รายงานผลโครงการฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

หลักสูตรการใช้โปรแกรม LISREL

โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. พลสราญ สราญรมย์

การอบรมครั้งนี้ได้รับการอุดหนุนจากทุนพัฒนาบุคลากรเพื่อการศึกษาทางไกล ประเภทรายบุคคล

ประจำปี 2567

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

สารบัญ

ชื่อโครงการ	2
ประเภทโครงการ	2
ชื่อและประวัติของผู้ดำเนินโครงการ	2
วัตถุประสงค์	2
ระยะเวลาดำเนินโครงการ	2
วิธีดำเนินโครงการ	2
รายละเอียดการไปฝึกอบรม	2
ประโยชน์ที่ได้รับ	2
ข้อเสนอแนะ	4
ภาคผนวก ก	5
ภาคผนวก ข	7

1. **ชื่อโครงการ**

   การใช้โปรแกรม LISREL โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

2. **ประเภทโครงการ**

   โครงการพัฒนาบุคลากรให้ได้รับความรู้และทักษะทางวิชาการ และสอดคล้องกับพันธกิจ และประเด็นยุทธศาสตร์ในแผนพัฒนา มสธ. ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2561 – 2580) พันธกิจ ที่ 5. พัฒนาองค์กรให้มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน และมีธรรมาภิบาล และประเด็นยุทธศาสตร์ 10 พัฒนาองค์กรที่มีผลสัมฤทธิ์ด้านบริหารทรัพยากรบุคคลที่เป็นสากล

3. **ชื่อและประวัติของผู้ดำเนินโครงการ**

   ชื่อภาษาไทย พลสราญ สราญรมย์

   ชื่อภาษาอังกฤษ Ponsaran Saranrom

   ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ สังกัด สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์

   โทรศัพท์ 093-356-9191

4. **วัตถุประสงค์**

   เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจในการใช้โปรแกรม LISREL โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

5. **ระยะเวลาดำเนินโครงการ**

   ฝึกอบรมระหว่างวันที่ 11 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 15 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 รวมระยะเวลาการฝึกอบรมในครั้งนี้เป็นเวลา 5 วัน

6. **วิธีดำเนินโครงการ**

   อบรมผ่านห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ มสธ. ระหว่างวันที่ 11 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ถึงวันที่ 15 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2567

7. **รายละเอียดการไปฝึกอบรม**

   ตามภาคผนวก ข.

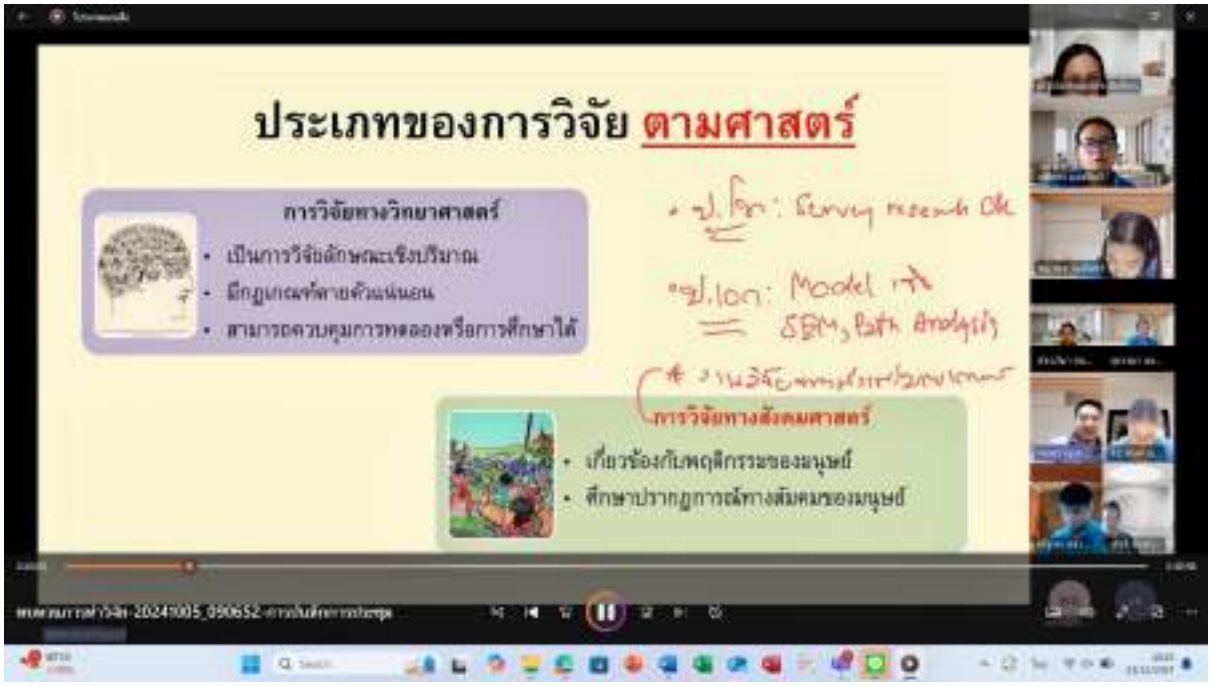
8. **ประโยชน์ที่ได้รับ**

   (1) ได้พัฒนาบุคลากรเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม LISREL โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

   (2) นักศึกษาได้รับการถ่ายทอดความรู้จากบุคคลการที่เข้ารับการอบรม เรื่อง การใช้โปรแกรม LISREL โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

การเผยแพร่ผลการอบรมให้กับนักศึกษาผู้สนใจ

การเผยแพร่ผลการอบรมให้กับนักศึกษาปริญญาโทที่กำลังทำวิทยานิพนธ์ จัดขึ้นวันที่ 30 พฤศจิกายน 2567 เวลา 09.00-12.00 น. รายละเอียดตามภาพแนบ



9. **ข้อเสนอแนะ**

ควรเปิดโอกาสให้บุคลากรในมหาวิทยาลัยพัฒนาความรู้ ความสามารถในการใช้โปรแกรม LISREL โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้เป็นไปตามมาตรฐานระดับสากล

ภาคผนวก ก

การเผยแพร่ผลการอบรมในเว็บไซต์ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มสธ.

ภาคผนวก ข

รายละเอียดการอบรม

การใช้โปรแกรม LISREL

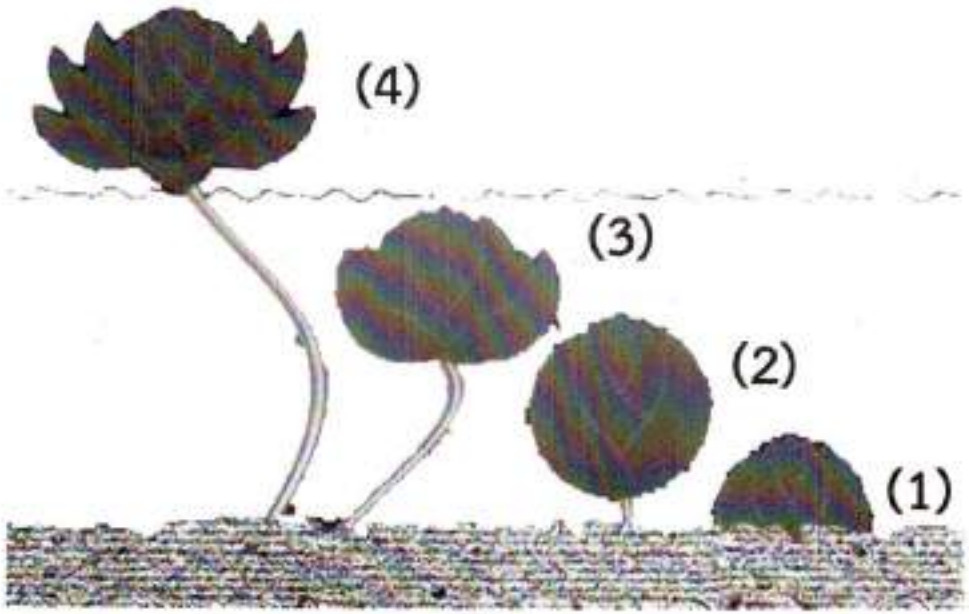
โปรแกรมทางสถิติสำหรับการวิจัย ทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์

รุ่นที่ 50 (การอบรมแบบเผชิญหน้า)
วันที่ 11-15 พฤศจิกายน 2567
ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 1
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เอกสาร 1

บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโมเดลสมการโครงสร้าง และโปรแกรม LISREL

รองศาสตราจารย์ ดร.สุภมาส อังศุโชติ
supamas.ang@gmail.com



โมเดลสมการโครงสร้างคืออะไร

โมเดลสมการโครงสร้าง

Structural Equation Modeling: SEM

SEM คืออะไร

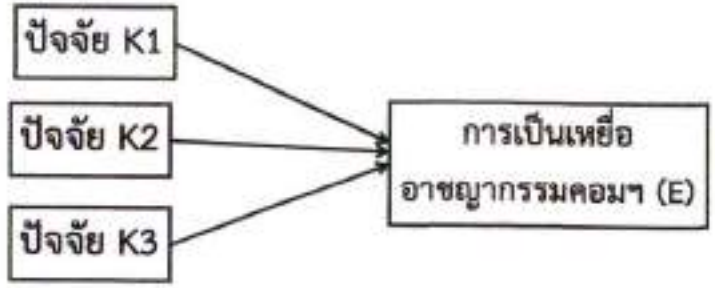
Structural Equation Modeling: SEM

เป็นสถิติวิเคราะห์ประเภทพหุตัวแปร (Multivariate Statistics) ที่บูรณาการเทคนิคการวิเคราะห์ 2 อย่าง เข้าด้วยกัน คือ

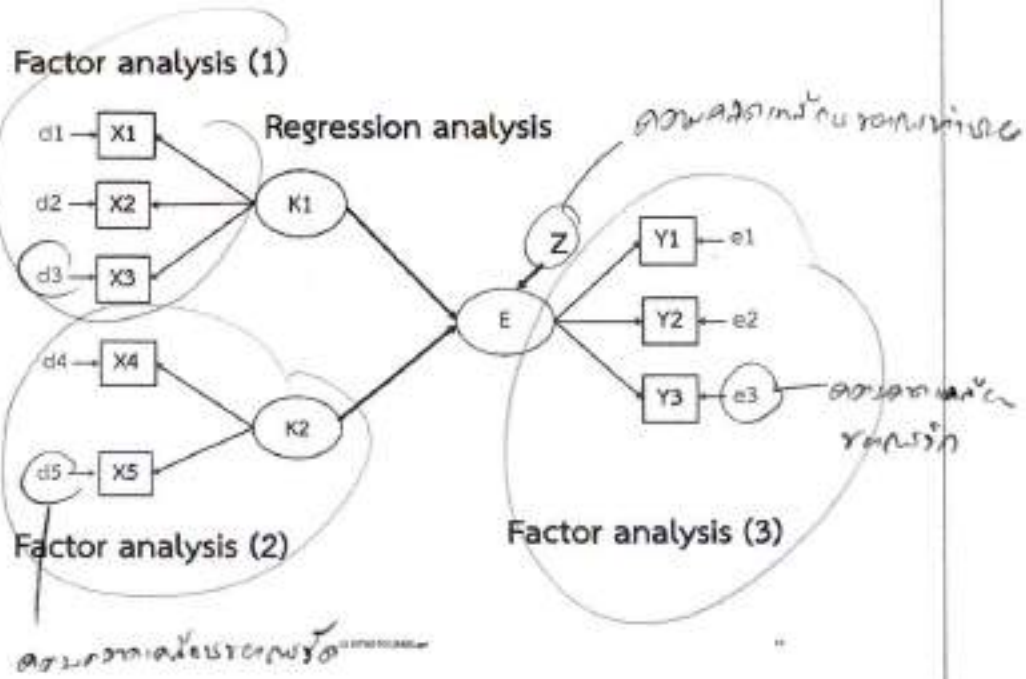
การวิเคราะห์การถดถอย และ
การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

จำเป็นอย่างไรจึงต้องใช้ SEM?

ปัจจัยที่ทำให้เสี่ยงต่อการเป็นเหยื่ออาชญากรรมคอมพิวเตอร์*

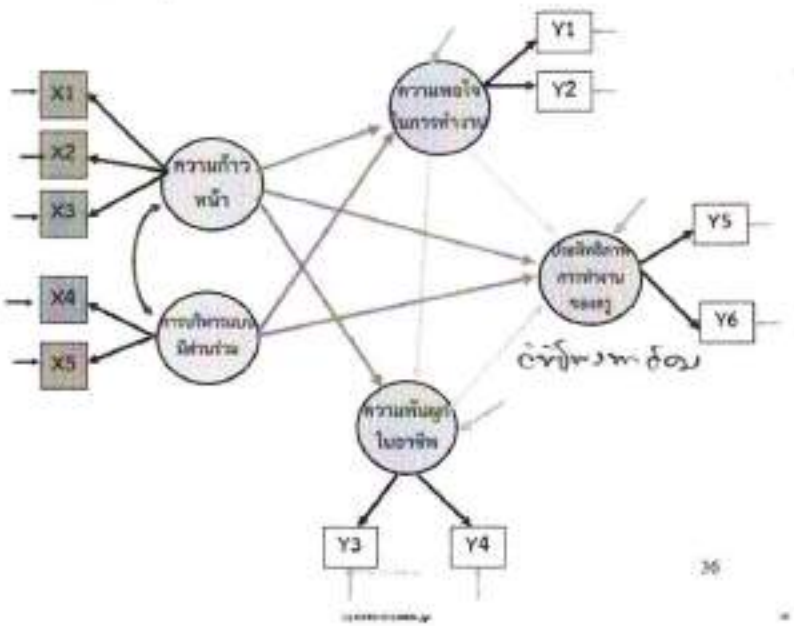


*(ดัดแปลงจาก Kyung-shick Choi, Indiana University of Pennsylvania, May 2008)

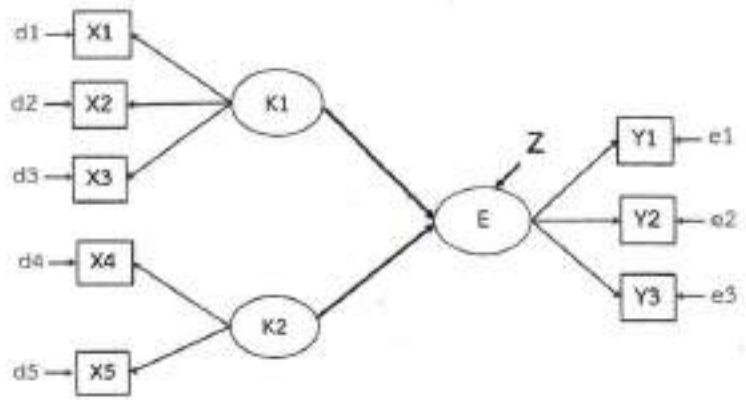


กรอบแนวคิดการวิจัยที่ควรใช้ SEM

1. ตัวแปรในโมเดลเป็นตัวแปรแฝง (Latent Variable)
2. ตัวแปรมีความคลาดเคลื่อนของการวัด
3. เป็นโมเดลที่มีการวิเคราะห์ทั้ง Factor analysis และ Regression analysis
4. มีตัวแปรตามตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป และตัวแปรตามต่างมีอิทธิพลต่อกัน



ตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดล SEM



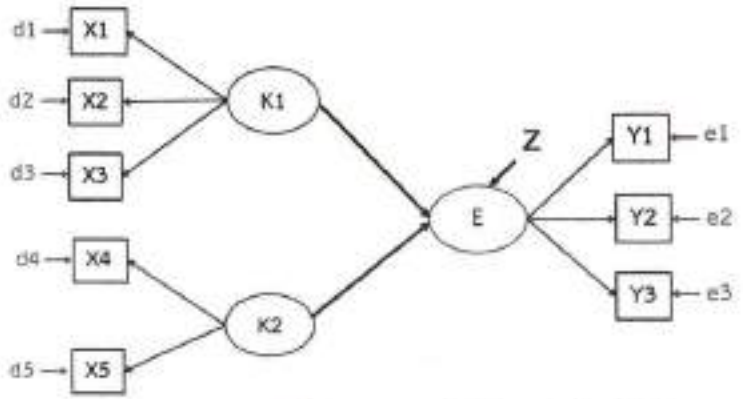
K1, K2 แทน ตัวแปรแฝงภายนอก (Exogenous Variable)

E แทน ตัวแปรแฝงภายใน (Endogenous Variable)

X1-X5 แทน ตัวแปรสังเกตได้ภายนอก

Y1-Y3 แทน ตัวแปรสังเกตได้ภายใน

ตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดล SEM



d1-d5 แทน ความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปรสังเกตได้ภายนอก

e1-e3 แทน ความคลาดเคลื่อนของการวัดตัวแปรสังเกตได้ภายใน

Z แทน ความคลาดเคลื่อนในการทำนายตัวแปรแฝงภายใน

สัญลักษณ์ต่าง ๆ ของโมเดล

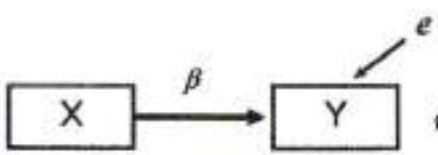
ตัวแปรสังเกตได้

ตัวแปรแฝงหรือองค์ประกอบ

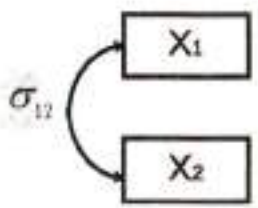
ต้น → ปลาย ตัวแปรต้นมีผลโดยตรงต่อตัวแปรปลาย (ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ)

ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ของโมเดล

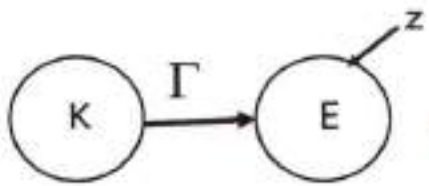


ตัวแปรสังเกตได้ X มีอิทธิพลโดยตรงขนาด β ต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสังเกตได้ Y โดยมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายขนาด e

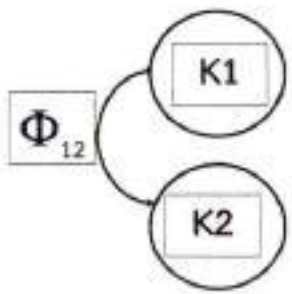


ตัวแปรสังเกตได้ X_1 และ X_2 มีความสัมพันธ์กัน โดยมีความแปรปรวนร่วมเท่ากับ σ_{12}

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ของโมเดล

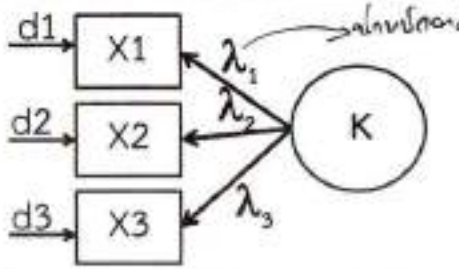


ตัวแปรแฝง K มีอิทธิพลโดยตรงขนาด Γ ต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรแฝง E โดยมีความคลาดเคลื่อนในการทำนายขนาด Z



ตัวแปรแฝง K1 และ K2 มีความสัมพันธ์กัน โดยมีความแปรปรวนร่วมเท่ากับ Φ_{12}

ตัวอย่างการอ่านสัญลักษณ์ของโมเดล



ตัวแปรแฝง K วัดได้ด้วยตัวแปรสังเกตได้ X1, X2, X3
มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ λ_1 λ_2 และ λ_3
โดยที่ตัวแปรสังเกตได้ X1, X2, X3
มีความคลาดเคลื่อนของการวัด
d1, d2, d3 ตามลำดับ

Software ที่ใช้วิเคราะห์ SEM

- LISREL
- Mplus
- AMOS
- EQS
- PLS Graph
- others
- SAS PROC CALIS
- SEPATH
- ROMONA

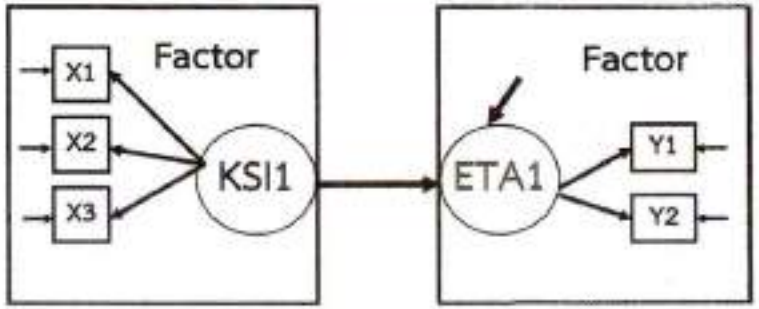
LISREL

- ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น
- โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างเชิงเส้น
- ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

ประเภทของตัวแปร

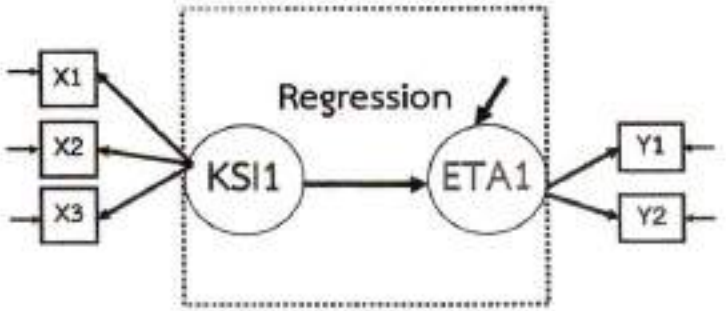
เส้นทางอิทธิพล	ลักษณะของการวัด
1. ตัวแปรภายนอก Exogenous Variable	1. ตัวแปรสังเกตได้ Observed Variable
2. ตัวแปรภายใน Endogenous Variable	2. ตัวแปรแฝง Latent Variable

องค์ประกอบของโมเดล LISREL

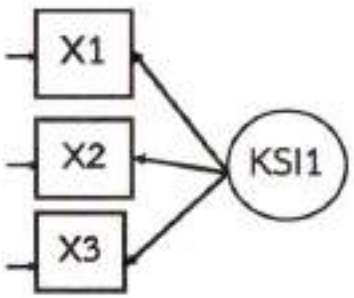


โมเดลการวัด (Measurement Model)

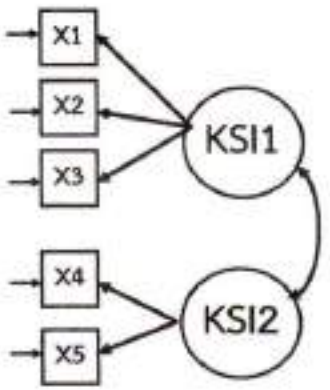
องค์ประกอบของโมเดล LISREL



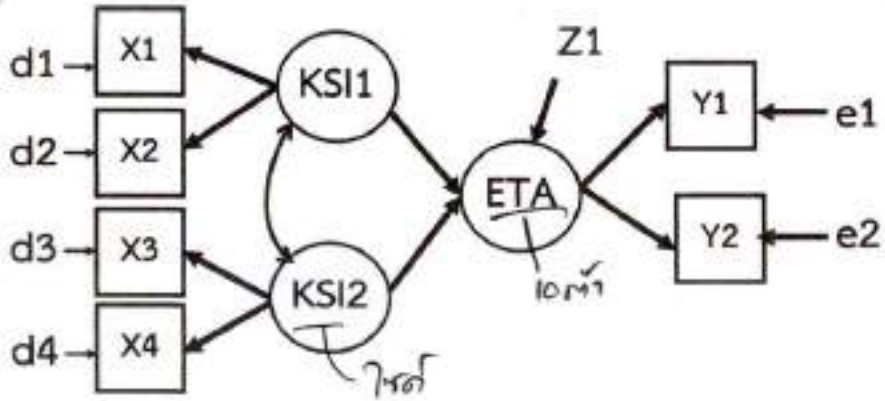
โมเดลโครงสร้าง (Structural Model)



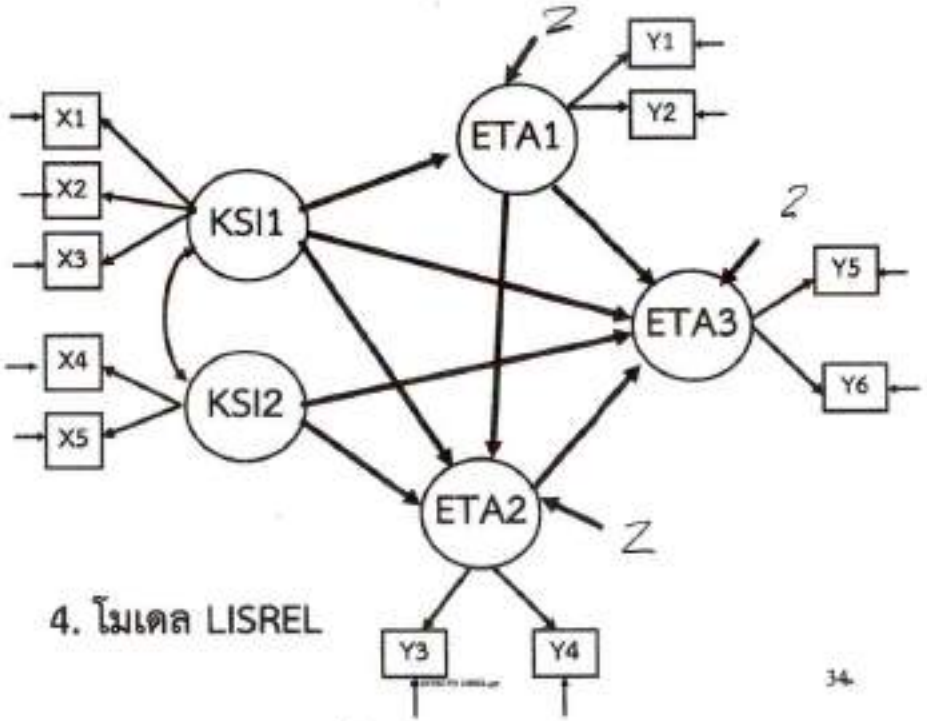
1. การวิเคราะห์องค์ประกอบเดี่ยว



2.การวิเคราะห์พหุองค์ประกอบ



3. โมเดลการถดถอยพหุคูณมีตัวแปรแฝง

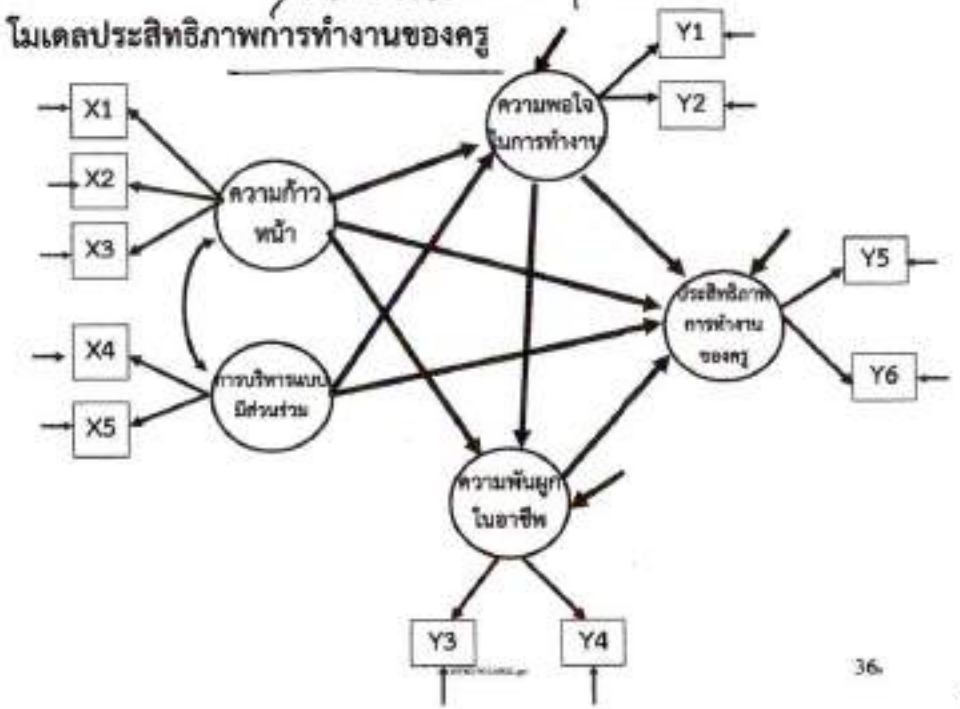


4. โมเดล LISREL

ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วย SEM (1)

1. ไม่แยกโมเดลการวิจัยกับสถิติวิเคราะห์ออกจากกัน

โมเดลประสิทธิภาพการทำงานของครู



การตั้งชื่อโมเดล:

- ใช้ชื่อตัวแปรตามตัวสุดท้ายในโมเดล (กรณีมีตัวแปรตามหลายตัว ให้ใช้ชื่อที่มีความหมายรวมทุกตัว)
- ตัวแปรที่เป็นสาเหตุ ไม่ต้องใส่ในชื่อ เพราะยอมรับกันว่านักวิจัยจะต้องใส่ตัวแปรสาเหตุทั้งหมดครบถ้วน

① ②

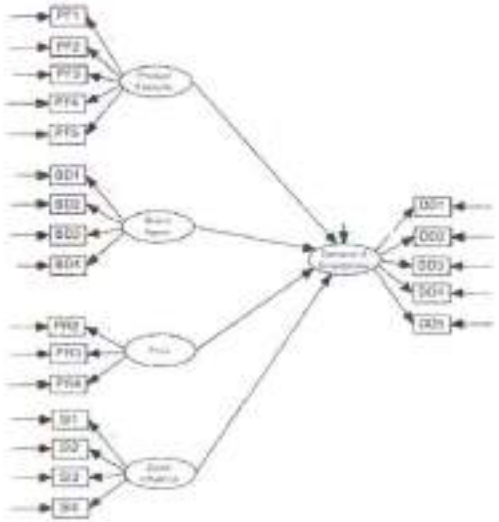
การพัฒนาและตรวจสอบความตรงของโมเดลประสิทธิภาพการทำงานของครู สังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน

A development and validation of the teacher's performance model of fundamental school

① ยอมรับว่า ตรวจสอบความตรงของโมเดลที่นักวิจัยสร้างขึ้นแล้ว

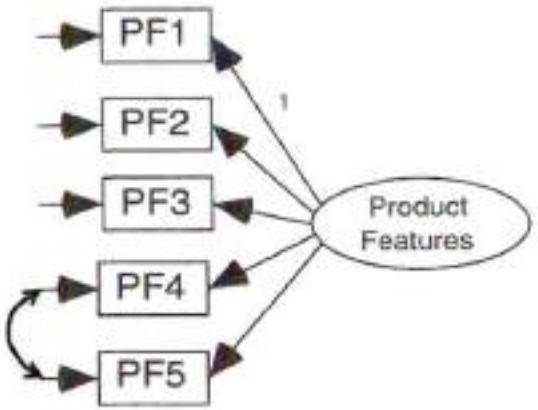
Students' demand for smartphones

Structural relationships of product features, brand name, product price and social influence



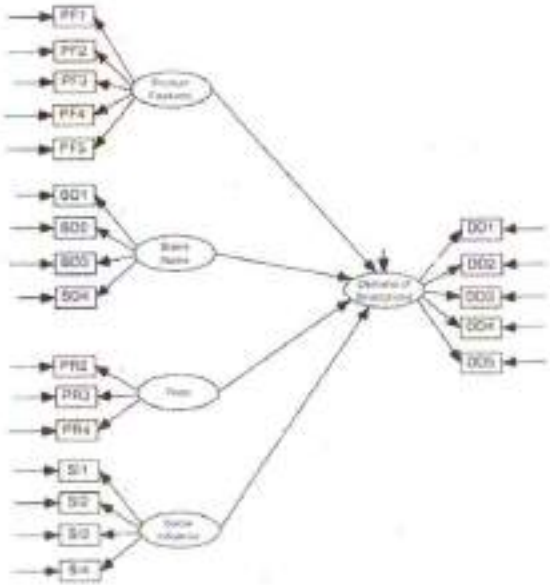
ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วย SEM (2)

2. ผ่อนคลายข้อตกลงเบื้องต้นในการวัดตัวแปรโดยยอมให้การวัดมีความคลาดเคลื่อนและความคลาดเคลื่อนสัมพันธ์กันได้



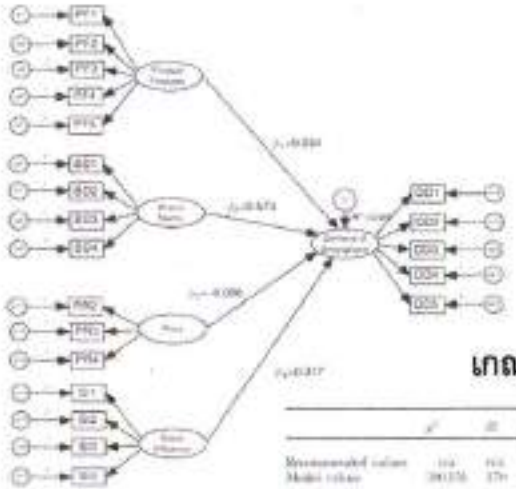
ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วย SEM (3)

3. ตรวจสอบความตรงของโมเดล
   โดยทดสอบว่าโมเดลสอดคล้องกับ
   ข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่



ข้อดีของการวิเคราะห์ด้วย SEM (3)

4. ประมาณค่าพารามิเตอร์ของโมเดล (เมื่อโมเดล fit กับข้อมูล)



เกณฑ์โมเดล fit

	χ^2	df	χ^2/df	GFI	CFI	NFI	RMSEA	PNFI	PCFI
Recommended values	n.a.	n.a.	<3.0	>0.9	>0.9	>0.9	<0.08	>0.5	>0.5
Model values	281.55	179	2.30	0.950	0.963	0.904	0.062	0.715	0.768

การตรวจสอบความตรงของโมเดลการวิจัย
กับข้อมูลเชิงประจักษ์
ทำอย่างไร

ขั้นตอนการวิเคราะห์

ข้อมูลเชิงประจักษ์

↘

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

sample covariance matrix (S)

Sample covariance Matrix (S)

Covariance Matrix

	SAVE1	AGE	WORK	EDU	FEMALE	INCOME
SAVE1	10.76					
AGE	-0.96	60.98				
WORK	0.20	-0.50	0.21			
EDU	0.01	-4.98	0.80	21.34		
FEMALE	-0.05	-0.32	-0.09	-0.39	0.24	
INCOME	10.76	-4.48	0.75	58.74	-0.33	33.46
EXPEND	6.31	-1.67	0.40	30.89	-0.12	11.67
WEALTH	11.31	0.27	1.12	22.00	-0.93	19.81
DEBT	0.56	-1.48	0.18	1.65	-0.12	1.60
HEREDP	0.30	-0.21	0.04	0.32	-0.01	0.21
HOUSE	0.44	-0.29	0.04	0.92	0.00	0.41
REASON	0.23	-0.25	0.02	0.77	0.00	0.31
PROTECT	0.71	-0.74	0.05	1.01	-0.01	0.95
KNOWLEDG	1.99	-1.17	0.23	5.92	-0.09	4.11
INFORM	1.10	-1.01	0.11	2.53	-0.09	1.88
MORAL	0.30	-0.05	0.01	0.81	0.00	0.41

โมเดล SEM

↓

การระบุโมเดล

ขั้นตอนการวิเคราะห์

ข้อมูลเชิงประจักษ์

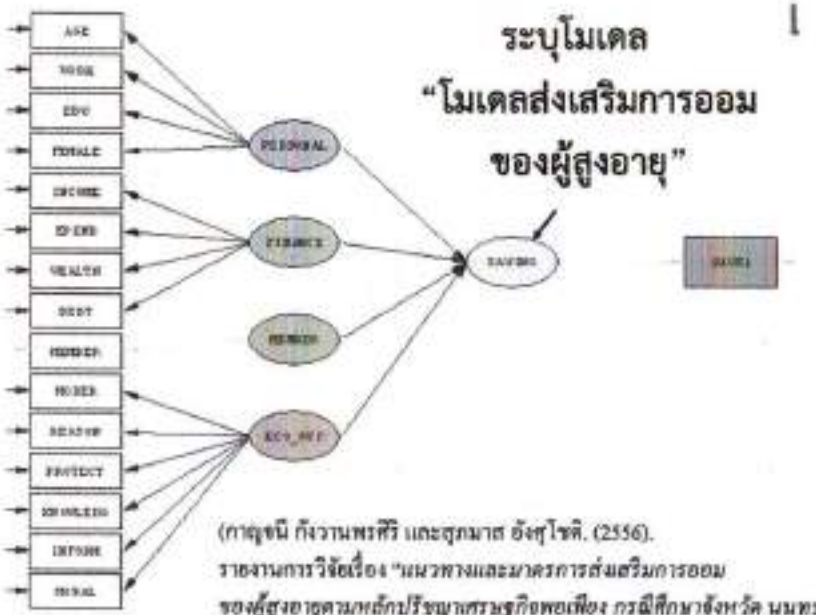
↘

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

sample covariance matrix (S)

การระบุโมเดล (Model Specification) คือการระบุความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลวิจัยทั้งโมเดลการวัดและโมเดลโครงสร้าง

ระบุโมเดล "โมเดลส่งเสริมการออมของผู้สูงอายุ"



(กาญจนี กังวานพรศิริ และสุภมาส อังศุโชติ. (2556). รายงานการวิจัยเรื่อง "แนวทางและมาตรการส่งเสริมการออมของผู้สูงอายุตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง กรณีศึกษาจังหวัด นนทบุรี)

โมเดล SEM ขั้นตอนการวิเคราะห์

โมเดล SEM

↓

การระบุโมเดล

↓

การระบุความเป็นได้ค่าเดียว

ข้อมูลเชิงประจักษ์

↘

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม sample covariance matrix (S)

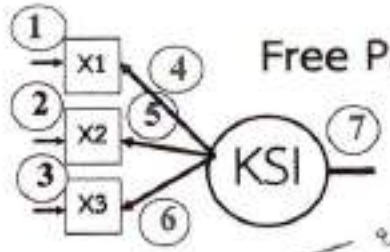
การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล (Model Identification)

เป็นการศึกษาลักษณะการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ยังไม่ทราบค่าในโมเดลการวิจัยว่าเป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์หรือไม่

การระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล (Model Identification)

ค่า n(n+1)/2 ต้องมากกว่าจำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

เมื่อ n คือจำนวนตัวแปรสังเกตได้ทั้งหมดในโมเดล



Free Parameter: FR

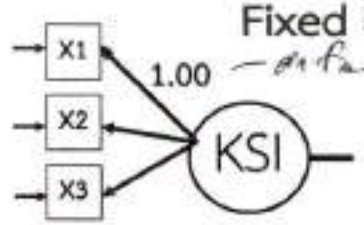
n=3

n(n+1)/2=3(3+1)/2=6 < 7

จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า=7 ตัว

โปรแกรมไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และรายงานว่า df เป็นลบ (Under Identification)

degree of freedom



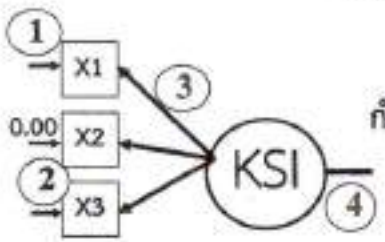
Fixed Parameter: FI

n(n+1)/2=3(3+1)/2=6

จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า=6 ตัว

โปรแกรมจะประมาณค่าพารามิเตอร์แต่จะรายงานว่า df เป็น 0 (fit perfect) ไม่มีการรายงานค่า SE และ t-value (Justidentification)

กำหนดให้ความคลาดเคลื่อนของ X2 เป็น 0.00



Fixed Parameter

กำหนดให้น้ำหนักองค์ประกอบเท่ากัน

Constrained Parameter

n(n+1)/2=3(3+1)/2=6 > 4

จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า=4 ตัว

โปรแกรมจะประมาณค่าพารามิเตอร์ รายงานว่า df เป็นบวก และรายงานค่า SE และ t-value (Over-identification)

free

fix

constrain

สรุป (1)

n(n+1)/2 > จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

Over-identification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็นบวก และรายงานค่าพารามิเตอร์ ค่า SE และ t-value

สรุป (2)

n(n+1)/2 = จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

Justidentification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็น 0 (fit perfect) และรายงานค่าพารามิเตอร์ ไม่มีการรายงานค่า SE และ t-value

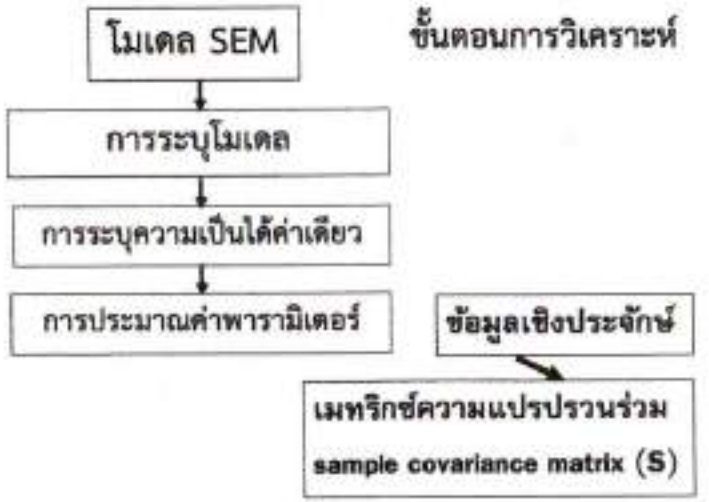
สรุป (3)

n(n+1)/2 < จำนวนพารามิเตอร์ที่ต้องการประมาณค่า

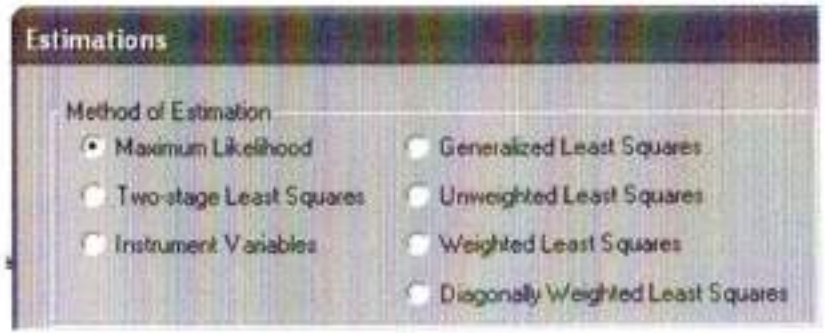
Under Identification โปรแกรมจะรายงานว่า df เป็นลบ ไม่มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ และค่าใด ๆ

ประเภทของพารามิเตอร์

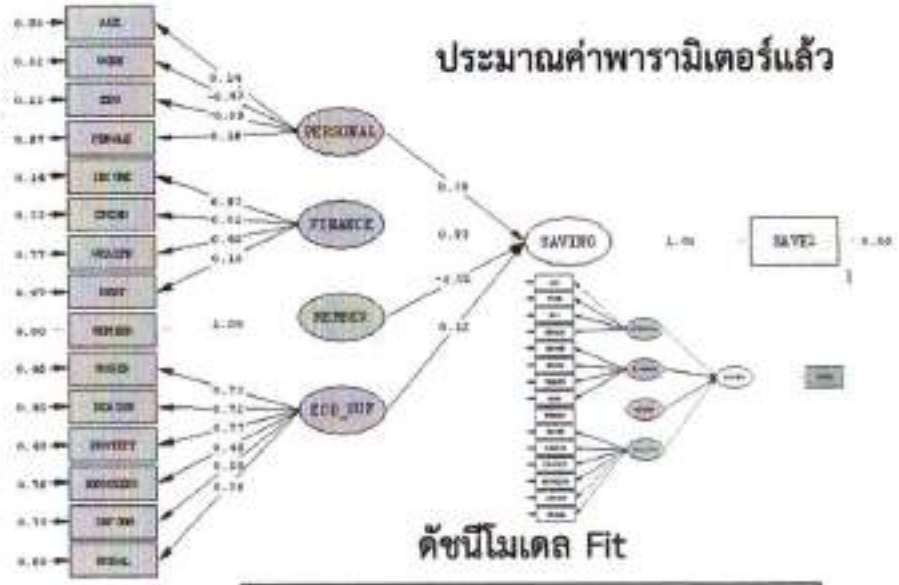
1. Free Parameter: FR
2. Fixed Parameter: FI, VA
3. Constrained Parameter: IN, EQ



วิธีประมาณค่าที่ LISREL มีให้เลือก



ประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว



ดัชนีโมเดล Fit

Chi-Square=611.91, df=87, P-value=0.00000, RMSEA=0.091

62.

Fitted covariance Matrix (Σ)

Fitted Covariance Matrix

	SAVE1	AGE	WORK	EDU	FEMALE	INCOME
SAVE1	10.44					
AGE	-1.69	40.56				
WORK	0.33	-0.19	0.20			
EDU	8.58	-4.97	0.96	31.15		
FEMALE	-0.12	-0.39	-0.05	-0.36	0.24	
INCOME	10.47	-3.63	0.70	18.36	-0.26	23.09
SPEND	6.05	-2.09	0.41	10.60	-0.15	11.44
WEALTH	10.39	-3.60	1.05	18.20	-0.26	19.65
DEBT	1.23	-0.43	0.08	2.16	-0.03	2.33
MEMBER	0.09	-0.14	0.03	0.32	-0.01	0.21
MONEY	0.37	-0.19	0.04	0.95	-0.01	0.68
REASON	0.35	-0.18	0.03	0.90	-0.01	0.64
PROTECT	0.53	-0.27	0.05	1.01	-0.02	0.98
KNOWLEDG	2.20	-1.12	0.22	5.69	-0.08	4.05
INFORM	1.00	-0.51	0.10	2.59	-0.04	1.84
MORAL	0.33	-0.17	0.03	0.84	-0.01	0.60

โมเดล Fit
เท่ากับ $S = \Sigma$

S

Covariance Matrix

	SAVE1	AGE	WORK	EDU	FEMALE	INCOME
SAVE1	10.72					
AGE	-0.94	40.56				
WORK	0.28	-0.19	0.21			
EDU	8.61	-4.98	0.85	31.24		
FEMALE	-0.05	-0.12	-0.05	-0.35	0.24	
INCOME	10.78	-1.89	0.79	18.74	-0.31	23.46
SPEND	6.32	-1.07	0.40	10.87	-0.11	11.47
WEALTH	11.51	0.17	1.13	20.00	-0.42	19.83
DEBT	0.56	-1.85	0.15	3.46	-0.12	2.42
MEMBER	0.10	-0.11	0.04	0.33	-0.01	0.21
MONEY	0.44	-0.23	0.04	0.92	0.00	0.62
REASON	0.32	-0.23	0.02	0.77	0.00	0.31
PROTECT	0.73	-0.74	0.09	1.01	-0.01	0.95
KNOWLEDG	1.89	-1.57	0.22	5.91	-0.09	4.19
INFORM	1.10	-1.01	0.11	2.53	-0.05	1.85
MORAL	0.30	-0.05	0.03	0.83	0.00	0.61

Σ

Fitted Covariance Matrix

	SAVE1	AGE	WORK	EDU	FEMALE	INCOME
SAVE1	10.44					
AGE	-1.69	40.56				
WORK	0.33	-0.19	0.20			
EDU	8.58	-4.97	0.96	31.15		
FEMALE	-0.12	-0.39	-0.05	-0.36	0.24	
INCOME	10.47	-3.63	0.70	18.36	-0.26	23.09
SPEND	6.05	-2.09	0.41	10.60	-0.15	11.44
WEALTH	10.39	-3.60	1.05	18.20	-0.26	19.65
DEBT	1.23	-0.43	0.08	2.16	-0.03	2.33
MEMBER	0.09	-0.14	0.03	0.32	-0.01	0.21
MONEY	0.37	-0.19	0.04	0.95	-0.01	0.68
REASON	0.35	-0.18	0.03	0.90	-0.01	0.64
PROTECT	0.53	-0.27	0.05	1.01	-0.02	0.98
KNOWLEDG	2.20	-1.12	0.22	5.69	-0.08	4.05
INFORM	1.00	-0.51	0.10	2.59	-0.04	1.84
MORAL	0.33	-0.17	0.03	0.84	-0.01	0.60

64.

16

ขั้นตอนการวิเคราะห์

โมเดล SEM

การระบุโมเดล

การระบุความเป็นได้ค่าเดียว

การประมาณค่าพารามิเตอร์

ข้อมูลเชิงประจักษ์

ปรับโมเดล

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม Fitted covariance matrix (Σ)

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม sample covariance matrix (S)

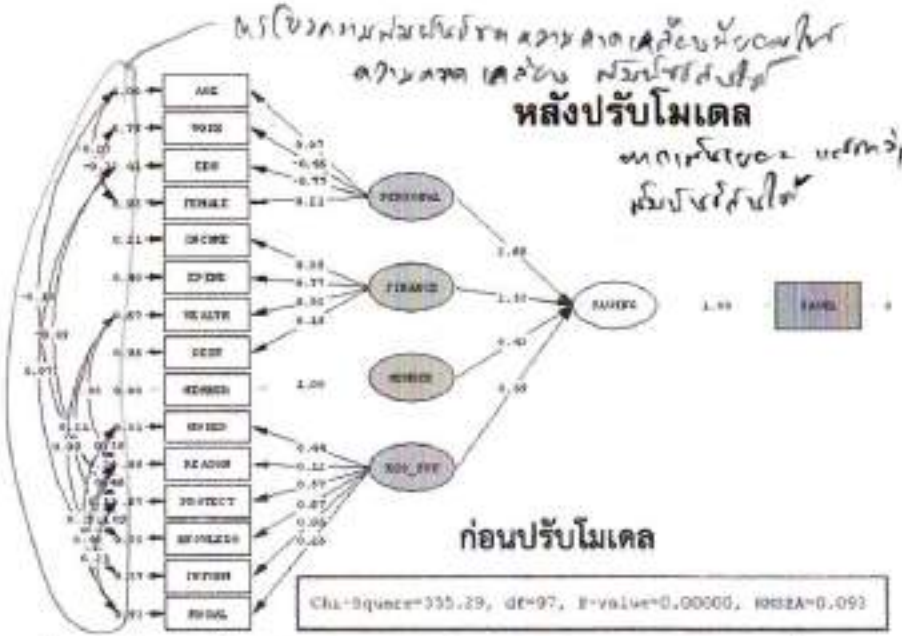
NO

การตรวจสอบความกลมกลืน

YES

การแปลความหมายโมเดล

หลังปรับโมเดล



ก่อนปรับโมเดล

Chi-Square=355.29, df=97, P-value=0.00000, RMSEA=0.093

หลังปรับโมเดล Chi-Square=98.57, df=80, P-value=0.07789, RMSEA=0.027

66

เปรียบเทียบดัชนีโมเดล fit ก่อน-หลังปรับโมเดล

ดัชนีโมเดล fit	ก่อนปรับโมเดล	หลังปรับโมเดล
Chi-square	355.29	98.57
df	97	80
P-value	0.00000 (sig)	0.07789 (non-sig)
RMSEA	0.093 (>.05)	0.027 (< .05)
Chi-square/df	3.66278 (> 2.00)	1.23213 (< 2.00)

เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม

Sample Covariance Matrix (S)

Fitted Covariance Matrix (Σ)

$H_0: S=\Sigma$

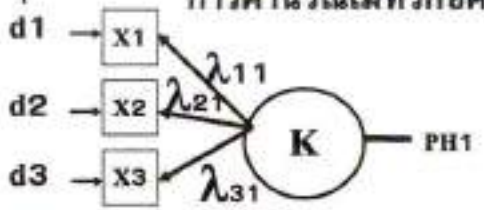
~~$H_1: S\neq\Sigma$~~

χ^2 - Test

χ^2 ควรไม่มีนัยสำคัญ ($p > .05$)

68

การคำนวณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจากโมเดล



$X1 = \lambda 11(K)+d1$

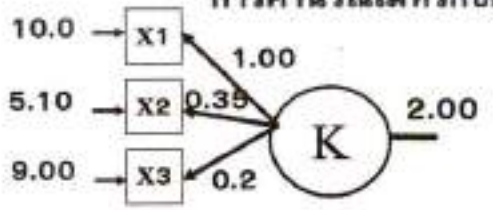
$X2 = \lambda 21(K)+d2$

$X3 = \lambda 31(K)+d3$

$var(X1) = Var(\lambda 11(K)+d1)$
$= \lambda 11^2 Var(K)+Var(d1)$
$var(X2) = \lambda 21^2 Var(K)+Var(d2)$
$var(X3) = \lambda 31^2 Var(K)+Var(d3)$

$cov(X1,X2) = \lambda 11 * \lambda 21 * PH1$
$cov(X2,X3) = \lambda 21 * \lambda 31 * PH1$
$cov(X1,X3) = \lambda 11 * \lambda 31 * PH1$

การคำนวณเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมจากโมเดล



$X1 = 1.00K+d1$

$X2 = 0.35K+d2$

$X3 = 0.2K+d3$

$Var(X1) = \lambda 11^2 Var(K)+Var(d1)$
$= 1*1*2 + 10 = 12.00$
$Var(X2) = .35*.35*2+5.10 = 5.35$
$Var(X3) = 0.2*0.2*2+9.00 = 9.08$

$cov(X1,X2) = \lambda 11 * \lambda 21 * PH1$
$= 1*.35*2 = .70$
$cov(X2,X3) = .14$
$cov(X1,X3) = .40$

	X1	X2	X3
X1	12.00		
X2	0.70	5.35	
X3	0.40	0.14	9.08

Σ: Fitted Covariance

Sample Covariance Matrix (S)

	X1	X2	X3
X1	10.83		
X2	0.74	9.21	
X3	0.75	0.21	9.08

—

Fitted Covariance Matrix ($\sum$)

	X1	X2	X3
X1	12.00		
X2	0.70	5.35	
X3	0.40	0.14	9.08

=

	-1.17		
	0.04	3.86	
	0.35	0.07	0.00

residual Covariance Matrix

LISREL Model output

on Residual matrix

S

$\sum$

$S - \Sigma$

Fitted Residuals

	SAVE1	AGE	WORK	EDU	FEMALE	INCOME
SAVE1	0.28					
AGE	0.76	0.01				
WORK	-0.05	-0.31	0.00			
EDU	0.03	0.00	-0.04	0.19		
FEMALE	0.07	0.07	0.00	0.01	0.00	
INCOME	0.31	1.93	0.02	0.38	-0.06	0.37
SPEND	0.29	1.02	-0.01	0.27	0.03	0.33
WEALTH	1.13	3.87	0.08	1.79	-0.17	0.18
DEBT	-0.67	-1.02	0.07	0.49	-0.08	0.07
MEMBER	0.02	-0.06	0.01	0.00	0.00	-0.01
MODEB	0.08	-0.06	0.00	-0.03	0.02	-0.07
REASON	-0.13	-0.07	-0.01	-0.13	0.02	-0.34
PROTECT	0.20	-0.47	0.02	0.00	0.01	-0.02
KNOWLEDG	-0.21	-0.05	0.01	0.23	-0.01	0.11
INFORM	0.10	-0.50	0.01	-0.04	-0.01	0.01
MORAL	-0.02	0.12	0.00	-0.01	0.01	0.01

84

ดัชนีที่นิยมใช้ตรวจสอบความกลมกลืน

(Goodness of Fit Statistics) (p29)

1. ค่า χ^2 ควรไม่มีนัยสำคัญ (p > .05)
2. ค่า χ^2/df ไม่ควรเกิน 2
3. ค่า RMSEA และ Standardized RMR ต่ำกว่า .05
4. Largest/Smallest Standardized Residual ไม่เกิน |2| — Absolute z
5. Q-Plot มีความชันมากกว่าเส้นในแนวทแยง
6. ค่า CFI, GFI, AGFI มีค่าตั้งแต่ 0.90-1.00

74

ดูค่า Model fit ยังไง?

Goodness of Fit Statistics

ควร > 0.05

Degrees of Freedom = 24
Minimum Fit Function Chi-Square = 109.46 (P = 0.00)
Normal Theory Weighted Least Squares Chi-Square = 105.99 (P = 0.00)
Estimated Non-centrality Parameter (NCP) = 81.99
90 Percent Confidence Interval for NCP = (53.79 ; 117.74)

ควร < 0.05

Minimum Fit Function Value = 0.066
Population Discrepancy Function Value (F0) = 0.065
90 Percent Confidence Interval for F0 = (0.042 ; 0.093)
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) = 0.052
90 Percent Confidence Interval for RMSEA = (0.042 ; 0.062)
P-Value for Test of Close Fit (RMSEA < 0.05) = 0.36

Expected Cross-Validation Index (ECVI) = 0.12
90 Percent Confidence Interval for ECVI = (0.095 ; 0.15)
ECVI for Saturated Model = 0.071
ECVI for Independence Model = 8.76

75

Chi-Square for Independence Model with 36 Degrees of Freedom = 11070.50
Independence AIC = 11088.50
Model AIC = 147.99
Saturated AIC = 90.00
Independence CAIC = 11143.80
Model CAIC = 277.02
Saturated CAIC = 366.50

ควร > 0.90

Normed Fit Index (NFI) = 0.99
Non-Normed Fit Index (NNFI) = 0.99
Parsimony Normed Fit Index (PNFI) = 0.66
Comparative Fit Index (CFI) = 0.99
Incremental Fit Index (IFI) = 0.99
Relative Fit Index (RFI) = 0.99

Critical N (CN) = 498.10

ควร < 0.05

Root Mean Square Residual (RMR) = 0.028
Standardized RMR = 0.029

ควร > 0.90

Goodness of Fit Index (GFI) = 0.98
Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) = 0.97
Parsimony Goodness of Fit Index (PGFI) = 0.52

76

Standardized Residuals

	OPIN1	OPIN2	OPIN3	OPIN4	OPIN5	OPIN6
OPIN1	- -					
OPIN2	2.35	- -				
OPIN3	-5.19	4.03	- -			
OPIN4	4.33	-1.60	2.29	- -		
OPIN5	1.60	-4.46	0.01	4.08	- -	
OPIN6	3.69	1.19	3.46	-1.30	-1.93	- -
OPIN7	2.50	-0.60	-0.27	-0.22	0.00	5.13
OPIN8	2.28	-1.84	0.15	-4.82	-0.32	2.42
OPIN9	1.54	-0.26	1.23	-0.58	3.00	3.53

Standardized Residuals

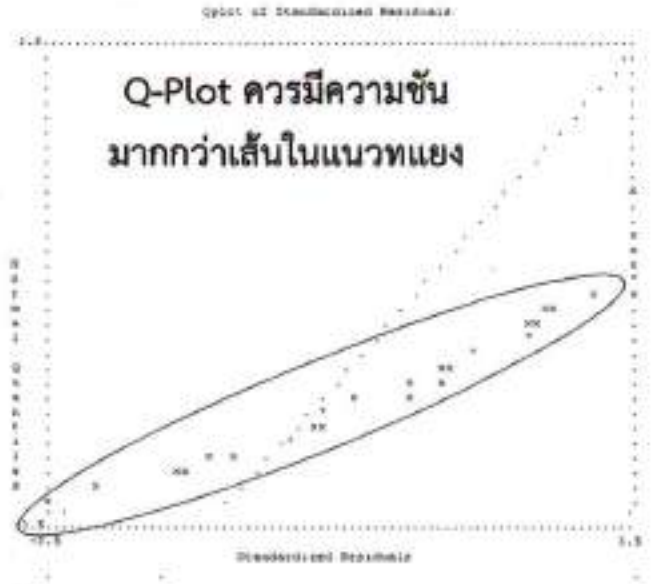
	OPIN7	OPIN8	OPIN9
OPIN7	- -		
OPIN8	2.27	- -	
OPIN9	-2.93	1.26	- -

Summary Statistics for Standardized Residuals

Smallest Standardized Residual = -5.19
Median Standardized Residual = 0.00
Largest Standardized Residual = 5.13

ควรมากกว่า -2

ควรน้อยกว่า 2



Q&A

ศักยภาพของ SEM