โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น

ความหมาย

โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structural Relationship Model : LISREL Model) หรือโมเดลลิสเรล เป็นโมเดลที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship) ระหว่างตัวแปรภายนอก(exogenous variable) และตัวแปรภายใน (endogenous variable) ตามทฤษฎีที่นักวิจัยศึกษามา โดยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดลลิสเรลนี้ เป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดล ซึ่งแสดงในรูปของโมเดลโครงสร้าง (structural model) ส่วนโมเดลการวัด (measurement model) เป็นโมเดลที่แสดงความเกี่ยวข้องกันระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกต

ความเป็นมาของโมเดลลิสเรล

โมเดลลิสเรล มีฐานมาจากการรวมเอาเทคนิควิธีวิเคราะห์ข้อมูล 3 เทคนิค ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) การวิเคราะห์อิทธิพล(path analysis) และการประมาณค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) ในปี ค.ศ.1904 C. Spearman ได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ซึ่งเป็นวิธีต้นแบบของการวิเคราะห์องค์ประกอบในปัจจุบัน ต่อมาในปี ค.ศ.1918 Sewall Wright เป็นคนแรกที่ศึกษาวิเคราะห์โมเดลเชิงสาเหตุ(causal model) และพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นต้นแบบของการวิเคราะห์อิทธิพล (path analysis) สำหรับการประมาณค่าเป็นผลงานของนักเศรษฐมิติและนักจิตมิติ ที่ได้พัฒนาวิธีการประมาณค่าแบบต่างๆ เช่น การประมาณค่าด้วยวิธีไลค์ลิฮู้ดสูงสุด (maximum likelihood), วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ถ่วงน้ำหนัก (unweighted least squares), วิธีกำลังสองน้อยที่สุดวางนัยทั่วไป (generalized least squares) เป็นต้น ต่อมาในช่วงปี ค.ศ.1967-1979 K.G.Joreskog และ D.Sorbom ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์สำหรับโมเดลลิสเรลและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชื่อลิสเรล (LISREL) ขึ้น (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542)

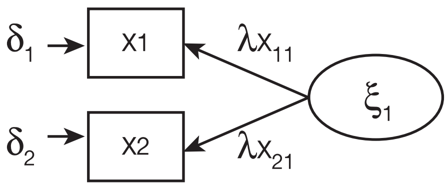
ลักษณะของโมเดลลิสเรล

เนื่องด้วยโมเดลลิสเรลและการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล เป็นความรู้ใหม่ทางสถิติการวิเคราะห์ขั้นสูง เมื่อเทียบกับสถิติวิเคราะห์ตัวอื่นๆ ที่นักวิจัยรู้จัก เช่น การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์องค์ประกอบ และด้วยลักษณะของโมเดลลิสเรลและการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล ซึ่งเป็นโมเดลวิเคราะห์ขั้นสูงนี้ จึงทำให้มีสัญลักษณ์ต่างๆ ในโมเดลอยู่จำนวนมาก ซึ่งในสัญลักษณ์เหล่านี้ส่วนหนึ่งไม่พบในสถิติวิเคราะห์ทั่วไป อาจทำให้ผู้ที่ศึกษาโมเดลลิสเรลไม่เข้าใจสัญลักษณ์เหล่านั้น เพื่อความเข้าใจในสัญลักษณ์ของโมเดลลิสเรล ผู้เขียนขอนำเสนอลักษณะและความหมายของสัญลักษณ์ในโมเดลลิสเรล ดังนี้

ลักษณะของโมเดลลิสเรล ประกอบด้วยโมเดลการวัด (measurement model) และโมเดลโครงสร้าง (structural model) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

โมเดลการวัด (measurement model) เป็นโมเดลที่แสดงความเกี่ยวข้องกันระหว่างตัวแปรแฝง (latent

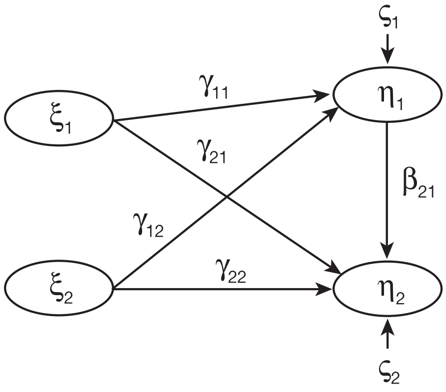
or unobserved variable) กับตัวแปรสังเกต (measured หรือ observed variable) โดยตัวแปรสังเกต เป็นตัวแปรที่สามารถวัดหรือสังเกตได้ โดยใช้เครื่องมือที่นักวิจัยสร้างขึ้น สัญลักษณ์ของตัวแปรสังเกตคือ สี่เหลี่ยม ส่วนสัญลักษณ์ของตัวแปรแฝงคือ วงกลมหรือวงรี



ภาพประกอบ 1 โมเดลการวัด

จากภาพประกอบ 1 เป็นโมเดลการวัดของตัวแปรแฝงภายนอก (ξ1) ที่มีตัวแปรสังเกต 2 ตัวแปร (X1 และX2) โดยตัวแปรสังเกตภายนอกแต่ละตัวจะมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (λX_{11} และ λX_{21}) และค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด (δ_1 และ δ_2)

โมเดลโครงสร้าง (structural model) เป็นโมเดลที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง โดยตัวแปรแฝง (latent or unobserved variable) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถวัดได้โดยตรง แต่มีโครงสร้างตามทฤษฎีที่แสดงผลออกมาในรูปของพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้ ซึ่งวัดได้จากตัวแปรสังเกต และประมาณค่าตัวแปรแฝงจากการนำกลุ่มตัวแปรสังเกตที่เป็นตัวบ่งชี้ของตัวแปรแฝงนั้นมาวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) สัญลักษณ์ของตัวแปรแฝงคือวงกลมหรือวงรี

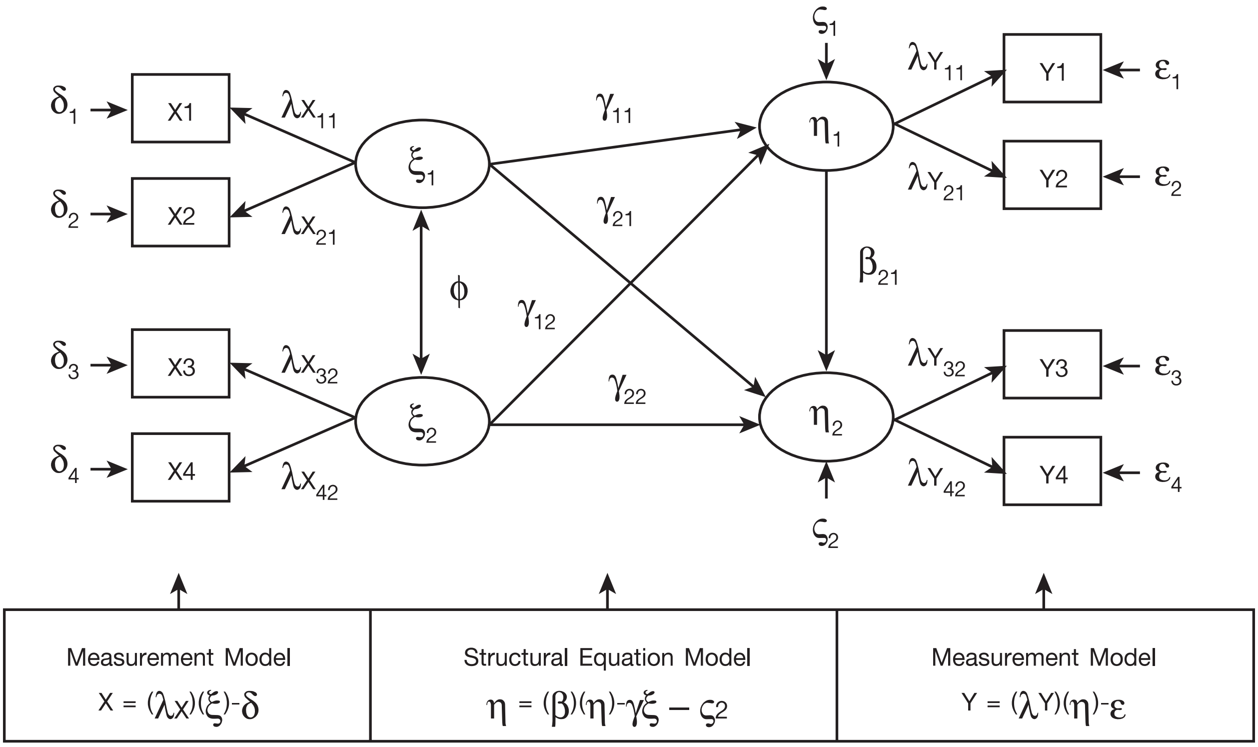


ภาพประกอบ 2 โมเดลโครงสร้าง

จากภาพประกอบ 2 เป็นโมเดลโครงสร้างที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝง 4 ตัวแปร โดยเป็นตัวแปรแฝงภายนอก 2 ตัว (ξ_1 และ ξ_2) และตัวแปรแฝงภายใน 2 ตัว (η_1 และ η_2) โดยมีเส้นอิทธิพลทางตรงระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกไปหาตัวแปรแฝงภายใน จำนวน 4เส้น (γ_{11}, γ_{12}, γ_{21}, และ y_{22},) และมีเส้นอิทธิพลทางตรงระหว่างตัวแปรแฝงภายใน จำนวน 1 เส้น (β_{21})

ตัวอย่างโมเดลลิสเรลและสัญลักษณ์ในโมเดล

โมเดลลิสเรล ประกอบด้วย โมเดลการวัดและโมเดลโครงสร้าง จากตัวอย่างโมเดลลิสเรล ในภาพประกอบ 3 มีโมเดลการวัด 4 โมเดล โดยแต่ละโมเดลการวัดมีตัวแปรสังเกตโมเดลละ 2 ตัวแปร และมีโมเดลโครงสร้าง 1 โมเดล ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกและตัวแปรแฝงภายใน



ภาพประกอบ 3 โมเดลลิสเรล

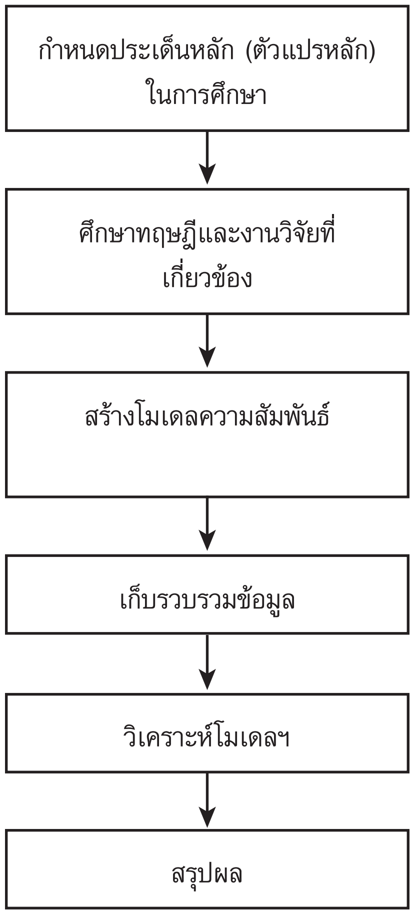
สัญลักษณ์และความหมายในโมเดลลิสเรล (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2542)

สัญลักษณ์ ภาษากรีก	คำอ่าน	สัญลักษณ์ ภาษาอังกฤษ	แทน
ξ	Xi	K	เวกเตอร์ตัวแปรแฝงภายนอก
η	Eta	E	เวกเตอร์ตัวแปรแฝงภายใน
X	Eks	X	เวกเตอร์ตัวแปรสังเกตภายนอก
Y	Wi	Y	เวกเตอร์ตัวแปรสังเกตภายใน
δ	Delta	d	เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน dในการวัดตัวแปร X
ε	Epsilon	e	เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน eในการวัดตัวแปร Y

สัญลักษณ์ภาษากรีก	คำอ่าน	สัญลักษณ์ภาษาอังกฤษ	แทน
ς	Zeta	z	เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ของตัวแปร E
λX	Lamda – X	LX	เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน K
λY	Lamda – Y	LY	เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y บน E
γ	Gamma	GA	เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจากตัวแปร K ต่อ E
β	Beta	BE	เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร E
φ	Phi	PH	เมทริกซ์ความแปรปรวน – ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรแฝงภายนอก K
Ψ	Psi	PS	เมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน z
θδ	Theta – Delta	TD	เมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน d
θε	Theta - Epsilon	TE	เมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วมระหว่างความคลาดเคลื่อน e

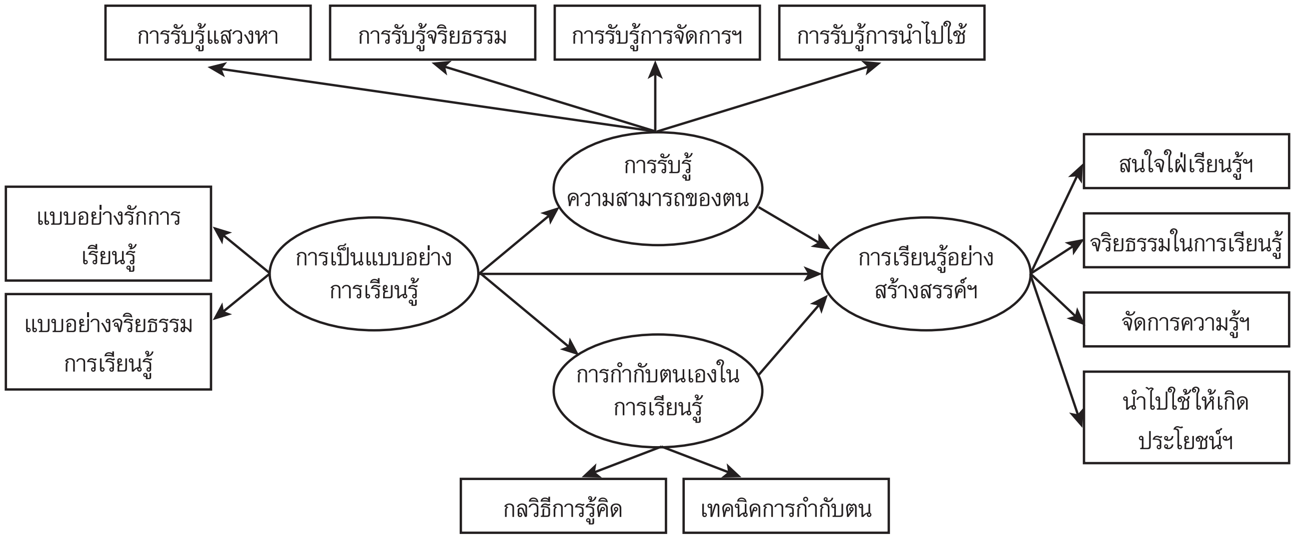
ขั้นตอนการสร้างโมเดลลิสเรล

จากการศึกษางานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่ผ่านมาพบว่า หากเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณที่นักวิจัยต้องการอธิบายความแปรปรวนของคะแนนตัวแปรตาม ด้วยตัวแปรปัจจัยต่างๆ และศึกษาอิทธิพลเชิงสาเหตุทั้งทางตรงและทางอ้อมของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อตัวแปรตามหรือตัวแปรหลัก โมเดลลิสเรลเป็นโมเดลการวิเคราะห์ที่สามารถตอบคำถามการวิจัยได้อย่างครอบคลุม โดยการสร้างหรือการพัฒนาโมเดลลิสเรลนั้น เริ่มแรกนักวิจัยจะต้องเริ่มจากการกำหนดประเด็นหลักของการวิจัยหรือตัวแปรหลักในการวิจัย จากนั้นจึงเริ่มศึกษาทฤษฎี แนวคิด และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่จะนำมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยและกำหนดโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ เมื่อโมเดลมีตัวแปรที่ชัดเจนแล้ว นักวิจัยจึงเริ่มสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูล และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทำการทดสอบว่าโมเดลที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และขั้นตอนสุดท้ายคือการสรุปผลการวิจัย ดังภาพประกอบที่ 4



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างโมเดลลิสเรล

กรณีตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้โมเดลลิสเรล



ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุของการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ

(วิไลลักษณ์ ลังกา. 2554)

จากภาพประกอบ 5 ตัวอย่างโมเดลลิสเรล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโมเดลในงานวิจัยเรื่อง “การศึกษาอิทธิพลทางสังคมและปัจจัยภายในต่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” โดยโมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุของการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ ประกอบด้วยตัวแปรสังเกต 12 ตัวแปร และตัวแปรแฝง 4 ตัวแปร แบ่งเป็นตัวแปรแฝงภายนอก 1 ตัวแปร (การเป็นแบบอย่างการเรียนรู้) และตัวแปรแฝงภายใน 3 ตัวแปร (การรับรู้ความสามารถของตนฯ, การกำกับตนเอง ฯ และการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ)

โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุของการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ มีขั้นตอนการสร้างโมเดล ดังนี้ ขั้นที่1) ผู้วิจัยกำหนดตัวแปรหลักในการศึกษาคือตัวแปรการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ, ขั้นที่2) ผู้วิจัยทำการศึกษาทฤษฎีการรู้คิดทางสังคม (social cognitive theory) ของแบนดูรา ที่มีแนวคิดว่า พฤติกรรมของบุคคลมีผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยภายในตัวบุคคล(internal personal) ปัจจัยสภาพแวดล้อม (environment) และปัจจัยทางพฤติกรรม (behavioral) โดยการเรียนรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมในสังคม การเรียนรู้ของบุคคลส่วนใหญ่เกิดจากการสังเกตตัวแบบ(model) ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาตัวแปรการเป็นแบบอย่างการเรียนรู้ในฐานะปัจจัยสภาพแวดล้อม ศึกษาตัวแปรการรับรู้ความสามารถของตนและการกำกับตนเองในการเรียนรู้ในฐานะปัจจัยภายในตัวบุคคล และศึกษาตัวแปรการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ในฐานะปัจจัยทางพฤติกรรม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ฯ ขั้นที่3) นำผลจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยมาสร้างเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยและกำหนดโมเดลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสาเหตุของการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ฯ, ขั้นที่4) พัฒนาเครื่องมือการวัดตัวแปรในโมเดลเชิงสาเหตุฯที่ได้จากขั้นที่3 และเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง, ขั้นที่ 5)นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบว่าโมเดลเชิงสาเหตุฯ ที่สร้างขึ้นจากทฤษฎีมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และขั้นที่6) ผู้วิจัยสรุปผลการวิเคราะห์และจัดทำรายงานการวิจัย

ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล

การวิเคราะห์โมเดลลิสเรล มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ ในเรื่องของลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงทั้งหมดในโมเดลต้องเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity) และเป็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship) และลักษณะการแจกแจงของตัวแปรทั้งตัวแปรแฝงภายนอกและตัวแปรแฝงภายในต้องเป็นการแจกแจงแบบปกติพหุนาม (multivariate normal distribution) ก่อนที่นักวิจัยจะวิเคราะห์โมเดลควรตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นเหล่านี้ก่อนเสมอ

ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ (Bollen.1989; Joreskog; &Sorbom.1993; นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2542)

ขั้นที่ 1 การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล (specification of the model)

การกำหนดข้อมูลจำเพาะของโมเดล เป็นขั้นตอนที่นักวิจัยกำหนดค่าเมทริกซ์ทั้ง 8 เมทริกซ์ ให้สอดคล้องกับโมเดลการวิจัย เพื่อจะได้เขียนคำสั่งให้โปรแกรมวิเคราะห์ประมาณค่าพารามิเตอร์ซึ่งในขั้นตอนนี้ นัก

วิจัยต้องกำหนดว่าจะประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้งหมดกี่ตัว โดยแยกเป็นเมทริกซ์ความแปรปรวน–ความแปรปรวนร่วม 4 เมทริกซ์ และเมทริกซ์สัมประสิทธิ์ 4 เมทริกซ์ โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ทำได้ 3 แบบ ตามลักษณะของพารามิเตอร์ในโมเดล ดังนี้

แบบที่ 1 พารามิเตอร์กำหนด (Fixed Parameters: FI)

เมื่อโมเดลการวิจัยไม่มีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปร พารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลตัวนั้นมีค่าเป็นศูนย์ นักวิจัยกำหนดค่าสมาชิกในเมทริกซ์ที่แทนค่าพารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์กำหนด ใช้สัญลักษณ์ “0” (ศูนย์)

แบบที่ 2 พารามิเตอร์บังคับ (Constrained Parameters :ST)

เมื่อโมเดลการวิจัยมีเส้นแสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปร พารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลตัวนั้นเป็นค่าที่ต้องประมาณ แต่นักวิจัยมีเงื่อนไขกำหนดให้พารามิเตอร์บางตัวมีค่าเฉพาะคงที่ เช่น มีค่าเท่ากับหนึ่ง กรณีนี้ นักวิจัยกำหนดค่าสมาชิกในเมทริกซ์ที่แทนค่าพารามิเตอร์นั้นเป็นพารามิเตอร์บังคับให้มีค่าเป็นหนึ่ง ใช้สัญลักษณ์ “1”

แบบที่ 3 พารามิเตอร์อิสระ (Free Parameters: FR) เป็นพารามิเตอร์ที่นักวิจัยต้องการประมาณค่าและมิได้บังคับให้มีค่าอย่างหนึ่งอย่างใด ใช้สัญลักษณ์ “*”

ขั้นที่ 2 การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดล (identification of the model)

การระบุความเป็นไปได้ค่าเดียวของโมเดลเป็นการศึกษาลักษณะการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ยังไม่ทราบค่าในโมเดลการวิจัยว่าเป็นไปตามเงื่อนไขการวิเคราะห์หรือไม่โดยทำการเปรียบเทียบ ค่า k(k+1)/2 (กรณีนับจำนวนค่าความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วม) กับจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า (k แทนจำนวนตัวแปรสังเกตในโมเดล ทั้งตัวแปรสังเกต X และ Y) โดยมีเงื่อนไขการพิจารณา ดังนี้

- ถ้า k(k+1)/2 น้อยกว่า จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าเป็นภาวะ under identification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็น ลบ ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์

- ถ้า k(k+1)/2 เท่ากับ จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าเป็นภาวะ just identification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็น 0 (fit perfect) ไม่มีการรายงานค่า SE และ t-value

- ถ้า k(k+1)/2 มากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่าเป็นภาวะ over identification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็นบวก และจะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโมเดลและรายงานค่า SE และ t-value

ขั้นที่ 3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (parameter estimation of the model)

การประมาณค่าพารามิเตอร์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่จะทำให้เมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมที่คำนวณได้จากกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์และเมทริกซ์ความแปรปรวน - ความแปรปรวนร่วมที่สร้างขึ้นจากพารามิเตอร์ที่ประมาณค่าได้จากโมเดลที่เป็นสมมติฐานการวิจัยมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด หมายความว่า โมเดลลิสเรลที่เป็นสมมติฐานการวิจัยมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยเทคนิคที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์มีหลากหลาย อาทิ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด

สองขั้นตอน (Two-Stage Least Squares : TSLS), วิธีกำลังสองน้อยที่สุด ไม่ถ่วงน้ำหนัก (Unweighted Least Squares: ULS), วิธีกำลังสองน้อยที่สุดวางนัยทั่วไป (Generalized Least Squares : GLS), วิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด(Maximum Likelihood : ML) เป็นต้น จากการศึกษางานวิจัยที่วิเคราะห์โมเดลลิสเรล พบได้ว่า วิธีไลค์ลิฮูดสูงสุด เป็นวิธีที่นักวิจัยนิยมใช้ในการประมาณค่ามากที่สุด อาจด้วยจุดเด่นของวิธีนี้ คือ ค่าพารามิเตอร์ที่ประมาณด้วยวิธีนี้จะมีความคงเส้นคงวา มีประสิทธิภาพและเป็นอิสระจากมาตรวัดหรือไม่มีหน่วย และแสดงความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในพารามิเตอร์แต่ละตัวที่ถูกประมาณค่าแต่วิธีนี้ก็มีจุดอ่อนที่นักวิจัยควรระวัง คือ ข้อมูลจะต้องมีการแจกแจงแบบปกติพหุนาม (Multivariate Normal Distribution) และกลุ่มตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่คือมีจำนวนมากกว่า 500 ถึงจะประมาณค่าได้ดี

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล (goodness-of-fit measures)

การตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล เป็นการศึกษาภาพรวมของโมเดลว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ ซึ่งค่าสถิติที่นิยมใช้ในการตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดล มีดังนี้ (Joreskog ; & Sorbom.1993; Diamantopoulos; &Siguaw. 2000; Kline.2005)

1. ค่าสถติไค-สแควร์ (Chi-Squares statistics : χ^2) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบว่าโมเดลที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ ถ้าค่าไค-สแควร์มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าโมเดลที่สร้างขึ้นไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ นอกจากนั้นยังพิจารณาจากสัดส่วนของค่าไค-สแควร์ และค่าองศาความอิสระ (degree of freedom : df) ประกอบด้วยโดยสัดส่วนดังกล่าวควรมีค่าต่ำกว่า 2.00

2. ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้อง (goodness of - fit - index : GFI) เป็นอัตราส่วนของผลต่างระหว่างฟังก์ชันความสอดคล้องจากโมเดลก่อนและหลังปรับโมเดลกับฟังก์ชันความสอดคล้องก่อนปรับโมเดล ค่า GFI มีค่ามากกว่า .90 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องที่ปรับแล้ว (adapted goodness-of-fit index : AGFI) ซึ่งนำ GFI มาปรับแก้และคำนึงถึงขนาดตัวแปรและกลุ่มตัวอย่าง ถ้าค่า AGFI มากกว่า .90 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

4. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของเศษมาตรฐาน SRMR (standardized root mean squared residual) เป็นค่าเฉลี่ยของเศษที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างกับค่าที่ประมาณจากค่าพารามิเตอร์ ถ้าโมเดลมีความกลมกลืนสูง SRMR ควรมีค่าเล็กมาก โดยทั่วไปค่า SRMR ไม่ควรใหญ่กว่า .05

5. ค่ารากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณ RMSEA (root mean square error of approximation) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความไม่สอดคล้องของโมเดลที่สร้างขึ้นกับเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของประชากร โดยค่า RMSEA ที่มีค่า

ต่ำกว่า .10 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องในระดับดี (good fit) ถ้ามีค่าต่ำกว่า .05 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องในระดับดีมาก (very good fit) ถ้ามีค่าต่ำกว่า .01 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องในระดับดีเยี่ยม (outstanding fit) และถ้าค่า RMSEA มีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าโมเดลมีความสอดคล้องอย่างแท้จริง (exact fit) (Hair et. al.1995)

สรุป

โมเดลความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น หรือที่เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า โมเดลลิสเรล เป็นโมเดลที่แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรแฝงที่นักวิจัยศึกษาจากทฤษฎี วัตถุประสงค์หลักของการวิเคราะห์โมเดลลิสเรล คือเพื่อทดสอบว่าโมเดลที่นักวิจัยสร้างขึ้นตามทฤษฎีมีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ และปัจจัยเชิงสาเหตุมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามมากน้อยเพียงใด

ในด้านของการนำโมเดลลิสเรลไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย แยกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ กรณีการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ เป็นการวิจัยที่ศึกษาถึงความเป็นสาเหตุของตัวแปรปัจจัยต่อตัวแปรตาม ผลจากการวิจัยประเภทนี้ จะได้สารสนเทศของค่าอิทธิพลของตัวแปรปัจจัยที่ศึกษา ว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามสูงสุด เพื่อให้ผู้ใช้ประโยชน์จากงานวิจัยได้นำตัวแปรปัจจัยเหล่านั้นไปส่งเสริมยังกลุ่มเป้าหมายต่อไป และกรณีของการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยสามารถนำผลจากการวิเคราะห์โมเดลปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีต่อตัวแปรตาม ไปศึกษาว่าปัจจัยใดมีค่าอิทธิพลต่อตัวแปรตามสูงสุด เพื่อนำตัวแปรปัจจัยนั้นไปเป็นส่วนหนึ่งของการสร้างโปรแกรมการพัฒนาตัวแปรตาม

วิไลลักษณ์ ลังกา

บรรณานุกรม

นงลักษณ์ วิรัชชัย.(2542). **โมเดลลิสเรล: สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิไลลักษณ์ ลังกา.(2554). **การศึกษาอิทธิพลทางสังคมและปัจจัยภายในต่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** ปริญญานิพนธ์ วท.ด. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Bollen, Kenneth A. (1989). **Structural Equations with Latent Variables.** New York: John Wiley & Sons.

Diamantopoulos, Adamantions; & Siguaw, Judy A. (2000). **Introducing LISREL.** London : SAGE.

Hair, Joseph F. ; Anderson, Rolph E.; Tatham, Ronald L.; & Black, William C. (1995). **Multivariate Data Analysis with Readings.** 4th ed. Englewood Cliffside-Hall.

Joreskog, Karl G.; & Sorbom, Dag. (1996). **LISREL8 User's Reference Guide.** United States : Sci entific Software International.

Kline, Rex B. (2005). **Principles and Practice of Structural Equation Modeling.** 2nd ed. New York : The Guilford Press.