Journal of Research Methodology, Volume 14, Number 2 (May - August 2001)

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม - สิงหาคม 2544)

Causal Inference

Wirinth Thammanartsakul
Teradech Chai-Aroon

ABSTRACT

The objectives of this article are to explain the meaning of casual relation and present groups of causal inference. We can explain that some variables cause the others on the basis of isolation : the only one variable that causes the dependent variable is the independent variable, association : the relationship between dependent and independent variable and direction of causal relation between two variables. There are three groups of causal inference. The first is "general structural equation system" which explain the linear relationship between exogenous and endogenous variable. The second is called "nonlinear systems or interaction effect" which explain the effect of other independent variable to the relationship between exogenous and endogenous variables. The last group is called "longitudinal structural equation model" which explain the effect of the same variables over time.

Journal of Research Methodology, Volume 14, Number 2 (May - August 2001)

วารสารวิธีวิทยาการวิจัย ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม - สิงหาคม 2544)

การอนุมานเชิงสาเหตุ

วิริณธิ์ ธรรมนารถสกุล
ธีรเดช ฉายอรุณ

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 2 ประการ คือ การนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับความเป็นสาเหตุกันของการวิจัยเชิงปริมาณ และการนำเสนอรูปแบบใหญ่ ๆ ของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุ เพื่อที่นักวิจัยจะได้ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาหรือวิจัยต่อไป โดยสรุปแล้วองค์ประกอบของความเป็นสาเหตุนั้นจะต้องประกอบไปด้วย Isolation : การปราศจากอิทธิพลของตัวแปรอื่นนอกจากตัวแปรที่เป็นสาเหตุเท่านั้น, Association : ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม และ Direction : ทิศทางของความเป็นสาเหตุ ในส่วนของรูปแบบการวิเคราะห์อาจแยกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ General Structural Equation Systems เป็นรูปแบบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรภายนอก และตัวแปรภายใน ซึ่งตัวแปรทั้งสองชุดอาจเป็นตัวแปรสังเกตได้ หรือเป็นตัวแปรแฝง, Nonlinear Systems or Interaction Effect เป็นรูปแบบของการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระตัวอื่นที่ส่งผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม, Longitudinal Structural Equation Models เป็นการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อเนื่องกันตามเวลาที่ผันแปรไป

บทนำ

การแสวงหาองค์ความรู้ทางสังคม-พฤติกรรมศาสตร์ ก็คือการศึกษาถึงพฤติกรรมมนุษย์ ในสถานการณ์ทางสังคม ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คำจำกัดความดังกล่าวเป็นถ้อยคำที่กระชับและครอบคลุมตามเนื้อหาศาสตร์ดังกล่าว หากแต่ถ้าได้พิจารณาให้ลึกซึ้งจะพบว่า องค์ความรู้ทางด้านสังคม-พฤติกรรมศาสตร์ต้องอาศัยรูปแบบการศึกษาวิจัยที่สลับซับซ้อน เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์มักได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ มากมาย ซึ่งอาจจำแนกเป็นสองกลุ่มปัจจัย คือปัจจัยภายในบุคคลเอง และปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยด้านสังคม การสร้างองค์ความรู้ทางสังคม-พฤติกรรมศาสตร์ จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อสรุปเชิงบูรณาการเงื่อนไขปรากฏการณ์ต่างๆ ทั้งสองกลุ่มปัจจัยเข้าด้วยกัน ซึ่งเราอาจเรียกเงื่อนไขและปรากฏการณ์ว่า "ตัวแปร" และเรียกวิธีการบูรณาการเงื่อนไขและปรากฏการณ์ต่างๆ เพื่อให้เกิดเป็นองค์ความรู้ว่า การวิเคราะห์เชิงสาเหตุ (Causal Analysis) ซึ่งถือว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญในการสร้างองค์ความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ (Abbott, 1998 : 148) บทความนี้เป็นการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการอนุมานเชิงสาเหตุ โดยเริ่มจากที่มาของแนวคิด, คุณสมบัติของการเป็นสาเหตุ, รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ โดยเสนอในรูปแบบของ Path Diagram พร้อมสมการพื้นฐานประกอบการอธิบาย การนำเสนอจะเน้นในเชิงของแนวคิดทฤษฎีมากกว่าจะเป็นการคำนวณ เพื่อให้ผู้อ่านได้มีกรอบอ้างอิง (Frame of Reference) ที่จะนำไปประยุกต์สู่การปฏิบัติได้

ความเป็นมา

โดยทั่วไปแนวคิดในการวิเคราะห์เชิงสาเหตุอาจแยกออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเน้นรูปแบบการศึกษาที่ใช้การทดลอง (ANOVA Paradigm) ซึ่งได้รับอิทธิพลจากแนวคิดนักสังคมวิทยา คือ Durkheim และนักคณิตศาสตร์ คือ Fisher ในเรื่องของการถูกกำหนด (Determinism) ว่าความเป็นไปของชีวิตมนุษย์ถูกคุกคาม (forces) โดยปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีกลไกเชิงสาเหตุ (Causal Mechanism) ที่สมเหตุผล ดังนั้นนักวิจัยที่มีความเห็นสอดคล้องกับแนวคิดดังกล่าวจะเชื่อว่า หากต้องการทราบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ต้องทำการทดลองเพียงอย่างเดียว เนื่องจากกระบวนการทดลองได้จัดสร้างกลไกเชิงสาเหตุไว้อย่างเป็นระบบ สำหรับแนวคิดกลุ่มที่สอง เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบที่ไม่ใช้การทดลอง (Regression Paradigm) เป็นแนวคิดที่เริ่มก่อตัวอย่างชัดเจนหลังทศวรรษที่ 1960 โดยสาขาวิชาที่เป็นแกนนำหลัก ได้แก่ ชีวมิติ (Biometrics), จิตมิติ (Psychometrics), และเศรษฐมิติ (Econometrics) นักวิชาการในกลุ่มนี้มีความเชื่อในเรื่องของข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empiricism) และการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณว่า จะสามารถทำให้สรุปความสัมพันธ์ในเชิงสาเหตุได้เช่นกัน โดยเฉพาะในบางประเด็นที่ไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น ผลของการสูบบุหรี่ หรือผลของการดื่มสุรา เป็นต้น

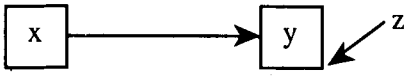
อนึ่ง สำหรับในบทความนี้ จะได้นำเสนอรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ สำหรับกรณีที่ไม่ใช้การทดลอง เนื่องจากมีงานวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์จำนวนมาก ที่พยายามอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงระบบความสัมพันธ์ ซึ่งจะทำให้สามารถอธิบายพฤติกรรมที่ศึกษาได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของความเป็นสาเหตุ

มีข้อเท็จจริงที่ต้องยอมรับประการหนึ่งว่า เราไม่อาจหาคำจำกัดความที่ชัดเจนและยอมรับได้ตรงกันถึงความเป็นสาเหตุ (Bollen, 1989 : 40) ดังนั้นแทนที่เราจะหาคำตอบว่า ความเป็นสาเหตุคืออะไร? เราควรให้ความสำคัญกับคุณสมบัติหรือธรรมชาติของความเป็นสาเหตุมากกว่าว่า การที่ปัจจัย (ตัวแปร) หนึ่งจะเป็นสาเหตุของพฤติกรรมที่ศึกษาได้นั้นจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไร? เกี่ยวกับเรื่องนี้ Bollen (1989 : 40 - 67) ได้เสนอคุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นสาเหตุไว้ สรุปได้ดังนี้

1. Isolation เป็นคุณสมบัติของตัวแปรที่เป็นผล (ตัวแปรตาม/ตัวแปรภายใน) กล่าวคือ ตัวแปรที่เป็นผลหรือตัวแปรตามจะมีคุณสมบัตินี้ได้ก็ต่อเมื่อไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นใด นอกจากตัวแปรที่เป็นตัวแปรสาเหตุ เท่านั้น (ตัวแปรอิสระ/ตัวแปรภายนอก) คุณสมบัติ Isolation นี้ แม้ว่าในการศึกษาทางพฤติกรรมศาสตร์ เราอาจจะหาตัวแปรที่มีคุณสมบัติดังกล่าวได้ยากเนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์มักถูกกำหนดด้วยปัจจัยหลายๆ อย่างพร้อมกัน Bollen จึงเสนอว่า การที่ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรที่เป็นสาเหตุและตัวแปรที่เป็นผล ถูกรบกวน (Disturbance) ด้วยอิทธิพลรูปแบบต่างๆ ของตัวแปรที่สาม (Suppressor, Moderator) นั้นทำให้คุณสมบัติ Isolation ที่สมบูรณ์นั้นไม่มี แต่อาจเป็นแบบ Pseudo-Isolation คือยอมรับว่าตัวแปรอิสระนั้นเป็นสาเหตุของตัวแปรตาม แต่อาจไม่ใช่สาเหตุเพียงประการเดียว

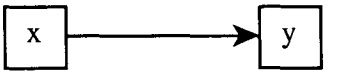
2. Association เป็นคุณสมบัติของตัวแปรที่เป็นสาเหตุและตัวแปรที่เป็นผล กล่าวคือ การที่ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม จะมีความสัมพันธ์เชิงสาเหตุกันได้นั้น ตัวแปรทั้งสองจะต้องมีความสัมพันธ์กัน แต่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพียงอย่างเดียว ก็อธิบายความเป็นสาเหตุได้มากน้อยต่างกัน ขึ้นอยู่กับว่าถูกรบกวน (Disturbance) มากน้อยเพียงใด ลองพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้



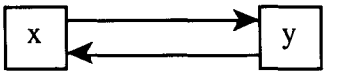
จากรูป กำหนดให้ x เป็นตัวแปรสาเหตุ และ y เป็นตัวแปรผล และ z เป็นอิทธิพลของการถูกรบกวน หากค่า z เท่ากับ 0 แล้ว ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เพียงอย่างเดียวก็อาจสรุปถึง

ความเป็นสาเหตุได้ แต่หาก z มีค่าไม่เป็นศูนย์แล้ว ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เพียงอย่างเดียวก็ไม่อาจสรุปถึงความเป็นสาเหตุได้

3. Direction ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ จะมีความสมบูรณ์หรืออยู่ในวิสัยที่ยอมรับได้ ก็ต่อเมื่อตัวแปรที่อ้างว่าเป็นเหตุ (Cause) นั้นเกิดขึ้นก่อนตัวแปรที่เป็นผล (effect) และเราสามารถเขียนสัญลักษณ์แสดงความเป็นสาเหตุของตัวแปร x และ y ได้ดังนี้



ปัญหาประการหนึ่ง ของการกำหนดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ด้วยกรอบของเวลา ก็คือ เราไม่อาจทราบได้ว่า ช่วงเวลา (lag) ของการเกิดผล (y) เป็นเท่าใด ตัวอย่างเช่น การโฆษณา มีผลต่อการซื้อสินค้า แต่ขณะเดียวกัน ยอดขายที่มากขึ้นก็ย่อมส่งผลให้เพิ่มการโฆษณาเช่นกัน ดังนั้น การเป็นสาเหตุซึ่งกันและกัน (Reciprocal Causation) อาจเกิดขึ้นได้ ดังรูป



ที่กล่าวมาข้างต้น เป็นแนวคิดพื้นฐาน อันเป็นที่มาของความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพิจารณาตัวแปรทางพฤติกรรมศาสตร์ว่า ตัวแปรชุดใดเป็นเหตุ ตัวแปรชุดใดเป็นผล ต่อไปจะได้นำเสนอรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ที่พบได้ทั่วไปในงานวิจัย 3 รูปแบบคือ 1) General Structural Equation Systems (Bentler & Yuan, 2000: 326) เป็นรูปแบบที่มีการศึกษามากที่สุด 2) Nonlinear or Interaction Effect (Kenny-Judd Model) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีตัวแปรสอดแทรก (Moderator) และ 3) Longitudinal Model เป็นรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่เก็บข้อมูลเป็นอนุกรมเวลา (time-series data)

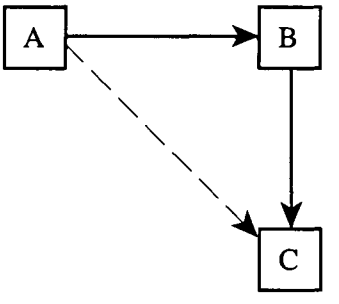
1. General Structural Equation Systems

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบ General structural equation systems เป็นความสัมพันธ์ที่มีรูปแบบไม่ซับซ้อน นักวิจัยจะพบความสัมพันธ์เช่นนี้ในงานวิจัยความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทั่วไป ในระบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเราสามารถจำแนกตัวแปรออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวแปรภายนอก (Exogenous variables) เป็นตัวแปรที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรใดๆ ภายในระบบความสัมพันธ์ที่ศึกษา และ ตัวแปรภายใน (Endogenous variables) เป็นตัวแปรที่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่นๆ ในระบบความสัมพันธ์ที่ศึกษาอยู่ โดยรูปแบบความสัมพันธ์จะนำเสนอเป็นโมเดลจำแนก

ตามความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร คือ 1) โมเดลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด และ 2) โมเดลที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด

1.1 โมเดลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด

เป็นโมเดลที่มีตัวแปรทั้งหมดในระบบความสัมพันธ์เป็นตัวแปรสังเกต (Observed Variables) โดยตัวแปรสังเกตจะสามารถวัดด้วยข้อคำถามโดยตรง (ข้อเดียวหรือหลายข้อ) ใช้สัญลักษณ์ "รูปสี่เหลี่ยม" แทนตัวแปรสังเกตในโมเดล ดังนั้นการวัดตัวแปรจึงไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากสามารถวัดได้โดยตรง ดูรูปต่อไปนี้



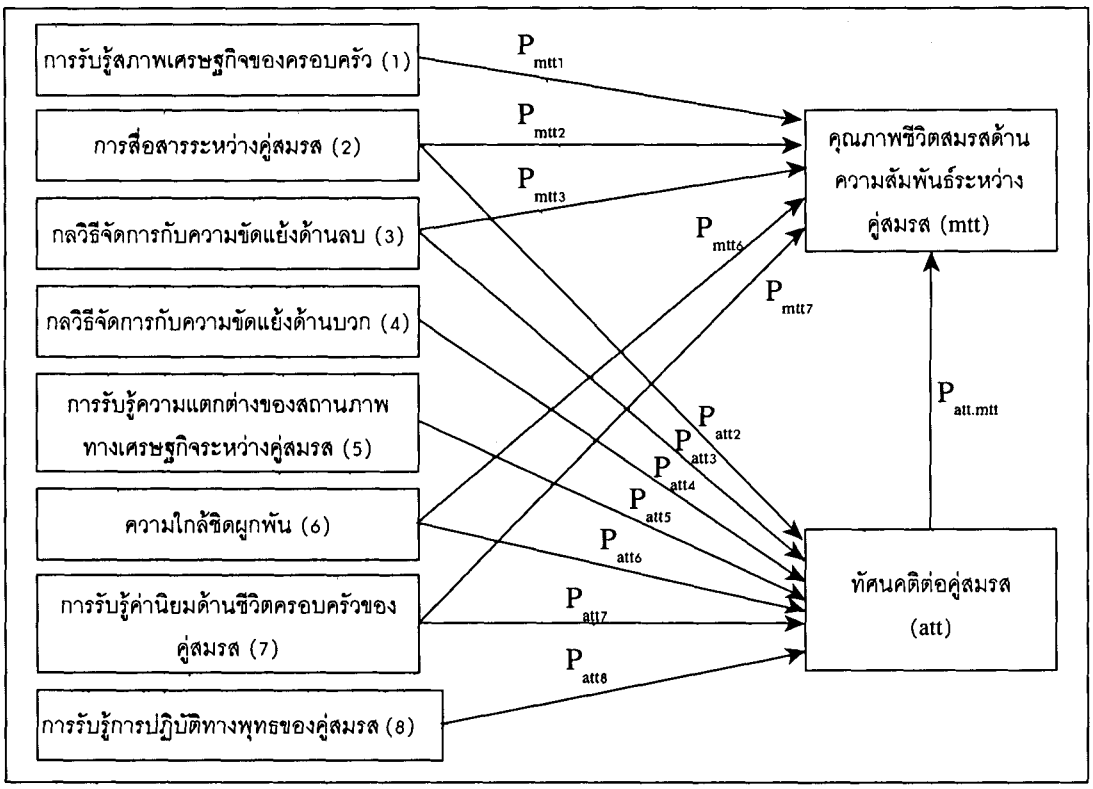
จากรูปตัวแปรในระบบทั้งหมดเป็นตัวแปรสังเกต มี A เป็นตัวแปรภายนอกเนื่องจากไม่ได้รับอิทธิพลจากตัวแปรใด ๆ ในระบบความสัมพันธ์ที่ศึกษา (แต่ A สามารถได้รับอิทธิพลจากตัวแปรอื่น ๆ ที่อยู่นอกระบบความสัมพันธ์ที่ศึกษาได้) ส่วน B และ C เป็นตัวแปรภายใน พิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร เราสามารถจำแนกรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุเป็น 2 ลักษณะ คือ รูปแบบความสัมพันธ์ทางตรง (Direct relationship) และรูปแบบความสัมพันธ์ทางอ้อม (Indirect relationship)

ความสัมพันธ์ทางตรง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวโดยไม่มีตัวแปรใดเข้ามาคั่นกลางความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สนใจ โดยเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ตัวแปรอีกตัวหนึ่งได้รับการเปลี่ยนแปลงโดยตรง ส่วนใหญ่ความสัมพันธ์ของสองตัวแปรมักจะเป็นเชิงเส้น (Linear System) ในโมเดลใช้ "ลูกศรทึบ" แทนความสัมพันธ์ทางตรง โดยตัวแปรที่อยู่หัวลูกศรจะเป็นตัวแปรสาเหตุ (Cause) ส่วนตัวแปรที่อยู่ปลายลูกศรจะเป็นตัวแปรผล (Effect) จากรูป พบว่ามีรูปแบบความสัมพันธ์ทางตรงสองชุด ชุดแรกเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง A และ B โดย A เป็นตัวแปรสาเหตุ และ B เป็นตัวแปรผล กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ตัวแปร B ได้รับอิทธิพลทางตรง (Direct effect) จาก A หรือ "A มีอิทธิพลทางตรงต่อ B" ชุดที่สองเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง B และ C โดย B เป็นตัวแปรสาเหตุ และ C เป็นตัวแปรผล นั่นคือ "B มีอิทธิพลทางตรงต่อ C"

ความสัมพันธ์ทางอ้อม เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจสองตัวแปร และความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปรจะเกิดขึ้นได้ต้องผ่านตัวแปรคั่นกลาง (Mediator variable) โดยเมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงจะมีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งได้ ต้องผ่านตัวแปรคั่นกลางก่อน ในโมเดลใช้ "ลูกศรเส้นประ" แทนความสัมพันธ์ทางอ้อม จากรูป พบรูปแบบความสัมพันธ์ทางอ้อมระหว่าง A และ C โดย A เป็นตัวแปรสาเหตุ และ C เป็นตัวแปรผล กล่าวได้ว่า C ได้รับอิทธิพลทางอ้อม (Indirect effect) จาก A โดยผ่าน B หรือ "A มีอิทธิพลทางอ้อมต่อ C ผ่าน B"

ความสัมพันธ์ทั้งสองรูปแบบ สามารถแสดงให้เห็นได้โดยการใช้ Path Diagram ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่าง จากงานวิจัยเรื่อง "การวิเคราะห์ดัชนีเชิงเหตุและผลของคุณภาพชีวิตสมรสในครอบครัวไทย"*



โมเดล แสดงคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส (รายงานโดยภรรยา)

* งานวิจัยของ ผศ. งามตา วนินทานนท์ และคณะ ได้รับทุนสนับสนุนจากสภาวิจัยแห่งชาติ, อยู่ระหว่างการเขียนรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

จากโมเดลตัวแปรในระบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุทั้งหมดเป็นตัวแปรสังเกตมีตัวแปรภายนอก 8 ตัวแปร คือ 1) การรับรู้สภาพเศรษฐกิจของครอบครัว 2) การสื่อสารระหว่างคู่สมรส 3) กลวิธีจัดการความขัดแย้งด้านบวก 4) กลวิธีจัดการความขัดแย้งด้านลบ 5) การรับรู้ความแตกต่างของสถานภาพทางเศรษฐกิจระหว่างคู่สมรส 6) ความใกล้ชิดผูกพัน 7) การรับรู้ค่านิยมด้านชีวิตครอบครัวของคู่สมรส 8) การรับรู้การปฏิบัติทางพุทธของคู่สมรส สำหรับตัวแปรภายในมี 2 ตัวแปร คือ ทัศนคติต่อคู่สมรส และคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรในระบบ อธิบายดังนี้

1) พิจารณาที่อิทธิพลทางตรงมี 3 ชุด *ชุดแรก* ตัวแปร 2,3,4,5,6,7 และ 8 มีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปรทัศนคติต่อคู่สมรส *ชุดสอง* ตัวแปร 1,2,3,6 และ 7 มีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปรคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส *ชุดที่สาม* ตัวแปรทัศนคติต่อคู่สมรสมีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปรคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส

2) พิจารณาที่อิทธิพลทางอ้อม ตัวแปร 2,3,4,5,6,7 และ 8 มีอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส โดยผ่านตัวแปรทัศนคติต่อคู่สมรส

ตัวแปรสาเหตุตัวหนึ่งอาจมีทั้งอิทธิพลทางตรงและทางอ้อมต่อตัวแปรผลหนึ่งตัวในโมเดลตัวอย่างเห็นได้ว่าตัวแปร 2,3,6 และ 7 มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อตัวแปรคุณภาพชีวิตสมรสด้านความสัมพันธ์ระหว่างคู่สมรส ดังนั้น อิทธิพลรวม (Total effect) ของตัวแปรสาเหตุที่มีต่อตัวแปรผล ได้จากผลรวมของอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อม สำหรับค่าอิทธิพลนั้นใช้การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพล (Path coefficient ; p) ซึ่งมีค่าเท่ากับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในหน่วยของคะแนนมาตรฐาน (Correlation coefficient ; β) ใน Simple regression (Pedhazur, 1997 : 773) หมายความว่า การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสาเหตุหนึ่งหน่วยมาตรฐาน ส่งผลให้ตัวแปรผลเปลี่ยนแปลงไป p หน่วยมาตรฐาน โดยสัมประสิทธิ์อิทธิพลมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 จากตัวอย่างสามารถเขียนค่าอิทธิพลรวมของตัวแปรผลทั้งสองตัวได้ดังนี้

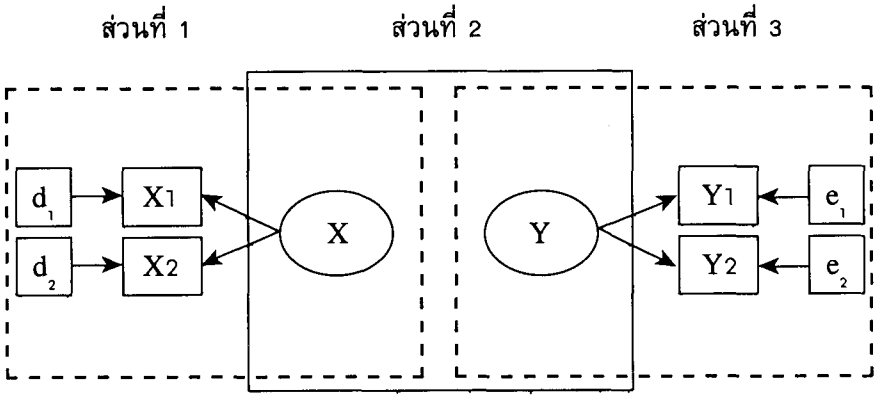
$$att = p_{att2} + p_{att3} + p_{att4} + p_{att5} + p_{att6} + p_{att7} + p_{att8}$$

$$mtt = p_{mtt1} + p_{mtt2} + p_{mtt3} + p_{mtt6} + p_{mtt7} + p_{mtt.att} + (p_{mtt2} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt3} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt4} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt5} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt6} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt7} * p_{mtt.att}) + (p_{mtt8} * p_{mtt.att})$$

1.2 โมเดลที่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด

เป็นโมเดลที่มีตัวแปรสังเกตและตัวแปรแฝง (latent Variables) อยู่ร่วมกันในระบบความสัมพันธ์ ตัวแปรแฝงเป็นตัวแปรที่เชื่อว่ามีอยู่จริงแต่ไม่สามารถวัดออกมาได้โดยตรง ดังนั้นจึงใช้

คะแนนจากการวัดตัวแปรสังเกต เช่น สติปัญญาของมนุษย์ นักวิจัยอาจใช้คะแนนจากการวัด Intelligence quotient (IQ) และ Emotional quotient (EQ) เป็นต้น สัญลักษณ์ที่ใช้ในโมเดลเป็น "รูปวงกลม" ดูรูปต่อไปนี้

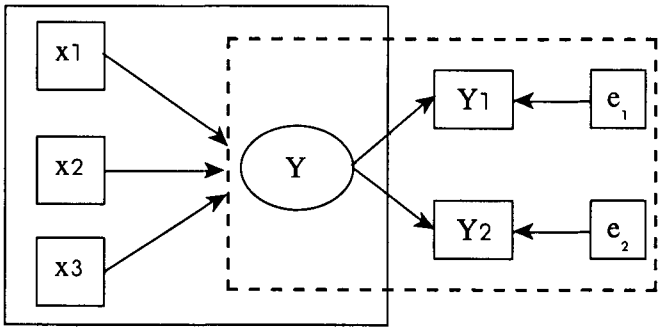


จากรูป สามารถแบ่งรูปแบบความสัมพันธ์ออกเป็น 2 โมเดล คือ

1) โมเดลการวัด (Measurement model) อยู่ในส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมเส้นประทั้งส่วนที่ 1 และ 3 โมเดลการวัดจะแสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝงมีตัวแปรสังเกต หรือตัวแปรดัชนี (Indicator, Proxy) อะไรบ้าง หรืออาจเรียกความสัมพันธ์เหล่านี้ว่า effect indicator (Bolen, 1989 : 65) ในโมเดลการวัดมีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (Measurement error) ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงความเชื่อมั่น (Reliability) ของการวัดตัวแปรดัชนี ถ้าการวัดตัวแปรดัชนีมีค่าความเชื่อมั่นสูง ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดก็จะต่ำ อย่างไรก็ดี หากตัวแปรดัชนีมีลักษณะของข้อมูลเป็นข้อเท็จจริง (Fact) ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดเป็นศูนย์ นั่นคือค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 1 ในรูปมีโมเดลการวัดสองโมเดลคือ สี่เหลี่ยมเส้นประส่วนที่ 1 เรียกว่า "โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายนอก" มี X เป็นตัวแปรแฝง และ x_1 กับ x_2 เป็นตัวแปรดัชนี โดยมี d_1 กับ d_2 เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปร x_1 กับ x_2 ตามลำดับ และสี่เหลี่ยมเส้นประส่วนที่ 3 เรียกส่วนนี้ว่า "โมเดลการวัดสำหรับตัวแปรภายใน" มี Y เป็นตัวแปรแฝง และ y_1 กับ y_2 เป็นตัวแปรดัชนี มี e_1 กับ e_2 เป็นความคลาดเคลื่อนจากการวัดตัวแปร y_1 กับ y_2 ตามลำดับ

2) โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural equation model) อยู่ในส่วนที่เป็นสี่เหลี่ยมเส้นทึบส่วนที่ 2 โมเดลนี้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยจะชี้ให้เห็นว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรสาเหตุ ตัวแปรใดเป็นตัวแปรผล และสามารถมี mediator variable ร่วมอยู่ด้วยได้ ดูรูปส่วนที่ 2 มีตัวแปรแฝง X เป็นตัวแปรสาเหตุ และ ตัวแปรแฝง Y เป็นตัวแปรผล

จากรูปข้างต้น ถือว่าเป็นโมเดลเต็มรูปสำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ อย่างไรก็ตามยังมีโมเดลอื่นๆ ที่มีรูปแบบแตกต่างกันและเรียกชื่อต่างออกไป ในงานวิจัย ผู้วิจัยไม่จำเป็นจะต้องใช้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบโมเดลแบบเต็มรูป ประเด็นสำคัญคือ ผู้วิจัยต้องสามารถจำแนกประเภทตัวแปรว่าเป็นตัวแปรในกลุ่มใด เป็นตัวแปรสาเหตุหรือตัวแปรผล และสามารถบ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้อย่างครบถ้วน ดังนั้นการเริ่มต้นการวิเคราะห์ผู้วิจัยควรเริ่มจากการเขียนโมเดลให้ถูกต้อง และการระบุค่าอิทธิพลต่างๆ อย่างชัดเจน ซึ่งการระบุค่าอิทธิพลใดๆ นั้นควรได้จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดูรูปต่อไปนี้



จากรูป โมเดลนี้มีความแตกต่างจากสองโมเดลแรกข้างต้น โดยมีตัวแปรแฝงเพียง 1 ตัว ที่ได้รับอิทธิพลมาจากตัวแปรภายนอกซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตหลายตัว แล้วส่งอิทธิพลไปยังตัวแปรภายในซึ่งเป็นตัวแปรสังเกตหลายตัว เรียกชื่อโมเดลเฉพาะนี้ว่า "MIMIC Model" (Multiple Indicators and Multiple Cause Model) หรือ "Cause Model" (Bolen, 1989 : 65) หากพิจารณาทีละส่วน ตามรูปสี่เหลี่ยมเส้นประ มี Y เป็นตัวแปรแฝงโดยมี ตัวแปร proxy 2 ตัว คือ y_1 และ y_2 และมี e_1 และ e_2 เป็น measurement error ของ y_1 และ y_2 ตามลำดับ ส่วนนี้ก็คือ measurement model สำหรับตัวแปรภายใน ดูที่รูปสี่เหลี่ยมเส้นทึบ ตัวแปร Y ได้รับอิทธิพลมาจากตัวแปรสังเกต 3 ตัว คือ x_1, x_2 และ x_3 ส่วนนี้ก็คือส่วนของ structural equation model นั่นเอง นี่เป็นโมเดลหนึ่งที่มีชื่อเฉพาะแต่เมื่อแยกพิจารณาทีละส่วนก็จะไม่แตกต่างจาก 2 โมเดลพื้นฐานที่ได้เสนอไว้แล้ว ต่อไปเป็นตัวอย่างจากงานวิจัย

ตัวอย่าง จากงานวิจัยเรื่องเดียวกับข้างต้น

คำอธิบายตัวย่อในโมเดล

at = ความสัมพันธ์ระหว่างบิดากับมารดา

bt = ความสัมพันธ์ระหว่างเยาวชนกับบิดามารดา

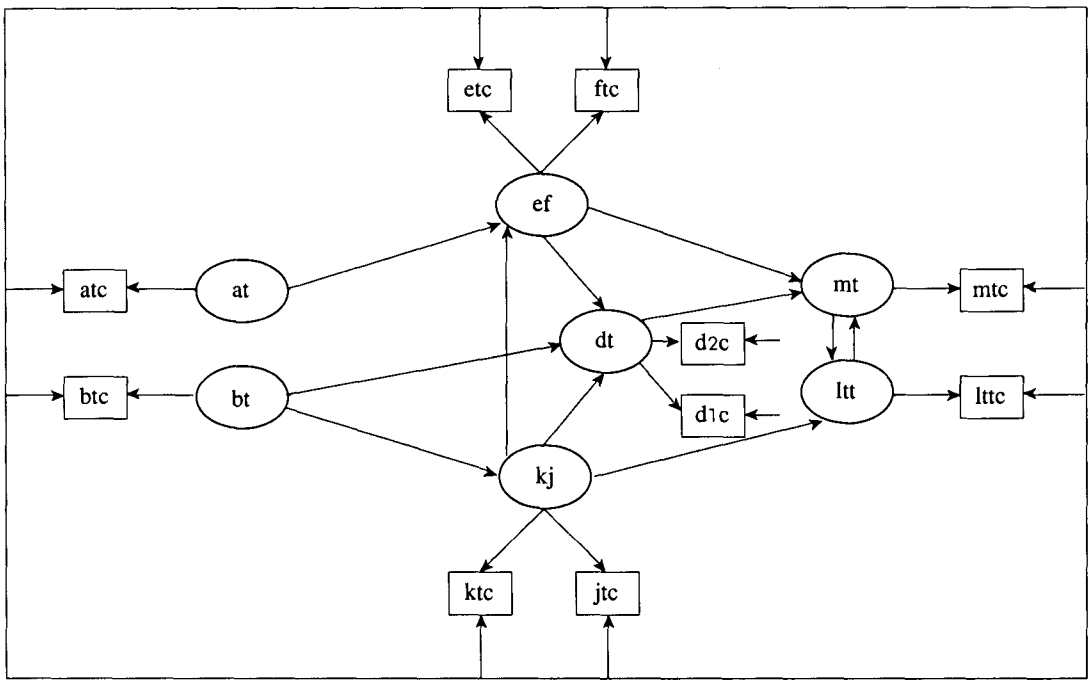
ef = การจัดการกับความขัดแย้งของบิดามารดา

kj = ทัศนคติต่อบิดามารดา

dt = การรับรู้การอบรมเลี้ยงดูแบบรักและใช้เหตุผล

mt= พฤติกรรมการคบเพื่อนอย่างเหมาะสม

ltt = พฤติกรรมก้าวร้าว



จากโมเดล แสดงเส้นทางอิทธิพลของตัวแปรพฤติกรรม 2 ด้านของเยาวชน เป็นโมเดลเต็มรูปที่มีความซับซ้อน มีตัวแปรแฝง at และ bt เป็นตัวแปรภายนอกซึ่งส่งอิทธิพลไปยังตัวแปรภายใน ตัวแปรภายในมีอิทธิพลต่อตัวแปรภายในด้วยกันเอง นอกจากนี้ ในโมเดลยังพบความสัมพันธ์แบบ reciprocal causation ส่วนประกอบของโมเดลนี้มีทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนของ Measurement model สำหรับตัวแปรภายนอกคือ ตัวแปรแฝง at โดยมี proxy 1 ตัว คือ atc ตัวแปรแฝง bt มี proxy 1 ตัวเช่นกัน คือ btc ส่วนของ Measurement model สำหรับตัวแปรภายในคือ ตัวแปรแฝง ef มี proxy 2 ตัว คือ etc กับ ftc ตัวแปรแฝง kj มี proxy 2 ตัว คือ ktc กับ jtc ตัวแปรแฝง dt มี proxy 2 ตัว คือ d1c กับ d2c ตัวแปรแฝง mt มี proxy 1 ตัว คือ mtc และตัวแปรแฝง ltt มี proxy 1 ตัว คือ lttc ซึ่งตัวแปรสังเกตทุกตัวมีความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปรเกิดขึ้น ในการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนผู้วิจัยได้นำค่า Reliability มาใช้ในการระบุค่าความคลาดเคลื่อน ส่วนที่เป็น Structural equation model คือ ชุดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

แฝงทั้งหมด และส่วนความสัมพันธ์แบบ reciprocal causation คือ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง mt กับ ltt ซึ่งต่างก็มีอิทธิพลต่อกันและกัน จากโมเดลตัวอย่าง อาจเขียน direct effect และ indirect effect ของตัวแปรต่างๆ ที่ส่งผลต่อตัวแปรภายใน ซึ่งทั้ง mediator variables และ output variables ได้ดังนี้

Mediator variables ได้แก่ kj, ef และ dt ได้รับอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก exogenous variables และ endogenous variables ดังนี้

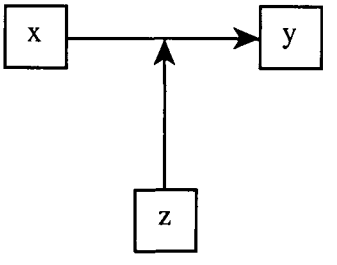
- ทัศนคติต่อบิดามารดา (kj) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก bt
- การจัดการกับความขัดแย้งของบิดามารดา (ef) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก at และ kj
- การรับรู้การอบรมเลี้ยงดูแบบรัก-สนับสนุน (dt) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก bt, kj และ ef ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก bt ผ่าน kj, และ at ผ่าน ef

Output variables ซึ่งได้แก่ mt และ ltt ได้รับอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมจาก exogenous variables และ mediator variables ดังนี้

- พฤติกรรมการคบเพื่อนอย่างเหมาะสม (mt) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก ef, dt และ ltt ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก at, bt, kj และ ef โดยผ่านตัวแปรภายในหลายเส้นทาง
- พฤติกรรมก้าวร้าว (ltt) ได้รับอิทธิพลทางตรงจาก kj และ mt ได้รับอิทธิพลทางอ้อมจาก at, bt, kj, ef และ dt โดยผ่านตัวแปรภายในหลายเส้นทาง

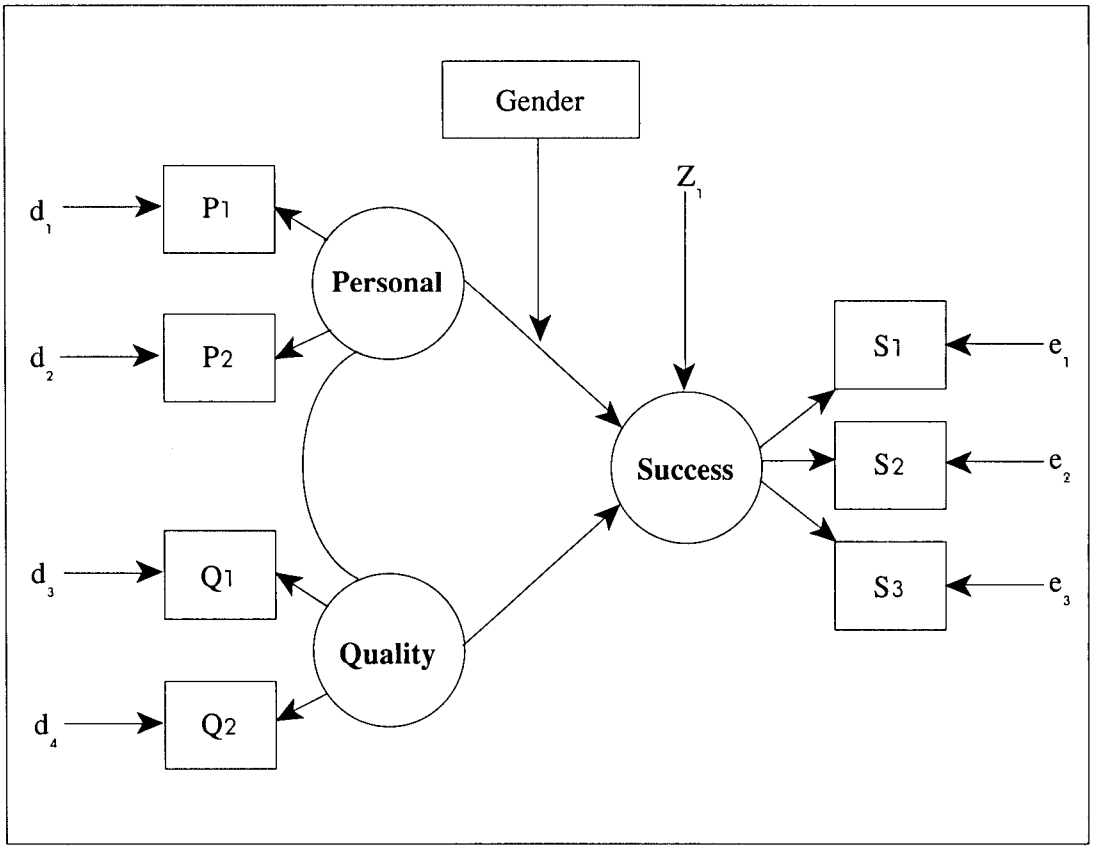
2. Nonlinear Systems or Interaction Effect

รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุแบบนี้ มีลักษณะคล้ายคลึงกับรูปแบบแรก เพียงแต่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแล้วพบว่า ตัวแปรภายนอกบางตัว ไม่ได้มีอิทธิพลโดยตรงต่อตัวแปรภายใน หากแต่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่าง สาเหตุ (Cause; x) และผล (Effect; y) เปลี่ยนแปลงไปได้ หากค่าของตัวแปรสอดแทรก (Moderator; z) เปลี่ยนไป ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุสำหรับกรณีนี้จึงไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นบางทีจึงเรียกว่า Nonlinear System หรืออาจเรียกว่า Interaction Effect และเราอาจแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุด้วยรูปต่อไปนี้



จากตัวอย่างจะเห็นว่า อิทธิพลของ x ที่มีต่อ y ถูกสอดแทรก (Moderate) โดยค่าของ z กล่าวคือ หากสัมประสิทธิ์ของ z ที่มีต่อสมการพยากรณ์ y ด้วยตัวแปร x มีค่าเป็นบวก การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่า z ย่อมจะทำให้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของ x ที่มีต่อ y เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามไปด้วยเช่นกัน แต่หากสัมประสิทธิ์ของ z ที่มีต่อสมการพยากรณ์ y ด้วยตัวแปร x มีค่าเป็นลบ การเพิ่มขึ้นของค่า z จะทำให้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของ x ที่มีต่อ y ลดลง และการลดลงของค่า z จะทำให้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ของ x ที่มีต่อ y เพิ่มขึ้น

สำหรับระบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่มีความซับซ้อนหรือมีตัวแปรแฝง สามารถเพิ่มอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์เข้าไปได้เช่นกัน ดังตัวอย่าง

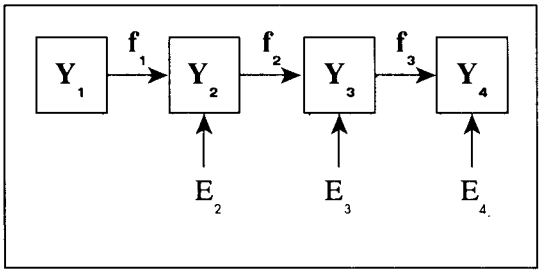


จากรูปจะเห็นว่า ตัวแปร Success ซึ่งเป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable) ได้รับอิทธิพลจาก ตัวแปร ภายนอก 2 ตัวคือ Personal และ Quality ซึ่งเป็นตัวแปรแฝงด้วยเช่นกัน หากแต่อิทธิพลของ ตัวแปร Personal ที่มีต่อ Success เป็นฟังก์ชั่นของตัวแปรเพศ (Gender) กล่าวคือ

ผู้วิจัยมีสมมุติฐานว่า ค่าสัมประสิทธิ์อิทธิพลของ Personal ไปยัง Success จะแตกต่างกันไปตามเพศ การทดสอบโมเดลดังกล่าวอาจทำโดยการแยกวิเคราะห์เป็นสองโมเดล (Multiplegroup) คือโมเดลสำหรับเพศชายและโมเดลสำหรับเพศหญิง แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

3. Longitudinal Structural Equation Models

ในการศึกษาเชิงพัฒนาการของตัวแปร เช่น สาขาจิตวิทยาพัฒนาการ ระบาดวิทยา (Epidemiology) หรือเศรษฐมิติ ใช้รูปแบบของการศึกษาระยะยาว โดยวัดตัวแปรซ้ำ ๆ ตามช่วงเวลาที่กำหนดเป็นรอบปี หรือรอบเดือน (คำว่า "ระยะยาว" ไม่ได้หมายความว่าต้องเก็บข้อมูลเป็นสิบ ๆ ปี แต่หมายถึงการเก็บข้อมูลซ้ำต่างช่วงเวลากัน) ตัวอย่างของการศึกษาระยะยาวเช่น การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 4 โดยแสดงดังรูป (Catrien และคณะ, 1998: 234)

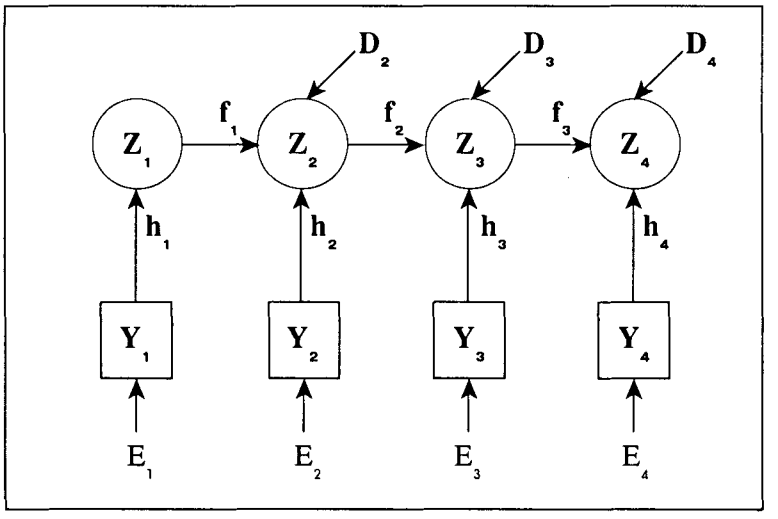


โมเดลดังกล่าวเป็นรูปแบบพื้นฐานสำหรับการศึกษาระยะยาว เรียกว่า First order Autoregressive หรือ First order Markov Model จากรูปจะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปีที่ 2 (y_2) เป็นผลมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปี 1 เช่นเดียวกับในปีที่ 3 (y_3) และ 4 (y_4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนหน้า 2 ปี เป็นเพียง Indirect Effect เท่านั้น เช่น y_1 มี Indirect Effect ต่อ y_3 เราอาจเขียนสมการโครงสร้างของโมเดลดังกล่าวได้ดังนี้

$$Y_2 = f_1 Y_1 + E_2$$
$$Y_3 = f_2 Y_2 + E_3$$
$$Y_4 = f_3 Y_3 + E_4$$

จากสมการเราสามารถอธิบายอิทธิพล Y_1 ที่มีต่อ Y_2 ด้วย f_1 อิทธิพลของ Y_2 ที่มีต่อ Y_3 ด้วย f_2 และอิทธิพลของ Y_3 ที่มีต่อ Y_4 ด้วย f_3 สำหรับส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระนั้นให้เป็น E_2, E_3 และ E_4 ตามลำดับ

โมเดลดังกล่าวได้ถูกพัฒนาให้เป็น Latent Variables Model เพื่อแยกอิทธิพลของความคลาดเคลื่อนของการวัด (Measurement Error) ดังรูป



โมเดลดังกล่าวเรียกว่า Simplex Model หรือ Markov Model มีส่วนที่เพิ่มขึ้นมาคือ E_1, E_2, E_3 และ E_4 เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัด ซึ่งจะทำให้อิทธิพลแต่ละช่วงเวลา (f_1 - f_4) ไม่มีความปลอมปน นอกจากนี้ สำหรับ Longitudinal Structural Equation Model แล้วยอมรับว่า ความคลาดเคลื่อนทางการวัดที่เกิดขึ้น (E_1 - E_4) มีความสัมพันธ์กันได้ ซึ่งต่างจากโมเดลอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว ความสัมพันธ์ของความคลาดเคลื่อนนี้เกิดจาก y แต่ละครั้งของการวัด เป็นตัวแปรตัวเดียวกัน ดังนั้น ความคลาดเคลื่อนจึงเกิดจากเหตุผลชุดเดียวกัน จึงมีโอกาสที่จะสัมพันธ์กันได้ เราเรียกความสัมพันธ์ดังกล่าวว่า Autocorrelation สำหรับสมการโครงสร้างของโมเดลนี้แยกเป็นสองส่วนคือ

สมการของโมเดลการวัด ได้แก่

$$Y_1 = h_1Z_1+E_1$$
$$Y_2 = h_2Z_2+E_2$$
$$Y_3 = h_3Z_3+E_3$$
$$Y_4 = h_4Z_4+E_4$$

โมเดลดังกล่าวเป็นการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตทั้ง 4 ตัวแปร โดย h_1 - h_4 ก็คือค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) นั่นเอง สำหรับ E_1 - E_4 เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัด

สมการโครงสร้าง ได้แก่

$$Z_2 = f_1 Z_1 + D_2$$
$$Z_3 = f_2 Z_2 + D_3$$
$$Z_4 = f_3 Z_3 + D_4$$

สมการชุดดังกล่าวประกอบด้วยสองส่วนคือ อิทธิพลของตัวแปรอิสระไปยังตัวแปรตาม แทนด้วย $f_1 - f_3$ และส่วนของความคลาดเคลื่อน (residual) แทนด้วย $D_2 - D_4$

สรุป

กรอบแนวคิดของการวิเคราะห์เชิงสาเหตุที่นำเสนอไว้นี้ เป็นเพียงต้นแบบของการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ ซึ่งนักวิจัยได้ทำการประยุกต์กรอบแนวคิดต้นแบบเหล่านี้ให้ขยายขึ้นไปจากต้นแบบเหล่านี้ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับงานวิจัยของแต่ละสาขาวิชา ในขั้นตอนของการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุนี้โดยทั่วไปเรียกว่า การกำหนดโมเดล (Model Specification) ซึ่งถือเป็นขั้นตอนแรกของการอนุมานเชิงสาเหตุ เมื่อผู้วิจัยกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุได้แล้วจึงจะเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับสถิติวิเคราะห์ คือ ต้องพิจารณาประเด็นของจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า (Model Identification), ประมาณค่าพารามิเตอร์ (Estimation Procedure) ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปได้หลากหลายตามความเหมาะสมของการวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามสิ่งที่จะเป็นปัญหากับผู้วิจัยอย่างมากก็คือ ผู้วิจัยกำหนดโมเดลไม่ถูกต้องตามหลักของความเป็นเหตุเป็นผล และไม่สามารถที่จะสื่อความหมายของกรอบในการวิเคราะห์ได้ ส่งผลให้การประมวลผลต่างๆ มีปัญหาตามกันไป ดังนั้นหากผู้วิจัยต้องการให้ผลการศึกษาเชิงสาเหตุมีความสมบูรณ์ตามหลักเหตุและผล ควรจะได้ให้ความสำคัญกับขั้นตอนแรกนี้ จึงจะทำให้ผลการวิจัยมีคุณค่าและนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ด้านพฤติกรรมศาสตร์ต่อไป

References

Abbott, A. (1989). The causal devolution. **Sociological Methods & Research, 27(2),** pp.148-181.

Bollen, K.A. (1989). **Structural equations with latent variables.** New York: John Wiley & Sons.

Bentler, P.M. & Yuan, K.H. (2000). "On adding a mean structure to a covariance structure model". **Educational and Psychological Measurement, 60(3),** pp.326-339.

Catrien, C.J.H., Bijleveld & Leo, J.Th. van der Kamp. (1998). **Longitudinal data analysis: designs, models and methods.** London: SAGE.

Jaccard, J. & Wan, C.K. (1996). **LISREL Approaches to interaction effects in multiple regression.** London: SAGE.

Joreskog, K.G. & Fan Y. (1996). "Nonlinear structural equation models: The Kenny-Judd model with interaction effects". in Marcoulides, G.A. and Schumacker, R.E. (editors). **Advanced structural equation modeling: Issues and techniques.** London: Lawrence Erlbaum Associates.

Pedhazur, E.J. (1997). **Multiple regression in behavioral research: Explanation and prediction.** (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, Inc.

Schumacker, R.E. and Marcoulides, G.A. (1998). **Interaction and nonlinear effects in structural equation modeling.** London: Lawrence Erlbaum Associates.