

統計学(基礎)

第8回 対応のあるt検定

対応のあるt検定

2/18

対応のあるt検定

- 前後など、同じ人(ペア)で差があるかどうか

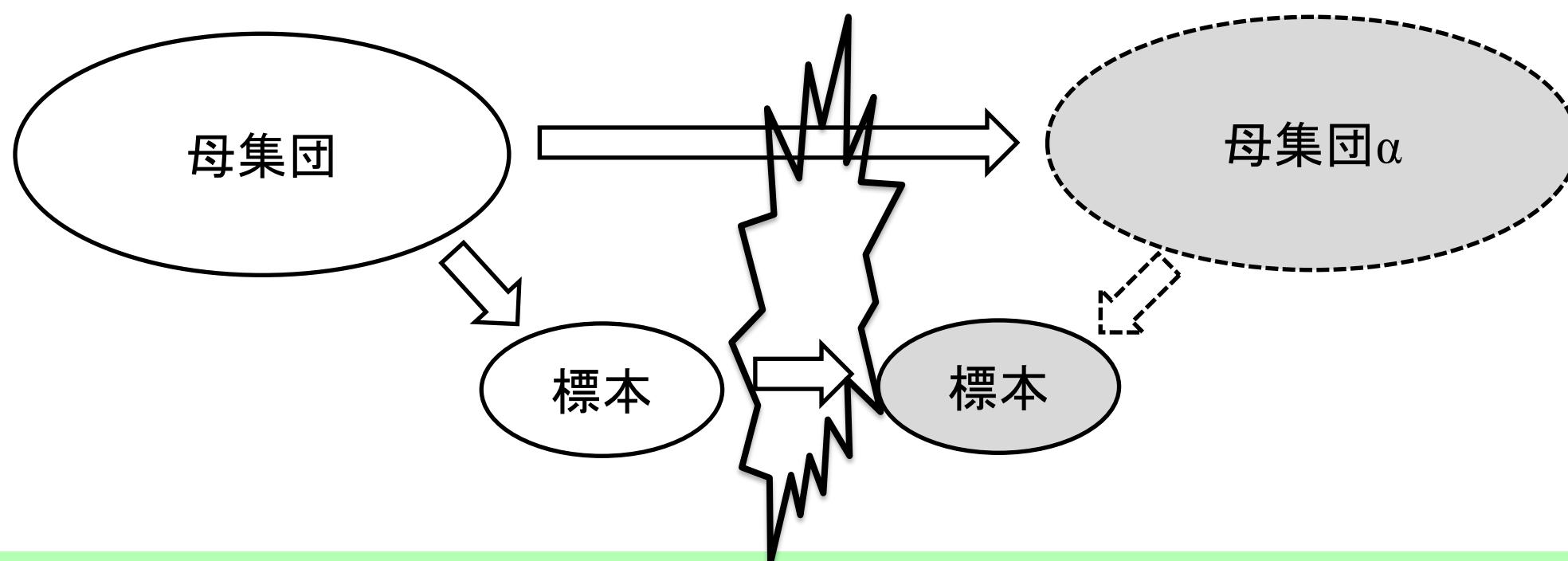
No	前	後
1	163	159
2	128	170
3	168	172
4	137	139
5	145	151

対応のある検定とは(再)

- ・ データ間に対応がある場合は別の計算方法を使う
- ・ 対応のあるデータ(繰り返しのあるデータ)
 - 同じ対象に対して複数回データを取っている
- ・ 統計値の計算方法は異なるが、結果の分布は同じ
- ・ 有意差がある場合は、その間に何かがあったと考える

対応のあるデータの検定の考え方

- 前後で違いがあるかないか
 - 標本が違うなら、もう同じ母集団とは言えない



対応のあるt検定

1. 前後の差の平均値を出す

- 平均値の差ではなく、各値の差を求め、その平均値

2. 前後の差の(標本)標準偏差を出し、それをデータ数(n)の平方根(ルート)で割る

- 各値の差の(標本)標準偏差

3. 1を2で割る

$$t = (\text{差の平均}) / (\text{差の標準偏差} / \sqrt{n})$$

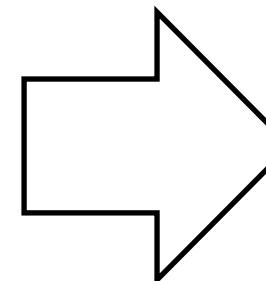
→これが自由度n-1のt分布に従う

前後の差の平均が0といえるかどうかを検定する

対応のあるt検定

- 前後の差を出す

No	前	後
1	163	159
2	128	170
3	168	172
4	137	139
5	145	151



No	前	後	後 - 前
1	163	159	-4
2	128	170	42
3	168	172	4
4	137	139	2
5	145	151	6

対応のあるt検定

- 前後の平均値の差の平均と標準偏差を出す。
- 「平均」を、「標準偏差をデータ数の平方根で除したもの」で除す。
- その商が自由度n-1のt分布に従う
 - 有意確率はExcelだとt.dist.2t関数で出せる

No	前	後	後 - 前
1	163	159	-4
2	128	170	42
3	168	172	4
4	137	139	2
5	145	151	6

96	156	146	-10
97	155	173	18
98	151	168	17
99	154	142	-12
100	156	146	-10
		平均値	5.06
		標準偏差	14.09

対応のあるt検定

- 前後の差の平均 5.06
- 標準偏差 14.088
- データ数 100

$$5.06 \div (14.088 \div \sqrt{100}) = 3.592$$

- 有意確率はt.dist.2t関数 t.dist.2t(t値,自由度)
 $=t.dist.2t(3.592,100-9)=0.00051$

対応あるt検定のデータ数と自由度

- ・ペアのデータなので、この場合ならデータ数は100、
自由度は99
 - データの件数がデータ数になる

No	前	後	後 - 前
1	163	159	-4
2	128	170	42
3	168	172	4
4	137	139	2
5	145	151	6

96	156	146	-10
97	155	173	18
98	151	168	17
99	154	142	-12
100	156	146	-10
		平均値	5.06
		標準偏差	14.09

対応あるt検定と等分散

- 同じ対象の差を分析するため、等分散という仮定は不要
 - そもそも等分散でなかつたら、変化したことになる

No	前	後	後－前
1	163	159	-4
2	128	170	42
3	168	172	4
4	137	139	2
5	145	151	6
96	156	146	-10
97	155	173	18
98	151	168	17
99	154	142	-12
100	156	146	-10
	平均値	5.06	
	標準偏差	14.09	

対応がある場合の帰無仮説の考え方(再)

- 棄却されたとき
 - 今回のサンプルからは両群が同じだと言うことは難しい
(同じである確率は低い) → 変化があった
- 棄却されなかったとき
 - 今回のサンプルからは両群が同じであると推定できる
(同じである確率が高い) → 変化がなかった

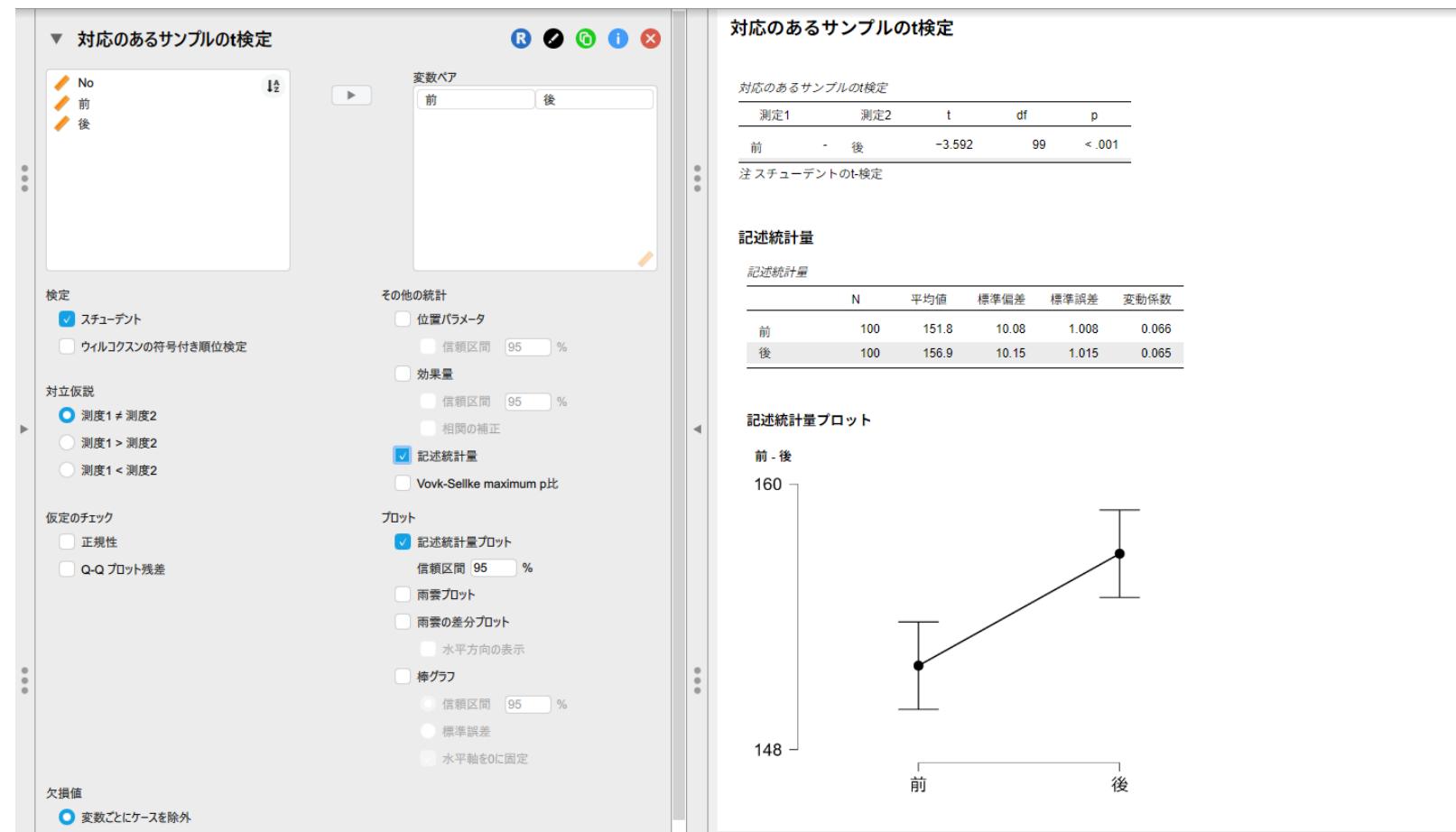
対応のあるt検定

- 左 JASP 右 jamovi

	No	前	後
1	1	163	159
2	2	128	170
3	3	168	172

No	1	2	3	4	5	6
1	163					
2	128					
3	168					
4	137			jSumTTest		
5	145				Summary Data	
6	167					

対応のあるt検定(JASP)



対応のあるt検定(jamovi)

対応ありt検定

No 前 後

変数ペア 前 後

検定

- スチュードント法
- ベイズ因子
- 事前分布 0.707
- ウィルコクソン順位

仮説

- 測定値 1 ≠ 測定値 2
- 測定値 1 > 測定値 2
- 測定値 1 < 測定値 2

欠損値

- 分析ごとに除外
- 行全体を除外

追加の統計量

- 平均値の差
- 信頼区間 95 %
- 効果量
- 信頼区間 95 %

記述統計

	N	平均値	中央値	標準偏差	標準誤差
前	100	152	152	10.1	1.01
後	100	157	157	10.2	1.02

前提チェック

- 正規性検定
- Q-Qプロット

結果

対応ありt検定

	統計量	自由度	p
前 後	スチュードントのt	-3.59	99.0 <.001

注: $H_0: \mu_{\text{測定値 } 1} - \mu_{\text{測定値 } 2} \neq 0$

記述統計

	N	平均値	中央値	標準偏差	標準誤差
前	100	152	152	10.1	1.01
後	100	157	157	10.2	1.02

グラフ

前 - 後

○ 平均値 (95%信頼区間)
□ 中央値

ここまで検定のまとめ

- データが質的か、量的か
- 群が独立(別々)か、対応がある(繰り返しがあるか)

	独立の群 (対応のない群)	対応のある群
質的データ(名義)	χ^2 検定	マクネマーの検定
量的データ	t検定(ウエルチ)	対応のあるt検定

注意点

- 質的データでも順序尺度の場合は χ^2 検定はしない方がいい
 - χ^2 検定は「分布の違い(比率)」を見るもの
 - 順序データの場合、「方向性(上昇・下降)」を無視してしまう
 - 群間の違いは見ても順序性(方向性)は見ていない
- 群が名義で変数が順序
 - 対応無し Mann-Whitney U(2群) か Kruskal-Wallis 検定(3群以上)
 - 対応あり Wilcoxon符号付順位検定

注意点

- 順序性があるなら「傾向」を見る手法に切り替える
 - 群が順序
 - Cochran-Armitageかロジスティック回帰
 - 群も変数も順序
 - Jonckheere-Terpstra検定かKendall's τ か、Spearmanの順位相関
 - Jonckheere-Terpstra は「順序的な差の傾向(大小関係)」をみる検定、Spearman や Kendall は「相関(関連性)」をみる検定。
- 有名でない手法になるときは、そもそもその計画でいいのかちょっと考える
 - もう少しシンプルに考えることができるかもしれない