

Difference in Difference

神戸大学大学院 経済学研究科

尚 晋

December 25, 2023



KOBE UNIVERSITY

Bullet of Points

- ◆ 前後比較デザイン (Before and After 分析)
- ◆ 差の差分析 (DID分析)
- ◆ 応用例 (1) 最低賃金の引き上げの雇用への影響
- ◆ 2期間クロスセクションによる分析
- ◆ 応用例 (2) ごみ焼却炉の設置は近隣の住宅価格への影響

前後比較デザイン (Before & After 分析)

Before & After Analysis

政府の所得向上に向けた政策の効果

	Before	After	差
国民の所得	500万円	525万円	5%
所得向上政策	×	○	

➤この場合、本当にこの政策が直接的に国民所得の5%の上昇をもたらしたのでしょうか？

ある企業のPR活動の効果

	Before	After	差
販売増加率	5%	8%	3%
広告活動	×	○	

- この場合、販売増加率の3%の増加により、この企業のPR活動は販売の増加に効果があったといえてよいかどうか？

差の差分析 (DID分析)

Difference in Difference Analysis

「差の差分析」による政策評価 (DID)

- ◆ある政策を実施した際に、政策の目標となる変数Yに対して効果があったかどうかを評価したい。
- ◆政策の効果は「トリートメント効果 (処置効果, treatment effect)」と呼ばれ、次の2つの比較によって評価する。
 - (1) トリートメント・グループ (処置群, treatment group) : 政策が実施されたグループ (介入群とも呼ばれる)
 - (2) コントロール・グループ (対照群, control group) : 政策が実施されなかったグループ

「差の差分析」の特徴

◆差の差分析の特徴(2つの「差」の利用):

- 第1の「差」: 政策実行の前後の差 (前後比較デザインと同じ)
- 第2の「差」: トリートメント・グループとコントロール・グループの差

◆これら2つの「差の差」をとって政策効果を分析するので、「**差の差分析 (DID分析)**」と呼ばれる。

ある企業のPR活動の効果

	Before	After	差
トリートメント・グループ	5%	8%	3%
コントロール・グループ	3%	4%	1%
「差の差」			2%

➤PR活動は販売増加率に対して2%の因果効果があった。

差の差分分析——議論の一般化——①

- ◆ 時点1 ($t=1$): 政策は実施されず。「Before」
- ◆ 時点2 ($t=2$): 政策が実施される。「After」
- ◆ Y_{Tt} : 時点 t におけるトリートメント・グループ (処置群) の Y の値
- ◆ Y_{Ct} : 時点 t におけるコントロール・グループ (対照群) の Y の値

差の差分分析——議論の一般化——②

◆ トリートメント・グループにおいて、政策を実施する前後での変化 (差: difference) :

$$\text{➤ } Y_{T2} - Y_{T1} = \text{「政策効果」} + \text{「トレンド効果」}$$

◆ コントロール・グループにおける変化 (差: difference) :

$$\text{➤ } Y_{C2} - Y_{C1} = \text{「トレンド効果」}$$

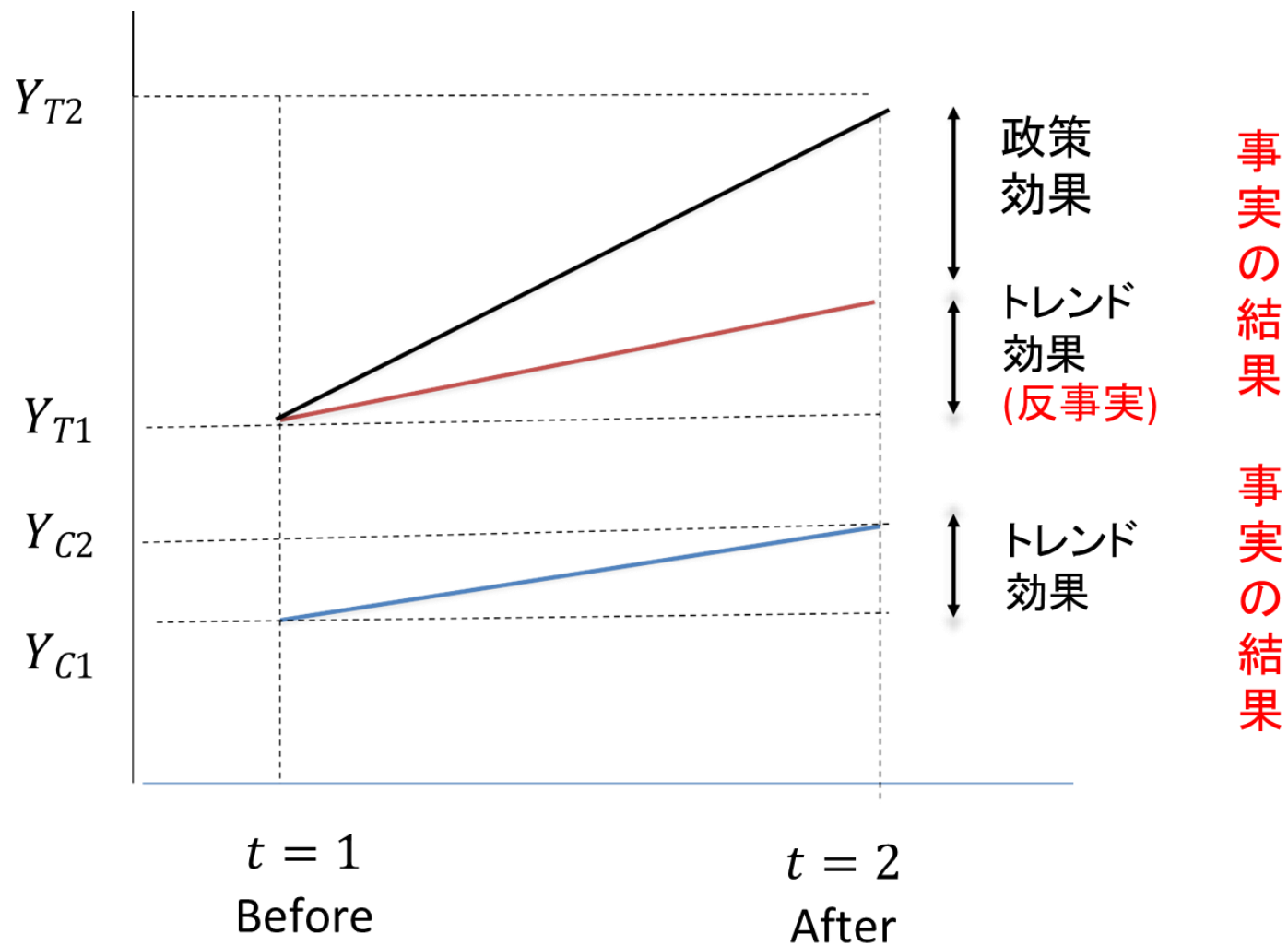
◆ 時間効果が2つのグループで同じであれば、差の差 (difference-in-difference, DID) :

$$\text{➤ } DID = (Y_{T2} - Y_{T1}) - (Y_{C2} - Y_{C1}) = \text{「政策効果」}$$

差の差分分析——議論の一般化——③

	$t = 1$	$t = 2$	変化
トリートメント・グループ	Y_{T1}	Y_{T2}	$Y_{T2} - Y_{T1}$
コントロール・グループ	Y_{C1}	Y_{C2}	$Y_{C2} - Y_{C1}$
差の差(DID)			$(Y_{T2} - Y_{T1}) - (Y_{C2} - Y_{C1})$

差の差分分析——議論の一般化——④



差の差分析——DID分析の前提

1. トリートメント・グループとコントロール・グループとにおいて、政策を実施する前後のトレンドが平行である。
2. 政策以外の別の要因の変化が発生していない。（政策効果を適切に識別できない）

応用例 (I)

Application example (I)

応用例 (1) — 最低賃金の引き上げの雇用への影響 — ①

- Card & Krueger, 1994. "Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania," American Economic Review, American Economic Association, vol. 84(4), pages 772-793.
- 「最低賃金の引き上げは、雇用に対してマイナスの影響を持つか？」
 - トリートメント (T): 最低賃金の引き上げ
 - 分析対象となる変数 (Y): 雇用率

応用例 (1) — 最低賃金の引き上げの雇用への影響 — ②

➤ 1992年、ニュージャージー州では最低賃金を4.25ドルから5.05ドルに引き上げた。ペンシルベニア州では、引き上げは行われなかった。

- トリートメント・グループ: New Jerseyの企業
- コントロール・グループ: Pennsylvaniaの企業
- Before: 1992年2月～3月 (引き上げ前)
- After: 1992年11月～12月 (引き上げ後)

- ① state: New Jerseyは1、Pennsylvaniaは0
- ② total_emp_feb: 1992年2月～3月の雇用率
- ③ total_emp_nov: 1992年11月～12月の雇用率

応用例 (1) — 最低賃金の引き上げの雇用への影響 — ③

➤ 回帰式:

$$\blacklozenge total_emp = \beta_0 + \beta_1 g_i + \delta_0 t_i + \delta_1 (g_i \times t_i) + u_i$$

$$\blacklozenge g_i = \begin{cases} 1: \text{トリートメント・グループに所属 (New Jersey)} \\ 0: \text{コントロール・グループに所属 (Pennsylvania)} \end{cases}$$

$$\blacklozenge t_i = \begin{cases} 1: 1992\text{年}11\text{月} \sim 12\text{月 (After)} \\ 0: 1992\text{年}2\text{月} \sim 3\text{月 (Before)} \end{cases}$$

応用例(1)——最低賃金の引き上げの雇用への影響——④

分析結果:

- 「最低賃金の上昇が雇用にマイナスの影響を持つことは認められない。」

2期間クロスセクションによる分析

Two-period Cross-Sectional Analysis

2期間クロスセクションによる分析①

- 「差の差」分析による政策評価——2期間クロスセクションによる分析
- 次の回帰モデルを考える：

$$\blacklozenge Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \delta_0 D2_i + \delta_1 (T_i \times D2_i) + u_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\blacklozenge T_i = \begin{cases} 1: \text{トリートメント・グループに所属} \\ 0: \text{コントロール・グループに所属} \end{cases}$$

$$\blacklozenge D2_i = \begin{cases} 1: \text{時点が2} \\ 0: \text{時点が1} \end{cases}$$

2期間クロスセクションによる分析――②

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \delta_0 D2_i + \delta_1 (T_i \times D2_i) + u_i$$

- 時点1: コントロール・グループ ($D2_i = 0, T_i = 0$)
 - $Y_i = \beta_0 + u_i$
- 時点2: コントロール・グループ ($D2_i = 1, T_i = 0$)
 - $Y_i = \beta_0 + \delta_0 + u_i$
- 時点1: トリートメントグループ ($D2_i = 0, T_i = 1$)
 - $Y_i = \beta_0 + \beta_1 + u_i$
- 時点2: トリートメントグループ ($D2_i = 1, T_i = 1$)
 - $Y_i = \beta_0 + \delta_0 + \beta_1 + \delta_1 + u_i$

2期間クロスセクションによる分析――③

	政策前	政策後	変化
トリートメント・グループ	$\beta_0 + \beta_1$	$\beta_0 + \beta_1 + \delta_0 + \delta_1$	$\delta_0 + \delta_1$
コントロール・グループ	β_0	$\beta_0 + \delta_0$	δ_0
差の差(DID)			δ_1

➤ δ_0 : 時間効果、 δ_1 : 政策効果

応用例 (2)

Application example (2)

応用例 (2) — ごみ焼却炉の設置は近隣の住宅価格への影響 — ①

- Kiel & K.T. McClain (1995), “House Prices During Siting During Siting Decision Stages: The Case of an Incinerator from Rumor Through Operation”, Journal of Environmental Economics and Management 28, 241–255. (Wooldridge, Introductory Econometrics, Chap.8)
- 「ごみ焼却炉 (Incinerator) 設置は、近隣の住宅価格にマイナスの影響をもたらすかどうか？」
 - トリートメント (T): ごみ焼却炉と家の距離
 - 分析対象となる変数 (Y): 住宅価格

応用例 (2) — ごみ焼却炉の設置は近隣の住宅価格への影響 — ②

➤ ごみ焼却炉の設置の噂: 1979~1980年。1981年: 建築開始

● トリートメント・グループ: 近隣 (3マイル以内) にごみ焼却炉がある家 ($T = 1$)

● コントロール・グループ: 近隣 (3マイル以内) にごみ焼却炉が無い家 ($T = 0$)

■ Before: 1978年

■ After: 1981年

① $\ln(\text{price})$: 住宅価格の対数値

② nearinc : 近隣にごみ焼却炉があるとき1、それ以外0

③ $y81$: 1981年は1、1978年は0

④ age : 住宅の建築年

⑤ age^2 : 住宅の建築年の二乗

応用例 (2) — ごみ焼却炉の設置は近隣の住宅価格への影響 — ③

➤ 回帰式:

$$\begin{aligned} \blacklozenge \ln(rprice)_i \\ = \beta_0 + \beta_1 nearinc_i + \delta_0 y81_i + \delta_1 (nearinc_i \times y81_i) + age_i + age_i^2 + u_i \end{aligned}$$

$$\blacklozenge nearinc_i = \begin{cases} 1: \text{トリートメント・グループに所属 (近隣にごみ焼却炉がある家)} \\ 0: \text{コントロール・グループに所属 (近隣にごみ焼却炉が無い家)} \end{cases}$$

$$\blacklozenge y81_i = \begin{cases} 1: 1981(After) \\ 0: 1978(Before) \end{cases}$$

応用例 (2) — ごみ焼却炉の設置は近隣の住宅価格への影響 — ④

分析結果:

➤ 「ごみ焼却炉の建設は近隣の住宅価格の下落をもたらす。」

Thank you.

参考文献

- 中室牧子・津川友介 (2017) 『原因と結果の経済学』ダイヤモンド社
- 羽森茂之 (2018) 『ベーシック計量経済学』中央経済社
- Wooldridge, J.M. (2019) Introductory Econometrics: A Modern Approach, 7th ed., South-Western Pub