

## การเติบโตของโมเดลสมการโครงสร้าง ปี พ.ศ. 2537 – 2546

### THE GROWTH OF STRUCTURAL EQUATION MODELING: 1994-2003

สุชาดา กรเพชรปานิ

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้พิจารณาการเติบโตและการพัฒนาการของโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ระหว่างปี พ.ศ. 2537 – 2546 รวมทั้งพิจารณาพัฒนาการของวารสาร Structural Equation Modeling และวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา โดยใช้บทคัดย่อจากฐานข้อมูล PsycINFO เป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาของต่างประเทศ (Hershberger, 2003) ใช้บทคัดย่อจากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย และวารสารวิชาการไทยเป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาของประเทศไทย ผลการศึกษาหลักที่พบของต่างประเทศ ได้แก่ 1) จำนวนบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับ SEM ที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่าง ๆ มีจำนวนเพิ่มขึ้น 2) จำนวนวารสารที่ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับ SEM มีจำนวนเพิ่มขึ้น 3) มีการใช้ SEM มากที่สุดในบรรดาเทคนิคหลายตัวแปรต่าง ๆ 4) วารสาร Structural Equation Modeling เป็นแหล่งเผยแพร่สำคัญของการพัฒนาเทคนิค SEM ในส่วนของประเทศไทยพบว่าวารสารวิชาการยังมีจำนวนน้อยมาก งานวิจัยทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิค SEM ส่วนใหญ่เป็นวิทยานิพนธ์ที่ยังไม่ได้รับการตีพิมพ์ลงในวารสารวิชาการ และวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นแหล่งใหม่ที่เผยแพร่บทความเชิงเนื้อหา SEM

## ความนำ

บทความนี้ประกอบด้วยการศึกษาสองส่วนคือ การศึกษาข้อมูล SEM ของต่างประเทศ โดยส่วนนี้ใช้ผลการศึกษาของ Hershberger (2003) ในการนำเสนอ ส่วนที่สองเป็นการศึกษาของประเทศไทย โดยผู้เขียนเป็นผู้สืบค้นข้อมูล การนำเสนอจะใช้วิธีการบรรยายต่อเนื่องกันไปไม่ใช้วิธีการเชิงเปรียบเทียบ เนื่องจากทั้งแหล่งสืบค้นและจำนวนข้อมูลของสองกลุ่มมีความแตกต่างกันมาก จุดมุ่งหมายของบทความนี้คือต้องการแสดงให้เห็นว่า ในต่างประเทศโมเดลสมการโครงสร้าง (SEM) เป็นเทคนิคหลายตัวแปรที่กำลังได้รับความนิยมอย่างมาก และวารสาร Structural Equation Modeling เป็นแหล่งเผยแพร่ที่สำคัญของการพัฒนาและการประยุกต์เทคนิค SEM สำหรับประเทศไทยเทคนิค SEM ก็กำลังได้รับความนิยมเช่นกัน และวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพาจะเป็นแหล่งเผยแพร่บทความเชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิค SEM ที่สำคัญต่อไป

## วิธีดำเนินการ

Hershberger ศึกษาข้อมูลโดยเริ่มต้นจากปี พ.ศ. 2537 เนื่องจากเคยมีการศึกษาการเติบโตของ SEM จากปี พ.ศ. 2528 – 2537 ไว้แล้ว (Tremblay and Gardner, 1996) วิธีการศึกษาใช้วิธีการทำนองเดียวกัน การสืบค้นข้อมูลใช้ฐานข้อมูล PsycINFO ซึ่งประกอบด้วยบทคัดย่อจากวารสารมากกว่า 1,200 เล่ม เพื่อกำหนดขอบเขตของข้อมูลจากบทความที่ลงตีพิมพ์ในช่วงปี พ.ศ. 2537 – 2544 นอกจากนี้ ปี พ.ศ. 2537 ยังเป็นปีเริ่มต้นของวารสาร Structural Equation Modeling และปี พ.ศ. 2544 เป็นปีล่าสุดที่มีข้อมูลสมบูรณ์

คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้นบทความที่เกี่ยวกับ SEM ได้แก่ structural equation, path analysis, confirmatory factor analysis, และ covariance structure บนฐานข้อมูล PsycINFO ประกอบด้วยบทคัดย่อจากหนังสือ วิทยานิพนธ์และบทความในวารสาร ในการศึกษาครั้งนี้คัดเลือกเฉพาะบทความในวารสารเท่านั้น ทำการคัดลอกชื่อวารสารและปีที่ตีพิมพ์จากบทความในวารสารที่สืบค้นได้ นอกจากนี้ยังจำแนกบทความดังกล่าวออกเป็นสองประเภทคือบทความเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับเชิงเทคนิค บทความเชิงเนื้อหาหมายถึงบทความที่นำ SEM ไปประยุกต์กับข้อมูลเชิงประจักษ์ บทความเชิงเทคนิคหมายถึงบทความที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบบางแง่มุมของเทคนิค SEM และศึกษาแง่มุมทางคณิตศาสตร์หรือสถิติของ SEM ประวัติของ SEM เพื่อเสนอแนะแนวทางการรายงานผลของ SEM หรือเพื่อพิจารณาการแปลผล SEM บางครั้งข้อมูลจากบทคัดย่อไม่เพียงพอที่จะจำแนกประเภท จำเป็นต้องศึกษาจากบทความทั้งเรื่องจึงจะสามารถจัดประเภทได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ยังใช้สำคัญในการสืบค้นบทคัดย่อจากบทความที่ใช้เทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ ได้แก่ factor analysis (exploratory factor analysis), cluster analysis, multidimensional scaling, MANOVA หรือ multianalysis of variance และ discriminant analysis

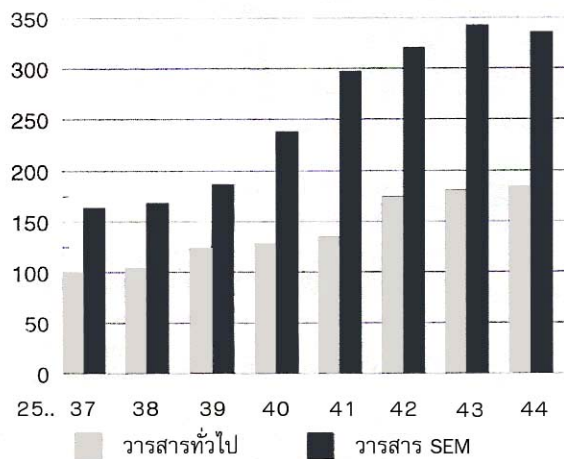
การสืบค้นข้อมูลของประเทศไทย เนื่องจากไม่มีฐานข้อมูลในประเทศไทยที่รวบรวมบทคัดย่อจากวารสารวิชาการต่าง ๆ ไว้ สาเหตุประการหนึ่งอาจจะเนื่องมาจากวารสารวิชาการของประเทศไทยยังมีจำนวนน้อยมากและการตีพิมพ์ขาดความต่อเนื่อง ผู้เขียนจึงคัดเลือกวารสารวิชาการที่เผยแพร่ในห้องสมุดของสถาบันการศึกษา เป็นวารสารที่มีคณะกรรมการกลั่นกรองและมีบทความเกี่ยวกับ SEM ลงตีพิมพ์จำนวนมากพอและมีการตีพิมพ์ต่อเนื่อง ได้วารสารวิธีวิทยาการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กับวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา เป็นแหล่งในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลส่วนใหญ่ของประเทศไทยจึงเป็นข้อมูลจาก บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งยังไม่ได้รับการตีพิมพ์ลงวารสารวิชาการที่มีคณะกรรมการกลั่นกรองตามมาตรฐานสากล การสืบค้นบทคัดย่อจากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย คำสำคัญที่ใช้ในการสืบค้น ได้แก่ สมการโครงสร้าง การวิเคราะห์เส้นทาง หรือการวิเคราะห์อิทธิพล การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน มาตรวัดพหุมิติ โครงสร้างความแปรปรวนร่วม การพัฒนาตัวบ่งชี้ การวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปรหรือการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุ การวิเคราะห์จำแนกหรือการวิเคราะห์จำแนกประเภท และการวิเคราะห์องค์ประกอบ

## ผลการศึกษา

การนำเสนอผลการศึกษา ในส่วนแรกจะนำเสนอผลการศึกษาของต่างประเทศเพื่อความต่อเนื่องของเนื้อหา ต่อจากนั้นจึงนำเสนอผลการศึกษาของประเทศไทย

### การกระจายของบทความและวารสาร

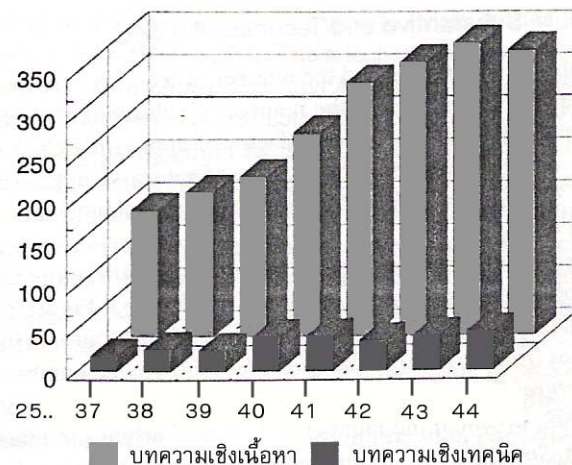
แผนภาพ 1 แสดงจำนวนบทความที่เกี่ยวกับ SEM และจำนวนวารสารที่ตีพิมพ์บทความ SEM ในระหว่างปี พ.ศ. 2537 - 2544 พบว่าทั้งจำนวนบทความและจำนวนวารสารเพิ่มขึ้นในแต่ละปี จำนวนบทความ SEM เพิ่มขึ้นจากจำนวน 164 เรื่องในปี พ.ศ. 2537 เป็น 343 เรื่องในปี พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นปีที่มีจำนวนบทความมากที่สุด ปี พ.ศ. 2544 มีจำนวนลดลงเล็กน้อย ส่วนจำนวนวารสารเพิ่มขึ้นจากจำนวน 100 เล่มในปี พ.ศ. 2537 เป็นจำนวน 184 เล่มในปี พ.ศ. 2544 การเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งในแง่ของจำนวนและความหลากหลายของวารสาร แสดงถึงการกระจายของ SEM ครอบคลุมหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านพฤติกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ อย่างไรก็ดี อัตราส่วนระหว่างจำนวนวารสารกับจำนวนบทความ SEM ค่อนข้างคงที่ในแต่ละปี และมีอัตราส่วน 1.50 ในปี พ.ศ. 2537 เป็นอัตราส่วน 1.89 ในปี พ.ศ. 2543



แผนภาพ 1 จำนวนบทความและวารสารจำแนกรายปี

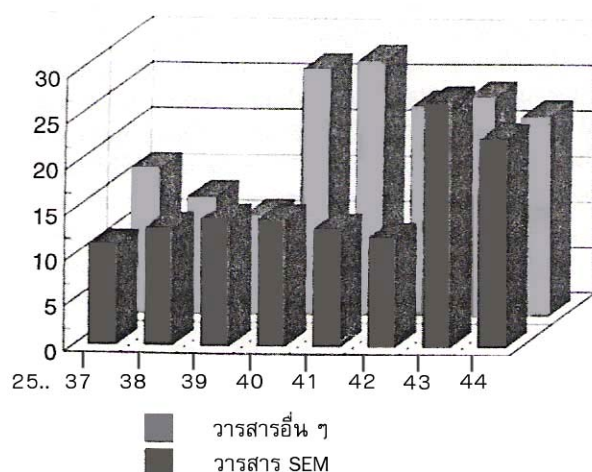
### การกระจายของบทความเชิงเนื้อหา SEM และเชิงเทคนิค SEM

การเปรียบเทียบจำนวนบทความเชิงเนื้อหาและบทความเชิงเทคนิคในแต่ละปีแสดงดัง  
 แผนภาพ 2 ทั้งจำนวนบทความเชิงเนื้อหาและบทความเชิงเทคนิคเพิ่มขึ้นประมาณ 2.5 เท่าจากปี  
 พ.ศ.2537 ถึงปี พ.ศ. 2544 ตัวอย่างเช่น ในปี พ.ศ. 2537 บทความเชิงเนื้อหาจำนวน 148 เรื่อง  
 และเพิ่มขึ้นเป็น 335 เรื่อง ในปี พ.ศ. 2544 ในทำนองเดียวกันปี พ.ศ. 2537 บทความเชิงเทคนิคมี  
 จำนวน 18 เรื่องและเพิ่มขึ้นเป็น 46 เรื่อง ในปี พ.ศ. 2544



แผนภาพ 2 จำนวนบทความ SEM เชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิค จำแนกรายปี

วารสาร Structural Equation Modeling มีส่วนส่งเสริมให้เกิดการเติบโตและการพัฒนาเทคนิค SEM มากที่สุดดังแสดงในแผนภาพ 3 การเปรียบเทียบจำนวนบทความ SEM เชิงเทคนิค ในแต่ละปีที่ลงตีพิมพ์ในวารสารอื่น ๆ ทั้งหมดกับจำนวนบทความ SEM เชิงเทคนิค ในวารสาร Structural Equation Modeling (ยกเว้นปี พ.ศ. 2540 และ 2541 ที่จำนวนบทความ SEM เชิงเทคนิคในวารสารอื่น ๆ มีจำนวนมากผิดปกติ) ปรากฏว่าวารสาร Structural Equation Modeling เสนอบทความเกี่ยวกับการพัฒนาการเชิงสถิติของเทคนิค SEM จำนวนเท่ากับวารสารอื่น ๆ ทั้งหมดรวมกัน เนื่องจากในปี พ.ศ. 2543 วารสาร Structural Equation Modeling ได้เพิ่มขนาดขึ้นประมาณ 60% จึงทำให้วารสาร Structural Equation Modeling เป็นแหล่งที่ดีที่สุดในเรื่องการพัฒนาเทคนิค SEM ตาราง 1 สนับสนุนความโดดเด่นของ วารสาร Structural Equation Modeling โดยแสดงถึงการกระจายของบทความเชิงเทคนิค SEM ในแต่ละปีในวารสารทางจิตวิทยา เมื่อการเปรียบเทียบจำนวนบทความเชิงเทคนิคในวารสาร Structural Equation Modeling กับจำนวนบทความในวารสารวิชาการอื่น ๆ อีก 7 เล่ม แสดงให้เห็นชัดเจนว่าวารสาร Structural Equation Modeling ตีพิมพ์บทความเชิงเทคนิคมากกว่าวารสารอื่น ๆ รวมกันในแต่ละปี



แผนภาพ 3 การเปรียบเทียบบทความ SEM เชิงเทคนิคในวารสาร SEM กับวารสารอื่น ๆ

ตาราง 1 จำนวนบทความ SEM เชิงเทคนิคจำแนกตามวารสารและปีพ.ศ.ที่เผยแพร่

| ชื่อวารสาร                                                          | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 |
|---------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Applied Psychological Measurement</i>                            | 3    | 1    |      | 1    | 2    |      |      | 2    |
| <i>British Journal of Mathematical &amp; Statistical Psychology</i> |      |      | 1    | 3    | 3    | 3    | 2    | 3    |
| <i>Educational &amp; Psychological Measurement</i>                  |      |      |      | 4    |      |      | 2    | 1    |
| <i>Journal of Educational &amp; Behavioral Statistics</i>           |      |      |      | 1    |      | 3    |      | 2    |
| <i>Multivariate Behavioral Research</i>                             | 3    | 3    | 2    | 5    | 8    | 2    | 2    | 1    |
| <i>Psychological Methods<sup>a</sup></i>                            |      |      | 2    | 1    | 5    | 5    | 3    | 3    |
| <i>Psychometrika</i>                                                |      | 1    | 1    | 2    | 3    | 7    | 6    | 1    |
| <i>Structural Equation Modeling<sup>b</sup></i>                     | 11   | 13   | 14   | 14   | 13   | 12   | 27   | 23   |

<sup>a</sup> เริ่มต้นปีพ.ศ.2539 <sup>b</sup> ปีพ.ศ.2543 วารสารเพิ่มจำนวนหน้าขึ้นโดยเฉลี่ย 60%

การพัฒนาของหัวข้อเรื่องใน SEM ระหว่างปี พ.ศ. 2537 ถึงปี พ.ศ. 2544 แสดงดังตาราง 2 ซึ่งในแต่ละปีจำนวนบทความเชิงเทคนิคถูกจำแนกตามหัวข้อเรื่อง 47 หัวข้อ เนื่องจากการจัดแบ่งหัวข้อดังกล่าวไม่ใช่ลักษณะทฤษฎี ดังนั้นผู้เขียนอื่นอาจจำแนกหัวข้อแตกต่างกันไปก็ได้ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันไปทั้ง ในแง่ของการแบ่งประเภทหัวข้อ และการจัดบทความไว้ในแต่ละหัวข้อเรื่อง

กระบวนการกำหนดชื่อหัวข้อเรื่องและการจัดบทความเข้าในแต่ละหัวข้อเป็นกระบวนการพลวัต นั่นคือเมื่อพบบทความจำนวนมากขึ้น หัวข้อเดิมที่กำหนดไว้แล้วอาจจะถูกบทบทใหม่เพื่อให้เหมาะสมขึ้น โดยพยายามสร้างสมดุลระหว่างการกำหนดหัวข้อเรื่องที่กว้างเกินไปซึ่งทำให้ไม่มีความหมาย กับการกำหนดหัวข้อเรื่องที่แคบเกินไปซึ่งทำให้มีจำนวนหัวข้อมากเกินไป ตัวอย่างเช่น หัวข้อเรื่อง goodness of fit อาจจะดูเหมือนกว้างไป แต่หากจะกำหนดให้แคบกว่านี้ก็ยังไม่เหมาะสมที่จะแบ่งเป็น model fit index (ดัชนีความสอดคล้องของโมเดล) แต่ละประเภทออกเป็นแต่ละหัวข้อ การศึกษา Monte Carlo ที่เกี่ยวข้องกับ SEM จะถูกจัดไว้ในหัวข้อตามเนื้อเรื่องที่ศึกษา สำหรับดัชนี RMSEA (รากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนโดยประมาณ) เป็นประเด็นที่ถูกนำมาศึกษาบ่อยที่สุด อย่างไรก็ตามก็ยังไม่เหมาะสมที่จะแบ่งดัชนี RMSEA นี้เป็นอีกหัวข้อหนึ่ง และรวมดัชนีอื่น ๆ เป็นหัวข้อเดียวกัน ส่วนการจัดโมเดลทั้งหมดที่เกี่ยวกับข้อมูลที่มีการวัดซ้ำ (repeated measures) ไว้ใน

หัวข้อเดียวคือ longitudinal models ก็ไม่เหมาะสม เนื่องจาก time series models และ latent growth curve models เป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญในตัวเอง และหัวข้อ expository จะประกอบด้วยบทความเกี่ยวกับการตรวจสอบ SEM โดยทั่วไป ประวัติของ SEM การแนะนำวิธีการรายงานผล SEM หรือ การตีความ SEM

การจัดบทความไว้ในแต่ละหัวข้อพิจารณาจากเนื้อหาของบทความ ซึ่งส่วนมากสามารถจัดกลุ่มได้ไม่ยาก แต่บางครั้งพบว่ามิตบทความที่อาจจัดไว้ได้ทั้งสองหัวข้อ เช่น การตรวจสอบ type I error ใน SEM ก็เกี่ยวข้องกับประเด็นของกำลังการทดสอบด้วย บางบทความอาจถูกจัดไว้ในหัวข้อที่อาจจะไม่ค่อยเหมาะสม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้เขียนเลือกที่จะอภิปรายหัวข้อที่จัดแบ่งอย่างไร ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเชิงเทคนิค latent growth curve models (โมเดลโค้งพัฒนาการ) ส่วนใหญ่ถูกจัดเป็นประเภท บทความเชิงเนื้อหา ซึ่งที่จริงควรจัดอยู่ในประเภทบทความเชิงเทคนิค ผลการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าเรื่องเกี่ยวกับ SEM ที่กำลังเป็นที่สนใจมากที่สุด นอกจากเรื่องที่ยอดนิยมคือ goodness of fit (ส่วนใหญ่ศึกษาเรื่อง RMSEA และ noncentrality based indexes) แล้ว คาดว่ามีอยู่ 2 เรื่อง ที่น่าจะได้รับความ สนใจอย่างมากต่อไปคือ multilevel modeling และ modeling nonlinear effects (ซึ่งรวมปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงด้วย) จะเห็นได้ว่าประเด็นที่น่าสนใจในวารสาร Structural Equation Modeling ในฉบับเมื่อไม่นานมานี้มีบทความเรื่องการประยุกต์และการศึกษาเชิงเทคนิคของ multilevel modeling, nonlinear modeling และ latent growth curve models

ตาราง 2 จำนวนบทความที่ใช้เทคนิคโมเดลสมการ โครงสร้างจำแนกตามหัวข้อเรื่องและปี พ.ศ.ที่เผยแพร่

| หัวข้อเรื่อง              | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Missing data              | 2    |      |      |      | 1    | 2    | 1    | 3    |
| Longitudinal modeling     | 3    |      |      |      |      |      | 2    | 1    |
| Expository                | 2    |      | 4    | 7    | 3    | 3    | 3    | 3    |
| Modeling error structures | 1    |      |      |      | 1    |      |      |      |
| Time series models        | 1    |      |      | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    |
| Goodness of fit           | 1    | 8    | 3    |      | 2    | 5    | 5    | 7    |
| Improper solutions        | 1    |      |      |      |      |      |      | 1    |
| Model specification       | 1    | 1    | 1    | 1    | 5    | 2    | 11   | 3    |
| Equivalent models         | 1    |      |      | 1    |      | 1    |      | 1    |

ตาราง 2 (ต่อ)

| หัวข้อเรื่อง                   | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Modeling multiple groups       | 1    |      |      |      |      |      |      |      |
| Latent growth curve models     | 1    |      |      |      | 3    |      | 1    | 1    |
| Bayesian estimation            | 1    |      |      |      |      | 1    | 1    |      |
| Model identifiability          |      | 2    |      | 1    |      |      |      | 1    |
| Influential observations       |      | 1    | 1    |      |      | 1    |      |      |
| Meta-analysis                  |      | 1    | 1    |      | 1    | 1    |      |      |
| Modeling ordinal data          |      | 1    |      | 4    | 1    | 3    | 1    | 2    |
| Modeling mediational effects   |      | 1    |      | 2    |      |      |      |      |
| Multilevel modeling            |      | 1    |      | 2    | 3    | 1    | 1    | 5    |
| Modeling nonlinear effects     |      | 2    | 3    |      | 2    |      | 5    | 4    |
| Model comparison               |      | 1    |      | 1    | 1    | 3    |      |      |
| Test reliability               |      |      | 1    | 4    | 3    | 1    | 2    | 3    |
| Finite mixture modeling        |      |      | 1    | 1    | 2    |      |      | 2    |
| Robustness of data assumptions |      |      | 1    |      | 2    |      |      |      |
| Principal components           |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      |
| Rasch measurement              |      |      | 3    |      |      |      |      |      |
| Behavior genetic models        |      |      | 1    |      |      | 1    |      |      |
| Power analysis                 |      |      | 1    |      | 1    |      |      |      |
| Multitrait-multimethod models  |      |      | 1    |      | 1    |      | 2    |      |
| Data-scale aggregation         |      |      | 1    |      | 5    | 1    | 1    |      |
| Ridge regression               |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
| Canonical correlation          |      |      | 1    |      |      |      |      |      |
| Censored variables             |      |      | 1    |      |      |      |      |      |
| Mean structures                |      |      | 1    |      | 1    |      | 1    | 1    |
| Test validity                  |      |      | 1    | 1    |      |      | 3    |      |
| Circumplex structures          |      |      | 1    |      |      |      |      |      |
| Controlling type I error       |      |      |      | 2    | 1    |      | 2    | 1    |
| Estimation                     |      |      |      | 2    | 3    |      | 4    | 1    |

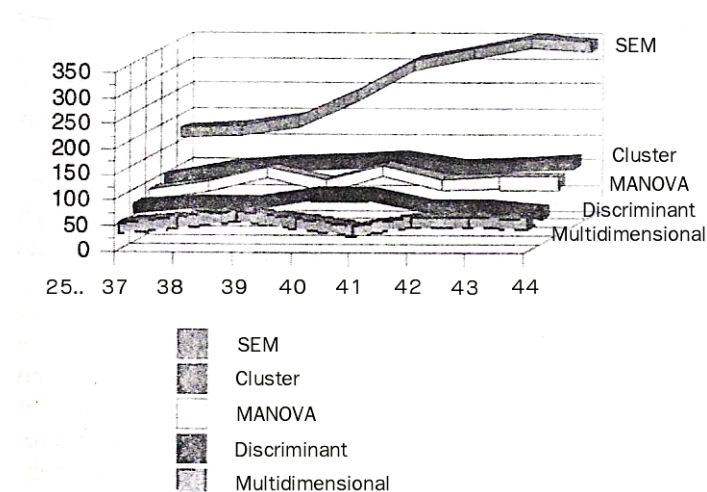
ตาราง 2 (ต่อ)

| หัวข้อเรื่อง                       | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Analyzing experimental data        |      |      |      | 1    |      |      |      |      |
| Sample weights                     |      |      |      |      | 1    |      |      |      |
| Three mode factor analysis         |      |      |      |      | 1    |      |      |      |
| Assessing dimensionality           |      |      |      |      | 1    |      |      | 1    |
| Small samples                      |      |      |      |      | 1    |      | 1    |      |
| Standardized solutions             |      |      |      |      |      |      | 1    |      |
| Monte Carlo experiments in general |      |      |      |      |      |      |      | 1    |
| Scale invariance                   |      |      |      |      |      |      |      | 1    |
| Factor scores                      |      |      |      |      |      |      |      | 1    |

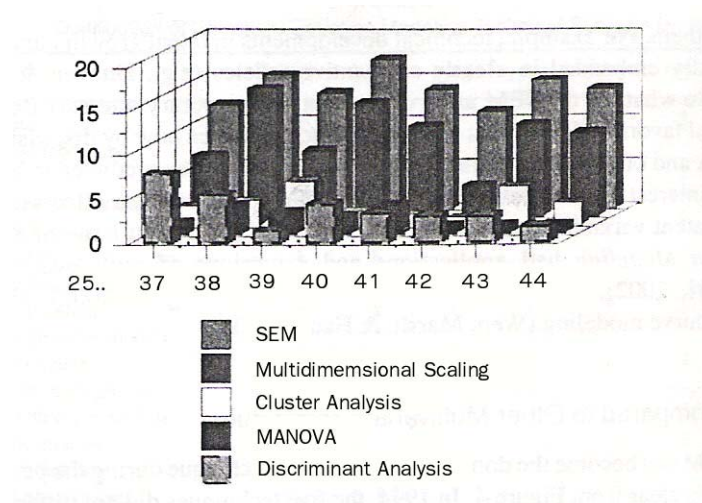
### เปรียบเทียบ SEM กับเทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ

แผนภาพ 4 แสดงการเปรียบเทียบเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย ทำให้เห็นว่า SEM เป็นเทคนิคหลายตัวแปรที่มีความโดดเด่นระหว่างช่วงปี พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2544 จากแผนภาพ 4 จะเห็นได้ว่า ในปี พ.ศ. 2537 เทคนิค SEM มีการใช้มากที่สุดคือจำนวน 166 บทความ เทคนิคที่ใช้น้อยที่สุดคือ multidimensional scaling มีจำนวน 42 บทความ แต่บทความที่ใช้เทคนิค multidimensional scaling มีจำนวนไม่แตกต่างจากจำนวนบทความที่ใช้เทคนิคอื่น ๆ อีก 3 เทคนิคมากนัก เทคนิค cluster analysis มีจำนวน 88 บทความ MANOVA มีจำนวน 74 บทความ และ discriminant analysis จำนวน 64 บทความ

ในปี พ.ศ. 2544 ปรากฏว่าจำนวนบทความที่ใช้เทคนิค SEM เพิ่มขึ้นมาก มีจำนวน 381 บทความ แตกต่างอย่างมากจากเทคนิคหลายตัวแปรอีก 4 เทคนิคที่มีจำนวนประมาณเท่าเดิม เทคนิค cluster analysis มีจำนวน 121 บทความ MANOVA มีจำนวน 100 บทความ Discriminant analysis มีจำนวน 54 บทความ และ multidimensional scaling มีจำนวน 52 บทความ



แผนภาพ 4 การเปรียบเทียบจำนวนบทความที่ใช้เทคนิค SEM กับเทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ

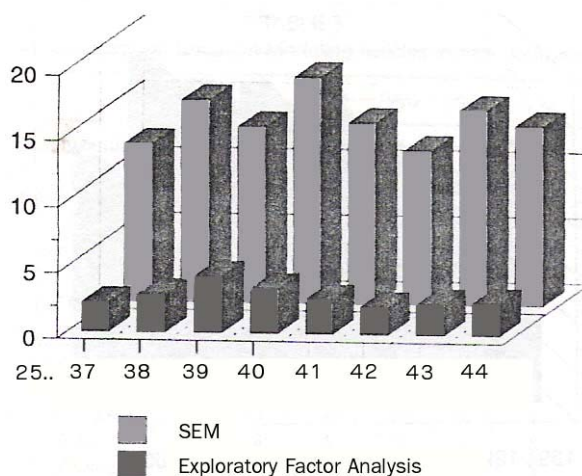


แผนภาพ 5 การเปรียบเทียบร้อยละของบทความที่ใช้เทคนิค SEM กับเทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ

การเติบโตและการพัฒนาการของเทคนิค SEM พิจารณาจาก 2 เกณฑ์ คือ การนำเทคนิค SEM ไปประยุกต์เป็นการศึกษาเชิงเนื้อหา และการพัฒนาตัวเทคนิค SEM เองหรือการศึกษาเชิงเทคนิค แผนภาพ 5 แสดงร้อยละของจำนวนบทความทั้งหมดที่เป็นเรื่องเชิงเทคนิค จะเห็นว่า SEM มีระดับการพัฒนาเชิงเทคนิคสูงอย่างต่อเนื่อง (ปี พ.ศ. 2537 มี 11.98% และปี พ.ศ. 2544 มี 13.73%) คู่แข่งที่ใกล้เคียงที่สุดคือ multidimensional scaling (ปี พ.ศ. 2537 มี 7.14% และปี พ.ศ. 2544 มี 9.62%) หากพิจารณาการเติบโตของบทความเชิงเนื้อหา SEM จากแผนภาพ 1 จะเห็นว่าในปี พ.ศ. 2537 มีจำนวนบทความเชิงเนื้อหาที่นำเทคนิค SEM ไปใช้ในการวิจัย 148 บทความ และมีจำนวน 33 บทความ

ในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งจำนวนเพิ่มมากขึ้นกว่าสองเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนการเพิ่มขึ้นของบทความเชิงเทคนิค พบว่ามีบทความเชิงเทคนิค 18 บทความในปี พ.ศ. 2537 และมีจำนวน 47 บทความในปี พ.ศ. 2544 ซึ่งก็เพิ่มขึ้นกว่าสองเท่าเช่นกัน แสดงว่าการพัฒนา SEM เชิงเทคนิคสามารถพัฒนาได้ทันกับความก้าวหน้าของการนำ SEM ไปใช้ประยุกต์ในการวิจัย

แผนภาพ 6 แสดงการเปรียบเทียบการพัฒนาเทคนิค SEM กับเทคนิค exploratory factor analysis จะเห็นว่าร้อยละของจำนวนบทความที่ใช้เทคนิค EFA มีจำนวนต่ำกว่าบทความที่ใช้เทคนิค SEM ทุกปีอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า EFA ซึ่งเคยเป็นเทคนิคหลักยอดนิยมของนักวัดทางจิต ขณะนี้อาจกล่าวได้ว่า EFA กำลังอยู่ในช่วงถดถอย ในขณะที่ SEM กำลังเริ่มมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องไปอีกนาน



แผนภาพ 6 การเปรียบเทียบร้อยละของบทความเชิงเทคนิค SEM กับ EFA

### การกระจายของเทคนิค SEM และเทคนิคหลายตัวแปรในการวิจัยของประเทศไทย

ผลการศึกษาพบว่าจำนวนวารสารวิชาการในประเทศไทยโดยเฉพาะวารสารวิชาการที่ดีพิมพ์เรื่อง SEM ทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิคมีจำนวนน้อยมาก และไม่พบฐานข้อมูลที่รวบรวมบทความของบทความในวารสารวิชาการเหมือนกับฐานข้อมูล PsycINFO ที่ Hershberger (2003) ใช้สืบค้นข้อมูลของต่างประเทศ ผู้เขียนจึงใช้วิธีการสืบค้นข้อมูลจากฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทยซึ่งมีข้อมูลถึงปีพ.ศ. 2544 เท่านั้น ตาราง 3 แสดงจำนวนวิทยานิพนธ์ทั้งระดับปริญญาเอกและปริญญาโทที่ใช้เทคนิค SEM ในการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 – 2544 มีจำนวนรวม 36 เรื่อง ในจำนวนนี้เป็นการศึกษา SEM เชิงเนื้อหา 22 เรื่อง และศึกษา SEM เชิงเทคนิค 14 เรื่อง ส่วนใหญ่เป็นวิทยานิพนธ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมีวิทยานิพนธ์ที่ใช้เทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ จำนวน 28 เรื่อง

นอกจากนี้ผู้เขียนได้ศึกษาข้อมูลจากวารสารวิชาการที่มีบทความที่ใช้ SEM ในการศึกษา เป็นวารสารที่มีคณะกรรมการกลั่นกรองและวารสารได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่อย่างต่อเนื่อง จำนวน 2 ฉบับ คือ วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ของภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับสมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย ปีละ 3 เล่ม และวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ของภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ปีละ 1 เล่ม ตาราง 4 แสดงว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 – 2546 วารสารวิธีวิทยาการวิจัยมีบทความ SEM จำนวน 20 เรื่อง ส่วนวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งเริ่มฉบับแรกปี พ.ศ. 2545 มีบทความ SEM จำนวน 7 เรื่อง จากการออกรวบรวมปีละ 1 เล่ม แสดงถึงสัดส่วนการตีพิมพ์บทความ SEM ค่อนข้างสูง ข้อสังเกตจากผลการศึกษาระการหนึ่งคือวิทยานิพนธ์ในสาขาวิชาการวัดผลการศึกษา มีการนำเทคนิค SEM มาใช้ค่อนข้างน้อยกว่าสาขาวิชาทางด้านวิจัยการศึกษา

ตาราง 3 จำนวนวิทยานิพนธ์ไทยที่ใช้เทคนิค SEM จำแนกตามปี พ.ศ.

| หัวข้อ                 | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| SEM เชิงเนื้อหา        | -    | 2    | 5    | 3    | 1    | 4    | 4    | 3    |
| SEM เชิงเทคนิค         | -    | 1    | 2    | 2    | 2    | 5    | 2    | -    |
| เทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ | 1    | -    | 10   | 3    | 2    | 6    | 1    | 5    |

ตาราง 4 จำนวนบทความ SEM จำแนกตามวารสารและปี พ.ศ.

| วารสาร            | 2537 | 2538 | 2539 | 2540 | 2541 | 2542 | 2543 | 2544 | 2545 | 2546 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| วิธีวิทยาการวิจัย | -    | 1    | 2    | 3    | 5    | 2    | 1    | -    | 2    | 4    |
| จุฬาฯ             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| วิจัยและวัดผล     | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 3    | 4    |
| การศึกษา ม.บูรพา  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <sup>a</sup>      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

<sup>a</sup> เริ่มต้นปี พ.ศ. 2545

## อภิปราย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของแต่ละประเทศสามารถสร้างข้อสรุปได้สองข้อคือ ข้อแรก SEM ได้กลายมาเป็นวิธีการทางสถิติหลายตัวแปรที่โดดเด่นกว่าวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปรแบบอื่น ๆ และข้อสองวารสาร Structural Equation Modeling ได้กลายมาเป็นแหล่งเผยแพร่หลักที่ตีพิมพ์พัฒนาการของ SEM

เหตุผลของข้อสรุปข้อแรกมาจากข้อค้นพบ 3 ประการคือ ประการที่หนึ่ง จำนวนวารสารที่ตีพิมพ์บทความเชิงเนื้อหาที่ประยุกต์เทคนิค SEM ในการวิจัย และบทความเชิงเทคนิคที่พัฒนาเทคนิควิธี SEM มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ประการที่สอง ในช่วงเวลาเดียวกันนี้ จำนวนบทความเชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิค SEM ก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีด้วยเช่นกัน และประการที่สาม ในจำนวนเทคนิคหลายตัวแปรทั้งหมด เทคนิค SEM มีการนำมาใช้ในการวิจัยมากกว่าเทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ และมีแนวโน้มที่จะมีการนำมาใช้เพิ่มขึ้นต่อไป

สำหรับเหตุผลของข้อสรุปข้อที่สองคือผลการวิเคราะห์พบว่า วารสาร Structural Equation Modeling ได้ตีพิมพ์บทความเชิงเทคนิค SEM มากกว่าวารสารอื่น ๆ นับตั้งแต่ฉบับแรกถึงฉบับปี พ.ศ. 2544 นอกจากนี้วารสาร Structural Equation Modeling เป็นแหล่งที่นำเสนอการพัฒนาเทคนิค SEM และได้เพิ่มขนาดของวารสารแต่ละเล่มในปี พ.ศ. 2543 เพื่อตอบสนองความต้องการการตีพิมพ์บทความเชิงเนื้อหาและเชิงเทคนิค SEM ที่เพิ่มขึ้น ทั้งเทคนิค SEM และวารสาร Structural Equation Modeling มีรูปแบบการเติบโตคล้ายกัน จึงอาจสรุปได้ว่าการเติบโตของเทคนิค SEM และวารสาร Structural Equation Modeling มีอิทธิพลต่อการเติบโตซึ่งกันและกัน

อย่างไรก็ดี ในอีกแง่หนึ่งการเปรียบเทียบเทคนิค SEM กับเทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ อาจไม่เป็นการยุติธรรม เนื่องจากข้อได้เปรียบอย่างหนึ่งคือเทคนิค SEM ครอบคลุมการวิเคราะห์เทคนิคหลายตัวแปรอื่น ๆ ไว้ด้วย ในกรณีนี้จึงอาจเรียก SEM ว่าเป็น meta-multivariate model เทคนิคหลายตัวแปรและโมเดลอื่น ๆ ที่สามารถวิเคราะห์โดยใช้โมเดล SEM มีมากมาย ตัวอย่างเช่น principal component, canonical correlation, MANOVA, discriminant analysis, item response models, time series models, multidimensional scaling, และ quantitative genetic models เป็นต้น

เหตุผลหลักที่ SEM ได้รับความนิยมอาจเนื่องมาจาก SEM เป็นโมเดลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ใกล้เคียงกับโมเดลการวิจัย สามารถตอบคำถามวิจัยแบบใหม่ที่มีลักษณะคำถามแบบซับซ้อนได้ ดังนั้นตราบเท่าที่ SEM ยังสามารถตอบสนองความต้องการของนักวิจัยได้ SEM ก็จะเติบโตและมีพัฒนาการต่อไป

สำหรับผลการศึกษาของประเทศไทยนั้นการใช้เทคนิค SEM ในการวิจัยส่วนมากเป็นวิทยานิพนธ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งลงตีพิมพ์ในวารสารวิธีวิทยาการวิจัย ของภาควิชาวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีทั้ง SEM เชิงเนื้อหา และ SEM เชิงเทคนิค ในขณะที่มหาวิทยาลัยบูรพาเพิ่งเริ่มมีวิทยานิพนธ์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีวิจัยการศึกษาและสาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดทางการศึกษา มี SEM เชิงเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ได้จัดทำวารสารวิจัยและวัดผลการศึกษาเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและมีสัดส่วนค่อนข้างสูง ทำให้มีความเป็นไปได้ที่วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษาจะเป็นวารสารที่เป็นแหล่งสำคัญในการเผยแพร่เทคนิค SEM ที่ใช้ในการวิจัยต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย Online. (2546). 3 พฤศจิกายน 2546, เข้าถึงได้จาก <http://thesis.tiac.or.th>
- วารสารวิธีวิทยาการวิจัย. (2537 – 2546). ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและสมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย.
- วารสารวิจัยและวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา. (2546 – 2547). ภาควิชาวิจัยและวัดผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Hershberger, S.L. (2003). The growth of structural equation modeling: 1994-2001. *Structural Equation Modeling*, 10(1), 35-46.
- Tremblay, P.F., & Gardner, R.C. (1996). On the growth of structural equation modeling in psychological journals. *Structural Equation Modeling*, 3, 93-104.