

共分散構造分析の実習

経済学研究科D2

野口寛樹



共分散構造分析とは

- 直接観測出来ない潜在変数を導入し, その潜在変数と観測変数との間の因果関係を同定することにより社会現象や自然現象を理解する
- 因子分析とパス解析の拡張版



手順

1. 仮説の設定
2. データの収集
3. モデルの構成
4. 分析の実行
5. 結果の判定
6. モデルの修正・改良



主な変数

- 観測変数
直接観測が可能．実際の測定値が得られている
- 潜在変数
直接観測できない変数のすべて
- 誤差変数
考察の対象となっている因果関係では説明できない結果側の変数の変動を生み出す要因として導入される



分析するに当たって

- 目的は仮説の検証であって、得られたデータに適合するモデルの探索が目的ではない
- モデルの適合度が高くても因果関係が支持されたのではなく、方程式のモデルがデータと整合的であったということではない

仮説が大変重要となる



分析するに当たって

- 潜在変数
潜在変数とは構成概念を表していると考えている

構成概念

- ・ 傾性概念と理論的構成概念がある。
- ・ 因果関係は後者を考えなければならない

渡邊 (1995)



分析するに当たって

○ 潜在変数をいかにきめるか

・ 内的妥当性

立場の問題

コリンズによれば(武石) 4つの立場がある

・ 外的妥当性は難しい



例：NPOにおける理事兼任

○ 問題背景

NPOにおける成長性は希求の課題

特に資源獲得は難しい

○ 目的

NPOにおける資源獲得の問題を理事長に次ぐ

理事の兼任からその問題を考える



例：NPOにおける理事兼任

- Galaskiewicz et al(2006)によれば、寄付による収入が中心の地域に基づくNPOは、地域の団体、また政治的、技術的な団体との仕事による中心性が高いほど早く成長をするという指摘を行っている。

ではミクロ、組織内部から見たときどのようなことが言えるのか。組織内部から見てみよう



例：NPOにおける理事兼任

- 環境系と呼ばれるNPO法人、からデータを入力(平成17年度N = 67、平成19年度N = 59)
- 2003年度に世界水フォーラム(World Water Council(WWC:世界水会議)が開催されたため



例：NPOにおける理事兼任

- データとしては、各団体の理事長、理事、監事、10人以上の社員をそれぞれ抽出。
平成17年度に限ってはその年度の収入、支出からは管理費、事業費をまた借入金に関しても取得した。
- 兼任に関しては名前、住所から一致した人物を特定し、理事兼任があるものを1、ないものを0とした。金額に関しては実数を入れた。



例：NPOにおける理事兼任

- 単純集計したもの

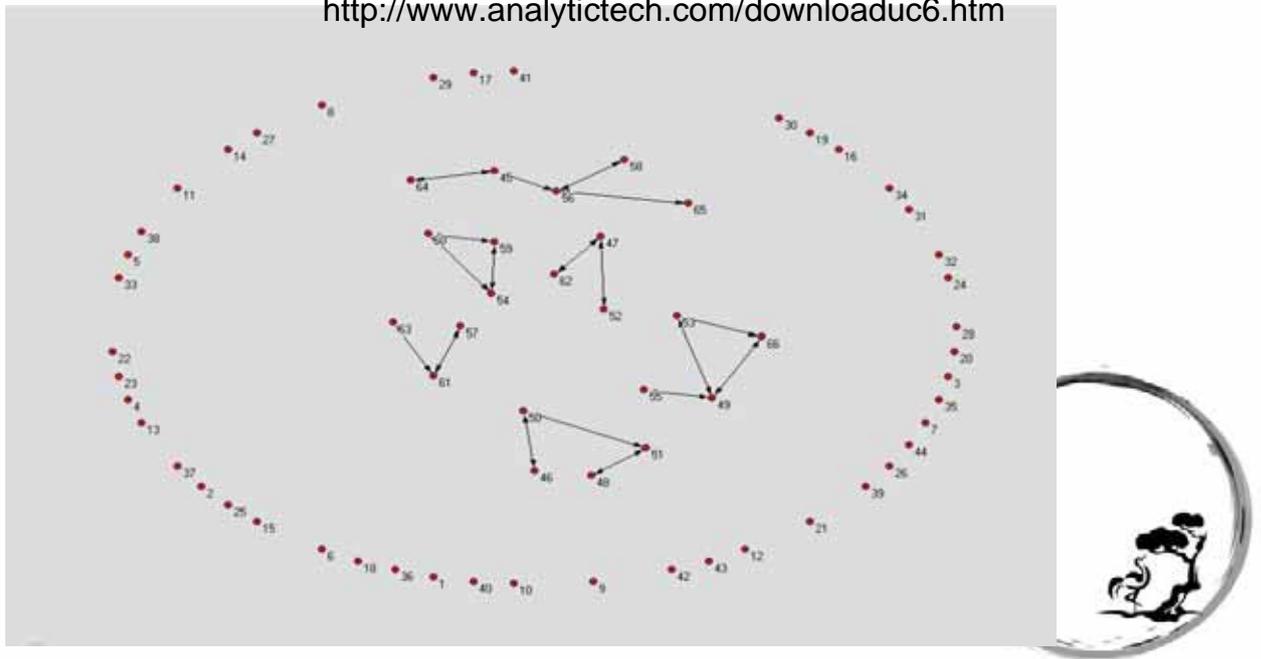
2005 年度 (N=67)	2007 年度 (N=59)
理事平均 8人	理事平均 9人
内部理事 : 76%	内部理事 : 70%
これはもっと多い可能性が高い	これはもっと多い可能性が高い
理事兼任がいる法人 22人	理事兼任がいる法人 22人
理事兼任をしている人数 22人	理事兼任をしている人数 21人



例：NPOにおける理事兼任

- 平成17年度 NPO法人を中心とした理事兼任 ちなみにUCINETは下

<http://www.analytictech.com/downloaduc6.htm>



例：NPOにおける理事兼任

○理事間でのつながりは多くない

○理事有無の影響

t検定により

年間収入(総額) ($t(24.7)=2.33, p<0.05$)

理事数 ($t(30,3)=2.085, p<0.05$)

年間支出(管理費) ($t(18.2)=2.343, p<0.05$)



例：NPOにおける理事兼任

- 理事のパーソナリティとインタビューから
 - ・ 資源としての理事の存在。結果としての理事兼任
- 何でわかったとするか



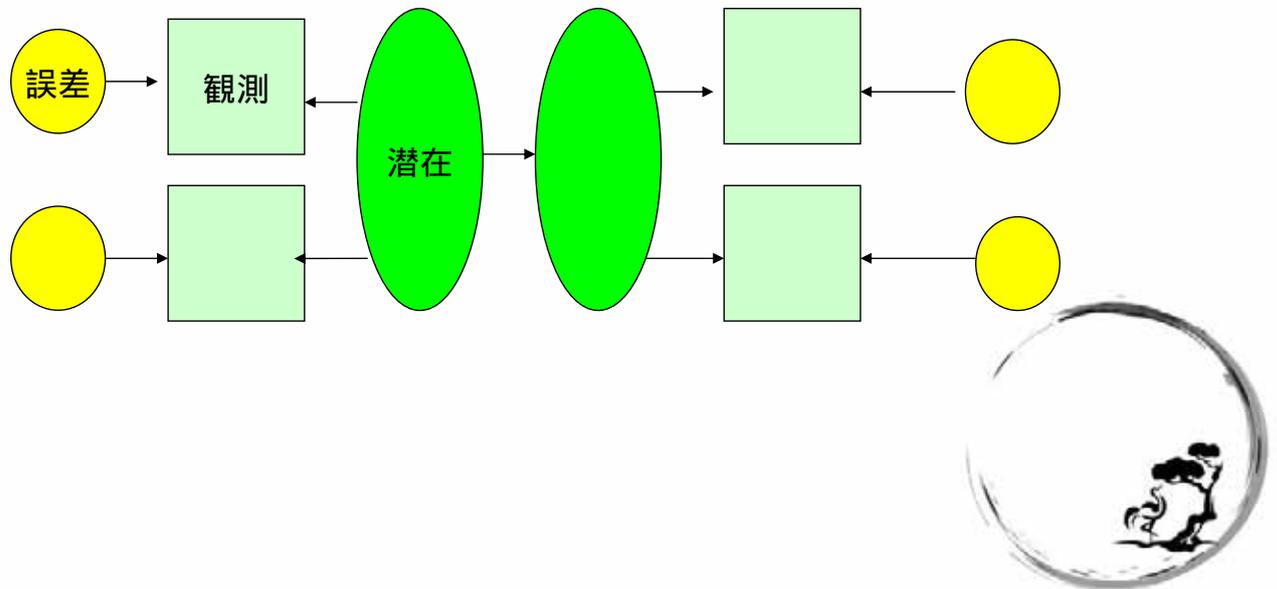
書き方

- 観測変数は四角形で囲む。
- 潜在変数は(楕)円で囲む。
- 誤差変数は記号のみか(楕)円で囲む。
- 片方向矢印は因果を表す。
- 双方向矢印は相関関係を表す。
- 片方向矢印を受けた変数には必ず誤差変数が付属する。



イメージとして

○例



変数の意味

○外生変数

他の変数から1度も影響を受けない変数
(1度も単方向の矢印がささらない変数)

○内生変数

1つ以上の変数から影響を受けている変数
(1度は単方向の矢印がささる変数)



その効果の考え方

- 因果関係を間接効果と直接効果に分けて扱うことができること
- 直接効果と間接効果を合わせて「総合効果」という

原因側の変数が結果側の変数に対して与えている因果的な影響力の大きさを全体として評価する



適合度：モデルの評価

- 構築したモデルがデータの構造をうまく表現できたかによる。
- どの指標を見るか(10個はある)
- 指標がよいからといって理論的に妥当性が低ければ意味がない
- 完璧なモデルはない。バランスが重要



カイ2乗値

- 有意確率が0.05以上であればモデルがデータと一致していると判断する。(CMINを見る)
- 標本数が大きくなると χ^2 にはモデルの適合性を統計的に判断できるという利点があるが、標本数が少ないときは不適切なモデルであっても棄却できないということが起こる。
- HOELTERという指標もある
 .05 のモデルで200以上がよい。



GFI (goodness of fit index)

- Sと () を回帰分析における基準変数とその予測値に見立て、回帰係数の決定係数 R^2 として定義。
- 比較的標本数の影響を受けにくい。
- 観測変数が8 ~ 30で単純なパス図に適用
- モデルの改良を繰り返すと上昇する傾向がある。
- 0.90以上または0.95以上ならば当てはまりの良いモデルと判断。



RMSEA (root mean square error of approximation)

- モデルが真のデータ発生機構と少しずれていることを前提に、そのずれをカイ2乗分布の非心母数で評価したもの。
- 0.05以下であれば当てはまりがよく、0.10以上は当てはまりが悪いと判断。
- $0.05 < \text{RMSEA} < 0.10$ はグレーゾーン。



CFI (comparative fit index)

- 独立モデルと比較してモデルの適合度がどれほど改善されたかでモデルを評価
 - ・独立モデル
 - : 観測変数間に相関がないことを仮定
- 0 ~ 1までの値をとり、1に近いほど適合がよい
- 近年0.95 (0.90だったが) 以上が求められる



AIC(Akaike's Information Criterion)

: 赤池情報量基準

- 相対的なモデルの良さを表す指標
- モデル間の比較に適している
- AICの値が小さいほど真のモデルに近い良いモデル
- χ^2 検定やGFIによって複数のモデルを選択した後、AICが最小のモデルを選択する



標準化

- 標準解とは全ての観測変数と潜在変数の分散を1に標準化したときの解をいう。
- 因果の大きさに実質的な意味があるのであれば非標準解(価格とか)を、因果の強さを見るには標準解を用いる



標準化

- 共分散構造モデルの分析結果を解釈する際には、標準化された解を用いる

理由

潜在変数の尺度の不定性

一般に観測変数間の尺度は比較可能でない



モデルの修正

- 新たなパスを引くことで適合度を改善

LM検定, 修正指標(modification index)

統計的観点からどこにパスを入れるべきかを教えてくれる。(参考程度)

- 不要なパスを取り除いてシンプルなモデルに修正する場合.

パスのt値(ワルド検定; CR, criteria ratio)



さあやってみよう

- 今回はAmosを使用
- Amosのグラフィックを起動
- 今回はエクセルデータなので08で起動。
データの欄からからエクセルを選ぶ
(小塩2004からデータを使用)
表示でどのようなデータが見れる

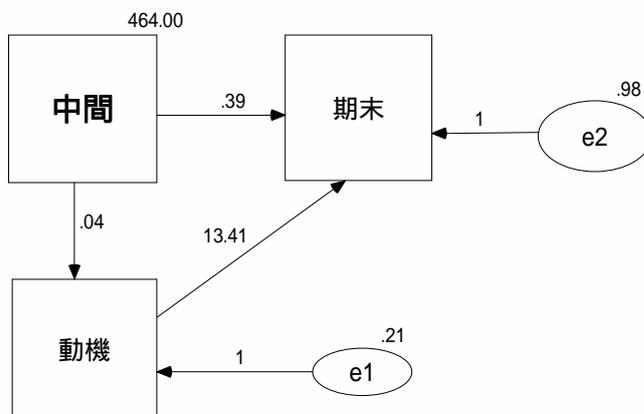


さあやってみよう

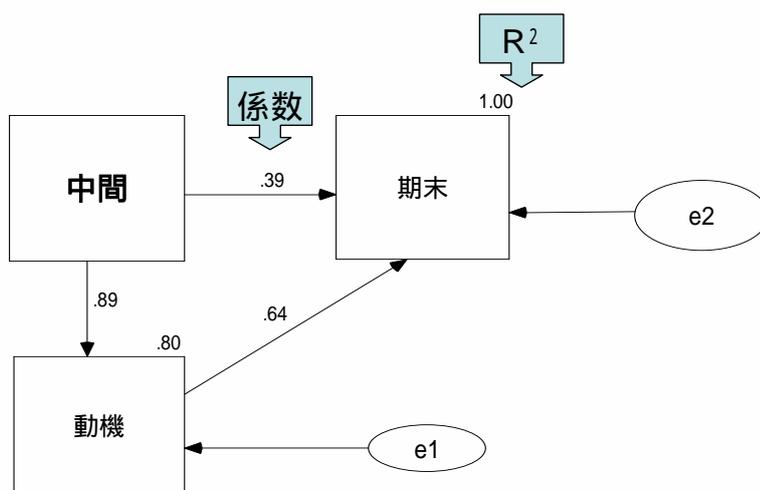
- まず最初は観測データからのみ。
- 感覚的にできるため、やはり仮説が非常に大事。
- まず から作る。中の変数はデータと同じものを作る。ラベルは適当でもよい



非標準化の例



標準化の例



プラスな視点

○ 適合に関して

飽和 = 一般性がないモデル

独立 = 観測変数間に関して一切の相関を求めないモデル

○ 自由度は

観測変数 p の場合 $p(p+1)/2$ となり

自由度 - 分散(外生変数の)・共分散・係数・誤差を引くものとなる。マイナスの値になると×



プラスな視点2

○ 標準化に関して

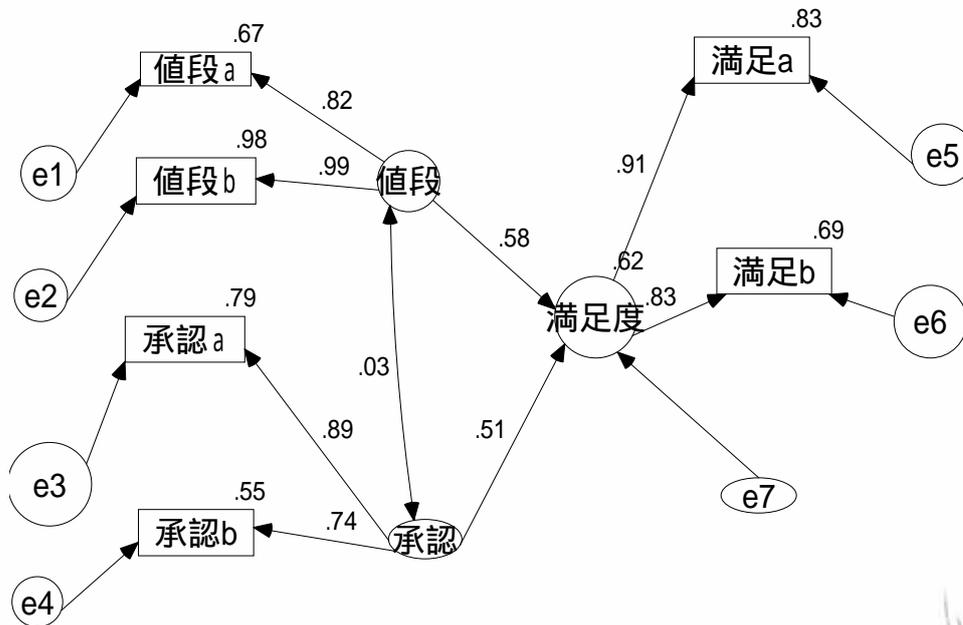
非標準は誤差の係数が1となり分散を推定

標準は誤差の分散が1となり係数を推定

誤差を直接解釈したければ分散を1へ



時間があればもうひとつの例 標準化



参考文献

- 過去の共分散構造分析資料
- 小塩真司 SPSSとAmosによる心理・調査データ解析 東京図書 2004
- 小塩真司 はじめての共分散構造分析 東京図書株式会社 2008
- 豊田秀樹 共分散構造分析 東京図書 2007
- 武石彰 2008年度後期授業経営学研究法
- 渡邊芳之 心理学における構成概念と説明 北海道医療大学看護福祉学部紀要, 第2号 1995

