

統計学(基礎)

第7回 母集団の等分散性の判断と 2群の平均値の差の検定

1/30

1

2群の平均値の差の検定

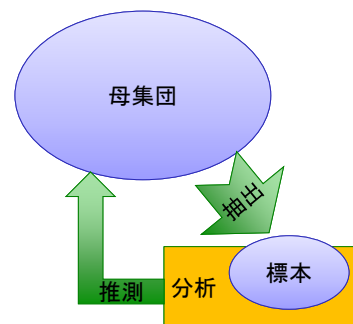
t検定

2/30

2

推測統計の基本的な考え(再)

- 母集団と標本抽出
 - 全体(母集団)から偏りなく得られた(抽出された)データ(標本)を使えば、全体を測定しなくても全体をある程度の精度で推測できる
 - 手元にあるデータが抽出された標本であると仮定できれば、全体を推測できるとする
 - そもそも、対象となるデータは大きすぎて現実的にデータがとれない

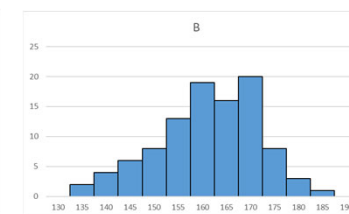
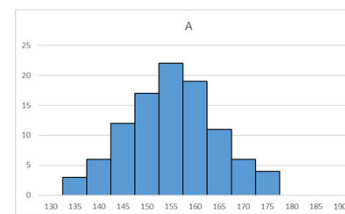


3/30

3

疑問

- A 平均値 153.0 標準偏差 9.1
- B 平均値 159.4 標準偏差 10.4



4/30

4

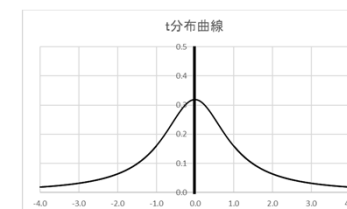
疑問

- グループ間で平均値に違いがあるのか
→ AとBの間で違いがあるか
- t検定(平均値の差の検定)
 - 群によって平均値が異なっているかの違いを見る
 - データの分布が異なっているか
 - 同じ母集団からの標本と言えるか言えないか

5/30

t検定

- 2群の平均値の差の検定
 - 2つのグループ間で平均値に差があるかどうかを調べる
 - t値を計算して、それが帰無仮説が棄却できるかできないかを調べる
 - 2群間に差がなければt値は0
 - t分布は0を中心に左右対称



6/30

t検定は2種類あるの

t検定の進め方

7/30

t検定は2種類ある

- 普通のt検定 スチューデント(Student)のt検定
 - 2群が等分散である
- ウェルチ(Welch)の検定
 - 等分散であることを仮定しない

8/30

2つのt検定(JASP)

独立したサンプルのt検定

結果

独立したサンプルのt検定

検定	統計量	df	p
Score Student	-4.626	198.0	< .001
Welch	-4.626	194.7	< .001

9/30

2つのt検定(jamovi)

対応なしt検定

結果

対応なしt検定

検定	統計量	自由度	p
Score スチューデントのt	-4.63	198	< .001
Welchのt	-4.63	195	< .001

10/30

スチューデントのt検定

- t値の計算方法

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

nはデータ数 sは標準偏差(s^2 は分散) \bar{x} は平均値

- 自由度は(一方のデータ数-1)+(もう一方のデータ数-1)なので、 $n_1 + n_2 - 2$

11/30

ウェルチのt検定

- t値の計算方法

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right)}}$$

nはデータ数 sは標準偏差(s^2 は分散) \bar{x} は平均値

- 自由度は...

12/30

ウエルチのt検定の自由度(d.f)

$$d.f = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_2^4}{n_2^2(n_2-1)}\right)}$$

- nはデータ数 sは標準偏差(s^2 は分散)

13/30

t検定と等分散性

- 2群間の分散が等しければ、スチューデントのt検定
- 分散が等しくなければ、ウエルチの検定
- t検定の前に、分散が等しいかどうかの検定をする
ーってことになっていたんですが

14/30

仮定のチェック(JASP)

15/30

前提チェック(jamovi)

16/30

t検定前の検定

- 正規性の検定
 - シャピローウィルク(Shapiro-Wilk)検定
- 等分散性の検定
 - リーベン(Levene)の検定
 - ブラウン・フォーサイス(Brown-Forsythe)検定
- これやるの？

17/30

正規性や等分散性の判断

- 等分散性の検定をして、帰無仮説が棄却されたら分散が等しくない、棄却されないなら等分散として検定を選択する。
- データが正規分布であるかどうかを判断する。



- 同じデータで検定を繰り返すと、間違える確率が高くなるので、最初から等分散でないと仮定して検定を実施する
 - 第1種の過誤

18/30

第1種の過誤とは

- 例えば同じデータで2回検定をする
 - 最初の有意水準を5%(0.05)とすると、帰無仮説が棄却された場合、それが正しい確率は95%(0.95)
 - 2回目も棄却された場合、それが正しい確率は $0.95^2 = 0.903$ と約90%まで下がる
 - 3回目は $0.95^3 = 0.857$ となって、約86%

19/30

正規性や等分散性の判断

- 正規性
 - t検定はロバストだから、まあだいたい大丈夫
- 等分散性
 - 最初からウエルチの検定でやればいい

20/30

スチューデントとウエルチ

- スチューデントのt検定は元々簡易版
 - ちゃんとやると計算が大変だから、等分散ってことで
 - だって、ウエルチの検定とか自由度の計算大変なんだから

$$d.f = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\left(\frac{s_1^4}{n_1^2(n_1-1)} + \frac{s_2^4}{n_2^2(n_2-1)}\right)}$$

21/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

©Ryota Takayanagi 2025

21

スチューデントとウエルチ

- コンピュータで分析を行うようになって、ウエルチも使われるようになる
- だったら全部それでやればいいじゃん
 - 等分散性の検定をする意味なし
 - 過去との比較でどうしてもスチューデントを使いたいときだけ、等分散性の検定
 - リーベン 外れ値やnが小さいと弱い(平均値の偏差)
 - ブラウン・フォーサイス リーベンよりはロバスト(中央値の偏差)

22/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

©Ryota Takayanagi 2025

22

正規性の検定について(前回参照)

- ヒストグラムで十分
 - シャピローウィルクはnが小さいと棄却力が低く、nが大きいと何でも棄却されるので使いにくい
- そもそもt検定はロバストだから、少々ゆがみは大丈夫
- ダメな場合はノンパラ(マンホイットニーのU検定)

23/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

©Ryota Takayanagi 2025

23

今の動向

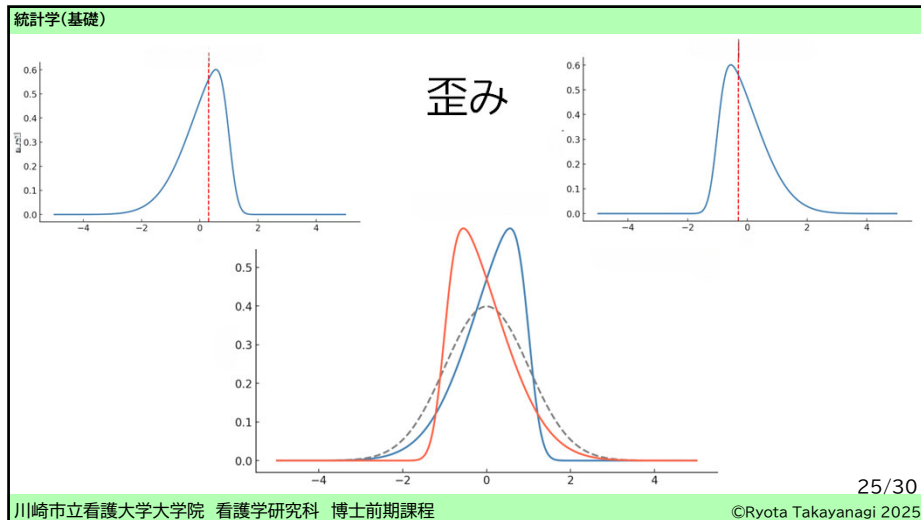
- ヒストグラムを作る
- ある程度正規性が見られるなら、ウエルチのt検定
- ゆがんでいたりする(裾が長い)場合は、マンホイットニーのU検定
- 正規性の検定や等分散性の検定はしない

24/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程

©Ryota Takayanagi 2025

24



25

統計学(基礎)

このデータの本来の手順

- 度数分布表を作る→ヒストグラムを作る
- 判断をする→t検定ができるならウエルチで
- data07_01

	Class	Score
1	A	151
2	A	155
3	A	157
4	A	143
5	A	156
6	A	132
7	A	174
8	A	172
9	A	150
10	A	172

26/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程 ©Ryota Takayanagi 2025

26

統計学(基礎)

分析の選択

27/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程 ©Ryota Takayanagi 2025

27

統計学(基礎)

分析の指定と結果(JASP)

28/30

川崎市立看護大学大学院 看護学研究科 博士前期課程 ©Ryota Takayanagi 2025

28

分析の指定と結果(jamovi)

The screenshot shows the Jamovi software interface. On the left, the '対応なし検定' (No Correspondence Test) settings are displayed. The '検定' (Test) section has 'ウェルシュ法' (Welsh's test) selected. The '変数' (Variables) section has 'グループ1' and 'グループ2' selected. The '対立仮説' (Alternative hypothesis) section has '両群間の平均値が異なる' (The mean values of the two groups are different) selected. The '結果' (Results) section on the right shows the test results for the 'Score' variable. The test statistic is $t = -4.63$, the degrees of freedom are $df = 195$, and the p-value is $p < .001$. Below this, a table shows the group statistics for 'Score'.

グループ	N	平均値	中央値	標準偏差	標準誤差
Score A	100	153	153	9.14	0.914
Score B	100	159	160	10.4	1.04

29/30

t検定の結果の書き方

$t=4.626$ $d.f= 194.7$ $p<0.01$

t値は絶対値(正の値)で書くのが一般的

30/30