

統計学的解析

大西弘高

東京大学医学教育国際協力研究センター
日本医学教育学会医学教育研究開発委員会



研究デザイン

- 事後テスト単独 vs 事前事後テスト
 - 事前事後テストにより改善度が測定可能
- 対照群の有無(対照群有:準実験)
- ランダム化の有無(ランダム化:真の実験)

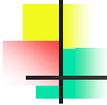
一般的な研究デザイン

前実験的	事後テスト単独	X -- O
	事前事後テスト	O ₁ -- X -- O ₂
準実験的	非ランダム化比較 事前事後テスト	E O ₁ -- X -- O ₂ C O ₁ ----- O ₂
	ランダム化比較 事後テスト単独	R E X --- O ₁ C --- O ₁
真の 実験的	ランダム化比較 事前事後テスト	R E O ₁ -- X -- O ₂ C O ₁ ----- O ₂

X: 教育介入, O: 観察か測定, E: 実験群, C: 対照群, R: ランダム割り付け

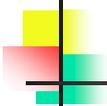
統計学的解析

- 記述統計
 - 割合, 分布(ヒストグラム), 平均, 標準偏差...
- 分析的統計
 - 平均の比較
 - 相関
 - 回帰



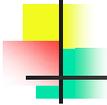
変数

- 連続変数
 - 正規分布
 - 非正規分布
 - イベントまでの時間(censored)
- 順序変数
- 名義変数(≥ 3 群)
- 二区分変数(dichotomous)



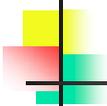
連続変数

- “測定”のデータの多くはこの形
 - テストの点数のように加算してよいか？
- Pros
 - 適切に処理すれば、事象を鋭敏に表現
 - 統計学的検出力も高い
- Cons
 - 欠損値が発生しやすい→多変量に不利
- コツ
 - 分布と欠損値の頻度を常にチェック
 - 数学的処理、順序化、二区分化を考慮



順序変数

- 連続変数と二区分変数の中間
- 一見連続変数
- Pros
 - 事象を二区分変数よりも鋭敏に検出
- Cons
 - 欠損値が発生しやすい



名義変数(≥3群)

- 順序化できない対象集団の特徴
 - 出身校
- Cons
 - 基本的に数字変換は不可能
 - 統計処理が困難
- コツ
 - 医学的標準、最大標本数の群を標準としてダミーコード化



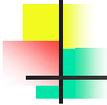
ダミーコード化

標本ID	出身校	Private	National	Oversea
1	公立 高校	0	0	0
2	私立 高校	1	0	0
3	国立 付属	0	1	0
4	帰国 子女	0	0	1



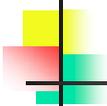
二区分変数

- イベントの評価
- 他のタイプの変数の変換型
- Pros
 - 欠損値が少ない ~ 欠損値=“なし”
 - 解析や結果の解釈が容易
- Cons
 - 鋭敏さに欠ける
- コツ
 - 2元変数の組み合わせ~元々ダミー



平均の差をみる統計解析

検定目的	パラメトリック	ノンパラメトリック (順序尺度以上)
対応のない2標本の 代表値の差	平均値の差のt検定	マン・ホイットニーの U検定
対応のある2標本の 代表値の差	平均値の差のt検定	符号検定 符号付順位和検定
対応のないK標本の 代表値の差	一元配置分散分析	クラスカル・ウォリス 検定
対応のあるK標本の 代表値の差	混合型分散分析	フリードマンの検定



パラメトリックとノンパラ

- ノンパラメトリックな手法は順序／名義変数
(カテゴリー変数)に利用可能
- パラメトリックな手法は正規分布，等分散を
仮定して利用可能
- ノンパラメトリックな手法は分布型を問わない。
しかし，検出力が劣る傾向があり，計算も難
しい。濫用は控えるべき
- nが30を超えるような場合，パラメトリックな
手法でも頑健性からまず問題なし

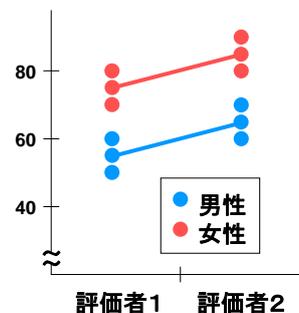
p値とEffect Size

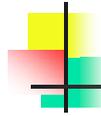
- p値は帰無仮説が成り立つ確率
- Effect sizeは差が大きいかどうか
 - "small, $d = 0.2$," "medium, $d = 0.5$," and "large, $d = 0.8$ " (Cohen, 1988)
- 差が小さくてもサンプルサイズが大きければ有意になることあり

分散分析 = Analysis of Variance

- 反復測定の有無を間違えない
 - 反復測定のないデータ (between subject)
 - 反復測定のあるデータ (within subject)
- Excel, SPSSでは
 - 繰り返しのないデータは縦に重ねる
 - 繰り返しのあるデータは横に並べる

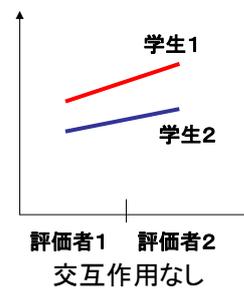
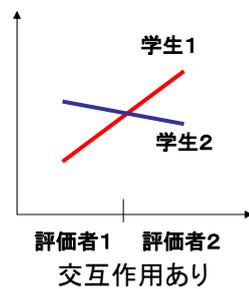
ID	男女	評価者1	評価者2
1	男	50	60
2	男	60	70
3	女	70	80
4	女	80	90





2way, 3way ANOVA

- 同時に二つ以上の要因の比較ができる
- 繰り返しは有っても無くても組み合わせ可
 - 繰り返し有る場合は球面性が問題に
- 二元配置, 三元配置の場合, 交互作用も確認



研究計画法

- 3要因 ($2 \times 2 \times 2$)
 - 直交計画
 - 要因 1×2 , 1×3 , 2×3 , $1 \times 2 \times 3$ といった交互作用も求められる
 - この場合はいずれの要因においても測定の繰り返し無

	要因 1	要因 2	要因 3
グループ1	+	+	+
グループ2	+	+	-
グループ3	+	-	+
グループ4	+	-	-
グループ5	-	+	+
グループ6	-	+	-
グループ7	-	-	+
グループ8	-	-	-



カテゴリー間, 二変数間の関係

- 二区分変数, 名義変数: まずはtableに
 - 独立性: χ^2 検定
 - 要因による差: odds ratio, relative risk
- 順序変数, 連続変数: まずは散布図を
 - 順序変数: スピアマンの $\rho (r_s)$
 - 連続変数: ピアソン積率相関係数 (r)
 - 3つ以上の変数: 多変量解析へ

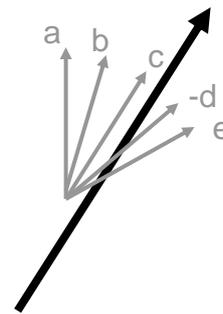


多変量解析

- 探索的解析か仮説検証解析か
 - 従属変数, 独立変数の違いは明確か
 - 関連性 (association) と因果関係 (causal relationship) との違い
 - 何が原因で何が結果と考えるか
- データの種類
 - 二区分変数, カテゴリー変数, 連続変数

内的一貫性

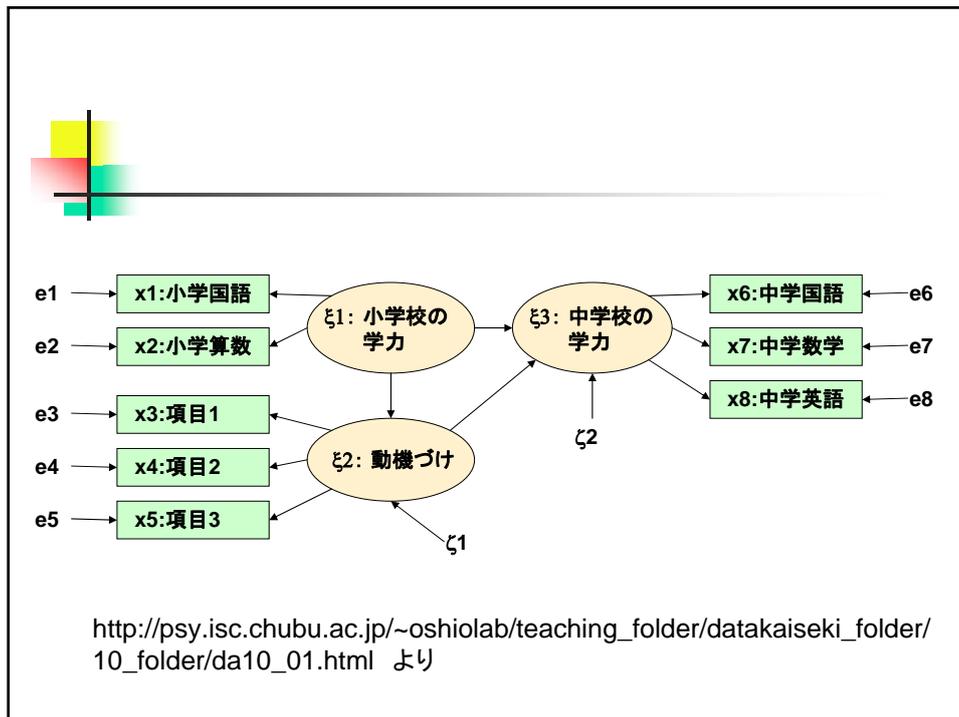
- a~eの測定ベクトルの方向性が似ているならひとまとめに合算することが許容される
- もし複数の測定が互いにあまりに似ているなら, 区別して測定する意味はない
- $0.7 < \alpha < 0.9$ が適正
- dは逆転項目



共分散構造分析

(SEM: structural equation models)

- 確認的因子分析など
- 因子分析とは観測変数を潜在変数で説明する点で似ているが, SEMは変数間の因果関係について仮説を立てる点で異なる
- パス解析とは観測変数の因果関係について議論する点で似ているが, SEMは潜在変数を置く点で異なる



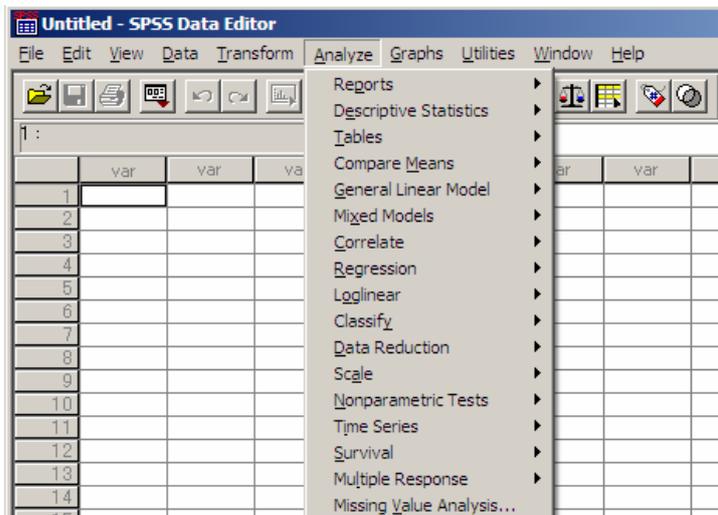
信頼性

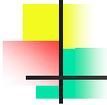
- 評価者間一致度: 評価者間一致率, κ 値, intraclass correlation (ICC)
 - 一致率と κ 値か ICC の 2 つがなければ単一指標では一致度の判断難しい
 - 3 者以上の評価者がいれば ICC が利用しやすい
- 一般化可能性係数, 信頼度指数
 - 前者は相対評価, 後者は絶対評価に利用される
 - 統計学的には一般化可能性理論にクロンバッハ α や ICC が含まれる関係

回帰分析

- 一つ(単回帰), または多数(重回帰)の独立変数によって, 従属変数の予測式を作る
 - $y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_mX_m$
- 従属変数の種類と回帰分析の関係
 - 間隔変数: 線形回帰分析
 - 二区分変数: ロジスティック回帰分析
 - カテゴリー変数: 間隔変数とみなせれば線形回帰. そうでなければカテゴリー変数用のロジスティック回帰分析かプロビット分析など

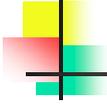
SPSSの使い方





便利なWeb Page(国内)

- 群馬大青木繁信先生のページ
<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/>
- 香川大 堀啓造先生のページ
<http://www.ec.kagawa-u.ac.jp/~hori/>
- 心理・教育のための統計の初歩
<http://grace.ceser.hyogo-u.ac.jp/sta/index.html>



便利なWeb Page(海外)

- Research consulting (U Texas)
<http://www.utexas.edu/its/rc/>
- Effect size
<http://web.uccs.edu/lbecker/Psy590/es.htm>
- Agreement statistics
<http://ourworld.compuserve.com/homepages/jsuebersax/agree.htm>