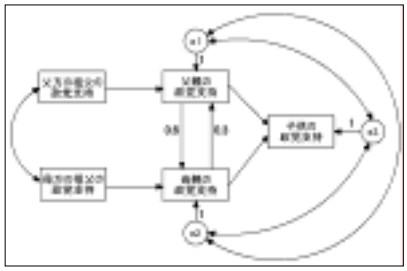
日本行動計量学会第３３回大会
シンポジウム
「因果は本当に証明できるのか？」

ＳＥＭにおける因果同定の問題

狩野　裕
大阪大学
大学院基礎工学研究科

政治的社会化モデル



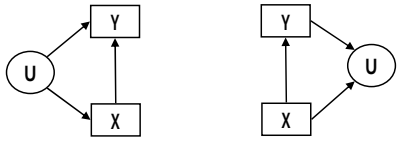
出典：Asher(1976). Causal Modeling. Sage

観察研究(準実験)において因果は本当に証明できるのか

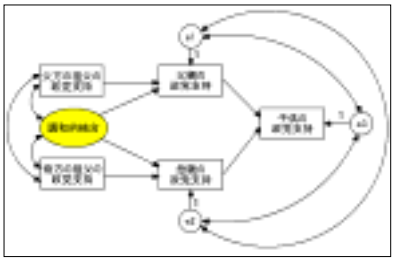
- (現在のところ) 因果を証明することはできない．しかし，ＳＥＭによる因果分析は継続すべきである
  - 現在のところ，概ね，ＳＥＭは適切に適用されている
    - 問題がないわけではない
- 観察研究しかできない研究が数多く存在する

観察研究の限界

- 観察研究による因果分析はなぜ不適切か
  - 未観測交絡変数
  - サンプルセレクション



交絡変数はこわい



盛山(1986，行動計量学)

cf. 無作為割付による実験研究

- 確率的に交絡変数の影響を絶つことができる
- サンプル内での公平な比較が可能
  - 一般化可能性は別問題
- いくつかの問題点
  - 実験という非日常的状況がバイアスを生むことがある
  - 倫理的な問題，コストの問題
  - 統制変数に関する一般化の問題

SEMは何をもたらしたのか

- 正しいパス図を描くことができれば，適切な分析を提供する
  - (既知の)交絡変数の調整
  - 直接･間接効果の識別と評価
- 誤差を分離しバイアスのない推定
- 適合度によるモデル評価
  - 反証可能性
- 柔軟なモデリング

SEMにおけるモデル仮定

- 母集団分布
  - サンプリング
  - 正規性
- モデル適合
- 線形性
- 潜在変数の内容的･理論的不定性
- 因果関係がモデル内で閉じている

継続研究の重要性

- モデル仮定をすべて満たすことはまず不可能
  - 完全な統計解析はない
  - 基本的なルールはある
    - 正規性，適合度 etc
  - 特に，交絡変数とサンプルセレクション
- 観察研究は批判を受けることができる状況で積み重ねる
  - パス図の重要性
  - モデル仮定や標本の代表性について徐々にクリアにしていく

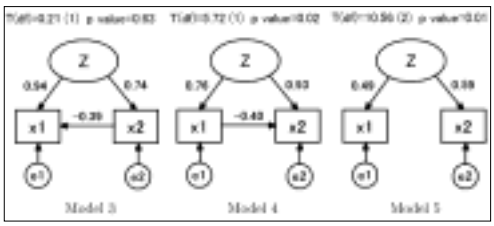
因果の立証が必要か？

- 予測で十分な場合
  - 性別は予測変数
    - cf. 彼女が男性なら昇進していた
  - 国籍は多くの場合予測変数
- 因果の立証が必要な場合
  - 治療法，投薬の効果
  - 学習時間→成績
  - 訓練の効果

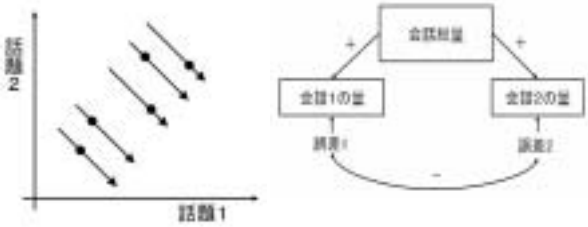
方法論的議論

- 観察研究の限界に挑戦する
  - 既知の問題
    - 未観測交絡変数
    - サンプルセレクション
  - その他の問題
    - 上記は十分条件的
    - 観察研究による因果分析を弱める他の原因は？

例1：非正規ＳＥＭの適用

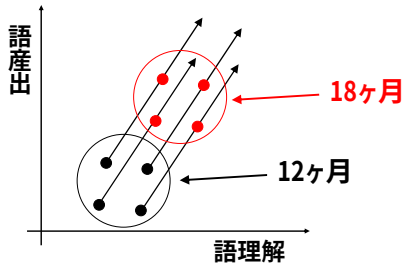


例2：親子の会話



出典：南風原＋小松(1999)

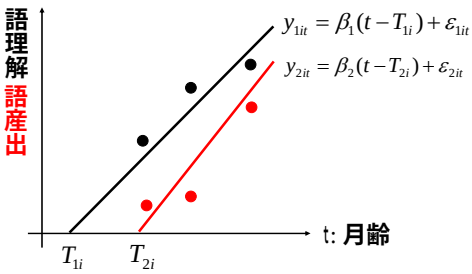
例3：語理解と語産出



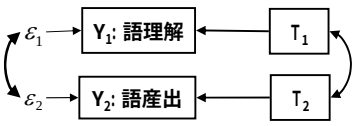
出典：南風原＋小松(1999)

第三変数

- 横軸の切片を T_{1i}, T_{2i} とする



モデリング



$$y_{1it} = \beta_1(t - T_{1i}) + \varepsilon_{1it}$$
$$y_{2it} = \beta_2(t - T_{2i}) + \varepsilon_{2it}$$

t を固定した下でのモデル

$$\mathrm{Cov}(y_{1i}, y_{2i} \mid t) = \beta_1\beta_2\mathrm{Cov}(T_{1i}, T_{2i}) + \mathrm{Cov}(\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i})$$

まとめ

- ＳＥＭによる因果分析は観察研究の限界を(すべて)克服しているわけではない
  - パス解析と潜在変数の導入で古典的多変量解析を超える
- 観察研究による因果分析を強めるためには継続研究が重要
  - モデル仮定の検証，サンプルの代表性
- 実験的方法と観察的方法のギャップをうめるための方法論的研究が必要
- SEMは，観察研究の問題点を克服するための有用な道具となりえる