

令和元年5月15日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2015～2018

課題番号：15H03335

研究課題名（和文）経済主体間の異質性に起因する内生性を含むセミパラメトリックモデルの計量経済分析

研究課題名（英文）Semiparametric econometric analysis under the existence of endogeneity

研究代表者

西山 慶彦（Nishiyama, Yoshihiko）

京都大学・経済研究所・教授

研究者番号：30283378

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,300,000円

研究成果の概要（和文）：内生性は、観察データを用いた計量経済分析では避けて通れない問題である。本研究はそのような状況で、どのようなセミパラメトリックモデリングが妥当であるかを調べる検定法を提案し、それに基づく推定法と実証分析を行うことを目標とする。統計理論面では、一様な検出力を有するセミパラメトリックモデルの特定化検定のミニマックスレートを導出した。また、実証分析としては、第一にトラック輸送モデルの推定から、時間価値を計測することを試みた。第二に、小売業、卸売業、美容業、宿泊業といったサービスセクターの計量経済モデリングとその分析を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

計量経済分析において、統計的に扱いの難しい問題に関して、どのように取り扱うのがよいかを調べる研究を行ってきた。特に、構造が大きく変化する可能性がある場合には、どのようなモデルが正しいかを調べるのが難しいことを示した。実証分析においては、トラック輸送、卸売業、小売業、美容業、宿泊業などの計量分析を行って、それぞれの産業の特色やその産業の従事者の行動に関する経済分析を行った。

研究成果の概要（英文）：Endogeneity is an important issue in econometrics using the observed economic data. We obtain the minimax rate of specification test of instrumental variable regression models. We showed that the rate depends on the smoothness of the model. In case of non-smooth model, we showed that the uniform rate is n

研究分野：計量経済学

キーワード：モデル特定化 モデル選択 内生性 サービス産業 ミクロデータ分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、計量経済理論の側面とそれを用いた実証分析の側面を合わせ持つ研究である。操作変数回帰モデルは、計量経済分析において欠く事のできない、最も重要なモデルである。多くは、線形性を仮定して係数パラメータを推定するものであるが、その関数形の是非については、不問のまま実証研究が行われることが多い。従前の研究では、回帰分析については、特定化の検定に関するミニマックスレートの理論分析が行われていたが、操作変数モデルに関しては調べられていなかった。

過去の経済理論の多くは、製造業を主たる財・サービスの供給者と想定した分析であった。そのため、実証分析でも製造業を念頭においた生産関数に基づく様々な計測が行われてきた。サービス産業はその生産構造が製造業と大きく異なっているにもかかわらず、同じ枠組みで分析されることが多かった。しかしそれは必ずしも適切ではなく、サービス産業の経済分析は製造業と比べて大きく遅れている。本研究では、流通産業、美容業、観光業に焦点を当て、主としてマイクロデータを用いた実証分析を行うことを目指す。輸送費用における時間費用の計測は、鉄道による乗客輸送などについてはある程度行われてきたものの、主としてデータ入手の可能性の問題から、貨物輸送市場においては調べられてこなかった。統計法の改正と共に、官庁の個票データの利用が容易になった事情もあって、国土交通省による物流センサスデータが入手可能になり、そのような分析を行うことが可能になった。家計レベルの省エネを促進するために、家電製品の省エネラベルの添付がなされてきたが消費者行動にどの程度の政策効果を有するかを明らかにした研究はなかった。

2. 研究の目的

研究には、大きく二つの目的がある。一つ目は、計量経済理論における新たな貢献、二つ目は具体的に実証分析を通じて、様々な経済学的含意を得ることである。前者については、操作変数回帰モデルにおける特定化検定でのミニマックスレートを導出することである。特に、真の構造がリプシッツの意味で滑らかである場合、滑らかでない場合を分けて取り扱う。

流通産業の分析では、輸送費用において大きな割合を占める時間費用の計測を目的として、貨物輸送市場の理論モデルを構成し、モデルのパラメータを推定する手法について検討するとともに、全国物資流動調査(物流センサス)の個票データを用いて実際に推定を行う。美容業、観光業を含むサービス産業の生産性や効率性や技術の測定の仕方を検討し、それに基づいて実際のデータからサービスの供給に関わる実証分析を行う。省エネラベルの政策効果を定量的に明らかにする。

3. 研究の方法

理論面の分析では、帰無仮説としては非線形モデルを含む操作変数回帰モデルを想定して、仮説となる関数が張る空間を滑らかさや上限、下限の有界性などに一定の仮定をおいた上で、漸近論によるアプローチでミニマックスレートを計算する。流通産業の分析では、まずヘドニック理論に基づき、輸送企業のオフター関数と荷主の付け値運賃関数を導く。均衡では、それらの接点が達成されるはずであり、そこではもちろん勾配は等しく、それが荷主の時間価値に一致することを用いて実証分析を行う。美容業については、顧客の効用(満足)関数を定義し、顧客属性と施術者の技術レベルをコントロールした上で、顧客の次回来店確率がどのような要因に影響を受けるかを探る。観光業の分析については、旅行者の行き先やその規模などを包括的に統計分析し、日本人の国内旅行者と海外旅行者の行き先分布を動学的に導く。民間のビッグデータを用い、家電製品に関して消費者の省エネ性向をヘドニック法による価格関数の推定を行い、省エネラベルの政策効果を明らかにする。

4. 研究成果

計量経済理論面では、逐次時系列解析と操作変数モデルの特定化検定のミニマックスレートの2点である。

(1) 逐次解析を使った時系列データの分析

通常の統計分析は与えられた一定数のデータに関する行なう、または実験計画を立てて実験回数をあらかじめ決めてその実験の結果を分析する。それに対して逐次統計解析では時間が経つにつれ新しいデータが次々と手に入る状況でできるだけ速く(少ないデータで)、一定の信頼性を持った統計分析を行なう。そのためにデータ数も確率変数となる。その設定のもとでのいくつかの時系列データの分析方法の開発を行なった。

1つ目は時系列データが1次の自己回帰モデル、つまり $x_t = x_{t-1} + \epsilon_t$ 、である場合の自己回帰係数の推定と、その係数が単位根を持つかどうかの検定である。この論文では単位根を持つ場合と、定常な場合の係数と停止時刻の同時分布を求め、それを使って検定を行なっている。そのために帰無仮定のもとでデータを $D[0; 1)$ 上でのブラウン運動で近似して、Dambis, Dubins-Schwarz の時間変更を使って分布を導出するという手法を確立した。また、定常な場合は誤差項の分散が未知の場合の方が停止時の分散が小さいという逆説的な現象も発見した。

2つ目は上と同じ1次の自己回帰モデルで自己回帰係数が単位根に近い場合、つまり局所対立仮説を考えた場合の係数と停止時の同時分布を導出した。この場合には、データをブラウン運動ではなくオルンシュタイン=ウーレンバック過程で近似し上の論文と同じような方法で係

数の推定量と停止時の同時分布を導出している。

3 つ目の論文は上記の逐次解析の結果を p 次の自己回帰モデル (AR(p) モデル) への拡張を行なった。モデルは複雑になるが基本的に同じような手法を使うことで自己回帰係数と停止時の同時分布を導出した。また、AR(p) への拡張を行なったことで実際のデータへの応用の可能性を高めることができた。

まだ研究途中であるが、時系列データの和分次数を逐次解析の方法を使ってできるだけ速く検出するや資産市場のバブルの発生をできるだけ速く検出する検定方法に関する研究も行なっている。

(2) 操作変数モデルの特定化検定のミニマックスレート

経済データの場合は、変数の内生性の問題から操作変数を用いてパラメータを識別することが多い。そのために操作変数モデルで、モデルの特定化 (関数の特定化) が正しいかどうかの検定が必要になる。Ingster (1993) の Asymptotic minimax hypothesis test のアプローチを使い、帰無仮説からの距離が同じであれば一定以上の検出力を持つ検定の中で検出できる局所対立仮説の帰無仮説へ収束する速度が最も速い検定 (minimax rate optimal test) を構築した。またこの検定は実証研究で政策の効果を測定するのによく使われるようになった Regression discontinuity design (回帰不連続) にも適用できるように正しい関数型が不連続な関数であっても検出できるようになっている。

以上は計量経済理論に関する研究であるが、更にそのような状況下における以下の2点の実証分析を行った。

(3) 貨物輸送市場モデルに基づく時間価値の推定

輸送費用において大きな割合を占める時間費用の計測を目的として、貨物輸送市場の理論モデルを構成し、モデルのパラメータを推定する手法について検討するとともに、全国物資流動調査 (物流センサス) の個票データを用いて実際に推定を行った。

理論モデルは、輸送企業の費用最小化行動と荷主の輸送時間に関する選好にもとづいて均衡における貨物運賃および輸送時間を決定するものである。ヘドニック理論に基づき、輸送企業のオファー関数と荷主の付け値運賃関数を導く。輸送企業は一定の輸送時間を達成するため投入要素を選択するが、輸送時間を短縮するためには追加的な要素投入を要するため輸送費用は大きくなる。追加的な要素投入には、高速道路利用や荷物の積み下ろし時間の短縮のための設備や人員が含まれる。このときオファー関数は輸送時間の減少関数となる。荷主は、運賃と時間費用の和で定義される総輸送価格 (フルプライス) の最小化を求める。ここで、時間費用は輸送時間に時間価値の金銭的評価値を乗じたものである。したがってフルプライス一定のもとで輸送時間を小さくすると貨物運賃の支払い意思額は大きくなる。すなわち付け値関数も輸送時間の減少関数である。均衡の輸送時間と貨物運賃はオファー関数と付け値関数の接点において決まるが、接点における付け値関数の勾配は荷主の時間価値に等しくなる。

上記の理論モデルにより、貨物運賃関数と輸送時間関数が導かれるが、これら2本の関数のパラメータを同時に推定した。そして推定された付け値関数の勾配を計算することで時間価値を計測した。実証分析の結果、時間価値は、貨物のサイズ (重量) や輸送距離に応じて大きく変動することがわかった。時間価値計測のための従来の方法では、重量や距離による変動を反映させることができなかった。

さらに政策への応用として、荷主の時間価値を交通インフラ整備の社会的便益の評価に含める方法を開発し、推定されたモデルに基づいて試算を行った。社会的便益は、輸送企業の輸送費と荷主の時間費用の和の変化として定義される。ここでは高速道路の整備に着目するが、これは整備なしの場合と同じ要素投入のもとでも輸送時間が短縮されるので、技術進歩による費用関数のシフトと同様のメカニズムである。上と同様、さまざまな重量と距離の組み合わせに対して高速道路整備の社会的便益を試算した。

(4) サービス産業の生産性分析

わが国の90年代以降はマイナス成長が続き生産性も著しく低下しており、持続可能な成長をするためには、生産性の向上は必要不可欠であると認識されている。生産性計測では、製造業を中心に企業や事業所のパネルデータを用いた分析が盛んに行われてきた。一方で、経済学の研究において、サービス産業は、生産性の定義の困難さとデータの入手制約により十分に行われていない。しかし、サービス産業は、近年GDPシェアが7割を超え、わが国の経済活動の中心となっている。これに鑑み、公的統計のみならず、民間データを活用することによって各業種の特徴に寄り添った実証研究を行い、サービス産業の構造を明らかにし、付加価値の源泉を探ることを目的としてきた。平成27年度は、1955年から2012年までの長期間に渡り全産業の35分類について全要素生産性(TFP)の推定を行い、生産性の業種比較、エネルギー効率性の比較を行った。平成28年度以降は、サービス産業のみを対象とし、まず青果市場について小売業の経済モデルを作成し、品目別の費用関数を推定することで小売業の品目別・都道府県別効率性を計測した。平成28年度は、運輸業の中でもトラック輸送に着目し、輸送業の経済モデルを作成しトラック輸送の荷主の時間価値の計測を行い、高速道路新設や整備がもたらす社会的便益を

輸送距離と荷物の重さごとに算出した。平成 29 年度は、近年の AI、IoT 技術が製造現場だけでなく、レストラン、小売り、医療現場に活用されている産業技術総合研究所のこれまでの社会実装事例についてまとめた。これにより、サービス産業の生産性や効率性の向上と新しい技術の関係を示した。また、美容業について顧客の効用（満足）関数を定義し、顧客属性と施術者の技術レベルをコントロールしても、顧客の店舗内での経験（店舗と担当者の混雑など）が次回来店確率に影響を与えることがわかった。さらに、近年のインバウンドブームの包括的な理解となぜブームが起きたのかを知るために、観光業についての分析を行った。観光業はサービス産業の中でも移動可能(tradable)で、宿泊業、輸送業、小売業、飲食業、娯楽業などを包含しており、このブームによる外需の取り込みの日本各地、各産業への波及効果は計り知れない。まず、Global Value Chains (GVCs)の枠組みでインバウンドブームを捉え、政府目標である 2020 年のインバウンド旅行者の消費額 8 兆円と 2030 年の 15 兆円が達成された場合の雇用・経済波及効果を産業連関分析で計測した。平成 30 年度には、旅行者の行き先やその規模などを包括的に統計分析し、日本人の国内旅行者と海外旅行者の行き先分布の相違、外国人旅行者が今後も増加する地域はどこかなどを明らかにした。さらに、平成 27 年度のエネルギー効率性の議論と関連して、民間ビックデータを活用し近年のわが国の家電市場について、消費者の省エネ性向をヘドニック法による価格関数の推定により明らかにした。この研究は同時に省エネ製品の市場喚起のために政府が導入している省エネラベルが消費者に対してアピールングかどうかを評価している。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 7 件)

Wang, C. and Y. Nishiyama “Volatility forecast of stock indexes by model averaging using high-frequency data” *International Review of Economics and Finance*, 40, 2015, 324-337.

Yoko Konishi "On the Role of Skill, Quality, and Environmental Factors on Customer Behavior of the Beauty Industry," *RIETI Discussion Paper Series*, 2017, 17-E-035.

Yoko Konishi, Se-il Mun, Yoshihiko Nishiyama and Ji-eun Sung , *Transportation, Knowledge and Space in Urban and Regional Economics*, Edward Elgar 2018.

〔学会発表〕(計 12 件)

M. Iwasawa, K. Hitomi and Y. Nishiyama “Optimal minimax rates of specification tests for IV regression” *Recent Progress in Time Series and Related Fields*. Tohoku University 2015

Y. Konishi “What causes customers to come back? : A microdata analysis using data from Japanese hair salon” *日本マーケティングサイエンス学会、筑波大学* 2015

M.Iwasawa, K. Hitomi, Y. Nishiyama "Optimal Minimax Rates of Specification Tests for IV Regression" *日本経済学会、岩澤政宗*, 2016

M.Iwasawa, K. Hitomi, Y. Nishiyama "Optimal Minimax Rates of Specification Tests for IV Regression" *The Econometric Society Asia Meeting, Kyoto*. 2016

M.Iwasawa, K. Hitomi, Y. Nishiyama "Optimal Minimax Rates of Specification Tests for IV Regression" *German Statistical Society Statistische Woche, Augsburg* 2016

Y. Konishi “What causes customers to come back? : A microdata analysis using data from Japanese hair salon” *統計関連学会連合大会 応用統計学会企画セッション、金沢大学* 2017

K. Hitomi, K. Nagai, Y. Nishiyama and J. Tao “Sequential Estimation and Unit Root Tests for Autoregressive Processes” *Wadeda International Symposium, Introduction of General Causality to Various Data and Its Innovation of the Optimal Inference*, 2018.

K. Hitomi, K. Nagai and Y. Nishiyama “Sequential Unit Root Test” *Recent Developments in Econometric Theory and Its Applications* 2019.

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称 :

発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：文 世一
ローマ字氏名： Mun Se-il
所属研究機関名：京都大学
部局名：経済学研究科
職名：教授
研究者番号（8桁）：40192736

研究分担者氏名：人見 光太郎
ローマ字氏名： Hitomi Kohtaro
所属研究機関名：京都工芸繊維大学
部局名：基盤科学系
職名：教授
研究者番号（8桁）：00283680

研究分担者氏名：小西 葉子
ローマ字氏名： Konishi Yoko
所属研究機関名：独立行政法人経済産業研究所
部局名：研究グループ
職名：上席研究員
研究者番号（8桁）：70432060

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：
ローマ字氏名：

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。