

第 10 章 パネルデータの回帰分析

James H. Stock 著・Mark W. Watson 著・宮尾 龍蔵 訳
『入門計量経済学』（共立出版、2016）

<https://www.kyoritsu-pub.co.jp/book/b10003746.html>

2026-02-15

1. パネルデータの構造

パネルデータとは

- ▶ **パネルデータ (panel data)** とは、 n 個の主体（人、企業、自治体など）について、複数の T 時点で観察されたデータである。
- ▶ 同一の主体を時間を追って追跡するため、**縦断的データ (longitudinal data)** とも呼ばれる。
- ▶ **表記法:** Y_{it}
 - ▶ i : 主体を表す添え字 ($i = 1, \dots, n$)
 - ▶ t : 時点を表す添え字 ($t = 1, \dots, T$)

具体例：交通事故死亡者数とアルコール税

- ▶ **分析の問い**: 酒税を上げると、交通事故による死亡者数は減るか？
- ▶ **データ**: 米国 48 州の 1982 年から 1988 年 ($T = 7$) のデータ。
- ▶ **課題**: 州ごとの文化や飲酒に対する態度、道路状況など、観察できないが時間を通じて一定な要因が、酒税と死亡者数の両方に影響している可能性がある（除外された変数のバイアス）。

クロスセクション分析の限界

- ▶ 特定の年（例：1982 年）だけで分析すると、酒税が高い州ほど死亡率が高いという結果が出ることがある。
- ▶ これは酒税の効果ではなく、もともと飲酒量が多い州や道路が危険な州が、対策として高い税を課しているためかもしれない。
- ▶ パネルデータを使うことで、このような「州ごとの固定的な特徴」をコントロールできる。

2. 個体固定効果モデル

2 時点データでの比較（差の推計）

- ▶ $T = 2$ の場合、各州について「後の時点」から「前の時点」の値を引いた「変化量」で回帰を行う。
- ▶ これにより、時間を通じて一定である州固有の要因（例：州の文化、地理）を相殺して取り除くことができる。

個体固定効果 (Entity Fixed Effects)

- ▶ 時点 T が 3 以上の場合に一般化。
- ▶ モデル: $Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \alpha_i + u_{it}$
- ▶ α_i は主体の**固定効果 (fixed effect)** であり、主体 i に固有だが時間を通じて変化しない要因の合計を表す。
- ▶ 推定方法：
 1. 各主体に対応する $n - 1$ 個のダミー変数を導入する。
 2. 主体ごとの平均を差し引く (固定効果変換、または Within 変換)。

3. 時間固定効果モデル

時間固定効果 (Time Fixed Effects)

- ▶ すべての主体に共通だが、時間とともに変化する要因（例：安全基準の強化、全国的な景気変動）をコントロールする。
- ▶ **モデル:** $Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \lambda_t + u_{it}$
- ▶ λ_t は時点 t に固有な固定効果。

個体と時間の両方の固定効果

- ▶ 両方の固定効果を同時に含むモデルが一般的である。
- ▶ **モデル:** $Y_{it} = \beta_1 X_{it} + \alpha_i + \lambda_t + u_{it}$
- ▶ これにより、「個体間で異なり時間で一定な要因」と「時間で異なり個体間で一定な要因」の両方をコントロールできる。

4. パネル回帰の仮定と標準誤差

パネル回帰の仮定

1. 誤差項 u_{it} の条件付き期待値がゼロ：
$$E(u_{it} | X_{i1}, \dots, X_{iT}, \alpha_i) = 0。$$
2. $(X_{i1}, \dots, X_{iT}, u_{i1}, \dots, u_{iT})$ は、主体間で独立かつ同一の分布 (i.i.d.)。
3. 大きな異常値はほとんど起こらない。
4. 完全な多重共線性がない。

クラスター標準誤差 (Clustered Standard Errors)

- ▶ **重要:** 同一主体内では、誤差項 u_{it} が時間の経過とともに相関している可能性が高い（自己相関）。
- ▶ 通常の OLS 標準誤差は、誤差項が独立であると仮定しているため、パネルデータでは過小推定される傾向がある。
- ▶ **対処法:** クラスター標準誤差を使用し、主体内での相関を許容しつつ、主体間での独立性を前提に推論を行う。

5. 結論

パネルデータの有用性

- ▶ 観察できない、時間を通じて一定な要因（個体固定効果）の影響を取り除き、因果関係をより正確に推計できる。
- ▶ 米国の州データを用いた分析では、個体・時間の両固定効果を考慮すると、ビール税の引き上げが交通事故死亡者数を減少させるという統計的に有意な結果が得られた。
- ▶ 分析の信頼性を高めるために、クラスター標準誤差の使用が不可欠である。