

# เทคนิคการวิเคราะห์หोगิमानด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง

## Meta-Analytic Structural Equation Modeling Technique

รัชชัย ตั้งอุทัยเรือง<sup>1</sup>

Twatchai Tangutairuang

### บทคัดย่อ

บทความนี้รายงานผลการศึกษากการใช้สถิติการวิเคราะห์หोगิमानด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ตามแนวคิดของ Cheung (2009b, 2010) โดยทำเป็นกรณีศึกษาการสังเคราะห์องค์ประกอบของภาวะผู้นำทางการศึกษาจากดัชนีพินธ์ 4 เล่ม มีตัวแปรสังเกตได้ 17 ตัวแปร และตัวแปรแฝง 4 ตัวแปร จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวม 2,370 คน โดยมีขั้นตอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมข้อมูล นำข้อมูลจากตารางสหสัมพันธ์มาป้อนเข้าระบบเพื่อเตรียม การวิเคราะห์ ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ทดสอบระดับความเป็นเอกพันธ์และคำนวณหาเมทริกซ์สหสัมพันธ์ร่วม และขั้นตอนที่ 3 คือ การวิเคราะห์โมเดลด้วยวิธีการสมการเชิงโครงสร้างจากผลการศึกษารณีตัวอย่างพบว่า โปรแกรมวิเคราะห์ผลค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ในระดับดี (RMSEA = 0.0500, CFI = 0.9735) และทำให้พบว่าเป็นการวิเคราะห์ที่น่าสนใจสำหรับนักวิจัยที่ต้องการวิเคราะห์หोगิमानด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง

**คำสำคัญ :** การสังเคราะห์งานวิจัย, การวิเคราะห์หोगิमान, โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง

<sup>1</sup> ดร. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

## Abstract

This article reports the study of statistical analysis using Meta-Analytic Structural Educational Model (MASEM) proposed by Cheung (2009, 2010). The case study based on component synthesis of educational leadership from 4 dissertations with 17 observed variables and 4 latent variables. Total sample size was 2,370. The process had 3 stages. Stage one was data preparation by entering correlation matrices from each research into program variables. Stage two was homogeneity test and calculating the pooled correlation matrix. And stage three was structural educational model analysis based on the pooled correlation matrix. The calculation from R program reported good-of-fitness indices in appropriate level. This case study had gone through analysis process and found that Meta-Analytic Structural Educational Model is a good meta-analysis technique for researches.

**Keywords :** Research Synthesis, Meta-Analysis, Structural Equation Modeling

## ความสำคัญของปัญหา

การศึกษาหาความรู้ใหม่ๆ มีความสำคัญต่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ จึงมีผู้วิจัยผลิตผลงานวิจัยในสาขาเดียวกันกันออกมาเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความรู้จากการวิจัยขึ้นมากมาย ดังนั้น จึงมีผู้ให้ความสนใจในการนำความรู้ที่ศึกษาซ้ำๆ มาสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นสามัญการ (Generalization) จากผลงานวิจัยจำนวนมาก ด้วยกระบวนการวิจัยอย่างเป็นระบบ ในการสังเคราะห์งานวิจัย มีทั้งการสังเคราะห์เชิงคุณภาพ และการสังเคราะห์เชิงปริมาณ แต่การวิเคราะห์เชิงอภิมาน (Meta - Analysis) นั้น เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ ที่ใช้วิธีการทางสถิติตั้งแต่สถิติเชิงพรรณนา เช่น ค่าเข้าสู่ศูนย์กลางและค่าการวัดการกระจายไปจนถึงการวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์พหุระดับหลายตัวแปร (Multi - Level Analysis) การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นตรงระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model : HLM) การวิเคราะห์เมตริกซ์สหสัมพันธ์

(Correlation Matrix Analysis) และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling)

### การวิเคราะห์ห่อภิมาณ

การวิเคราะห์ห่อภิมาณ คือการนำผลการวิจัยที่ศึกษาตัวแปรในเรื่องเดียวกัน มาวิเคราะห์ร่วมกันด้วยกระบวนการทางสถิติเพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนด้วยการยืนยันทางสถิติโดยคำนึงถึงการประมาณการความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับงานวิจัยแต่ละชิ้น ซึ่งผลการศึกษามักจะได้ค่าขนาดอิทธิพลที่ใกล้เคียงความเป็นจริงระหว่างตัวแปร

Wiratchai and Wongwanich (1998) ได้สรุปแนวทางการวิเคราะห์ห่อภิมาณไว้ 6 วิธี ได้แก่ 1) วิธีของ Glass and other (1981) เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด จุดเด่นของวิธีนี้ คือ มีสูตรในการคำนวณค่าดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยหลายแบบที่แตกต่างกันตามแผนแบบการวิจัย 2) วิธีของ Hunter and other (1982) เป็นวิธีที่มีการปรับแก้ลดความแปรปรวนจากความคลาดเคลื่อนให้เหลือแต่ความแปรปรวนอย่างมีระบบ แล้วจึงแบ่งกลุ่มงานวิจัยตามตัวแปรปรับ (Moderator Variable) และสังเคราะห์สรุปผลเมื่อไม่มีความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐาน 3) วิธีของ Hedges and Olkin (1985) วิธีนี้อธิบายว่าการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้องจะต้องยึดลักษณะการแจกแจงของค่าประมาณดัชนีมาตรฐานขนาดอิทธิพล ซึ่งมีสูตรเฉพาะตัว 4) วิธีของ Slavin (1989) เป็นวิธีการสังเคราะห์จากหลักฐานที่ดีที่สุด (Best Evidence Synthesis) โดยมีการประเมินคุณภาพงานวิจัยและคัดเลือกเฉพาะงานวิจัยที่มีคุณภาพมาสังเคราะห์ 5) วิธีของ Mullen (1989) จุดเด่นคือ มีการพัฒนาซอฟต์แวร์สำเร็จรูปในการวิเคราะห์ห่อภิมาณโดยตรง ชื่อ BASIC Meta-analysis ซึ่งแต่ละวิธีมีขั้นตอนดำเนินการวิจัยเหมือนกัน มีหลักการวิเคราะห์เช่นเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่วิธีการวิเคราะห์เท่านั้น และ 6) วิธีของ Rosenthal (1991) จุดเด่นของวิธีนี้คือ การนำค่าระดับนัยสำคัญมาใช้ในการสังเคราะห์ และคำนวณค่าขนาดอิทธิพลสองแบบคือ ค่าขนาดจากขนาดกลุ่มตัวอย่างและค่าสถิติในการทดสอบสมมติฐาน และคำนวณจากขนาดกลุ่มตัวอย่างและระดับนัยสำคัญ

รูปแบบวิธีการวิเคราะห์ห่อภิมาณยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้รูปแบบวิธีการใหม่ๆ ที่จะสามารถนำมาใช้ศึกษางานวิจัยที่มีความซับซ้อนมากขึ้นหรือให้มีความแม่นยำในการวิเคราะห์มากขึ้นแนวทางการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างก็เป็น

แนวทางที่ได้รับความสนใจจากนักวิชาการในปัจจุบัน เริ่มต้นจากการศึกษาแบบทดสอบทางจิตวิทยาจากผลงานวิจัยหลาย ๆ ชิ้นของ Viswesvaran and Ones (1995) ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาแนวทางและวิธีการวิเคราะห์มาจนปัจจุบัน ซึ่งในประเทศไทยยังไม่ค่อยพบนักวิชาการหรือนักวิจัยที่ศึกษาด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างมากนัก ผู้เขียนซึ่งทำการวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์ที่อธิบายเห็นว่า แนวทางและเทคนิคการวิเคราะห์จะสามารถเป็นประโยชน์และเป็นทางเลือกแก่นักวิจัยและนักวิชาการท่านอื่นที่ต้องการวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างต่อไป

### การวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สถิติที่ใช้ทั้งการวิเคราะห์ถดถอย การวิเคราะห์เส้นทาง การวิเคราะห์องค์ประกอบ และโมเดลการเติบโตของตัวแปรแฝง และการวิเคราะห์หลายๆ ตัวแปร มักจะใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างในการวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) คือ เทคนิคการวิเคราะห์สถิติด้วยรูปแบบข้อมูลของตัวแปรหลายๆ ตัวแปรพร้อมๆ กันในครั้งเดียว ในการวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างอาจเรียกว่าการวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ร่วม (Covariance Structure Analysis) หรือการวิเคราะห์โครงสร้างสหสัมพันธ์ (Correlation Structure Analysis) เป็นวิธีการหาความสอดคล้องของรูปแบบตามสมมติฐานและเพื่อปรับรูปแบบให้สอดคล้อง ผลลัพธ์ที่ได้ ก็คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องต่างๆ เช่น ค่าไคสแควร์ ค่าดัชนีความสอดคล้องดัชนีความสอดคล้องปรับแก้ ค่าดัชนีความสอดคล้องเปรียบเทียบ ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่าง ค่าความผิดพลาดมาตรฐานและอื่นๆ เป็นต้น

การวิเคราะห์ที่อธิบายด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง จึงถูกนำมาพัฒนารวมกับวิธีการวิเคราะห์อื่นๆ อีกมากมาย เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่ม (Analysis of Categorical Data) โมเดลผสมผสาน (Mixture Modeling) โมเดลหลายระดับ (Multilevel Modeling) และการวิเคราะห์ที่อธิบาย (Meta - Analysis) ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดสอบว่าโมเดลที่ศึกษานั้นมีรูปแบบสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ที่อธิบายได้ และเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติที่กำลังได้รับความสนใจจากนักวิจัย สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ และด้านการแพทย์เป็นจำนวนมาก เนื่องจากปัญหาในการวิจัย

แต่ละครั้ง หากข้อมูลเชิงประจักษ์จำนวนมากไม่เพียงพอจะทำให้ขาดความแม่นยำ ในการทำนายผล ความเอนเอียงผู้วิจัยในการยืนยันผลโดยไม่ค่อยยินดีที่จะใช้โมเดล ทางเลือกอื่นๆ และผู้วิจัยแต่ละคนก็ต่างนำเสนอโมเดลในแนวทางที่สนับสนุนตามข้อมูล ของตนเอง ดังนี้ การวิเคราะห์เพียงจากชุดข้อมูลเดียวเพียงครั้งเดียวนั้นยังไม่สามารถเป็น ข้อสรุปที่ดีของเรื่องนั้นๆ ได้ จึงมีการนำงานวิจัยในเรื่องเดียวกันมาสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ เกิดข้อค้นพบที่สามารถยืนยันได้ ด้วยข้อมูลที่ศึกษามาหลายๆ ครั้ง เพื่อช่วยลดความผิดพลาด ความเอนเอียง และความไม่แน่นอนในเรื่องที่ศึกษานั้นๆ และนำไปสู่ข้อสรุปที่ลุ่มลึกจน สามารถนำมาพัฒนาเป็นทฤษฎีต่อไป

การวิเคราะห์ถ้อยความด้วยโมเดลสมการเชิงเป็นการวิเคราะห์ทางสถิติที่รวมเอา เทคนิคการวิเคราะห์ถ้อยความและเทคนิคการวิเคราะห์โครงสร้างโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง มาใช้ร่วมกัน ในด้านการวิเคราะห์ถ้อยความนั้นใช้วิธีการสังเคราะห์ขนาดอิทธิพลหรือขนาด ความสัมพันธ์จากผลการวิจัยจำนวนมากหลายๆ ชิ้น ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยโมเดล สมการเชิงโครงสร้างนั้นใช้ทดสอบความสอดคล้องของโมเดลสมมติฐาน เทคนิคดังกล่าว มีนักวิจัยหลายท่านพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ที่คล้ายคลึงกันและเรียกกันแตกต่างกันออกไป เช่น Meta-Analytic Structural Equation Modeling, Meta-Analytic Path Analysis, Meta-Analysis of Factor Analysis, Path Analysis of Metallically Derived Correlation Matrices, Structural Equation Modeling of a Meta-Analytic Correlation Matrix หรือ Path Analysis Based on Meta- Analytic Finding เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ถ้อยความด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง เพื่อทดสอบความคงที่ของขนาดอิทธิพลระหว่างตัวแปรผ่านการศึกษาหลายๆ ครั้ง เพื่อการประมาณขนาดอิทธิพลรวม (Pooled Effect Size) และเพื่อหาศึกษาตัวแปรปรับ (Moderator Variables) เป็นการรวมเทคนิควิธีการวิเคราะห์ถ้อยความเข้ากับการวิเคราะห์ โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Hunter & Schmidt, 2004 ; Viswesvaran & Ones, 1995) ซึ่งสามารถนำมาประมวลสังเคราะห์งานวิจัยหลายๆ ชิ้นได้ ประโยชน์ของการวิเคราะห์ถ้อยความ ด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ก็เพื่อให้ได้ข้อสรุปความรู้เชิงลึกและเป็นข้อสรุปที่ได้จาก ข้อค้นพบจากงานวิจัยที่แตกต่างกันหลายๆ ครั้ง อีกทั้งเพื่อค้นพบตัวแปรปรับ (Moderator Variables) ที่มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของโมเดล และเพื่อให้ได้ค่าประมาณการที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นเมื่อศึกษาจากจำนวนตัวอย่างที่เพิ่มขึ้น

ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณสามารถจำแนกการวิเคราะห์ออกเป็นสองแบบใหญ่ๆ คือ วิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เดี่ยว (Univariate Approach) คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์แต่ละคู่ตัวแปร แต่ละคู่ต่างมีอิสระต่อกันในการคำนวณ และทำการวิเคราะห์ทีละคู่ไปจนครบคู่ความสัมพันธ์ที่ต้องการศึกษา (Brown and Peterson, 1993; Schmidt, Hunter, & Outerbridge, 1986) ตัวอย่างเช่น Hunter and Schmidt (2004) ใช้วิธีหาค่าความสัมพันธ์เฉลี่ย (univariate  $r$ ) ส่วน Hedge and Olkin (1985) ใช้วิธีการแปลงค่าสหสัมพันธ์เป็นคะแนนมาตรฐานของฟิชเชอร์ (Fisher's  $z$  scores) (Univariate  $z$ ) อย่างไรก็ตามนักวิจัยอาจจะตั้งคำถามว่าแล้ววิธีแบบไหนจะเหมาะกว่า Silver and Dunlap (1987) ได้ศึกษาหาความเหมาะสมและแนะนำว่า หากข้อมูลมีขนาดใหญ่ควรใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ และถ้าขนาดข้อมูลมีขนาดเล็กวิธีการของฟิชเชอร์จะเหมาะสมกว่า ข้อดีของวิธีการวิเคราะห์ตัวแปรเดี่ยว (Univariate  $r$ ) นั้นคือ ง่ายที่จะเรียนรู้และวิเคราะห์ แต่ก็มีข้อจำกัด คือ การวิเคราะห์แต่ละเส้นนั้นไม่ได้นำความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเข้ามาร่วมพิจารณาไปพร้อมกัน ดังนั้น ผลการวิเคราะห์โดยรวมอาจจะไม่ได้ผลดีมากนักโดยเฉพาะค่าไคสแควร์และค่าผิดพลาดมาตรฐาน อาจจะได้ค่าที่ไม่น่าเชื่อถือในบางโมเดล โดยเฉพาะผลที่เกิดจากการเลือกใช้ค่ากลางที่ไม่สอดคล้องกับขนาดกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการวิเคราะห์แบบพหุ (Multivariate  $r$ ) คือ การวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์คู่ตัวแปรในโมเดลที่จะศึกษาทั้งหมดไปพร้อมๆ กันในครั้งเดียว ไม่แยกวิเคราะห์เหมือน Univariate Approach ข้อดีของวิธีการวิเคราะห์แบบพหุ คือ ผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มที่จะเป็นไปตามทฤษฎีเพราะการวิเคราะห์จะนำค่าความสัมพันธ์ทั้งหมดมาพิจารณาพร้อมกัน ในขณะที่วิธี Univariate วิเคราะห์ทีละคู่ความสัมพันธ์ วิธีการหนึ่งที่นักวิเคราะห์ห่อภิมาณมักจะนำมาใช้กับวิธี Multivariate คือ การวิเคราะห์กำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (Generalized Least Squares: GLS) (Furrow & Beretvas, 2005; Hafdahl, 2001) วิธีวิเคราะห์ GLS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ที่ยังไม่ทราบพารามิเตอร์ในโมเดลสมการถดถอยเชิงเส้น ประโยชน์ของเทคนิค GLS ประการหนึ่ง คือ เป็นเทคนิคประมาณค่าที่ใช้เมื่อค่าตัวแปรสังเกตมีความแตกต่างกันแตกต่างกัน (Heteroscedasticity) หรือมีระดับองค์ในระดับบางระหว่างค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกต และช่วยทดสอบระดับความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของชุดข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ (Generalized Least Square, 2015)

## แนวคิดและกระบวนการการวิเคราะห์ MASEM ของ Cheung

Cheung (2005, 2009a, 2009b) จึงได้เสนอแนวคิด MASEM จากการศึกษาของนักวิเคราะห์ถ้อยความหลักๆ 2 ท่าน คือ Hunter and Schmidt (2004) ซึ่งพัฒนาเทคนิคปรับแก้ลดความแปรปรวนจากความคลาดเคลื่อนให้เหลือแต่ความแปรปรวนอย่างมีระบบ และ Viswesvaran and Ones (1995) ที่นำการวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างมาใช้ในการวิเคราะห์ถ้อยความ ทั้งๆ ที่แนวคิดทั้งสองวิธีวิเคราะห์นี้ไม่ได้มากจากรากฐานแนวคิดที่เกี่ยวข้องกัน แต่เมื่อนำมาบูรณาการเข้าด้วยกันช่วยทำให้การวิเคราะห์ถ้อยความด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างนั้นมีความคลาดเคลื่อนน้อยลงและผลการวิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น แนวทางการวิเคราะห์ของ Cheung จึงเป็นการวิเคราะห์แบบพหุประเด็นสำคัญของการศึกษาของ Cheung (2005, 2010) ได้แย้งว่า ผลที่ได้จากการใช้ GLS เพื่อทำการวิเคราะห์แบบพหุให้ผลที่ไม่แตกต่างมากนักจากการวิเคราะห์แบบ Univariate Cheung พบว่า การใช้เทคนิควิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างแบบหลายกลุ่มจะได้ผลที่น่าเชื่อถือกว่า เมื่อใช้แนวคิดการปรับค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างไปสู่ความแปรปรวนอย่างมีระบบมาปรับค่าสหสัมพันธ์ หลังจากนั้น จึงปรับสมการวิเคราะห์โครงสร้างความแปรปรวนรวมจาก

$$F(\theta) = (s - \sigma(\theta))^T W^{-1} (s - \sigma(\theta))$$

มาเป็นสมการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์รวม (Cheung, 2005)

$$F(\gamma) = (\mathbf{r}^* - \rho(\gamma))^T \hat{V}^{-1} (\mathbf{r}^* - \rho(\gamma))$$

ในกระบวนการวิเคราะห์ถ้อยความด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างมีกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติสองขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนแรก คือ การทดสอบความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ของเมทริกซ์สหสัมพันธ์และหาค่าประมาณค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวม (pooled correlation matrix) ส่วนในขั้นตอนที่สอง คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง โดยนำค่าตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากวิเคราะห์ขั้นตอนแรกไปวิเคราะห์หาสมการหาความสอดคล้องของรูปแบบ (Model Fitness)

ในขั้นตอนแรก ขั้นตอนการสังเคราะห์ตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์ Cheung and Chan (2005) ได้ให้ความเห็นว่า Hunter and Schmidt (1990) ไม่แนะนำให้มี

การทดสอบความเป็นเอกพันธ์โดยให้ความเห็นว่า ผลการวิจัยส่วนใหญ่แล้วมักจะไม่ผ่านการทดสอบหลายประการที่ระดับนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม นักวิจัยหลายท่านก็ยังทดสอบหาความเป็นเอกพันธ์ก่อนนำผลการวิจัยไปวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยสมการเชิงโครงสร้าง (Hom et al, 1992) ดังนั้น ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยสมการเชิงโครงสร้าง ข้อมูลจึงควรได้รับการทดสอบความเป็นเอกพันธ์ก่อน ผลการวิเคราะห์ต้องอยู่ในแนวทางที่มีความไม่แตกต่างกันอย่างมากจนเกินไป เพราะหากข้อมูลแตกต่างกันมากแล้ว ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้น หลังจากการตัดข้อมูลสูญหายจากงานวิจัยที่นักวิจัยรวบรวมมาได้แล้ว ข้อมูลสหสัมพันธ์ของผลการวิจัยทุกชิ้นต้องนำมาวิเคราะห์หาความเป็นเอกพันธ์ให้อยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้

จากแนวทางขั้นตอนแรกมีประเด็นยุ่งยากที่สำคัญที่พบในการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยสมการเชิงโครงสร้างนั้น คือ การประมาณค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวม (Pooled Correlation Matrix) เพราะในความจริงแล้ว งานวิจัยหลายๆ ชิ้น ศึกษาตัวแปรจำนวนที่ไม่เท่ากัน และไม่เหมือนกัน เพราะนักวิจัยแต่ละคนก็ต่างศึกษาในตัวแปรที่ตนเองสนใจ ดังนั้น วิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว Viswesvaran and Ones (1995) จึงเสนอแนวทาง 2 วิธีในการจัดการค่าสหสัมพันธ์ที่หายไป โดยการใช้วิธีการเดียวกันกับการจัดการข้อมูลที่หายไป (Missing Data) วิธีแรก คือ ใช้วิธีการลบตามรายการ (Listwise Deletion) คือ การลบการวิจัยศึกษาที่มีรายการตัวแปร (List) การศึกษาไม่ครบตามจำนวนรายการตัวแปรที่ต้องการออกจากการจะวิเคราะห์ หรืออีกนัยหนึ่ง คือ การรวมงานวิจัยที่มีรายการตัวแปรตามรายการ (list) ที่ต้องการเท่านั้น งานวิจัยไหนที่มีตัวแปรไม่ครบให้ตัดออก (Hom & others, 1992) วิธีนี้มีข้อดี คือ จะได้ความสมบูรณ์ของค่าสหสัมพันธ์ที่ต้องการนำมาศึกษาตามที่ต้องการและนำมาวิเคราะห์ง่าย แต่ข้อเสีย คือ จำนวนงานวิจัยที่ได้เพื่อนำมาวิเคราะห์อาจจะมีจำนวนน้อยลง วิธีที่สอง คือ การใช้วิธีจับคู่ลบออก (Pairwise Deletion) คือ ความพยายามตรวจสอบข้อมูลสัมพันธ์ที่มีอยู่ แต่หากว่าคู่ตัวแปรไหนหรือค่าสหสัมพันธ์ไหนที่หายไปก็จะตัดออกไม่นำมาวิเคราะห์ วิธีนี้จะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนกว่าวิธีการแรก แต่นักวิจัยจะได้งานวิจัยเป็นจำนวนมากกว่า และไม่ต้องทิ้งงานวิจัยที่มีค่าสหสัมพันธ์จากงานวิจัยอื่นที่จะเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ตัวแปรอื่นๆ ดังนี้ แนวทางที่สองจึงได้รับความนิยมนักวิเคราะห์ห่อภิมาณ (Brown & Peterson, 1993) ทั้งสองวิธีเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมนักวิจัยเพื่อนำมาแก้ไขปัญหาการประมาณค่าเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวม



อีกปัญหาของการสังเคราะห์ตารางสหสัมพันธ์รวม จากงานวิจัยที่แตกต่างกัน แนวคิดในตัวแปรที่เป็นเรื่องเดียวกันนั้น อาจมีแนวคิดตัวแปรที่อยู่บนฐานทฤษฎีที่ต่าง กัน สิ่งที่น่าวิเคราะห์ต้องตัดสินใจ คือ การนำตัวแปรมาวิเคราะห์หาค่าร่วมกันนั้น อยู่บน กรอบแนวคิดเดียวกันหรือไม่ หากตัวแปรที่ได้อยู่ในกรอบแนวคิดเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน ในการวิเคราะห์ตารางสหสัมพันธ์รวมก็สามารถนำค่าสหสัมพันธ์มาร่วมวิเคราะห์เป็น ตัวแปรเดียวกันได้ แต่หากตัวแปรที่อยู่บนฐานทฤษฎีที่ต่างกันอย่างมากระหว่างนักวิเคราะห์ ควรพิจารณาการนำตัวแปรมาวิเคราะห์ร่วม เพราะอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ขาดความ น่าเชื่อถือ ดังนั้นการตรวจงานวิจัยแต่ละเล่ม จึงควรใช้ความระมัดระวังก่อนนำงานวิจัย เข้ามาสังเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์

1.0	1.0	1.0	1.0
.72 1.0	.75 1.0	.79 1.0	.76 1.0
.65 .74 1.0	.81 .81 1.0	.70 .68 1.0	.72 .76 1.0
.54 .59 .89 1.0	.71 .74 .78 1.0	.65 .64 .68 1.0	.68 .66 .77 1.0

ภาพที่ 1 การสังเคราะห์เมทริกซ์สหสัมพันธ์รวม (Pooled Correlation Matrix)

ขั้นตอนที่สอง คือ การนำตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมที่สังเคราะห์ได้ ไป วิเคราะห์หาความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ด้วยสมการเชิงโครงสร้าง เพื่อหารูป แบบที่สอดคล้องจากข้อมูลตารางค่าสหสัมพันธ์รวม หลังจากการสังเคราะห์ได้ตาราง สหสัมพันธ์แล้ว ในขั้นตอนนี้ นักวิจัยจะพบกับความยุ่งยากหลายประการ ประการแรก คือ จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์ในโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง เพราะว่ ตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมอยู่ในรูปของค่าประมาณที่ได้มาจากการศึกษาตัวแปรในเรื่อง เดียวกันหลายงานวิจัย ซึ่งแต่ละงานวิจัยก็มีจำนวนกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันออกไป นักวิจัย แต่ละท่านต้องตัดสินใจในเรื่องขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมในงานวิจัย บางท่านใช้ค่า เฉลี่ย (Carson, Carson & Roe, 1993 ; Premack & Hunter, 1988) บางท่านใช้ค่าเฉลี่ย ฮาร์โมนิก (Harmonic Mean) (Brown & Peterson, 1993) บางท่านใช้ฐานนิยม (Brown & Peterson, 1993) บางท่านใช้ผลรวม (Hunter, 1983 ; Tett & Meyer, 1993) ของขนาดกลุ่มตัวอย่างซึ่งขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สังเคราะห์ และก็ยังกระทบ กับผลการศึกษาที่จะได้ เพราะการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่ม ตัวอย่างด้วย ดังนั้น การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างก็จะส่งผลในการนำไปอ้างอิง ในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกันด้วย

ปัญหาต่อมา นอกจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกันแล้วยังมีความแตกต่างในคุณลักษณะกลุ่มตัวอย่างหรืองานวิจัยที่นำมาศึกษา หลังจากการสร้างตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์แล้ว นักวิจัยอาจจะไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างในคุณลักษณะที่แปรผันในแต่ละงานวิจัย (Colquitt et al., 2000 ; Tett & Meyer, 1993) ซึ่งจะส่งผลต่อตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมด้วยเช่นกัน เพราะค่าสหสัมพันธ์ในแต่ละงานวิจัยก็แบ่งสัดส่วนตามค่าผลรวมที่ได้จากตารางผลรวมก็ตาม แต่ต่างก็มีนัยที่แตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างด้านคุณลักษณะของประชากร วิธีการแก้ไขในเบื้องต้น คือ การให้ค่าน้ำหนักแก่ค่าสหสัมพันธ์ของแต่ละงานวิจัย โดยให้ค่าน้ำหนักแตกต่างกันตามความแปรผันคุณลักษณะของงานวิจัย

ปัญหาสุดท้ายในการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างจากตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์ แทนที่จะเป็นการวิเคราะห์จากตารางความแปรปรวนร่วม ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ค่อยถูกนัก แม้ว่าจะมีงานวิเคราะห์อภิมานหลายชิ้นที่ทำการวิเคราะห์อภิมานด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (MASEM) ที่มองตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์เหมือนเมทริกซ์ความแปรปรวน (Cudeck, 1989 ; Joreskog & Sorbom, 1996) นักวิเคราะห์จึงมักเตือนเกี่ยวกับปัญหาการวิเคราะห์ตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง โดยเฉพาะค่าสถิติไคสแควร์และค่าความผิดพลาดมาตรฐานที่ประเมินอาจจะไม่ถูกต้องได้

ขั้นตอนการวิเคราะห์อภิมานด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ข้างต้นได้กล่าวถึงขั้นตอนแรก คือ ขั้นตอนการวิเคราะห์ตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวม (Pooled Correlation Matrix) ซึ่งได้กล่าวถึงแนวทางดังกล่าวจากวิธีการข้างต้น ในขั้นตอนต่อไป คือ การนำตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมมาเข้าสมการโมเดลเชิงโครงสร้างเพื่อหาความสอดคล้องของรูปแบบ

เนื่องจากการวิเคราะห์อภิมานด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างนั้นมีความยุ่งยาก บทความนี้ จึงศึกษาหาแนวทางในการวิเคราะห์เพื่อให้การวิเคราะห์มีความง่ายและสะดวกต่อนักวิจัย จึงได้ทำการสำรวจซอฟต์แวร์ที่จะสามารถช่วยนักวิจัยที่สนใจ จากการสำรวจซอฟต์แวร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ในการวิเคราะห์อภิมาน พบว่า ในซอฟต์แวร์สถิติเช่น SPSS นั้นไม่มีฟังก์ชันการวิเคราะห์อภิมานภายในตัวซอฟต์แวร์ แต่หากนักวิจัยต้องการใช้ SPSS เพื่อการวิเคราะห์ ผู้วิจัยต้องติดตั้งชุดคำสั่งเพิ่มเติม เช่น ของ Professor David B. Wilson (2015) หรือ MIX พบว่า ฟังก์ชันที่มีในชุดเพิ่มเติมมีอยู่จำกัดและการใช้งานยังไม่สะดวก นอกจากนี้ยังมีซอฟต์แวร์ที่มีความสะดวกในการนำมาวิเคราะห์อภิมาน เช่น M Plus, MX, Rev Man, Stats Direct หรือ R

ผลการสำรวจพบว่า โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปทางสถิติมักมีข้อจำกัดเรื่องชุดสมการที่มีอย่างจำกัด แต่โปรแกรม R เป็นสภาวะแวดล้อมเปิดที่มีนักวิจัยจำนวนมากนำมาใช้วิจัยเชิงทดลองทางสถิติ นักวิจัยสามารถทดสอบสมการใหม่ๆ จากส่วนต่อขยายทางสถิติจำนวนมาก และมีส่วนต่อขยายเพื่อการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยสมการโมเดลเชิงโครงสร้าง มากไปกว่านั้นมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อนักวิจัยการปรับปรุงแก้ไขหรือทดสอบโมเดลทางสถิติใหม่ๆ โดยไม่มีข้อจำกัดอย่างเช่นซอฟต์แวร์ทางสถิติทั่วไป ในบทความนี้จึงเลือกใช้ซอฟต์แวร์ R เป็นโปรแกรมเพื่อการจัดเตรียมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลกรณีศึกษา

### ตัวอย่างการวิเคราะห์

ส่วนต่อจากนี้เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ซึ่งเป็นตัวอย่างแนวทางหนึ่งที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับผู้ทีสนใจจะศึกษาวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง ตัวอย่างการวิจัยได้จากงานวิจัยระดับดุขภูมัยบัณฑิตที่เกี่ยวกับภาวะผู้นำในสถานศึกษาถูกนำมาศึกษา ที่ผู้เขียนรวบรวมไว้ จึงนำบางส่วนมาเป็นกรณีตัวอย่างเพื่อศึกษาหารูปแบบภาวะผู้นำทางการศึกษาข้อมูล คือ งานวิจัย 4 งาน จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวม 2,370 ตัวอย่าง และนำค่าสหสัมพันธ์ของทั้งหมดมาศึกษาตัวแปร สังเกตมีจำนวน 17 ตัวแปร ถูกเลือกนำมาศึกษาเป็นตัวอย่างเท่านั้น สามารถแบ่งกลุ่มตัวแปรสังเกตออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ ตัวแปรกลุ่มคุณลักษณะผู้นำ (Trait) มี 3 ตัวแปร คือ สติปัญญา (X1) บุคลิกภาพ (X2) และทักษะ (X3) ตัวแปรกลุ่มพฤติกรรม (Behavior) มี 5 ตัวแปร คือ พฤติกรรมผู้นำแบบมีอำนาจบารมี (X4) พฤติกรรมผู้นำแบบควบคุมกำกับดูแล (X5) พฤติกรรมผู้นำแบบเน้นสัมพันธภาพกับผู้ร่วมงาน (X6) พฤติกรรมผู้นำแบบมีส่วนร่วม (X7) และพฤติกรรมผู้นำแบบนักพัฒนา (X8) ตัวแปรกลุ่มภูมิหลังผู้บริหาร (Background) มี 5 ตัวแปรคือ อายุ (X9) ระดับการศึกษา (X10) ประสบการณ์การสอน การวิจัย (X11) ประสบการณ์การบริหาร (X12) และทัศนคติต่อการเป็นผู้นำ (X13) และกลุ่มสถานการณ์ (Situation) มี 4 ตัวแปร คือ วุฒิภาวะของผู้ร่วมงาน (X14) โครงสร้างของงาน (X15) การเปลี่ยนแปลงภายนอก (X16) และการสนับสนุน (X17)

ข้อมูลเมทริกซ์สหสัมพันธ์ของงานวิจัยทั้ง 4 ปรากฏอยู่ด้านล่าง และถูกแปลงเข้าสู่การคำนวณด้วยโปรแกรม R จะสังเกตได้ว่าค่าสหสัมพันธ์บางคู่ตัวแปรของงานวิจัยบางชิ้น ไม่มีในงานวิจัยจึงปรากฏเป็นค่า 0 ในขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ค่าเมทริกซ์

สหสัมพันธ์รวมค่าที่มีค่าเป็น 0 นั้น Cheung (2009a) จะใช้วิธีการค่าประมาณพารามิเตอร์แบบสูงสุด (Maximum likelihood) เพื่อให้ได้ค่าสหสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงความสมบูรณ์จากชุดข้อมูลที่มีอยู่มากที่สุดในขั้นตอนที่ 2 เป็นการใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างเข้ามาวิเคราะห์แบบพหุตัวแปร (multivariate analysis) ด้วยการวิเคราะห์แบบค่าอิทธิพลคงที่ (Fixed-effect) และท้ายสุดข้อมูลของการศึกษาถูกนำมาแสดงด้วยแผนภาพของรูปแบบความสัมพันธ์

### ข้อมูลเมทริกซ์สหสัมพันธ์จากการวิจัย 4 งานตัวแปรสังเกต 17 ตัวแปร

#### ตัวแปรสังเกต (x)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
01	1.000																
02	0.721	1.000															
03	0.652	0.741	1.000														
04	0.535	0.594	0.897	1.000													
05	0.468	0.543	0.632	0.594	1.000												
06	0.492	0.573	0.589	0.499	0.558	1.000											
07	0.543	0.637	0.642	0.503	0.509	0.614	1.000										
08	0.547	0.637	0.651	0.551	0.602	0.591	0.632	1.000									
09	0.110	0.035	0.008	0.068	0.039	0.055	0.004	0.057	1.000								
10	0.155	0.090	0.192	0.243	0.147	0.031	0.064	0.129	0.238	1.000							
11	0.477	0.442	0.370	0.310	0.262	0.264	0.345	0.290	0.133	0.138	1.000						
12	0.199	0.203	0.257	0.218	0.170	0.167	0.143	0.136	0.141	0.264	0.239	1.000					
13	0.268	0.250	0.211	0.181	0.144	0.185	0.246	0.127	0.046	0.055	0.762	0.217	1.000				
14	0.414	0.544	0.553	0.478	0.474	0.483	0.531	0.552	0.002	0.046	0.278	0.172	0.173	1.000			
15	0.355	0.494	0.501	0.449	0.430	0.427	0.523	0.480	0.006	0.043	0.289	0.180	0.202	0.647	1.000		
16	0.277	0.398	0.406	0.359	0.350	0.328	0.411	0.435	0.003	0.066	0.243	0.065	0.185	0.431	0.414	1.000	
17	0.369	0.422	0.458	0.401	0.381	0.369	0.472	0.432	0.009	0.049	0.262	0.122	0.158	0.578	0.572	0.499	1.000
01	1.000																
02	0.750	1.000															
03	0.810	0.810	1.000														
04	0.710	0.740	0.780	1.000													
05	0.740	0.740	0.820	0.740	1.000												
06	0.700	0.790	0.800	0.720	0.770	1.000											
07	0.730	0.750	0.830	0.770	0.820	0.820	1.000										
08	0.750	0.730	0.810	0.730	0.810	0.780	0.870	1.000									
09	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000								
10	0.160	0.210	0.180	0.180	0.090	0.180	0.114	0.110	0.000	1.000							
11	0.230	0.220	0.220	0.290	0.260	0.220	0.270	0.260	0.000	0.250	1.000						
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000					
13	0.530	0.570	0.530	0.500	0.540	0.560	0.520	0.520	0.000	0.270	0.210	0.000	1.000				
14	0.460	0.600	0.710	0.600	0.700	0.620	0.650	0.710	0.000	0.150	0.110	0.000	0.500	1.000			
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000		
16	0.470	0.380	0.470	0.380	0.510	0.390	0.480	0.470	0.000	0.090	0.100	0.000	0.430	0.620	0.000	1.000	
17	0.560	0.580	0.630	0.600	0.660	0.590	0.650	0.690	0.000	0.070	0.180	0.000	0.380	0.680	0.000	0.620	1.000

```

01|1.000
02|0.000 1.000
03|0.000 0.830 1.000
04|0.000 0.750 0.770 1.000
05|0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
06|0.000 0.470 0.590 0.630 0.000 1.000
07|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
08|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
09|0.000 -0.190 -0.100 -0.080 0.000 -0.110 0.000 0.000 1.000
10|0.000 0.090 0.020 0.020 0.000 -0.080 0.000 0.000 -0.200 1.000
11|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
12|0.000 0.130 0.050 0.050 0.000 0.080 0.000 0.000 0.540 -0.150 0.000 1.000
13|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
14|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
15|0.000 0.540 0.680 0.670 0.000 0.720 0.000 0.000 -0.080 -0.010 0.000 0.050 0.000 0.000 1.000
16|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
17|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
01|1.000
02|0.791 1.000
03|0.703 0.682 1.000
04|0.656 0.649 0.681 1.000
05|0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
06|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
07|0.688 0.664 0.779 0.712 0.000 0.000 1.000
08|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
09|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
10|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
11|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
12|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
13|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
14|0.557 0.507 0.571 0.466 0.000 0.000 0.564 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
15|0.645 0.611 0.663 0.531 0.000 0.000 0.647 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.774 1.000
16|0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000
17|0.631 0.636 0.662 0.576 0.000 0.000 0.640 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.681 0.725 0.000 1.000

```

### ตัวอย่างการวิเคราะห์สถิติด้วยโปรแกรม R (แบบย่อ)

- > ## Meta-analytic Structural Equation Modeling:
- > ## A case study in educational leadership
- > ## synthesized from 4 studies with
- > ## 17 Observed variables and 4 Latent variables
- > ## Author:Dr.TwatchaiTangutairuang
- >
- > ## Load Meta Analytic SEM library
- >library (metaSEM)

**ขั้นตอนที่ 1** การจัดเตรียมข้อมูล นำข้อมูลจากตารางสหสัมพันธ์ชุดที่มาป้อนในตัวอย่างทั้ง 4

- > ## define correlation/covariance data set
- > one <- c(1.000,0.721,0.652,0.535,0.468,0.492,0.543,0.547,0.110,0.155,0.477,0.199,

```

+0.268,0.414,0.385,0.277,0.369,0.721,1.000,0.741,0.594,0.543,0.573,0.637,0.637,0.035,
+0.090,0.442,0.203,0.250,0.544,0.494,0.398,0.422,0.652,0.741,1.000,0.897,0.632,0.588,
+0.642,0.651,0.008,0.192,0.370,0.257,0.211,0.553,0.501,0.406,0.458,0.535,0.594,0.897,
+1.000,0.594,0.499,0.503,0.551,0.068,0.243,0.310,0.218,0.181,0.478,0.449,0.359,0.401,
+0.468,0.543,0.632,0.594,1.000,0.558,0.509,0.602,0.039,0.147,0.262,0.170,0.144,0.474,
+0.430,0.350,0.381,0.492,0.573,0.588,0.499,0.558,1.000,0.614,0.591,0.055,0.031,0.264,
+0.167,0.185,0.483,0.427,0.328,0.369,0.543,0.637,0.642,0.503,0.509,0.614,1.000,0.632,
+0.004,0.064,0.345,0.143,0.246,0.531,0.523,0.411,0.472,0.547,0.637,0.651,0.551,0.602,
+0.591,0.632,1.000,0.057,0.129,0.290,0.136,0.127,0.552,0.480,0.435,0.432,0.110,0.035,
+0.008,0.068,0.039,0.055,0.004,0.057,1.000,0.238,0.133,0.141,0.046,0.002,0.006,0.003,
+0.009,0.155,0.090,0.192,0.243,0.147,0.031,0.064,0.129,0.238,1.000,0.138,0.266,0.055,
+0.046,0.043,0.066,0.049,0.477,0.442,0.370,0.310,0.262,0.264,0.345,0.290,0.133,0.138,
+1.000,0.239,0.762,0.278,0.289,0.243,0.262,0.199,0.203,0.257,0.218,0.170,0.167,0.143,
+0.136,0.141,0.266,0.239,1.000,0.217,0.172,0.180,0.065,0.122,0.268,0.250,0.211,0.181,
+0.144,0.185,0.246,0.127,0.046,0.055,0.762,0.217,1.000,0.173,0.202,0.185,0.158,0.414,
+0.544,0.553,0.478,0.474,0.483,0.531,0.552,0.002,0.046,0.278,0.172,0.173,1.000,0.647,
+0.431,0.578,0.385,0.494,0.501,0.449,0.430,0.427,0.523,0.480,0.006,0.043,0.289,0.180,
+0.202,0.647,1.000,0.414,0.572,0.277,0.398,0.406,0.359,0.350,0.328,0.411,0.435,0.003,
+0.066,0.243,0.065,0.185,0.431,0.414,1.000,0.499,0.369,0.422,0.458,0.401,0.381,0.369,
+0.472,0.432,0.009,0.049,0.262,0.122,0.158,0.578,0.572,0.499,1.000)
>one<-array(one,dim=c(17,17))
>
>two<-c(1.00,0.75,0.81,0.71,0.74,0.70,0.73,0.75,NA,0.16,0.23,NA,0.53,0.66,NA,0.47,
+0.56,0.75,1.00,0.81,0.74,0.74,0.79,0.75,0.73,NA,0.21,0.22,NA,0.57,0.60,NA,0.38,
+0.58,0.81,0.81,1.00,0.78,0.82,0.80,0.83,0.81,NA,0.18,0.22,NA,0.53,0.71,NA,0.47,
+0.63,0.71,0.74,0.78,1.00,0.74,0.72,0.77,0.73,NA,0.18,0.29,NA,0.50,0.60,NA,0.38,
+0.60,0.74,0.74,0.82,0.74,1.00,0.77,0.82,0.81,NA,0.09,0.26,NA,0.54,0.70,NA,0.51,
+0.66,0.70,0.79,0.80,0.72,0.77,1.00,0.82,0.78,NA,0.15,0.22,NA,0.56,0.62,NA,0.39,
+0.59,0.73,0.75,0.83,0.77,0.82,0.82,1.00,0.87,NA,0.11,0.27,NA,0.52,0.65,NA,0.48,
+0.65,0.75,0.73,0.81,0.73,0.81,0.78,0.87,1.00,NA,0.11,0.26,NA,0.52,0.71,NA,0.47,
+0.69,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,0.16,0.21,0.18,0.18,0.09,
+0.15,0.11,0.11,NA,1.00,0.25,NA,0.27,0.15,NA,0.09,0.07,0.23,0.22,0.22,0.29,0.26,0.22,
+0.27,0.26,NA,0.25,1.00,NA,0.21,0.11,NA,0.10,0.18,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,

```



```
+NA,NA,0.564,NA,NA,NA,NA,NA,NA,1.000,0.774,NA,0.681,0.645,0.611,0.663,0.531,NA,NA,
+0.647,NA,NA,NA,NA,NA,NA,0.774,1.000,NA,0.725,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,NA,
+NA,NA,NA,NA,0.631,0.636,0.662,0.576,NA,NA,0.640,NA,NA,NA,NA,NA,0.681,0.725,NA,1.000)
>four<-array(four,dim=c(17,17))
>
```

**ขั้นตอนที่ 2** นำข้อมูลที่รวบรวมทั้งหมดแล้วมาวิเคราะห์ทดสอบระดับความเป็นเอกพันธ์ และคำนวณหาเมตริกซ์สหสัมพันธ์ร่วม

```
>Pooled<-NULL
>Pooled$data<-list('1'=one,'2'=two,'3'=three,'4'=four)
>##Samplesizeforeachstudy
>Pooled$n<-c(586,535,660,589)
>
> ## Run fixed-effects model: Stage 1 analysis
> ## to calculate pooled correlation coefficient
> ## FEM - fixed-effects meta-analysis
> output1 <- tssem1(Pooled$data, Twatchai$n,
method="FEM")
>summary (output1)
```

**ขั้นตอนที่ 3** นำตารางเมตริกซ์สหสัมพันธ์ร่วมที่ได้จากการวิเคราะห์ไปวิเคราะห์รูปแบบด้วยวิธีสมการเชิงโครงสร้าง

```
> #####
> ## Prepare a model implied matrix
> #####
>
> ## Prepare Fmatrix
> F1 <- create.Fmatrix(c(rep(1,17), rep(0,4)))
>
> ## Prepare Smatrix
```



```

> ## Factor correlation matrix - 4x4 Latent variables
> Phi <- create.mxMatrix( c("0.3*corf2f1","0.3*corf3f1",
+ "0.3*corf4f1","0.3*corf3f2","0.3*corf4f2","0.3*corf4f3"),
+ type="Stand",as.mxMatrix=FALSE )
>
> ## Error variances matrix - 9x9 error matrix
> Psi <- create.mxMatrix( paste("0.2*e", 1:17, sep=""),
+ type="Diag", as.mxMatrix=FALSE)
>
> ## Create Smatrix
> S1 <- bdiagMat(list(Psi, Phi))
> S1 <- as.mxMatrix(S1)
>
> ## Prepare Amatrix
> ## Factor loadings matrix
> Lambda <- create.mxMatrix(
+ c(".3*f1x1",".3*f1x2",".3*f1x3",rep(0,17),
+ ".3*f2x4",".3*f2x5",".3*f2x6",".3*f2x7",".3*f2x8", rep(0,17),
+ ".3*f3x9",".3*f3x10",".3*f3x11",".3*f3x12",".3*f3x13", rep(0,17),
+ ".3*f4x14",".3*f4x15",".3*f4x16",".3*f4x17"), type="Full",
+ ncol=4, nrow=17, as.mxMatrix=FALSE )
>
> ## Create asymmetric matrix
> Zero1 <- matrix(0, nrow=17, ncol=17)
> Zero2 <- matrix(0, nrow=4, ncol=21)
> A1 <- rbind(cbind(Zero1, Lambda), Zero2 )
> A1 <- as.mxMatrix(A1)
>
> ## Fixed-effects model: Stage 2 analysis
> ## to fit the model
> ## output1 - pooled correlation coefficient
> ## Amatrix - asymmetric matrix
> ## Smatrix - symmetric matrix

```

```
> ## Fmatrix - filtered matrix
> ## Likelihood-based (LB) confidence intervals at 95%
> output2<-tssem2(output1, Amatrix=A1, Smatrix=S1,
+ Fmatrix=F1, intervals.type="LB")
>summary(output2)
```

95% confidence intervals: Likelihood-based statistic

Coefficients:

Estimate Std.Error lb ub bound z value Pr(>|z|)

```
f1x1 0.87565 NA 0.86097 0.89024 NA NA
f1x2 0.88742 NA 0.87566 0.89911 NA NA
f1x3 0.93858 NA 0.93002 0.94711 NA NA
f2x4 0.87274 NA 0.85941 0.88602 NA NA
f2x5 0.86548 NA 0.84762 0.88324 NA NA
f2x6 0.82937 NA 0.81159 0.84705 NA NA
f2x7 0.90482 NA 0.89267 0.91690 NA NA
f2x8 0.90222 NA 0.88792 0.91644 NA NA
f3x9 0.32494 NA 0.25673 0.39005 NA NA
f3x10 0.16750 NA 0.11630 0.21875 NA NA
f3x11 0.68010 NA 0.63519 0.72557 NA NA
f3x12 0.57470 NA 0.51424 0.63247 NA NA
f3x13 0.82647 NA 0.78021 0.87400 NA NA
f4x14 0.86434 NA 0.84736 0.88124 NA NA
f4x15 0.90130 NA 0.88605 0.91651 NA NA
f4x16 0.69961 NA 0.66450 0.73447 NA NA
f4x17 0.84685 NA 0.82804 0.86554 NA NA
corf2f1 0.97310 NA 0.96358 0.98268 NA NA
corf3f1 0.56667 NA 0.51622 0.61746 NA NA
corf3f2 0.55656 NA 0.50706 0.60650 NA NA
corf4f1 0.84880 NA 0.83032 0.86722 NA NA
corf4f2 0.87282 NA 0.85625 0.88930 NA NA
corf4f3 0.51141 NA 0.45819 0.56508 NA NA
```

## ผลการวิเคราะห์ โปรแกรมรายงานค่าความสอดคล้องของตัวแบบ

Goodness-of-fit indices: Value

Sample size 2370.0000

Chi-square of target model 781.7033

DF of target model 113.0000

p value of target model 0.0000

Number of constraints imposed on "Smatrix" 0.0000

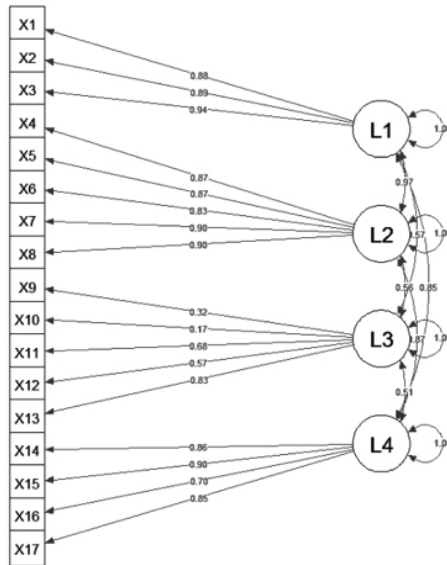
DF manually adjusted 0.0000

RMSEA 0.0500

SRMR 0.1187

TLI 0.9680

CFI 0.9735



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์ห่อภิณ์ประกอบที่ได้จากการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยสมการเชิงโครงสร้าง

ตัวอย่างการวิเคราะห์ห่อภิมาณกรณีภาวะผู้นำในสถานศึกษาด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างข้างบนแบบสมบูรณสามารถดูได้จากเว็บ SlideShare.net (Tangutairuang, 2015) ผลการทดสอบทำให้ทราบว่า การวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้างเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่นำเทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์แบบสูงสุดมาวิเคราะห์ร่วมเพื่อให้การประมาณค่าความสอดคล้องของโมเดลมีความแม่นยำ จึงเป็นทางเลือกที่ให้ผลดีในการวิเคราะห์ห่อภิมาณในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการสังเคราะห์งานวิจัยที่มีตัวแปรหลายๆ ตัวพร้อมกัน อีกทั้งนักวิจัยสามารถเลือกการวิเคราะห์ด้วยขนาดอิทธิพลคงที่หรือขนาดอิทธิพลสุ่มในการวิเคราะห์ได้

## สรุปผล

บทความนี้ได้นำเสนอแนวคิดเรื่องการวิเคราะห์ห่อภิมาณโดยศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์ร่วมกับการใช้สมการเชิงโครงสร้างหรือที่เรียกว่า MASEM (Meta - Analysis Structural Equation Modeling) ตามแนวคิดของ Cheung (2009, 2010) ซึ่งเป็นแนวคิดและเทคนิคการวิเคราะห์แบบใหม่อีกวิธีที่กำลังได้รับความสนใจจากนักวิชาการหลากหลายสาขาวิชาการ ผู้เขียนจึงนำแนวคิดมาทบทวนและทดลองวิเคราะห์มาเรียงเรียงขึ้นเนื่องจากเห็นว่า เทคนิคการวิเคราะห์ที่ให้ผลที่น่าสนใจ แต่กระบวนการมีความซับซ้อนจึงได้นำเสนอแนวทางการวิเคราะห์เพื่อให้ให้นักวิจัยหรือผู้สนใจท่านอื่นมีเอกสารที่จะใช้ประกอบการศึกษาแนวทางการวิเคราะห์นี้เพิ่มเติม

สรุปขั้นตอนในการวิเคราะห์ เริ่มจากการนำข้อมูลตารางสหสัมพันธ์จากผลการวิจัยทั้ง 4 เล่ม นำตารางสหสัมพันธ์ที่ได้มาป้อนเข้าโปรแกรม R และวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน คือ 1) การสังเคราะห์ตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์ และ 2) การนำตารางเมทริกซ์สหสัมพันธ์รวมที่สังเคราะห์ได้ ไปวิเคราะห์หาความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ด้วยสมการเชิงโครงสร้างและผลที่ได้ คือ ค่าความสอดคล้องของความสัมพันธ์ของตัวแปรในระดับอภิมาณ ในการวิเคราะห์ เนื่องจากการศึกษาวิเคราะห์เฉพาะทางการวิเคราะห์ห่อภิมาณด้วยรูปแบบสมการเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยควรมีความเข้าใจทั้งในเรื่องวิเคราะห์ห่อภิมาณและการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบสมการเชิงโครงสร้างเป็นพื้นฐานอีกทั้งต้องเลือกใช้โปรแกรมสถิติที่สามารถเพิ่มฟังก์ชันการคำนวณใหม่ๆ ตามทฤษฎีได้ ในบทความนี้ผู้เขียนใช้โปรแกรม R ซึ่งเป็นสภาวะแวดล้อมที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดในขณะที่เขียนและได้ผลดีตามที่ศึกษา

## เอกสารอ้างอิง

- Brown, S. P., & Peterson, R. A. (1993). Antecedents and consequences of salesperson job satisfaction : Meta-analysis and assessment of causal effects. **Journal of Marketing Research**, 30(1), 63 – 77.
- Carson, P. P., Carson, K. D., & Roe, C. W. (1993). Social Power Bases: A Meta - Anaiytic Examination of Interrelationships and Outcomes 1. **Journal of Applied Social Psychology**, 23(14), 1150 - 1169.
- Cheung, M.W.L. & Chan, W. (2005). Meta-analytic structural equation modeling : a two-stage approach. **Psychological Methods**, 10(1), 40.
- Cheung, M.W.L., (2009a). **Meta – analysis: A Structural Equation Modeling Perspective**. Paper presented at the Association for Psychological Science 21<sup>st</sup> Annual Convention, San Francisco, CA, USA.
- Cheung, M.W.L. (2010). Fixed-effects meta-analyses as multiple-group structural equation models. **Structural Equation Modeling**, 17, 481 -509.
- Colquitt, J. A., LePine, J. A., & Noe, R. A. (2000). Toward an integrative theory of training motivation : A meta-analytic path analysis of 20 years of research. **Journal of Applied Psychology**, 85, 678 –707.
- Cudeck, R. (1989). Analysis of Correlation Matrices Using Covariance Structure Models, **Psychological Bulletin**, 105(2), 317 - 327.
- Furlow, C.F., & Beretvas, S.N. (2005). Meta-analytic methods of pooling correlation matrices for structural equation modeling under different patterns of missing data. **Psychological Methods**, 10, 227 - 254.
- Generalized Least Square (n.d.). In Wikipedia. (Online) Retrieved from : [http://en.wikipedia.org/wiki/Generalized\\_least\\_squares](http://en.wikipedia.org/wiki/Generalized_least_squares). [2015, March 24].
- Glass, G. V., MacGaw, B., & Smith, M. L. (1984). **Meta - analysis in social research**. Beverly Hills, CA. : Sage.

- Hafdahl, A.R. (2001). **Multivariate meta-analysis for exploratory factor analytic research**. Unpublished doctoral dissertation, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Hedges, L., & Olkin, I. (1985). **Statistical models for meta-analysis**. New York : Academic Press.
- Hom, P.W., Caranikas-Walker, F., Prussia, G.E., & Griffeth, R.W. (1992). A meta-analytical structural equations analysis of a model of employee turnover. **Journal of Applied Psychology**, 77(6), 890.
- Hunter, J. E. (1983). **A causal analysis of cognitive ability, job knowledge, job performance, and supervisor ratings**. In F. Landy, S. Zedeck, and J. Cleveland (Eds.), *Performance measurement and theory*. Hillsdale, NJ : Erlbaum. 257 – 266.
- Hunter, J. E., Schmidt, F. L., & Jackson, G. B. (1982). **Meta-analysis : Cumulating research findings across studies**, 4.
- Hunter, J.E., & Schmidt, F.L. (1990). **Methods of meta-analysis : Correcting error and bias in research findings**. Newbury Park, CA : Sage.
- Hunter, J.E., & Schmidt, F.L. (2004). **Methods of meta-analysis : Correcting error and bias in research findings**. (2<sup>nd</sup> ed.). Thousand Oaks, CA : Sage.
- Jöreskog, K.G., & Sörbom, D. (1996). **LISREL 8 user's reference guide**. Scientific Software International.
- Mullen, B. (1989). **Advance BASIC meta - analysis**. Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Premack, S. L., & Hunter, J. E. (1988). Individual unionization decisions. **Psychological Bulletin**, 103(2), 223.
- Rosenthal, R. (1991). **Essentials of behavioral research : Methods and data analysis**. Mc Graw - Hill Humanities Social.
- Schmidt, F. L. Hunter, J. E., & Outerbridge, A. N. (1986). Impact of job experience and ability on job knowledge, work sample performance, and supervisory ratings of job performance. **Journal of applied psychology**, 71(3), 432.

- Silver, N.C., & Dunlap, W.P. (1987). Averaging correlation coefficients : should Fisher's z transformation be used? **Journal of Applied Psychology**, 72(1), 146.
- Slavin, R. E. (1986). Best-evidence synthesis : An alternative to meta-analytic and traditional reviews. **Educational researcher**, 15(9), 5 - 11.
- Tangutairuang, T. (2015). **Meta-Analysis SEM in Leadership**. (Online) Retrieved from : <http://www.slideshare.net/twatchait/meta-analysis-seminleadership>. [2015, May 20].
- Tett, R. P., & Meyer, J. P. (1993). Job satisfaction, organizational commitment, turnover intention, and turnover : Path analyses based on meta-analytic findings. **Personnel Psychology**, 46, 259 – 290.
- Viswesvaran, C., & Ones, D.S. (1995). Theory testing : combining psychometric meta - analysis and structural equations modeling. **Personnel Psychology**, 48(4), 865 - 885.
- Wilson, D.B. (2015). **Meta - analysis macros for SAS, SPSS, and Stata**. (Online) Retrieved from : <http://mason.gmu.edu/~dwilsonb/ma.html>. [2015, May 3].
- Wiratchai, N., & Wongwanich, S. (1998). **Educational Research Synthesis with Meta-Analysis and Content Analysis**. The Office of Education Commission, Bangkok, Thailand. (in Thai)

