

CONTENTS

サンプルの Experiment – T-Test Demo	2
クイックノート	2
手順.....	2
StatsTTest コマンドのヘルプ	5

サンプルの Experiment – T-Test Demo

クイックノート

メニュー File → Example Experiments → Statistics → T-Test Demo

この Experiment は、T 検定を説明するデモです。

サンプルの Experiment 内のクイックノートではコマンドウィンドウでの処理として書かれていますが、GUI を使ってより分かりやすく処理できるため、それを主として説明します。

T 検定には、3 つの基本的なモードがあります。

最初のモードは単一ウェーブに適用され、分布の平均が指定された値であるという仮説を検定します。

2 番目のモードでは、検定は 2 つのウェーブの平均を比較するために使われます。

3 番目のモードは、ペアサンプルを比較するために使われます。

手順

新しい Experiment を作成したところからの手順で確認します。

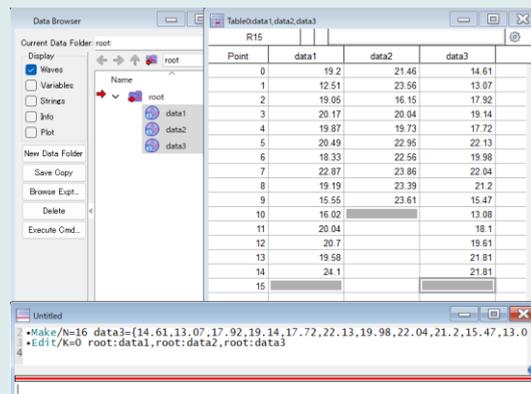
最初に 3 つのウェーブを生成します。

1. コマンドラインで次を入力します。

```
Make/N=16 data1={19.2,12.51,19.05,  
20.17,19.87,20.49,18.33,22.87,19.19,15.55,16.02,  
20.04,20.7,19.58,24.1}
```

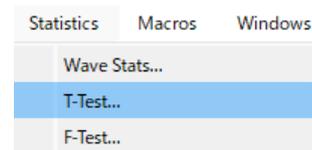
```
Make/N=16 data2={21.46,23.56,16.15,20.04,  
19.73,22.95,22.56,23.86,23.39,23.61}
```

```
Make/N=16 data3={14.61,13.07,17.92,  
19.14,17.72,22.13,19.98,22.04,21.2,15.47,13.08,  
18.1,19.61,21.81,21.81}
```



2. メニュー Statistics → T-Test を選択します。

T-Test ダイアログが開きます。



3. Wave 1 のリストで data1 を選択します。

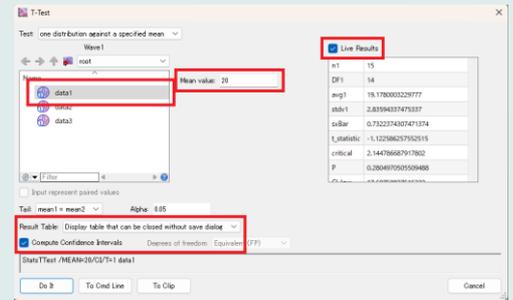
Live Results チェックボックスにチェックを入れておくと、すぐに想定される結果が表示されます。

Mean Value を 20 に設定します。

Result Table ポップアップメニューから Display table that can be closed without save dialog (保存ダイアログを表示せずに閉じることができるテーブルを表示) を選択します。

Compute Confidence Interval チェックボックスをチェックします。

Do It をクリックします。



8. T-Test テーブルが表示されます。

次のような結果が表示されています。

n1	15
DF1	14
avg1	19.178
stdv1	2.83594
sxBar	0.732237
t_statistic	-1.12259
critical	2.14479
P	0.280497
CI_low	17.6075
CI_high	20.7485
Accept	1

Point	W_StatsTTest.l	W_StatsTTest.d
0	n1	15
1	DF1	14
2	avg1	19.178
3	stdv1	2.83594
4	sxBar	0.732237
5	t_statistic	-1.12259
6	critical	2.14479
7	P	0.280497
8	CI_low	17.6075
9	CI_high	20.7485
10	Accept	1
11		

検定統計量の値が臨界値よりも小さいので、 $H_0: \text{mean}=20$ を棄却することはできません。

これをコマンドウィンドウで実行する場合は、次を実行すると、同様の結果を得ることができます。

```
StatsTTest/T=1/Q/CI/Mean=20 data1
```

次に、2つのウェーブを検定します。

この例では、2つのウェーブの長さが異なります。

この検定では、2つの分布の平均を比較します。

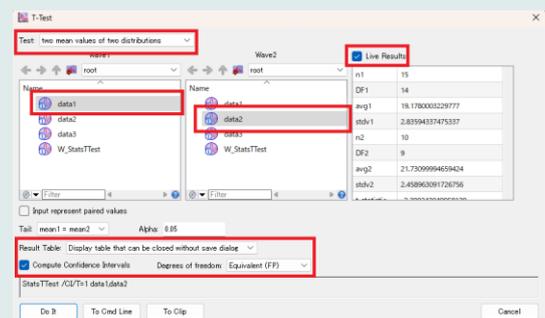
9. data1 と data2 で検定します。

Wave 1 のリストで data1、Wave 2 のリストで data2 を選択します。

Live Results チェックボックスにチェックを入れておくと、すぐに想定される結果が表示されます。

Result Table ポップアップメニューから Display table that can be closed without save dialog (保存ダイアログを表示せずに閉じることができるテーブルを表示) を選択します。

Compute Confidence Interval チェックボックスをチェックします。

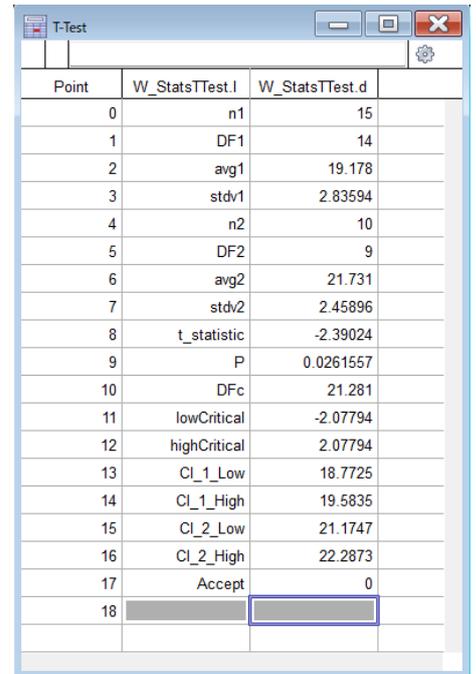


Do It をクリックします。

10. T-Test テーブルが表示されます。

次のような結果が表示されています。

n1	15
DF1	14
avg1	19.178
stdv1	2.83594
n2	10
DF2	9
avg2	21.731
stdv2	2.45896
t_statistic	-2.39024
P	0.0261557
DFc	21.281
lowCritical	-2.07794
highCritical	2.07794
CI_1_Low	18.7725
CI_1_High	19.5835
CI_2_Low	21.1747
CI_2_High	22.2873
Accept	0



Point	W_StatsTTest.l	W_StatsTTest.d
0	n1	15
1	DF1	14
2	avg1	19.178
3	stdv1	2.83594
4	n2	10
5	DF2	9
6	avg2	21.731
7	stdv2	2.45896
8	t_statistic	-2.39024
9	P	0.0261557
10	DFc	21.281
11	lowCritical	-2.07794
12	highCritical	2.07794
13	CI_1_Low	18.7725
14	CI_1_High	19.5835
15	CI_2_Low	21.1747
16	CI_2_High	22.2873
17	Accept	0
18		

この場合、統計値は臨界値の範囲外にあるため、 H_0 : 2つのウェーブは同じ平均を持つ、という仮説は棄却されなければなりません。

これをコマンドウィンドウで実行する場合は、次を実行すると、同様の結果を得ることができます。

```
StatsTTest/T=1/Q/CI data1,data2
```

次に、ペアになったサンプルで検定を行います。

9. data1 と data3 で検定します。

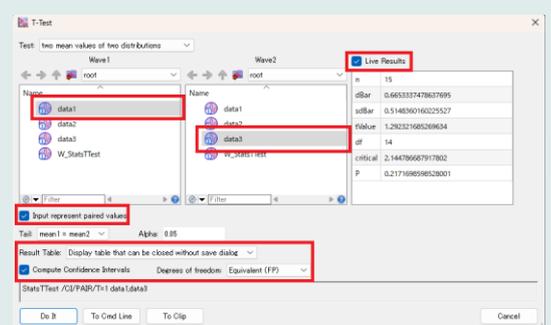
Wave 1 のリストで data1、Wave 2 のリストで data3 を選択します。

Input represent paired values チェックボックスをオンにします。

Result Table ポップアップメニューから Display table that can be closed without save dialog を選択します。

Compute Confidence Interval チェックボックスをチェックします。

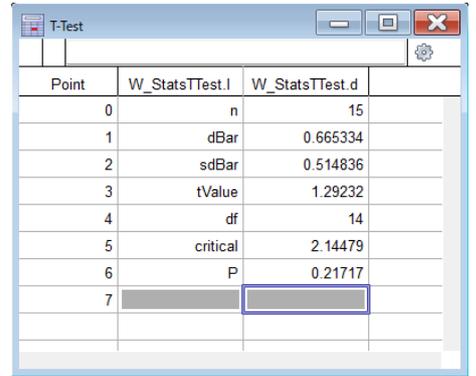
Do It をクリックします。



10. T-Test テーブルが表示されます。

次のような結果が表示されています。

n	15
dBar	0.665334
sdBar	0.514836
tValue	1.29232
df	14
critical	2.14479
P	0.21717



Point	W_StatsTTest.l	W_StatsTTest.d
0	n	15
1	dBar	0.665334
2	sdBar	0.514836
3	tValue	1.29232
4	df	14
5	critical	2.14479
6	P	0.21717
7		

この例では統計値が臨界値よりも小さいため、 H_0 を受け入れることになり、すなわち、data1 と data3 の入力に違いはないということになります。

これをコマンドウィンドウで実行する場合は、次を実行すると、同様の結果を得ることができます。

```
StatsTTest/T=1/Q/CI/PAIR data1,data3
```

StatsTTest コマンドのヘルプ

```
StatsTTest [/ALPH=alpha /CI /DFM=m /MEAN=meanV /PAIR /TAIL=n /T=k /Z /Q] wave1 [,  
wave2 ]
```

StatsTTest コマンドでは、2 種類の T 検定を実行します。

1 つ目は、指定された平均値 (/MEAN) と分布の平均を比較し、2 つ目は、wave1 と wave2 に含まれる 2 つの分布の平均を比較します。

wave1 と wave2 には、少なくとも 2 つのデータポイントが含まれていなければならず、任意の実数値型で、任意の数の次元を持つことができます。

出力は、現在のデータフォルダー内の W_StatsTTest ウェーブ、またはオプションでテーブルに出力されます。

フラグ

/ALPH=*val* 有意水準を設定します (デフォルトは 0.05)。

/CI 平均の信頼区間を計算します。

/DFM=*m* 自由度の計算方法を指定します。

m = 0: デフォルト。分散が異なる可能性を考慮した等価な自由度を計算します。

m = 1: 同等の自由度を計算しますが、より小さい整数に切り捨てます。

m = 2: 以下の方法で自由度を算出します。

$$DF = n_1 + n_2 - 2$$

ここで、*n* はウェーブのポイントの合計です。

分散が等しい場合に適用しています。

/MEAN=*meanV* *meanV* を wave1 における分布の平均と比較します。

出力は、ウェーブ内のポイントの数、自由度 (NaN を考慮)、平均、標準偏差 (σ)

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{DF + 1}}$$

統計量

$$t = \frac{\bar{X} - \text{mean}V}{S_{\bar{X}}}$$

および /TAIL に依存する臨界値です。

/PAIR 入力ウェーブがペアであることを指定し、各ペアのデータの差を計算して平均差 \bar{d} と差 $S_{\bar{d}}$ の標準誤差を求めます。
t 統計量は、2 つの比率です。

$$t = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

この場合、 H_0 は差 \bar{d} がゼロであるという仮説です。
このモードは、/CI と /DFM をサポートしていません。

/Q コマンドウィンドウの履歴領域に結果を表示しません。

/T=k 結果をテーブル形式で表示します。
k は、それを閉じるときのテーブルの動作を指定します。
k =0: ダイアログを表示 (デフォルト)
k =1: ダイアログを表示せずに Kill
k =2: Kill を不可能にする
テーブルは検定に関連付けられており、データに関連付けられているわけではありません。
検定を繰り返すと、既存のテーブルが新しい結果で更新されます。

/TAIL=tailcode H_0 を指定します。
tailCode =1: 片側検定 ($\mu_1 \leq \mu_2$)
tailCode =2: 片側検定 ($\mu_1 \geq \mu_2$)
tailCode =4: デフォルト。両側検定 ($\mu_1 = \mu_2$)
/PAIR を使ってペアの検定を行うときは、
tailCode =1: 片側検定 ($\mu_d \leq 0$)
tailCode =2: 片側検定 ($\mu_d \geq 0$)
tailCode =4: デフォルト。両側検定 ($\mu_d = 0$)
ここで、 μ_d は差分母集団の平均です。

/Z エラーを無視します。
V_flag は、エラーが発生した場合は -1 に、それ以外は 0 に設定されます。

詳細

単一の分布の平均値を仮説上の平均値と比較する場合は、/MEAN と 1 つのウェーブ (wave1) のみを使用してください。

2 つのウェーブを使うと、StatsTTest は対応する分布の平均値について T 検定を実行します (これは /MEAN と互換性がありません)。

2 つの分布の平均を比較する場合、デフォルトの t 統計量は Welch の近似 t 統計量から計算されます。

$$t' = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ここで、 s_i^2 は分散、 n_i はサンプル数、 \bar{x}_i はそれぞれのウェーブの平均値です。

この式は、2 つのウェーブのポイント数と分散が異なる場合に適切です。

プールされた分散を用いて t 統計量を計算したい場合は、/AEVR フラグを使います。

その場合、プールされた分散は次で与えられます。

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

t 統計量は次になります。

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

差分検定は次です。

H₀ **棄却の条件**

$\mu_1 = \mu_2$ $|t| \geq T_c(\alpha, v)$

$\mu_1 > \mu_2$ $t \leq T_c(\alpha, v)$

$\mu_1 < \mu_2$ $t \geq T_c(\alpha, v)$

T_c は臨界値であり、v は有効自由度 (DFM フラグを参照) です。不均等な分散を考慮する場合、v は次のように与えられます。

$$v = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

臨界値 (T_c) は、累積分布関数 (CDF) が検定の適切な値に等しくなる引数を数値的に解くことで計算されます。

CDF は次のように与えられます。

$$F(x) = \begin{cases} \frac{1}{2} \text{betai}\left(\frac{v}{2}, \frac{1}{2}, \frac{v}{v+x^2}\right) & x < 0 \\ 1 - \frac{1}{2} \text{betai}\left(\frac{v}{2}, \frac{1}{2}, \frac{v}{v+x^2}\right) & x \geq 0 \end{cases}$$

上側片側検定の臨界値を求めるために、F(x)=1-alpha を解きます。

下側片側検定では、F(x)=alpha の式を x について解きます。

両側検定では、下側臨界値 は F(x)=alpha/2 の解であり、上側臨界値は F(x)=1-alpha/2 の解です。

T 検定では、両方の標本が正規分布する母集団から無作為に抽出されたものであると仮定します。

参照

Zar, J.H., Biostatistical Analysis, 4th ed., 929 pp., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1999. See in particular Section 8.1.

関連するヘルプ・コマンド

Statistical Analysis, StatsStudentPDF, StatsStudentCDF, StatsInvStudentCDF