

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K13469

研究課題名（和文）動学的パネルデータモデルによる因果推論の研究

研究課題名（英文）Causal Inference Methods for Dynamic Panel Data

研究代表者

柳 貴英（Yanagi, Takahide）

京都大学・経済学研究科・准教授

研究者番号：30754832

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、パネルデータを用いた因果推論にかかわる、下記2点の研究成果を得ることに成功した。

- (1) 一般的な動学構造をもつ原因変数のための因果推論手法の開発。より具体的には、2つ以上の値を取りうる、かつ、その値が時点ごとに变化しうる原因変数を想定し、動学的な因果効果について調べるための差分の差分法を開発することに成功した。
- (2) 動学的な因果効果が他の要因にどれほど依存するかを調べるための因果推論手法の開発。より具体的には、差分の差分法のための既存フレームワークにおいて、観測可能な共変量を条件づけたときの平均的な因果効果を調べるための因果推論アプローチを開発することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会科学においては、パネルデータを利用して、政策介入や何らかの施策の因果的かつ動学的な効果を評価したい状況が数多くある。具体例としては、たとえば、労働組合加入と賃金の因果関係や最低賃金の失業率に対する因果的な影響について調べたい状況が挙げられる。本研究成果を活用すれば、そのような社会科学における重要な研究トピックについての新しい定量的な知見を得られる可能性がある。加えて、本研究成果は、統計学・計量経済学におけるパネルデータにかかわる理論研究の今後の進展にも寄与するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：I obtained the following two results regarding causal inference using dynamic panel data.

- (1) Causal inference method for general treatment patterns. Specifically, I developed a difference-in-differences approach to infer dynamic treatment effects for treatment variables that can take two or more values and whose values can vary across time periods.
- (2) Causal inference method for estimating treatment effect heterogeneity. Specifically, I developed a causal inference approach to infer conditional average treatment effects given observable covariates in a difference-in-differences setting.

研究分野：計量経済学

キーワード：計量経済学 ミクロ計量経済学 因果推論 パネルデータ 差分の差分法

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会科学分野における因果推論の重要性

社会科学のデータ分析では、政策介入や何らかの施策の因果的な影響を定量的に評価することが重要である。たとえば、労働組合に加入することによって、賃金がどれほど改善するかを定量分析することは、経済学における研究トピックのひとつである。別の例として、最低賃金の上昇がもたらす影響を検討するために、最低賃金を上げることによって、失業率がどれほど悪化/良化するかについて考察したい状況等も考えられる。

そのような因果効果について推論するためのアプローチとして、経済学をはじめとする社会科学分野では、因果推論と呼ばれる統計手法がよく使用されている。因果推論アプローチを適切に使用すれば、データ分析により、原因変数の結果変数に対する因果的な影響を推論することができる。

(2) パネルデータと動学性

社会科学における因果推論においては、主体にかかわる情報と時系列にかかわる情報の両方を記録したパネルデータを用いることが有用である。その理由のひとつとして、パネルデータを適切に分析できれば、因果効果の時間を通じた変化をはじめとする動学性を調べられる点が挙げられる。

しかし、既存の因果推論アプローチは、主体にかかわる情報のみを一時点において記録した横断面データを想定したものが多く、そのようなアプローチをもとにパネルデータの有用性を活かすことはできない。具体的には、原因変数と結果変数の時間を通じた変化、つまり、原因変数・結果変数の動学性を考慮するためのアプローチを採用できなければ、パネルデータの利点を活かしつつ、動学的な因果効果について推論するための方法を展開することは叶わない。

(3) パネルデータを用いた因果推論と未解決課題

前述の背景をもとに、統計学・計量経済学では、近年、パネルデータを利用することで、動学的な因果効果について推論できるアプローチが増加傾向にある(引用文献)。しかし、既存の研究成果においては、社会科学のデータ分析において重要な問題である、下記2点の問題が未だ解決されていない。

一般的な動学構造をもつ原因変数

原因変数が2つ以上の値を取りうる、かつ、その値が時点ごとに変化する因果推論の一般的なフレームワークにおいて、動学的な因果効果を調べることは未解決の課題である。引用文献において議論されているように、パネルデータによる因果推論にかかわる既存研究の大半は、原因変数が2つのみの値を取る、かつ、その値が2回以上変化することはない状況を考えている。しかし、たとえば、労働組合には何通りかの種類があるとともに、労働組合への加入・脱退は年度ごとに変化する可能性があるため、労働組合の賃金に対する影響を調べるために、既存の因果推論手法を適用することは難しい。

因果効果の異質性

因果効果が、他の要因に、どれほど依存するかを調べる方法も未解決課題である。たとえば、最低賃金の失業率に対する影響が、人口や貧困率にどれほど依存するかを調べることができれば、望ましいと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 上記「一般的な動学構造をもつ原因変数」を許容した因果推論の開発

原因変数が2つ以上の値を取りうる、かつ、その値が時点ごとに変化する一般的なデータ分析の状況において、パネルデータを利用することで、動学的な因果効果について推論できるアプローチを開発する。

(2) 上記「因果効果の異質性」にかかわる推論手法の開発

パネルデータをもとに、動学的な因果効果が、他の要因に、どれほど依存するかについて推論できるアプローチを開発する。

3. 研究の方法

(1) 研究の目的(1)について

まず、引用文献等で議論されている差分の差分法における潜在的な結果変数アプロー

子を拡張することで、原因変数が2つ以上の値を取りうる、かつ、その値が時点ごとに変化する、一般的な因果推論フレームワークを考えた。

そして、ネットワークデータ分析のための曝露写像アプローチを本研究におけるパネルデータ分析の状況に拡張することで、時点・グループごとの異質性を許容できる因果効果パラメータのための識別・推定方法を考案した。

(2) 研究の目的(2)について

引用文献における差分の差分法のための既存フレームワークにおいて、ノンパラメトリック・カーネル推定を拡張することで、観測可能な共変量を条件づけたときの平均的な因果効果を調べるための識別・推定・推論方法を開発した。

4. 研究成果

(1) 研究の目的(1)について

差分の差分法における潜在的な結果変数アプローチとネットワークデータ分析のための曝露写像アプローチを拡張することで、時点・グループごとの異質性を許容した因果効果パラメータのための識別・推定方法を考案するとともに、区間推定・仮説検定のための手法として一様信頼区間を構築できる方法を開発することに成功した。

開発手法の統計的性質を評価するために、漸近理論にもとづく理論分析を展開するとともに、モンテカルロ・シミュレーション実験による小標本性質の評価も行った。加えて、提案手法を容易に実装できるソフトウェア・パッケージ“didet”を開発した。

得られた研究成果すべてをまとめることで論文原稿を執筆し、プレプリント・サーバーarXivで論文原稿を公開した(引用文献)。本報告書作成時点においては、計量経済学分野における国際学術誌に論文原稿を投稿するための改訂作業を行っている。

(2) 研究の目的(2)について

ノンパラメトリック・カーネル推定を差分の差分法のために拡張することで、観測可能な共変量を条件づけたときの因果効果パラメータを調べるための識別・推定・推論方法を開発することに成功した。開発手法の理論的性質を調査するために、経験過程を拡張した漸近理論を展開するとともに、小標本性質を検証するためのモンテカルロ・シミュレーション実験を行った。さらに、開発手法を実装するためのソフトウェア・パッケージ“didhetero”を開発した。

得られた研究成果すべてをまとめた論文原稿を執筆し、arXivで論文原稿を公開した(引用文献)。本報告書作成時点において、計量経済学分野における国際学術誌 Journal of Business & Economic Statistics から論文原稿の改訂後再投稿依頼を受けている。

本研究成果は、今井竣祐氏(京都大学大学院経済学研究科・修士課程)、覃雷氏(京都大学大学院経済学研究科・博士後期課程)との共同研究である。

<引用文献>

Roth, J., Sant'Anna, P. H., Bilinski, A., & Poe, J. (2023). What's trending in difference-in-differences? A synthesis of the recent econometrics literature. *Journal of Econometrics*, 235(2), 2218-2244.

Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200-230.

Yanagi, T. (2023). An effective treatment approach to difference-in-differences with general treatment patterns. arXiv preprint arXiv:2212.13226.

Imai, S., Qin, L., & Yanagi, T. (2023). Doubly robust uniform confidence bands for group-time conditional average treatment effects in difference-in-differences. arXiv preprint arXiv:2305.02185.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 柳貴英
2. 発表標題 Doubly Robust Difference-in-Differences with General Treatment Patterns
3. 学会等名 日本経済学会2023年度春季大会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究成果論文1 (arXiv) https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.13226 研究成果論文2 (arXiv) https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.02185 研究成果ソフトウェア1 (GitHub) https://tkhdyanagi.github.io/didet/ 研究成果ソフトウェア2 (GitHub) https://tkhdyanagi.github.io/dihetero/
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	今井 竣祐 (Imai Shunsuke)		
研究協力者	覃 雷 (Qin Lei)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------