บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์จากการวัดระยะยาว 5 ครั้ง กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย โมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ประกอบด้วยโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้งรวม 6 โมเดล และโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง รวม 4 โมเดล ซึ่งมีรูปแบบการวัดไม่ครบสมบูรณ์แตกต่างกัน โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายประกอบด้วยโมเดลที่มีอัตราการขาดหายแตกต่างกันเป็น 5% 10% 15% และ 20% รวม 4 โมเดล

ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว 5 ช่วงเวลา โดยประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด ได้แก่ ชุดแรกเป็นข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากการวิจัยของ อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไล (2541) ซึ่งเป็นข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการวัดระยะยาว 5 ครั้ง ที่ได้มาจากการวัดด้วยแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดย ประสิทธิ์ ไชยกาล (2539) ประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นจำนวน 406 คน ข้อมูลชุดที่ 2 ถึง 4 เป็นข้อมูลอัตราการเข้าเรียนต่อจำนวนประชากรในกลุ่มอายุเป้าหมายในการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จำนวน 125 118 และ 112 ประเทศ ตามลำดับ ซึ่งทำการวัดใน 5 ช่วงเวลา คือในปีการศึกษา 1975 1980 1985 1990 และ 1995 โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากรายงานสถิติรายปีขององค์การสหประชาชาติ

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ครั้งที่วัด จำนวนครั้งที่วัดได้ และอัตราการขาดหายของข้อมูล ตัวแปรตามได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากข้อมูลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับข้อมูลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error; RMSE)

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้นของข้อมูลผู้วิจัยใช้โปรแกรม SPSS/PC$^+$ ในการวิเคราะห์ตามโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ผู้วิจัยใช้โปรแกรมลิสเรล เวอร์ชั่น 8.10 รูปแบบคำสั่งแบบสัญลักษณ์แรม ส่วนในการวิเคราะห์ตามโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหายผู้วิจัยใช้โปรแกรม EQS for Windows เวอร์ชั่น 5.7b เนื่องจากโปรแกรม

LISREL มีข้อจำกัดในการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุที่จำนวนตัวแปรสังเกตได้ในแต่ละกลุ่มมีจำนวนไม่เท่ากัน

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอสรุปผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอนโดยในตอนแรกเสนอผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น ตอนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ตอนที่สามเป็นผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ ตอนที่สี่เป็นผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ผลการวิเคราะห์โดยสรุปมีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติเบื้องต้น

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรผลการวัดแต่ละครั้งที่ทำการวัดในชุดตัวแปรผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชุดตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรที่วัดในแต่ละครั้งมีค่าสูงทุกชุดตัวแปร โดยเฉพาะชุดตัวแปรอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทุกค่ามีค่าสูงกว่า 0.90 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงสุดพบว่าส่วนใหญ่เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างครั้งที่วัดที่มีระยะเวลาใกล้กันได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดครั้งที่ 4 และ 5 ในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ระหว่างการวัดครั้งที่ 2 และ 3 ในชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา และระหว่างการวัดครั้งที่ 1 และ 2 ในชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในแนวทแยง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ใต้แนวทแยงแถวแรกมักมีค่าสูงกว่าแถวที่ 2 3 และ 4 ในขณะที่แถวที่ 2 มักมีค่าสูงกว่าแถวที่ 3 และ 4 เช่นเดียวกันกับแถวที่ 3 ที่มักมีค่าสูงกว่าแถวที่ 4 แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่มีช่วงเวลาห่างกันน้อยจะมีความสัมพันธ์กันสูงมากกว่าการวัดในครั้งที่มีช่วงเวลาห่างกันมาก

สำหรับค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลทุกชุดพบว่าค่าเฉลี่ยในการวัดแต่ละครั้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในการวัดครั้งที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 มีเพียงข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 5 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจากการวัดครั้งที่ 4 และข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาที่ค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 3 มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจากการวัดครั้งที่ 2 เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่มีแนวโน้มที่แน่ชัด ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามีแนวโน้มลดลงในการวัดครั้งหลัง แต่สำหรับข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษาที่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในการวัดครั้งหลัง แต่ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายมีแนวโน้มที่จะลดลง ในชุดข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามัธยมศึกษา เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลแต่ละชุดพบว่า ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนวิชาคณิตศาสตร์มีกระจายลักษณะเบ้ทางบวกและมีความโด่งที่สูงกว่าปกติเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษามีการกระจายเบ้ทางลบและมีความโด่งสูงกว่าปกติเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีการกระจายเบ้ทางบวกและมีความโด่งต่ำกว่าปกติเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีการกระจายเบ้ทางบวกและมีความโด่งสูงกว่าปกติเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดครบสมบูรณ์

2.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง

ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่า โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ชุดข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้นที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ในโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.2 ผลการประมาณค่าของพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ (ML,DL) ในทุกชุดข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรในการวัดครั้งแรก ในขณะที่ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละชุดข้อมูล สำหรับค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา

2.3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของการวัดแต่ละครั้ง ในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำ โดยในการวัดครั้งที่ 1 ถึงครั้งที่ 3 มีแนวโน้มที่การเปลี่ยนแปลงจะเป็นเส้นโค้งหงายเล็กน้อย แต่ในการวัด

ครั้งที่ 5 ลักษณะเส้นโค้งของการเปลี่ยนแปลงจะลดลง แสดงให้เห็นว่าในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ในระยะแรกการเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเพิ่มขึ้น แต่ในการวัดครั้งหลังการเปลี่ยนแปลงจะมีลักษณะที่ลดต่ำลง ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา การเปลี่ยนแปลงมีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายเล็กน้อยเกือบจะเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ค่อนข้างจะคงที่ ในขณะที่ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งคว่ำเล็กน้อยเกือบเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีลักษณะค่อนข้างจะคงที่ แต่การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มที่จะลดลงในช่วงปี 1985-1990 ส่วนลักษณะเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะเป็นเส้นโค้งหงายที่มีความชันสูง แสดงให้เห็นว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาของประเทศต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงที่สูงมาก เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนทั้งสามระดับ พบว่าอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่มีความชันสูงสุด รองลงมาคืออัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษามีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่มีความชันต่ำสุด

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์เชิงเปรียบเทียบกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

3.1 ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง

ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่า สำหรับข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เช่นเดียวกับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในทุกโมเดล ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์โมเดลที่ 1, 3, 4 และ 6 ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในขณะที่โมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์โมเดลที่ 2, 5, 7, 8, 9 และ 10 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์โมเดลที่ 1 และ 2 ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในขณะที่โมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์โมเดลที่ 3 ถึง 10 มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 4 ครั้ง (โมเดลที่ 1-4) ไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ในขณะที่โมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่วัดได้ 3 ครั้ง (โมเดลที่ 5-10) มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ทุกโมเดล

3.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (ML) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าทุกโมเดลสามารถประมาณค่าได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ในข้อมูลทั้ง 4 ชุด โดยในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษาค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับที่ได้มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยจากโมเดลวัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชัน (MS) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและระดับอุดมศึกษาค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นค่าพิสัยของค่าเฉลี่ยจากโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งจะมีค่าน้อยกว่าพิสัยของค่าเฉลี่ยจากโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่มีจำนวนครั้งที่วัดได้มากกว่ามีแนวโน้มในการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความชันได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ในทุกชุดข้อมูล และโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดทั้งหมดน้อย (โมเดลที่ 4 9 และ 10) มีแนวโน้มที่ค่าเฉลี่ยที่ได้จะแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่ช่วงเวลาที่วัดมีระยะเวลามากกว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงระดับ (DL) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลทุกชุดผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับ ในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ทุกโมเดลมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นสำหรับข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่าพิสัยของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ประมาณค่าได้จากโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าน้อยกว่าโมเดลที่มีการวัดได้ 3 ครั้ง แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าจากโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งจะใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงความระดับ (DS) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันมีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ในขณะที่ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชันในโมเดลที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้งเกือบทุกโมเดลมีผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่โมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งมีเพียง 3 โมเดลเท่านั้นที่มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในทุกชุดข้อมูลผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับ

ตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในเกือบทุกโมเดล

สรุปได้ว่า ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ในส่วนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงความชัน พบว่าโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งจะได้ค่าที่ใกล้เคียงกับการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง นอกจากนั้นผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ยัง มีความแตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล

3.3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของตัวแปรการวัดแต่ละครั้ง ในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดได้เพียง 4 ครั้ง พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการประมาณค่าที่ได้แตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอุดมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าที่ได้จากทุกโมเดลมีค่าต่ำกว่าจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ส่วนในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ค่าที่ประมาณได้จากทุกโมเดลมีค่าสูงกว่าโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่ค่าที่ได้ยังมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของตัวแปรการวัดแต่ละครั้ง ในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดได้เพียง 3 ครั้ง พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการประมาณค่าที่ได้แตกต่างจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอุดมศึกษา พบว่าผลการประมาณค่าที่ได้จากทุกโมเดลมีค่าต่ำกว่าจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ส่วนในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ค่าที่ประมาณได้จากทุกโมเดลมีค่าสูงกว่าโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ก็ยังมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

สรุปได้ว่า ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบที่เป็นตัวแปรแฝงความชันของตัวแปรการวัดแต่ละครั้ง ในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์มีค่าแตกต่างกับค่าจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา ส่วนในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์

3.4 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์พบว่า ข้อมูลทุกชุด ค่าที่ได้จากเกือบทุกโมเดลมีค่ามากกว่า 0.70 แสดงให้เห็นว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์มีความสัมพันธ์สูงกับอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีแนวโน้มที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าสูงกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้งและโมเดลที่มีช่วงเวลาที่วัดได้ทั้งหมดสั้น ได้แก่ โมเดล I4(5), I3(3 5) และ I3(4 5) มีแนวโน้มที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าต่ำ

ผลทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ พบว่าในข้อมูลทุกชุดค่าสถิติทีจากโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งมีค่าต่ำกว่าโมเดลที่วัดได้ 3 ครั้ง นั่นคือโมเดลที่วัดได้ 4 ครั้งสามารถประมาณค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง

ค่าเฉลี่ยของค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบครั้งที่วัดได้ 3 ครั้งมีค่าสูงกว่าโมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง แสดงให้เห็นว่า โมเดลที่มีการวัด 4 ครั้ง สามารถประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยได้ใกล้เคียงกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่มีการวัด 3 ครั้ง

สรุปได้ว่า ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคลที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์มีความสัมพันธ์สูงกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์ ในขณะที่จำนวนครั้งที่วัดได้ 4 ครั้ง จะให้ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่มีความสัมพันธ์สูงและมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่วัดได้เพียง 3 ครั้ง

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหายเชิงเปรียบเทียบกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

4.1 ดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง

ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์แสดงให้เห็นว่า สำหรับข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าโมเดลที่ข้อมูลขาดหายสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในทุกโมเดล ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา โมเดลที่ข้อมูลขาดหายสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพียง 3 โมเดล คือโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 5 10 และ 20 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา โมเดลที่ข้อมูลขาดหายสอดคล้องกับข้อมูล

เชิงประจักษ์เพียง 2 โมเดล คือโมเดลที่มีอัตราการขาดหายร้อยละ 10 และ 20 ข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา โมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ทุกโมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4.2 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝง

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความระดับ (ML,DL) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าในทุกชุดข้อมูลผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงความชัน (MS,DS) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผลการประมาณค่าส่วนใหญ่มีค่าแตกต่างกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ แต่ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา พบว่าส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับผลการประมาณค่าจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์

ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชัน (RLS) ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่า ในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่าความสัมพันธ์จะใกล้เคียงกับโมเดลครบสมบูรณ์เพียงบางโมเดล แต่ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าใกล้เคียงกับโมเดลครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่ออัตราการขาดหายมีค่าสูงทำให้ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์มีค่าสูงขึ้น

สรุปได้ว่า ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงในโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงระดับของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ทั้งค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่ในส่วนของการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงความชัน พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์เฉพาะในข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เท่านั้น ส่วนในข้อมูลชุดอื่นค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกับโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ นอกจากนั้นผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันของโมเดลที่ข้อมูลมีการขาดหาย พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่าความสัมพันธ์จะใกล้เคียงกับโมเดลครบสมบูรณ์เพียงบางโมเดล แต่ในข้อมูลชุดอื่นค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงระดับกับตัวแปรแฝงความชันมีค่าใกล้เคียงกับ

โมเดลครบสมบูรณ์เกือบทุกโมเดล และเป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลมีค่าสูง ทำให้ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์มีความแตกต่างมากยิ่งขึ้น

4.3 ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์โค้งพัฒนาการ

ผลการประมาณค่าพารามิเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบของการวัดแต่ละครั้งต่อตัวแปรแฝงความชัน ของโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าในข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย มีค่าใกล้เคียงกับโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ ส่วนในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอุดมศึกษาพบว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายบางโมเดลมีค่าแตกต่างจากผลการประมาณค่าจากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลมีค่าสูงทำให้การประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าแตกต่างจากโมเดลที่ข้อมูลครบสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4.4 ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายบุคคล

ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่า ในข้อมูลทุกชุดมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงกว่า 0.70 ทุกโมเดล นอกจากนั้นยังพบว่าเมื่ออัตราการขาดหายของข้อมูลเพิ่มขึ้นทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีค่าลดลง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของความแตกต่างจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าในทุกโมเดลค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สำหรับค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย พบว่าในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายสูงจะมีค่าสูงกว่าในโมเดลที่มีอัตราการขาดหายต่ำ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ลักษณะโดยทั่วไปของข้อมูลที่เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว 5 ครั้ง

ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในการวัดแต่ละครั้งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าสูงในฐานข้อมูลทุกชุด นอกจากนั้นยังพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่อยู่ใต้แนวทแยงแถวแรกมักมีค่าสูงกว่าแถวถัดไป แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างการวัดในครั้งที่มีช่วงเวลาห่างกันน้อยจะมีความสัมพันธ์กันสูงมากกว่าการวัดในครั้งที่มีช่วงเวลาห่างกันมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะโดยธรรมชาติของการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวซึ่งเป็นการวัดซ้ำ คะแนนที่วัดได้ในครั้งหลังย่อมมีความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้ในการวัดครั้งแรกยิ่งระยะเวลาที่ทำการวัดเปลี่ยนแปลงไปมากเท่าไร ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดซ้ำจะยิ่งลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลน้ำหนักและส่วนสูงของนักเรียนประถมศึกษาที่วัดซ้ำ 5 ครั้งในการวิจัยของ อิทธิพงศ์ ตั้งสกุลเรืองไล (2541) ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่วัดซ้ำ 8 ครั้งในการวิจัยของ วีระศักดิ์ คำล้าน (2540)

2. ค่าสถิติพื้นฐานของข้อมูลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 5 มีค่าลดลงจากในการวัดครั้งที่ 4 อธิบายได้ว่าสำหรับข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น การวัดในครั้งที่ 5 เป็นช่วงเวลาที่ใกล้สอบปลายภาคทำให้นักเรียนให้ความสนใจกับการเตรียมการสอบมากกว่าการให้ความสนใจในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในครั้งที่ 5 นอกจากนั้นการวัดในครั้งหลังนักเรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายในการให้ข้อมูลจึงไม่ได้ตั้งใจสอบมากนัก อิทธิพงศ์ ตั้งสกุลเรืองไล (2541)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษา พบว่าค่าเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกชุดข้อมูล ในขณะที่สัมประสิทธิ์การกระจายมีแนวโน้มลดลงในการวัดครั้งหลัง ในข้อมูลชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษา แสดงให้เห็นว่าสภาพการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกมีแนวโน้มที่จะมีแตกต่างกันน้อยลง ทั้งนี้มีผลมาจากการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาของทุกประเทศส่วนใหญ่เป็นการศึกษาภาคบังคับ (compulsory education) เช่นเดียวกันกับการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่บางประเทศกำหนดให้เป็นการศึกษาภาคบังคับเช่นกัน นอกจากนั้นยังมีองค์การระหว่างประเทศได้แก่ UNESCO, UNICEF, OECD ได้ส่งเสริมสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการขยายการจัดการศึกษาภาคบังคับอย่างทั่วถึงภายในปี ค.ศ. 2000 (education for all in the year 2000) (UNESCO,1998) สำหรับการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา ก็ได้รับการส่งเสริมให้มีการขยายตัวมากขึ้นในเกือบทุกประเทศแต่อย่างไรก็ตามในบางประเทศอาจยังมีการจัดการศึกษาไม่ทั่วถึงทำให้ลักษณะการกระจายของข้อมูลมีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน

3. ลักษณะของโค้งพัฒนาการและโค้งการเปลี่ยนแปลงของโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

เมื่อพิจารณาลักษณะของเส้นโค้งพัฒนาการของตัวแปรชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีลักษณะเป็นเส้นโค้งควอดราติคค่ำ โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงมีค่าเพิ่มขึ้นในการวัดทุกครั้ง แต่มีค่าลดลงในการวัดครั้งที่ 5 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากช่วงเวลาที่ทำการวัดใกล้กับการสอบปลายภาคและการเบื่อหน่ายของผู้ให้ข้อมูล (อิทธิพงศ์ ตั้งสกุลเรืองไล, 2541)

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษามีความชันสูงสุด ส่วนตัวแปรชุดอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรง อภิปรายได้ว่าอาจเนื่องมาจากการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาได้รับการการจัดการศึกษาด้านปริมาณมากขึ้นในหลายประเทศ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนในช่วง 20 ปีที่ทำการวัดมีสูงมากขึ้น ในขณะที่การจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาเกือบทุกประเทศประกาศให้เป็นการศึกษาภาคบังคับ มีผลทำให้อัตราการเข้าเรียนเพิ่มขึ้นแต่มีลักษณะเกือบเป็นเส้นตรง ส่วนการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาก็มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนคล้ายคลึงกับแนวโน้มของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาและอุดมศึกษา ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ได้อภิปรายไปในหัวข้อที่ 2 และสอดคล้องกับ Torsten และ Neville (1994) ซึ่งสรุปข้อมูลจาก UNESCO ว่าอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษามีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นโค้งหงายเล็กน้อย แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อสรุปที่แตกต่างคือลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมมีลักษณะค่าสูงสุด รองลงมาคือระดับอุดมศึกษาและระดับประถมศึกษาตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าความแตกต่างนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการที่ช่วงเวลาที่ Torsten และ Neville สรุปผลคือช่วงปี ค.ศ. 1960 ถึง 1990 แต่ในการวิจัยครั้งนี้มีช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ. 1975 ถึง 1995 ค่าอัตราการเข้าเรียนในปี 1995 อาจทำให้ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนแต่ละระดับเกิดการเปลี่ยนแปลงไป

4. การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่ข้อมูลขาดหายมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ ผลการวิจัยในครั้งนี้ให้สารสนเทศเพิ่มเติมจากผลการวิจัยของ Duncan และ Duncan (1994) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีข้อมูลขาดหายจากฐานข้อมูลเชิงประจักษ์ตามธรรมชาติ นอกจาก Duncan และ Duncan (1994) จะแสดงให้เห็นว่าการใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์ข้อมูลขาดหายได้แล้ว การวิจัยครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นด้วยว่าแม้อัตราการขาดหายของข้อมูลจะเป็นร้อยละ 5, 10, 15 หรือ 20 วิธีการนี้ก็สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้สอดคล้องกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์

นอกจากนั้นการวิจัยครั้งนี้ยังให้สารสนเทศเชิงทฤษฎีในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ นอกเหนือจาก McArdle และ Aber (1990) และ Stoolmiller (1994) ที่ได้ทำการวิเคราะห์ใช้วิธีการนี้ในเชิงปฏิบัติเท่านั้น โดยผลการวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าจะมีการวัดระยะยาวที่วัดได้เพียง 3 หรือ 4 ครั้ง จากที่ควรจะมีการวัด 5 ครั้ง ก็ยังสามารถใช้โมเดลนี้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวได้ ประโยชน์ที่ได้จากข้อค้นพบนี้นำไปสู่แนวคิดในการพัฒนาวิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีจำนวนครั้งในการวัดน้อยลง โดยสามารถยกเว้นการวัดในบางครั้ง อันจะให้ผลที่ใกล้เคียงกับการวัดหลาย ๆ ครั้ง แต่อย่างไรก็ตามช่วงระยะเวลาที่ทำการวัดครั้งแรกกับครั้งสุดท้ายควรจะมีช่วงห่างพอสมควร เนื่องจากผลการวิจัยพบว่าในโมเดลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีช่วงระยะเวลาสั้นจะให้ผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ต่างจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มากกว่าโมเดลที่มีช่วงระยะเวลาที่วัดได้ยาวกว่า อย่างไรก็ตามข้อสรุปนี้ยังคงต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบข้อเสนอดังกล่าวอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้รูปแบบการขาดหายของข้อมูลที่ผู้วิจัยศึกษาเป็นการขาดหายของกลุ่มตัวอย่างแบบถาวร กล่าวคือถ้ามีข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งที่ 2 แล้วในการวัดครั้งที่ 3-5 ก็ขาดหายด้วย แต่ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวมักเกิดการขาดหายของข้อมูลที่มีรูปแบบไม่ถาวรอย่างสุ่ม กล่าวคืออาจมีข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งที่ 2 และ 4 เท่านั้น ด้วยเหตุนี้การจัดกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างตามรูปแบบการขาดหายของข้อมูลจึงจัดได้หลายกลุ่มมากกว่าการจัดกลุ่มในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ตามโมเดลแบบกลุ่มพหุจึงมีความยุ่งยากจากปัญหาจำนวนกลุ่มที่มีมาก และกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อย กล่าวคือถ้ามีข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งที่ 2 แล้วในการวัดครั้งที่ 3-5 ก็ขาดหายด้วย แต่ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวมักเกิดการขาดหายของข้อมูลที่มีรูปแบบไม่ถาวรอย่างสุ่ม กล่าวคืออาจมีข้อมูลขาดหายในการวัดครั้งที่ 2 และ 4 เท่านั้น ด้วยเหตุนี้การจัดกลุ่มของกลุ่มตัวอย่างตามรูปแบบการขาดหายของข้อมูลจึงจัดได้หลายกลุ่มมากกว่าการจัดกลุ่มในการวิจัยครั้งนี้ เมื่อนำไปวิเคราะห์ตามโมเดลแบบกลุ่มพหุจึงมีความยุ่งยากจากปัญหาจำนวนกลุ่มที่มีมาก และกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อย Bentler (1995) ได้เสนอแนะว่าเมื่อเกิดการขาดหายและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ขาดหายในแต่ละแบบมีจำนวนน้อยก็ควรดำเนินการโดยวิธีอื่น เช่นการตัดทิ้งหรือการแทนค่า

การวิเคราะห์ตามโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง สำหรับโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายในการวิจัยครั้งนี้ วิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (multiple group) ที่แต่ละกลุ่มมีตัวแปรสังเกตได้จำนวนไม่เท่ากัน ซึ่งเมื่อผู้วิจัยใช้โปรแกรม LISREL ในการวิเคราะห์พบว่ามีปัญหาเมทริกซ์ที่วิเคราะห์มีค่าไม่เป็นบวกแน่นอน (not positive definite) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม EQS 5.7b ในการวิจัยแทน ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ Duncan และ Duncan (1994) Duncan, Duncan และ Li (1998) เลือกใช้ในการวิจัยที่มีการวิเคราะห์โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเมื่อมีข้อมูลขาดหาย แต่ในส่วนของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ผู้วิจัยยังคงใช้โปรแกรม LISREL อยู่เนื่องจากสามารถประมาณค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบได้ ในอนาคตเมื่อโปรแกรม EQS สามารถลดข้อจำกัดในการประมาณค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบ ควรมีการวิจัยใน

ส่วนของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์อีกครั้ง เพื่อเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม LISREL

ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวย่อมมีการขาดหายของข้อมูลเกิดขึ้น ผู้วิจัยพบว่าโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย สามารถวิเคราะห์โดยโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงซึ่งได้ผลที่สอดคล้องกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ แต่โมเดลที่ผู้วิจัยเสนอในการวิจัยครั้งนี้ยังมีโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่ควรจะวัด 5 ครั้งแต่วัดจริงได้เพียง 3 หรือ 4 ครั้ง นั้นอาจเกิดเหตุการณ์ที่มีข้อมูลขาดหายเกิดขึ้นด้วย แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมิได้ผสมลักษณะข้อมูลขาดหายกับข้อมูลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ในสถานการณ์เดียวกัน จึงควรมีการวิจัยเพิ่มต่อไปอีก

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยพบว่ามีผู้นำแนวคิดในการประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหายประยุกต์ใช้ในแผนแบบการวิจัยที่เรียกว่า “cohort-sequential design” ซึ่งเป็นแผนแบบที่นักวิจัยสามารถศึกษาข้อมูลการวิจัยที่เป็นข้อมูลระยะยาวจากการศึกษาช่วงสั้น ๆ ของกลุ่มตัวอย่างหลาย ๆ กลุ่มที่มีการวัดในช่วงเวลาที่เหลื่อมกันแล้วนำมาวิเคราะห์พร้อมกันได้ (Duncan, Duncan และ Li, 1998) ยกตัวอย่างเช่นเมื่อผู้วิจัยต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสติปัญญาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แทนที่ผู้วิจัยต้องศึกษาการเปลี่ยนแปลงจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แล้วติดตามเก็บข้อมูลจนครบ 6 ปี แผนแบบการวิจัยแบบนี้จะศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 5 กลุ่มคือกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มละ 2 ปี กล่าวคือกลุ่มที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลขณะศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 กลุ่มที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูลขณะศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2-3 กลุ่มที่ 3 เก็บรวบรวมข้อมูลขณะศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 กลุ่มที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลขณะศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-5 และกลุ่มที่ 5 เก็บรวบรวมข้อมูลขณะที่ศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 จะเห็นได้ว่าแบบแผนการวิจัยนี้จะใช้ช่วงเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่สั้นลงในขณะที่ให้ยังสารสนเทศเช่นเดียวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ดังนั้นการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวทางการศึกษาจึงควรนำแผนแบบการวิจัยนี้มีประยุกต์ใช้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลา งบประมาณและทรัพยากรในการวิจัย นอกจากนั้นยังช่วยลดข้อจำกัดของการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษายาวนาน

6. การเปรียบเทียบอัตราการเข้าเรียนทั้ง 3 ระดับของประเทศไทยกับอัตราการเข้าเรียนเฉลี่ยในภาพรวมของทุกประเทศ

ตารางที่ 45 ค่าประมาณพารามิเตอร์ความชันของอัตราการเข้าเรียน 3 ระดับ

ระดับ	เฉลี่ย	ไทย	สิงคโปร์
ประถมศึกษา	0.451	-2.04	-1.32
มัธยมศึกษา	4.050	2.88	5.94
อุดมศึกษา	1.056	1.44	2.34

พารามิเตอร์ความชันของอัตราการเข้าเรียนในระดับการศึกษาแต่ละระดับแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนของการศึกษาแต่ระดับ ต่อ 1 ช่วงเวลาที่ทำการวัด ถ้าค่าพารามิเตอร์นี้เป็นบวกแสดงว่าอัตราการเข้าเรียนในระดับการศึกษาแต่ละระดับ จะมีค่าเพิ่มขึ้น ถ้าค่าพารามิเตอร์เป็น 0 แสดงว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงมีค่าคงที่ ถ้าค่าพารามิเตอร์นี้มีค่าลดลง แสดงว่าอัตราการเข้าเรียนในแต่ละระดับการศึกษามีค่าลดลงในช่วงของการวัดครั้งหลัง เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดครั้งแรก จากตารางที่ 45 ค่าพารามิเตอร์ความชันของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศไทยเป็น -2.04 ระดับมัธยมศึกษาเป็น 2.88 ระดับอุดมศึกษาเป็น 1.44 แสดงให้เห็นว่าในช่วงปี ค.ศ. 2975 ถึง 1995 ประเทศไทยจัดการศึกษาระดับประถมศึกษามีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนลดลง และมีการขยายการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาระดับมัธยมสูงมากเป็นพิเศษ ส่วนการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ขยายตัวน้อยกว่าระดับมัธยม ข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับการดำเนินงานตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติในช่วงแผนพัฒนาที่ 6, 7 และ 8 ซึ่งมีนโยบายในการเร่งปรับปรุงการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อให้เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานและขยายการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อให้ผู้จบหลักสูตรประถมศึกษาได้เข้าเรียนมากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2535) ทำให้มีการขยายตัวระดับมัธยมศึกษาสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศสิงคโปร์พบว่ามีค่าอัตราการการเปลี่ยนแปลงของการจัดการศึกษาสูงกว่าประเทศไทยทุกระดับการศึกษา เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของทุกประเทศพบว่า การจัดการศึกษาของไทยมีอัตราพัฒนาการที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของทุกประเทศ ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนแปลงในระดับยังมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย จากผลการอภิปรายในตอนนี้จะเห็นได้ชัดว่า เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงสามารถใช้ศึกษาอัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีการศึกษา (educational index) หรือตัวบ่งชี้การศึกษา (educational indicator) ได้ และผลการวิเคราะห์นี้จะสามารถประมาณค่าเฉลี่ยของอัตราการเปลี่ยนแปลงของดัชนีหรือตัวบ่งชี้เหล่านั้นได้ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา รวมทั้งสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วย ในที่นี้คือประเทศ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงเป็นประโยชน์ในการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาหรือพัฒนาการทางการศึกษาด้านต่าง ๆ การกำกับติดตามและประเมิน

ผลการปฏิบัติงาน ตลอดจนถึงการศึกษาเปรียบเทียบด้วย ซึ่งสมควรที่จะนำแนวคิดนี้ไปใช้ในการศึกษาแนวโน้มทางการศึกษา

<u>ข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการปฏิบัติ</u>

1. เมื่อพิจารณาอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเห็นได้ว่าลักษณะโค้งพัฒนาของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีค่าลดลงในการวัดครั้งสุดท้าย จึงควรศึกษาถึงสาเหตุในการลดลงของอัตราพัฒนาการ อันจะนำมาซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนให้คงที่ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพการศึกษาโดยรวมของประเทศ

2. วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงเป็นโมเดลที่มีประสิทธิภาพในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา อีกทั้งยังให้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้วางแผนหรือกำหนดนโยบาย จึงควรใช้วิธีวิเคราะห์วิธีนี้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวทางการศึกษา ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทั้งข้อมูลที่เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาต่าง ๆ หรือเป็นดัชนีและตัวบ่งชี้ทางการศึกษา

3. โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีความสามารถในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด และอัตราการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มตัวอย่างเป็นรายหน่วยตลอดช่วงเวลาที่ศึกษา จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพัฒนาการของหน่วยที่ศึกษา เช่นนักเรียน โรงเรียน จังหวัด หรือประเทศ นอกจากนั้นในโมเดลนี้ยังอนุญาตให้เพิ่มตัวแปรเชิงสาเหตุเข้าไปในโมเดล ทำให้สารสนเทศที่ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวเพิ่มมากยิ่งขึ้น

4. จากผลการวิจัยที่พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์มีค่าสูง ซึ่งเป็นประโยชน์ในทางปฏิบัติเป็นอย่างยิ่งในการวางแผนการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ในอันที่จะดำเนินการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวด้วยจำนวนครั้งที่ลดลง ซึ่งจะเป็นการประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย นอกจากนั้นเมื่อเกิดปัญหาที่ผู้วิจัยไม่สามารถดำเนินการเก็บข้อมูลตามแผนที่วางไว้ การวิเคราะห์โดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงก็ยังให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดครบสมบูรณ์อยู่

5. จากผลการวิจัยที่พบว่าผลการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายกับโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์มีใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย เพราะฉะนั้นเมื่อมีการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่เกิดการขาดหายของข้อมูล ผู้วิจัยจึงควรเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ประโยชน์จากข้อมูลได้สูงสุด แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ก็ยังมีข้อจำกัดเมื่อรูปแบบการขาดหายเป็นไปอย่างสุ่ม กล่าวคือในการวัด 5 ครั้งอาจมีข้อมูลขาดหายในครั้งที่ 2 และ 5 ไม่ได้เป็นการขาดหายอย่างถาวรเหมือนการในการวิจัยครั้งนี้

จึงสามารถจัดกลุ่มตัวอย่างตามรูปแบบการขาดหายของข้อมูลได้หลายกลุ่ม ทำให้เกิดความยุ่งยากในการวิเคราะห์และอาจเกิดปัญหาเรื่องจำนวนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อย เพราะฉะนั้นจึงควรใช้วิธีการแทนค่าหรือการตัดทิ้งในกรณีที่เกิดการขาดหายอย่างสุ่มและกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีจำนวนน้อย

<u>ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป</u>

1. ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาตัวแปรต้น 3 ตัว คือจำนวนครั้งที่วัด ช่วงเวลาที่วัดได้ และอัตราการขาดหายของข้อมูล โดยแยกศึกษาในโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย โดยไม่มีการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสามตัว จึงควรมีการวิจัยที่ศึกษาปฏิสัมพันธ์ของระหว่างตัวแปรทั้งสามเพิ่มเติม

2. การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากโปรแกรม EQS ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบได้ ผู้วิจัยจึงใช้ค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการวิเคราะห์ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยแทน ดังนั้นในอนาคตเมื่อข้อจำกัดในการประมาณค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบของโปรแกรม EQS ได้รับการแก้ไข ควรมีการทำการวิจัยซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

3. ในการวิเคราะห์ข้อมูลตามโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย พบว่าโปรแกรม LISREL ไม่สามารถวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุที่มีจำนวนตัวแปรสังเกตได้ไม่เท่ากัน แต่โปรแกรม EQS สามารถวิเคราะห์ได้ ดังนั้นในการวิเคราะห์โมเดลที่มีข้อมูลขาดหายผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรม EQS ในขณะที่ในโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ผู้วิจัยยังคงใช้โปรแกรม LISREL ในอนาคตเมื่อโปรแกรม EQS สามารถลดข้อจำกัดในเรื่องการประมาณค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบได้ จึงควรมีการวิจัยในส่วนของโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์เพื่อเปรียบเทียบผลอีกครั้งหนึ่ง

4. ผลการวิจัยในครั้งนี้ใช้ข้อมูลในการวัดการเปลี่ยนแปลง 5 ครั้ง จากฐานข้อมูล 4 ชุด ซึ่งให้ผลการวิจัยที่ได้ยังไม่หนักแน่นพอที่จะสรุปถึงประสิทธิภาพของโมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการดำเนินการกับข้อมูลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์หรือข้อมูลขาดหายได้ จึงควรทำการวิจัยซ้ำในข้อมูลกลุ่มอื่นที่มีลักษณะของโค้งพัฒนาการ จำนวนครั้งที่วัดได้ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง หรือลักษณะของตัวแปรที่แตกต่างกันไปหลาย ๆ ครั้ง เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการวิจัย

5. จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังไม่มีผู้ศึกษาคุณสมบัติทางการวัดผลของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง จึงควรมีการศึกษาคุณสมบัติทางการวัดผลด้านค่าความเที่ยงและความคลาดเคลื่อนของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง

6. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงประกอบด้วยตัวแปรแฝงที่สำคัญสองตัวคือ ตัวแปรแฝงระดับ (level) และตัวแปรแฝงความชัน (slope) นั่นคือคะแนนในการวัดแต่ละครั้ง

ขึ้นอยู่กับคะแนนในการวัดครั้งแรกกับอัตราพัฒนาการ แต่จากการที่การวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวเป็นการวัดซ้ำที่ใช้เครื่องมือชุดเดียวกันหรือเครื่องมือที่คู่ขนานกัน ทำให้คะแนนในการวัดแต่ละครั้งอาจมีผลมาจากการเรียนรู้จากการสอบซ้ำ (testwise effect) ของผู้สอบ จึงควรปรับปรุงโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโดยการเพิ่มตัวแปรแฝงการเรียนรู้จากการสอบซ้ำเข้าไปในโมเดล นั่นคือคะแนนในการวัดแต่ละครั้งได้รับอิทธิพลจากคะแนนในการวัดครั้งแรก อัตราพัฒนาการและการเรียนรู้จากการสอบ อันจะเป็นประโยชน์ในการประมาณค่าอัตราพัฒนาการที่แท้จริง และให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้จากการสอบของผู้สอบเพิ่มขึ้นอีกด้วย

7. จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยพบว่ามีผู้ใช้แนวคิดเดียวกับการวิเคราะห์โมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย ในการสร้างแผนแบบการวิจัยที่เรียกว่า cohort-sequential design ซึ่งเป็นแผนแบบการวิจัยที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ในขณะที่ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่มโดยวัดเป็นช่วงสั้นๆ ให้ช่วงเวลาเหลื่อมกัน แล้วนำมาวิเคราะห์พร้อมกันด้วยวิธีวิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (multiple group) จะเห็นได้ว่าแผนแบบการวิจัยนี้มีจุดเด่นในเรื่องของการประหยัดเวลา ทรัพยากรและงบประมาณ อีกทั้งยังช่วยลดข้อจำกัดของการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ต้องใช้เวลาในการศึกษายาวนาน ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาเลือกใช้แผนแบบการวิจัย cohort-sequential design นอกจากนั้นควรมีการวิจัยที่เป็นการตรวจสอบคุณภาพของแผนแบบการวิจัยนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย