

第 7 章: 不確実性の数値化

Elena Llaudet & Kosuke Imai.

Data Analysis for Social Science: A Friendly and Practical
Introduction.

2026-03-09

7.1 なぜ不確実性を測るのか？

推測統計学の課題

- ▶ 我々が手にするデータは通常、母集団からの**標本 (Sample)**に過ぎない。
- ▶ 標本から計算された数値（標本平均など）は、抽出のたびに変動する。
- ▶ **目標:** 標本から得られた推定値が、母集団の真の値からどれくらい離れている可能性があるか（不確実性）を数値化する。
- ▶ 主要な道具：
 1. **信頼区間 (Confidence Intervals)**
 2. **仮説検定 (Hypothesis Testing)**

7.2 信頼区間

BES データの読み込み (1)

- ▶ 推定の不確実性を評価するため、有権者の意識調査データを準備します。

```
# 1. ローカルに保存したデータの読み込み (推奨)
```

```
bes <- read.csv("BES.csv")
```

```
# (参考) URL から直接読み込むことも可能
```

```
# bes <- read.csv("https://ayumu-tanaka.github.io/QSS/DSS_Data/BES.csv")
```

```
# 2. NA を除外
```

```
bes1 <- na.omit(bes)
```

標本平均の 95% 信頼区間 (2)

- ▶ 標本平均を中心として、母平均が含まれる可能性が高い範囲。
- ▶ SE (標準誤差) = $\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \approx \frac{S}{\sqrt{n}}$

```
n <- nrow(bes1)
sample_mean <- mean(bes1$leave)
se <- sqrt(var(bes1$leave)/n)

# 95%信頼区間 (大標本の場合: 推定値 ± 1.96 * SE)
c(sample_mean - 1.96 * se, sample_mean + 1.96 * se)

## [1] 0.4657127 0.4780655
```

STAR データの読み込み (1)

- ▶ 処置効果の不確実性を評価するため、実験データを準備します。

1. ローカルに保存したデータの読み込み (推奨)

```
star <- read.csv("STAR.csv")
```

(参考) URL から直接読み込むことも可能

```
# star <- read.csv("https://ayumu-tanaka.github.io/QSS/DSS_Data/STAR.csv")
```

平均の差の信頼区間 (2)

```
star$small <- ifelse(star$classtype == "small", 1, 0)
treatment <- star$reading[star$small == 1]
control <- star$reading[star$small == 0]

diff_means <- mean(treatment) - mean(control)
se_diff <- sqrt(var(treatment)/length(treatment) + var(control)/length(control))

# 95%信頼区間
c(diff_means - 1.96 * se_diff, diff_means + 1.96 * se_diff)

## [1] 3.167621 11.253473
```

7.3 仮説検定

帰無仮説と対立仮説

- ▶ **帰無仮説 (H_0):** 「効果はない (差はゼロである)」という仮定。
- ▶ **対立仮説 (H_1):** 「効果がある (差はゼロではない)」という主張。
- ▶ **p 値 (p-value):** 帰無仮説が正しいと仮定したとき、観測された値 (またはそれ以上に極端な値) が得られる確率。
 - ▶ p 値 < 0.05 であれば、帰無仮説を棄却し、「統計的に有意」と判断する。

平均の差の検定 (Z 検定/t 検定)

```
# テスト統計量 (Z-score)
z_obs <- diff_means / se_diff
z_obs
```

```
## [1] 3.495654
```

```
# p 値の計算
2 * pnorm(-abs(z_obs))
```

```
## [1] 0.0004729011
```

- ▶ p 値が非常に小さいため、少人数学級の効果は統計的に有意である。

7.4 回帰分析における不確実性

UA_survey データの読み込み (1)

- ▶ 回帰係数の有意性を確認するため、ウクライナの調査データを準備します。

1. ローカルに保存したデータの読み込み (推奨)

```
uas <- read.csv("UA_survey.csv")
```

(参考) URL から直接読み込むことも可能

```
# uas <- read.csv("https://ayumu-tanaka.github.io/QSS/DSS_Data/UA_survey.csv")
```

回帰分析の結果の解釈 (2)

```
fit <- lm(pro_russian_vote ~ russian_tv + within_25km, data = uas)
summary(fit)$coefficients
```

##		Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
##	(Intercept)	0.1959065	0.03457823	5.665602	3.032123e-08
##	russian_tv	0.2875934	0.07652437	3.758194	2.000236e-04
##	within_25km	-0.2080644	0.07681051	-2.708802	7.079846e-03

- ▶ $\text{Pr}(>|t|)$ 列が 0.05 未満であれば、その変数の影響は統計的に有意である。

7.5 まとめ

第 7 章のまとめ

- ▶ 不確実性を無視してデータから結論を出すことはできない。
- ▶ 信頼区間は、推定値の「幅」を提示する。
- ▶ 仮説検定は、観測された結果が単なる偶然（サンプリングの偏り）で説明できるかどうかを判断する。
- ▶ **p 値 < 0.05** は慣習的な基準であるが、文脈に応じた解釈が重要である。