アメリカ式統計学セミナー

8. ２標本検定とカイ二乗検定

今日のコンテンツ

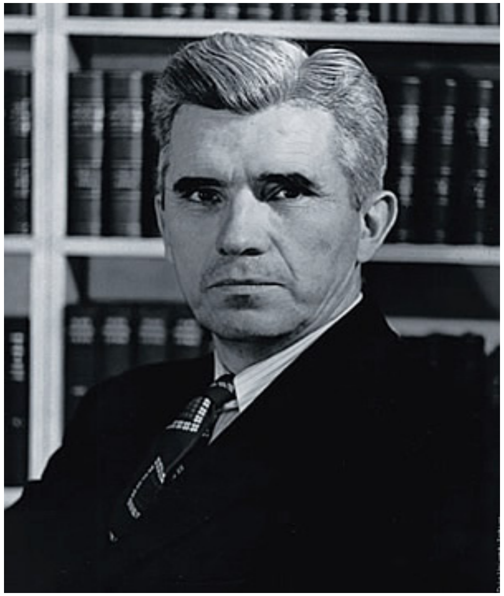
8. ２標本検定とカイ二乗検定

今日のコンテンツ

前回のReview

統計検定の仕組みを理解する

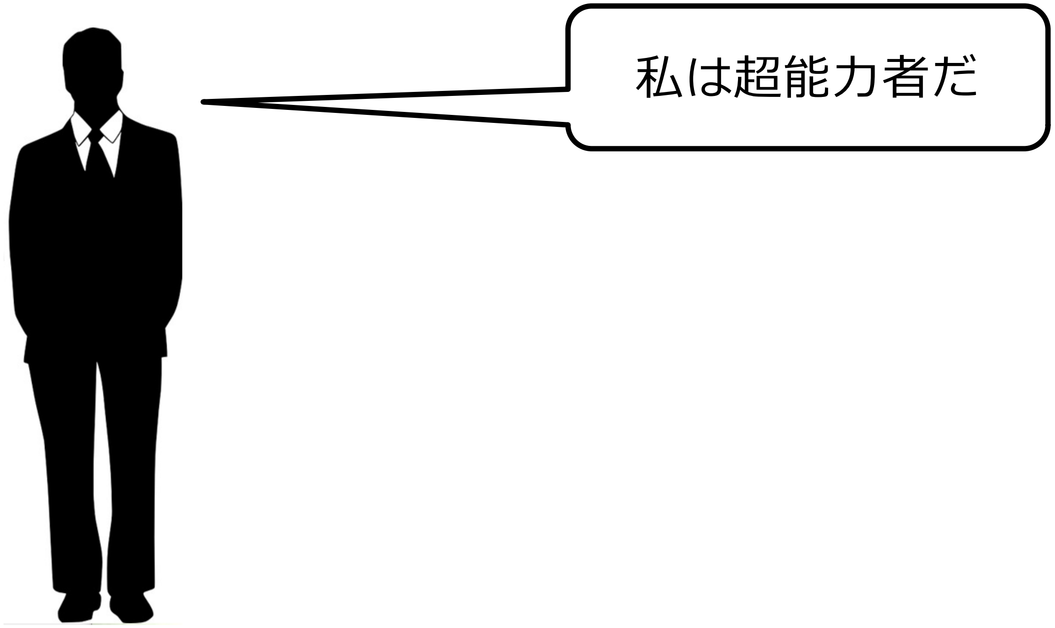
Joseph Banks Rhine(1895-1980)



J.B.ラインはデューク大学の教授。
超心理学（テレパシー、超能力
など）の分野を築いた。

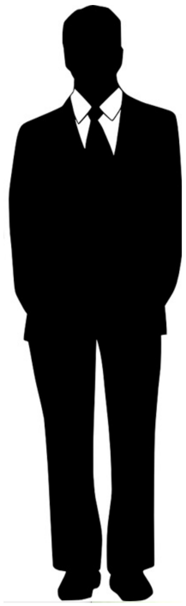
ライン教授は科学者として初めて、統計検定を使って、
超能力の存在を証明しようと試みた。

Step1： 仮説の設定



Prof Charles

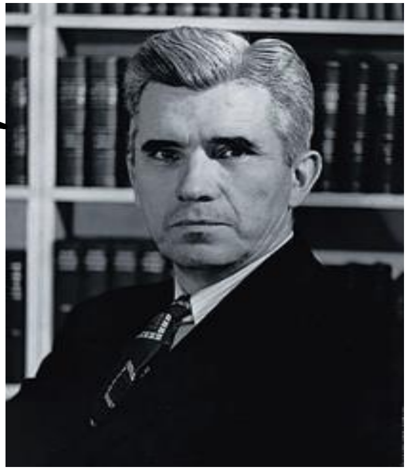
Step1： 仮説の設定



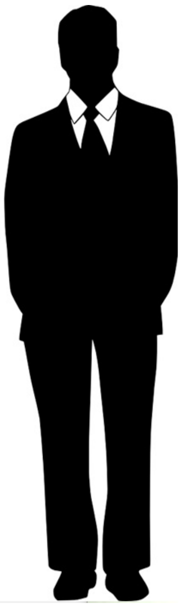
Prof Charles

私は超能力者だ

ふむ、検証してみよう



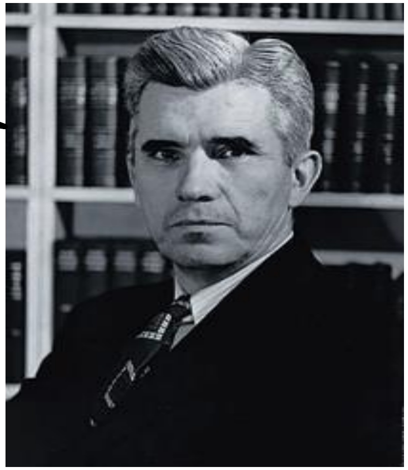
Step1： 仮説の設定



Prof Charles

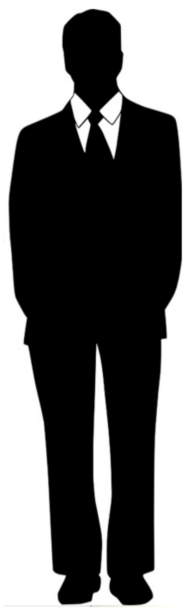
私は超能力者だ

ふむ、検証してみよう



- 帰無仮説 (H_0)
- 対立仮説 (H_1)

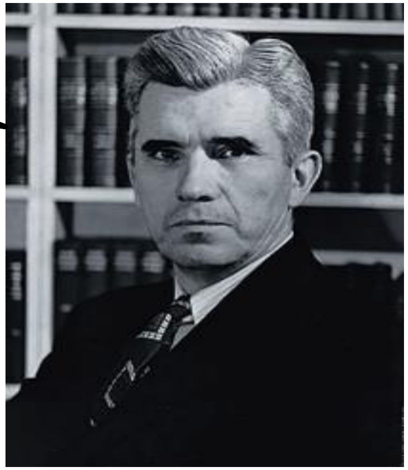
Step1： 仮説の設定



Prof Charles

私は超能力者だ

ふむ、検証してみよう



- **帰無仮説（H_0）**
- **対立仮説（H_1）**

帰無仮説　H_0　“チャールズ教授は超能力を持たない”

対立仮説　H_1　“チャールズ教授は超能力を持つ”

Step2 :実験の設計

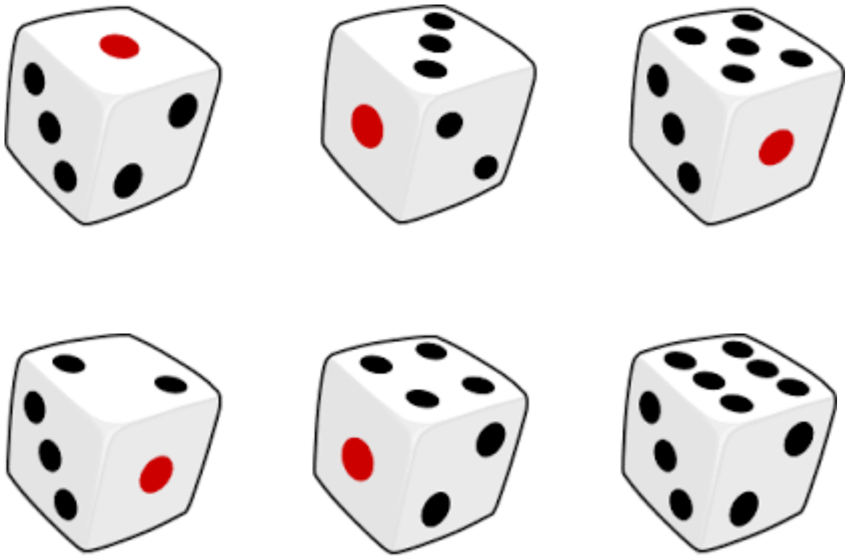
実験の手順

チャールズ教授に、超能力を使って奇数を出してもらうようにお願いする。

⬇

階段の上からサイコロを1000回投げてもらう。

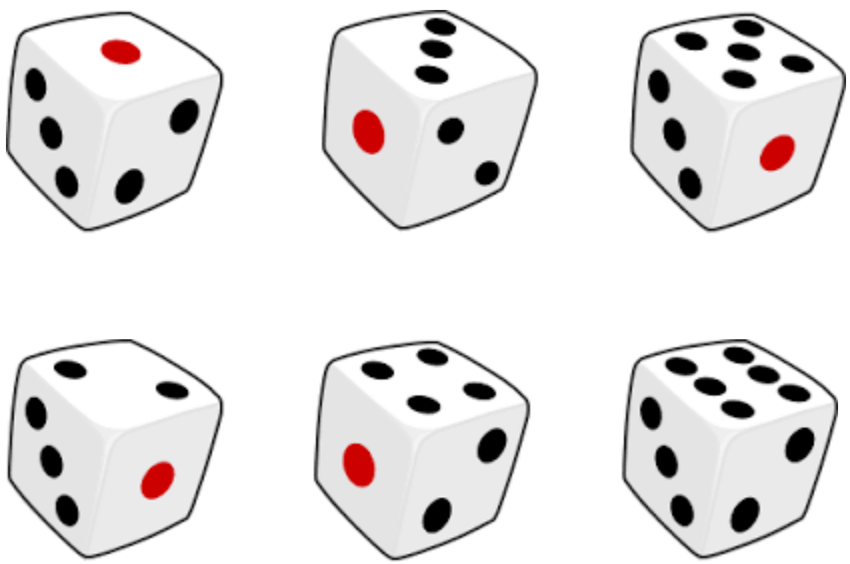
Step 3 データの収集



奇数 542 回

偶数 458 回

Step 3 データの収集

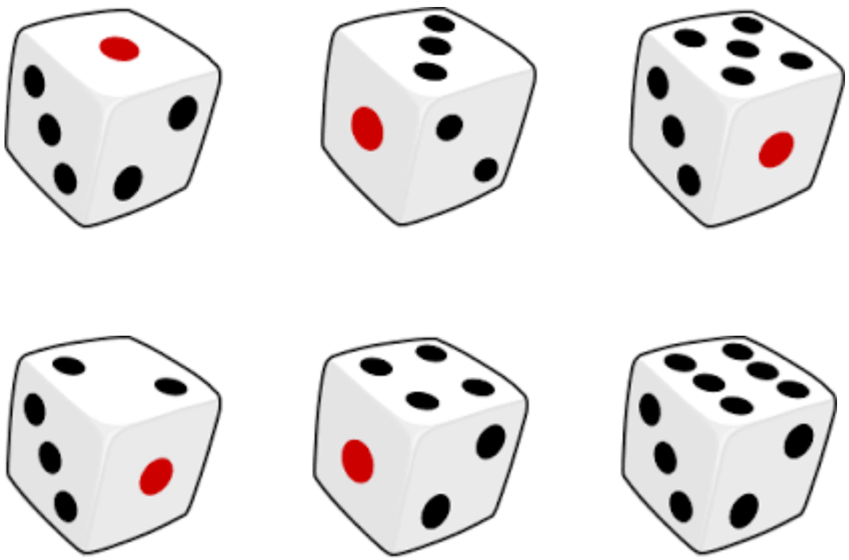


奇数 542 回

偶数 458 回

このデータは、チャールズ教授が超能力者である十分な根拠となるのか？

Step 3 データの収集

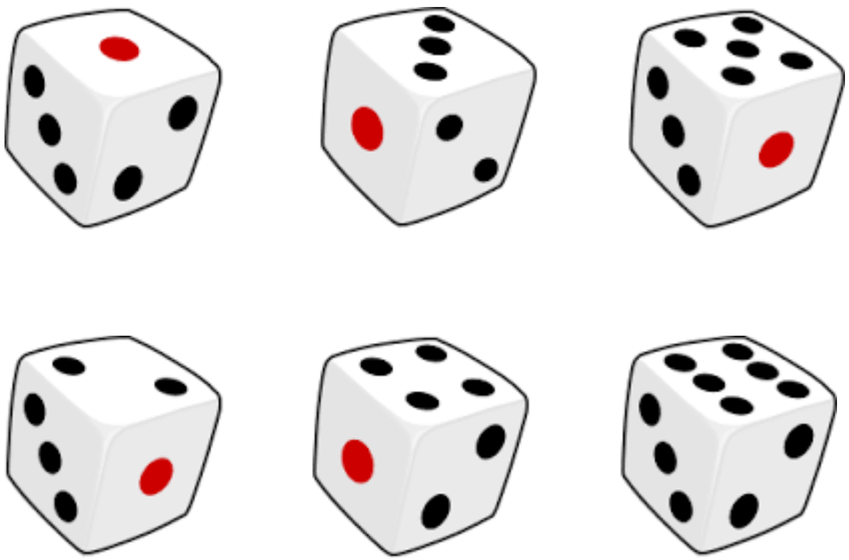


奇数 542 回

偶数 458 回

・帰無仮説が正しいと仮定する

Step 3 データの収集



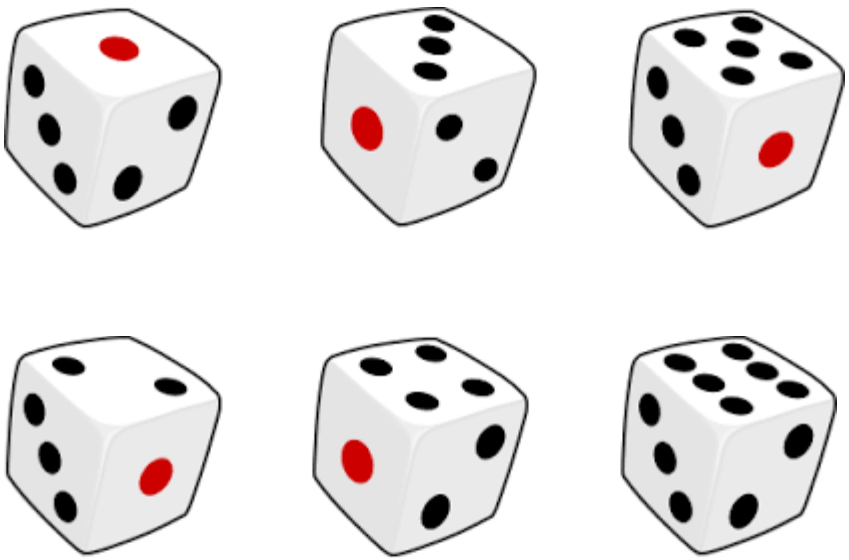
奇数 542 回

偶数 458 回

・**帰無仮説が正しいと仮定する**

⟷ チャールズ教授に超能力が**ない**と仮定してるのと同じ

Step 3 データの収集



奇数 542 回

偶数 458 回

- **帰無仮説が正しいと仮定する**

⟷ チャールズ教授に超能力が**ない**と仮定してるのと同じ

⟷ 奇数と偶数の出る**確率が同じ**と仮定してるのと同じ

結果の分析（二項分布・確率）

P値

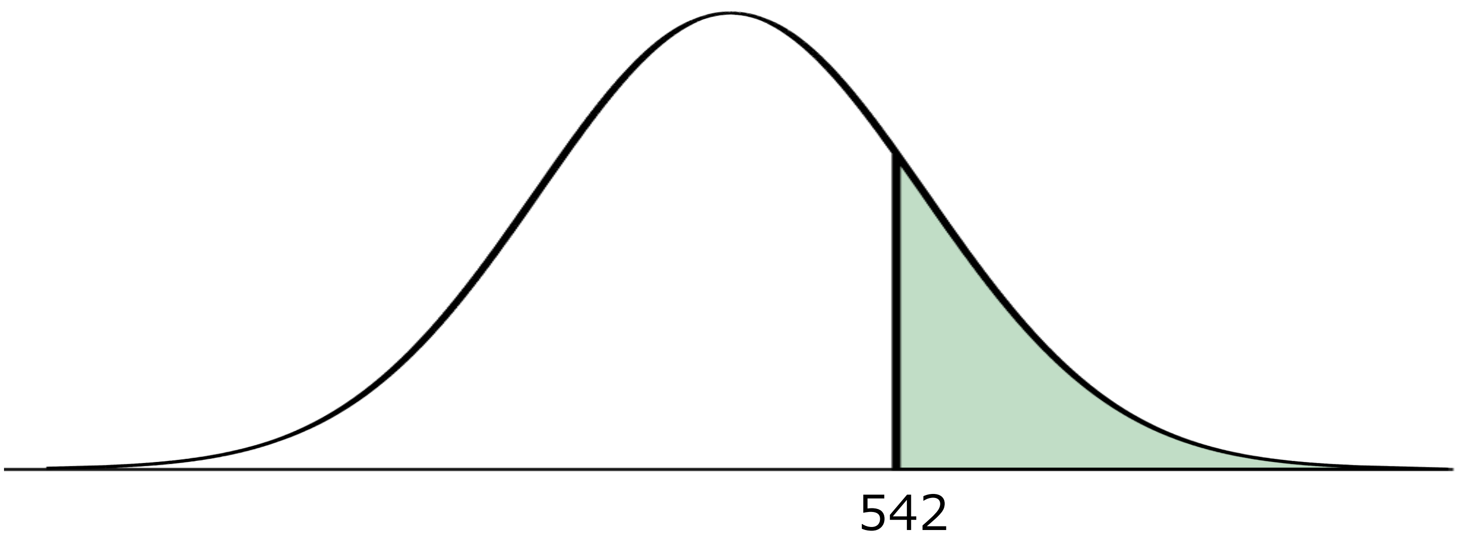
帰無仮説が正しい場合に、それよりも極端なデータが観測される確率

結果の分析（二項分布・確率）

P値

帰無仮説が正しい場合に、それよりも極端なデータが観測される確率

P値 = 542回以上奇数が出る確率は?



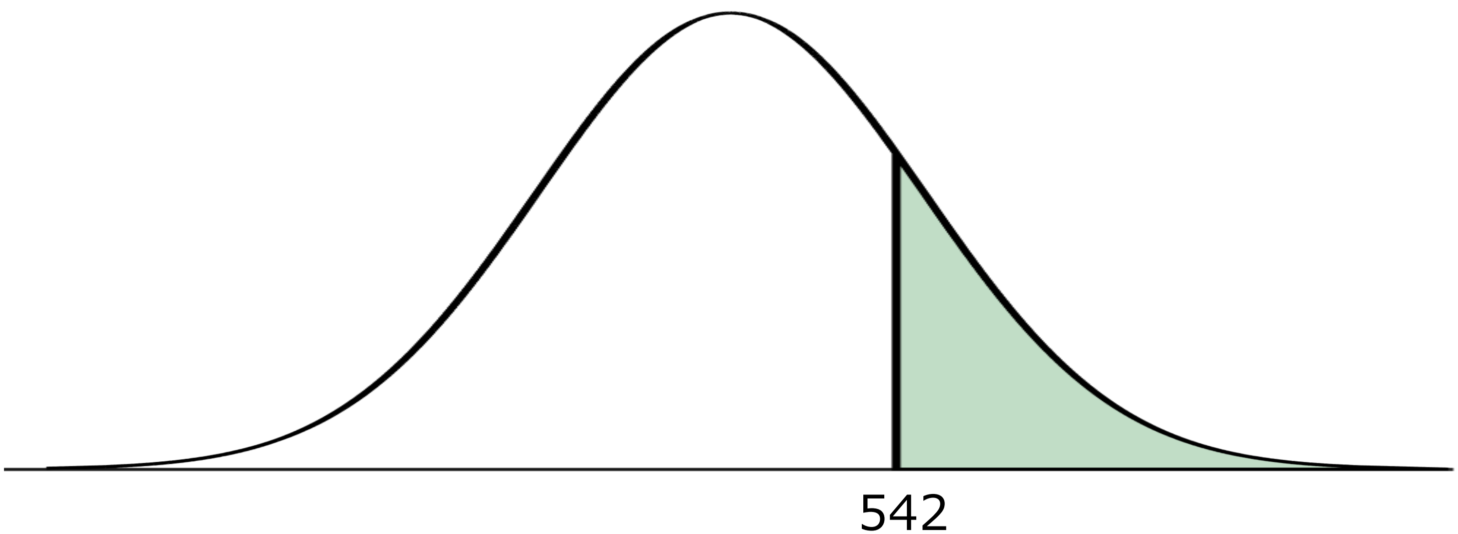
結果の分析（二項分布・確率）

P値

帰無仮説が正しい場合に、それよりも極端なデータが観測される確率

P値 = 542回以上奇数が出る確率は?

EXCEL	=1-BINOM.DIST(541,1000,0.5,TRUE)



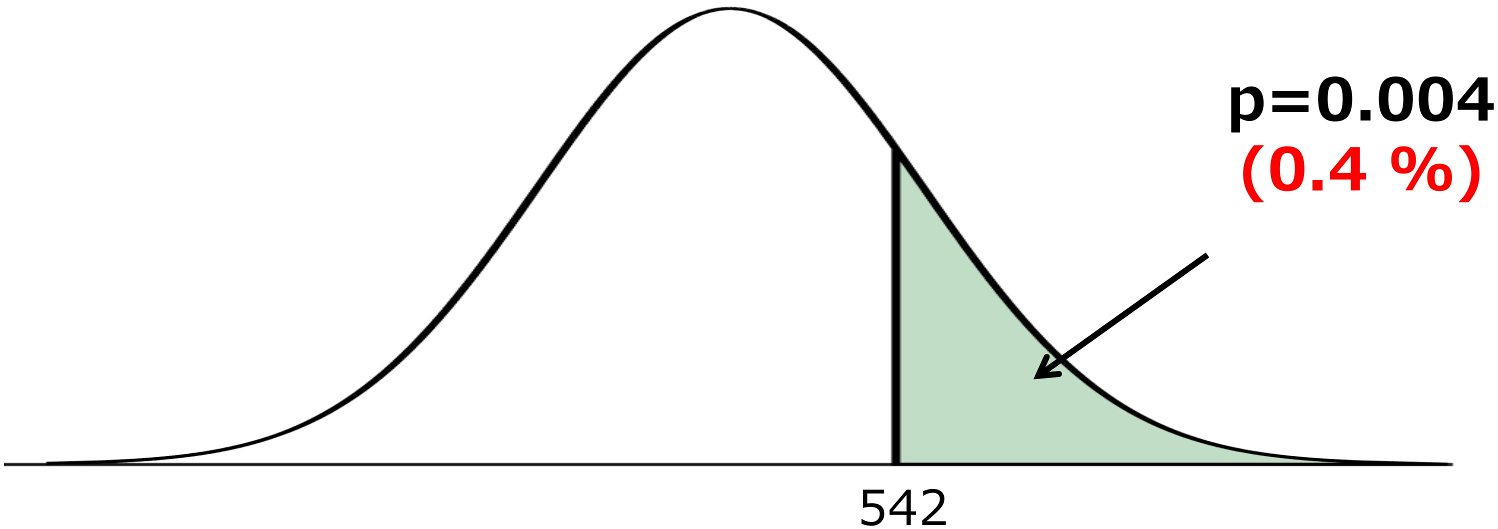
結果の分析（二項分布・確率）

P値

帰無仮説が正しい場合に、それよりも極端なデータが観測される確率

P値 ＝ 542回以上奇数が出る確率は?

EXCEL	=1-BINOM.DIST(541,1000,0.5,TRUE)



Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%

(小さい確率と考える)

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(小さい確率と考える)

⟺ 通常では起こりえないことが起こった

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(小さい確率と考える)

⟺ 通常では起こりえないことが起こった

⟺

帰無仮説　H_0
“チャールズ教授は超能力を持たない”

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(小さい確率と考える)

⟺ 通常では起こりえないことが起こった

⟺ ~~帰無仮説　H_0~~
~~"チャールズ教授は超能力を持たない"~~

対立仮説　H_1
"チャールズ教授は超能力を持つ"

Step 4：結論 [1]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(小さい確率と考える)

⟺ 通常では起こりえないことが起こった

⟺

~~帰無仮説　H_0~~
~~“チャールズ教授は超能力を持たない”~~

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

(背理法)

Step 4：結論 [2]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%

Step 4：結論 [2]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%

(大きい確率と考える)

Step 4：結論 [2]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(大きい確率と考える)

⟺ よくあることが起こった

Step 4：結論 [2]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(大きい確率と考える)

⟺ よくあることが起こった

⟺

帰無仮説　H_0
“チャールズ教授は超能力を持たない”

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

Step 4：結論 [2]

事実

チャールズ教授は542回奇数を出した

帰無仮説　チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

⟺ 1000回サイコロを投げて542回以上奇数が出る確率は0.4%
(大きい確率と考える)

⟺ よくあることが起こった

⟺

帰無仮説　H_0
"チャールズ教授は超能力を持たない"

~~対立仮説　H_1~~
~~"チャールズ教授は超能力を持つ"~~

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 = 0.4%　　<　　$\alpha = 5\%$

(奇数が542回以上出る確率)

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 = 0.4%　　<　　$\alpha = 5\%$

(奇数が542回以上出る確率)

帰無仮説　H_0
“チャールズ教授は超能力を持たない”

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 = 0.4%　<　$\alpha = 5\%$
(奇数が542回以上出る確率)

~~帰無仮説　H_0~~
~~“チャールズ教授は超能力を持たない”~~

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 = 9% $>$ $\alpha = 5\%$

(奇数が520回以上出る確率)

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 ＝ 9%　　>　　$\alpha = 5\%$

(奇数が520回以上出る確率)

帰無仮説　H_0
“チャールズ教授は超能力を持たない”

対立仮説　H_1
“チャールズ教授は超能力を持つ”

有意水準（判断基準）

有意水準

有意水準 α は検定において帰無仮説を設定した時にその帰無仮説を棄却する基準となる確率

$\alpha = 5\%$ が一般的に使われる

P値 ＝ 9%　　>　　$\alpha = 5\%$

(奇数が520回以上出る確率)

帰無仮説　H_0
“チャールズ教授は超能力を持たない”

~~対立仮説　H_1~~
~~“チャールズ教授は超能力を持つ”~~

統計検定の手順

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

Step 3 ：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

統計検定の手順

Step１：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step２：実験の設定とデータ収集

Step３：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

Step４：結論を下す（P値と有意水準 α の比較）

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

Step 3 ：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

Step 4 ：結論を下す（P値と有意水準 α の比較）

case 1　P値 ＜ 有意水準（α）

帰無仮説　H_0　　対立仮説　H_1

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

Step 3 ：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

Step 4 ：結論を下す（P値と有意水準 α の比較）

case 1　P値 < 有意水準（α）

[redacted]

対立仮説　H_1

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

Step 3 ：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

Step 4 ：結論を下す（P値と有意水準 α の比較）

case 1　P値 ＜ 有意水準（α）

~~帰無仮説 H_0~~　　対立仮説 H_1

case 2　P値 ＞ 有意水準（α）

帰無仮説 H_0　　対立仮説 H_1

統計検定の手順

Step 1 ：仮説の設定（帰無仮説と対立仮説）

Step 2 ：実験の設定とデータ収集

Step 3 ：帰無仮説が正しいと仮定し、統計量からp値を求める

Step 4 ：結論を下す（P値と有意水準 α の比較）

case 1　P値 < 有意水準（α）

[redacted]　対立仮説　H_1

case 2　P値 > 有意水準（α）

帰無仮説　H_0　[redacted]

問題演習・エクセル演習

8.　２標本検定とカイ二乗検定

今日のコンテンツ

8-1 検定の復習
8-2 ２つの標本に対する検定
8-3 カイ二乗検定

T検定

Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

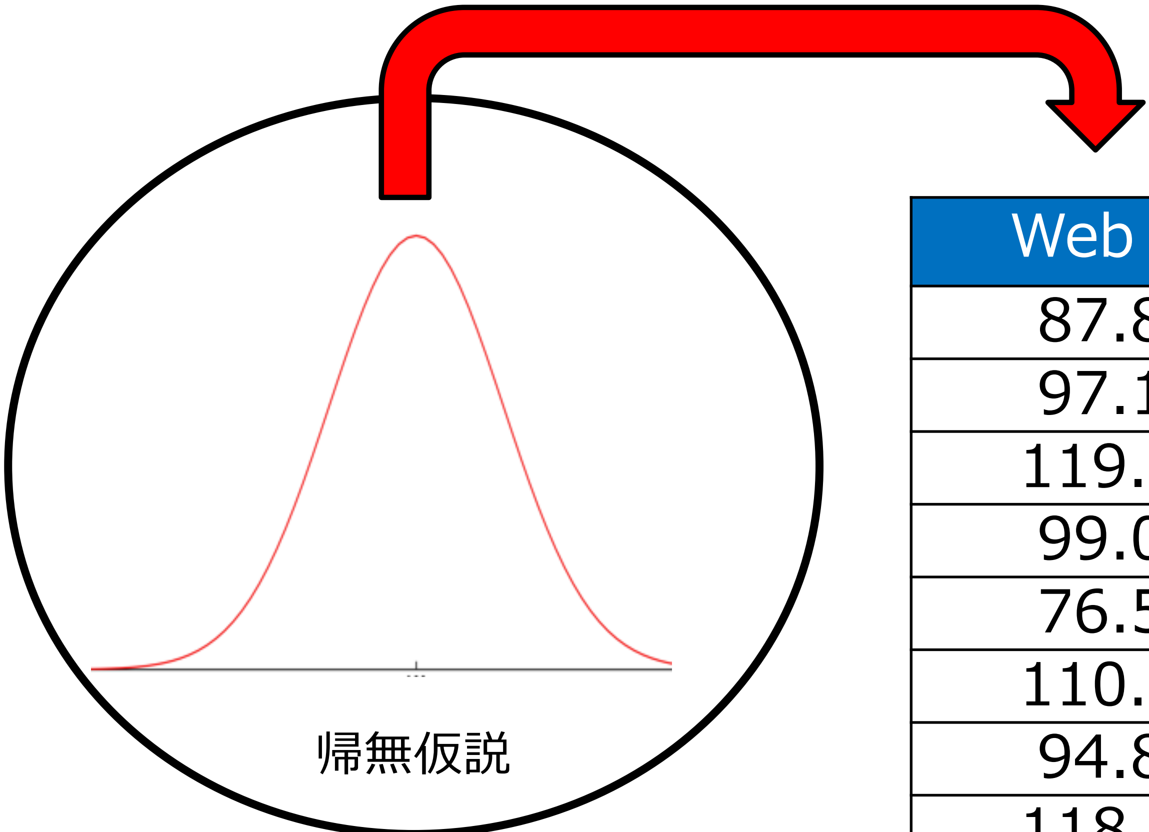
平均値

102.0	108.8

検証したいこと

母集団の平均値に差があるのかどうか？

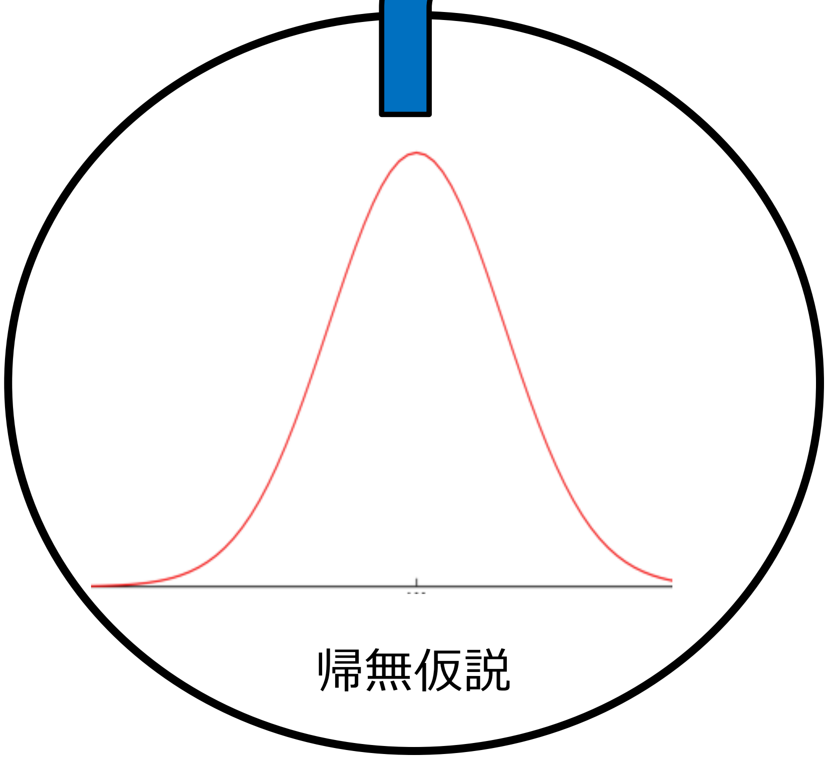
T検定



Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

同じ母集団から無作為抽出されたデータなのか？

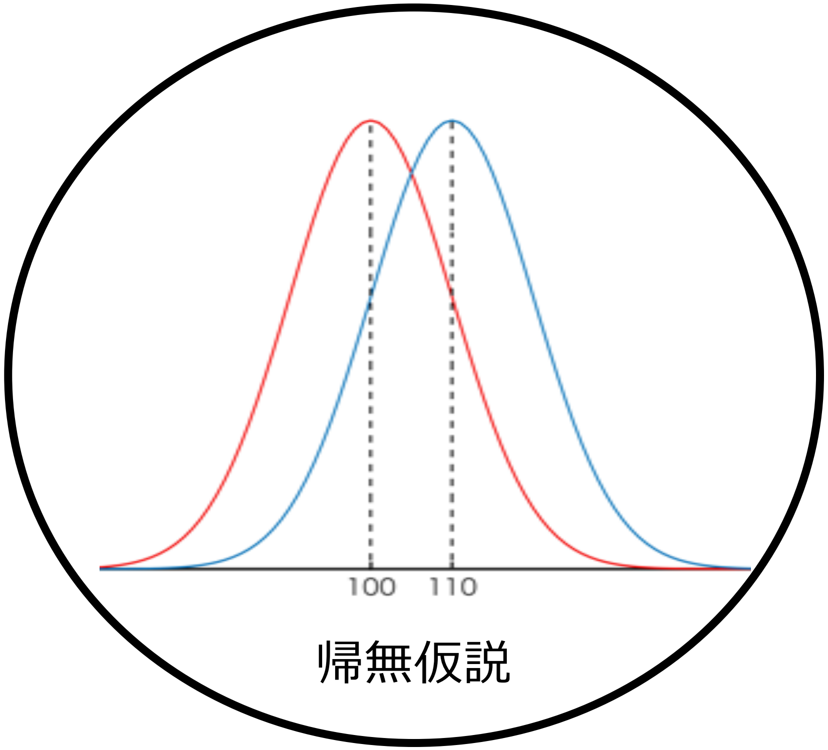
T検定



同じ母集団から無作為抽出されたデータなのか？

Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

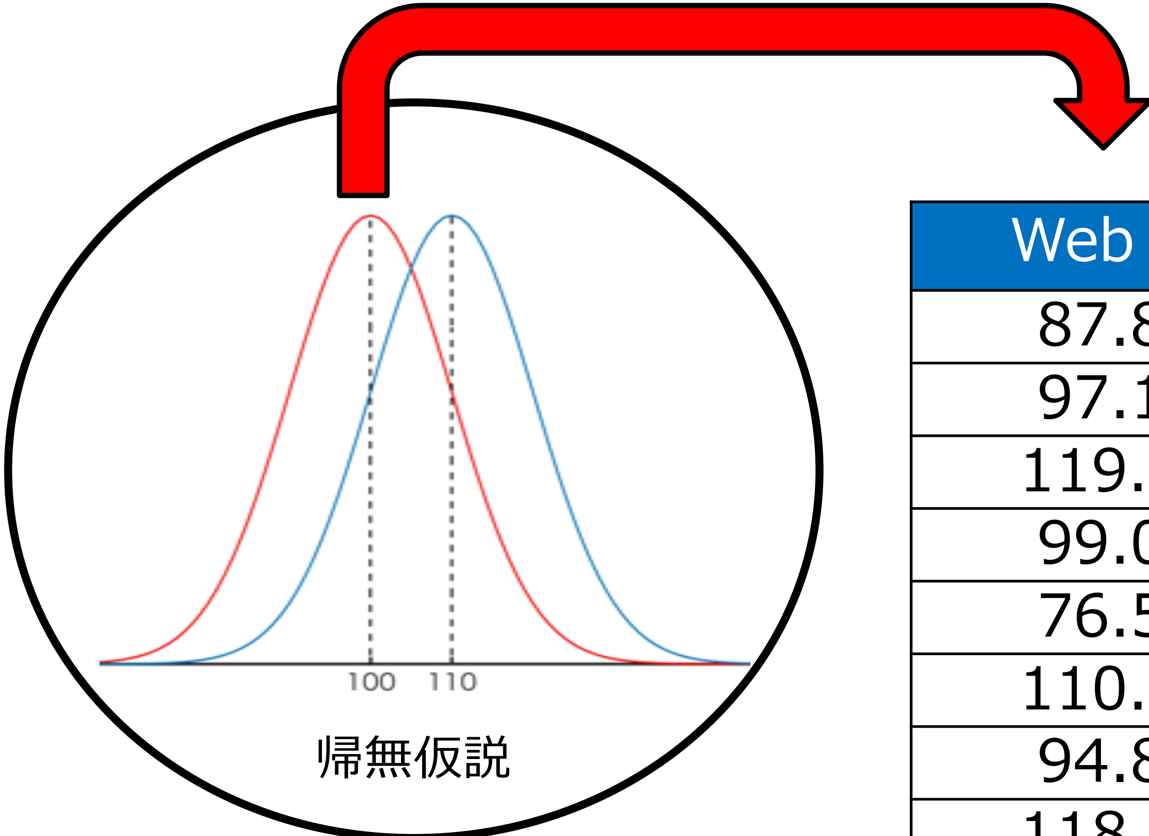
T検定



同じ母集団から無作為抽出されたデータなのか？

Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

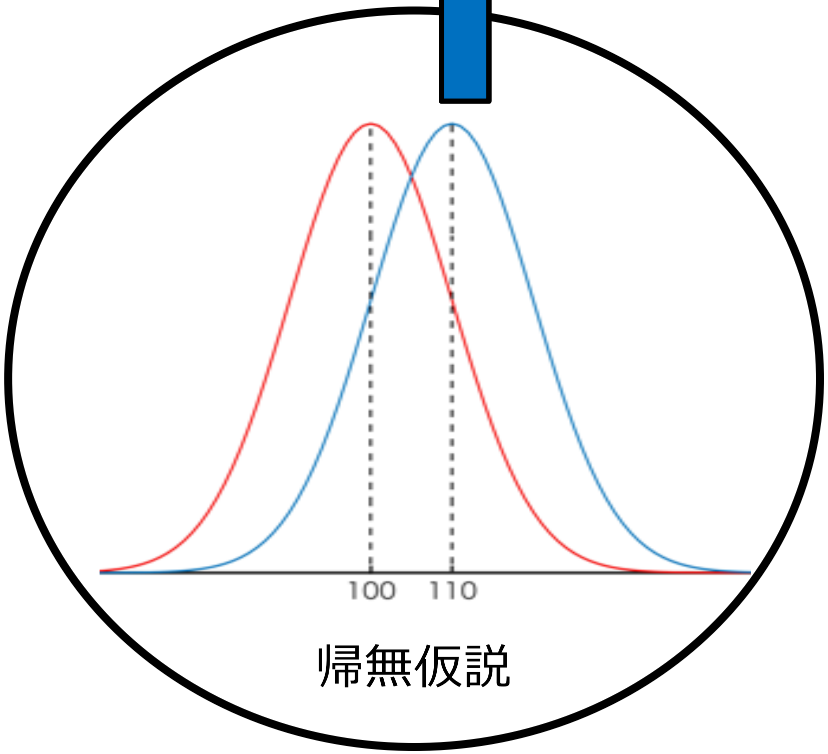
T検定



同じ母集団から無作為抽出されたデータなのか？

Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

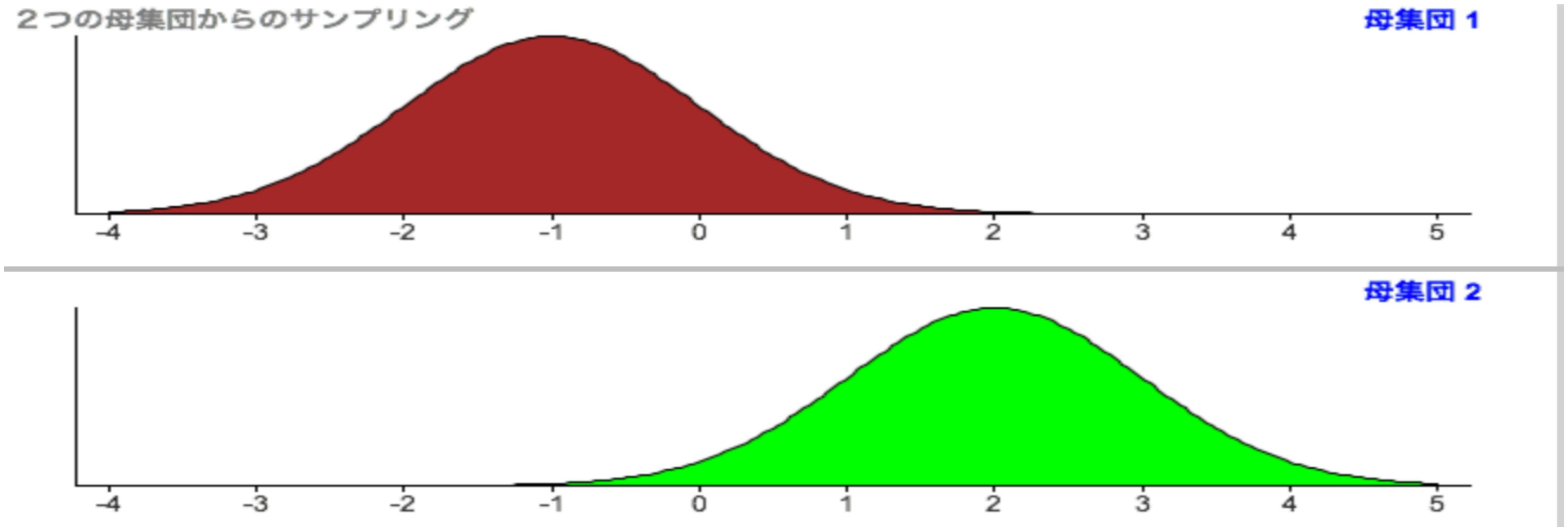
T検定



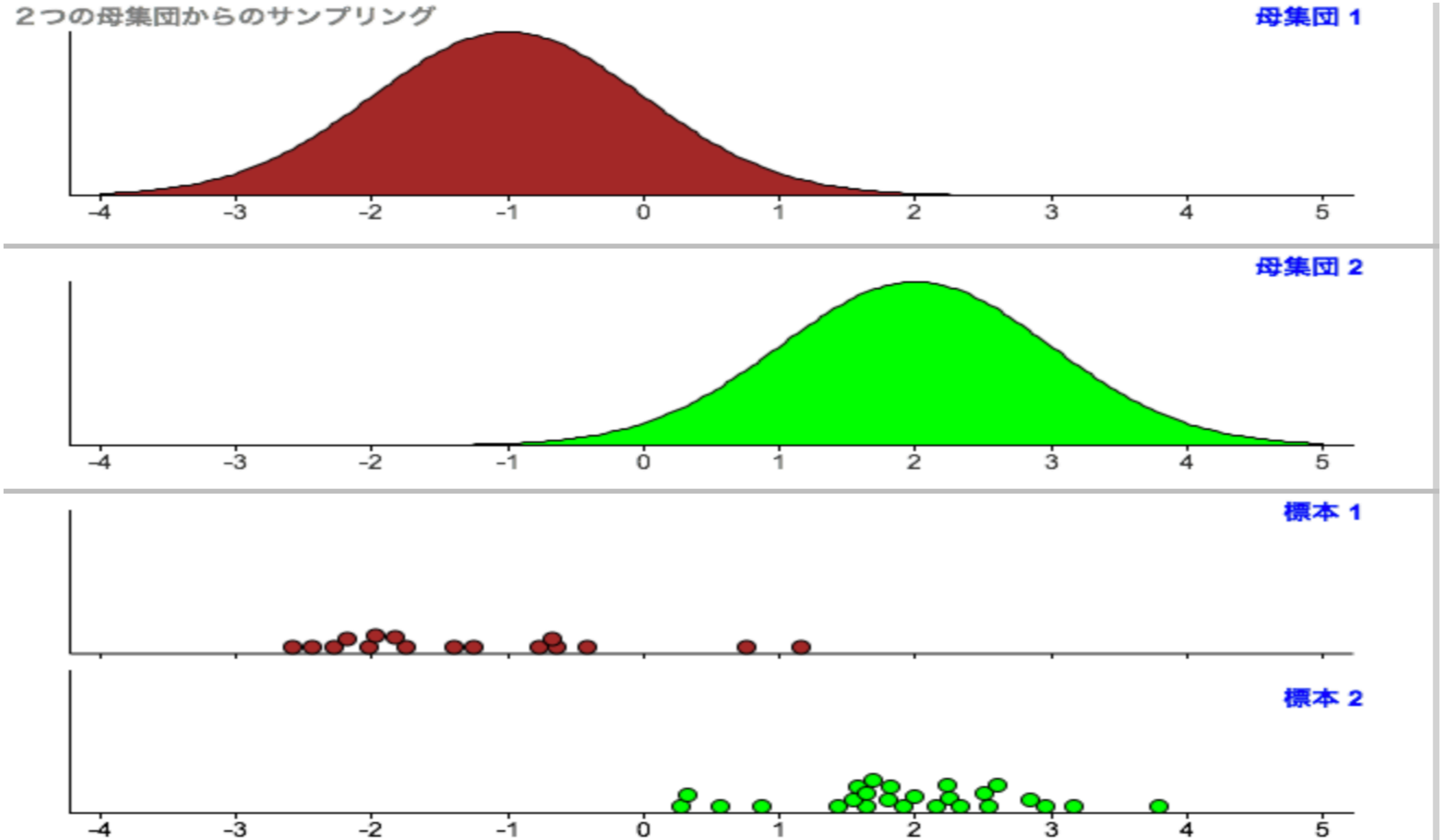
同じ母集団から無作為抽出されたデータなのか？

Web A	Web B
87.8	113.1
97.1	102.9
119.9	121.0
99.0	106.2
76.5	121.1
110.4	108.1
94.8	107.3
118.5	108.1
116.6	101.5
99.2	99.0

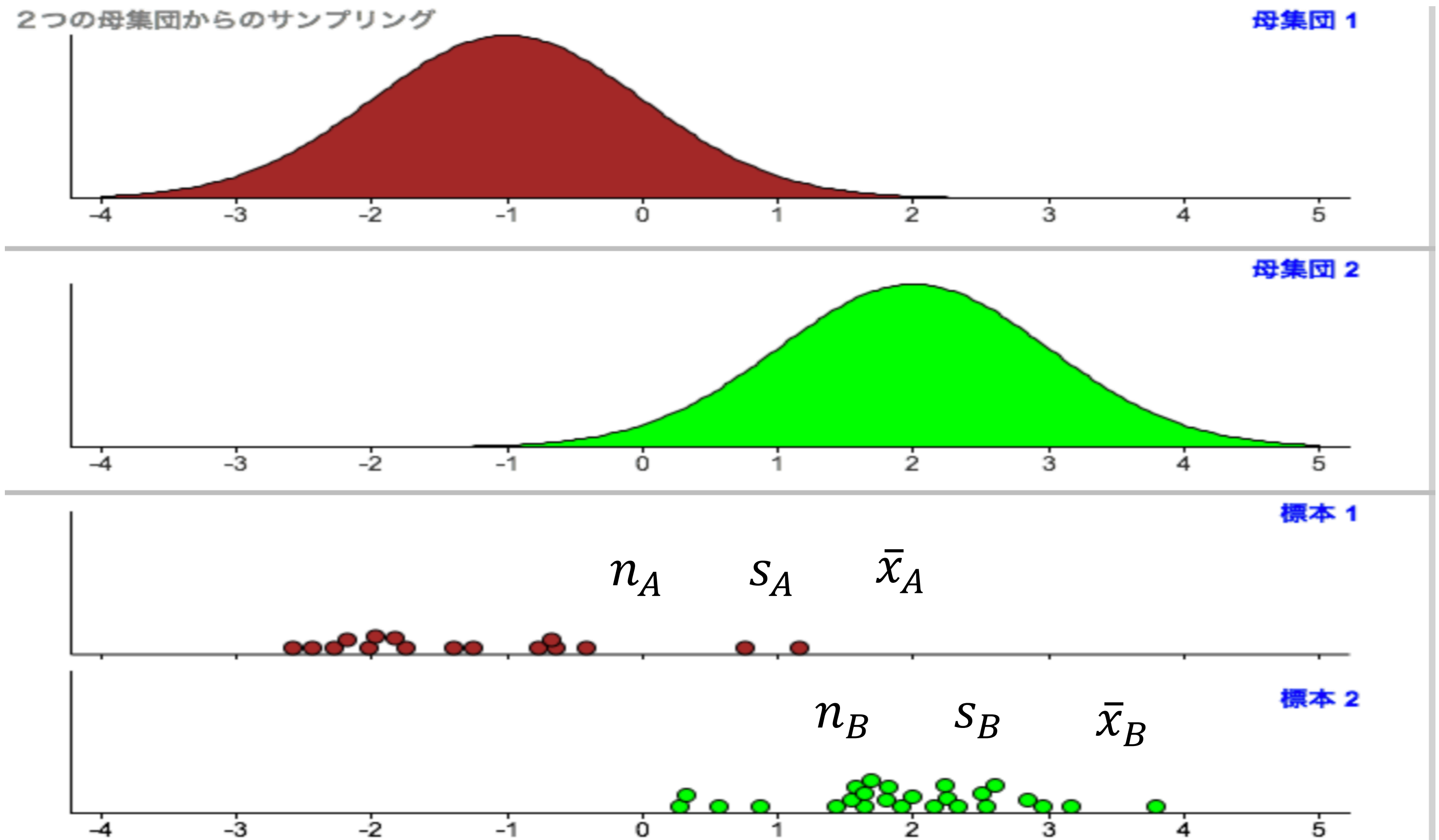
分散が等しいときのt検定



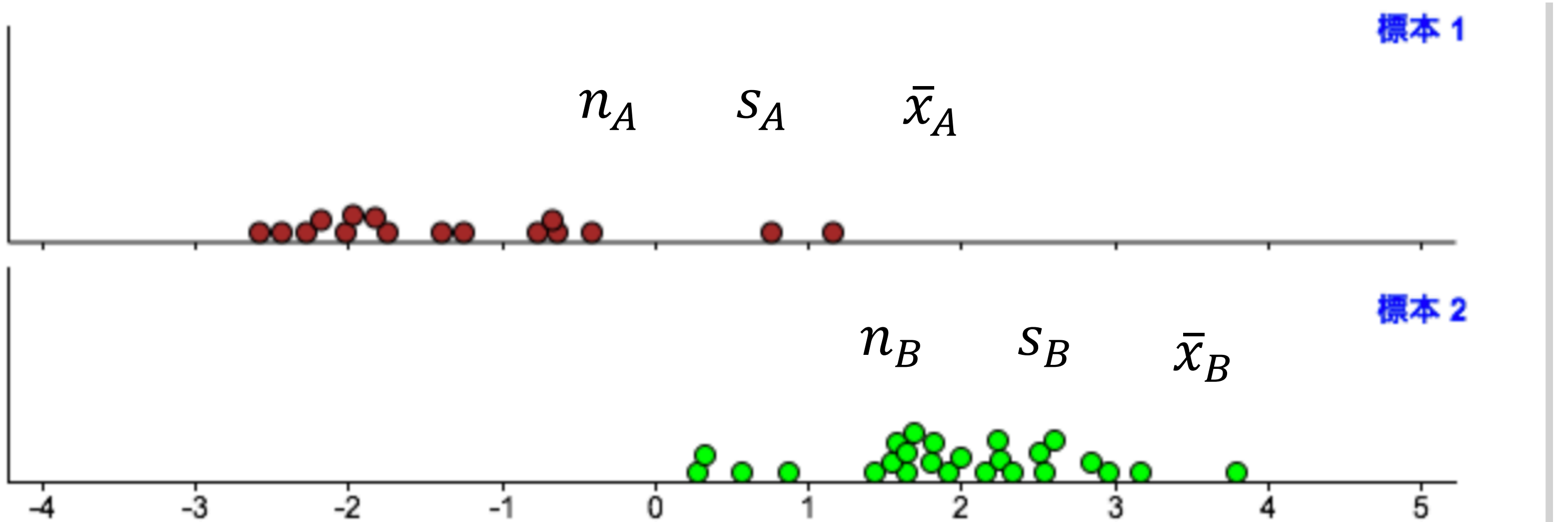
分散が等しいときのt検定



分散が等しいときのt検定



分散が等しいときのt検定

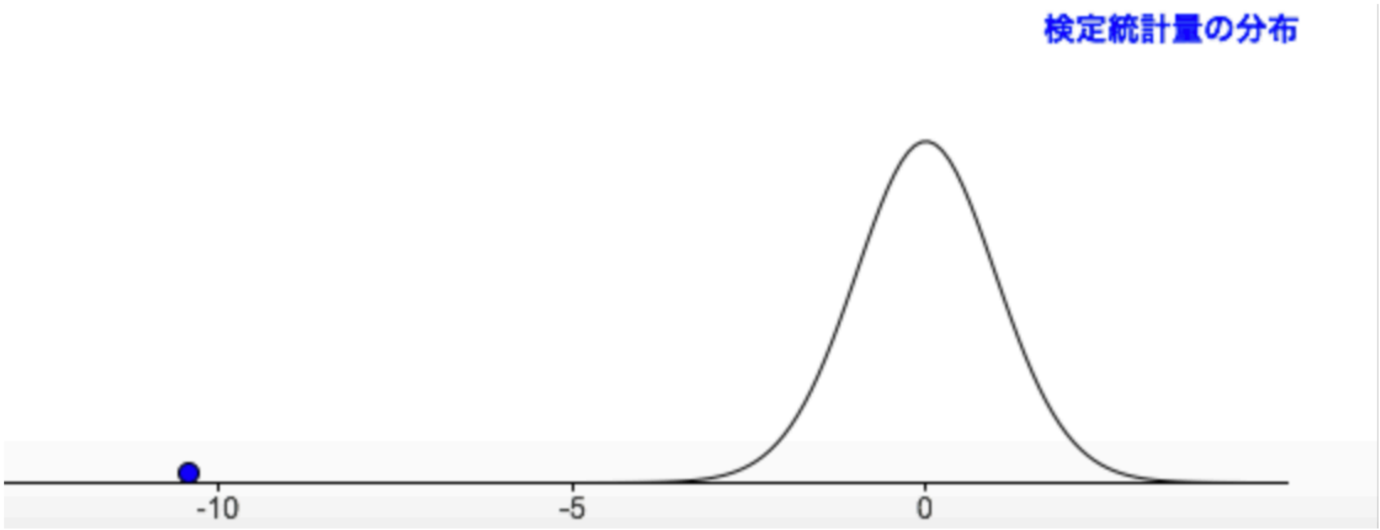


$$s=\frac{(n_A-1)s_A{}^2+(n_B-1)s_B{}^2}{n_A+n_B-2}$$

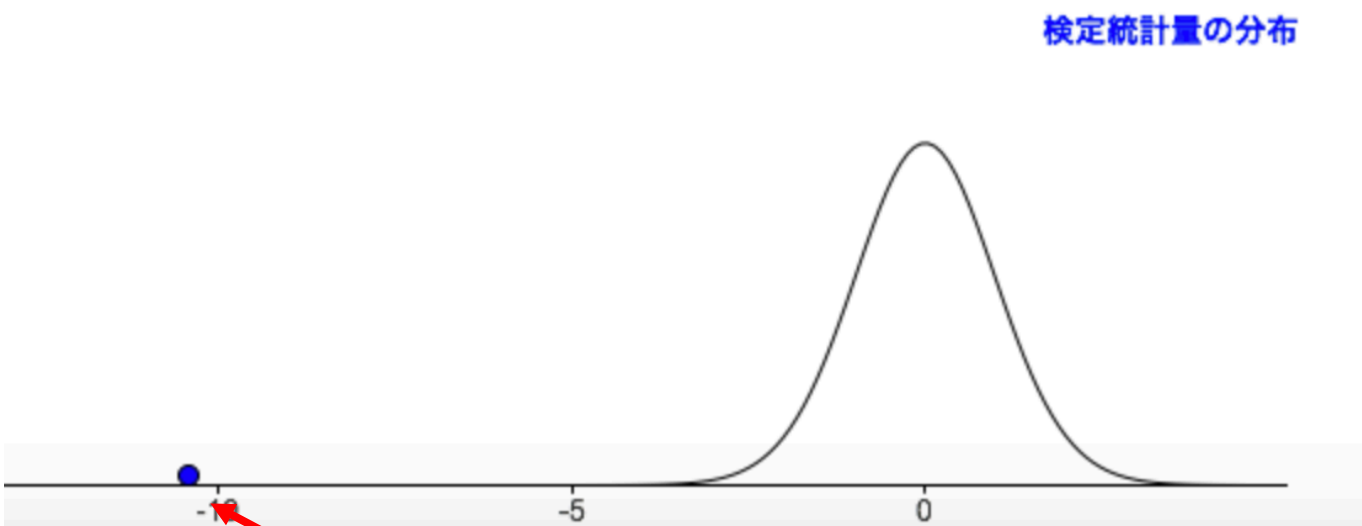
自由度 $= \ n_A + n_B - 2$

$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{s\sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$$

分散が等しいときのt検定

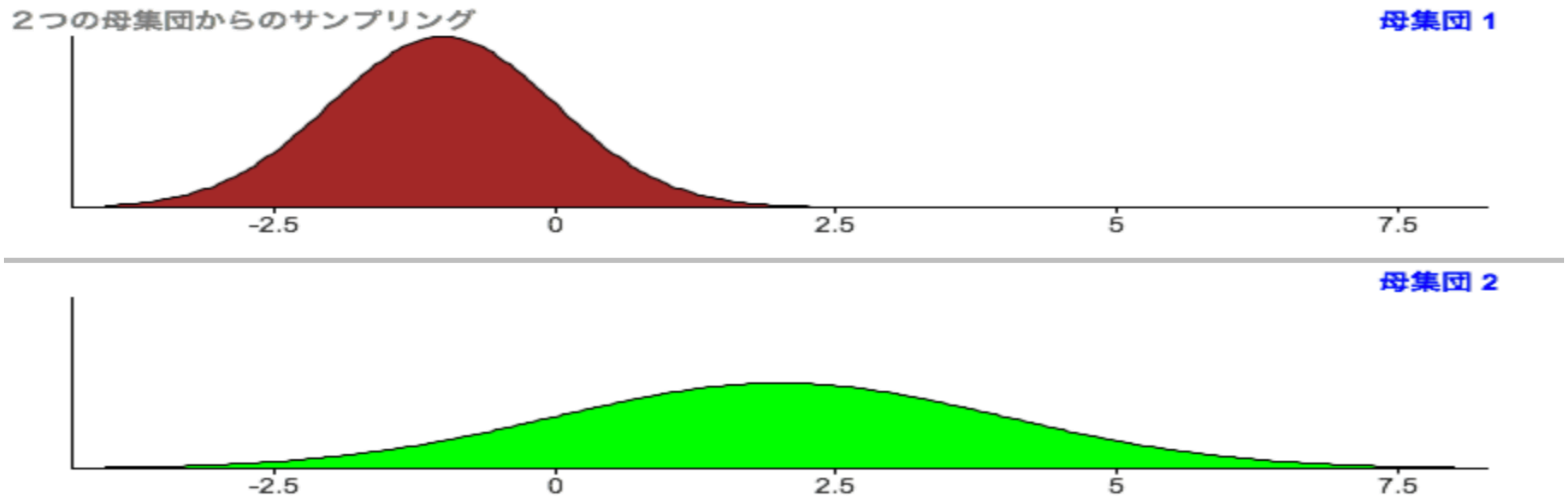


分散が等しいときのt検定

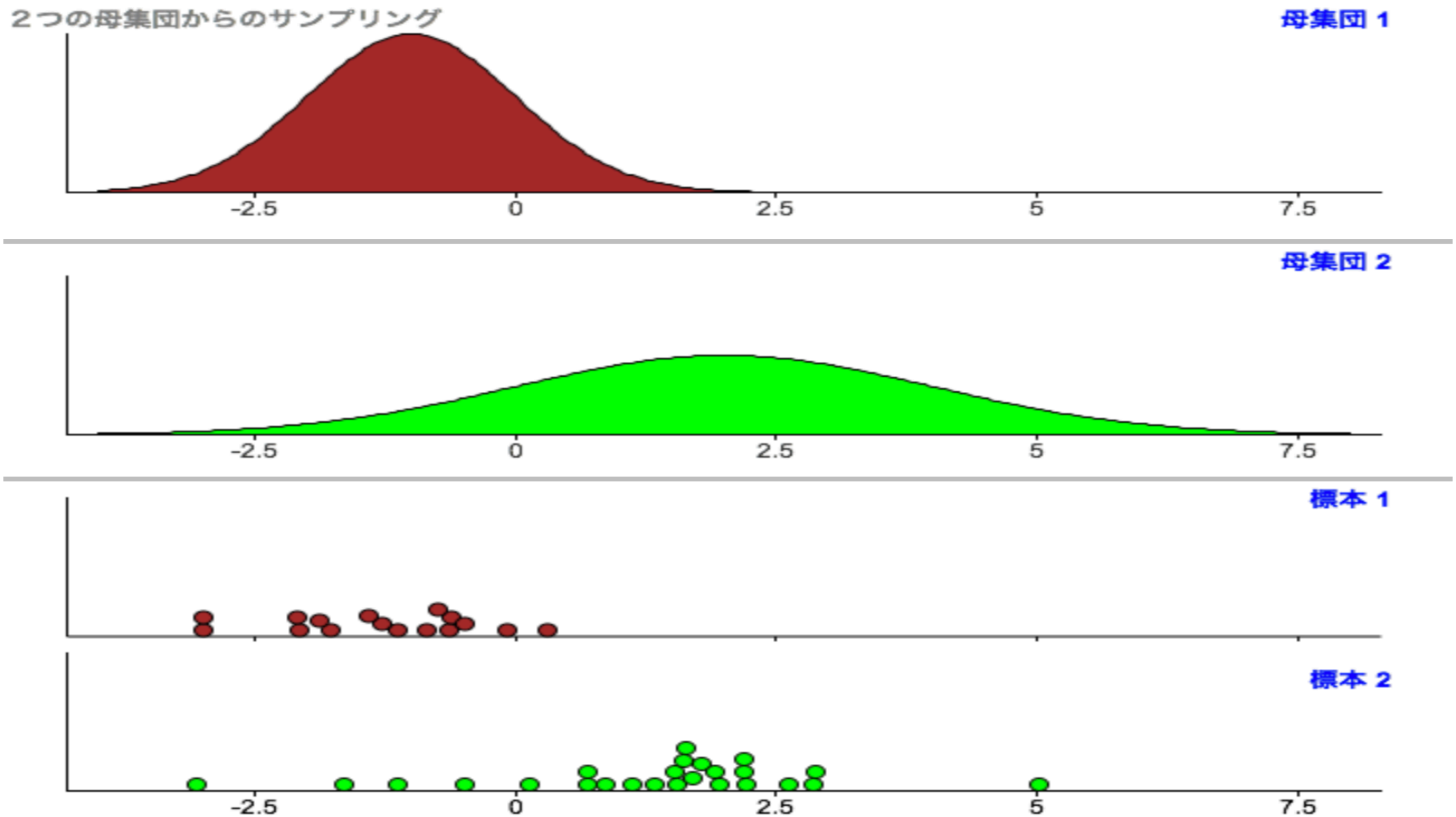


$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{s\sqrt{\frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B}}}$$

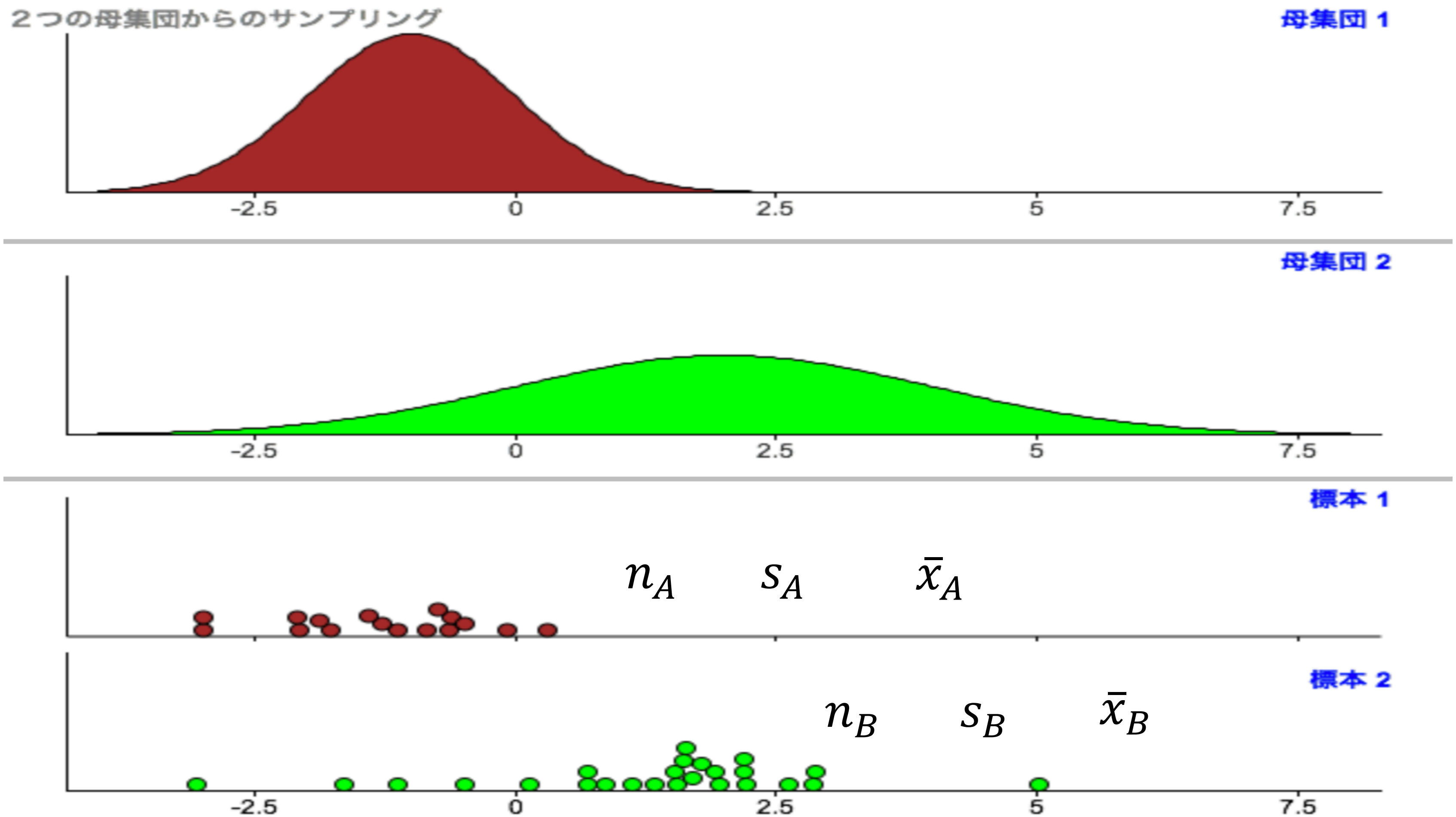
分散が等しくないときのt検定



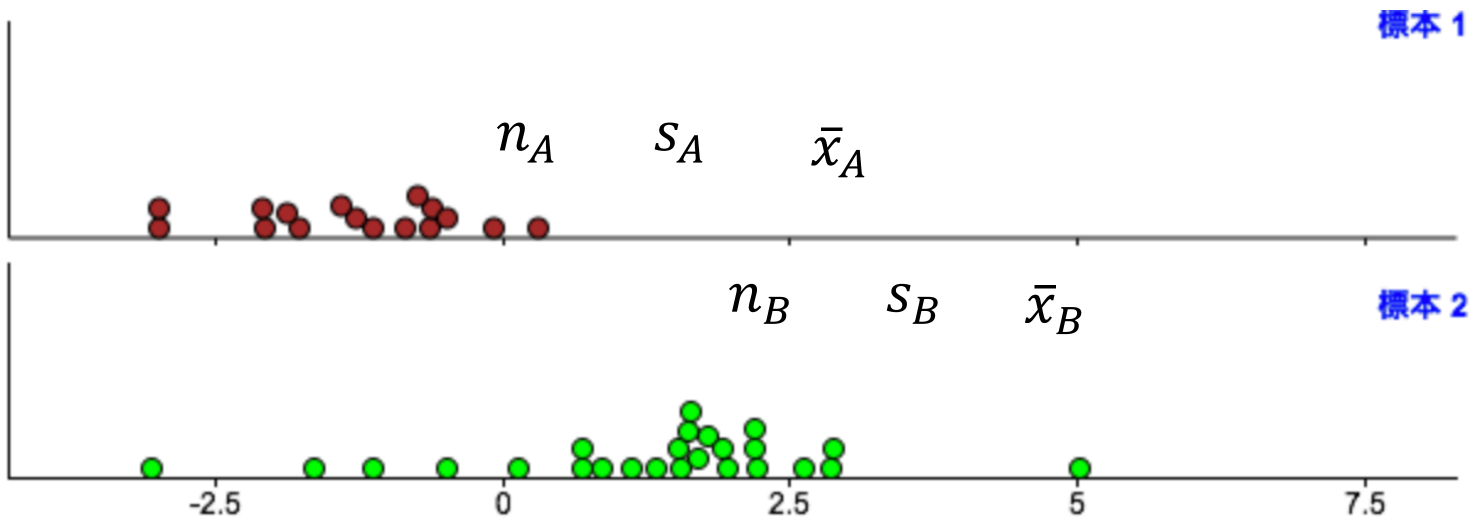
分散が等しくないときのt検定



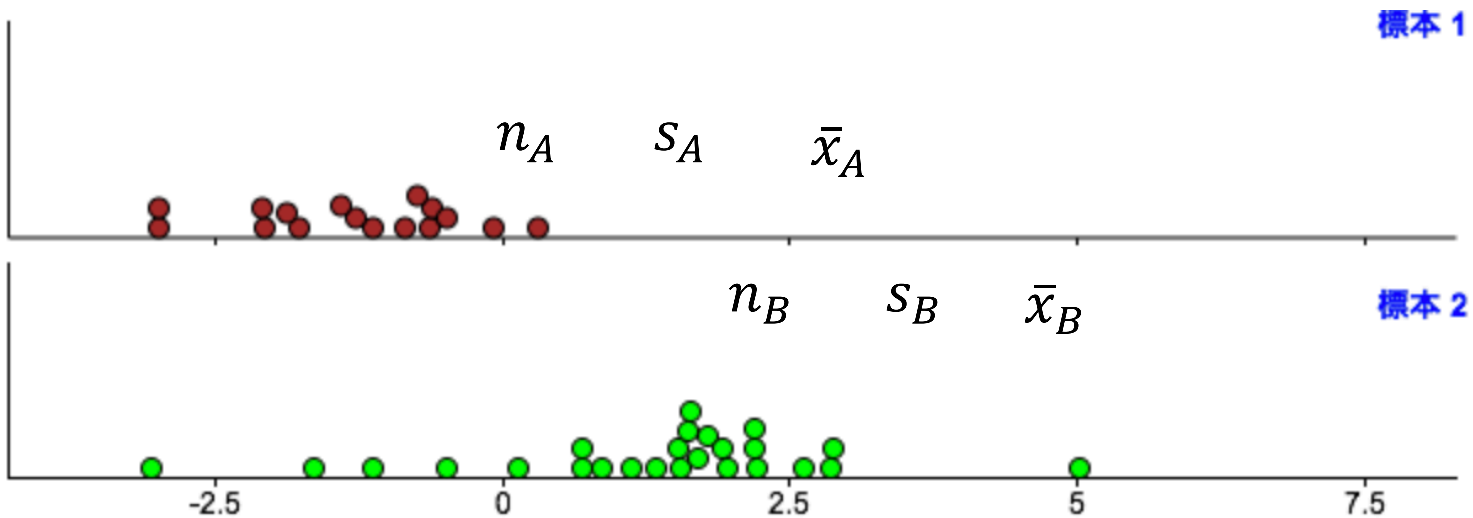
分散が等しくないときのt検定



分散が等しくないときのt検定

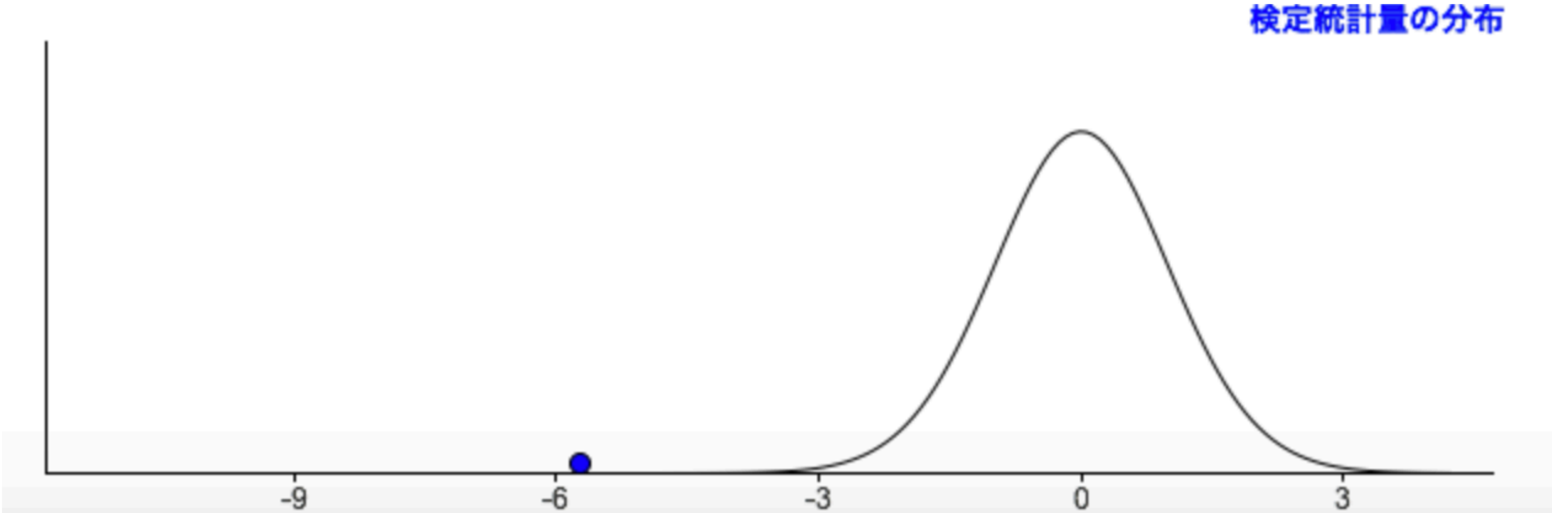


分散が等しくないときのt検定

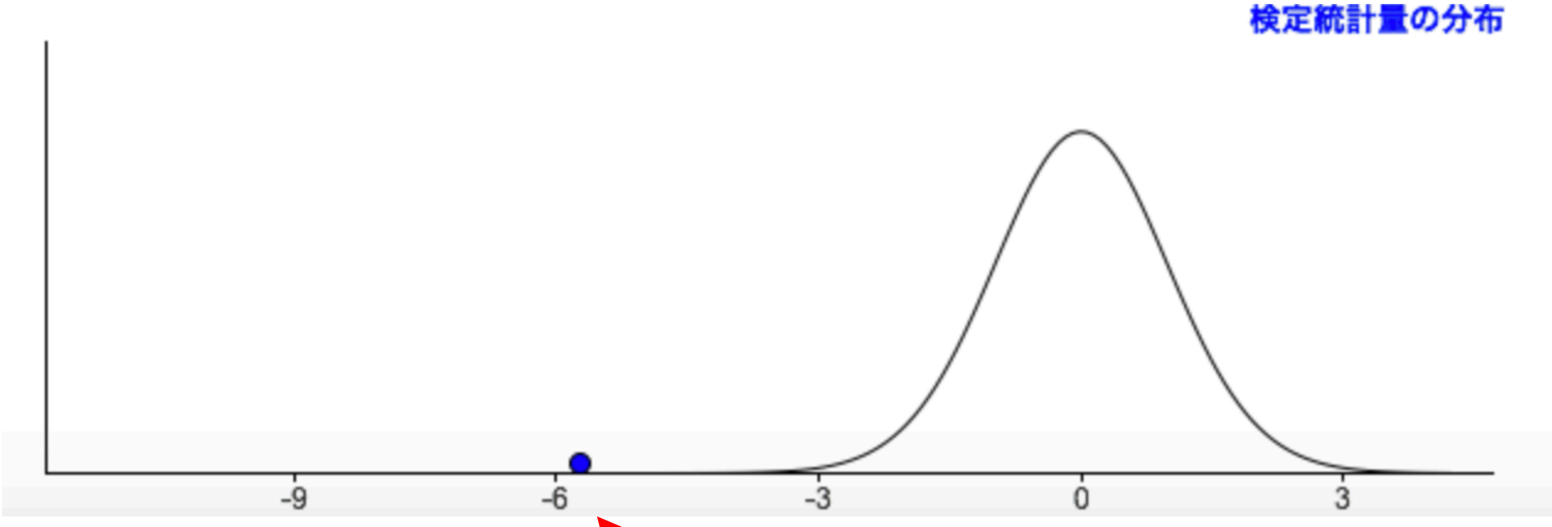


$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{{s_A}^2}{n_A} + \frac{{s_B}^2}{n_B}}}$$

分散が等しくないときのt検定



分散が等しくないときのt検定



$$t = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_B}{\sqrt{\frac{{s_A}^2}{n_A} + \frac{{s_B}^2}{n_B}}}$$

8. ２標本検定とカイ二乗検定

今日のコンテンツ

8-1 検定の復習
8-2 ２つの標本に対する検定
8-3 カイ二乗検定

カイ二乗検定

どちらのサイトを採用すべきか？

	CVしなかった	CVした	CVR
WEB A	552	46	8.3%
WEB B	603	72	11.9%

適合度の検定

適合度の検定

実測度数がある特定の分布に適合（一致）するかどうかを検定することを適合度の検定といい、カイ二乗分布を用いて検定を行う。

問題

日本人の血液型の分布はA型が40%、O型が30%、B型が20%、AB型が10%であると言われています。ランダムに選ばれた100人の血液型について次のようなデータが得られた時、このデータは日本人の血液型の分布と同じといえるでしょうか。

血液型	A	O	B	AB	合計
度数	55	22	16	7	100

カイ二乗検定の手順

Step1： データをクロス集計表にまとめる
Step2： 仮説を立てる
Step3： 期待度数を求める
Step4： データと期待度数との差を求める
Step5： カイ二乗値を求める
Step6： カイ二乗値をp値に変換する
Step7： P値を解釈する

Step2： 仮説を立てる

帰無仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致する」
対立仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致しない」

Step3:　期待度数を求める

期待度数

帰無仮説が正しいとき、きっとこうなるだろうという回数

血液型	A	O	B	AB	合計
度数	55	22	16	7	100
期待度数					

Step3:　期待度数を求める

期待度数

帰無仮説が正しいとき、きっとこうなるだろうという回数

血液型	A	O	B	AB	合計
度数	55	22	16	7	100
期待度数	40	30	20	10	100

Step4:　データと期待度数との差を求める

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

血液型	A	O	B	AB	合計
度数	55	22	16	7	100
期待度数	40	30	20	10	100
$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$	5.625	2.133	0.8	1.6	

Step5:　カイ二乗値を求める

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

血液型	A	O	B	AB	合計
度数	55	22	16	7	100
期待度数	40	30	20	10	100
$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$	5.625	4.8	0.8	0.9	$\boxed{12.125}$

Step6:　カイ二乗値をp値に変換する

EXCEL	=CHISQ.DIST.RT(カイ二乗値, 自由度)

（P値）

=CHISQ.DIST.RT(12.125, 3)

=0.00697

自由度＝（列の数ー１）

Step7: P値を解釈する

- 帰無仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致する」
- 対立仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致しない」

Step7: P値を解釈する

- 帰無仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致する」
- 対立仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致しない」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

Step7: P値を解釈する

- 帰無仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致する」
- 対立仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致しない」

↓

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：0.00697 ＜ 有意水準： 0.05

Step7: P値を解釈する

- 帰無仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致する」
- 対立仮説：「調査した血液型は日本人の血液型の分布と一致しない」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：0.00697 ＜ 有意水準： 0.05

カイ二乗検定「独立性の検定」

要因Xと要因Yが独立	→	XとYは関係がない
要因Xと要因Yが独立出ない	→	XとYには関係性がある

問題：次のデータから「広告Aを採用すべき」と判断していいか？

	購買数
サイト　A	50
サイト　B	20

なぜ独立性の検定？

データの欠陥
「非購買に関するデータが欠陥している」

	購買数	非購買数	合計
広告A	50	450	500
広告B	20	180	200
合計	70	630	700

なぜ独立性の検定？

データの欠陥
「非購買に関するデータが欠陥している」

	購買数	非購買数	合計
広告A	50	450	500
広告B	20	180	200
合計	70	630	700

なぜ独立性の検定？

データの欠陥
「非購買に関するデータが欠陥している」

	購買数	非購買数	合計
広告A	50	450	500
広告B	20	180	200
合計	70	630	700

広告Aによる購買確率＝50/500＝０.１

広告Bによる購買確率＝20/200＝０.１

クロス集計表

広告によるコンバージョンの差があるか検証せよ

	CV(あり)	CV(なし)	合計
広告A	70	180	250
広告B	30	120	150
合計	100	300	400

クロス集計表

広告によるコンバージョンの差があるか検証せよ

	CV(あり)	CV(なし)	合計
広告A	70	180	250
広告B	30	120	150
合計	100	300	400

広告によりCVに差があるのか？

広告A(２８%)　vs　広告B(２０%)

クロス集計表

部署における男性と女性の採用人数に差があるかを検証るために次のデータを得ました。

	女性	男性	合計
部署A	70	180	250
部署B	30	120	150
合計	100	300	400

カイ二乗検定

Step 1 ：データをクロス集計表にまとめる

Step 2 ：仮説を立てる

Step 3 ：期待度数を求める

Step 4 ：データと期待度数との差を求める

Step 5 ：カイ二乗値を求める

Step 6：カイ二乗値をP値に変換する

Step 7：P値を解釈する

Step1： データをクロス集計表にまとめる

観測データ

	女性	男性	合計
部署A	70	180	250
部署B	30	120	150
合計	100	300	400

Step2： 仮説を立てる

・帰無仮説「部署による性別の採用率差はない」
・対立仮説「部署による性別の採用率差がある」

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A			250
部署B			150
合計	100	300	400

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A			250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A			250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Aにおける女性の採用者の数

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A			250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Aにおける女性の採用者の数　$= 250 \times \frac{100}{400} = 62.5$

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62．5		250
部署B			150
合計	100	300	400

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62．5		250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62．5		250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Bにおける女性の採用者の数

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62．5		250
部署B			150
合計	100	300	400

４００人のうち１００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Bにおける女性の採用者の数　$= 150\times\frac{100}{400} = 37.5$

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62．5		250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5		250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5		250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Aにおける男性の採用者の数

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5		250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Aにおける男性の採用者の数　$= 250 \times \frac{300}{400} = 187.5$

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5	187.5	250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5	187.5	250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5	187.5	250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Bにおける男性の採用者の数

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5	187.5	250
部署B	37.5		150
合計	100	300	400

４００人のうち３００人が女性である

もし部署と性別に関係がないとしたら？

部署Bにおける男性の採用者の数　$= 150 \times \frac{300}{400} = 112.5$

Step3:　期待度数を求める

期待度数

「もし関係が無かったら、きっとこうなるだろうという回数」

	女性	男性	合計
部署A	62. 5	187.5	250
部署B	37.5	112.5	150
合計	100	300	400

Step4:　データと期待度数との差を求める

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

観測データ	女性
部署A	70

期待度数	女性
部署A	62.5

Step4:　データと期待度数との差を求める

$$\frac{(観測データ-期待度数)^2}{期待度数}$$

観測データ	女性
部署A	70

期待度数	女性
部署A	62.5

$$\frac{(70-62.5)^2}{62.5} = 0.9$$

	女性	男性
部署A	0.9	
部署B		

Step4:　データと期待度数との差を求める

	女性	男性
部署A	0.9	0.3
部署B	1.5	0.5

Step4:　データと期待度数との差を求める

	女性	男性
部署A	0.9	0.3
部署B	1.5	0.5

足し合わせる

$$\chi^2 = 0.9 + 0.3 + 1.5 + 0.5 = 3.2$$

Step6:　カイ二乗値をp値に変換する

EXCEL	=CHISQ.DIST.RT(カイ二乗値, 自由度)

（P値）

=CHISQ.DIST.RT(3.2, 1)

=0.074

自由度＝（行の数－１）×（列の数ー１）

Step7： P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による性別の採用率差はない」
- 対立仮説：「部署による性別の採用率差がある」

Step7： P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による性別の採用率差はない」
- 対立仮説：「部署による性別の採用率差がある」

↓

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

Step7： P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による性別の採用率差はない」
- 対立仮説：「部署による性別の採用率差がある」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：0.074 > 有意水準： 0.05

Step7： P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による性別の採用率差はない」
- 対立仮説：「部署による性別の採用率差がある」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：0.074 > 有意水準： 0.05

帰無仮説：「部署による性別の採用率差はない」

クロス集計表の例

部署による離職率の差があるのか検証せよ？

	退職	在職	合計
人事	215	91	306
管理部署	524	539	1063
合計	739	630	1369

期待度数を求める

期待度数の計算

	退職	在職	合計
人事	$c \times \frac{a}{e}$	$c \times \frac{b}{e}$	c
管理部署	$d \times \frac{a}{e}$	$d \times \frac{b}{e}$	d
合計	a	b	e

期待度数を求める

期待度数の計算

	退職	在職	合計
人事	165.2	140.8	306
管理部署	573.8	489.2	1063
合計	739	630	1369

期待度数を求める

期待度数の計算

	退職	在職	合計
人事	165.2	140.8	306
管理部署	573.8	489.2	1063
合計	739	630	1369

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

期待度数を求める

期待度数の計算

	退職	在職	合計
人事	165.2	140.8	306
管理部署	573.8	489.2	1063
合計	739	630	1369

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

	退職	在職
人事	15.02	17.62
管理部署	4.33	5.07

期待度数を求める

期待度数の計算

	退職	在職	合計
人事	165.2	140.8	306
管理部署	573.8	489.2	1063
合計	739	630	1369

$$\frac{(\text{観測データ}-\text{期待度数})^2}{\text{期待度数}}$$

	退職	在職
人事	15.02	17.62
管理部署	4.33	5.07

→ $\chi^2 = 42.05$

カイ二乗値をp値に変換する

EXCEL	=CHISQ.DIST.RT(カイ二乗値, 自由度)

（P値）

=CHISQ.DIST.RT(42.05 , 1)

=8.89E-11

P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による離職率の違いはない」
- 対立仮説： 「部署による離職率の違いはある」

P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による離職率の違いはない」
- 対立仮説：「部署による離職率の違いはある」

↓

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による離職率の違いはない」
- 対立仮説： 「部署による離職率の違いはある」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：8.89E-11＜ 有意水準： 0.05

P値を解釈する

- 帰無仮説：「部署による離職率の違いはない」
- 対立仮説：「部署による離職率の違いはある」

結論を下す（p値と有意水準α の比較）

P値：8.89E-11 < 有意水準： 0.05

対立仮説：「部署による性別の採用率差はある」