目で見てわかるビジネス統計学
～Excel実践編～

第３回

「信頼区間・検定・p値の理解」

和から株式会社
WAKARA

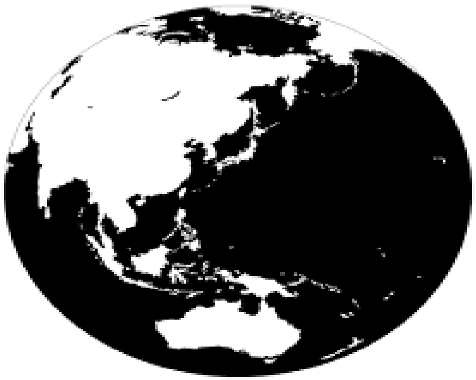
統計的に推定する方法

- 統計学の大切な応用分野の一つが推定
- 標本データの統計量を用いて、その標本が属する母集団の母数を推定することを推定という。

用語	意味
母集団	関心対象であるデータ全体
標本	母集団から無作為に取り出された部分データ
標本統計量	標本データに関する統計量
母数	母集団に関する統計量

推定の仕組み

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい



母集団

無作為抽出

標本

169.5 cm ＜全人類の平均身長 ＜ 177.5cm

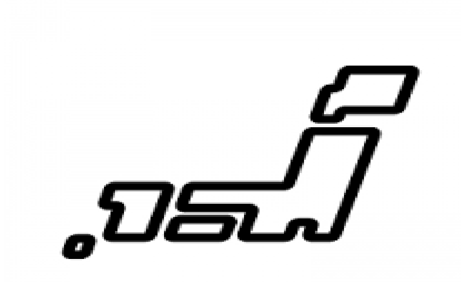
標本データの統計量

標本平均：173.5cm

母数を推定する

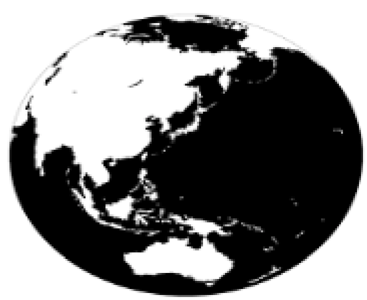
推定の仕組み

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい



標本抽出

１００万人



母集団

推定できるか？

できない。
日本人の全体の推定になる

アメリカ大統領選挙の番狂わせ

1936年のアメリカ大統領選挙

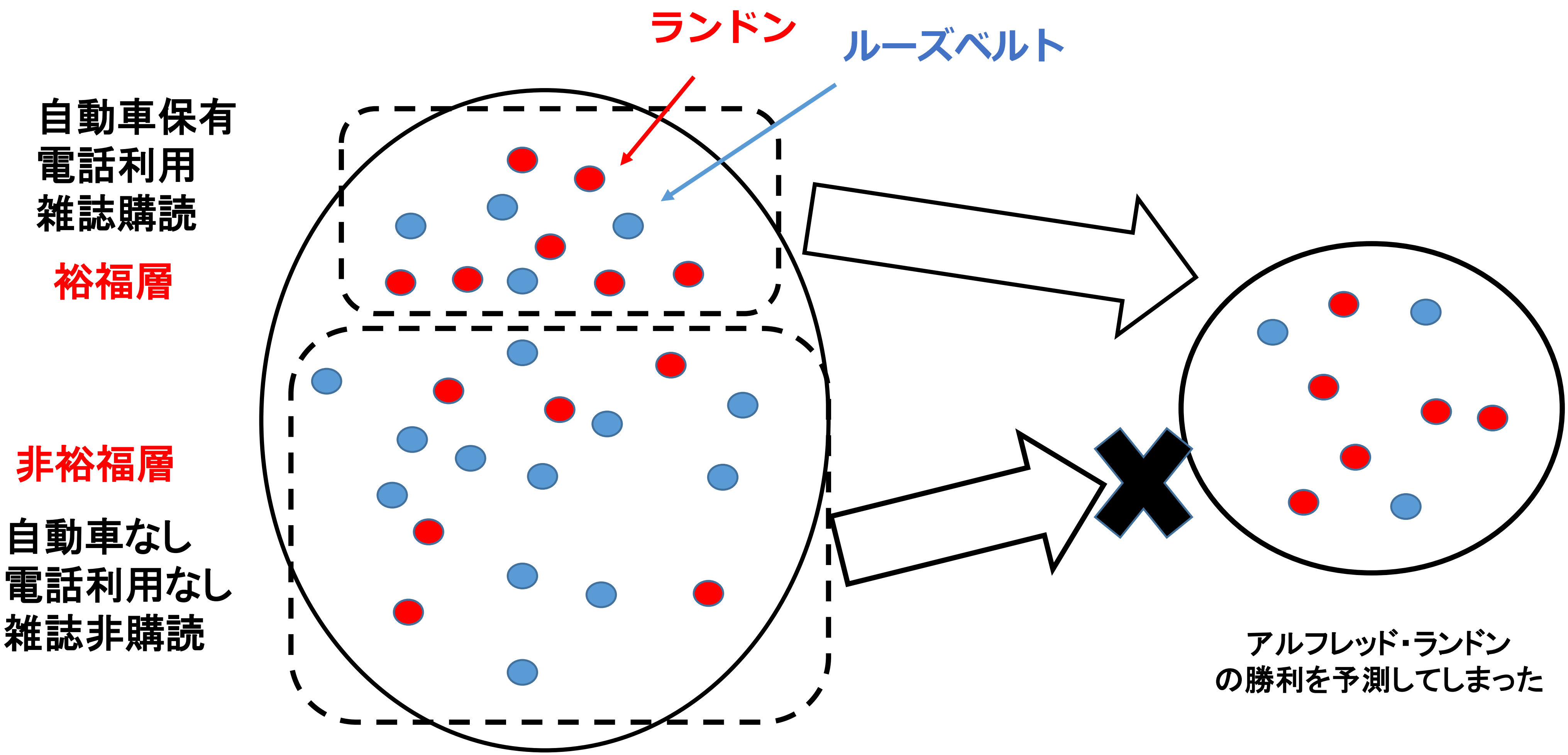
民主党
フランクリン・ルーズベルト

共和党
アルフレッド・ランドン

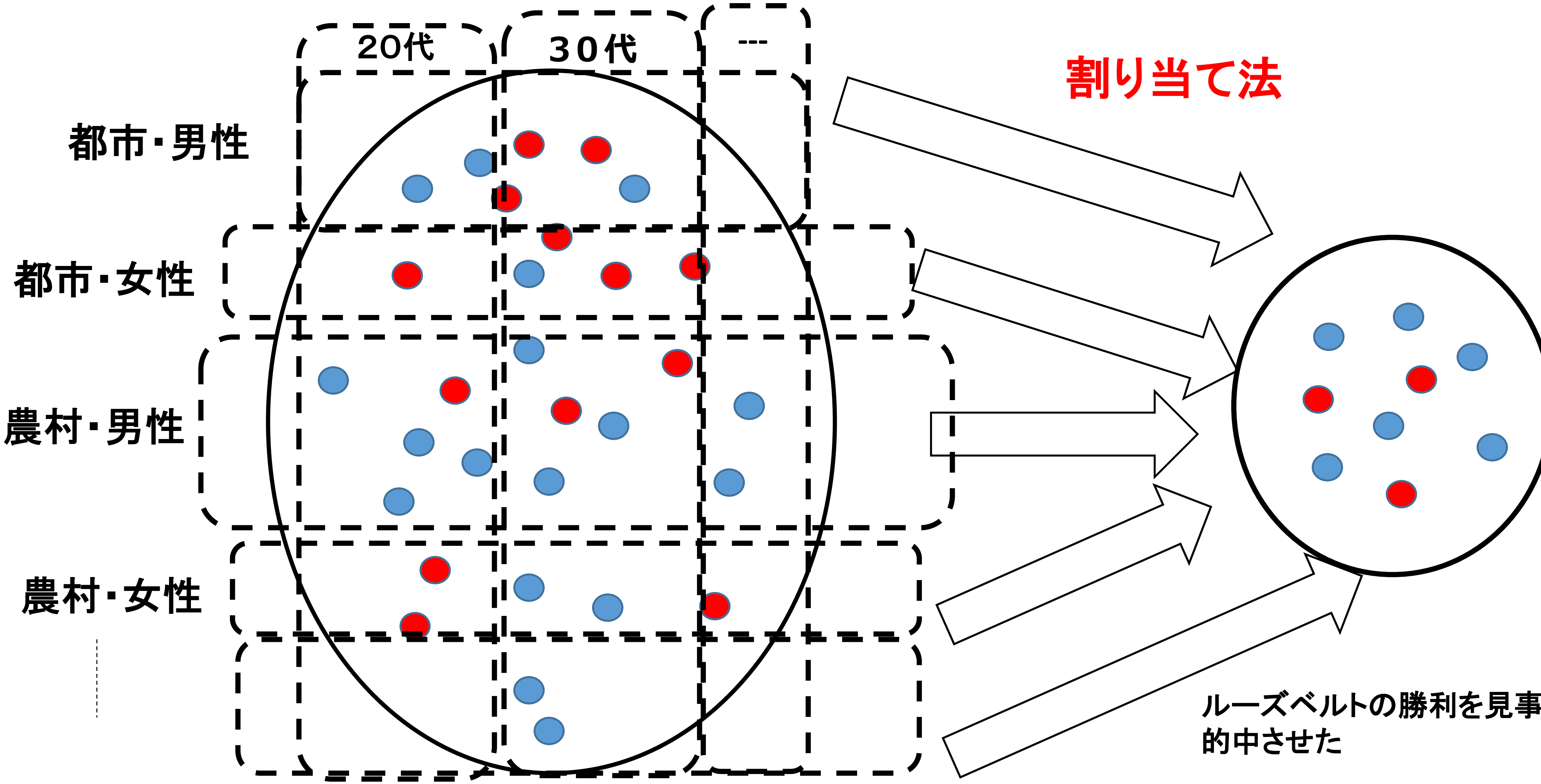
リテラリー・ダイジェスト社
２００万人を対象に調査を行い、ランドンが５７%の得票を得て当選すると予想

アメリカ世論研究所
３０００人を対象に調査を行いルーズベルト候補が54%の得票を得て当選することを予想

リテラリー・ダイジェストの抽出方法



アメリカ世論研究所の抽出方法



正しさの度合い

用語	意味	記号
有意水準	危険率とも呼ばれるもので、間違った答えを出す確率	α
信頼区間	推定する区間の幅を決める基準	$1-\alpha$

✓有意水準５％、信頼区間９５％が使われる

- 有意水準　α=0.05
- 信頼区間（１ーα）＝0.95

信頼区間９５％とは？

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい

母集団

無作為抽出

標本

全人類の平均身長の９５％
信頼区間は

$\bar{x} - E \quad \sim \quad \bar{x} + E$

標本データの統計量

標本平均：$\bar{x}$ cm

信頼区間９５%とは？

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい

母集団

1回目

無作為抽出

標本

全人類の平均身長の９５%信頼区間は

$\mathbf{171 \sim 173\ \mathit{cm}}$

標本データの統計量

標本平均：172 cm

信頼区間９５%とは？

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい

母集団

２回目

無作為抽出

標本

全人類の平均身長の９５%
信頼区間は
173 ～ 175 cm

標本データの統計量

標本平均：174 cm

信頼区間９５％とは？

- 地球上に存在する全人類の平均身長を推定したい

母集団

３回目

無作為抽出

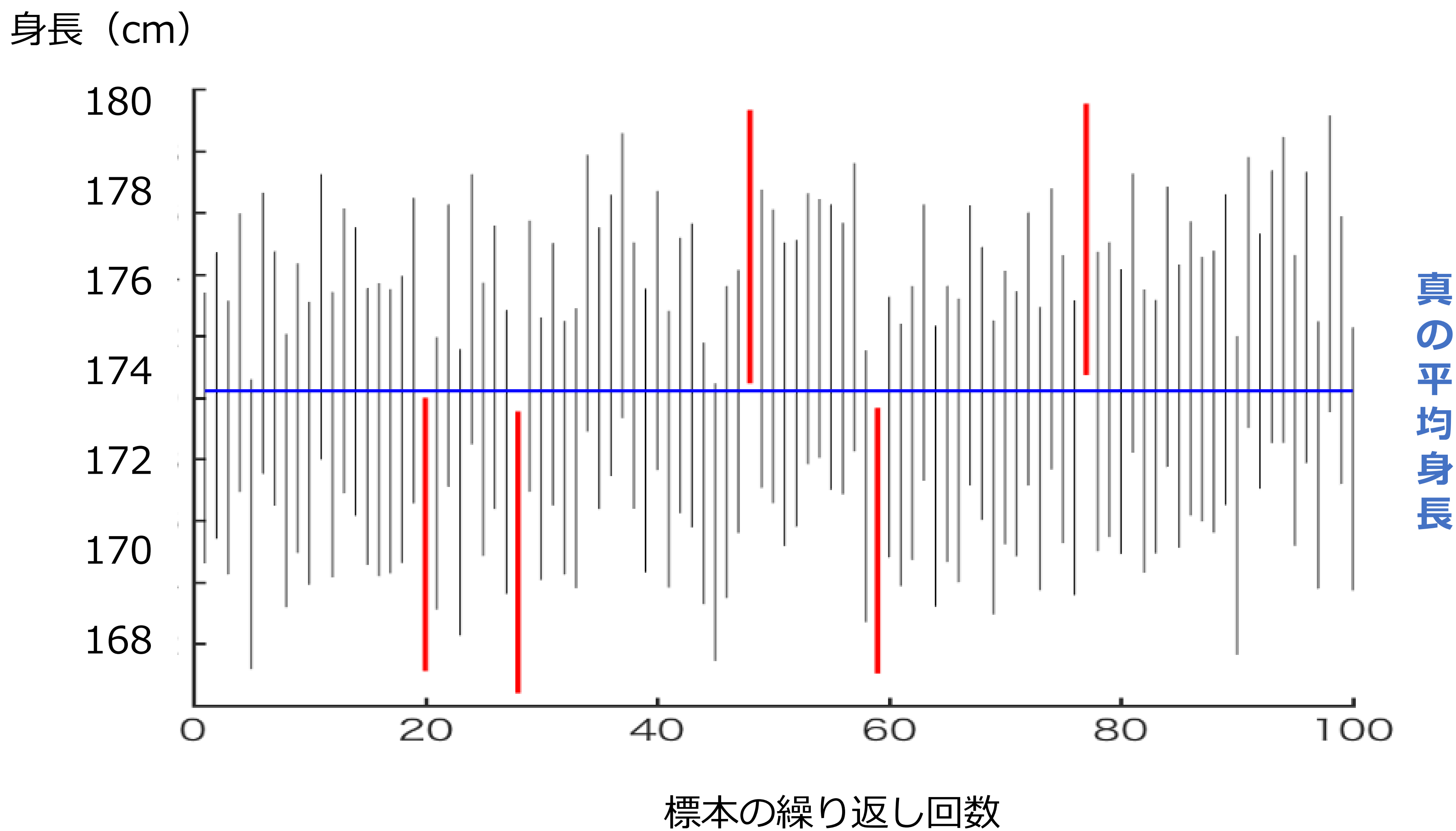
標本

全人類の平均身長の９５％
信頼区間は
$185 \sim 187\ cm$

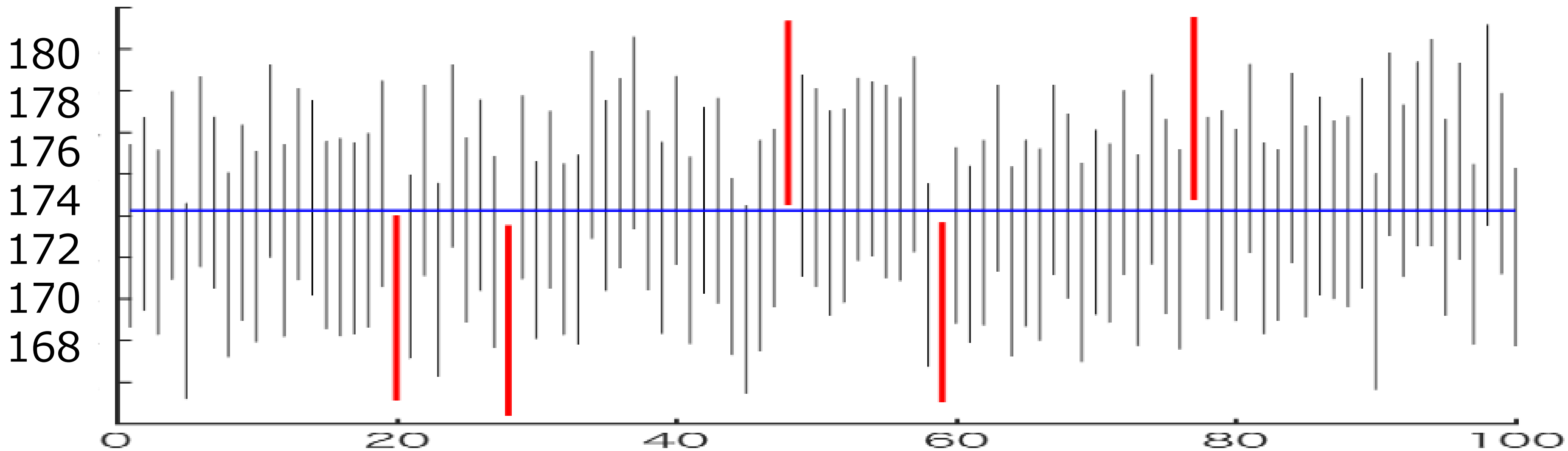
標本データの統計量

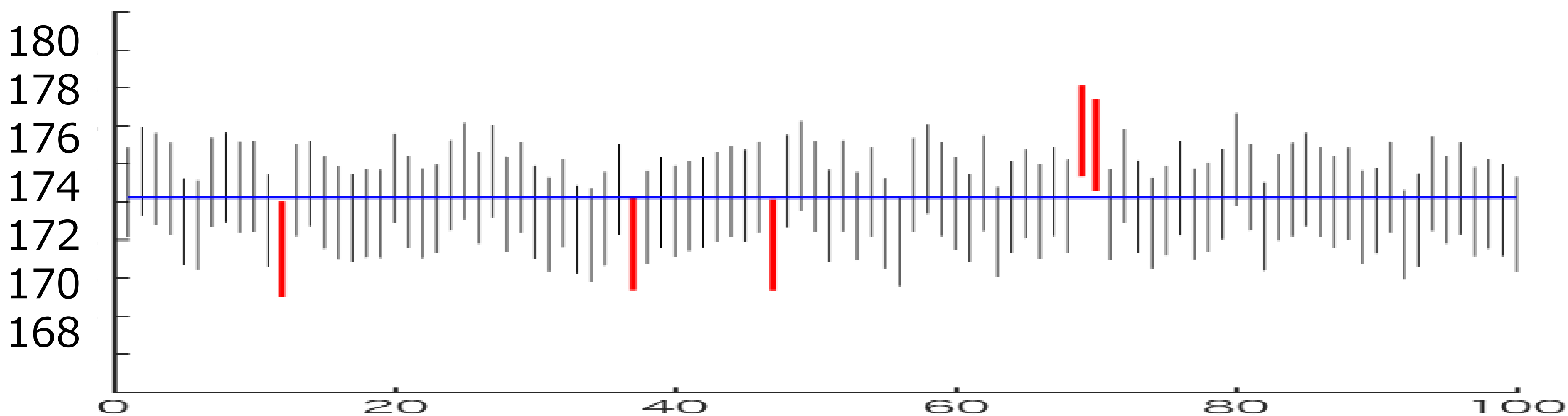
標本平均：186 cm

信頼区間９５%


身長（cm）
180
178
176
174
172
170
168
0
20
40
60
80
100
標本の繰り返し回数
真の平均身長

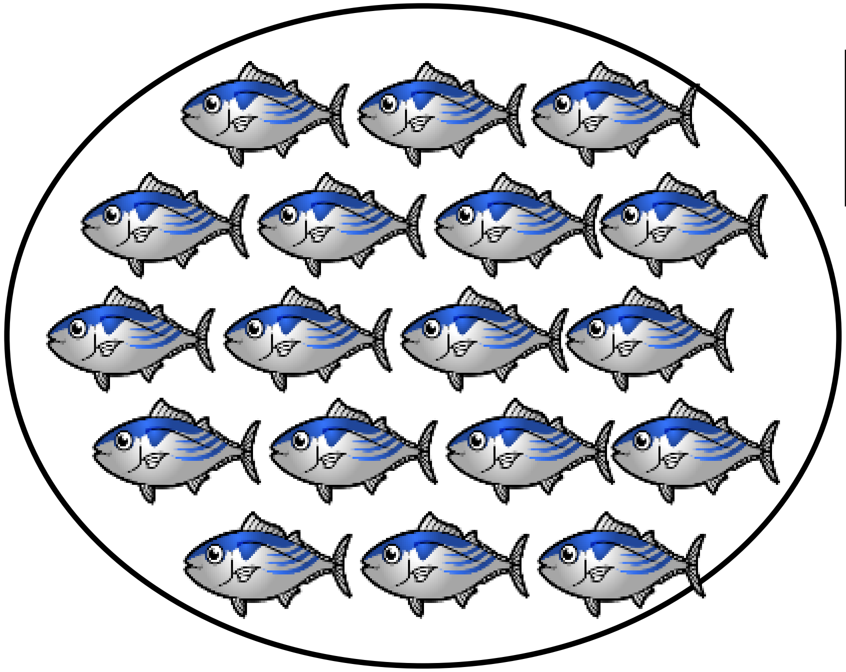
信頼区間９５%（n＝200 vs 800)





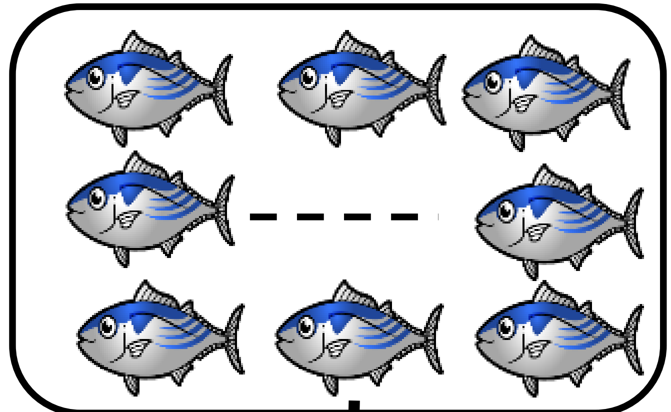
太平洋に生息するマグロの平均体重は？

母集団
（太平洋に生息する全マグロ）



ランダム
サンプリング

標本
（サンプリングされたマグロ）



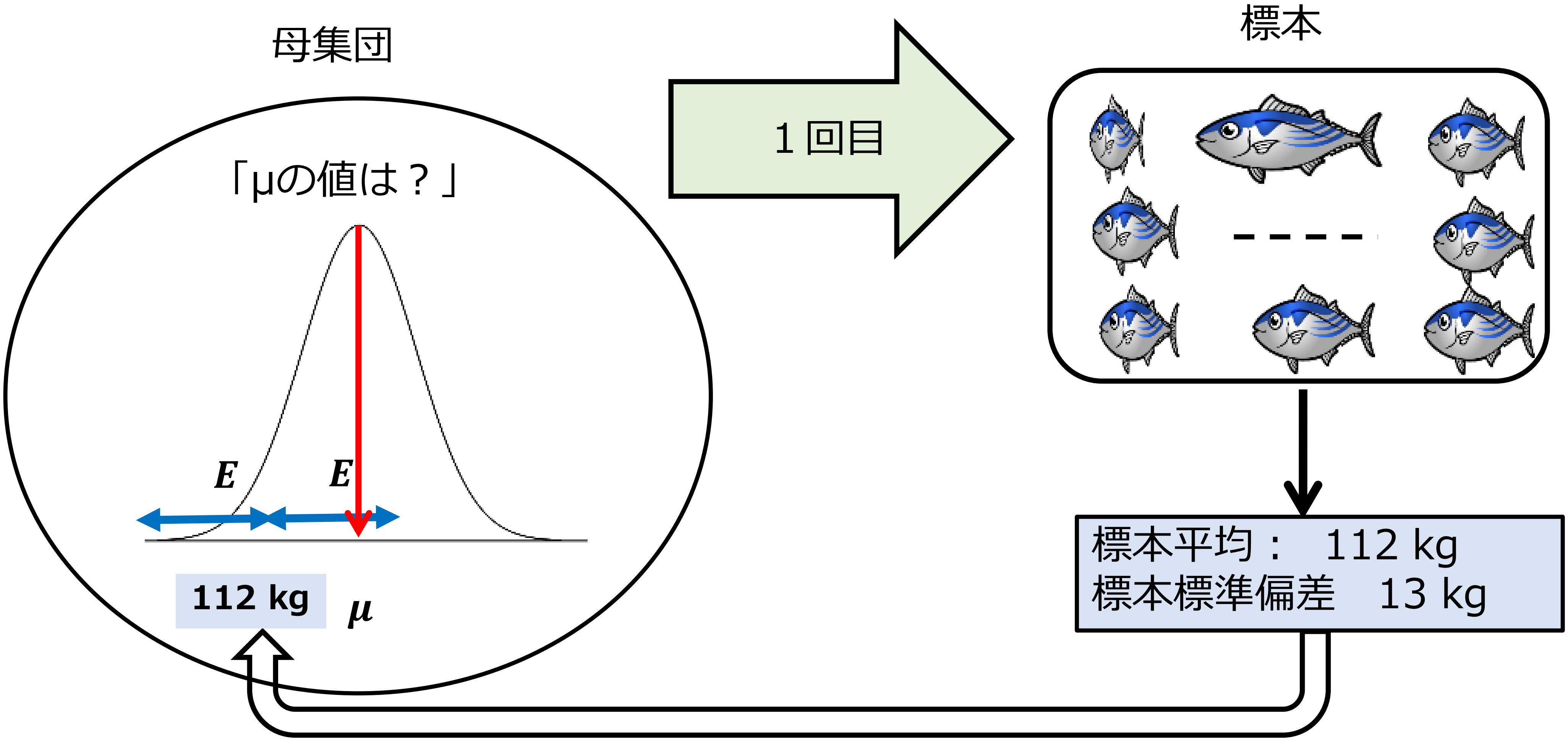
標本統計量

標本平均：　１２０kg
標本標準偏差　８kg

区間推定

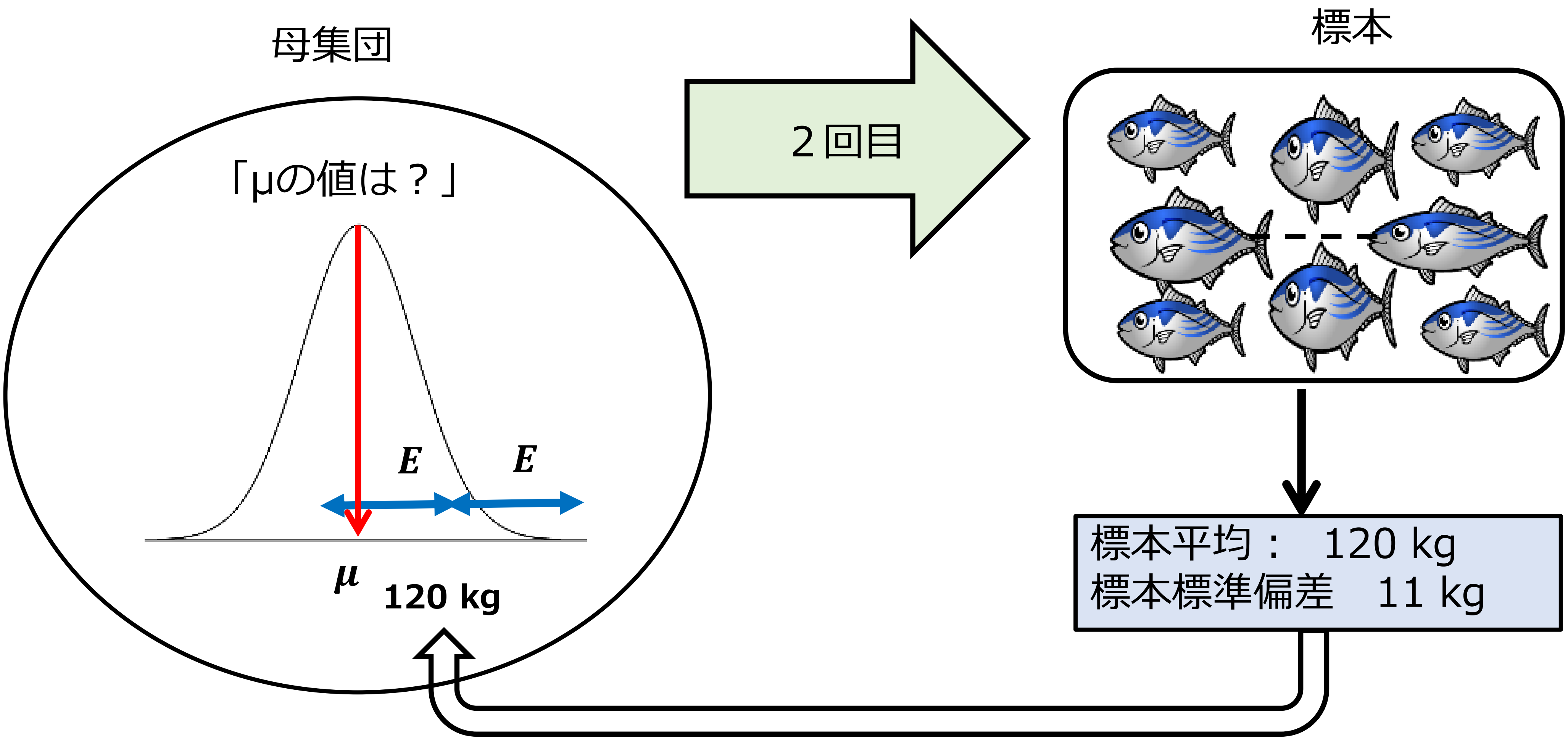
母平均は信頼区間95%(有意水準5%)で120kg±E の区間にある

サンプリングを１００回行ったら？



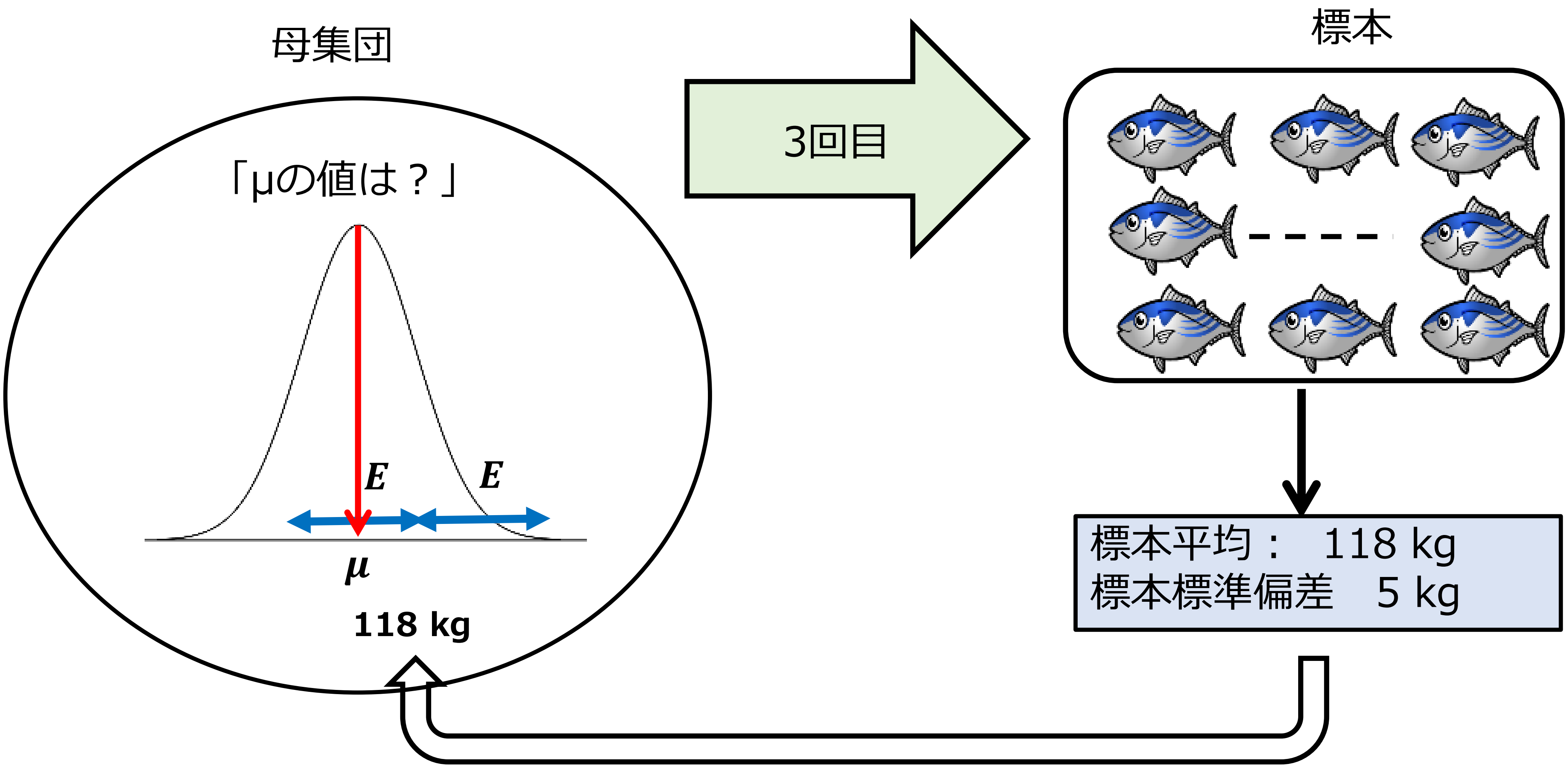
$$112 - E < \mu < 112 + E$$

サンプリングを１００回行ったら？



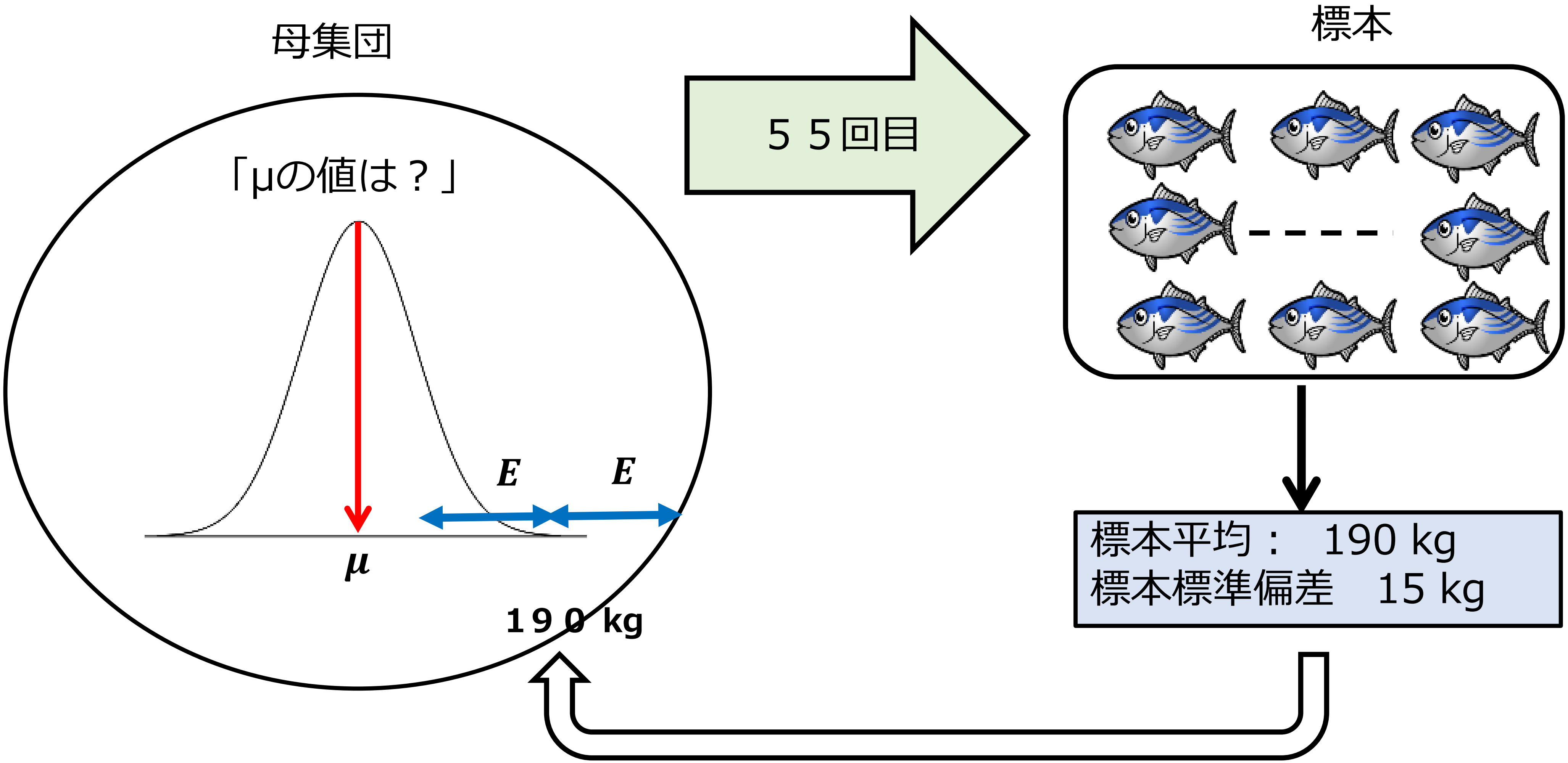
$$120 - E < \mu < 120 + E$$

サンプリングを１００回行ったら？



$$118 - E < \mu < 118 + E$$

サンプリングを１００回行ったら？



$$190 - E < \mu < 190 + E$$

信頼区間９５％（１００回に９５回は真の平均値が含まれるだろう区間）

母集団の平均値を含む

$$\bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E$$

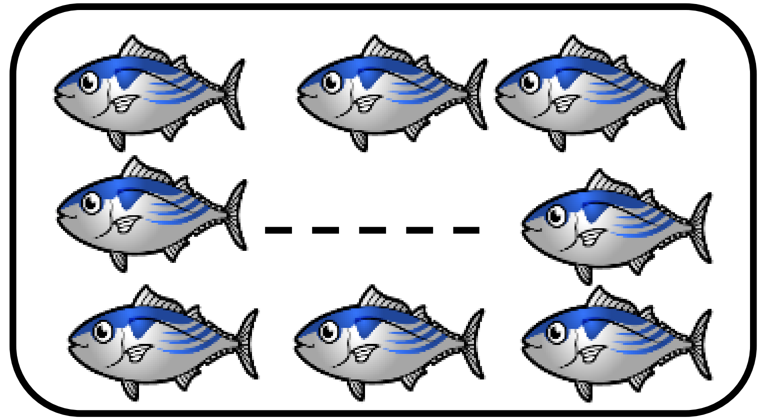
$\boldsymbol{\mu}$の値は？

$\boldsymbol{E}$ $\boldsymbol{E}$

$\bar{x}$ kg

サンプリング

母集団の姿を正確に反映する標本

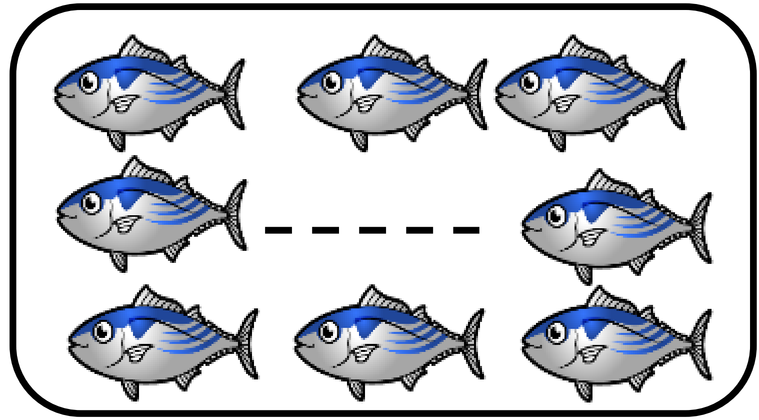


$\bar{x}$

有意水準５％（100回に５回、間違える危険性がある）

サンプリング

母集団の姿を正確に反映しない標本



$\bar{x}$

母集団の平均値を含まない

$$\xcancel{\bar{x} - E < \mu < \bar{x} + E}$$

$\boldsymbol{\mu}$の値は？

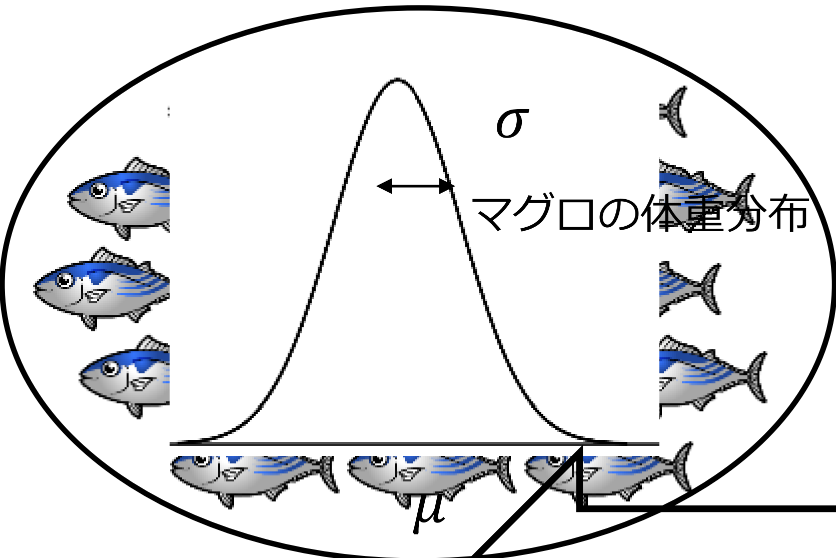
$\boldsymbol{E}$ $\boldsymbol{E}$

$\bar{x}$ kg

区間推定の求め方

信頼水準95%で太平洋に生息する全マグロの体重の平均を推定する

母集団：太平洋に生息する全マグロ



ランダムサンプル

n=100

標本：　１００匹の太平洋マグロ

サンプルID	体重(kg)
ID.1	78.9
ID.2	115.4
ID.3	190.2
--	--
ID.100	123.4

得られたデータから標本統計量を計算する

標本平均　$\bar{x}$

標本標準偏差　s

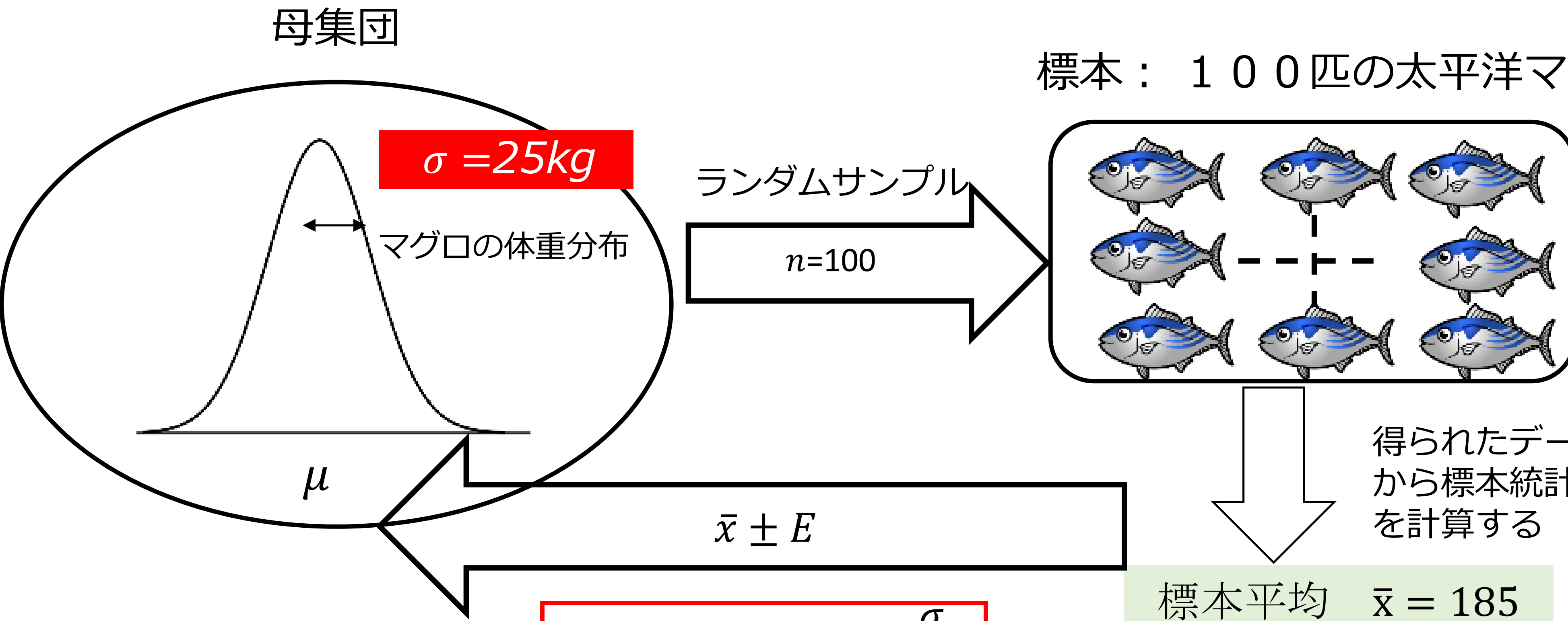
$\bar{x} \pm E$

σが既知　$E = z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

σが未知　$E = t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$

σが既知の場合

信頼水準９５％で太平洋に生息する全マグロの体重の平均を推定する



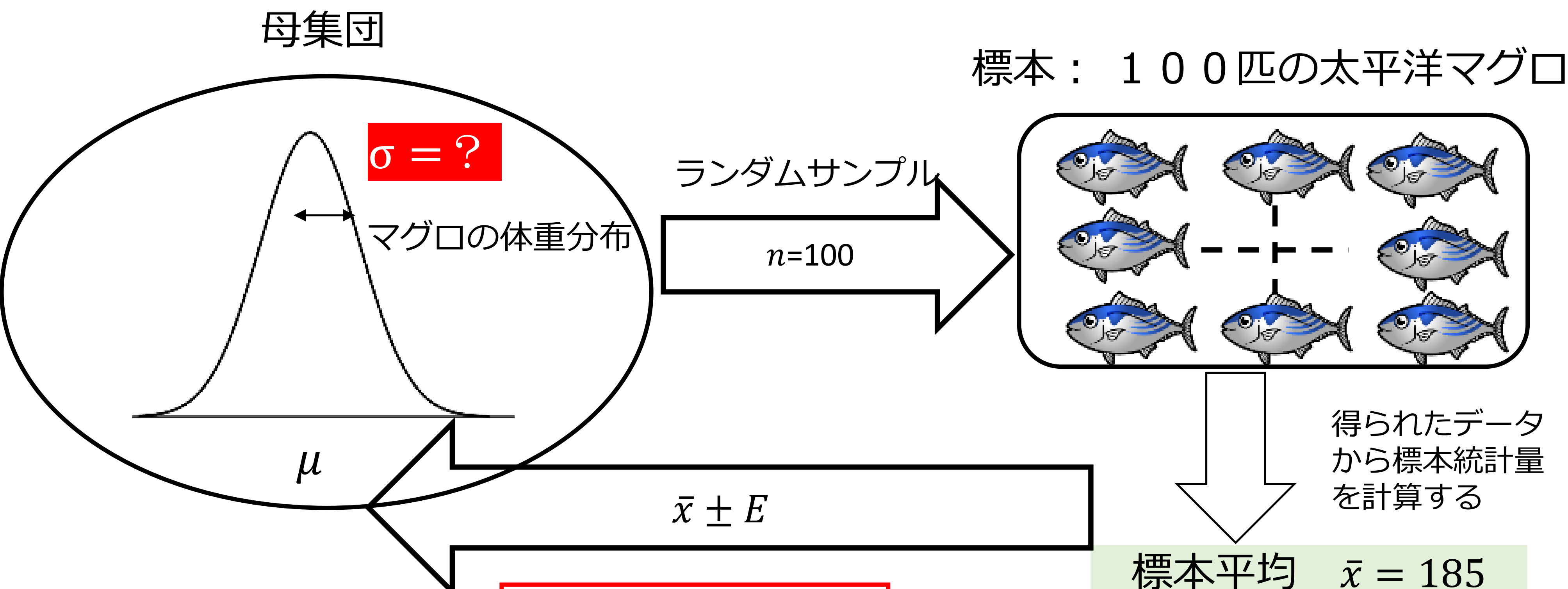
σが既知　$E = z_{\frac{\alpha}{2}} \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$E = 1.96 \frac{25}{\sqrt{100}} = 4.9\text{kg}$$

180.1<μ<189.9

σが未知の場合

信頼水準９５%で太平洋に生息する全マグロの体重の平均を推定する



標本平均　$\bar{x} = 185$

標本標準偏差　$s = 25$

σが未知　$E = t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$

$$E = 1.984 \frac{25}{\sqrt{100}} = 4.96 \quad kg$$

180.04<μ＜189.96

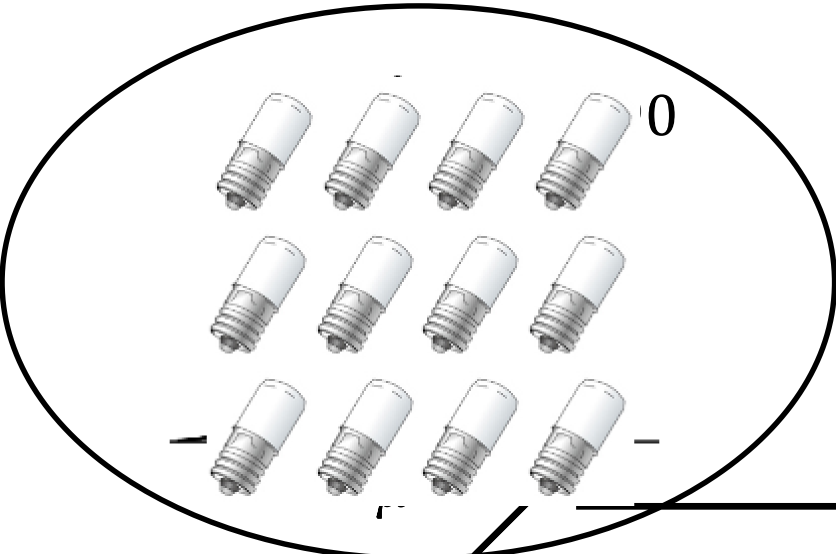
問題１

ある工場で製造した電球の寿命には約９０時間の標準偏差があることわかっている。この工場で製造された蛍光灯が規格を満たすのかチェックするために、２５個の蛍光灯を無作為抽出し、品質寿命の調査を行った。その結果、２５個の平均寿命は１１２０時間だった。この工場で製造された蛍光灯の平均寿命を推定せよ。

区間推定の求め方

信頼水準９５%で工場で製造される蛍光灯の寿命の平均を推定する

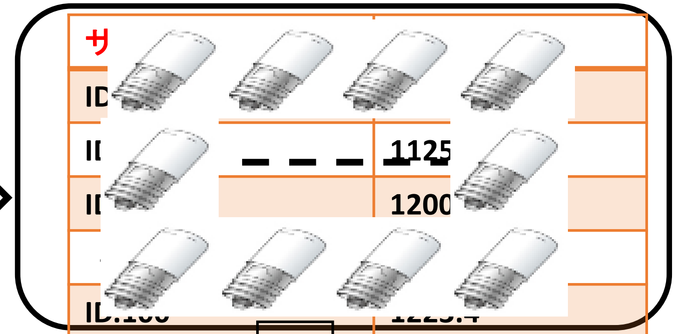
母集団：工場で製造された蛍光灯



ランダムサンプル

n=25

標本：25の蛍光灯



得られたデータから標本統計量を計算する

標本平均　$\bar{x}$=1120

$\bar{x} \pm E$

σが既知　$E = z_{\frac{\alpha}{2}} \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$

$$E = 1.96 \frac{90}{\sqrt{25}} = 35.27$$

1084.721<μ<1155.279

問題２

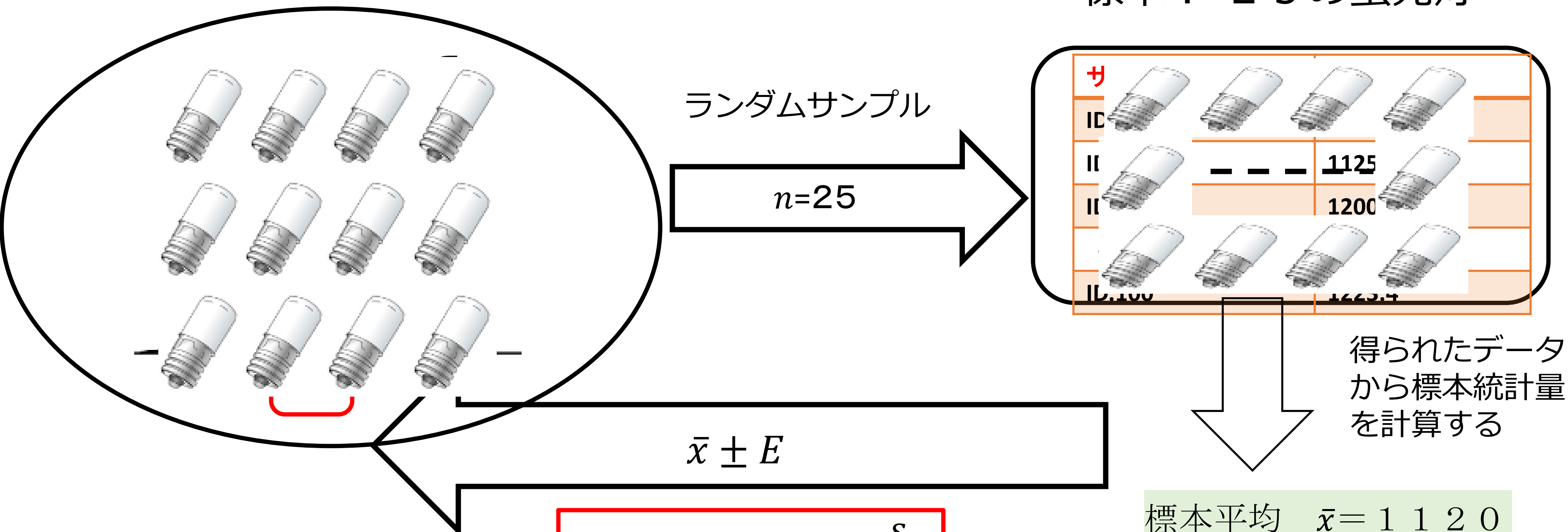
ある工場で製造された蛍光灯が規格を満たすのかチェックするために、２５個の蛍光灯を無作為抽出し、品質寿命の調査を行った。その結果、２５個の平均寿命は１１２０時間,標準偏差は９０時間だった。この工場で製造された蛍光灯の平均寿命を推定せよ。

区間推定の求め方

信頼水準９５％で工場で製造される蛍光灯の寿命の平均を推定する

母集団：工場で製造された蛍光灯

標本：　２５の蛍光灯



標本平均　$\bar{x}$＝１１２０
標本標準偏差　s＝９０

σが未知　$E = t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$

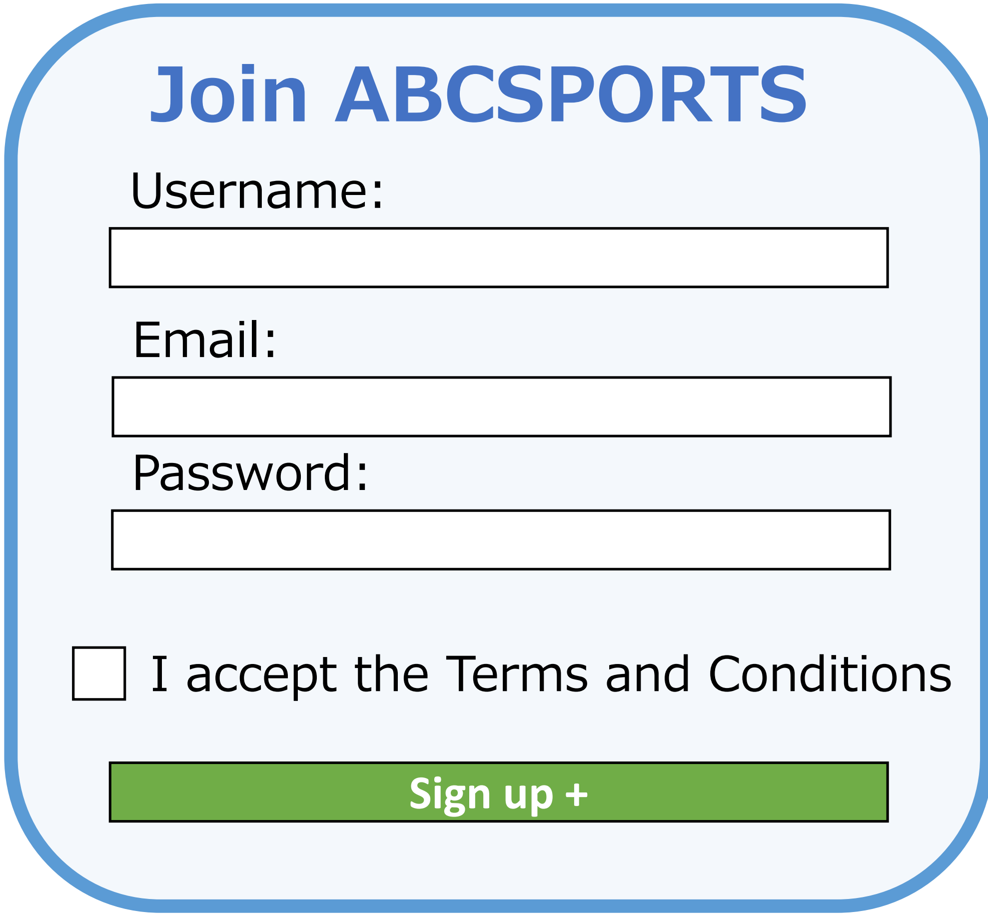
$$E = 2.06 \frac{90}{\sqrt{25}} = 37.15$$

1082.84<μ＜1157.15

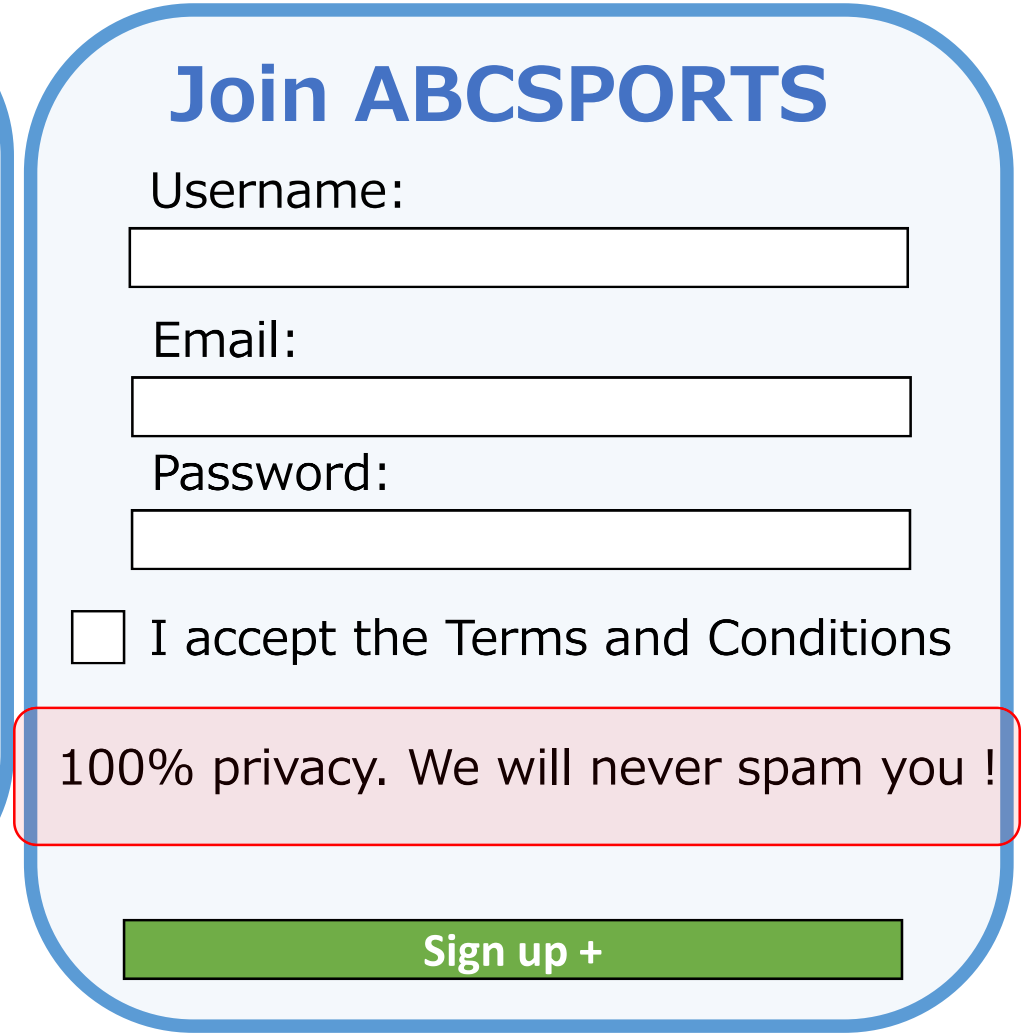
検定

- 統計検定がビジネス現場でどのように応用されているか？
- 検定のメカニズム
- P値を理解する

検定の応用



Type A



Type B

検定の応用

Type A

6/1	6/2	6/3	6/4	----	6/29	6/30
250	333	560	521	----	390	430

1日平均
445

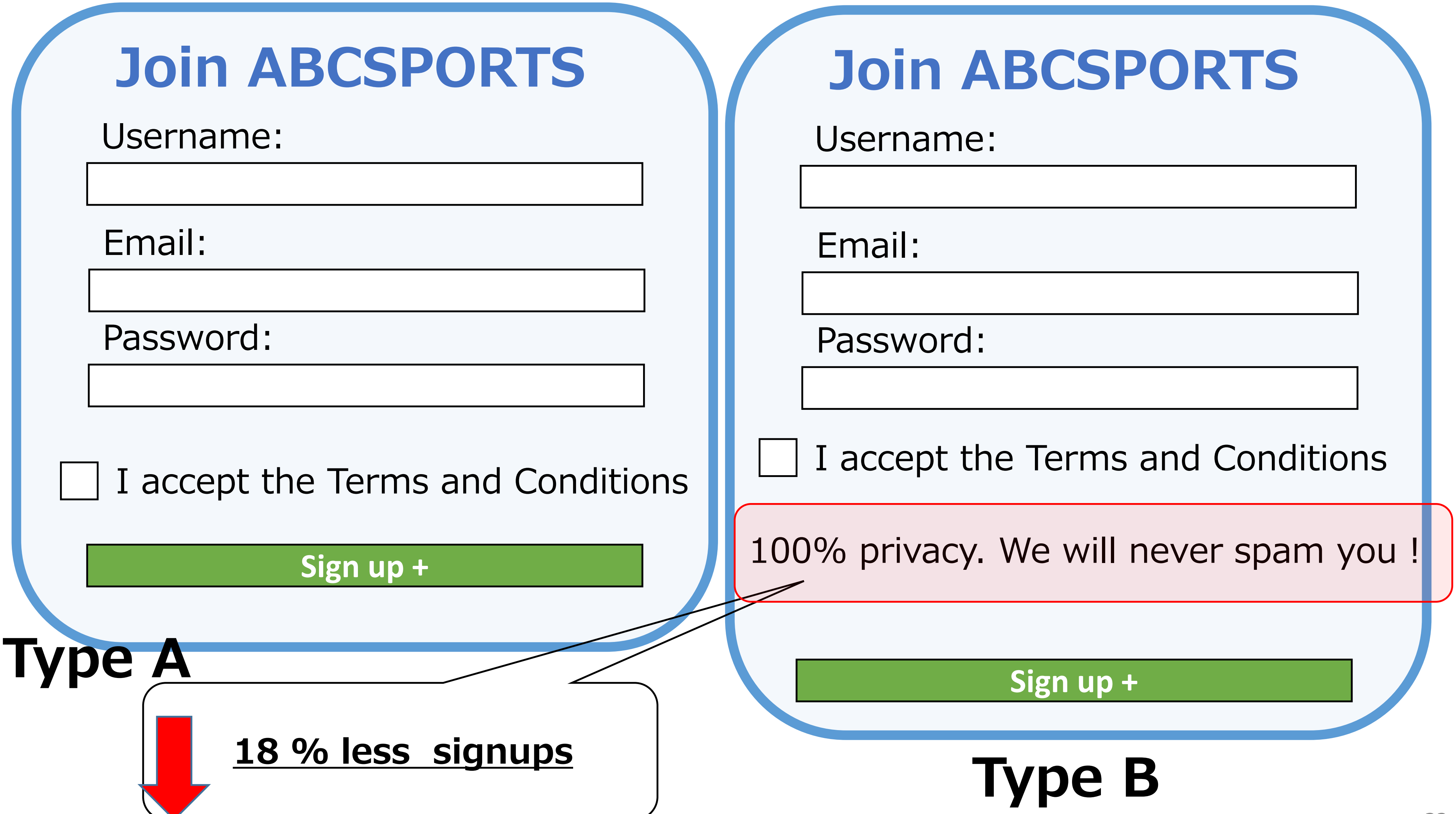
Type B (100% privacy. We will never spam you !)

6/1	6/2	6/3	6/4	----	6/29	6/30
159	253	462	412	-----	350	320

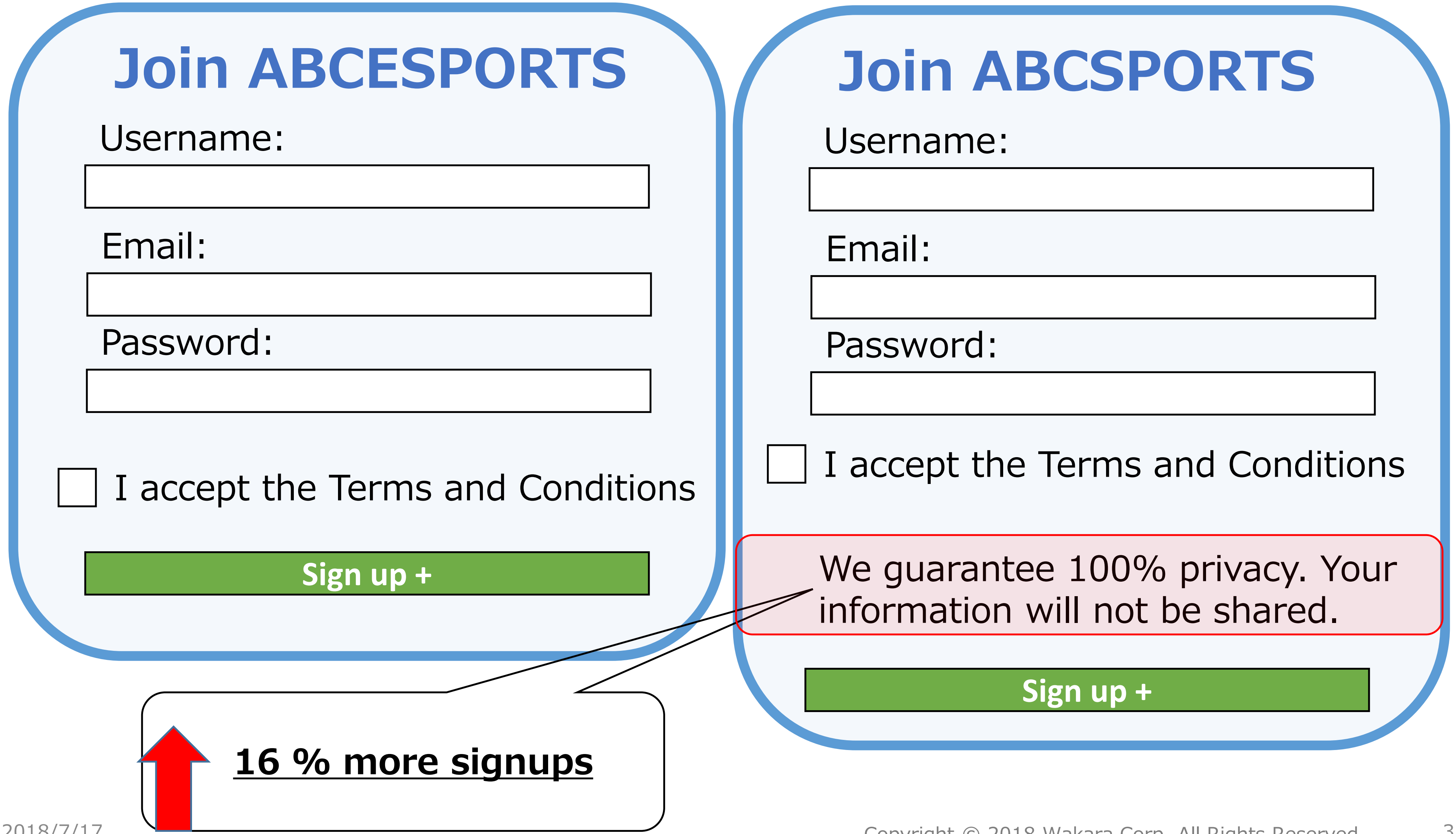
1日平均
405

タイプAとBのサインアップ数の間に違いがあるかのか？

検定の応用


Join ABCSPORTS
Username:
Email:
Password:
I accept the Terms and Conditions
Sign up +
Type A
18 % less signups
Join ABCSPORTS
Username:
Email:
Password:
I accept the Terms and Conditions
100% privacy. We will never spam you !
Sign up +
Type B

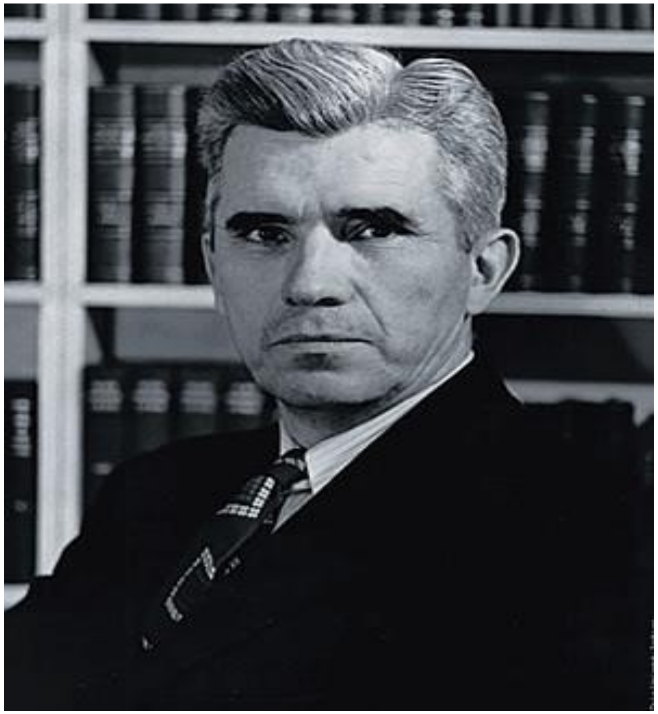
検定の応用


Join ABCESPORTS
Username:
Email:
Password:
I accept the Terms and Conditions
Sign up +
Join ABCSPORTS
Username:
Email:
Password:
I accept the Terms and Conditions
We guarantee 100% privacy. Your information will not be shared.
Sign up +
16 % more signups

目標

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

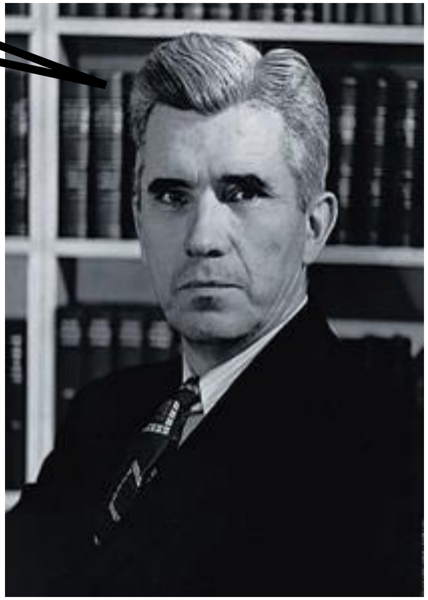
ライン教授は科学者として初めて、統計検定を使って、超能力の存在を証明しようと試みた。

Step1： 仮説の設定

Prof Charles

超能力があるのだ

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“

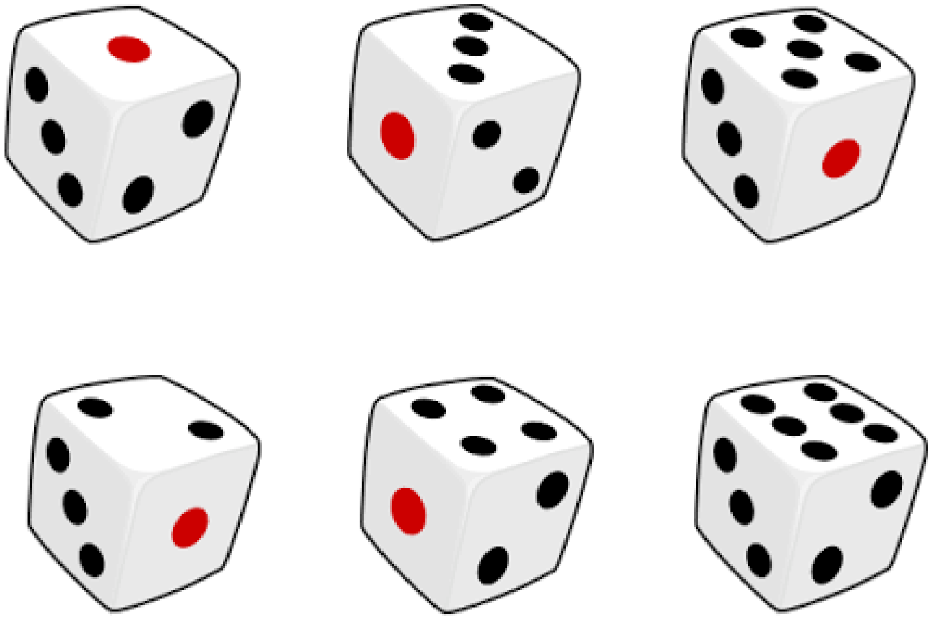
Step2 :実験の設計

奇数よ出ろ!

チャールズ教授に超能力を使って、奇数を出すようにお願いする

階段の上よりサイコロを１０００回投げてもらう

Step 3 データの収集

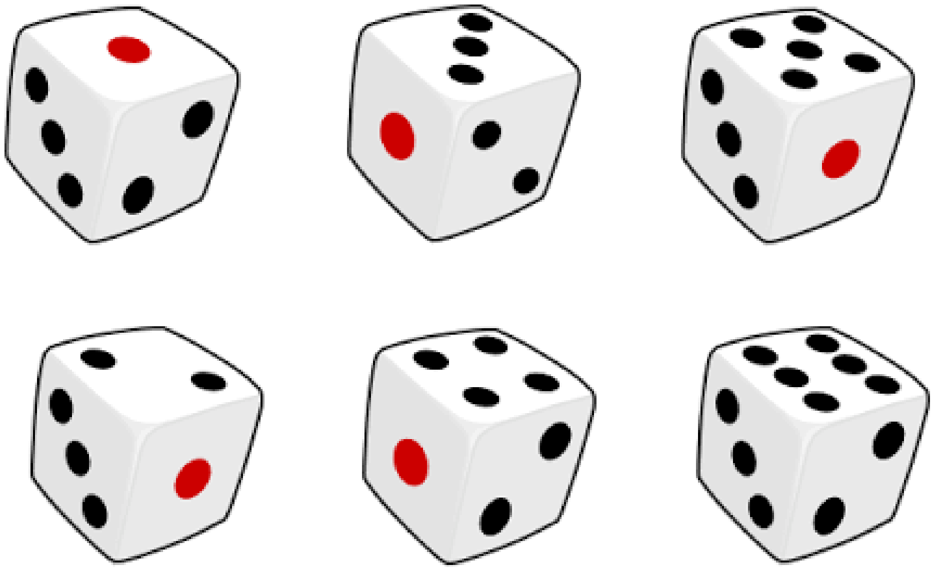


奇数
542　回

偶数
458　回

このデータはチャールズ教授に超能力があることを証明するに十分な根拠となるのか？

Step 4：結果の分析



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

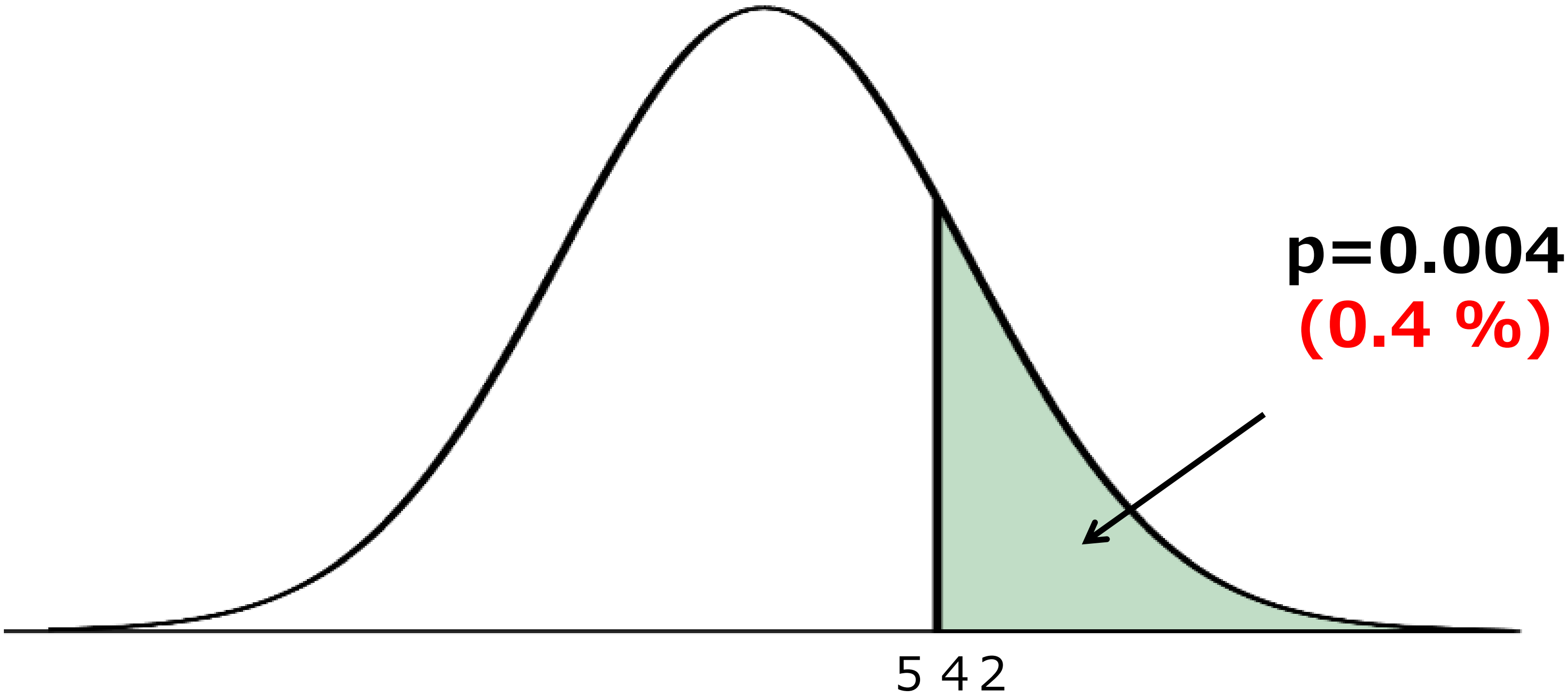
⟷ 奇数と偶数の出る確率が同じと仮定してるのと同じ

結果の分析（二項分布・確率）

P値 ＝ ５４２回以上奇数が出る確率は　？

EXCEL	=1-binomdist(541,1000,0.5,TRUE)

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」



Step 4：結論 [1]

チャールズ教授は542回奇数を出した

$\Longleftrightarrow$ チャールズ教授に超能力を持たないと仮定

$\Longleftrightarrow$ 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)

$\Longleftrightarrow$ 通常では起こりえないことが起こった

$\Longleftrightarrow$ ~~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]

チャールズ教授は542回奇数を出した

⟺ 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(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

α=5% が一般的には使われる

P value = 0.4%　　<　　α=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(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

α=5% が一般的には使われる

P value = 9%　　　＞　　　α=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

✓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~~

検定に基づく意思決定

ジャスティンはデューンの会い、恋に落ちた

しかし、ジャスティンはシャイで。。

ンに好かれていない“
ンに好かれている”

仮定し、デューンの行動を観察する

もしデューンがジャスティンのことを好きでないのに、お弁当を作る確率は？　P=0.1%　＜ α=5%

対立仮説“デューンに好かれている”

統計検定に潜む２つの誤り

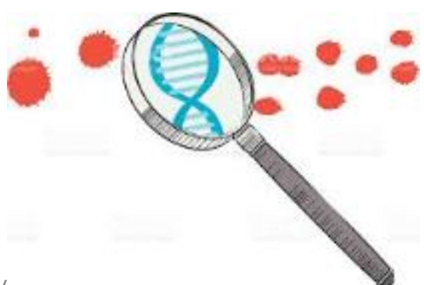
裁判システムにおける2つの誤り

- 無罪なのに刑務所に送られる (第一種過誤)
- 有罪なのに無罪放免してしまう(第二種過誤)

第一種過誤（冤罪）

チャールズ教授は罪を犯してないのに逮捕された

全ての証拠がP=3 %



帰無仮説（H_0）
「チャールズ教授は罪を犯してない」

対立仮説（H_1）
「チャールズ教授は罪を犯した」

検察は捕まった人間を無罪だとは考えない

＜ **判断基準**
“a reasonable doubt “
（α =5%）

第二種過誤（犯罪者が無罪放免）

チャールズ教授は罪を犯し、逮捕された

裁判システムにおいて疑わしきは罰せず．

帰無仮説（H_0）
「チャールズ教授は罪を犯してない」

対立仮説（H_1）
「チャールズ教授は罪を犯した」

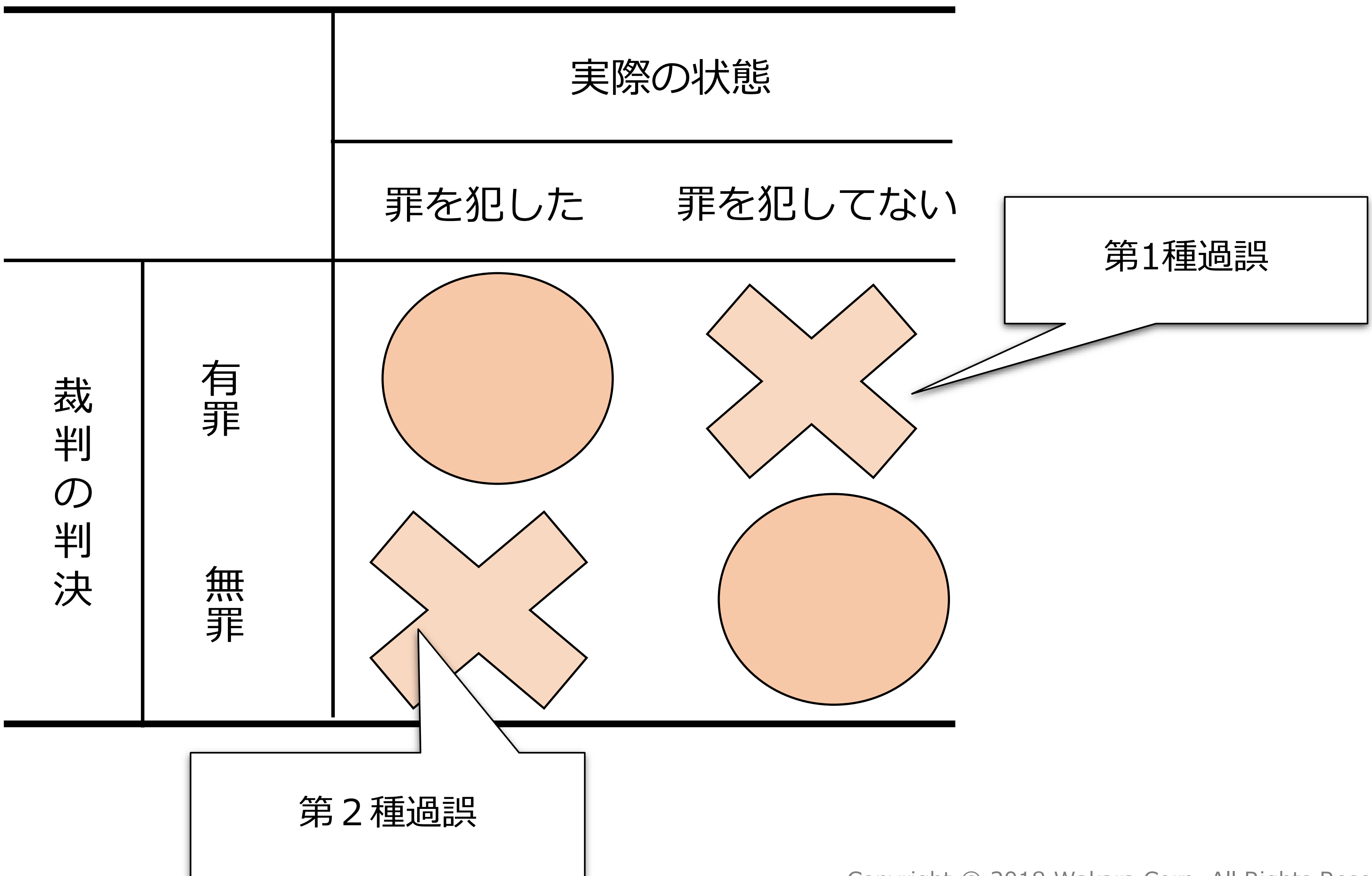
検察は捕まった人間を無罪だとは考えない

全ての証拠
P=8 %

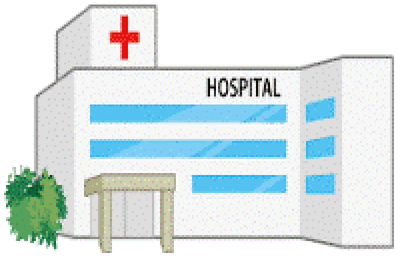
＞

判断基準
“a reasonable doubt “
（α =5%）

混同行列（Confusion Matrix）



混同行列（Confusion Matrix）

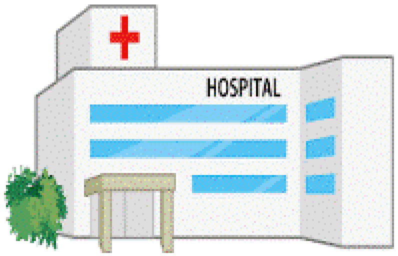


		データ	
		実際はガン	実際は健康
病院の診断	ガンと診断	1000	800
	健康と診断	200	8000

第1種過誤

第２種過誤

混同行列（Confusion Matrix）



		データ	
		実際はガン	実際は健康
病院の診断	ガンと診断	1000	800
	健康と診断	200	8000

間違ってもコストを払えば済む

間違うとダメージが大きい

混同行列（Confusion Matrix）

		データ	
		スパム	正常
モデルの予測	Junk	100	170
	Inbox	30	700

第1種過誤

第２種過誤

混同行列（Confusion Matrix）

		データ	
		スパム	正常
モデルの予測	Junk	100	170
	Inbox	30	700

間違うとダメージが大きい

間違っても手間を払えば済む

問題演習・エクセル演習

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

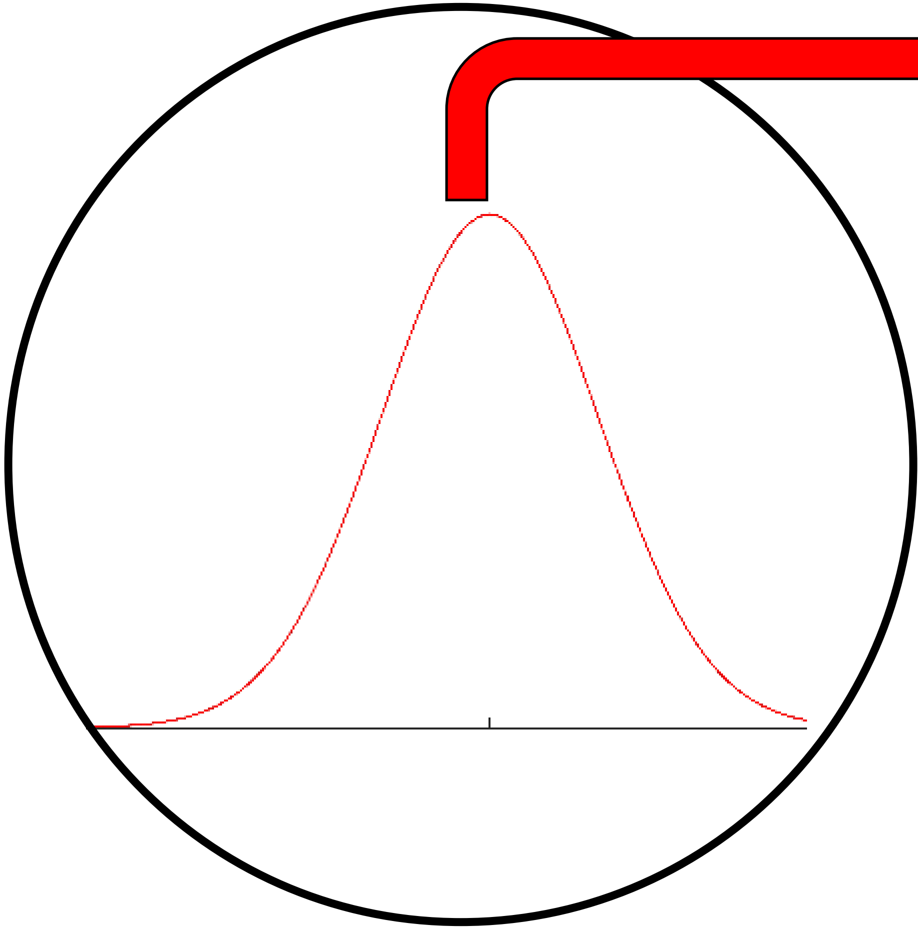
平均値

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？

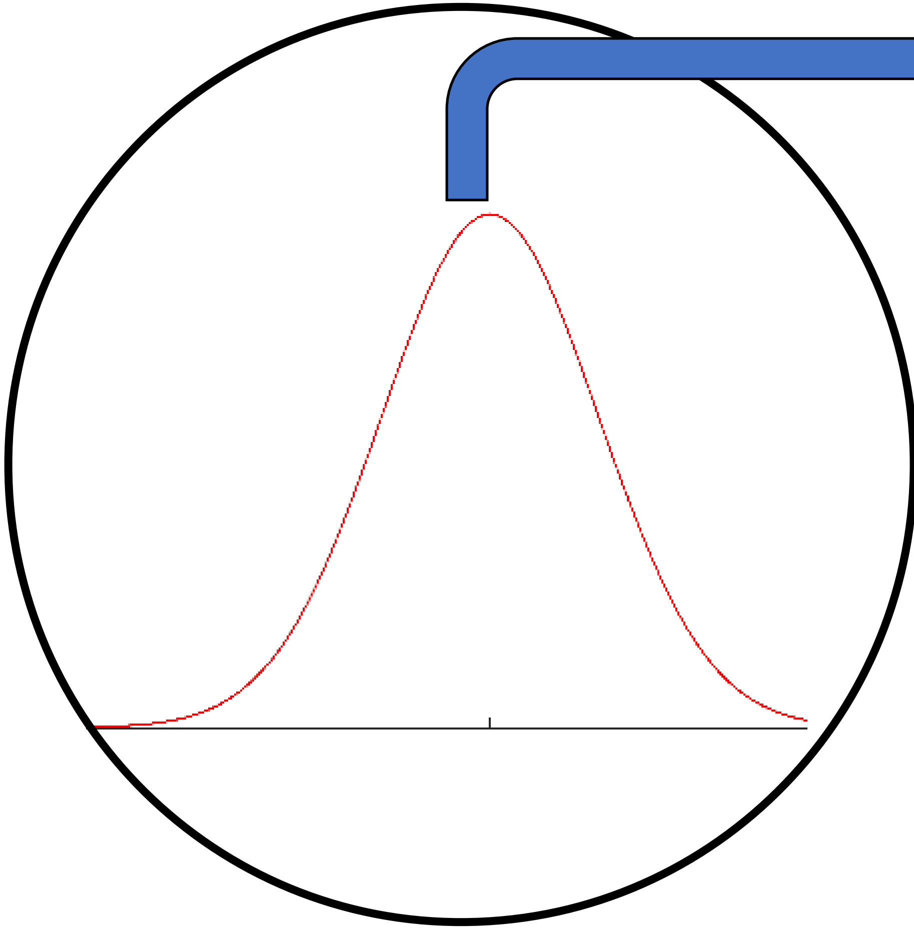
T検定



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

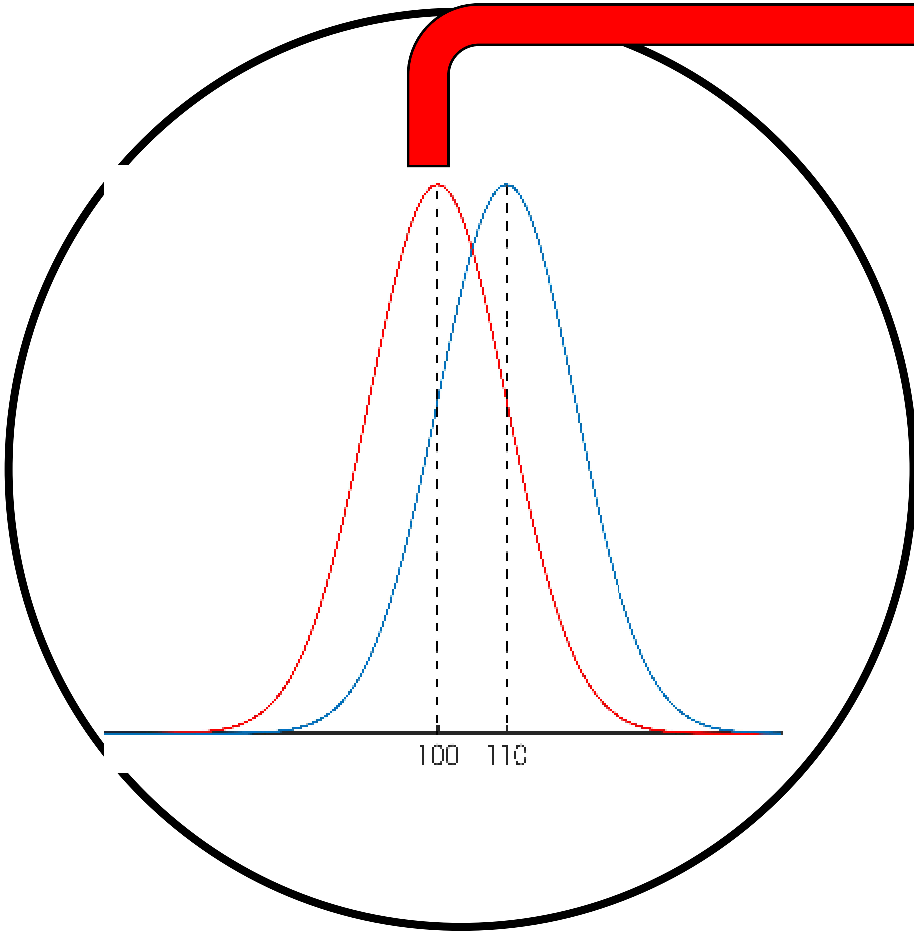
T検定



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

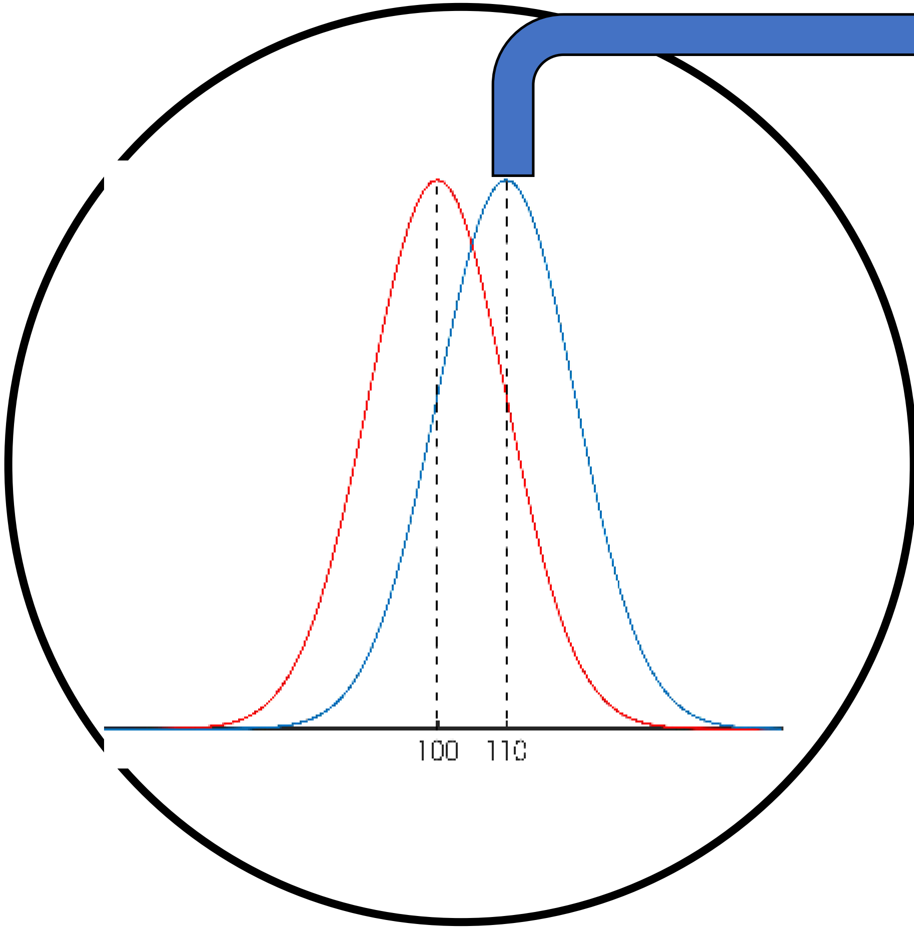
T検定



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



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？

カイ二乗検定

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

Step5:　カイ二乗値を求める

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

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
$\frac{(\text{観測データー期待度数})^2}{\text{期待度数}}$	5.625	4.8	0.8	0.9	

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」

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」

- 独立とは？

AとBが独立 ⟶ AとBは関係がない

AとBが独立出ない ⟶ AとBには関係性がある

問題：次のデータから「Web Aの購買力が強い」と判断していいか？

	購買した
Web A	50
Web B	20

なぜ独立性の検定？

データの欠陥
「購買しなかった人数に関するデータが欠陥している」

	購買した	購買しなかった	合計
Web A	50	450	500
Web B	20	180	200
合計	70	630	700

Web AでYesと返信する確率＝50/500＝０.１

Web BでYesと返信する確率＝20/200＝０.１

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

部署により、男女の採用人数の差があるのか？

部署A(女性２８%)　vs　部署B (女性２０%)

カイ二乗検定

Step1： データをクロス集計表にまとめる
Step2: 仮説をたてる
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

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

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

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

４００人のうち３００人が男性である

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

４００人のうち３００人が男性である

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

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

	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

Step5: カイ二乗値を求める

	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」

✓Step 4 ：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」

P値の求め方２

EXCEL	=CHISQ.TEST(観測値、期待度数)

=0.074

観測値

	女性	男性
部署A	70	180
部署B	30	120

期待度数

	女性	男性
部署A	62.5	187.5
部署B	37.5	112.5

クロス集計表の例

問題：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

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

	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」

✓Step 4 ：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:「部署による離職率の違いはある」

問題

どちらのサイトを採用すべきか？

	購買しなかった	購買した
Web A	552	46
Web B	603	72