

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลง 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระ 3 แบบที่ใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่เปลี่ยนแปลงกับตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวนทั้งสิ้น 808 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบวัด 3 ฉบับได้แก่แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ทางตรง และแบบวัดความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์ การดำเนินการวิจัยนั้นเป็นการศึกษาในระยะยาวโดยดำเนินการเก็บข้อมูลตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และตัวแปรด้านเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์จากการวัดทางตรง 3 ครั้งในช่วงระยะเวลาห่างกันประมาณ 1 เดือน ส่วนตัวแปรด้านความถนัดทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นดำเนินการวัดเพียงครั้งเดียวในช่วงก่อนปิดภาคเรียนที่ 2 ประมาณ 1 เดือน ผลการวิจัยสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงพบว่า โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลการวัดที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ทั้งนี้เพราะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลา รวมทั้งมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำที่สุดด้วย รองลงไปคือโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) ทั้งนี้ถึงแม้ว่าการวัดจะมีความคลาดเคลื่อนในการวัดสูงที่สุดก็ตามแต่เนื่องจากโมเดลใช้ประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้ จึงถือได้ว่าโมเดลมีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลการวัดที่ 1) ซึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาได้ถึงแม้ว่าความคลาดเคลื่อนในการวัดจะมีค่าต่ำก็ตาม ข้อสรุปจากการวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะมีประสิทธิภาพในการวัดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาวได้ดีที่สุด รองลงไปคือโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว และสุดท้ายคือโมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว ทั้งนี้เพราะโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ

ระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบได้ทั้งที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาและที่เกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาได้ ส่วนโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวสามารถอธิบายได้เพียงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในขณะที่โมเดลพื้นฐานของการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวสามารถอธิบายได้เพียงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างช่วงเวลาเท่านั้น

2. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงกับองค์ประกอบอื่นที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง สรุปได้ว่า จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระด้วยเกณฑ์ทั้งสองเกณฑ์จึงสามารถสรุปได้ว่า โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว (โมเดลอิสระที่ 3) มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะนอกเหนือไปจากความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าต่ำที่สุดแล้วยังให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้อีกด้วย รองลงไปคือ โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (โมเดลอิสระที่ 1) ถึงแม้ว่าจะให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่มีความไม่แปรเปลี่ยนแต่มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำใกล้เคียงกับโมเดลอิสระที่ 3 ส่วนโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว (โมเดลอิสระที่ 2) ถึงแม้ว่าสามารถให้ผลการทดสอบที่แสดงว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความไม่แปรเปลี่ยนได้เช่นกันแต่ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูงที่สุด ข้อสรุปดังกล่าวนี้มีความสำคัญกับความคลาดเคลื่อนในโมเดลทั้งนี้ เพราะโมเดลที่ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูงย่อมแสดงว่าโมเดลมีความเที่ยงต่ำด้วย ข้อสรุปนี้มีความสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้คือ โมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว จะมีประสิทธิภาพในการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สัมพันธ์กับเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบระยะยาวได้ดีที่สุด รองลงไปคือโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวและสุดท้ายคือโมเดลอิสระที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว ทั้งนี้เพราะการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายๆตัวจะทำให้การวัดองค์ประกอบมีความเที่ยงสูงและมีความคลาดเคลื่อนในการวัดต่ำกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวและจะส่งผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบมีค่าสูงขึ้นด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อสรุปที่ค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับสมมุติฐานการวิจัยที่ผู้วิจัยตั้งไว้ ทั้งสมมุติฐานด้านประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและสมมุติฐานด้านโมเดลลิสเรล ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงซึ่งพบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลการวัดที่ 3)และโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลการวัดที่ 1) มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำ ทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสองโมเดลวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้สองตัว ในขณะที่โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว (โมเดลการวัดที่ 2) วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียวจึงมีความคลาดเคลื่อนในโมเดลสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 และโมเดลการวัดที่ 3 ด้วย อย่างไรก็ตามโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลการวัดที่ 2) ก็ยังมีคุณค่าในการใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงทั้งนี้เพราะโมเดลการวัดที่ 2 สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ซึ่งสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้โดยตรง(Meridith & Tisak ,1993) ในขณะที่โมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ 1 สามารถบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้แต่เพียงว่าแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงที่วัดต่างช่วงเวลากันมีความแตกต่างกันเท่านั้น ไม่สามารถระบุอัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงโมเดลการวัดที่ 2 จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าโมเดลการวัดที่ 1 ถึงแม้ว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลจะมีค่าสูงก็ตาม

2. ในด้านประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงซึ่งพบว่า โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว(โมเดลลิสเรลที่ 3) มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลต่ำใกล้เคียงกับโมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลพื้นฐานการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว(โมเดลลิสเรลที่ 1) เนื่องจากทั้งโมเดลลิสเรลที่ 1 และโมเดลลิสเรลที่ 3 เป็นโมเดลที่วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลายตัว ในขณะที่โมเดลลิสเรลที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงในรูปโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาวที่วัดด้วยตัวบ่งชี้ตัวเดียว(โมเดลลิสเรลที่ 2) วัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้เพียงหนึ่งตัวเท่านั้น จึงทำให้ความคลาดเคลื่อนในโมเดลมีค่าสูง จากผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์พบว่า โมเดลลิสเรลที่ 2 มีความคลาดเคลื่อนในโมเดลสูงที่สุด ดังนั้นผลการวิจัยดังกล่าวจึงยังคงสนับสนุนแนวคิดใน

การวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาที่ว่า การวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยาด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัวจะมีผลให้การวัดคุณลักษณะดังกล่าวมีความเที่ยงในการวัดสูงกว่าการวัดด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว (Bollen, 1989; Joreskog & Sorbom, 1989, 1993; Tisak & Meredith, 1993 ; Raykov, 1994 ; นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2538) อย่างไรก็ตามในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวัดองค์ประกอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์เพียง 2 ตัวบ่งชี้เท่านั้นหากมีการเพิ่มตัวบ่งชี้ในการวัดองค์ประกอบมากขึ้น จะทำให้โมเดลที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงควรมีการศึกษาต่อไปว่าทั้งโมเดลการวัดที่ 3 และโมเดลลิสเรลที่ 3 ยังคงมีประสิทธิภาพสูงสุดหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ในการวิจัยครั้งนี้ศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เพียงตัวเดียวซึ่งในในสภาพความเป็นจริงนั้นมีตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อีกหลายตัวจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจว่าถ้ามีการเพิ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นแล้ว ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลลิสเรลยังคงให้ผลที่ตรงกับการวิจัยนี้หรือไม่ อย่างไร

3. ผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามโมเดล พบว่าโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงทั้งสามโมเดลให้ผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงที่แสดงว่าตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สิ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งก็คือ ผลการทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับความคงที่ของแบบแผนน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรแฝงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดด้วยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งวัดในช่วงเวลาต่างกันโมเดลการวัดที่ 2 และโมเดลการวัดที่ 3 มีความสอดคล้องกับผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงซึ่งเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้อัตราการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงได้

4. จากผลการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม (cross validation) พบว่าโมเดลลิสเรลทุกโมเดลไม่มีความตรงข้ามกลุ่ม สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มที่ได้ดำเนินการแบ่งไว้ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย มีลักษณะที่ไม่สามารถเทียบเคียงกันได้ (uncomparable) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสังเกตได้ทั้งสองกลุ่มจะเห็นได้ว่า ตัวแปรบางตัวมีลักษณะการแจกแจงที่ไม่เหมือนกันเช่น ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์ ตัวแปรสังเกตได้ด้านคะแนนสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นต้น การที่กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่ไม่สามารถเทียบเคียงกันได้ นี้ อาจเกิดจากผลกระทบอันเนื่องการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย นั่นเอง เหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้โมเดลลิสเรลทั้ง

3 แบบไม่มีความตรงข้ามกลุ่ม อาจเนื่องมาจาก กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้แบ่งไว้มีขนาดเล็ก ในขณะที่โมเดลมีค่าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณจำนวนมาก ซึ่ง Cudeck และ Brown (1983 อ้างถึงใน Bollen, 1989) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์ความตรงข้ามกลุ่มว่าในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก โมเดลมีแนวโน้มจะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ถ้าพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าในโมเดลมีจำนวนน้อย แต่ถ้าโมเดลมีพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่าจำนวนมาก จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ โมเดลจึงมีแนวโน้มที่จะมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากขึ้น

5. เมื่อพิจารณาดัชนีความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทั้งในโมเดลการวัดและโมเดลลิสเรลจะพบว่า โมเดลยังมีความคลาดเคลื่อนในเกณฑ์สูงโดยพิจารณาได้จากดัชนี RMR ที่ยังมีค่าเกิน 2.00 ในขณะที่ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ตัวอื่นได้แก่ ไค-สแควร์, ดัชนี GFI และดัชนี AGFI บ่งชี้ว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนของโมเดลในขณะที่โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีค่าสูง โมเดลจึงยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์อย่างสมบูรณ์ การที่ผู้วิจัยยอมรับผลการวิเคราะห์ดังกล่าวเนื่องจากไม่สามารถปรับโมเดลได้อีกต่อไปเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ถูกปรับให้มีความสัมพันธ์กันได้จนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำแล้ว การปรับโมเดลต่อไปจะต้องปรับที่เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ K บน X (Lambda-X: LX) หรือเมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ E บน Y (Lambda-Y : LY) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงตามในการวัดตัวแปรสังเกตได้

6. เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R-square) พบว่าตัวแปรสังเกตได้บางตัวมีค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์เท่ากับ 1.00 ซึ่งค่าดังกล่าวมิใช่ค่าที่ได้จากการประมาณค่าที่แท้จริง การที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมลิสเรลคำนวณค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของตัวแปรสังเกตได้ ตัวแปรนั้น ๆ ได้ค่าประมาณเกิน 1.00 ซึ่งไม่ตรงกับสภาพที่ควรจะเป็น ในการประมาณค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวจึงต้องกำหนดให้พารามิเตอร์ดังกล่าวเป็นพารามิเตอร์กำหนด (fix parameter) ซึ่งมีผลให้ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของตัวแปรดังกล่าวนั้นมีค่าเท่ากับ 1.00

7. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยครั้งแรกที่ศึกษาโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและโมเดลลิสเรลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ผลการวิจัยที่สรุปได้แม้ว่าจะจะเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ แต่ในด้านการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลตามเกณฑ์การเปรียบเทียบความตรงข้ามกลุ่ม ยังไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน การที่ได้ผลการวิจัยดังกล่าวอาจเนื่องมาจากลักษณะของโมเดลตามที่ได้อภิปรายข้างต้นแล้ว ยังอาจเป็นผล

เนื่องจากลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กล่าวคือ ผู้วิจัยวัดคะแนนเจตคติต่อพฤติกรรมการเรียนคณิตศาสตร์แบบทางตรง และรวบรวมข้อมูลโดยการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้งในช่วงเวลาระยะเวลาห่างกัน 1 เดือน ความจำกัดในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลอาจมีผลทำให้นักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์เพียงพอที่จะตรวจสอบได้ ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรทิ้งระยะเวลาระหว่างการรวบรวมข้อมูลแต่ละครั้งให้นานขึ้นกว่าการวิจัยครั้งนี้

8. การวิจัยที่เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวเป็นการวิจัยที่ทำหาความสามารถของนักวิจัยที่ต้องการศึกษาความเจริญเติบโตหรือพัฒนาการของบุคคลมาเป็นระยะเวลานาน Eye, A.V.(1990) กล่าวว่า นักวิจัยที่ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวมีปัญหาในการรวบรวมข้อมูลซ้ำซ้อนกันหลายครั้ง ปัญหาข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งหลัง ปัญหาขนาดกลุ่มตัวอย่างไม่เพียงพอเนื่องมาจากการย้ายที่อยู่ของผู้ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ยังมีการวิจัยที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลหลายครั้งยิ่งปัญหามีมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันสารสนเทศที่ได้จากการวัดหลายครั้งทำให้นักวิจัยประมาณค่าความเปลี่ยนแปลงได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นด้วย ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพียง 3 ครั้ง และประสบปัญหาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัดหลายประการ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาที่ต้องมีการพิจารณาหาแนวทางในการปรับปรุงต่อไป เช่นการใช้การประสานงานกับทางโรงเรียนเพื่อขอผนวกกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสอบเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการเรียน เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สนับสนุนแนวความคิดในการวัดคุณลักษณะทางจิตวิทยา(psychology trait)หรือตัวแปรแฝง(latent variable) ที่ว่าการวัดองค์ประกอบทางจิตวิทยาควรจะทำการวัดด้วยตัวบ่งชี้องค์ประกอบหลาย ๆ ตัวเพราะจะทำให้ความเที่ยงในการวัดองค์ประกอบมีค่าสูงกว่าการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้เพียงตัวเดียว ดังนั้นการในการศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงหรือการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงจึงควรเลือกใช้โมเดลที่ให้ความเที่ยงในการวัดองค์ประกอบมีค่าสูง ๆ ด้วย นั่นคือควรเลือกใช้โมเดลการวัดที่ 3 หรือโมเดลลิสเรลที่ 3 ซึ่งมีการวัดองค์ประกอบด้วยตัวบ่งชี้หลาย ๆ ตัว นั่นเอง ทั้งนี้เพราะโมเดลดังกล่าวให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด นอกจากนี้ความก้าวหน้าของโปรแกรม LISREL ซึ่งในปัจจุบันได้พัฒนาจนถึง เวอร์ชัน 8.10 และโปรแกรมที่สามารถทำงานบน windows เช่น โปรแกรม LISREL for Windows โปรแกรม Amos เป็นต้น ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามโมเดลการวัดการเปลี่ยนแปลงและโมเดลลิสเรลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระยะยาวซึ่งวิเคราะห์ด้วย LISREL มีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดของกลุ่มตัวอย่างซึ่งต้องการกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่โดย

ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความคงเส้นคงวา(consistency)นั้นจะต้องมีขนาดอย่างน้อย 20 เท่าของตัวแปรสังเกตได้ในโมเดล สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วย

2. การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวคิดในการวัดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบระยะยาว (longitudinal study) โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโดยการวัดซ้ำสามครั้งตามแนวคิดของ Raykov(1994) ที่ได้เสนอไว้ว่าในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาการ(growth)ขององค์ประกอบควรดำเนินการวัดตัวแปรดังกล่าวอย่างน้อยสามครั้งเพื่อสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการขององค์ประกอบได้ชัดเจนขึ้น แต่ในการศึกษาวิจัยจริงมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บข้อมูลซึ่งสามารถกำหนดระยะห่างของการวัดตัวแปรที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงได้เพียง 1 เดือนเท่านั้นซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นระยะเวลาที่สั้นเกินไปที่จะแสดงให้เห็นได้ว่าองค์ประกอบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเพื่อพิสูจน์ และตรวจสอบประสิทธิภาพของโมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ และโมเดลที่ใช้ในการศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบเป็นหลัก ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในครั้งนี้จึงเป็นกรณีตัวอย่างของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวเพื่อการพิสูจน์โมเดลที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการมุ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ ดังนั้นในการนำผลการวิจัยในส่วนที่เป็นของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบที่ศึกษาไปใช้ในการอ้างอิงจึงควรตระหนักว่าการวิจัยนี้มุ่งผลการพิสูจน์โมเดลที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการมุ่งอธิบายการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการทำวิจัยด้วยการเก็บข้อมูลในระยะยาว(longitudinal data) ก็คือ การขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่างขณะอยู่ในช่วงทำการเก็บข้อมูล ซึ่งมีผลให้ข้อมูลขาดความสมบูรณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยไม่คำนึงถึงการขาดหายไปของข้อมูลอาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนปัญหาดังกล่าวนี้ McArdle และ Hamagami ได้เสนอบทความเรื่อง “ Modeling incomplete Longitudinal and cross-sectional data using Latent Growth structural Model ” (McArdle & Hamagami, 1991) ซึ่งเป็นอีกประเด็นหนึ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวที่คำนึงถึงการขาดหายไปของข้อมูลในระหว่างดำเนินการวิจัย

2. ในการวิจัยครั้งนี้มีความจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการเก็บข้อมูลซึ่งกำหนดระยะห่างในการวัดตัวแปรแต่ละครั้งเป็นช่วงเวลาสั้นๆ และดำเนินการเก็บข้อมูลเพียงสามครั้งเท่านั้น ในขณะที่การศึกษาของ Raykov(1994) ดำเนินการเก็บข้อมูลถึงสี่ครั้งและระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งเป็นเวลาหนึ่งปี ดังนั้นผลการวิจัยครั้งนี้จึงอาจทำให้แบบแผนการเปลี่ยนแปลง

ของตัวแปรไม่มีความชัดเจนเท่าใดนัก การทำวิจัยในครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มระยะห่างในการเก็บข้อมูลแต่ละครั้งและควรเพิ่มจำนวนครั้งอย่างน้อยสี่ครั้งเพื่อให้มองเห็นแบบแผนการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนขึ้น

3. ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวโดยการเก็บข้อมูลที่มีการวัดซ้ำหลายครั้ง สิ่งที่ผู้วิจัยควรคำนึงถึงอย่างยิ่งในการทำวิจัยในลักษณะนี้ก็คือ การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดขึ้น ซึ่งก็คือความเบื่อหน่ายหรือความท้อแท้ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ให้ข้อมูล ดังนั้นจึงควรกระตุ้นให้กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเกิดแรงจูงใจในการให้ข้อมูลด้วยความเต็มใจ ข้อเสนอแนะอีกประการหนึ่งในกรณีที่ผู้วิจัยต้องเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนของนักเรียนก็คือ การสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างผู้วิจัยกับโรงเรียนเพื่อนำผลการสอบไปใช้ประกอบในการพิจารณาตัดสินผลการเรียนของนักเรียนซึ่งจะช่วยให้โรงเรียนได้ใช้ประโยชน์จากข้อมูลร่วมกับผู้วิจัยด้วย นอกจากนี้ควรให้ผลย้อนกลับ(feedback)กับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลเช่นนักเรียนหรือโรงเรียนอย่างรวดเร็วเพื่อจะได้ทราบถึงพัฒนาการของตนเองและนำผลดังกล่าวกลับไปใช้ในการพัฒนาตนเองอย่างรวดเร็ว สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เกิดจากแรงจูงใจในการให้ข้อมูลในระยะยาวซึ่งมีผลต่อคุณภาพของข้อมูลโดยตรง

4. ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเพียงตัวเดียวซึ่งในความเป็นจริงแล้วยังมีตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อีกมาก ดังนั้นจึงควรเพิ่มตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงในโมเดล เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลอิสระว่ายังคงให้ผลสอดคล้องกับการวิจัยครั้งนี้หรือไม่ นอกจากนี้ Raykov (1994) ได้เสนอว่าการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเพียงครั้งเดียวไม่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการ(growth)ของตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นประเด็นที่น่าสนใจที่ควรได้รับการศึกษาในครั้งต่อไปก็คือการศึกษาวิจัยที่ทำการวัดตัวแปรที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงนี้หลายๆครั้ง นั่นเอง

5. การวิจัยครั้งนี้ยังไม่สามารถยืนยันประสิทธิภาพของโมเดลอิสระในด้านการตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่ม ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยต่อไปโดยนำโมเดลอิสระทั้งสามแบบนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันเพื่อตรวจสอบความตรงข้ามกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง และเมื่อได้โมเดลที่มีความตรงข้ามกลุ่มแล้วควรมีการศึกษาวิจัยต่อไปโดยการประมาณค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝงจากโมเดล รวมทั้งการตรวจสอบความเที่ยง ความตรงและความคลาดเคลื่อนของค่าประมาณคะแนนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วย