

Staggered design におけるパネル推定

川田恵介

Table of contents

1	異質性を考慮したパネル推定	1
1.1	コホート別動学効果	1
1.2	Sun and Abraham (2021)	2
1.3	例. コホート期間別平均効果	2
1.4	期間別平均効果	2
1.5	コホート別平均効果	3
1.6	平均効果	3
1.7	コントロール変数との併用	4
1.8	まとめ	4
	Reference	4

1 異質性を考慮したパネル推定

- 活発な議論が行われた
 - Roth et al. (2023), Miller (2023), De Chaisemartin and d’Haultfoeuille (2023) 参照
- ここでは Sun and Abraham (2021) の方法を紹介
 - コホート別動学効果を集計する

1.1 コホート別動学効果

- $$E[Y_{i,t}|e, l, f_i] = \sum_l \beta_{e,l} \mathbb{I}(e, t - e = l) + f_i + f_t$$
 - $\beta_{e,l}$ e 期目に介入を受けるグループにおける、介入発生から l 期経過した場合の因果効果
 - $\beta_{e,-1} = 0$ と基準化

- 介入発生からの期間 l と介入を受ける時期 e (コホート) に応じて、異なる平均効果を便宜的に推定

1.2 Sun and Abraham (2021)

- 各コホート e と control group を使って、コホート単位で平均動学効果を推定する。

1.3 例. コホート期間別平均効果

```
Model = feols(
  Y ~ sunab(Group,Period) | ID + Period,
  DataLong,
  cluster = ~ ID
)

summary(Model, agg = FALSE)
```

OLS estimation, Dep. Var.: Y

Observations: 4,000

Fixed-effects: ID: 500, Period: 4

Standard-errors: Clustered (ID)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Period::-3:cohort::4	-0.802852	0.843414	-0.951907	3.4160e-01
Period::-2:cohort::3	-0.885739	0.786330	-1.126421	2.6053e-01
Period::-2:cohort::4	0.232104	0.769914	0.301467	7.6318e-01
Period:::0:cohort::3	1.749631	0.777324	2.250837	2.4830e-02 *
Period:::0:cohort::4	1.162957	0.844887	1.376464	1.6930e-01
Period:::1:cohort::3	5.160843	0.795433	6.488090	2.0977e-10 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

RMSE: 9.51917 Adj. R2: 0.00581

Within R2: 0.013007

1.4 期間別平均効果

- $\beta_{e,l}$ の e についての平均値

```
summary(Model, agg = "period")
```

OLS estimation, Dep. Var.: Y

Observations: 4,000

```
Fixed-effects: ID: 500, Period: 4
Standard-errors: Clustered (ID)

      Estimate Std. Error   t value   Pr(>|t|)
Period::-3 -0.802852    0.843414 -0.951907 3.4160e-01
Period::-2 -0.334534    0.549920 -0.608333 5.4324e-01
Period:::0  1.460344    0.588855  2.479970 1.3468e-02 *
Period:::1  5.160843    0.795433  6.488090 2.0977e-10 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
RMSE: 9.51917      Adj. R2: 0.00581
                Within R2: 0.013007
```

1.5 コホート別平均効果

- $\beta_{e,l}$ の l についての平均値

```
summary(Model, agg = "cohort")
```

```
OLS estimation, Dep. Var.: Y
Observations: 4,000
Fixed-effects: ID: 500, Period: 4
Standard-errors: Clustered (ID)

      Estimate Std. Error t value   Pr(>|t|)
cohort:::3  3.45524    0.582733 5.92937 5.6829e-09 ***
cohort:::4  1.16296    0.844887 1.37646 1.6930e-01
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
RMSE: 9.51917      Adj. R2: 0.00581
                Within R2: 0.013007
```

1.6 平均効果

- $\beta_{e,l}$ の平均値

```
summary(Model, agg = "ATT")
```

```
OLS estimation, Dep. Var.: Y
Observations: 4,000
Fixed-effects: ID: 500, Period: 4
Standard-errors: Clustered (ID)

      Estimate Std. Error t value   Pr(>|t|)
```

```
ATT 2.70515 0.543831 4.97423 9.0279e-07 ***
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
RMSE: 9.51917 Adj. R2: 0.00581
Within R2: 0.013007
```

1.7 コントロール変数との併用

- 個人内で変化する変数 X は導入可能 $\beta_1 X_{1,it} + \dots \beta_L X_{L,it}$
- 問題点: Cross section と同様に、介入の影響を受けない変数のみ導入すべき
 - 過去のイベントの影響を受けない変数とは???
- Callaway and Sant’Anna (2021) : 時間を通じて変化しない変数 (生まれ年、性別等) について、“マッチング” を行し推定
 - [did](#)

1.8 まとめ

- 介入変数 D が 2 値の場合、推奨は
 - 2 期間パネル: ずっと介入を受け続けているグループを排除し、通常の Two-way fixed effect model で推定
 - 多期間パネル: Staggered design になっているか確認し、問題なければ Sun and Abraham (2021) (他の手法は、Roth et al. (2023), Miller (2023), De Chaisemartin and d’Haultfoeuille (2023) などを参照) などの手法を用いて推定
- D が連続変数のケースなどの一般化は可能? (Callaway, Goodman-Bacon, and Sant’Anna 2024)

Reference

- Callaway, Brantly, Andrew Goodman-Bacon, and Pedro HC Sant’Anna. 2024. “Difference-in-Differences with a Continuous Treatment.” National Bureau of Economic Research.
- Callaway, Brantly, and Pedro HC Sant’Anna. 2021. “Difference-in-Differences with Multiple Time Periods.” *Journal of Econometrics* 225 (2): 200–230.
- De Chaisemartin, Clément, and Xavier d’Haultfoeuille. 2023. “Two-Way Fixed Effects and Differences-in-Differences with Heterogeneous Treatment Effects: A Survey.” *The Econometrics Journal* 26 (3): C1–30.
- Miller, Douglas L. 2023. “An Introductory Guide to Event Study Models.” *Journal of Economic Perspectives* 37 (2): 203–30.

- Roth, Jonathan, Pedro HC Sant'Anna, Alyssa Bilinski, and John Poe. 2023. "What's Trending in Difference-in-Differences? A Synthesis of the Recent Econometrics Literature." *Journal of Econometrics*.
- Sun, Liyang, and Sarah Abraham. 2021. "Estimating Dynamic Treatment Effects in Event Studies with Heterogeneous Treatment Effects." *Journal of Econometrics* 225 (2): 175–99.