

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 25 日現在

機関番号：12613

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06214

研究課題名（和文）回帰不連続デザインにおいて非古典的測定誤差がもたらす影響の研究

研究課題名（英文）Regression Discontinuity Designs with Nonclassical Measurement Error

研究代表者

柳 貴英（YANAGI, Takahide）

一橋大学・大学院経済学研究科・講師

研究者番号：30754832

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、回帰不連続デザインと呼ばれる因果推論モデルの介入変数および共変量と呼ばれる変数が測定誤差を伴う状況のための統計的推論手法を開発した。介入変数の測定誤差について、測定誤差が既存の推定量にバイアスをもたらすという問題を理論的に証明した。当該問題を解決するための方法として、共変量・操作変数・繰り返し観測値などの外生変数を利用した一般化モーメント法にもとづく統計手法を提案し、その漸近的な性質を導出することに成功した。共変量の測定誤差については、測定誤差が存在したときにも、既存の推定量によりある種の平均的な因果効果を推論できるための十分条件を導出することに成功した。

研究成果の概要（英文）：This project develops novel regression discontinuity (RD) inferences where the binary treatment and/or continuous assignment variable may contain measurement errors. With a measurement error for the treatment, the standard RD estimator is inconsistent for the RD causal parameter since the measurement error for the binary variable is nonclassical by construction. To correct the problem, we propose a local linear generalized method of moments inference by utilizing the availability of an exogenous variable such as a covariate, instrument, or repeated measurement, and we derive its asymptotic properties. We then develop an identification analysis with a nonclassical measurement error for the assignment variable without additional information such as exogenous variables. Our analysis shows that, when there are units who accurately report their assignment values, the standard RD estimand may identify a meaningful causal parameter for such units.

研究分野：計量経済学

キーワード：経済統計学 ミクロ計量経済学 政策評価 測定誤差 ノンパラメトリック法

1. 研究開始当初の背景

回帰不連続デザインは近年の社会科学において広く活用されている因果推論モデルである。回帰不連続デザインでは、共変量を条件づけたときの回帰関数の不連続性を利用することにより、介入変数の結果変数に対する平均的な因果効果を評価することが可能となる。

実証分析で利用される介入変数、結果変数、共変量のデータはサーベイ調査から得られるものが少なくなく、そのようなデータは測定誤差(観測上の誤差)を伴っている可能性がある。しかし、現在の計量経済学および統計学では回帰不連続デザインにおける測定誤差の影響が十分に解明されているとは言えない。

たとえば、回帰不連続デザインを利用した経済学の実証分析の一例として、定年退職の消費額に対する因果効果を調べた研究が存在する(引用文献)。当該研究で利用されているデータはサーベイ調査から得られたものであるため、当該研究者たちが論文内でも言及しているように、当該研究の介入変数、結果変数、共変量のデータは測定誤差を含んでいる可能性がある。

<引用文献>

Battistin, E., Brugiavini, A., Rettore, E., & Weber, G. (2009). The retirement consumption puzzle: evidence from a regression discontinuity approach. *The American Economic Review*, 99(5), 2209-2226.

2. 研究の目的

(1) 本研究の第一の目的は、回帰不連続デザインにおける介入変数と共変量が非古典的な測定誤差(その他の変数と相関することを許容した測定誤差)を伴う場合に起こりうる因果推論の問題点を解明することである。具体的には、介入変数と共変量が回帰不連続デザインの既存の推定量にもたらすバイアスを導出することを目標とする。

(2) 本研究の第二の目的は、第一の目的において解明した問題点を解決するための、因果推論のための新規手法を開発することである。具体的には、測定誤差が存在する状況においても平均的な因果効果を推論するための統計分析手法を開発することが目標である。

(3) 本研究の第三の目的は、第二の目的で開発した新規推論手法の統計的な性質を導出することである。具体的には、開発した新規推論手法の一致性・漸近分散・漸近正規性などの統計的な性質を導出するとともに、仮説検定と信頼区間推定のための方法を開発することが目標である。

3. 研究の方法

(1) 介入変数の測定誤差がもたらす問題点の解明を理論研究により遂行した。あわせて、その解決策としての新規推論手法の開発およびその統計的な性質の導出を理論研究により遂行した。

(2) 介入変数の測定誤差が現実の実証分析にもたらす影響の度合いと開発した新規手法の有用性を調査するために、ワークステーションを利用したシミュレーション実験を実施した。

(3) 共変量の測定誤差がもたらす問題点の解明を理論研究により遂行した。あわせて、測定誤差が存在する状況下においても平均的な因果効果が推論可能となるための十分条件の導出を理論研究により遂行した。

(4) 共変量の測定誤差が現実の実証分析にもたらす影響の度合いと開発した新規手法の有用性を調査するために、ワークステーションを利用したシミュレーション実験を実施した。

4. 研究成果

(1) 介入変数の測定誤差がもたらす問題点を理論的に解明した。具体的には、測定誤差を伴う介入変数にもとづく回帰不連続デザインの既存の推定量が平均的な因果効果に対するバイアスを持つことを証明した。バイアスは測定誤差の確率分布および真の介入変数(測定誤差を伴わない介入変数)の確率分布に依存することを示した。これらのバイアスはデータとして直接的には観測できない変数に関するパラメータであるため、何らかの追加的な情報を用意しない限りはバイアスの修正を行うことができない。

(2) 介入変数の測定誤差がもたらす問題点を解決するための新規推論手法を開発した。具体的には、引用文献 および引用文献のアイデアを拡張するとともに、追加的な共変量・操作変数・繰り返し観測値などの外生変数の観測可能性を活用することで、平均的な因果効果、測定誤差の確率分布、真の介入変数の確率分布をノンパラメトリック(回帰関数の関数形や分布関数の特定化を必要としないアプローチ)に識別するための局所的なモーメント条件を導出した。当該モーメント条件にもとづくノンパラメトリックな推定手法として、本研究では一般化モーメント推定の拡張である局所線形一般化モーメント推定を開発した。局所線形一般化モーメント推定は、局所的なモーメント条件を局所線形回帰によりノンパラメトリックに推定し、その推定したモーメント条件にもとづく一般化モーメント推定を行うものである。

(3) (2)で開発した局所線形一般化モーメ

ント推定の統計的性質を導出した。具体的には、標本サイズが十分大きく、局所線形一般化モーメント推定で使用するスムージング・パラメタであるバンド幅が十分に小さいという条件のもとで、局所線形一般化モーメント推定量の一致性・漸近バイアス・漸近分散・漸近正規性を導出することに成功した。その結果をもとに、局所線形一般化モーメント推定における最適なウェイト行列の選択方法および最適なバンド幅の選択方法を検討した。あわせて、平均的な因果効果の信頼区間推定や仮説検定を実施するための方法を開発した。

(4) (2)、(3)の理論研究の成果を検証するために、ワークステーションをつかったモンテカルロ・シミュレーション実験を実施した。複数のシミュレーション・デザインのもとで、介入変数の測定誤差が因果推論における深刻な問題をもたらすことを確認すると同時に、本研究で開発した新規推論手法が当該問題を解決するための方法として有用であることを確認した。

(5) 共変量の測定誤差がもたらす問題点を理論的に解明した。測定誤差が連続確率変数である場合には、共変量を条件づけたときの回帰関数の不連続性が消滅してしまうため、回帰不連続デザインの既存の推定量が定義できなくなるという問題が発生することを証明した。その一方、データの一部の観測値が測定誤差を伴わない場合には、共変量を条件づけたときの回帰関数の不連続性は消滅しないため、回帰不連続デザインの既存の推定量は依然として定義できるが、当該推定量は一般には平均的な因果効果には等しくないことを証明した。

(6) データの一部の観測値が測定誤差を伴わないことを仮定したもとで、回帰不連続デザインの既存の推定量がある種の平均的な因果効果を識別するための十分条件を導出した。具体的には、測定誤差が因果効果と独立な場合には、既存の推定量が平均的な因果効果を識別することを証明した。一方、測定誤差が因果効果と独立でない場合には、既存の推定量は測定誤差を伴わない観測値についての平均的な因果効果を識別することを示した。

(7) (5)、(6)の理論研究の成果を検証するために、ワークステーションをつかったモンテカルロ・シミュレーション実験を実施した。複数のシミュレーション・デザインのもとで、(5)、(6)の研究成果に一致するシミュレーション結果が得られた。

(8) (1)、(2)、(3)、(5)、(6)の理論研究の成果の拡張を実施した。

第一の拡張として、回帰不連続デザインの

結果変数も測定誤差を伴う状況下において追加的な問題が発生するかどうかを調査した。結果変数が連続変数の場合には、回帰不連続デザインの既存の推定量によって平均的な因果効果を推論できるため、測定誤差は問題を引き起こさないことを証明した。一方、結果変数が離散変数の場合には、介入変数の測定誤差が引き起こす問題と類似の問題が発生するため、そのような測定誤差に対する解決策を検討する必要があることを議論した。

(1)、(2)、(3)、(5)、(6)の理論研究では介入変数と共変量の片方のみが測定誤差を伴う状況を分析していたため、第二の拡張として、介入変数と共変量の両方が同時に測定誤差を伴う状況を分析した。この場合には(1)と(5)で解明した内容を複合した問題点が発生することを証明し、その解決方法として(2)、(3)、(6)で開発した内容を複合した解決策を検討した。

(9) (1)-(8)までの研究成果をまとめた研究論文を執筆した。本研究課題の最終年度末には、執筆した研究論文を計量経済学の一流国際学術雑誌に投稿するための最終準備を進める段階に到達した。

<引用文献>

- Lewbel, A. (2007). Estimation of average treatment effects with misclassification. *Econometrica*, 75(2), 537-551.
Yanagi, T. (2017). Inference on Local Average Treatment Effects for Misclassified Treatment.

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2 件)

- YANAGI, Takahide, "Regression Discontinuity Designs with Nonclassical Measurement Error," 2016 Summer Workshop on Economic Theory, 2016年8月6日, 小樽商科大学(北海道・小樽市)
YANAGI, Takahide, "Regression Discontinuity Designs with Nonclassical Measurement Error," The 12th International Symposium on Econometric Theory and Applications, 2016年2月19日, ハミルトン(ニュージーランド)

〔その他〕

ホームページ(ワーキングペーパー):
<http://hdl.handle.net/10086/27522>

6. 研究組織

(1)研究代表者

柳 貴英 (YANAGI, Takahide)

一橋大学・大学院経済学研究科・講師

研究者番号：30754832