

第 13 回：差分の差分法

【教科書第 9 章第 2 節】

北村 友宏

2026 年 1 月 6 日

本日の内容

1. 差分の差分法

2. 差分の差分法の例

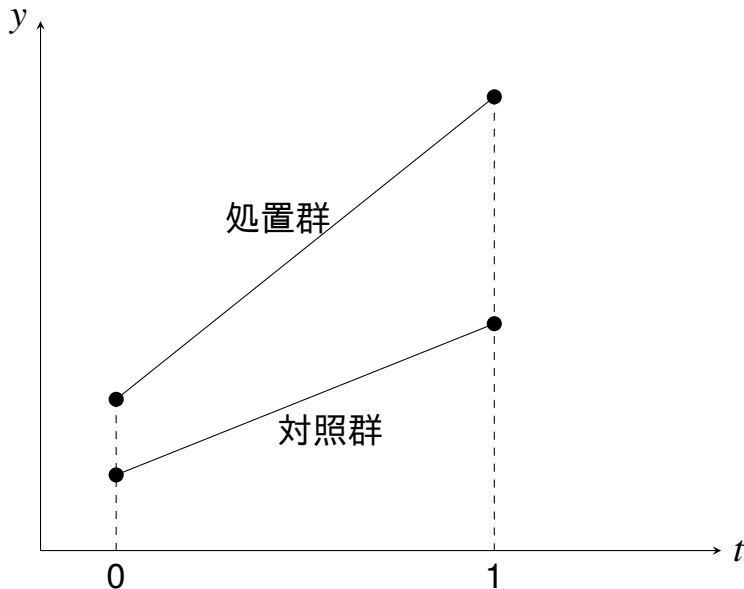
差分の差分法

- ▶ 時間を通じた変化が政策導入の有無によって異なるかを見ることで政策の効果を調べる方法を**差分の差分法 (difference in differences)**という.
 - ▶ 差の差の推定法ともいう.
 - ▶ e.g., 新たに開業した鉄道路線の沿線になった地域とそうでない地域で、その新路線の開業前後で地価の変化が異なるかどうかを見ることで、新路線開業の効果を調べる.
- ▶ 複数の個体を、政策などの処置がなされるグループとそうでないグループに分けることができ、なおかつ時点が少なくとも2つあるパネル・データを用いれば、差分の差分法を実行できる.

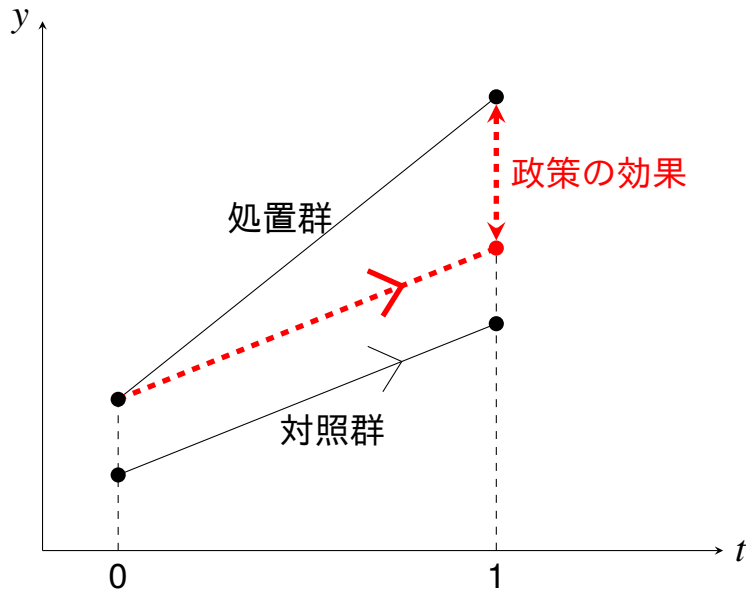
処置群と対照群

- ▶ 処置されるグループを**処置群** (treatment group) という.
 - ▶ 介入群ともいう.
 - ▶ e.g., 新たに開業した鉄道路線の沿線になった地域
- ▶ 処置されないグループを**対照群** (control group) という.
 - ▶ 比較群ともいう.
 - ▶ e.g., 新たに開業した鉄道路線の沿線にならなかった地域

差分の差分法のイメージ



差分の差分法のイメージ



- ▶ 前スライドの「政策の効果」は、「政策導入後 ($t = 1$) における処置群と対照群の被説明変数 y の差」から「政策導入前 ($t = 0$) における処置群と対照群の被説明変数 y の差」を引いたもの.



政策導入後の差から、元々存在した差を引いたもの.

差分の差分法のモデル

以下のモデルを OLS で推定すれば、差分の差分法を実行できる.

$$\begin{aligned}y_{it} &= \delta_0 + \delta_D d_i + \delta_T t + \delta_{DT} d_i t + \mathbf{x}'_{it} \boldsymbol{\beta} + u_{it}, \\i &= 1, 2, \dots, n, \\t &= 0, 1.\end{aligned}$$

- ▶ d_i : 政策ダミー変数 (処置群 = 1, 対照群 = 0)
- ▶ t : 時点 (政策導入前 = 0, 政策導入後 = 1)
- ▶ \mathbf{x}_{it} : コントロール変数

簡単化のため，コントロール変数 x_{it} の項と誤差項 u_{it} が全て 0 とすると， d_i と t それぞれのとりうる値の組み合わせの場合の被説明変数 y_{it} の値は，

	$d_i = 1$	$d_i = 0$	差
$t = 1$	$\delta_0 + \delta_D + \delta_T + \delta_{DT}$	$\delta_0 + \delta_T$	$\delta_D + \delta_{DT}$
$t = 0$	$\delta_0 + \delta_D$	δ_0	δ_D
差	$\delta_T + \delta_{DT}$	δ_T	δ_{DT}

⇓

政策導入後の差 $\delta_D + \delta_{DT}$ から，元々存在した差 δ_D を引いたものは， δ_{DT} .

⇓

δ_{DT} の OLS 推定値 $\hat{\delta}_{DT}$ を求めれば，それが政策の効果になる.

差分の差分法の例

Kiel and McClain (1995) は、アメリカのマサチューセッツ州ノースアンドオーバーの不動産物件別データを用いて、新たなゴミ焼却炉の建設前（1978 年）と建設後（1981 年）で、焼却炉に近い住宅とそうでない住宅では価格の変化がどのように異なるかを、差分の差分法で調べた。

▶ 参考文献

- ▶ Kiel, K.A., and K.T. McClain (1995) "House Prices during Siting Decision Stages: the Case of an Incinerator from Rumor through Operation," *Journal of Environmental Economics and Management* 28, 241–255.
- ▶ Wooldridge, J.M., (2019) *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Seventh ed., South-Western, Mason, OH, USA

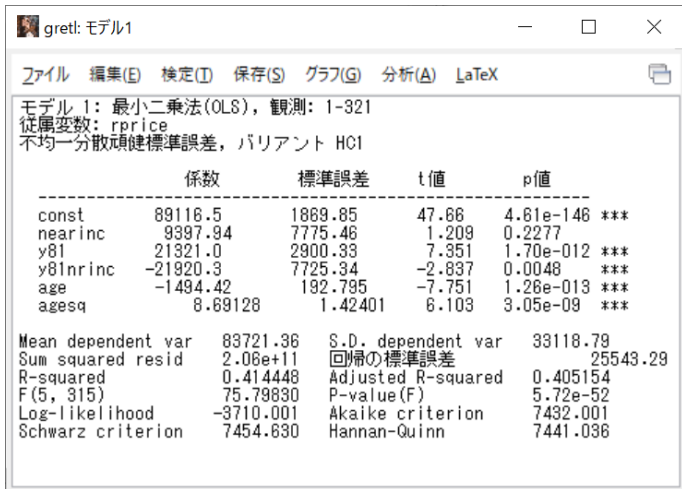
Wooldridge (2019) 付属のデータセットを用いて、
以下のモデルとその推定結果を紹介する。

$$rprice_{it} = \delta_0 + \delta_D nearinc_i + \delta_T y81_t + \delta_{DT} nearinc_i y81_t \\ + \beta_A age_{it} + \beta_{AA} age_{it}^2 + u_{it}.$$

- ▶ $rprice_{it}$: 実質住宅価格（単位：ドル）
- ▶ $nearinc_i$: 焼却炉付近ダミー（焼却炉に近い = 1, 焼却炉から遠い = 0）
- ▶ $y81_t$: 時点ダミー（1978 年 = 0, 1981 年 = 1）
- ▶ age_{it} : 築年数（単位：年）

⇒ 築年数とその 2 乗をコントロールしたうえで、
焼却炉建設前後で、焼却炉に近い住宅とそうでない
住宅では価格の変化がどのように異なるかを見る。

モデル推定結果



gretl: モデル1

ファイル 編集(E) 検定(D) 保存(S) グラフ(G) 分析(A) LaTeX

モデル 1: 最小二乗法(OLS), 観測: 1-321
従属変数: rprice
不均一分散頑健標準誤差, バリエーション HC1

	係数	標準誤差	t 値	p 値	
const	89116.5	1869.85	47.66	4.61e-146	***
nearinc	9397.94	7775.46	1.209	0.2277	
y81	21321.0	2900.33	7.351	1.70e-012	***
y81nrinc	-21920.3	7725.34	-2.837	0.0048	***
age	-1494.42	192.795	-7.751	1.26e-013	***
agesq	8.69128	1.42401	6.103	3.05e-09	***
Mean dependent var	83721.36	S.D. dependent var	33118.79		
Sum squared resid	2.06e+11	回帰の標準誤差	25543.29		
R-squared	0.414448	Adjusted R-squared	0.405154		
F(5, 315)	75.79830	P-value(F)	5.72e-52		
Log-likelihood	-3710.001	Akaike criterion	7432.001		
Schwarz criterion	7454.630	Hannan-Quinn	7441.036		

※ 標準誤差は不均一分散に対して頑健な標準誤差.

▶ $\text{nearinc} \times \text{y81}$ (y81nrinc) の係数

- ▶ -21920.3

- ▶ t 値は -2.837, p 値は 0.0048.

- ➡ 仮に「 $\text{nearinc} \times \text{y81}$ の係数が 0」だとすると, -2.837 という t 値は 0.48% の確率 (1% を下回る確率) でしか出てこない.

- ➡ 有意水準 1% で, 「係数は 0」の H_0 が棄却される (5% や 10% でも棄却される).

- ➡ $\text{nearinc} \times \text{y81}$ は実質住宅価格と統計的に有意に相関している.

- ➡ 築年数とその 2 乗を一定としたうえで, 新たな焼却炉に近い住宅はそうでない住宅に比べ, 新たなゴミ焼却炉建設後には実質住宅価格が平均して 21,920.3 ドル低下する傾向がある.

今日のキーワード

差分の差分法，処置群，対照群

次回までの準備

- ▶ 今回の講義スライドを読み直す.
- ▶ 「提出課題 10」に取り組む.
- ▶ 教科書第 7 章第 3 節「被説明変数としてのダミー変数：線形確率モデル」から「非線形確率モデル」までを読む.