

指定討論

日本教育心理学会第61回総会研究委員会企画シンポジウム
「SEMは心理学に何をもたらしたか？」

宇佐美慧
(東京大学)

Email: usami@ct.u-tokyo.ac.jp
HP: <http://www.satoshiusami.com/>

コメント

・「因果誤見解」問題（荘島先生）

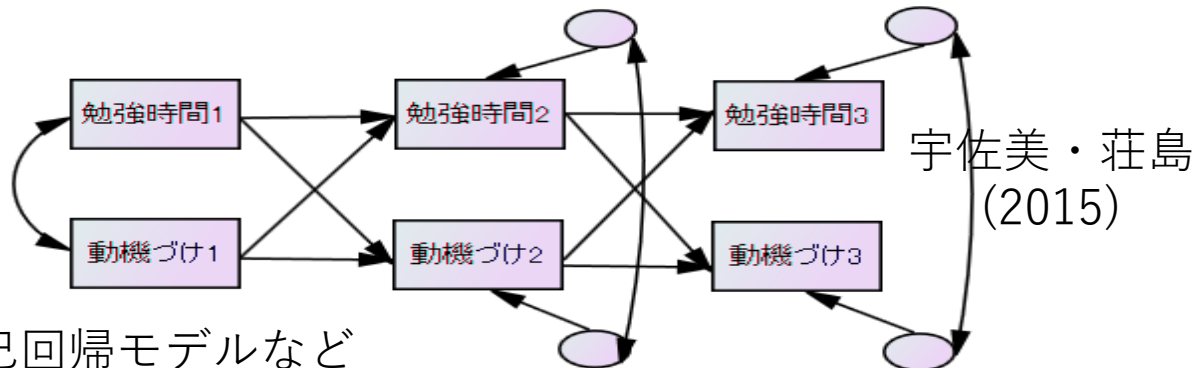
特に「**交絡**」は因果推論と密接な関係。実践にはまだ改善の余地あり（後述）。適合度指標への過度な依存と拡大解釈。

・「誤差間共分散」問題（荘島先生）

特に縦断モデルでは、誤差間共分散の仮定は自然なものと考えられることが多い（e.g. 同一変数に関する独自因子間の相関）。

交差遅延モデル(CLPM)*の場合…現在の二変数間の相関について、過去の二変数の情報だけでは説明できない部分があるか？

学年（受験）は共通原因？
統制の必要性？



宇佐美・荘島
(2015)

*クロスラグモデル、多変量自己回帰モデルなどと呼ばれることもある。英語ではcross-lagged panel model (CLPM)が主流に。

交差遅延モデルについての補足 (Usami et al., 2019)

- **random intercept CLPM (RI-CLPM)**; Hamaker et al., 2015)... (時間的に安定した) 個人差を (因子負荷を1に固定した) 特性因子によって統制し、「個人内(within-person)の関係」としてのクロスラグ係数を推定。←因果関係は本質的に個人内の関係、という考え。
- 特性因子による統制は、時間不変的(time-invariant)な交絡変数による統制を意味する。つまり、因果推論としては、時間変動的な交絡変数があれば、それを考慮する必要性 (後述)。
- RI-CLPMにもそれ特有の仮定 (e.g. 各個人の成長軌跡が平行) が暗黙裡にあり、絶対的に優れたモデルではない。
- 潜在変化得点モデル (LCS) におけるクロスラグ係数
←変化量 (Δ) を明示的にモデリングする意味は薄い。
←成長因子 (S) を含めることが却って因果推論上強い仮定に。

A Unified Framework of Longitudinal Models to Examine Reciprocal Relations

Satoshi Usami
University of Tokyo

Kou Murayama
University of Reading and Kochi University of Technology

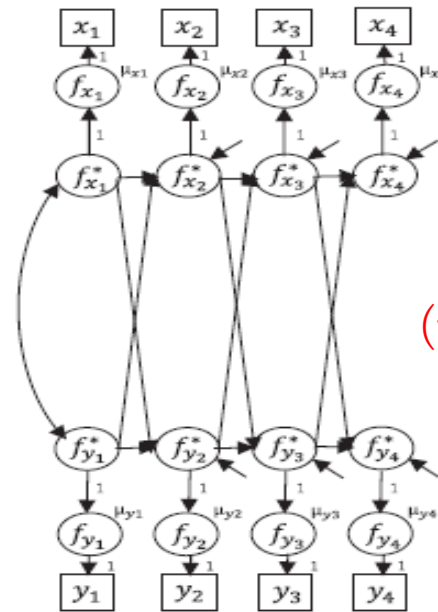
Ellen L. Hamaker
Utrecht University

Abstract

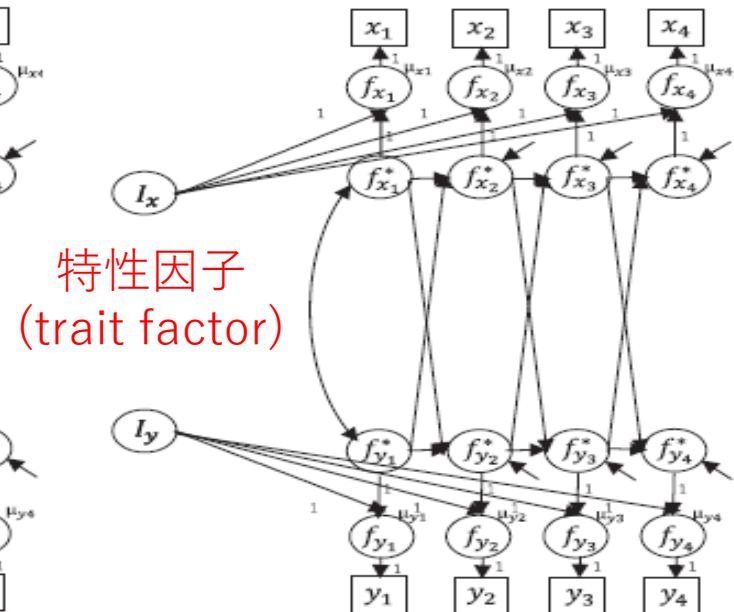
Inferring reciprocal effects or causality between variables is a central aim of behavioral and psychological research. To address reciprocal effects, a variety of longitudinal models that include cross-lagged relations have been proposed in different contexts and disciplines. However, the relations between these cross-lagged models have not been systematically discussed in the literature. This lack of insight makes it difficult for researchers to select an appropriate model when analyzing longitudinal data, and some researchers do not even think about alternative cross-lagged models. The present research provides a unified framework that clarifies the conceptual and mathematical similarities and differences between these models. The unified framework shows that existing longitudinal models can be effectively classified based on whether the model posits unique factors and/or dynamic residuals and what types of common factors are used to model changes. The latter is essential to understand how cross-lagged parameters are interpreted. We also present an example using empirical data to demonstrate that there is

・ 様々な種類のクロスラグモデル間の数理的・概念的関係を整理。

・ RI-CLPMはpossible solutionであるが、特定のモデルの利用を奨励するという趣旨の論文ではない。



a. CLPM



特性因子
(trait factor)

c. RI-CLPM

コメント（続き）

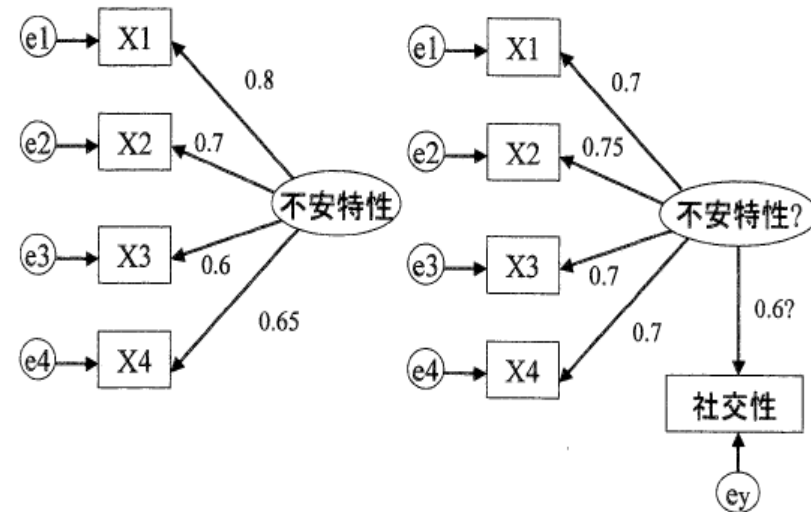
・「構造同値」問題（荘島先生）

段階推定によるアプローチ（星野、2003; Hayes & Usami, 2019）

→各測定モデルの因子得点を推定してから回帰（パス）分析。

・データがモデルに完全にfitしていない状況下では、（よく実践される）同時推定（図右側）と、段階推定での解は異なる。

・因子得点間の回帰でも、段階推定の活用は進んでいる（特に、推定された因子得点の分散を補正してから回帰する方法；Croon, 2002; Hayes & Usami, 2019←誤差共分散の考慮）。



（星野、2003）

コメント（続き）

- ・ 「懸垂項目数」問題（荘島先生）

- × 多項目あっても、意味内容に広がりのない項目群の設定。
→ そもそも、測定を意図している構成概念の意味内容や、類似の概念との相違点が不透明なことも（宇佐美、2016）。
→ 構成概念を反映したスコアの測定を実は目的としていない？

- ・ 必然性よりも「使ってみたい」という気持ちが先行していたような記憶（鈴木先生）…当初は（本当は）もっと「深くて」・「多面的な」問であったはずの研究仮説が、いつのまにか方法論に縛られる（&因果推論をする上でのSEMの限界：後述）。
→ 研究目的・研究仮説の明確化・精緻化と、それを踏まえた研究デザイン・データ収集・方法論の選択が重要。
→ 心理統計教育の問題とも密接な関係（後述）。

SEMは成功したか？

- 確認的因子分析（CFA）モデル、測定誤差モデル、縦断モデル（例えば、潜在成長モデルLGM、交差遅延モデル系）および多母集団モデル等を、適切なモデル選択・評価の下で、複雑な現象（データ）を比較的単純なモデルを使って説明・予測・分類する、という目的に沿って行われた研究は「SEMならではの良い実践」と感じる人が多い*。

*ただし、必ずしもSEMを使わなくても比較的容易に推定できるモデルもある。

- 一方、特に測定モデルから**構造（因果）モデル**としてのSEMになって、因果推論を（暗に）目的として行われた研究の中には、「良い実践ではない」、「過剰な一般化である」、「脱常識性がない」と感じることもある。

SEMは成功したか？（続き）

- さきに挙げたモデル以外であっても、特に今後の研究の進展（例えば、実験的な検討も加える）を見据えて、モデル探索・要因探索を主目的にSEMを適用している研究も「良い実践」の一つの形では。
- （例えば成長軌跡などの）結果変数に関する高精度の予測や、**因果推論**が分析の主目的である場合、しばしばSEMだけでは十分に対応できない。

高精度の予測→機械学習、非線形モデルの活用も。

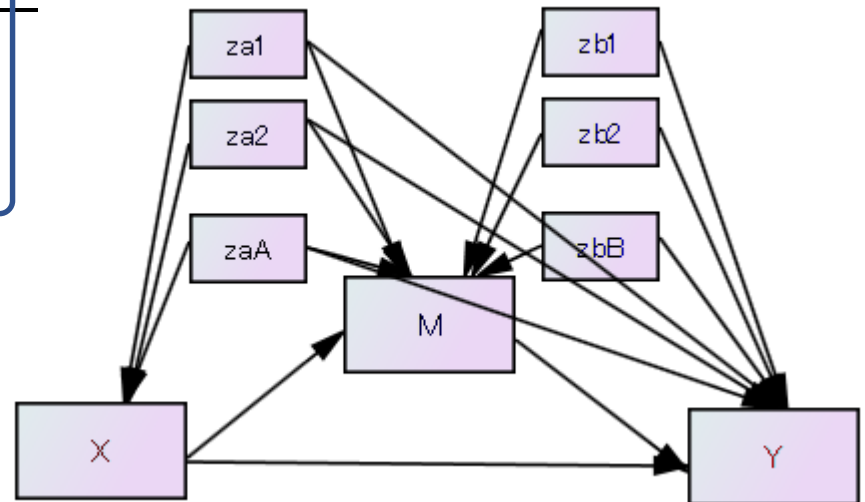
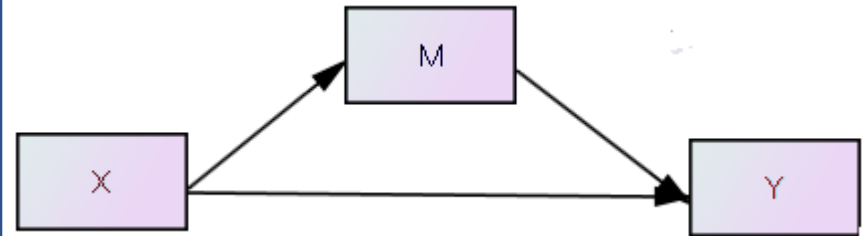
因果推論→構造（因果）モデルとしてのSEM以外の方法も適宜利用しながら、単一のパスを丹念に検討する必要（後述）。

*適合度指標は、モデル（平均・共分散構造）とデータ（標本平均・標本分散共分散）の間の適合性であり、モデルが仮定したパス（因果）の方向性や関数関係等の適合性は意味しない。SEMは多くの仮定が必要（後述）。

因果推論の難しさ — 媒介モデル —

- 一見単純な（因果）モデルにも、多くの仮定が課されている。

- (1) Mに測定誤差がない。
- (2) YがMを規定していない。
- (3) XとMの交互作用はない。
- (4) 変数間の関係は線形。
- (5) MとYの間に交絡変数がない。
- (6) 各母数（パス係数）は定数である（=個人差がない）。



注)Hong(2015, chapter 10)を一部改変。
Xは実験的に操作している状況。Baron & Kenny (1986)は最初の二つの仮定のみ言及。

- ・ 交絡要因を予め検討し、データを収集することがまず重要。
- ・ 交絡変数をモデル内に投入したSEMによる媒介分析
→(4)の観点からの限界(e.g., Imai et al., 2010; Hong, 2015)。
→(7)「交絡変数とY(とM)は線形」という仮定が新たに必要。
- ・ 「 $X \rightarrow Y$ 」や「 $X_1, X_2 \rightarrow Y$ 」等のより単純な関係についての因果推論では、(7)の仮定を課さない、傾向スコアに基づく方法(e.g., 層別化・重みづけ・周辺構造モデル)が良く利用されるように。
- ・ 「 $X \rightarrow M \rightarrow Y$ 」の媒介効果を調べる場合でも、特に(7)の問題の対処として、傾向スコアベースの方法は増えてきている(e.g., Hong, 2015)。(4)の対処としてはImai et al. (2010)などに見られる。
→近接領域(e.g., 教育学・医学)では、より厳密な因果推論のアプローチに基づいた媒介分析が進んでいると言ってよい。
→先述の(RI-)CLPMも(4),(7)等の仮定が必要(Usami et al., 2019)。
→今の我々にとって果たして実行は現実的であろうか？

教育の問題は大きい（宇佐美、2016）

- ・教育測定・心理統計における専門家の不足は古くから問題。
- ・心理統計学に関わる目的やその人の立場は様々。

- 1、例えば学部生など、心理統計学を初めて学ぶ人
- 2、心理統計学の基礎は一通り学んでいるが苦手意識を感じている学生・研究者
- 3、心理統計学が得意で、自身の行う心理学研究に統計を活用する学生・研究者
- 4、心理統計学の専門家(教育者・研究者)を目指す学生
- 5、心理統計学の教育者
- 6、心理統計学の研究者

・応用研究者にとって身近な、また半ば「ルーチン化」した実践の中にも実は大きな問題点を伴う場合があり、なおかつ(心理)統計学の先端の研究に直結したテーマでもある場合は多い。

・特に、国内の研究力の強化、また「4、心理統計学の専門家(教育者・研究者)を目指す学生」の育成が今後より重要であろう。

まとめ

- ・特に、構造（因果）モデルとしてのSEMの問題点を指摘...「想定しているモデルは単純」（小塩先生）であっても厳密な因果推論はとても難しい。SEMは多くの仮定を課している。

→単一のパスを丹念に検討していく必要。

- ・特に横断的、または交絡変数への対処が不十分な研究デザインの下で推定された因果効果は証拠のレベルが低い可能性。

→必要に応じて専門家と協働しながら、より適切な研究デザイン・（必ずしもSEMに捉われない）方法論を選択していくことも必要。

→心理統計学の専門家の養成も必要（また、研究者・学生はどこまで心理統計学を勉強するべきか？）。

- ・一方で、より素朴・単純な方法論に依拠していたとしても、質の高い証拠を積み上げて優れた成果を発表した研究者は沢山いる（厳密・多様な研究アプローチの選択や、証拠のレベルへの「嗅覚」）。

引用文献

- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *51*, 1173–1182.
- Croon, M. (2002). Using predicted latent scores in general latent structure models. In G. Marcoulides & I. Moustaki (Eds.), *Latent variable and latent structure modeling* (pp. 195–223). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hamaker, E. L., Kuiper, R. M., & Grasman, R. P. P. P. (2015). A critique of the cross-lagged panel model. *Psychological Methods*, *20*, 102–116.
- Hayes, T., & Usami, S. (2019). Factor score regression in the presence of correlated unique factors. *Educational and Psychological Measurement*, in press.
- Hong, G. (2015). *Causality in a Social World: Moderation, Mediation and Spill-Over*. Chichester, UK: Wiley.
- 星野崇宏 (2003). 潜在変数への観測変数の回帰に関する問題と段階推定による解決 心理学研究, *74*, 218–226.
- Imai, K., Keele, L., & Tingley, D. (2010). A general approach to causal mediation analysis. *Psychological Methods*, *15*, 309–334.
- 宇佐美慧 (2016). 測定・評価・研究法に関する研究の動向と展望 —教育測定・心理統計の専門家の不足および心理統計教育の問題の再考と「専門家による専門家の育成」の必要性— 教育心理学年報, *55*, 83–100.
- 宇佐美慧・荘島宏二郎 (2015). 発達心理学のための統計学—縦断データの分析— 誠信書房
- Usami, S., Murayama, K., & Hamaker, E.L. (2019). A unified framework of longitudinal models to examine reciprocal relations. *Psychological Methods*, in press.