

実験・準実験 (3)

別所俊一郎

2006年7月19日

Today's attraction

- 準実験とは
- 準実験の計量手法
- ATE と IV の一致性

準実験とは

- 理想的な実験は難しい
 - － 費用が高い：STAR は 1200 万ドル
 - － 倫理的な問題：若者のタバコの価格弾力性を見るために若者に補助金を出せるか？
- 準実験・自然実験
 - － 政策が無作為に当てはめられた かのような 個人の環境変化
 - － 因果関係と無作為な要因で政策が「あてはめ」
 - * 法制度・立地・プログラムの実行時期の差
 - * 誕生日，洪水などの自然要因
 - － あたかも無作為：OLS 推定
 - － 「部分的に」無作為：外生要因が操作変数

例：移民の労働市場への効果

- 測りたい効果と同時性
 - 移民が増えると，労働供給が増えて賃金率が下がる
 - 移民は賃金率が高いところへ集中
- 利用された自然実験
 - マリエル事件：1980年4月～12月にかけて，キューバのマリエル港が開放され，アメリカへ12万人以上が出国．
 - キューバからの移民は，ツテをたよってマイアミへ
 - DD 推定：この時期のマイアミの低技能労働者の賃金率の変化を他州と比較
 - 移民の賃金率への効果は小さい

例：軍隊経験のその後の賃金への効果

- 測りたい効果と同時性
 - － 軍隊経験の有無はその後の民間部門での賃金率に影響するか
 - － 軍隊経験の有無は個人の特性や意思決定に依存
- 利用された自然実験
 - － ベトナム戦争：従軍資格は部分的には誕生日によるクジで決定
 - － 実際の従軍はより複雑なプロセスで決定
 - － 操作変数：クジできた従軍資格
 - － 従軍経験は白人の退役軍人の賃金にマイナス

例：心カテ手術など

- 心臓カテーテル手術の効果
 - － 操作変数：最寄の病院から手術可能な病院までの距離
 - － 詳細は 10.5 節
- 法制度と企業の金融構造
- 失業給付と失業期間
- 医療保険制度と受診行動
- サーベイ：Rosenzweig and Wolpin (2000, JEL), Angrist and Kruger (2001, JEP)

準実験を分析する計量手法

- 無作為割当ての実験とほぼ同じ
- 「あたかも」無作為であれば OLS，内生性があれば IV
- 無作為割当てではなく，実験群と対照群に系統的な差があれば，実験の前から決まっている外生要因 W_i を説明変数に追加
- “実験” のためにデータが集められているわけではないから，パネルデータが入手できないことも多い
- Repeated cross-section data の利用
 - 異なる時点のクロスセクションデータを集めたもの
 - 回答者は時点によって異なるが，同じ母集団からの抽出
 - 投票の出口調査，世論調査，日本の官庁統計

Repeated cross-section data の分析

- “実験” 前後のクロスセクションデータがあるとする
- 各時点の標本が無作為抽出であれば，“実験” 前後の実験群・対照群とみなせる

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it} + \beta_2 G_i + \beta_3 D_t + \beta_4 W_{1it} + \cdots + \beta_{3+r} W_{rit} + u_{it}$$

– D_t : “実験” 前なら 0 , 後なら 1 のダミー変数

– G_i : 実験群なら 1 , 対照群なら 0 のダミー変数

– X_{it} : 実際の政策の水準 . 水準がダミーなら $G_i D_t$ の交差項

- 準実験が無作為なら OLS で一致推定量を得る
- X_{it} に内生性が疑われるときは操作変数法 : X_{it} と相関して誤差項と相関しない変数

準実験 / 自然実験の評価の内的妥当性

「あたかも」無作為に割り当てられたような，は無作為か？

内的妥当性：操作変数法による解決

- 無作為割当ての失敗
 - － 政策のレベル X_{it} は無作為に割り当てられているか？
 - － X_{it} を観察可能な変数 W_i に回帰して係数を F 検定
 - － 観察不可能な変数との相関は否定しきれない
 - － Expert knowledge, judgement
- 実験手続きの不備
 - － “as if” な割当てが政策のレベル X_{it} と相関する可能性
- 標本の脱落：サンプル選択・自己選抜
- 実験効果：準実験では起こりにくい

準実験での操作変数

操作変数の適切さ，とくに外生性

- 妥当性（内生変数との相関，weal IV）は，1 段階目の F 検定で確認
- ランダムな割当ては必ずしも外生性を含意しない
 - － 無作為割当てを示す変数 Z_i に対して $\text{corr}(Z_i, u_i) \neq 0$
 - － Angrist (1990) の例
 - * 従軍クジの番号が小さいことと，軍役忌避に相関の可能性
 - * クジの番号は操作変数とならない
 - － McClellan et al (1994) の例
 - * 心カテができる病院までの距離と普段の健康状態に相関？
 - * 距離を示す変数は操作変数とならない

準実験 / 自然実験の評価の外的妥当性

- 観測データをもちいた分析の外的妥当性の評価と同じ
- 準実験の機会を提供する「特殊な出来事」の特性に注意
 - Card (1990) のマニエル港事件
 - * このときのキューバ移民の属性・特徴
 - * マイアミのキューバ人コミュニティの存在
 - * 他の移民のケースに一般化できるか?
 - Angrist (1990) のベトナム戦役
 - * 平時の軍隊経験に一般化できるか?
- 準実験の詳細に依存するので、ケースバイケース

不均一な母集団での実験 / 準実験の効果の推定

- 因果効果の大きさが集団内で異なる場合
 - 観察可能な属性ごとに異なる：交差項を利用
 - 観察不可能な属性で異なる (heterogeneous population)
 - 政策 X_i は binary で，観察可能な属性は等しい母集団を想定
- 因果効果の大きさが個人で異なる？
 - 政策の効果の大きさは各主体ごとに異なるのが普通
 - 効果の大きさの違いの規定要因が観察可能とは限らない
 - 因果効果を示す係数 β_1 の値が主体ごとに異なる

$$Y_i = \beta_0 + \beta_{1i}X_i + u_i$$

$E[\beta_{1i}]$: ATE (Average causal (Treatment) Effect)

ATE: Average Treatment Effect

$$Y_i = \beta_0 + \beta_{1i}X_i + u_i$$

- 各主体によって異なる因果効果の大きさの平均 $E[\beta_{1i}]$
- 不均一な母集団で推定される因果効果の指標のひとつ
- X_i に内生性がないとき, OLS は ATE の一致推定量
 - OLS 推定量が一致性を持つための 4 条件を仮定
 - X_i は無作為割当てで, β_{1i} と独立と仮定

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_1 &= \frac{s_{xy}}{s_x^2} \xrightarrow{p} \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x^2} = \frac{\text{cov}(\beta_0 + \beta_{1i}X_i + u_i, X_i)}{\sigma_x^2} \\ &= \frac{\text{cov}(\beta_{1i}X_i, X_i)}{\sigma_x^2}, \quad (\text{cov}(u_i, X_i) = 0, (2.33)) \\ &= E[\beta_{1i}]. \quad (\beta_{1i} \text{ と } X_i \text{ が独立}) \end{aligned}$$

ATE: Average Treatment Effect

- X_i は無作為割当てで, β_{1i} と独立だが, $\text{cov}(u_i, X_i) \neq 0$
- 2 段階最小 2 乗推定量が一致性を持つための条件を仮定
- このとき, IV 推定量は ATE の一致推定量に ならない

$$X_i = \pi_0 + \pi_{1i}Z_i + v_i$$

$$\hat{\beta}_1^{\text{TOLS}} = \frac{s_{zy}}{s_{zx}} \xrightarrow{p} \frac{\sigma_{zy}}{\sigma_{zx}} = \frac{E[\beta_{1i}\pi_{1i}]}{E[\pi_{1i}]}$$

- $\beta_{1i} = \beta_1$ で一定なら, $\hat{\beta}_1^{\text{TOLS}}$ は ATE の一致推定量
- $\pi_{1i} = \pi_1$ で一定なら, $\hat{\beta}_1^{\text{TOLS}}$ は ATE の一致推定量
- π_{1i} と β_{1i} が独立なら, $\hat{\beta}_1^{\text{TOLS}}$ は ATE の一致推定量
- いずれも実際の自然実験では成り立ちそうにない
- 母集団の均一性を仮定した IV 推定量は, 母集団に不均一性があるときには, 適切な IV を用いても異なる推定値をもたらすかもしれない, しかもいずれも ATE の一致推定量とならない!

ATE と IV : 心カテの例

- 心カテが可能な病院までの距離を IV をする 2SLS
 - 心カテ手術は結果にほとんど影響しない
 - 確立された手術法のはずなのになぜ?
- 因果効果が観測不能な要因で患者ごとに異なる可能性
 - 心カテ手術の効果は患者の容態などによって異なる
 - IV 推定量は 1 段階目の係数の加重平均
 - IV (距離) が内生変数 (手術の有無) に大きな影響を与えるような観測値の係数 (β_{1i}) の重みが大い
 - 手術の有無が距離に影響される = 比較的健康 = 効果が小さい?
 - 「平均」ではなく「限界」の効果を計測した可能性
 - * 距離が手術の有無に与える効果で並べたときの「限界的な」

実験 / 準実験の例

- Negative income tax experiment
- Rand health insurance experiment
- 日本での社会実験
 - <http://www.e.u-tokyo.ac.jp/cemano/research/conference/2004-1a.html>
 - ETC
- 開発経済学分野 (Natural “Natural Experiments”)
 - エルサルバドルのコミュニティ主導型公立小学校
 - 天候変化
 -
 - メキシコの就学条件付き現金給付
 - ケニアの小学校での虫下し薬の配布
 - インドネシアにおける大規模な学校建設プログラム
 - コロンビアにおける私立学校バウチャーの配布