ เปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ และ วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน ทั้ง สองวิธีนี้มีจุดอ่อนเรื่องคะแนนความแตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำ เช่นเดียวกับวิธีหาคะแนนความแตกต่าง โดยเฉพาะคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือไม่สามารถสะท้อนถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลง รายบุคคลได้อย่างตรงไปตรงมา และคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:29-30) ส่วนวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด มีจุดอ่อน คือ คะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง ถ้าสมาชิก ในกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไปแม้เพียงคนเดียวย่อมมีผลกระทบต่อคะแนนที่ประมาณได้ ต้องใช้กลุ่ม ตัวอย่างขนาดใหญ่พอสมควร เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความหมาย และ พิสัยของคะแนน แคบกว่าพิสัยของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและห หลังเรียน (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:31) สำหรับวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่พัฒนาขึ้นโดยนักการศึกษา ของไทย เช่น วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ ศิริชัย กาญจนวาสี จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ ยังไม่ มีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากไม่ใช่โมเดลเชิงบวก (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:30) ส่วนวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยจัดอรรถิพลเพดาน ของอรุณี อ่อน สวัสดิ์ จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ ผลการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลงจะมีประสิทธิภาพดีในสถานการณ์ที่ ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูง กลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลาง และ มีข้อคำถามน้อยข้อเท่านั้น นอกจากนี้ ค่าความเชื่อมั่นของวิธีการนี้ไม่ต่างจากวิธีอื่นๆ และวิธีการ ประมาณค่าค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน (อวยพร เรืองตระกูล. 2544:4-5) สำหรับวิธีประยุกต์วิธีประมาณ การเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ วินิจ เทือกทอง จุดอ่อนของวิธีการนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลง รูปแบบที่ 1 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพ ของผู้สอบ ในรูปแบบที่ 2 และคะแนนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าวิธีหา คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ไม่จัดอรรถิพลเพดาน ทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการหาความแตกต่างระหว่าง คะแนนดิบ วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้

ของลอร์ด(อวยพร เรื่องตระกูล. 2544:30-31) ส่วนวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ ของ อวยพร เรื่องตระกูล จุดอ่อนของวิธีการนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงมีคุณภาพไม่แตกต่างจากวิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงแบบเดิม คือ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ และวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพ(อวยพร เรื่องตระกูล. 2544)

จะเห็นได้ว่าจากวิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัด 2 ครั้ง ดังที่กล่าวมานั้น มีข้อบกพร่องหลายประการและยังไม่เพียงพอในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจาก วิธีการส่วนใหญ่ได้จากการนำคะแนนดิบที่ไม่ได้นำความคลาดเคลื่อนในการวัดเข้ามาร่วมวิเคราะห์ และการวัด 2 ครั้ง เป็นเหมือนการกำหนดวิธีการเปลี่ยนแปลงให้เป็น แบบแผนเส้นตรง(Linear change pattern) เพียงอย่างเดียว ทั้งที่แบบแผนการเปลี่ยนแปลงอาจเป็นลักษณะอื่นๆ เช่น แบบเส้นโค้ง แบบโลจิสหรือรูปเอส เป็นต้น จึงทำให้เกิดแนวคิดการวัดจากข้อมูลหลายครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นตลอดเวลา แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอาจมีความซับซ้อนมากขึ้น การวัดก่อนเรียนและหลังเรียนไม่เพียงพอในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ดังนั้น การวัดการเปลี่ยนแปลงแนวทางใหม่จึงน่าจะมีการวัดมากกว่า 2 ครั้งขึ้นไป(Multiwave)(Willett, J.B. 1994: 671)

จากเหตุผลดังกล่าว การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้ง และใช้การวิเคราะห์คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นคะแนนจริง(True score) หรือเรียกว่าคะแนนแฝง(Latent score) ซึ่งขจัดเอาคะแนนความคลาดเคลื่อน(Error score) ออกจากผลการวัด จะช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องกว่า โดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว(Longitudinal perspective)ในการวิเคราะห์ข้อมูล(Willett, J.B. 1994: 674) คะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่นี้ มักจะเรียกว่า คะแนนพัฒนาการ(Growth score) การวิเคราะห์ข้อมูลมีหลายแนวทาง เช่น การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation modeling :SEM) การประยุกต์ใช้โมเดลสัมประสิทธิ์เชิงสุ่ม(Random coefficient models) การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการตอบข้อคำถาม(Item response theory :IRT) การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการสร้างมาตรวัดแบบพหุมิติ(Multidimensional scaling :MDS) แนวทางหนึ่งที่น่าสนใจและมีผู้นิยมนำไปใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวเป็นอันมาก คือ การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ซึ่งมีจุดเด่น คือ การผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนใหญ่ที่กำหนดว่า ตัวแปรที่วัดได้ต้องไม่มีความคลาดเคลื่อน และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน ในการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้างจะนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาร่วมวิเคราะห์และยอมให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน ทำให้

การวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องมากขึ้น (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2538:9;Bijleveld,C.C.J.H. ;et al. 1998:232)

การใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลหลายครั้งหรือการเก็บข้อมูลระยะยาว (Longitudinal data) มีหลายวิธี อาทิ การวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบระยะยาว การวิเคราะห์ความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงแฝง โมเดลคะแนนความแตกต่างแฝง โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลซิมเพิล็กซ์ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ โมเดลที่ได้รับความนิยมและใช้กันมากในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวนั้น และถือว่าเป็นโมเดลที่ดีที่สุดในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่ใช้วิธีการวิเคราะห์ห้วงค์ประกอบในโมเดลสมการโครงสร้าง ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(Latent growth curve model) (อวยพร เรืองตระกูล. 2544: 33; อ้างอิงจาก Stoolmiller. 1995: 105) ซึ่งมีจุดเด่น หลายประการ คือ สามารถศึกษาตัวแปรพยากรณ์ที่ใช้ทำนายอัตราการเปลี่ยนแปลง เป็นโมเดลประหยัด ง่ายต่อการตีความ ไม่มีความลำเอียงในการประมาณค่า สามารถศึกษาแบบแผนพัฒนาการทั้งแบบเส้นตรงและไม่เป็นเส้นตรง สามารถประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงและความคลาดเคลื่อนในการวัดได้แม้กลุ่มตัวอย่างจะน้อยหรือเมื่อมีการขาดหายของข้อมูล (McArdle and Hamagami. 1991:298 Duncan,T.E. et al. 1999:138) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง มีแนวคิดที่ว่า คะแนนการวัดแต่ละครั้ง เป็นคะแนนรวม ที่ประกอบด้วย คะแนนเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่องค์ประกอบร่วมที่แฝงอยู่ในคะแนนการวัดแต่ละครั้ง คือคะแนนเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นองค์ประกอบเฉพาะของการวัดแต่ละครั้ง คะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปจะต้องมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาอย่างเป็นระบบ อย่างน้อยก็ในช่วงของการศึกษา

โมเดลอีกโมเดลที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว คือ โมเดลซิมเพิล็กซ์ หรือโมเดลออโตรีเกรสซีฟ (Autoregressive) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวที่การวัดครั้งหนึ่งมีผลต่อการวัดในครั้งถัดไป ซึ่งกัทแมนได้นำเสนอขึ้นในปี 1954 ต่อมา แอนเดอร์สัน(1960) ฮัมเฟรย์(1960) ฮีล (1969) และเจอเรสคอก(1970,1979)ได้พัฒนาโมเดลนี้เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว โดยโมเดลซิมเพิล็กซ์มีลักษณะสำคัญ คือ ขนาดความสัมพันธ์ของสองตัวแปรจะมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาและความแตกต่างระหว่างตัวแปรเพิ่มขึ้น ในกรณีของการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว หมายความว่า ความสัมพันธ์ของการวัดในครั้งท้ายๆ จะมีค่าน้อยกว่าการวัดในครั้งต้นๆเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น(Marsh,H.W. 1993;159 Bijleveld,C.C.J.H. ;et al. 1998:235 ; Curran,P.J. and Bollen,K.A. 2001:112) เนื่องจากทั้งโมเดลซิมเพิล็กซ์และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงนิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว Bollen and Curran (2004) จึงได้บูรณาการทั้งสองโมเดลเข้าด้วยกัน และพัฒนาโมเดลขึ้นมาใหม่ เรียกว่า โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Autoregressive latent

trajectory model : ALT) โดยมีแนวคิด คือ คะแนนการวัดในครั้งที่สองเป็นต้นไป เป็นคะแนนรวม ที่ประกอบด้วย คะแนนเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่องค์ประกอบร่วมที่แฝงอยู่ในคะแนนการวัดแต่ละครั้ง(ครั้งที่สองเป็นต้นไป) คือคะแนนเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นองค์ประกอบเฉพาะของการวัดแต่ละครั้ง โดยที่การวัดครั้งหนึ่งจะส่งผลต่อการวัดในครั้งถัดไป ส่วนการวัดครั้งแรกให้เป็นตัวแปรที่กำหนดมาก่อน (Predetermined)

นอกจากนี้ยังมีโมเดลที่น่าสนใจอีกโมเดลหนึ่งที่ สมถวิล วิจิตรวรรณา พัฒนาขึ้นใหม่ ในปี 2543 และยังมีผู้ศึกษาน้อย คือ โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการโดยประยุกต์โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ ให้มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเข้ามา โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์นี้มีพื้นฐานมาจากโมเดลซิมเพล็กซ์ แต่โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์นำเอาความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรสังเกตได้มารวมไว้ในโมเดลและนำไปสู่ระดับตัวแปรแฝง(สมถวิล วิจิตรวรรณา. 2543: 49) แนวคิดของโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Quasi-simplex latent growth model) คือ คะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งได้รับอิทธิพลจากคะแนนจริง 2 ส่วน คือ คะแนนจริงของการวัดครั้งก่อนหน้านั้น และคะแนนพัฒนาการจริงที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนจริงของการวัดครั้งก่อน ดังนั้นพัฒนาการที่แท้จริง ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการของการวัดทุกครั้ง สำหรับคะแนนเริ่มต้นที่เป็นคะแนนจริงได้จากคะแนนจริงจากการวัดครั้งแรก ทั้งคะแนนเริ่มต้นที่แท้จริงและอัตราพัฒนาการที่เป็นคะแนนจริงเป็นองค์ประกอบร่วมของคะแนนจริงหรือผลการสอบแต่ละครั้ง(สมถวิล วิจิตรวรรณา. 2543: 12)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงนิยมนำไปศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลง และนำไปผสมผสานกับโมเดลการวัดการการเปลี่ยนแปลงแบบอื่น ให้ได้โมเดลใหม่ เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งโมเดลใหม่ที่ยังมีผู้ศึกษาน้อยได้แก่ โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการหาอัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

นอกจากนี้จุดเด่นของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง คือ สามารถใช้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการได้ด้วย โดยในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ เนื่องจากในการศึกษาการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนเรียนอ่อนมากที่สุด ดังที่คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้มีการเสนอผลการสำรวจการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2548 ซึ่งได้มอบให้สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำรวจแนว

ปฏิบัติการเรียนซ้ำชั้นของสถานศึกษา จากการสำรวจสถานศึกษา 457 โรง แบ่งเป็นโรงเรียนขนาดเล็ก จำนวนนักเรียนไม่เกิน 300 คน 253 โรง โรงเรียนขนาดกลาง จำนวนนักเรียน 301 - 1,000 คน 127 โรง โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวนนักเรียน 1,001 คนขึ้นไป 77 โรง พบว่า ในส่วนของการจัดการเรียน ซ่อมเสริมรายวิชาและสอบแก้ตัว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีนักเรียนต้องเรียนซ่อมเสริมมากที่สุด ถึงร้อยละ 22.70 ในส่วนของการจัดการเรียนซ้ำชั้นรายวิชา พบว่า กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ มีนักเรียนต้องเรียนซ้ำชั้นมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 19.27 (ไทยรัฐ. 2549 :15) ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้ น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์อีก แนวทางหนึ่ง

ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำแนวคิดเกี่ยวกับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มาเป็นแนวคิดพื้นฐาน ในการศึกษาปัจจัยที่ ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา คือ เชาวน์ปัญญาและเชาวน์ อารมณ์ เนื่องจากการศึกษา พบว่าคุณลักษณะด้านสติปัญญาของผู้เรียนสามารถอธิบายความ แปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 50 ส่วนคุณลักษณะด้าน อารมณ์จิตใจของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ ได้ประมาณร้อยละ 25 ในขณะที่คุณลักษณะด้านสติปัญญาและคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจร่วมกัน อธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 65 (Bloom,B.S. 1976:169) ซึ่งการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในตนเอง ได้แก่ ระบบประสาท สติปัญญา อายุ ความตั้งใจ แรงจูงใจ อารมณ์(ดวงเดือน ศาสตร์ภทร. 2546: 83) และจากการศึกษางานวิจัยตัวแปรด้านอารมณ์ความรู้สึกที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้เกี่ยวกับความสามารถของตนเอง การปรับตัวใน การเรียน ความร่วมมือในการเรียน อุตสาหะ ความวิตกกังวลในการเรียน ความเชื่ออำนาจในตน- นอกตน ความสนใจในการเรียน ความมีวินัยในตนเอง ความภาคภูมิใจในตนเอง มีความสัมพันธ์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับงานวิจัยตัวแปรด้านอารมณ์ความรู้สึกที่ ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การรับรู้เกี่ยวกับ ความสามารถของตนเอง การปรับตัวในการเรียน ความวิตกกังวลในการเรียน ความเชื่ออำนาจในตน- นอกตน ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ(พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์.2540; อเนก เตชะสุข. 2542; พนิดา จันทรา. 2543; มธุรส ประภาจันทร์. 2544; เบญจลวี ไชยแสน.2544; อุษณีย์วรรณ เพ็ชรโยธา.2546; กิตติยา ปักกาโล. 2547; มณีญา สุราษ. 2547; พรรณภา แก้วคง. 2548) นอกจากนี้ จากการศึกษางานวิจัยของวิระวัฒน์ ปันนิตามัย และอุสา สุทธิสาคร ในปี 2542 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พิจารณาจากเกรด มีความสัมพันธ์กับคะแนนเชาวน์อารมณ์ โดยเชาวน์

อารมณ์ด้านแรงจูงใจมีความสัมพันธ์กับเกรดสูงที่สุดในองค์ประกอบทั้ง 7 ด้าน (วีระวัฒน์ ปันนิตามัย. 2545 : 119)

ในปี 2546 จากการศึกษาของ เฉลียว กลั้ววงษ์ พบว่า ความถนัด บุคลิกภาพ และเชาวน์อารมณ์มีความสัมพันธ์กับผลการฝึกบินของศิษย์การบินกองทัพอากาศอย่างมีนัยสำคัญและสามารถร่วมกันทำนายผลการฝึกบิน ได้ร้อยละ 68.9 (เฉลียว กลั้ววงษ์. 2546 : 97-98) สำหรับ ผลศึกษาของ อติพร หงษ์ทอง (2547)พบว่า เชาวน์อารมณ์สามารถทำนายความพร้อมของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองของครูประจำศูนย์การเรียนชุมชนได้อย่างมีนัยสำคัญ(อติพร หงษ์ทอง. 2547: 79-80) และในปีเดียวกันผลการศึกษาของ ภูมิบัณฑิตทร์ หัตถณรินทร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม ร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 30.8 (ภูมิบัณฑิตทร์ หัตถณรินทร์ .2547 :78 -79) จะเห็นได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาพบว่า ลักษณะของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย และลักษณะทางสติปัญญา ตัวแปรลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย ได้แก่ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจ ความวิตกกังวล ความมีวินัยในตนเอง ความภูมิใจในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง อัตมโนทัศน์ การปรับตัว การร่วมมือในการเรียน เป็นต้น ส่วนตัวแปรลักษณะทางสติปัญญา ได้แก่ สมรรถภาพทางสมอง ด้านภาษา จำนวน การใช้เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความถนัดทางการเรียน เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเชาวน์อารมณ์มาศึกษาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านอารมณ์หรือจิตพิสัย และนำเชาวน์ปัญญามาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านสติปัญญา ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการของวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยหรือวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการโครงสร้างในการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุ ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลสมการโครงสร้างมีหลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น โปรแกรม AMOS, M-plus, Mx ,LISREL, RAMONA และ EQS เป็นต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม ลิสเรล ในการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 3 โมเดล จากกลุ่มดัชนีความเหมาะสมพอดีของโมเดลกับข้อมูล เช่น สถิติไค-สแควร์ ดัชนีGFI (Goodness of fit index) AGFI(Adjusted goodness of fit index) NFI (Normed fit index) IFI (Incremental fit index) ดัชนีที่บอกถึงความคลาดเคลื่อนของโมเดล คือ ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ(Root mean squared residual: RMR) และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าของโมเดล (Root mean squared of error approximation :RMSEA) กลุ่มดัชนีเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล คือ AIC (Akaike information criterion) และ CAIC (Consistent AIC)ดัชนีที่ปรับ

จากสูตร AIC โดยมีคำถามในการวิจัยครั้งนี้ 3 ประเด็นด้วยกัน คือ 1) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีประสิทธิภาพหรือไม่ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ 2) ปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ หรือไม่ และ 3) ปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หรือไม่

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ ในการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ในประเด็นต่อไปนี้

- 1.1) น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย
- 1.2) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น
- 1.3) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนของอัตราพัฒนาการ
- 1.4) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ
- 1.5) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งแรก
- 1.6) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการ และคะแนนจริงการวัดครั้งแรก
- 1.7) ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการที่มีต่อการวัดครั้งที่ 3 และ 4
- 1.8) ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการที่มีต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 3 และ 4
- 1.9) ค่าอิทธิพลคะแนนจริงการวัดครั้งแรกที่มีต่อคะแนนจริงการวัดครั้งถัดไป

2. เพื่อศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในประเด็นของ ประสิทธิภาพของโมเดล และน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และสัมประสิทธิ์พหุภาคย์

ความสำคัญของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ มีความสำคัญต่อวงการการวัดและประเมินผลการศึกษา ทั้งด้านวิชาการ และด้านปฏิบัติ การใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวโน้ม และการศึกษาปัจจัยเชิง

สาเหตุที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการของผู้เรียนโดยใช้ข้อมูลระยะยาว ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการศึกษาแบบแผนการเปลี่ยนแปลงและกระบวนการของพัฒนาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และได้วิธีการที่มีประสิทธิภาพในการวัดและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณ ที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ได้คะแนนพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความถูกต้อง และเป็นแนวทางในการเลือกใช้โมเดลเพื่อใช้วัดการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะอื่นๆของผู้เรียนได้ นอกจากนี้ยังทำให้โรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ฉบับแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา และแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ ที่ผ่านการปรับปรุงและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือแล้ว ที่จะสามารถนำไปใช้ในการศึกษาได้ และได้สารสนเทศเกี่ยวกับค่าประมาณคะแนนเริ่มต้นที่แท้จริง อัตราพัฒนาการที่แท้จริงของวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท ที่จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน และเป็นประโยชน์ต่อผู้บริหารที่จะใช้ในการวางแผนการจัดการศึกษาต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว 3 โมเดล คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 460 คน

ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังนี้

1. ตัวแปรในการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของโมเดลที่พิจารณาจาก ค่าไคสแควร์ ดัชนี GFI ดัชนีAGFI ดัชนี AIC ดัชนี CAIC ดัชนี NFI ดัชนี IFI ดัชนี RMR และ ดัชนี RMSEA

2. ตัวแปรในโมเดลสมการโครงสร้าง

ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย เชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์

ตัวแปรตาม ได้แก่ อัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ด้านตัวเลข ด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความวิตกกังวล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความเชื่ออำนาจในตน – นอกตน และการปรับตัวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์.2540; อเนก เตชะสุข. 2542; พนิดา จันทรา. 2543; มธุรส ประภาจันทร์. 2544; เบญจวดี ไชยแสน.2544; พรรณภา แก้วคง.2548) สำหรับการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เดิม สภาพแวดล้อมในโรงเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน สไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือ ความสามารถด้านเหตุผล ความสามารถด้านภาษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่มีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อครูผู้สอน เจตคติต่อการเรียน ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน บรรยายภาคในชั้นเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอน อาชีพของผู้ปกครอง สำหรับตัวแปรที่มีเฉพาะอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สภาพแวดล้อมที่บ้าน มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ความคาดหวังในการเรียน ปัญหาทางเศรษฐกิจ สไตล์การเรียนรู้แบบอิสระและแบบแข่งขัน คุณภาพการสอน และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (จารุวรรณ เข้าทา. 2546; มณีญา สุราช. 2547; พรรณภา แก้วคง.2548) และจากการศึกษา พบว่า คุณลักษณะด้านสติปัญญาของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 50 ส่วนคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 25 ในขณะที่คุณลักษณะด้านสติปัญญาและคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจร่วมกันอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 65 (Bloom,B.S. 1976:169) และการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในตนเอง ได้แก่ ระบบประสาท สติปัญญา อายุ ความตั้งใจ แรงจูงใจ อารมณ์(ดวงเดือน ศาสตรภักดิ์. 2546: 83) และจากการศึกษาของภูมิปดินทร์ หัตถนิรันดร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม ร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 30.8 (ภูมิปดินทร์ หัตถนิรันดร์ .2547 :78 -79)

จะเห็นได้ว่าการศึกษาดังกล่าวและงานวิจัยที่กล่าวมา พบว่า ลักษณะของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย และลักษณะทางสติปัญญา ตัวแปรลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย ได้แก่ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจ ความวิตกกังวล ความมีวินัยในตนเอง ความภูมิใจในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง อึดทนในทัศนคติ การปรับตัว การร่วมมือในการเรียน เป็นต้น ส่วนตัวแปรลักษณะทางสติปัญญา ได้แก่ สมรรถภาพทางสมอง ด้านภาษา จำนวน การใช้เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความถนัดทางการเรียน เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเชาวน์อารมณ์มาศึกษาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านอารมณ์หรือจิตพิสัย และนำเชาวน์ปัญญามาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านสติปัญญา

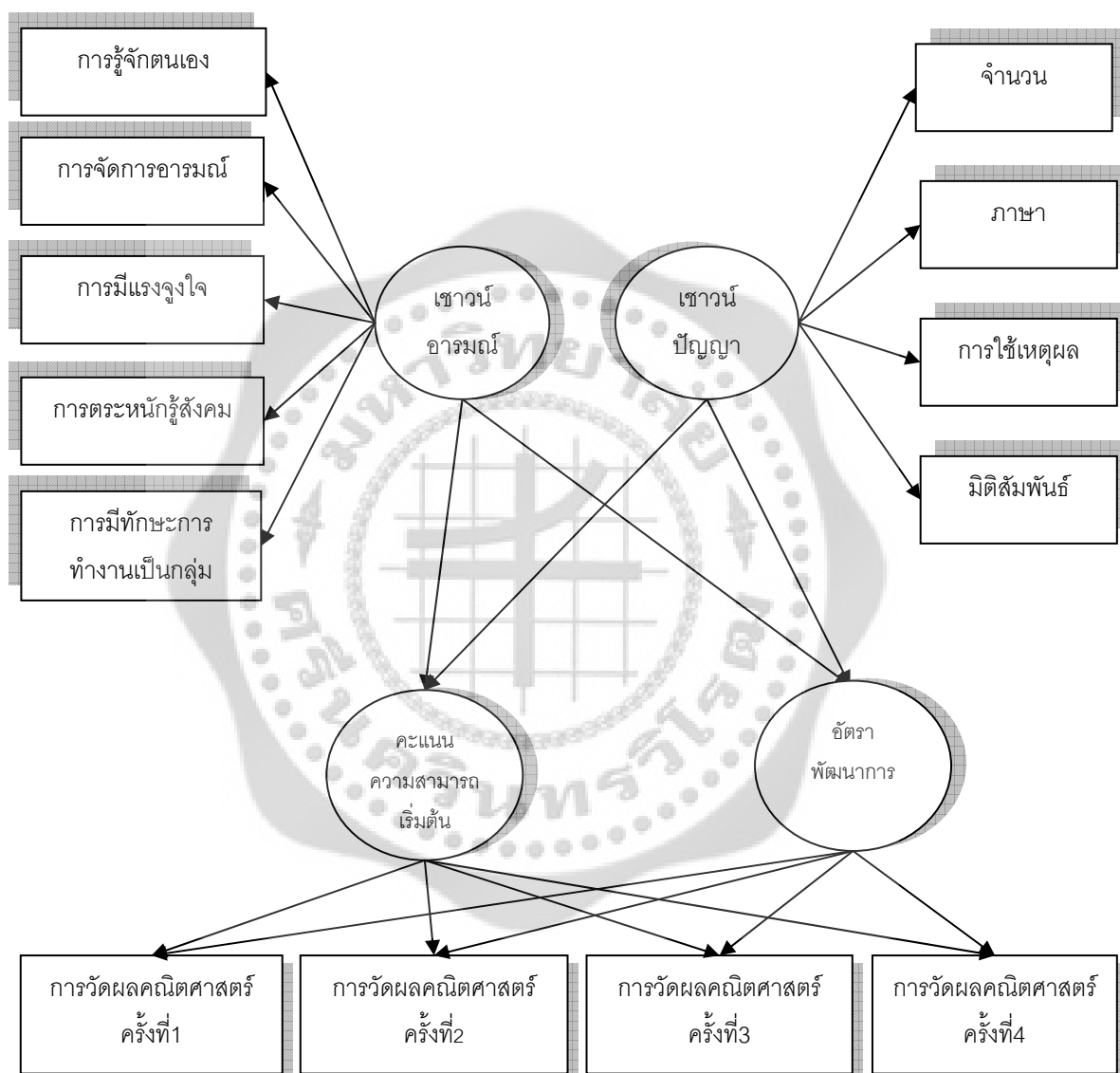
ในด้านของงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง MacCallum et.al. (1997) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการขัดแย้งของคู่สมรสที่แต่งงานกันมานาน โดยใช้โมเดลพหุระดับและโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงทั้งชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ Chou, Bentler and Pentz (1998) เปรียบเทียบวิธีการทางสถิติ 2 วิธี คือ โมเดลพหุระดับและการวิเคราะห์โค้งตัวแปรแฝง ในการศึกษาโค้งพัฒนาการ โดยศึกษาค่าพารามิเตอร์ ความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ Muthen and Khoo (1998) ได้ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 7 – 12 ที่มีความสัมพันธ์กับ ระดับการศึกษาของมารดา เพศ และทรัพยากรในบ้าน Garst, et al.(2000) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ ความเหนื่อยยาก และความเครียด ของชาวเยอรมันตะวันออก Jones and Meredith(2000) ใช้โมเดลนี้พัฒนาโค้งพัฒนาการของสุขภาพจิตจากวัยรุ่นถึงผู้ใหญ่ตอนปลาย Stoel,Peetsma and Roeleveld(2001) ใช้โมเดลนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการลงทุนของโรงเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความสามารถทางภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในเนเธอร์แลนด์ Curran and Bollen (2001)ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลซิมเพิลิกส์ และโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ Comman,Lynch and Goldman(2004) ได้ศึกษาความคงที่และการเปลี่ยนแปลงและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้เกี่ยวกับการได้รับการสนับสนุนทางสังคมของผู้สูงอายุชาวไต้หวัน Reynold,Finkel and McArdle(2005) ได้ศึกษาปริมาณสารพันธุกรรมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงความสามารถทางสติปัญญาในด้านทักษะทางภาษา ความจำ และความเร็วในการรับรู้ของชาวสวีเดน Hong and Ho(2005) ได้ศึกษาผลระยะยาวทางตรงและทางอ้อมของการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับจริยธรรมต่างกัน อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไฉ (2541)เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการทางกาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ประถมศึกษา มนต์ทิศา ไชยแก้ว (2542) เปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดล ประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัดแตกต่างกัน มีข้อมูล 2 ชุด คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาและข้อมูลอัตราการเข้าเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาจากประเทศต่างๆ สุภารัตน์ เรือจันทิก (2542) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อม โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเฮซแอลเอ็ม และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อัญชลี สิทธิกุลธร (2543) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับ สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ ศศิวิมล อมตชีวิน (2546) ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีช่วงเวลาการวัดแตกต่างกัน ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนในระดับประถมศึกษา

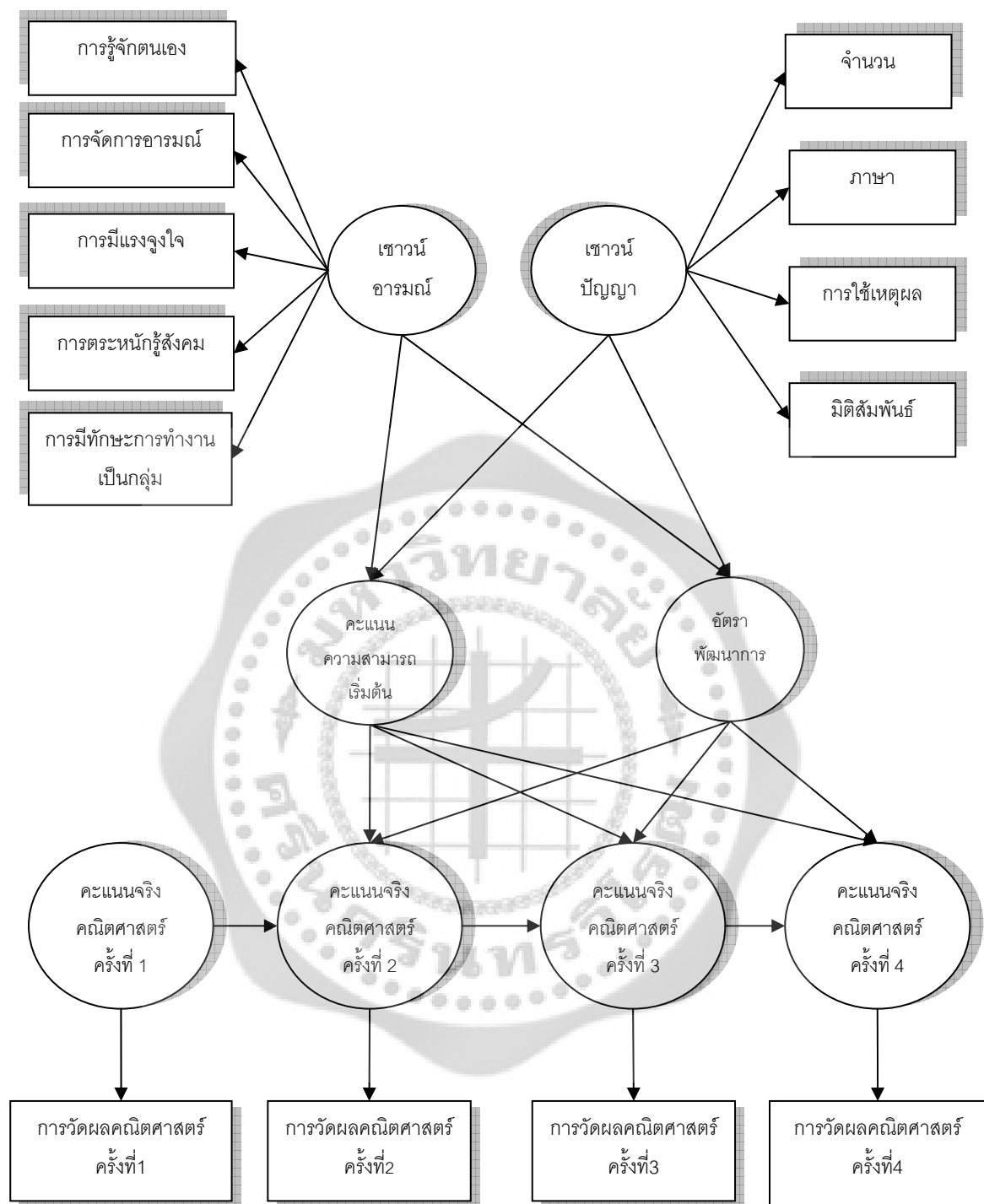
จากงานวิจัยที่กล่าวมา พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมักจะถูกนำไปบูรณาการกับโมเดลอื่นในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว ซึ่งพอสรุปการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ได้เป็น 6 แบบ คือแบบที่หนึ่งเป็นการศึกษา ลักษณะของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในเงื่อนไขต่างๆ แบบที่สองใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว แบบที่สามใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะยาว แบบที่สี่ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว แบบที่ห้า คือการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับโมเดลอื่นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว และแบบสุดท้ายเป็นการผสมแบบใดแบบหนึ่งเข้าด้วยกัน

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงหรือการวัดพัฒนาการ ในรูปแบบที่สาม คือ การใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระยะยาว และผู้วิจัยได้ศึกษาโมเดลอื่นที่นำโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงบูรณาการเข้าด้วยกัน เพิ่มอีก 2 โมเดล คือ โมเดลลอจิสติกส์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็น การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอจิสติกส์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มี

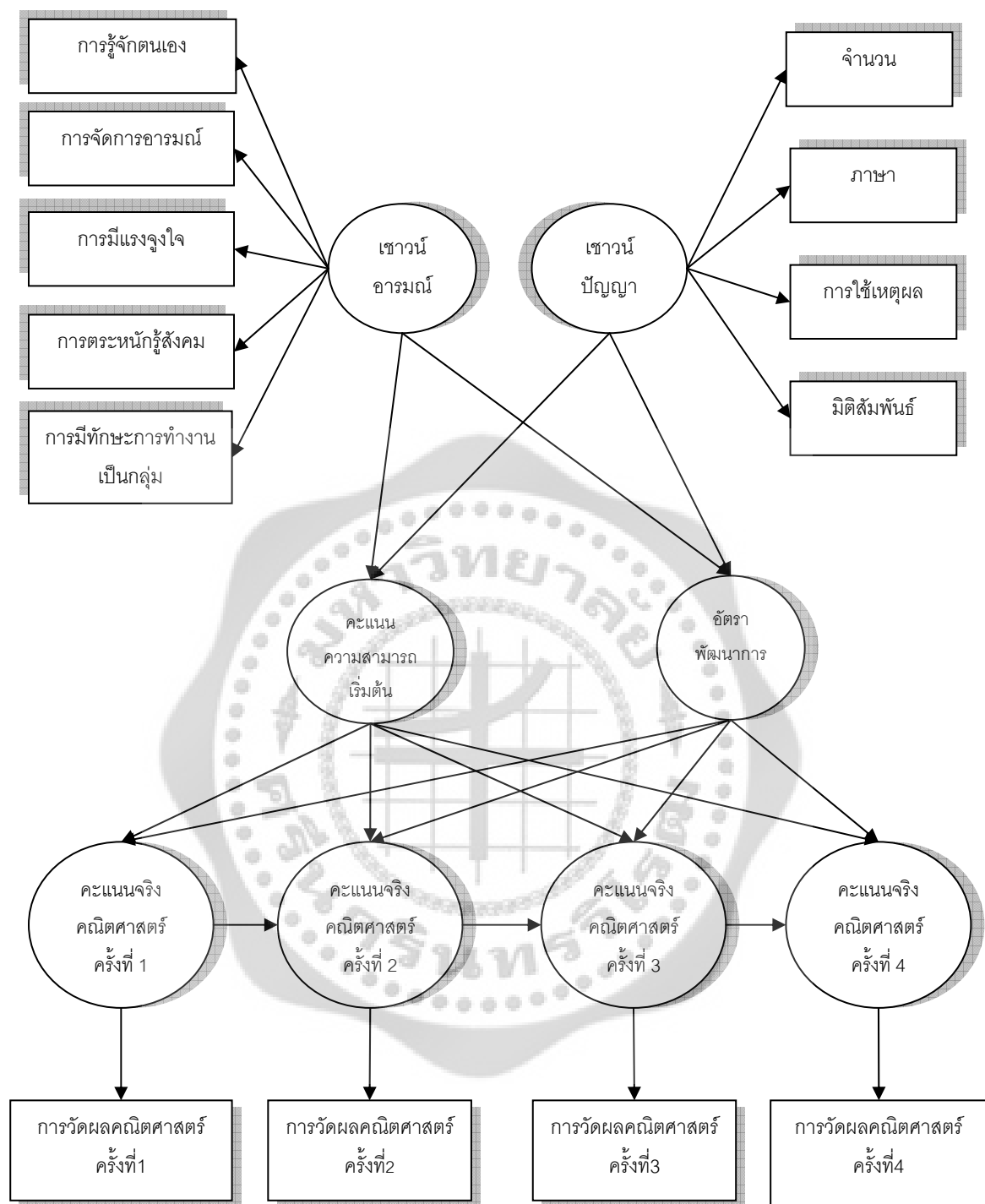
ตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจากการศึกษาทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และการวัดพัฒนาการทั้ง 3 โมเดล ผู้วิจัยนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังภาพประกอบ 1 – 3



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล
ออโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ



ภาพประกอบ 3 กรอบแนวคิดการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลกิ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากการสอบในครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการสอบปลายภาคเรียนที่ 2

2. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (Latent growth curve model :LGC) หมายถึง วิธีวิทยาทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากข้อมูลการวัดระยะยาว เป็นโมเดลที่มีลักษณะเป็นกระบวนการวิธีสมการโครงสร้าง(SEM) คะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปจะต้องเกี่ยวข้องกับเวลาอย่างเป็นระบบ แนวคิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว คือ คะแนนการวัดแต่ละครั้ง เป็นคะแนนรวม(composite score) ที่ประกอบด้วย คะแนนเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่คะแนนเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เป็นองค์ประกอบร่วมของคะแนนการวัดทุกครั้ง องค์ประกอบร่วมหรือตัวแปรแฝงทั้ง 2 องค์ประกอบนี้มีอิทธิพลต่อคะแนนการวัดทุกครั้ง ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นองค์ประกอบเฉพาะของการวัดครั้งนั้น การวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

3. โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Autoregressive latent trajectory model : ALT) หมายถึง วิธีวิทยาทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากข้อมูลการวัดระยะยาว ที่ใช้วิธีวิทยาสมการโครงสร้าง(SEM) โดยบูรณาการระหว่าง 2 โมเดล คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงและโมเดลออโตรีเกรสซีฟ แนวคิดการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว คือ คะแนนการวัดในครั้งที่สองเป็นต้นไป เป็นคะแนนรวม ที่ประกอบด้วย คะแนนเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่องค์ประกอบร่วมที่แฝงอยู่ในคะแนนการวัดครั้งที่สองเป็นต้นไป คือคะแนนเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ ส่วนคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดเป็นองค์ประกอบเฉพาะของการวัดแต่ละครั้งโดยที่ การวัดครั้งหนึ่งจะส่งผลต่อการวัดในครั้งถัดไป

4. โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Quasi-simplex latent growth model:QSLG) หมายถึง วิธีวิทยาทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากข้อมูลการวัดระยะยาว ที่ใช้วิธีวิทยาสมการโครงสร้าง(SEM) โดยบูรณาการระหว่าง 2 โมเดล คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงและโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ แนวคิดการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว คือ คะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งได้รับอิทธิพลจากคะแนนจริง 2 ส่วน คือ คะแนนจริงของการวัดครั้งก่อนหน้า และคะแนนพัฒนาการจริงที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนจริงของการวัดครั้งก่อน ดังนั้นพัฒนาการที่แท้จริง ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการของการวัดทุกครั้ง สำหรับ

คะแนนเริ่มต้นที่แท้จริงได้จากคะแนนจริงจากการวัดครั้งแรก ทั้งคะแนนเริ่มต้นที่แท้จริงและพัฒนาการที่แท้จริงเป็นองค์ประกอบร่วมของคะแนนจริงในการวัดทุกครั้ง

5.คะแนนความสามารถเริ่มต้น(Latent initial score หรือ Intercept) หมายถึง ความสามารถเดิมก่อนการเรียนรู้ เป็นคะแนนจริงที่มีค่าคงที่ตลอดช่วงการวัด ได้จากการวิเคราะห์หาค่าอิทธิพลของคะแนนการวัดบนตัวคงที่ หรือจุดตัดของเส้นทางการเปลี่ยนแปลงที่ประมาณได้บนแกนตั้งของการวัดครั้งแรก

6.อัตราพัฒนาการ(Latent growth rate หรือ Slope) หมายถึง ปริมาณคะแนนจริงที่เพิ่มขึ้นคงที่หรือลดลงจากความสามารถเดิม โดยคิดเป็นอัตราเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา ตลอดช่วงเวลากการวัด ได้จากสัมประสิทธิ์การถดถอยบนตัวแปรอิสระ หรือเป็นความชันของเส้นทางการเปลี่ยนแปลงที่ประมาณได้

7.อัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ปริมาณคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น คงที่หรือลดลงจากความสามารถเดิม โดยคิดเป็นอัตราเฉลี่ยต่อ 1 หน่วยเวลา ตลอดช่วงเวลากการวัด ได้จากสัมประสิทธิ์การถดถอยบนตัวแปรอิสระ หรือเป็นความชันของเส้นทางการเปลี่ยนแปลงที่ประมาณได้ ในการวิจัยครั้งนี้ กำหนดการวัดพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 ครั้ง จากนักเรียนคนเดิม แต่ละครั้งห่างกัน 4 สัปดาห์ กับโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 460 คน

8.เชาวน์ปัญญา (Intelligence quotient :IQ) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน ในด้านภาษา จำนวน การใช้เหตุผล และมีติสัมพันธ์

9.เชาวน์อารมณ์ (Emotional quotient :EQ) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจการตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย

9.1 การรู้จักตนเอง (Self-knowledge) หมายถึง ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจความรู้สึกและอารมณ์ของตน รู้ถึงข้อดีข้อด้อยของตนตามความเป็นจริง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและภาคภูมิใจในความสามารถที่มีอยู่ของตนด้วย

9.2 การจัดการอารมณ์(Emotional control) หมายถึง ความสามารถในการควบคุมและปรับอารมณ์ของตนให้ยืนหยัดรับมือกับสถานการณ์ที่ตึงเครียดได้ด้วยเหมาะสม

9.3 การมีแรงจูงใจ(Motivation) หมายถึง ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจตน ยึดมั่นในหลักการ และเพียรพยายามเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

9.4 การตระหนักรู้สังคม(Social awareness) หมายถึง ความสามารถในการรู้จัก รับผิดชอบต่อสังคมที่อยู่อาศัย มองโลกในแง่ดี รู้จักจัดการความขัดแย้งที่เกิดขึ้น มีความเมตตาและ เข้าใจจิตใจและความรู้สึกของบุคคลอื่น

9.5 การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม (Working with others)หมายถึง ความสามารถในการมีทักษะการสื่อสารเพื่อความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลอื่น และการร่วมมือร่วมใจกับบุคคลอื่นในการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

10. แบบทดสอบคู่ขนาน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ฉบับที่คู่ขนานกันตามเงื่อนไขความเป็นแบบทดสอบคู่ขนานแบบคะแนนจริงสัมพันธ์

11.ประสิทธิภาพของโมเดล หมายถึง ความเหมาะสมพอดีของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง กับโมเดลการวิจัย โดยพิจารณาจาก ค่าสถิติไค-สแควร์ ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีของข้อมูล คือ ดัชนี GFI, AGFI, NFI และ IFI ดัชนีที่บอกความคลาดเคลื่อนของโมเดล คือ ดัชนี RMR และดัชนีที่บอกความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า คือ ดัชนี RMSEA ดัชนีเปรียบเทียบโมเดล AIC และ CAIC

สมมุติฐานของการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง อาทิ สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ได้สร้างโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โดยบูรณาการระหว่างโมเดลโค้งพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ และได้ทำการศึกษาคำเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุของ คุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณและทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผลการศึกษาพบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มี ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ รองลงมาคือ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ และโมเดลพหุระดับ Curran and Bollen (2001) ได้สร้างโมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ(Simplex latent curve model) โดยบูรณาการระหว่างโมเดลซิมเพิล็กซ์และโมเดลโค้ง พัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง และได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการระหว่างพฤติกรรมต่อต้าน สังคมและอาการซึมเศร้าของเด็ก จำนวน 180 คน และเปรียบเทียบกับโมเดลซิมเพิล็กซ์และโมเดลโค้ง พัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ ผลการศึกษาพบว่า ในการศึกษาตัวแปร เดี่ยวพฤติกรรมต่อต้านสังคม โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงอธิบายพัฒนาการได้ดีกว่าโมเดลซิมเพิล็กซ์ และ โมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ต่อมา Bollen and Curran (2004) ได้พัฒนา โมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเติมและเรียกว่า โมเดลไฮบริดที่มีตัวแปรแฝง

พัฒนาการ(Autoregressive latent trajectory model : ALT) ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเข้าสู่ตลาดแรงงานของเยาวชน ตั้งแต่ปี 1986 ถึง 1994 จำนวน 3,912 คน และเปรียบเทียบกับโมเดลลอโตรีเกรซซีฟและโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ผลการศึกษาพบว่า โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุด

จากงานวิจัยดังกล่าว ถ้าเปรียบเทียบโมเดลแต่ละคู่ พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีประสิทธิภาพมากกว่าโมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพมากกว่าโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการวิจัย ดังนี้

สมมติฐานที่ 1.โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีประสิทธิภาพในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดย โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพสูงสุด

สำหรับการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า คุณลักษณะด้านสติปัญญาของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 50 ส่วนคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 25 ในขณะที่คุณลักษณะด้านสติปัญญาและคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจร่วมกันอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 65 (Bloom,B.S. 1976:169) ซึ่งการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในตนเอง ได้แก่ ระบบประสาท สติปัญญา อายุ ความตั้งใจ แรงจูงใจ อารมณ์(ดวงเดือน ศาสตรภัทร. 2546: 83) และ จากการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เดิม สภาพแวดล้อมในโรงเรียน แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน สไตล์การเรียนรู้แบบร่วมมือ ความสามารถด้านเหตุผล ความสามารถด้านภาษา เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ส่วนตัวแปรที่มีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อครูผู้สอน เจตคติต่อการเรียน ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน บรรยากาศในชั้นเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอน อาชีพของผู้ปกครอง สำหรับตัวแปรที่มีเฉพาะอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สภาพแวดล้อมทางบ้าน มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ความคาดหวังในการเรียน ปัญหาทางเศรษฐกิจ สไตล์การเรียนรู้แบบอิสระและแบบแข่งขัน คุณภาพการสอน และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (จารุวรรณ เข้าทา. 2546; มณีญา สุราช. 2547; พรรณนา แก้วคง. 2548) และจากการศึกษาของภูมิบัณฑิต หัตถนิรันดร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มี

ความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม ร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 30.8 (ภูมิปดินทร์ หัตถนิรันดร์ .2547 :78 -79) จากเอกสารและงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ดังนี้

สมมติฐานที่ 2. ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานที่ 3. ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การวัดพัฒนาการแบบเดิม
2. การวัดพัฒนาการโดยใช้สมการโครงสร้าง
3. เซวาน์ปัญญาและเซวาน์อารมณ์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.การวัดพัฒนาการแบบเดิม

การวัดพัฒนาการหรือการวัดการเปลี่ยนแปลงมีผู้ได้เสนอรูปแบบการวัดไว้มากมาย สารานุกรมการศึกษา ได้แบ่งวิธีวิทยาการวัด เป็น 2 กลุ่ม คือ การวัดพัฒนาการแบบเดิม(Traditional methods of measuring changes) และการวัดตามแนวใหม่(Modern methods of measuring changes) เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่ม คือ ลักษณะของวิธีการวัด และผลของการวัด

แนวคิดในการวัดพัฒนาการแบบเดิม มีการวัด 2 ครั้ง คือ ก่อนเรียนและหลังเรียน มักจะเรียกคะแนนที่ได้จากการวัดว่า คะแนนการเปลี่ยนแปลง(Change score) วิธีการวัดมีหลายวิธี อาทิ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ(Difference score) วิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ(Residual score) วิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน(Base- free measure of change) วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ด(Regression-based estimators of true gain score) วิธีการประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (Relative gain score) วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยขจัดอิทธิพลเพดาน ของอรุณี อ่อนสวัสดิ์ วิธีการประยุกต์วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ กับวิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือและวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ด ของ วินิจ เทือกทอง วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับศักยภาพการพัฒนา และวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน ของ อวยพร เรืองตระกูล เป็นต้น ซึ่งแนวคิดการวัดพัฒนาการแบบเดิมในแต่ละวิธีนั้นมีรายละเอียดดังนี้

1.1 วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ(Difference score) เป็นการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากความแตกต่างของผลทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบสอบฉบับเดิมหรือ

คู่ขนาน จุดเด่นของวิธีนี้คือ เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดของการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลง เป็นตัวประมาณค่าที่ไม่ลำเอียงในการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริง

จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนความแตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำ ถ้าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันสูง(Willett, J.B.1994:672;Traub,R.E 1994:128) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความแตกต่างกับคะแนนก่อนเรียนมีแนวโน้มที่จะเป็นลบ คือ ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนต่ำมีโอกาสที่จะมีคะแนนความแตกต่างสูง และ ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงมีโอกาสที่จะมีคะแนนความแตกต่างต่ำ ทำให้ไม่ยุติธรรมต่อเด็กที่เก่งที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูง (Willett, J.B.1994:673 citing Linn and Slinde. 1977)

1.2 วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือ (Residual score) เป็นการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนผลการทำนายคะแนนสอบหลังเรียนด้วยคะแนนสอบก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นอิสระจากคะแนนสอบก่อนเรียนและสามารถกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนสอบก่อนเรียนได้

วิธีการนี้มีจุดอ่อนเรื่องคะแนนความแตกต่างมีความเชื่อมั่นต่ำ เช่นเดียวกับวิธีหาคะแนนความแตกต่าง คะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือไม่สามารถสะท้อนถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลได้อย่างตรงไปตรงมา และคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:29)

1.3 วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียน(Base - free measure of change) เป็นการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนทำนายหลังเรียนด้วยคะแนนจริงก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นอิสระจากคะแนนจริงก่อนเรียนและสามารถกำจัดความสัมพันธ์ลวงระหว่างคะแนนการเปลี่ยนแปลงกับคะแนนสถานภาพเริ่มต้นได้

จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงไม่สามารถตีความเป็นปริมาณการเปลี่ยนแปลงรายบุคคลได้ และคะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:30)

1.4 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์รี (Regression-based estimators of true gain score) คะแนนการเปลี่ยนแปลงได้จากผลการทำนายเพิ่มเติมที่แท้จริงด้วยคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ ถ้าคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากัน ผู้ที่ได้คะแนนก่อนเรียนสูงกว่าจะได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงสูง และมีแนวโน้มว่าเด็กเก่งได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงมากกว่าเด็กอ่อน และผลการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจะให้ผลคงเส้นคงวา

จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ คะแนนขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่าง ถ้าสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างเปลี่ยนไปแม้เพียงคนเดียวย่อมมีผลกระทบต่อคะแนนที่ประมาณได้ ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่พอสมควร เพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมีความหมาย และ พิสัยของคะแนนแคบกว่าพิสัยของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:31)

1.5 วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ ศิริชัย กาญจนวาสี (Relative gain score) เป็นการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากการอัตราส่วนระหว่างผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน กับผลต่างของคะแนนเต็มกับคะแนนสอบก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ เป็นคะแนนที่ไม่ขึ้นกับกลุ่ม คะแนนที่ได้แทนระดับปริมาณการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ และลดปัญหาเรื่องอิทธิพลเพดานได้

จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ ยังไม่มีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของคะแนนการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากไม่ใช้โมเดลเชิงบวก (อรุณี อ่อนสวัสดิ์. 2537:30)

1.6 วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยจัดอิทธิพลเพดาน ของ อรุณี อ่อนสวัสดิ์ เป็นวิธีการที่อาศัยแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมและการจัดอิทธิพลเพดาน โดยให้นิยามว่า คะแนนการเปลี่ยนแปลงเป็นฟังก์ชันของพื้นความรู้เดิม การเรียนการสอนและอิทธิพลเพดาน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ สามารถกำจัดอิทธิพลเพดานได้ และมีค่าความเชื่อมั่นสูงกว่า วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงของลอว์

จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ ผลการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลงจะมีประสิทธิภาพดีในสถานการณ์ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าสูง กลุ่มตัวอย่างมีขนาดปานกลาง และมีข้อคำถามน้อยข้อเท่านั้น นอกจากนี้ ค่าความเชื่อมั่นของวิธีการนี้ไม่ต่างจากวิธีอื่นๆ และวิธีการประมาณค่าค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน (อวยพร เรื่องตระกูล. 2544:4-5)

1.7 วิธีประยุกต์วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ ของ วินิจ เทือกทอง เป็นการประมาณค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลง ที่ได้จาก 3 วิธี คือ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือและวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ มี 2 รูปแบบ แบบที่ 1 นำวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลง 3 วิธีมาเทียบส่วนร้อยละกับฐานคะแนนของผู้สอบแต่ละคน คะแนนที่เป็นฐานได้แก่คะแนนสอบก่อนเรียน แบบที่ 2 นำวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลง 3 วิธีนั้นมาเทียบกับศักยภาพของผู้สอบแต่ละคน ศักยภาพของผู้สอบประมาณค่าจากผลต่างระหว่างคะแนนเต็มกับคะแนนสอบก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงของผู้สอบแต่ละคนต่างกันตามพื้นฐานความรู้เดิม และศักยภาพที่มีอยู่ แม้ว่าได้คะแนนการเปลี่ยนแปลงเท่ากัน ผู้ที่มีศักยภาพสูง จะมีคะแนนการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าผู้ที่มีศักยภาพต่ำ

จุดอ่อนของวิธีการนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลง รูปแบบที่ 1 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่า วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพของผู้สอบ ในรูปแบบที่ 2 และคะแนนการเปลี่ยนแปลงรูปแบบที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ไม่จัดอิทธิพลเพดาน ทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือและวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอว์ด(อวยพร เรื่องตระกูล. 2544:30-31)

1.8 วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ ของ อวยพร เรื่องตระกูล

เป็นการประยุกต์ทฤษฎีการตอบข้อคำถามกับการวัดคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ มี 2 วิธี คือ วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับศักยภาพการพัฒนา คะแนนการเปลี่ยนแปลงได้จาก อัตราส่วนระหว่างผลต่างระหว่างความสามารถที่แท้จริงหลังเรียนกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน กับผลต่างระหว่างความสามารถสูงสุดกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน และวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน คะแนนการเปลี่ยนแปลงได้จาก อัตราส่วนระหว่างผลต่างระหว่างความสามารถที่แท้จริงหลังเรียนกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน กับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน

จุดเด่นของวิธีนี้ คือ ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นของผู้สอบกับค่าความยากของข้อสอบและวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ ผู้สอบที่มีความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียนสูงจะมีคะแนนการเปลี่ยนแปลงของความสามารถที่แท้จริงสูงกว่าผู้สอบที่มีความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียนต่ำ เมื่อมีคะแนนความแตกต่างระหว่างความสามารถที่แท้จริงเท่ากัน

จุดอ่อนของวิธีการนี้ คือ คะแนนการเปลี่ยนแปลงมีคุณภาพไม่แตกต่างจากวิธีการหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงแบบเดิม คือ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ และวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพ(อวยพร เรื่องตระกูล. 2544)

วิธีการวัดพัฒนาการแบบเดิมที่มีการวัด 2 ครั้ง มีทั้งจุดเด่นและจุดด้อยดังที่กล่าวมาแล้ว ใน การนำแต่ละวิธีไปใช้จึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและความสอดคล้องกับสถานการณ์จริงและ ข้อจำกัดของวิธีการวัดดังกล่าว อย่างไรก็ตามการวัดพัฒนาการแบบเดิมไม่เพียงพอในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการวัดมากกว่า 2 ครั้ง จะช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลง

ที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องกว่า โดยใช้แนวคิดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว(Longitudinal perspective)ในการวิเคราะห์ข้อมูล(Willett, J.B. 1994: 674) โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง ดังที่จะเสนอต่อไปนี้

2. การวัดพัฒนาการโดยใช้สมการโครงสร้าง

การวัดพัฒนาการแนวใหม่ได้นำสมการโครงสร้างมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง หรือ การศึกษาพัฒนาการโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดหลายๆครั้ง คะแนนที่ได้จากการวัดพัฒนาการแนวใหม่นี้ มักเรียกว่า คะแนนพัฒนาการ(Growth score) จุดเด่นของโมเดลสมการโครงสร้าง คือ เป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างครอบคลุม และมีคำอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้อย่างลึกซึ้ง รวมทั้งมีการคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วย นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น โปรแกรม LISREL, AMOS, EQS, MPlus, RAMONA และ Mx

2.1 ลักษณะของโมเดลสมการโครงสร้าง

โมเดลสมการโครงสร้าง(Structural equation model) เป็นแบบจำลองที่นักวิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีแทนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติเพื่อความเหมาะสมในการศึกษาวิจัย การที่ต้องสร้างโมเดลการวิจัยเพราะการศึกษาจากสภาพจริงอาจทำได้ไม่สะดวก เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ เช่น ความซับซ้อนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความอันตรายถ้าลงมือทดลองจริง เป็นต้น โมเดลสมการโครงสร้าง ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญสอง โมเดล คือ โมเดลการวัด(Measurement model) และโมเดลโครงสร้าง(Structural model) โมเดลการวัดมีสองโมเดล คือ โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายนอกและโมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายใน ในการวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรมลิสเรลในการวิเคราะห์ข้อมูล จึงขอเสนอหลักการโมเดลสมการโครงสร้างของโปรแกรมลิสเรล

ข้อตกลงเบื้องต้นของสมการโครงสร้าง สรุปได้ 4 ประการ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538 :17 อ้างอิงจาก Joreskog and Sorbom, 1989 :2 ; Mueller, 1988 :18)

ประการแรก ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดในโมเดลเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear)เชิงบวก (Additive) ถ้าในสภาพจริงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเป็นเส้นโค้งต้องปรับให้เป็นความสัมพันธ์เชิงเส้น

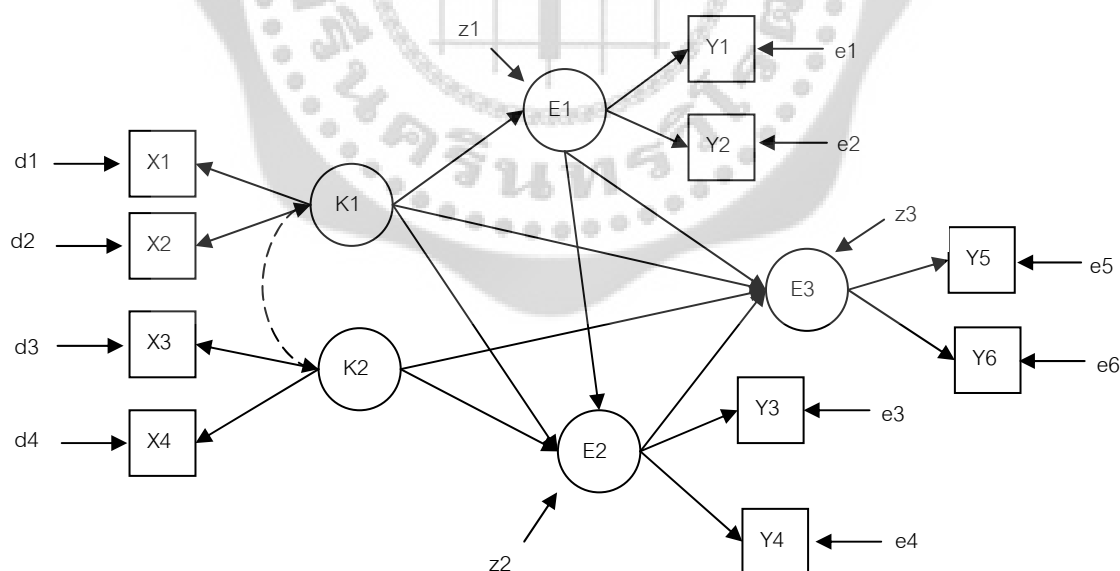
ประการที่สอง ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายใน และความคลาดเคลื่อนต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติ ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายในตัวแปรสังเกตภายนอก และตัวแปรแฝงภายใน ต้องมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์

ประการที่สาม ลักษณะความเป็นอิสระต่อกันระหว่างตัวแปรกับความคลาดเคลื่อน มีข้อตกลงเบื้องต้นแยกออกเป็น 4 ข้อ ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายในและตัวแปรแฝงภายในเป็นอิสระต่อกัน
2. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายนอกและตัวแปรแฝงภายนอกเป็นอิสระต่อกัน
3. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงภายใน และตัวแปรแฝงภายนอกเป็นอิสระต่อกัน
4. ความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตภายใน ตัวแปรสังเกตภายนอก และตัวแปรแฝงภายในเป็นอิสระต่อกัน

ประการสุดท้าย กรณีการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา(Time series data) ที่มีการวัดข้อมูลมากกว่า 2 ครั้ง การวัดตัวแปรต้องไม่ได้รับอิทธิพลจากช่วงเวลาเหลือม(time lag) ระหว่างการวัด

โมเดลสมการโครงสร้าง ประกอบด้วยโมเดลที่สำคัญสองโมเดล คือ โมเดลการวัด (Measurement model) และโมเดลโครงสร้าง (Structural model) โมเดลการวัดมีสองโมเดล คือ โมเดลการวัดตัวแปรภายนอก(X) และโมเดลการวัดตัวแปรภายใน(Y) โมเดลการวัดทั้งสองเป็นโมเดลแสดงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้ ส่วนโมเดลโครงสร้างเป็นโมเดลที่แสดงถึงความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้นระหว่างตัวแปรแฝง(K,E) ในโมเดลการวิจัย ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 โมเดลในสมการโครงสร้าง

หลักการในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วมที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์จากกลุ่มตัวอย่างกับเมทริกซ์ที่ได้จากการประมาณค่าตามโมเดลสมมติฐาน เพื่อตรวจสอบว่าโมเดลทั้งสองมีความสอดคล้องกันมากน้อยเพียงไร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการโครงสร้างนั้นมีขั้นตอน การดำเนินการวิเคราะห์ แบ่งได้เป็น 6 ขั้นตอน คือ การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล การประมาณค่าพารามิเตอร์ การทดสอบความกลมกลืนสอดคล้องระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดลสมมติฐาน ซึ่งเป็นการตรวจสอบความเชื่อมั่นตรงของโมเดล การปรับโมเดล และการแปลความหมายโมเดล รายละเอียดของสองขั้นตอนสุดท้ายไม่นำเสนอเพราะขึ้นอยู่กับผลของแต่ละโมเดล

1. การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล

การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล คือการกำหนดเมทริกซ์ทั้ง 13 เมทริกซ์ ได้แก่ เมทริกซ์ BE, GA, LX, LY, PH, PS, TD, TE, TH, TX, TY, AL และ KA โดย เมทริกซ์ BE, GA, LX และ LY จะมีสมาชิกซึ่งแทนพารามิเตอร์ตามเส้นทางแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรในโมเดล เช่น เมทริกซ์ GA จะมีอิทธิพลจากตัวแปรแฝงภายในตัวที่ 1 ไปยังตัวแปรแฝงภายในตัวที่ 2 แทนด้วยพารามิเตอร์ GA(2,1) ถ้าไม่มีเส้นทางอิทธิพลค่าพารามิเตอร์จะเท่ากับศูนย์ โดยตัวแปรเหตุ(ต้นลูกศร)จะอยู่ในคอลัมน์ ส่วนตัวแปรผล(ปลายลูกศร) จะอยู่ในแถว สำหรับเมทริกซ์ PH, PS, TD, TE และ TH ซึ่งเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวนความแปรปรวนร่วม จะแสดงถึงความสัมพันธ์กันของความคลาดเคลื่อน ถ้าความคลาดเคลื่อนไม่สัมพันธ์กัน จะมีสมาชิกอยู่เฉพาะในแนวทแยงซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนเท่านั้น ส่วนเมทริกซ์ TX, TY, AL และ KA เป็นเมทริกซ์ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสังเกต และตัวแปรแฝง ตัวอย่างการกำหนดข้อมูลของ เมทริกซ์ GA และ เมทริกซ์ PH ดังนี้

$$GA = \begin{bmatrix} GA(1,1) & GA(1,2) \\ GA(2,1) & GA(2,2) \\ GA(3,1) & GA(3,2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} * & 0 \\ * & * \\ * & * \end{bmatrix} \quad PH = \begin{bmatrix} PH(1,1) & PH(1,2) \\ PH(2,1) & PH(2,2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} * & * \\ * & * \end{bmatrix}$$

ลักษณะของเมทริกซ์พารามิเตอร์ ขึ้นอยู่กับโมเดลการวิจัย ถ้านักวิจัยสร้างโมเดลการวิจัยที่มีโครงสร้างความสัมพันธ์แตกต่างกัน เมทริกซ์พารามิเตอร์จะแตกต่างกันไปด้วย

สัญลักษณ์ 0 หมายถึง พารามิเตอร์กำหนด (Fixed parameters)

สัญลักษณ์ * หมายถึง พารามิเตอร์อิสระ (Free parameters)

แต่ถ้านักวิจัยมีเงื่อนไขบังคับให้พารามิเตอร์บางตัวมีค่าคงที่ เช่น มีค่าเท่ากับหนึ่ง หรือมีค่าเท่ากับพารามิเตอร์ตัวอื่นๆ กรณีนี้ นักวิจัยกำหนดค่าสมาชิกในเมทริกซ์ที่แทนค่าพารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์บังคับ ถ้าบังคับให้เป็นหนึ่ง ใช้สัญลักษณ์ “1”

2. การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล (Identification of the Model)

โมเดลสมการโครงสร้างทุกชนิด เมื่อนำมาวิเคราะห์ประมาณค่าพารามิเตอร์ จะต้องมีการระบุความเป็นได้ค่าเดียวของพารามิเตอร์ก่อนที่จะประมาณค่า การระบุความเป็นได้ค่าเดียวและการประมาณค่าพารามิเตอร์มีความเกี่ยวข้องกัน ประมาณค่าพารามิเตอร์คือการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยการแก้สมการโครงสร้างเพื่อหาพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นตัวไม่ทราบค่าในสมการ ถ้ามีจำนวนสมการโครงสร้างเท่ากับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า จะสามารถแก้สมการได้ค่าเดียว เรียกว่า พารามิเตอร์เป็นได้ค่าเดียว การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล คือ การระบุว่าโมเดลนั้นสามารถนำมาประมาณค่าพารามิเตอร์ได้เป็นค่าเดียวหรือไม่

3. การประมาณค่าพารามิเตอร์

หลักการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง คือ การตรวจสอบความกลมกลืนหรือความสอดคล้องระหว่างโมเดลตามสมมติฐานกับข้อมูลเชิงประจักษ์ การเปรียบเทียบใช้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมเป็นตัวเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยนำเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างอันเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ มาเทียบกับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่ถูกสร้างขึ้นจากพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าจากโมเดลสมมติฐาน ถ้าเมทริกซ์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันหมายความว่า โมเดลสมมติฐานมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เนื่องจากเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมของโมเดลสมมติฐาน ถูกสร้างขึ้นจากค่าประมาณพารามิเตอร์ ดังนั้นการประมาณค่าพารามิเตอร์จึงใช้หลักการวิเคราะห์เปรียบเทียบความกลมกลืนระหว่างเมทริกซ์ทั้งสองเป็นเงื่อนไขในการประมาณค่าพารามิเตอร์ จุดมุ่งหมายของการประมาณค่าพารามิเตอร์คือ การหาพารามิเตอร์ที่จะทำให้เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมที่ได้จากข้อมูลเชิงประจักษ์กับเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมจากโมเดลสมมติฐานมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยมีสมมติฐาน คือ

$$\Sigma = \Sigma(\theta)$$

เมื่อ Σ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ของตัวแปร X และ Y ในประชากร

$\Sigma(\theta)$ เป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ของตัวแปร X และ Y ในโมเดลอิสระที่มีพารามิเตอร์ θ

ในเมทริกซ์ $\Sigma(\theta)$ ประกอบด้วยเมทริกซ์ 3 ส่วน คือ เมทริกซ์ความแปรปรวน ของตัวแปร Y เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม ของตัวแปร X กับ Y เมทริกซ์ความแปรปรวนของตัวแปร X

วิธีการในการประมาณค่าเป็นการประมาณค่าที่ใช้ฟังก์ชันความกลมกลืน มีหลายวิธี แต่วิธีที่แพร่หลายมากที่สุดคือ วิธี Maximum Likelihood (ML) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$F = \log |\Sigma| + \text{tr} (S \Sigma^{-1}) - \log |S| + k$$

F = ฟังก์ชันความกลมกลืน

S = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมจากข้อมูลเชิงประจักษ์(กลุ่มตัวอย่าง)

Σ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมจากค่าประมาณพารามิเตอร์

tr = ผลรวมสมาชิกในแนวทแยงของเมทริกซ์

k = จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล

ฟังก์ชันจะบอกความแตกต่างระหว่างเมทริกซ์ S และ Σ ได้เพราะถ้าเมทริกซ์ทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกันเทอมแรกของฟังก์ชันจะมีค่าเท่ากับเทอมที่สอง ในขณะที่เทอมกลางมีค่าเป็นศูนย์

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดล

การตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่เป็นสมมติฐานการวิจัย หรือการตรวจสอบความเหมาะสมพอดีระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับโมเดล มีค่าสถิติที่ใช้วัดระดับความเหมาะสมพอดี (Goodness of fit measure) หลายตัว เป็นการตรวจสอบภาพรวมทั้งโมเดล ขอยกตัวอย่างบางตัว เช่น ค่าไคสแควร์ , NFI, PNFI, GFI, AGFI, RMR, AIC, CAIC และ RMSEA ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ค่าไคสแควร์ (Chi-square statistic) ค่าสถิติไคสแควร์ เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ การคำนวณค่าไคสแควร์ คำนวณจากผลคูณขององศาอิสระ(df) กับค่าฟังก์ชันความกลมกลืน ถ้าค่าสถิติไคสแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือโมเดลตามสมมติฐานไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูล ถ้าค่าสถิติไคสแควร์มีค่าต่ำมาก ยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร แสดงว่า โมเดลตามสมมติฐานเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตร ดังนี้

$$\chi^2 = (n - 1)F[S, \Sigma(\theta)] \quad ; \text{df} = \{(k)(k+1) / 2\} - t$$

$F = F[S, \Sigma(\theta)]$ = ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ θ

k = จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

t = จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

4.2 ดัชนี NFI (Normed fit index) Bentler และ Bonett's(1980) ได้เสนอแนะว่าเป็นดัชนีที่ใช้วัดความเหมาะสมพอดีของโมเดลเฉพาะ โดยเปรียบเทียบค่าไคสแควร์ของโมเดลตามสมมติฐานกับโมเดลของข้อมูลเชิงประจักษ์ มีสูตรดังนี้

$$NFI = \frac{\chi_0^2 - \chi_k^2}{\chi_0^2}$$

เมื่อ subscript 0 และ k หมายถึง โมเดลพื้นฐาน (null model,baseline) และ โมเดลจากข้อมูล ซึ่งค่าของ NFI จะอยู่ในช่วง 0 – 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล

4.3 ดัชนี IFI (Incremental fit index) Bollen(1989) ได้เสนอค่าดัชนี มีสูตรดังนี้

$$IFI = \frac{nF_i - nF}{nF_i - d}$$

โดย subscript i หมายถึง ตัวชี้บอกโมเดลอิสระ ส่วน d หมายถึงองศาอิสระ ค่าของ IFI จะอยู่ในช่วง 0 – 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล

4.4 ดัชนี GFI(Goodness of fit index) Joreskog และ Sorbom (1989) พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์จากค่าไคสแควร์ ในการเปรียบเทียบระดับความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลของโมเดลสองโมเดล คือการนำค่าไคสแควร์มาพิจารณา ถ้ามีค่าสูงเมื่อเทียบกับ df นักวิจัยปรับโมเดลใหม่แล้ววิเคราะห์ข้อมูลอีกครั้งหนึ่ง ค่าไคสแควร์ที่ได้ใหม่นี้ถ้ามีค่าลดลงมากกว่าค่าแรก แสดงว่าโมเดลใหม่มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลดีขึ้น ดัชนี GFI เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความกลมกลืนจากโมเดลก่อนปรับและหลังปรับโมเดล มีสูตรดังนี้

$$GFI = 1 - \frac{F[S, \Sigma(\theta)]}{F[S, \Sigma(O)]}$$

เมื่อ $F [S, \Sigma(O)]$ คือ ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักในประชากร

ดัชนี GFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล

4.5 ดัชนี AGFI (Adjusted goodness of fit index) เป็นดัชนีที่นำ GFI มาปรับแก้โดยคำนึงถึง ระดับของ df ซึ่งรวมทั้งจำนวนตัวแปรและขนาดกลุ่มตัวอย่าง มีสูตรดังนี้

$$AGFI = 1 - \frac{k(k+1)}{2d}(1 - GFI)$$

เมื่อ d คือ df (องศาอิสระ) ของค่าไคสแควร์ที่ปรับโมเดลแล้ว ค่าดัชนีนี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกันกับ ดัชนี GFI

4.6 ดัชนี RMR (Root mean squared residual) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบระดับความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลเชิงประจักษ์สองโมเดล เฉพาะกรณีที่เป็นการเปรียบเทียบโดยใช้ข้อมูลชุดเดียวกัน ในขณะที่ ดัชนี GFI และ AGFI สามารถใช้เปรียบเทียบได้ทั้งกรณีข้อมูลชุดเดียวกันและข้อมูลต่างชุดกัน ดัชนี RMR บอกขนาดของเศษที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของโมเดลสองโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และจะใช้ได้ดีเมื่อตัวแปรภายนอกและตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวแปรมาตรฐาน เพราะค่าดัชนีแปลความหมายความสัมพันธ์กับขนาดของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปร สูตรที่ใช้ คือ

$$RMR = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{ij} (s_{ij} - \Sigma_{ij})^2}$$

เมื่อ S_{ij} คือ สมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของโมเดลข้อมูลเชิงประจักษ์

Σ_{ij} คือ สมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของโมเดลสมมติฐาน

n คือ จำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

ถ้าค่า RMR มีค่าใกล้ศูนย์แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล โดยทั่วไป ค่า RMR ไม่ควรเกิน 0.05

4.7 ดัชนี AIC (Akaike information criterion) เป็นสูตรที่ Akaike (1974) ได้เสนอขึ้นเป็นค่าความแตกต่างหรือฟังก์ชันความกลมกลืนจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน โดยนักวิจัยจะนำดัชนีของโมเดลที่เป็นสมมติฐานเทียบกับดัชนีสำหรับโมเดลอิสระ (Independence model) และโมเดลอิ่มตัว

(Saturated model) ถ้าค่าใกล้เคียงดัชนีนี้ยิ่งตัวมากเท่าใด แสดงว่าโมเดลมีความประหัยดี และมีแนวโน้มจะเป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมพอดี มีสูตร ดังนี้

$$AIC = C + 2t$$

เมื่อ $C =$ ค่าไค-สแควร์ (χ^2)

$t =$ จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

4.8 ดัชนี CAIC (Consistent AIC) เป็นสูตรที่ Bozdogan (1987)เสนอขึ้น มีแนวคิดคล้ายคลึงกับ AIC ดัชนีมีสูตร ดังนี้

$$CAIC = c + (1 + \ln n)t$$

เมื่อ $C =$ ค่าไค-สแควร์ (χ^2)

$n =$ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$t =$ จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

4.9 ดัชนี RMSEA (Root mean square error of approximation) เป็นดัชนีที่บอกความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ถ้าค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล ถ้าค่า RMSEA ไม่เกิน 0.05 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลดี มีสูตร ดังนี้

$$RMSEA = \sqrt{\frac{FO}{d}}$$

เมื่อ $FO = \text{Max.}\{F - (d / n), 0\}$

$F = F[s, \Sigma(\theta)]$ = ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ θ

$n =$ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$d =$ องศาอิสระ

สำหรับการปรับโมเดลและการแปลความหมายนั้นขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์ในแต่ละโมเดล ว่าควรเพิ่มหรือลดเส้นทางอิทธิพลเส้นใดที่ทำให้ค่าไคสแควร์ของโมเดลลดลงมากที่สุด แต่ในการปรับโมเดล ผู้วิจัยควรพิจารณาจากหลักการทฤษฎีที่ได้ค้นคว้ามาประกอบการตัดสินใจด้วย

ในการวิจัย ไม่จำเป็นต้องใช้โมเดลใหญ่ในการวิเคราะห์ข้อมูล ขึ้นอยู่กับรูปแบบการวิจัยของแต่ละงานว่ามีตัวแปรอะไรบ้าง โมเดลการวิจัยอาจเป็นโมเดลย่อยของโมเดลใหญ่ และเมทริกซ์พารามิเตอร์จะมีไม่ครบทั้ง 13 เมทริกซ์ก็ได้ การใช้โมเดลสมการโครงสร้างในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลหลายครั้งหรือการเก็บข้อมูลระยะยาว (Longitudinal data) มีหลายวิธี อาทิ การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว การวิเคราะห์ความแตกต่างและการเปลี่ยนแปลงแฝง โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลซิมเพิล็กซ์ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ โมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ สำหรับในการวิจัยครั้งนี้จะเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

2.2 โมเดลสมการโครงสร้างในการวัดพัฒนาการ

โมเดลสมการโครงสร้างในการวัดพัฒนาการมีด้วยกันหลายโมเดล เช่น โมเดลการวัดองค์ประกอบระยะยาว โมเดลซิมเพิล็กซ์หรือโมเดลออโตรีเกรสซีฟ โมเดลโค้งพัฒนาการ โมเดลคะแนนความแตกต่างแฝง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ศึกษาใน 3 โมเดล ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(Latent growth curve models:LGC)

โมเดลนี้มีพื้นฐานมาจากโค้งพัฒนาการที่ Rao(1958) และTucker(1958) เสนอแนวคิดการวิเคราะห์องค์ประกอบประเภท component analysis ในการศึกษาแบบแผนการเปลี่ยนแปลงรายบุคคล แบบแผนพัฒนาการแปลผลจากคะแนนรวม (Composite score) ที่น้ำหนักแต่ละส่วนได้จากการหมุนแกน แต่การวิเคราะห์แบบนี้ไม่สามารถประมาณค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือหรือความคลาดเคลื่อนได้ ต่อมาผู้ปรับโมเดลนี้อีกหลายครั้ง ล่าสุด Meredith and Tisak (1990) ประยุกต์ใช้วิธีวิทยาการสมการโครงสร้างที่มีการวิเคราะห์ระดับตัวแปรแฝง เพิ่มการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของส่วนที่เหลือและตรวจสอบโมเดลด้วยสมการโครงสร้างเชิงยืนยัน เรียกโมเดลนี้ว่า Latent growth curve models(LGC) โดยข้อมูลต้องมีลักษณะเป็นโครงสร้างเชิงเวลา(Time-structured data)

ในการวัดพัฒนาการตัวแปรของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง มีแนวคิดที่พัฒนาการเชิงเส้นตรงรายบุคคลในการวัด 1 คน เวลา 1 ครั้ง คะแนนการวัดแต่ละครั้ง เป็นคะแนนรวมที่ประกอบด้วย คะแนนความสามารถเริ่มต้น(Initial status หรือ Intercept) อัตราพัฒนาการ (Rate of

change หรือ Slope)และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด เขียนในรูปโมเดลในเชิงคณิตศาสตร์ คือ

$$Y_{(t)} = \eta_1 + \eta_2 \beta_{(t)} + E_{(t)}$$

$Y_{(t)}$ คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

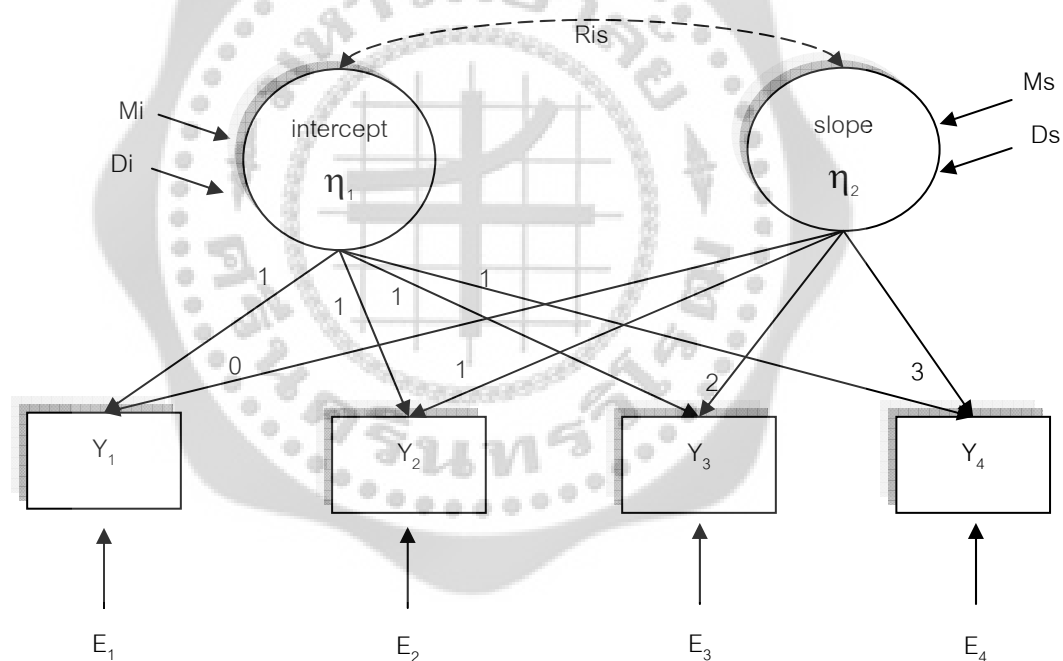
η_1 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

η_2 คือ ตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราพัฒนาการ

$E_{(t)}$ คือ ความคลาดเคลื่อน

$\beta_{(t)}$ คือ สัมประสิทธิ์ของเวลา t

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวัดจำนวน 4 ครั้งเขียนเป็นโมเดลดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(Latent growth curve models :LGC)

จากโมเดลสามารถกำหนดข้อมูลได้ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้

$Y(t)$ คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

η_1 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

η_2 คือ ตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

$E(t)$ คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ t

M_i คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

M_s คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

D_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

D_s คือ ส่วนเบี่ยงเบนของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

R_{is} คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นกับตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

ชุดของคะแนนการวัดทุกครั้งของแต่ละคน $Y = (y_1, y_2, y_3 \dots y_m)$ คะแนนการวัดของ 1 คน จำนวน 4 ครั้ง เขียนเป็นโมเดลการวัดที่มีแบบแผนเส้นตรง คือ

$$Y_1 = \eta_1 + \beta_1 \eta_2 + E_1$$

$$Y_2 = \eta_1 + \beta_2 \eta_2 + E_2$$

$$Y_3 = \eta_1 + \beta_3 \eta_2 + E_3$$

$$Y_4 = \eta_1 + \beta_4 \eta_2 + E_4$$

เขียนในรูปเมทริกซ์ คือ

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \beta_1 \\ 1 & \beta_2 \\ 1 & \beta_3 \\ 1 & \beta_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \end{bmatrix}$$

เขียนเป็นสมการเมทริกซ์ได้ คือ $Y = \Lambda \eta + \varepsilon$

เมื่อ η เป็นเวกเตอร์คอลัมน์องค์ประกอบร่วมของคะแนนการวัดแต่ละครั้ง (y_t) ประกอบด้วย คะแนนจริงของ Intercept (η_1) และ Slope (η_2)

ε เป็นเวกเตอร์คอลัมน์คะแนนส่วนที่เหลือของ y หรือคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด

Λ เป็นเมทริกซ์น้ำหนักองค์ประกอบ ในแบบแผนพัฒนาการเชิงเส้นตรง มี 2 คอลัมน์ คอลัมน์แรก เป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ Intercept ที่ส่งผลต่อคะแนนการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน จึงกำหนดค่าทุกครั้งเท่ากับ 1 สำหรับคอลัมน์ที่สองเป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ Slope ที่ส่งผลต่อ

คะแนนการวัดแต่ละครั้งไม่เท่ากันคือ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ และ β_4 ในการประมาณค่าจึงกำหนดค่าเริ่มต้นของการวัดครั้งที่ 1-4 เป็น 0, 1, 2, 3 สำหรับการกำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบครั้งแรกเป็น 0 เพราะนักเรียนยังไม่เกิดพัฒนาการ และน้ำหนักองค์ประกอบเป็นค่าเชิงสัมพัทธ์จึงกำหนดน้ำหนักครั้งต่อมาเป็น 1 ส่วนน้ำหนักองค์ประกอบ β_3 และ β_4 เป็นพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า ถ้าแบบแผนพัฒนาการเป็น Quadratic แล้ว Λ มี 3 คอลัมน์ คือ Intercept, Linear slope และ Quadratic slope จำนวนแถวของ Λ จึงเท่ากับจำนวนครั้งของการวัด และจำนวนคอลัมน์ ของ Λ แสดงถึง แบบแผนพัฒนาการสำหรับคอลัมน์ของ Λ นี้ Meredith and Tisak เรียกว่า Basis function

ดังนั้นในกรณีที่ โมเดล LGC ไม่เป็นเส้นตรง วิธีการ คือ เพิ่ม Basis function เป็นคอลัมน์ที่ 3 ในเมทริกซ์ Λ เช่น กรณีแบบแผนพัฒนาการ quadratic ต้องเพิ่มคอลัมน์ที่มีสมาชิกเป็น $\beta_1^2, \beta_2^2, \beta_3^2$ และ β_4^2 เรียงลงมาในแต่ละแถว ค่าเริ่มต้นอิทธิพลของ quadratic slope ในคอลัมน์ที่ 3 จึงเป็น 2 เท่าของคอลัมน์ที่ 2

โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงนี้ เป็นโมเดลสมการโครงสร้างที่มีค่าเฉลี่ย สมการโครงสร้างค่า Intercept และ Slope รายบุคคลที่เป็นตัวแปรแฝง(η) จะประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (μ) และ ส่วนที่เบี่ยงเบนต่างจากค่าเฉลี่ย (ζ) สมการ คือ

$$I\eta = \mu + \zeta \quad \text{หรือ} \quad \eta = \mu I + \zeta \quad \text{เมื่อ } I \text{ คือ เมทริกซ์เอกลักษณ์}$$

เขียนในรูปของเมทริกซ์ของ Intercept และ Slope รายบุคคลเทียบกับกลุ่ม เมื่อ μ_{π_0} และ μ_{π_1} เป็นค่าเฉลี่ยของ intercept และ slope ตามลำดับ จะได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{\eta_1} \\ \mu_{\eta_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \eta_1 - \mu_{\eta_1} \\ \eta_2 - \mu_{\eta_2} \end{bmatrix}$$

หากเขียนในรูปสมการโครงสร้างของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงด้วยกัน คือ

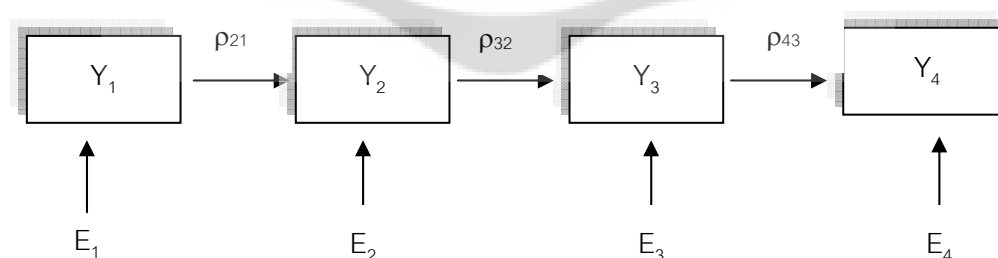
$$\eta_1 = \mu_1 I + \zeta_1 \quad \eta_2 = \mu_2 I + \zeta_2$$

สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการในการอธิบายการเปลี่ยนแปลง เป็นค่าที่ประมาณได้จากสมการโครงสร้าง ซึ่งเป็นค่าอิทธิพลของ ตัวแปรอิสระ สมมติ เป็นค่าคงที่เท่ากับ 1 ที่มีต่อ η_1 และ η_2 ส่วน ζ_1 และ ζ_2 คือ คะแนนเบี่ยงเบนรายคนจากคะแนนเฉลี่ยหรือคะแนนเศษเหลือ

การใช้วิธีวิทยาการสมการโครงสร้างวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันและเมื่อทดสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล จะทำให้ได้ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง คือ ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วมระหว่าง Intercept และ Slope ส่วนอัตราพัฒนาการรายบุคคลจะต้องนำค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากสมการโครงสร้างแทนค่าในสมการแล้วนำมาคำนวณอีกขั้นตอนหนึ่ง

2.2.2 โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Autoregressive latent trajectory model :ALT)

โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ เป็นโมเดลที่ Bollen and Curran (2004)พัฒนาขึ้นใหม่ โดยนำโมเดลซิมเพล็กซ์ และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมารวมกัน โมเดลซิมเพล็กซ์ หรือโมเดลออโตรีเกรสซีฟ นิยมใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวที่มีแนวคิดว่าการวัดครั้งหนึ่งมีผลต่อการวัดในครั้งถัดไป แสดงดังภาพประกอบ 6 โดยโมเดลซิมเพล็กซ์มีลักษณะสำคัญ คือ ขนาดความสัมพันธ์ของสองตัวแปรจะมีค่าลดลง เมื่อระยะเวลาและความแตกต่างระหว่างตัวแปรเพิ่มขึ้น ในกรณีของการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว หมายความว่า ความสัมพันธ์ของการวัดในครั้งต่างๆ จะมีค่าน้อยกว่าการวัดในครั้งต้นๆเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น(Marsh,H.W. 1993;159 Bijleveld,C.C.J.H. ;et al. 1998:235 ; Curran and Bollen.2001:112)



ภาพประกอบ 6 โมเดลออโตรีเกรสซีฟหรือโมเดลซิมเพล็กซ์ (Autoregressive or Simplex model)

แนวคิดในการวัดพัฒนาการตัวแปรของโมเดลโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ คือ พัฒนาการเชิงเส้นตรงรายบุคคลในการวัด 1 คน เวลา 1 ครั้ง คะแนนการวัดในครั้งที่สองเป็นต้นไป

เป็นคะแนนรวม ที่ประกอบด้วย คะแนนความสามารถเริ่มต้น (Initial status หรือ Intercept) อัตราพัฒนาการ (Rate of change หรือ Slope) และคะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่การวัดครั้งหนึ่งมีผลต่อการวัดในครั้งถัดไป เขียนในรูปโมเดลในเชิงคณิตศาสตร์ คือ

$$Y_t = \eta_1 + \beta(t)\eta_2 + \beta'_{t-1,t}Y_t + E_t$$

Y_t คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

η_1 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

η_2 คือ ตัวแปรแฝงความชันหรืออัตราพัฒนาการ

E_t คือ ความคลาดเคลื่อน

$\beta(t)$ คือ สัมประสิทธิ์ของเวลา t

ในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวัดจำนวน 4 ครั้งเขียนเป็นโมเดลดังภาพประกอบ 7

สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลที่จะใช้ในการวิจัย คือ

$Y(t)$ คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

η_1 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

η_2 คือ ตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

$E(t)$ คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ t

$\beta'_{t-1,t}$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y_t บน Y_{t-1}

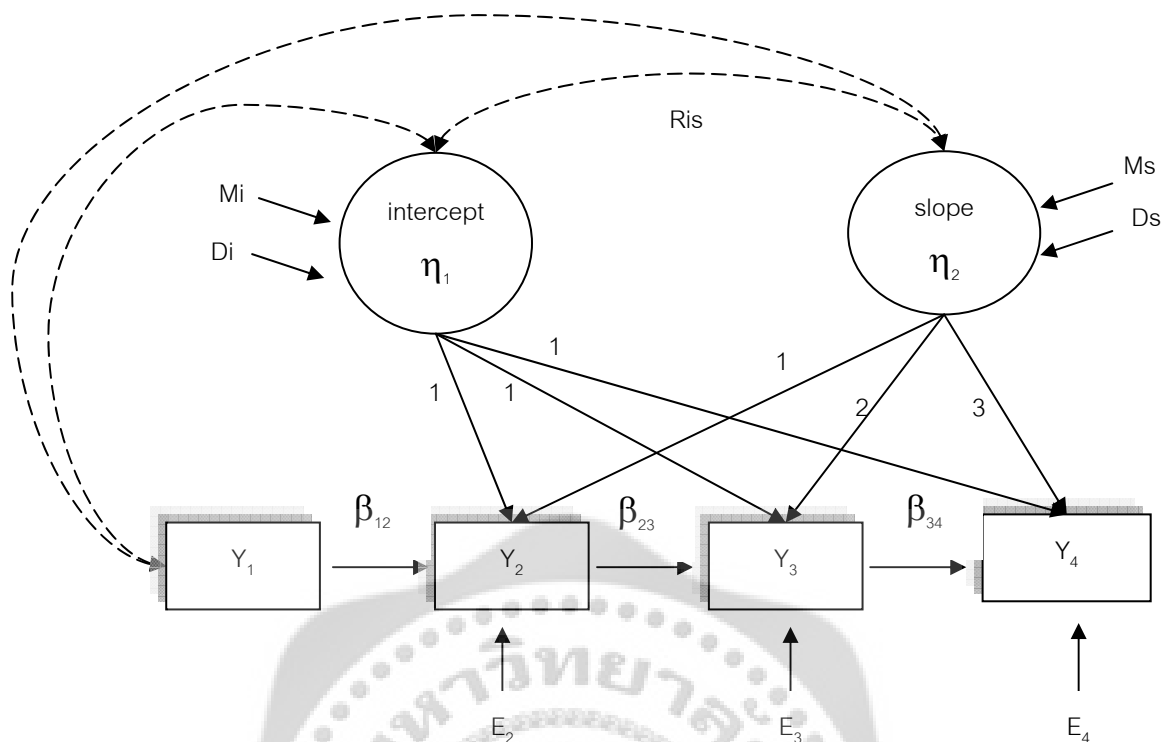
M_i คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

M_s คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

D_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้น

D_s คือ ส่วนเบี่ยงเบนของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ

Ris คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นกับตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการ



ภาพประกอบ 7 โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Autoregressive latent trajectory model :ALT)

ชุดของคะแนนการวัดทุกครั้งของแต่ละคน $Y = (y_2, y_3 \dots y_m)$ คะแนนการวัดของ 1 คน จำนวน 4 ครั้ง เขียนเป็นโมเดลการวัด คือ

$$Y_2 = \eta_1 + \beta_2 \eta_2 + \beta_{12} Y_1 + E_2$$

$$Y_3 = \eta_1 + \beta_3 \eta_2 + \beta_{23} Y_2 + E_3$$

$$Y_4 = \eta_1 + \beta_4 \eta_2 + \beta_{34} Y_3 + E_4$$

การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการวัดที่มีแบบแผนพัฒนาการเชิงเส้นตรง ครั้งที่ 2 -4 คล้ายกับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่มีต่อคะแนนการวัดมีค่าเท่ากับ 1 ทุกค่า ส่วนค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่มีต่อคะแนนการวัดครั้งที่ 2 มีค่า 1 ส่วนค่าอิทธิพลที่มีต่อคะแนนการวัดครั้งที่ 3 และ 4 จะให้มีการประมาณค่า โดยกำหนดค่าเริ่มต้น เป็น 2 และ 3 ตามลำดับ

ส่วนการวัดครั้งที่ 1 (Y_1) กำหนดให้เป็นตัวแปรที่มีมาก่อน (Predetermined) และมีความสัมพันธ์กับ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ (Bollen, K.A, and Curran, P.J. 2004 : 347) โดยที่

$$Y_1 = V_1 + E_1$$

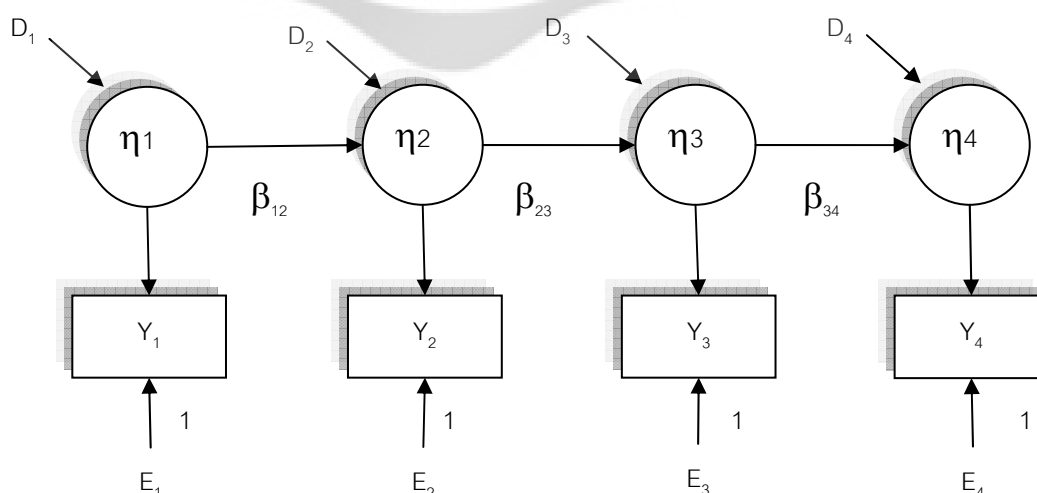
V คือ ค่าเฉลี่ยของการวัดครั้งที่ 1

E_1 คือ ความคลาดเคลื่อน หรือ คะแนนเบี่ยงเบนรายคน

สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการในการอธิบายการเปลี่ยนแปลง เป็นค่าที่ประมาณได้จากสมการโครงสร้าง ซึ่งเป็นค่าอิทธิพลของ ตัวแปรอิสระ สมมติ เป็นค่าคงที่เท่ากับ 1 ที่มีต่อ η_1 และ η_2 ส่วน D_1 และ D_s คือคะแนนเบี่ยงเบนรายคนจากคะแนนเฉลี่ยหรือคะแนนเศษเหลือ เช่นเดียวกันกับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

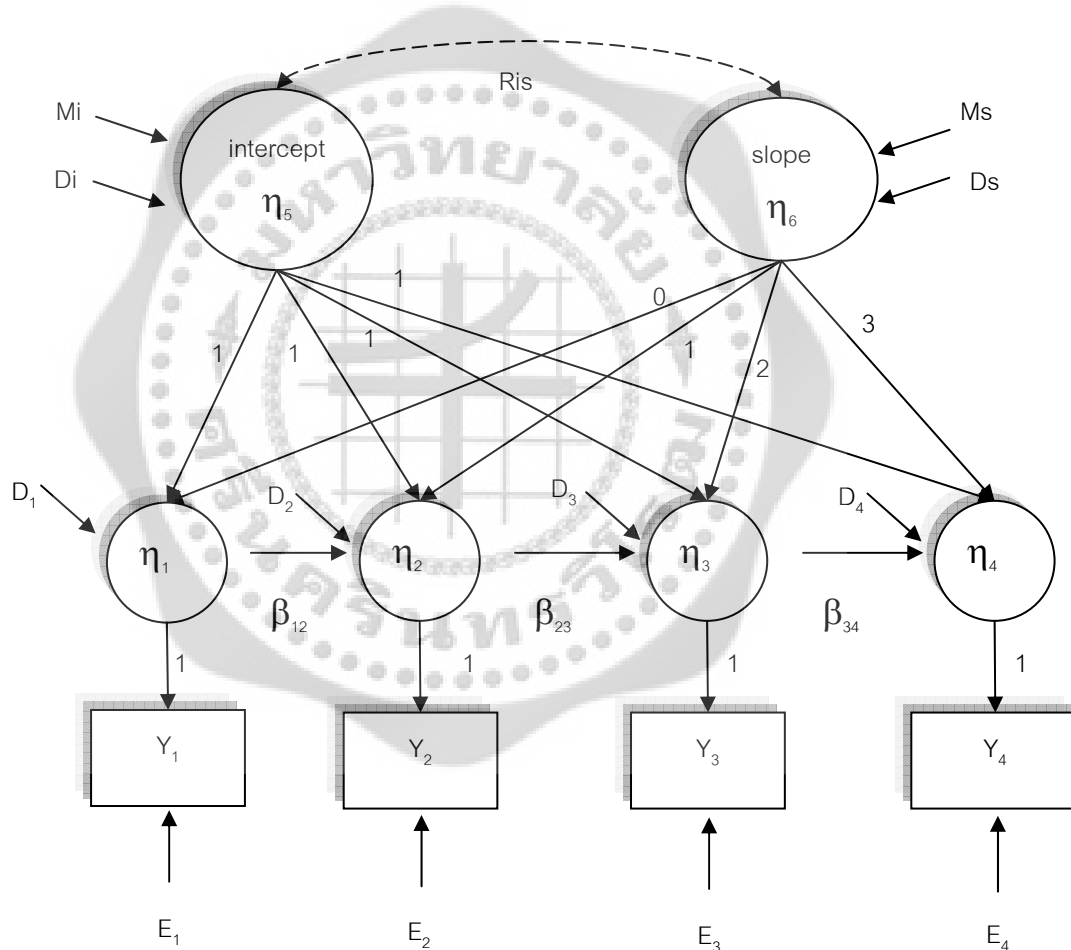
2.2.3 โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Quasi-simplex latent growth model : QSLG)

โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ เป็นโมเดลที่ สมถวิล วิจิตรวรรณ พัฒนาขึ้นใหม่ ในปี 2543 โดยประยุกต์โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ ให้มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเข้ามา โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์นี้มีพื้นฐานมาจากโมเดลซิมเพล็กซ์ ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวที่มีการวัดครั้งหนึ่งมีผลต่อการวัดในครั้งถัดไป แต่โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์นำเอาความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรสังเกตได้มารวมไว้ในโมเดลและนำไปสู่ระดับตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์เป็นโมเดลที่มีตัวแปรแฝงเป็นคะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้ง แสดงดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ (Quasi simplex model)

แนวคิดของโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Quasi-simplex latent growth model) คือ คะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งได้รับอิทธิพลจากคะแนนแฝงพัฒนาการ 2 ส่วน คือ คะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริง(Latent intercept) และอัตราพัฒนาการที่แท้จริงตลอดช่วงเวลาวัด(Latent growth) ดังนั้นอัตราพัฒนาการที่แท้จริง ได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนพัฒนาการของการวัดทุกครั้ง สำหรับคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริงได้จากคะแนนจริงจากการวัดครั้งแรก(η_1) ทั้งคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริงและพัฒนาการที่แท้จริงเป็นองค์ประกอบร่วมของคะแนนจริงแต่ละครั้ง(สมถวิล วิจิตรวรรณภา. 2543: 50) ดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(Quasi-simplex latent growth model:QSLG)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลที่จะใช้ในการวิจัยครั้งนี้

$Y_{(t)}$ คือ ตัวแปรหรือค่าคะแนนที่สังเกตได้ในการวัดครั้งที่ t

$\eta_1 - \eta_4$ คือ ตัวแปรแฝงหรือ คะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 1-4

η_5 คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริง

η_6 คือ ตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการที่แท้จริง

$\beta_{i+1,i}$ คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยของ η_{i+1} บน η_i

$E_{(t)}$ คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ t

$D_{(t)}$ คือ ความเบี่ยงเบนหรือความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝง

M_i คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริง

M_s คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการที่แท้จริง

D_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริง

D_s คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการที่แท้จริง

R_{is} คือ ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริงกับความคลาดเคลื่อนของตัวแปรแฝงอัตราพัฒนาการที่แท้จริงหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

ค่าประมาณ Intercept และ Slope ได้จากการวิเคราะห์วิธีสมการโครงสร้าง(SEM)ทั้งสมการการวัด และสมการโครงสร้าง ส่วนที่เป็นสมการการวัดใช้การวิเคราะห์แบบโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ ส่วนที่เป็นสมการโครงสร้างวิเคราะห์แบบโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์และเพิ่มสมการที่เป็นตัวแปรแฝงพัฒนาการ

ส่วนที่เป็นสมการการวัดใช้การวิเคราะห์แบบโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์พื้นฐาน กล่าวคือ คะแนนการวัดในแต่ละครั้งจำนวน 4 ครั้ง ประกอบด้วย คะแนนจริงและความคลาดเคลื่อนในการวัด คือ

$$Y_1 = \beta_1 \eta_1 + E_1$$

$$Y_2 = \beta_2 \eta_2 + E_2$$

$$Y_3 = \beta_3 \eta_3 + E_3$$

$$Y_4 = \beta_4 \eta_4 + E_4$$

เมื่อ $Y_1 - Y_4$ คือ คะแนนการวัดครั้งที่ 1 - 4 ซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตได้ $\eta_1 - \eta_4$ คือ คะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งที่เป็นตัวแปรแฝง $E_1 - E_4$ คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1 - 4

สำหรับ $\beta_1 - \beta_4$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของคะแนนจริงที่มีต่อคะแนนการวัดครั้งที่ 1 – 4 ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือมีตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงกำหนดค่า $\beta_1 - \beta_4$ เป็น 1

ส่วนที่เป็นสมการโครงสร้างของโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ คือคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งๆ (η_{i+1}) จะได้รับอิทธิพลหรือสัมประสิทธิ์ถดถอย (β_{i+1}) จากคะแนนจริงของครั้งก่อนหน้าที่ติดกัน (η_i) นั่นคือ

$$\begin{aligned}\eta_1 &= D_1 \\ \eta_2 &= \beta_{12} * \eta_1 + D_2 \\ \eta_3 &= \beta_{23} * \eta_2 + D_3 \\ \eta_4 &= \beta_{34} * \eta_3 + D_4\end{aligned}$$

ในส่วนสมการโครงสร้างของโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ แตกต่างจากโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ คือ เพิ่มตัวแปรแฝงพัฒนาการที่ส่งอิทธิพลต่อคะแนนจริง คือ คะแนนความสามารถเริ่มต้น (Latent intercept : η_5) และอัตราพัฒนาการ (Latent growth หรือ Slope: η_6) และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของการวัดที่มีแบบแผนพัฒนาการเชิงเส้นตรง ครั้งที่ 1 -4 เป็นแบบเดียวกับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่มีต่อคะแนนจริงมีค่าเท่ากับ 1 ทุกค่า ส่วนค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่มีต่อคะแนนจริงครั้งที่ 1 และ 2 มีค่า 0 และ 1 ส่วนค่าอิทธิพลที่มีต่อคะแนนจริงครั้งที่ 4 และ 5 จะให้มีการประมาณค่า โดยกำหนดค่าเริ่มต้น เป็น 2 และ 3 ตามลำดับ ทำให้อธิบายการเปลี่ยนแปลงระยะยาวในคะแนนการวัดทั้ง 4 ครั้งได้มากขึ้นกว่าโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ ดังนั้น สมการโครงสร้างของโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ จึงแตกต่างจากสมการโครงสร้างของกึ่งซิมเพิล็กซ์ คือ

$$\begin{aligned}\eta_1 &= \eta_5 + D_1 \\ \eta_2 &= \beta_{12} * \eta_1 + \eta_5 + 1\eta_6 + D_2 \\ \eta_3 &= \beta_{23} * \eta_2 + \eta_5 + 2\eta_6 + D_3 \\ \eta_4 &= \beta_{34} * \eta_3 + \eta_5 + 3\eta_6 + D_4 \\ \eta_5 &= \mu_5 I + \zeta_5 \\ \eta_6 &= \mu_6 I + \zeta_6\end{aligned}$$

สำหรับค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการในการอธิบายการเปลี่ยนแปลง เป็นค่าที่ประมาณได้จากสมการโครงสร้าง ซึ่งเป็นค่าอิทธิพลของตัวแปรอิสระ

สมมติ เป็นค่าคงที่เท่ากับ 1 ที่มีต่อ η_5 และ η_6 ส่วน ζ_5 และ ζ_6 คือ คะแนนเบี่ยงเบนรายคนจากคะแนนเฉลี่ยหรือคะแนนเศษเหลือ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งรายละเอียดของทั้งสามโมเดลผู้วิจัยได้สรุปประเด็น เพื่อให้เห็นถึงความคล้ายคลึงและความแตกต่างกันของโมเดล ในตาราง 1

ตาราง 1 การเปรียบเทียบโมเดลการวัดพัฒนาการทั้ง 3 โมเดล

ประเด็น	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (LGC)	โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT)	โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG)
1.โมเดลพื้นฐาน	growth curve ในการศึกษาแบบแผนพัฒนาการรายบุคคลที่ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบแบบ principal component analysis	autoregressive model ที่มีการวัดคุณลักษณะเดียวกันอย่างต่อเนื่องผลการวัดครั้งหนึ่งส่งอิทธิพลทางตรงต่อการวัดครั้งติดกัน โดยเริ่มตั้งแต่การวัดครั้งที่สอง ส่วนการวัดครั้งแรกให้เป็นตัวแปรที่มีมาก่อน (predetermined)	quasi simplex model ที่มี การวัดคุณลักษณะเดียวกันอย่างต่อเนื่อง คะแนนจริง การวัดครั้งหนึ่งส่งอิทธิพลทางตรงต่อคะแนนจริงการวัดครั้งติดกัน
2.การพัฒนาโมเดลมาสู่การวัดการเปลี่ยนแปลง	Meredith and Tisak (1984,1990)ใช้โมเดลสมการโครงสร้างและนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาร่วมวิเคราะห์	Curran and Bollen (2001,2004) บูรณาการโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับโมเดลลอโตรีเกรซซีฟ เข้าด้วยกันและใช้โมเดลสมการโครงสร้างและนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาร่วมวิเคราะห์	สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543)บูรณาการโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ เข้าด้วยกันและใช้โมเดลสมการโครงสร้างและนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาร่วมวิเคราะห์

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็น	โมเดลโค้งพัฒนาการ ที่มีตัวแปรแฝง (LGC)	โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT)	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG)
3.แนวคิด	คะแนนการวัดแต่ละครั้ง มีองค์ประกอบร่วม คะแนนความสามารถ เริ่มต้น(initial status หรือ intercept) อัตราพัฒนาการ (rate of change หรือ slope) และองค์ประกอบเฉพาะ คือความคลาดเคลื่อนในการวัด	คะแนนการวัดแต่ละครั้ง ตั้งแต่ครั้งที่สองเป็นต้นไปมี องค์ประกอบร่วม คะแนนความสามารถ เริ่มต้นอัตราพัฒนาการ และองค์ประกอบเฉพาะ คือความคลาดเคลื่อนในการวัด โดยที่การวัดครั้งหนึ่งมีผลต่อการวัดในครั้งถัดไป	คะแนนจริงของการวัดแต่ละครั้งได้รับอิทธิพลจากตัวแปรแฝง 2 ส่วน คือ คะแนนความสามารถเริ่มต้น และ อัตราพัฒนาการ ตลอดช่วงเวลาการวัด ทั้งคะแนนความสามารถเริ่มต้นที่แท้จริงและพัฒนาการที่แท้จริงเป็นองค์ประกอบร่วมของคะแนนจริงแต่ละครั้ง
4.โปรแกรม วิเคราะห์ข้อมูล	โปรแกรมที่ใช้หลักการสมการโครงสร้าง(SEM) เช่น LISREL, EQS, AMOS, Mplus ,Mx RAMONA	โปรแกรมที่ใช้หลักการสมการโครงสร้าง(SEM) เช่น LISREL, EQS, AMOS, Mplus ,Mx RAMONA	โปรแกรมที่ใช้หลักการสมการโครงสร้าง(SEM) เช่น LISREL, EQS, AMOS, Mplus ,Mx RAMONA
5.ลักษณะข้อมูล ที่จะใช้กับโมเดล	1.ระดับข้อมูล interval และการเปลี่ยนแปลงรายคน ต้องเกี่ยวกับเวลาอย่างเป็นระบบ 2.โครงสร้างการวัดเป็นคุณลักษณะเดียวกันตลอด	เช่นเดียวกับ LGC และข้อมูลมีโครงสร้างการส่งอิทธิพลจากการวัดครั้งหนึ่งไปยังครั้งถัดไป	เช่นเดียวกับ LGC และข้อมูลมีโครงสร้างการส่งอิทธิพลจากการวัดครั้งหนึ่งไปยังครั้งถัดไป

ช่วงเวลา

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็น	โมเดลโค้งพัฒนาการ ที่มีตัวแปรแฝง (LGC)	โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT)	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG)
6. ตัวแปรที่ บรรยาย พัฒนาการใน โมเดล	1. ตัวแปรแฝง intercept เป็นคะแนนความสามารถ เริ่มต้นก่อนเรียนได้จากเส้น พัฒนาการตัดแกนตั้ง ซึ่งมี ค่าคงที่ตลอดช่วงการวัด 2. ตัวแปรแฝง slope เป็น อัตราพัฒนาการได้จาก สัมประสิทธิ์การถดถอยที่มี ค่าเดียวตลอดช่วงการวัด	1. ตัวแปรแฝง intercept และ slope มีความหมาย เช่นเดียวกับ โมเดล LGC 2. ค่าอิทธิพลจากการวัดครั้ง ก่อนไปยังครั้งถัดไป โดยประมาณจากค่า autoregressive coefficient	1. ตัวแปรแฝง intercept และ slope มีความหมาย เช่นเดียวกับ โมเดล LGC 2. ค่าอิทธิพลจากคะแนน จริงของการวัดครั้งก่อนไป ยังคะแนนจริงของการวัด ครั้งถัดไปโดยประมาณจาก ค่า autoregressive coefficient
7. ความคลาด เคลื่อนหรือเศษ เหลือ	ε_t เป็น error การวัดในการ วัดแต่ละครั้ง อยู่ในส่วน สมการการวัด ζ_1 และ ζ_2 เป็น residual ของ intercept และ slope ตามลำดับ อยู่ในส่วน สมการโครงสร้าง	เช่นเดียวกับ LGC	ε_t เช่นเดียวกับ LGC ζ_5 และ ζ_6 เป็น residual ของ intercept และ slope ตามลำดับ ζ_1 - ζ_4 เป็น residual ของ คะแนนจริง ในการวัดแต่ละครั้งอยู่ใน ส่วนสมการโครงสร้าง
8. แบบแผนของ โมเดล	โมเดลนี้ประกอบด้วย 2 โมเดลย่อย คือ 1. สมการการวัด 4 ครั้ง แบบ แผนเส้นตรง คือ $Y_1 = \eta_1 + \beta_1 \eta_2 + E_1$ $Y_2 = \eta_1 + \beta_2 \eta_2 + E_2$	โมเดลนี้ประกอบด้วย 2 โมเดลย่อย คือ 1. สมการการวัด 4 ครั้ง แบบ แผนเส้นตรง คือ $Y_1 = E_1$ $Y_2 = \eta_1 + \beta_2 \eta_2$	โมเดลนี้ประกอบด้วย 2 โมเดลย่อย คือ 1. สมการการวัด 4 ครั้ง แบบ แผนเส้นตรง คือ $Y_1 = \beta_1 \eta_1 + E_1$ $Y_2 = \beta_2 \eta_2 + E_2$

$$\begin{aligned}
 Y_3 &= \eta_1 + \beta_3 \eta_2 + E_3 & + \beta_{12} Y_1 + E_2 & & Y_3 &= \beta_3 \eta_3 + E_3 \\
 Y_4 &= \eta_1 + \beta_4 \eta_2 + E_4 & & & Y_4 &= \beta_4 \eta_4 + E_4
 \end{aligned}$$

ตาราง 1 (ต่อ)

ประเด็น	โมเดลโค้งพัฒนาการ ที่มีตัวแปรแฝง (LGC)	โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT)	โมเดลกึ่งซิมเพิลิกส์ที่มี ตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG)
8. แบบแผนของ โมเดล (ต่อ)	2. สมการโครงสร้าง ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของ η_1 และ η_2 $\eta_1 = \mu_1 + \zeta_1$ $\eta_2 = \mu_2 + \zeta_2$	2. สมการโครงสร้าง ประกอบด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของ η_1 และ η_2 $\eta_1 = \mu_1 + \zeta_1$ $\eta_2 = \mu_2 + \zeta_2$	2. สมการโครงสร้างเป็นความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจริงครั้งที่ติดกันและค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนของ η_5 และ η_6 $\eta_1 = \eta_5 + \zeta_1$ $\eta_2 = \beta_{12} \eta_1 + \eta_5 + 1 \eta_6 + \zeta_2$ $\eta_3 = \beta_{23} \eta_2 + \eta_5 + 2 \eta_6 + \zeta_3$ $\eta_4 = \beta_{34} \eta_3 + \eta_5 + 3 \eta_6 + \zeta_4$ $\eta_5 = \mu_5 + \zeta_5$ $\eta_6 = \mu_6 + \zeta_6$
9. การตรวจสอบ ความตรงของ โมเดล	เป็นการวิเคราะห์แบบ SEM ที่มีการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์	เช่นเดียวกับ LGC	เช่นเดียวกับ LGC

3. เซวณปัญญาและเซวณอารมณ์

3.1 เซวณปัญญา

เชาว์ปัญญา (Intelligence) เป็นเรื่องที่ศึกษากันมานานมากแล้ว และไม่มีคำจำกัดความใดที่จะให้ความหมายได้อย่างสมบูรณ์ ในการศึกษาเกี่ยวกับเชาว์ปัญญา นักจิตวิทยาถือว่าการศึกษาคำจำกัดความของเชาว์ปัญญา ศาสตราจารย์ แม็คเนียร์ แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้สรุปความหมายของเชาว์ปัญญา ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548: 98) กลุ่มแรกให้คำจำกัดความของเชาว์ปัญญาว่า เป็นความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม กลุ่มที่สอง เน้นความหมายของเชาว์ปัญญาว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มที่สาม มีความเห็นว่า เชาว์ปัญญาเป็นความสามารถในการคิดนามธรรม และกลุ่มสุดท้ายให้ความหมายว่า เชาว์ปัญญาเป็นความสามารถในการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าความหมายของเชาว์ปัญญานั้นแตกต่างกันตามแนวคิดของนักจิตวิทยาแต่ละคน นักจิตวิทยาที่สนใจทำการศึกษารื่องเชาว์ปัญญาจึงตั้งทฤษฎีเชาว์ปัญญาขึ้น เพื่อจะได้ใช้เป็นหลักช่วยให้เข้าใจเชาว์ปัญญายิ่งขึ้น

3.1.1 ความหมายของเชาว์ปัญญา

นักจิตวิทยาได้ให้ความหมายของคำว่าเชาว์ปัญญาแตกต่างกัน จากการศึกษาคำจำกัดความของเชาว์ปัญญา ศาสตราจารย์ แม็คเนียร์ แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้สรุปความหมายของเชาว์ปัญญา ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2548: 98) กลุ่มแรกให้คำจำกัดความของเชาว์ปัญญาว่า เป็นความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม กลุ่มที่สอง เน้นความหมายของเชาว์ปัญญาว่า เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา กลุ่มที่สาม มีความเห็นว่า เชาว์ปัญญาเป็นความสามารถในการคิดนามธรรม และกลุ่มสุดท้ายให้ความหมายว่า เชาว์ปัญญาเป็นความสามารถในการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่าความหมายของเชาว์ปัญญานั้นแตกต่างกันตามแนวคิดของนักจิตวิทยาแต่ละคน นักจิตวิทยาที่สนใจทำการศึกษารื่องเชาว์ปัญญาจึงตั้งทฤษฎีเชาว์ปัญญาขึ้น เพื่อจะได้ใช้เป็นหลักช่วยให้เข้าใจเชาว์ปัญญายิ่งขึ้น

3.1.2 ทฤษฎีเชาว์ปัญญา

ทฤษฎีเชาว์ปัญญามีหลายทฤษฎีด้วยกัน แต่จะขอนำมากล่าวเพียง 5 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว ทฤษฎีสององค์ประกอบ ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด และทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์

3.1.2.1 ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยว

ทฤษฎีองค์ประกอบเดี่ยวเป็นของบิเนต์และไซมอน จัดว่าเป็นทฤษฎีแรกในเรื่องการวัดเชาว์ปัญญาของมนุษย์ ทฤษฎีนี้เสนอโครงสร้างของเชาว์ปัญญาเป็นลักษณะอันหนึ่งอันเดียวกัน ไม่แบ่งแยกออกเป็นส่วนย่อย คล้ายกับเป็นความสามารถทั่วไปนั่นเอง ในปี ค.ศ. 1905 บิเนต์และไซมอนได้สร้างข้อสอบวัดเชาว์ปัญญาตามแนวคิดของเขาเป็นครั้งแรก ข้อสอบฉบับนี้สร้างวัดระดับเชาว์ปัญญาเป็นแบบ Global measure คือ วัดออกมาเป็นคะแนนเดียวแล้วแปลความหมายว่าใครมีปัญญาระดับใด ที่เรียกกันว่า IQ นั่นเอง (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2541: 43)

3.1.2.2 ทฤษฎีสององค์ประกอบ

ทฤษฎีนี้เสนอโดยนักจิตวิทยาชาวอังกฤษ ชื่อ ชาร์ล สเปียร์แมน ซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์คุณลักษณะโดยกระบวนการทางสถิติ แล้วพบว่า เชาว์ปัญญา ประกอบด้วย 2 โครงสร้างคือองค์ประกอบทั่วไป (General-factor หรือ g) เป็นความสามารถพื้นฐานของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็น

ความสามารถในการทำงานทั่วไป และองค์ประกอบเฉพาะ (Specific factor หรือ s) เป็นความสามารถเฉพาะอย่างของแต่ละบุคคลซึ่งเกิดขึ้นภายหลัง เป็นผลมาจากการเรียนรู้ หรือ ประสบการณ์ เป็นองค์ประกอบที่ใช้เฉพาะในกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น ความสามารถด้านกีฬา ศิลปะ ดนตรี ความสามารถเฉพาะแต่ละอย่างนี้มีค่าสหสัมพันธ์ไม่สูงนักกับความสามารถทั่วไป ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่มีความสามารถทั่วไปปานกลางอาจเป็นผู้มีความสามารถด้านศิลปะต่ำ แต่ความสามารถเฉพาะอย่างในองค์ประกอบนี้ บางชนิดอาจมีคุณสมบัติร่วมกันเองในระหว่างพวกเดียวกันเป็นกลุ่มๆได้เหมือนกัน แต่จะไม่สัมพันธ์กับความสามารถ เฉพาะของชนิดอื่นๆ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2541: 43-44; สุรางค์ โค้วตระกูล. 2548: 103-104)

3.1.2.3 ทฤษฎีหลายองค์ประกอบ

ทฤษฎีนี้เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางของนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ผู้นำในการสร้างทฤษฎีนี้ คือ เทอร์สตัน ในปี ค.ศ. 1933 โดยทำการศึกษาโครงสร้างสมอง โดยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ แยกความสามารถของมนุษย์ออกมาเป็นส่วนย่อย ได้องค์ประกอบด้วยพื้นฐานต่าง ๆ 7 ด้านด้วยกัน คือ ความสามารถทางด้านภาษา (Verbal) เป็นความสามารถในการเข้าใจคำศัพท์ รูปคำ ประโยคต่าง ๆ ทำให้มีความสามารถในการอ่าน รู้ความสัมพันธ์ของคำ และรู้ความหมายของศัพท์ได้อย่างดี ความคล่องในการใช้คำ (Word fluency) เป็นความสามารถที่จะใช้คำได้มากในเวลาจำกัด ซึ่งต่างจากความสามารถทางด้านภาษาที่มองความสามารถ ในทางความคิดความเข้าใจทางภาษา ส่วนความสามารถด้านนี้มองผลในด้านเจรจาเป็นสำคัญ ความสามารถทางด้านตัวเลข การคิดคำนวณ (Number) เป็นความสามารถที่มองเห็นความสัมพันธ์และความหมายของจำนวนและมีความแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างดีด้วย ความสามารถในการเห็นภาพ (Spatial) เป็นความสามารถในการเห็นความสัมพันธ์ของ ที่ว่างและรูปแบบ(Space-form)ในจินตนาการ มีความสามารถในการเข้าใจถึงขนาดและมิติต่างๆ ความสามารถทางด้านความจำ (Memory) เป็นความสามารถในการมีสติระลึกจำจนสามารถถ่ายทอดได้ ทั้งการจำแบบท่องจำหรือจำโดยอาศัยสิ่งสัมพันธ์ได้ ความสามารถในการรับรู้(Perceptual speed) เป็นความสามารถในการรับรู้สิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ หรือสามารถที่จะบอกความคล้ายคลึงหรือความแตกต่างของสิ่งของต่างๆ และ การรู้จักใช้เหตุผล (Reasoning) เป็นการแสดงความสามารถทางการสรุปกฎเกณฑ์ทั่วไปจากตัวอย่างได้ โดยใช้วิจารณญาณหาเหตุผลค้นคว้าหาความสำคัญ และความสัมพันธ์ (ลัวัน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2541: 45-47; สุรางค์ โค้วตระกูล. 2548: 104-105)

3.1.2.4 ทฤษฎีโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด

กิลฟอร์ด ได้เสนอรูปแบบของโครงสร้างทางสติปัญญา เพื่ออธิบายถึงความสามารถทางสมองของมนุษย์ ดังนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2548: 106-109)

มิติที่ 1 การคิด (Operation) เป็นกิจกรรมทางสมองที่สำคัญ เป็นการรวบรวมข้อมูลข่าวสารที่ได้รับและพยายามเข้าใจความหมาย ประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ การรับรู้การเข้าใจ (Cognition) หมายถึง การที่คนเราสามารถค้นพบ รู้จักสิ่งต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ตัวเรา และมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้น การจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถที่จะจำสิ่งต่างๆ และเรียกมาใช้ได้เมื่อต้องการ หรือความสามารถที่จะระลึกได้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ความจำที่บันทึกไว้(Recording) และความจำที่เก็บในความจำระยะยาว (Retention) การคิดเอนกนัย (Divergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นความคิดใหม่ๆ ที่น่าจะเป็นไปได้หลายแบบ การคิดเอกนัย (Convergent thinking) เป็นการคิดที่เน้นเรื่องความถูกต้องของคำตอบที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นคำตอบที่ดีที่สุด การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง การตัดสินใจโดยถือความถูกต้อง ความเหมาะสมและความต้องการเป็นเกณฑ์

มิติที่ 2 เนื้อหา(Content) เป็นการจัดจำพวกหรือประเภทของข้อมูลข่าวสารที่ได้รับ แบ่งออกเป็น 4 จำพวก คือ ภาพ(Figural) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่เป็นรูปธรรมจากการรับรู้จากประสาทสัมผัส เห็น ได้ยิน หรือสัมผัส สัญลักษณ์(Symbolic) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในรูปเครื่องหมายต่างๆ เช่น อักษร ตัวเลข ไนต์ดนตรี ภาษา (Semantic) ข้อมูลข่าวสารที่มักอยู่ในรูปของความหมาย ซึ่งแทนด้วยถ้อยคำ หรือภาษาเขียนที่มีความหมาย และพฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่ได้จากกิริยาท่าทางที่ใช้ในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ประกอบด้วยทัศนคติ ความต้องการ อารมณ์ ความตั้งใจของบุคคลที่มีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์

มิติที่ 3 ผลการคิด (Product) เป็นแบบต่างๆ ที่ใช้ในการคิด มีด้วยกัน 6 แบบ คือ หน่วย (Unit) คือ สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่มีตัวสมบูรณ์ เป็นหน่วยที่มีลักษณะเฉพาะตัว เช่น คน สุนัข ปากกา เป็นต้น จำพวก (Classes) หมายถึง กลุ่มของหน่วยต่างๆ ที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น นก ไก่ เป็นสัตว์ปีก เหมือนกันความสัมพันธ์ (Relation) หมายถึง การเชื่อมโยงของหน่วยหรือจำพวกของข้อมูลข่าวสาร หรือ หลักการและกฎเกณฑ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอด เช่น จำนวนของที่ประกอบด้วย 5 ขึ้น จะมากกว่าของที่ประกอบด้วย 2 ขึ้น ระบบ (System) หมายถึง โครงสร้าง หรือ การรวมหน่วยจำพวกของข้อมูลข่าวสารหรือการแสดงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของส่วนประกอบ ซึ่งอาจจะเป็นทฤษฎี กฎเกณฑ์ หรือหลักการ การแปลงรูป (Transformation) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของข้อมูลข่าวสาร เป็นต้นว่า การให้คำจำกัดความใหม่หรือการคิดแปลงข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่แล้ว และการประยุกต์ (Implications) หมายถึง การอธิบายหรือเปรียบเทียบข้อมูลข่าวสารที่มีอยู่ในรูปการคาดคะเนหรือการทำนาย

3.1.2.5 ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์

Howard Gardner (1983) กล่าวถึงเชาว์ปัญญา 7 ชนิด แม้ว่าแต่ละชนิดต่างเป็นอิสระไม่ต้องอาศัยอย่างอื่นประกอบ แต่โดยทั่วไปแล้ว กิจกรรมต่าง ๆ จะประกอบด้วยส่วนของเชาว์

ปัญญาเหล่านี้รวมกัน (จำลอง ดิษยวณิช และพริ้มเพรา ดิษยวณิช . 2548: ออนไลน์ ; อ้างอิงจาก Gardner. 1983; Walter and Gardner.1986; Krechesky and Gardner. 1990) เซาว์นปัญญา 7 ชนิด คือ ด้านภาษา (Linguistic intelligence) ได้แก่ ทักษะซึ่งเป็นผลจากการใช้ภาษาด้านตรรกะ และการคำนวณ (Logical and mathematic intelligence) ได้แก่ ทักษะในการใช้เหตุและผล รวมทั้งการคิดคำนวณ และความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหาด้านมิติ (Spatial intelligence) ได้แก่ ทักษะที่ใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้าง รูปพรรณสัณฐาน องค์ประกอบ มักพบในกลุ่มที่เป็นศิลปิน หรือ สถาปนิกด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Bodily kinesthetic intelligence) ได้แก่ ทักษะที่ใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกายในการแสดงหรือแก้ปัญหา เช่น นักกรีฑา นักแสดง นักเต้นรำ และ ศัลยแพทย์ ด้านดนตรี (Musical intelligence) ได้แก่ ทักษะที่เกี่ยวข้องกับการดนตรี และมีความไวในเรื่องจังหวะ ทำนองเสียง ตลอดจนความสามารถในการเข้าใจวิเคราะห์ดนตรี ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interpersonal intelligence) ได้แก่ ทักษะที่ใช้ในการติดต่อสัมพันธ์กับผู้อื่น เช่น มีความไวในการรับหรือส่งอารมณ์ ความรู้สึก แรงจูงใจ หรือ มีความเข้าใจในผู้อื่น ข้อนี้มักจะคล้ายกับเรื่องของ EQ.และด้านความเข้าใจที่เกี่ยวข้องกับตนเอง (Intrapersonal intelligence) ได้แก่ ความเข้าใจถึงอารมณ์ ความรู้สึกที่ตนเองมีอยู่

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แนวคิดของเธอร์สโตนในการสร้างแบบทดสอบวัดเซาว์นปัญญา ซึ่งแนวคิดนี้มีความเด่นชัดโดยเฉพาะการสร้างแบบทดสอบวัดความถนัด ซึ่งใช้ในการพัฒนาการศึกษาได้ดีที่สุด แนวคิดของเธอร์สโตน จะใช้เพื่อการสร้างและการวิจัยพัฒนาได้ดีกว่าทฤษฎีอื่น (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ.2541: 58)

3.2 เซาว์นอารมณ์

เซาว์นอารมณ์ ถือเป็นเรื่องใหม่ในแวดวงการศึกษาระดับจิตวิทยา เพราะเพิ่งได้รับความสนใจและยอมรับในความสำคัญอย่างจริงจังเมื่อ 10 กว่าปีมานี้ เดิมเคยเชื่อกันว่า ความสามารถทางเซาว์นปัญญา หรือไอคิว คือ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้มนุษย์ประสบความสำเร็จ มีชีวิตที่ดีและมีความสุข ต่อมา นักจิตวิทยาเริ่มตั้งข้อสงสัยต่อความเชื่อความเข้าใจดังกล่าว เพราะไม่เชื่อว่าความสำเร็จและความสุขในชีวิตของคนๆหนึ่ง จะขึ้นอยู่กับความสามารถทางเซาว์นปัญญาแต่เพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับนักวิชาการและบุคคลทั่วไป ที่ให้ความสำคัญในเรื่องเซาว์นอารมณ์ของบุคคลเป็นอย่างมาก ด้วยการตระหนักว่าเซาว์นอารมณ์น่าจะเป็นตัวที่ส่งเสริมความสำเร็จ และทำให้บุคคลทำงานหรือมีชีวิตร่วมกับผู้อื่นและกับตนเองได้อย่างมีความสุข เซาว์นอารมณ์นั้นมีหลายชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น ความฉลาดทางอารมณ์ สติปัญญาทางอารมณ์ อัจฉริยะทางอารมณ์ ทักษะทาง

อารมณ์ วุฒิภาวะทางอารมณ์ สติอารมณ์ เซวาร์ปัญญาทางอารมณ์ ซึ่งมาจาก คำว่า Emotional intelligence (EI) แต่เพื่อให้สอดคล้องกับคำว่า IQ จึงนิยมเรียกว่า EQ (Emotional Qoutient)

3.2.1 ความหมายของเซวาร์อารมณ์

ในปี ค.ศ. 1990 ซาโลเวย์และเมเยอร์ สองนักจิตวิทยาได้เสนอบทความเกี่ยวกับ เซวาร์อารมณ์ ในวารสาร “Intelligence” ซึ่งถือว่าเป็นความรู้พื้นฐานสำคัญของการศึกษาเซวาร์อารมณ์ โดยให้ความหมายของเซวาร์อารมณ์ว่า “เป็นความสามารถของบุคคลที่จะตระหนักรู้ใน ความคิดความรู้สึก และภาวะอารมณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นกับตนเองและผู้อื่นได้ มีความสามารถในการ ควบคุมอารมณ์ของตนทำให้สามารถขึ้นนำความคิดและการกระทำของตนได้อย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับการทำงานและการดำเนินชีวิต โดยมีสัมพันธภาพที่ดีกับบุคคลอื่นๆ”(ทศพร ประเสริฐสุข. 2543 : 93 อ้างอิงจาก Salovey and Mayer. 1990) หลังจากนั้น ในช่วงปี 1994 -1997 การศึกษาเรื่อง เซวาร์อารมณ์ ได้รับความนิยมและขยายวงกว้างมากขึ้น มีนักวิชาการหลายคนให้ความสนใจใน การศึกษาเซวาร์อารมณ์ และให้ความหมายไว้หลายท่าน เช่น บาร์ออน กล่าวว่า “เซวาร์อารมณ์ คือ ชุดของขีดความสามารถ สมรรถนะ และทักษะทางจิตพิสัย ที่ส่งผลต่อความสามารถที่จะประสบ ผลสำเร็จ ในการต่อสู้กับข้อเรียกร้อง และแรงกดดันต่างๆที่มาจากภาวะแวดล้อม” (วีระวัฒน์ ปันนิตา มัย. 2545 : 30 อ้างอิงจาก BarOn. 1997) ส่วน คูเปอร์และซาฟต์ ได้ให้ความหมายว่า “เซวาร์ อารมณ์ คือ ความสามารถของบุคคลในการที่จะรับรู้และประยุกต์ใช้พลัง การรู้จักใช้อารมณ์เป็นพลัง ข้อมูล การสร้างสายสัมพันธ์เพื่อการโน้มน้าวผู้อื่นได้” (วีระวัฒน์ ปันนิตามัย. 2545 : 30 อ้างอิงจาก Cooper & Sawaft .1997) และในขณะนั้น แดเนียล โกลแมน นักข่าวสายวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์ นิวยอร์กไทม์ จบการศึกษาระดับปริญญาเอกจากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้เขียนเป็นหนังสือเรื่อง เซวาร์อารมณ์ (Emotional intelligence) ซึ่งเป็นหนังสือที่ขายดีทั่วโลกและได้รับการตีพิมพ์อย่าง กว้างขวาง โกลแมน ได้ให้ความหมายของเซวาร์อารมณ์ว่า “เป็นความสามารถในการตระหนักถึง ความรู้สึกของตนเองและผู้อื่น และบริหารหรือจัดการอารมณ์ภายในตนเอง เพื่อเป็นแรงจูงใจตนเองใน การสร้างความสัมพันธ์กับผู้อื่นได้อย่างประสบผลสำเร็จ” (ทศพร ประเสริฐสุข. 2543 : 94 อ้างอิงจาก Goleman.1998)

สำหรับประเทศไทย มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของ เซวาร์อารมณ์ ไว้หลายท่าน เช่น พระราชวรมนูณี ได้บรรยายพิเศษ เรื่อง อีคิว แก่กองบรรณาธิการวารสารพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ณ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย กล่าวว่า “ เซวาร์อารมณ์ คือ การใช้ปัญญากำกับการแสดงอารมณ์ที่ออกมาให้มีเหตุผล เป็นการแสดงอารมณ์ความรู้สึกออกมาใน แต่ละสถานการณ์ โดยถือว่าอารมณ์หรือความรู้สึกนั้นเป็นพลังให้เกิดพฤติกรรม ซึ่งถ้าพลังขาดปัญญา กับก็จะเป็นพลังตาบอด ปัญญาจึงเป็นตัวที่จะมากำกับชีวิตของเราให้การแสดงออกเป็นไปในทางที่

ถูกต้อง” (พระราชมณเฑียร. 2543: 21) ในปี 2543 กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ได้ตั้งคณะทำงานเพื่อศึกษาองค์ความรู้ เรื่อง เซาว์นอารมณ์ ที่มีความสอดคล้องกับสังคมไทย และให้ความหมายของเซาว์นอารมณ์ว่า “เซาว์นอารมณ์ คือ ความสามารถทางอารมณ์ในการดำเนินชีวิตอย่างสร้างสรรค์และมีความสุข” (กรมสุขภาพจิต. 2546: 1) ส่วน นายแพทย์ เทอดศักดิ์ เดชคง แพทย์ผู้ซึ่งให้ความสนใจและเขียนหนังสือเกี่ยวกับเซาว์นอารมณ์ ได้ให้ความหมายว่า “เซาว์นอารมณ์ คือ ความสามารถทางอารมณ์ในการรับรู้และเข้าใจตนเอง เข้าใจ เห็นใจผู้อื่น มีความมุ่งมั่น อดทนรอคอย เพื่อไปยังเป้าหมาย มองโลกในด้านที่เป็นบวก และรู้จักจัดการแก้ปัญหาและความขัดแย้งของตนเองได้” (เทอดศักดิ์ เดชคง. 2545:15)

กล่าวโดยสรุป ความหมายของเซาว์นอารมณ์ คือ ความสามารถของบุคคล ในการตระหนักรู้ในอารมณ์และความรู้สึกของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งสามารถควบคุมอารมณ์ของตนเองได้ในการแสดงพฤติกรรมที่เหมาะสมกับสถานการณ์ เป็นที่ยอมรับของผู้อื่นและดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขและประสบผลสำเร็จ

3.2.2 องค์ประกอบของเซาว์นอารมณ์

ในปัจจุบันจำนวนองค์ประกอบเชิงโครงสร้างของเซาว์นอารมณ์ ยังไม่เป็นที่แน่นอน นักวิชาการยังมีความเห็นไม่ตรงกัน ซึ่งมีนักวิชาการเสนอโครงสร้างของเซาว์นอารมณ์ ดังนี้

ซาโลเวและเมเยอร์ ได้เสนอโครงสร้างของเซาว์นอารมณ์ในปี1990 โดยให้ความเห็นว่า เซาว์นอารมณ์เป็นเรื่องของทักษะในการปรับตัวใน 3 ลักษณะ คือ การรู้จักภาวะอารมณ์ การควบคุมอารมณ์ และการใช้อารมณ์ ต่อมาในปี1997 ทั้งสองในแบ่งโครงสร้างเซาว์นอารมณ์ใหม่ ได้ 4 องค์ประกอบ (วีระวัฒน์ บันนิตมัย. 2545 : 60 -66) องค์ประกอบแรก คือ การรับรู้ การประเมิน และการแสดงออกของอารมณ์(perception, appraisal and expression of emotion) เป็นความสามารถในการระบุภาวะอารมณ์ของตนเองและของผู้อื่นได้ สามารถแสดงอารมณ์ได้ถูกต้องตามกาลเทศะ และสามารถจำแนกความรู้สึกได้ว่า จริงหรือเท็จ ถูกหรือผิด องค์ประกอบที่สอง คือ การเกื้อหนุนการคิดอารมณ์(emotion facilitation of think) เป็นความรู้สึกที่ช่วยจัดลำดับความสำคัญ เกื้อหนุนการตัดสินใจและจดจำความรู้สึกต่างๆ สามารถเปลี่ยนความคิดจากคิดแง่เดียวมุมเดียวเป็นคิดได้หลากหลาย และคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆได้ดีขึ้น องค์ประกอบที่สาม คือ การเข้าใจ วิเคราะห์ และการใช้อารมณ์(reflective regulation of emotions to further emotional and intellectual growth) เป็นความสามารถในการระบุอารมณ์ ให้ความหมายของอารมณ์ เข้าใจอารมณ์ และเข้าใจความผันแปรของอารมณ์ที่เกิดขึ้นได้ และองค์ประกอบสุดท้าย คือ การจัดระบบอารมณ์เพื่อพัฒนาอารมณ์และสติปัญญา เป็นการเปิดใจรับความรู้สึกทางบวกและทางลบ เมื่อคิดใคร่ครวญแล้ว

สามารถยืดถือหรือปลดปล่อยตนจากภาวะอารมณ์ได้ โดยคิดพิจารณาถึงภาวะอารมณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นกับตนเอง และบริหารจัดการภาวะอารมณ์ของตนและคนอื่นได้

ในปี 1997 บาร์ออนได้เสนอโครงสร้างของเชาวน์อารมณ์ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบบางด้านของบุคลิกภาพและสภาวะทางจิตเป็นอย่างมาก ทั้งนี้อาจสืบเนื่องมาจากในช่วงต้นปี 1980 ที่เขาเริ่มศึกษาด้านนี้ แนวคิดและโครงสร้างพื้นฐานที่นำมาเป็นรากฐานของการสร้างแบบประเมินเชาวน์อารมณ์ยังไม่ชัดเจนกระจ่างแจ้งมากพอ (วีระวัฒน์ บัณฑิตามัย. 2545 : 75) ซึ่งบาร์ออนได้ แบ่งเชาวน์อารมณ์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ (Mayor. 2001: 10 -11) ได้แก่ ทักษะภายในตนเอง(Intrapersonal skills) ประกอบด้วย การตระหนักรู้อารมณ์ตนเอง(Emotional self – awareness) มีหลักการ(Assertiveness) ความภูมิใจในตนเอง(Self – regard) ใช้ศักยภาพของตนเอง(Self – actualization) และ ความเป็นอิสระในการคิด(Independence) ทักษะระหว่างบุคคล (Interpersonal skills) ประกอบด้วย ความเห็นอกเห็นใจ(Empathy) สัมพันธภาพระหว่างบุคคล (Interpersonal relationship) และความรับผิดชอบต่อสังคม(Social responsibility) การปรับตัว (Adaptability) ประกอบด้วย การแก้ปัญหา(Problem solving) และการทดสอบความจริง(Reality testing) การจัดการความเครียด(Stress management scales) ประกอบด้วย ความอดทนกับความเครียด(Stress tolerance) และการควบคุมอารมณ์(Impluse control) และองค์ประกอบสุดท้ายคือ อารมณ์ทั่วไป(General mood) ประกอบด้วย การมองโลกในแง่ดี(Optimism) และการมีความสุข (Happiness)

ต่อมา ในปี 1998 โกลแมน ได้เสนอกรอบแนวคิด เกี่ยวกับโครงสร้างของเชาวน์อารมณ์ โดยปรับปรุงจาก แนวคิดเดิมของเขา ในปี 1995 และแนวคิดของซาโลเวและเมเยอร์ โดยแบ่งสมรรถนะทางอารมณ์(Emotional competence) ออกเป็น 5 ด้าน คือ การเข้าใจตนเอง(Intra awareness) ประกอบด้วย เข้าใจอารมณ์ ประเมินตนเองได้ถูกต้องแม่นยำ และมีความมั่นใจในตัวเอง การจัดการอารมณ์ตนเอง (Self regulation) ประกอบด้วย ควบคุมความรู้สึกและอารมณ์ได้มีความซื่อสัตย์และยุติธรรม มีสติ รู้จักปรับตัว และเปิดรับนวัตกรรมใหม่ๆการสร้างแรงจูงใจ(Motivation) ประกอบด้วย มีแรงบันดาลใจเพื่อบรรลุความสำเร็จ มีจุดมุ่งหมาย มีความคิดริเริ่ม และมองโลกในแง่ดี ความเห็นอกเห็นใจ(Empathy) ประกอบด้วย การเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่น พัฒนาและส่งเสริมความสามารถของผู้อื่น ให้บริการผู้อื่น สร้างโอกาสเพื่อเข้าถึงกลุ่มคน และตระหนักถึงพลังของกลุ่มคน และทักษะทางสังคม(Social skill) ประกอบด้วย มีอิทธิพล ใช้โน้มน้าวใจเพื่อชักจูง มีทักษะสื่อสาร มีความสามารถแก้ไขความขัดแย้ง ความเป็นผู้นำ สามารถเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆได้ ประสานรอยร้าว สร้างสัมพันธภาพให้แน่นแฟ้น ช่วยเหลือร่วมมือกับบุคคลอื่นได้ และมีความสามารถในการทำงานเป็นทีม

และในปีเดียวกัน ไวซิงเจอร์ ได้พัฒนาองค์ประกอบของเชาว์อารมณ์จากแนวคิดของ เมเยอร์และซาโลเว ออกมาเป็นทักษะเฉพาะสองส่วน คือเชาว์อารมณ์ภายในตนเอง ประกอบด้วย การพัฒนาการตระหนักรู้ การจัดการอารมณ์และการกระตุ้นจิตใจ และเชาว์อารมณ์ระหว่างบุคคล ประกอบด้วย การพัฒนาทักษะการสื่อสาร การพัฒนาทักษะระหว่างบุคคล และการช่วยเหลือผู้อื่นให้ช่วยเหลือตัวเองได้

สำหรับในประเทศไทย นักวิชาการได้ เสนอโครงสร้างของเชาว์อารมณ์ที่สอดคล้องกับแนวทางการดำเนินชีวิตและบริบทของประเทศไทย ดังนี้

วีระวัฒน์ ปันนิตามัย(2545) ใช้กรอบแนวคิดของเมเยอร์และซาโลเว กับไกลแมน ศึกษาวิจัยเพื่อสร้างแบบประเมินเชาว์อารมณ์ ในปี พ.ศ. 2542 โดยสรุปองค์ประกอบของเชาว์อารมณ์ เป็น 7 ด้าน คือ การรู้จักอารมณ์ตนเอง การตระหนักรู้ถึงภาวะอารมณ์ของผู้อื่น ความเอื้ออาทร วุฒิภาวะทางอารมณ์ การควบคุมอารมณ์ การมีแรงจูงใจที่ดี ทักษะทางสังคม

ในทางพุทธศาสนาก็มีความสนใจในเรื่องเชาว์อารมณ์เช่นกัน โดย พระธรรมปิฎกได้ เสนอโครงสร้างของเชาว์อารมณ์ ออกเป็น 4 ด้าน (พระธรรมปิฎก. 2543: 38 - 39) คือ ภาวิตกาย มีกายที่พัฒนาแล้ว หมายถึง พัฒนาความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ภาวิตศีล มีศีลที่พัฒนาแล้ว คือ พัฒนาความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางสังคม อยู่ร่วมกับเพื่อนมนุษย์ด้วยความสัมพันธ์ที่ดีงามเกื้อกูล ภาวิตจิต มีจิตใจที่พัฒนาแล้ว ทั้งด้านคุณธรรมความดีงามสมรรถภาพและประสิทธิภาพของจิตใจและภาวะจิตใจที่มีความสุขสดชื่นเบิกบาน ภาวิตปัญญา มีปัญญาที่พร้อมพัฒนาแล้ว รู้เข้าใจ หยั่งเห็นความจริงของโลกและชีวิต แสดงท่าทีต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี มีดุลยภาพและเป็นอิสระ

ในปี 2543 กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ได้สร้างแบบประเมินเชาว์อารมณ์ สำหรับประชาชนทั่วไป โดยใช้ชื่อว่า “ แบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์ “ และแบ่งองค์ประกอบของเชาว์อารมณ์ ออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้ (กรมสุขภาพจิต.2546: 2-3)

1.ดี ประกอบด้วย การควบคุมอารมณ์และความต้องการของตนเอง ได้แก่ รู้อารมณ์และความต้องการของตนเอง ควบคุมอารมณ์และความต้องการได้ พร้อมทั้งแสดงออกอย่างเหมาะสม การเห็นใจผู้อื่น ได้แก่ ใส่ใจผู้อื่น เข้าใจและยอมรับผู้อื่น พร้อมทั้งแสดงความเห็นใจอย่างเหมาะสม และความรับผิดชอบ ได้แก่ รู้จักให้ รับ ให้อภัย และเห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม

2.เก่ง ประกอบด้วย การรู้จักและมีแรงจูงใจในตนเอง ได้แก่ รู้ศักยภาพตนเอง สร้างขวัญและกำลังใจให้ตนเองได้ อีกทั้งมีความมุ่งมั่นไปสู่เป้าหมาย การตัดสินใจและแก้ปัญหา ได้แก่ รับรู้และเข้าใจปัญหา มีขั้นตอนในการแก้ปัญหา และมีความยืดหยุ่น และการมีสัมพันธภาพกับผู้อื่น ได้แก่

3. สุข ประกอบด้วย มีความภูมิใจในตนเอง ได้แก่ เห็นคุณค่าตนเอง และเชื่อมั่นในตนเอง มีความพึงพอใจในชีวิต ได้แก่ มองโลกในแง่ดี มีอารมณ์ขัน และพอใจในสิ่งที่ตนมีอยู่ และมีความสงบทางใจ ได้แก่ มีกิจกรรมที่เสริมสร้างความสุข รู้จักผ่อนคลาย และมีความสงบทางจิตใจ

คมเพชร จัตรศุภกุล และผ่องพรรณ เกิดพิทักษ์(2544) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับเชาวน์อารมณ์ จากการสร้างแบบประเมินเชาวน์อารมณ์ โดยแบ่งเชาวน์อารมณ์ออกเป็น 5 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบส่วนบุคคล ได้แก่ ความสามารถ ในด้าน การตระหนักรู้อารมณ์ตนเอง การแสดงอารมณ์ ความรู้สึก ความคิด และความเชื่อของตนเอง การเคารพศักดิ์ศรีตนเอง การรู้จักและเข้าใจศักยภาพของตนเอง การมีความรู้สึกอิสระที่แสดงถึงความเป็นตัวของตัวเอง องค์ประกอบระหว่างบุคคล ได้แก่ ความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น การมีสัมพันธภาพกับผู้อื่น ความรับผิดชอบต่อสังคม องค์ประกอบด้านการปรับตัว ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการตรวจสอบความจริง การมีความยืดหยุ่น องค์ประกอบการจัดการความเครียด ได้แก่ การจัดการความเครียด การควบคุมตนเอง และองค์ประกอบด้านภาวะอารมณ์ทั่วไป ได้แก่ การมีความสุข ความพึงพอใจในชีวิต และการมองโลกในแง่ดี

อุไร จักษ์ตรึงมล(2545 :86) ได้ทำการสังเคราะห์โครงสร้างเชาวน์อารมณ์และพัฒนาโครงสร้างเชาวน์อารมณ์ โดยกำหนดโครงสร้างเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ออกเป็น 5 ด้าน คือ การรู้จักตนเอง ได้แก่ การตระหนักรู้ตน มีความเชื่อมั่นในตนเอง ภาคภูมิใจในคุณค่าของตน สามารถประเมินตนเองได้ตามที่เป็นจริง การจัดการอารมณ์ ได้แก่ การจัดการความเครียด มีความยืดหยุ่น สามารถควบคุมอารมณ์ได้ การมีแรงจูงใจที่ดี ได้แก่ การจูงใจตนเอง มีหลักการ มีความเพียรพยายาม การตระหนักรู้สังคม ได้แก่ ความรับผิดชอบต่อสังคม มองโลกในแง่ดี เข้าใจคนอื่น เห็นอกเห็นใจคนอื่น สามารถจัดการความขัดแย้ง และการมีทักษะในการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แก่ ทักษะการติดต่อสื่อสาร ความสามารถในการทำงานเป็นกลุ่ม

แม้ว่าเชาวน์อารมณ์ของนักวิชาการแต่ละท่านจะมีโครงสร้างที่แตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็อาจแบ่งโครงสร้างเชาวน์อารมณ์ ได้ออกเป็น 2 องค์ประกอบที่คล้ายคลึงกัน คือ ความสามารถทางอารมณ์ในส่วนบุคคลกับ ความสามารถทางอารมณ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ซึ่งเป็นทักษะทางสังคม (วิลาสลักษณ์ ชิววลี. 2543: 63-64)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้โครงสร้างเชาวน์อารมณ์ของ อุไร จักษ์ตรึงมล ในการศึกษาเชาวน์อารมณ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจาก เป็นโครงสร้างที่ได้บูรณาการจากหลายแนวคิดเข้าด้วยกัน และพัฒนาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาจากนักเรียนไทย น่าจะเหมาะสมกับงานวิจัยในครั้งนี้มากที่สุด

จากการศึกษาองค์ประกอบในการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า คุณลักษณะด้านสติปัญญาของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 50 ส่วนคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจของผู้เรียนสามารถอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 25 ในขณะที่คุณลักษณะด้านสติปัญญาและคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจร่วมกันอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 65 (Bloom,B.S. 1976:169) และจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า ลักษณะของตัวแปรแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย และลักษณะทางสติปัญญา ตัวแปรลักษณะทางอารมณ์หรือจิตพิสัย ได้แก่ เจตคติ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสนใจ ความวิตกกังวล ความมีวินัยในตนเอง ความภูมิใจในตนเอง ความเชื่อมั่นในตนเอง อึดทนในทศน์ การปรับตัว ความรู้สึกมีอิสระในตนเอง เป็นต้น ส่วนตัวแปรลักษณะทางสติปัญญา ได้แก่ สมรรถภาพทางสมอง ด้านภาษา จำนวน การใช้เหตุผล มิติสัมพันธ์ ความจำ ความถนัดทางการเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเขาวินัยปัญญามาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านสติปัญญาและนำเขาวินัยอารมณ์มาศึกษาเป็นตัวแทนตัวแปรกลุ่มลักษณะด้านอารมณ์หรือจิตพิสัย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดการเปลี่ยนแปลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดการเปลี่ยนแปลงในต่างประเทศจะมีหลายลักษณะ เช่น การนำโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการในเรื่องต่างๆ นำโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงไปเปรียบเทียบกับโมเดลอื่นๆหรือพัฒนาโมเดลขึ้นมาใหม่ ตัวอย่างงานวิจัยที่นำโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการในสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ ในด้านสังคมศาสตร์ Walker ; et al. (1996)ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(LGC) ศึกษาการให้การดูแลและความพึงพอใจของผู้ให้การดูแลมารดาในช่วงปี 1986 -1988 เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ 4 ครั้ง จากกลุ่มตัวอย่าง 130 คน ที่เป็นลูกสาวอายุวัยกลางคน (53ปี) ผู้ให้การดูแลมารดาที่เป็นหม้ายและสูงอายุ ผลการศึกษาพบว่า แนวโน้มของความพึงพอใจของผู้ดูแลมารดาลดลงเมื่อมีการให้การดูแลเพิ่มขึ้น และการวิเคราะห์ด้วยโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงชนิดตัวแปรพหุ (Multivariate LGC) พบว่า ระยะเวลาในการดูแลไม่มีผลต่อความพึงพอใจเริ่มต้น และอัตราการเปลี่ยนแปลงความพึงพอใจ ส่วน Comman,Lynch and Goldman(2004) ใช้โมเดล LGC ศึกษาความคงที่และการเปลี่ยนแปลงและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้เกี่ยวกับ

การได้รับการสนับสนุนทางสังคมของผู้สูงอายุชาวไต้หวัน โดยเก็บข้อมูลจำนวน 4 ครั้ง ในช่วงเวลา 10 ปี ผลการศึกษาพบว่า การรับรู้เกี่ยวกับการสนับสนุนทางสังคม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามอายุ การรับรู้และรูปแบบการเปลี่ยนแปลง แตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่าง องค์ประกอบพื้นฐานทางสังคม วัฒนธรรม สามารถอธิบายความแตกต่างในระดับเริ่มต้นของการรับรู้การได้รับการสนับสนุน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการรับรู้การได้รับการสนับสนุนด้วย

ในทางจิตวิทยา Garst et al. (2000) ได้ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงชนิดตัวแปรพหุ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของ ความเหนื่อยยาก และความเครียด ของชาวเยอรมันตะวันออก โดย ทำการวัด จำนวน 6 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า องค์ประกอบด้านสถานภาพและคุณลักษณะ (Trait) ของความเครียด ได้รับผลจากความเหนื่อยยาก แนวโน้มของความเหนื่อยยากและความเครียด มีความสัมพันธ์กัน แต่ความเครียดมีความสัมพันธ์ในช่วงระยะสั้นๆกับระยะเวลา ส่วน Jones and Meredith (2000) ใช้โมเดล LGC พัฒนาโค้งพัฒนาการของสุขภาพจิตจากวัยรุ่นถึงวัยผู้ใหญ่ตอนปลาย ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 263 คน ในช่วงอายุ 14, 18, 30, 40, 50 และ 60 ปี ผลการวิเคราะห์ได้ โค้งพัฒนาการ 2 รูปแบบ คือ โค้งสุขภาพจิตจะมีความคงที่ในช่วงวัยรุ่น และเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ในช่วงอายุ 30 - 62 ปี โดยโค้งพัฒนาการ 2 รูปแบบมีความสัมพันธ์กันปานกลาง ซึ่งให้เห็นว่า สุขภาพจิตที่ดีในช่วงวัยรุ่นจะแสดงถึงแนวโน้มสุขภาพจิตในวัยผู้ใหญ่ด้วย ในขณะที่ Reynold, Finkel and McArdle (2005) ใช้โมเดล LGC ศึกษาปริมาณสารพันธุกรรมที่มีต่อการเปลี่ยนแปลง ความสามารถทางสติปัญญาในด้านทักษะทางภาษา ความจำ และความเร็วในการรับรู้ของชาวสวีเดน ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณสารพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นในแบบแผนที่ไม่ใช่เส้นตรงมากกว่าในแบบแผนเชิงเส้นตรง ที่ระดับอายุ 65 ปี ส่วนประกอบของความแปรปรวน ซึ่งให้เห็นว่ามีการลดลงของปริมาณสารพันธุกรรมและการไม่สนใจในสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้นตามอายุ การศึกษาครั้งนี้สนับสนุนทฤษฎี การเพิ่มขึ้นของอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมกับอายุมีผลต่อความสามารถทางสติปัญญา

ในด้านการศึกษา Muthen and Khoo (1998) ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (LGC) ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน เกรด 7 - 12 และ ตัวแปรภูมิหลังที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ได้แก่ ระดับการศึกษาของมารดา เพศ และทรัพยากรในบ้าน สรุปได้ว่า รูปแบบพัฒนาการสามารถอธิบายปริมาณของจำนวนการเปลี่ยนแปลงของความแตกต่างของพัฒนาการ และมีความสัมพันธ์กับตัวแปรภูมิหลัง และกรอบความคิดของรูปแบบการวิเคราะห์ตัวแปรแฝง ยังทำให้มีความชัดเจน มีความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์ และในการวิจัยครั้งนี้ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ยังให้วิธีการที่น่าสนใจในการค้นหาและอธิบายความแตกต่างของพัฒนาการของแต่ละบุคคล ส่วน Stole, Peetsma and Roeleveld (2001) ใช้โมเดล LGC ศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาการลงทุนของโรงเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความสามารถทางภาษา ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในเนเธอร์แลนด์ จำนวน 2,693 คน จาก 214 โรงเรียน โดยผลการศึกษาจะนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนาความสามารถทางภาษา และความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียน การลงทุนของโรงเรียน โดยจะพัฒนาไปตามความแตกต่างของนักเรียนแต่ละคน ผลการศึกษา พบว่า พัฒนาการลงทุนของโรงเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง และความสามารถทางภาษา มีความสัมพันธ์กันทางบวก และสถิติปัญญามีผลต่อความแตกต่างในความสามารถทางภาษา และพบว่า การลงทุนของโรงเรียน ความเชื่อมั่นในตนเอง และสถิติปัญญาสามารถอธิบายสัดส่วนความแตกต่างของพัฒนาการด้านความสามารถทางภาษา

สำหรับงานวิจัยที่มีการเปรียบเทียบวิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ได้แก่ Marsh, H.W. (1993) ได้เปรียบเทียบโมเดลซิมเพล็กซ์กับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบหนึ่งองค์ประกอบในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว 2 กรณี คือ ประสิทธิภาพการสอนในมหาวิทยาลัยของอเมริกาที่ประเมินโดยนักศึกษา และบุคลิกภาพของวัยรุ่น ทั้งสองกรณี พบว่า โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบหนึ่งองค์ประกอบ สอดคล้องกับข้อมูลแต่โมเดลซิมเพล็กซ์ไม่สอดคล้องกับข้อมูล และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโมเดลซิมเพล็กซ์กับโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ในการศึกษากรณีแรก พบว่า โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์สอดคล้องกับข้อมูลแต่โมเดลซิมเพล็กซ์ไม่สอดคล้องกับข้อมูล ส่วน MacCallum et.al. (1997) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการตอบสนองทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการขัดแย้งของคู่สมรสที่แต่งงานกันมานาน โดยใช้โมเดลพหุระดับและโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ทั้งชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ กลุ่มตัวอย่างเป็นคู่แต่งงานจำนวน 31 คู่ ทำการวิเคราะห์ฮอริโมนจำนวน 5 ครั้ง เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของฮอริโมน จำนวน 3 ชนิด ในระหว่างการทดลอง ผลการวิจัยการเปลี่ยนแปลงชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ พบว่าโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงได้ผลเช่นเดียวกับโมเดลพหุระดับ และ Chou, Bentler and Pentz (1998) เปรียบเทียบวิธีการทางสถิติ 2 วิธีในการศึกษาโค้งพัฒนาการ คือ โมเดลพหุระดับและการวิเคราะห์โค้งตัวแปรแฝง โดยที่การวิเคราะห์โค้งตัวแปรแฝงศึกษาใน 2 โมเดล คือ โมเดล LCA ที่กำหนดน้ำหนักของพัฒนาการเป็นค่าคงที่ กับโมเดล M&T ที่ประมาณค่าน้ำหนักของพัฒนาการ จึงเป็นการเปรียบเทียบ 3 โมเดล โดยศึกษาค่าพารามิเตอร์ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ มีการเก็บข้อมูลระยะยาวการสูบบุหรี่ในกลุ่มวัยรุ่น จำนวน 2,779 คน จาก 50 โรงเรียน จำนวน 5 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า ค่าประมาณพารามิเตอร์ของคะแนนความสามารถเริ่มต้น และอัตราพัฒนาการของโมเดลพหุระดับกับโมเดล LCA เท่ากัน ส่วนโมเดล M&T มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลทั้งสอง ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลระหว่าง โมเดล LCA และโมเดล M&T พบว่า โมเดล M&T มีความคลาดเคลื่อนของโมเดลน้อยกว่า

นอกจากนี้แล้วยังมีการพัฒนาโมเดลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยบูรณาการโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง กับโมเดลอื่น แล้วเปรียบเทียบวิธีที่พัฒนามาใหม่กับวิธีเดิม ได้แก่ Curran and Bollen (2001) ได้บูรณาการโมเดลซิมเพล็กซ์กับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เรียกว่า โมเดลซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Simplex latent curve model) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการระหว่างพฤติกรรมต่อต้านสังคมและอาการซึมเศร้าของเด็ก จำนวน 180 คน และเปรียบเทียบกับโมเดลซิมเพล็กซ์และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ ผลการศึกษาพบว่า ในการศึกษาตัวแปรเดียวพฤติกรรมต่อต้านสังคม โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงอธิบายพัฒนาการได้ดีกว่าโมเดลซิมเพล็กซ์และโมเดลซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ต่อมา Bollen and Curran (2004) ได้พัฒนาโมเดลซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเติมและเรียกว่า โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (Autoregressive latent trajectory model : ALT) ทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงการเข้าสู่ตลาดแรงงานของเยาวชน ตั้งแต่ปี 1986 ถึง 1994 จำนวน 3,912 คน และเปรียบเทียบกับโมเดลออโตรีเกรสซีฟและโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ผลการศึกษาพบว่า โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการอธิบายการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุด

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงในประเทศไทยจะมีลักษณะเป็นการพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดสองครั้งแล้วเปรียบเทียบแต่ละวิธี ได้แก่ อรุณี ช่อนสวัสดิ์ (2537) ได้พัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบคุณภาพของพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนจริง วิธีหาความแตกต่างระหว่างความสามารถ วิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด ในการพัฒนาได้อาศัยทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมและคำนึงถึงอิทธิพลพหุคูณ 4 แนวคิด แต่ละแนวคิดมีทางปฏิบัติเป็น 2 แนวทาง แนวทางหนึ่ง วัดด้วยค่าประมาณคะแนนจริง ส่วนอีกแนวทางหนึ่งวัดด้วยคะแนนดิบ ผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ 8 วิธี ให้เทคนิคมอนติคาร์โลในการจำลองปัญหาการวิจัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จุลภาค ในสภาพการเรียนรู้ 3 ลักษณะ (แบบรอบรู้ แบบทั่วไป และแบบกึ่งรอบรู้) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน 3 ระดับ (0.4 0.6 และ 0.8) กลุ่มตัวอย่าง 3 ขนาด (30 50 และ 100 คน) และแบบสอบมีความยาว 3 ระดับ (30 60 และ 120 ข้อ) ผลการวิจัย พบว่า 1) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธีมีความตรงเชิงเกณฑ์สัมพันธ์สูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในเกือบทุกแบบแผนการวิจัย 2) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้แต่ละวิธี จำแนกอันดับที่ได้สอดคล้องกับวิธีเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ในทุกแบบแผนการวิจัยและทุกลักษณะ

การเรียนรู้ 3) ทุกวิธีวัดที่ผู้วิจัยพัฒนามีความเชื่อมั่นสูงกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ดเกินกว่า 74 ครั้งของการกระทำซ้ำ 100 ครั้ง 4) วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่อิทธิพลเพดานเป็นผลต่อเนื่องจากสัดส่วนคะแนนจริงของความแตกต่างระหว่างคะแนนเต็ม และคะแนนหลังเรียน กับคะแนนจริงก่อนเรียน ซึ่งทำการวัดด้วยการประมาณคะแนนจริง มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานต่ำกว่าวิธีหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ เกินกว่า 98 ครั้งของการกระทำซ้ำ 100 ครั้ง ส่วน อวยพร เรืองตระกูล (2544) ได้ศึกษาการพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญในการวิจัย เพื่อพัฒนาและวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ 9 วิธี ประกอบด้วย วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม 5 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ 2) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากคะแนนมาตรฐาน 3) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากลอการิทึมของคะแนนดิบ 4) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์ และ 5) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพ วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ 2 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างของความสามารถที่แท้จริง และ 2) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยใช้โมเดลราส์พหุมิติสำหรับการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลง และวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ผู้วิจัยพัฒนา 2 วิธี ได้แก่ 1) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับศักยภาพการพัฒนา และ 2) วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์ เมื่อเทียบกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 698 คน และ 637 คน จากโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร 12 โรงเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 ฉบับที่คู่ขนานกัน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ชุด ชุดแรกเป็นข้อมูลปฐมภูมิ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง ด้วยแบบทดสอบฉบับเดิม และแบบจตุรัสละตินด้วยแบบทดสอบคู่ขนาน ส่วนข้อมูลชุดที่สามเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการวัดซ้ำ 5 ครั้ง มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค (Dichotomous) และตรวจให้คะแนนความรู้บางส่วน (Partial credit) การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการ และการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการ ในด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์และค่าความคลาดเคลื่อน ด้วยการวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่นและสถิติทดสอบ Hotelling ผลการวิจัย สรุปได้ว่า 1) ผลการประมาณค่าคะแนนพัฒนาการระหว่าง 3 กลุ่มวิธี พบว่า กลุ่มวิธีของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม กลุ่มวิธีของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบและกลุ่มวิธีของทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่

ผู้วิจัยพัฒนามีคุณภาพไม่แตกต่างกัน 2) ภายในกลุ่มทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม พบว่า วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ และวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์มีคุณภาพสูงกว่าวิธีอื่นสำหรับข้อมูล 2 ชุดแรก และวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการส่วนที่เหลือเทียบกับศักยภาพของผู้สอบมีคุณภาพสูงกว่าวิธีอื่น สำหรับข้อมูลชุดที่ 3 3) ภายในกลุ่มทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ พบว่า วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการโดยใช้โมเดลราล์ซพหุมิติสำหรับการเรียนรู้และการเปลี่ยนแปลง มีคุณภาพสูงกว่าวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความแตกต่างของความสามารถที่แท้จริง 4) ภายในกลุ่มทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบที่ผู้วิจัยพัฒนา พบว่า วิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับความสามารถที่แท้จริงก่อนเรียนมีคุณภาพสูงกว่าวิธีการวัดคะแนนพัฒนาการจากความสามารถที่แท้จริงสัมพัทธ์เมื่อเทียบกับศักยภาพการพัฒนา สำหรับข้อมูลที่มีการตรวจให้คะแนนแบบทวิภาค

สำหรับงานวิจัยที่ศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลที่นำไปใช้วัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ได้แก่ เอ็มพร หลินเจริญ (2539) ได้พัฒนาโมเดลลิสเรลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และทำการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา ความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่มของโมเดลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โมเดลประกอบด้วยตัวแปรสังเกตได้ 14 ตัวแปร และตัวแปรแฝง 4 ตัวแปร ได้แก่ ลักษณะนักเรียน สภาพแวดล้อมทางครอบครัว คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร และในจังหวัดกำแพงเพชรที่อยู่ในอำเภอเมืองและนอกเขตอำเภอเมือง จำนวน 450 คน ผลการทดสอบพบว่า โมเดลศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ผลการทดสอบไค-สแควร์ มีค่า 46.90 ที่องศาอิสระ เท่ากับ 52 p มีค่า 0.67 GFI มีค่า 0.99 ผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างเวลา แสดงให้เห็นว่าการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสองครั้งเป็นการวัดตัวแปรแฝงตัวเดียวกัน ส่วนผลการทดสอบความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม พบว่า โมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และผลการศึกษาการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการทดสอบภายหลัง พบว่า ค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ศึกษาในกรุงเทพมหานครสูงกว่านักเรียนที่ศึกษาในจังหวัดกำแพงเพชรที่อยู่นอกเขตอำเภอเมือง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในปีเดียวกัน ประสิทธิ์ ไชยกาล (2539) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสเรล 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 606 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดำเนินการเก็บข้อมูล 3 ครั้ง สำหรับการวัดตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ และเก็บข้อมูล 1 ครั้ง สำหรับการวัดตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะโมเดลมีความคลาดเคลื่อนต่ำและสามารถให้ผลการทดสอบที่สามารถบ่งชี้ได้ว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมีความไม่แปรเปลี่ยน รองลงมา คือ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และโมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ตามลำดับ สำหรับโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว พบว่า โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะโมเดลสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้ และโมเดลมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดด้วย รองลงมาคือ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว และโมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับ การศึกษาของผ่องศรี น้อยปรีชา(2545) ที่ศึกษาการวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดลลิสรелตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรелที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 800 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นแบบวัดซ้ำ 4 ครั้ง วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานและการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น ใช้โปรแกรมลิสรел ผลการวิจัยพบว่า โมเดลลิสรелที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมา คือ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และโมเดลลิสรелที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ตามลำดับ สำหรับโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โมเดลลิสรелที่มีการวัดการ

เปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมา คือโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ตามลำดับ ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ 0.69 ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ส่วน วีระศักดิ์ คำล้าน (2540) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นพหุระดับ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ สร้างโมเดลโค้งพัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ และเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวแบบพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม เอช แอล เอ็ม ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 603 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบวัดเจตคติ แบบวัดแรงจูงใจ และแบบวัดเชาวน์ปัญญา สแตนคาร์ด โปรเกรสซีฟ เมทริซิส ผลการวิจัยที่สำคัญมีดังนี้

- 1) โมเดลโค้งพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่สร้างขึ้นเป็นโมเดลพัฒนาการแบบควอดราติก และกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมเอช แอล เอ็ม สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ สถานภาพเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และอัตราเร่งได้อย่างครบถ้วน 2) ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการของการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ปรากฏดังนี้ 2.1) โมเดลพัฒนาการแบบควอดราติก สามารถอธิบายความแปรปรวนของการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์คำศัพท์ภาษาอังกฤษ ได้สูงกว่าโมเดลพัฒนาการเชิงเส้น 2.2) นักเรียนมีอัตราพัฒนาการในการเรียนรู้คำศัพท์เฉลี่ย 0.38 คำต่อ 2 สัปดาห์ และมีอัตราเร่งเท่ากับ -0.02 ความเชื่อมั่นในการประมาณค่าสถานภาพเริ่มต้น อัตราพัฒนาการ และอัตราเร่งเท่ากับ 0.99, 0.58 และ .43 ตามลำดับ สถานภาพเริ่มต้นมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราพัฒนาการและอัตราเร่ง และตัวแปรเชาวน์ปัญญากับแรงจูงใจส่งอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ ตัวแปรเจตคติและตัวแปรดัมมีเพศหญิงส่งอิทธิพลต่ออัตราเร่งอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนอัญชลี สิทธิกุลธร (2543) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ พัฒนาโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ วิเคราะห์ความสอดคล้องของโมเดลที่พัฒนากับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้เทคนิค SEM และศึกษาอิทธิพลของคุณลักษณะครู และเชาวน์ปัญญาของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 365 คน และครู 11 คน เลือกโดยการสุ่มจากโรงเรียน 11 โรง เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ แบบวัดเชาวน์ปัญญามาตรฐานของ J.C.Raven และแบบบันทึกคุณลักษณะ

ของครู ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลระยะยาว 4 ครั้ง ผลการวิจัยที่สำคัญสรุปได้ดังนี้ 1) อัตราพัฒนาการของนักเรียนในระดับภายในกลุ่ม (ตัวแปรแฝงความชันภายในกลุ่ม) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ และอัตราพัฒนาการของนักเรียนในระดับระหว่างกลุ่ม (ตัวแปรแฝงความชันระหว่างกลุ่ม) มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อตัวแปรแฝงพิเศษผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ 2) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ 3.) ตัวแปรคณะครูที่จบการศึกษา และตัวแปรการศึกษาชั้นสูงสุดที่ครูสำเร็จการศึกษา มีอิทธิพลทางตรงกับตัวแปรวิธีการสอนของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรคณะที่ครูจบการศึกษามีอิทธิพลต่อตัวแปรแฝงความชัน หรือพัฒนาการของผู้เรียนในระดับระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังมีตัวแปรวิธีการสอนของครูที่มีอิทธิพลกับคะแนนในระดับตั้งต้นระดับกลุ่ม (ตัวแปรแฝงระดับระหว่างกลุ่ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวแปรเขาวนปัญญาของนักเรียนที่มีอิทธิพลทางตรงต่อคะแนนในระดับตั้งต้นระดับภายในกลุ่ม (ตัวแปรแฝงระดับภายในกลุ่ม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ลักษณะงานวิจัยอีกแบบหนึ่งคือ เป็นการศึกษาโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในเงื่อนไขต่างๆ ได้แก่ อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไธ (2541) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของการพัฒนาทางกายและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้และตรวจสอบความตรงของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ คือโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์อิสระ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดค่าพารามิเตอร์คงที่ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง และโมเดลพัฒนาการพื้นฐานที่ไม่มี ความชัน ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนประถมศึกษา และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ โดยใช้ดัชนี 4 ประเภทเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ดัชนีรากของกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในรูปแบบคะแนนมาตรฐานสูงสุดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนประถมศึกษาของโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานครและกรมสามัญศึกษา จำนวน 406 คน ในสังกัดสำนักงานการศึกษาจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 592 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และแบบบันทึกการตรวจสุขภาพนักเรียน ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลระยะยาว 5 ครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลลิสมัลแบบมีตัวแปรแฝง ผลการวิจัยสรุปว่า โค้งพัฒนาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คณิตศาสตร์ของนักเรียนมีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลาคว่ำ ในขณะที่น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนเป็นเส้นโค้งพาราโบลาหงาย ผลการประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 4 รูปแบบในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว พบว่า โมเดลลิสมัลในรูปโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นโค้งที่มีตัวแปรแฝงและกำหนดพารามิเตอร์อิสระชนิดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากันมีประสิทธิภาพในการศึกษาพัฒนาการเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและส่วนสูงได้ดีที่สุด

สำหรับมนต์ทิศา ไชยแก้ว (2542) ศึกษาการเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัดแตกต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์จากการวัดระยะยาว 5 ครั้ง กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย โมเดลการวัดไม่สมบูรณ์ประกอบด้วยโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง รวม 6 โมเดล และโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง รวม 4 โมเดล ซึ่งรูปแบบการวัดไม่สมบูรณ์แตกต่างกัน โมเดลที่มีการขาดหายของข้อมูลประกอบด้วย โมเดลที่มีอัตราการหายของข้อมูลแตกต่างกันเป็น 5% 10% 45% และ 20% รวม 4 โมเดล ตามลำดับ ข้อมูลสำหรับการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ รวม 4 ชุด ชุดแรกเป็นฐานข้อมูลการวัดระยะยาว 5 ครั้ง ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 406 คน ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร ฐานข้อมูลอีก 3 ชุดที่เหลือเป็นข้อมูลอัตราการเข้าเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาจากประเทศต่างๆ จำนวน 125, 128 และ 112 ประเทศ เก็บข้อมูลในปี ค.ศ. 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความกลมกลืนของโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้ง 4 ชุด ให้โปรแกรมลิสมัลและโปรแกรมอีคิวเอส ผลการวิจัยสรุปได้ว่า 1) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 0.70 โดยโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง และโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดนานมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่าโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดสั้น 2) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง มีค่าสูงกว่าโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้ง 3) ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลต่ำมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลสูง 4) ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยระหว่างการเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลต่ำมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลสูง ส่วนศศิวิมล อมตชีวิน (2546) ได้ศึกษาการ

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีช่วงเวลาการวัดแตกต่างกัน โดย
มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีช่วงเวลาการ
วัดแตกต่างกัน โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างโมเดลที่มีช่วงเวลาการวัด 3-9 ช่วงเวลากับโมเดลที่มี
ช่วงเวลาการวัดครบสมบูรณ์ซึ่งมีช่วงเวลาการวัด 10 ช่วงเวลา และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
ระหว่างโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 2 รูปแบบ คือ โมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง และโมเดล
พัฒนาการพารามิเตอร์อิสระ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของพัฒนาการทางกายภาพด้าน
น้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนในระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน
840 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โมเดลลิสเรลแบบมีตัวแปรแฝง ผลการวิจัยสรุปว่า
1) โมเดลที่มีช่วงเวลาการวัด 5 ช่วงเวลา มีความสอดคล้องกับโมเดลที่มีช่วงเวลาการวัด 10 ช่วงเวลา
มากที่สุด สำหรับการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับด้วยรูปแบบโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง 2) โมเดลที่มี
ช่วงเวลาการวัด 5 และช่วงเวลาที่มีความสอดคล้องกับโมเดลที่มีช่วงเวลาการวัด 10 ช่วงเวลามากที่สุด
สำหรับการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับด้วยรูปแบบโมเดลพัฒนาการพารามิเตอร์อิสระ และ 3) โมเดล
พัฒนาการพารามิเตอร์อิสระมีประสิทธิภาพในการศึกษาพัฒนาการทางกายภาพด้านน้ำหนักและ
ส่วนสูงของนักเรียนระดับประถมศึกษา มากกว่าโมเดลพัฒนาการเชิงเส้นตรง

ส่วนงานวิจัยที่เป็นการเปรียบเทียบโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ได้แก่
สุภารัตน์ เรืองจันทร์ (2542) ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนสิ่งแวดล้อม โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเฮซแอลเอ็ม และโมเดลลิสเรล ซึ่ง
การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของความรู้
สิ่งแวดล้อม ระหว่างโมเดลเฮซแอลเอ็ม และโมเดลลิสเรล กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
2 ปีการศึกษา 2541 ในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 509 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบวัดความรู้
สิ่งแวดล้อม แบบวัดเจตคติ และแบบสอบถามประสบการณ์ในการร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม
ผลการวิจัยที่สำคัญมีดังนี้ 1) ผลการวิเคราะห์ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้น พบว่า ในโมเดล
ทั้ง 2 ตัวแปรประสบการณ์ในการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อ สถานภาพเริ่มต้น
อย่างมีนัยสำคัญ ตัวแปรเพศไม่มีอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้น ส่วนตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมที่การ
วิเคราะห์ด้วยโมเดลเฮซแอลเอ็มมีอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ตัวแปรเจตคติต่อ
สิ่งแวดล้อมที่การวิเคราะห์ด้วยโมเดลลิสเรลไม่มีอิทธิพลต่อสถานภาพเริ่มต้น 2) ผลการวิเคราะห์ตัว
แปรที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 โมเดล พบว่า ตัวแปรเจตคติต่อสิ่งแวดล้อม มีอิทธิพลต่อ
อัตราการเปลี่ยนแปลงของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนตัวแปรเพศและตัวแปร
ประสบการณ์ในการเข้าร่วมกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการเปลี่ยนแปลง 3) การ

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานภาพเริ่มต้นและอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 โมเดล พบว่า สถานภาพเริ่มต้นมีความสัมพันธ์ทางบวก กับอัตราการเปลี่ยนแปลง อย่างมีนัยสำคัญ 4) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลลิสเรลสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงระยะยาวได้ดีกว่าโมเดลเอชแอลเอ็มเนื่องจากโมเดลมีความคลาดเคลื่อนที่ต่ำกว่า

สำหรับงานวิจัยที่ยังมีผู้ศึกษาน้อย คือ การพัฒนาโมเดลในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ดังเช่นที่สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ได้ทำการพัฒนาโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงโมเดลใหม่ คือ โมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ชนิดตัวแปรเดียวและชนิดตัวแปรพหุ ระหว่างโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ด้วยดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูล คือ สถิติไค-สแควร์ ดัชนี GFI และ CFI ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของเศษเหลือ (RMR) และดัชนีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (RMSEA) ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ได้จากประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 469 คน ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โดยทำการวัดนักเรียนคนเดิม 5 ครั้งในช่วงเวลาต่างกัน เครื่องมือที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบคู่ขนาดวิชาคณิตศาสตร์ 5 ฉบับที่วัด 2 คุณลักษณะ คือ การคิดคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการพัฒนาแบบสอบที่สำคัญ คือ - การสร้างลักษณะเฉพาะของข้อสอบและการปรับเทียบคะแนนระหว่างฉบับที่ไม่เป็นคู่ขนาน การวิเคราะห์ข้อมูลโมเดลพหุระดับใช้โปรแกรม HLM ส่วนโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ใช้โปรแกรมการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม EQS ผลการศึกษา พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุรองลงมาคือ โมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลพหุระดับ

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่มีความสัมพันธ์หรือส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นการศึกษาความสัมพันธ์และหาตัวแปรที่เป็นตัวพยากรณ์ที่ดี เช่น พัทธรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้าน ภาษา ตัวเลข เหตุผล และมิติสัมพันธ์ ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านความรู้สึก ได้แก่ การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่

สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร จำนวน 563 คน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ปัจจัยที่นำมาศึกษาทุกตัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ได้แก่ ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความสามารถในการเรียนคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 46.53 ส่วน ทิพวรรณ วังเย็น (2541) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองในด้าน ภาษา จำนวน มิติสัมพันธ์ และการรับรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนในฝ่ายการศึกษาของอัครสังฆมณฑลกรุงเทพ เขต 1 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จำนวน 607 คน ผลการศึกษาพบว่าความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของแบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองแต่ละด้าน พบว่า ความสามารถทางสมองทั้ง 4 ด้าน มีน้ำหนักความสำคัญไม่แตกต่างกัน

ในปีต่อมา อนเนก เตชะสุข (2542) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอน ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 536 คน ผลการศึกษา พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางลบ และตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี คือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยสามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 19.20 สำหรับ พนิดา จันทรา (2543) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา ปีการศึกษา 2542 จำนวน 417 คน ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความภาคภูมิใจในตนเองและความเชื่ออำนาจในตน - นอกตน ตัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตัวแปรที่สามารถร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ดี คือ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลต่อวิชาคณิตศาสตร์ และความเชื่ออำนาจในตน - นอกตน โดยร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 19.11 ในปีเดียวกัน ปาริฉัตร อันประเสริฐ (2543) ได้ศึกษาความสัมพันธ์

ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเชาวน์ปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2542 จำนวน 474 คน ผลการศึกษาพบว่า เชาวน์ปัญญา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.587, 0.316 และ 0.243 ตามลำดับ ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีที่สุด คือ เชาวน์ปัญญา รองลงมาคือ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ

ต่อจากนั้น มรุส ประภาจันทร์ (2544) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 ของโรงเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร สหวิทยาเขตเบญจบุรพา จำนวน 500 คน ผลการศึกษาพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ร้อยละ 31.37 ในปีเดียวกัน เบญวลี ไชยแสน (2544) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองบางประการ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 346 คน ผลการศึกษา พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และสมรรถภาพพื้นฐานทางสมอง 5 ด้าน ประกอบด้วย ความถนัดด้านภาษา จำนวน เหตุผล มิติสัมพันธ์และความจำ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.283, 0.278, 0.278, 0.298, 0.160 และ 0.128 ตามลำดับ ส่วนเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ภาษาและจำนวน โดยร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 14.20 ส่วน อุษณีย์วรรณ เพ็ชรโยธา (2546) ได้ศึกษาตัวแปรทางบุคลิกภาพที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2545 จำนวน 354 คน พบว่า บุคลิกภาพด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านความต้องการมีอำนาจเหนือผู้อื่น ด้านความภาคภูมิใจในตนเอง ด้านความวิตกกังวล ด้านคุณธรรมจริยธรรม ด้านการปรับตัว และด้านความรู้สึกมีอิสระในตนเอง วิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.522, 0.617, 0.520, -0.475, 0.453, 0.521 และ 0.511

ตามลำดับ ตัวแปรพยากรณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความต้องการมีอำนาจเหนือผู้อื่น ความวิตกกังวล และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ โดยร่วมกันพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ร้อยละ 45.50 สำหรับ กิตติยา ปักกาโล (2547) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจิตพิสัยบางประการ กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 618 คน ผลการศึกษา พบว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การปรับตัวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.195, 0.214, 0.113 และ 0.150 ตามลำดับ ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ การปรับตัวในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ จารวรรณ เอ้าทา (2546) ได้ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดหนองบัวลำภู จำนวน 332 คน โดยการวิเคราะห์อิทธิพลด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และสภาพแวดล้อมในโรงเรียน ส่วนตัวแปรที่มีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และคุณภาพการสอน สำหรับตัวแปรที่มีเฉพาะอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ สภาพแวดล้อมทางบ้าน มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง และความเอาใจใส่ของผู้ปกครอง ส่วน มณีญา สุราช (2547) ศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุของตัวแปรนอกเหนือทางสติปัญญาที่มีอิทธิพลต่อผลการเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏอุดรธานี ปีที่ 4 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 1,330 คน โดยการวิเคราะห์อิทธิพล ด้วยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัย พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงอย่างเดียวต่อผลการเรียน ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความตั้งใจเรียน และสไตล์การเรียนแบบร่วมมือ ส่วนตัวแปรที่มีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เจตคติต่อครูผู้สอน เจตคติต่อการเรียน ปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน และบรรยากาศในชั้นเรียน สำหรับตัวแปรที่มีเฉพาะอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ มโนภาพเกี่ยวกับตนเอง ความคาดหวังในการเรียน ปัญหาทางเศรษฐกิจ สไตล์การเรียนแบบอิสระและสไตล์การเรียนแบบแข่งขัน ตัวแปรทั้งหมดร่วมกันพยากรณ์ผลการเรียนได้ร้อยละ 33 ในปีต่อมา พรรณภา แก้วคง (2548) ศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ความสามารถด้านภาษา ความสามารถด้านเหตุผล ความสามารถด้านจำนวน ความรู้พื้นฐานแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ฐานะทางเศรษฐกิจและสังคม เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ คุณภาพการสอน กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา

2547 จังหวัดยะลา จำนวน 317 คน ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ตัวแปรที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน ความสามารถด้านเหตุผล แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ โดยร่วมกันพยากรณ์ได้ร้อยละ 19.60 ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ พบว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐาน ความสามารถด้านเหตุผล เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ความสามารถด้านภาษา ตัวแปรที่มีอิทธิพลทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ อาชีพของผู้ปกครอง ตัวแปรที่มีเฉพาะอิทธิพลทางอ้อม ได้แก่ คุณภาพการสอน ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

สำหรับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นมีน้อยมาก โดยทั่วไปมักจะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเชาวน์อารมณ์ หรือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเชาวน์อารมณ์ เช่น การศึกษาของวีระวัฒน์ ปันนิตามัย และอุสา สุทธิสาคร ในปี 2542 เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านชีวประวัติของนักศึกษาระดับปริญญาตรีกับเชาวน์อารมณ์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พิจารณาจากเกรด มีความสัมพันธ์กับคะแนนเชาวน์อารมณ์อย่างมีนัยสำคัญ เท่ากับ 0.191 โดยเชาวน์อารมณ์ด้านแรงจูงใจที่ดีมีความสัมพันธ์กับเกรดสูงที่สุดในบรรดาองค์ประกอบทั้ง 7 ด้าน มีค่าเท่ากับ 0.314 (วีระวัฒน์ ปันนิตามัย, 2545 :118 -119) ส่วนเจสสิว กลั้ววงษ์ (2546) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่าง เชาวน์ปัญญา ความถนัด บุคลิกภาพ และเชาวน์อารมณ์ กับผลการฝึกบินของศิษย์การบินกองทัพอากาศ มีศิษย์การบินกองทัพอากาศเข้ารับการทดสอบ 92 คน ผลการวิจัยพบว่า ความถนัด บุคลิกภาพ และเชาวน์อารมณ์มีความสัมพันธ์กับผลการฝึกบินของศิษย์การบินกองทัพอากาศอย่างมีนัยสำคัญและสามารถร่วมกันทำนายผลการฝึกบินได้ร้อยละ 68.90 สำหรับ อติพร หงษ์ทอง (2547) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพร้อมของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเอง กับเชาวน์อารมณ์และคุณสมบัติบางประการของครูประจำศูนย์การเรียนรู้ชุมชน จังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 70 คน พบว่า เชาวน์อารมณ์สามารถทำนายความพร้อมของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองของครูประจำศูนย์การเรียนรู้ชุมชนได้อย่างมีนัยสำคัญ และในปีเดียวกัน ภูมิบัณฑิต หัตถนิรันดร์ (2547) ได้ศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่าง เชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์ ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม ร่วมกันทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 30.80

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดโมเดลในการวิจัย
2. การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดโมเดลในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาอัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สามารถนำตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มาสร้างเป็นโมเดลในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว โดยใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซีมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ซึ่งเป็นโมเดลที่มาจาก การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ในการศึกษาอัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีการวัด จำนวน 4 ครั้ง โดยมีสัญลักษณ์และโมเดลในการวิจัยดังนี้

$MATH_1$	แทน	คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1
$MATH_2$	แทน	คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 2
$MATH_3$	แทน	คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 3
$MATH_4$	แทน	คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 4
η_1	แทน	คะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1
η_2	แทน	คะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 2
η_3	แทน	คะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 3
η_4	แทน	คะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 4
η_5	แทน	คะแนนจริงความสามารถเริ่มต้น
η_6	แทน	คะแนนจริงอัตราพัฒนาการ
ε_1	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1
ε_2	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 2

ε_3	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 3
ε_4	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 4
β_{12}	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนการวัดครั้งที่ 1 ที่มีต่อ คะแนนการวัดครั้งที่ 2
β_{23}	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนการวัดครั้งที่ 2 ที่มีต่อ คะแนนการวัดครั้งที่ 3
β_{34}	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนการวัดครั้งที่ 3 ที่มีต่อ คะแนนการวัดครั้งที่ 4
ζ_1	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัด ครั้งที่ 1
ζ_2	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัด ครั้งที่ 2
ζ_3	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัด ครั้งที่ 3
ζ_4	แทน	ความคลาดเคลื่อนของคะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัด ครั้งที่ 4
Mi	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้น
Ms	แทน	ค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการ
Di	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวน ความสามารถเริ่มต้น
Ds	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยหรือ ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ
IQ	แทน	เชาวน์ปัญญา มี 4 ด้าน ดังนี้
NUMB	แทน	ความสามารถด้านจำนวน
VERB	แทน	ความสามารถด้านภาษา
REAS	แทน	ความสามารถด้านการใช้เหตุผล
SPAC	แทน	ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
EQ	แทน	เชาวน์อารมณ์ มี 5 ด้าน ดังนี้
KNOW	แทน	การรู้จักตนเอง
CONT	แทน	การจัดการอารมณ์
MOTV	แทน	การมีแรงจูงใจ
AWRE	แทน	การตระหนักรู้สังคม
WORK	แทน	การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม
δ_1	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดความสามารถด้านจำนวน
δ_2	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดความสามารถด้านภาษา
δ_3	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดความสามารถด้านการใช้เหตุผล
δ_4	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
δ_5	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการวัดการรู้จักตนเอง

δ_6 แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัดการจัดการอารมณ์

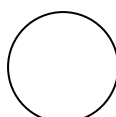
δ_7 แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัดการมีแรงจูงใจ

δ_8 แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัดการตระหนักรู้สังคม

δ_9 แทน ความคลาดเคลื่อนในการวัดการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม



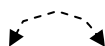
แทน ตัวแปรสังเกตหรือคะแนนการวัด



แทน ตัวแปรแฝงหรือคะแนนจริง

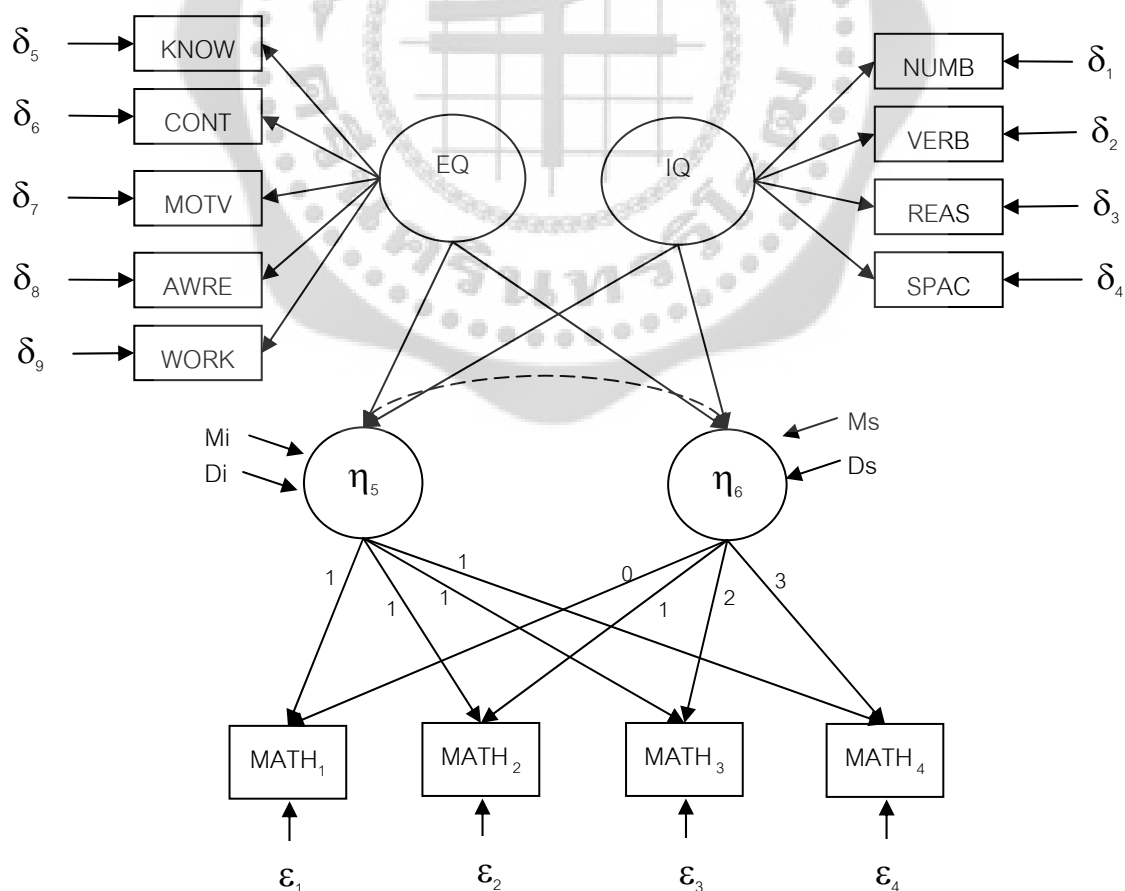


แทน อิทธิพลหรือน้ำหนักองค์ประกอบ

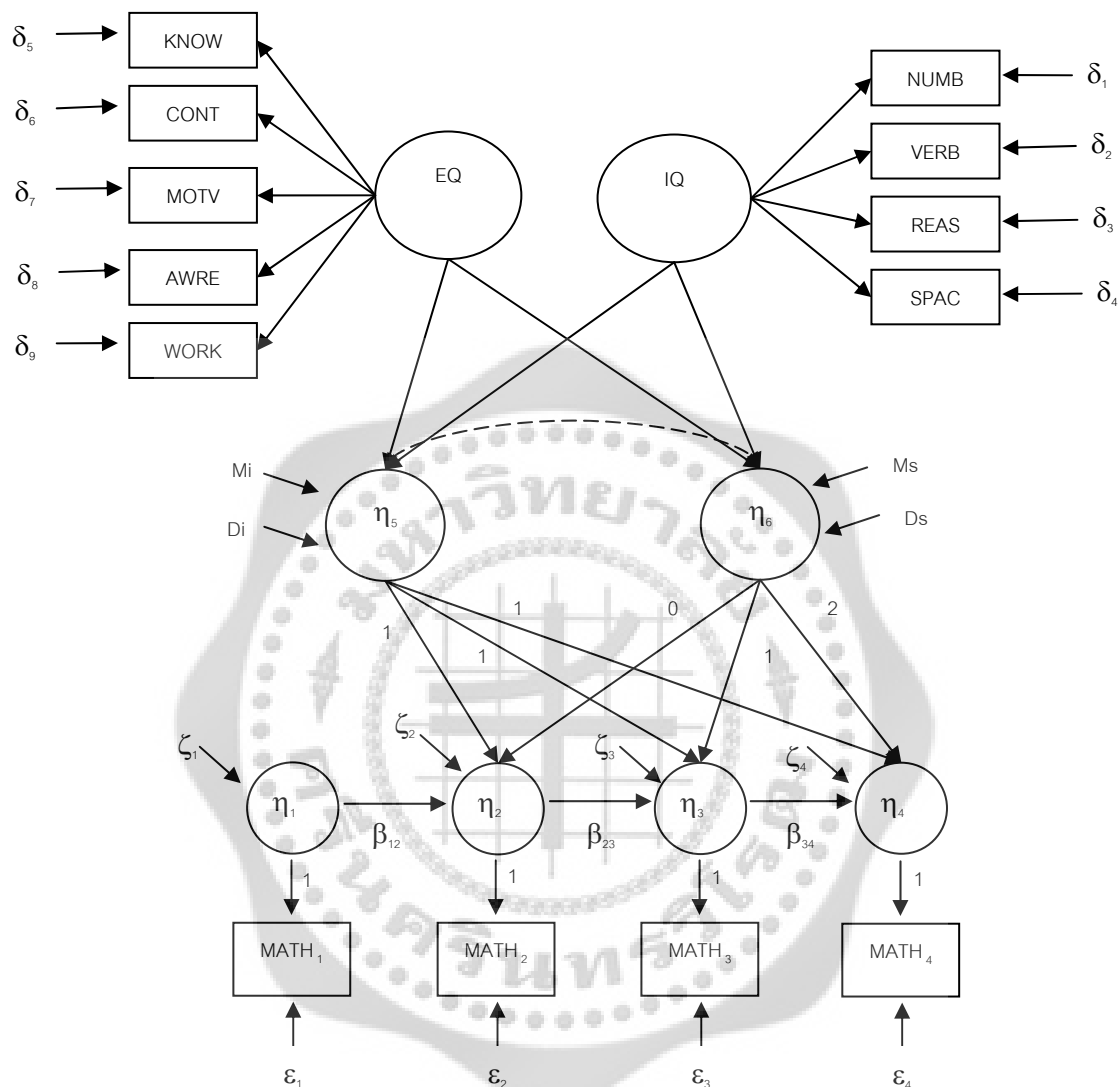


แทน ความสัมพันธ์

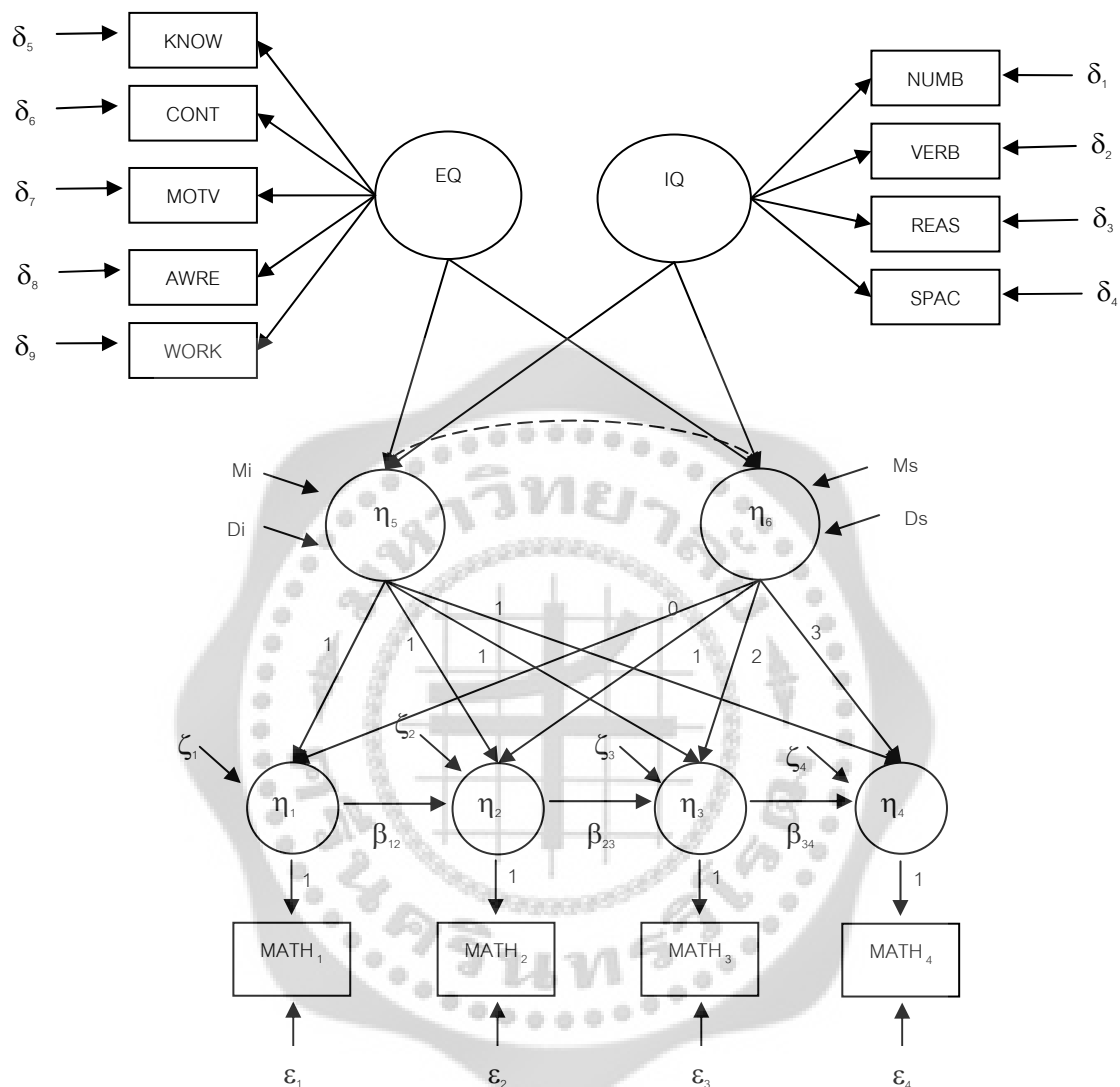
โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (LGC) มีรูปแบบโมเดล ดังนี้



โมเดลอตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT) มีรูปแบบโมเดล ดังนี้



โมเดลกึ่งchimเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG) มีรูปแบบโมเดล ดังนี้



การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท จำนวน 3,387 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท จำนวน 460 คน ซึ่งได้มาจากขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ในการวิเคราะห์สมการโครงสร้าง ควรมีกกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ ประมาณ 200 คน หรือให้อัตราส่วนระหว่างหน่วยตัวอย่างและจำนวนพารามิเตอร์หรือตัวแปรสังเกตได้ควรจะเป็น 20 ต่อ 1 ในการวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรสังเกตได้ 13 ตัว ดังนั้น ควรใช้กลุ่มตัวอย่าง ประมาณ 260 คน

2. กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตร

$$n = \frac{NZ^2\sigma^2}{NE^2 + Z^2\sigma^2}$$

เมื่อ n แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N แทน จำนวนประชากร

E แทน ค่าความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยจะยอมเสี่ยงในการสรุปผล

Z แทน ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการจะใช้เพื่อการสรุปผล

(ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 95%)

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ต้องการศึกษา(ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปลายภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548)

จากสูตร กำหนด $N = 3,387$, $E = 1.00$, $Z = 1.96$, $\sigma = 7.8$ คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง ได้ 219 คน

3. จากการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ที่กล่าวมา เนื่องจากการเก็บข้อมูลครั้งนี้ เป็นการเก็บข้อมูลต่อเนื่องกัน 4 ครั้ง อาจมีการสูญหายของข้อมูล และเพื่อความเที่ยงตรงของข้อมูล ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง เป็น 500 คน จากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified

sampling) โดยใช้อำเภอเป็นชั้นในการแบ่ง และใช้ห้องเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นหน่วยตัวอย่าง ในการสุ่ม ผลจากการสุ่มทำให้ได้จำนวนนักเรียนจากห้องเรียนในโรงเรียนต่างๆ จำนวน 545 คน (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข.)

4. ผลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล มีนักเรียนทำแบบทดสอบครบทุกฉบับ เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ สมบูรณ์นำมาวิเคราะห์ข้อมูลได้ จำนวน 460 คน

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา และแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบเลือกตอบ จำนวน 50 ข้อ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 จำนวน 4 ฉบับ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 กำหนดตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

1.2. สร้างลักษณะเฉพาะข้อสอบ เพื่อกำหนดโครงสร้างของข้อสอบรายข้อ คือ กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด กำหนดกรอบลักษณะคำถาม ลักษณะคำตอบ (รายละเอียด อยู่ในภาคผนวก ค.1) นำลักษณะเฉพาะข้อสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและการทดสอบ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความเหมาะสมลักษณะเฉพาะของข้อสอบ พิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะคำถาม(ข้อสอบ) กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ว่าคำถามนั้นสามารถใช้วัดพฤติกรรมหลักและพฤติกรรมย่อยได้หรือไม่ นำความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาให้คะแนน ถ้าเห็นว่า สอดคล้อง ให้ 1 คะแนน ไม่สอดคล้อง ให้ -1 คะแนน ถ้าไม่แน่ใจ ให้ 0 คะแนน คัดเลือกลักษณะเฉพาะข้อสอบ ที่มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ผลปรากฏว่าลักษณะเฉพาะข้อสอบ มีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็น 0.5 ขึ้นไป ทุกข้อ ยกเว้น ข้อ 4 ผู้วิจัยจึง นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงลักษณะเฉพาะข้อสอบให้เหมาะสมยิ่งขึ้น (รายละเอียด อยู่ในภาคผนวก ค.2)

1.3 สร้างข้อสอบตามโครงสร้างของลักษณะเฉพาะของข้อสอบ เป็นข้อสอบคู่ขนาน 4 ชุด ชุดละ 65 ข้อ จำนวน 260 ข้อ โดยสร้างเพิ่มขึ้นจากจำนวนข้อสอบที่ใช้จริง 60 ข้อ คิดเป็น ร้อยละ 30

1.4 จัดข้อสอบออกเป็น 6 ฉบับ ทุละ 43 - 44 ข้อ นำแบบทดสอบแต่ละฉบับไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคุรุประชาสรรค์และโรงเรียนหันคาพิทยาคม จังหวัดชัยนาท ฉบับละ 100 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (รายละเอียดคุณภาพข้อสอบรายข้อ อยู่ในภาคผนวก ค.3) ได้จำนวน 200 ข้อ

1.5 สุ่มข้อสอบที่มีคุณภาพจัดเป็นชุดข้อสอบ ฉบับ A, B, C และ D ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 4 ฉบับๆละ 50 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชัยนาทพิทยาคม และโรงเรียนศรีสโมสรวิทยา โดยสุ่มนักเรียนเข้าสอบฉบับละประมาณ 95 - 101 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นโดยวิธีอัลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.851, 0.821, 0.819 และ 0.882 ตามลำดับ

1.6 วิเคราะห์ความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ

จากขั้นตอนในการสร้างข้อสอบผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบจากลักษณะเฉพาะของข้อสอบ ดังนั้นแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับย่อมมีความเป็นคู่ขนานกันอยู่แล้ว แต่เพื่อเป็นการยืนยันความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ ผู้วิจัยจึงทดสอบด้วยกระบวนการทางสถิติ โดยมีการดำเนินการ ดังนี้ สุ่มนักเรียนในแต่ละห้องทำแบบทดสอบ ทั้ง 4 ฉบับ โดยนักเรียนแต่ละคนจะถูกสุ่ม ให้ทำแบบทดสอบเพียงฉบับเดียว ดังนั้น เพื่อทดสอบว่านักเรียนที่ทำแบบทดสอบแต่ละฉบับ เป็นกลุ่มที่เท่าเทียมกัน จึงทำการทดสอบความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในภาคเรียนที่ 1 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน จึงถือได้ว่านักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม ที่ทำข้อสอบมีความสามารถเท่าเทียมกัน (รายละเอียดผลการทดสอบความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในภาคผนวก ง.)

จากนั้น นำคะแนนของนักเรียนแต่ละกลุ่มที่ทำข้อสอบในแต่ละฉบับ A, B, C และ D มาวิเคราะห์หาค่าสถิติแบบทดสอบและตรวจสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบ ผลวิเคราะห์ค่าสถิติแบบทดสอบฉบับ A, B, C และ D นำเสนอดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลวิเคราะห์ค่าสถิติแบบทดสอบฉบับ A, B, C และ D

ค่าสถิติ	แบบทดสอบ ฉบับ A	แบบทดสอบ ฉบับ B	แบบทดสอบ ฉบับ C	แบบทดสอบ ฉบับ D
ค่าเฉลี่ย	23.762	24.208	23.204	24.790
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	7.628	7.175	7.078	8.618
ค่าความยากเฉลี่ย	0.376	0.405	0.372	0.402
ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย	14.328	14.016	14.371	14.034
ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ย	0.318	0.350	0.348	0.364
ค่าความเชื่อมั่น(alpha)	0.851	0.821	0.818	0.882
จำนวนนักเรียน	101	101	98	95

ผลการวิเคราะห์ ตามตาราง 2 พบว่า แบบทดสอบ 4 ฉบับจากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ฉบับละ 95 – 101 คน มีค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบ ระหว่าง 23.204 – 24.790 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าระหว่าง 7.078 – 8.618 โดยที่แบบทดสอบฉบับ D มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมา แทน คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบฉบับ B, A และ C ตามลำดับ ค่าความยากเฉลี่ยทั้ง 4 ฉบับมีค่าใกล้เคียงกัน ระหว่าง 0.372 – 0.405 ค่าความยากมาตรฐานเฉลี่ย มีค่าระหว่าง 14.016 - 14.371 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 0.318 – 0.364 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีค่าระหว่าง 0.818 - 0.882

สำหรับการทดสอบความเป็นคู่ขนานของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ 4 ฉบับ เป็นการทดสอบ ความแตกต่างของความแปรปรวนและคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบคณิตศาสตร์ 4 ฉบับ ผลที่ได้นำเสนอในตาราง 3 และ 4

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างความแปรปรวนของคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง จำนวน 4 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	3	110.327	36.776	1.869	0.134
ระหว่างกลุ่ม	391	7692.991	19.675		
รวม	394	7803.317			

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี Levene's test equality of population variance โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคนกับ คะแนนเฉลี่ยของแต่ละฉบับมาวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ ไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ความแปรปรวนคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง ครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง จำนวน 4 ฉบับ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	3	131.270	43.757	0.750	0.523
ระหว่างกลุ่ม	391	22808.639	58.334		
รวม	394	22939.909			

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ ฉบับทดลอง ครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์ตามตาราง 3 และ 4 พบว่า ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนคณิตศาสตร์มีความเท่าเทียมกัน ดังนั้นจึงถือได้ว่า แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับมีความเป็นคู่ขนานกัน

ตัวอย่างลักษณะเฉพาะข้อสอบและข้อสอบ

00.พฤติกรรมที่ต้องการวัด	: ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทศนิยม								
พฤติกรรมย่อย	: เปรียบเทียบทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง								
คำอธิบาย	เมื่อกำหนดทศนิยมตั้งแต่สองจำนวนขึ้นไป สามารถเปรียบเทียบทศนิยมได้								
ลักษณะคำถาม	1. ให้เรียงลำดับทศนิยมสามจำนวน จากจำนวนที่มีค่าน้อยไปมาก 2. โจทย์คำถามควรเขียนว่า “ข้อใดเป็นการเรียงลำดับจากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามากที่สุดได้ถูกต้อง”								
ลักษณะคำตอบ	1. คำตอบมี 4 ตัวเลือก ในแต่ละตัวเลือก กำหนดทศนิยม 3 จำนวน 2. จำนวนในแต่ละตัวเลือกที่ให้เปรียบเทียบ เป็นทศนิยมสามตำแหน่ง ควรมีเลขหน้าตำแหน่งทศนิยมที่เหมือนกัน และเลขหลังตำแหน่งทศนิยมควรมีเลขที่เหมือนกัน 1 ตัว 3. มีตัวเลือกที่ถูกที่สุด 1 ตัวเลือก 4. ตัวลวง 3 ตัวมีลักษณะดังนี้ 4.1 เรียงค่าทศนิยม จำนวนแรกมีค่ามากกว่าจำนวนที่สอง และจำนวนที่สองมากกว่าจำนวนที่สาม 4.2 เรียงค่าทศนิยม จำนวนแรกมีค่าน้อยกว่าจำนวนที่สอง และจำนวนที่สองมากกว่าจำนวนที่สาม 4.3 เรียงค่าทศนิยม จำนวนแรกมีค่ามากกว่าจำนวนที่สอง และจำนวนที่สองน้อยกว่าจำนวนที่สาม								
ตัวอย่างข้อสอบ	1. ข้อใดเป็นการเรียงลำดับจากจำนวนที่มีค่าน้อยไปหาจำนวนที่มีค่ามากที่สุดได้ถูกต้อง <table border="0" data-bbox="303 1792 877 2024"> <tr> <td data-bbox="303 1792 590 1848">ก. 1.220 1.202 1.022</td><td data-bbox="718 1792 877 1848">(4.1)</td></tr> <tr> <td data-bbox="303 1848 590 1904">ข. 9.909 9.990 9.099</td><td data-bbox="718 1848 877 1904">(4.2)</td></tr> <tr> <td data-bbox="303 1904 590 1960">ค. 0.707 0.700 0.770</td><td data-bbox="718 1904 877 1960">(4.3)</td></tr> <tr> <td data-bbox="303 1960 590 2024">ง. 3.011 3.101 3.110</td><td data-bbox="718 1960 877 2024">(ตัวเลือกถูก)</td></tr> </table>	ก. 1.220 1.202 1.022	(4.1)	ข. 9.909 9.990 9.099	(4.2)	ค. 0.707 0.700 0.770	(4.3)	ง. 3.011 3.101 3.110	(ตัวเลือกถูก)
ก. 1.220 1.202 1.022	(4.1)								
ข. 9.909 9.990 9.099	(4.2)								
ค. 0.707 0.700 0.770	(4.3)								
ง. 3.011 3.101 3.110	(ตัวเลือกถูก)								

2. แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา เป็นแบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองตามแนวคิดของเธอร์สตัน 4 ด้าน แทน ความสามารถด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผล และ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ แต่ละด้าน มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ รวม 60 ข้อ ขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษา เอกสารและแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดของเธอร์สตัน ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบความสามารถด้านจำนวน เป็นข้อสอบประเภทเรียงอันดับหรืออนุกรม แบบทดสอบความสามารถด้านภาษา เป็นข้อสอบประเภท ให้หาคำตรงข้าม คำที่มีความหมายใกล้เคียง คำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกัน และคำที่มีความสัมพันธ์กัน แบบทดสอบความสามารถด้านการใช้เหตุผล เป็นข้อสอบประเภทจัดเข้าพวก แบบอุปมาอุปไมย และแบบเรียงลำดับภาพ แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นข้อสอบแบบหมุนภาพ แบบซ้อนรูป และแบบซ้อนภาพ

2.3 เขียนข้อสอบวัดเชาวน์ปัญญาในแต่ละด้านๆละ 25 ข้อ รวม 100 ข้อ โดยสร้างเพิ่มขึ้นจากจำนวนข้อสอบที่ใช้จริง 40 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 66.67

2.4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ (face validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิปริญญาโทขึ้นไป สาขาการวัดผลการศึกษา และ/หรือ จิตวิทยา จำนวน 5 คน พิจารณาข้อสอบแต่ละข้อ ว่ามีความเหมาะสมในการวัดเชาวน์ปัญญาหรือไม่โดยให้คะแนนแต่ละข้อดังนี้ เหมาะสม ให้ 1 คะแนน ไม่เหมาะสม ให้ -1 คะแนน ไม่แน่ใจ ให้ 0 คะแนน ผลปรากฏว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกคนเห็นว่าข้อสอบทุกข้อ มีความเหมาะสมในการวัดเชาวน์ปัญญา และให้ปรับปรุงรูปแบบการพิมพ์ การเว้นวรรค ในการเขียนข้อสอบ ให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และนำคำแนะนำมาปรับปรุงข้อสอบ

2.5 การทดลองใช้ ครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสระบุรี และโรงเรียนบ้านหนองตะขบ จำนวน 100 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ค่าความยาก อำนาจจำแนกรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ด้านละ 15 ข้อ จำนวน 60 ข้อ (รายละเอียดคุณภาพข้อสอบรายชื่อ อยู่ในภาคผนวก จ.)

2.6 การทดลองใช้ครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสระบุรี ที่ยังไม่เคยทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาในครั้งแรก และโรงเรียนอนุบาลชัยนาท จำนวน 102 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีอัลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 ความเชื่อมั่นรายด้าน คือ ด้านจำนวน ด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผล และ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ 0.77, 0.68, 0.82 และ 0.62 ตามลำดับ

ตัวอย่างข้อสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านจำนวน

จำนวนต่อไปควรเป็นจำนวนใด

00. 37 30 23 ?

ก. 14

(ข.) 16

ค. 18

ง. 20

ตัวอย่างข้อสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้าน ภาษา

00. จี๋ ตรงข้ามกับคำใด

(ก.) ใหญ่

ข. กว้าง

ค. มาก

ง. หนัก

ตัวอย่างข้อสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้าน การใช้เหตุผล

ข้อใดไม่เข้าพวก

00. ก. เต่า

ข. หมู

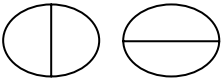
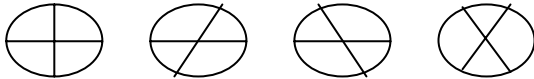
(ค.) นก

ง. กระต่าย

ตัวอย่างข้อสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้าน มิติสัมพันธ์

คำสั่ง ทางซ้ายมือจะมีภาพ 2 ภาพ ถ้านำภาพทั้งสองนั้นซ้อนทับกันสนิทจะเกิดเป็น

ภาพใด จาก ก , ข , ค หรือ ง

00.		
		(ก.) ข. ค. ง.

3. แบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ เป็นแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นข้อความแล้วให้นักเรียนพิจารณาข้อความว่าตนเองเป็นเช่นนั้นมากน้อยเพียงใด ประกอบด้วยข้อความที่วัดเชาวน์อารมณ์ 5 ด้าน ดังนี้ การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม รวม 100 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ

3.2 ศึกษา นิยาม เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับเชาวน์อารมณ์ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โครงสร้างเชาวน์อารมณ์ของ อูไร จักร์ตรึงมล (2545) ซึ่งเป็นการบูรณาการโครงสร้างเชาวน์อารมณ์ของนักวิชาการทั้งต่างประเทศและในประเทศ และนำมาศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของไทย ซึ่งใกล้เคียงกับประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยศึกษามากที่สุด

3.3 เขียนนิยามเชิงปฏิบัติการที่แสดงออกถึงการมีเชาวน์อารมณ์ทั้ง 5 ด้านดังนี้

3.3.1 การรู้จักตนเอง (Self-knowledge) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจความรู้สึกและอารมณ์ของตนเอง รู้ถึงข้อดีข้อด้อยของตนเองตามความเป็นจริง พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าและภาคภูมิใจในความสามารถที่มีอยู่ของตนเองด้วย

3.3.2 การจัดการอารมณ์ (Emotional control) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง ความสามารถในการควบคุมและปรับอารมณ์ของตนให้เย็นหยัดรับมือกับสถานการณ์ที่ตึงเครียดได้ด้วยความสะดวกเหมาะสม

3.3.3 การมีแรงจูงใจ (Motivation) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจตน ยึดมั่นในหลักการ และเพียรพยายามเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้

3.3.4 การตระหนักรู้สังคม (Social awareness) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง ความสามารถในการรู้จักกับมิตรสหายต่อสังคมที่อยู่อาศัย มองโลกในแง่ดี รู้จักจัดการความขัดแย้งที่เกิดขึ้น มีความเมตตาและเข้าใจจิตใจและความรู้สึกของบุคคลอื่น

3.3.5 การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม (Working with others) หมายถึง พฤติกรรมและการตัดสินใจของนักเรียนที่แสดงออกถึง ความสามารถในการมีทักษะการสื่อสารเพื่อความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลอื่น และการร่วมมือร่วมใจกับบุคคลอื่นในการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ

3.4 เขียนข้อความวัดเชาวน์อารมณ์ตามคำนิยามของพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีเชาวน์อารมณ์ในแต่ละด้านๆละ 30 ข้อ โดยสร้างข้อความเพิ่มจากจำนวนข้อความที่ใช้จริง 50 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 50

3.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบด้านความเที่ยงตรงเชิงพินิจ โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิปริญญาโทขึ้นไป สาขาการวัดผลการศึกษาและ/หรือ จิตวิทยา จำนวน 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC) ถ้าเห็นด้วยว่าข้อความนั้นสอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้ 1 คะแนน ไม่เห็นด้วย ให้ -1 คะแนน ไม่แน่ใจ ให้ 0 คะแนน คัดเลือกข้อถามที่มีคะแนน 0.5 ขึ้นไป ได้จำนวน 128 ข้อ ดังนี้ ด้านการรู้จักตนเอง จำนวน 24 ข้อ การจัดการอารมณ์ จำนวน 24 ข้อ การมีแรงจูงใจ จำนวน 28 ข้อ การตระหนักรู้สังคม จำนวน 25 ข้อ และ การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม จำนวน 27 ข้อ (รายละเอียด อยู่ในภาคผนวก ข.-1)

3.6 การทดลองใช้ ครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสระบุรี และโรงเรียนบ้านหนองตะขบจำนวน 100 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 100 ข้อ ดังนี้ ด้านการรู้จักตนเอง จำนวน 15 ข้อ การจัดการอารมณ์ จำนวน 17 ข้อ การมีแรงจูงใจ จำนวน 26 ข้อ การตระหนักรู้สังคม จำนวน 21 ข้อ และ การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม จำนวน 21 ข้อ (รายละเอียดคุณภาพข้อสอบรายข้อ อยู่ในภาคผนวก ข.-2)

3.7 การทดลองใช้ครั้งที่ 2 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลสระบุรี ที่ยังไม่เคยทำแบบทดสอบเชาวน์อารมณ์ในครั้งแรก และโรงเรียนอนุบาลชัยนาทจำนวน 104 คน นำผลการสอบมาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น โดยวิธีอัลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.92 ความเชื่อมั่นรายด้าน คือ ด้านการรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และ การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เท่ากับ 0.68, 0.56, 0.75, 0.84 และ 0.81 ตามลำดับ

ตัวอย่างข้อความ

ข้อความ	ระดับพฤติกรรม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
0.ฉันรู้ว่าตัวเองเป็นคนนิสัยอย่างไร					
0.ฉันมักเก็บความรู้สึกของตนเองไว้ไม่ให้ใครรู้					
0.ฉันตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง					
0.ฉันรู้สึกเห็นใจเพื่อนๆที่สอบไม่ผ่าน					
0.ฉันทำงานได้คะแนนดีถ้าทำงานเป็นกลุ่ม					

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ติดต่อโรงเรียนที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขออนุญาตผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนดวันและเวลาในการสอบ

2. เตรียมแบบทดสอบให้เพียงพอในการสอบ ซึ่งแจ้งให้ครูประจำชั้น/ประจำวิชาทราบถึงวัตถุประสงค์ในการสอบ และให้ครูเป็นผู้ดำเนินการสอบ โดยผู้วิจัยนำแบบทดสอบไปให้โรงเรียนด้วยตนเอง

3. อธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ในการสอบ และวิธีการทำแบบทดสอบ

กำหนดการเก็บข้อมูลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เก็บข้อมูล 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยสุ่มแบบทดสอบเพื่อใช้ในการทดสอบแต่ละครั้ง

ครั้งที่ 1 สัปดาห์ที่ 3 เดือนพฤศจิกายน 2549 ใช้แบบทดสอบฉบับ B

ครั้งที่ 2 สัปดาห์ที่ 3 เดือนธันวาคม 2549 ใช้แบบทดสอบฉบับ D

ครั้งที่ 3 สัปดาห์ที่ 3 เดือนมกราคม 2550 ใช้แบบทดสอบฉบับ C

ครั้งที่ 4 สัปดาห์ที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2550 ใช้แบบทดสอบฉบับ A

กำหนดการเก็บข้อมูลแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา เก็บพร้อมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 2 และแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์เก็บพร้อมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 3

4. เลือกคะแนนสอบจากนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทั้ง 6 ฉบับ

5. นำคะแนนจากการทดสอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

1. ค่าความสอดคล้องระหว่างลักษณะคำถาม/ข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดในแบบทดสอบคณิตศาสตร์ และค่าความสอดคล้องของข้อความกับนิยามเชิงปฏิบัติการในแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ (IOC)

การคำนวณค่าความสอดคล้อง มีสูตรดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ

IOC แทน ค่าความสอดคล้อง

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ ถ้าเห็นว่า ลักษณะคำถาม/ข้อสอบ หรือข้อความ สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือนิยามเชิงปฏิบัติการ ให้ 1 คะแนน ถ้าเห็นว่า ไม่สอดคล้อง ให้ -1 คะแนน และถ้าไม่แน่ใจ ให้ 0 คะแนน

2.ค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบคณิตศาสตร์และข้อสอบวัดเชาว์ปัญญา

การคำนวณค่าความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบคณิตศาสตร์และข้อสอบวัดเชาว์ปัญญาใช้เทคนิค 33 % มีสูตรดังนี้

$$p = \frac{H + L}{N_H + N_L} \quad \text{และ} \quad r = \frac{H}{N_H} - \frac{L}{N_L}$$

เมื่อ

p	แทน	ค่าความยาก
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
H	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในกลุ่มสูง
L	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบถูกในกลุ่มต่ำ
N_H	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
N_L	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

3.ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบวัดเชาว์ปัญญา

การคำนวณค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญา โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวมที่ตัดคะแนนข้อนั้นออกแล้ว (item – item total correlation) ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน(r_{xy}) ด้วยโปรแกรม SPSS มีสูตรดังนี้

$$r_{xy} = \frac{\Sigma XY - N \bar{X} \bar{Y}}{\sqrt{(\Sigma X^2 - N \bar{X}^2)(\Sigma Y^2 - N \bar{Y}^2)}}$$

เมื่อ

r_{xy}	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
X	แทน	คะแนนรายข้อ
Y	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบที่ตัดคะแนนข้อนั้นออกแล้ว
$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยรายข้อ

$\bar{Y}$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวมที่ตัดคะแนนข้อนี้้นออกแล้ว
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1.วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความโด่ง ความเบ้
- 2.วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนคณิตศาสตร์
- 3.วิเคราะห์แบบแผนของคะแนนสอบว่าเป็นเชิงเส้นตรงหรือเป็นเชิงเส้นโค้ง
4. วิเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้
- 5.วิเคราะห์โมเดลอัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ใน 3 โมเดล ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ
6. วิเคราะห์โมเดลปัจจัยทางเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ใน 3 โมเดล ได้แก่ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โดยดำเนินการดังนี้
 - 6.1 ทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล โดยใช้พิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของโมเดลจะพิจารณาจากค่าสถิติวัดระดับความเหมาะสมพอดี(Goodness of fit measure) ที่แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ด้วยกัน คือ

 1. ค่าสถิติไคสแควร์ (Chi –square statistic) ค่าสถิติไคสแควร์ เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าค่าสถิติไคสแควร์มีค่าต่ำมาก ยิ่งมีค่าใกล้ศูนย์มากเท่าไร หรือโมเดลไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า โมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตร ดังนี้

$$\chi^2 = (n - 1)F[S, \Sigma(\theta)] \quad ; \text{df} = \{(k)(k+1) / 2\} - t$$

- F = F [S, $\Sigma(\theta)$] = ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ θ
- k = จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล
- n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
- t = จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

2.ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดี

2.1 ดัชนี GFI (Goodness of fit index) ดัชนี GFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตรดังนี้

$$GFI = 1 - \frac{F[S, \Sigma(\theta)]}{F[S, \Sigma(O)]}$$

เมื่อ $F[S, \Sigma(O)]$ แทน ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลที่ปฏิเสธสมมติฐานหลักในประชากร

2.2 ดัชนี AGFI (Adjusted goodness of fit index) ดัชนี AGFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตรดังนี้

$$AGFI = 1 - \frac{k(k+1)}{2d}(1 - GFI)$$

เมื่อ d แทน df (องศาอิสระ) ของค่าไคสแควร์ที่ปรับโมเดลแล้ว

k แทน จำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล

2.3 ดัชนี NFI (Normed fit index) ค่าของ NFI จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตรดังนี้

$$NFI = \frac{\chi_0^2 - \chi_k^2}{\chi_0^2}$$

เมื่อ subscript 0 และ k หมายถึง โมเดลสมมติฐาน และ โมเดลจากข้อมูล ตามลำดับ

2.4 ดัชนี IFI (Incremental fit index) ดัชนี IFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตรดังนี้

$$IFI = \frac{nF_i - nF}{nF_i - d}$$

โดย subscript i หมายถึง ตัวชี้บอกโมเดลอิสระ ส่วน d หมายถึงองศาอิสระ

ดัชนี NFI , IFI, GFI และ AGFI มีหลักเกณฑ์การพิจารณาเหมือนกัน คือ ถ้ามีค่า 0.95 ขึ้นไป หรือไม่ต่ำกว่า 0.90 ถือว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล

3. ดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนของโมเดล

3.1 ดัชนี RMR (Root mean square residual) ถ้าค่า RMR มีค่าใกล้เคียงศูนย์

โดยทั่วไป ค่า RMR ไม่ควรเกิน 0.05 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล สูตรที่ใช้ คือ

$$RMR = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{ij} (s_{ij} - \Sigma_{ij})^2}$$

เมื่อ S_{ij} แทน สมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของโมเดลข้อมูล

Σ_{ij} แทน สมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของโมเดลสมมติฐาน

n แทน จำนวนสมาชิกในเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

3.2 ดัชนี RMSEA (Root mean square error of approximation) เป็นดัชนีที่บอกความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ ถ้าค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมกับข้อมูล ถ้าค่า RMSEA ไม่เกิน 0.05 หรือไม่เกิน 0.08 แสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตรดังนี้

$$RMSEA = \sqrt{\frac{FO}{d}}$$

เมื่อ $FO = \text{Max.}\{F - (d/n), 0\}$

$F = F[S, \Sigma(\theta)]$ = ค่าฟังก์ชันความกลมกลืนของโมเดลจากพารามิเตอร์ θ

n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

d = องศาอิสระ

4. ดัชนีเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล

4.1 ดัชนี AIC (Akaike Information Criterion) นักวิจัยจะนำดัชนีของโมเดลที่เป็นสมมติฐานเทียบกับดัชนีสำหรับโมเดลอิสระและโมเดลอิ่มตัว ถ้าค่าใกล้เคียงดัชนีอิ่มตัวมากเท่าใด แสดงว่าโมเดลมีความประหยัด และมีแนวโน้มจะเป็นแสดงว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล มีสูตร ดังนี้

$$AIC = C + 2t$$

เมื่อ $C =$ ค่าไค-สแควร์ (χ^2)

$t =$ จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

4.2 ดัชนี CAIC (Consistent AIC) มีหลักเกณฑ์เช่นเดียวกับ ดัชนี AIC มีสูตร ดังนี้

$$CAIC = c + (1 + \ln n)t$$

เมื่อ $C =$ ค่าไค-สแควร์ (χ^2)

$n =$ ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

$t =$ จำนวนพารามิเตอร์อิสระ

เกณฑ์ในการพิจารณาประสิทธิภาพของโมเดล ใน 3 กลุ่มแรกจะเป็นการพิจารณาว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลหรือไม่ ส่วน เกณฑ์ในกลุ่มสุดท้ายจะเป็นการพิจารณาที่เทียบกับเกณฑ์ว่าโมเดลใดมีความประหยัด(Parsimony)มากที่สุด ก็จะถือว่าเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์ทั้ง 4 กลุ่มนี้ร่วมกันพิจารณาประสิทธิภาพของโมเดลในการวิจัยครั้งนี้

6.2 ปรับโมเดล พิจารณาจากผลการวิเคราะห์ในแต่ละโมเดล ว่าควรเพิ่มหรือลดเส้นทางอิทธิพลเส้นใดที่ทำให้ค่าไคสแควร์ของโมเดลลดลงมากที่สุด จนโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล แต่ในการปรับโมเดลครั้งนี้ ผู้วิจัยจะทำการเพิ่มเฉพาะเส้นทางความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน โดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้ โดยจะไม่เพิ่มหรือลดเส้นทางหลักตามทฤษฎีของโมเดล

6.3.ประมาณค่าพารามิเตอร์ ด้วยวิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด (Maximum likelihood) จากโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด พารามิเตอร์ที่ประมาณค่า ได้แก่

6.3.1 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

6.3. 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น

6.3.3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนของอัตราพัฒนาการ

6.3.4 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ

6.3.5 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัด

ครั้งที่ 1

6.3.6 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการ และคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1

6.3.7 ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนการวัดครั้งที่ 3 และ 4

6.3.8 ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 3 และ 4

6.3.9 ค่าอิทธิพลคะแนนจริงการวัดครั้งหนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งถัดไป

กรณีโมเดล LGC ประมาณค่าเฉพาะ 6.3.1 -6.3.4 และ 6.3.7

กรณีโมเดล ALT ประมาณค่าเฉพาะ 6.3.1- 6.3.6, 6.3.8 และ 6.3.9

กรณีโมเดล QSLG ประมาณค่าเฉพาะ 6.3.1-6.3.4, 6.3.8 และ 6.3.9

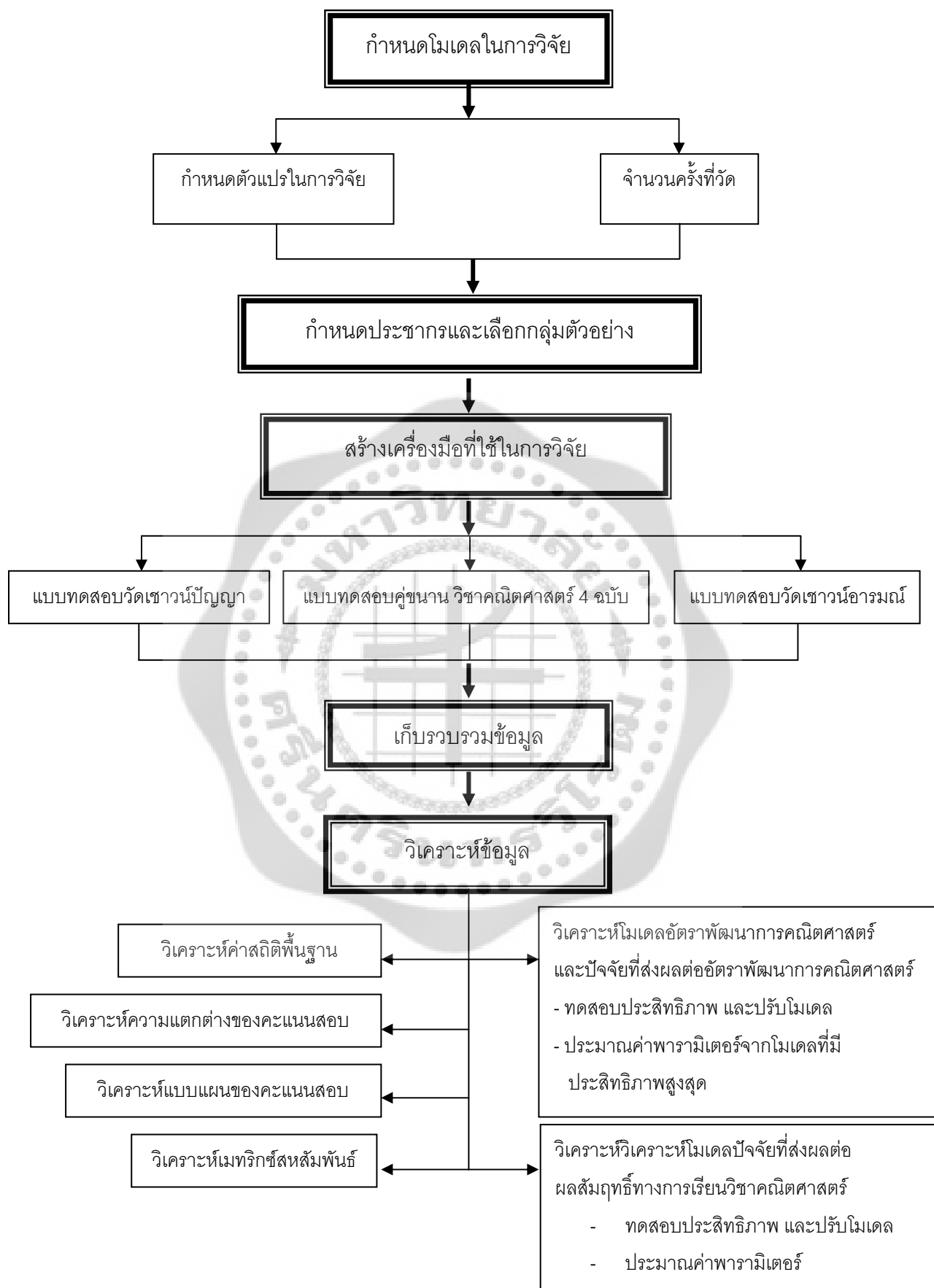
7. วิเคราะห์โมเดลปัจจัยทางเขาวนัปัญหาและเขาวนัอารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยดำเนินการ ดังนี้

7.1 ทดสอบประสิทธิภาพโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าไคสแควร์ ดัชนี GFI ดัชนี AGFI ดัชนี NFI ดัชนี IFI ดัชนี RMR ดัชนี RMSEA ดัชนี AIC และ ดัชนี CAIC

7.2 ปรับโมเดล โดยผู้วิจัยจะทำการเพิ่มเฉพาะเส้นทางความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อน โดยยอมให้ความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กันได้

7.3 ประมาณค่าพารามิเตอร์ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และสัมประสิทธิ์พยากรณ์

จากขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังที่กล่าวมาสรุปได้ ดังภาพ ประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ คือ โมเดลโค้ง พัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตรา พัฒนาการคณิตศาสตร์ การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของ คะแนนคณิตศาสตร์

- 1.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนคณิตศาสตร์
- 1.2 การตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัด 4 ครั้ง
- 1.3 การตรวจสอบแบบแผนอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์
- 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ ในช่วงเวลาต่างๆ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

- 2.1 การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง
- 2.2 การวิเคราะห์โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ
- 2.3 การวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ
- 2.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ และโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์

- 3.1 การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง
- 3.2 การวิเคราะห์โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ
- 3.3 การวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ
- 3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ และโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง พัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้เสนอผลวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิจัย แบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) โมเดลการวิจัย 2) ตัวแปร 3) ค่าประมาณพารามิเตอร์ และ 4) ดัชนีประสิทธิภาพของโมเดล

1. โมเดลการวิจัย

1.1 โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

LGC-B	แทน	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่ไม่มีตัวแปรอิสระ และยังไม่มีการปรับโมเดล
LGC-R1	แทน	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่ได้จากการปรับโมเดล LGC-B โดยให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กัน 1 คู่
FLGC-B	แทน	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่ให้ประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบพัฒนาการในการวัด 4 ครั้ง และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดแต่ละครั้งไม่เท่ากัน
FLGC-R4	แทน	โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่ได้จากการปรับโมเดล FLGC-B โดยให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กัน 4 คู่

1.2 โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

ALT-EC	แทน	โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2, 3, 4 และขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกันเท่ากัน และกำหนดขนาดอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเป็นค่าคงที่
ALT-SC	แทน	โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2, 3, 4 เท่ากัน ให้ประมาณค่าอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกัน และกำหนดขนาดอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเป็นค่าคงที่

1.3 โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

QSLG-EC	แทน	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งและขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกันเท่ากัน และกำหนดขนาดอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเป็นค่าคงที่
QSLG-SC	แทน	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน ให้ประมาณค่าอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกัน และกำหนดขนาดอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเป็นค่าคงที่
QSLG-SS	แทน	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน ประมาณค่าขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกัน และประมาณค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้ง
FQSLG-SS	แทน	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน ประมาณค่าขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกันและประมาณค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้ง
FQSLG-SSR3	แทน	โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน ประมาณค่าขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงที่ส่งผลต่อคะแนนจริงครั้งที่ติดกันและประมาณค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดมีความสัมพันธ์กัน

ACH-B	แทน	โมเดลอิทธิพลเชิงสาเหตุ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ACH-R1	แทน	โมเดลอิทธิพลเชิงสาเหตุ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัด 1 คู่

2. ตัวแปร

$MATH_1, MATH_2, MATH_3, MATH_4$	แทน	คะแนนคณิตศาสตร์จากการวัด (observe score) ครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4
M_1, M_2, M_3, M_4	แทน	คะแนนจริงคณิตศาสตร์จากการวัด (true score) ครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4
intercept (η_6)	แทน	คะแนนความสามารถเริ่มต้น
slope (η_6)	แทน	อัตราพัฒนาการ
IQ	แทน	คะแนนเชาวน์ปัญญา
EQ	แทน	คะแนนเชาวน์อารมณ์

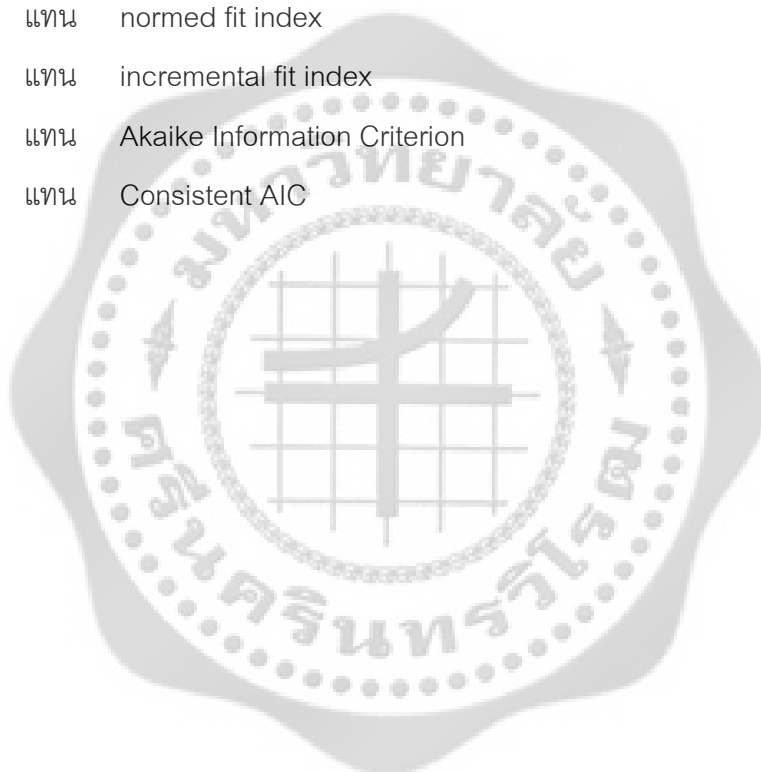
3. ค่าประมาณพารามิเตอร์

$IQ \rightarrow NUMB$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ IQ ด้านความสามารถด้านจำนวน
$IQ \rightarrow VERB$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ IQ ด้านความสามารถด้านภาษา
$IQ \rightarrow REAS$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ IQ ด้านความสามารถด้านการใช้เหตุผล
$IQ \rightarrow SPAC$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ IQ ด้านความสามารถด้านมิติสัมพันธ์
$EQ \rightarrow KNOW$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ EQ ด้านการรู้จักตนเอง
$EQ \rightarrow CONT$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ EQ ด้านการจัดการอารมณ์
$EQ \rightarrow MOTV$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ EQ ด้านการมีแรงจูงใจ
$EQ \rightarrow AWRE$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ EQ ด้านการตระหนักรู้สังคม
$EQ \rightarrow WORK$	แทน	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของ EQ ด้านการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม
$Slope \rightarrow MATH_1$	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 1
$Slope \rightarrow MATH_2$	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนคณิตศาสตร์จากการวัดครั้งที่ 2

Slope→ MATH ₃	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 3
Slope→ MATH ₄	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 4
M ₁ →M ₂	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 1 ที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2
M ₂ →M ₃	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2 ที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 3
M ₃ →M ₄	แทน	ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 3 ที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 4
Slope→ M ₃	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 3
Slope→ M ₄	แทน	ค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการ ที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 4
VAR (E ₁ -E ₄)	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1-4
VAR (M ₁ -M ₄)	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนจริงคณิตศาสตร์ในการวัดครั้งที่ 1-4
Mean intercept	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถเริ่มต้น
Mean slope	แทน	ค่าเฉลี่ยของอัตราพัฒนาการ
VAR intercept	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น
VAR slope	แทน	ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ
Corr intercept ,slope	แทน	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ
Corr intercept ,M1	แทน	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1
Corr slope, M1	แทน	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการ และคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1
COV Error	แทน	ค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนความคลาดเคลื่อน

4. ดัชนีประสิทธิภาพของโมเดล วัดระดับความเหมาะสมพอดีของโมเดลกับข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

χ^2	แทน	ค่าสถิติไค-สแควร์
df	แทน	ชั้นความเป็นอิสระ
p	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
RMSEA	แทน	ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าของโมเดล
RMR	แทน	รากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองส่วนที่เหลือของโมเดล
GFI	แทน	goodness of fit index
AGFI	แทน	adjusted goodness of fit index
NFI	แทน	normed fit index
IFI	แทน	incremental fit index
AIC	แทน	Akaike Information Criterion
CAIC	แทน	Consistent AIC



ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน คะแนนคณิตศาสตร์

4.1 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำคะแนนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 460 คน ที่ทำแบบทดสอบครบทั้ง 4 ครั้ง จากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน 4 ช่วงเวลา แต่ละช่วงเวลา เว้นระยะห่าง 1 เดือน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมประสิทธิ์การกระจาย คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด ความเบ้ ความโด่ง เพื่อพิจารณาการแจกแจงของคะแนน วิเคราะห์ความเชื่อมั่น และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด นำเสนอผลดังตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง
ในช่วงเวลาต่างกัน

ค่าสถิติ	คะแนนคณิตศาสตร์			
	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
คะแนนเต็ม	50	50	50	50
ค่าเฉลี่ย	21.907	23.030	24.107	26.157
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.852	7.545	8.290	8.341
สัมประสิทธิ์การกระจาย	31.278	32.762	34.388	31.888
คะแนนสูงสุด	46	47	50	50
คะแนนต่ำสุด	6	7	7	8
ความเบ้	0.415	0.642	0.559	0.348
ความโด่ง	-0.068	0.227	0.123	-0.327
ความเชื่อมั่น (KR20)	0.778	0.896	0.913	0.915
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	3.228	2.429	2.447	2.433
ความเชื่อมั่น (r_B)	0.785	0.899	0.915	0.918
ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	3.177	2.395	2.423	2.396

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 1 – 4 เพิ่มขึ้นตามลำดับ คือ 21.907, 23.030, 24.107 และ 26.157 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน คือ 6.852, 7.545, 8.290 และ 8.341 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ประมาณร้อยละ 31, 33, 34 และ 32 ตามลำดับ คะแนนสูงสุด คือ 46, 47, 50 และ 50 ตามลำดับ คะแนนต่ำสุด

คือ 6, 7, 7 และ 8 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาการแจกแจงของคะแนนการวัดทั้ง 4 ครั้ง ค่าความเบ้ เท่ากับ 0.415, 0.642, 0.559 และ 0.348 ตามลำดับ ค่าความโด่ง เท่ากับ -0.068, 0.227, 0.123 และ -0.327 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียง กับ 0 จะเห็นได้ว่า แนวโน้มคะแนนการวัดแต่ละครั้งมีการแจกแจงใกล้เคียงกับโค้งปกติ ความเชื่อมั่นของข้อมูลทั้ง 4 ครั้ง ที่คำนวณจากสูตร KR20 มีค่าเท่ากับ 0.778, 0.896, 0.913 และ 0.915 ตามลำดับ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.228, 2.429, 2.447 และ 2.433 ตามลำดับ ความเชื่อมั่นของข้อมูล ที่คำนวณจากสูตร r_g มีค่าเท่ากับ 0.785, 0.899, 0.915 และ 0.918 ตามลำดับ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด เท่ากับ 3.177, 2.395, 2.423 และ 2.396 ตามลำดับ

1.2 การตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนคณิตศาสตร์

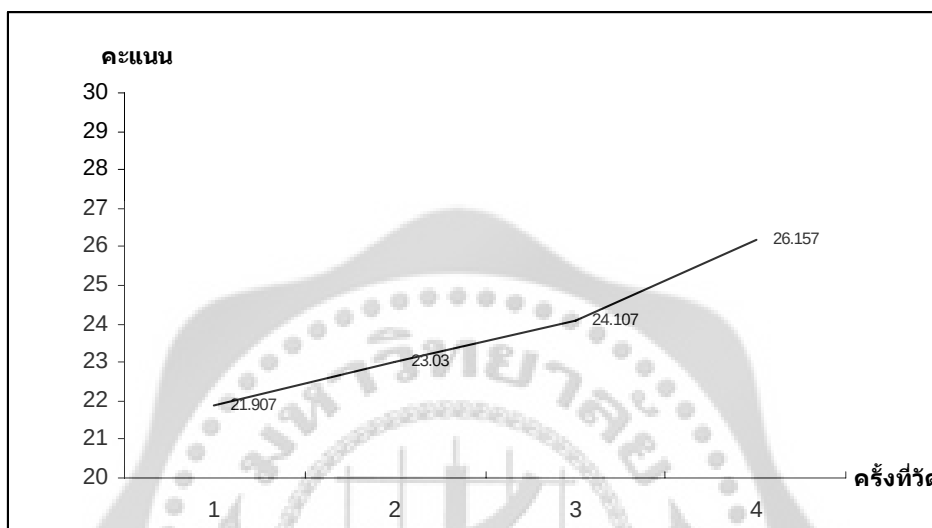
จากการวัด 4 ครั้ง

จากข้อตกลงเบื้องต้นในการวิเคราะห์ใ้คงพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่คะแนนที่เปลี่ยนแปลงไปจะต้องมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาอย่างเป็นระบบ อย่างน้อยในช่วงของการศึกษาดังนั้น คะแนนคณิตศาสตร์จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง ในระยะเวลา 4 เดือน ต้องมีการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัดครั้งที่ 1 – 4 ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (Repeated ANOVA) เพื่อตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของคะแนนคณิตศาสตร์ตามจำนวนครั้งของการวัด ผลการวิเคราะห์นำเสนอในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างช่วงเวลา	3	4,519.335	1,506.445	71.191*	0.00
ภายในกลุ่ม	459	82,016.900	178.686		
ความคลาดเคลื่อน	1,377	29,138.165	21.161		
รวม	1,839				

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($F=71.191$) แสดงว่าช่วงเวลาในการวัดมีผลทำให้คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดทั้ง 4 ครั้งแตกต่างกัน ข้อมูลในการวิจัยในครั้งนี้จึงสามารถนำมาวิเคราะห์ขั้นต่อไปได้ การเปลี่ยนแปลงของคะแนนคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง แสดงดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 เส้นภาพการเปลี่ยนแปลงของคะแนนคณิตศาสตร์จากการวัดทั้ง 4 ครั้ง

1.3 การตรวจสอบแบบแผนคะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์

การตรวจสอบแบบแผนคะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์ มีหลักการสำคัญคือ การเลือกลำดับโพลีโนเมียลที่ต่ำที่สุดที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (เวลา) และตัวแปรตาม (คะแนนคณิตศาสตร์) ได้ดีที่สุด ขั้นตอนการทดสอบโดยการวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียลลำดับสองมีความเหมาะสมหรือไม่ หากพบว่าผลการวิเคราะห์มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าโพลีโนเมียลลำดับสองเหมาะสม นั่นคือ คุณลักษณะที่วัดนั้นมีแบบแผนเชิงเส้นโค้ง (Quadratic pattern) แต่หากพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโพลีโนเมียลลำดับสองไม่เหมาะสม ขั้นตอนต่อไปจะทดสอบนัยสำคัญของ การวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียลลำดับหนึ่ง หากพบว่าผลการวิเคราะห์มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า คุณลักษณะที่วัดนั้นมีแบบแผนเชิงเส้นตรง (Linear pattern)

ถ้าการวิเคราะห์ถดถอยโพลีโนเมียลลำดับสองและโพลีโนเมียลลำดับหนึ่งมีนัยสำคัญทั้งคู่ ให้พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ (R – square) โดยเลือกรูปแบบโพลีโนเมียลที่มีค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณมากกว่า หากพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณของสมการโพลีโนเมียลกำลังสองและกำลังหนึ่งไม่แตกต่างกัน จะเลือกรูปแบบโพลีโนเมียลกำลังหนึ่งซึ่งมีลำดับที่ต่ำกว่า ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์แบบแผนคะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6
จากการวัด 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน

แบบแผน		df	SS	MS	F	p	R	R ²
เชิงเส้นโค้ง	การถดถอย	2	8192.72	4,096.36	71.574*	0.00	0.269	0.072
	ความคลาดเคลื่อน	1837	105,135.08	57.232				
เชิงเส้นตรง	การถดถอย	1	8131.00	8,131.00	142.065*	0.00	0.268	0.072
	ความคลาดเคลื่อน	1838	105,196.80	57.234				

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 7 พบว่า ค่าสถิติ F ของการวิเคราะห์การถดถอยทั้งแบบแผนเชิงเส้นโค้ง($F=71.574$)และแบบแผนเชิงเส้นตรง($F=142.065$) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งคู่ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณของทั้งสองแบบแผน พบว่า มีค่าเท่ากัน คือ 0.072 จึงกำหนดลำดับสูงสุดในสมการโพลิโนเมียลเป็นกำลังหนึ่งในการวิเคราะห์โมเดลการวัดคะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์ต่อไป แสดงว่า คะแนนพัฒนาการคณิตศาสตร์ มีแบบแผนเชิงเส้นตรง

1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัด 4 ครั้ง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัด 4 ครั้ง โดยการนำคะแนนคณิตศาสตร์แต่ละครั้งมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง
ในช่วงเวลาต่างกัน

	MATH1	MATH 2	MATH3	MATH 4
MATH1	1.00			
MATH2	.652**	1.00		
MATH3	.574**	.786**	1.00	
MATH4	.455**	.666**	.764**	1.00

** $p < 0.01$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบแต่ละคู่ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกค่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์รายคู่ค่อนข้างสูง ตั้งแต่ 0.574 – 0.786 โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าสูงสุด

ส่วนความสัมพันธ์รายคู่ระหว่าง การวัดครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 2 , 3 และ 4 มีค่า 0.652, 0.574, และ 0.455 ตามลำดับ ความสัมพันธ์รายคู่ระหว่าง การวัดครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 3 และ 4 มีค่า 0.786, และ 0.666 ตามลำดับ และความสัมพันธ์รายคู่ระหว่าง การวัดครั้งที่ 3 กับครั้งที่ 4 , มีค่า 0.764

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ ใช้โมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และ โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

2.1 การวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

โมเดลนี้ประยุกต์จากวิธีหยาบสมการโครงสร้างที่มีค่าเฉลี่ย โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนการวัดแต่ละครั้ง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ

กระบวนการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัย กำหนดให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดแต่ละครั้งไม่เท่ากัน ให้ประมาณค่าอิทธิพลอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนคณิตศาสตร์ในการวัดแต่ละครั้ง จากผลการวิเคราะห์ในครั้งแรก ยังมีความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูง โมเดลยังไม่มี ความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงปรับโมเดลโดย กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด จำนวน 1 คู่ ผลการวิเคราะห์ แสดงในตาราง 9

ตาราง 9 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(LGC)คะแนนคณิตศาสตร์

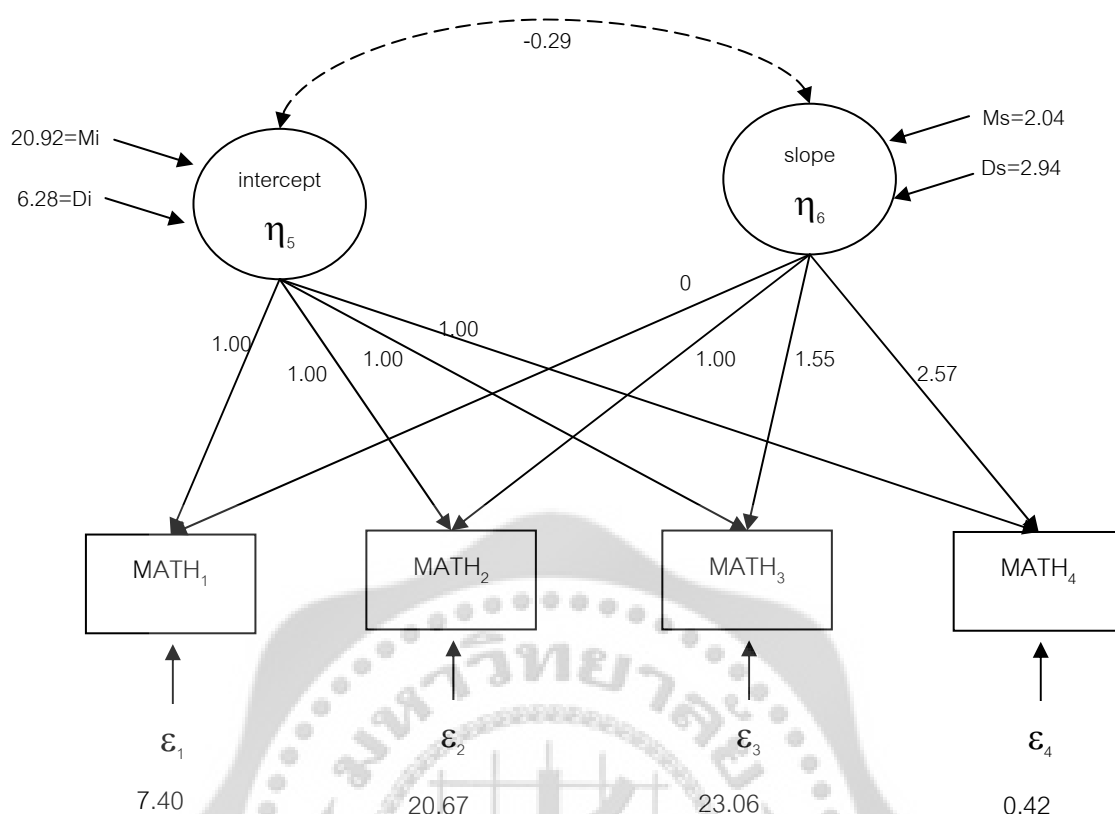
parameter	LGC-B	LGC-R1
โมเดลการวัด		
Slope→ MATH ₁	0	0
Slope→ MATH ₂	1	1
Slope→ MATH ₃	1.80*	1.55*
Slope→ MATH ₄	2.79*	2.57*
VAR E ₁	16.13*	7.40*
VAR E ₂	14.06*	20.67*
VAR E ₃	15.16*	23.06*
VAR E ₄	14.51*	0.42
โมเดลโครงสร้าง		
Mean intercept	21.67*	20.92*
Mean slope	1.52*	2.04*
VAR intercept	36.54*	39.45*
VAR slope	4.42*	8.62*
Corr intercept ,slope	-.12	-.29*
ประสิทธิภาพโมเดล		
χ^2	58.35(df=3,p=0.00)	1.65(df=2,p=0.44)
RMSEA	.201	0
RMR	.092	.015
GFI	.95	1.00
AGFI	.82	.99
NFI	.95	1.00
IFI	.96	1.00
AIC (Saturated AIC =20.00)	80.85(60.85)	25.65(5.65)
CAIC (Saturated CAIC = 71.31)	137.30(65.99)	87.22(15.91)
มี COV Error 1 คู่		

* P< .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9 พบว่า โมเดล LGC-B ซึ่งเป็นโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่ยังไม่มีการปรับโมเดล มีค่าไค-สแควร์ของโมเดลเท่ากับ 58.35 ($p = 0.00$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.201 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.092 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.95 AGFI เท่ากับ 0.82 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่า โมเดลนี้ยังไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูล

ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดล LGC-R1 โดยกำหนดให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 2 และ 3 มีความสัมพันธ์กัน ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 1.65 ($p = 0.44$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.015 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.99 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงว่า โมเดลนี้มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดลนี้ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ต่อไป

ค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการการวัด พบว่า ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0, 1, 1.55 และ 2.57 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1 – 4 เท่ากับ 7.40, 20.67, 23.06 และ 0.42 ตามลำดับเกือบทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นครั้งที่ 4 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.92 ความแปรปรวน เท่ากับ 39.45 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.04 ความแปรปรวน เท่ากับ 8.62 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.29 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพประกอบ 12 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดล LGC-R1)

2.2 การวิเคราะห์โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(ALT)

โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ เป็นโมเดลที่ประยุกต์โมเดลซิมเพิลิกซ์ และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมารวมกัน โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดแต่ละครั้ง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ

กระบวนการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยกำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2, 3 และ 4 เท่ากัน กำหนดพารามิเตอร์ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกันให้เป็นพารามิเตอร์บังคับและเป็นพารามิเตอร์อิสระ กำหนดค่าอิทธิพลของอัตรา

พัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดแต่ละครั้งเป็นค่าคงที่ และให้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ผลการวิเคราะห์นำเสนอในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(ALT) คะแนน

คณิตศาสตร์

parameter	ALT-EC	ALT-SC	ALT-ES
โมเดลโครงสร้าง			
$M_1 \rightarrow M_2$	.25*	.25*	.25*
$M_2 \rightarrow M_3$	.25*	.22	.25*
$M_3 \rightarrow M_4$	.25*	.22	.25*
Slope $\rightarrow M_4$	2	2	4.04*
VAR M_1	46.95*	46.95*	46.95*
VAR M_2	17.28*	16.67*	16.51*
VAR M_3	17.28*	16.67*	16.51*
VAR M_4	17.28*	16.67*	16.51*
Mean intercept	17.41*	17.40*	17.61*
Mean slope	1.29*	1.70	0.62*
VAR intercept	28.06*	28.72*	28.96*
VAR slope	1.40	1.64	0.48
Corr intercept ,slope	-.12	-.05	-.18
Corr intercept ,M1	.65*	.64*	.64*
Corr slope, M1	-.25	-.17	-.27
ประสิทธิภาพโมเดล			
χ^2	13.91	12.47	4.98
	(df=3, p=0.003)	(df=1, p=0.00)	(df=2, p=0.083)
RMSEA	.089	.16	.057
RMR	.031	.036	.028
GFI	.99	.99	1.00
AGFI	.97	.87	.98
NFI	.99	.99	1.00

ตาราง 10 (ต่อ)

parameter	ALT-EC	ALT-SC	ALT-ES
ประสิทธิภาพโมเดล			
IFI	.99	.99	1.00
AIC (Saturated AIC =20.0)	35.91(15.91)	38.47(18.47)	28.98(8.98)
CAIC (Saturated CAIC=71.31)	92.36(21.05)	105.17(33.86)	90.55(19.24)

* $P < .05$

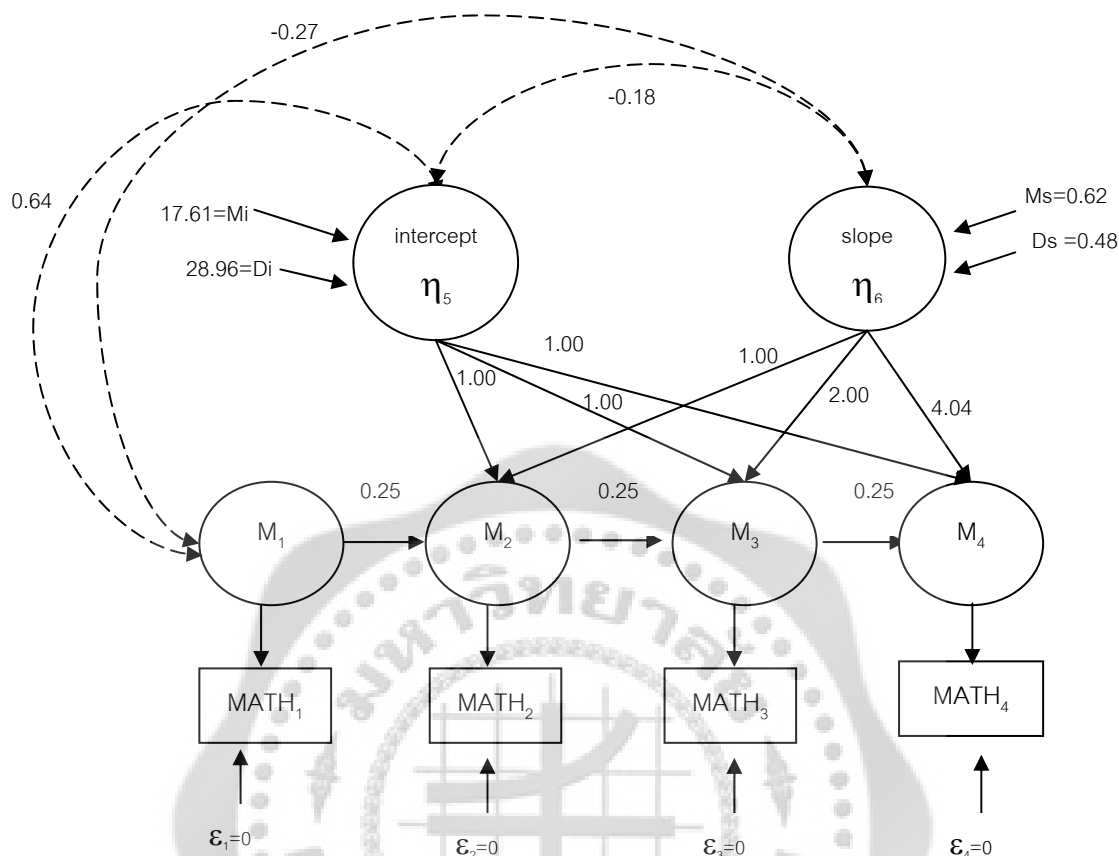
ผลการวิเคราะห์ ตามตาราง 10 พบว่า โมเดล ALT-EC ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2,3 และ 4 เท่ากัน ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งซึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกันโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากัน และ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้ง ให้เป็นค่าคงที่ มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 13.91 $p = 0.003$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.089 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.031 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.99 AGFI เท่ากับ 0.97 NFI เท่ากับ 0.99 IFI เท่ากับ 0.99

โมเดล ALT-SC ผู้วิจัยกำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2,3 และ 4 เท่ากัน ให้ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งซึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน และ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 4 ให้เป็นค่าคงที่ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 12.47 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.16 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.036 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.99 AGFI เท่ากับ 0.87 NFI เท่ากับ 0.99 IFI เท่ากับ 0.99

โมเดล ALT-ES ผู้วิจัยกำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2,3 และ 4 เท่ากัน ให้ประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งซึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกันโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากัน และ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 4 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 4.98 $p = 0.083$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.057 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.028 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.98 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00

จากผลการวิเคราะห์ทั้งสามโมเดล จะเห็นได้ว่า โมเดล ALT-ES เป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด เพราะมีค่าความน่าจะเป็นไค-สแควร์ต่ำที่สุด และค่าความน่าจะเป็น (p) มากกว่า 0.05 ค่า RMSEA และ ค่า RMR ต่ำที่สุด ค่า GFI, AGFI, NFI และ IFI มากที่สุด มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอื่นตัวมากที่สุด คือ 28.98 และ 90.55 ตามลำดับ ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดลนี้ เป็นตัวแทนของโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ต่อไป

ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.25 ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 2 - 4 เท่ากับ 0, 1 และ 4.04 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 17.61 และ 28.96 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.62 และ 0.48 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.18 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.64 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ -0.27 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1



ภาพประกอบ 13 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลไฮบริดที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดล ALT-ES)

2.3 ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ เป็นโมเดลที่ประยุกต์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ ให้มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเข้ามา โดยการวิเคราะห์ครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า และค่าประมาณพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้ง ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ

กระบวนการวิเคราะห์นั้น ผู้วิจัยกำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดแต่ละครั้งเท่ากัน และกำหนดให้การประมาณค่าพารามิเตอร์บางค่าให้เป็นพารามิเตอร์บังคับและพารามิเตอร์อิสระ ผลการวิเคราะห์ แสดงในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสัมพันธ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(QLSG) คะแนนคณิตศาสตร์

parameter	QLSG-EC	QLSG-SC	QLSG-SS
โมเดลโครงสร้าง			
$M_1 \rightarrow M_2$	.00	.22*	.47*
$M_2 \rightarrow M_3$	.00	.41*	.46*
$M_3 \rightarrow M_4$	.00	.60*	.47*
Slope $\rightarrow M_3$	2	2	.89*
Slope $\rightarrow M_4$	3	3	.78*
VAR M_1	14.88*	22.47*	22.05*
VAR M_2	14.88*	22.47*	22.05*
VAR M_3	14.88*	22.47*	22.05*
VAR M_4	14.88*	22.47*	22.05*
Mean intercept	21.72*	21.77*	21.92*
Mean slope	1.38*	-3.39*	-9.25*
VAR intercept	36.44*	29.73*	23.99*
VAR slope	3.82*	1.74*	14.12*
Corr intercept ,slope	-.12	-.84*	-.66*
ประสิทธิภาพโมเดล			
χ^2	60.86	39.56	20.69
	(df=7, p=0.00)	(df=5, p=0.00)	(df=3, p=0.00)
RMSEA	.13	.12	.11
RMR	.088	.083	.035
GFI	.95	.96	.98
AGFI	.92	.92	.93
NFI	.95	.97	.98
IFI	.96	.97	.99

ตาราง 11(ต่อ)

parameter	QSLG-EC	QSLG-SC	QSLG-SS
ประสิทธิภาพโมเดล			
AIC (Saturated AIC =20.0)	74.86(54.86)	57.56(37.56)	42.69(22.69)
CAIC (Saturated CAIC=71.31)	110.77(39.46)	103.74(32.43)	99.13(27.82)

* P< .05

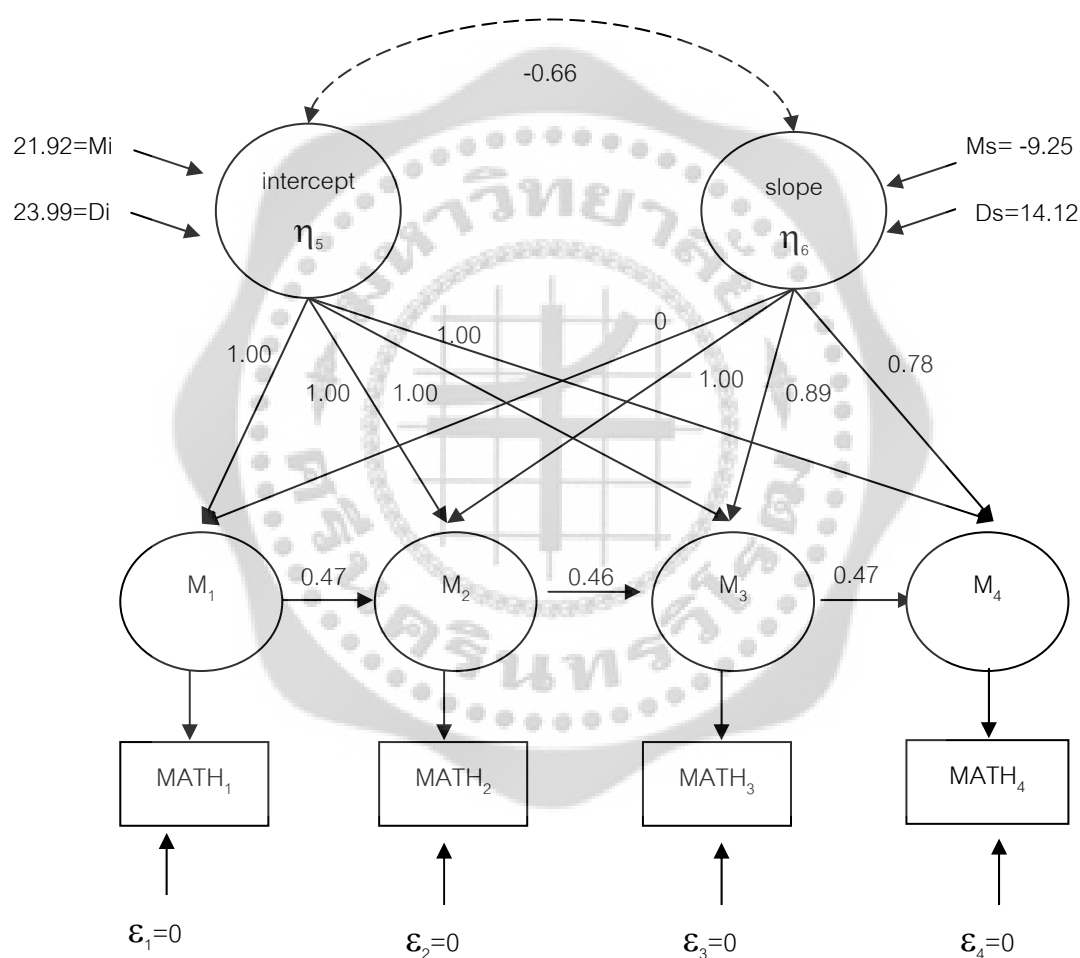
ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 11 พบว่าโมเดล QSLG-EC ซึ่งผู้วิจัยกำหนดค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน ให้เท่ากัน และค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้งให้เป็นค่าคงที่ มีค่าไค-สแควร์ของโมเดลเท่ากับ 60.86 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.13 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.088 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.95 AGFI เท่ากับ 0.92 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96

ผลการวิเคราะห์โมเดล QSLG-SC ซึ่งกำหนดค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้งให้เป็นค่าคงที่ และให้ประมาณค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งโมเดล พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 39.56 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.12 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.083 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.96 AGFI เท่ากับ 0.92 NFI เท่ากับ 0.97 IFI เท่ากับ 0.97

ผลการวิเคราะห์โมเดล QSLG-SS ที่ให้ประมาณค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกันและค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้ง ผลการวิเคราะห์ในภาพรวมทั้งโมเดล พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 20.69 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.035 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.98 AGFI เท่ากับ 0.93 NFI เท่ากับ 0.98 IFI เท่ากับ 0.99

จากผลการวิเคราะห์ ทั้ง 3 โมเดล พบว่า ยังมีค่าสถิติไค-สแควร์และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสูง(RMSEA) แต่โมเดล QSLG-SS มีค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล(RMR)น้อยกว่า 0.05 ค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมีค่าสูงกว่าโมเดลอื่น และเมื่อพิจารณาร่วมกับ ค่า AIC และ CAIC พบว่า โมเดล QSLG-SS มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัวมากที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดลนี้ที่เป็นตัวแทนของโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ต่อไป

ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งที่ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.47, 0.46 และ 0.47 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 - 4 เท่ากับ 0, 1, 0.89 และ 0.78 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 21.92 และ 23.99 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -9.25 และ 14.12 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.66 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพประกอบ 14 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ (โมเดล QSLG-SS)

2.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

การศึกษาในส่วนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ โดยนำโมเดลที่เป็นตัวแทนของโมเดลแต่ละประเภทมาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากดัชนีความเหมาะสมพอดีของโมเดลและ ดัชนีความคลาดเคลื่อน นำเสนอดังตาราง 12

ตาราง 12 ผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

	LGC-R1	ALT-ES	QSLG-SS
โมเดลโครงสร้าง			
Mean intercept	20.92*	17.61*	21.92*
Mean slope	2.04*	0.62*	-9.25*
VAR intercept	39.45*	28.96*	23.99*
VAR slope	8.62*	0.48	14.12*
Corr intercept ,slope	-0.29*	-0.18	-0.66*
ประสิทธิภาพโมเดล			
χ^2 (df,p)	1.65(df=2,p=0.44)	4.98(df=2,df=0.083)	20.69(df=3,p=0.00)
RMSEA	0.00	.057	.11
RMR	.015	.028	.035
GFI	1.00	1.00	.98
AGFI	.99	.98	.93
NFI	1.00	1.00	.98
IFI	1.00	1.00	.99
AIC (Saturated AIC =20.0)	25.65(5.65)	28.98(8.98)	42.69(22.69)
CAIC (Saturated CAIC=71.31)	87.22(15.91)	90.55(19.24)	99.13(27.82)

* P< .05

ผลการเปรียบเทียบ ตามตาราง 12 ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการวัด 4 ครั้ง ในเวลาต่างกัน พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (LGC-R1) มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 1.65 ($p = 0.44$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.015 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.99 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00 โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT-ES) มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 4.98 $p = 0.083$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.057 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.028 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.98 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00 โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG-SS) มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 20.69 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.035 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.98 AGFI เท่ากับ 0.93 NFI เท่ากับ 0.98 IFI เท่ากับ 0.99 สำหรับ ค่า AIC ของโมเดล LGC-R1 โมเดล ALT-ES และ โมเดล QSLG-SS มีค่า เท่ากับ 25.65, 28.98 และ 42.69 ตามลำดับ ส่วน ค่า CAIC ของทั้ง 3 โมเดล มีค่าเท่ากับ 87.22, 90.55 และ 99.13 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีประสิทธิภาพของโมเดลในภาพรวม จะเห็นว่า โมเดลที่มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (LGC-R1) และ โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT-ES) โดยโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เพราะเป็นโมเดลที่มี ค่าไค-สแควร์ต่ำที่สุด ความน่าจะเป็นไค-สแควร์ สูงสุด ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและความคลาดเคลื่อนของโมเดลต่ำสุด ค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมีค่าสูงสุด และมีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated model) มากที่สุด โมเดลที่มีประสิทธิภาพรองลงมา คือ โมเดลลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (ALT-ES)

ส่วน โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG-SS) มีค่าสถิติไค-สแควร์และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าสูง ค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลบางค่า (AGFI) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จะเห็นว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลค่อนข้างต่ำ จึงกล่าวได้ว่าโมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ (QSLG-SS) มีประสิทธิภาพต่ำสุด

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ ใช้โมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบคือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

3.1 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ในการวิเคราะห์ครั้งแรก ผู้วิจัยใช้โมเดลพื้นฐานเช่นเดียวกับ โมเดล LGC-B แต่ยังคงมีความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูง โมเดลยังไม่มี ความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงปรับโมเดลโดย กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด จำนวน 4 คู่ ผลการวิเคราะห์ แสดงในตาราง 13



ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตรา
พัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

parameter	FLGC-B	FLGC-R4
โมเดลการวัด		
IQ → NUMB	.85*	.75*
IQ → VERB	.90*	.90*
IQ → REAS	1.00	1.00
IQ → SPAC	.87*	.88*
EQ → KNOW	1.00	1.00
EQ → CONT	.83*	.83*
EQ → MOTV	.95*	.95*
EQ → AWRE	.97*	.97*
EQ → WORK	.90*	.90*
Slope → MATH ₁	0	0
Slope → MATH ₂	1	1
Slope → MATH ₃	1.78*	1.56*
Slope → MATH ₄	2.85*	2.40*
VAR E ₁	16.36*	9.73*
VAR E ₂	13.78*	18.22*
VAR E ₃	15.83*	19.92*
VAR E ₄	13.46*	8.18*
โมเดลโครงสร้าง		
IQ → intercept	1.45*	1.43*
IQ → slope	.35*	.47*
EQ → intercept	-.63	-.70
EQ → slope	.15	-.09
Corr IQ, EQ	.29*	.30*

ตาราง 13(ต่อ)

parameter	FLGC-B	FLGC-R4
โมเดลโครงสร้าง		
Mean intercept	21.69*	20.88*
Mean slope	1.50*	2.18*
VAR intercept	24.06*	25.88*
VAR slope	3.52*	6.82*
Corr int ,slope	-.13*	-.26*
ประสิทธิภาพโมเดล		
χ^2	268.82(df=68, p=0.00)	191.76(df=64, p=0.00)
RMSEA	.080	.066
RMR	.081	.080
GFI	.92	.94
AGFI	.89	.92
NFI	.95	.96
IFI	.96	.97
AIC (Saturated AIC =182.0)	340.82 (158.82)	271.76(89.76)
CAIC (Saturated CAIC=648.94)	525.55 (123.39)	477.01(171.93)
		มีCOV Error 4 คู่

* P< .05

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 13 พบว่า โมเดล FLGC-B มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 268.82 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.080 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.081 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.92 AGFI เท่ากับ 0.89 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูงมาก ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แสดงว่า โมเดลนี้ยังไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูล

จากโมเดล FLGC-B ที่พบว่ายังไม่เหมาะสมกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลโดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 4 คู่ ได้ผลเป็นโมเดล FLGC-R4 ผลการวิเคราะห์โมเดล FLGC-R4 พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 191.76 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการ

ประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.066 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.080 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.94 AGFI เท่ากับ 0.92 NFI เท่ากับ 0.96 IFI เท่ากับ 0.97 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อยแต่ยังไม่เกิน 0.08 มีค่าความเหมาะสมพอดี 2 ค่าที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า NFI และ IFI แสดงว่า โมเดลนี้มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร

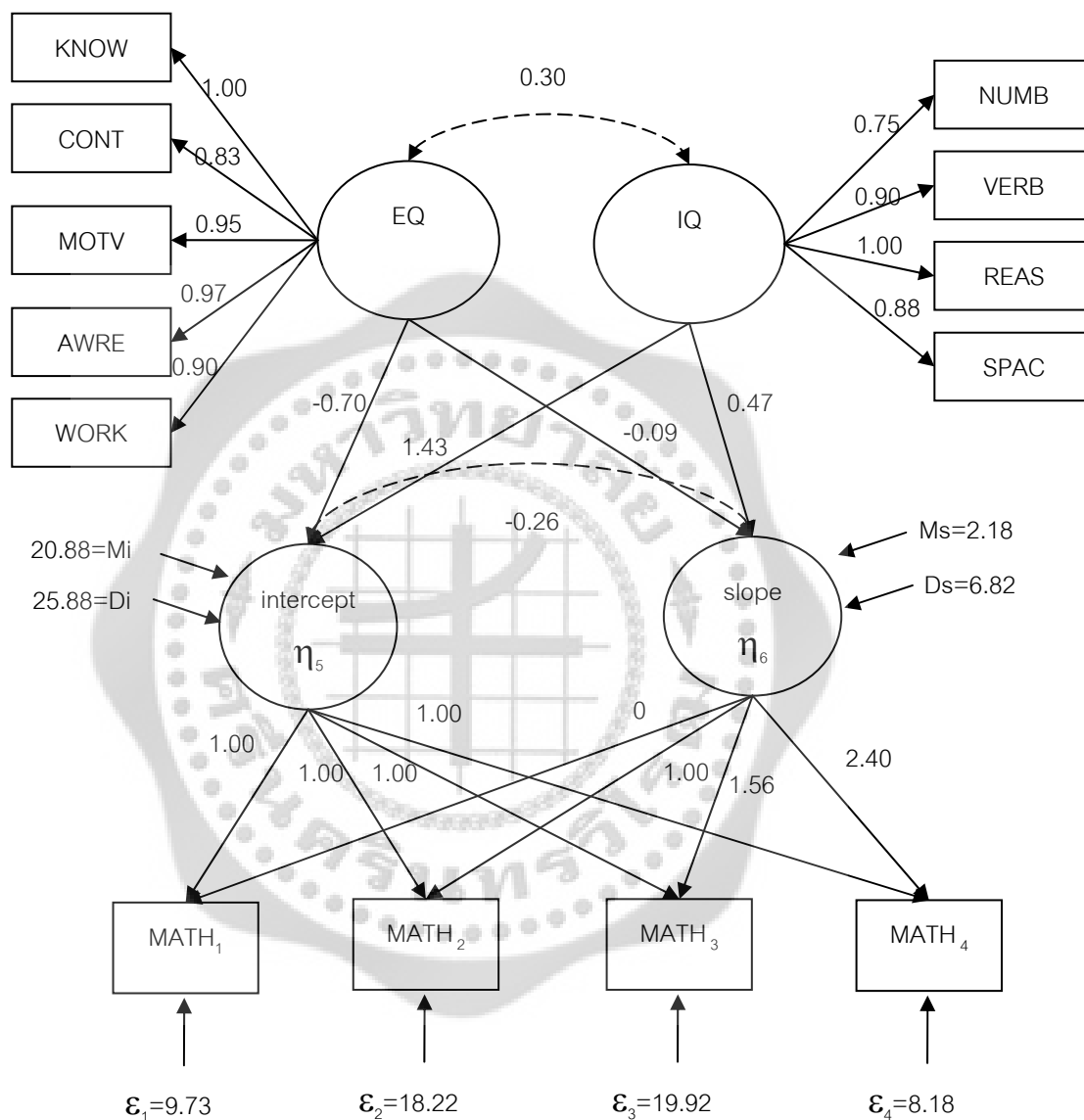
เมื่อพิจารณา ค่า AIC โมเดล FLGC-R4 มีค่า AIC เท่ากับ 271.76 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC=182.0) มากกว่าโมเดล FLGC-B(AIC=340.82) ส่วนโมเดล FLGC-B มีค่า CAIC เท่ากับ 525.55 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated CAIC=648.94) มากกว่า โมเดล FLGC-R4 (CAIC=477.01)

เมื่อพิจารณาในภาพรวม ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดล FLGC-R4 เป็นตัวแทนของโมเดลไค้พัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการศึกษาปัจจัย ด้านเชาวน์ปัญญาและ เชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า มีค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลสูงกว่า

ค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จาก โมเดล FLGC-R4 คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมีติสัมพันธ์ มีค่า 0.75 0.93 1.00 และ 0.88 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 1.43 และ 0.47 ตามลำดับ และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.70 และ -0.09 ตามลำดับและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.30 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0 , 1, 1.56 และ 2.40 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1 – 4 เท่ากับ 9.73, 18.22, 19.92 และ 8.182 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.88 ความแปรปรวน เท่ากับ 25.88 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.18 ความแปรปรวน เท่ากับ 6.82 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.26 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพประกอบ 15 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์(โมเดล FLGC-R4)

3.2 ผลการวิเคราะห์โมเดลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

การวิเคราะห์โมเดลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านชาวน์ ปัญญาและชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลอัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา ประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของ โมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ในการวิเคราะห์ครั้งแรก ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ในรูปแบบ ของโมเดล ALT-ES ซึ่งมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ โดย กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2,3 และ 4 เท่ากัน ให้ประมาณ ค่าพารามิเตอร์ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติด กันโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากัน และค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 4 แต่โมเดลยังมีความคลาดเคลื่อน จึงปรับโมเดลโดยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน ในการวัด จำนวน 1 คู่ ซึ่งได้บังคับค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวัดครั้งแรกเป็นค่าคงที่ นอกจากนี้ ได้ เพิ่มโมเดลการวิเคราะห์ ที่ให้ประมาณค่าพารามิเตอร์ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่ง ที่ ส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน และ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริง การวัดครั้งที่ 4 แต่โมเดลยังมีความคลาดเคลื่อน จึงปรับโมเดลโดยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่าง ความคลาดเคลื่อนในการวัด จำนวน 3 คู่ได้ผลดังตาราง 14

ตาราง 14 ผลการวิเคราะห์โมเดลอตรึงตัวที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษาปัจจัยด้าน
 เชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

parameter	FALT-ES	FALT-SS	FALT-ESR3	FALT-SSR3
โมเดลการวัด				
IQ → NUMB	.84*	.84*	.84*	.74*
IQ → VERB	.90*	.90*	.90*	.90*
IQ → REAS	1.00	1.00	1.00	1.00
IQ → SPAC	.88*	.88*	.87*	.88*
EQ → KNOW	1.00	1.00	1.00	1.00
EQ → CONT	.83*	.83*	.83*	.83*
EQ → MOTV	.95*	.95*	.95*	.95*
EQ → AWRE	.97*	.97*	.97*	.97*
EQ → WORK	.90*	.90*	.90*	.90*
โมเดลโครงสร้าง				
IQ → intercept	1.24*	1.30*	1.20*	1.23*
IQ → slope	0.06	-.75*	.06	-.71*
EQ → intercept	-.05	-.98	-.06	-.70
EQ → slope	-.02	1.48	-.08	1.03
Corr IQ, EQ	.29*	.29*	.28*	.28*
$M_1 \rightarrow M_2$	.26*	1.25*	.27*	1.29*
$M_2 \rightarrow M_3$	.26*	.67*	.27*	.69*
$M_3 \rightarrow M_4$	.26*	.85*	.27*	.86*
Slope → M_3	1	1	1	1
Slope → M_4	4.41*	.76*	4.57*	.76*
VAR M_1	46.95*	46.95*	46.95*	46.95
VAR M_2	16.74*	33.82*	16.82*	34.16*
VAR M_3	16.74*	33.82*	16.82*	34.16*
VAR M_4	16.74*	33.82*	16.82*	34.16*

ตาราง 14(ต่อ)

parameter	FALT-ES	FALT-SS	FALT-ESR3	FALT-SSR3
โมเดลโครงสร้าง				
Mean intercept	17.36*	-4.23	17.27*	-3.97
Mean slope	.56*	12.87	.54*	12.24
VAR intercept	13.41*	12.65	13.58*	15.54
VAR slope	0.38	11.99	0.35	15.31
Corr intercept ,slope	-.15	-1.21	-.16	-1.19
Corr intercept ,M1	.47*	-1.00	.46*	-1.01
Corr slope, M1	-.34	1.41	-.35	1.35
ประสิทธิภาพโมเดล				
χ^2	271.12 df=67,p=0.00	269.85 df=65,p=0.00	237.51 df=64, p=0.00	249.85 df=62, p=0.00
RMSEA	.081	.083	.077	.081
RMR	.13	.13	.12	.13
GFI	.92	.92	.93	.92
AGFI	.89	.88	.90	.89
NFI	.94	.94	.95	.95
IFI	.95	.95	.96	.96
AIC	345.12	347.85	317.51	333.47
(Saturated AIC =182.0)	(163.12)	(165.85)	(135.51)	(151.47)
CAIC	534.97	547.96	522.75	548.98
(SaturatedCAIC=648.94)	(113.97)	(100.98)	(126.19)	(99.96)
			มี COV Error 3 คู่	มี COV Error 3 คู่

* P< .05

ผลการวิเคราะห์ ตามตาราง 14 พบว่า โมเดล FALT-ES มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 271.12 (p = 0.00) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.081

ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.13 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.92 AGFI เท่ากับ 0.89 NFI เท่ากับ 0.94 IFI เท่ากับ 0.95

ผลการวิเคราะห์ โมเดล FALT-SS พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 269.85 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.083 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.13 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.92 AGFI เท่ากับ 0.88 NFI เท่ากับ 0.94 IFI เท่ากับ 0.95

จากโมเดล FALT-ES ที่พบว่ายังไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลโดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 3 คู่ ได้ผลเป็นโมเดล FALT-ESR3 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 237.51 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.077 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.12 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.93 AGFI เท่ากับ 0.90 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96 จะเห็นได้ว่าค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อยแต่ยังไม่เกิน 0.08 มีค่าความเหมาะสมพอดี 2 ค่าที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า NFI และ IFI แสดงว่า โมเดลนี้มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร

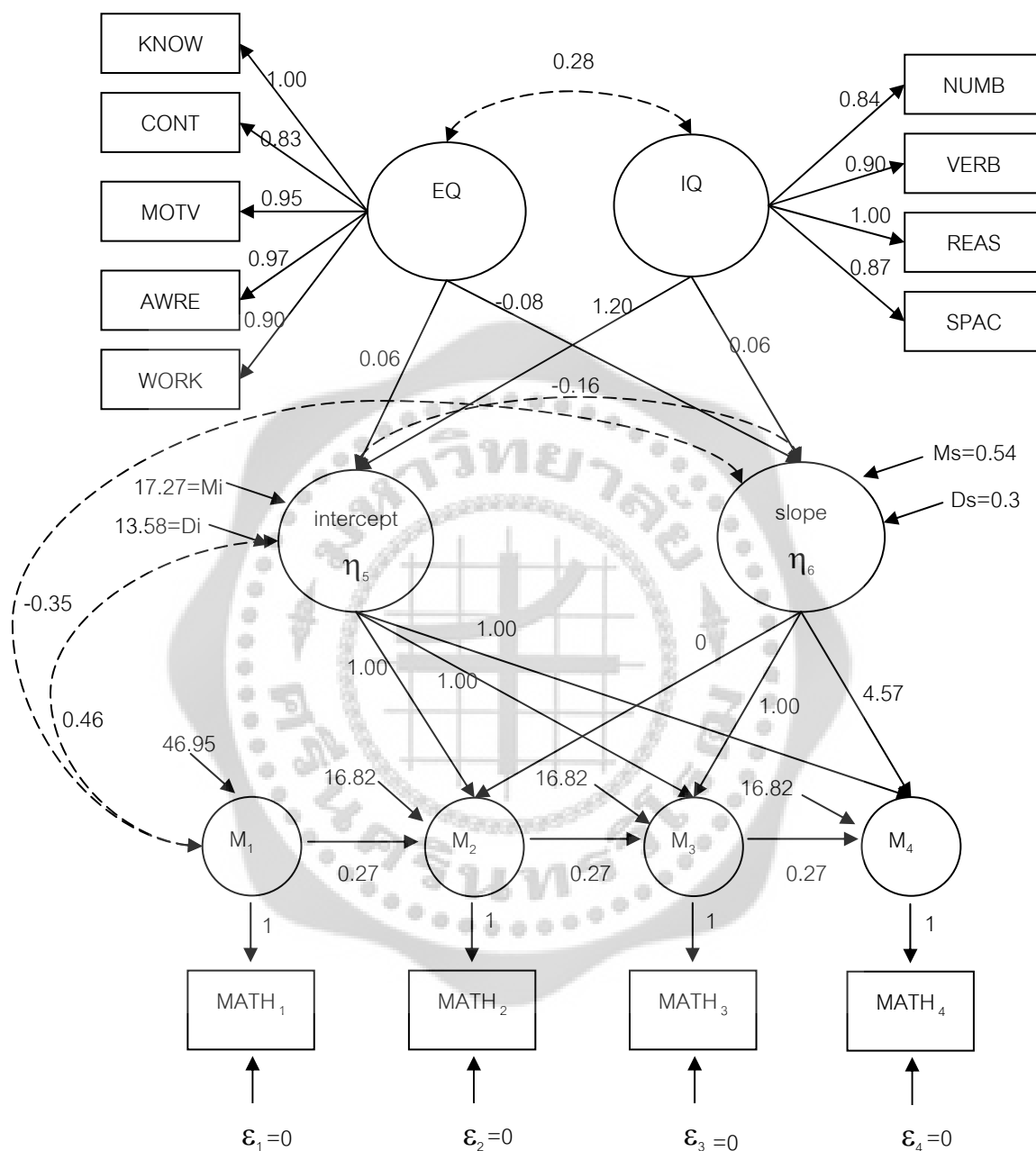
และจากโมเดล FALT-SS ที่พบว่ายังไม่เหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลโดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 3 คู่ ได้ผลเป็นโมเดล FALT-SSR3 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 269.85 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.081 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.13 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.92 AGFI เท่ากับ 0.89 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96

จากผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 โมเดล จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลส่วนใหญ่มีค่าต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อพิจารณา ค่า AIC โมเดล FALT-ESR3 มีค่า AIC เท่ากับ 317.51 ไกล่เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC) มากที่สุด รองลงมา คือ โมเดล FALT-SSR3 , โมเดล FALT-ES และ โมเดล FALT-SS มีค่า 333.47 , 345.12 และ 347.85 ตามลำดับ (Saturated AIC=182.0) สำหรับ ค่า CAIC โมเดล FALT-SSR3 มีค่ามากที่สุด เท่ากับ 548.98 ไกล่เคียงกับโมเดลอิ่มตัว Saturated CAIC) มากที่สุด รองลงมา คือ โมเดล FALT-SS , โมเดล FALT-ES และ โมเดล FALT-ESR1 มีค่า 547.96, 534.97 และ 522.75 ตามลำดับ (Saturated CAIC=648.94)

ดังนั้น เมื่อพิจารณาในภาพรวม ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดล FALT-ESR3 เป็นตัวแทนของโมเดลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัย ด้านเชาวน์ปัญญาและ เชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ เพราะโมเดลนี้มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากกว่าโมเดลอื่น

ค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จาก โมเดล FALT-ESR3 คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมีติสัมพันธ์ มีค่า 0.84 0.93 1.00 และ 0.87 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 1.20 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.06 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.06 และ -0.08 ตามลำดับ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.28 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดครั้งที่ 2 - 4 เท่ากับ 0 , 1 และ 4.57 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.27, 0.27 และ 0.27 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 17.27 ความแปรปรวน เท่ากับ 13.58 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.54 ความแปรปรวน เท่ากับ 0.35 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นค่าความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.16 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.46 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการ และคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ -0.35 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพประกอบ 16 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลอตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์(โมเดล FALT-ESR3)

3.3 ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

การวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า ในการวิเคราะห์ครั้งแรก ผู้วิจัยกำหนดให้ค่าความแปรปรวนของคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 - 4 มีค่าเท่ากัน และประมาณค่าพารามิเตอร์ แต่โมเดลยังมีความคลาดเคลื่อน จึงปรับโมเดลโดยกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด จำนวน 4 คู่ ได้ผลดังตาราง 15

ตาราง 15 ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

parameter	FQSLG-SS	FQSLG-SSR3
โมเดลการวัด		
IQ → NUMB	0.85*	.75*
IQ → VERB	0.90*	.90*
IQ → REAS	1.00	1.00
IQ → SPAC	0.87*	0.88*
EQ → KNOW	1.00	1.00
EQ → CONT	0.83*	0.83*
EQ → MOTV	0.95*	0.95*
EQ → AWRE	0.97*	0.97*
EQ → WORK	0.90*	0.90*
โมเดลโครงสร้าง		
IQ → intercept	1.22*	1.33*
IQ → slope	.12	.10
EQ → intercept	-.34	-.51
EQ → slope	.13	.022
Corr IQ, EQ	.29*	.30*
M ₁ → M ₂	.50*	.49*

ตาราง 15 (ต่อ)

parameter	FQSLG-SS	FQSLG-SSR3
โมเดลโครงสร้าง		
$M_2 \rightarrow M_3$	.45*	.43*
$M_3 \rightarrow M_4$	.48*	.48*
Slope $\rightarrow M_3$	.82*	.81*
Slope $\rightarrow M_4$	.77*	.86*
VAR M_1	21.87*	21.64*
VAR M_2	21.87*	21.64*
VAR M_3	21.87*	21.64*
VAR M_4	21.87*	21.64*
Mean intercept	21.91*	20.90*
Mean slope	-9.77*	-8.09*
VAR intercept	15.55*	14.92*
VAR slope	16.90*	17.33*
Corr intercept ,slope	-.68*	-.68*
ประสิทธิภาพโมเดล		
χ^2	226.91(df=68, p=0.00)	198.55(df=65, p=0.00)
RMSEA	.071	.067
RMR	.074	.078
GFI	.93	.94
AGFI	.91	.91
NFI	.95	.96
IFI	.97	.97
AIC (Saturated AIC =182.0)	298.91(116.91)	276.55(94.55)
CAIC (Saturated CAIC=648.94)	483.63(165.31)	476.63(172.31)
มี COV Error 3 คู่		

* P< .05

ผลการวิเคราะห์ ตามตาราง 15 พบว่า โมเดล FQSLG-SS ค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 226.91 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.071 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.074 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.93 AGFI เท่ากับ 0.91 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.97 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูงมาก ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลโดยกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 3 คู่ ได้ผลเป็นโมเดล FQSLG-SSR3 ผลการวิเคราะห์ โมเดล FQSLG-SSR3 พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 198.55 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.067 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.078 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.94 AGFI เท่ากับ 0.91 NFI เท่ากับ 0.96 IFI เท่ากับ 0.97 จะเห็นว่าค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อยแต่ยังไม่เกิน 0.08 มีค่าความเหมาะสมพอดี 2 ค่าที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า NFI และ IFI แสดงว่า โมเดลนี้มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร

เมื่อพิจารณา ค่า AIC โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่า AIC เท่ากับ 276.55 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC=182.0) มากกว่าโมเดล FQSLG-SS (AIC=298.91) ส่วนโมเดล FQSLG-SS มีค่า CAIC เท่ากับ 483.63 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated CAIC=648.94) มากกว่า โมเดล FQSLG-SSR3 (CAIC=476.67)

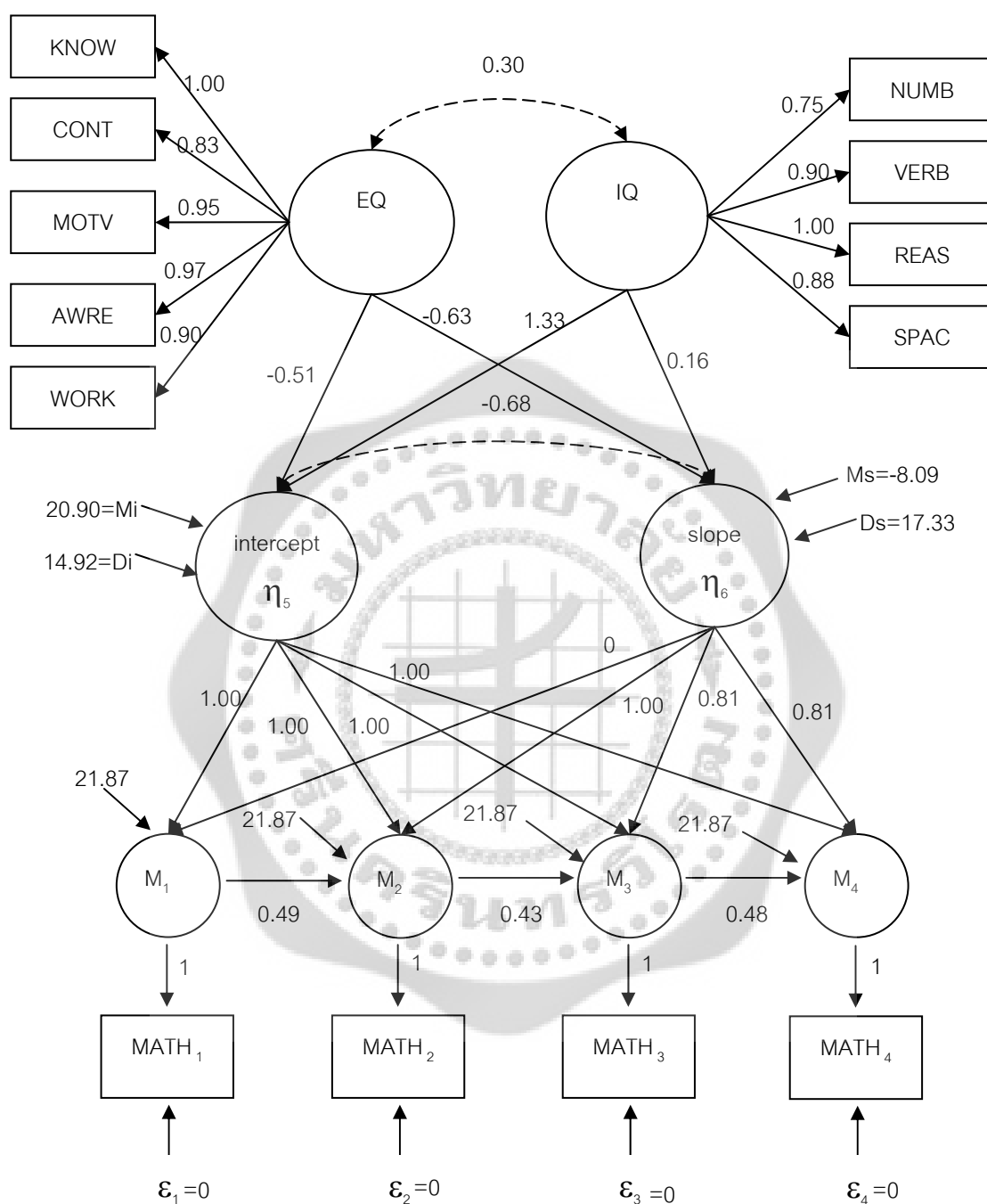
เมื่อพิจารณาในภาพรวม ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดล FQSLG-SSR3 เป็นตัวแทนของโมเดลที่สัมพันธ์กับตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัย ด้านเชาวน์ปัญญาและ เชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อ อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า มีค่าความเหมาะสมพอดี GFI, NFI และ IFI สูงกว่า

ค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จาก โมเดล FQSLG-SSR3 คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัย ด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมิติสัมพันธ์ มีค่า 0.75 0.93 1.00 และ 0.88 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 1.33 และ 0.10 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.51 และ 0.022 ตามลำดับ มีเพียงค่าอิทธิพลของ

ปัจจัยด้านเขาวนปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้น ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเขาวนปัญญาและเขาวนอารมณ์ เท่ากับ 0.30 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 - 4 เท่ากับ 0 , 1, 0.81 และ 0.81 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.49, 0.43 และ 0.48 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.90 ความแปรปรวน เท่ากับ 14.92 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ -8.09 ความแปรปรวน เท่ากับ 17.33 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.68 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05





ภาพประกอบ 17 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลเชิงซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการศึกษา ปัจจัย IQ และ EQ ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์(โมเดล FQSLG-SSR3)

3.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ใน การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ คະแนนคณิตศาสตร์

การศึกษาในส่วนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ) ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ โดยนำโมเดลที่เป็นตัวแทนของโมเดลแต่ละประเภทมาเปรียบเทียบกัน โดยพิจารณาจากดัชนีความเหมาะสมพอดีของโมเดล และดัชนีความคลาดเคลื่อน นำเสนอดังตาราง

16



ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลข้อโต
รีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษา
ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนน
คณิตศาสตร์

parameter	FLGC-R4	FALT-ESR3	FQSLG-SSR3
โมเดลการวัด			
IQ → NUMB	.75*	.84*	.75*
IQ → VERB	.90*	.90*	.90*
IQ → REAS	1.00	1.00	1.00
IQ → SPAC	.88*	0.87*	0.88*
EQ → KNOW	1.00	1.00	1.00
EQ → CONT	.83*	0.83*	0.83*
EQ → MOTV	.95*	0.95*	0.95*
EQ → AWRE	.97*	0.97*	0.97*
EQ → WORK	.90*	0.90*	0.90*
Slope → MATH ₁	0	-	-
Slope → MATH ₂	1	-	-
Slope → MATH ₃	1.56*	-	-
Slope → MATH ₄	2.40*	-	-
VAR E ₁	9.73*	-	-
VAR E ₂	18.22*	-	-
VAR E ₃	19.92*	-	-
VAR E ₄	8.18*	-	-
โมเดลโครงสร้าง			
IQ → intercept	1.43*	1.20*	1.33*
IQ → slope	.47*	.06	.10
EQ → intercept	-.70	.06	-.51
EQ → slope	-.09	-.08	.022

ตาราง 16 (ต่อ)

parameter	FLGC-R4	FALT-ESR3	FQSLG-SSR3
โมเดลโครงสร้าง			
Corr IQ, EQ	.30*	.28*	.30*
$M_1 \rightarrow M_2$	-	.27*	.49*
$M_2 \rightarrow M_3$	-	.27*	.43*
$M_3 \rightarrow M_4$	-	.27*	.48*
Slope $\rightarrow M_3$	-	1	.81*
Slope $\rightarrow M_4$	-	4.57*	.81*
VAR M_1	-	46.95*	21.64*
VAR M_2	-	16.82*	21.64*
VAR M_3	-	16.82*	21.64*
VAR M_4	-	16.82*	21.64*
Mean intercept	20.88*	17.82*	20.90*
Mean slope	2.18*	.54*	-8.09*
VAR intercept	25.88*	13.58*	14.92*
VAR slope	6.82*	0.35	17.33*
Corr intercept, slope	-.26*	-.16	-.68*
Corr intercept, M_1	-	.46*	-
Corr slope, M_1	-	-.35	-
ประสิทธิภาพโมเดล			
χ^2 (df,p)	191.76(64,0.0)	237.51(64,0.0)	198.55(65,0.0)
RMSEA	.066	.077	.067
RMR	.080	.12	.078
GFI	.94	.93	.94
AGFI	.92	.90	.91
NFI	.96	.95	.96
IFI	.97	.96	.96

ตาราง16(ต่อ)

parameter	FLGC-R4	FALT-ESR3	FQSLG-SSR3
ประสิทธิภาพโมเดล			
AIC (Saturated AIC =182.0)	271.76(89.76)	317.51(135.51)	276.55(94.55)
CAIC (Saturated CAIC=648.94)	477.01(171.93)	522.75(126.19)	476.63(172.31)
	มีCOV Error 4 คู่	มีCOV Error 3 คู่	มีCOV Error 3 คู่

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลทั้ง 3 โมเดล ตามตาราง 16 พบว่า ทั้ง 3 โมเดล ค่าไคสแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อยแต่ไม่เกิน 0.08 มีค่าความเหมาะสมพอดี 2 ค่าที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า NFI และ IFI แสดงว่า โมเดลทั้ง 3 มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร โดยโมเดล FLGC-R4 มีค่าไคสแควร์ต่ำที่สุด ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าต่ำที่สุด คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.066 ค่า RMR เท่ากับ 0.080 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.94, 0.92, 0.96 และ 0.97 ส่วนโมเดล FQSLG-SSR3 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำรองลงมา คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.067 ค่า RMR เท่ากับ 0.078 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.94, 0.91, 0.96 และ 0.96 สำหรับ โมเดล FALT-ESR3 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.077 ค่า RMR เท่ากับ 0.12 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.93, 0.90, 0.95 และ 0.96

เมื่อพิจารณาดัชนีเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล ค่า AIC และ CAIC พบว่า โมเดล FLGC-R4 มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัวมากที่สุด คือ 271.76 (Saturated AIC=182.0) และ 477.07 (Saturated CAIC=648.94)ตามลำดับ รองลงมา คือ โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่า AIC และ CAIC เท่ากับ 276.55 และ 476.67 ตามลำดับ ส่วนโมเดล FALT-ESR3 มีค่า AIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัวน้อยที่สุด คือ 317.51 และมีค่า CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัวน้อยที่สุด คือ 522.75

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพโดยรวมแล้ว พบว่า โมเดล FLGC- R4 มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะมีค่าไคสแควร์ต่ำที่สุด ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด มีค่าความเหมาะสมพอดีสูงสุด มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัวมากที่สุด นอกจากนี้ โมเดล FLGC- R4 ยังมีเงื่อนไขในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เป็นพารามิเตอร์บังคับน้อยที่สุด โดยส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์อิสระ ซึ่งจะสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด รองลงมา คือ โมเดล FALT-ESR3 และ โมเดล FQSLG-SSR3 มีประสิทธิภาพต่ำสุด แม้ว่าโมเดล FQSLG-SSR3 จะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า มีค่าความ

เหมาะสมพอดีสูงกว่า และมีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอื่นตัวมากกว่า โมเดล FALT-ESR3 แต่เมื่อพิจารณาค่าประมาณพารามิเตอร์ประกอบแล้ว พบว่า โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่าพารามิเตอร์ที่แปลกเกินจริง 1 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการที่มีค่าติดลบ (slope = -8.09) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง พบว่า คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์มีการเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาในการวัด จึงไม่น่าเป็นไปได้ที่ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการจะมีค่าเป็นลบ ในการนำไปใช้ถือว่า โมเดล FALT-ESR3 มีประสิทธิภาพสูงกว่า โมเดล FQSLG-SSR3

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดล โดยพิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีของข้อมูล ความคลาดเคลื่อนของโมเดล ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า และศึกษา ค่าประมาณพารามิเตอร์ คือ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยใช้ผลการสอบในครั้งที่ 4 ซึ่งเป็นการสอบปลายภาคเรียนที่ 2 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมีตัวแปรเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์เป็นตัวแปรต้น จากผลการวิเคราะห์ในครั้งแรก ยังมีความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูง โมเดลยังไม่มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูล ผู้วิจัยจึงปรับโมเดลโดย กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด จำนวน 1 คู่ นำเสนอผลดังตาราง17

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

parameter	ACH-B	ACH-R1
โมเดลการวัด		
IQ → NUMB	.88*	.97*
IQ → VERB	.84*	.82*
IQ → REAS	1.00	1.00
IQ → SPAT	.77*	.84*
EQ → KNWO	.72*	.72*
EQ → CONT	.61*	.61*
EQ → MOTV	.80*	.80*
EQ → AWRE	1.00	1.00
EQ → WORK	.70*	.70*
โมเดลโครงสร้าง		
IQ → Math	2.22*	2.53*
EQ → Math	-.035	-.78
Corr IQ, EQ	.30*	.31*
ประสิทธิภาพโมเดล		
R ²	0.48	0.53
χ ²	98.68(df=33, p=0.00)	84.91(df=32 p=0.00)
RMSEA	.066	.060
RMR	.058	.057
GFI	.96	.96
AGFI	.93	.94
NFI	.96	.97
IFI	.97	.98

ตาราง 17 (ต่อ)

parameter	ACH-B	ACH-R1
ประสิทธิภาพโมเดล		
AIC (Saturated AIC =110.0)	142.68(32.68)	130.91 (20.91)
CAIC (Saturated CAIC=392.22)	255.56(136.66)	248.93 (143.29)
		มีCOV Error 1 คู่

* $P < .05$

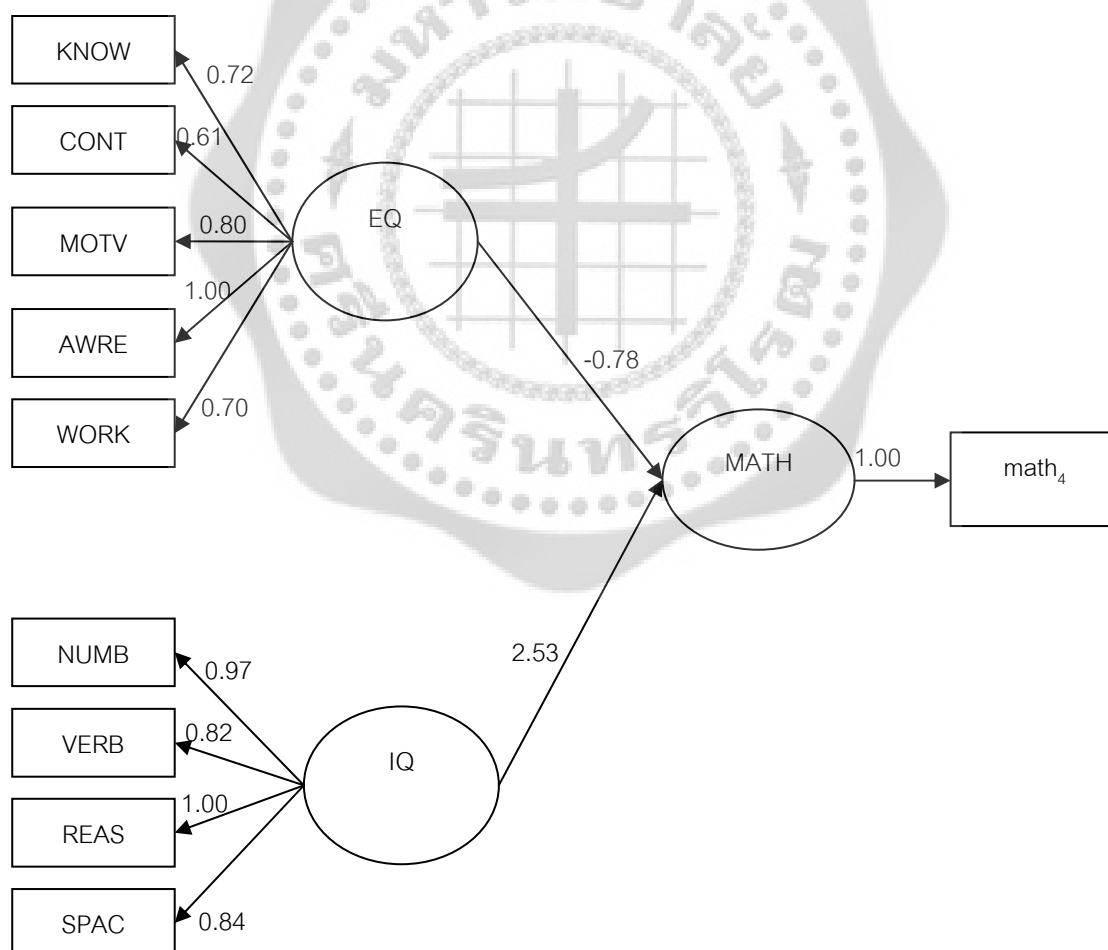
ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 17 พบว่า ในโมเดลแรก ACH-B มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล เท่ากับ 98.68 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.066 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.058 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.96 AGFI เท่ากับ 0.93 NFI เท่ากับ 0.96 IFI เท่ากับ 0.97 ค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ เท่ากับ 0.48 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

จาก โมเดล ACH-B ผู้วิจัยจึงกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด 1 คู่ เป็นโมเดล ACH-R1 ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 84.91($p=0.00$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.060 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.057 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.96 AGFI เท่ากับ 0.94 NFI เท่ากับ 0.97 IFI เท่ากับ 0.98 จะเห็นว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีเพียงค่าเดียวที่ต่ำแต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ไม่เกิน 0.08 แสดงว่า โมเดลนี้มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูล

เมื่อพิจารณาค่า AIC ของโมเดล ACH-R1 เท่ากับ 130.91 ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัว (Saturated AIC=110.0) มากกว่าโมเดล ACH-B (AIC=142.68) แต่มีค่า CAIC เท่ากับ 248.93 ใกล้เคียงกับโมเดลอิมตัว (Saturated CAIC=392.224) น้อยกว่าโมเดล ACH-B (CAIC=255.56) ค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ เท่ากับ 0.53

เมื่อพิจารณาในภาพรวม ผู้วิจัยจึงเลือกโมเดล ACH-R1 เป็นตัวแทนโมเดลในการศึกษาปัจจัยด้านชาวนับัญญาและชาวนัอารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า และมีค่าความเหมาะสมพอดีสูงกว่า และมีค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์สูงกว่า โมเดล ACH-B

ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมิติสัมพันธ์ มีค่า 0.97 0.82 1.00 และ 0.84 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 0.72, 0.61, 0.80, 1.00 และ 0.70 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.53 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ -0.78 แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.31 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.73 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.19 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ภาพประกอบ 18 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โมเดลอิทธิพลเชิงสาเหตุในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการ ที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และมีจุดมุ่งหมายเฉพาะ คือ เพื่อศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ในการศึกษา ประสิทธิภาพของโมเดล ตัวแปรอิสระ คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของโมเดลที่พิจารณาจาก ค่าไคสแควร์ ดัชนี GFI ดัชนี AGFI ดัชนี AIC ดัชนี CAIC ดัชนี NFI ดัชนี IFI ดัชนี RMR และ ดัชนี RMSEA ส่วนตัวแปรในการศึกษาโมเดลสมการโครงสร้าง ตัวแปรอิสระ คือ เชาวน์ปัญญา และเชาวน์อารมณ์ ตัวแปรตาม คือ อัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สมมติฐานในการวิจัยมี 3 ประการ คือ สมมติฐานที่ 1 โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีประสิทธิภาพในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ โดยโมเดลลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพสูงสุด สมมติฐานที่ 2 ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการวิชาคณิตศาสตร์ และสมมติฐานที่ 3 ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดชัยนาท จำนวน 460 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบคณิตศาสตร์ 4 ฉบับ ที่คู่ขนานกัน ฉบับละ 50 ข้อ แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ และแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ 1 ฉบับ จำนวน 100 ข้อ

ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 4 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 4 สัปดาห์ โดยครั้งแรก เก็บในสัปดาห์ที่ 3 เดือนพฤศจิกายน 2549 และครั้งสุดท้าย สัปดาห์ที่ 3 เดือนกุมภาพันธ์ 2550 เก็บข้อมูลแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาพร้อมกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 2 และแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์เก็บพร้อมกับ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 3 นำคะแนนสอบจากนักเรียนที่ทำแบบทดสอบครบทั้ง 6 ฉบับ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ค่าสถิติเบื้องต้น ผู้วิจัยใช้โปรแกรม SPSS ส่วนการวิเคราะห์สมการโครงสร้างทั้ง 3 โมเดล ใช้โปรแกรม LISREL 8.54

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 สรุปผลวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนคณิตศาสตร์ จากการวัดนักเรียน 460 คน จำนวน 4 ครั้ง พบว่า คะแนนคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ คือ 21.907, 23.030, 24.107 และ 26.157 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน คือ 6.852, 7.545, 8.290 และ 8.341 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย ประมาณร้อยละ 31- 34 ความเชื่อมั่นของข้อมูล ที่คำนวณจากสูตร KR20 มีค่าเท่ากับ 0.778, 0.896, 0.913 และ 0.915 ตามลำดับ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 3.228, 2.429, 2.447 และ 2.433 ตามลำดับ ความเชื่อมั่นของข้อมูล ที่คำนวณจากสูตร r_B มีค่าเท่ากับ 0.785, 0.899, 0.915 และ 0.918 ตามลำดับ โดยมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดเท่ากับ 3.177, 2.395, 2.423 และ 2.396 ตามลำดับ

สำหรับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์จากการวัด 4 ครั้ง พบว่า คะแนนการสอบแต่ละครั้งแตกต่างกัน เมื่อตรวจสอบแบบแผนพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ พบว่า แนวโน้มคะแนนคณิตศาสตร์มีแบบแผนพัฒนาการเชิงเส้นตรง ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนคณิตศาสตร์ที่ได้จากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน 4 ครั้ง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.574 – 0.786 โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างการวัดครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าสูงสุด

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง พบว่า โมเดล LGC-R1 ซึ่งกำหนดให้ ความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 2 และ 3 มีความสัมพันธ์กัน มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด กล่าวคือ ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 1.65 $p = 0.44$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.00 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.015 ค่าความสอดคล้องของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.99 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00 ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0 , 1, 1.55 และ 2.57 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1 – 4 เท่ากับ 7.40, 20.67, 23.06 และ 0.42 ตามลำดับเกือบทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

0.05 ยกเว้นครั้งที่ 4 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.92 ความแปรปรวน เท่ากับ 39.45 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.04 ความแปรปรวน เท่ากับ 8.62 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถ เริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.29 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์โมเดลอโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ พบว่า โมเดล ALT-ES ซึ่ง กำหนดให้ความแปรปรวนของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่ 2, 3 และ 4 เท่ากัน ให้ประมาณค่า พารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ ติดกันโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากัน และ อิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่มีต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 4 มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด คือ ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 4.98 $p = 0.083$ ค่า ความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.057 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.028 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 1.00 AGFI เท่ากับ 0.98 NFI เท่ากับ 1.00 IFI เท่ากับ 1.00 มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอื่นตัวมากที่สุด คือ 28.98 และ 90.55 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ ติดกัน เท่ากับ 0.25 ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 2 - 4 เท่ากับ 0, 1 และ 4.04 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 17.61 และ 28.96 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.62 และ 0.48 ตามลำดับ ค่า สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.18 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.64 ค่าสหสัมพันธ์ ระหว่างอัตราพัฒนาการและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ -0.27 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 ยกเว้น ความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถ เริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1

ผลการวิเคราะห์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ผลการวิเคราะห์โมเดล QSLG-SS ที่ให้ประมาณค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ ติดกันและค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดแต่ละครั้ง ผลการวิเคราะห์ใน ภาพรวมทั้งโมเดล พบว่า ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 20.69 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการ ประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.035 ค่าความ เหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.98 AGFI เท่ากับ 0.93 NFI เท่ากับ 0.98 IFI เท่ากับ 0.99 ค่าประมาณพารามิเตอร์ที่ได้ คือ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริง ของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.47, 0.46 และ 0.47 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ ส่งผลต่อคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 - 4 เท่ากับ 0, 1, 0.89 และ 0.78 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยและความ

แปรปรวนของคะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 21.92 และ 23.99 ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -9.25 และ 14.12 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.66 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เพราะเป็นโมเดลที่มี ค่าไคสแควร์ต่ำที่สุด ความน่าจะเป็นไคสแควร์ สูงสุด ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและความคลาดเคลื่อนของโมเดลต่ำสุดและมีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว(Saturated model)มากที่สุด โมเดลที่มีประสิทธิภาพรองลงมา คือ โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ส่วนโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพต่ำสุด

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง พบว่า โมเดล FLGC-R4 ซึ่ง กำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 4 คู่ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด คือ ค่าไคสแควร์ของโมเดล คือ 191.76 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.066 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.080 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.94 AGFI เท่ากับ 0.92 NFI เท่ากับ 0.96 IFI เท่ากับ 0.97 เมื่อพิจารณา ค่า AIC โมเดล FLGC-R4 มีค่า AIC เท่ากับ 271.76 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC=182.0) มากที่สุด ค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จาก โมเดล FLGC-R4 คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมีติสัมพันธ์ มีค่า 0.75 0.93 1.00 และ 0.88 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 1.43 และ 0.47 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.70 และ -0.09 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.30 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อคะแนนในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0, 1, 1.56 และ 2.40 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดครั้งที่ 1 – 4 เท่ากับ 9.73, 18.22, 19.92 และ 8.182 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.88 ความแปรปรวน เท่ากับ 25.88 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 2.18 ความแปรปรวน เท่ากับ 6.82 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.26 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ พบว่า โมเดล FALT-SSR3 ซึ่งกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 3 คู่ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด คือ ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 237.51 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.077 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.12 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.93 AGFI เท่ากับ 0.90 NFI เท่ากับ 0.95 IFI เท่ากับ 0.96 เมื่อพิจารณา ค่า AIC โมเดล FALT-ESR3 มีค่า AIC เท่ากับ 317.51 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC) มากที่สุด ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้านจำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมิติสัมพันธ์ มีค่า 0.84 0.93 1.00 และ 0.87 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้น เท่ากับ 1.20 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.06 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 0.06 และ -0.08 ตามลำดับ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.28 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดครั้งที่ 2 - 4 เท่ากับ 0, 1 และ 4.57 ตามลำดับ มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งซึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.27, 0.27 และ 0.27 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 17.27 ความแปรปรวน เท่ากับ 13.58 อัตราพัฒนาการ มี

ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.54 ความแปรปรวน เท่ากับ 0.35 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นค่าความแปรปรวนของอัตราพัฒนาการ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.16 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ 0.46 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างอัตราพัฒนาการ และคะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 เท่ากับ -0.35 และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์โมเดลเชิงสัมพันธ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ พบว่า โมเดล FQSLG-SSR3 ซึ่งกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อน จำนวน 3 คู่ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด คือ ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 198.55 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.067 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.078 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.94 AGFI เท่ากับ 0.91 NFI เท่ากับ 0.96 IFI เท่ากับ 0.97

ค่าประมาณพารามิเตอร์ ที่ได้จาก โมเดล FQSLG-SSR3 คือ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้านจำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมิติสัมพันธ์ มีค่า 0.75, 0.93, 1.00 และ 0.88 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 1.00, 0.83, 0.95, 0.97 และ 0.90 ตามลำดับ ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ 1.33 และ 0.10 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.51 และ 0.022 ตามลำดับ มีเพียงค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อ คะแนนความสามารถเริ่มต้น ที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.30 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อ คะแนนจริงการวัดครั้งที่ 1 - 4 เท่ากับ 0 , 1, 0.81 และ 0.81 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของคะแนนจริงในการวัดครั้งที่หนึ่งส่งผลต่อคะแนนจริงของการวัดครั้งที่ติดกัน เท่ากับ 0.49, 0.43 และ 0.48 ตามลำดับ สำหรับค่าประมาณพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในสมการโครงสร้าง พบว่า คะแนนความสามารถเริ่มต้น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.90 ความแปรปรวน เท่ากับ 14.92 อัตราพัฒนาการ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ -8.09 ความแปรปรวน เท่ากับ 17.33 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ เท่ากับ -0.68 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และ โมเดลกึ่งซิมเพิลิกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคะแนนคณิตศาสตร์

พบว่า ค่าไค-สแควร์ยังสูง ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดลบางค่ายังต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าและค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อยแต่ยังไม่เกิน 0.08 มีค่าความเหมาะสมพอดี 2 ค่าที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ ค่า NFI และ IFI แสดงว่า โมเดลทั้ง 3 มีเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร โดยโมเดล FLGC-R4 มีค่าไคสแควร์ต่ำที่สุด ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าต่ำที่สุด คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.066 ค่า RMR เท่ากับ 0.080 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.94, 0.92, 0.96 และ 0.97 ส่วน โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำรองลงมา คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.067 ค่า RMR เท่ากับ 0.078 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.94, 0.91, 0.96 และ 0.96 สำหรับ โมเดล FALT-ESR3 มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด คือ ค่า RMSEA เท่ากับ 0.077 ค่า RMR เท่ากับ 0.12 ค่าความเหมาะสมพอดี GFI , AGFI, NFI และ IFI เท่ากับ 0.93, 0.90, 0.95 และ 0.96

เมื่อพิจารณาดัชนีเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดล ค่า AIC และ CAIC พบว่า โมเดล FLGC-R4 มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัวมากที่สุด คือ 271.76 (Saturated AIC=182.0) และ 477.07 (Saturated CAIC=648.94)ตามลำดับ รองลงมา คือ โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่า AIC และ CAIC เท่ากับ 276.55 และ 476.67 ตามลำดับ ส่วนโมเดล FALT-ESR3 มีค่า AIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัวน้อยที่สุด คือ 317.51 และมีค่า CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัวน้อยที่สุด คือ 522.75

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพโดยรวมแล้ว พบว่า โมเดล FLGC- R4 มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะมีค่าไคสแควร์ต่ำที่สุด ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุด มีค่าความเหมาะสมพอดีสูงที่สุด มีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัวมากที่สุด นอกจากนี้ โมเดล FLGC- R4 ยังมีเงื่อนไขในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เป็นพารามิเตอร์บังคับน้อยที่สุด โดยส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์อิสระ ซึ่งจะสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด รองลงมา คือ โมเดล FALT-ESR3 และ โมเดล FQSLG-SSR3 มีประสิทธิภาพต่ำสุด แม้ว่าโมเดล FQSLG-SSR3 จะมีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า มีค่าความเหมาะสมพอดีสูงกว่า และมีค่า AIC และ CAIC ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัวมากกว่า โมเดล FALT-ESR3 แต่เมื่อพิจารณาค่าประมาณพารามิเตอร์ประกอบแล้ว พบว่า โมเดล FQSLG-SSR3 มีค่าพารามิเตอร์ที่แปลกเกินจริง 1 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการที่มีค่าติดลบ (slope = -8.09) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง พบว่า คะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์มีการเพิ่มขึ้นตลอด

ช่วงเวลาในการวัด จึงไม่น่าเป็นไปได้ที่ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการจะเป็นลบ ในการนำไปใช้ถือว่า โมเดล FALT-ESR3 มีประสิทธิภาพสูงกว่า โมเดล FQSLG-SSR3

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ)ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา(IQ)และเชาวน์อารมณ์(EQ) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดล ACH-R1ซึ่งกำหนดให้มีความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัด 1 คู่ มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลมากที่สุด คือ ค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 84.91 $p = 0.00$ ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.060 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR)เท่ากับ 0.057 ค่าความสอดคล้องของโมเดล GFI เท่ากับ 0.96 AGFI เท่ากับ 0.94 NFI เท่ากับ 0.97 IFI เท่ากับ 0.98 มีค่า AIC เท่ากับ 130.91 ใกล้เคียงกับโมเดลอิ่มตัว (Saturated AIC=110.0) มากที่สุด ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณ เท่ากับ 0.53 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญา ประกอบด้วย ด้าน จำนวน ภาษา การใช้เหตุผล และมีติสัมพันธ์ มีค่า 0.97 0.82 1.00 และ 0.84 ตามลำดับ น้ำหนักองค์ประกอบของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ ประกอบด้วย ด้าน การรู้จักตนเอง การจัดการอารมณ์ การมีแรงจูงใจ การตระหนักรู้สังคม และการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม มีค่า 0.72, 0.61, 0.80, 1.00 และ 0.70 ตามลำดับ ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 2.53 ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ -0.78 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ เท่ากับ 0.31 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.73 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เท่ากับ 0.19 ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น ค่าอิทธิพลของปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

อภิปรายผล

การอภิปรายผลในงานวิจัยนี้น่าเสนอใน 3 ประเด็น คือ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์และปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ และ การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์และปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ มีประเด็นในการอภิปรายดังนี้

1.1 การศึกษาประสิทธิภาพโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ต่อไป ผลการศึกษา พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง และ โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีประสิทธิภาพในการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ โดยโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลดีมาก ส่วนโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลปานกลาง เนื่องจากค่าสถิติไค-สแควร์และความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่ามีค่าสูง และค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลบางค่ามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด แต่มีความคลาดเคลื่อนของโมเดลต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล พบว่า โมเดลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ตามลำดับ

ส่วนผลการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และ โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ พบว่า ทั้ง 3 โมเดล มีประสิทธิภาพ เนื่องจากโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลพอสมควร พิจารณาจาก ค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล NFI และ IFI มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.95 ส่วน ค่า GFI และ AGFI มีค่าระหว่าง 0.90 - 0.94 มีความคลาดเคลื่อนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 0.05 โดยค่า RMSEA มีค่าระหว่าง 0.066 - 0.077 และ RMR มีค่าระหว่าง 0.078 - 0.120 เนื่องจากมีตัวแปรอิสระหรือตัวแปรร่วมเข้ามามีอิทธิพลต่อคะแนนความสามารถเริ่มต้น(intercept) และอัตราพัฒนาการ(slope) ทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปเช่นเดียวกันกับกรณีที่ยังไม่มีตัวแปรอิสระหรือตัวแปรร่วมเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ถ้าพิจารณาจากค่าความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลแล้ว มีค่ามากกว่า 0.90 ค่า RMSEA มีค่าต่ำกว่า 0.08 ยังถือว่าโมเดลมีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูล (Bijleveld, C. C. J.H. ;et al. 1998:229; Rodebaugh,T.L. ; Curran,P.J and Chamblless,D.L .2002:323; Willett, J.B. and Saylor, A.G. 1994: 370) ฉะนั้นอาจกล่าวได้ว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีประสิทธิภาพพอสมควรในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล ได้ผลเช่นเดียวกันกับการศึกษาอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ที่พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมา คือ โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ตามลำดับ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าโมเดลโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพสูงสุด ในการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ อาจจะเป็นเพราะว่าในการปรับโมเดล ระหว่างโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง และโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ แตกต่างกันที่การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตภายใน ที่โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตภายนอกและตัวแปรสังเกตภายใน ส่วนโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ มีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรสังเกตภายนอกเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงยังมีเงื่อนไขในการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้เป็นพารามิเตอร์บังคับน้อยที่สุด โดยส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์อิสระ ซึ่งจะสอดคล้องกับความเป็นจริงมากที่สุด ส่วนโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการกำหนดความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายในครั้งที่ 2-4 ให้เท่ากัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากในการวัดแต่ละครั้งมีการเพิ่มขึ้นของคะแนนและค่าเบี่ยงเบนของคะแนนตลอดช่วงเวลาของการวัด ดังนั้น คะแนนจริงย่อมแตกต่างกัน ความแปรปรวนของคะแนนจริงหรือตัวแปรแฝงน่าจะแตกต่างกันด้วย การกำหนดความแปรปรวนของตัวแปรแฝงภายในให้เท่ากันจึงน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพต่ำกว่าโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งได้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Willet and Sator (1994) ที่ศึกษาโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งพบว่า การที่ประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดอย่างเป็นอิสระ มีประสิทธิภาพกว่าโมเดลที่กำหนดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดเท่ากัน และการที่โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ เนื่องจากรอบแนวคิดของโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการได้จากการประยุกต์โมเดลซิมเพิล็กซ์กับโมเดลโค้งพัฒนาการ และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ได้จากการประยุกต์โมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์กับโมเดลโค้งพัฒนาการ ส่วนที่เป็นโมเดลซิมเพิล็กซ์และโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ซึ่งมีกระบวนการวิเคราะห์เหมือนกัน คือ คะแนนจริงในการวัดครั้งหนึ่งๆ จะได้อิทธิพลถดถอยพัฒนาการจากคะแนนจริงในการวัดครั้งก่อนหน้าที่อยู่ติดกัน สำหรับส่วนที่เป็นโค้งพัฒนาการ คือ ตัวแปรแฝงคะแนนความสามารถเริ่มต้นและอัตราพัฒนาการ ส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัด ดังนั้น ในโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการและโมเดลกึ่งซิมเพิล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ตัวแปรแฝง

พัฒนาการจึงมีอิทธิพลทางอ้อมต่อคะแนนการวัด โดยผ่านคะแนนจริง และขณะเดียวกันคะแนนจริงในการสอบครั้งก่อนยังส่งผลต่อคะแนนจริงในการวัดครั้งถัดมา จึงมีเศษเหลือ(residual) ของตัวแปรแฝงมากกว่าโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง จึงอาจทำให้โมเดลมีประสิทธิภาพต่ำกว่าโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sivo, Stephen.; Fan, Xitao. and Witta, Lea.(2005) ในการประยุกต์โมเดลออโตรีเกรสซีฟหรือโมเดลซิมเพล็กซ์ (autoregressive or simplex model) กับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง(latent growth curve model) พบว่า โมเดลออโตรีเกรสซีฟหรือโมเดลซิมเพล็กซ์ มีผลกระทบต่อค่าพารามิเตอร์ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ทำให้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลแล้ว มีความเหมาะสมพอดีกับข้อมูลลดน้อยลง นอกจากนี้ลักษณะของโมเดลออโตรีเกรสซีฟ ที่การวัดครั้งหนึ่งได้รับอิทธิพลจากการวัดครั้งก่อนหน้า ดังนั้น ในการวัดครั้งที่ 2 จะได้รับอิทธิพลทางตรงจากการวัดครั้งที่ 1 การวัดครั้งที่ 3 ได้รับอิทธิพลทางตรงจากการวัดครั้งที่ 2 และได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการวัดครั้งที่ 1 และการวัดครั้งที่ 4 ได้รับอิทธิพลทางตรงจากการวัดครั้งที่ 3 และ ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจากการวัดครั้งที่ 3 และ 2 อาจจะไม่เหมาะสมกับการวัดอัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการศึกษารุ่นนี้ เพราะลักษณะของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษารุ่นนี้ ในต้นภาคเรียนเป็นเนื้อหาทศนิยมซึ่งเป็นพื้นฐานของการคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยมวงกลม โจทย์ปัญหาย่อยละ และปริมาตรรูปทรงสี่เหลี่ยมในครั้งต่อไป ฉะนั้นการเรียนในครั้งแรกจะมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเรียนตลอดช่วงเวลาในการวัดทั้งภาคเรียน ไม่ใช่แค่เพียงส่งอิทธิพลทางอ้อมเท่านั้น นอกจากนี้เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะเป็นเรื่องที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้วในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพียงแต่มีระดับความยากและการคำนวณที่ยากซับซ้อนเพิ่มขึ้น

1.2 จากการศึกษาที่พบว่า โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด นั้นสอดคล้องกับการศึกษาของ สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ที่ได้ทำการศึกษการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง และโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุของคุณลักษณะทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการคิดคำนวณและทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผลการศึกษา พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า โมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ทั้งชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Curran and Bollen (2001) ที่ได้บูรณาการโมเดลซิมเพล็กซ์กับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เรียกว่า โมเดลซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ(simplex latent curve model) เมื่อพิจารณาจากรูปแบบการวิเคราะห์แล้วมีรูปแบบเช่นเดียวกับโมเดลกึ่งซิมเพล็กซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ซึ่ง Curran and Bollen ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของพัฒนาการระหว่างพฤติกรรม

ต่อต้านสังคมและการซึมเศร้าของเด็ก จำนวน 180 คน และเปรียบเทียบโมเดลซึมเพิลท์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการกับโมเดลซึมเพิลท์และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ ผลการศึกษาพบว่า ในการศึกษาตัวแปรเดียวพฤติกรรมต่อต้านสังคม โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงอธิบายพัฒนาการได้ดีกว่าโมเดลซึมเพิลท์ และ โมเดลซึมเพิลท์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ

นอกจากนี้ ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการที่ได้จากโมเดลโค้งซึมเพิลท์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ยังมีค่าที่เบี่ยงเบนไปจากความเป็นจริง คือมีค่าเป็นลบ คือ -8.09 ทั้งที่คะแนนเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 4 ครั้ง มีการเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเวลาของการวัด ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณได้นี้ถือว่าเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ไม่สมเหตุสมผล มีค่าแปลกเกินความจริง ซึ่งในการบอกถึงประสิทธิภาพโมเดลนอกจากจะใช้ดัชนีความเหมาะสมพอดีของข้อมูลและค่าสถิติอื่นๆแล้วต้องมีการตรวจสอบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วย (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538:51) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ สมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราพัฒนาการที่ได้จากโมเดลโค้งซึมเพิลท์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ ยังมีค่าที่เบี่ยงเบนไปจากความเป็นจริง คือมีค่าเป็นลบ ทั้งการศึกษาคุณลักษณะการคิดคำนวณและการแก้ไขโจทย์ปัญหา

2. การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ

คณิตศาสตร์ ผลการศึกษา พบว่า โมเดลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (FLGC-R4) ผลจากการประมาณค่าพารามิเตอร์ พบว่า ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ น้าหนักความสำคัญ เท่ากับ 1.43 เนื่องจากยังไม่มีการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นการเทียบเคียง เพราะผู้ที่มีพัฒนาการทางการเรียนที่สูงน่าจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงด้วยเช่นกัน ดังผลการศึกษาของ พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์ (2540) ที่พบว่า ความถนัดทางการเรียนด้านภาษา ตัวเลข เป็นตัวพยากรณ์ที่ดีในการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของ ปาริฉัตร อันประเสริฐ (2543) ที่พบว่าตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีที่สุด คือ เชาวน์ปัญญา และสอดคล้องกับผลการศึกษาของเบญจล ไชยแสน (2544) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองบางประการ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 346 คน ผลการศึกษา พบว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ สมรรถภาพพื้นฐานทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ภาษาและจำนวน

ส่วนผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ไม่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อาจเป็นเพราะตัวแปรเชาวน์อารมณ์ที่ผู้วิจัยนำมาศึกษา เป็นตัวแปร

ที่ประกอบด้วยตัวแปรคุณลักษณะทางจิตพิสัยหลายตัว ได้แก่ ด้านการรู้จักตนเอง (self-knowledge) ประกอบด้วย ความสามารถในการรับรู้และเข้าใจความรู้สึกและอารมณ์ของตน รู้ถึงข้อดีข้อด้อยของตนตามความเป็นจริง ตระหนักในคุณค่าและภาคภูมิใจในความสามารถที่มีอยู่ของตน ด้านการจัดการอารมณ์(emotional control) ประกอบด้วย ความสามารถในการควบคุมและปรับอารมณ์ของตนให้เย็นหยัดรับมือกับสถานการณ์ที่ตึงเครียดได้ด้วยความสะดวก ด้านการมีแรงจูงใจ(motivation) ประกอบด้วย ความสามารถในการสร้างแรงจูงใจตน ยึดมั่นในหลักการ และเพียรพยายามเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ด้านการตระหนักรู้สังคม(social awareness) ประกอบด้วย ความสามารถในการรู้จักรับผิดชอบต่อสังคมที่อยู่อาศัย มองโลกในแง่ดี รู้จักจัดการความขัดแย้งที่เกิดขึ้น มีความเมตตาและเข้าใจจิตใจและความรู้สึกของบุคคลอื่น ด้านการมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม(working with others) ประกอบด้วย ความสามารถในการมีทักษะการสื่อสารเพื่อความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลอื่น และการร่วมมือร่วมใจกับบุคคลอื่นในการทำงานเพื่อให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งบางตัวอาจไม่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ แต่บางตัวอาจส่งผล เมื่อพิจารณาในภาพรวมจึงทำให้เชาวน์อารมณ์ไม่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ภัทราวดี เสาธง(2548) ที่ทำการศึกษความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนกีฬาจังหวัดสุพรรณบุรี ที่พบว่า เชาวน์อารมณ์ ด้านความรับผิดชอบ การมีแรงจูงใจ การตัดสินใจและแก้ปัญหา ความมีสัมพันธภาพ ความภาคภูมิใจในตนเอง ความพอใจในชีวิต และความสงบสุขทางใจ ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีเพียงเชาวน์อารมณ์ด้านการควบคุมตนเองและเห็นใจผู้อื่นเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และอยู่ในระดับน้อย ($r < 0.17$)

3. การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า โมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ โมเดล ACH-R1 มีค่าไค-สแควร์ของโมเดล คือ 84.91 ($p=0.00$) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) เท่ากับ 0.060 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพียงเล็กน้อยและไม่เกิน 0.08 ค่าความคลาดเคลื่อนของโมเดล (RMR) เท่ากับ 0.057 ค่าความเหมาะสมพอดีของโมเดล GFI เท่ากับ 0.96 AGFI เท่ากับ 0.94 NFI เท่ากับ 0.97 IFI เท่ากับ 0.98 ดัชนีความเหมาะสมพอดีส่วนใหญ่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีเพียงค่าเดียวที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เพียงเล็กน้อยเช่นกัน แต่ก็ไม่ต่ำกว่า 0.90 ซึ่งถือว่าโมเดลมีประสิทธิภาพ และถ้าพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์พยากรณ์ของโมเดล (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.53 แสดงว่า เชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ร่วมกันอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้ร้อยละ 53 ใกล้เคียงกับ แนวคิดของ Bloom ที่กล่าวว่า คุณลักษณะด้านสติปัญญาและคุณลักษณะด้านอารมณ์จิตใจร่วมกันอธิบายความแปรปรวนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรืออัตราการเรียนรู้ได้ประมาณร้อยละ 65

สำหรับผลของปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ผลเช่นเดียวกันกับการศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ คือ ปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ส่วนปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ พิสนท์ เกิดศิลป์ (2546) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาตรี ซึ่งพบว่า เชาวน์ปัญญาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนปัจจัยด้านเชาวน์อารมณ์ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Newsome, Shaun., Day, Arla L. & Catano, Victor M. (2000) และ Barchard, Kimberly A. (2003) ที่ทำการศึกษาว่าเชาวน์อารมณ์ คุณลักษณะทางสติปัญญาและบุคลิกภาพจะทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้หรือไม่ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า คุณลักษณะทางสติปัญญาและบุคลิกภาพมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ แต่เชาวน์อารมณ์ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

เมื่อพิจารณาผลของเชาวน์ปัญญาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ได้ผลสอดคล้องกับผลการเรียนของ Fagan, Joseph F., Holland, Cynthia R. & Wheeler, K. (2007) ที่พบว่า เชาวน์ปัญญาในวัยทารก (6 – 12 เดือน) เชาวน์ปัญญาในวัยเด็ก (3 ปี) และเชาวน์ปัญญาในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น (21 ปี) สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นได้ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.32, 0.60 และ 0.70 ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Deary, Ian J. et.al. (2007) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนในประเทศอังกฤษ จำนวน 74,403 คน พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างเชาวน์ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 0.81 และเชาวน์ปัญญาสามารถอธิบายความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ ร้อยละ 58.60 เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Watkins, Marley W., Lei, Pui-Wa & Canivez, Gary L. (2007) ที่ทำการศึกษาระยะยาว และวิเคราะห์ข้ามกลุ่ม (cross-lagged) ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า เชาวน์ปัญญาส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในอนาคตแต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ส่งผลต่อเชาวน์ปัญญาในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลสมการโครงสร้าง 3 รูปแบบ ในการวิเคราะห์อัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ และปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อ

อัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีประสิทธิภาพสูงสุดและมีกระบวนการวิเคราะห์ซับซ้อนน้อยกว่า ผู้วิจัยเสนอแนะใช้โมเดลนี้ในการศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเดิมนิยมใช้การวัดเพียง 2 ครั้ง ในการศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้ แต่ในการวัดแนวใหม่นี้เพิ่มการวัดอีกเพียง 1 ครั้ง ก็สามารถใช้โมเดลนี้วิเคราะห์อัตราพัฒนาการได้ทั้งอัตราพัฒนาการของกลุ่มผู้เรียนและอัตราพัฒนาการรายบุคคล โดยพัฒนาการรายบุคคลจะต้องนำค่าอิทธิพลของอัตราพัฒนาการที่ส่งผลต่อการวัดแต่ละครั้งไปคำนวณอีกครั้งหนึ่ง และในการวัดพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน 3 ครั้ง ก็สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผลผู้เรียนที่นิยมใช้อยู่แล้ว คือ มีการวัดก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน อันจะทำให้ได้ข้อมูลพัฒนาการของผู้เรียนที่มีความถูกต้องมากที่สุด แต่อาจจะต้องศึกษากับนักเรียนตั้งแต่ 2 ห้องขึ้นไป คือ มีนักเรียนประมาณ 60 คน ขึ้นไป

1.2 จากผลการศึกษาที่พบว่า การศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการคณิตศาสตร์ ได้ผลสอดคล้องกับศึกษาปัจจัยด้านเชาวน์ปัญญาและเชาวน์อารมณ์ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางการเรียน ควรใช้การศึกษากำหนดปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อมูลสารสนเทศประกอบการพิจารณาด้วย อันจะทำให้ได้ข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น ในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียน

1.3 จากผลการศึกษาที่พบว่า ประสิทธิภาพของโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการใกล้เคียงกับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ดังนั้น กรณีที่รู้อย่างแน่ชัด การวัดครั้งที่ 1 ส่งผลต่อการวัดครั้งที่ 2 และการวัดครั้งที่ 2 ส่งผลต่อการวัดครั้งที่ 3 ควรใช้โมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการในการวิเคราะห์ เพราะจะทำให้ได้สารสนเทศมากขึ้น และได้ค่าพารามิเตอร์ที่สมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับโมเดลลอโตรีเกรซซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ หรือกับโมเดลอื่น เช่น โมเดลคะแนนความแตกต่างแฝง (latent different score: LDS) ซึ่งมีลักษณะแนวคิดใกล้เคียงกับโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น เช่น ภาษาไทย วิทยาศาสตร์ พลศึกษา ทักษะคอมพิวเตอร์ เพราะมีธรรมชาติของวิชาที่ต่างจากคณิตศาสตร์ หรือคุณลักษณะด้านอื่นที่ไม่ใช่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น เจตคติ ความสนใจ ความรับผิดชอบ ความวิตกกังวล ความเครียด เป็นต้น หรือใช้การศึกษากำหนดปัจจัยเชิงสาเหตุที่ประยุกต์การวิเคราะห์อิทธิพล(path analysis) เพื่อศึกษากำหนดปัจจัยทางตรงและทางอ้อมที่ส่งผลต่อคุณลักษณะดังกล่าว จะทำให้ได้สารสนเทศที่มีประโยชน์มากยิ่งขึ้น

2.2 ในการศึกษาปัจจัยเชิงสาเหตุที่ส่งผลต่ออัตราพัฒนาการ โดยตัวแปรสาเหตุส่งผลโดยตรงต่ออัตราพัฒนาการ อาจมีการประยุกต์ให้ตัวแปรสาเหตุส่งผลต่อการวัดแต่ละครั้งโดยตรง เนื่องจาก การศึกษาของ Stoel, Reinoud D.; Wittenboer, Godfried van dan . & Hox, J. (2004) พบว่า การศึกษาตัวแปรสาเหตุที่ส่งผลโดยตรงต่ออัตราพัฒนาการ เป็นกรณีเฉพาะของการศึกษาตัวแปรสาเหตุส่งผลต่อการวัดแต่ละครั้ง ก็อาจจะทำให้ได้แง่มุมในการอธิบายอิทธิพลของตัวแปรสาเหตุเพิ่มขึ้น

2.3 ควรมีการพัฒนาโมเดลการวัดพัฒนาการอื่นๆ เช่น การประยุกต์โมเดล MA(moving average) หรือ ARMA(autoregressive moving average) เข้ากับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เพราะจากการศึกษาของ Sivo, Stephen.; Fan, Xitao. and Witta, Lea.(2005) พบว่า กระบวนการของ MA และ ARMA ไม่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์และประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง หรือ อาจนำแนวคิดของโมเดลโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝง มาประยุกต์เข้ากับโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ที่ให้องค์ประกอบของคะแนนความสามารถเริ่มต้น และอัตราพัฒนาการ มาจากคะแนนการวัดครั้งที่ 2 เป็นต้นไป โดยให้คะแนนการวัดครั้งที่ 1 เป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการวัดครั้งที่ 2

2.4 ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของโมเดลออโตรีเกรสซีฟที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการเพิ่มเติม เนื่องจากมีแนวคิดที่น่าสนใจและยังมีผู้ศึกษาน้อยโดยการจำลองข้อมูล เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ ของโมเดลในเงื่อนไขต่างๆ เช่น จำนวนครั้งในการวัด ความสัมพันธ์ของการวัดในแต่ละครั้ง แบบแผนของพัฒนาการทั้งเชิงเส้นตรงและเชิงเส้นโค้ง ชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ เป็นต้น



บรรณานุกรม

- กรมสุขภาพจิต. (2546). **คู่มือความฉลาดทางอารมณ์**. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี: กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข.
- กิตติยา ปักกาโล. (2547). **ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจิตพิสัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดมหาสารคาม**. กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- จารุวรรณ เอ้าทา. (2546). **ปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดหนองบัวลำภู**. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- เจลิยว กลับังษ์. (2546). **ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญา ความถนัด บุคลิกภาพ และเชาวน์อารมณ์กับผลการฝึกบินของศิษย์การบินกองทัพอากาศ**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (จิตวิทยาอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- แก่นักเรียนไทยอ่อนวิชาเลขมากที่สุด. (2549, 24 กรกฎาคม). **ไทยรัฐ**. หน้า 15.
- ดวงเดือน ศาสตร์ภัทร. (มกราคม 2546). การเรียนรู้. **วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์**. (28):82-92.
- เทอดศักดิ์ เดชคง. (2545) **ความฉลาดทางอารมณ์จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ**. กรุงเทพฯ : มติชน.
- ทศพร ประเสริฐสุข. (2543). **ความเฉลียวฉลาดทางอารมณ์กับการศึกษา. ใน รวมบทความทางวิชาการ อีคิว**. หน้า 89-120. อรพินท์ ชูชม, อัจฉรา สุขารมณ์ และวิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. (บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: DESKTOP.
- ทิพวรรณ วังเย็น. (2541). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. ปริญญาโท กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

นางลักษณ์ วิรัชชัย. (2538). **ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น(LISREL)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นางลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). **โมเดลลิสเรล:สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เบญจลวี ไชยแสน. (2544). **ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพพื้นฐานทางสมองบางประการ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัย การศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

ประสิทธิ์ ไชยกาล. (2539). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสเรล 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ปาริฉัตร อันประเสริฐ. (2543). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ เชาวน์ปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศึกษานารี กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่าย เอกสาร.

ผ่องศรี น้อยปรีชา. (2546,มีนาคม). **การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดลลิสเรลตัวแปรที่สัมพันธ์กับการ เปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์**. วารสารวิจัยและวัดผล การศึกษา. 1(1):142-164.

พนิดา จันทรา. (2543). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา). ขอนแก่น :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

พรพรรณ เรืองศรี. (2544). **การพัฒนาแบบวัดความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

พรรณภา แก้วคง. (2548). **รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดยะลา.**

ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่าย เอกสาร.

พระธรรมปิฎก(ป.อ. ปยุตโต). (2543). เจตโกศล หรือปรีชาเชิงอารมณ. ใน **รวมบทความทางวิชาการ อธิว.** หน้า 35-52. อรพินท์ ชูชม,อัจฉรา สุขารมณ และวิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี.(บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: DESKTOP.

พระราชวรมนู(ประยูร ธมมจิตโต). (2543). อธิวในแนวทางพุทธศาสนา. ใน **รวมบทความทางวิชาการ อธิว.** หน้า 21-33. อรพินท์ ชูชม,อัจฉรา สุขารมณ และวิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. (บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: DESKTOP.

พัชรา ทศนวิจิตรวงศ์. (2540). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.** ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

พิสนท์ เกิดศิลป์. (2546). **โมเดลสมการโครงสร้างของเชาวน์ปัญญา เชาวน์อารมณ์และผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ภัทราวดี เสารอง. (2548). **ความสัมพันธ์ระหว่าง ความสามารถทางกลไกทั่วไป ความฉลาดทางอารมณ์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนกีฬา จังหวัด สุพรรณบุรี.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(พลศึกษา). กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ภูมิบดีนทร์ หัตถนิรันดร์. (2547). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เชาวน์ปัญญา(IQ) ความฉลาดทางอารมณ์(EQ) ความสามารถในการแก้ไขปัญหาและฝ่าฟันอุปสรรค (AQ)และเชาวน์ปัญญาด้านคุณธรรมจริยธรรม(MQ) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.** ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร

- มธุรส ประภาจันทร์. (2544). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สหวิทยาเขตเบญจบุรพา กรมสามัญ ศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.
- มนต์ทิศา ไชยแก้ว. (2542). การเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยใช้โมเดล ประยุกต์ใ้คงพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการ วัดและจำนวน ครั้งที่วัดแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- มณีญา สุราช. (2547). ปัจจัยเชิงสาเหตุของตัวแปรนอกเหนือทางสถิติปัญญาที่มีอิทธิพลต่อผล การเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏอุดรธานี. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัย การศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี.(2543) ความสามารถทางอารมณ์ของเด็กปฐมวัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง. ใน **รวมบทความทางวิชาการ อีคิว**. หน้า 63-88. อรพินท์ ชูชม,อัจฉรา สุซารมณ และ วิลาสลักษณ์ ชั่ววัลลี. (บรรณาธิการ). กรุงเทพฯ: DESKTOP.
- วีระวัฒน์ ปันนิตามัย. (2545). **เชาวน์อารมณ์ (EQ):ดัชนีความสุขและความสำเร็จของชีวิต**. พิมพ์ครั้งที่ 5 . กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท.
- วีระศักดิ์ คำลั่น. (2540). การศึกษาการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาว ของผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ:การประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นพหุระดับ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศศิวิมล อมตชีวิน. (2546). การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์เหลื่อมลำดับในโมเดลโค้ง พัฒนาการที่มีช่วงเวลาการวัดแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม.(สถิติการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภลักษณ์ สว่างนนอก.(2545). การพัฒนาแบบประเมินเชาวน์อารมณ์ โดยใช้กิจกรรมที่ไม่ใช่ เชิงวิชาการสำหรับวัยรุ่นตอนต้น. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.(การวัดและประเมินผลการศึกษา). ขอนแก่น :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

- สมถวิล วิจิตรวรรณา. (2543). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดียวและตัวแปรพหุ. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- สำเร็จ บุญเรืองรัตน์. (2535). การวัดการเปลี่ยนแปลง. ใน สารานุกรมศึกษาศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 รอบ. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุภาพร พิสิฐพัฒน์. (2543). การสร้างแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุภารัตน์ เรือจันทิก. (2542). การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อม โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ด้วยโมเดลเอชแอลเอ็ม และโมเดลลิสเรล. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- โสภิต วัฒนเมธาวิ. (2545). การพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสงขลา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- อรุณี อ่อนสวัสดิ์. (2537). การพัฒนาวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อวยพร เรืองตระกูล. (2544). การพัฒนาและวิเคราะห์คุณภาพของวิธีการวัดคะแนนพัฒนาตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมและทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ. วิทยานิพนธ์ ค.ด. (การวัดและประเมินผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- อติพร หงษ์ทอง. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างความพร้อมของการเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองกับเชาวน์อารมณ์และคุณสมบัติบางประการของครูประจำศูนย์การเรียนรู้ชุมชน จังหวัด สุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม (การศึกษาผู้ใหญ่). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

อเนก เดชะสุข. (2542). ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอน ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาฬสินธุ์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การวัดผล การศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

อัญชลี สิทธิกุลธร. (2543). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนประถมศึกษา เขตกรุงเทพมหานคร โดยการ วิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบพหุระดับ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

อุษณีย์วรรณ เพ็ชรโยธา. (2546). ตัวแปรทางบุคลิกภาพที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานสามัญศึกษา จังหวัดร้อยเอ็ด. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.

อุไร จักรศรีมงคล. (2545). การพัฒนาโครงสร้างเขาวนอารมณ์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. ปรินิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไธ. (2541). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มี ตัวแปรแฝง 4 รูปแบบ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของการพัฒนาทางกาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

เอี่ยมพร หลินเจริญ. (2539). การพัฒนาโมเดลลิשראלในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะ ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การวิจัยการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต วิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

Barchard Kimberly A. (2003,October). Does emotional intelligence assist in the prediction of academic success? Educational and Psychological Measurement. 63(5): 840-858.

Bijleveld,Catrien C.J.H. ;et al. (1998). Longitudinal Data Analysis : Design, Model and Methods.London : Sage.

- Bloom, Bebjamin S. (1976). **Human Characteristic and School Learning**. New York: McGraw-Hill.
- Bollen, Kenneth A. (1989). **Structural Equation with Latent Variables**. New York : John Wiley & Sons.
- Bollen, Kenneth A. & Curran, Patrick J. (2004, February). Autoregressive latent trajectory(ALT) models: A synthesis of two traditions. **Sociological Methods & Research**. 32(2) :336-383.
- Chao, Chih-ping.; Bentler, Peter M. & Pentz, Mary A. (1998). Comparisons of two statistical to study growth curves: The multilevel model and the latent curve analysis. **Structural Equation Modeling**. 5(3): 247-266.
- Cohen, Jacob.; et al. (2003). **Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Science**. 3rd ed. NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Comman, Jennifer C.; Lynch, Scott M. & Goldman, Noreen. (2004, November). Stability and change in the perceived social support of older taiwanese adults. **Journals of Gerontology**. 59B(6): 350-357. Retrieved September 7, 2005 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Curran, Patrick J.& Bollen, Kenneth A. (2001). The best of both worlds: Combining autoregressive and latent curve models. In **New Methods for the Analysis of Change**. Collins, Linda M. & Sayer, Aline G. pp107-135. Washington D.C.: American Psychological Association.
- Deary, Ian J. et.al.(2007). Intelligence and educational achievement. **Intelligence**. 35: 13 – 21. Retrieved August 21, 2007 , from www.sciencedirect.com.
- Duncan, Terry E.; et al. (1999). **An Introduction to Latent Variable Growth Curve Modeling : Concept, Issues and Application**. NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Fagan, Joseph F., Holland, Cynthia R. & Wheeler, Karyn. (2007). The predictor, from infancy, of adult IQ and achievement. **Intelligence**. 35: 225 – 231. Retrieved August 21, 2007 , from www.sciencedirect.com.

- Garst, Harry; et al. (2000, June). The temporal factor of change in stressor-strain relationships: A growth curve model on a longitudinal study in East Germany . **Journal of Applied Psychology**. 85(3): 417-38. Retrieved September 7, 2005 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Hong, Sehee & Ho, Hsiu-Zu. (2005). Direct and indirect longitudinal effect of parental involvement on student achievement: Second-order latent growth modeling across ethnic group. **Journal of Educational Psychology**. 97(1): 32-42.
- Jones, Constance J. & Meredith, William. (2000, June). Developmental paths of psychological health from early adolescence to later adulthood. **Psychology and Aging** . 15(2): 351-360. Retrieved September 7, 2005 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Joreskog, K.G. (1993). **LISREL 8: Structural Equation Modeling with the SIMPLIS Command Language**. Chicago: Scientific Software International.
- Loehlin, J.C. (1992). **Latent Variables Models: An Introduction to Factor, Path, and Structural Analysis**. 2nd ed . New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- McArdle, John J. & Hamagami, Fumiaki. (1991). Modeling incomplete longitudinal and cross-sectional data using latent growth structural models. In **Best Methods for the Analysis of Change**. Collins, Linda M. & Horn, John L. pp276-309. Washington D.C.: American Psychological Association.
- MacCallum, Robert C.; et al. (1997). Studying multivariate change using multilevel models and latent curve models. **Multivariate Behavioral Research**. 32(3): 215-253.
- Maruyama, G.M. (1998). **Basic of Structural Equation Modeling**. California: Sage.
- Marsh, Herbert W. (1993, Summer). Stability of individual differences in multiwave panel studies: Comparison of simplex models and one-factor models. **Journal of Educational Measurement**. 30(2): 157-183.
- Mathilda du Toit & Stephen du Toit. (2001). **Interactive LISREL: User's Guide**. Chicago: Scientific Software International.

- Mayor, John D. (2001). A field guide to emotional intelligence. In **Emotional Intelligence in Everyday Life: A Scientific Inquiry**. Ciarrochi, J ; Forgas, Joseph P. & Mayor, John D. PA : Psychology Press.
- Muthen, Bengt O. & Khoo, Siek-toon. (1998). Longitudinal studies of achievement growth using latent variable modeling. **Learning and Individual Differences**. 10(2): 73-101. Retrieved September 7, 2005, from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>.
- Newsome, Shaun., Day, Arla L. & Catano, Victor M. (2000). Assessing the predictive validity of emotional intelligence. **Personality and Individual Difference**. 29: 1005-1016. Retrieved August 21, 2007 , from www.elsevier.com.
- Reynolds, Chandra A.; Finkel, Deborah & McArdle, John J. (2005, January). Quantitative genetic analysis of latent growth curve models of cognitive abilities in adulthood. **Developmental Psychology**. 41(1): 3-16. Retrieved September 7, 2005 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Rodebaugh, T.L. ; Curran, P.J & Chambless, D.L . (2002). Expectancy of panic in the maintenance of daily anxiety in panic disorder with agoraphobia: A longitudinal test of competing models. **Behavior Therapy**. 33: 315-336. Retrieved August 6, 2007 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>
- Saris, W.E. and Stronkhorst, L.H. (1984). **Casual Modeling in Nonexperimental research: an Introduction to the LISREL Approach**. Amsterdam: Sociometric Research Foundations.
- Sivo, Stephen.; Fan, Xitao. & Witta, Lea. (2005). The biasing effects of unmodeled ARMA time series process on latent growth curve model estimates. **Structural Equation Modelling**. 12(2); 215-231.
- Stoel, Reinoud D.; Peetsma, Thea T. D. & Roeleveld, Jaap. (2001). Relations between the development of school investment, self-confidence, and language achievement in elementary education: A multivariate latent growth curve approach. **Learning and Individual Differences**. 13 (4): 313-333. Retrieved September 7, 2005 , from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>

Stoel, Reinoud D.; Wittenboer, Godfried van dan. & Hox,Joop. (2004). Including time-invariant covariates in the latent growth curve model. **Structural Equation Modelling**. 11(2); 155-167.

Traub, Ross E. (1994). **Reliability for the Social Science : Theory and Application**. CA: Sage.

Walker, Alexis J; et al. (1996, May). Amount of care given and caregiving satisfaction : A latent growth curve analysis. **The Journal of gerontology**. 51B(3): 130-142.
Retrieved September 7, 2005, from <http://vnweb.hwwilsonweb.com>.

Watkins,Marley W., Lei, Pui-Wa & Canivez, Gary L. (2007). Psychometric intelligence and achievement: A cross-lagged panel analysis. **Intelligence**. 35: 59 – 68.
Retrieved August 21, 2007 , from www.sciencedirect.com.

Willett, John B. (1994). Measurement of change. In **International Encyclopedia of Education**. T. Husen and T. N. Postlethwaite(Eds). pp 671-678. 2nd ed . Oxford, UK: Elsevier Science Press.

Willett, John B. and Saylor, Aline G. (1994). Using covariance structure analysis to detect correlates and predictors of individual change over time. **Psychological Bulletin**. 116(2): 363–381.

ภาคผนวก

ก. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ข. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ค. แบบทดสอบคณิตศาสตร์

ค.-1 ตารางวิเคราะห์เนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ค.-2 ค่าความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด(IOC)

ค.-3 ค่าความยากและอำนาจจำแนก

ง. การวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ภาคเรียนที่ 1/2549 โรงเรียนชนนาทพิทยาคมและโรงเรียนศรีสโมสรวิทยา

จ. ค่าความยากและอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา

ฉ. แบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์

ฉ.-1 ค่าความสอดคล้องของข้อความกับนิยามเชิงปฏิบัติการ(IOC)

ฉ.-2 ค่าอำนาจจำแนก

ช. ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญตรวจลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบทดสอบคณิตศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.อรินทร์ น่วมถนอม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางกะปิ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2

2. อาจารย์สุชาติ สิริเมื่อนันท์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนบางกะปิ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2

3. อาจารย์ทองอยู่ สาระ

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์,งานการวัดและประเมินผล โรงเรียนศรีอยุธยาในพระอุปถัมภ์ฯ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 1

4.อาจารย์น้ำผึ้ง อินทะเนตร

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

5. อาจารย์สุนีย์ เงินยวง

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2.ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา

1.อาจารย์ ขวลิต รวยอาจิณ

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิคม ตั้งคะพิภพ (ภาษา,เหตุผล)

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3.รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4.อาจารย์ ดร.ละอียด รัชเฝ้า (จำนวน,มิติสัมพันธ์)

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.อาจารย์ดร.อรินทร์ น่วมถนอม

โรงเรียนบางกะปิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากทม.เขต 2

3.ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดเชาวน์อารมณ์

1.รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์

ภาควิชาการวัดผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ดร.พัชราภรณ์ ศรีสวัสดิ์

สำนักงานสาธารณสุข หนองบัวลำภู

4.อาจารย์ภาวดี เหมทานนท์

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช

5. อาจารย์นิศารัตน์ นรสิงห์

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครศรีธรรมราช



ภาคผนวก ข

การเลือกกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

อำเภอ	กลุ่มตัวอย่าง (ค่าประมาณ)	รายชื่อโรงเรียน	จำนวน นักเรียน	รวม	กลุ่มตัวอย่าง จริง
เมือง	105 (20.9%)	1.ชุมชนวัดดักคะนน 2.วัดศรีวิชัย(ป.6/1) 3.อนุบาลชัยนาท(ป.6/3) 4.บ้านท่าไม้	27 31 44 21	121	106
มโนรมย์	41 (8.3%)	5.ไทยรัฐวิทยา 57 6.วัดใหญ่	29 14	43	41
วัดสิงห์	30 (6.0%)	7.วัดหนองจิก 8.วัดคลองบุญ	17 13	30	27
สรรพยา	59 (11.8%)	9.เขื่อนเจ้าพระยา 10.บางไผ่เดือน 11.วัดคงคาราม	27 24 12	63	39
สรรคบุรี	103 (20.6%)	12.ชุมชนวัดโคกดอกไม้ 13.วัดท่ากระแส 14.วัดโพธาราม 15.วัดโบสถ์ราษฎร์บำรุง	30 18 30 24	104	91
หันคา	101 (20.3%)	16.ชุมชนวัดพิชัยนาวาส 17.ชุมชนคลองจันทน์ 18.วัดวิจิตรรังสรรค์ 19.อนุบาลหันคา(ป.6/1)	20 25 32 31	108	97
หนองมะ โมง	33 (6.6%)	20.วัดศรีสโมสร 21.บ้านสะพานหิน	19 20	39	31
เนินขาม	28 (5.5%)	22.บ้านเก่า 23.บ้านวังค้อไห	10 25	35	28
รวม	500		545	545	460

ภาคผนวก ค

1. ตารางวิเคราะห์เนื้อหา วิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่6
(เน้นทักษะการคิดคำนวณ)

เนื้อหา	พฤติกรรมหลัก	พฤติกรรมย่อย
1.ทศนิยม -ทศนิยม -การบวก ลบ คูณ -การหาร เวลาเรียน 33 ชั่วโมง จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ	1.ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทศนิยม 2.ความสามารถในการบวก ลบ คูณ หาร ทศนิยม	1.1 เขียนทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง 1.2 ค่าของตัวเลขในแต่ละหลัก 1.3 การเปรียบเทียบทศนิยม 1.4 เขียนทศนิยมสามตำแหน่งในรูปเศษส่วน 1.5 เขียนเศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็น10,100 และ1000 ในรูปทศนิยม 1.6 การประมาณค่าทศนิยม 2.1 การบวกทศนิยมสามตำแหน่ง 2.2 การลบทศนิยมสามตำแหน่ง 2.3 การคูณทศนิยมสามตำแหน่งกับจำนวนนับ 2.4 การคูณทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งกับจำนวนนับที่เป็นพหุคูณของ10,100 และ1000 2.5การคูณทศนิยมสามตำแหน่งกับจำนวนนับหลายหลัก 2.6 การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับทศนิยมสองตำแหน่ง 2.7 การหารทศนิยมเมื่อตัวหารเป็นจำนวนนับ 2.8 การเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยม 2.9 การหารทศนิยมเมื่อตัวหารเป็นทศนิยม 2.10 การบวก ลบ คูณ หารทศนิยมระคน
2.รูปสี่เหลี่ยม เวลาเรียน 17 ชั่วโมง จำนวนข้อสอบ 10 ข้อ	1.ความสามารถในคิดคำนวณ หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	2.1 การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2.2 การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 2.3 การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน 2.4 การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู 2.5 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้สมบัติของเส้นทแยงมุม 2.6 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมที่เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก

ตารางวิเคราะห์เนื้อหา(ต่อ)

เนื้อหา	พฤติกรรมหลัก	พฤติกรรมย่อย
3.รูปร่างกลม เวลาเรียน 6 ชั่วโมง จำนวนข้อสอบ 4 ข้อ	1.ความสามารถในการคิดคำนวณหาความยาวรอบวงของรูปร่างกลม 2.ความสามารถในการคิดคำนวณหาพื้นที่รูปร่างกลม	1.การหาความยาวรอบวง 2.การหาพื้นที่รูปร่างกลม
4.บทประยุกต์ เวลาเรียน 19 ชั่วโมง จำนวนข้อสอบ 11 ข้อ	1.ความสามารถในการคิดคำนวณหาร้อยละ 2.ความสามารถในการคิดคำนวณเกี่ยวกับการซื้อขาย 3.ความสามารถในการคิดคำนวณดอกเบี้ย	1.1 การหาร้อยละ 2.1 การหาราคาขายจากราคาทุน 2.2 การหาราคาทุนจากราคาขาย 2.3 การลดราคา 3.1 การคิดดอกเบี้ยในเวลา 1 ปี 3.2 การคิดดอกเบี้ยในเวลาน้อยกว่า 1 ปี
5.ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เวลาเรียน 9 ชั่วโมง จำนวนข้อสอบ 5 ข้อ	1.ความสามารถในการคิดคำนวณหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1.การหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

2. ค่าความสอดคล้องระหว่างลักษณะเฉพาะของข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด(IOC)

ข้อ	ค่าความสอดคล้อง	ข้อ	ค่าความสอดคล้อง	ข้อ	ค่าความสอดคล้อง
1.	1.00	13.	1.00	25.	1.00
2.	1.00	14.	1.00	26.	1.00
3.	1.00	15.	1.00	27.	1.00
4.	0.40	16.	1.00	28.	1.00
5.	1.00	17.	1.00	29.	1.00
6.	0.60	18.	1.00	30.	1.00
7.	0.60	19.	1.00	31.	1.00
8.	1.00	20.	1.00	32.	1.00
9.	1.00	21.	1.00	33.	1.00
10.	1.00	22.	1.00	34.	1.00
11.	1.00	23.	1.00	35.	1.00
12.	1.00	24.	1.00	36.	1.00

หมายเหตุ: จากจำนวนข้อสอบที่ได้จากลักษณะเฉพาะของข้อสอบ จำนวน 36 ข้อ ครอบคลุมเนื้อหาตามตารางวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยได้สร้างข้อสอบ เพิ่มอีก 29 ข้อ โดยลักษณะเฉพาะของข้อสอบส่วนใหญ่ จะถูกใช้มากกว่า 1 ครั้ง รวมเป็น 65 ข้อ จากนั้น ใช้ข้อสอบ 65 ข้อที่ได้เป็นแบบเพื่อสร้างข้อสอบที่คุุณานัน อีก 3 ชุดๆละ 65 ข้อ รวมทั้งสิ้นได้ข้อสอบ 260 ข้อ

3.ค่าความยาก(p)และอำนาจจำแนก(r) ของข้อสอบคณิตศาสตร์

ข้อ ที่	ชุด A			ชุด B			ชุด C			ชุด D		
	p	Δ	r	p	Δ	r	p	Δ	r	p	Δ	r
1	.30	15.08	.20	.39	14.12	.45	.45	13.52	.23	.39	14.12	.39
2	.45	13.52	.49	.42	13.80	.42	.44	13.60	.58	.58	12.20	.56
3	.47	13.32	.21	.60	12.00	.48	.55	12.48	.30	.58	12.20	.26
4	.52	12.80	.37	.53	12.68	.35	.52	12.80	.23	.53	12.68	.29
5	.23	15.96	.20	.32	14.88	.32	.59	12.08	.52	.45	13.52	.21
6	.80	9.64	.21	.80	9.64	.26	.55	12.48	.50	.73	10.56	.42
7	.80	9.64	.27	.79	9.76	.35	.23	15.96	.13	.77	10.04	.32
8	.62	11.76	.63	.71	10.80	.58	.62	12.88	.63	.71	10.80	.52
9	.67	11.24	.60	.71	10.80	.52	.50	13.00	.53	.65	11.44	.45
10	.73	10.56	.53	.61	11.88	.65	.62	11.76	.57	.63	11.68	.48
11	.75	10.32	.43	.69	11.00	.61	.68	11.12	.57	.73	10.56	.35
12	.53	12.68	.47	.59	12.08	.48	.47	13.32	.47	.52	12.80	.32
13	.32	14.88	.21	.57	12.28	.57	.53	12.68	.33	.56	12.40	.35
14	.52	12.80	.50	.61	11.88	.45	.55	12.48	.57	.47	13.32	.68
15	.42	13.80	.50	.61	11.88	.65	.44	13.60	.69	.44	13.60	.68
16	.52	12.80	.63	.52	12.80	.58	.40	13.08	.73	.48	13.20	.52
17	.45	13.52	.63	.32	14.88	.39	.42	13.80	.57	.31	15.00	.46
18	.78	9.92	.44	.42	13.80	.39	.48	13.20	.37	.37	14.32	.23
19	.32	14.88	.21	.44	13.60	.22	.20	16.36	.30	.26	15.56	.21
20	.37	14.32	.40	.25	15.68	.30	.33	14.76	.30	.40	13.08	.42
21	.35	14.56	.30	.43	13.72	.26	.26	15.56	.30	.21	16.24	.20
22	.40	14.00	.47	.39	14.12	.39	.50	13.00	.26	.29	15.20	.32
23	.26	15.56	.21	.37	14.32	.40	.24	15.84	.26	.21	16.24	.23
24	.28	15.32	.21	.25	15.68	.20	.29	15.20	.21	.24	15.84	.23
25	.20	16.36	.23	.31	15.00	.26	.29	15.20	.33	.39	14.12	.67
26	.33	14.76	.27	.21	16.24	.37	.28	15.32	.23	.38	14.24	.58
27	.27	15.44	.33	.61	11.88	.39	.36	14.44	.61	.44	13.60	.70
28	.21	16.24	.21	.30	15.08	.47	.22	16.08	.22	.36	14.44	.24

ค่าความยากและอำนาจจำแนก(ต่อ)

ข้อ ที่	ชุด A			ชุด B			ชุด C			ชุด D		
	p	Δ	r	p	Δ	r	p	Δ	r	p	Δ	r
29	.21	16.24	.26	.20	16.36	.21	.32	14.88	.52	.38	14.24	.21
30	.26	15.56	.22	.24	15.84	.21	.23	15.96	.20	.38	14.24	.45
31	.22	16.08	.21	.31	15.00	.24	.26	15.56	.27	.21	16.24	.20
32	.36	14.44	.31	.45	13.52	.48	.33	14.76	.20	.39	14.12	.48
33	.33	14.76	.20	.30	15.08	.36	.21	16.24	.20	.38	14.24	.45
34	.28	15.32	.21	.41	13.92	.22	.35	14.56	.21	.33	14.76	.23
35	.35	14.56	.23	.48	13.20	.42	.42	13.80	.24	.23	15.96	.21
36	.35	14.56	.21	.33	14.76	.22	.29	15.20	.23	.21	16.24	.20
37	.21	16.24	.22	.30	15.08	.22	.24	15.84	.21	.50	13.00	.33
38	.21	16.24	.26	.26	15.56	.20	.29	15.20	.21	.21	16.24	.22
39	.21	16.24	.26	.33	14.76	.21	.36	14.44	.42	.28	15.32	.33
40	.22	16.08	.22	.35	14.56	.23	.21	16.24	.24	.21	16.24	.22
41	.21	16.24	.20	.25	15.68	.30	.27	15.44	.33	.23	15.96	.20
42	.28	15.32	.21	.27	15.44	.22	.29	15.20	.20	.44	13.60	.55
43	.40	14.00	.40	.32	14.88	.23	.26	15.56	.20	.27	15.44	.36
44	.23	15.96	.21	.24	15.84	.33	.33	14.76	.36	.29	15.20	.27
45	.30	15.08	.25	.20	16.36	.25	.21	16.24	.20	.35	14.56	.33
46	.33	14.76	.21	.20	16.36	.21	.34	14.64	.21	.29	15.20	.33
47	.32	14.88	.40	.35	14.56	.35	.23	15.96	.20	.48	13.20	.48
48	.22	16.08	.21	.27	15.44	.20	.39	14.12	.42	.42	13.80	.30
49	.21	16.24	.23	.21	16.24	.20	.36	14.44	.30	.34	14.64	.29
50	.24	15.84	.33	.22	16.08	.22	.41	13.92	.27	.21	16.24	.26
	p เฉลี่ย	0.376		p เฉลี่ย	0.376		p เฉลี่ย	0.372		p เฉลี่ย	0.402	
	Δ เฉลี่ย	14.328		Δ เฉลี่ย	14.016		Δ เฉลี่ย	14.371		Δ เฉลี่ย	14.034	
	r เฉลี่ย	0.318		r เฉลี่ย	0.350		r เฉลี่ย	0.348		r เฉลี่ย	0.364	

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ความแตกต่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549 โรงเรียนชนานาพิทยาคมและโรงเรียนศรีสโมสรวินวิทยา

1. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549 โรงเรียนชนานาพิทยาคมและโรงเรียนศรีสโมสรวินวิทยา

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	3	300.169	100.056	.531	.661
ระหว่างกลุ่ม	391	73624.377	188.298		
รวม	394	73924.547			

ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่แตกต่างกัน

2. ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549 โรงเรียนชนานาพิทยาคม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	3	202.601	67.534	.338	.798
ระหว่างกลุ่ม	297	59411.485	200.039		
รวม	300	59614.086			

ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่แตกต่างกัน

3. ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย ของคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549 โรงเรียนศรีสโมสรวิทยา

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ภายในกลุ่ม	3	320.451	106.817	.703	.552
ระหว่างกลุ่ม	90	13667.379	151.860		
รวม	93	13987.830			

ผลการทดสอบความแตกต่าง ระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ พบว่า ค่าสถิติทดสอบเอฟ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไม่แตกต่างกัน

4. คะแนนเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549

ตารางคะแนนเฉลี่ยของคะแนนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1/2549

โรงเรียน		กลุ่ม A	กลุ่ม B	กลุ่ม C	กลุ่ม D
	$\bar{X}$	56.410	55.883	57.838	57.639
ชยันตพิทยาคม	S.D.	14.622	14.127	13.707	14.075
	N	78	77	74	72
	$\bar{X}$	61.435	56.333	58.792	57.639
ศรีสโมสรวิทยา	S.D.	9.370	13.605	12.047	13.719
	N	23	24	24	23
	$\bar{X}$	57.555	55.996	58.071	58.147
รวม 2 โรงเรียน	S.D.	13.727	13.939	13.266	13.946
	N	101	101	98	95

ภาคผนวก จ

1. ค่าความยาก(p)และอำนาจจำแนก(r) รายข้อของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา

ข้อ	จำนวน		ข้อ	ภาษา		ข้อ	เหตุผล		ข้อ	มิติสัมพันธ์	
	p	r		p	r		p	r		p	r
1	.49	.50	16	.62	.59	31	.79	.29	46	.75	.32
2	.57	.56	17	.72	.56	32	.79	.24	47	.57	.79
3	.54	.62	18	.62	.47	33	.80	.26	48	.63	.68
4	.69	.62	19	.75	.26	34	.51	.44	49	.47	.76
5	.69	.62	20	.44	.53	35	.76	.29	50	.69	.56
6	.62	.65	21	.28	.21	36	.79	.24	51	.65	.71
7	.62	.71	22	.37	.56	37	.78	.32	52	.63	.74
8	.62	.71	23	.76	.35	38	.78	.38	53	.69	.56
9	.68	.65	24	.78	.38	39	.60	.44	54	.66	.62
10	.69	.50	25	.69	.50	40	.59	.29	55	.47	.71
11	.53	.53	26	.74	.53	41	.79	.24	56	.63	.62
12	.60	.79	27	.65	.71	42	.60	.38	57	.44	.59
13	.62	.53	28	.46	.79	43	.60	.50	58	.76	.47
14	.56	.71	29	.59	.41	44	.65	.41	59	.59	.76
15	.63	.68	30	.66	.26	45	.40	.38	60	.71	.53

ภาคผนวก จ

1. ค่าความสอดคล้องของข้อความกับนิยามเชิงปฏิบัติการ (IOC)

ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง IOC
การรู้จักตนเอง (self-knowledge)	
1.ฉันรู้ว่าตัวเองเป็นคนนิสัยอย่างไร	1.00
2.ฉันรู้ว่าสิ่งที่กำลังทำอยู่เป็นเรื่องดีหรือไม่ดี	1.00
3.ฉันรู้ว่าตัวเองชอบเรียนวิชาใด	1.00
4.ฉันรู้ว่าตัวเองมีความสามารถในด้านใด	0.80
5.ฉันรับรู้ความรู้สึกการเปลี่ยนแปลงของอารมณ์ตัวเองได้	1.00
6.ฉันสามารถบอกสาเหตุของการไม่สบายใจได้	1.00
7.ฉันสามารถบอกได้ว่าตอนนี้ตัวเองมีอารมณ์อย่างไร	1.00
8.ฉันสามารถตัดสินใจเลือกกิจกรรมชุมนุม/ชมรมได้ด้วยตนเอง	0.60
9.ฉันรู้สึกไม่พอใจที่เพื่อนได้คะแนนสอบดีกว่าฉัน	0.60
10.เวลาพูดกับคนอื่น ฉันไม่กล้าสบตาอีกฝ่าย	0.40
11.ฉันตื่นเต้นทุกครั้งที้ออกไปพูดหน้าชั้นเรียน	0.60
12.ฉันรู้สึกอายเมื่อต้องพูดแสดงความคิดเห็นต่อหน้าคนอื่น	0.60
13.ฉันรู้สึกอึดอัดเมื่ออยู่ท่ามกลางคนมากๆ	0.40
14.ฉันมักทำตามความต้องการของเพื่อน แม้ฉันไม่อยากจะทำตาม	0.20
15.ฉันมักเปลี่ยนใจในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เมื่อเพื่อนชักชวนขึ้นมา	0.60
16.ฉันกล้าปฏิเสธที่จะไปเที่ยวกับเพื่อน ถ้าฉันไม่อยากจะไป	0.40
17.ฉันไม่กล้าทำในสิ่งที่ต้องการ เพราะเกรงว่าจะทำให้คนอื่นไม่พอใจ	0.40
18.ฉันรู้สึกว่าตัวเองไร้ค่า ไม่มีใครรักฉันเลย	0.60
19.ฉันคิดว่าตัวเองไม่ดีกว่าผู้อื่น	0.60
20.ฉันพอใจในสภาพชีวิตความเป็นอยู่ในขณะนี้	0.40
21.ฉันพอใจในรูปร่างหน้าตาของตนเอง	0.60
22.ฉันรู้ว่าควรปรับปรุงตนเองในเรื่องใดบ้าง	1.00
23.ก่อนรับปากทำงานให้ใคร ฉันต้องคิดก่อนว่าสามารถทำได้หรือไม่	1.00

ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง IOC
24.หลังจากออกจากห้องสอบแล้ว ฉันพอจะรู้ว่าตัวเองทำข้อสอบได้มากหรือน้อย	0.20
25.ฉันมักอาสาทำงานทั้งที่ตัวเองไม่มีความสามารถจะทำได้	0.80
26.ฉันรู้ว่าฉันเรียนอ่อนในวิชาใด	0.80
27.ฉันมักรู้สึกอารมณ์ไม่ดีอย่างไม่รู้ตัว	0.80
28.ฉันรู้ว่าเมื่อใดควรขอความช่วยเหลือจากเพื่อน	1.00
29.บางครั้งฉันก็รู้สึกไม่อยากมาโรงเรียนโดยไม่ทราบสาเหตุ	1.00
30.ฉันรู้ว่าเมื่อใดควรทำตามเพื่อนหรือตามใจตัวเอง	1.00
การจัดการอารมณ์(emotional control)	
1.เมื่อถูกขัดใจ ฉันมักรู้สึกหงุดหงิดทันที	0.60
2.ฉันสามารถเก็บความรู้สึกของตนเองไว้ไม่ให้ใครรู้	1.00
3.เมื่ออารมณ์เสีย ฉันมักจะพูดใส่อารมณ์กับเพื่อน	0.40
4.ฉันมักแสดงสีหน้าท่าทางไม่พอใจ ถ้าต้องทำงานกับคนที่ไม่ชอบ	1.00
5.เมื่อมีเรื่องตื้นตัน ฉันจะแสดงอาการจนเพื่อนสังเกตได้	0.80
6.ถ้าอยู่ใกล้กับคนที่เครียดฉันมักจะเครียดตามไปด้วย	0.80
7.เวลาฉันโกรธ ฉันจะขว้างปาข้าวของเพื่อระบายอารมณ์	0.80
8.ฉันสามารถเล่นกีฬาต่อไปได้ แม้ถูกฝ่ายตรงข้ามยั่วโมโห	0.60
9.ฉันจะมีอารมณ์รุนแรง เมื่อโต้เถียงกับเพื่อน	0.80
10.เมื่อถูกครูตำหนิ ฉันรู้สึกเป็นกังวลอย่างมาก	1.00
11.ฉันใช้เวลาอย่างมาก ในการที่จะข่มอารมณ์ไม่ให้โกรธคนอื่น	0.60
12.เวลาดูละครที่มีเนื้อหาเศร้า ฉันมักร้องไห้ตามตัวละครเสมอ	0.40
13. เมื่อฉันโกรธก็ไม่ตอบโต้ทันที แต่จะไปสงบสติอารมณ์ก่อน	1.00
14. เมื่อมีเรื่องผิดหวัง ฉันมักไม่เก็บมาคิดให้เป็นกังวล	0.80
15.เมื่อมีเรื่องเสียใจ ฉันสามารถทำใจได้เร็วมาก	0.60
16.หากมีคนมาว่าฉันให้ได้ยิน ฉันจะฉุนเฉียวขึ้นมาทันที	1.00
17.เมื่อมีเรื่องที่ต้องโต้เถียงกับเพื่อน ฉันจะรับฟังคำพูดของเพื่อนก่อน	0.60
18.ฉันมักทะเลาะกับเพื่อน เพราะความเป็นอารมณ์ร้อนเสมอ	0.20

--	--

ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง IOC
19.เมื่อมีเรื่องไม่สบายใจ ฉันมีวิธีการจัดการความไม่สบายใจนั้นได้ทุกครั้ง	1.00
20.ฉันจะรู้สึกหงุดหงิด หากเพื่อนไม่ทำตามในสิ่งที่ฉันต้องการ	0.40
21.ถ้ามีใครไม่เห็นด้วยกับความคิดของฉัน ฉันจะรู้สึกไม่พอใจทันที	0.60
22.ถ้าฉันรู้สึกโกรธเพียงเล็กน้อย เพื่อนๆจะสังเกตได้ในทันที	0.40
23.แม้ว่าอารมณ์ไม่ดี ฉันก็สามารถพูดคุยกับเพื่อนได้ตามปกติ	1.00
24.เมื่อรู้สึกเครียด ฉันจะหากิจกรรมสนุกๆทำ เพื่อให้ลืมเรื่องนั้น	1.00
25.ถ้าอารมณ์เสียตั้งแต่เช้า ฉันจะไม่อยากเรียนหนังสือตลอดทั้งวัน	0.20
26.ฉันสามารถอดทนรอในสิ่งที่ต้องการได้เสมอ	0.60
27.เมื่อถูกครูทำโทษ ฉันจะรู้สึกเสียใจอยู่หลายวัน	1.00
28.ฉันมักมีเรื่องโต้เถียงหรือทะเลาะกับเพื่อนเป็นประจำ	0.40
29.ฉันเป็นคนที่ยิ้มแย้มแจ่มใสได้ง่าย	0.40
30.เมื่อต้องเผชิญปัญหาเพียงเล็กน้อย ฉันจะรู้สึกกระวนกระวายใจเป็นอย่างมาก	0.80
การมีแรงจูงใจ(motivation)	
1.ฉันจะตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง	0.80
2.ฉันมักจะล้มเลิกงานเดิม ถ้ามีงานใหม่ที่น่าสนใจกว่า	0.80
3.ฉันไม่เคยเลิ้งงาน แม้ว่างานนั้นจะยากลำบากก็ตาม	1.00
4.ฉันจะมีสมาธิ ไม่วอกแวกในขณะที่ทำงาน	0.80
5.สิ่งที่ฉันพูดออกไป คือสิ่งที่ฉันคิดดีแล้ว	0.00
6.ฉันมักทำงานแบบขอไปที เพียงขอให้มีงานส่งก็พอ	0.80
7.ฉันตั้งใจทำอะไรแล้วมักไม่เปลี่ยนใจง่ายๆ	1.00
8.ฉันมักส่งงานไม่ทันเสมอ	0.00
9.ฉันคิดว่าสักวันหนึ่งต้องมีสิ่งดีๆเข้ามาในชีวิต	1.00
10.ฉันชอบทำการบ้านข้อที่ยากๆมากกว่าข้อที่ง่าย	0.80
11.ฉันคาดหวังงานที่ฉันทำต้องมีคุณภาพที่ดี	1.00
12.ถ้างานที่ทำมีอุปสรรค ฉันจะเลิกทำงานนั้นทันที	1.00

13.ฉันชอบที่จะเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ	0.80
14.ฉันเบื่อกับที่จะทำการบ้านคณิตศาสตร์ข้อที่ยากๆ	0.60

ข้อความ	ค่าความ สอดคล้อง IOC
15.ถ้างานที่ทำมีความยากลำบาก ฉันจะให้คนอื่นทำแทน	0.80
16.ฉันคิดว่าการพูดความจริง จะทำให้คนเราอยู่ด้วยกันอย่างสงบสุข	0.40
17.ฉันเชื่อในสุภาษิต “ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น”	1.00
18.เมื่อต้องทำงานต่างๆ ฉันคิดว่าต้องทำงานให้สำเร็จ	1.00
19.ฉันพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีที่สุด	0.80
20.ฉันมักเทียบผลงานกับเพื่อน เพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม	0.80
21.ฉันจะตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้งานออกมาดี	1.00
22.ถ้ายังทำการบ้านไม่เสร็จ ถึงแม้ยากไปเล่น ฉันก็ไม่ไปจนกว่าจะเสร็จ	1.00
23.ฉันชอบเรียนแข่งกับเพื่อนที่เก่งกว่า เพื่อที่ตัวเองจะได้มีความพยายามมากขึ้น	0.60
24.เมื่อทำสิ่งใดไม่สำเร็จ ฉันรู้สึกหมดกำลังใจ	1.00
25.ฉันรู้สึกมีคุณค่าเมื่อได้ทำสิ่งต่างๆอย่างเต็มความสามารถ	0.80
26.ในการแข่งกีฬาแม้ฝ่ายตรงข้ามจะเก่งกว่า แต่ฉันคิดว่าทีมฉันยังมีโอกาสชนะ	1.00
27.ฉันเชื่อว่าในบางเรื่องฉันก็มีความสามารถมากกว่าเพื่อนๆ	0.80
28.ฉันทำในสิ่งที่คิดว่าถูกต้อง แม้ว่าอาจเกิดผลกระทบที่ไม่ดีต่อเพื่อนก็ตาม	0.80
29.ฉันจะทำตามสิ่งที่พูดให้สัญญาไว้เสมอ	0.80
30.ฉันชอบทำงานที่เพื่อนๆส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้	0.80
การตระหนักรู้สังคม(social awareness)	
1.ฉันคิดว่าการทำผิดกฎระเบียบของโรงเรียนเป็นเรื่องน่าตื่นเต้น	0.80
2.ฉันรู้ได้ว่าเพื่อนรู้สึกอย่างไร โดยสังเกตจากสีหน้าและแววตา	1.00
3. ฉันไม่ชอบพูดในสิ่งที่ทำให้คนอื่นไม่สบายใจ	1.00
4. ฉันคิดว่าแม้ตัวเองจะไม่เก่งเหมือนคนอื่น แต่ก็สามารถใช้ชีวิตอย่างมีความสุขได้	0.60
5.ฉันไม่ชอบฟังเรื่องความทุกข์ของผู้อื่น	1.00
6. เมื่อเพื่อนมีปัญหา ฉันมักจะคอยช่วยเหลือเสมอ	1.00
7.ฉันคิดว่า การรักษาความสะอาดในโรงเรียนเป็นหน้าที่ของนักการภารโรงฝ่ายเดียว	1.00

8.ฉันคิดว่าคนที่โดนตำหนินั้น เนื่องจากคนนั้นเขาหวังดี	0.80
---	------

ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง IOC
9.ฉันมักคิดเสมอว่าตัวเองโหดร้ายกว่าคนอื่น	0.40
10.ฉันเข้าร่วมกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์เพื่อสังคมของโรงเรียนเสมอ	1.00
11.ฉันจะทิ้งขยะลงในถังขยะทุกครั้ง	1.00
12.ฉันรู้สึกเห็นใจเพื่อนๆ ที่สอบไม่ผ่าน	0.60
13.ถ้าเพื่อนไม่สบายใจ ฉันจะคุยกับเพื่อนให้สบายใจขึ้น	0.80
14.ถ้าเพื่อนในกลุ่มทะเลาะกัน ฉันจะต้องเข้าไปไกล่เกลี่ยให้เพื่อนเข้าใจกัน	0.60
15.ฉันจะรู้สึกสงสารคนที่ประสบโศกภัย	1.00
16.ถ้าโรงเรียนมีการขอรับบริจาคเงินหรือสิ่งของเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ฉันมักบริจาคเสมอ	0.80
17.ถ้าเพื่อนรู้สึกไม่สบายใจในสิ่งที่ฉันพูด ฉันจะเปลี่ยนเรื่องทันที	0.60
18.เมื่อเพื่อนกลุ่มมีความเห็นไม่ลงรอยกัน ฉันจะนิ่งเฉยไม่สนใจ	0.20
19.ฉันเชื่อว่าไม่มีใครโหดร้ายไปตลอดชีวิต	0.40
20.เพื่อนๆ มักจะบอกว่าฉันเป็นคนขาดอารมณ์ขัน	0.40
21.ฉันคาดว่าสักวันหนึ่งจะมีสิ่งดีๆ เกิดขึ้นกับชีวิตของฉัน	0.00
22.ฉันเชื่อว่าเพื่อนที่ทะเลาะกัน สามารถกลับมาคืนดีกันได้ถ้ามีการปรับความเข้าใจกัน	1.00
23.หากมีสิ่งใดที่ทำให้คนรอบข้างสบายใจ ฉันมักจะทำอย่างไม่ลังเล	1.00
24.หากมีความขัดแย้งในกลุ่มเพื่อน ฉันจะวางตัวเป็นกลางไม่เข้าข้างใคร	0.80
25.แค่ฟังน้ำเสียงของผู้อื่น ฉันก็รู้ว่าเขารู้สึกอย่างไร	0.60
26. ฉันรู้ว่าการกระทำเช่นไรที่ทำให้เพื่อนไม่พอใจ	1.00
27.ฉันจะทำในสิ่งที่ตัวเองต้องการโดยไม่สนใจความรู้สึกของใคร	1.00
28.ฉันจะรู้สึกได้ทันที ถ้าเพื่อนมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิม	1.00
29.ฉันยินดีทุกครั้ง ที่ เพื่อนได้รางวัลจากการประกวด	1.00
30.เวลาเพื่อนเล่าเรื่องให้ฟัง ฉันจะตั้งใจฟังเสมอ	1.00

--	--

ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง IOC
การมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม(working with others)	
1.ฉันชอบทำงานคนเดียวมากกว่าทำงานเป็นกลุ่ม	1.00
2.ฉันทำงานได้คะแนนดีถ้าทำงานเป็นกลุ่ม	0.60
3.เวลาทำงานกลุ่มเพื่อนๆมักอยากให้ตัวฉันเข้ากลุ่มด้วย	1.00
4.ฉันมักหากกลุ่มเข้าทำงานได้เป็นคนท้ายๆของห้องเสมอ	1.00
5.ฉันรู้สึกเป็นกังวลเมื่อต้องทำงานเป็นกลุ่ม	1.00
6.ฉันรู้สึกถูกเอาเปรียบเมื่อต้องทำรายงานเป็นกลุ่ม	1.00
7.ฉันกลัวว่าเพื่อนจะไม่คบฉัน	0.60
8.ฉันคิดว่าไม่ได้รับความร่วมมือจากเพื่อนในกลุ่มที่ทำงานด้วยกัน	0.80
9.ฉันคิดว่าการอยู่ในคนหมู่มากจะทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก	1.00
10.เพื่อนๆมักจะบอกว่าฉันพูดเข้าใจยาก	0.40
11.ฉันมักจะอธิบายสิ่งที่คิดออกมาเป็นคำพูดไม่ได้	0.60
12.ฉันสามารถเล่าละครหรือการ์ตูนให้เพื่อนฟังได้รู้เรื่อง	1.00
13.ฉันไม่รู้จะใช้คำพูดอย่างไรในการบอกเส้นทางจากโรงเรียนไปบ้าน	0.40
14.เวลาฉันเล่าเรื่องตลกแล้วเพื่อนไม่เคยหัวเราะ	0.00
15.เพื่อนๆมักจะเข้าใจสิ่งที่ฉันพูดผิดเสมอ	0.80
16.ฉันพร้อมที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น	0.80
17.ฉันสามารถเล่นกับเพื่อนได้ทุกคนในห้องเรียน	0.80
18.เพื่อนๆมักให้ฉันเป็นตัวแทนไปติดต่อหรือขออนุญาตครู	0.80
19.ฉันเป็นที่ไว้วางใจของกลุ่มเพื่อน	0.80
20.ฉันมักทำงานกลุ่มให้เสร็จก่อนงานของตัวเอง	1.00
21.ฉันสามารถพูดชักชวนให้เพื่อนเล่นตามที่ต้องการได้	0.60
22.ฉันสามารถชักจูงให้เพื่อนร่วมมือทำงานกลุ่มได้	1.00

23.เมื่อเพื่อนทะเลาะกัน ฉันสามารถพูดให้เพื่อนคืนดีกันได้	1.00
24.เพื่อนๆมักยอมรับความคิดเห็นของฉัน	0.80
25.ฉันจะช่วยงานกลุ่มจนกว่างานจะเสร็จ	1.00
26.เพื่อนๆจะสนใจในสิ่งที่ฉันพูดเสมอ	1.00

ข้อคำถาม	ค่าความ สอดคล้อง IOC
27.ฉันมักได้คะแนนดีในการเขียนเรียงความ	0.60
28.ฉันสามารถทำงานกลุ่มได้กับเพื่อนทุกคน	1.00
29.ฉันคิดว่าความคิดของฉันดีกว่าเพื่อนในกลุ่ม	0.80
30.เมื่อเพื่อนไม่เห็นด้วยกับความคิดของฉัน ฉันสามารถอธิบายเหตุผลให้เพื่อนยอมรับได้	1.00

2. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดเชาว์อารมณ์

การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดเชาว์อารมณ์ โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อสอบกับคะแนนรวมที่ตัดคะแนนข้อนั้นออกแล้ว (item – item total correlation) ด้วยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน ได้ผลดังนี้

ข้อความ	r
1.ฉันรู้ดีว่าตัวเองเป็นคนนิสัยอย่างไร	0.20
2.ฉันรู้ว่าสิ่งที่กำลังทำอยู่เป็นเรื่องดีหรือไม่ดี	0.26
3.ฉันรู้ว่าตัวเองชอบเรียนวิชาใด	0.40
4.ฉันรู้ว่าตัวเองมีความสามารถในด้านใด	0.42
5.ฉันรับรู้ความรู้สึกการเปลี่ยนแปลงของอารมณ์ตัวเองได้	0.26
6.ฉันสามารถบอกสาเหตุของการไม่สบายใจได้	0.29
7.ฉันสามารถบอกได้ว่าตอนนี้ตัวเองมีอารมณ์อย่างไร	0.25
8.ฉันรู้สึกไม่พอใจที่เพื่อนได้คะแนนสอบดีกว่าฉัน	0.20
9.ฉันรู้สึกอายเมื่อต้องพูดแสดงความคิดเห็นต่อหน้าคนอื่น	0.22
10.ฉันคิดว่าตัวเองไม่ด้อยกว่าผู้อื่น	0.20
11.ฉันพอใจในรูปร่างหน้าตาของตนเอง	0.34
12.ฉันรู้ว่าควรปรับปรุงตนเองในเรื่องใดบ้าง	0.39
13.ก่อนรับปากทำงานให้ใคร ฉันต้องคิดก่อนว่าสามารถทำได้หรือไม่	0.34
14.ฉันรู้ว่าเมื่อใดควรขอความช่วยเหลือจากเพื่อน	0.26
15.ฉันรู้ว่าเมื่อใดควรทำตามเพื่อนหรือตามใจตัวเอง	0.38
16.เมื่อถูกขัดใจ ฉันมักรู้สึกหงุดหงิดทันที	0.32
17.ถ้าอยู่ใกล้กับคนที่เครียดฉันมักจะเครียดตามไปด้วย	0.21
18.เวลาฉันโกรธ ฉันจะขว้างปาข้าวของเพื่อระบายอารมณ์	0.21
19.ฉันสามารถเล่นกีฬาหรือทำกิจกรรมอื่นๆต่อไปได้ แม้ถูกฝ่ายตรงข้ามยั่วโมโห	.032

20. เมื่อถูกครูตำหนิ ฉันรู้สึกเป็นกังวลอย่างมาก	0.20
21. เมื่อฉันโกรธก็ไม่ได้ตอบโต้ทันที แต่จะไปสงบสติอารมณ์ก่อน	0.29
22. เมื่อมีเรื่องเสียใจ ฉันสามารถทำใจได้เร็วมาก	0.35
23. หากมีคนมาว่าฉันให้ได้ยิน ฉันจะฉุนเฉียวขึ้นมาทันที	0.20
24. เมื่อมีเรื่องที่ต้องโต้เถียงกับเพื่อน ฉันจะรับฟังคำพูดของเพื่อนก่อน	0.38
25. เมื่อมีเรื่องไม่สบายใจ ฉันมีวิธีการจัดการความไม่สบายใจนั้นได้ทุกครั้ง	0.39
ข้อความ	r
26. ฉันจะรู้สึกหงุดหงิด หากเพื่อนไม่ทำตามในสิ่งที่ฉันต้องการ	0.25
27. ถ้ามีใครไม่เห็นด้วยกับความคิดของฉัน ฉันจะรู้สึกไม่พอใจทันที	0.20
28. แม้ว่าอารมณ์ไม่ดี ฉันก็สามารถพูดคุยกับเพื่อนได้ตามปกติ	0.35
29. เมื่อรู้สึกเครียด ฉันจะหากิจกรรมสนุกๆ ทำ เพื่อให้ลืมเรื่องนั้น	0.39
30. ฉันสามารถอดทนรอในสิ่งที่ต้องการได้เสมอ	0.39
31. เมื่อถูกครูทำโทษ ฉันจะรู้สึกเสียใจอยู่หลายวัน	0.20
32. เมื่อต้องเผชิญปัญหาเพียงเล็กน้อย ฉันจะรู้สึกกระวนกระวายใจเป็นอย่างมาก	0.20
33. ฉันจะตั้งใจทำงานตามที่ได้รับมอบหมายทุกครั้ง	0.42
34. ฉันมักจะลืมหัดทำงานเดิม ถ้ามีงานใหม่ที่น่าสนใจกว่า	0.20
35. ฉันไม่เคยเลิ้งงาน แม้ว่างานนั้นจะยากลำบากก็ตาม	0.35
36. ฉันจะมีสมาธิ ไม่วอกแวกในขณะที่ทำงาน	0.20
37. ฉันตั้งใจทำอะไรแล้วมักไม่เปลี่ยนใจง่ายๆ	0.20
38. ฉันคิดว่าสักวันหนึ่งต้องมีสิ่งดีๆ เข้ามาในชีวิต	0.37
39. ฉันชอบทำการบ้านข้อที่ยากๆ มากกว่าข้อที่ง่าย	0.26
40. ฉันคาดหวังงานที่ฉันทำต้องมีคุณภาพที่ดี	0.34
41. ถ้างานที่ทำมีอุปสรรค ฉันจะเลิกทำงานนั้นทันที	0.20
42. ฉันชอบที่จะเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ	0.46
43. ฉันเบื่อก่อนที่จะทำการบ้านข้อที่ยากๆ	0.20
44. ถ้างานที่ทำมีความยากลำบาก ฉันจะให้คนอื่นทำแทน	0.20
45. ฉันคิดว่าการพูดความจริง จะทำให้คนเราอยู่ด้วยกันอย่างสงบสุข	0.35
46. ฉันเชื่อในสุภาษิต “ความพยายามอยู่ที่ไหน ความสำเร็จอยู่ที่นั่น”	0.51
47. เมื่อต้องทำงานต่างๆ ฉันคิดว่าต้องทำงานให้สำเร็จ	0.53
48. ฉันพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีที่สุด	0.63

49.ฉันมักเทียบผลงานกับเพื่อน เพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม	0.49
50.ฉันจะตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้งานออกมาดี	0.42
51.ถ้ายังทำการบ้านไม่เสร็จ ถึงแม้อยากไปเล่น ฉันก็ไม่ไปจนกว่าจะเสร็จ	0.39
52.ฉันชอบเรียนแข่งกับเพื่อนที่เก่งกว่า เพื่อที่ตัวเองจะได้มีความพยายามมากขึ้น	0.45
53.เมื่อทำสิ่งใดไม่สำเร็จ ฉันรู้สึกหมดกำลังใจ	0.20
54.ฉันรู้สึกมีคุณค่าเมื่อได้ทำสิ่งต่างๆอย่างเต็มความสามารถ	0.46
ข้อความ	r
55.ในการแข่งกีฬาแม้ฝ่ายตรงข้ามจะเก่งกว่า แต่ฉันคิดว่าทีมฉันยังมีโอกาสชนะ	0.45
56.ฉันทำในสิ่งที่คิดว่าถูกต้อง แม้ว่าอาจเกิดผลกระทบที่ไม่ดีต่อเพื่อนก็ตาม	0.23
57.ฉันจะทำตามสิ่งที่พูดให้สัญญาไว้เสมอ	0.41
58.ฉันชอบทำงานที่เพื่อนๆส่วนใหญ่ไม่สามารถทำได้	0.35
59.ฉันรู้ว่าเพื่อนรู้สึกอย่างไร โดยสังเกตจากสีหน้าและแววตา	0.41
60. ฉันไม่ชอบพูดในสิ่งที่ทำให้คนอื่นไม่สบายใจ	0.31
61. ฉันคิดว่าแม้ตัวเองจะไม่เก่งเหมือนคนอื่น แต่ก็สามารถใช้ชีวิตอย่างมีความสุขได้	0.52
62. เมื่อเพื่อนมีปัญหา ฉันมักจะคอยช่วยเหลือเสมอ	0.34
63.ฉันคิดว่า การรักษาความสะอาดในโรงเรียนเป็นหน้าที่ของนักรักษาการโรงฝ่ายเดียว	0.20
64.ฉันคิดว่าคนที่โดนตำหนินั้น เนื่องจากคนนั้นเขาหวังดี	0.39
65.ฉันเข้าร่วมกิจกรรมบำเพ็ญประโยชน์เพื่อสังคมของโรงเรียนเสมอ	0.32
66.ฉันทิ้งขยะลงในถังขยะทุกครั้ง	0.20
67.ฉันรู้สึกเห็นใจเพื่อนๆที่สอบไม่ผ่าน	0.29
68.ถ้าเพื่อนไม่สบายใจ ฉันจะคุยกับเพื่อนให้สบายใจขึ้น	0.52
69.ถ้าเพื่อนในกลุ่มทะเลาะกัน ฉันจะต้องเข้าไปไกล่เกลี่ยให้เพื่อนเข้าใจกัน	0.34
70.ฉันจะรู้สึกสงสารคนที่ประสบโชคร้าย	0.36
71.ถ้าโรงเรียนมีการขอรับบริจาคเงินหรือสิ่งของเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ฉันมักบริจาคเสมอ	0.33
72.ถ้าเพื่อนรู้สึกไม่สบายใจในสิ่งที่ฉันพูด ฉันจะเปลี่ยนเรื่องทันที	0.47
73.ฉันเชื่อว่าเพื่อนที่ทะเลาะกัน สามารถกลับมาคืนดีกันได้ถ้ามีการปรับความเข้าใจกัน	0.33
74.หากมีสิ่งใดที่ทำให้คนรอบข้างสบายใจ ฉันมักจะทำอย่างไม่ลังเล	0.28
75.หากมีความขัดแย้งในกลุ่มเพื่อน ฉันจะวางตัวเป็นกลางไม่เข้าข้างใคร	0.35
76.แค่ฟังน้ำเสียงของผู้อื่น ฉันก็รู้ว่าเขารู้สึกอย่างไร	0.34

77. ฉันรู้ว่าการกระทำเช่นไรที่ทำให้เพื่อนไม่พอใจ	0.35
78. ฉันจะทำในสิ่งที่ตัวเองต้องการโดยไม่สนใจความรู้สึกของใคร	0.20
79. ฉันจะรู้สึกได้ทันที ถ้าเพื่อนมีพฤติกรรมเปลี่ยนไปไม่เหมือนเดิม	0.30
80. ฉันยินดีทุกครั้งที่ เพื่อนได้รางวัลจากการประกวด	0.43
81. เวลาเพื่อนเล่าเรื่องให้ฟัง ฉันจะตั้งใจฟังเสมอ	0.38
82. เวลาทำงานกลุ่มเพื่อนๆ มักอยากให้ตัวฉันเข้ากลุ่มด้วย	0.31
ข้อความ	r
83. ฉันมักหากกลุ่มเข้าทำงานได้เป็นคนท้ายๆ ของห้องเสมอ	0.20
84. ฉันรู้สึกเป็นกังวลเมื่อต้องทำงานเป็นกลุ่ม	0.24
85. ฉันรู้สึกถูกเอาเปรียบเมื่อต้องทำรายงานเป็นกลุ่ม	0.20
86. ฉันกลัวว่าเพื่อนจะไม่คบฉัน	0.20
87. ฉันคิดว่าไม่ได้รับความร่วมมือจากเพื่อนในกลุ่มที่ทำงานด้วยกัน	0.24
88. ฉันสามารถเล่าละครหรือการ์ตูนให้เพื่อนฟังได้รู้เรื่อง	0.27
89. ฉันพร้อมที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น	0.41
90. ฉันสามารถเล่นกับเพื่อนได้ทุกคนในห้องเรียน	0.40
91. เพื่อนๆ มักให้ฉันเป็นตัวแทนไปติดต่อหรือขออนุญาตครู	0.20
92. ฉันสามารถพูดชักชวนให้เพื่อนเล่นตามที่ฉันต้องการได้	0.33
93. ฉันสามารถชักจูงให้เพื่อนร่วมมือทำงานกลุ่มได้	0.41
94. เมื่อเพื่อนทะเลาะกัน ฉันสามารถพูดให้เพื่อนคืนดีกันได้	0.34
95. เพื่อนๆ มักยอมรับความคิดเห็นของฉัน	0.40
96. ฉันจะช่วยงานกลุ่มจนกว่างานจะเสร็จ	0.35
97. เพื่อนๆ จะสนใจในสิ่งที่ฉันพูดเสมอ	0.30
98. ฉันสามารถทำงานกลุ่มได้กับเพื่อนทุกคน	0.27
99. ฉันคิดว่าความคิดของฉันดีกว่าเพื่อนในกลุ่ม	0.36
100. เมื่อเพื่อนไม่เห็นด้วยกับความคิดของฉัน ฉันสามารถอธิบายเหตุผลให้เพื่อนยอมรับได้	0.23

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูล โมเดล FLGC-R4

DATE: 6/ 21/2007

TIME: 12:29

L I S R E L 8.54

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

The following lines were read from file D:\1aGrowth\1LGC\FlgcR-4.LPJ:

TI

!DA NI=13 NO=460 NG=1 MA=CM

SY='D:\1aGrowth\Grch00.dsf' NG=1

SE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 /

MO NX=9 NY=4 NK=2 NE=2 LY=FU,FI LX=FU,FI BE=FU,FI GA=FU,FI PH=SY,FR PS=FU,FR TE=DI,FR

TD=DI,FR AL=FI KA=FI

LE

int slope

LK

IQ EQ

FR LY(3,2) LY(4,2) LX(1,1) LX(2,1) LX(4,1) LX(6,2) LX(7,2) LX(8,2) LX(9,2)

FR GA(1,1) GA(1,2) GA(2,1) GA(2,2) AL(1) AL(2) KA(1) KA(2)

VA 1 LY(1,1)

VA 1 LY(2,1)

VA 1 LY(2,2)

VA 1 LY(3,1)

VA 1 LY(4,1)

VA 1 LX(3,1)

VA 1 LX(5,2)

VA 2 LY(3,2)

VA 3 LY(4,2)

PD

OU AM RS FS SS SC IT=1500 ND=4

TI

Number of Input Variables 13

Number of Y - Variables 4

Number of X - Variables 9

Number of ETA - Variables 2

Number of KSI - Variables 2

Number of Observations 460

TI

Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	46.9477					
MATH2	33.7240	56.9228				
MATH3	32.6244	49.1710	68.7185			
MATH4	26.0234	41.8950	52.8504	69.5790		
NUM	10.8600	14.4996	15.7323	14.6367	11.6692	
VER	5.3059	10.2120	11.0283	12.1741	4.7749	9.0885
REA	5.9763	11.4887	12.7607	13.6849	5.9237	6.1229
SPT	7.6061	10.2235	11.2127	13.2178	4.3138	3.9271
KNO	0.3848	0.6548	0.7396	0.7291	0.3702	0.2885
CON	0.0266	0.0962	0.1775	0.1016	-0.0217	0.0429
MOT	0.2292	0.2790	0.4522	0.5073	0.2288	0.1766
AWS	0.2196	0.4662	0.7583	0.6269	0.2989	0.3032
WOK	0.1696	0.1859	0.2406	0.1686	0.1092	0.1175

Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.9857						
SPT	5.3365	10.4110					
KNO	0.3947	0.2710	0.1773				
CON	0.0257	-0.0679	0.0583	0.1607			
MOT	0.1797	0.1558	0.0716	0.0589	0.1201		
AWS	0.3494	0.2221	0.0952	0.0753	0.1000	0.1947	
WOK	0.0775	0.0798	0.0557	0.0635	0.0738	0.0871	0.1266

Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.9065	23.0304	24.1065	26.1565	7.6913	8.2652

Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.1196	8.0283	3.4797	2.8744	3.2965	3.3840	3.1203

TI

Parameter Specifications

LAMBDA-Y

	int	slope
MATH1	0	0
MATH2	0	0
MATH3	0	1
MATH4	0	2

LAMBDA-X

	IQ	EQ
NUM	3	0
VER	4	0
REA	0	0
SPT	5	0
KNO	0	0
CON	0	6
MOT	0	7
AWS	0	8
WOK	0	9

GAMMA

	IQ	EQ
int	10	11
slope	12	13

PHI

	IQ	EQ
IQ	14	
EQ	15	16

PSI

	int	slope
int	17	
slope	18	19

THETA-EPS

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
20	21	22	23

THETA-DELTA

NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
24	25	26	27	28	29	30	31	32

ALPHA

int	slope
33	34

KAPPA

IQ	EQ
35	36

TI

Number of Iterations = 28

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

LAMBDA-Y

	int	slope
MATH1	1.0000	--
MATH2	1.0000	1.0000
MATH3	1.0000 (0.1897) 9.4015	1.7833
MATH4	1.0000 (0.3350) 8.5016	2.8483

LAMBDA-X

	IQ	EQ
	-----	-----
NUM	0.8482	--
	(0.0153)	
	55.3602	
VER	0.9024	--
	(0.0141)	
	64.0959	
REA	1.0000	--
SPT	0.8743	--
	(0.0155)	
	56.4190	
KNO	--	1.0000
CON	--	0.8262
	(0.0058)	
	143.1297	
MOT	--	0.9482
	(0.0050)	
	190.6342	
AWS	--	0.9745
	(0.0058)	
	168.4992	
WOK	--	0.8972
	(0.0052)	
	173.0922	

GAMMA

	IQ	EQ
	-----	-----
int	1.4477	-0.6281
	(0.1412)	(1.1265)
	10.2518	-0.5576
slope	0.3545	0.1481
	(0.0746)	(0.4851)
	4.7537	0.3052

Covariance Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
	-----	-----	-----	-----
int	36.8216			
slope	-1.5857	4.3318		
IQ	8.9294	2.2516	6.2619	
EQ	0.2582	0.0898	0.2165	0.0880

Mean Vector of Eta-Variables

	int	slope
	-----	-----
	21.6854	1.5025

PHI

	IQ	EQ
	-----	-----

IQ 6.2619
(0.5306)
11.8014

EQ 0.2165 0.0880
(0.0433) (0.0069)
4.9981 12.6926

PSI

	int	slope
int	24.0566 (2.8528) 8.4327	

slope	-4.7890 (1.3742) -3.4849	3.5204 (1.0841) 3.2472
-------	--------------------------------	------------------------------

Squared Multiple Correlations for Structural Equations

int	slope
0.3467	0.1873

Squared Multiple Correlations for Reduced Form

int	slope
0.3467	0.1873

THETA-EPS

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
16.3584 (2.3078) 7.0883	13.7848 (1.2701) 10.8535	15.8349 (1.4106) 11.2256	13.4619 (2.5261) 5.3290

Squared Multiple Correlations for Y - Variables

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
0.6924	0.7337	0.7395	0.8238

THETA-DELTA

NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
6.2971 (0.4706)	4.3731 (0.3579)	4.4651 (0.3851)	6.3118 (0.4756)	0.1094 (0.0083)	0.1113 (0.0080)	0.0397 (0.0038)	0.0828 (0.0065)	0.0619 (0.0050)
13.3813	12.2197	11.5957	13.2725	13.2579	13.8880	10.4129	12.7631	12.4351

Squared Multiple Correlations for X - Variables

NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
0.4171	0.5383	0.5837	0.4313	0.4458	0.3505	0.6661	0.5024	0.5338

ALPHA

int	slope
10.6463	-2.2498
(3.6895)	(1.6142)
2.8856	-1.3937

KAPPA

IQ	EQ
9.1337	3.4768
(0.1518)	(0.0207)
60.1781	167.8786

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 68

Minimum Fit Function Chi-Square = 260.6921 (P = 0.0)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 268.8241 (P = 0.0)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 200.8241

90 Percent Confidence Interval for NCP = (154.1465 ; 255.0710)

Minimum Fit Function Value = 0.5680

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.4375

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.3358 ; 0.5557)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.08021

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.07028 ; 0.09040)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.0000

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.7425

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.6125 ; 0.8324)

ECVI for Saturated Model = 0.3965

ECVI for Independence Model = 10.6606

Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 4867.2326

Independence AIC = 4893.2326

Model AIC = 340.8241

Saturated AIC = 182.0000

Independence CAIC = 4959.9385

Model CAIC = 525.5483

Saturated CAIC = 648.9416

Normed Fit Index (NFI) = 0.9464

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.9538

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.8251

Comparative Fit Index (CFI) = 0.9598

Incremental Fit Index (IFI) = 0.9598

Relative Fit Index (RFI) = 0.9386

Critical N (CN) = 173.6001

Root Mean Square Residual (RMR) = 2.0762

Standardized RMR = 0.08055

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.9188

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.8914

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.6866

TI

Fitted Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	53.1801					
MATH2	35.2360	51.7668				
MATH3	33.9938	40.1332	60.7773			
MATH4	32.3051	43.0578	51.4807	76.3943		
NUM	7.5741	9.4840	10.9801	13.0141	10.8024	
VER	8.0576	10.0894	11.6810	13.8448	4.7929	9.4720
REA	8.9294	11.1810	12.9448	15.3428	5.3115	5.6505
SPT	7.8067	9.7752	11.3173	13.4137	4.6437	4.9401
KNO	0.2582	0.3479	0.4182	0.5139	0.1836	0.1954
CON	0.2133	0.2875	0.3456	0.4246	0.1517	0.1614
MOT	0.2448	0.3299	0.3966	0.4872	0.1741	0.1852
AWS	0.2516	0.3391	0.4076	0.5008	0.1790	0.1904
WOK	0.2316	0.3122	0.3753	0.4610	0.1648	0.1753

Fitted Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.7270						
SPT	5.4746	11.0980					
KNO	0.2165	0.1893	0.1974				
CON	0.1789	0.1564	0.0727	0.1714			
MOT	0.2053	0.1795	0.0834	0.0689	0.1188		
AWS	0.2110	0.1845	0.0858	0.0709	0.0813	0.1663	
WOK	0.1942	0.1698	0.0790	0.0652	0.0749	0.0769	0.1327

Fitted Means

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
	21.6854	23.1879	24.3649	25.9650	7.7474	8.2420

Fitted Means

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
	9.1337	7.9854	3.4768	2.8726	3.2968	3.3882	3.1194

Fitted Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-6.1835					
MATH2	-1.5468	5.1807				
MATH3	-1.4266	9.0786	8.0079			
MATH4	-6.2394	-1.1929	1.3202	-6.7786		
NUM	3.2734	5.0244	4.7667	1.6118	0.8700	
VER	-2.7466	0.1189	-0.6586	-1.6663	-0.0194	-0.3829
REA	-2.9562	0.3099	-0.1805	-1.6605	0.6130	0.4720
SPT	-0.1911	0.4415	-0.1157	-0.1877	-0.3323	-1.0120
KNO	0.1273	0.3064	0.3206	0.2158	0.1864	0.0932
CON	-0.1863	-0.1915	-0.1685	-0.3226	-0.1736	-0.1185
MOT	-0.0156	-0.0509	0.0556	0.0200	0.0547	-0.0087
AWS	-0.0329	0.1278	0.3518	0.1254	0.1202	0.1128
WOK	-0.0618	-0.1264	-0.1349	-0.2922	-0.0557	-0.0577

Fitted Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	0.2588						
SPT	-0.1387	-0.6852					
KNO	0.1781	0.0818	-0.0201				
CON	-0.1532	-0.2242	-0.0144	-0.0106			
MOT	-0.0256	-0.0237	-0.0119	-0.0100	0.0014		
AWS	0.1385	0.0375	0.0094	0.0045	0.0187	0.0284	
WOK	-0.1168	-0.0900	-0.0232	-0.0017	-0.0011	0.0101	-0.0061

Fitted Residuals for Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
0.2211	-0.1575	-0.2583	0.1915	-0.0561	0.0232

Fitted Residuals for Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-0.0142	0.0429	0.0029	0.0019	-0.0002	-0.0042	0.0010

Standardized Residuals for Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
3.6898	-1.6945	-2.6173	4.3442	-2.2356	1.2199

Standardized Residuals for Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-0.7756	1.7211	2.6872	1.6355	-0.3948	-4.6360	1.2778

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -6.7786
Median Fitted Residual = -0.0119
Largest Fitted Residual = 9.0786

Stemleaf Plot

```

- 6|822
- 4|
- 2|07
- 0|775420774333222222211111111110000000000000000000000
0|1111111111122233334456936
2|3
4|802
6|
8|01

```

Standardized Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
	-----	-----	-----	-----		
MATH1	-7.1656					
MATH2	-2.6950	3.8223				
MATH3	-1.1748	7.3998	4.3527			
MATH4	-6.1583	-1.1488	1.8397	-6.6434		
NUM	4.0811	6.1650	5.3852	1.7338	2.2356	
VER	-4.2662	0.1773	-0.9018	-2.2765	-0.0583	-1.2199
REA	-4.6402	0.4606	-0.2458	-2.3196	1.8088	1.8084

SPT	-0.2388	0.5418	-0.1306	-0.2027	-0.8464	-3.0538
KNO	1.1609	2.7283	2.6191	1.6918	3.2131	1.8171
CON	-1.6699	-1.6969	-1.3727	-2.4604	-3.0880	-2.3465
MOT	-0.2468	-0.7408	0.7372	0.2866	1.3488	-0.2561
AWS	-0.3476	1.3048	3.2907	1.1480	2.3134	2.4845
WOK	-0.7590	-1.4906	-1.4559	-3.1273	-1.2166	-1.4547

Standardized Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	0.7756						
SPT	-0.4117	-1.7211					
KNO	3.3432	1.4008	-2.6872				
CON	-2.8992	-3.9535	-1.9796	-1.6355			
MOT	-0.7453	-0.5841	-2.4582	-1.9904	0.3948		
AWS	2.9511	0.7175	1.4477	0.6918	4.5757	4.6360	
WOK	-2.8556	-1.9568	-4.0902	-0.3061	-0.3133	2.0458	-1.2778

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -7.1656

Median Standardized Residual = -0.2561

Largest Standardized Residual = 7.3998

Stemleaf Plot

- 6|262
 - 4|6310
 - 2|111997755333000
 - 0|777655543222198877643333222211
 0|234557778123344778888
 2|02356702338
 4|14664
 6|24

Largest Negative Standardized Residuals

Residual for MATH1 and MATH1 -7.1656
 Residual for MATH2 and MATH1 -2.6950
 Residual for MATH4 and MATH1 -6.1583
 Residual for MATH4 and MATH4 -6.6434
 Residual for VER and MATH1 -4.2662
 Residual for REA and MATH1 -4.6402
 Residual for SPT and VER -3.0538
 Residual for KNO and KNO -2.6872
 Residual for CON and NUM -3.0880
 Residual for CON and REA -2.8992
 Residual for CON and SPT -3.9535
 Residual for WOK and MATH4 -3.1273
 Residual for WOK and REA -2.8556
 Residual for WOK and KNO -4.0902

Largest Positive Standardized Residuals

Residual for MATH2 and MATH2 3.8223
 Residual for MATH3 and MATH2 7.3998
 Residual for MATH3 and MATH3 4.3527
 Residual for NUM and MATH1 4.0811
 Residual for NUM and MATH2 6.1650
 Residual for NUM and MATH3 5.3852
 Residual for KNO and MATH2 2.7283
 Residual for KNO and MATH3 2.6191
 Residual for KNO and NUM 3.2131
 Residual for KNO and REA 3.3432
 Residual for AWS and MATH3 3.2907
 Residual for AWS and REA 2.9511
 Residual for AWS and MOT 4.5757
 Residual for AWS and AWS 4.6360

TI



TI

Modification Indices and Expected Change

Modification Indices for LAMBDA-Y		
	int	slope
MATH1	2.8245	--
MATH2	0.3507	--
MATH3	1.0612	--
MATH4	3.1880	--

Expected Change for LAMBDA-Y

	int	slope
-----	-----	
MATH1	0.0591	--
MATH2	-0.0099	--
MATH3	-0.0160	--
MATH4	0.0591	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	int	slope
-----	-----	
MATH1	0.3588	--
MATH2	-0.0602	--
MATH3	-0.0970	--
MATH4	0.3584	--

Completely Standardized Expected Change for LAMBDA-Y

	int	slope
-----	-----	
MATH1	0.0492	--
MATH2	-0.0084	--
MATH3	-0.0124	--
MATH4	0.0410	--

Modification Indices for LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	
NUM	--	3.8800
VER	--	1.7881
REA	--	0.7186
SPT	--	1.9971
KNO	20.3739	--
CON	13.9497	--
MOT	0.0588	--
AWS	4.9965	--
WOK	9.2225	--

Expected Change for LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	
NUM	--	-0.3284
VER	--	0.2047
REA	--	-0.1382
SPT	--	0.2380
KNO	0.0349	--
CON	-0.0283	--
MOT	-0.0013	--
AWS	0.0154	--
WOK	-0.0184	--

Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	
NUM	--	-0.0974
VER	--	0.0607
REA	--	-0.0410
SPT	--	0.0706
KNO	0.0874	--
CON	-0.0709	--
MOT	-0.0033	--
AWS	0.0385	--
WOK	-0.0460	--

Completely Standardized Expected Change for LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	-----
NUM	--	-0.0296
VER	--	0.0197
REA	--	-0.0125
SPT	--	0.0212
KNO	0.1968	--
CON	-0.1713	--
MOT	-0.0095	--
AWS	0.0945	--
WOK	-0.1263	--

No Non-Zero Modification Indices for BETA

No Non-Zero Modification Indices for GAMMA

No Non-Zero Modification Indices for PHI

No Non-Zero Modification Indices for PSI

Modification Indices for THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	--			
MATH2	6.3394	--		
MATH3	6.1971	37.9247	--	
MATH4	3.7215	21.9021	0.0081	--

Expected Change for THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	--			
MATH2	-6.5345	--		
MATH3	-3.3174	6.9289	--	
MATH4	4.8487	-6.4956	-0.2636	--

Completely Standardized Expected Change for THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	--			
MATH2	-0.1245	--		
MATH3	-0.0584	0.1235	--	
MATH4	0.0761	-0.1033	-0.0039	--

Modification Indices for THETA-DELTA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
NUM	5.1179	5.6071	5.7493	3.5871
VER	4.2823	0.6788	1.8623	0.1241
REA	7.7190	0.2837	0.7950	0.7218
SPT	6.0351	1.3831	3.5835	8.7819
KNO	0.6831	2.6862	0.0068	0.5554
CON	0.0002	0.0650	0.0720	0.0144
MOT	1.5043	4.0581	0.4482	4.8314
AWS	4.4062	0.0066	6.7945	2.9456
WOK	2.0183	0.0108	0.4941	0.7907

Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	
NUM	1.5073	1.2707	1.3557	-1.2639
VER	-1.2169	0.3858	-0.6768	0.2094
REA	-1.7062	0.2586	-0.4599	-0.5296
SPT	1.6472	-0.6345	-1.0766	1.9919
KNO	-0.0720	0.1160	-0.0061	-0.0643
CON	-0.0013	0.0178	0.0196	0.0102
MOT	0.0732	-0.0966	-0.0336	0.1301
AWS	-0.1622	-0.0051	0.1710	-0.1313
WOK	0.0962	0.0057	-0.0404	-0.0597

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	
NUM	0.0629	0.0537	0.0529	-0.0440
VER	-0.0542	0.0174	-0.0282	0.0078
REA	-0.0714	0.0110	-0.0180	-0.0185
SPT	0.0678	-0.0265	-0.0415	0.0684
KNO	-0.0222	0.0363	-0.0018	-0.0165
CON	-0.0004	0.0060	0.0061	0.0028
MOT	0.0291	-0.0390	-0.0125	0.0432
AWS	-0.0545	-0.0017	0.0538	-0.0368
WOK	0.0362	0.0022	-0.0142	-0.0187

Modification Indices for THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NUM	--					
VER	2.4053	--				
REA	0.0026	16.5715	--			
SPT	3.2126	5.9818	0.5616	--		
KNO	2.8657	0.1590	6.1809	0.2555	--	
CON	5.8693	0.0074	0.3278	4.8200	0.0077	--
MOT	1.8665	0.4033	2.4337	0.3030	2.0433	3.8429
AWS	0.0394	0.9759	3.5006	0.2393	1.6154	0.1146
WOK	0.6758	0.2104	3.9790	0.0850	12.2917	4.4238

Modification Indices for THETA-DELTA

	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----
MOT	--		
AWS	5.6311	--	
WOK	1.0110	0.0186	--

Expected Change for THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NUM	--								
VER	-0.4776	--							
REA	-0.0165	1.2424	--						
SPT	-0.6206	-0.7607	0.2463	--					
KNO	0.0744	-0.0152	0.0983	0.0223	--				
CON	-0.1050	0.0032	-0.0223	-0.0956	0.0005	--			
MOT	0.0407	-0.0165	-0.0419	0.0165	-0.0063	-0.0082	--		
AWS	0.0077	0.0335	0.0656	-0.0191	0.0069	-0.0018	0.0096	--	
WOK	-0.0280	0.0136	-0.0612	0.0100	-0.0168	0.0097	0.0036	0.0006	--

Completely Standardized Expected Change for THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
NUM	--								
VER	-0.0472	--							
REA	-0.0015	0.1233	--						
SPT	-0.0567	-0.0742	0.0226	--					
KNO	0.0510	-0.0111	0.0676	0.0151	--				
CON	-0.0772	0.0025	-0.0165	-0.0693	0.0028	--			
MOT	0.0359	-0.0155	-0.0371	0.0144	-0.0411	-0.0573	--		
AWS	0.0058	0.0267	0.0491	-0.0141	0.0380	-0.0105	0.0682	--	
WOK	-0.0234	0.0121	-0.0513	0.0082	-0.1037	0.0644	0.0290	0.0040	--

No Non-Zero Modification Indices for ALPHA

No Non-Zero Modification Indices for KAPPA

Maximum Modification Index is 37.92 for Element (3, 2) of THETA-EPS

TI

Factor Scores Regressions

ETA	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
int	0.4073	0.3037	0.1419	-0.0290	0.0142	0.0217
slope	-0.1514	-0.0527	0.0406	0.1861	0.0210	0.0321

ETA	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS
int	0.0235	0.0146	-0.0166	-0.0135	-0.0434	-0.0214
slope	0.0349	0.0216	0.0180	0.0147	0.0472	0.0232

ETA	WOK
int	-0.0263
slope	0.0286

KSI	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
IQ	0.0064	0.0189	0.0242	0.0408	0.1328	0.2035
EQ	-0.0001	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0013

KSI	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
IQ	0.2209	0.1366	0.0554	0.0450	0.1450	0.0714	0.0879
EQ	0.0014	0.0008	0.1224	0.0994	0.3203	0.1577	0.1943

TI

Standardized Solution

LAMBDA-Y	int	slope
MATH1	6.0681	--
MATH2	6.0681	2.0813
MATH3	6.0681	3.7116
MATH4	6.0681	5.9282

```

LAMBDA-X
  IQ    EQ
-----
NUM  2.1226  --
VER  2.2581  --
REA  2.5024  --
SPT  2.1878  --
KNO  --      0.2966
CON  --      0.2451
MOT  --      0.2813
AWS  --      0.2891
WOK  --      0.2661

```

```

GAMMA
  IQ    EQ
-----
int  0.5970 -0.0307
slope 0.4262 0.0211

```

```

Correlation Matrix of ETA and KSI
  int  slope  IQ    EQ
-----
int  1.0000
slope -0.1256 1.0000
IQ  0.5881 0.4323 1.0000
EQ  0.1434 0.1454 0.2917 1.0000

```

```

PSI
  int  slope
-----
int  0.6533
slope -0.3792 0.8127

```

```

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)
  IQ    EQ
-----
int  0.5970 -0.0307
slope 0.4262 0.0211

```

TI

Completely Standardized Solution

```

LAMBDA-Y
  int  slope
-----
MATH1 0.8321  --
MATH2 0.8434 0.2893
MATH3 0.7784 0.4761
MATH4 0.6943 0.6783

```

```

LAMBDA-X
  IQ    EQ
-----
NUM  0.6458  --
VER  0.7337  --
REA  0.7640  --
SPT  0.6567  --
KNO  --      0.6677
CON  --      0.5921
MOT  --      0.8162
AWS  --      0.7088
WOK  --      0.7306

```

```

GAMMA
  IQ    EQ
-----
int  0.5970 -0.0307
slope 0.4262 0.0211

```

```

Correlation Matrix of ETA and KSI
  int  slope  IQ    EQ
-----
int  1.0000
slope -0.1256 1.0000
IQ  0.5881 0.4323 1.0000
EQ  0.1434 0.1454 0.2917 1.0000

```

```

PSI
  int  slope
-----
int  0.6533
slope -0.3792 0.8127

```

THETA-EPS

```

  MATH1  MATH2  MATH3  MATH4
-----
0.3076  0.2663  0.2605  0.1762

```

THETA-DELTA

```

  NUM  VER  REA  SPT  KNO  CON  MOT  AWS  WOK
0.5829 0.4617 0.4163 0.5687 0.5542 0.6495 0.3339 0.4976 0.4662

```

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

```

  IQ    EQ
-----
int  0.5970 -0.0307
slope 0.4262 0.0211

```

Time used: 0.047 Seconds

DATE: 6/ 21/2007

TIME: 12:30

L I S R E L 8.54

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

(ปรับครั้งที่ 1)

This program is published exclusively by
 Scientific Software International, Inc.
 7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
 Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.
 Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
 Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002
 Use of this program is subject to the terms specified in the
 Universal Copyright Convention.
 Website: www.ssicentral.com

TI

Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	46.95					
MATH2	33.72	56.92				
MATH3	32.62	49.17	68.72			
MATH4	26.02	41.90	52.85	69.58		
NUM	10.86	14.50	15.73	14.64	11.67	
VER	5.31	10.21	11.03	12.17	4.77	9.09
REA	5.98	11.49	12.76	13.68	5.92	6.12
SPT	7.61	10.22	11.21	13.22	4.31	3.93
KNO	0.38	0.65	0.74	0.73	0.37	0.29
CON	0.03	0.10	0.18	0.10	-0.02	0.04
MOT	0.23	0.28	0.45	0.51	0.23	0.18
AWS	0.22	0.47	0.76	0.63	0.30	0.30
WOK	0.17	0.19	0.24	0.17	0.11	0.12

Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.99						
SPT	5.34	10.41					
KNO	0.39	0.27	0.18				
CON	0.03	-0.07	0.06	0.16			
MOT	0.18	0.16	0.07	0.06	0.12		
AWS	0.35	0.22	0.10	0.08	0.10	0.19	
WOK	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.13

Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.91	23.03	24.11	26.16	7.69	8.27

Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.12	8.03	3.48	2.87	3.30	3.38	3.12

TI

Number of Iterations = 13

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

$$\text{MATH1} = 1.00 + 1.00 \cdot \text{int}, \text{Errorvar.} = 9.49, R^2 = 0.80$$

(2.72)
3.48

$$\text{MATH2} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.00 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 18.23, R^2 = 0.67$$

(1.60)
11.36

$$\text{MATH3} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.56 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 19.83, R^2 = 0.69$$

(0.10) (1.79)
15.05 11.10

$$\text{MATH4} = 1.00 \cdot \text{int} + 2.38 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 8.47, R^2 = 0.88$$

(0.20) (2.66)
11.82 3.18

$$\text{NUM} = 1.00 + 0.74 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.70, R^2 = 0.35$$

(0.015)	(0.49)
49.64	13.81

$$\text{VER} = 0.90 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 4.30, R^2 = 0.55$$

(0.014)	(0.36)
64.70	12.01

$$\text{REA} = 1.00 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 4.36, R^2 = 0.60$$

(0.39)
11.32

$$\text{SPT} = 0.87 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.23, R^2 = 0.44$$

(0.015)	(0.47)
56.90	13.15

$$\text{KNO} = 1.00 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.45$$

(0.0083)
13.26

$$\text{CON} = 0.83 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.35$$

(0.0058)	(0.0080)
143.13	13.89

$$\text{MOT} = 0.95 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.040, R^2 = 0.67$$

(0.0050)	(0.0038)
190.62	10.41

$$\text{AWS} = 0.97 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.083, R^2 = 0.50$$

(0.0058)	(0.0065)
168.48	12.76

$$\text{WOK} = 0.90 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.062, R^2 = 0.53$$

(0.0052)	(0.0050)
173.10	12.43

$$\text{Error Covariance for MATH3 and MATH2} = 6.83$$

(1.33)
5.12

Structural Equations

$$\text{int} = 10.98 + 1.27 \cdot \text{IQ} - 0.48 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 27.98, R^2 = 0.27$$

(3.71)	(0.14)	(1.13)	(3.35)
2.96	9.20	-0.42	8.36

$$\text{slope} = -2.32 + 0.45 \cdot \text{IQ} + 0.12 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 6.95, R^2 = 0.16$$

(1.93)	(0.080)	(0.58)	(1.57)
-1.20	5.59	0.20	4.42

$$\text{Error Covariance for slope and int} = -8.35$$

(1.87)
-4.46

Covariance Matrix of Independent Variables

	IQ	EQ
IQ	6.49 (0.55)	
EQ		

	11.81	
EQ	0.22	0.09
	(0.04)	(0.01)
	4.97	12.69

Covariance Matrix of Latent Variables

	int	slope	IQ	EQ
int	38.13			
slope	-4.68	8.28		
IQ	8.11	2.94	6.49	
EQ	0.24	0.11	0.22	0.09

Mean Vector of Dependent Variables

int	slope
20.88	2.20

Mean Vector of Independent Variables

IQ	EQ
9.13	3.48
(0.15)	(0.02)
59.78	167.87

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 67

Minimum Fit Function Chi-Square = 229.96 (P = 0.0)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 234.56 (P = 0.0)

Chi-Square Difference with 1 Degree of Freedom = 34.26 (P = 0.0)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 167.56

90 Percent Confidence Interval for NCP = (124.66 ; 218.06)

Minimum Fit Function Value = 0.50

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.37

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.27 ; 0.48)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.074

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.064 ; 0.084)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.00

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.67

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.55 ; 0.75)

ECVI for Saturated Model = 0.40

ECVI for Independence Model = 10.66

Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 4867.23

Independence AIC = 4893.23

Model AIC = 308.56

Saturated AIC = 182.00

Independence CAIC = 4959.94

Model CAIC = 498.42

Saturated CAIC = 648.94

Normed Fit Index (NFI) = 0.95

Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.96

Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.82

Comparative Fit Index (CFI) = 0.97

Incremental Fit Index (IFI) = 0.97

Relative Fit Index (RFI) = 0.94

Critical N (CN) = 194.27

Root Mean Square Residual (RMR) = 1.44

Standardized RMR = 0.083

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.93

Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.90

Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.68

TI

Fitted Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	47.62					
MATH2	33.45	55.29				
MATH3	30.85	45.90	63.47			
MATH4	27.00	42.03	50.41	71.24		
NUM	6.03	8.22	9.44	11.24	10.29	
VER	7.31	9.97	11.45	13.63	4.36	9.58
REA	8.11	11.05	12.69	15.11	4.83	5.85
SPT	7.09	9.66	11.09	13.21	4.22	5.12
KNO	0.24	0.34	0.40	0.49	0.16	0.20
CON	0.19	0.28	0.33	0.41	0.13	0.16
MOT	0.22	0.33	0.38	0.47	0.15	0.19
AWS	0.23	0.34	0.39	0.48	0.16	0.19
WOK	0.21	0.31	0.36	0.44	0.15	0.18

Fitted Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
REA	10.85						
SPT	5.67	11.18					
KNO	0.22	0.19	0.20				
CON	0.18	0.16	0.07	0.17			
MOT	0.21	0.18	0.08	0.07	0.12		
AWS	0.21	0.19	0.09	0.07	0.08	0.17	
WOK	0.20	0.17	0.08	0.07	0.07	0.08	0.13

Fitted Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----
21.88	23.08	24.30	26.10	7.79	8.24

Fitted Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
9.13	7.98	3.48	2.87	3.30	3.39	3.12

Fitted Residuals

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	-0.68				
MATH2	0.27	1.64			
MATH3	1.77	3.28	5.28		
MATH4	-0.98	-0.14	2.43	-1.66	
NUM	4.82	6.28	6.31	3.39	1.39
VER	-2.01	0.24	-0.43	-1.46	0.42

REA	-2.13	0.44	0.07	-1.42	1.10	0.27
SPT	0.52	0.56	0.11	0.01	0.09	-1.19
KNO	0.15	0.31	0.33	0.24	0.21	0.09
CON	-0.17	-0.19	-0.16	-0.31	-0.16	-0.12
MOT	0.01	-0.05	0.07	0.04	0.07	-0.01
AWS	-0.01	0.13	0.36	0.15	0.14	0.11
WOK	-0.04	-0.12	-0.12	-0.27	-0.04	-0.06

Fitted Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	0.14						
SPT	-0.33	-0.77					
KNO	0.18	0.08	-0.02				
CON	-0.16	-0.23	-0.01	-0.01			
MOT	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	0.00		
AWS	0.14	0.04	0.01	0.00	0.02	0.03	
WOK	-0.12	-0.09	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01

Fitted Residuals for Means

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
	0.03	-0.05	-0.19	0.05	-0.10	0.03

Fitted Residuals for Means

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
	-0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Standardized Residuals for Means

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
	0.91	-0.44	-1.78	1.91	-3.75	1.59

Standardized Residuals for Means

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
	-0.43	1.94	2.69	1.63	-0.39	-4.63	1.27

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -2.13

Median Fitted Residual = 0.01

Largest Fitted Residual = 6.31

Stemleaf Plot

```

- 2|10
- 1|75420
- 0|8754333222221111110000000000000000000000
0|111111111111112222333344456
1|1468
2|4
3|34
4|8
5|3
6|33

```

Standardized Residuals						
	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-2.35					
MATH2	0.69	1.15				
MATH3	1.58	2.67	2.74			
MATH4	-2.11	-0.13	2.94	-3.01		
NUM	6.20	7.00	6.59	3.61	3.75	
VER	-3.54	0.33	-0.55	-2.14	1.20	-1.59
REA	-3.88	0.60	0.09	-2.17	3.07	1.08
SPT	0.72	0.65	0.12	0.01	0.22	-3.65
KNO	1.50	2.58	2.60	1.93	3.55	1.78
CON	-1.63	-1.57	-1.23	-2.44	-2.79	-2.38
MOT	0.11	-0.61	0.83	0.60	1.78	-0.32
AWS	-0.11	1.24	3.23	1.40	2.67	2.44
WOK	-0.57	-1.33	-1.25	-3.10	-0.80	-1.51

Standardized Residuals							
	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	0.43						
SPT	-1.02	-1.94					
KNO	3.30	1.37	-2.69				
CON	-2.94	-3.99	-1.98	-1.63			
MOT	-0.82	-0.64	-2.46	-1.99	0.39		
AWS	2.91	0.68	1.45	0.69	4.58	4.63	
WOK	-2.92	-2.01	-4.09	-0.31	-0.31	2.05	-1.27

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -4.09
 Median Standardized Residual = 0.11
 Largest Standardized Residual = 7.00

Stemleaf Plot

- 4|10
 - 2|9751099875444211000
 - 0|96666533220886665333110
 0|111234466677778112244456889
 2|046677799123567
 4|66
 6|260

Largest Negative Standardized Residuals

Residual for MATH4 and MATH4 -3.01
 Residual for VER and MATH1 -3.54
 Residual for REA and MATH1 -3.88
 Residual for SPT and VER -3.65
 Residual for KNO and KNO -2.69
 Residual for CON and NUM -2.79
 Residual for CON and REA -2.94
 Residual for CON and SPT -3.99
 Residual for WOK and MATH4 -3.10
 Residual for WOK and REA -2.92
 Residual for WOK and KNO -4.09

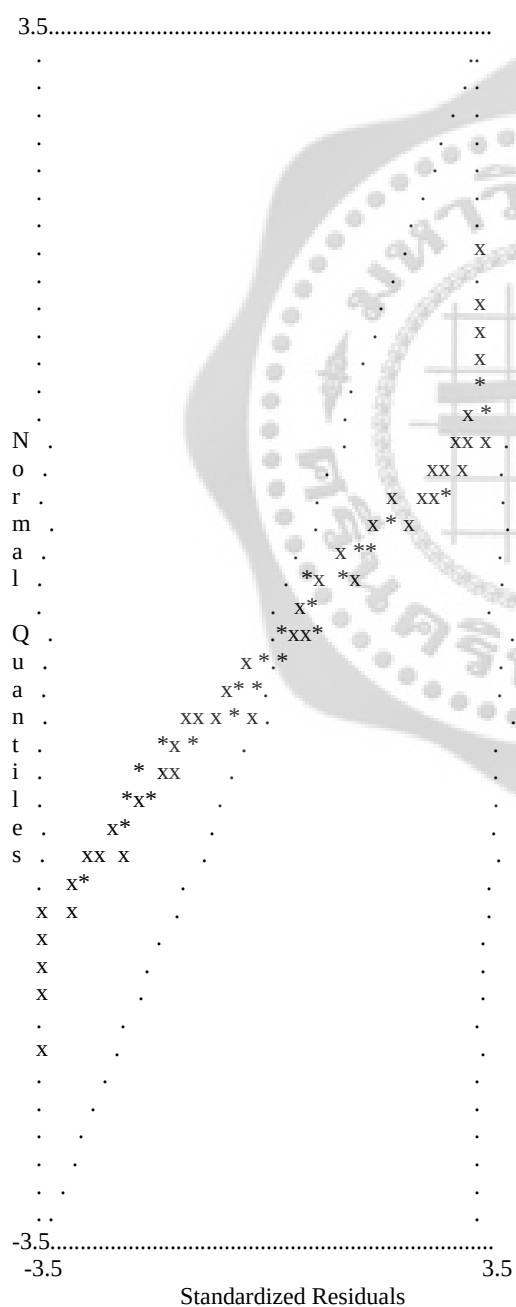
Largest Positive Standardized Residuals

Residual for MATH3 and MATH2 2.67
 Residual for MATH3 and MATH3 2.74
 Residual for MATH4 and MATH3 2.94
 Residual for NUM and MATH1 6.20
 Residual for NUM and MATH2 7.00
 Residual for NUM and MATH3 6.59

Residual for	NUM and	MATH4	3.61
Residual for	NUM and	NUM	3.75
Residual for	REA and	NUM	3.07
Residual for	KNO and	MATH2	2.58
Residual for	KNO and	MATH3	2.60
Residual for	KNO and	NUM	3.55
Residual for	KNO and	REA	3.30
Residual for	AWS and	MATH3	3.23
Residual for	AWS and	NUM	2.67
Residual for	AWS and	REA	2.91
Residual for	AWS and	MOT	4.58
Residual for	AWS and	AWS	4.63

TI

Qplot of Standardized Residuals



The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	EQ	11.4	-0.55
KNO	IQ	20.0	0.03
CON	IQ	14.0	-0.03
WOK	IQ	9.3	-0.02

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance

Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	MATH1	8.1	1.89
VER	MATH1	7.9	-1.65
REA	MATH1	13.2	-2.25
REA	VER	13.8	1.17
SPT	VER	8.8	-0.93
WOK	KNO	12.3	-0.02

The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	CONST	14.0	-1.01
AWS	CONST	21.5	-0.92

TI

Factor Scores Regressions

ETA							
		MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
int		0.65	0.18	0.04	-0.02	0.01	0.03
slope		-0.28	-0.05	0.05	0.29	0.01	0.03
ETA							
		REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS
int		0.03	0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
slope		0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02
ETA							
		WOK					
int		-0.01					
slope		0.02					
KSI							
		MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
IQ		0.01	0.01	0.01	0.05	0.12	0.22
EQ		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KSI							
		REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS
IQ		0.24	0.15	0.06	0.05	0.15	0.07
EQ		0.00	0.00	0.12	0.10	0.32	0.16
KSI							
		WOK					
IQ		0.09					
EQ		0.19					

TI

Standardized Solution

LAMBDA-Y		
	int	slope
	-----	-----
MATH1	6.18	--
MATH2	6.18	2.88
MATH3	6.18	4.48
MATH4	6.18	6.85

LAMBDA-X		
	IQ	EQ
	-----	-----
NUM	1.90	--
VER	2.30	--
REA	2.55	--
SPT	2.23	--
KNO	--	0.30
CON	--	0.25
MOT	--	0.28
AWS	--	0.29
WOK	--	0.27

GAMMA		
	IQ	EQ
	-----	-----
int	0.52	-0.02
slope	0.40	0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
	-----	-----	-----	-----
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.52	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.13	0.29	1.00

PSI		
	int	slope
	-----	-----
int	0.73	
slope	-0.47	0.84

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
	-----	-----
int	0.52	-0.02
slope	0.40	0.01

TI

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y		
	int	slope
	-----	-----
MATH1	0.89	--
MATH2	0.83	0.39
MATH3	0.78	0.56
MATH4	0.73	0.81

LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	
NUM	0.59	--
VER	0.74	--
REA	0.77	--
SPT	0.67	--
KNO	--	0.67
CON	--	0.59
MOT	--	0.82
AWS	--	0.71
WOK	--	0.73

GAMMA

	IQ	EQ
-----	-----	
int	0.52	-0.02
slope	0.40	0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
-----	-----	-----	-----	-----
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.52	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.13	0.29	1.00

PSI

	int	slope
-----	-----	-----
int	0.73	
slope	-0.47	0.84

THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	0.20			
MATH2	--	0.33		
MATH3	--	0.12	0.31	
MATH4	--	--	--	0.12

THETA-DELTA

NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0.65	0.45	0.40	0.56	0.55	0.65	0.33	0.50	0.47

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
-----	-----	-----
int	0.52	-0.02
slope	0.40	0.01

Time used: 0.047 Seconds

DATE: 6/ 21/2007

(ครั้งที่ 2)

TIME: 12:31

L I S R E L 8.54

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by
Scientific Software International, Inc.
7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100
Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140
Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002
Use of this program is subject to the terms specified in the
Universal Copyright Convention.
Website: www.ssicentral.com

TI

Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	46.95					
MATH2	33.72	56.92				
MATH3	32.62	49.17	68.72			
MATH4	26.02	41.90	52.85	69.58		
NUM	10.86	14.50	15.73	14.64	11.67	
VER	5.31	10.21	11.03	12.17	4.77	9.09
REA	5.98	11.49	12.76	13.68	5.92	6.12
SPT	7.61	10.22	11.21	13.22	4.31	3.93
KNO	0.38	0.65	0.74	0.73	0.37	0.29
CON	0.03	0.10	0.18	0.10	-0.02	0.04
MOT	0.23	0.28	0.45	0.51	0.23	0.18
AWS	0.22	0.47	0.76	0.63	0.30	0.30
WOK	0.17	0.19	0.24	0.17	0.11	0.12

Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.99						
SPT	5.34	10.41					
KNO	0.39	0.27	0.18				
CON	0.03	-0.07	0.06	0.16			
MOT	0.18	0.16	0.07	0.06	0.12		
AWS	0.35	0.22	0.10	0.08	0.10	0.19	
WOK	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.13

Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.91	23.03	24.11	26.16	7.69	8.27

Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.12	8.03	3.48	2.87	3.30	3.38	3.12

TI

Number of Iterations = 7

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

$$\text{MATH1} = 1.00 + 1.00 \cdot \text{int}, \text{Errorvar.} = 9.74, R^2 = 0.80$$

(2.69)
3.62

$$\text{MATH2} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.00 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 18.21, R^2 = 0.67$$

(1.59)
11.43

$$\text{MATH3} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.56 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 19.91, R^2 = 0.69$$

(0.10) (1.78)
14.95 11.17

$$\text{MATH4} = 1.00 \cdot \text{int} + 2.40 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 8.21, R^2 = 0.88$$

(0.21) (2.67)
11.70 3.08

$$\text{NUM} = 1.00 + 0.75 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.62, R^2 = 0.34$$

(0.015) (0.48)
48.48 13.68

$$\text{VER} = 0.90 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.00, R^2 = 0.50$$

(0.013) (0.43)
68.36 11.59

$$\text{REA} = 1.00 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.22, R^2 = 0.54$$

(0.47)
11.07

$$\text{SPT} = 0.88 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.05, R^2 = 0.44$$

(0.016) (0.47)
55.35 12.88

$$\text{KNO} = 1.00 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.45$$

(0.0083)
13.26

$$\text{CON} = 0.83 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.35$$

(0.0058) (0.0080)
143.10 13.89

$$\text{MOT} = 0.95 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.040, R^2 = 0.67$$

(0.0050) (0.0038)
190.65 10.41

$$\text{AWS} = 0.97 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.083, R^2 = 0.50$$

(0.0058) (0.0065)
168.46 12.76

$$\text{WOK} = 0.90 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.062, R^2 = 0.53$$

(0.0052) (0.0050)
173.09 12.43

$$\text{Error Covariance for MATH3 and MATH2} = 6.88$$

(1.32)
5.19

$$\text{Error Covariance for REA and VER} = 1.26$$

(0.35)
3.55

Structural Equations

$$\text{int} = 10.91 + 1.44 \cdot \text{IQ} - 0.90 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 25.85, R^2 = 0.32$$

(3.69)	(0.15)	(1.14)	(3.31)
2.96	9.53	-0.79	7.80

$$\text{slope} = -2.28 + 0.46 \cdot \text{IQ} + 0.074 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 6.82, R^2 = 0.16$$

(1.92)	(0.086)	(0.59)	(1.55)
-1.19	5.37	0.13	4.41

Error Covariance for slope and int = -8.53

(1.86)
-4.58

Covariance Matrix of Independent Variables

	IQ	EQ
IQ	6.10 (0.56) 10.85	
EQ	0.22 (0.04) 4.96	0.09 (0.01) 12.69

Covariance Matrix of Latent Variables

	int	slope	IQ	EQ
int	37.96			
slope	-4.56	8.13		
IQ	8.57	2.83	6.10	
EQ	0.24	0.11	0.22	0.09

Mean Vector of Dependent Variables

int	slope
20.88	2.18

Mean Vector of Independent Variables

IQ	EQ
9.10 (0.16) 58.37	3.48 (0.02) 167.86

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 66

Minimum Fit Function Chi-Square = 216.08 (P = 0.0)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 217.84 (P = 0.0)

Chi-Square Difference with 1 Degree of Freedom = 16.72 (P = 0.00)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 151.84

90 Percent Confidence Interval for NCP = (110.87 ; 200.43)

Minimum Fit Function Value = 0.47

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.33

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.24 ; 0.44)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.071

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.060 ; 0.081)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.00060

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.64
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.52 ; 0.72)
 ECVI for Saturated Model = 0.40
 ECVI for Independence Model = 10.66

Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 4867.23

Independence AIC = 4893.23
 Model AIC = 293.84
 Saturated AIC = 182.00
 Independence CAIC = 4959.94
 Model CAIC = 488.83
 Saturated CAIC = 648.94

Normed Fit Index (NFI) = 0.96
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.96
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.81
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.97
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.97
 Relative Fit Index (RFI) = 0.95

Critical N (CN) = 204.13

Root Mean Square Residual (RMR) = 1.42
 Standardized RMR = 0.083
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.93
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.91
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.68

TI

Fitted Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	47.70					
MATH2	33.40	55.18				
MATH3	30.83	45.86	63.50			
MATH4	27.01	41.98	50.42	71.16		
NUM	6.41	8.53	9.73	11.50	10.04	
VER	7.73	10.28	11.72	13.86	4.12	9.97
REA	8.57	11.40	12.99	15.36	4.56	6.76
SPT	7.54	10.03	11.43	13.51	4.01	4.84
KNO	0.24	0.34	0.40	0.49	0.16	0.20
CON	0.19	0.28	0.33	0.41	0.14	0.16
MOT	0.22	0.33	0.38	0.47	0.16	0.19
AWS	0.23	0.33	0.39	0.48	0.16	0.19
WOK	0.21	0.31	0.36	0.44	0.15	0.18

Fitted Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	11.32						
SPT	5.36	10.77					
KNO	0.22	0.19	0.20				
CON	0.18	0.16	0.07	0.17			
MOT	0.21	0.18	0.08	0.07	0.12		
AWS	0.21	0.19	0.09	0.07	0.08	0.17	
WOK	0.20	0.17	0.08	0.07	0.07	0.08	0.13

Fitted Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.88	23.06	24.29	26.11	7.81	8.21

Fitted Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.10	8.01	3.48	2.87	3.30	3.39	3.12

Fitted Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-0.75					
MATH2	0.32	1.74				
MATH3	1.79	3.31	5.26			
MATH4	-0.99	-0.08	2.42	-1.58		
NUM	4.44	5.97	6.03	3.13	1.64	
VER	-2.43	-0.07	-0.71	-1.68	0.65	-0.88
REA	-2.59	0.09	-0.24	-1.68	1.36	-0.64
SPT	0.07	0.20	-0.22	-0.29	0.30	-0.91
KNO	0.15	0.31	0.34	0.24	0.21	0.09
CON	-0.17	-0.19	-0.16	-0.31	-0.16	-0.12
MOT	0.01	-0.05	0.07	0.04	0.07	-0.01
AWS	-0.01	0.13	0.37	0.15	0.14	0.11
WOK	-0.04	-0.12	-0.12	-0.27	-0.04	-0.06

Fitted Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	-0.33						
SPT	-0.03	-0.36					
KNO	0.18	0.08	-0.02				
CON	-0.16	-0.23	-0.01	-0.01			
MOT	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	0.00		
AWS	0.14	0.03	0.01	0.00	0.02	0.03	
WOK	-0.12	-0.09	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01

Fitted Residuals for Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
0.02	-0.03	-0.18	0.05	-0.12	0.05

Fitted Residuals for Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Standardized Residuals for Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
0.74	-0.29	-1.69	1.77	-4.82	2.79

Standardized Residuals for Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
0.98	1.02	2.69	1.64	-0.41	-4.62	1.27

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -2.59
Median Fitted Residual = -0.01
Largest Fitted Residual = 6.03

Stemleaf Plot

```

- 2|64
- 1|7760
- 0|99776433332222222111111100000000000000000000000
0|1111111111112222333347
1|4678
2|4
3|13
4|4
5|3
6|00

```

Standardized Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-2.40					
MATH2	0.82	1.20				
MATH3	1.59	2.64	2.70			
MATH4	-2.09	-0.08	2.88	-2.94		
NUM	5.87	6.81	6.44	3.44	4.82	
VER	-4.04	-0.10	-0.87	-2.34	1.94	-2.79
REA	-4.39	0.12	-0.29	-2.38	3.94	-3.10
SPT	0.10	0.23	-0.25	-0.36	0.81	-3.02
KNO	1.49	2.59	2.60	1.94	3.60	1.73
CON	-1.63	-1.57	-1.22	-2.44	-2.85	-2.31
MOT	0.11	-0.60	0.84	0.61	1.80	-0.30
AWS	-0.12	1.25	3.23	1.41	2.71	2.37
WOK	-0.57	-1.32	-1.24	-3.10	-0.83	-1.45

Standardized Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	-0.98						
SPT	-0.09	-1.02					
KNO	3.20	1.39	-2.69				
CON	-2.85	-4.11	-1.98	-1.64			
MOT	-0.78	-0.69	-2.46	-1.99	0.41		
AWS	2.81	0.68	1.45	0.69	4.57	4.62	
WOK	-2.81	-2.09	-4.09	-0.31	-0.31	2.04	-1.27

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -4.39
 Median Standardized Residual = -0.12
 Largest Standardized Residual = 6.81

Stemleaf Plot

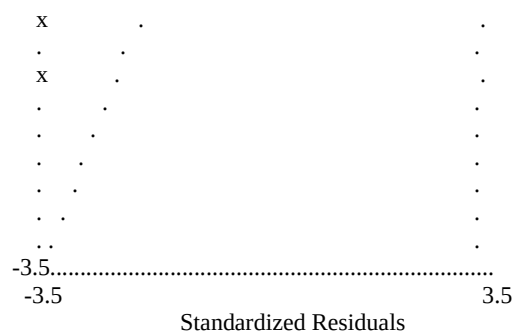
```

- 4|4110
- 2|1109988875444331100
- 0|6665332200988766433321111
0|1112467788822444567899
2|04666778922469
4|6689
6|48

```

Largest Negative Standardized Residuals

Residual for MATH4 and MATH4 -2.94
 Residual for VER and MATH1 -4.04
 Residual for VER and VER -2.79
 Residual for REA and MATH1 -4.39
 Residual for REA and VER -3.10
 Residual for SPT and VER -3.02
 Residual for KNO and KNO -2.69



The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	EQ	20.2	-0.79
KNO	IQ	19.3	0.04
CON	IQ	14.0	-0.03
WOK	IQ	9.0	-0.02

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance

Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
REA	MATH1	9.8	-1.90
WOK	KNO	12.3	-0.02

The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	CONST	23.2	-1.78
AWS	CONST	21.4	-0.92

TI

Factor Scores Regressions

ETA	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
int	0.64	0.18	0.04	-0.02	0.02	0.03
slope	-0.27	-0.05	0.05	0.29	0.02	0.02

ETA	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
int	0.03	0.03	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01
slope	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02

KSI	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
IQ	0.02	0.01	0.02	0.07	0.12	0.15
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

KSI	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS
IQ	0.17	0.16	0.07	0.06	0.19	0.09
EQ	0.00	0.00	0.12	0.10	0.32	0.16

KSI	WOK
IQ	0.11
EQ	0.19

TI

Standardized Solution

LAMBDA-Y		
	int	slope
-----	-----	-----
MATH1	6.16	--
MATH2	6.16	2.85
MATH3	6.16	4.46
MATH4	6.16	6.85

LAMBDA-X		
	IQ	EQ
-----	-----	-----
NUM	1.85	--
VER	2.23	--
REA	2.47	--
SPT	2.17	--
KNO	--	0.30
CON	--	0.25
MOT	--	0.28
AWS	--	0.29
WOK	--	0.27

GAMMA		
	IQ	EQ
-----	-----	-----
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
-----	-----	-----	-----	-----
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.13	0.30	1.00

PSI		
	int	slope
-----	-----	-----
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
-----	-----	-----
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.01

TI

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y		
	int	slope
-----	-----	-----
MATH1	0.89	--
MATH2	0.83	0.38
MATH3	0.77	0.56
MATH4	0.73	0.81

LAMBDA-X

	IQ	EQ
-----	-----	-----
NUM	0.58	--
VER	0.71	--
REA	0.73	--
SPT	0.66	--
KNO	--	0.67
CON	--	0.59
MOT	--	0.82
AWS	--	0.71
WOK	--	0.73

GAMMA

	IQ	EQ
-----	-----	-----
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
-----	-----	-----	-----	-----
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.13	0.30	1.00

PSI

	int	slope
-----	-----	-----
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	0.20			
MATH2	--	0.33		
MATH3	--	0.12	0.31	
MATH4	--	--	--	0.12

THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
NUM	0.66								
VER	--	0.50							
REA	--	0.12	0.46						
SPT	--	--	--	0.56					
KNO	--	--	--	--	0.55				
CON	--	--	--	--	--	0.65			
MOT	--	--	--	--	--	--	0.33		
AWS	--	--	--	--	--	--	--	0.50	
WOK	--	--	--	--	--	--	--	--	0.47

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
-----	-----	-----
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.01

Time used: 0.031 Seconds

DATE: 6/ 21/2007

TIME: 12:31

(ปรับครั้งที่ 3)

L I S R E L 8.54

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

TI

Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	46.95					
MATH2	33.72	56.92				
MATH3	32.62	49.17	68.72			
MATH4	26.02	41.90	52.85	69.58		
NUM	10.86	14.50	15.73	14.64	11.67	
VER	5.31	10.21	11.03	12.17	4.77	9.09
REA	5.98	11.49	12.76	13.68	5.92	6.12
SPT	7.61	10.22	11.21	13.22	4.31	3.93
KNO	0.38	0.65	0.74	0.73	0.37	0.29
CON	0.03	0.10	0.18	0.10	-0.02	0.04
MOT	0.23	0.28	0.45	0.51	0.23	0.18
AWS	0.22	0.47	0.76	0.63	0.30	0.30
WOK	0.17	0.19	0.24	0.17	0.11	0.12

Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.99						
SPT	5.34	10.41					
KNO	0.39	0.27	0.18				
CON	0.03	-0.07	0.06	0.16			
MOT	0.18	0.16	0.07	0.06	0.12		
AWS	0.35	0.22	0.10	0.08	0.10	0.19	
WOK	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.13

Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.91	23.03	24.11	26.16	7.69	8.27

Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.12	8.03	3.48	2.87	3.30	3.38	3.12

TI

Number of Iterations = 6

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

$$\text{MATH1} = 1.00 + 1.00 \cdot \text{int}, \text{Errorvar.} = 9.73, R^2 = 0.80$$

(2.69)
3.62

$$\text{MATH2} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.00 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 18.21, R^2 = 0.67$$

(1.59)
11.43

$$\text{MATH3} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.56 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 19.91, R^2 = 0.69$$

(0.10) (1.78)
14.95 11.18

$$\text{MATH4} = 1.00 \cdot \text{int} + 2.40 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 8.20, R^2 = 0.88$$

(0.21) (2.67)
11.70 3.07

$$\text{NUM} = 1.00 + 0.75 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.62, R^2 = 0.34$$

(0.015) (0.48)
48.48 13.68

$$\text{VER} = 0.90 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.00, R^2 = 0.50$$

(0.013) (0.43)
68.36 11.59

$$\text{REA} = 1.00 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.22, R^2 = 0.54$$

(0.47)
11.07

$$\text{SPT} = 0.88 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.05, R^2 = 0.44$$

(0.016) (0.47)
55.35 12.89

$$\text{KNO} = 1.00 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.10, R^2 = 0.47$$

(0.0080)
12.59

$$\text{CON} = 0.83 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.35$$

(0.0057) (0.0080)
145.26 13.99

$$\text{MOT} = 0.95 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.043, R^2 = 0.65$$

(0.0049) (0.0039)
193.65 10.97

$$\text{AWS} = 0.97 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.084, R^2 = 0.50$$

(0.0057) (0.0065)
171.35 12.98

$$\text{WOK} = 0.90 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.057, R^2 = 0.55$$

(0.0055) (0.0049)
162.93 11.71

Error Covariance for MATH3 and MATH2 = 6.88

(1.32)
5.19

Error Covariance for REA and VER = 1.26

(0.35)

3.55

Error Covariance for WOK and KNO = -0.02

(0.0045)

-3.86

Structural Equations

int = 10.69 + 1.44*IQ - 0.83*EQ, Errorvar.= 25.86, R = 0.32

(3.67) (0.15) (1.13) (3.31)

2.92 9.51 -0.73 7.80

slope = - 2.02 + 0.46*IQ - 0.0091*EQ, Errorvar.= 6.82, R = 0.16

(1.90) (0.086) (0.58) (1.55)

-1.06 5.39 -0.016 4.41

Error Covariance for slope and int = -8.54

(1.86)

-4.58

Covariance Matrix of Independent Variables

	IQ	EQ
IQ	6.10 (0.56) 10.85	
EQ	0.22 (0.04) 5.04	0.09 (0.01) 12.87

Covariance Matrix of Latent Variables

	int	slope	IQ	EQ
int	37.96			
slope	-4.56	8.14		
IQ	8.57	2.83	6.10	
EQ	0.24	0.10	0.22	0.09

Mean Vector of Dependent Variables

int	slope
20.88	2.18

Mean Vector of Independent Variables

IQ	EQ
9.10 (0.16) 58.38	3.48 (0.02) 171.52

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 65

Minimum Fit Function Chi-Square = 202.57 (P = 0.00)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 202.20 (P = 0.00)

Chi-Square Difference with 1 Degree of Freedom = 15.64 (P = 0.00)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 137.20

90 Percent Confidence Interval for NCP = (98.10 ; 183.92)

Minimum Fit Function Value = 0.44

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.30

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.21 ; 0.40)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.068

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.057 ; 0.079)
 P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.0030
 Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.61
 90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.50 ; 0.68)
 ECVI for Saturated Model = 0.40
 ECVI for Independence Model = 10.66
 Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 4867.23
 Independence AIC = 4893.23
 Model AIC = 280.20
 Saturated AIC = 182.00
 Independence CAIC = 4959.94
 Model CAIC = 480.32
 Saturated CAIC = 648.94
 Normed Fit Index (NFI) = 0.96
 Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.97
 Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.80
 Comparative Fit Index (CFI) = 0.97
 Incremental Fit Index (IFI) = 0.97
 Relative Fit Index (RFI) = 0.95
 Critical N (CN) = 214.95
 Root Mean Square Residual (RMR) = 1.42
 Standardized RMR = 0.082
 Goodness of Fit Index (GFI) = 0.94
 Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.91
 Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.67

TI

Fitted Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	47.69					
MATH2	33.40	55.19				
MATH3	30.83	45.87	63.50			
MATH4	27.01	41.98	50.42	71.16		
NUM	6.41	8.53	9.73	11.50	10.04	
VER	7.73	10.28	11.72	13.86	4.12	9.97
REA	8.57	11.40	12.99	15.36	4.56	6.76
SPT	7.54	10.03	11.43	13.51	4.01	4.84
KNO	0.24	0.35	0.40	0.49	0.17	0.20
CON	0.20	0.29	0.33	0.40	0.14	0.16
MOT	0.23	0.33	0.38	0.46	0.16	0.19
AWS	0.24	0.34	0.39	0.48	0.16	0.19
WOK	0.22	0.31	0.36	0.44	0.15	0.18

Fitted Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	11.32						
SPT	5.36	10.77					
KNO	0.22	0.19	0.19				
CON	0.18	0.16	0.07	0.17			
MOT	0.21	0.18	0.08	0.07	0.12		
AWS	0.21	0.19	0.09	0.07	0.08	0.17	
WOK	0.20	0.17	0.06	0.07	0.07	0.08	0.13

Fitted Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.88	23.06	24.29	26.11	7.81	8.21

Fitted Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.10	8.01	3.48	2.87	3.30	3.39	3.12

Standardized Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-2.40					
MATH2	0.81	1.20				
MATH3	1.58	2.64	2.69			
MATH4	-2.09	-0.08	2.87	-2.94		
NUM	5.87	6.81	6.44	3.44	4.82	
VER	-4.04	-0.10	-0.87	-2.34	1.94	-2.79
REA	-4.39	0.12	-0.29	-2.38	3.94	-3.09
SPT	0.10	0.23	-0.25	-0.36	0.81	-3.02
KNO	1.46	2.64	2.69	2.06	3.67	1.74
CON	-1.69	-1.58	-1.21	-2.39	-2.87	-2.33
MOT	-0.04	-0.61	0.82	0.64	1.73	-0.33
AWS	-0.21	1.20	3.19	1.43	2.66	2.30
WOK	-0.70	-1.39	-1.26	-3.16	-0.88	-1.53

Standardized Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	-0.98						
SPT	-0.09	-1.02					
KNO	3.26	1.40	-1.70				
CON	-2.86	-4.12	-2.02	-1.64			
MOT	-0.80	-0.71	-2.43	-1.90	-0.44		
AWS	2.73	0.65	1.47	0.69	4.27	4.25	
WOK	-2.93	-2.18	-2.22	-0.31	-0.29	2.07	-0.26

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -4.39
 Median Standardized Residual = -0.25
 Largest Standardized Residual = 6.81

Stemleaf Plot

- 4|410
 - 2|210999984444332210
 - 0|97766543200998776443333221110
 0|1126678882244556779
 2|113667777923479
 4|3389
 6|48

Largest Negative Standardized Residuals

Residual for MATH4 and MATH4 -2.94
 Residual for VER and MATH1 -4.04
 Residual for VER and VER -2.79
 Residual for REA and MATH1 -4.39
 Residual for REA and VER -3.09
 Residual for SPT and VER -3.02
 Residual for CON and NUM -2.87
 Residual for CON and REA -2.86
 Residual for CON and SPT -4.12
 Residual for WOK and MATH4 -3.16
 Residual for WOK and REA -2.93

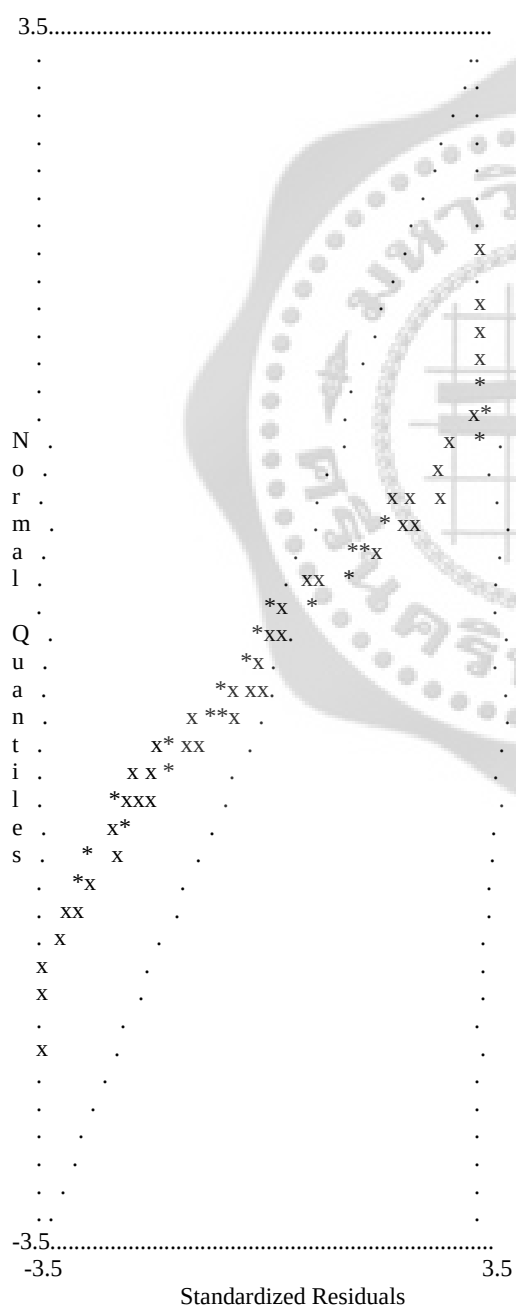
Largest Positive Standardized Residuals

Residual for MATH3 and MATH2 2.64
 Residual for MATH3 and MATH3 2.69
 Residual for MATH4 and MATH3 2.87
 Residual for NUM and MATH1 5.87
 Residual for NUM and MATH2 6.81
 Residual for NUM and MATH3 6.44

Residual for	NUM and	MATH4	3.44
Residual for	NUM and	NUM	4.82
Residual for	REA and	NUM	3.94
Residual for	KNO and	MATH2	2.64
Residual for	KNO and	MATH3	2.69
Residual for	KNO and	NUM	3.67
Residual for	KNO and	REA	3.26
Residual for	AWS and	MATH3	3.19
Residual for	AWS and	NUM	2.66
Residual for	AWS and	REA	2.73
Residual for	AWS and	MOT	4.27
Residual for	AWS and	AWS	4.25

TI

Qplot of Standardized Residuals



The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	EQ	20.2	-0.79
KNO	IQ	14.6	0.03
CON	IQ	14.0	-0.03

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance

Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
REA	MATH1	9.8	-1.89
MOT	KNO	8.2	-0.01
AWS	MOT	11.5	0.01

The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	CONST	23.2	-1.78
AWS	CONST	18.1	-0.84

TI

Factor Scores Regressions

ETA

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
int	0.64	0.18	0.04	-0.02	0.02	0.03
slope	-0.27	-0.05	0.05	0.29	0.02	0.02

ETA

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
int	0.03	0.03	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
slope	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02

KSI

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
IQ	0.02	0.01	0.02	0.07	0.12	0.15
EQ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

KSI

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
IQ	0.17	0.16	0.10	0.05	0.16	0.08	0.14
EQ	0.00	0.00	0.16	0.09	0.27	0.14	0.24

Standardized Solution

LAMBDA-Y

	int	slope
MATH1	6.16	--
MATH2	6.16	2.85
MATH3	6.16	4.46
MATH4	6.16	6.85

LAMBDA-X

	IQ	EQ
NUM	1.85	--
VER	2.23	--
REA	2.47	--
SPT	2.17	--
KNO	--	0.30

CON	--	0.24
MOT	--	0.28
AWS	--	0.29
WOK	--	0.27

GAMMA

	IQ	EQ
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.00

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.12	0.30	1.00

PSI

	int	slope
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.00

TI

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y

	int	slope
MATH1	0.89	--
MATH2	0.83	0.38
MATH3	0.77	0.56
MATH4	0.73	0.81

LAMBDA-X

	IQ	EQ
NUM	0.58	--
VER	0.71	--
REA	0.73	--
SPT	0.66	--
KNO	--	0.68
CON	--	0.59
MOT	--	0.81
AWS	--	0.71
WOK	--	0.74

GAMMA

	IQ	EQ
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.00

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.13	0.12	0.30	1.00

PSI

	int	slope
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
MATH1	0.20			
MATH2	--	0.33		
MATH3	--	0.12	0.31	
MATH4	--	--	--	0.12

THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
NUM	0.66								
VER	--	0.50							
REA	--	0.12	0.46						
SPT	--	--	--	0.56					
KNO	--	--	--	--	0.53				
CON	--	--	--	--	--	0.65			
MOT	--	--	--	--	--	--	0.35		
AWS	--	--	--	--	--	--	--	0.50	
WOK	--	--	--	--	-0.11	--	--	--	0.45

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
int	0.58	-0.04
slope	0.40	0.00

Time used: 0.031 Seconds

DATE: 6/ 21/2007

TIME: 12:32

L I S R E L 8.54

BY

Karl G. Jöreskog & Dag Sörbom

This program is published exclusively by

Scientific Software International, Inc.

7383 N. Lincoln Avenue, Suite 100

Lincolnwood, IL 60712, U.S.A.

Phone: (800)247-6113, (847)675-0720, Fax: (847)675-2140

Copyright by Scientific Software International, Inc., 1981-2002

Use of this program is subject to the terms specified in the

Universal Copyright Convention.

Website: www.ssicentral.com

(ปรับครั้งที่ 4)

TI

Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	46.95					
MATH2	33.72	56.92				
MATH3	32.62	49.17	68.72			
MATH4	26.02	41.90	52.85	69.58		
NUM	10.86	14.50	15.73	14.64	11.67	
VER	5.31	10.21	11.03	12.17	4.77	9.09
REA	5.98	11.49	12.76	13.68	5.92	6.12
SPT	7.61	10.22	11.21	13.22	4.31	3.93
KNO	0.38	0.65	0.74	0.73	0.37	0.29
CON	0.03	0.10	0.18	0.10	-0.02	0.04
MOT	0.23	0.28	0.45	0.51	0.23	0.18
AWS	0.22	0.47	0.76	0.63	0.30	0.30
WOK	0.17	0.19	0.24	0.17	0.11	0.12

Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	10.99						
SPT	5.34	10.41					
KNO	0.39	0.27	0.18				
CON	0.03	-0.07	0.06	0.16			
MOT	0.18	0.16	0.07	0.06	0.12		
AWS	0.35	0.22	0.10	0.08	0.10	0.19	
WOK	0.08	0.08	0.06	0.06	0.07	0.09	0.13

Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.91	23.03	24.11	26.16	7.69	8.27

Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.12	8.03	3.48	2.87	3.30	3.38	3.12

TI

Number of Iterations = 7

LISREL Estimates (Maximum Likelihood)

Measurement Equations

$$\text{MATH1} = 1.00 + 1.00 \cdot \text{int}, \text{Errorvar.} = 9.73, R = 0.80$$

(2.69)
3.62

$$\text{MATH2} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.00 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 18.22, R = 0.67$$

(1.59)
11.44

$$\text{MATH3} = 1.00 \cdot \text{int} + 1.56 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 19.92, R = 0.69$$

(0.10) (1.78)
14.96 11.18

$$\text{MATH4} = 1.00 \cdot \text{int} + 2.40 \cdot \text{slope}, \text{Errorvar.} = 8.18, R^2 = 0.89$$

(0.21)	(2.67)
11.70	3.06

$$\text{NUM} = 1.00 + 0.75 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.62, R^2 = 0.34$$

(0.015)	(0.48)
48.48	13.68

$$\text{VER} = 0.90 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.01, R^2 = 0.50$$

(0.013)	(0.43)
68.36	11.59

$$\text{REA} = 1.00 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 5.22, R^2 = 0.54$$

(0.47)
11.07

$$\text{SPT} = 0.88 \cdot \text{IQ}, \text{Errorvar.} = 6.05, R^2 = 0.44$$

(0.016)	(0.47)
55.36	12.89

$$\text{KNO} = 1.00 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.097, R^2 = 0.47$$

(0.0081)
11.99

$$\text{CON} = 0.83 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.11, R^2 = 0.35$$

(0.0056)	(0.0080)
146.78	13.92

$$\text{MOT} = 0.95 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.049, R^2 = 0.61$$

(0.0049)	(0.0045)
192.26	10.72

$$\text{AWS} = 0.97 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.093, R^2 = 0.47$$

(0.0058)	(0.0074)
169.27	12.48

$$\text{WOK} = 0.90 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 0.054, R^2 = 0.56$$

(0.0055)	(0.0050)
162.93	10.90

$$\text{Error Covariance for MATH3 and MATH2} = 6.88$$

(1.33)
5.19

$$\text{Error Covariance for REA and VER} = 1.26$$

(0.35)
3.55

$$\text{Error Covariance for AWS and MOT} = 0.014$$

(0.0045)
3.08

$$\text{Error Covariance for WOK and KNO} = -0.02$$

(0.0046)
-4.57

Structural Equations

$$\text{int} = 10.29 + 1.43 \cdot \text{IQ} - 0.70 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 25.88, R^2 = 0.32$$

(3.73)	(0.15)	(1.15)	(3.31)
2.76	9.49	-0.61	7.81

$$\text{slope} = -1.75 + 0.47 \cdot \text{IQ} - 0.093 \cdot \text{EQ}, \text{Errorvar.} = 6.82, R^2 = 0.16$$

(1.94)	(0.086)	(0.59)	(1.55)
-0.90	5.42	-0.16	4.41

Error Covariance for slope and int = -8.54
(1.86)
-4.59

Covariance Matrix of Independent Variables

	IQ	EQ
IQ	6.10 (0.56) 10.85	
EQ	0.22 (0.04) 4.95	0.09 (0.01) 12.65

Covariance Matrix of Latent Variables

	int	slope	IQ	EQ
int	37.97			
slope	-4.56	8.14		
IQ	8.57	2.83	6.10	
EQ	0.25	0.09	0.22	0.09

Mean Vector of Dependent Variables

int	slope
20.88	2.18

Mean Vector of Independent Variables

IQ	EQ
9.10 (0.16) 58.38	3.48 (0.02) 174.64

Goodness of Fit Statistics

Degrees of Freedom = 64

Minimum Fit Function Chi-Square = 191.65 (P = 0.00)

Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 191.76 (P = 0.00)

Chi-Square Difference with 1 Degree of Freedom = 10.44 (P = 0.0012)

Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 127.76

90 Percent Confidence Interval for NCP = (89.94 ; 173.22)

Minimum Fit Function Value = 0.42

Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.28

90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.20 ; 0.38)

Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.066

90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.055 ; 0.077)

P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.0075

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.59

90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.48 ; 0.66)

ECVI for Saturated Model = 0.40

ECVI for Independence Model = 10.66

Chi-Square for Independence Model with 78 Degrees of Freedom = 4867.23

Independence AIC = 4893.23

Model AIC = 271.76

Saturated AIC = 182.00

Independence CAIC = 4959.94

Model CAIC = 477.01
Saturated CAIC = 648.94

Normed Fit Index (NFI) = 0.96
Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.97
Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.79
Comparative Fit Index (CFI) = 0.97
Incremental Fit Index (IFI) = 0.97
Relative Fit Index (RFI) = 0.95

Critical N (CN) = 224.25

Root Mean Square Residual (RMR) = 1.42
Standardized RMR = 0.080
Goodness of Fit Index (GFI) = 0.94
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.92
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.66

TI

Fitted Covariance Matrix

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	47.69					
MATH2	33.40	55.19				
MATH3	30.83	45.87	63.50			
MATH4	27.00	41.98	50.42	71.15		
NUM	6.41	8.53	9.72	11.50	10.04	
VER	7.73	10.28	11.72	13.86	4.12	9.97
REA	8.57	11.40	12.99	15.36	4.56	6.76
SPT	7.54	10.03	11.43	13.51	4.01	4.84
KNO	0.25	0.34	0.39	0.47	0.16	0.19
CON	0.20	0.28	0.32	0.39	0.13	0.16
MOT	0.24	0.32	0.37	0.45	0.15	0.18
AWS	0.24	0.33	0.38	0.46	0.16	0.19
WOK	0.22	0.31	0.35	0.42	0.14	0.17

Fitted Covariance Matrix

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	11.32						
SPT	5.36	10.77					
KNO	0.22	0.19	0.18				
CON	0.18	0.16	0.07	0.17			
MOT	0.20	0.18	0.08	0.07	0.13		
AWS	0.21	0.18	0.08	0.07	0.09	0.17	
WOK	0.19	0.17	0.06	0.06	0.07	0.07	0.12

Fitted Means

MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
21.88	23.06	24.29	26.11	7.81	8.21

Fitted Means

REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
9.10	8.01	3.48	2.87	3.30	3.39	3.12

Fitted Residuals						
	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
MATH1	-0.74					
MATH2	0.32	1.73				
MATH3	1.79	3.31	5.25			
MATH4	-0.98	-0.09	2.42	-1.57		
NUM	4.44	5.97	6.03	3.13	1.64	
VER	-2.42	-0.07	-0.70	-1.68	0.65	-0.88
REA	-2.59	0.09	-0.23	-1.68	1.36	-0.63
SPT	0.07	0.20	-0.22	-0.29	0.30	-0.91
KNO	0.14	0.31	0.35	0.26	0.21	0.09
CON	-0.18	-0.19	-0.15	-0.29	-0.15	-0.12
MOT	-0.01	-0.04	0.08	0.06	0.08	-0.01
AWS	-0.02	0.13	0.38	0.17	0.14	0.11
WOK	-0.05	-0.12	-0.11	-0.25	-0.04	-0.06

Fitted Residuals						
	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
REA	-0.33					
SPT	-0.03	-0.36				
KNO	0.18	0.08	-0.01			
CON	-0.15	-0.22	-0.01	-0.01		
MOT	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	
AWS	0.14	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02
WOK	-0.12	-0.09	0.00	0.00	0.00	0.01 0.00

Fitted Residuals for Means					
	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----
	0.02	-0.03	-0.18	0.05	-0.12 0.05

Fitted Residuals for Means						
	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00 0.00

Standardized Residuals for Means					
	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM VER
-----	-----	-----	-----	-----	-----
	0.74	-0.30	-1.68	1.76	-4.82 2.79

Standardized Residuals for Means						
	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS WOK
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	0.97	1.02	0.82	1.35	1.53	-3.37 -0.89

Summary Statistics for Fitted Residuals

Smallest Fitted Residual = -2.59
Median Fitted Residual = -0.01
Largest Fitted Residual = 6.03

Stemleaf Plot

```

- 2|64
- 1|7760
- 0|9977643333222222111111111000000000000000000000000
0|1111111111112222333347
1|4678
2|4
3|13
4|4
5|2
6|00

```

Standardized Residuals

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
MATH1	-2.40					
MATH2	0.81	1.20				
MATH3	1.58	2.64	2.69			
MATH4	-2.09	-0.08	2.87	-2.93		
NUM	5.87	6.81	6.44	3.44	4.82	
VER	-4.04	-0.10	-0.87	-2.34	1.94	-2.79
REA	-4.39	0.12	-0.28	-2.38	3.94	-3.09
SPT	0.10	0.24	-0.25	-0.35	0.81	-3.02
KNO	1.46	2.76	2.85	2.28	3.82	1.88
CON	-1.73	-1.55	-1.15	-2.29	-2.82	-2.27
MOT	-0.09	-0.52	0.89	0.82	1.77	-0.20
AWS	-0.24	1.21	3.16	1.52	2.66	2.33
WOK	-0.78	-1.38	-1.20	-3.10	-0.81	-1.47

Standardized Residuals

	REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
REA	-0.97						
SPT	-0.09	-1.02					
KNO	3.45	1.52	-0.82				
CON	-2.80	-4.08	-1.82	-1.35			
MOT	-0.63	-0.57	-2.01	-1.55	-1.53		
AWS	2.74	0.72	1.82	0.95	2.38	3.37	
WOK	-2.90	-2.14	-0.20	-0.01	0.25	2.47	0.89

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -4.39
 Median Standardized Residual = -0.09
 Largest Standardized Residual = 6.81

Stemleaf Plot

- 4|410
 - 2|1109988844333110
 - 0|876555432200988866543222211110
 0|112278889992255568899
 2|33456777889244489
 4|89
 6|48

Largest Negative Standardized Residuals

Residual for MATH4 and MATH4 -2.93
 Residual for VER and MATH1 -4.04
 Residual for VER and VER -2.79
 Residual for REA and MATH1 -4.39
 Residual for REA and VER -3.09
 Residual for SPT and VER -3.02
 Residual for CON and NUM -2.82
 Residual for CON and REA -2.80
 Residual for CON and SPT -4.08
 Residual for WOK and MATH4 -3.10
 Residual for WOK and REA -2.90

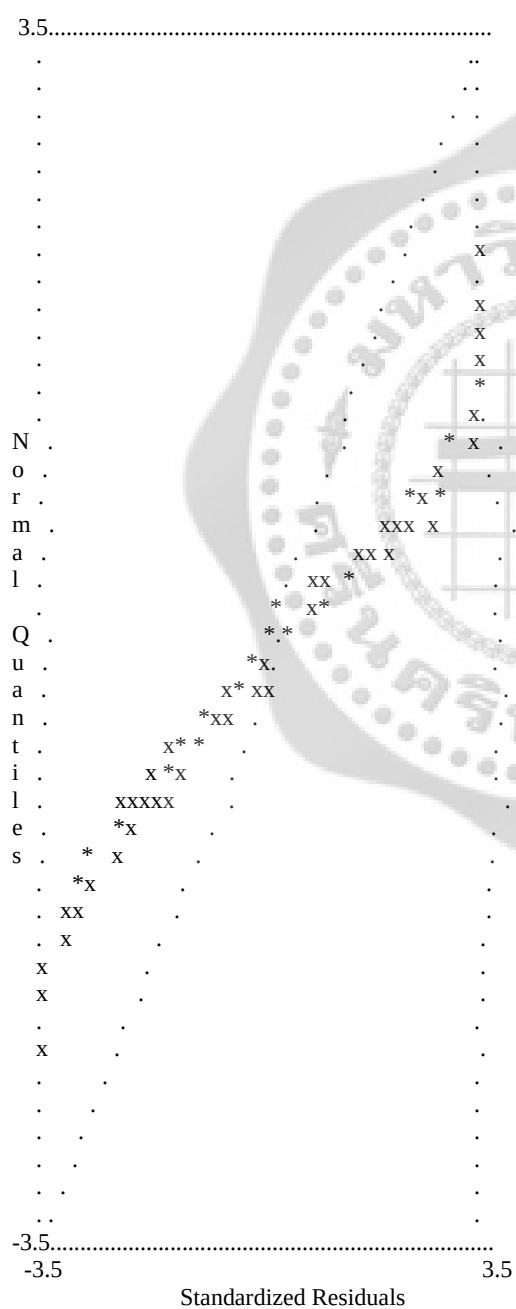
Largest Positive Standardized Residuals

Residual for MATH3 and MATH2 2.64
 Residual for MATH3 and MATH3 2.69
 Residual for MATH4 and MATH3 2.87
 Residual for NUM and MATH1 5.87
 Residual for NUM and MATH2 6.81
 Residual for NUM and MATH3 6.44
 Residual for NUM and MATH4 3.44

Residual for	NUM and	NUM	4.82
Residual for	REA and	NUM	3.94
Residual for	KNO and	MATH2	2.76
Residual for	KNO and	MATH3	2.85
Residual for	KNO and	NUM	3.82
Residual for	KNO and	REA	3.45
Residual for	AWS and	MATH3	3.16
Residual for	AWS and	NUM	2.66
Residual for	AWS and	REA	2.74
Residual for	AWS and	AWS	3.37

TI

Qplot of Standardized Residuals



The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	EQ	20.2	-0.79
KNO	IQ	14.5	0.03
CON	IQ	14.0	-0.03

The Modification Indices Suggest to Add an Error Covariance

Between	and	Decrease in Chi-Square	New Estimate
REA	MATH1	9.8	-1.89

The Modification Indices Suggest to Add the

Path to	from	Decrease in Chi-Square	New Estimate
NUM	CONST	23.2	-1.77
AWS	CONST	11.7	-0.70

TI

Factor Scores Regressions

ETA		MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
int		0.64	0.18	0.04	-0.02	0.02	0.03
slope		-0.27	-0.05	0.05	0.29	0.02	0.02

ETA		REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
int		0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
slope		0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

KSI		MATH1	MATH2	MATH3	MATH4	NUM	VER
IQ		0.02	0.01	0.02	0.07	0.12	0.15
EQ		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

KSI		REA	SPT	KNO	CON	MOT	AWS	WOK
IQ		0.17	0.16	0.12	0.06	0.13	0.06	0.17
EQ		0.00	0.00	0.19	0.10	0.22	0.10	0.29

TI
Standardized Solution

LAMBDA-Y		
	int	slope
MATH1	6.16	--
MATH2	6.16	2.85
MATH3	6.16	4.46
MATH4	6.16	6.85

LAMBDA-X		
	IQ	EQ
NUM	1.85	--
VER	2.23	--
REA	2.47	--
SPT	2.17	--
KNO	--	0.29
CON	--	0.24
MOT	--	0.28
AWS	--	0.29
WOK	--	0.26

GAMMA

	IQ	EQ
int	0.57	-0.03
slope	0.40	-0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.14	0.11	0.30	1.00

PSI

	int	slope
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
int	0.57	-0.03
slope	0.40	-0.01

TI

Completely Standardized Solution

LAMBDA-Y

	int	slope
MATH1	0.89	--
MATH2	0.83	0.38
MATH3	0.77	0.56
MATH4	0.73	0.81

LAMBDA-X

	IQ	EQ
NUM	0.58	--
VER	0.71	--
REA	0.73	--
SPT	0.66	--
KNO	--	0.69
CON	--	0.59
MOT	--	0.78
AWS	--	0.68
WOK	--	0.75

GAMMA

	IQ	EQ
int	0.57	-0.03
slope	0.40	-0.01

Correlation Matrix of ETA and KSI

	int	slope	IQ	EQ
int	1.00			
slope	-0.26	1.00		
IQ	0.56	0.40	1.00	
EQ	0.14	0.11	0.30	1.00

PSI

	int	slope
int	0.68	
slope	-0.49	0.84

THETA-EPS

	MATH1	MATH2	MATH3	MATH4
MATH1	0.20			
MATH2	--	0.33		
MATH3	--	0.12	0.31	
MATH4	--	--	--	0.11

THETA-DELTA

	NUM	VER	REA	SPT	KNO	CON
NUM	0.66					
VER	--	0.50				
REA	--	0.12	0.46			
SPT	--	--	--	0.56		
KNO	--	--	--	--	0.53	
CON	--	--	--	--	--	0.65
MOT	--	--	--	--	--	--
AWS	--	--	--	--	--	--
WOK	--	--	--	--	-0.14	--

THETA-DELTA

	MOT	AWS	WOK
MOT	0.39		
AWS	0.09	0.53	
WOK	--	--	0.44

Regression Matrix ETA on KSI (Standardized)

	IQ	EQ
int	0.57	-0.03
slope	0.40	-0.01

Time used: 0.047 Seconds

ประวัติย่อผู้วิจัย



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายธีรยุทธ ภูเข
วันเดือนปีเกิด	21 สิงหาคม 2515
สถานที่เกิด	อ.สุวรรณบุรี จ. ชัยนาท
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	175/1 ซ.สุวรรณบุรี 4 ต.แพรภคศรีราชา อ.สุวรรณบุรี จ. ชัยนาท
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครูชำนาญการ โรงเรียนบ้านหนองตะขบ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหนองตะขบ กิ่ง อ.หนองมะโมง จ.ชัยนาท

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2533	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนครูประชาสรรค์ อ.สุวรรณบุรี จ. ชัยนาท
พ.ศ. 2537	ครุศาสตรบัณฑิต(การประถมศึกษา-โครงการคุรุทายาท) จาก สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร
พ.ศ. 2541	ครุศาสตรมหาบัณฑิต(การวัดและประเมินผลการศึกษา) จาก จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2550	การศึกษาดุษฎีบัณฑิต(การทดสอบและวัดผลการศึกษา) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ