บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการศึกษาเป็นการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนเพื่อก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียนในทางที่ดีขึ้น ทั้งทางด้านจิตใจ อารมณ์ สังคมและสติปัญญา บทบาทการวัดผลการศึกษาจึงต้องมีการวัดการเปลี่ยนแปลงด้วย โดยจะต้องวัดว่าตลอดเวลาที่จัดการศึกษาผู้เรียนแต่ละคนได้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางใด มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงไร อัตราการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกันมีสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยใด อันจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมนั้นมีการวัดเพียง 2 ครั้ง แล้วหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงจากความแตกต่างระหว่างการวัดก่อนเรียนกับหลังเรียน วิธีการวัดการเปลี่ยนแปลงวิธีดั้งเดิมมีหลายรูปแบบ ได้แก่ วิธีการหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบ (difference score) ซึ่งเป็นหาความแตกต่างระหว่างคะแนนดิบในการวัดครั้งแรกกับคะแนนดิบในการวัดครั้งหลัง วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงเรซิดวล (residualized score) เป็นผลต่างระหว่างคะแนนในการวัดครั้งหลังกับคะแนนทำนายของคะแนนการวัดครั้งหลังด้วยคะแนนดิบครั้งแรก วิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่เป็นอิสระจากคะแนนก่อนเรียน (base-free measure of change) เป็นผลต่างระหว่างคะแนนในการวัดครั้งหลังกับคะแนนทำนายผลการวัดครั้งหลังจากคะแนนจริงในการวัดครั้งแรก วิธีประมาณการเปลี่ยนแปลงสัมพัทธ์ (relative gain score) เป็นสัดส่วนของผลต่างระหว่างคะแนนดิบจากการวัดทั้งสองครั้งกับผลต่างระหว่างคะแนนดิบในการวัดครั้งแรกกับคะแนนเต็ม วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ของลอร์ด (estimated true gain score) เป็นวิธีการประมาณค่าคะแนนการเปลี่ยนแปลงที่อาศัยหลักการถดถอยพหุโดยใช้คะแนนดิบในการวัดทั้งสองครั้งเป็นตัวทำนาย และวิธีวัดการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้โดยขจัดอิทธิพลเพดาน (ceiling effect) ที่ อรุณี อ่อนสวัสดิ์ (2537) ได้พัฒนาขึ้นเป็นวิธีที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีการเรียนรู้และคำนึงถึงอิทธิพลเพดาน

การวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมยังมีข้อบกพร่องหลายประการ ประการแรกมีการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นของโมเดลการวัดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โดยไม่มีการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนแต่อนุโลมให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดที่เกิดขึ้นหักลบกันเท่ากับศูนย์ ประการที่สองในการวัดการเปลี่ยนแปลงที่วัดเพียงสองครั้งก็ให้คะแนนพัฒนาการที่มีค่าความเที่ยงต่ำ (อรุณี อ่อนสวัสดิ์, 2537; Williamson, Appelbaum และ Epanchin, 1991)

ประการที่สาม การวัดการเปลี่ยนแปลงสองครั้งประมาณค่าได้เฉพาะคะแนนการเปลี่ยนแปลงและอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดพัฒนาการซึ่งอยู่ในรูปสมการเส้นตรง ไม่สามารถบอกอัตราการเปลี่ยนแปลงและรูปแบบพัฒนาการที่เป็นเส้นโค้งได้ นอกจากนั้นวิธีหาคะแนนการเปลี่ยนแปลงแต่ละวิธีก็ยังมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันอยู่ การเลือกใช้วิธีวัดการเปลี่ยนแปลงแบบดั้งเดิมจึงต้องพิจารณาข้อบกพร่องของแต่ละวิธีด้วย

จากความก้าวหน้าของศาสตร์ทางสถิติ ทำให้การวัดการเปลี่ยนแปลงมีพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์โดยใช้โมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) ซึ่งมีจุดเด่นที่สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด และสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งได้ ดังนั้นการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่จึงได้นำโมเดลสมการโครงสร้างมาประยุกต์ใช้ นอกจากนั้นจากการพัฒนาวิทยาการด้านคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้สะดวกรวดเร็วและตอบสนองความต้องการของนักวิจัยได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรม LISREL และ EQS ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างได้อย่างสะดวก ก็ยังทำให้วิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดการเปลี่ยนแปลงจึงทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

การสร้างโมเดลในการวัดการเปลี่ยนแปลงมีหลายรูปแบบแตกต่างกันไปตามแนวคิดของนักวัดผลและนักสถิติ การประยุกต์ใช้โมเดลสมการโครงสร้างที่สำคัญได้แก่ โมเดลออโตรีเกรสซีฟ (autoregressive model) โมเดลดิฟเฟอร์เรนซ์คอมโพเนนท์ (difference component model) โมเดลการวัดองค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) และโมเดลโค้งพัฒนาการ (growth curve model) (McArdle และ Aber, 1990) นอกจากนั้นในปัจจุบันยังมีการประยุกต์ใช้โมเดลเชิงเส้นพหุระดับ (hierarchical linear model) ในการวัดการเปลี่ยนแปลงอีกด้วย

แนวคิดพื้นฐานของการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวมีรากฐานมาทางทฤษฎีที่พัฒนาโดย Tuker และ Rao เมื่อปี ค.ศ.1958 (MacCallum et.al, 1997; Duncan and Duncan, 1994) ต่อมามีนักวิจัยหลายท่านที่ให้แนวคิดเพิ่มเติมในการพัฒนาโมเดลนี้มาเรื่อย ๆ ไม่ว่าจะเป็น McArdle และ Epstein (1987), Meredith และ Tisak (1990) จนได้พัฒนามาถึงโมเดลการวัดองค์ประกอบระยะยาว และโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในที่สุด ปัจจุบันได้มีการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการเชิงเส้นที่มีตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในหลายสาขาวิชา ทั้งนี้เนื่องจากโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ได้แม้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจะมีน้อย (McArdle และ Hamagami, 1995) สามารถประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยและรายกลุ่มได้ นอกจากนั้นโมเดลนี้ยังประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลง จากการวัดที่มากกว่า 2 ครั้งได้ ทำให้ได้สารสนเทศเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงมากยิ่งขึ้น

โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีลักษณะเป็นโมเดลสมการโครงสร้างเชิงเส้น โดยที่ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรง โมเดลนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (McArdle และ Hamagami, 1995) โดยในโมเดลประกอบด้วยตัวแปรแฝงที่เป็นตัวแปรองค์ประกอบสององค์ประกอบคือตัวแปรแฝงระดับ (level) กับตัวแปรแฝงความชัน (slope) โดยที่ตัวแปรแฝงระดับเป็นคะแนนในการวัดครั้งแรก ตัวแปรแฝงความชันคืออัตราการเปลี่ยนแปลง ตัวแปรสังเกตได้เป็นตัวแปรตัวเดียวกันในการวัดครั้งที่ต่างกันโดยที่ตัวแปรสังเกตได้จะได้รับอิทธิพลเชิงเส้นตรงมาจากองค์ประกอบทั้งสององค์ประกอบ น้ำหนักองค์ประกอบต่อตัวแปรแฝงระดับทุกตัวจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 1 เพื่อให้ค่าคะแนนในการวัดครั้งแรก มีค่าเท่ากันในทุกตัวแปรสังเกตได้ น้ำหนักองค์ประกอบต่อตัวแปรแฝงความชันจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ในการวัดครั้งแรก ซึ่งหมายถึงในการวัดครั้งแรกยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่อตัวแปรแฝงความชันในการวัดครั้งอื่นสามารถกำหนดขึ้นตามทฤษฎีตามผลงานวิจัยที่ผ่านมา หรือจะประมาณค่าพารามิเตอร์ก็ได้ นอกจากตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันแล้วในโมเดลยังประกอบด้วยค่าคงที่ 1 และตัวแปรค่าความคลาดเคลื่อน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ค่าคงที่ส่งผลต่อตัวแปรแฝงระดับและตัวแปรแฝงความชันก็คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรแฝงแต่ละตัว และค่าสัมประสิทธิ์ที่ค่าความคลาดเคลื่อนส่งผลต่อตัวแปรแฝงก็คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรแฝงนั่นเอง

โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงมีจุดเด่นที่สำคัญหลายประการ ประการแรก ความสามารถในการประมาณค่าพารามิเตอร์เป็นรายบุคคลและระหว่างบุคคล ทำให้ได้สารสนเทศที่เป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้น ประการที่สอง ความสามารถในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดของตัวแปรสังเกตได้ ประการที่สามความสามารถในการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อข้อมูลมีโครงสร้างที่ต่างกัน เช่น มีข้อมูลขาดหายหรือวัดไม่ครบสมบูรณ์ (McArdle และ Hamagami, 1995)

การขาดหายของข้อมูลเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้บ่อยครั้งของการเก็บรวมรวมข้อมูลในการวิจัยเชิงปริมาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวิจัยที่มีตัวแปรหลายตัวหรือในการวิจัยเกี่ยวกับการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว เมื่อจำนวนตัวแปรและจำนวนครั้งที่วัดมีมาก โอกาสที่เกิดการขาดหายของข้อมูลยิ่งเพิ่มมากขึ้น การขาดหายของข้อมูลอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลน้อยลง จนในบางครั้งข้อมูลที่เหลืออาจไม่เพียงพอที่จะวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนั้นข้อมูลที่ได้อาจมีความลำเอียงและไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร (Hair et. al., 1995)

การเลือกวิธีดำเนินการกับข้อมูลที่มีการขาดหายด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งนั้นจะต้องพิจารณารูปแบบการขาดหายของข้อมูลด้วย เพื่อให้เลือกใช้วิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการ

ดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหาย รูปแบบการขาดหายของข้อมูลมี 3 รูปแบบ (Hair et. al., 1995) กล่าวคือ การขาดหายอย่างสุ่ม (Missing at Random; MAR) เมื่อค่าที่ขาดหายไม่ขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปรที่ขาดหายเอง การสังเกตได้อย่างสุ่ม (Observe at Random; OAR) เมื่อค่าของข้อมูลที่ขาดหายไม่ขึ้นอยู่กับค่าของข้อมูลในตัวแปรอื่น และการขาดหายอย่างสุ่มแบบสมบูรณ์ (Missing Completely at Random; MCAR) เมื่อข้อมูลที่ขาดหายมีรูปแบบการขาดหายทั้งที่เป็นการขาดหายอย่างสุ่มและการสังเกตได้อย่างสุ่ม

แนวทางในการดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แนวทางตามรูปแบบการขาดหายของข้อมูล เมื่อข้อมูลขาดหายอย่างสุ่ม (MAR) วิธีดำเนินการได้มีวิธีเดียวเท่านั้นคือวิธีการใช้โมเดลเป็นฐาน (model-based procedure) การใช้วิธีอื่นอาจนำไปสู่ความลำเอียงของผลการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ถ้ารูปแบบการขาดหายของข้อมูลเป็นการขาดหายอย่างสุ่มโดยสมบูรณ์วิธีการที่มีความเหมาะสมที่จะใช้ ได้แก่ การลบทิ้ง (deletion procedure) การแทนที่ (imputation procedure) และการใช้โมเดลเป็นฐาน (model-based procedure) ซึ่งแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Hair et. al., 1995)

การดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหายด้วยวิธีการลบทิ้ง (deletion) เป็นวิธีที่ง่าย สะดวกและนิยมใช้กันมากที่สุด ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยไม่นำตัวแปรหรือกลุ่มตัวอย่างที่มีข้อมูลขาดหายเข้ามาร่วมในการวิเคราะห์ข้อมูล จุดเด่นของวิธีการลบทิ้งคือ สามารถดำเนินการได้ง่ายและสะดวก โดยเฉพาะปัจจุบันในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติส่วนใหญ่มีตัวเลือกในการดำเนินการด้วยวิธีนี้ หรือบางโปรแกรมอาจกำหนดการลบข้อมูลทิ้งเป็นค่าปริยาย (default) อีกด้วย จุดด้อยของวิธีนี้คือทำให้กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนลดลง จึงไม่เหมาะกับการดำเนินการกับข้อมูลขาดหายที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลสูง เนื่องจากจะทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อย หรือไม่พอสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลในบางสถานการณ์ นอกจากนั้นกลุ่มตัวอย่างที่เหลืออาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ผลที่ได้มีความลำเอียงสูง (Duncan, T. E., Duncan, S. C., Li, F., 1998) วิธีการดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหายโดยการลบทิ้งยังแบ่งย่อยได้เป็นสองแบบกล่าวคือ การลบทิ้งทั้งหมด (listwise deletion) กับการลบทิ้งเฉพาะคู่ (pairwise deletion) โดยที่การลบทิ้งทั้งหมดจะไม่นำกลุ่มตัวอย่างที่มีการขาดหายของข้อมูลเข้ามาร่วมวิเคราะห์ในทุกตัวแปร ในขณะที่การลบทิ้งเฉพาะคู่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในตัวแปรที่ไม่มีการขาดหาย

การดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหายด้วยวิธีการแทนที่ (imputation) เป็นกระบวนการในการประมาณค่าที่ขาดหายจากค่าที่มีอยู่ของตัวแปรอื่นหรือกลุ่มตัวอย่างคนอื่น โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของกลุ่มตัวอย่างมีอยู่เป็นตัวช่วยในการประมาณค่า แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วิธีการแทนค่าข้อมูลขาดหายในวิเคราะห์จะต้องระมัดระวัง เพราะอาจมีผลต่อผลการวิเคราะห์ข้อมูล การดำเนินการกับข้อมูลที่ขาดหายด้วยวิธีการแทนที่ มีรูปแบบที่แตกต่างกันอีก 5 วิธี (Hair et. al., 1995) ได้แก่ วิธีการแทนค่าด้วยกลุ่มตัวอย่างใหม่ (case substitution)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีการแทนค่าด้วยค่าเฉลี่ย (mean substitution) วิธีการแทนค่าด้วยค่าเก่า (cold deck imputation) วิธีการวิเคราะห์การถดถอย (regression imputation) และวิธีการแทนค่าพหุ (multiple imputation)

วิธีการดำเนินการกับข้อมูลที่มีข้อมูลขาดหายที่ใช้โมเดลเป็นฐาน (model-based procedure) เป็นการประมาณค่าด้วยวิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด (maximum likelihood) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบของโมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) ซึ่งมีการประยุกต์โมเดลโดยการแยกกลุ่มของข้อมูลตามรูปแบบการขาดหายของข้อมูล แล้วใช้วิธีการวิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (multiple group) โมเดลที่นักวิจัยหลายท่านได้ให้แนวคิดในการนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ข้อมูลระยะยาวที่มีการขาดหายคือโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีแปรแฝง ซึ่งนับว่าเป็นการช่วยลดข้อจำกัดและเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว

McArdle และ Hamagami (1995) ได้เสนอแนวคิดในการประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย ดำเนินการโดยการแยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มย่อยตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ กล่าวคือจัดข้อมูลที่มีจำนวนครั้งและครั้งที่วัดได้เหมือนกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตามโมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงโดยการวิเคราะห์แบบกลุ่มพหุ (multiple group) ที่กำหนดค่าพารามิเตอร์ทุกค่าให้เท่ากันในทุกกลุ่ม โดยวิธีการนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นว่าค่าพารามิเตอร์มีความไม่แปรเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม (invariant across all groups)

McArdle และ Aber (1990) ให้แนวคิดเกี่ยวกับการใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดการเปลี่ยนแปลงที่วัดไม่ครบสมบูรณ์ คือการที่ผู้วิจัยไม่สามารถทำการวัดในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งตามแผนที่วางไว้ ทำให้ระยะห่างระหว่างช่วงเวลาที่ทำการวัดไม่เท่ากัน ดำเนินการโดยการค่าพารามิเตอร์ Bt ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวแปรสังเกตได้ต่อตัวแปรแฝงความชันให้มีค่าตามช่วงห่างของระยะเวลาที่ทำการวัด นอกจากนั้น Stoolmiller (1994) ยังใช้แนวคิดในการใช้โมเดลวิธีการวิจัยที่มีการวัดการเปลี่ยนแปลงช่วงนักเรียนเกรด 4-8 แต่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ในช่วง เกรด 5 ทำให้เหลือช่วงเวลาที่เก็บได้เพียงเกรด 4, 6, 7 และ 8 โดยค่า Bt ให้มีค่าเท่ากับ 0, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

วิธีการประยุกต์ใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวัดระยะยาวของข้อมูลที่มีการขาดหาย สามารถดำเนินการได้โดยแยกกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะของข้อมูลเหมือนกันออกเป็นกลุ่ม แล้วกำหนดให้ตัวแปรสังเกตได้ในครั้งที่ไม่มีการวัดให้เป็นตัวแปรแฝง (Bentler, P. M., 1995) หลังจากนั้นก็วิเคราะห์ทุกกลุ่มร่วมกันโดยอาศัยวิธีการวิเคราะห์โมเดลกลุ่มพหุ ซึ่งจะมี

การกำหนดให้มีค่าพารามิเตอร์ B(t) ซึ่งเป็นน้ำหนักองค์ประกอบต่อตัวแปรแฝงอัตราการเปลี่ยนแปลง ให้มีความแตกต่างกันตามช่วงห่างของระยะเวลา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงกับการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหาย ปรากฏว่ายังไม่มีผู้ใดศึกษาความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการวัดที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาว เมื่อมีข้อมูลขาดหายที่มีอัตราการขาดหายที่ต่างกัน ข้อมูลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีจำนวนครั้งและช่วงเวลาที่วัดต่างกัน โดยรูปแบบการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่สนใจศึกษาคือการวัดได้เพียง 3 และ 4 ครั้ง จากที่ควรจะมีการวัด 5 ครั้ง ช่วงเวลาที่วัดได้เมื่อมีการวัด 4 ครั้งมี 4 รูปแบบ ช่วงเวลาที่วัดได้เมื่อมีการวัด 3 ครั้ง มี 6 รูปแบบ และอัตราการขาดหายที่สนใจศึกษาคือการขาดหายครั้งละ 5% 10% 15% และ 20% โดยผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ศึกษาคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง ระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหายกับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดระยะยาวที่ข้อมูลครบสมบูรณ์

<u>วัตถุประสงค์การวิจัย</u>

เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์จากการวัดระยะยาว 5 ครั้ง กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย เมื่อมีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาตหายดังเงื่อนไขต่อไปนี้

1. ข้อมูลวัดไม่ครบสมบูรณ์เมื่อจำนวนครั้งที่วัดได้เป็น 3 และ 4 ครั้ง จากการวัดที่ควรจะเป็น 5 ครั้ง
2. ข้อมูลวัดไม่ครบสมบูรณ์เมื่อช่วงเวลาที่วัดต่างกัน
3. ข้อมูลขาดหายที่มีอัตราการขาดหายเป็น 5% 10% 15% และ 20%

<u>ขอบเขตการวิจัย</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว โดยใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง ซึ่งใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ 4 ชุด ชุดแรกเป็นข้อมูลจากการวิจัยของ อิทธิพงษ์ ตั้งสกุลเรืองไล (2541) ซึ่งเป็นข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการวัดระยะยาว 5 ครั้ง ซึ่งประชากรคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดกรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2539 ข้อมูลชุดที่ 2 ถึง 4 เป็นข้อมูลอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ต่อจำนวนประชากรในช่วงอายุเป้าหมายของแต่ละประเทศทั่วโลก ระหว่างปีการศึกษา 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995

การวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่ผู้วิจัยศึกษา คือ การวัดระยะยาวที่มีจำนวนครั้งที่วัดได้เพียง 3 และ 4 ครั้ง จากการวัดที่ควรจะเป็น 5 ครั้ง และมีช่วงเวลาการวัดที่แตกต่างกัน 10 แบบ ส่วนการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหายที่ผู้วิจัยศึกษาเป็นการขาดหายอย่างถาวร ที่มีอัตราการขาดหายของข้อมูลครั้งละ 5% 10% 15% และ 20% ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ศึกษาคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหายกับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดระยะยาวที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error; RMSE) ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหายกับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดระยะยาวที่ข้อมูลครบสมบูรณ์

<u>ข้อจำกัดของการวิจัย</u>

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งเปรียบเทียบผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่ใช้โมเดลประยุกต์โค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงระหว่างโมเดลที่มีข้อมูลครบสมบูรณ์ กับโมเดลที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และโมเดลที่มีข้อมูลขาดหาย เกณฑ์ในการเปรียบเทียบคือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยจากโมเดลที่วัดครบสมบูรณ์กับโมเดลที่วัดไม่ครบสมบูรณ์และมีข้อมูลขาดหาย โดยที่การคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยเป็นผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนดิบกับค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (factor score regression) ในการวัดแต่ละครั้ง แต่เนื่องจากโปรแกรม อีคิวเอส (EQS) ยังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบ ตามที่ผู้วิจัยได้ส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ไปยังบริษัท Multivariate Software Inc. ซึ่งเป็นผู้จัดจำหน่ายโปรแกรมอีคิวเอส เจ้าหน้าที่ผู้สนับสนุนด้านเทคนิคได้ให้คำตอบว่า ขณะนี้โปรแกรมอีคิวเอสยังไม่สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบได้ โดยผู้ผลิตกำลังพัฒนาขีดความสามารถให้เพิ่มขึ้นในเวอร์ชั่นต่อไป (แสดงไว้ในภาคผนวก ก.) ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการประมาณค่าสัมประสิทธิ์องค์ประกอบโดยการคำนวณด้วยมือ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบสามารถคำนวณได้จาก ผลคูณระหว่างอินเวอร์สของเมทริกซ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับเวคเตอร์น้ำหนักองค์ประกอบ (Joreskog, K. G. & Sorbom, D., 1989) แต่เนื่องจากข้อจำกัดในการคำนวณเมทริกซ์และผู้วิจัยเห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในทุกชุดข้อมูลมีค่าสูงเข้าใกล้ 1 ผู้วิจัยจึงใช้เฉพาะค่าน้ำหนักองค์ประกอบในการคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย ดังนั้นในโมเดลที่มีข้อมูลขาดหายซึ่งวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม EQS ผู้วิจัยจึงคำนวณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยโดยใช้ผลคูณระหว่างน้ำหนักองค์ประกอบกับคะแนนมาตรฐานของการวัดในแต่ละครั้ง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ทดลองนำค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากโมเดลที่มีการวัดครบสมบูรณ์ข้อมูลชุดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มาคำนวณอัตราการเปลี่ยนแปลง แล้วนำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับค่าอัตราการ

เปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้จากค่าคะแนนสัมประสิทธิ์องค์ประกอบ พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.902 ทำให้เชื่อได้ว่าวิธีการประมาณค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงทั้งสองวิธีให้ค่าที่มีความสัมพันธ์กันสูง

<u>นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย</u>

1. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝง หมายถึง โมเดลสมการโครงสร้างที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ที่มีการกำหนดค่าพารามิเตอร์อิสระโดยที่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรแฝงทุกค่าให้ใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ของประชากร โดยมีลักษณะพัฒนาการเป็นเส้นโค้ง

2. โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงแบบกลุ่มพหุ หมายถึง โมเดลสมการโครงสร้างที่ใช้ในการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว สำหรับกลุ่มประชากรมากกว่าหนึ่งกลุ่มและมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแต่ละโมเดลให้มีค่าเท่ากันทุกค่า

3. การวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีข้อมูลขาดหาย หมายถึง ข้อมูลจากการวัดการเปลี่ยนแปลงที่กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถให้ข้อมูลได้ครบตามจำนวนครั้งที่เก็บข้อมูล โดยมีลักษณะเป็นการขาดหายอย่างถาวร

4. การวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ หมายถึง ข้อมูลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ในช่วงเวลาใดช่วงเวลาหนึ่งตามที่วางแผนไว้ ทำให้ช่วงเวลาระหว่างการวัดในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน

5. ผลการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาว หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นหน่วยที่ได้จากการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหายกับค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดระยะยาวที่ข้อมูลครบสมบูรณ์ ค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Squared Error; RMSE) ระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วยที่ได้จากการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหายกับอัตราการเปลี่ยนแปลงจากการวัดระยะยาวที่ข้อมูลครบสมบูรณ์

6. อัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นรายหน่วย หมายถึง คะแนนที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของแต่ละหน่วยตัวอย่าง คำนวณจากสมการระหว่างคะแนนดิบที่ได้จากการวัดระยะยาวแต่ละช่วงเวลากับคะแนนสัมประสิทธิ์คะแนนองค์ประกอบ (factor score regression) ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละโมเดล

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่วัดได้จากการทำแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่ง ประสิทธิ์ ไชยกาล (2539) เป็นผู้สร้างขึ้น เพื่อวัดความสามารถในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน ภายหลังจากที่ผ่านช่วงเวลาในการเรียนรู้ อันเป็นการสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียน

8. อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา หมายถึง ร้อยละของสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้เรียนกับจำนวนประชากรทั้งหมดที่มีช่วงอายุเป็นกลุ่มเป้าหมายของการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาของประเทศต่าง ๆ อันเป็นการสะท้อนถึงความสำเร็จของการจัดการศึกษาระดับประถมศึกษาของแต่ละประเทศ เมื่อช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ระหว่างปี ค.ศ. 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995

9. อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษา หมายถึง ร้อยละของสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้เรียนกับจำนวนประชากรทั้งหมดที่มีช่วงอายุเป็นกลุ่มเป้าหมายของการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาของประเทศต่าง ๆ อันเป็นการสะท้อนถึงความสำเร็จของการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาของแต่ละประเทศ เมื่อช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ระหว่างปี ค.ศ. 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995

10. อัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา หมายถึง ร้อยละของสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้เรียนกับจำนวนประชากรทั้งหมดที่มีช่วงอายุเป็นกลุ่มเป้าหมายของการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาของประเทศต่าง ๆ อันเป็นการสะท้อนถึงความสำเร็จของการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาของแต่ละประเทศ เมื่อช่วงเวลามีการเปลี่ยนแปลงไป ระหว่างปี ค.ศ. 1975, 1980, 1985, 1990 และ 1995

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีประโยชน์ด้านวิธีวิทยาการวิจัยทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ในเชิงทฤษฎีทำให้ทราบประสิทธิภาพด้านความตรงของอัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อใช้โมเดลโค้งพัฒนาการที่มีตัวแปรแฝงในการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดการเปลี่ยนแปลงที่มีข้อมูลขาดหายในอัตราที่ต่างกันและมีข้อมูลการวัดไม่ครบสมบูรณ์ที่มีจำนวนครั้งที่วัดได้และครั้งที่วัดได้แตกต่างกัน ส่วนประโยชน์ในทางเชิงปฏิบัติ จะเป็นแนวทางในการเลือกใช้โมเดลในการวัดการเปลี่ยนแปลงในกรณีที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์ การวัดที่มีข้อมูลสูญหาย นอกจากนั้นยังเป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวัดระยะยาวที่มีการวัดไม่ครบสมบูรณ์และข้อมูลขาดหาย อันเป็นการส่งเสริมให้วิธีวิทยาการการวัดการเปลี่ยนแปลงแนวใหม่ในประเทศไทยให้พัฒนาและใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผลจากการวิจัยครั้งนี้ยังเป็นประโยชน์ในด้านเนื้อหาสาระ (content) จากการวัดการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของข้อมูล 4 ชุด คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ อัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา อัตราการเข้าเรียนระดับมัธยมศึกษาและอัตราการเข้าเรียนระดับอุดมศึกษา ทำให้ทราบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนเป็นรายบุคคล และทราบอัตราการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเข้าเรียนระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาและอุดมศึกษาของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางการศึกษาของแต่ละประเทศ