



統計的因果推論が拓く AI for Science
「潜在因子を探る統計手法の数理と実践」

因子分析および構造方程式 モデリングにおける理論と実践

狩野 裕(同志社大学)
統計数理研究所 講堂+Zoom
2026年5月22日

統計数理研究所オープンハウス2026

1

AI + 4 + S

統計数理研究所オープンハウス

データから意味を、現象から法則を：
統計的因果推論が拓く AI for Science



統計数理研究所オープンハウス2026

2

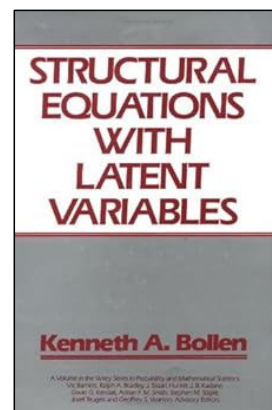
コンテンツ

- はじめに
- (社会)科学における研究成果の再現性
- 因子不変性
 - MGSEM (MGCFA)
- 講演のために検討したトピック
 - 測定モデル・尺度得点と内容的妥当性
 - 因果とSEM
 - SEM と状態空間モデル
 - MDFAと因子分析母数モデル

はじめに

Structural Equation Modeling (SEM)

- Kenneth Bollen (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. Wiley.
- 豊田・前田・柳井(1992). 原因をさぐる統計学：共分散構造分析入門. 講談社
- 豊田(1992). SASによる共分散構造分析. 東大出版
- 狩野(1997). 目で見ると共分散構造分析. 現代数学社
- 豊田(2000). 共分散構造分析：応用編. 朝倉書店



SEMは何をもたらしたか？

- SEMを用いている論文を多々読んできたが、率直に言って、「へえー」とか「なるほど」といった感覚を生じさせてくれる**脱常識性が高いと判断されるものや、著書などで引用したり授業で紹介したりしようと思うものに遭遇したことがない。**
 - 説明にパス図を描いているのでは？
- 数学的には高度であろう分析法を用いて、脱常識性が低い因果関係を**(安易および不当に)主張**していると言えるであろう研究が散見される。
- 問題は、SEMという道具そのものよりも、その適用の仕方にあると考えられる。指摘の多くはSEMを使う場合に限ったことではない。
(赤字は講演者による)
- 出所
 - The Annual Report of Educational Psychology in Japan, 2020, Vol.59, 292-303

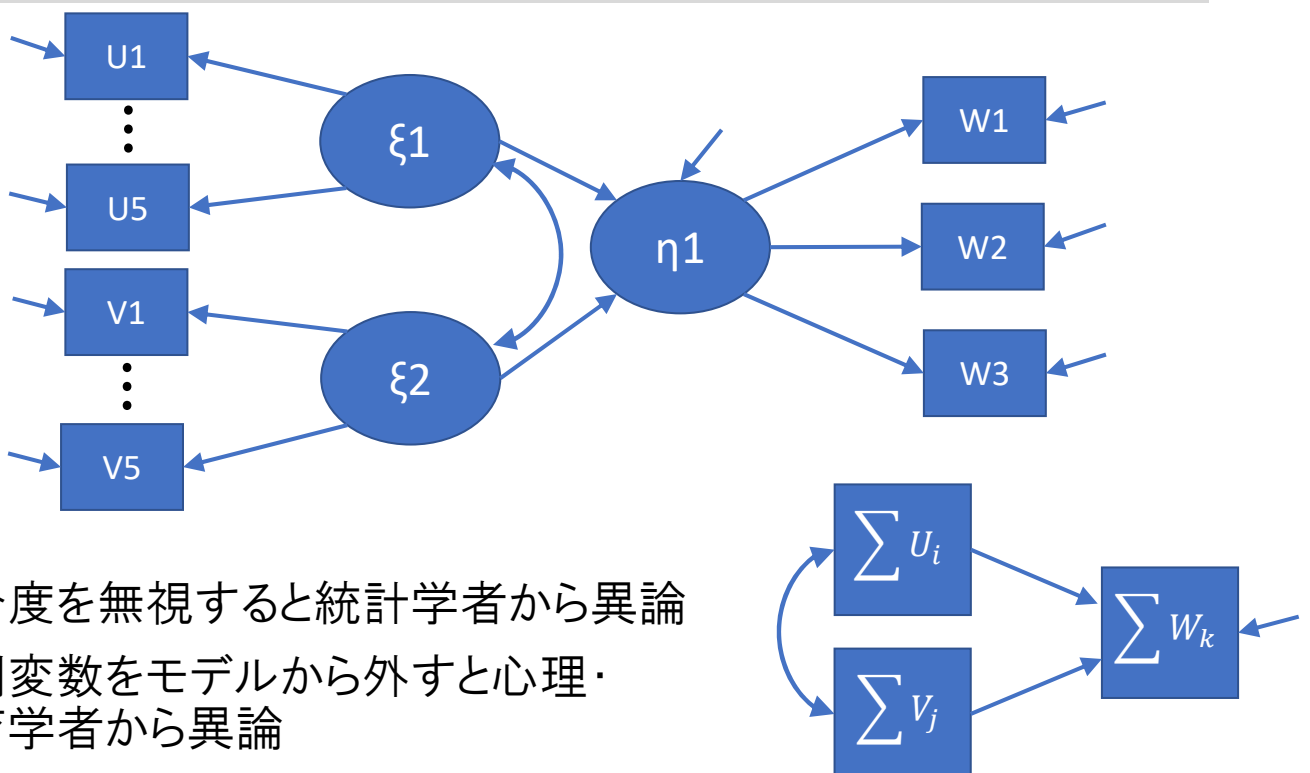
心理測定の立場から見た因子分析と主成分分析

- 筆者がここで語りたいのは、今日、社会科学の分野でも主流になろうとしているデータ分析の方法である共分散構造分析、あるいは、構造方程式モデル(たとえば、狩野, 2002)が、発達・教育・人格・社会的態度・対人関係等を扱う心理学の分野において、**研究の発展を促進するというよりも、むしろ妨げているのではないか**という懸念である。

(赤字は講演者による)

- 出典:村上隆(2002)
 - 日本行動計量学会2002大会講演抄録集

敵視される適合度評価



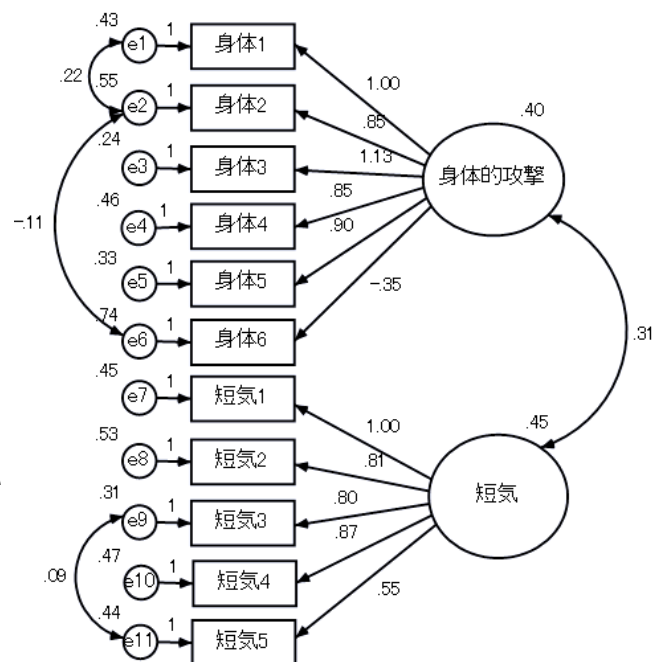
- 適合度を無視すると統計学者から異論
- 観測変数をモデルから外すと心理・教育学から異論

Quick reply to “What has SEM brought you?”

- SEMはconfirmatory (確証的・確認的・検証的)な分析手法である
 - **ビックリする結果が出てくることはあまりない**
- どちらかというと、従来の分析で確認されていた実証研究の前提条件等をチェックする機能が強い
 - 応用研究者に嫌がられるタイプ
 - 適合度によるモデルの全体的評価は、従来の研究手続きでは重視されていなかったプロセス
 - モデル適合を重視するあまり、モデル(or 仮説)が曲げられる!?
 - **モデル吟味を、再現性の改善および頑健な研究成果に向けて活かす**
- パス図の有効性についてはおそらく反論はない

パス図の効用とパストレーシングルール

- パス図を用いた研究仮説や結果の可視性に優れている(荘島宏二郎)
- The familiar “arrow and bubble” diagrams
 - 1960年代までに骨格完成
- Causal DAG
 - Judea Pearl among others
 - グラフ理論
- 他の研究者等からの意見が出やすい
- パストレーシングルール
 - パスをたどって共分散
 - 標準解



攻撃性データの分析: 中学生女子
 カイ2乗値($df=71$, $465(40)$) $n=303$
 GFI=.961 CFI=.971 RMSEA=.051

例：偏相関係数の公式は覚えなさい！

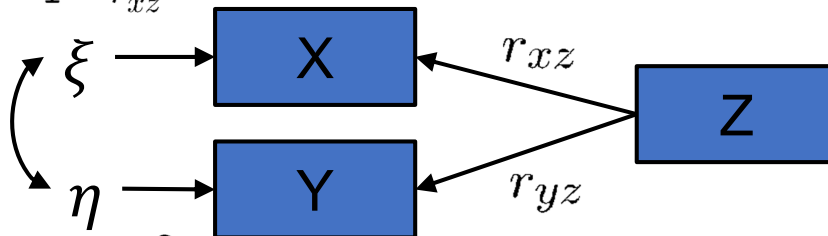
$$\begin{cases} X = r_{xz}Z + \xi \\ Y = r_{yz}Z + \eta \end{cases} \quad \begin{aligned} E(X) = E(Y) = E(Z) &= 0 \\ \text{Var}(X) = \text{Var}(Y) = \text{Var}(Z) &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \text{Cov}(X, Y) = \text{Cov}(r_{xz}Z + \xi, r_{yz}Z + \eta) \\ &= r_{xz}r_{yz} + \text{Cov}(\xi, \eta) \end{aligned}$$

$$\therefore \text{Cov}(\xi, \eta) = r_{xy} - r_{xz}r_{yz}$$

$$r_{xy \cdot z} = \frac{\text{Cov}(\xi, \eta)}{\sqrt{\text{Var}(\xi)\text{Var}(\eta)}} = \frac{r_{xy} - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{(1 - r_{xz}^2)(1 - r_{yz}^2)}}$$

$$\text{Var}(\xi) = 1 - r_{xz}^2$$



$$\text{Var}(\eta) = 1 - r_{yz}^2$$

統計数理研究所オープンハウス2026

12

実証研究の再現(可能)性

(社会)科学における研究成果の再現(可能)性

統計数理研究所オープンハウス2026

13

SCOREプロジェクト

- **SCORE**: Systematizing Confidence in Open Research and Evidence
- Investigating **the reproducibility** of the social and behavioural sciences
 - Olivia Miske et. al. *Nature*, April 1, 2026 online.
 - 元のデータを別の研究者集団が改めて分析(73.5%)
- Investigating **the analytical robustness** of the social and behavioural sciences
 - Balazs Aczel et. al., *Nature*, April 1, 2026 online.
 - 元データを別の方法で分析(再現率1/3)
- Investigating **the replicability** of the social and behavioural sciences
 - Andrew Tyner et. al., *Nature*, April 1, 2026 online.
 - 別の研究者が実験をレポート(再現率55.1%)

SCOREプロジェクト

- The so-called “replication crisis” is not confined to the social and behavioral sciences. It’s a long-recognized problem that has **concerned investigators in several fields, including medicine.**
 - 犯罪学、経済学、教育科学、健康科学、リーダーシップ、マーケティング、組織行動、心理学、政治学、公共行政学、社会学といった分野
- 解説記事
 - <https://forbesjapan.com/articles/detail/96189>
 - <https://www.forbes.com/sites/michaelnietzel/2026/04/04/only-about-half-of-social-science-results-can-be-replicated-finds-new-study/>
- 少し昔にも
 - Estimating **the reproducibility** of psychological science
 - Open Science Collaboration, *Science*, 2015, Vol. 349, No. 6251
 - (再現率40%未満)

日本における再現可能性の議論

- 心理学の再現可能性
 - 友永雅己・三浦麻子・針生悦子
 - 心理学評論59(1), 2016
- 心理学における再現性危機の10年—危機は克服されたのか, 克服され得るのか—
 - 平石界・中村大輝
 - 科学哲学54(2), 2021
 - 設定を少しずつ変えて調査や実験を繰り返し, 得られたデータへ多種多様な分析をかけ, インパクトのある新奇なストーリーを構成し得る結果を取捨選択し, 論文にまとめる。
→ 再現性の低い論文の量産
 - 多重比較のイメージ
- 統計学の現場は一枚岩ではない
 - 三中信宏. 心理学評論59(1), 2016
 - p-値ハッキング…実験者が納得できる統計的結果がでるまで手段を選ばない不適切な行為
- 「No.1調査」問題を彷彿(2024)
 - 消費者庁による行政処分
- 処方箋: オープンサイエンス化
 - 出版後レビュー
 - 事前登録・審査制
 - Open Science Framework (OSE osf.io)
 - As.predicted (aspredicted.org)
 - ClinicalTrials.gov



SEMと再現(可能)性

適合, 探索, 再現性!

ある例：全体モデル「評価」の重要性 推移率？「 $A \Rightarrow B, B \Rightarrow C$ 」 \Rightarrow 「 $A \Rightarrow C$ 」？



(b) 性別×走行距離

	短い	長い
女	178	74
男	74	178

Odds Ratio=5.79

(c) 走行距離×修復歴

	なし	あり
短い	178	74
長い	74	178

Odds Ratio=5.79

(d) 性別×修復歴

	なし	あり
女	126	126
男	126	126

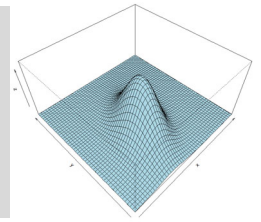
Odds Ratio=1

- 上の3変数モデルの適合度
 - カイニ乗値=23.114 > 3.841 = $\chi^2(1)$
 - 3次元分割表データが必要
- それぞれの単回帰分析(連関性分析)が適切に行われていることの確認だけでは全体モデル(パス解析)の吟味にならない
- 適合が悪いモデルでは何が起ころうともおかしくない。

探索的研究と検証的研究： SEMと再現性

- 検証的研究は事前に立てた仮説の検討
 - モデル適合は必要要件
 - 統計的検定の適用は適切
 - 再現性はある
- 探索的研究はあくまでも「探索」
 - 多数回の試行錯誤の結果。p値は参考情報
 - 再現性は高くないかもしれない。フォローアップ研究が必要
 - 先行研究の少ない新規の分野やテーマでは致し方ない
 - 脱常識性が高い結果が得られる可能性 → 要フォローアップ研究
- SEMは検証的研究のために開発された方法論
 - モデル探索にも利用可能
 - SEMで2000個のモデルを検討したなど
 - 統計的検定や適合度評価は参考情報にしか過ぎない
- 探索的に分析したのに検証的分析の結果のように装うことは避けたい

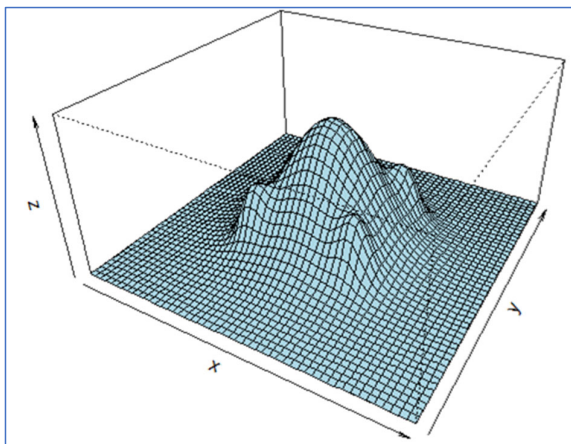
何が違う？



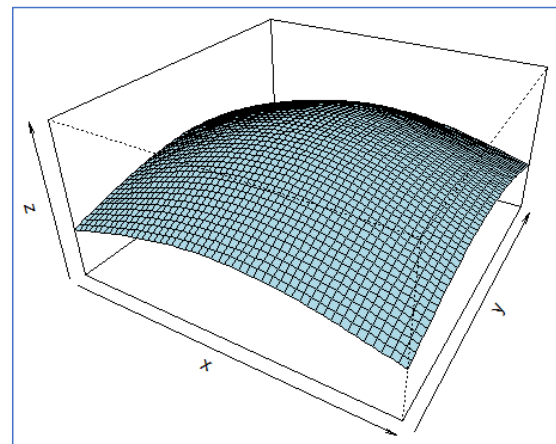
- ストーリー1
 - 興味ある事柄に関する先行研究をサーベイし、新たな仮説を構築、データ採取を設計し、実際にデータを採取した。
 - 仮説に基づく初期モデルを少し修正し、適合の良いモデルを得た。
- ストーリー2
 - 興味ある事柄に関する先行研究をサーベイし、新たな仮説を構築、データ採取を設計し、実際にデータを採取した。
 - 仮説に基づいて作成した初期モデルが棄却されたため、仮説を修正し可能性のある様々なモデルを作成し適合を検討していった結果、ある適合の良いモデルを得た。
- 初期モデルからどのような道筋をたどって最終モデルに到達したかを記述する
 - 探索分析をしたのか検証分析をしたのか
- 再現可能性(のレベル)を伝えることになる
- クロスバリデーションはストーリー2への対処として有益であろう

適合度と再現性

- 最適モデルから遠いモデルを初期モデルとする探索研究は再現性が低い!?
- 適合が良くないモデルは再現性が低い!?
 - Rule of thumb, heuristic rule
- 要理論研究



最適モデルから離れたモデルからスタートすると



モデルが不適切だと

高い再現性を実現する研究へ

- オープンサイエンス化
 - 事前登録
 - オープンマテリアル, オープンデータ, オープンスクリプト
 - 出版後レビュー
 - 経過
 - この10年間では成功事例は少ないよう
 - 平石界・中村大輝(2021)
 - アカデミックでは難しい事前登録
- 本稿では, 再現性についてデータ分析のプロセスに絞って, 適合度およびモデル探索を議論した

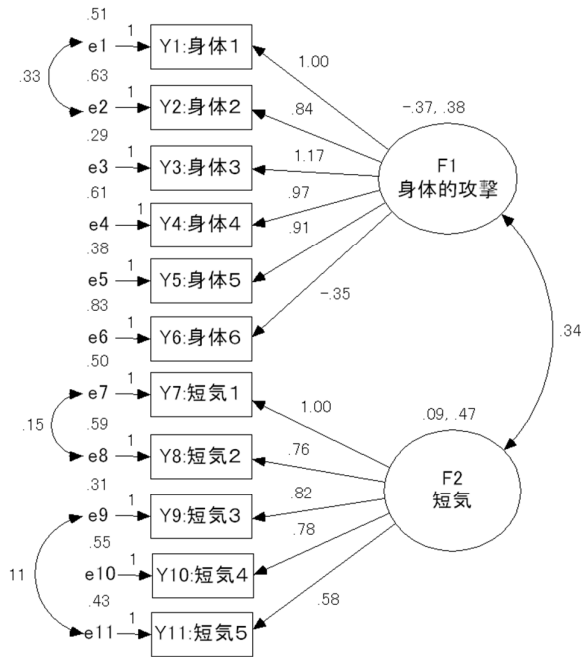
因子不変性

Factorial invariance in SEM

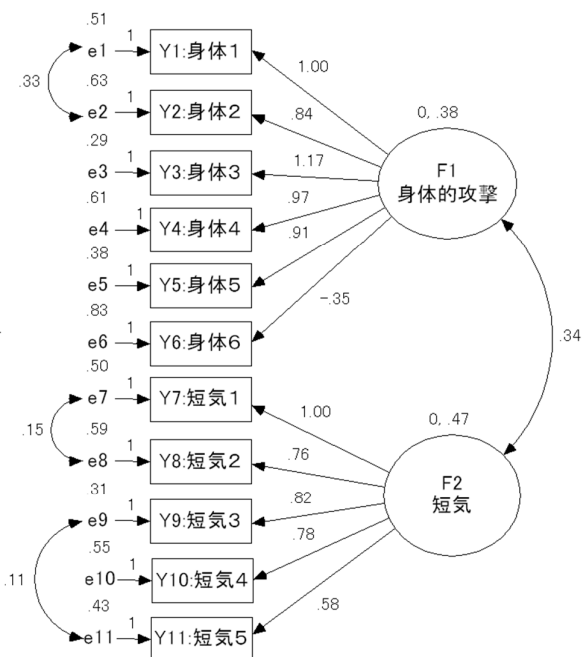
Simultaneous SEM in several populations

Multiple-Group SEM

多母集団同時分析における因子不変性 ---攻撃性データの男女比較---



攻撃性データの分析:女子の母集団
カイ2乗値(df)=241.787(115) n=303



攻撃性データの分析:男子の母集団
カイ2乗値(df)=241.787(115) n=276

統計数理研究所オープンハウス2026

尺度項目

攻撃性質問紙 (一部)

変数名	質問項目
身体1	(身体22) たたかれたらたたきかえす (18)
身体2	(身体04) たたかれたりけられたりしたら必ずやりかえす (3)
身体3	(身体12) からかわれたらたたいたりけったりするかもしれない (9)
身体4	(身体15) 自分を守るためなら暴力をふるうのも仕方ない (12)
身体5	(身体20) 人に乱暴なことをしたことがある (17)
身体6	(身体26) どんなことがあっても人をたたいたりけったりしては いけないと思う (22)
短気1	(短気11) すぐに怒るほうだ (8)
短気2	(短気18) ちょっとしたことでも腹が立つ (15)
短気3	(短気13) すぐにけんかをしてしまう (10)
短気4	(短気27) よく口げんかをする (23)
短気5	(短気05) 友達とけんかすることがある (4)

† 「身体」は「身体的攻撃」を表す

- 島井哲志・山崎勝之(2002)攻撃性の行動科学 健康編. ナカニシヤ出版
- 坂井明子・山崎勝之(2004). 小学生用 P-R 攻撃性質問紙の作成と信頼性, 妥当性の検討 心理学究, 75, 254-261.
- 坂井明子・山崎勝之・曾我祥子・大芦治・島井哲志・大竹恵子(2000). 小学生用攻撃性質問紙の作成と信頼性, 妥当性の検討 学校保健研究, 42, 423-433.

統計数理研究所オープンハウス2026



モデル式で表現すると

配置不変:

$$Y_g = \nu_g + \Lambda(\lambda_g)f_g + u_g$$
$$E(f_g) = \alpha_g, \text{Var}(f_g) = \Phi_g, \text{Var}(u_g) = \Psi_g$$
$$(g = 1, \dots, G)$$

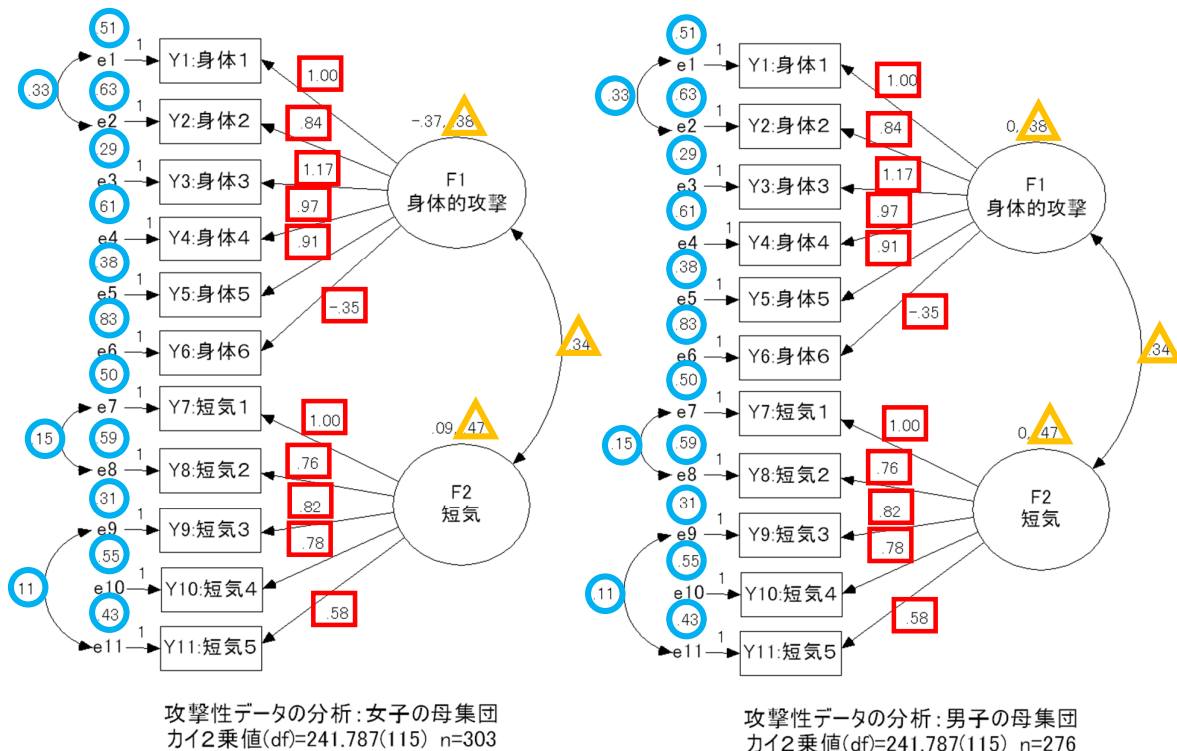
スカラー不変:

$$Y_g = \nu + \Lambda(\lambda)f_g + u_g$$
$$E(f_g) = \alpha_g, \text{Var}(f_g) = \Phi_g, \text{Var}(u_g) = \Psi_g$$
$$(g = 1, \dots, G)$$

因子不変性の検討

- Configural invariance (配置不変, 同一のパス図)
 - $\Lambda_g(\lambda_g) = \Lambda_{g'}(\lambda_{g'})$, $\nu_g \neq \nu_{g'}$, $\alpha_1 = \dots = \alpha_G = 0$
 $\lambda_g \neq \lambda_{g'}$ (λ_g and $\lambda_{g'}$, may not be the same value), $g, g' = 1, 2, \dots, G$; $g \neq g'$
- Exact (or full) invariance
 - Measurement invariance (測定不変)
 - Metric invariance, or Weak factorial invariance (弱因子不変)
 - $\Lambda_g(\lambda) = \Lambda_{g'}(\lambda)$; $\Psi_g \neq \Psi_{g'}$; $\nu_g \neq \nu_{g'}$; $\Phi_g \neq \Phi_{g'}$; $\alpha_g \neq \alpha_{g'}$
 - Scalar Invariance (スカラー不変)
 - $\Lambda_g(\lambda) = \Lambda_{g'}(\lambda)$; $\Psi_g \neq \Psi_{g'}$; $\nu_g = \nu_{g'}$; $\Phi_g \neq \Phi_{g'}$; $\alpha_g \neq \alpha_{g'}$
- Strong factorial invariance (強因子不変)
 - $\Lambda_g(\lambda) = \Lambda_{g'}(\lambda)$; $\Psi_g = \Psi_{g'}$; $\nu_g \neq \nu_{g'}$; $\Phi_g \neq \Phi_{g'}$; $\alpha_g \neq \alpha_{g'}$
- Strict factorial invariance (厳密な因子不変)
 - $\Lambda_g(\lambda) = \Lambda_{g'}(\lambda)$; $\Psi_g = \Psi_{g'}$; $\nu_g = \nu_{g'}$; $\Phi_g = \Phi_{g'}$; $\alpha_g \neq \alpha_{g'}$

多母集団同時分析における因子不変性



統計数理研究所オープンハウス2026

28

因子不変性の検討(続)

- 正確な不変性(Exact (or full) invariance)
 - 「制限が強い不変性」は成立し難い
 - とくに, 国際比較などでは
 - 比較したい母集団が多いときも
 - 等式制約の検定を複数回実行する「検定の多重性」の問題
- 部分的な不変性(Partial Invariance)
- 近似的な不変性(Approximate Invariance)
 - ベイズ的アプローチ
- 文献
 - Asparouhov and Muthén (2012). Bayesian structural equation modeling: A more flexible representation of substantive theory. *Psychological Methods*, 17(3), 313-335.

統計数理研究所オープンハウス2026

29

Approximate Invariance Test

- Approximate (Bayesian) Measurement Invariance Test
 - $\nu_{ig} - \nu_{ig'} \sim N(0, \sigma_\nu^2), \lambda_{ig} - \lambda_{ig'} \sim N(0, \sigma_\lambda^2)$
 - $i = 1, \dots, p; g, g' = 1, \dots, G, g \neq g'$
 - 例: $\sigma_\nu^2 = \sigma_\lambda^2 = 0.05$
 - 当該ベイズモデルの適合を検討する
 - 当該ベイズモデルが受容された場合, 近似的に不変性が成り立つとみなす
 - 切片 ν_{ig} と λ_{ig} 因子負荷量が群間で等しいとするスカラー不変よりかなり柔軟

Alignment Optimization (Asparouhov and Muthén, 2014)

- 前提
 - Configural Invariance (配置不変, 群間で同一のパス図)
 - Approximate (Measurement) Invariance
 - Scalar Invarianceが成立しない
- 単因子モデルを例にしたAO
 - $Y_{ig} = \nu_{ig} + \lambda_{ig}f_g + \epsilon_{ig}, i = 1, \dots, p; g = 1, \dots, G,$
with $E(f_g) = \alpha_g; \text{Var}(f_g) = \sigma_g^2.$
 - f_g の location and scale について不定性あり
 - Scalar invarianceが成立しない
 - $\neg \nu_{i1} = \dots = \nu_{iG}, \cup \neg \lambda_{i1} = \dots = \lambda_{iG} \quad (i = 1, \dots, p)$
 - 因子 f_g の location と scale に関する不定性を解消する際, Scalar invariance が近似的に成り立つようパラメトリゼーションを工夫する
 - 配置不変モデルの適合度を維持

Alignment Optimization (Asparouhov and Muthén, 2014)

- 単因子モデルを例にしたAO(続)
- $\hat{\lambda}_{ig0}, \hat{\nu}_{ig0}$ ($i = 1, \dots, p; g = 1, \dots, G$)
 - 配置不変かつ $E(f_g) = 0, \text{Var}(f_g) = 1$ としたときの推定値
- 群間で

$$\hat{\lambda}_{i1} \doteq \dots \doteq \hat{\lambda}_{iG} \left(\Leftrightarrow \frac{\hat{\lambda}_{i10}}{\sigma_1} \doteq \dots \doteq \frac{\hat{\lambda}_{iG0}}{\sigma_G} \right)$$

$$\hat{\nu}_{i1} \doteq \dots \doteq \hat{\nu}_{iG} \left(\Leftrightarrow \hat{\nu}_{i10} - \frac{\hat{\lambda}_{i10}}{\sigma_1} \alpha_1 \doteq \dots \doteq \hat{\nu}_{iG0} - \frac{\hat{\lambda}_{iG0}}{\sigma_G} \alpha_G \right)$$
 が成り立つように σ_g, α_g を選択する
- いままでは
 - ある因子負荷を1に固定(marker variable)
 - 切片を等値 $\nu_{i1} = \dots = \nu_{iG}$ ($i = 1, \dots, p$)
 - 一つの母集団の潜在変数の平均=0と固定

Alignment Optimization (Asparouhov and Muthén, 2014)

$$H(\boldsymbol{\sigma}, \boldsymbol{\alpha}) := \sum_{i=1}^p \sum_{g < g'}^G w_{i1gg'} \rho \left(\frac{\hat{\lambda}_{ig0}}{\sigma_g} - \frac{\hat{\lambda}_{ig'0}}{\sigma_{g'}} \right) + \sum_{i=1}^p \sum_{g < g'}^G w_{i2gg'} \rho \left(\hat{\nu}_{ig0} - \hat{\nu}_{ig'0} - \frac{\hat{\lambda}_{ig0}}{\sigma_g} \alpha_g + \frac{\hat{\lambda}_{ig'0}}{\sigma_{g'}} \alpha_{g'} \right)$$

$$(\hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\boldsymbol{\alpha}}) := \underset{\boldsymbol{\sigma} \in \mathbb{R}_{>0}^p, \boldsymbol{\alpha} \in \mathbb{R}^p}{\text{argmin}} H(\boldsymbol{\sigma}, \boldsymbol{\alpha}), \text{ with } \sigma_1 = 1, \alpha_1 = 0$$

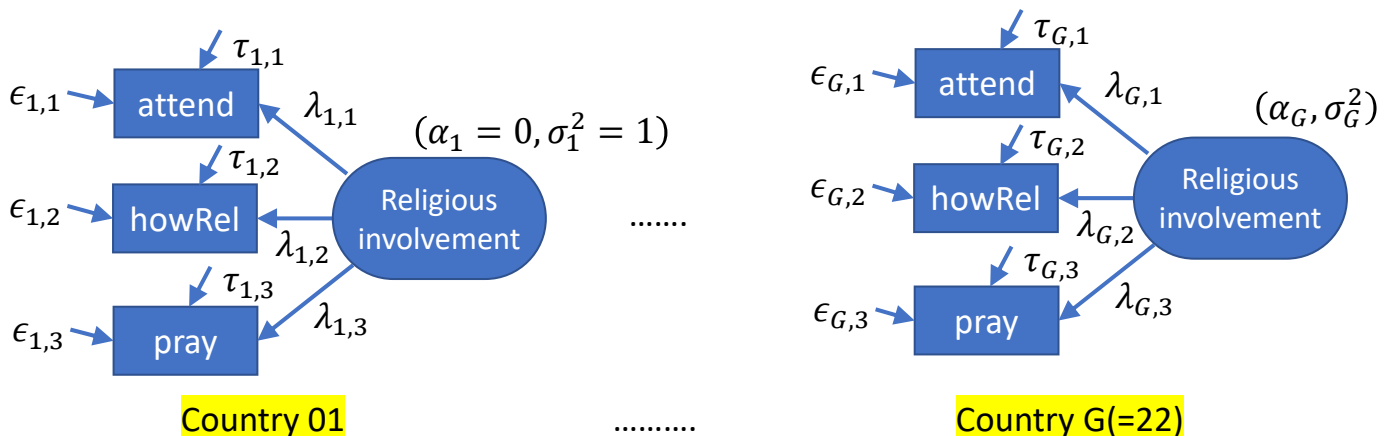
$$\text{where } \rho(x) = \sqrt{\sqrt{x^2 + \epsilon}}, \quad w_{ijgg'} = \sqrt{N_g N_{g'}}$$

Alignment Optimization グルーピング

- $H_0: \nu_{i1} = \dots = \nu_{iG}$ を検定によって検討し, 変数 Y_i の切片をグルーピング(多重比較的)
- $H_0: \lambda_{i1} = \dots = \lambda_{iG}$ を検討し, 変数 Y_i の因子負荷量をグルーピング(多重比較的)

Example: Religious Involvement Data

- European Social Survey (ESS Round 2, 2004-2005), responses from 22 countries
 - C14 Church attendance (attend)
 - C13 Self-reported religiosity (howRel)
 - C15 Frequency of prayer (pray)



Traditional partial invariance Meuleman and Billiet (2018)

TABLE 7.3

Equivalence Tests for Religious Involvement

Model Specifications		χ^2	df	RMSEA	CFI	$\Delta\chi^2$
M0	Full scalar invariance	1832.44	96	0.098	0.981	—
M1	ν_{c14}^{TR} free	1057.16	95	0.073	0.990	775.28
M2	ν_{c13}^{IE} free	951.82	94	0.069	0.991	105.34
M3	ν_{c15}^{TR} free	834.65	93	0.065	0.992	117.17
M4	ν_{c13}^{BE} free	738.83	92	0.061	0.993	95.83
M5	ν_{c14}^{IS} free	639.83	91	0.056	0.994	99.00
M6	ν_{c14}^{PL} free	593.93	90	0.054	0.995	45.89
M7	ν_{c13}^{NL} free	549.65	89	0.052	0.995	44.28
M8	ν_{c14}^{GB} free	513.56	88	0.050	0.995	36.09
M9	ν_{c14}^{FI} free	479.46	87	0.049	0.996	34.10

統計数理研究所オープンハウス2026

36

清水香基(2026/March) ISM@seminar

“x” indicate
non-invariant
parameters

		Loadings			Intercepts		
		C13 howRel	C14 attend	C15 pray	C13 howRel	C14 attend	C15 pray
AT	Austria	x	x				
BE	Belgium				x	x	
CH	Switzerland	x		x			
CZ	Czechia		x	x	x	x	
DE	Germany	x	x		x		x
DK	Denmark						x
EE	Estonia				x	x	x
ES	Spain	x	x				
FI	Finland		x		x		
FR	France						
GB	United Kingdom	x	x			x	x
GR	Greece	x					
IE	Ireland	x	x	x	x		
LU	Luxembourg					x	x
NL	Netherlands	x		x	x	x	
NO	Norway						
PL	Poland	x	x		x	x	
PT	Portugal	x	x				
SE	Sweden						x
SI	Slovenia	x	x				x
TR	Turkey		x		x		x
UA	Ukraine	x		x	x		
# of noninvariant paras		12	11	5	10	7	8
% of noninvariant paras		42.40%			37.90%		

統計数理研究所オープンハウス2026

37

Approximate Invariance(AI)の評価

- AIの評価は今からである
- 分析者のモデリングなし(等値制約の検定なし)で、近似的ではあるが、不変性を検討できることはメリット
- 近似的不変性の下で直ちに因子平均の推測を可能とするには疑問が残る
- 事前分布の取り方によって結果が変わる
 - $\nu_{ig} - \nu_{ig'} \sim N(0, \sigma_\nu^2)$, $\lambda_{ig} - \lambda_{ig'} \sim N(0, \sigma_\lambda^2)$
 - $i = 1, \dots, p$; $g, g' = 1, \dots, G$, $g \neq g'$
 - 例: $\sigma_\nu^2 = \sigma_\lambda^2 = 0.05$

Alignment Optimization(AO)の評価

- AOの評価は今からである
- 適合度が配置不変モデルと同一という性質はウリではある
 - しかし、この性質を保証することにより、動かせるパラメータの数が少なくなり、等値であれ近似であれ、達成数が限られる
 - 等式成立の場合でも推定値は異なる
 - ごく小さな適合度の低下であれば等値制約を置けるのではないか
 - 依然として多重性の問題がある

In progress!

- SEMにおける多母集団同時分析は有力な分析の道具
- 適用範囲が広がるにつれて柔軟なモデル構築が望まれている
 - Asparouhov & Muthén (2014)
 - Scopus 635; Google Scholar 1066
- AIとAOには一定の進歩がみられるが、発展途上である。ここ数年に期待！
 - 正確な不変性について
 - 配置不変と測定不変の間のモデル開発
 - 因子平均の推測を可能としたい
 - 近似的な不変性について
 - 因子平均の推測との関連を検討

Summary

SEM for Science: SEM4S

- SEMの適合度評価は重要。安易な対応ではなく、従来の理論の改善も含めて前向きに考えたい。それが研究成果の再現性の向上につながるのではないか
- SEMIによる分析は必ずしも再現性が高いとは言えない
 - SEMIは探索的分析にも利用できる
 - SEMの適切な利用は実証分析の再現性の向上に資するだろう
 - SEMでの分析プロセスのオープン化が必要
- 尺度得点と測定モデルの利用は根本から異なる。使い分けは研究目的に依存する
- 多母集団同時分析の利用範囲は広がっており、方法論の発展も急である