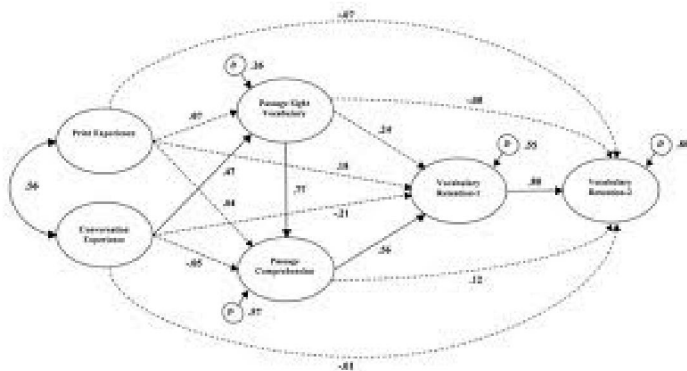
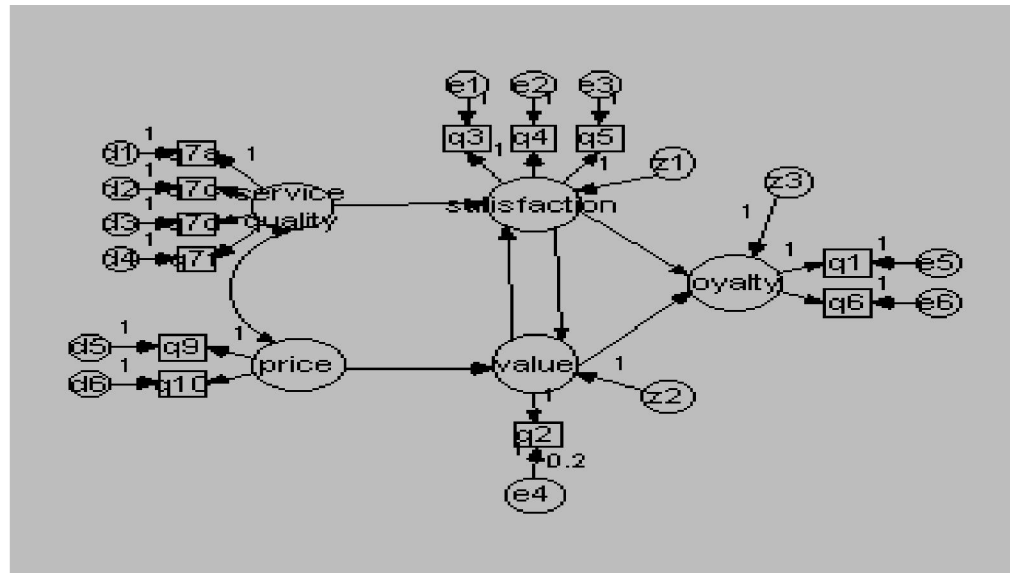


# Structural Equation Modeling: SEM

## การวิจัยยุคสังคมความรู้

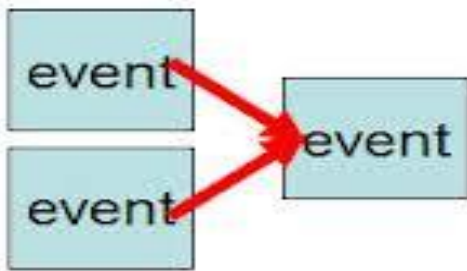


รศ. ดร. วิโรจน์ สารรัตน์

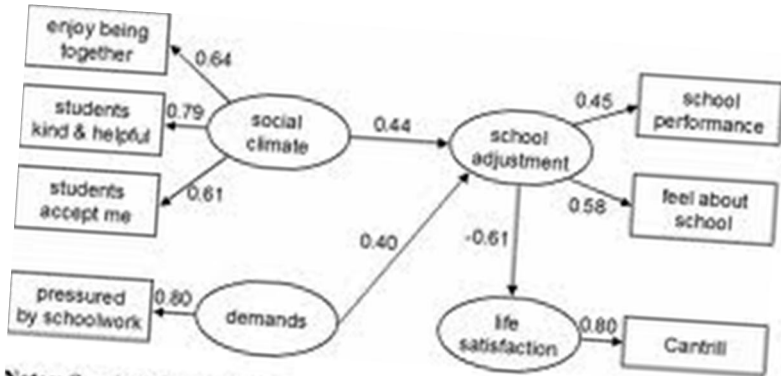
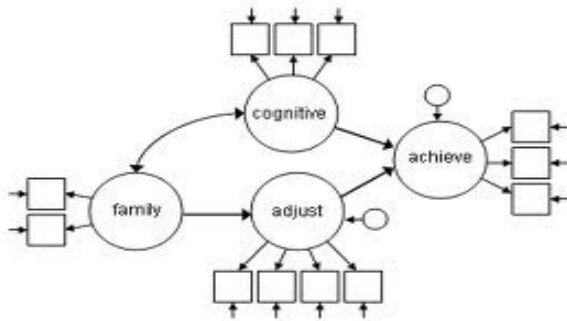
หลักสูตรศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาการบริหารการศึกษา

มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย 2556

# SEM

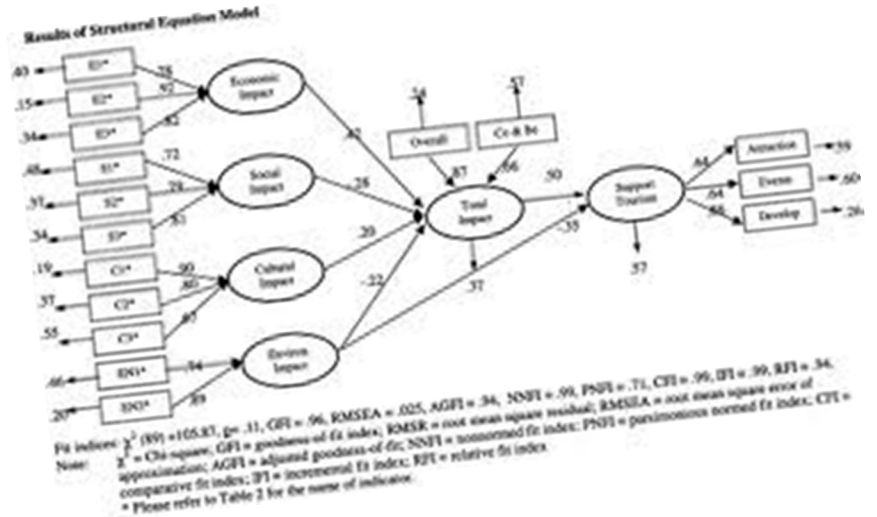
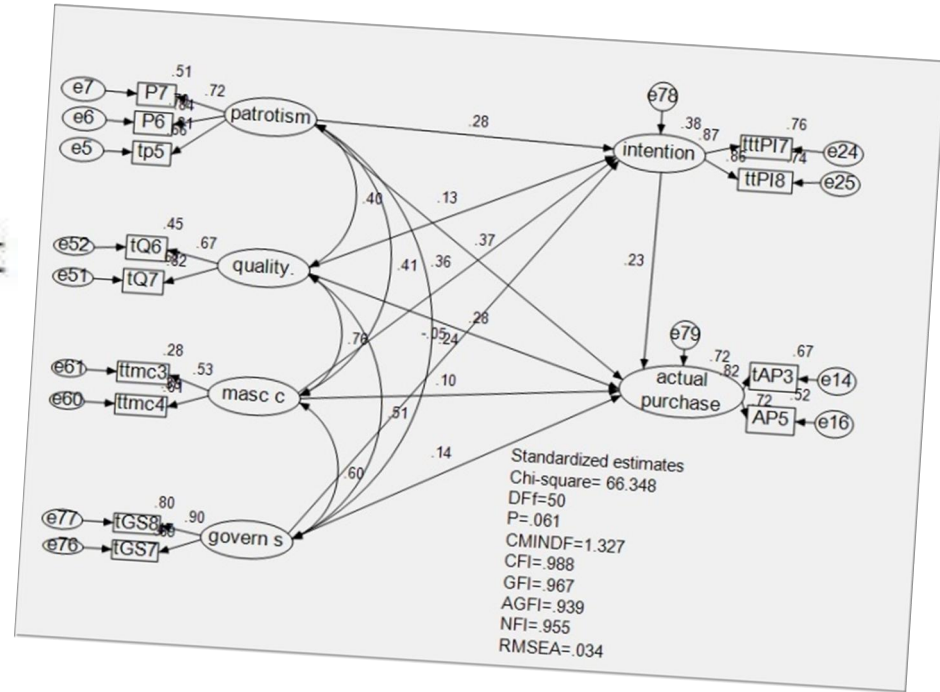


## Cause-and-Effect Model

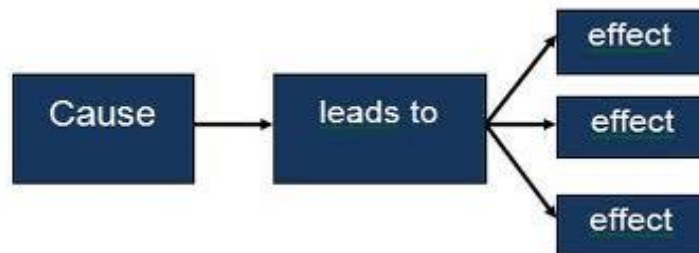


Notes: Standardized coefficients of the second SEM. Latent variables are shown in ellipses and observed variables are shown in rectangles. All coefficients are significant. The correlation between social climate and demands (not shown) was part of the model and was  $r = 0.21$

Source: Samdal and Dür (2000)

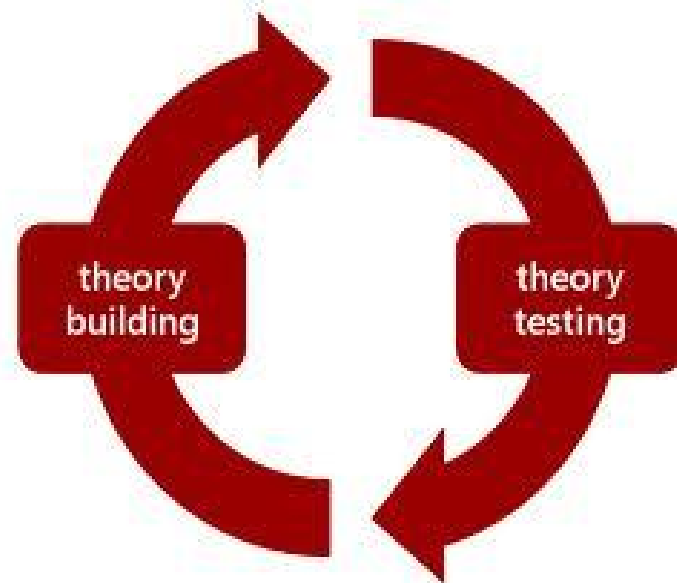


# SEM



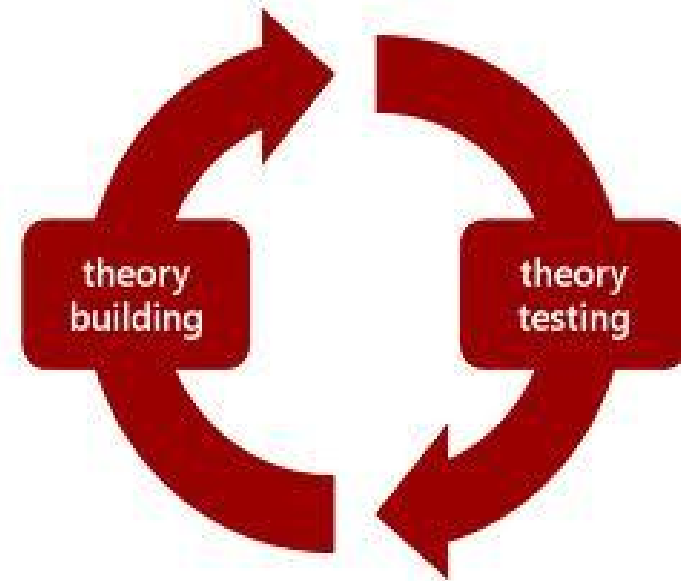
การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นเทคนิคทางสถิติเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบ (testing) และประมาณค่า (estimate) ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล (causal relationships)

การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง มีได้ทั้งเพื่อการยืนยัน (confirmation) และเพื่อการสำรวจ (exploration) หมายความว่า การสร้างโมเดลอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อการทดสอบทฤษฎี (theory testing) หรือเพื่อสร้างทฤษฎี (theory building)



# Theory Testing VS Theory Building

- กรณีการทดสอบทฤษฎี (**theory testing**) สร้างโมเดลด้วยวิธีการเชิงอนุมาน (**deductive**) หรือการวิจัยเชิงปริมาณ (**quantitative research**) เริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยเพื่อกำหนดโมเดลสมมติฐานที่แสดงเป็นโมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (**causal model**) ที่จะได้รับการทดสอบจากข้อมูลที่รวบรวมได้มา ว่ามีความสอดคล้อง (**fit**) กันหรือไม่ โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (**confirmatory factor analysis**)
- กรณีการสร้างทฤษฎี (**theory building**) สร้างโมเดลด้วยวิธีการเชิงอุปมาน (**inductive**) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพ (**qualitative research**) แล้วใช้ข้อมูลประมาณค่าของพารามิเตอร์อิสระ (**free parameters**) ซึ่งบ่อยครั้งที่สมมติฐานเบื้องต้นอาจมีการปรับโมเดล ในกรณีเช่นนี้ใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (**exploratory factor analysis**)



# SEM...เป็นเพื่อยืนยันหรือทดสอบทฤษฎีมากกว่าสร้างทฤษฎี

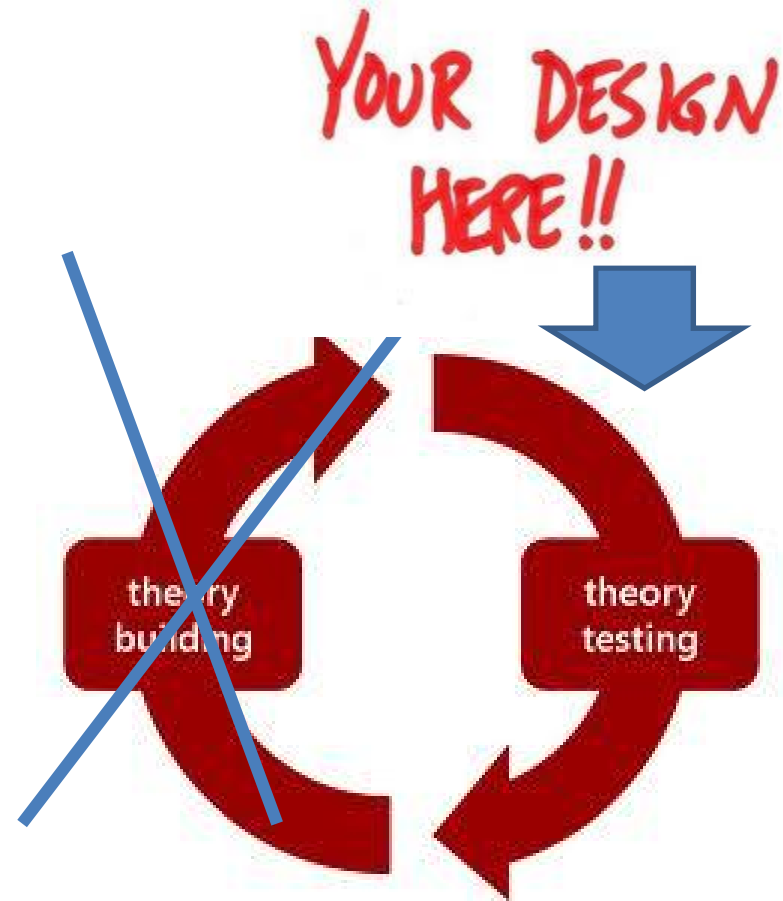
ในบทความ What is Structural Equation

Modeling? (<http://www2.gsu.edu/~mkteer/sem.html>) ให้

ทัศนะว่า SEM...is a largely confirmatory, rather than exploratory, technique. That is, a researcher are more likely to use SEM to determine whether a certain model is valid., rather than using SEM to "find" a suitable model--although SEM analyses often involve a certain exploratory element. และ Garson (2009)

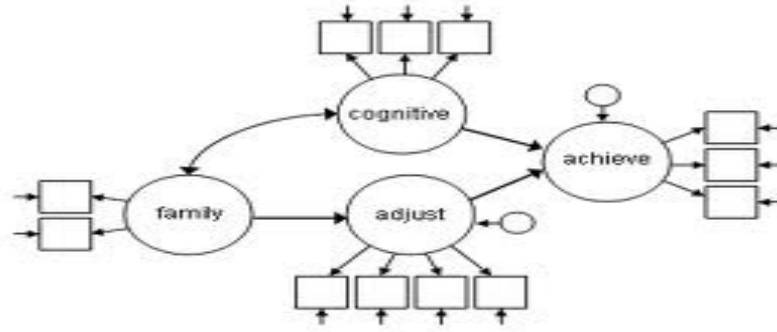
ให้ทัศนะว่า SEM is usually viewed as a confirmatory rather than exploratory procedure

ในที่นี้จะกล่าวถึงการสร้างโมเดลสมการโครงสร้างเพื่อการยืนยันหรือทดสอบทฤษฎี (theory testing) ที่มีหลักฐานทางทฤษฎีและงานวิจัยสนับสนุน



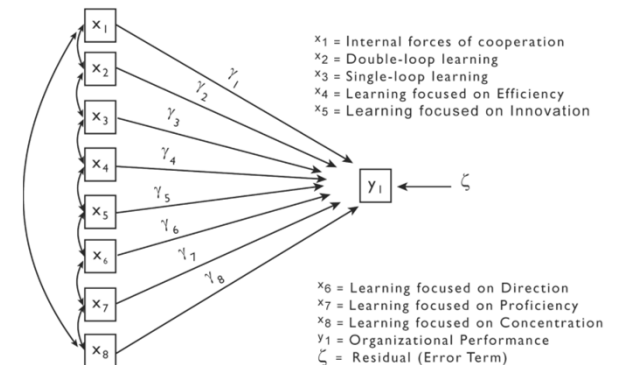
Garson, G.D. (2009). *Structural Equation Modeling*. Retrieved March 18, 2010, from <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/structur.htm>

# SEM



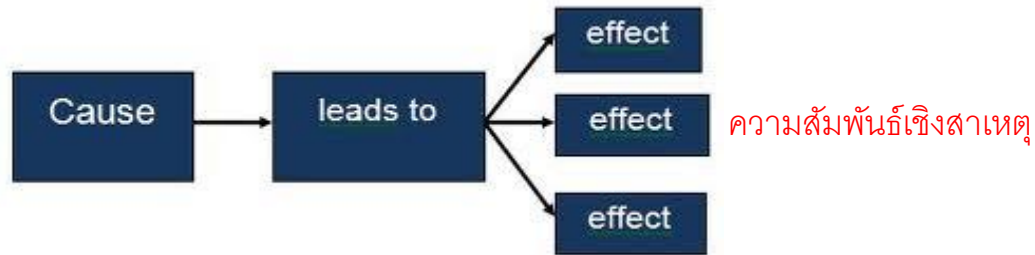
การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง ผู้สร้างโมเดลจะต้องคำนึงถึงตัวแปรที่แตกต่างกัน 2 ประเภท นั่นคือ **ตัวแปรภายนอก (exogenous variables)** และ **ตัวแปรภายใน (endogenous variables)**

ตัวแปรภายนอกจะพิจารณาให้เป็นจุดเริ่มต้นของโมเดล เป็นจุดเริ่มต้นของหัวลูกศร ตัวแปรภายนอกจึงเป็นได้เฉพาะตัวแปรต้น/ตัวแปรอิสระ ส่วนตัวแปรภายในเป็นได้ทั้งตัวแปรต้น/ตัวแปรอิสระ (**independent variable**) และตัวแปรตาม (**dependent variable**) ที่ถูกทำนายด้วยตัวแปรภายนอก และตัวแปรภายในอื่นๆ ซึ่งทุกตัวแปรต้องอยู่ภายใต้ทฤษฎีในการเชื่อมโยงกัน ซึ่งแตกต่างจากตัวแปรต้น/ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมการถดถอย (**regression**) ซึ่งจะแสดงให้เห็นเฉพาะตัวแปรต้น/ตัวแปรอิสระที่ส่งผลหรือทำนายตัวแปรตาม



สมการถดถอย (regression)

# SEM

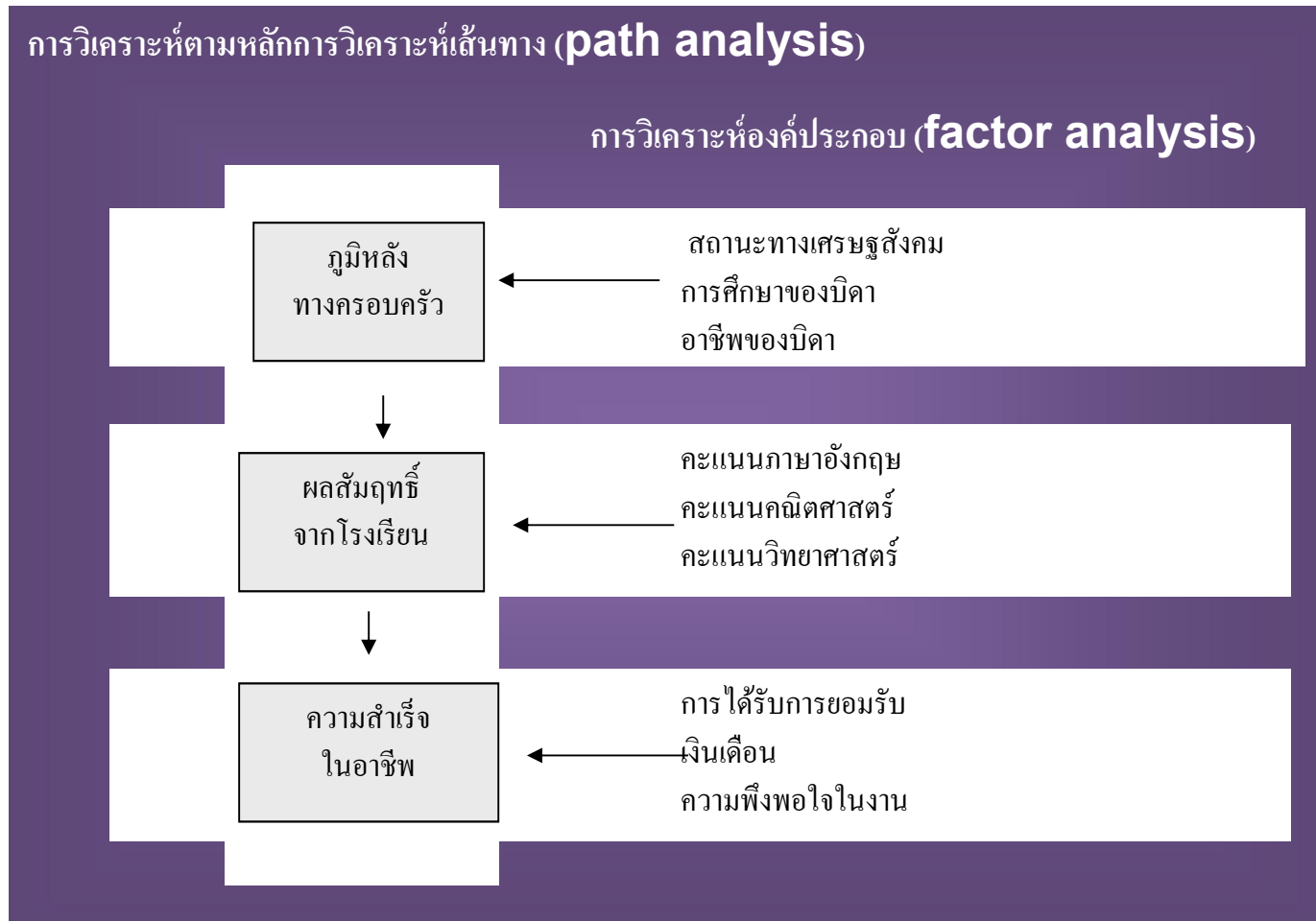


องค์ประกอบที่สำคัญของโมเดลสมการโครงสร้าง คือ

โมเดลโครงสร้าง/โมเดลสมการโครงสร้าง (structural model/structural equation model) ซึ่งแสดงถึง **ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (causal relationship)** ระหว่างตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายใน (หรือระหว่างตัวแปรแฝง) ซึ่งอาจเป็นแบบทางเดียวและแบบเส้นเชิงบวก (recursive and linear additive) หรือแบบสองทางและแบบเส้นเชิงบวก (non-recursive and linear additive) และโมเดลการวัด (measurement model) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงกับตัวแปรสังเกตได้ (ดูภาพในเฟรมถัดไป)

ลักษณะขององค์ประกอบของโมเดลสมการโครงสร้างที่มีทั้งโมเดลโครงสร้าง และโมเดลการวัดดังกล่าว ทำให้แตกต่างจากโมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis model) ที่ประกอบด้วยเฉพาะโมเดลการวัด (measurement model) เท่านั้น และแตกต่างจากโมเดลเส้นทาง (path diagram) ที่มีเฉพาะโมเดลโครงสร้าง (structural model) เท่านั้น

# SEM --- Path analysis + Factor analysis



โมเดลสมการ  
โครงสร้างที่สะท้อน  
ให้เห็นถึงทั้งการ  
วิเคราะห์เส้นทาง  
(path analysis) และ  
การวิเคราะห์  
องค์ประกอบ (factor  
analysis)



# SEM

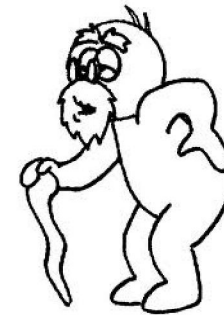


การยืนยันหรือการทดสอบว่าโมเดลที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ นั้น มีสถิติวัดความสอดคล้องดังนี้ เช่น

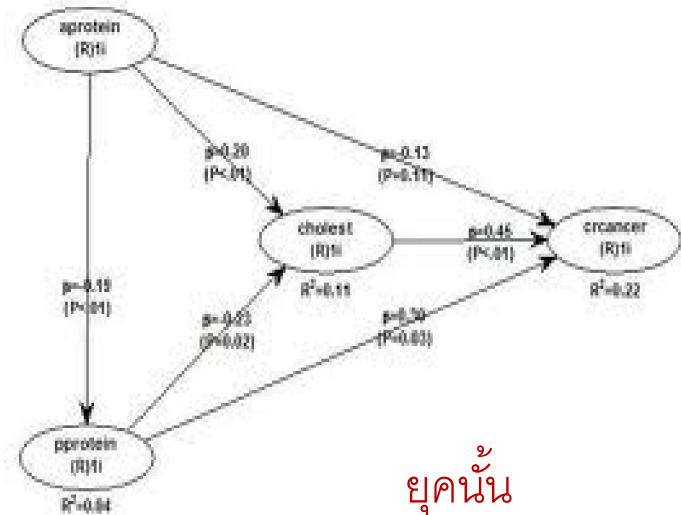
- 1) ค่าไค-สแควร์ (chi-square) ที่ไม่มีนัยสำคัญคือค่า **p-value** สูงกว่า 0.05
- 2) ค่าสัดส่วนไค-สแควร์/df มีค่าไม่ควรเกิน 2.00
- 3) ค่า goodness of fit index: GFI, adjusted goodness of fit index: AGFI, comparative fit index: CFI มีค่าตั้งแต่ 0.90 – 1.00
- 4) ค่า standardized root mean squared residual: standardized RMR, root mean square of error approximation: RMSEA มีค่าต่ำกว่า 0.05
- 5) ค่า critical n: CN มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 200 ของกลุ่มตัวอย่าง
- 6) ค่า largest standardized residual มีค่า -2 ถึง 2  
(ศึกษาเพิ่มเติม)



# ยุคก่อนสังคมความรู้



การวิจัย “ยุคก่อนสังคมความรู้” ส่วนใหญ่ มีโมเดลการวิจัยเป็นโมเดลแสดงความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปร โดยมีหลักฐานจากทฤษฎีและงานวิจัยรองรับ มีคำถามวิจัยง่าย ไม่ซับซ้อน มีการตั้งสมมติฐานวิจัยแยกเป็นข้อๆ ดังเช่น การวิเคราะห์เส้นทาง (path analysis) เป็นกรณีตัวอย่างหนึ่งของโมเดลการวิจัยแบบเก่า เป็นการศึกษาอิทธิพลระหว่างตัวแปรต่างๆ เพื่อดูว่ามีอิทธิพลทางตรงและอิทธิพลทางอ้อมของตัวแปรที่สันนิษฐานว่าเป็นสาเหตุต่อตัวแปรที่เป็นผลหรือไม่ สัมประสิทธิ์เส้นทาง เป็นค่าที่บ่งบอกถึงอิทธิพลทางตรงของตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้อีกตัวหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป



ยุคนั้น  
ยังไม่กล่าวถึงตัวแปรแฝง  
และตัวแปรสังเกต !!

# ยุคก่อนสังคมความรู้

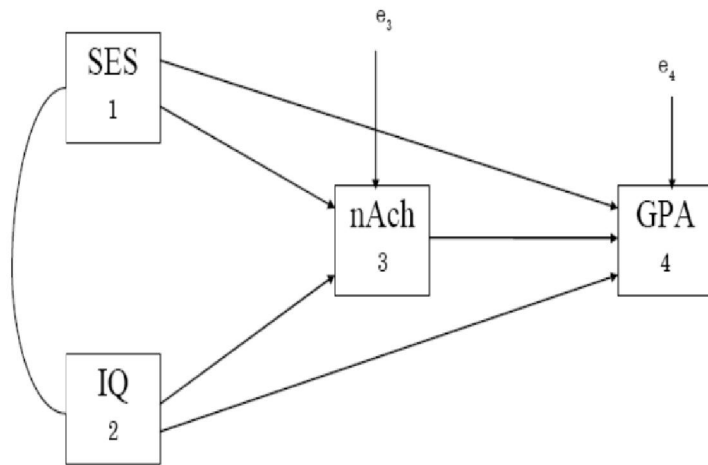


ในการวิเคราะห์เส้นทางเพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ว่ามีสาเหตุเกิดมาจากอะไรนั้น ผู้วิจัยอาศัยทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ มาตั้งเป็นสมมติฐาน โดยการสร้างเป็น แผนภาพเส้นทาง แสดงอิทธิพลระหว่างตัวแปรต่าง ๆ จากนั้นจึงดำเนินการทดสอบ แผนภาพตามสมมติฐานนั้นว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้สถิติวิเคราะห์เส้นทาง (**path analysis**) ที่มีข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติดังนี้

- 1) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลจะต้องเป็นเชิงเส้นตรง เป็นบวกและเป็นเหตุผล
- 2) ความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวจะต้องไม่สัมพันธ์กับตัวแปรภายในโมเดล
- 3) เส้นทางเชิงสาเหตุจะต้องเป็นระบบทิศทางเดียว
- 4) ตัวแปรจะต้องถูกวัดอยู่ในมาตราอันตรภาค (**interval**)
- 5) ในการวิเคราะห์เส้นทางจะเกี่ยวข้องอยู่ 2 โมเดล คือโมเดลทิศทางเดียวเต็มรูป (**identified model**) และ โมเดลแสดงทิศทางเดียวที่มีการตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญหรือไม่มี ความหมายออกจากโมเดล (**over just identified model**)

ดูภาพเฟรมถัดไป

# ยุคก่อนตั้งคณความรู้



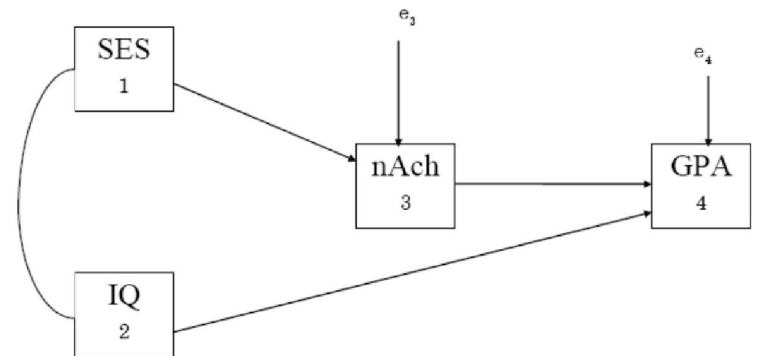
การวิเคราะห์เส้นทางที่เป็น โมเดลทิศทางเดียวเต็มรูป



กรณีตัวอย่างจากภาพ อาจแยกตั้งสมมติฐานการวิจัย ออกเป็นสองข้อ

**สมมติฐานข้อแรก** สถานะทางเศรษฐกิจสังคม (SES) และระดับสติปัญญา (IQ) ของประชากร มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (nAch) โดยประชากรที่มีสถานะทางเศรษฐกิจสังคมดีและระดับสติปัญญาสูงมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มอื่น

**สมมติฐานข้อสอง** ประชากรที่มีระดับสติปัญญา และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันระดับสูงมีผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ดีกว่าประชากรกลุ่มอื่น



การวิเคราะห์เส้นทางที่เป็นโมเดลแสดงทิศทางเดียวที่มีการตัดเส้นทางที่ไม่มีนัยสำคัญหรือไม่มีความหมายออกจากโมเดล

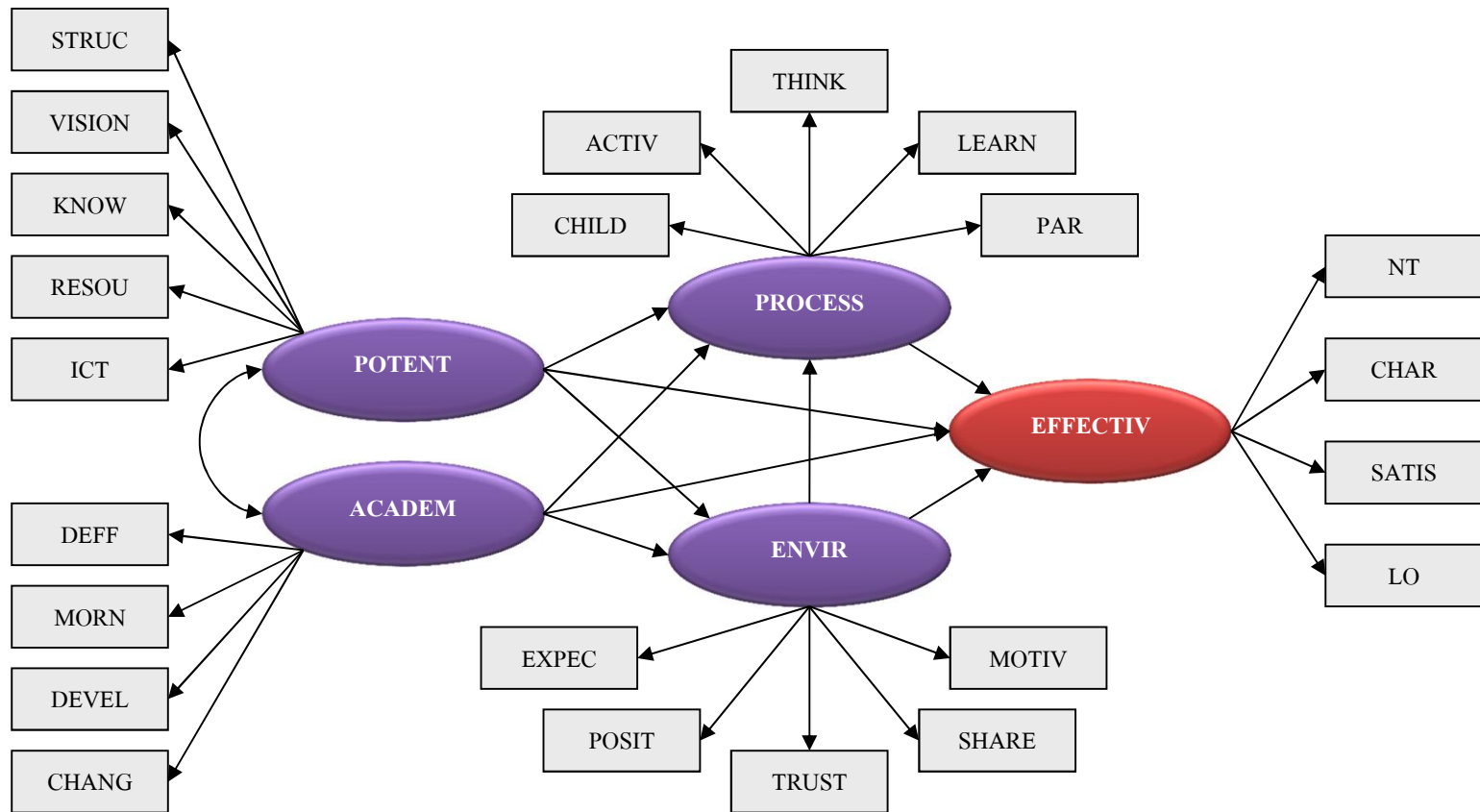
# ยุคก่อนสังคมความรู้



การตั้งสมมติฐานการวิจัยที่แยกกันออกเป็นสองข้อดังกล่าวข้างต้น มีจุดอ่อน คือ

- 1) โมเดลการวิจัยกับโมเดลการวิเคราะห์ไม่ตรงกัน เหมือนกับการแยกโมเดลการวิจัยเป็นสองโมเดล ผลการวิจัยจึงไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร เพราะ 1) สถิติวิเคราะห์ในอดีตไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรหลายตัวพร้อมกันได้
- 2) นักวิจัยสนใจศึกษาแต่อิทธิพลหลักและอิทธิพลทางตรง (**direct effects**) ไม่สนใจศึกษาอิทธิพลจากปฏิสัมพันธ์ หรืออิทธิพลทางอ้อม (**indirect effects**) ซึ่งมีผลทำให้ได้ผลการวิจัยค่อนข้างจำกัด ไม่สมบูรณ์ตามสภาพความเป็นจริง
- 3) หากโมเดลการวิจัยมีตัวแปรหลายระดับ เช่น มีตัวแปรวัดระดับองค์กร และมีตัวแปรวัดระดับบุคคล เป็นต้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะให้ผลที่มีการประมาณค่าอิทธิพลของตัวแปรขนาดองค์กรได้ต่ำกว่าที่ควร แต่หากใช้เทคนิคการวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (**hierarchical linear model: HLM**) จะได้ผลการวิเคราะห์ตรงตามความเป็นจริงมากขึ้น
- 4) โมเดลการวิจัยมิได้รวมทฤษฎีความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปรต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ตัวแปรทุกตัวไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งเป็นข้อตกลงเบื้องต้นไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง

**ยุคสังคมความรู้** การวิจัยมีลักษณะคำถามวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุที่ซับซ้อน ลึกซึ้งมากกว่ายุคก่อน โมเดลการวิจัยยุคสังคมความรู้นี้จึงมีลักษณะแตกต่างจากโมเดลการวิจัยยุคก่อน ตัวแปรในการวิจัยมี**ทั้งตัวแปรสังเกตได้ (observed variable) และตัวแปรแฝง (latent or unobserved variable)** โดยที่ตัวแปรแฝงเป็นตัวแปรที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งวัดได้จากตัวบ่งชี้ที่เป็น**ตัวแปรสังเกตได้** ดังภาพ



สัมฤทธิ์ กางเพ็ง. (2551). ปัจจัยทางการบริหารที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิผลของโรงเรียน: การพัฒนาและตรวจสอบความตรงของตัวแบบ.

คุณฐิณีพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรคุณฐิณีบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

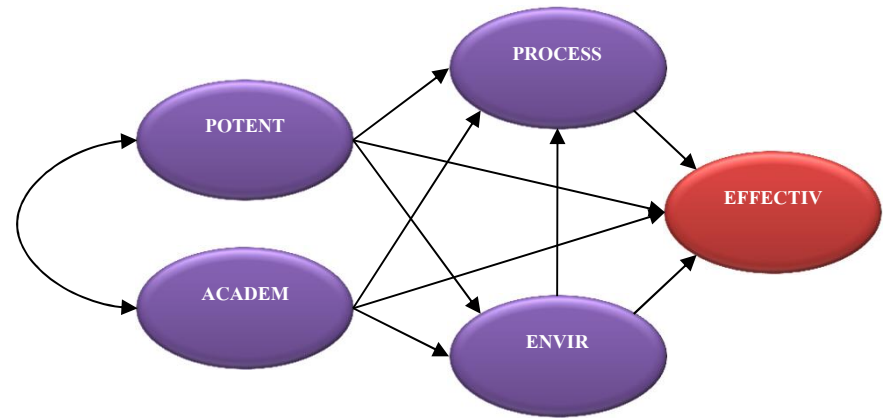
**จากภาพ** โมเดลการวิจัยประกอบด้วยโมเดลการวัด (measurement model) ห้าโมเดล และโมเดลสมการโครงสร้าง (structural equation model) หนึ่งโมเดล กรณีของ “**โมเดลการวัด**” ที่มีหลักฐานทางทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับตัวแปรแต่ละตัวรองรับสนับสนุนทั้งห้าโมเดล คือ (ใช้รูปวงรีเป็นสัญลักษณ์แทนตัวแปรแฝง และรูปสี่เหลี่ยมแทนตัวแปรสังเกตได้)

**ตัวแปรแฝงภายนอก (exogenous latent variable)** ได้แก่ 1) **โมเดลการวัดตัวแปรแฝง POTENT** (ปัจจัยสมรรถนะขององค์กร) วัดจากตัวแปรสังเกต 5 ตัวแปร ได้แก่ (1) การจัดโครงสร้างที่เหมาะสม (STRUC) (2) วิสัยทัศน์ พันธกิจ และยุทธศาสตร์ (VISION) (3) ความรู้ความสามารถของบุคลากร (KNOW) (4) การจัดทรัพยากรการเรียนรู้ (RESOU) และ (5) การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการบริหาร (ICT) 2) **โมเดลการวัดตัวแปรแฝง ACADEM** (ปัจจัยภาวะผู้นำทางวิชาการ) วัดจากตัวแปรสังเกต 4 ตัวแปร ได้แก่ (1) การนิยามและการสื่อสารเป้าหมายร่วม (DEFF) (2) การกำกับติดตาม และให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอน (MORN) (3) การส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพ (DEVEL) และ (4) การเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง (CHANGE)

**ตัวแปรแฝงภายใน (endogenous latent variable)** ได้แก่ 1) **โมเดลการวัดตัวแปรแฝง PROCESS** (ปัจจัยการจัดการกระบวนการเรียนรู้) วัดจากตัวแปร 5 ตัวแปร ได้แก่ (1) การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (CHILD) (2) การจัดกิจกรรมส่งเสริมคุณภาพผู้เรียนอย่างหลากหลาย (ACTIV) (3) การเน้นกระบวนการคิด (THINK) (4) การจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ (LEARN) และ (5) การมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้อง (PAR) 2) **โมเดลการวัดตัวแปรแฝง ENVIR** (ปัจจัยบรรยากาศของโรงเรียน) วัดจากตัวแปร 5 ตัวแปร ได้แก่ (1) ความคาดหวังสูง (EXPEC) (2) บรรยากาศเชิงบวก (POSIT) (3) การให้ความเป็นกันเองและไว้วางใจซึ่งกันและกัน (TRUST) (4) การส่งเสริมให้มีการตัดสินใจร่วม (SHARE) และ (5) การจัดระบบการจูงใจ (MOTIV) 3) **โมเดลการวัดตัวแปรแฝง EFFECTIV** (ปัจจัยประสิทธิผลของโรงเรียน) วัดจากตัวแปร 4 ตัวแปร ได้แก่ (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (NT) (2) คุณลักษณะของนักเรียน (CHAR) (3) ความพึงพอใจของครู (SATIS) และ (4) ความเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (LO)

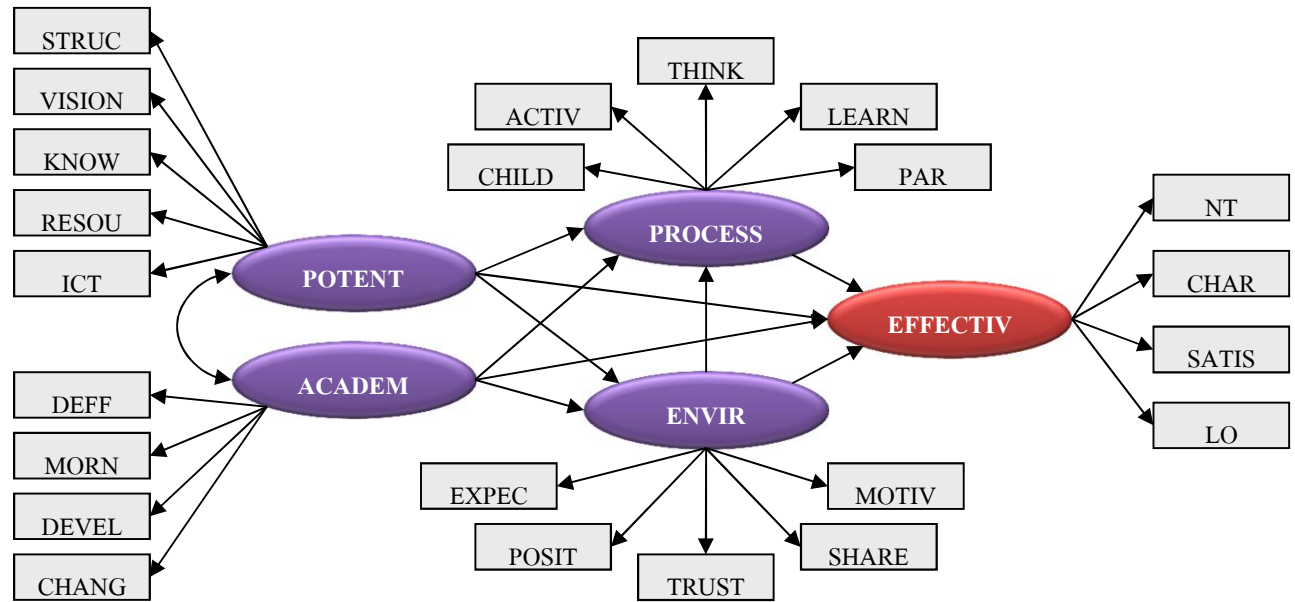
# ยุคสังคมความรู้

ส่วนโมเดลสมการโครงสร้าง มีหลักฐานทางทฤษฎี และงานวิจัยสนับสนุนว่า ตัวแปรแฝง **POTENT** และตัวแปรแฝง **ACADEM** มีความสัมพันธ์กัน ต่างมีอิทธิพลทางตรงต่อตัวแปรแฝง **PROCESS** และตัวแปรแฝง **ENVIR** และมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อตัวแปรแฝง **EFFECTIV** กรณีนี้มีอิทธิพลทางอ้อม มีตัวแปรแฝง **PROCESS** และตัวแปรแฝง **ENVIR** เป็นตัวแปรคั่นกลางหรือตัวแปรส่งผ่าน (intervening or mediating variable or mediator) ตัวแปรแฝง **ACADEM** มีอิทธิพลทางอ้อมต่อตัวแปรแฝง **EFFECTIV** ด้วยโดยผ่านตัวแปรแฝง **PROCESS**





# ยุคสังคมความรู้



โมเดลการวิจัยจากภาพ ควรกำหนดสมมติฐานการวิจัยเป็น **ข้อความบรรยายรูปแบบอิทธิพล** ในโมเดลเป็น **ภาพรวม** เช่น โมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องหรือกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ใช้สถิติวิเคราะห์ที่สามารถวิเคราะห์ประมาณค่าพารามิเตอร์ในโมเดลสมการถดถอยทุกโมเดลไปพร้อมกัน (simultaneous equation model) และมีการทดสอบความกลมกลืนของโมเดล (model goodness of fit test) คือ การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model: SEM)

ซึ่งต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ SEM ที่ใช้กันมากคือ โปรแกรม LISREL และโปรแกรม Mplus เป็นต้น สำหรับโปรแกรม SPSS ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลตามโมเดลนี้ได้

# ยุคสังคมนวัตกรรม



การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Model: SEM) หรือสถิติวิเคราะห์ SEM พัฒนาโดย Karl G. Joreskog เมื่อ ปี ค.ศ. 1960 เป็นโมเดลที่บูรณาการโมเดลการวัดตามหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ และโมเดลโครงสร้างตามหลักการวิเคราะห์เส้นทาง กับวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ตามหลักวิชาเศรษฐมิติ

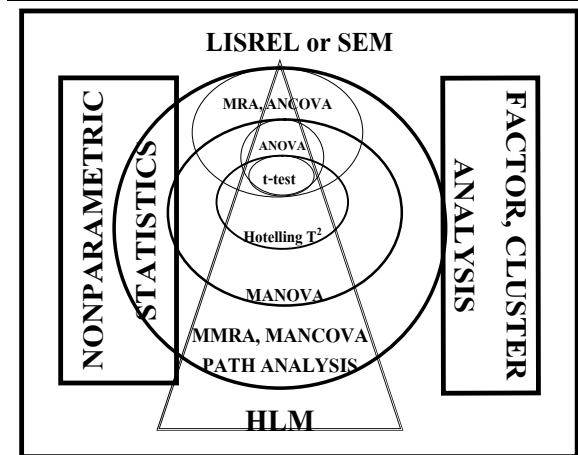
กล่าวได้ว่า การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง เป็นสถิติวิเคราะห์ขั้นสูงที่ได้รับการพัฒนาใหม่ แต่ยังคงมีหลักการพื้นฐานทางสถิติแบบเดิม Kuhnel (2001 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) สรุปว่า

.....

“การเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ไม่เพียงแต่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีตัวแปรจำนวนมากในการวิจัยที่มีพื้นฐานทางทฤษฎีรองรับเท่านั้น แต่การเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ยังจะเป็นประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้หลักการพื้นฐานของสถิติวิเคราะห์ทั้งหมด และมีประสบการณ์ตรงในการทำความเข้าใจบทบาทของสถิติวิเคราะห์ต่อการวิจัยด้วย”

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2548). แนวโน้มการวิจัยในยุคสังคมนวัตกรรม. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(2), 9-18.

# ยุคสังคมความรู้



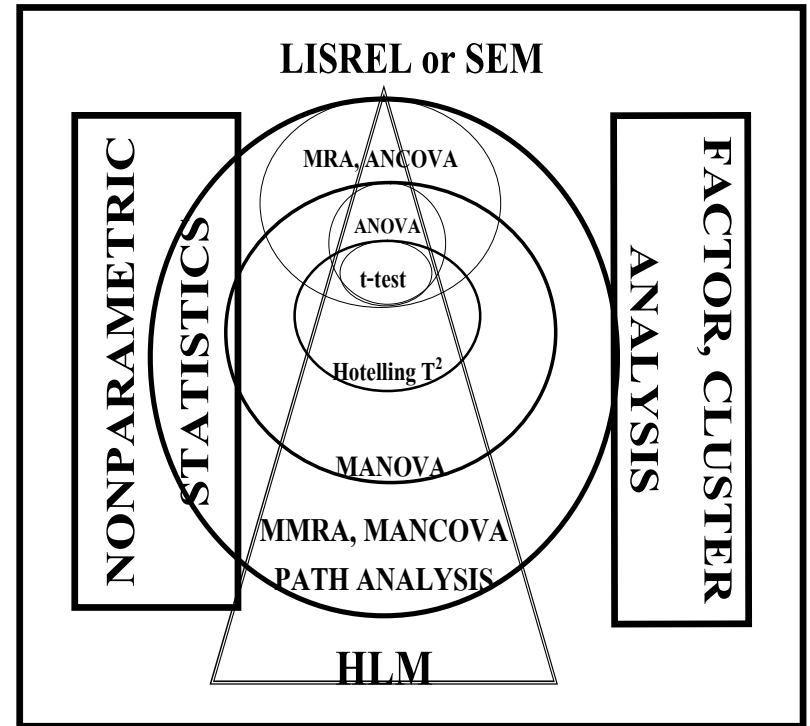
นางลักษณะ วิรัชชัย (2548) ได้กล่าวว่า เมื่อศึกษาหลักการของสถิติวิเคราะห์ส่วนที่เป็นสถิติวิเคราะห์หรือปริมาณ เปรียบเทียบกับหลักการของสถิติวิเคราะห์ที่ได้รับการพัฒนาใหม่ มีความเกี่ยวข้องของเชื่อมโยงถึงกันของสถิติวิเคราะห์แบบเดิม 3 ประเภท ดังนี้

**ประเภทแรก** เป็นสถิติวิเคราะห์ที่ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรสองกลุ่ม ประเภท **t-test** และ **z-test** สถิติวิเคราะห์ ต่อจากนั้นขยายขอบเขตการวิเคราะห์ เป็นการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรตั้งแต่สามกลุ่มขึ้นไป โดยใช้ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (**analysis of variance: ANOVA**) กล่าวได้ว่า **t-test** เป็นกรณีหนึ่งของ **ANOVA** เมื่อนักวิจัยเรียนเรื่องการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (**multiple regression analysis: MRA**) นักวิจัยได้เรียนรู้ว่า **ANOVA** และ **ANCOVA** (**analysis of covariance**) เป็นกรณีหนึ่งของ **MRA** เมื่อนักวิจัยเรียนรู้ถึงเรื่องสถิติวิเคราะห์ตัวแปรพหุนาม (**multivariate statistical analysis**) จะเห็นว่า สถิติวิเคราะห์ทั้ง **ANOVA, ANCOVA, MRA** เป็นส่วนหนึ่งของการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม (**multivariate analysis of variance: MANOVA**) การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณตัวแปรพหุนาม (**multivariate multiple regression analysis: MMRA**) สถิติวิเคราะห์ในกรณีที่มีโมเดลการวิจัยรองรับ มีการขยายขอบเขตการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมถึงการวิเคราะห์เส้นทาง (**path analysis**) สำหรับกรอบรูปสามเหลี่ยมในภาพ แสดงถึงสถิติวิเคราะห์ที่ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ ที่เรียกว่า การวิเคราะห์โมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (**hierarchical linear model : HLM**) ด้วย สถิติวิเคราะห์ทั้งหมดนี้เป็นสถิติวิเคราะห์ที่มีตัวแปรต้นตัวแปรตาม รวมเรียกว่าเทคนิคทางสถิติกรณีตัวแปรมีความสัมพันธ์เชิงเหตุเชิงผล (**dependence statistical technique**)

นางลักษณะ วิรัชชัย (2548). แนวโน้มการวิจัยในยุคสังคมความรู้. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(2), 9-18.

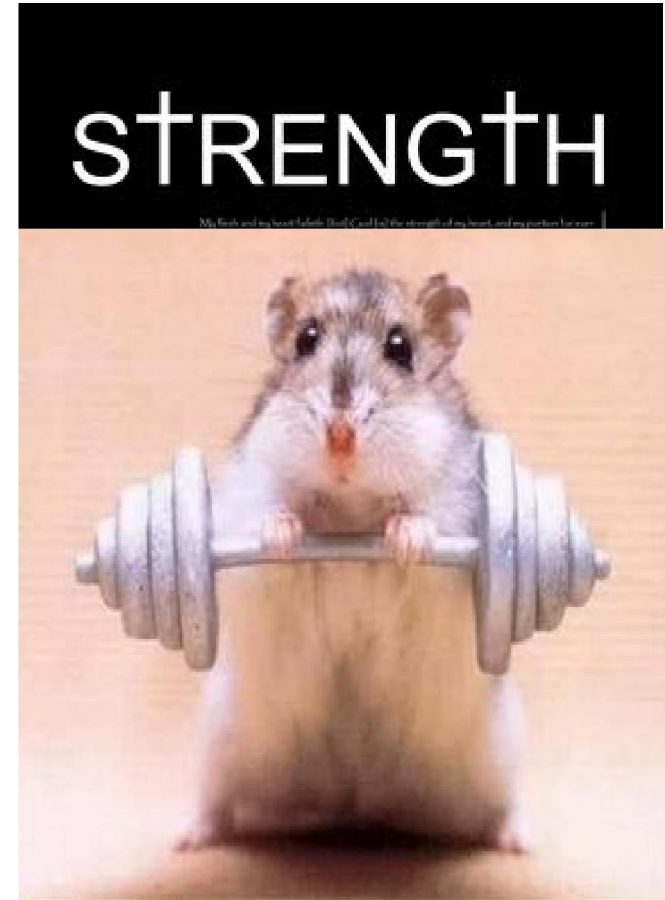
# ยุคสังคมความรู้

- **ประเภทที่สอง** ในกรอบทางซ้ายมือเป็นเทคนิคทางสถิติกรณีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เชิงเหตุเชิงผลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทที่ไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับพารามิเตอร์ ซึ่งข้อมูลมีระดับการวัดของตัวแปร ระดับนามบัญญัติและเรียงอันดับ สถิติวิเคราะห์ในกลุ่มนี้คือ สถิตินั้นพาราเมตริก (**non parametric statistics**) สถิติวิเคราะห์ประเภทการวิเคราะห์องค์ประกอบ และสถิติวิเคราะห์ประเภทสถิตินั้นพาราเมตริก
- **ประเภทที่สาม** ในกรอบทางขวามือของภาพ เป็นสถิติวิเคราะห์ประเภทที่ข้อมูลไม่มีการระบุตัวแปรต้นตัวแปรตาม ข้อมูลมีเพียงชุดของตัวแปรที่สัมพันธ์กัน เรียกว่า เทคนิคทางสถิติกรณีตัวแปรสัมพันธ์ระหว่างกัน (**interdependent statistical technique**) ได้แก่ สถิติวิเคราะห์ในกลุ่มการวิเคราะห์องค์ประกอบ (**factor analysis**) การวิเคราะห์มาตราพหุมิติ (**multidimensional scaling**)



# ยุคสังคมความรู้

สถิติวิเคราะห์ SEM ยังมีศักยภาพสามารถวิเคราะห์โมเดลความสัมพันธ์เชิงสาเหตุพหุระดับ (multi-level causal model) โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบระยะยาว (longitudinal factor analysis model) โมเดลกลุ่มพหุ (multiple population model) โมเดลโค้งพัฒนาการแบบมีตัวแปรแฝง (latent growth curve model) และโมเดลอื่นๆ อีกมาก (Joreskog and Sorbom , 1996 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) รวมทั้งสามารถวิเคราะห์โมเดล SEM ที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่เป็นแบบเส้นตรงได้อีกหลายโมเดล (Joreskog, et al, 1999 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) ขอบเขตการวิเคราะห์ที่กว้างขวาง ทำให้สถิติวิเคราะห์ SEM สามารถวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามวิจัยได้กว้างขวางและลึกซึ้งมากขึ้น



นงลักษณ์ วิรัชชัย (2548). แนวโน้มการวิจัยในยุคสังคมความรู้. วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(2), 9-18.

# ยุคสังคมความรู้

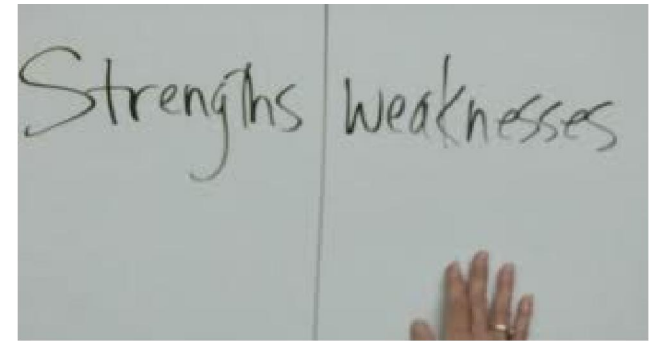
นางลักษณ วิรัชชัย (2548) ได้กล่าวอีกว่า สถิติวิเคราะห์ SEM เป็นสถิติวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ ในยุคสังคมความรู้ ด้วยเหตุผลโดยสรุปดังนี้

- มีศักยภาพสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้กว้างขวาง เพราะมีหลักการวิเคราะห์ที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้ เช่นเดียวกับสถิติวิเคราะห์ที่ง่ายที่สุด เช่น **t-test** ไปจนถึงสถิติขั้นสูงที่ซับซ้อนดังกล่าวแล้วข้างต้น
- สามารถใช้สถิติวิเคราะห์เป็นภาพรวมได้ตามโมเดลการวิจัย และมีสถิติทดสอบความตรงของโมเดลการวิจัย
- การผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ ปกติสถิติวิเคราะห์ยังเป็นสถิติขั้นสูง จะยังมีข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติมากขึ้น แต่สถิติวิเคราะห์ SEM กลับมีข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติน้อยลง การที่สถิติวิเคราะห์ SEM นำทฤษฎีความคลาดเคลื่อนมาวิเคราะห์ด้วย ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลกรณีที่ทฤษฎีความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้ ตัวแปรในโมเดลการวิจัยมีความคลาดเคลื่อนในการวัดได้ หรือโมเดลการวิจัยมีตัวแปรแฝงได้ ตัวแปรทำนายอาจมีความสัมพันธ์กันได้ โมเดลการวิเคราะห์ไม่จำเป็นต้องเป็นโมเดลอิทธิพลแบบบวก และมีอิทธิพลทางเดียว อาจเป็นโมเดลแบบคูณ และมีอิทธิพลย้อนกลับได้ นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์กรณีตัวแปรหลายตัวในโมเดลการวิจัยมีระดับการวัดแบบนามบัญญัติ หรือแบบเรียงอันดับได้ด้วย
- ในการวิจัยเชิงทดลองเมื่อตัวแปรตามสร้างขึ้นตามโมเดลการวัด และตัวแปรตามอยู่ในรูปของตัวแปรแฝง การวิเคราะห์ด้วยสถิติวิเคราะห์ SEM จะให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องมากกว่าการวิเคราะห์ด้วย ANOVA, MANOVA แบบเดิม

# ยุคสังคมความรู้

แม้ว่าการวิเคราะห์ SEM เป็นสถิติวิเคราะห์ที่มีความเหมาะสมกับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ และพฤติกรรมศาสตร์มากขึ้น แต่ก็ยังมีจุดอ่อน ซึ่งในอนาคตคงมีการพัฒนาให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น จุดอ่อนของสถิติวิเคราะห์ SEM มีสามประการ ดังนี้

1. ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ SEM ต้องใช้กลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่เช่นเดียวกับการวิเคราะห์การถดถอย เกณฑ์สำหรับการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง ระบุขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็นฟังก์ชันของจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องประมาณค่า คือ ต้องมีขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 20 คน ต่อหนึ่งพารามิเตอร์



# ยุคสังคมนวัตกรรม



- จุดอ่อนในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความตรงของโมเดล เป็นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติว่า เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมจากข้อมูลเชิงประจักษ์ ไม่แตกต่างจากเมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนที่คำนวณจากค่าพารามิเตอร์ในโมเดล หรือ  $H_0 : \Sigma = \Sigma(\theta)$

การทดสอบดังกล่าวเป็นการทดสอบด้วย **chi-square test** เมื่อนักวิจัยไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานทางสถิติ การแปลความหมายจะถือว่าโมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ แต่ในความเป็นจริง โมเดลที่นักวิจัยทดสอบ อาจจะยังมีใช้โมเดลที่ดีที่สุด

**Meehl and Waller (2002)** อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) เสนอทางเลือกในการแก้ไขจุดอ่อนของการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (**SEM**) สองวิธี วิธีแรก คือการพัฒนาโมเดลที่มีความเป็นไปได้ตามทฤษฎีทั้งหมด นำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้โมเดลที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ดีที่สุด และวิธีที่สองเป็นวิธีที่ **Joreskog and Sorbom (1996)** อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2548) เสนอไว้ คือ การรวบรวมข้อมูลจำนวนมาก แยกกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก เป็นกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ (**analysis sample**) และกลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มสำหรับตรวจสอบความตรง (**validated sample**) เพื่อตรวจสอบยืนยันความตรงของผลการวิเคราะห์ข้อมูล



# ยุคสังคมความรู้

3. มีโมเดลและกระบวนการวิเคราะห์ยุ่งยาก เนื่องจากมีตัวแปรหลายประเภท และมีทอมความคลาดเคลื่อนในโมเดล รวมทั้งมีเส้นทางอิทธิพลแบบต่างๆ แม้จะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ แต่การเขียนคำสั่งแตกต่างจากโปรแกรมเดิม กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลมิใช่วิเคราะห์ครั้งเดียวได้ผลการวิเคราะห์ทันทีแบบโปรแกรม SPSS

การวิเคราะห์ SEM ต้องวิเคราะห์ข้อมูล แล้วนำผลการวิเคราะห์มาพิจารณา หากโมเดลยังไม่สอดคล้องกับข้อมูล ต้องพิจารณา**ปรับโมเดล** ในส่วนของการผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้น แล้ววิเคราะห์ใหม่ ซึ่งนักวิจัยอาจต้องปรับโมเดลและวิเคราะห์ใหม่หลายครั้งกว่าจะได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น



# ยุคสังคมความรู้



เนื่องจากสถิติวิเคราะห์ SEM ใช้หลักการสถิติแบบเดิมเป็นพื้นฐาน ดังนั้นในกรณีที่นักวิจัยยังตั้งคำถามวิจัยแบบเดิม กำหนดสมมติฐานวิจัยเป็นรายชื่อ แม้ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากสถิติวิเคราะห์ SEM จะมีความถูกต้องมากขึ้น แต่ผลการวิเคราะห์ก็ไม่ได้แตกต่างมากมายจากผลการวิเคราะห์แบบเดิม นักวิจัยอาจพิจารณาถึงความคุ้มค่าในการเรียนรู้สถิติวิเคราะห์ SEM อาจพิจารณาเรียนรู้การอ่านผลการวิจัยที่ใช้สถิติวิเคราะห์ SEM โดยไม่ต้องเรียนรู้ที่จะใช้สถิติวิเคราะห์ SEM ในการวิจัยก็ได้

แต่ในกรณีที่นักวิจัยกำหนดปัญหาวิจัยที่มีความซับซ้อน ลึกซึ้งมากกว่าในอดีต มีการสร้างโมเดลการวิจัยที่มีตัวแปรแฝง และมีการกำหนดสมมติฐานวิจัยเป็นภาพรวม สถิติวิเคราะห์ SEM เป็นเรื่องสำคัญที่นักวิจัยควรใช้ เพราะจะทำให้ได้ผลการวิจัยที่ตอบคำถามวิจัยได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

งานวิจัยในยุคสังคมความรู้ส่วนใหญ่จึงเป็นงานวิจัยที่ใช้สถิติวิเคราะห์ SEM มากขึ้น สำหรับการเรียนการสอน นักศึกษาระดับปริญญาโททุกคนต้องได้เรียนรู้สถิติวิเคราะห์ SEM เพียงพอที่จะอ่านงานวิจัยยุคสังคมความรู้ได้เข้าใจ และนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ นักศึกษาระดับปริญญาตรีทุกคนควรต้องได้เรียนรู้สถิติวิเคราะห์ SEM ถึงขั้นใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยของตนได้ โดยนางลักษณ์ วิรัชชัย มีความเห็นว่าในยุคสังคมความรู้เน้นการเรียนรู้เรื่องสถิติวิเคราะห์ SEM ซึ่งเป็นสถิติวิเคราะห์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ เป็นสถิติวิเคราะห์ที่น่าจะเป็นเรื่องที่มีประโยชน์คุ้มค่าการลงทุนเรียนรู้

นางลักษณ์ วิรัชชัย (2548). แนวโน้มการวิจัยในยุคสังคมความรู้.

วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 1(2), 9-18.

# ทฤษฎี+งานวิจัย... จุดเริ่มต้นการสร้างโมเดลสมการโครงสร้างเพื่อการยืนยันหรือทดสอบทฤษฎี

## การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2

เพื่อสร้างโมเดลสมการโครงสร้างที่เป็นโมเดลการวิจัยหรือโมเดลสมมติฐาน ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญ หากศึกษาไม่ตรงเรื่องตรงประเด็น ผลที่เกิดตามขึ้นมาจะไม่ตรงเรื่องตรงประเด็นด้วย

ผลลัพธ์ -- ได้โมเดลสมการโครงสร้างถือเป็นโมเดลสมมติฐานหรือโมเดลการวิจัย

## ดำเนินการวิจัย ตามวิธีการที่กำหนดในบทที่ 3

- ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณ 20 คน ต่อหนึ่งพารามิเตอร์
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ลักษณะ การสร้าง การตรวจสอบความตรงจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการทดลองใช้เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น)
- การรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของประชากร
- การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติวิเคราะห์ SEM เช่น LISREL, MPLUS, AMOS, หรือ EQS ซึ่งนักวิจัยในสาขาวิชาการบริหารการศึกษาที่ไม่ได้ศึกษาลงลึกในเรื่องนี้ จะต้องเข้ารับฝึกอบรมแบบเข้ม เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ สามารถใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลได้เอง
- เกณฑ์วัดความสอดคล้อง เช่น ค่าค่า  $\chi^2/df$ , GFI, AGFI, CFI, standardized RMR, RMSEA, CN largest standardized residual, และค่า Q-plot เป็นต้น หากผลการวิเคราะห์ข้อมูลไม่เป็นไปตามเกณฑ์ก็จะมีการปรับ โมเดล

ผลการวิจัย --- โมเดลสมการโครงสร้างที่สร้างขึ้นจากทฤษฎีมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

# หากตัดสินใจ SEM... ผู้วิจัยต้องคำนึงถึง....

คุณภาพของโมเดลสมการโครงสร้าง.... เริ่มต้นตั้งแต่**บทที่ 2** โดยจะต้อง **review ทฤษฎี + งานวิจัย** สนับสนุนการสร้างโมเดล อย่างหนักแน่นเข้มแข็ง ตรงเรื่องตรงประเด็น หากขาดคุณภาพ.... ไม่ว่าจะใช้เทคนิควิธีการทางสถิติดีอย่างไร ผลที่ได้จากการพัฒนาก็ย่อมด้อยคุณภาพไปด้วย

การวิจัย SEM เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ มีวัตถุประสงค์และระเบียบวิธีวิจัยที่ชัดเจน จึงไม่น่าเป็นห่วง ที่จะต้องให้ความสำคัญ คือ การ **review ทฤษฎี** และงานวิจัยสนับสนุนการสร้างโมเดลใน**บทที่ 2** ว่าจะต้องตรงเรื่องตรงประเด็น อย่างเป็นเหตุผล



# ข้อควรคำนึงถึง..... บทที่ 2



- **ไม่**.....อ้างอิงทฤษฎีและงานวิจัยที่ไม่ตรง ต้องการทราบเรื่องราวของเรื่องหนึ่ง แต่กลับไปศึกษาเรื่องราวของอีกเรื่องหนึ่งมาแทนหรือมาแทรกปน
- **ไม่**..... ส่งเคราะห์เนื้อหาเพื่อกำหนดตัวแปร “แบบมีธง” ไว้ก่อนล่วงหน้า ว่าต้องการมีกี่ตัว หรือมีอะไรบ้าง ไม่ว่าจะเนื้อหาที่ศึกษามาจะกล่าวตัวแปรอื่นไว้นอกเหนือจากนั้นก็ตาม.... เอาทุกตัวแปร แล้วสร้างตารางส่งเคราะห์ หากมีมากมาย ค่อยกำหนดเกณฑ์เพื่อคัดเลือก
- **ไม่**.... นำเสนอเนื้อหา “แบบน้ำท่วมทุ่ง” ไม่ทราบว่าตรงไหนกล่าวถึงตัวแปรใด แต่เมื่อทำตารางส่งเคราะห์กลับมีตัวแปรปรากฏในตารางส่งเคราะห์นั้น เอาให้ชัดๆ เลยว่า มีอะไรบ้าง **1, 2,3, 4...**
- .....



ไม่กำหนดตัวแปรตามใจคิด...

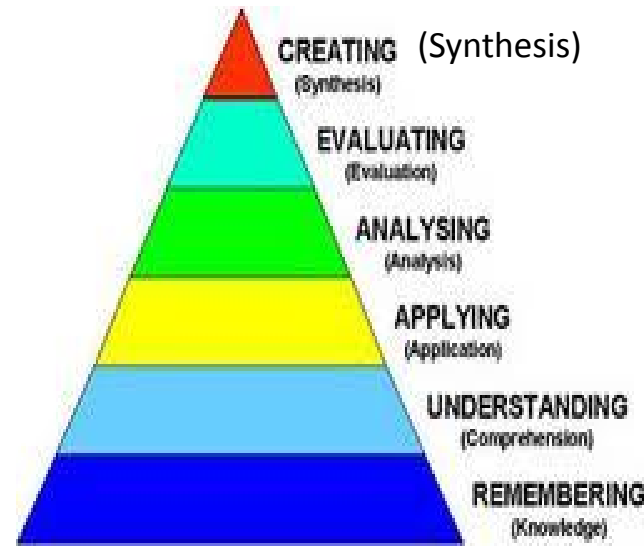


- **Warning: Indicator variables cannot be combined arbitrarily to form latent variables.** For instance, combining gender, race, or other demographic variables to form a latent variable called "background factors" would be improper because it would not represent any single underlying continuum of meaning. The confirmatory factor analysis step in SEM is a test of the meaningfulness of latent variables and their indicators but the researcher may wish to apply traditional tests (ex., Cronbach's alpha) or conduct traditional factor analysis (ex., principal axis factoring) as well. **Rex B. Kline**

# ทำตารางสังเคราะห์.. หลังการ review แต่ละตัวแปร

องค์ประกอบ	Bemis and Natus (1985)	Helman & Sha (1984)	Wesley & Waring (1989)	Lesare (1990)	Pain (1991)	Fisher and Wilmore (1993)	Natus (1992)	Peuchat (1996)	Naradi (1998)	Thompson (2000)	Manning & Roberts (2002)	Williams (2005)	Suskin & Sashkin (2003)	Kanabura and Avery (2004)	Zicare & Bamis (2004)	Leinsh (2006)	(2005)	Thomas (2005)	Kapur (2007)	Kahan (2002)	Thompson (2006)	Lorand (2008)	Reck (2009)	วิรัตน์ นิลบาลินธสา	ชาญสิทธิ์ CSP	จุฑา วิชา วิวัฒน์เจดีย์ นิลบาลินธสา	ศิริพร วัฒนคุณาปาน CSP	ณัฐ ตตตต CSP	โหม่ง วิวัฒน์ (CSP)	นัฐวิวัฒน์ กตตตต	สุวัฒน์ ตตตต CSP	ตตตตตตตตตตตตตต (CSP)	ตตตตตตตตตตตตตต (CSP)	รวม	
1. การสร้างวิสัยทัศน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33
2. การเผยแพร่วิสัยทัศน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33
3. การปฏิบัติตามวิสัยทัศน์	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	33
4. การเป็นแบบอย่างที่ดี	✓	✓								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	17
5. การประเมินวิสัยทัศน์	✓	✓								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	5
6. การมีส่วนร่วม		✓		✓																															2
7. การสร้างนวัตกรรมและการเปลี่ยนแปลง		✓		✓		✓																				✓									4
8. การสร้างความไว้วางใจ															✓																				1
9. การให้ความสำคัญกับผู้อื่น															✓																				1
10. การมอบอำนาจ		✓				✓														✓												✓			4
11. การคิดเชิงกลยุทธ์		✓				✓																	✓	✓											4
12. ความคิดสร้างสรรค์		✓																																	1
13. ผู้นำการเปลี่ยนแปลง		✓																																	1
14. การยึดมั่นในอุดมการณ์		✓																																	1
15. ความรับผิดชอบต่อวิสัยทัศน์						✓																													1
16. มนุษย์สัมพันธ์																					✓														1
17. การทำงานเป็นทีม																				✓	✓			✓											3
รวม	5	7	8	5	3	4	6	3	3	5	5	4	4	4	5	3	3	3	4	5	6	4	4	6	4	5	3	4	4	3	4	5	4	14	5

การสังเคราะห์จากหลากหลายแหล่ง ถือเป็นทักษะการคิดขั้นสูงสุดตาม Bloom's taxonomy revised 2001



# วัตถุประสงค์การวิจัย ... ควรกำหนดเพื่อเรียนรู้ในคำถามและสถิติขั้นพื้นฐานด้วย

**ตัวอย่างวัตถุประสงค์การวิจัย ---** โมเดลสมการโครงสร้างภาวะผู้นำเชิงวิสัยทัศน์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาโมเดลสมการโครงสร้างภาวะผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมภาวะผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อายุ ประสบการณ์เป็นผู้บริหาร และระดับของสถานศึกษา
- เพื่อศึกษาระดับพฤติกรรมในปัจจุบันที่มีอิทธิพลต่อภาวะผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน และเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อายุ ประสบการณ์เป็นผู้บริหาร และระดับของสถานศึกษา
- เพื่อตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลสมการโครงสร้างภาวะผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐานที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลเชิงประจักษ์
- เพื่อศึกษาขนาดอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมของปัจจัยที่นำมาศึกษาต่อภาวะผู้นำแห่งการเปลี่ยนแปลงของผู้บริหารสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน





# กรณีศึกษา ... กรณี SEM มีตัวแปรสังเกต

[http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Dissertation\\_Pdf/Samrit.pdf](http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Dissertation_Pdf/Samrit.pdf)

<http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/phenporn.pdf>

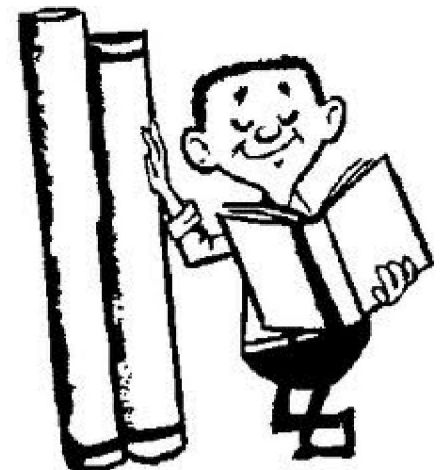
[http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Jirawan\\_PhD\[1\].pdf](http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Jirawan_PhD[1].pdf)

[http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Nikanchala\\_thesis.pdf](http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Nikanchala_thesis.pdf)

[http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Nikanchala\\_thesis.pdf](http://ednet.kku.ac.th/~edad/OLD/Nikanchala_thesis.pdf)


<http://www.mbuisc.ac.th/phd/thesis/Supphakant.pdf>

<http://www.mbuisc.ac.th/phd/thesis/wongwarin.pdf>



# การวิจัย SEM.... ผู้วิจัย

- เป็นนักศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- เป็นนักทดสอบหรือยืนยันทฤษฎี
- เป็นนักสร้างโมเดลสมการโครงสร้างเชิงเหตุผล
- เป็นนักออกแบบงานวิจัยเชิงปริมาณ
- เป็นนักสังเคราะห์ข้อมูลหรือตัวแปร
- เป็นนักวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์ SEM
- เป็นนักวิเคราะห์องค์ประกอบและเส้นทางอิทธิพล
- เป็นนักสร้างโมเดลเชิงทฤษฎีเพื่อเป็นแนวการพัฒนา
- เป็นนักวิทยาศาสตร์ทางสังคมศาสตร์เชิงเหตุผล
- เป็นนักสร้างองค์ความรู้ใหม่จากการสังเคราะห์ตัวแปร
- เป็น.....

  
**Theory**



✓ **Theory**

# Some Questions



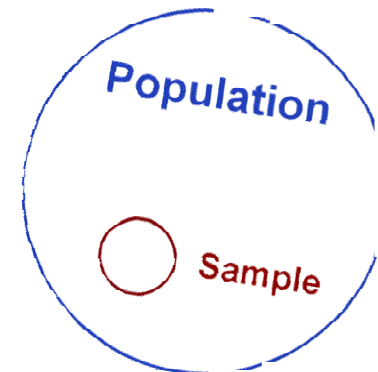
## How many *observed variables* are recommended?

- Typically, each variable in the model is conceptualized as a latent one, measured by multiple indicators. Multiple indicators are developed for each latent variable, with at least two and preferably three or more indicators per latent variable.
- **Indicator variables** are *observed variables*, sometimes called *manifest variables* or *reference variables*. Items in a survey instrument may be indicators, for instance. Four or more indicators are recommended, though three is acceptable and common practice. As few as two indicators or even a single indicator may be acceptable if the researcher is confident in the measure's validity and reliability.
- What is the problem with having less than three indicators per variable? How many are recommended? (Point 3) Four are recommended, three is okay, two is problematic, with one measurement error cannot be modeled. Models using only two indicators are more likely to be underidentified and/or fail to converge, and error estimates may be unreliable.

# Some Questions

## Sample Size

- In relation to parameters, what sample size does Kline recommend? *He recommends 10 times as many cases as parameters (or ideally 20 times). He states that 5 times or less is insufficient for significance testing of model effects.* **Rex B. Kline**
- To have confidence in the goodness of fit test, a sample size of 100 to 200 is recommended (Hoyle 1995). In general a model should contain 10 to 20 times as many observations as variables (Mitchell 1993).
- **Sample Size.** As with factor analysis, you should have lots of data when evaluating a SEM. As usual, there are several rules of thumb. For a simple model, 200 cases might be adequate. When relationships among components of the model are strong, 10 cases per estimated parameter may be adequate. [Karl L. Wuensch](#) Dept. of Psychology, East Carolina University, Greenville, NC USA November, 2009



แนะนำเว็บไซต์  
มีคำถาม-คำตอบเกี่ยวกับ **SEM** ที่น่าสนใจหลายประเด็น

**Principles and Practice of Structural  
Equation Modeling**

**Rex B. Kline** NY: Guilford Press, 1998.

<http://student.sut.ac.th/buratin/index.php/using-mplus/49-rex-b-kline>