

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นักวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ได้ให้ความสนใจในปัญหาวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง การพัฒนา การเจริญเติบโต เช่น สนใจศึกษาว่านักเรียนเรียนรู้เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงไร สนใจศึกษาว่าพัฒนาการของเด็กเพิ่มขึ้นเป็นเท่าไร สนใจศึกษาระดับความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ เป็นต้น ปัญหาวิจัยเหล่านี้ต้องใช้วิธีการวิจัยที่มีการเก็บข้อมูลระยะยาว (longitudinal data) และเก็บข้อมูลโดยการวัดซ้ำ จากกลุ่มตัวอย่างเดิม โดยการใช้เครื่องมือวัดชุดเดิม

การศึกษาขนาดของการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้เป็นเรื่องที่นักวัดผลการศึกษาสนใจศึกษา และการเรียนรู้คือความเจริญงอกงามหรือมีพัฒนาการ การวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ จึงเป็นกระบวนการวัดความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นก่อนการเรียนรู้ กับพฤติกรรมหลังการเรียนรู้ เพื่อศึกษาประสิทธิผลการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นว่าส่งผลให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด นอกจากนี้จะประเมินว่าผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ และมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร จุดมุ่งหมายที่สำคัญในการวัดการเปลี่ยนแปลงก็คือ 1) เพื่อที่จะวัดและวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลง 2) เพื่อศึกษาว่าโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามในการวัดครั้งที่หนึ่ง มีลักษณะเปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างจากโมเดลในการวัดครั้งที่สองหรือไม่ 3) เพื่อศึกษาว่าขนาดของสัมประสิทธิ์การถดถอยมีการแปรเปลี่ยนหรือมีความคงที่ระหว่างการวัดแต่ละครั้งหรือไม่ 3) เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงว่ามีการแปรเปลี่ยนหรือมีความคงที่ และ 4) เพื่อตรวจสอบว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่เป็นตัวส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ได้ในตัวผู้เรียน เป็นต้น

ในระยะแรกการวัดพัฒนาการเรียกชื่อว่า “คะแนนความเปลี่ยนแปลง (change score)” นักวิจัยต่างมุ่งพัฒนา การประมาณค่าคะแนนความเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล การวัดพัฒนาการแบบดั้งเดิมแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 260) คือ

1. การวัดคะแนนเพิ่ม (gain scores) หรือคะแนนผลต่าง (difference score) หรือคะแนนความเปลี่ยนแปลง (change scores) การวัดคะแนนเพิ่ม เป็นการวัดความเปลี่ยนแปลงจากผลต่างของคะแนนการวัดครั้งหลังกับการวัดครั้งแรก วิธีนี้ต้องมีข้อดanglingเบื้องต้นว่าคะแนนการวัดแต่ละครั้งประกอบด้วย คะแนนจริง (true score) และความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error) โดยในการวัดทั้งสองครั้งค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดไม่แตกต่างกัน ถ้าข้อมูลสอดคล้องกับข้อดangling

เบื้องต้น จะหาค่าของคะแนนเพิ่มได้จากผลต่างระหว่างคะแนนการวัดครั้งหลัง กับคะแนนการวัดครั้งแรก

2. การวัดคะแนนส่วนเหลือหรือคะแนนเศษเหลือ (residual score) เพื่อแก้ไขจุดอ่อนในการวัดคะแนนเพิ่มที่ไม่คำนึงถึงคะแนนเดิมที่ใช้เป็นฐาน นักวัดผลการศึกษาได้พัฒนาวิธีการวัดความเปลี่ยนแปลงโดยอิงสถิติวิเคราะห์ประเภท การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม มาใช้ประโยชน์ การวัดการเปลี่ยนแปลงวิธีนี้ นักวิจัยต้องใช้การวิเคราะห์ถดถอย โดยมีการวัดครั้งหลังเป็นตัวแปรตาม การวัดครั้งแรกเป็นตัวแปรต้น จากสมการถดถอยจะได้ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยในการวัดครั้งหลัง นำมาคำนวณหาคะแนนความเปลี่ยนแปลงที่เป็นคะแนนส่วนที่เหลือ จากผลต่างระหว่างคะแนนการวัดครั้งหลัง กับค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยคะแนนการวัดครั้งหลัง

คะแนนส่วนเหลือนับว่าเป็นคะแนนเพิ่มที่ไม่มีปัญหาเรื่องคะแนนในการวัดครั้งแรก จึงมีชื่อเรียกว่าคะแนนที่เป็นอิสระจากการวัดครั้งแรกเป็นฐาน (base free measure) ในกรณีที่นักเรียน 2 คน มีคะแนนการวัดครั้งแรกต่างกัน คนแรกได้ 10 คะแนน คนที่สองได้ 80 คะแนน แม้ว่าทั้งสองคนมีคะแนนเพิ่มเท่ากับ 10 คะแนนเหมือนกัน เมื่อนำมาคำนวณด้วยคะแนนส่วนที่เหลือ จะได้ผลต่างกัน โดยที่คนหลังจะมีคะแนนส่วนเหลือสูงกว่าคนแรก

3. การวัดคะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ (relative gain score) เป็นวิธีการที่ได้รับการเสนอ โดยศิริชัย กาญจนวาสี (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2532, อ้างถึงใน อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไถ, 2541, หน้า 3) ได้ให้เหตุผลประกอบว่าเพื่อลดปัญหาการถดถอยเข้าสู่ส่วนกลาง และวิธีการนี้คำนึงถึงอัตราพัฒนาการเนื่องจากได้นำทั้งความเปลี่ยนแปลงสัมบูรณ์ และความเปลี่ยนแปลงที่น่าจะพัฒนาได้ของแต่ละคนมาคิด เป็นการแก้ปัญหาคัดค้านเรื่องอิทธิพลเพดาน ในการวัดคะแนนเพิ่ม โดยคำนวณคะแนนเพิ่มเป็นสัดส่วนของศักยภาพที่นักเรียนแต่ละคนจะทำได้ คะแนนเพิ่มสัมพัทธ์ จึงหาได้จากอัตราส่วนของคะแนนเพิ่ม กับผลต่างระหว่างคะแนนเต็ม กับคะแนนการวัดครั้งแรก

4. การวัดคะแนนเพิ่มมาตรฐาน (standardized measure of change) เบอร์และเนสเซลโรส (Burr & Nesselrode, 1990, อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 263) เสนอวิธีการวัดคะแนนเพิ่มที่ทำให้เป็นคะแนนมาตรฐานหรือคะแนนเพิ่มมาตรฐาน ว่าเป็นวิธีการวัดคะแนนเพิ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการวัดซ้ำ 2 ครั้ง ที่มีสเกลการวัดต่างกัน ค่าคะแนนเพิ่มมาตรฐาน หาได้จากค่าลอการิทึมธรรมชาติ (natural logarithm = ln) ของอัตราส่วนระหว่างการวัดครั้งที่สอง กับการวัดครั้งแรก

การวัดคะแนนความเปลี่ยนแปลงที่เสนอมาทั้ง 4 วิธี ได้รับการวิจารณ์ว่าเป็นวิธีการที่ยังมีจุดอ่อน และมีความคิดเห็นเชิงแย้งในประเด็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ซึ่งกัทแมนและโรโกซา

(Gottman, 1995 & Rogosa, 1995, อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542, หน้า 263) ได้อธิบายความเข้าใจที่ยังคลาดเคลื่อนและแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน รวม 5 ประเด็นดังนี้

1. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า การถดถอยเข้าหาค่าเฉลี่ยเป็นปัญหาหลักเฉียงไม่ได้ ความเข้าใจที่ถูกต้องคือ การถดถอยเข้าหาค่าเฉลี่ยเกิดขึ้น เพราะใช้คะแนนมาตรฐานแทนคะแนนดิบในการวัดคะแนนเพิ่ม และเกิดขึ้นเมื่อสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเพิ่มและคะแนนการวัดครั้งแรกเป็นลบ เมื่อใช้คะแนนดิบจะได้คะแนนออกห่างจากค่าเฉลี่ยด้วย ปัญหานี้จึงเป็นปัญหา

2. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า คะแนนเพิ่มขาดความคงเส้นคงวา ความเข้าใจที่ถูกต้องคือ คะแนนเพิ่มมีความคงเส้นคงวา จากการตรวจสอบความเที่ยงแบบวัดซ้ำ โรโกซา (Rogosa, 1995) สนับสนุนว่า วิธีการวัดคะแนนเพิ่มเป็นคะแนนที่เหมาะสมสำหรับการวัดการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการวัดซ้ำเพียง 2 ครั้ง วิธีการวัดคะแนนส่วนเหลือเป็นคะแนนที่ไม่เหมาะสมในการวัดการเปลี่ยนแปลง และทำให้สับสนในการตีความ

3. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า การวัดคะแนนส่วนเหลือตามหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการวัดความเปลี่ยนแปลง ความเข้าใจที่ถูกต้องคือ คะแนนส่วนเหลือตามหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมไม่สะท้อนคะแนนความเปลี่ยนแปลง โรโกซา (Rogosa, 1995) แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยจากสมการถดถอยที่มีการวัดครั้งที่ 3 เป็นตัวแปรตาม และคะแนนการวัดครั้งที่ 1 และ 2 เป็นตัวแปรต้นนั้น ไม่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับข้อมูลการวัดไม่ว่าครั้งใด ดังนั้นการใช้คะแนนการวัดครั้งแรกมาเป็นฐานในการวัดคะแนนส่วนเหลือ จึงเป็นวิธีการที่ทำให้ได้ข้อสรุปไม่ตรงกับคะแนนการวัดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ ยังตั้งข้อสังเกตว่า วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้คะแนนการวัดครั้งแรกเป็นตัวแปรร่วม (covariate) เป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสม

4. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า การวัดซ้ำสองครั้งเพียงพอที่จะวัดการเปลี่ยนแปลง กัทแมน (Gottman, 1995) และโรโกซา (Rogosa, 1995) สรุปว่า แม้ว่าข้อมูลระยะยาวที่มีการวัดซ้ำ 2 ครั้ง เป็นประโยชน์ต่อการวัดความเปลี่ยนแปลง แต่ไม่เพียงพอที่จะวัดความเปลี่ยนแปลง ได้ถูกต้อง เพราะความเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการนั้น อาจเป็นได้ทั้งแบบเส้นตรงและเส้นโค้ง ถ้ามีข้อมูลการวัดเพียง 2 ครั้ง จะใช้ได้เหมาะสมเฉพาะกรณีคะแนนเพิ่มเป็นเส้นตรง และอัตราการเพิ่มคงที่ทุกช่วงเวลา แต่ข้อดกลงเบื้องต้นที่ว่านี้อ่อนมาก เพราะในความเป็นจริงอัตราการเพิ่มมีค่าไม่คงที่และลักษณะของคะแนนความเปลี่ยนแปลงมักจะเป็นเส้นโค้ง การวัดคะแนนพัฒนาการหรือความเปลี่ยนแปลง จึงควรมีการวัดอย่างน้อย 3 ครั้ง

5. ความเข้าใจคลาดเคลื่อนว่า คะแนนเพิ่มและคะแนนการวัดครั้งแรกมีความสัมพันธ์

ทางลบ โรโกซา (Rogosa, 1995) ได้แสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเพิ่มและคะแนนการวัดครั้งแรกอาจเป็นศูนย์ หรือเป็นบวกก็ได้ขึ้นอยู่กับจุดเวลาที่ทำการวัดครั้งแรก

จากข้อวิจารณ์ทั้ง 5 ข้อนี้ ประเด็นสำคัญอยู่ที่ลักษณะข้อมูล โดยที่การวัดพัฒนาการในตัวบุคคลแต่ละบุคคล อาจมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งก็ได้ แสดงให้เห็นว่า การวัดคะแนนพัฒนาการหรือคะแนนความเปลี่ยนแปลงจากการวัดซ้ำ 2 ครั้ง ให้ผลไม่ถูกต้องสมบูรณ์เท่ากับการวัดซ้ำ 3 ครั้ง เพราะการวัดซ้ำ 2 ครั้ง จะตรวจสอบได้เฉพาะกรณีโมเดลเป็นแบบเส้นตรงเท่านั้น ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงวัดตัวแปรที่ศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยวัดจากตัวบ่งชี้ 2 ตัวคือ ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการวัดซ้ำจำนวน 4 ครั้ง

นักการศึกษาได้พัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ที่ได้จากการเก็บข้อมูลมากกว่าสองครั้ง เรียกว่า การวัดพัฒนาการ เป็นโมเดลการวัดในรูปสมการ โครงสร้าง เป็นวิธีการที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างกว้างขวางและครอบคลุม มีความชัดเจนและสามารถอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบได้อย่างลึกซึ้ง และคำนึงถึงความคลาดเคลื่อนในการวัด การวัดพัฒนาการที่มีการเก็บข้อมูลมากกว่าสองครั้ง มีหลายแนวคิด ได้แก่ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง (latent growth curve model) โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (hierarchical linear model) เป็นต้น

สำหรับในประเทศไทยเมื่อวิเคราะห์จากเอกสารที่ศึกษา พบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวมี 3 ลักษณะคือ ลักษณะแรก การวัดพัฒนาการด้วยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว เช่น การเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดลลิสมรต 3 แบบ (ประสิทธิ์ ไชยกาล, 2539) เป็นต้น ลักษณะที่สอง การวัดพัฒนาการโดยโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง เช่น การศึกษาพัฒนาการทางกายและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไถ, 2541) การศึกษาการขาดหายของข้อมูล ช่วงเวลาการวัดและจำนวนครั้งที่วัด (มนต์ทิศา ไชยแก้ว, 2542) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ (อัญชลี สิทธิกุลธร, 2543) เป็นต้น และลักษณะที่สาม การวัดพัฒนาการโดยโมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น เช่น การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ (วีระศักดิ์ คำล้าน, 2540) การวิเคราะห์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อม (สุภารัตน์ เรือจันทิก, 2542) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ (สมถวิล วิจิตรวรรณ, 2543) เป็นต้น

จะเห็นว่างานวิจัยในลักษณะการวัดพัฒนาการแนวใหม่กำลังได้รับความสนใจจากนักวิจัย สำหรับการวัดพัฒนาการโดยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ยังไม่พบว่ามี

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และจากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาเกี่ยวกับการวัดพัฒนาการทั้งหมดที่กล่าวมา จึงเป็นประเด็นที่ผู้วิจัยสนใจ ที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรถที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อระบบการศึกษา เช่น ทางด้านการวัดผลและประเมินผลนักเรียน โดยใช้โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสรถที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย โมเดลลิสรถที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสรถที่ 1) โมเดลลิสรถที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลลิสรถที่ 2) และ โมเดลลิสรถที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลลิสรถที่ 3)
2. เพื่อสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

### สมมติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัยไว้ 3 ข้อดังนี้

จากแนวคิดการวัดพัฒนาการ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของประสิทธิ์ ไชยกาล, (2539) ที่ศึกษา โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว พบว่าโมเดลนี้มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลา รวมทั้งมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำ รองลงไปคือ โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว เพราะโมเดลนี้ใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้ และถือว่าเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ซึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้

จากงานวิจัยของวิลเลท และ เซเยอร์ (Willett & Sayer, 1994) ศึกษาการใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมในการศึกษาพัฒนาการ และเปรียบเทียบโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง 3 โมเดล เป็นโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว โมเดลแรกกำหนดความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดเท่ากัน โมเดลสองประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดอย่างเป็นอิสระ และโมเดลสามประมาณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในการวัดอย่างเป็นอิสระและสัมพันธ์กัน พบว่า โมเดลสามมีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงมา คือโมเดลสอง โมเดลแรก ตามลำดับ

จากงานวิจัยของสมถวิล วิจิตรวรรณ (2543) ศึกษาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง โมเดลพหุระดับ และโมเดลกึ่งซิมเพิลกซ์ ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ พบว่า โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่ใช้อธิบายการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งชนิดตัวแปรเดี่ยวและตัวแปรพหุ รองลงมาคือ โมเดลกึ่งซิมเพิลกซ์ที่มีตัวแปรแฝงพัฒนาการ และโมเดลพหุระดับ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงตั้งเป็นสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 ประสิทธิภาพของโมเดลการวัดที่ได้จาก โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงสุด รองลงไปคือโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1) ตามลำดับ

สืบเนื่องจากสมมติฐานข้อ 1 สำหรับโมเดลลิสเรลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว โมเดลลิสเรลที่ 1 และโมเดลลิสเรลที่ 3 วัดองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว โมเดลลิสเรลที่ 2 วัดองค์ประกอบเปลี่ยนแปลงด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว สำหรับการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะทำให้การวัดองค์ประกอบมีความคงเส้นคงวาสูง ทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวซึ่งจะส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบมีค่าสูงด้วย จำนวนตัวบ่งชี้ต่อองค์ประกอบหรือตัวแปรแฝง มีผลต่อโอกาสในการเกิดผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง การที่มีตัวบ่งชี้ต่อองค์ประกอบ 1 ตัว จะก่อให้เกิดผลการวิเคราะห์ที่ไม่ถูกต้อง และมีโอกาสที่จะทำให้โมเดลระบุความเป็นได้ค่าเดียวไม่พอดี (under identified model) และจะไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลได้ และจากผลการศึกษาของประสิทธิ์ ไชยกาล (2539) พบว่า โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะโมเดลลิสเรลนี้มีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำสุด รองลงไปได้แก่ โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูป

โมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว และ โมเดลลิสมรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง  
ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงตั้ง  
เป็นสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 2 ประสิทธิภาพของโมเดลลิสมรลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง  
แปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ได้จากโมเดลลิสมรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง  
แปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลลิสมรลที่ 3) มี  
ประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงไปคือ โมเดลลิสมรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐาน  
การวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลลิสมรลที่ 1) และ โมเดลลิสมรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลง  
แปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลลิสมรลที่ 2)  
ตามลำดับ

จากการศึกษาทฤษฎีและกรอบแนวคิดของ ไทซัคดี และ เมอริดิท (Tisak & Meredith,  
1990) และ เรคอฟ (Raykov, 1994) ที่ใช้ในการศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ของผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยทำการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทาง  
การเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือ ตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัด  
ครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4  
และ โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้  
2 ตัว (โมเดลการวัดที่ 3) น่าจะมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงพัฒนาโมเดลการวัดที่ 3 เพื่อนำ  
ไปสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึง  
ตั้งเป็นสมมติฐาน ดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 3 ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์  
น่าจะมาจากโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วย  
ตัวบ่งชี้ 2 ตัว (โมเดลการวัดที่ 3) โดยการวิเคราะห์จากตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบ  
เปลี่ยนแปลง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4  
และตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ในเชิงวิชาการที่ได้รับ คือ เป็นการนำวิธีวิทยาการวิจัยแนวใหม่มาใช้กับ  
งานวิจัย เป็นการสร้างแนวคิดวิธีการวัดพัฒนาการ โดยการวัดซ้ำ เป็นการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่  
และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง เพียงตรง และตอบคำถาม

การวิจัยได้ลึกกว่าวิธีการที่ใช้ในอดีต ได้สารสนเทศที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนและการประยุกต์ใช้ในการวัดผลประเมินผลการศึกษาต่อไป

2. ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ คือ ผลการวิจัยครั้งนี้จะได้นำนักความสำคัญขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และนำมารวมเป็นค่าคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาทางการจัดการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการเลือกโมเดลเพื่อใช้ศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและโมเดลลิสเรลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ซึ่งเป็นกระบวนการวัดพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และได้รับอิทธิพลทางการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

### ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของ ไทซัคดี และเมอร์ดิท (Tisak & Meredith, 1990, p. 107) เรคอฟ (Raykov, 1994, p. 63) และเพื่อสร้างตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา เกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบคือ ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดและโมเดลลิสเรลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดัชนีที่สามารถระบุอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดัชนีตรวจสอบความคงที่ของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบในโมเดลการวัด ดัชนีตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบระหว่างกลุ่มนักเรียนในโมเดลการวัด ดัชนีตรวจสอบความคงที่ของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในโมเดลลิสเรล ดัชนีตรวจสอบความไม่แปรเปลี่ยนของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลลิสเรลระหว่างกลุ่มนักเรียน

#### 2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรภายนอกแฝง ได้แก่ ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวบ่งชี้การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวบ่งชี้เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

2.2 ตัวแปรภายในแฝง ได้แก่ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ วัดได้จากตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์



## ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวคิดในการวัดพัฒนาการด้วยโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ผู้วิจัยวัดตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยการวัดซ้ำ 4 ครั้ง คือตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์และตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการขององค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจน เนื่องจากตัวแปรที่ผู้วิจัยนำมาศึกษาเป็นตัวแปรที่สามารถวัดพฤติกรรมการเปลี่ยนแปลงได้ ภายในระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาห่างของการวัดตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งนาน 3 สัปดาห์ และวัดตัวแปรภายนอกที่ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 1 ครั้ง คือตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (baseline longitudinal factor analysis model) หมายถึง โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปสมการโครงสร้างตามแนวคิดของ ไทสัคคี และเมอร์ดิท (Tisak & Meredith, 1990, p. 107) เรคอฟ (Raykov, 1994, p. 63) ที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาว โดยทำการวัดองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือวัดตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง และวัดตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง
2. โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (longitudinal factor analysis with single indicator) หมายถึง โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลโครงสร้างพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงวัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ตามแนวคิดของ ไทสัคคี และเมอร์ดิท (Tisak & Meredith, 1990, p. 107) เรคอฟ (Raykov, 1994, p. 63) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาว โดยทำการวัดองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง ด้วยตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และวัดองค์ประกอบการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง ด้วยตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์
3. โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว (longitudinal factor analysis with several indicators) หมายถึง โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลโครงสร้างพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว ตามแนวคิดของ

ไทศักดิ์ และเมอริديث (Tisak & Meredith, 1990, p. 107) เรคอฟ (Raykov, 1994, p. 63) ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาว โดยทำการวัดองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ 4 ครั้ง ด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือตัวบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และตัวบ่งชี้การกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์

4. โมเดลลิตรเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว หมายถึง โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว กับตัวแปรภายนอกแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

5. โมเดลลิตรเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว หมายถึง โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงอยู่ในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว กับตัวแปรภายนอกแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

6. โมเดลลิตรเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว หมายถึง โมเดลที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดองค์ประกอบการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ 2 ตัว กับตัวแปรภายนอกแฝงที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง

7. ตัวบ่งชี้คะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่ใช้บ่งบอกคะแนนพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งได้จากผลคูณระหว่างน้ำหนักตามความสำคัญของตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4

8. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในด้านความสำคัญและคุณประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกดต่อวิชาคณิตศาสตร์ และด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วม ในงานวิจัยนี้หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากแบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดย จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541)

9. การรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การที่บุคคลตัดสินความสามารถของตนเองในการกระทำที่เฉพาะเจาะจงและในสถานการณ์ทั่วไปในวิชาคณิตศาสตร์ โดยบุคคลจะตัดสินความสามารถของตนเองทั้งจากพฤติกรรมเฉพาะและทั้งจากสถานการณ์ทั่วไปในวิชาคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น ในงานวิจัยนี้หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากแบบวัดการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดย จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541)

10. การกำกับตนเองในการเรียน หมายถึง การที่ผู้เรียนมีกลวิธีการรู้คิดของตนเองที่จะวางแผน เตือนและปรับความคิดของตนเอง มีการจัดการและควบคุมความพยายามของตนเอง รวมทั้งการใช้กลวิธีทางปัญญาในการเรียนรู้ ในงานวิจัยนี้หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากแบบวัดการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ ที่ จิราภรณ์ กุณสิทธิ์ (2541) ได้ดัดแปลงจาก แบบวัดการกำกับตนเองในการเรียน ของ วัฒนา เตชะโกมล (2540)

11. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยนี้หมายถึง ค่าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ (ค 012) ที่สร้างขึ้นโดย เพ็ญสุดา จันทร์ (2541)

12. ข้อมูลเชิงประจักษ์ หมายถึง ปริมาณของตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 ตัวแปรการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์ที่วัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 ตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ที่วัด 1 ครั้ง และตัวแปรเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่วัด 1 ครั้ง