

マルチレベル構造方程式 モデリング

京都大学 大学院 教育学研究科

D2 綾部 宏明

2017/06/14(水)

目次

- はじめに
- 1. 目的
- 2. 個人から「関係」へ回帰分析との違い
- 3. 共有された関係効力性
- 4. ペアデータ分析法の問題点
- 5. ペアデータの分析法
- 6. マルチレベル構造方程式モデリング
- 7. 研究の流れ
- 8. マルチレベルSEMの解析
- マルチレベルSEM解析方法のまとめ

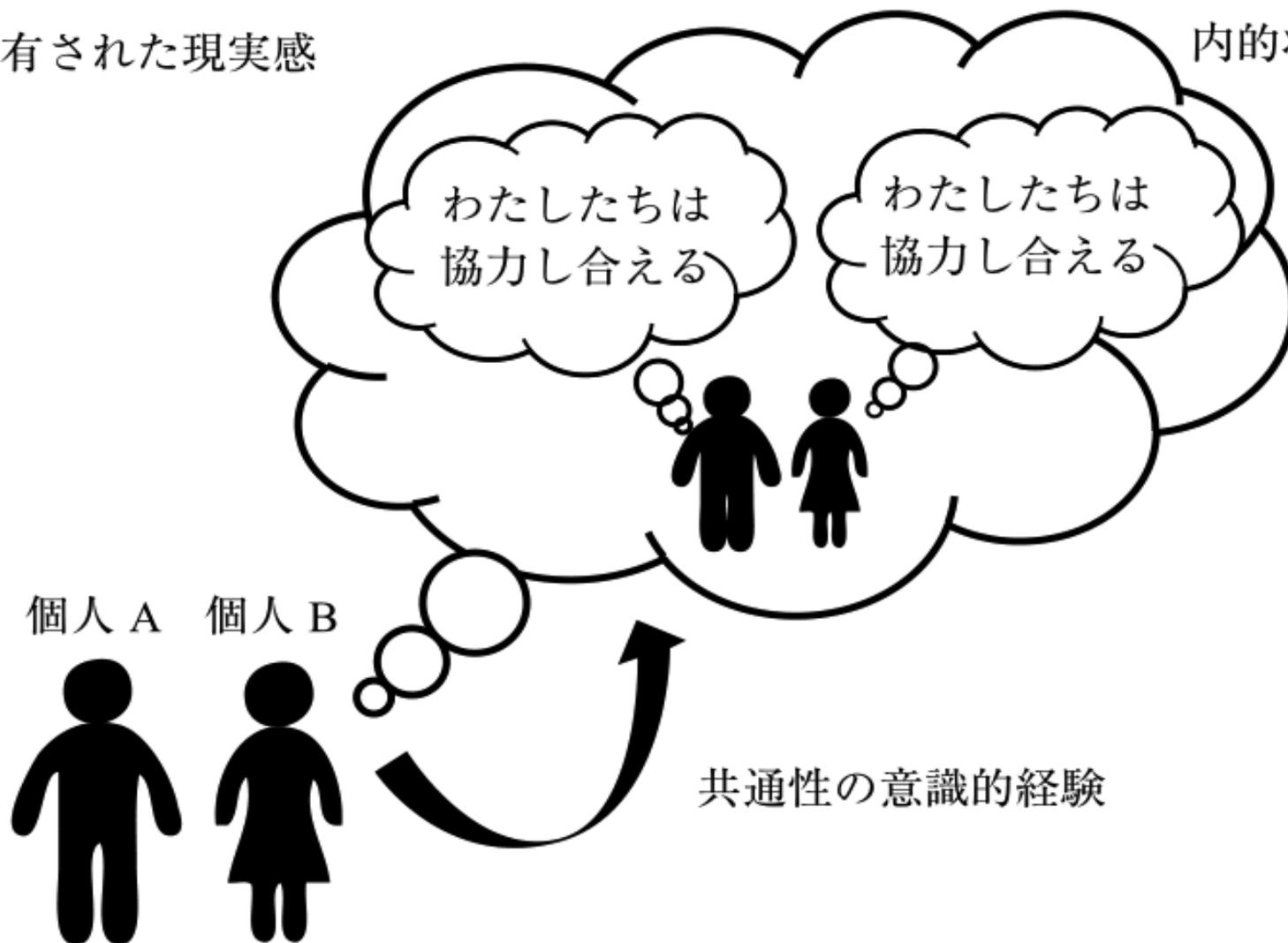
マルチレベルって？

- 階層線形モデル(HLM)
 - Raudenbush & Byrk, 2002 →階層性データの回帰分析
- 線形混合モデル(Linear Mixed Model)
 - 分散分析の階層データ
 - 一般化線形混合モデル(正規分布・連続データ以外)
- マルチレベル相関分析
 - Kenny & La Voie, 1985 → MLの基礎情報
- マルチレベル構造方程式モデリング
 - McDonald & Goldstein, 1989 → **階層性データのSEM**
 - 行為者－パートナー相互依存モデル(APIM, Kenny, 1996)
- 潜在曲線モデル(Latent Curve Model)
 - McArdle, 1988 → 時系列(反復測定)データの階層性

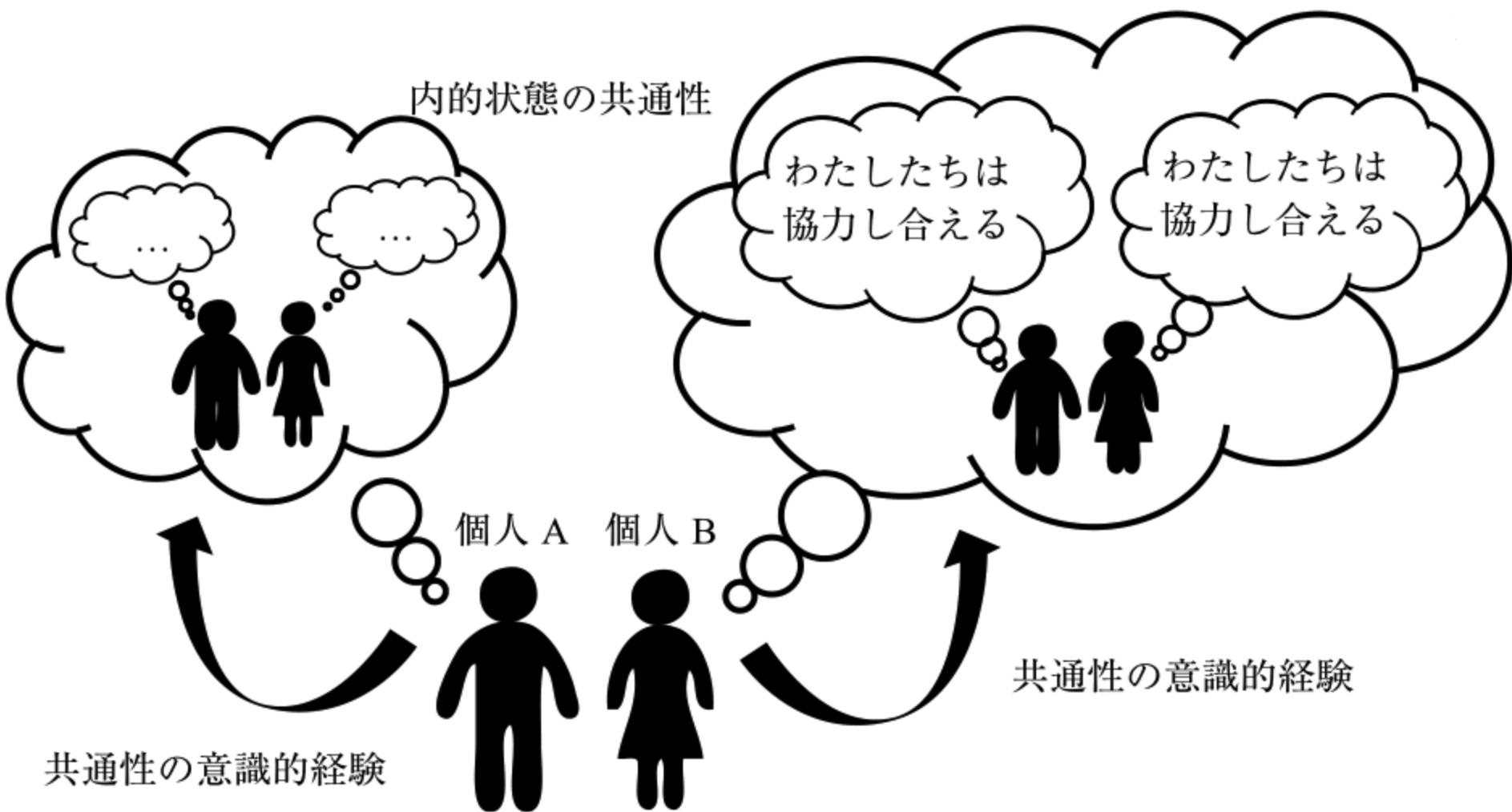
1. はじめに

共有された現実感

内的状態の共通性



1. はじめに



2.本章の目的(分析)

マルチレベル構造方程式モデリング

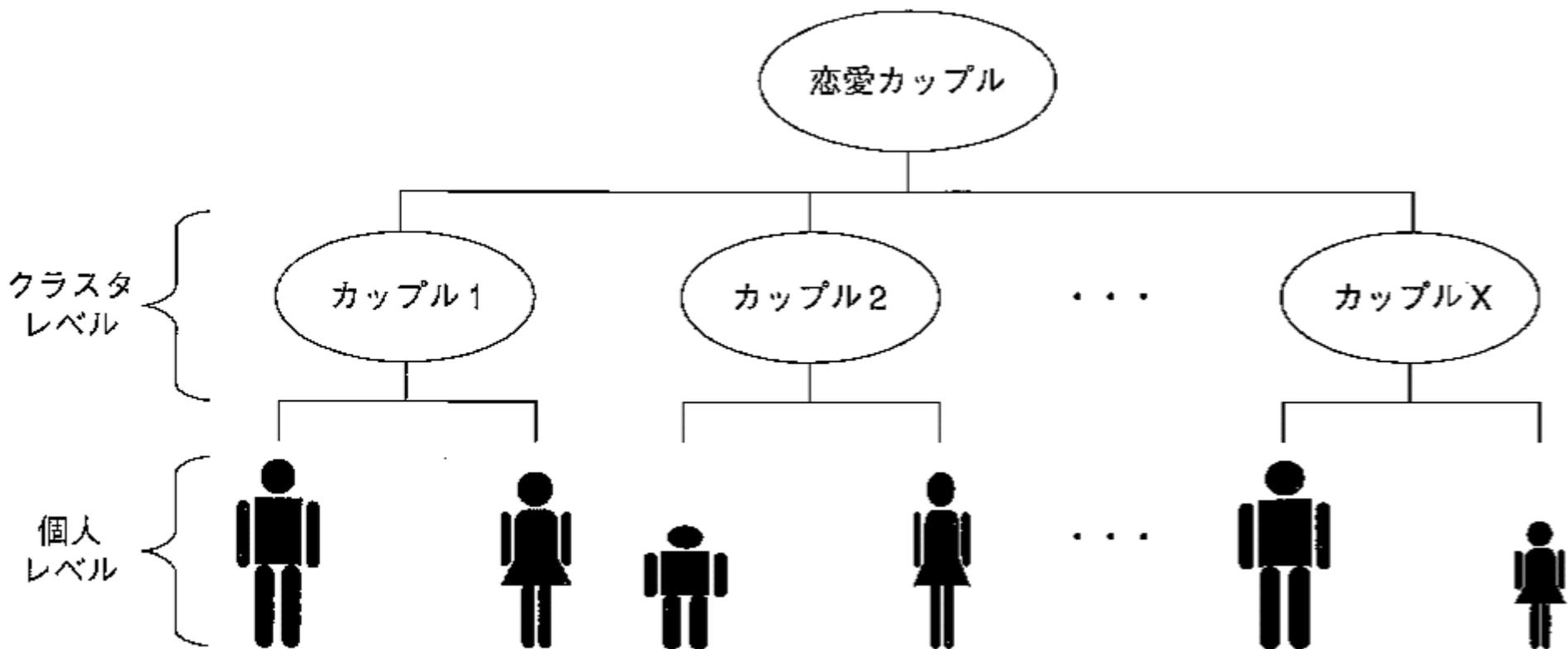


図 10-1 ペアデータの構造

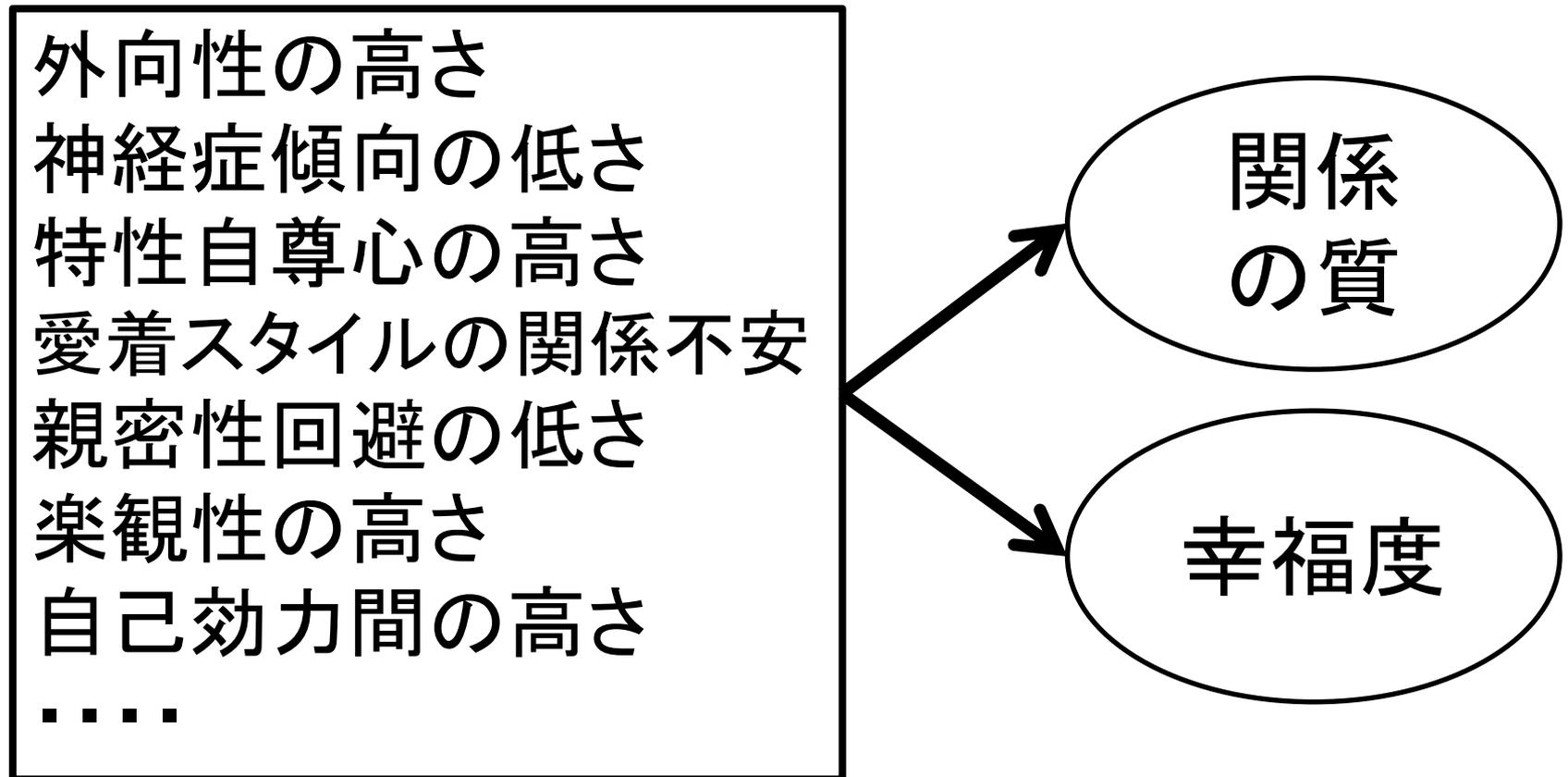
2.本章の目的(データ)

データの構造

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|----|--------|----|------|-------|---------|--------|
| 1 | ID | COUPLE | 性別 | 交際期間 | 関係効力性 | かけがえのなさ | 主観的幸福感 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 27 | 4.44 | 5.00 | 3.17 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 27 | 4.89 | 4.75 | 3.25 |
| 4 | 3 | 2 | 0 | 9 | 3.22 | 5.00 | 2.67 |
| 5 | 4 | 2 | 1 | 9 | 4.00 | 4.75 | 3.58 |
| 6 | 5 | 3 | 0 | 15 | 2.44 | 4.75 | 2.83 |
| 7 | 6 | 3 | 1 | 15 | 3.11 | 4.50 | 2.42 |
| 8 | 7 | 4 | 0 | 17 | 3.44 | 5.00 | 2.50 |
| 9 | 8 | 4 | 1 | 17 | 3.33 | 4.75 | 3.00 |
| 10 | 9 | 5 | 0 | 21 | 3.44 | 5.00 | 3.08 |
| 11 | 10 | 5 | 1 | 21 | 2.78 | 5.00 | 2.08 |
| 12 | 11 | 6 | 0 | 1 | 4.33 | 5.00 | 2.67 |
| 13 | 12 | 6 | 1 | 1 | 3.00 | 4.75 | 2.67 |
| 14 | 13 | 7 | 0 | 6 | 4.11 | 5.00 | 3.00 |
| 15 | 14 | 7 | 1 | 6 | 3.44 | 4.00 | 2.67 |
| 16 | 15 | 8 | 0 | 14 | 3.56 | 5.00 | 1.83 |
| 17 | 16 | 8 | 1 | 14 | 4.67 | 5.00 | 3.17 |

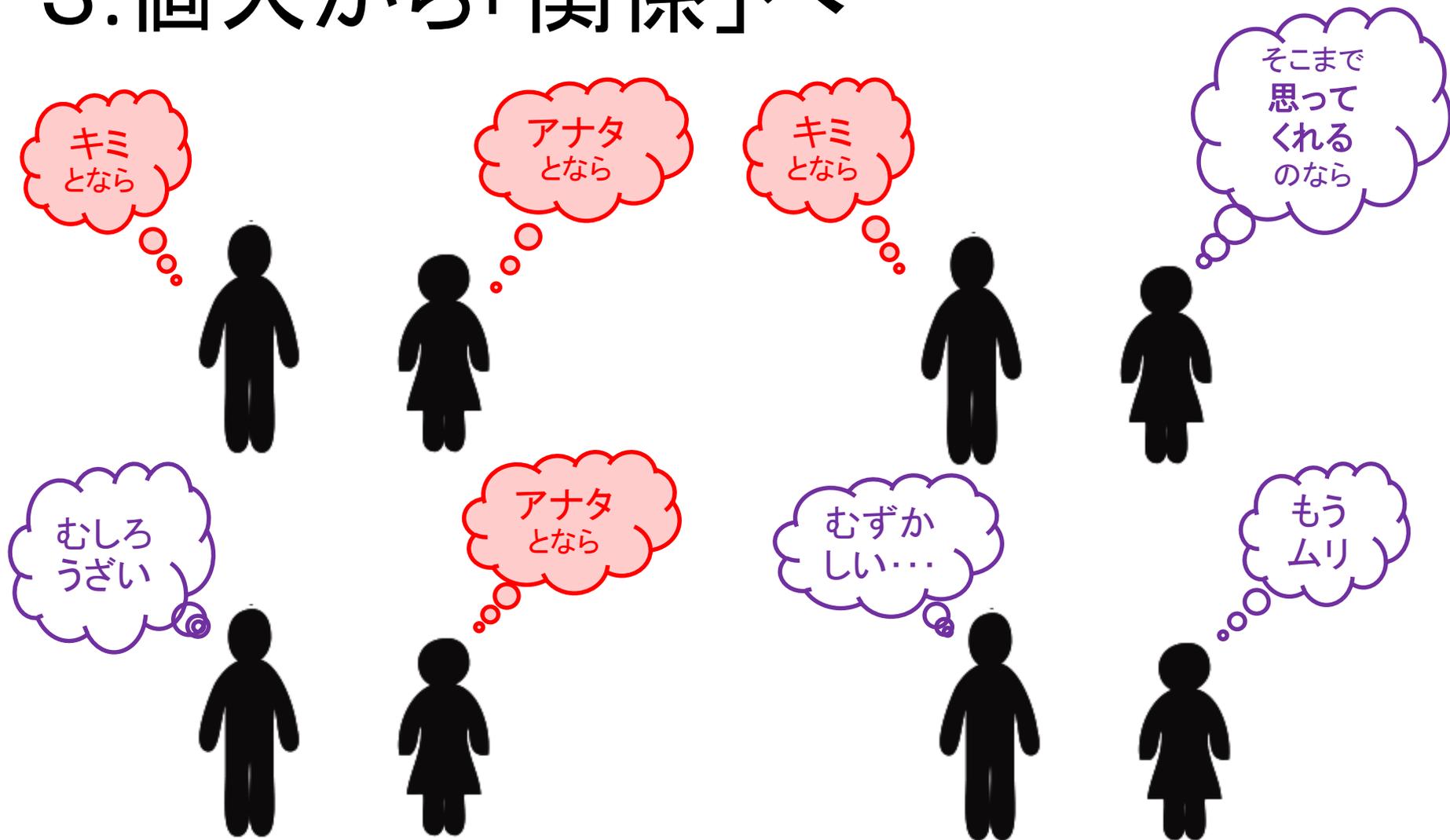
図 10-2 本章で用いるデータセットの一部

3.個人から「関係」へ



(浅野 & 五十嵐, 2015; Asano et al, 2016)

3.個人から「関係」へ



個人レベルの要因では不十分

「方法論個人主義」からの脱却(Bershaid, 1999)

4.共有された関係効力性

自己効力感:あくまで個人一人ひとりがどれくらい適切な行動をとれるか

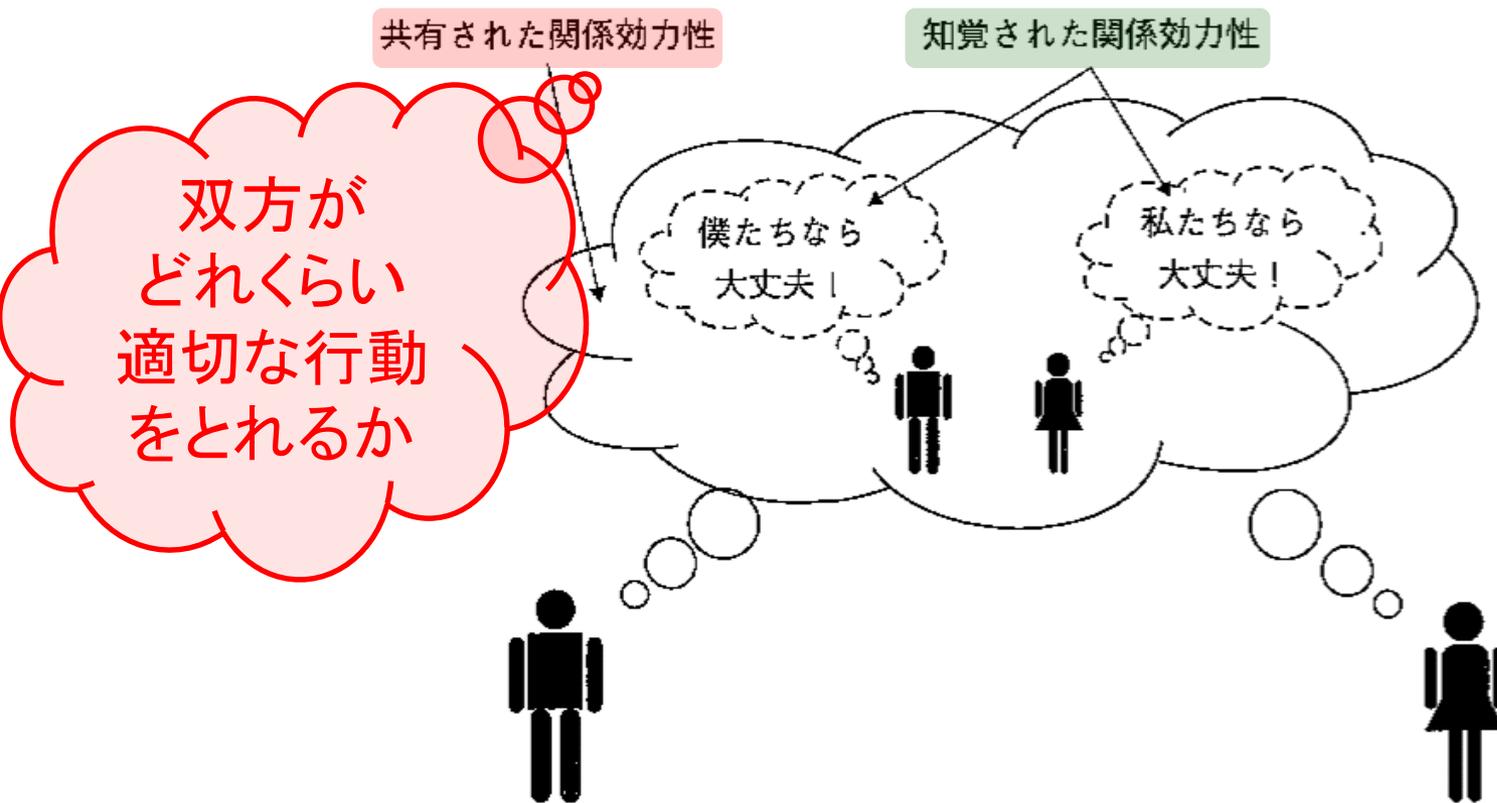
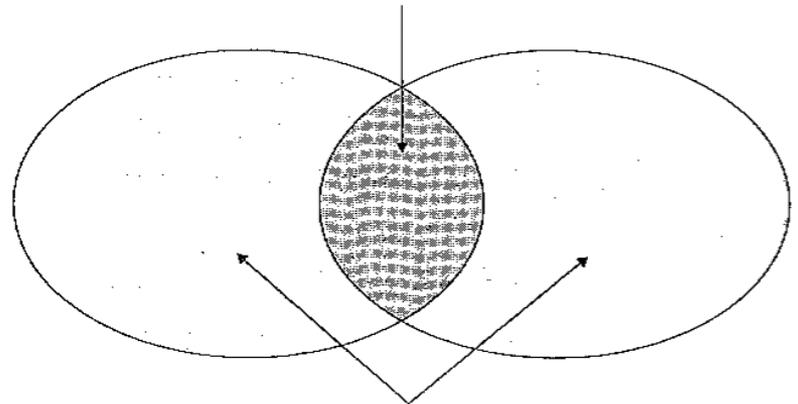
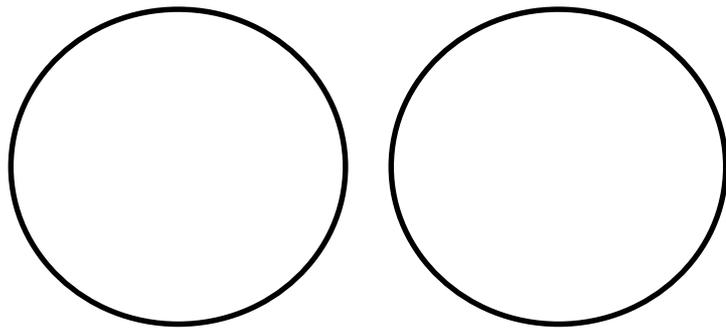


図 10-3 共有された関係効力性と知覚された関係効力性

5. ペアデータ分析法の問題点

サンプルデータの独立性

そもそも、カップルの中で従属しあっているペアデータは独立性を満たさない。



2人の間で共有された効果
(例：共有された関係効力性)

個々人で独自の効果
(例：知覚された関係効力性)



図 10-4 クラスタ平均に混在する2つの成分

5. ペアデータ分析法の問題点

解消するための選択肢

(a) どちらか一方を代表させる

たとえばID=1を残してID=2を削除する。

⇒「共有された関係効力性」を検討できない。

⇒そもそも、ペアデータを集めた意味がない。

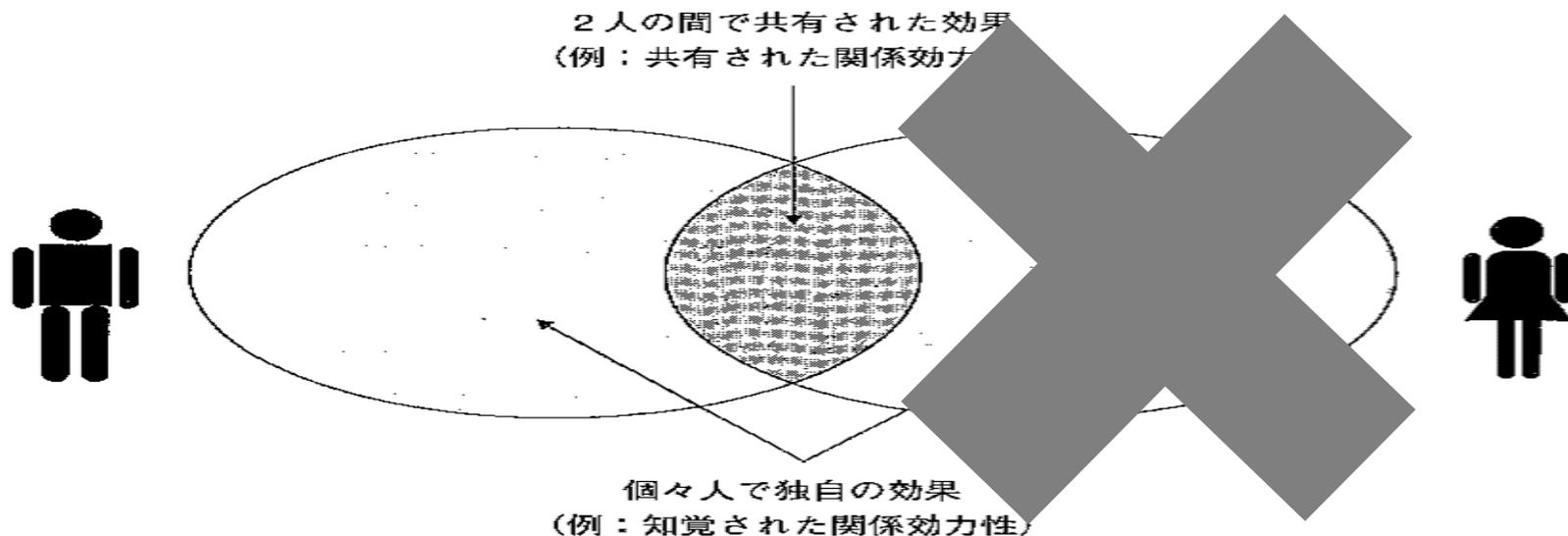


図 10-4 クラスタ平均に混在する 2つの成分

5. ペアデータの分析法

解消するための選択肢

(b)個人としてとらえる

級内相関(ペアの類似性)が無視される

⇒第一種の過誤 (Type I error)

⇒「共有された関係効力性」がわからない。

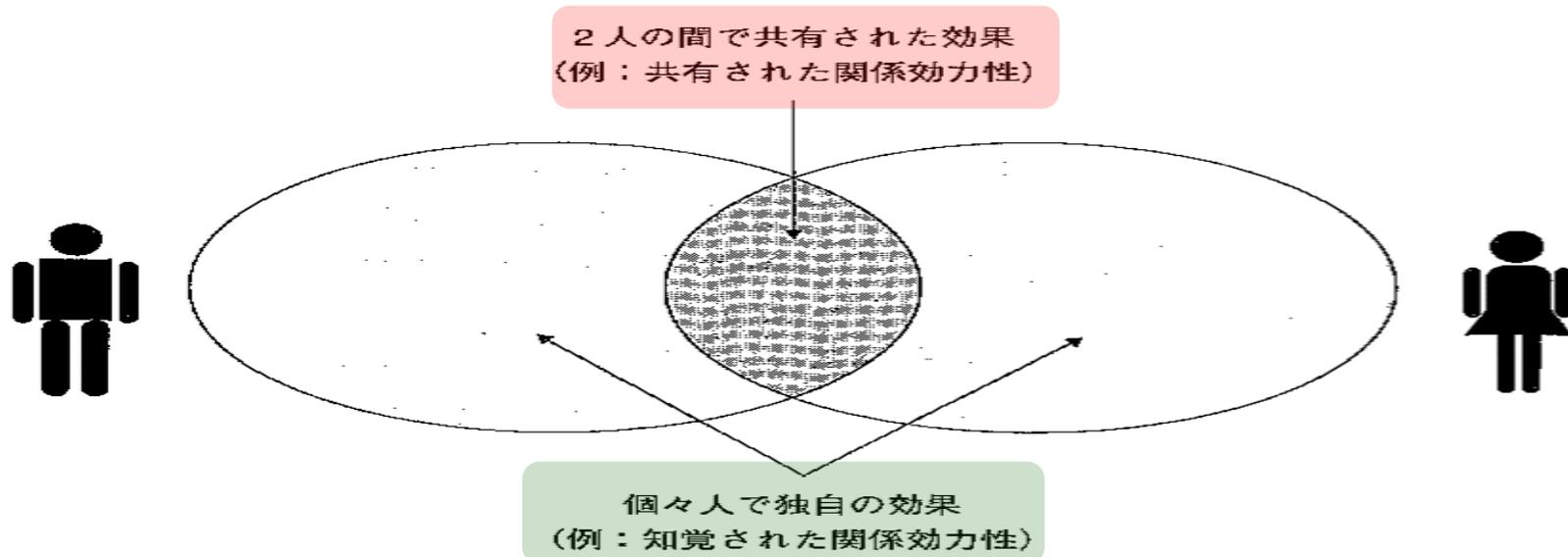


図 10-4 クラスタ平均に混在する2つの成分

5. ペアデータの分析法

解消するための選択肢

(c) 平均値(ペア・クラスタ平均)をつかう

級内相関(ペアの類似性)が無視される

⇒ レベル横断(個人とペアの区別)のエラー

⇒ 「共有された関係効力性」がわからない。

まあ

できるかも?

?

必ず
できる

絶対
無理



6. マルチレベル構造方程式モデリング

データ全体の分散共分散行列 = クラスタ内の分散共分散行列
+ クラスタ間の分散共分散行列

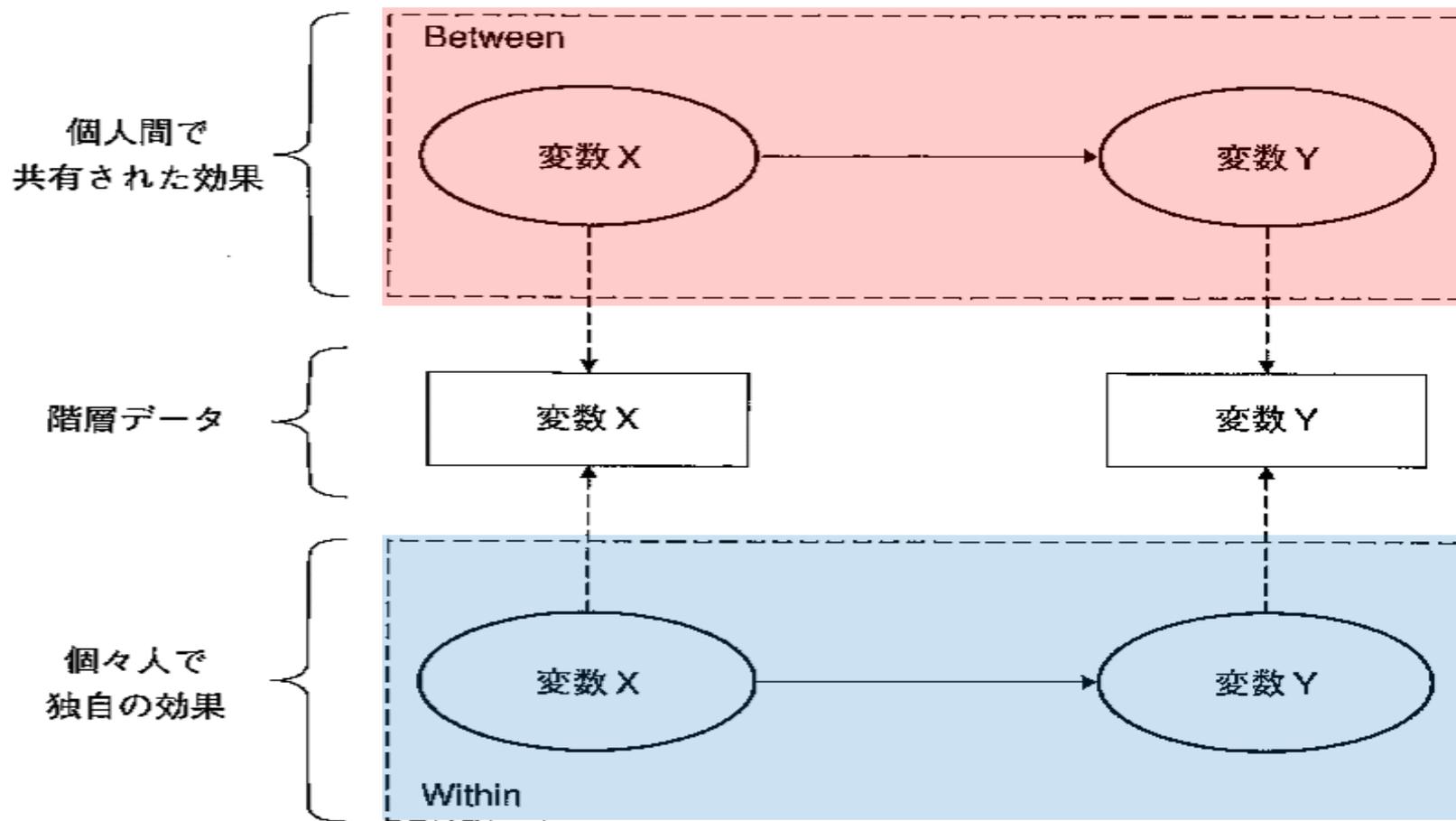
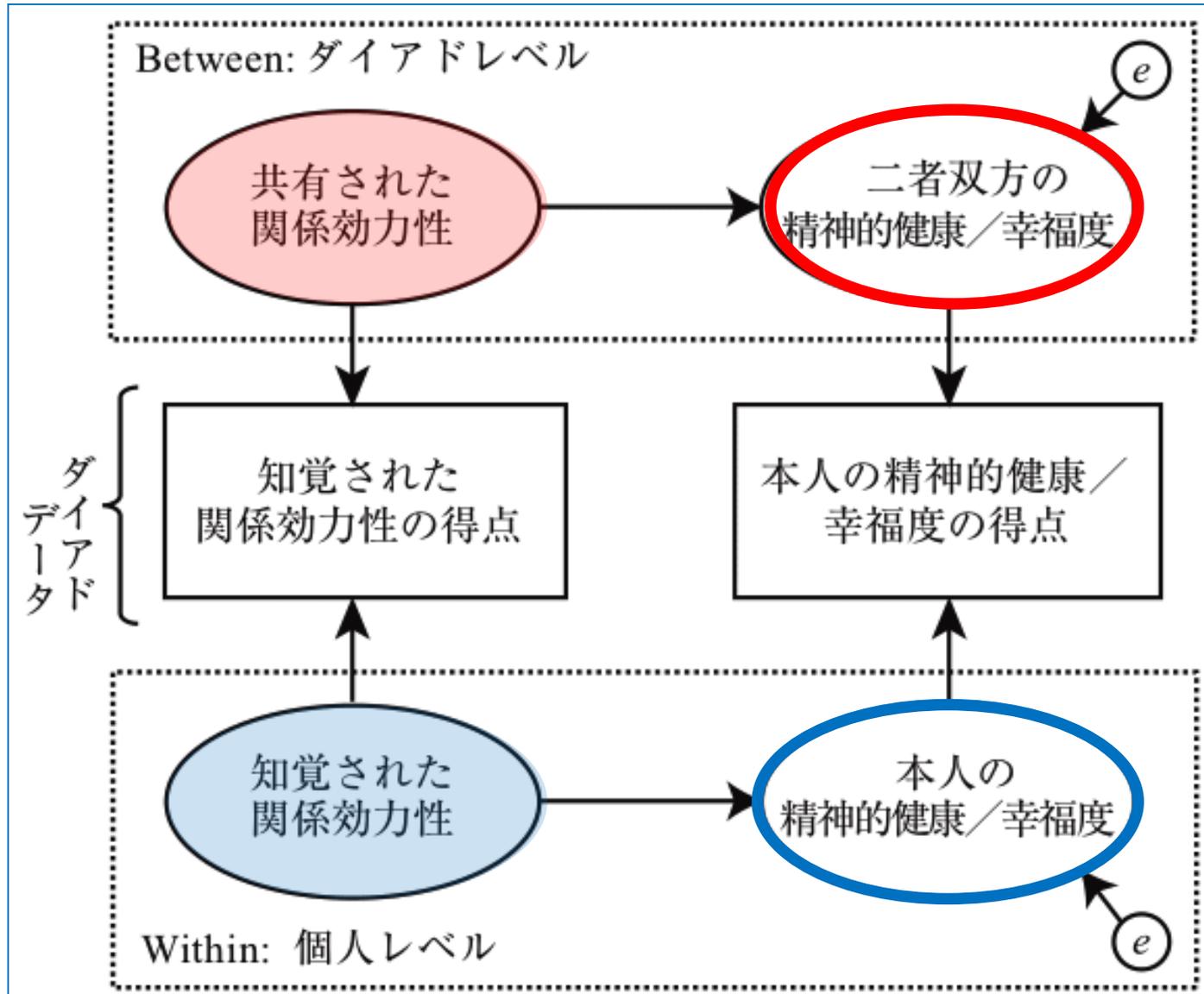


図 10-5 マルチレベル構造方程式モデリングによる分析

6. マルチレベル構造方程式モデリング



6. マルチレベル構造方程式モデリング

ミューテンらが提唱(Muthen, 1989, 1997)

2段抽出モデル (two-level model)

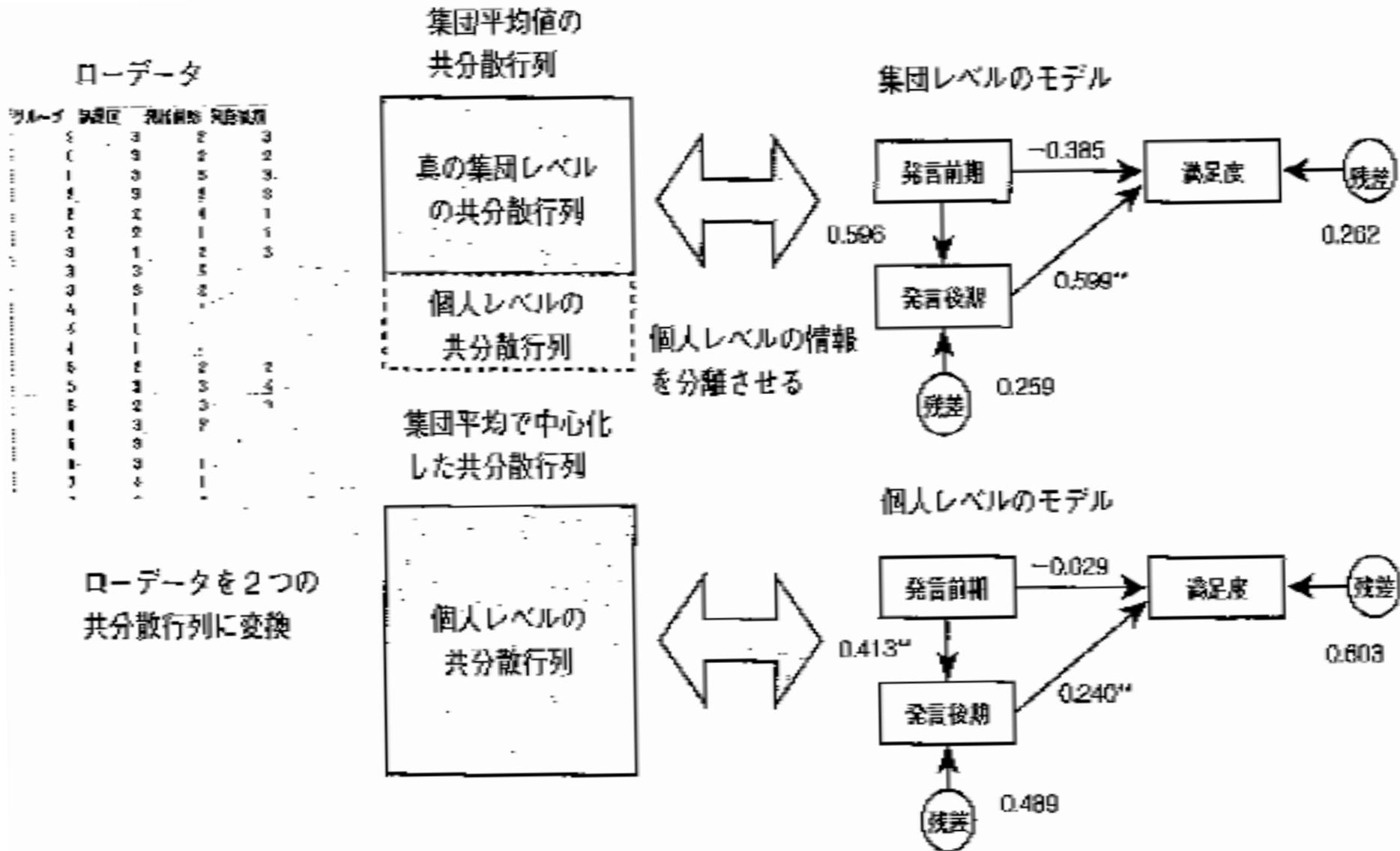
多段共分散構造分析

(multilevel covariance structure analysis)

最近は、階層線形モデル(hierarchical liner model, Raudenbush & Bryk, 2002) が有名

今後はマルチレベル構造方程式モデリング (HLMの上位モデル)も注目される。

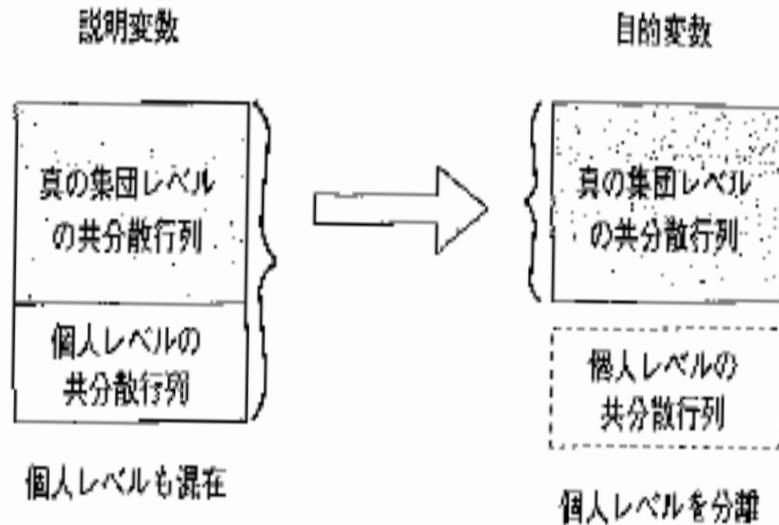
HLMとマルチレベルSEMの違い



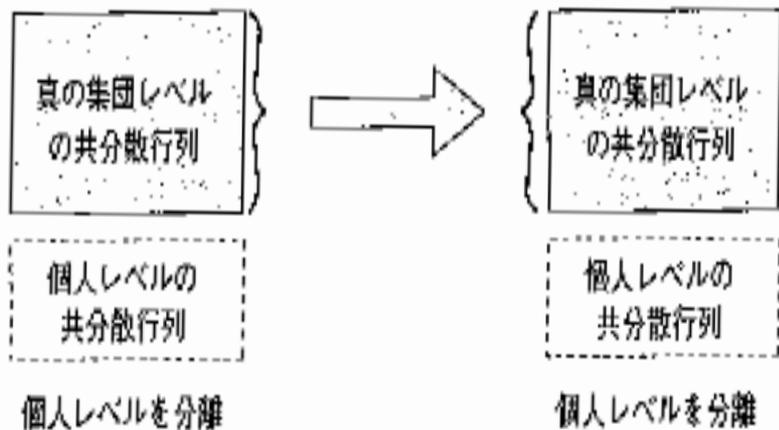
(清水, 2014)

HLMとマルチレベルSEMの違い

HLM



マルチレベルSEM



集団レベル

発話量後期の係数 = 0.334(0.089)
 集団成績の係数 = 0.154(0.037)
 残差分散 = 0.211(0.062)

個人レベル

発話量後期の係数 = 0.220(0.067)
 残差分散 = 0.604(0.060)

集団モデル

発話量後期の係数 = 0.435(0.163)
 集団成績の係数 = 0.150(0.037)
 残差分散 = 0.209(0.063)

個人モデル

発話量後期の係数 = 0.220(0.067)
 残差分散 = 0.604(0.060)

(清水, 2014)

7. 研究の流れ 1 理論・仮説の検証

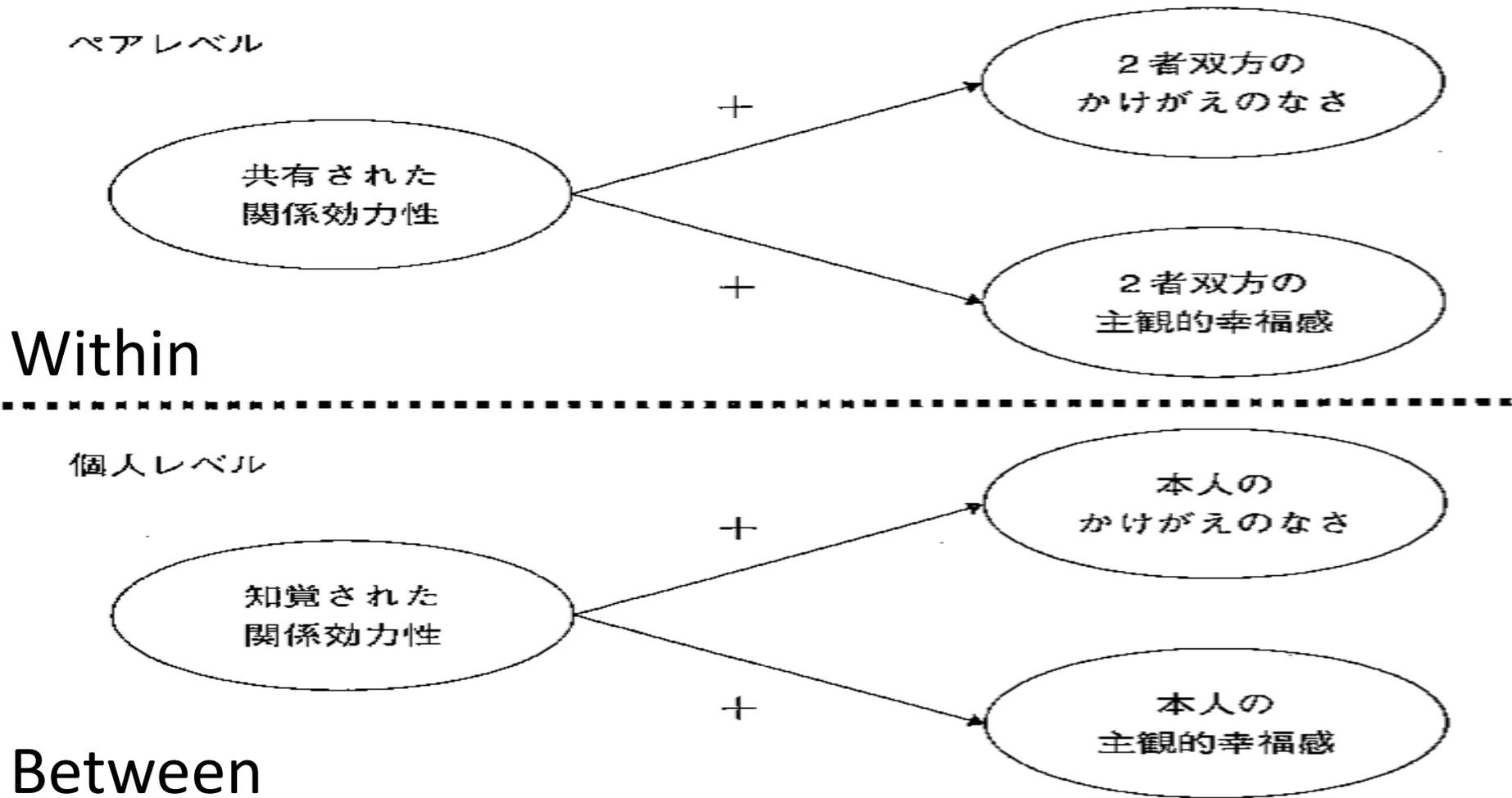


図 10-6 本章の仮説

マルチレベル構造方程式モデリングはツールに過ぎない。

7. 研究の流れ 2 データの収集

標本サイズ

マルチレベル構造方程式モデル

→50クラスタ以上なら安定 (Muthen, 1997)

媒介分析

→80クラスタ以上 (Li & Beretvas, 2013)

7.研究の流れ 2 データの収集

研究の目的

効力期待が恋愛カップルの関係の質や幸福度に与える影響を検討する。

関係効力性:

(例) 私たちはお互いに協力して2人の間で起こる問題を解決できる

共有された関係効力性

知覚された関係効力性

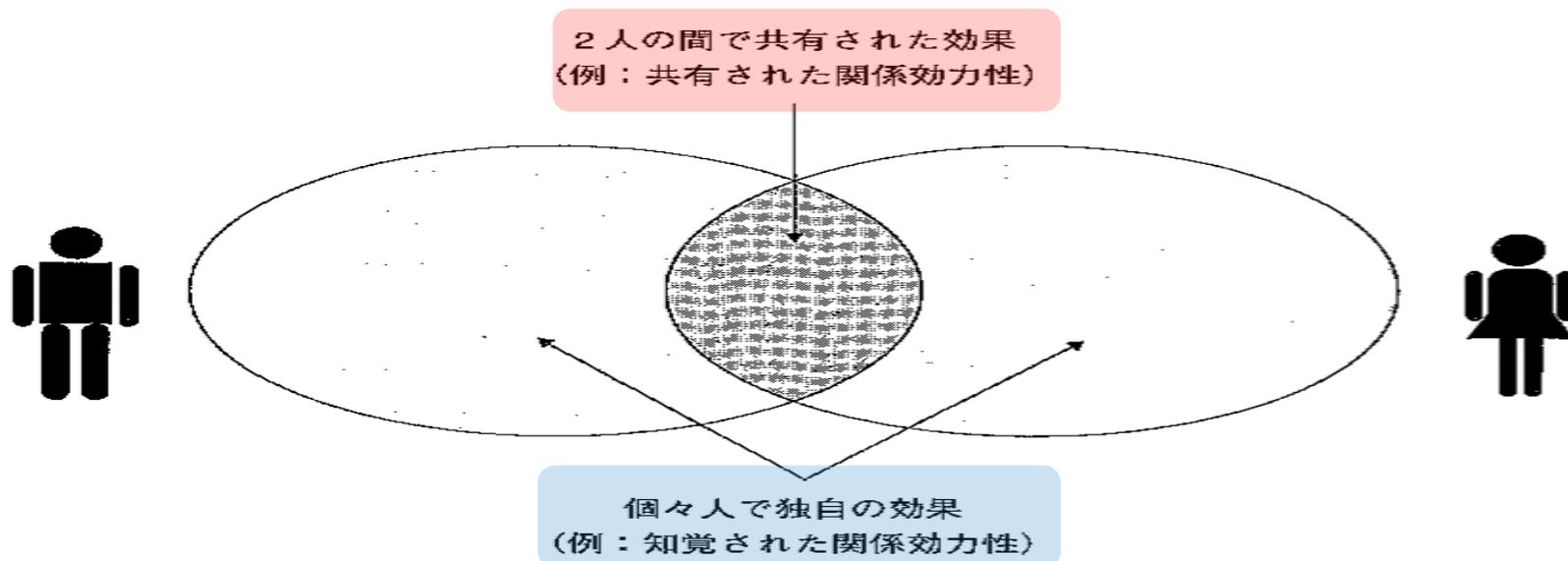


図 10-4 クラスタ平均に混在する2つの成分

関係の質(かけがえのなさ):

自分にとって相手の人が他のだれかでは代える
ことのできない価値をもった存在であるかどうか

(例) 私にとってその人はかけがえのない人である

幸福度(主観的幸福感):

自分の人生に満足したりポジティブな感情を感じ
ていたりしているかどうか

(例) あなたは人生が面白いと思いますか。

7.研究の流れ 3 級内相関・クラスタ信頼性

級内相関：Within の 必要性

$$\text{級内相関係数} = \frac{\text{クラスタ間の分散}}{\text{クラスタ内の分散} + \text{クラスタ間の分散}}$$

全体分散に対するクラスタ内分散の割合

安定分析のための1クラスタ標本サイズ

小さい場合は大きめ(ペアなら0.2以上)

大きい場合は0.1未満でも,

表 10-1 測定した尺度の級内相関係数とクラスタ平均の信頼性

| | 級内相関係数 | p | クラスタ信頼性 |
|---------|--------|-------|---------|
| 関係効力性 | .37 | <.001 | .54 |
| かけがえのなさ | .31 | .007 | .47 |
| 主観的幸福感 | .24 | .005 | .38 |

7.研究の流れ 3 級内相関・クラスタ信頼性

クラスタ信頼性 : Between の 安定性

クラスタ信頼性

$$= \frac{1 \text{クラスタあたりの標本サイズ} \times \text{級内相関係数}}{1 + (1 \text{クラスタあたりの標本サイズ} - 1) \times \text{級内相関係数}}$$

根拠不明, α 係数や ω 係数のような内的整合性の指標

$$\text{Cronbach's } \alpha = \frac{\text{質問数}}{\text{質問数}-1} \times \left[1 - \frac{\text{各質問の分散の合計}}{\text{合計の分散}} \right]$$

1 - 級内相関係数

$$\text{クラスタ信頼性} = 1 - \frac{1 - \text{級内相関係数}}{1 + (\text{クラスタ標本サイズ} - 1) \times \text{級内相関係数}}$$

→ クラスタ標本サイズ, 級内相関が大きいほど信頼性は高い

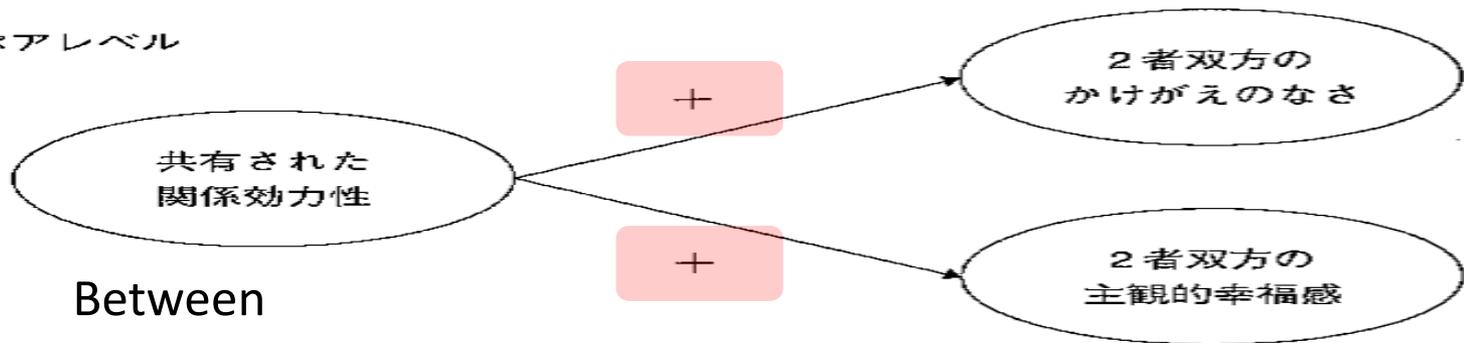
7. 研究の流れ 4 BetweenとWithinの相関

表 10-2 BetweenとWithinの相関係数

| | 関係効力性 | かけがえのなさ | 主観的幸福感 |
|---------|-------|---------|--------|
| 関係効力性 | — | .67*** | .66*** |
| かけがえのなさ | .13 | — | .20 |
| 主観的幸福感 | .22** | .16 | — |

(注) 上三角行列が Between の相関係数, 下三角行列が Within の相関

ペアレベル



個人レベル

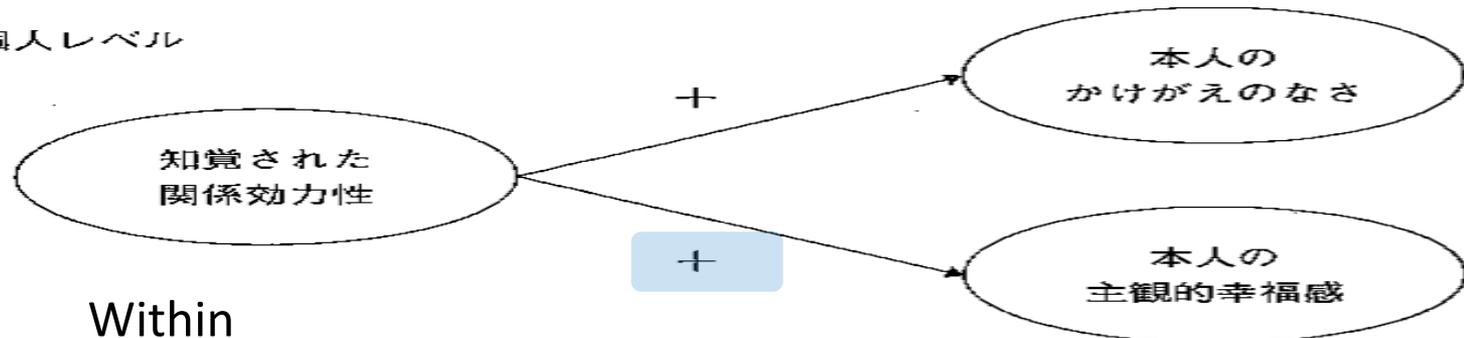


図 10-6 本章の仮説

7. 研究の流れ 5 仮説の検証

仮説

共有された関係効力性は双方のかけがえのなさや主観的幸福感をうながす。

知覚された関係効力性は本人のかけがえのなさや主観的幸福感をうながす。

もとになっている研究

関係効力性が二つの愛着関係に及ぼす影響
(浅野 & 吉田, 2011)

7. 研究の流れ 5 仮説の検証

表 10-3 マルチレベル構造方程式モデリングによる分析の結果

| | 非標準化解 | | | | 標準化解 | | | |
|----------------|--------|-------|----------------|-------|---------|-------|----------------|------|
| | B | SE | 95%CI | p | β | SE | 95%CI | p |
| Between | | | | | | | | |
| 関係効力性→かけがえのなさ | 0.537 | 0.152 | [0.240 0.834] | <.001 | 0.678 | 0.216 | [0.254 1.102] | .002 |
| 交際期間→かけがえのなさ | 0.001 | 0.002 | [-0.004 0.005] | .784 | 0.030 | 0.108 | [-0.181 0.242] | .779 |
| 関係効力性→主観的幸福感 | 0.354 | 0.122 | [0.114 0.594] | .004 | 0.641 | 0.202 | [0.246 1.037] | .001 |
| 交際期間→主観的幸福感 | 0.002 | 0.002 | [-0.001 0.005] | .275 | 0.128 | 0.116 | [-0.100 0.356] | .271 |
| Within | | | | | | | | |
| 関係効力性→かけがえのなさ | 0.119 | 0.096 | [-0.068 0.307] | .213 | 0.123 | 0.097 | [-0.067 0.314] | .204 |
| 性別→かけがえのなさ | -0.036 | 0.073 | [-0.180 0.107] | .618 | -0.037 | 0.074 | [-0.182 0.108] | .616 |
| 関係効力性→主観的幸福感 | 0.162 | 0.071 | [0.024 0.301] | .022 | 0.214 | 0.088 | [0.042 0.386] | .015 |
| 性別→主観的幸福感 | -0.053 | 0.056 | [-0.164 0.057] | .344 | -0.069 | 0.073 | [-0.213 0.075] | .348 |

マルチレベルSEMでは非標準化解が使われる

→BetweenとWithinの交互作用効果(Random係数)を仮定すると標準化係数を参照できなくなるから

7.研究の流れ 5 仮説の検証 6 結果

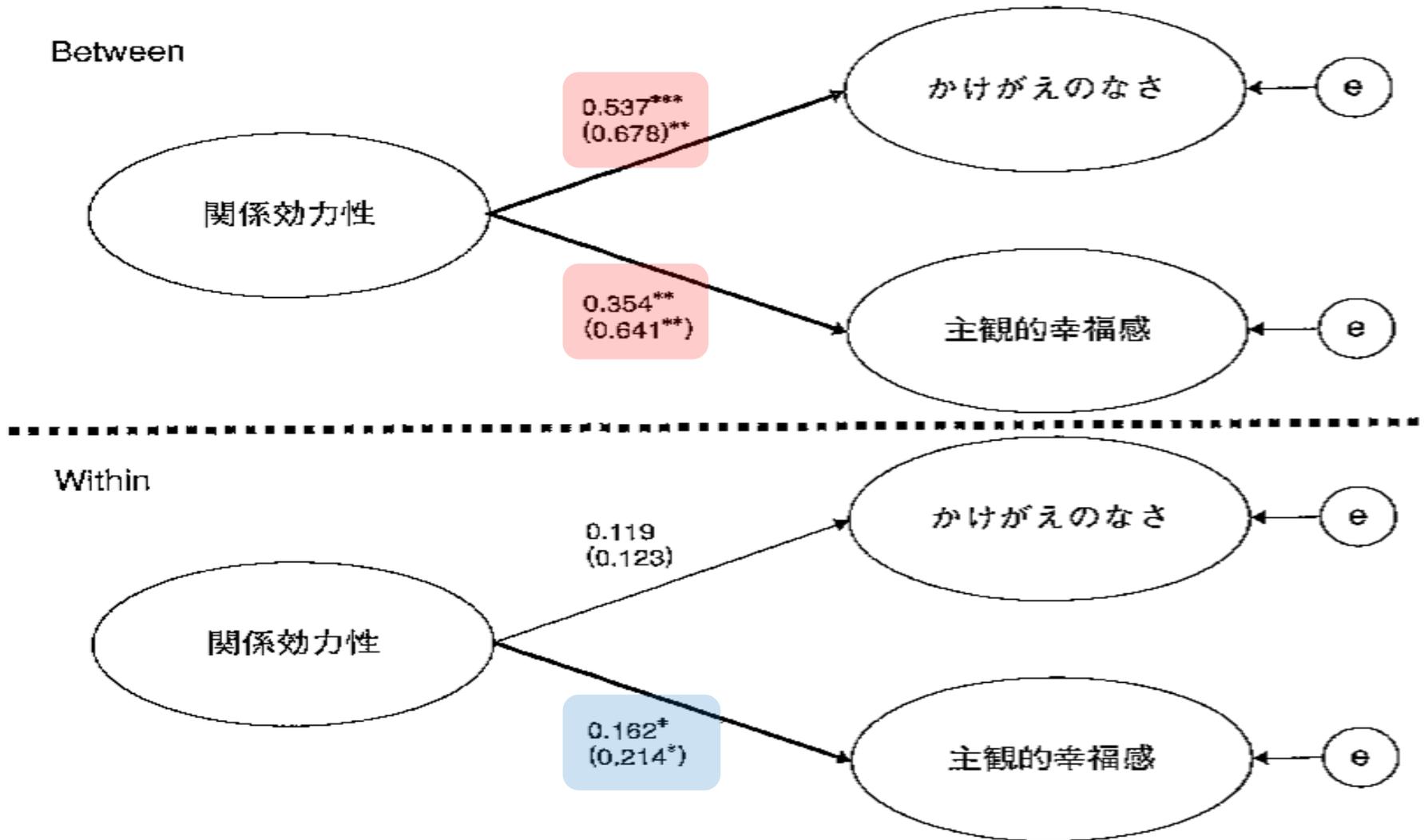
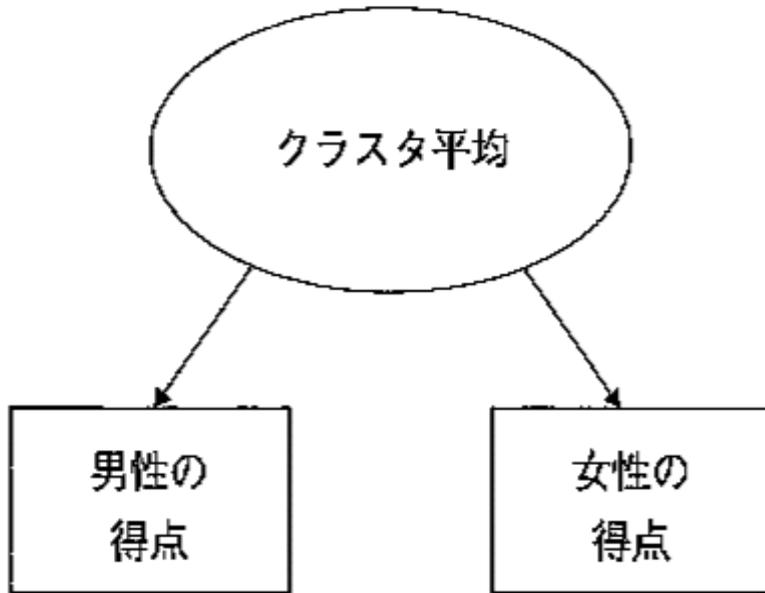


図 10-7 マルチレベル構造方程式モデリングによる分析の結果

(注) カッコ内は標準化係数をあらわしています。* : $p < .05$, ** : $p < .01$, *** : $p < .001$

7. 研究の流れ 7 解釈の時の注意点

結果指標集計 (マルチレベル構造方程式モデリング)



原因指標集計 (階層線形モデル)

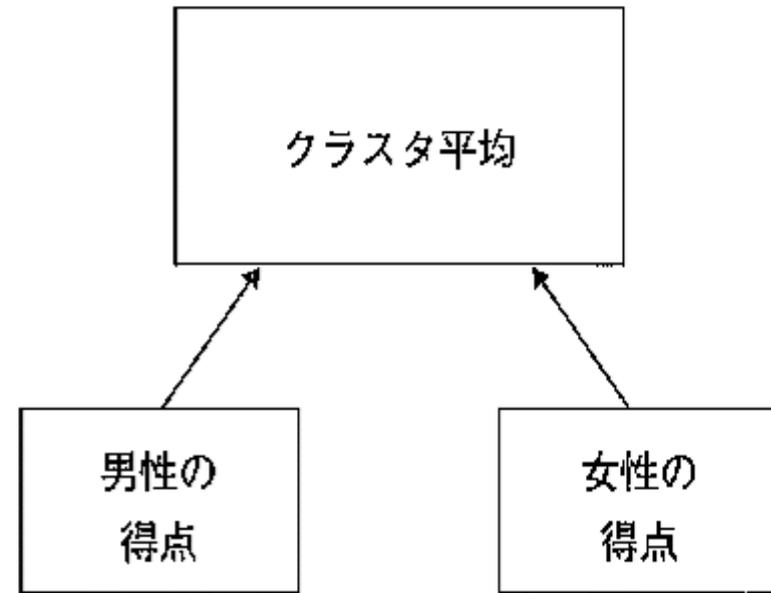


図 10-8 結果指標集計と原因指標集計

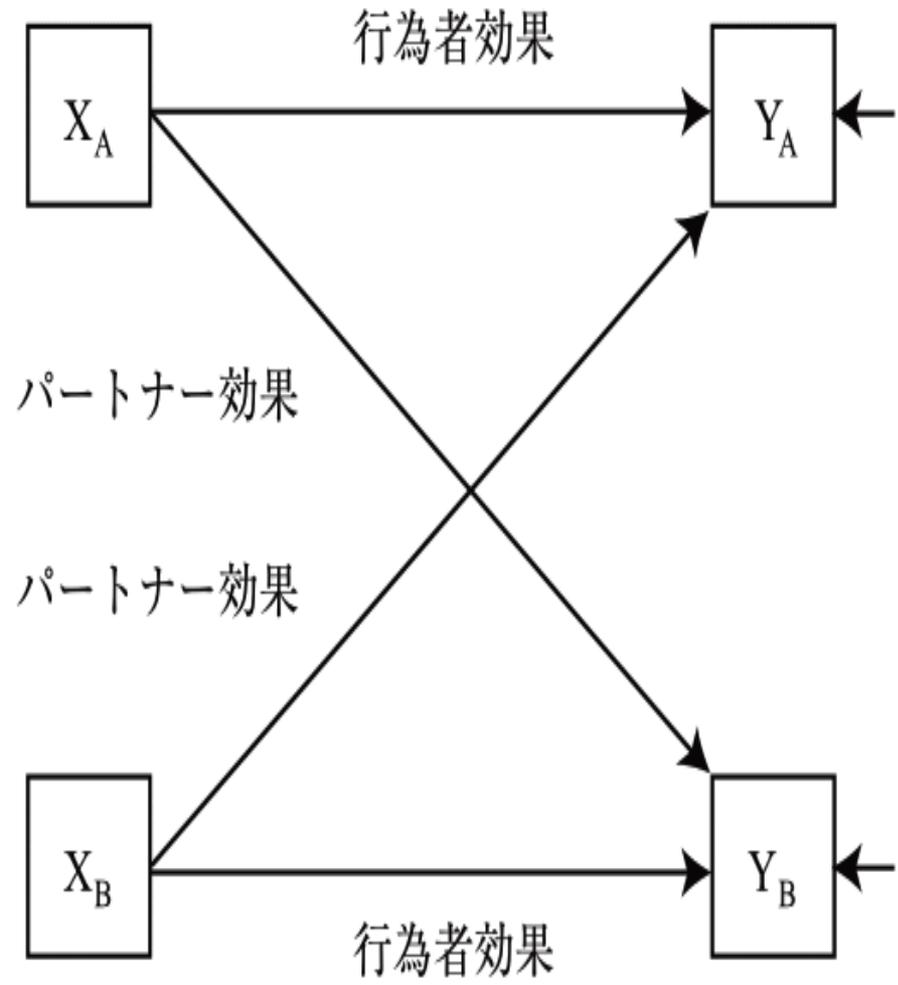
因子分析と主成分分析の關係に似ている

目に見えない心理学的な概念 → マルチレベルSEM

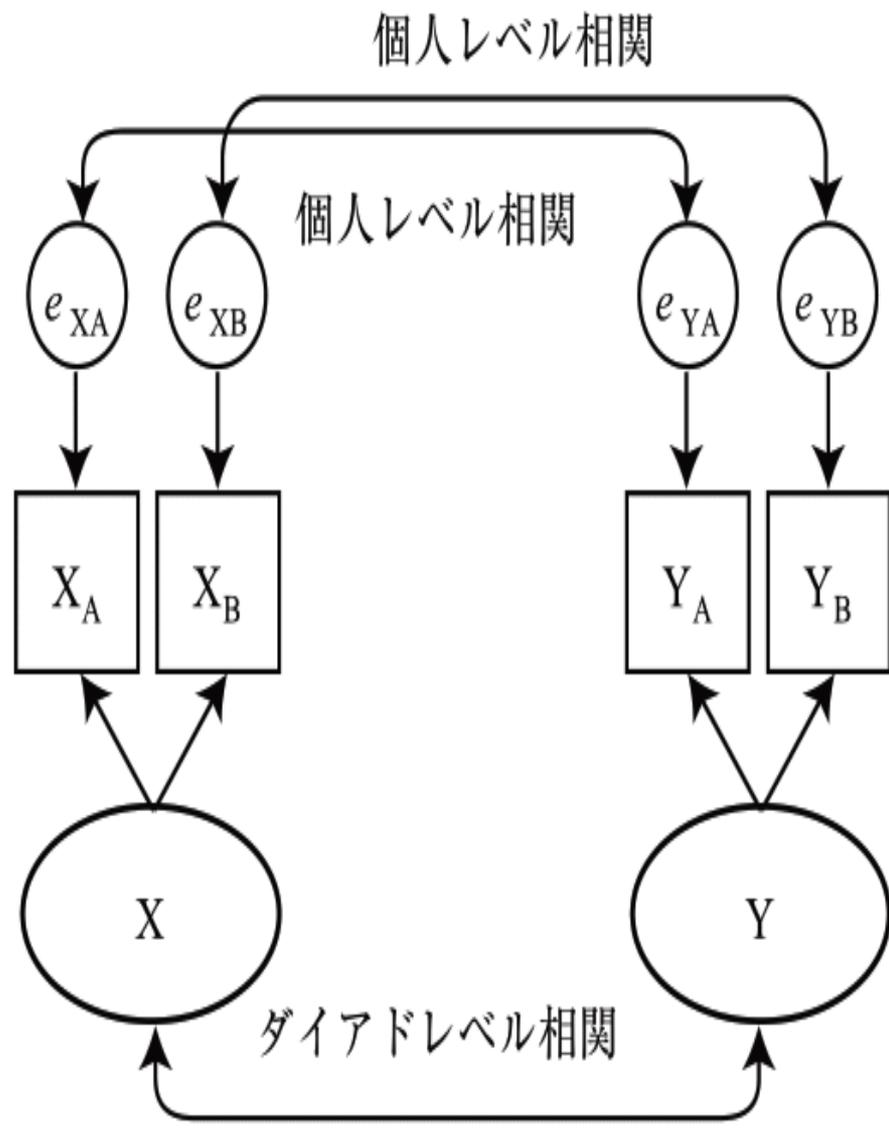
目に見える社会学的な要因 → 階層線形モデル

a: 行為者-パートナー相互依存性モデル

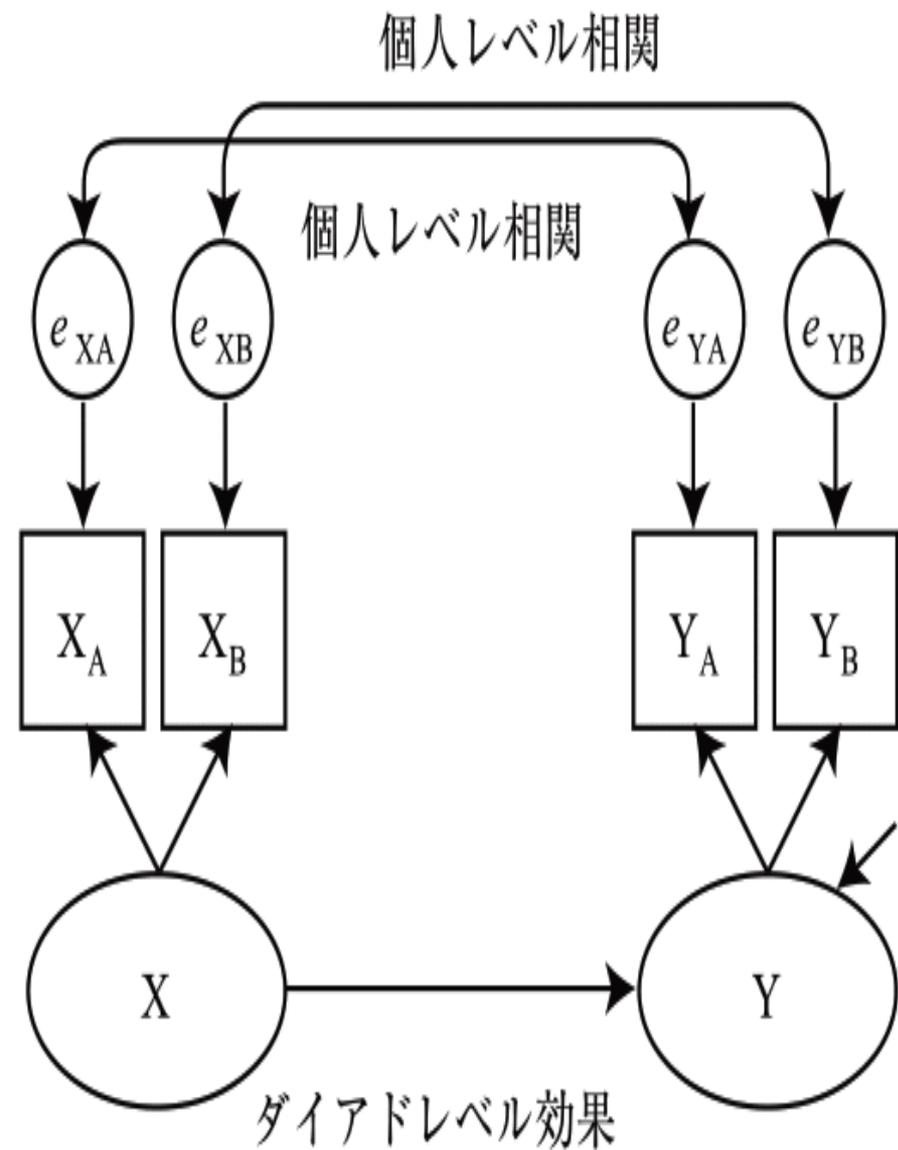
(APIM)



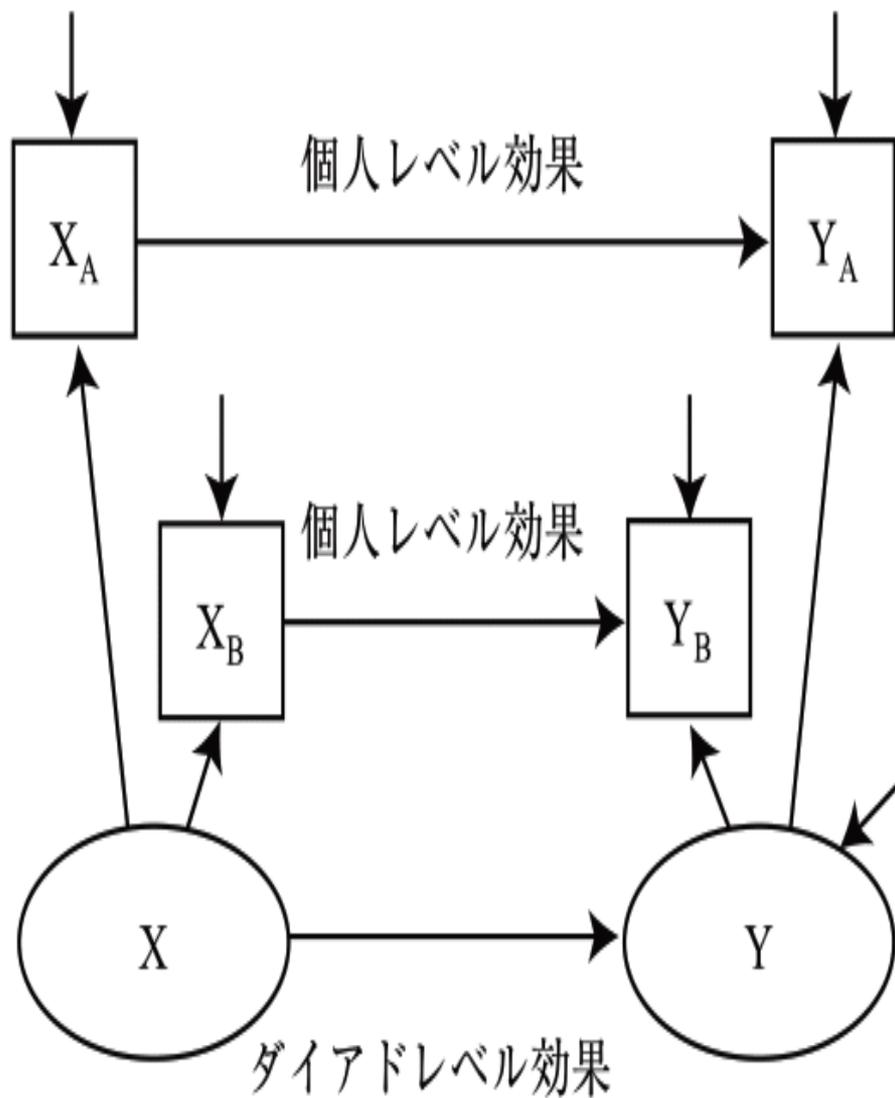
b: ペアワイズ相関分析



c: 共通運命モデル



d: マルチレベル共通運命モデル



8. マルチレベルSEMの解析

ここで扱う解析方法

1. HAD (清水裕士先生) : 無料なのにかんたん
Excelソルバーを使う解析(Excel2007はVer16では動作しない)
行為者-パートナー相互依存モデル(APIM) 対応
 2. R (後藤崇志氏パッケージ試作) : 無料でわかりやすい
マルチレベル相関, Muthen最尤法
 3. Mplus (Muthen & Muthen) : 有料(高い)
Multilevel Add-On  学生240ドル / 大学745ドル (2017.6)
機能の割には高い。制限付だがデモ版あり。
- マルチレベルSEMは
分散共分散行列の最尤推定法の違いで値は異なる

HAD データの読み込み

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|----------|--------|----------|-----------|--------|---|---|---|---|
| 1 | 変数名 | COUPLE | Relation | Irreplace | WellBe | | | | |
| 2 | | 1 | 4.444 | 5.000 | 3.167 | | | | |
| 3 | データ読み込み | 1 | 4.889 | 4.750 | 3.250 | | | | |
| 4 | | 2 | 3.222 | 5.000 | 2.667 | | | | |
| 5 | | 2 | 4.000 | 4.750 | 3.583 | | | | |
| 6 | モデリングシート | 3 | 2.778 | 4.750 | 2.833 | | | | |
| 7 | | 3 | 3.111 | 4.500 | 2.417 | | | | |
| 8 | | 4 | 3.444 | 5.000 | 2.833 | | | | |
| 9 | | 4 | 3.333 | 4.750 | 3.000 | | | | |
| 10 | | 5 | 3.444 | 5.000 | 3.083 | | | | |
| 11 | | 5 | 2.778 | 5.000 | 2.083 | | | | |
| 12 | 列幅の調整 | 6 | 4.333 | 5.000 | 2.667 | | | | |
| 13 | | 6 | 3.000 | 4.750 | 2.667 | | | | |
| 14 | | 7 | 4.111 | 5.000 | 3.000 | | | | |
| 15 | | 7 | 3.444 | 4.000 | 2.667 | | | | |
| 16 | 数値 | 8 | 3.556 | 5.000 | 2.083 | | | | |

Annotations in the image:

- A red callout bubble on the right side contains the text: データをコピーしてから「モデリング」へ (Copy the data and then to "Modeling").
- A red box highlights the cell containing the text: 数値 (Numerical) in column A, row 16.

HAD 変数の設定

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with a spreadsheet and a dialog box for setting HAD variables. The spreadsheet has the following data:

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|-----|-----------|--------|----------|-----------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 変数名 | COUPLE | Relation | Irreplace | WellBe | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 分析 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | データシート | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 使用変数 | COUPLE | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 変数情報 | フィルタ | 値ラ | | | | | | | | | | | | | |
| 301 | COUPLE | | | | | | | | | | | | | | | |
| 302 | Relation | | | | | | | | | | | | | | | |
| 303 | Irreplace | | | | | | | | | | | | | | | |
| 304 | WellBe | | | | | | | | | | | | | | | |
| 305 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 306 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 307 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 308 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 309 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 310 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 311 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 312 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 313 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 314 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 315 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 316 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 317 | | | | | | | | | | | | | | | | |

The dialog box '分析に使用する変数: HAD' is open, showing the following settings:

- 分析に使用する変数: HADから除外する変数
- 分析で使用する変数を選択してください。
- 登録変数一覧
- 登録変数の表示 ↓
- データリスト
- 使用変数: Relation, Irreplace, WellBe
- 統制変数
- OK
- キャンセル

HAD 分析方法の設定

The screenshot displays the HAD software interface with the following elements:

- Spreadsheet Grid:**
 - Row 1: Variable names (変数名) include COUPLE, Relation, Irreplace, WellBe.
 - Row 28: SEM analysis options include SEM, 確認的因子分析 (Confirmatory Factor Analysis), オプション (Options), and 分析実行 (Execute Analysis).
 - Row 32: Factor number (因子数) is set to 0, with a checkbox for '潜在変数なし' (No latent variables) and a 'モデルスペース' (Model Space) button.
 - Row 34: Analysis method (分析法) options include SEM, CFA, EFA, and マルチレベル (Multi-level).
 - Row 36: Estimation method (推定法) options include 最尤法 (Maximum Likelihood), GLS, and 欠損値データ (Missing value data).
 - Row 38: Estimation settings (推定設定) include checkboxes for '標準誤差' (Standard error) and '平均構造を推定' (Estimate average structure).
 - Row 40: Output (出力) options include checkboxes for '標準化残差' (Standardized residuals) and '因子得点' (Factor scores).
 - Row 43: Model saving (モデル保存) options include 因子分析 (Factor analysis), クラスタ分析 (Cluster analysis), 数量化分析 (Quantitative analysis), and 構造方程式モデル (Structural equation model).
- Dialog Box: 因子分析オプション: HAD**
 - Tab: 因子分析 (Factor analysis)
 - Maximum iterations (最大反復回数): 500
 - Convergence criterion (収束基準): 0.00001
 - Standard error estimation (標準誤差の推定):
 - 補正なし (No correction) is selected.
 - Minimum value (微小値): 0.0001
 - Estimation settings (推定の設定):
 - 外生変数の分数を推定する (Estimate fractions of exogenous variables) is checked.
 - 分数を非負に制約して推定する (Estimate fractions with non-negativity constraints) is checked.
 - Output settings (出力の設定):
 - 確認的因子分析の結果をサイズで並び替える (Sort confirmatory factor analysis results by size) is unchecked.
 - 1回以上の結果を標準化解で出力する (Output results from 1 or more iterations as standardized solutions) is unchecked.
 - Buttons: デフォルト設定 (Default settings), OK, キャンセル (Cancel)

HAD モデルの指定

The screenshot shows a software interface for specifying HAD models. The main grid contains the following elements:

- Row 42: モデル保存
- Row 43: 因子分析 クラスタ分析 数量化分析 構造方程式モデル
- Row 46: マルチレベル SEM
- Row 47: パスを推定 (with sub-options: 共分散を推定, HAD2Stan)
- Row 48: モデルチェック (highlighted with a red box)
- Row 49: 初期化
- Row 50: 外生変数 W_Relation v:
- Row 51: 因子増やす W_Irreplace p: (highlighted with a red box) v:
- Row 52: W_WellBe p: (highlighted with a red box) v:
- Row 53: 因子減らす B_Relation v:
- Row 54: B_Irreplace p: (highlighted with a red box) v:
- Row 55: B_WellBe p: (highlighted with a red box) v:
- Row 58: 制約→
- Row 300: 変数情報 (with columns: フィルタ, 値ラベル, ラベル, @変数, コード)
- Row 301: COUPLE
- Row 302: Relation

A red callout bubble contains the following text:

単方向パス
[p:]
を入力して
モデルを指定
「モデルチェック」
してから
「分析実行」

HAD 分析結果の出力

すごい！一瞬でできる。
しかし
何をやっているのか
さっぱりわからない。

| 変数名 | 級内相関 |
|-----------|------|
| Relation | .371 |
| Irreplace | .303 |
| WellBe | .232 |

| パス係数 | 推定値 | 標準誤差 | 95%下限 | 95%上限 | Z値 | p値 |
|--------------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| W_Irreplace← | | | | | | |
| W_Relation | 0.084 | 0.096 | -0.105 | 0.272 | 0.869 | .385 |
| W_WellBe← | | | | | | |
| W_Relation | 0.180 | 0.073 | 0.038 | 0.323 | 2.487 | .013 |
| B_Irreplace← | | | | | | |
| B_Relation | 0.585 | 0.190 | 0.212 | 0.957 | 3.075 | .002 |
| B_WellBe← | | | | | | |
| B_Relation | 0.348 | 0.122 | 0.109 | 0.587 | 2.850 | .004 |

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

パッケージのインストール

MLLaVarのインストール

```
> install.packages('devtools')
```

```
> library('devtools')
```

```
> install_github("gikuyakat/MLLaVar")
```

Skipping install of 'MLLaVar' from a github remote, the SHA1 (ed76acbd) has not changed since last install.

Use `force = TRUE` to force installation

```
> library(MLLaVar)
```

lavaanのインストール

```
> #パッケージインストール
```

```
> install.packages("lavaan", dependencies = TRUE)
```

```
> library(lavaan)
```

This is lavaan 0.5-23.1097

lavaan is BETA software! Please report any bugs.

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

サンプルデータ読込 (→計量パーソナリティ心理学WEBページ)

データ (data10.csv) の読み込み

```
> testD<-read.csv("data10.csv", header = T)
> #データセットに追加されているかを確認
> head(testD,3)
```

```
COUPLE Relation Irreplace WellBe
```

```
1 1 4.44444 5.00 3.16667
```

```
2 1 4.88889 4.75 3.25000
```

```
3 2 3.22222 5.00 2.66667
```

【注意】本書サンプルデータには、欠損値がいくつか含まれており、MPlus用に[.]と表記されていたため、R用に[NA]と修正した。ちなみにHADは両方に対応している(デフォルトは[.])。設定要。

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

レベル別相関の算出と検定

mlcor関数 (x, y, g) レベル別相関

〔「かけがえのなさ」と「関係効力性」の相関〕

```
> testcor <-  
mlcor(testD$Ireplace, testD$Relation, testD$COUPLE)  
correlation(between) = 0.68*, correlation(within) = 0.12
```

```
> testcor #データ表示
```

```
$Corr_Between  
[1] 0.6788621 ← 表10-2  
$zCorr_Between  
[1] 2.799696  
$p_Between  
[1] 0.005115076  
$n_Between  
[1] 97  
$Corr_Within ← 表10-2  
[1] 0.1192983  
$zCorr_Within  
[1] 1.154589  
$p_Within  
[1] 0.2482588  
$n_Within  
[1] 95
```

〔「主観的幸福感」と「関係効力性」の相関〕

```
> testcor2 <- mlcor(testD$WellBe, testD$Relation, testD$COUPLE )  
correlation(between) = 0.67*, correlation(within) = 0.23*
```

```
> testcor2 #データ表示
```

```
$Corr_Between  
[1] 0.6655795 ← 表 10-2  
$zCorr_Between  
[1] 2.368431  
$p_Between  
[1] 0.01786372  
$n_Between  
[1] 97  
$Corr_Within ← 表 10-2  
[1] 0.2310279  
$zCorr_Within  
[1] 2.147306  
$p_Within  
[1] 0.03176893  
$n_Within  
[1] 91
```

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

レベル別の分散共分散行列の推定

mlcovar関数

BetweenとWithinの分散共分散行列

```
> # mlcovar関数 BetweenとWithin  
> の分散共分散行列を算出  
> testcovar <- mlcovar ( testD )  
> testcovar #データ表示
```

```
$VarCovar_Between  
  Relation Irreplace WellBe  
Relation 0.5572905 0.19709489 0.15280051  
Irreplace 0.1970949 0.41641041 0.05924262  
WellBe 0.1528005 0.05924262 0.23552158
```

```
$VarCovar_Within  
  Relation Irreplace WellBe  
Relation 0.26183709 0.02090985 0.04538050  
Irreplace 0.02090985 0.22561813 0.02277946  
WellBe 0.04538050 0.02277946 0.14735956
```

```
$Corr_Between  
  Relation Irreplace WellBe  
Relation 1.0000000 0.7420687 0.6655795  
Irreplace 0.7420687 1.0000000 0.2811468  
WellBe 0.6655795 0.2811468 1.0000000
```

```
$Corr_Within  
  Relation Irreplace WellBe  
Relation 1.00000000 0.08602968 0.2310279  
Irreplace 0.08602968 1.00000000 0.1249302  
WellBe 0.23102794 0.12493017 1.00000000
```

```
$mean_Between  
[1] 3.643026 4.672872 2.890071  
$mean_Within  
[1] 0 0 0
```

```
$icc ← 級内相関係数 表 10-1  
  Relation Irreplace WellBe  
0.3680058 0.3038082 0.2359038
```

```
$nBetween  
[1] 97  
$nWithin  
[1] 91  
$omega  
[1] 1.937832
```

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

マルチレベル構造方程式モデルの指定

mlavar関数

BetweenとWithinのパス算出

```
> # mllavar関数 BetweenとWithinのパス算出
> testlavar <- mllavar ( testD )
***need to reshape your data?***
1: YES
2: NO
Selection: 1
***start to reshape***
```

対話式になっているので
質問にしたがって
変数とモデルを指定

.....(中略).....

```
***start to make descriptions [models of unidirections]***
```

```
iv    dv level
```

```
1 Relation Irreplace BeWith
```

```
2 Relation WellBe BeWith ← 単方向パスを2つ指定
```

```
***start***
```

.....(中略).....

```
***completed [models of unidirections]***
```

```
Irreplace_w~c(vw01, vw01)*Relation_w
```

```
Irreplace_b~c(NA, 0)*Relation_b+c(vb01b, vb01w)*Relation_b
```

```
WellBe_w~c(vw02, vw02)*Relation_w
```

```
WellBe_b~c(NA, 0)*Relation_b+c(vb02b, vb02w)*Relation_b
```

↑単方向パスのモデル

今回は双方向のパスは仮定されていないので、入力しない。

後藤さんのRパッケージ MLLaVar

推定結果の出力(Lavaan)

lavaanで推定された結果の表示

```
> summary ( testlavar$res.lavaan )
lavaan (0.5-23.1097) converged normally after 26
iterations
Number of observations per group
between          97
within           91
```

適合度 (minimum chi-square)

```
Estimator          ML
Minimum Function Test Statistic    1.141
Degrees of freedom           2
P-value (Chi-square)          0.565
```

Chi-square for each group:

```
between          0.066
within           1.074
```

Parameter Estimates:

```
Information          Expected
Standard Errors      Standard
```

Group 1 [between]: ← 表10-3

```
Regressions:          Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
Irreplace_w ~
  Reltn_w (vw01)    0.084  0.097  0.865  0.387
Irreplace_b ~
  Reltn_b (vb01)    0.585  0.192  3.053  0.002
WellBe_w ~
  Reltn_w (vw02)    0.180  0.073  2.482  0.013
WellBe_b ~
  Reltn_b (vb02)    0.348  0.123  2.831  0.005
```

Group 2 [within]: ← 表10-3

```
Regressions:          Estimate Std.Err z-value P(>|z|)
Irreplace_w ~
  Reltn_w (vw01)    0.084  0.097  0.865  0.387
Irreplace_b ~
  Reltn_b (vb01)    0.000
WellBe_w ~
  Reltn_w (vw02)    0.180  0.073  2.482  0.013
WellBe_b ~
  Reltn_b (vb02)    0.000
```

マルチレベルSEM解析方法のまとめ

1. まず**HAD**でやってみる。

Excelソルバーを使用した最尤推定

2. **R** (後藤崇志氏パッケージ)で確認してみる。

Muthen最尤法を使用した推定(分散共分散行列もチェック)

3. **Mplus** (Muthen & Muthen) で流れを確かめる。

Software Researcher にならないように数理を踏まえる

マルチレベルSEMは

Between と Within の共分散を推定することにより
実際には測定していない(できない)統計量を仮定できる。
HLMに比べて、Within の効果をより高い精度で推定でき
いろいろな研究場面に応用可能な、とても有用な解析方法
である。(計算自体はむずかしくない)

引用文献

- 浅野良輔(2017). 二人一緒ならうまくいく?—マルチレベル構造方程式モデリング— 荘島宏二郎(編) 計量パーソナリティ心理学(pp. 153-167). ナカニシヤ出版
- 浅野良輔, & 吉田俊和. (2011). 関係効力性が二つの愛着機能に及ぼす影響—恋愛関係と友人関係の検討—. 心理学研究, 82(2), 175-182.
- 浅野良輔. (2017). ペアデータによる2者関係の相互依存性へのアプローチ. 実験社会心理学研究, 56(2), 139-141.
- 後藤崇志(2015). 「MLLaVar: Rを使ってMLSEMを行うためのパッケージ」2015年3月26日 <<http://g01beza.web.fc2.com/>> (2017年5月30日)
- 小杉考司, & 清水裕士. (2014). M-plus と R による構造方程式モデリング入門. MPlus(2014). 「マルチレベル構造方程式モデルの資料」 <<https://www.statmodel.com/>> 2014年1月21日 (2017年5月30日)
- 尾崎幸謙(2008). 「マルチレベルモデリング」 <www010.upp.sonet.ne.jp/koken/multilevel.ppt> (2017年6月4日)
- 清水裕士 (2016). フリーの統計分析ソフトHAD: 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案 メディア・情報・コミュニケーション研究, 1, 59-73.
- 清水 裕士. (2014). 個人と集団のマルチレベル分析. ナカニシヤ出版.