

第 1 章：ECON 1630 入門

Jonathan Roth

数理計量経済学 I | Brown University

概要

1. コース概要
2. 計量経済学とは何か？
3. パラメータ、推定量、推定値
4. コースのロードマップ

教材

主要教材：

- ▶ 講義スライド

オプション教科書：

- ▶ Stock & Watson 『計量経済学入門』 第4版

何かロジスティックスに関する質問はありますか？

概要（再掲）

1. コース概要 ✓
2. 計量経済学とは何か？
3. パラメータ、推定量、推定値
4. コースのロードマップ

計量経済学とは何か？

経済学者が経済的な**質問**に**データ**を使って答えるための統計的ツールキット

どのような種類の質問に関心があるか：

- ▶ 1960 年以降、経済的不平等は増加したか？
 - ▶ **記述的質問**：現実において物事がどうであるか（あったか）を問う
- ▶ 最低賃金の引き上げは雇用にどのように影響するか？
 - ▶ **因果的質問**：反事実的な世界で何が起こったであろうか？
- ▶ 次の四半期の失業率はどうなるか？
 - ▶ **予測的質問**：将来何が起こるか？

このコースでは、主に**記述的質問**と**因果的質問**に焦点を当て、**因果的質問**を重視します

なぜこれらの質問に答えるのは難しいのか？

- ▶ **記述的質問の場合**：全母集団ではなく、個人の**サンプル**のみを観察する
 - ▶ 例：米国の所得分布がどのように変化したかを知りたいが、労働者の調査でのみ所得を観察
- ▶ **最良のシナリオ**：サンプルが母集団から**ランダム**に選択される
 - ▶ 例：調査の労働者が、すべての可能な労働者の名前が入った帽子から引かれた
 - ▶ その場合、偶然にサンプルが母集団と異なる特性を持つ可能性を考慮する必要がある
- ▶ **最悪のシナリオ**：サンプルが**関心のある母集団**を代表していない
 - ▶ 例：特定の特性を持つ労働者が調査に回答する可能性が高かった

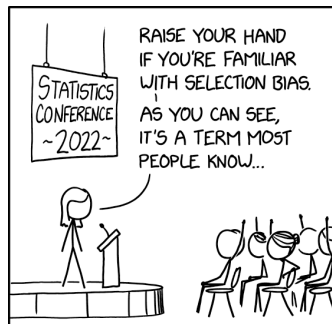
選択バイアスの例



- ▶ 1948 年、シカゴ・トリビューンは有権者の調査に基づき、トーマス・デューイがハリー・トルーマンを破って 1948 年大統領選挙に勝利したと報じた
- ▶ しかし、調査は電話で行われた。1948 年には富裕層だけが電話を持っていた：サンプル≠母集団→ 誤解を招く結果！

選択バイアス

選択バイアス (Selection bias) とは、Dewey-Truman のような設定を指し、サンプルが関心のある母集団からランダムに抽出されていない場合を指す



因果的質問はさらに難しい

- ▶ 因果的質問は記述的質問よりもさらに難しいことが多い。なぜか？
- ▶ 因果的質問には、記述的要素（現実における結果は何か？）と反事実的要素（異なる処置の下で物事はどうなっていたか？）の両方が含まれる
- ▶ 例：Brownではなく URI（University of Rhode Island）に行くことの、あなたの収入に対する因果効果は？
 - ▶ 記述的質問：Brown の学生は卒業後どれだけ稼ぐか？
 - ▶ 反事実的質問：Brown の学生が URI に行っていたら、どれだけ稼いでいたか？
- ▶ 反事実的質問はデータだけでは決して答えられません。それらについて学ぶには追加の仮定が必要です！

問題を2つに分ける

問題を2つに分けて考えると、因果的質問について考えやすくなります：

識別 (Identification)：母集団全体の**観察可能なデータ**があれば、**関心のあるパラメータ (因果効果)**について何を学べるか

- ▶ 観察された結果が、異なる処置の下で実現されたであろう結果とどのように関連しているかについて仮定を立てる必要がある

統計 (Statistics)：持っている有限のサンプルから、**関心のある母集団全体**について何を学べるか

- ▶ データが母集団全体からどのように生成されるかのプロセスを理解する必要がある

これらのステップを考えるための枠組み

- ▶ サンプル：実際に観察するデータ
 - ▶ Brown と URI の卒業生の収入に関する調査
- ▶ 推定量 (**Estimator**)：サンプル内のデータの関数
 - ▶ 調査における Brown の学生と URI の学生の収入の差
- ▶ 推定対象 (**Estimand**)：母集団の観察可能なデータの関数
 - ▶ すべての Brown の学生と URI の学生の収入の差
- ▶ 目標 (**aka 構造**) パラメータ：実際に関心のあるもの
 - ▶ URI と比較して Brown に行くことの収入に対する因果効果

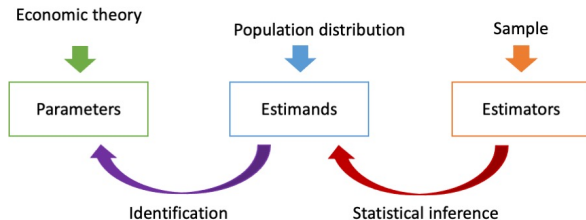
統計と識別

- ▶ サンプルで構築された推定量から推定値について学ぶプロセスは、**統計的推定/推論**と呼ばれる
- ▶ 推定値からパラメータについて学ぶプロセスは、**識別**と呼ばれる

全体像

サンプル → 推定量 → [統計的推論] → 推定対象 → [識別] → パラメータ

- ▶ **統計的推論**：サンプルから母集団について何を学べるか
- ▶ **識別**：観察可能なデータから因果効果について何を学べるか



数学を追加しましょう...

潜在的結果 (Potential Outcomes) 記法を導入

- ▶ 因果関係について考えるための非常に有用な枠組み！
- ▶ 2021 年ノーベル賞の説明を参照！

記法：

- ▶ D_i = 処置を受けたかの指標 (Brown=1、URI=0)
- ▶ $Y_i(1)$ = 処置下での結果 = Brown での収入
- ▶ $Y_i(0)$ = 対照下での結果 = URI での収入
- ▶ 観察される結果 Y_i は、 $D_i = 1$ なら $Y_i(1)$ 、 $D_i = 0$ なら $Y_i(0)$ (Y_i は実際の収入)
- ▶ 観察される結果を次のように書ける：
$$Y_i = D_i Y_i(1) + (1 - D_i) Y_i(0)$$

例

サンプルの例： $i = 1, \dots, N$ に対する (Y_i, D_i) 。収入と通った学校のデータ

推定量の例：Brown に行った人と URI に行った人のサンプル平均収入の差

$$\frac{1}{N_1} \sum_{i:D_i=1} Y_i - \frac{1}{N_0} \sum_{i:D_i=0} Y_i$$

推定対象の例：Brown に行った人と URI に行った人の母集団平均収入の差

$$E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0]$$

目標パラメータの例：Brown の学生に対する Brown の因果効果

$$E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 1]$$

なぜ因果的識別は難しいのか？

思考実験：すべての Brown と URI 卒業生の収入に関するデータがあると仮定

データから学べること：

$$E[Y_i(1)|D_i = 1] \quad \text{と} \quad E[Y_i(0)|D_i = 0]$$

Brown の学生に対する Brown の因果効果は：

$$E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 1]$$

データは $E[Y_i(0)|D_i = 1]$ を教えてくれない。なぜ？

Brown の学生が URI に行くのを見ることがないから！

この問題を解決するには？

次のように仮定することが1つの考え方：

$$E[Y_i(0)|D_i = 1] = E[Y_i(0)|D_i = 0]$$

なぜこれが間違った答えを与える可能性があるか？

Brown の学生は **URI** の学生と、（どの大学に行ったかに関係なく）収入に影響する他の点で異なる可能性があるから

▶ 学力、家庭環境、キャリア目標など

これらの違いは欠落変数または交絡要因と呼ばれる

実験はどうか？

- ▶ 因果効果について学ぶためのゴールドスタンダードは、ランダム化比較試験（RCT）、別名「実験」
- ▶ Brown と URI の運営が、どちらの大学に入学するかをランダム化したと仮定（簡単のため、これらが唯一の2つの大学と仮定）
- ▶ 大学がランダムに割り当てられるため、Brown の学生と URI の学生の間で異なる唯一のことは、彼らが通った大学

したがって、

$$E[Y_i(0)|D_i = 1] = E[Y_i(0)|D_i = 0]$$

交絡要因を排除したため

しかし、実験を実行するのはしばしば困難/不可能

- ▶ 残念ながら、Brown/URI は、どちらの大学に入学するかをランダム化させてくれていない
 - ▶ 少なくともまだ！ もし説得できれば、クールな卒業論文になるでしょう！
- ▶ 同様に、州が最低賃金やその他の政策をランダム化するように説得するのは難しい
- ▶ 場合によっては、ランダム化は困難だけでなく、不道德である
 - ▶ 「配偶者の死が労働供給に与える因果効果は何か？」

このコースでは、実験を実行できない場合に経済学者が使おうとするツールについて議論します

コースのロードマップ

Part I：確率・統計の復習

関心のある母集団にサンプルがどのように関連しているか、および母集団の観察可能な特徴が関心のある（因果）パラメータとどのように関連しているかについて話すための数学的言語を提供

Part II：線形回帰

計量経済学における推定のワークホースモデルである最小二乗法（OLS）について議論します。いつ機能し、いつ失敗するか？

Part III：その他の「準実験的」戦略

実験が利用できない場合に実験を「模倣」するための他の戦略について議論します。操作変数（IV）や回帰不連続デザイン（RD）を含む

ありがとうございました！

質問はありますか？