

Statistical Inference

労働経済学 1

川田恵介

1 Inference

1.1 Statistical inference

- 母集団の特徴について、推論(Inference)する
 - ▶ {データの特徴 + 仮定} \Rightarrow 何らかの結論
 - Inductively(帰納的) Valid を通常要求する
 - \Leftrightarrow (計量)経済/統計理論は、Deductively(演繹的) Valid を要求
- 注: 次回から Causal inference (因果効果についての推論)を紹介

1.2 Inference

- 推論 = 前提 (データ/仮定等々) \Rightarrow 帰結
 - ▶ 難しいので、(Inductively/Deductively) Valid Inference を核とした、論点整理を行う
- Valid Inference: 前提が正しい(真)であれば、結論は正しい
 - ▶ 真の保存 (truth-preserving)
- 前提/結論の検討 \Leftrightarrow Valid Inference

1.3 例: Deductively Valid

- 完全競争市場の仮定を満たす \Rightarrow 厚生経済学の第 1/2 命題
- 大学教員が A という主張を行っている \nRightarrow A は正しい
 - ▶ 権威論証の誤謬(truth-preserving が満たされない有名な例)

1.4 Valid Inference の有用性

- Validであることを前提に、実践で”有用な”推論が重宝される
 - ▶ 前提への要求: 明確/幅広い状況に対応
 - ▶ 結論への要求: 自明ではなく、役にたつ

1.5 例え話

- Inference = “関数”

結論 \leftarrow f(前提)

- Invalid: 関数が設計通りの機能をしない = “バグ”

1.6 データ分析への応用

- 前提: ランダムサンプリングであり、事例数が無限大のデータが手元があり、そこから計算した平均賃金は 20 万円
 - ▶ 結論: 母平均は必ず 20 万円
 - 一致性
- Valid だが、無限大の事例数をもつデータは存在しないので、応用においては有用ではない

2 信頼区間

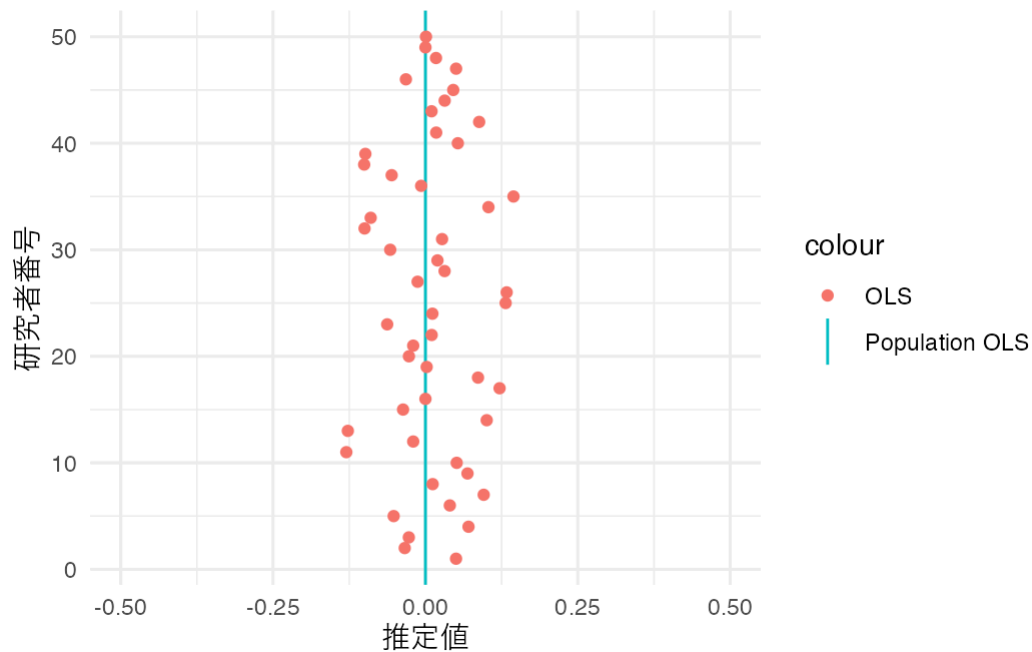
2.1 Inductively Valid

- Deductively(演繹的) Valid は、かなり要求が厳しく、社会分析においては、前提をかなり狭めないと、自明ではない結論を得にくい
- 「前提が正しい(真)であれば、結論は概ね正しい」に緩和する
 - ▶ Inductively(帰納的) Valid (Logical methods for AI 参照)
- 概ねの度合いは色々ある
 - ▶ 定義も色々ある (頻度論/ベイズ)

2.2 信頼区間

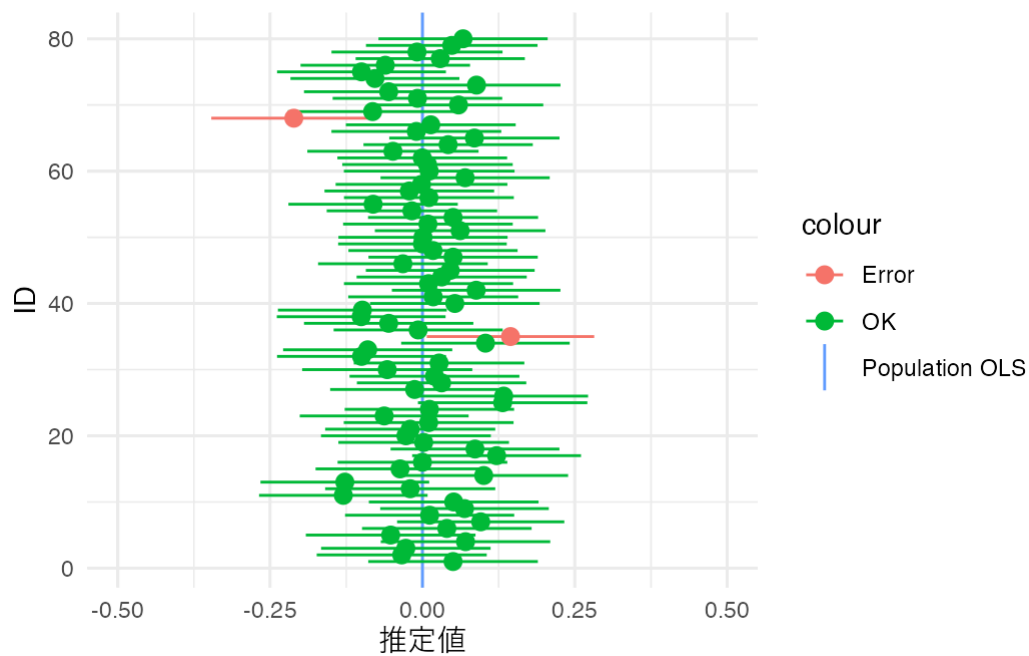
- 中心極限定理より、独立した研究者群が計算する平均値の推定値の分布は、正規分布に収束することを利用した統計的推論
 - ▶ 前提: 「ランダムサンプリングかつ事例数が十分に大きいデータ」から計算した 99.5 % 信頼区間は [18 万円, 22 万円]
 - ▶ 結論: 母平均は、概ね [18 万円, 22 万円] の間
- 99.5 % の部分は、研究者が変更可能

2.3 イメージ: 200 事例



- 研究者によって、収集したデータが異なるので、推定値が異なる

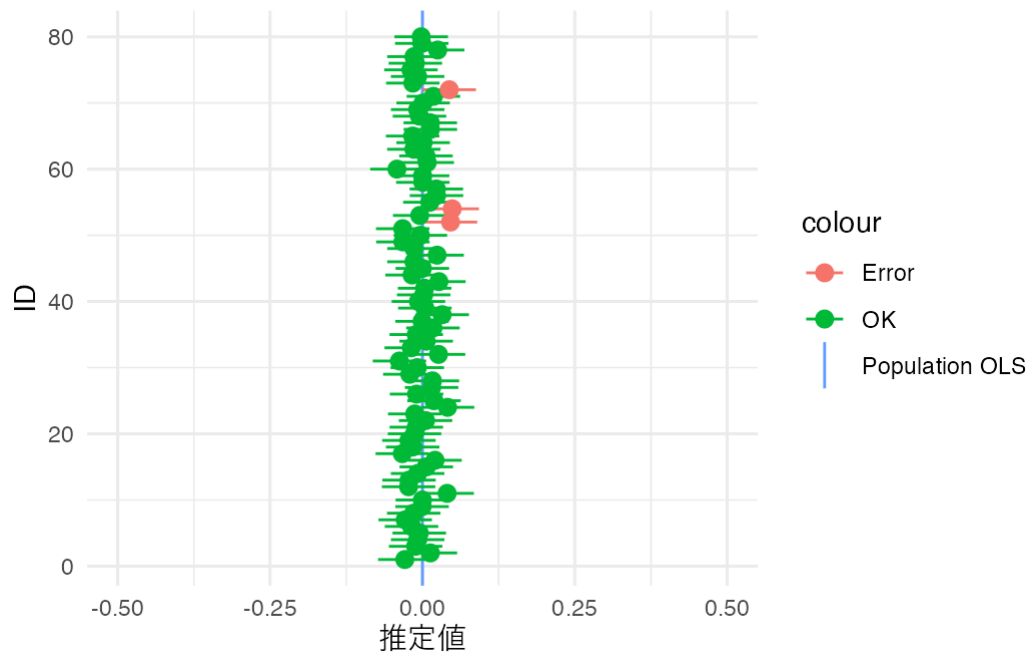
2.4 イメージ: 95 % 信頼区間



- 研究者の内 95% が、推定対象を含む信頼区間を得る

- ▶ 大体正しい

2.5 イメージ: 2000 事例



- 研究者の内 95% が、推定対象を含む信頼区間を得る

- ▶ 信頼区間が狭くなる

2.6 概ね正しいの分解

- 信頼水準 + 信頼区間の”信頼性”
- 信頼水準: 信頼区間が母平均を含む仮想的な研究者の割合
 - ▶ 高めに設定すれば、「信頼区間が母平均を含む」という結論が、多くの仮想的な研究者に当てはまり、より強くなる
 - ▶ 信頼水準を 100 % に設定できない
 - 信頼区間が無限大になる

2.7 概ね正しいの分解

- 信頼区間の”信頼性”: あくまで近似的に正規分布に従う
 - ▶ サンプルサイズが少ないと、近似の精度が悪い
 - ▶ 99.99 % 信頼区間であったとしても、50 サンプルで計算したのであれば、あまり信頼できない

2.8 OLS や Entropy weight への適用

- 重回帰や Entropy matching などにも拡張可能
 - ▶ 推定された係数値について、中心極限定理に基づく、信頼区間の近似計算が可能
- OLS

```
data("CPS1985", package = "AER")

estimatr::lm_robust(
  wage ~ gender + education, # education の平均値をバランス
  CPS1985,
  alpha = 0.05 # 95%CI
)
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	CI Lower
(Intercept)	0.2178312	1.035275	0.2104089	8.334292e-01	-1.8159069
genderfemale	-2.1240567	0.397904	-5.3381135	1.393994e-07	-2.9057159
education	0.7512834	0.082650	9.0899380	1.965432e-18	0.5889223
	CI Upper	DF			
(Intercept)	2.2515694	531			
genderfemale	-1.3423976	531			
education	0.9136445	531			

2.9 OLS や Entropy weight への適用

- Entropy

2.10 実装

```
WeightIt::lm_weightit(
  wage ~ gender,
  CPS1985,
  WeightBalance,
  vcov = "HC0"
) |>
summary(
  ci = TRUE,
  level = 0.95 # 95%CI
)
```

```
Call:
WeightIt::lm_weightit(formula = wage ~ gender, data = CPS1985,
  weightit = WeightBalance, vcov = "HC0")
```

```
Coefficients:
      Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)    2.5 %   97.5 %
```

```
(Intercept)    9.9983    0.3106   32.190   <1e-06   9.3895  10.6070 ***
genderfemale  -2.1243    0.4322   -4.916   <1e-06  -2.9714  -1.2773 ***
Standard error: HC0 robust
```

2.11 Reference

Bibliography