

令和元年6月7日現在

機関番号：12613

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2018

課題番号：26780133

研究課題名(和文) セミパラメトリック計量経済モデルにおける統計的推測理論の構築

研究課題名(英文) A theory of statistical inference for semiparametric econometric models

研究代表者

松下 幸敏 (Matsushita, Yukitoshi)

一橋大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：50593589

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：第一に、一般のセミパラメトリックモデルにおいて、経験尤度法を用いた二つの統計的推測法(「セミパラメトリック経験尤度法」および「ジャックナイフ経験尤度法」)を提案し、その統計的性質を議論した。第二に、高頻度データを用いたボラティリティ推定において、ノンパラメトリック尤度法による統計的推測法を提案した。第三に、日本の戦前期の水道普及がもたらした影響をセミ・ノンパラメトリックモデルを用いて分析した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年の計量経済分析において、モデルの誤特定によるバイアスを避けるために、関数形の仮定をできるだけ置かないセミ・ノンパラメトリックモデルは不可欠なモデルとなっている。一方で、セミ・ノンパラメトリックモデルは置かれている仮定が少ないため、一般に統計的推測が困難であり、信頼性の高い統計的推測法の開発は重要な課題である。本研究では、いくつかの具体的なセミパラメトリックモデルにおいて新たな統計的推測法を開発するとともに、一般のセミパラメトリックモデルにおける統計的推測理論の構築のために有益ないくつかの結果を導出した。

研究成果の概要(英文)：First, we proposed two statistical inference methods for general semiparametric models by empirical likelihood ('Semiparametric empirical likelihood method' and 'Jackknife empirical likelihood'), and discussed their statistical properties. Second, we proposed a new statistical inference method for volatility measures in high frequency data environments by nonparametric likelihood. Third, we performed empirical studies on the impact of safe water on infectious disease using semi/nonparametric models.

研究分野：計量経済学

キーワード：セミパラメトリックモデル 統計的推測 経験尤度法

1. 研究開始当初の背景

一般に、計量経済モデルの統計的推測は大標本漸近理論による近似を用いて行われる。しかし、実際の計量経済分析において「有限標本性質」に対する大標本漸近理論による近似は必ずしも正確ではない場合があり、計量経済学における重要な課題の一つとなってきた。

一方、近年の計量経済分析において、関数形の仮定をできるだけ置かないという意味でのセミ・ノンパラメトリックモデルが不可欠なものとなってきている。セミ・ノンパラメトリックモデルは、(多くの場合)パラメトリックモデルにおいて恣意的に置かれた関数形の仮定によって生じる「モデルの特定化バイアス(specification error)」を避けることができるという長所を持つからである。しかし、その一方で置いている仮定が少ないために、モデルの統計的推測が困難になるという問題がある。具体的には、第一に、パラメトリックモデルの場合以上に大標本理論による近似が不正確になる場合がある。第二に、統計的推測の重要な要素である「推定量の(漸近)分散」を求めることは容易ではなく、多くの場合複雑な形となり、その推定が困難になる場合がある。第三に、「チューニングパラメータ」と呼ばれるパラメータの選択が有限標本性質に多大な影響を及ぼす場合がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、いくつかの具体的なセミパラメトリック計量経済モデルにおいて、より信頼性の高い統計的推測法を開発するとともに、一般のセミパラメトリックモデルにおける統計的推測理論を展開することである。

3. 研究の方法

経験尤度法 (Empirical Likelihood method) は、近年、多くの良い性質をもつことが分かってきた統計的推測の有力なフレームワークの一つである。具体的には、(i) 経験尤度比統計量が帰無仮説の下で漸近的にカイ2乗分布に従うこと ('Wilks' phenomenon' と呼ばれる) を示すことにより、漸近分散を導出することなく統計的推測を行うことが可能であること、また (ii) バートレット補正 (Bartlett correction) と呼ばれる修正によって高次の漸近的性質の改良が可能であることなどが知られている。本研究では、第一に、いくつかのセミパラメトリック計量経済モデルに経験尤度法を適用した新たな統計的推測法を提案し、その統計的性質を分析した。

また、セミパラメトリックモデルにおける統計的推測理論を展開するために精度の良い近似理論の構築も重要な課題である。本研究では、第二に、セミパラメトリックモデルにおいて、その近似精度を改良するために(標準的漸近理論に加えて)いくつかの新しい漸近理論を展開した。一つは「高次の漸近理論」(higher-order asymptotics)であり、一次の漸近近似の代わりに二次以上の漸近展開を行うことにより、近似精度を高めようとするアプローチである。もう一つは、「非標準的漸近理論」(nonstandard asymptotics)であり、共変量や操作変数の次元、あるいはチューニングパラメータについての仮定において、「標準的漸近理論」よりも弱い仮定をおいた場合の統計量の挙動を考慮することにより、近似精度を高めようとするアプローチである。

4. 研究成果

第一に、生成された独立変数を含む一般のセミパラメトリックモデルにおいて、経験尤度法を用いた新たな統計的推測法 (Semi-Parametric Empirical Likelihood (SPEL)) を提案した。具体的には、局外パラメータの影響関数 (influence function) を用いてモーメント制約を修正することにより、それに基づく経験尤度比統計量が帰無仮説の下で漸近的にカイ2乗分布に従うことを示した。本手法は、推定量の標準誤差を推定することなく統計的推測を行うことができるということに加え、チューニングパラメータについて従来よりも弱い仮定の下で正当化されるという利点を持つ。また、数値実験により、従来手法に比べてより良い有限標本性質を持つことも確認された。この研究は、現在投稿・審査中である。

第二に、一般のセミパラメトリックモデルにおいて、ジャックナイフ法と経験尤度法を組み合わせたジャックナイフ経験尤度法 (Jackknife Empirical Likelihood (JEL)) による統計的推測法を提案し、その統計的性質を標準的漸近理論、および非標準的漸近理論を用いて分析した。SPEL法では、セミパラメトリック推定量の影響関数 (influence function) を導出する必要があり、その導出はモデルごとに行わなければならない。一方、JEL法では影響関数を導出することなしに(標準的漸近理論の下で)経験尤度比統計量が帰無仮説の下で漸近的にカイ2乗分布に従う

ことが示された。また、適切な修正を施すことにより、いくつかの非標準的漸近理論の下でも経験尤度比統計量の帰無分布が漸近的にカイ 2 乗分布に従うことを示した。この研究は、現在、投稿・審査中である。また、特に、平均限界効果 (average derivative) と処置効果 (treatment effect) の統計的推測において、SPEL 法と JEL 法をその他の手法と比較検討した。またモーメント関数が滑らかでない場合における JEL 法の拡張についても議論した。この結果は Japanese Economic Review に掲載された。

第三に、説明変数に内生変数がある場合のプロビットモデルの一般化積率法による新たな推定法を提案し、その効率性について議論した。この研究は、Japanese Economic Review に掲載された。

第四に、高頻度データを用いた、ボラティリティのノンパラメトリック統計的推測法を提案し、その統計的推測を分析した。具体的には、(i) ボラティリティの統計的推測において、ノンパラメトリック尤度比 (に適切な修正を施した) 統計量の帰無分布が漸近的にカイ 2 乗分布に従うこと、(ii) Bartlett 補正によって高次の漸近的性質の改良が可能であること、が示された。また (iii) 確率過程にジャンプがある場合のボラティリティ、(iv) マイクロストラクチャーノイズがある場合のボラティリティ、(v) ジャンプの有無の検定、それぞれについてノンパラメトリック尤度を用いた統計的推測法を提案した。また、数値実験によって有限標本性質を検討し、他の手法との比較を行った。この研究は、Journal of Business and Economic Statistics に掲載された。

第五に、日本の戦前期の水道普及が致死率にもたらした影響を、セミ・ノンパラメトリックモデルを用いて分析した。具体的には、パネルデータを用いて、固定効果を考慮した部分線形モデル、及び変動係数モデルによる分析を行い、結果として水道普及と致死率の間に (線形モデルでは測ることが難しい) いくつかの非線形な関係があることを見出した。特に、水道普及が致死率に与える影響は、その普及段階、また気象条件によって異なることが示された。この研究は、Cliometrica、及び Economics and Human Biology に掲載された。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

- (1) “Empirical Likelihood for High Frequency Data”, Camponovo, L., Matsushita, Y. and T. Otsu, Journal of Business and Economic Statistics (2019), in press. 共著。「審査付」
- (2) “Heterogeneous treatment effects of safe water on infectious disease: Do meteorological factors matter?”, Ogasawara, K. and Y. Matsushita, Cliometrica (2019), 13, 55-82. 共著。「審査付」DOI: 10.1007/s11698-017-0169-6
- (3) “Public health and multiple-phase mortality decline: Evidence from industrializing Japan”, Ogasawara, K. and Y. Matsushita, Economics and Human Biology (2018), 29, 198-210. 共著。「審査付」DOI: 10.1016/j.ehb.2018.04.001
- (4) “Likelihood Inference on Semiparametric Models: Average Derivative and Treatment Effect”, Matsushita, Y. and T. Otsu, Japanese Economic Review (2018), 69, 133-155. 共著。「審査付」DOI: 10.1111/jere.12167
- (5) “Moment Estimation of the Probit Model with an Endogenous Continuous Regressor”, Kawaguchi, D., Matsushita Y. and H. Naito, Japanese Economic Review (2017), 68, 48-62. 共著。「審査付」DOI: 10.1111/jere.12091

〔学会発表〕(計 6 件)

- (1) Matsushita, Y. and T. Otsu, “Jackknife, Many weak Instruments and Small bandwidth Asymptotics”, International Conference on Computational and Financial Econometrics, December 2017.
- (2) Matsushita, Y. and T. Otsu, “Jackknife, Many weak Instruments and Small bandwidth Asymptotics”, STICERD econometrics seminar (London School of Economics), November 2016.

- (3) Camponovo, L., Matsushita, Y. and T. Otsu, “Nonparametric Likelihood for Volatility under High Frequency Data”, 関西計量経済学研究会(東京大学), 2016 年 1 月.
- (4) Matsushita, Y. and T. Otsu, “Likelihood Inference on Semiparametric Models with Generated Regressors”, STICERD econometrics seminar (London School of Economics), October 2015.
- (5) Matsushita, Y., “Improved Empirical Likelihood for Average Treatment Effects”, 日本統計関連学会連合大会(岡山), 2015 年 9 月.

〔その他〕

ホームページ:

<https://sites.google.com/site/matsushitaecon/>

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。