

差分の差分 (DID) 分析と DDD モデル

キーワード

- クロスセクションデータとパネルデータの DID 推定と DDD ATET 推定
- ワイルド・ブートストラップの p 値と信頼区間
- Bell and McCaffrey の自由度調整を使用してバイアスを修正した標準誤差
- Donald and Lang 法を使用した ATET 推定と標準誤差
- 平均アウトカムと並行トレンドのグラフによる診断
- グレンジャー因果性検定と平行トレンドの仮定

概要

- **didregress** コマンドは DID モデル、**xtdidregress** コマンドは DDD モデルをフィットします。これらのコマンドは、未観測グループと時間の影響をコントロールします。
- **didregress** コマンドは、繰り返しのクロスセクションデータ（横断面データ）に使用します。クロスセクションデータとは、様々な時点で異なる観測単位のデータをサンプリングしたものです。
- **xtdidregress** コマンドは、パネルデータ（縦断面データ）に使用します。
- これらのコマンドによって、多様な研究デザインに適した推論を得るための統一されたフレームワークが提供されます。

例題

- 新しい入院手続きが導入される前後の月次データを使って、手続きについての患者の満足度を調査します。この実験に参加した病院での新しい入院手続きの影響は、DID 回帰を使って分析します。
- 注目するアウトカムは **satis**（患者の満足度）で、処置変数は **procedure** です。
- **didregress** コマンドを使ってモデルをフィットすることができます。サンプルデータ **hospdd** を読み込んで実行してみましょう。

```
. webuse hospdd  
. didregress (satis) (procedure), group(hospital) time(month)
```

- 最初の(**satis**)でアウトカムを指定し、続けてモデルの共変量を指定します。この場合は、共変量はありません。
- 次の(**procedure**)は、処置変数であるバイナリ変数を指定しています。

- `group(hospital)` オプションと `time(month)` オプションで、モデルに含まれるグループと時間の固定効果を構築します。
- `group()` で指定した変数はクラスタリングのレベルを定義します。デフォルト設定では、クラスターロバスト標準誤差です。この例では、病院レベルでクラスター化します。
- 結果は下記のようになります。

```

Number of groups and treatment time
Time variable: month
Control:      procedure = 0
Treatment:    procedure = 1
  
```

	Control	Treatment
Group		
hospital	28	18
Time		
Minimum	1	4
Maximum	1	4

```

Difference-in-differences regression
Data type: Repeated cross-sectional
Number of obs = 7,368
(Std. err. adjusted for 46 clusters in hospital)
  
```

satis	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
ATET procedure (New vs Old)	.8479879	.0321121	26.41	0.000	.7833108 .912665

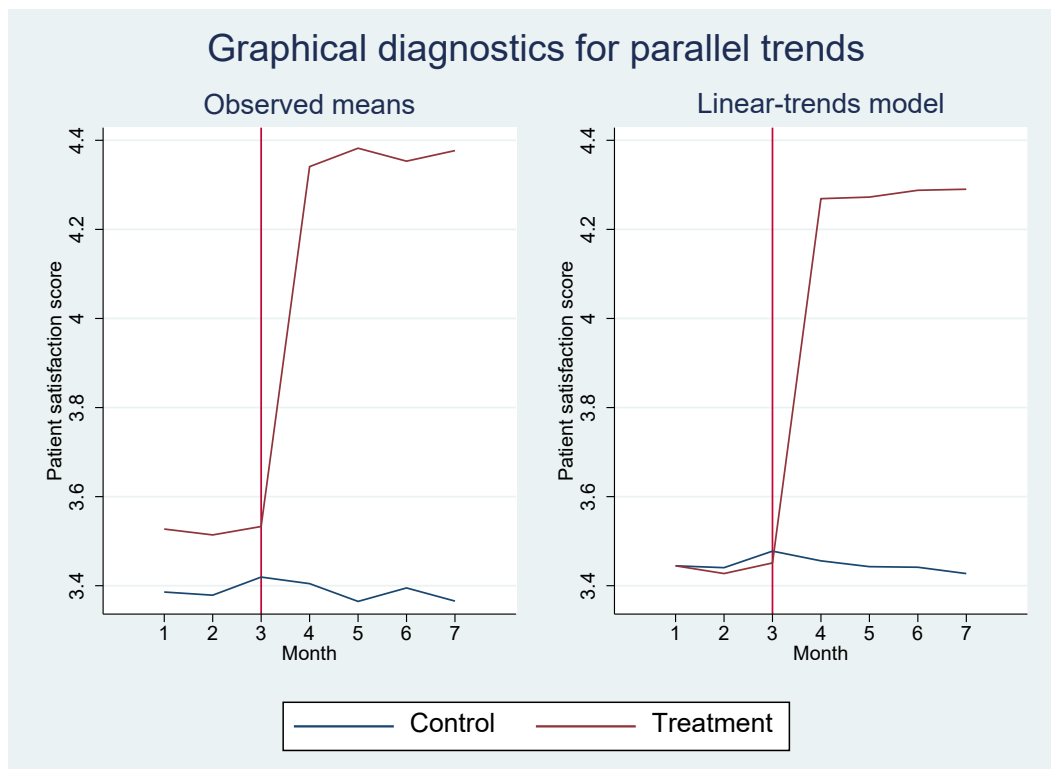
Note: ATET estimate adjusted for group effects and time effects.

- 最初の表には、コントロール群と実験群についての情報と、実験のタイミングが表示されています。28 の病院が古い入院手続きを継続し、18 の病院が新しい入院手続きに移行しています。
- 実験群のすべての病院が、4 番目の期間に新しい入院手続きを取り入れました。もしいくつかの病院が後に新しい手続きを採用した場合は、最初の実験の最小時間と最大時間が異なります。
- 2 番目の表には、ATET の推定 0.85 (95% CI [0.78,0.91]) が出力されています。実験群の病院は、新しい入院手続きを導入しなかった場合に比べて、患者の満足度が 0.85 ポイ

ント増加しました。

- このモデルが立てる仮説のひとつは、新しい手続き導入前は、**satis**（患者の満足度）の推移がコントロール群と実験群で平行であるということです。
- この推移を視覚的に確認するには、両群のアウトカムの平均の時間推移をプロットするか、線形トレンドモデルの結果をグラフ化します。
- `estat trendplots` を使って、この両方の診断を実行します。

```
. estat trendplots
```



- 新しい手続きを始める前は、コントロール群と実験群のどちらの病院も、**satis** は平行に推移しています。
- 平行トレンド検定のコマンド `estat ptrends` を使って、この仮定をさらに詳しく評価することができます。

```
. estat ptrends
```

- 結果は下記ようになります。

```
Parallel-trends test (pretreatment time period)
H0: Linear trends are parallel

F(1, 45) = 0.55
Prob > F = 0.4615
```

- 平行トレンドの帰無仮説を棄却できる十分な証拠がありません。この検定結果と前述

のグラフの解析が、平行トレンドの仮説を支持します。

- もうひとつの検定では、コントロール群または実験群を使って、もう一方の群の動向の変化を推定できるかどうかを評価します。これをグレンジャー因果性検定といいます。

```
. estat granger
```

- 結果は下記のようにになります。

```
Granger causality test
H0: No effect in anticipation of treatment

F(2, 45) = 0.33
Prob > F = 0.7239
```

- 実験前に動向が変化しないという帰無仮説を棄却する十分な証拠がありません。これまでの診断結果とも併せると、ATET 推定の妥当性は信頼してよいことが示唆されます。
- この例では、処置効果の推定を行うのに十分な数の病院 (46) のデータがあります。しかし、もし 15 の病院のデータしかない場合は、他の方法を検討する必要があります。
- Bell and McCaffrey (2002)の自由度調整でバイアス補正された標準誤差を使用するためには、`didregress` コマンドに `vce(hc2)` オプションを使用します。

```
. didregress (satis) (procedure), group(hospital) time(month) vce(hc2)
```

- Donald and Lang (2007)による集計方法を使用するには、`aggregate(dlang)` オプションを使用します。

```
. didregress (satis) (procedure), group(hospital) time(month) //
aggregate(dlang)
```

- いくつかの係数をグループ間で変化させる場合は、`varying` オプションを追加します。

```
. didregress (satis) (procedure), group(hospital) time(month) //
aggregate(dlang, varying)
```

- p 値と信頼区間を計算するために、wild-cluster ブートストラップ法を使うこともできます。すべてのブートストラップ法で共通する事項として、結果を複製できるようにシードを設定する必要があります。

```
. didregress (satis) (procedure), group(hospital) time(month) //
wildbootstrap(rseed(111))
```

```

computing 1000 replications

Finding p-value
..... 50%
..... 100%
Confidence interval lower bound
.....
Confidence interval upper bound
.....

Number of groups and treatment time

Time variable: month
Control:      procedure = 0
Treatment:    procedure = 1

```

	Control	Treatment
Group		
hospital	28	18
Time		
Minimum	1	4
Maximum	1	4

```

DID with wild-cluster bootstrap inference
Number of obs   = 7,368
No. of clusters = 46
Replications    = 1,000

Data type:      Repeated cross-sectional
Error weight:   rademacher

```

satis	Coefficient	t	P> t	[95% conf. interval]	
ATET					
procedure					
(New vs Old)	.8479879	26.41	0.000	.7806237	.9157614

Note: ATET estimate adjusted for group effects and time effects.

- 結果は上記のようになります。信頼区間と p 値はグループ数が少ない場合に、信頼できる推定となります。これらの結果は、元のモデルと同じように解釈することができます。

引用文献

- Bell, R. M., and D. F. McCaffrey. 2002. Bias reduction in standard errors for linear regression with multi-stage samples. *Survey Methodology* 28: 169181.
- Donald, S. G., and K. Lang. 2007. Inference with difference-in-differences and other panel data. *Review of Economics and Statistics* 89: 221233