

実務と統計(4)

—独立2群の平均値の比較 (t検定)—

山内俊平[†] (豊橋市立看護専門学校 非常勤講師,
豊橋市食肉衛生検査所 元所長)



実務と統計(3)で述べた検定手順に沿って、定番の「独立2群の平均値の比較 (t検定 (Welch))」を、フリー統計ソフト EZR をダウンロードして、次の仮想例で展開してみます。

〈A, B 両群から各 16 人を無作為抽出〉

次の結果であったとします。EZR に A 群のデータを取り込み、母分布の正規性を確認します。

例：A 群と B 群の平均体温に差はあるのか？

〈必要サンプルサイズの算定〉

統計解析

→必要サンプルサイズの計算

→2群の平均値の比較のためのサンプルサイズの計算

条件設定

先行研究などから統計公式で計算した2群共通の標準偏差を0.5℃、検定する2群間の平均体温の差を0.5℃とし、この差を、 $\alpha_{\text{エラー}}=0.05$ 、検出力 $1-\beta_{\text{エラー}}=0.8$ で検出 (両側検定) するのに必要となるサンプルサイズを求めます。

2群の平均値の比較のためのサンプルサイズの計算

2群間の平均値の差	0.5
2群共通の標準偏差 (SD)	0.5
α エラー (0.0-1.0)	0.05
検出力 ($1-\beta$ エラー) (0.0-1.0)	0.80
グループ1と2のサンプルサイズ比(1:X)	1

方法

- 両側
 one-sided

群	体温(℃)
A	35.9
A	36.2
A	36.1
A	36.9
A	37.5
A	36.5
A	36.2
A	36
A	36.9
A	37.2
A	35.6
A	36.7
A	36
A	37.1
A	37.1
A	36.1
B	37.1
B	36.8
B	37.7
B	37.1
B	36.9
B	35.9
B	36.8
B	37.4
B	37.3
B	36.9
B	37.5
B	36.5
B	36.8
B	36.8
B	36.6
B	39.5

〈EZR にデータを取り込む〉

EXCEL データを選択 (コピー) → ファイル → データのインポート → ファイルまたはクリップボード、URL からテキストデータを読み込む、を選択 (表示機能で、正しく取り込まれていることを確認)

必要サンプルサイズ	計算結果
N1	16
N2	16

[†] 連絡責任者：山内俊平 (豊橋市立看護専門学校 非常勤講師, 豊橋市食肉衛生検査所 元所長)

データ名 (アルファベット) を入力する
(ここでは Dataset で入力)

データセット名を入力:

ファイル内に変数名あり:

列数があわない場合に調整する:

文字列の場合にも空欄は欠損値(NA)として読み込む:

空欄以外に欠損値として読み込むべき記号:

ファイルエンコード形式

- UTF-8
- CP932: 旧 Windows 形式

データファイルの場所

- ローカルファイルシステム
- クリップボード
- インターネットの URL

フィールドの区切り記号

- 空白
- カンマ
- タブ
- その他 指定:

小数点の記号

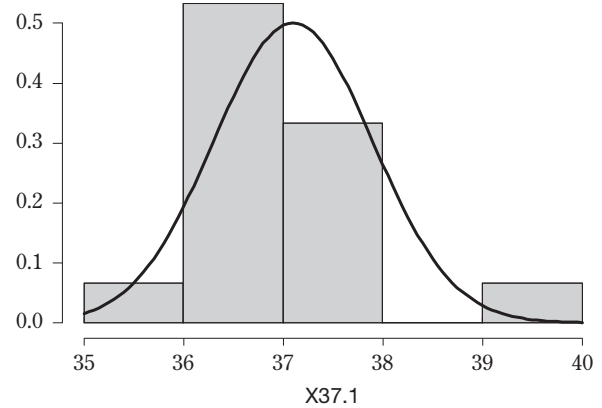
- ピリオド [.]
- カンマ [,]

Shapiro-Wilk normality test

data: Dataset\$ 体温...

W = 0.93995, p-value = 0.3484

$P \geq 0.05$ より帰無仮説非棄却 (非正規とは言えない)
同様に、B 群は、



Shapiro-Wilk normality test

data: Dataset\$X37.1

W = 0.81082, p-value = 0.005079

$P < 0.05$ より帰無仮説棄却 (非正規である), 分布の歪みや外れ値の存在が推定されます. そこで, 母分布の正規性 (大きく歪んではいないこと) を前提とする Welch の t 検定 (パラメトリック検定) を主解析, 分布形状の影響を受けにくい Mann-Whitney U 検定 (ノンパラメトリック検定) を感度分析として併用して, 結果の頑健性 (前提条件を緩めた場合にも有意/非有意の結論が一致するか) を調べることにします.

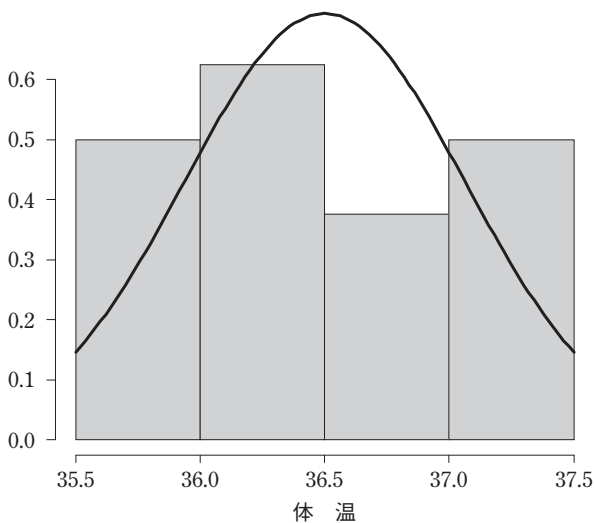
正規性の検定

統計解析

→ 連続変数の解析

→ 正規性の検定 (Kolmogorov-Smimov 検定)

帰無仮説: A 群データの母集団は正規分布に従う
対立仮説: A 群データの母集団は正規分布に従わない
帰無仮説の棄却条件: $p < 0.05$



t 検定 (welch)

2 群のデータを EZR に取り込む.

統計解析

→ 連続変数の解析

→ 2 群間の平均値の比較 (t 検定)

2 群間の平均値の比較 (t 検定)

目的変数
(1 つ選択)

体温

比較する群

(1 つ以上選択, ただし...)

群

体温

差: -

対立仮説

両側

差 < 0

差 > 0

信頼水準

0.95

はい (t 検定)

いいえ

(Welch 検定)

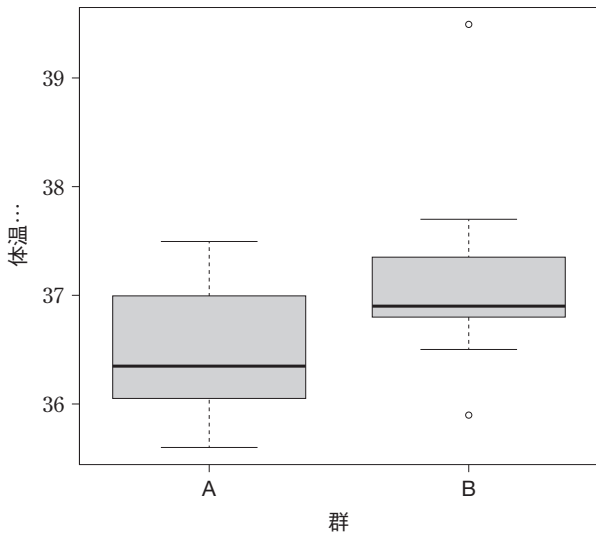
グラフ

箱ひげ

棒

折れ線

帰無仮説：2群の平均体温に差がない (差=0)
 対立仮説：2群の平均体温に差がある (差≠0)
 帰無仮説の棄却条件： $p < 0.05$



2群間の比較 (Mann-Whitney U 検定)

目的変数 (1つ選択)
 比較する群 (1つ以上選択, ただし...)

対立仮説
 両側
 差<0
 差>0

検定のタイプ
 デフォルト
 正確
 正規近似
 連続修正を用いた正規近似
 Brunner -Munzel 検定

t 検定が平均の差を見るのに対し, Mann-Whitney U 検定では分布のズレ (位置の違い) を比較します。

帰無仮説：2群の体温分布に差がない (差=0)
 対立仮説：2群の体温分布に差がある (差≠0)
 帰無仮説の棄却条件： $p < 0.05$

Welch Two Sample t-test

data: 体温 ... by factor (群)
 t = -2.5168, df = 27.447, p-value = 0.01798
 alternative hypothesis: true difference in means between group A and group B is not equal to 0

95 percent confidence interval:
-1.0887786 -0.1112214

sample estimates:

mean in group A mean in group B
36.5 37.1

summary.ttest

	平均	標準偏差	P 値
群=A	36.5	0.5621388	0.018
群=B	37.1	0.7702813	

	最小	25%	メディアン	75%	最大	P 値
群=A	35.6	36.075	36.35	36.950	37.5	0.0342
群=B	35.9	36.800	36.90	37.325	39.5	

$P < 0.05$ より帰無仮説は棄却される (2群の体温分布に差がある)。

まとめ

2群間の平均体温差の検出を目的として必要なサンプルサイズを算定したため, 主解析には等分散を仮定しない Welch の t 検定を用いました。t 検定は母集団分布の正規性 (大きく歪んではいないこと) を前提とする検定ですが, B 群では分布の歪みや外れ値の影響が懸念され, 正規性検定では非正規性が示唆されました。そこで, 分布形状の影響を受けにくい Mann-Whitney U 検定を感度分析として併用しました。

本例のように t 検定と U 検定の結果が一致した場合には, 結果の頑健性が支持されると考えられ, 一方で結果が異なる場合には, 分布の歪みや外れ値の影響について考察する手がかりとなります。なお, 正規性検定の結果のみに依存するのではなく, QQ プロットやヒストグラムなどから分布の歪みや外れ値が示唆される場合には, 積極的に U 検定を感度分析として取り入れ, 結果の頑健性を確認することが望ましいと考えます。

サンプル平均の差=0.6 (A 群: 36.5, B 群: 37.1),
 95% 信頼区間に帰無仮説 (2群間の平均差=0) は含まれず,
 $P < 0.05$ より帰無仮説は棄却される (有意).
 2群の平均体温に差がある (B 群が高い).

Mann-Whitney U 検定

統計解析

→ノンパラメトリック検定

→2群間の比較 (Mann-Whitney U 検定)