

機関番号：82101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21830115

研究課題名（和文） ベイジアンアプローチに基づくインフラストラクチャーの経済評価

研究課題名（英文） A Bayesian approach to the program evaluation of infrastructures

研究代表者

宮脇 幸治 (MIYAWAKI KOJI)

独立行政法人国立環境研究所・社会環境システム研究領域・NIES ポスドクフェロー

研究者番号：40550249

研究成果の概要（和文）：

逓減型ブロック料金制下の家庭用ガス需要関数の推定に関して、厳密な経済モデルに基づくベイジアンアプローチによる推定手法を開発しました。研究結果を論文としてとりまとめ、ディスカッションペーパーとして登録するとともに、査読誌への投稿を行いました。また、幹線鉄道の経済評価に関して、従来のトリートメント効果に関する統計的モデルを拡張した新しい統計的モデルを構築しました。得られたモデルの推定手法を構築するとともに、数値実験による検証及び九州新幹線の実証分析を行いました。

研究成果の概要（英文）：

Regarding the estimation of the residential gas demand function under decreasing block rate pricing, I elaborated a Bayesian estimation method for the exact economic model. Obtained results are collected in an article, which is registered as the discussion paper and is submitted for possible publication to the refereed journal. Next, regarding the program evaluation of the main line railroad, I developed a new statistical model that extends the classical model for the treatment effect. For this model, I constructed a Bayesian estimation method, which is checked by numerical examples. I also applied the model and the method to the empirical analysis of the high-speed railway line in Kyushu.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,070,000	321,000	1,391,000
2010年度	960,000	288,000	1,248,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,030,000	609,000	2,639,000

研究分野：計量経済学

科研費の分科・細目：経済学・経済統計学

キーワード：経済統計学

1. 研究開始当初の背景

(1) 逓減型ブロック料金制下の家庭用ガス需要関数の推定

逓減型ブロック料金制とは非線形料金体系の一つであり、その典型的な料金表は日本の家庭用ガスの料金表に見ることができま

す。このような料金体系に直面した消費者の需要関数は、その統計的モデルが非線形制約を含む多項トービットモデルとなることが知られていますが、実証分析はブロック数が2の場合の分析(例えば Burtless and Hausman 1978, JPE)もしくはブロック数は限

定せず非線形制約を線形近似した場合の分析 (Miyawaki and Omori 2007, CIRJE discussion paper)に限られています。

実証分析が限られている主な理由は、推定に用いられる統計的モデルの複雑さにあります。この統計的モデルは、消費者の効用最大化問題を解くことで得られるものであり、モデルパラメータも経済学的な意味を持つ一方、Miyawaki, Omori and Hibiki (2008) CIRJE discussion paper で明らかにされたように、観測値数に比例して制約式の数が増えるという特徴を持ちます。(Miyawaki et al (2008)では料金単価が単調に増加する場合、逓増型ブロック料金制について焦点を当て分析を行っていますが、本質的には逓減型も同様です。)また逓減型の場合には、これらの制約式が非線形となります。

Miyawaki and Omori (2007)では、これらの複雑さ(制約式の数及びそれらの非線形性)を経済理論の双対性に基づく近似とベジアンアプローチを用いて部分的に解決しました。しかし彼らの研究では近似の正当性について議論しておらず、近似の評価を行うためには厳密なモデルに基づく推定方法を提案する必要があると考えています。

(2) 幹線鉄道の経済評価

近年、プログラム評価の研究が盛んに行われています。インフラストラクチャーのプログラム評価としては、例えばインドのダムを分析したもの(Duflo and Pande 2007, QJE)やアメリカの高速道路を分析したもの(Baum-Snow 2007, QJE)等が挙げられます。しかし幹線鉄道のような大規模インフラストラクチャーの分析を行うには、主に2つの要因を追加的に考慮する必要があると考えています: (i) 一度に営業を始めるのではなく、順次営業を始める、(ii) いくつかの区域をまたいで営業する。これらの要因は、例えば九州新幹線で見ることができます。

これらの要因を単純化もしくは考慮せずに推定を行えば、インフラストラクチャーの経済評価を誤る可能性もあります。しかし、ベジアンアプローチに基づくプログラム評価の統計的モデル(Chib and Hamilton 2000, JOE; Chib 2007, JOE)では、これらの要因を適切にコントロールすることができます。本研究では、それらのモデルを拡張し、幹線鉄道の経済評価への応用を行いたいと考えています。

2. 研究の目的

(1) 逓減型ブロック料金制下の家庭用ガス需要関数の推定

厳密な経済モデルに基づく、ベジアンアプローチによる推定手法の提案です。また提案される手法を用いて日本の家計データを

分析します。仮想的に料金体系が変化した場合の分析も行います。

(2) 幹線鉄道の経済評価

ベジアンアプローチに基づく幹線鉄道の経済評価方法の提案を行います。提案手法を用いて、九州新幹線が九州地方において市町村レベルでの人口動態、賃金構造等に及ぼす影響を分析します。その際、仮想的に鉄道の部分開業の順序が異なった場合の分析を行います。

3. 研究の方法

(1) 逓減型ブロック料金制下の家庭用ガス需要関数の推定

ベースとする推定手法は、Miyawaki and Omori (2007)で提案されたものです。この論文では非線形制約を経済理論の双対性を用いて線形近似する推定手法が提案されていますが、本研究では非線形制約を近似しない厳密な経済モデル(Burtless and Hausman 1978)をブロック数を限定することなく推定する手法を提案します。

具体的には、非線形制約をより評価しやすい線形制約に置き換えます。その際、パラメータ空間を(十分広く)限り、指数関数の単調性を利用することで、非線形制約を含む線形制約を導出することができます。線形制約に置き換えることができれば、棄却サンプリング法を用いて、ベジアンアプローチによる推定を行うことができます。

実証分析には、東京工業大学及び国立環境研究所の日引先生に集めて頂いた家計データのうち、ガスに関係する部分を用います。このデータは月次パネル(36ヵ月)であり、東京都と千葉県に住む家計の公共料金に関するデータ(消費量等)を含みます。

また、得られた推定量を用い、ブロック料金制が変化した場合の需要予測を行います。ベジアンアプローチを用いているため、予測需要は分布として得られ、より詳細な分析が行えます。

(2) 幹線鉄道の経済評価

ベースとなるアプローチは、Chib (2007)で提案されたアプローチです。この論文で提案されているアプローチは、潜在的な結果(potential outcomes)間の同時分布を必要としないため、従来のもの(例えば Chib and Hamilton (2000))よりもパラメータ節約的であることが特徴です。

Chib (2007)のアプローチは一般的なものであるため、幹線鉄道の主な特色である2点: (i) 一度に営業を始めるのではなく、順次営業を始める、(ii) いくつかの区域をまたいで営業する、を考慮する必要があります。本研究では、それぞれ sequential probit モデル

と事前分布が *conditionally autoregressive (CAR)* モデルに従う変量効果としてモデル化します。

Sequential probit モデルとは、離散選択モデルのひとつであり、ある選択が観察されるにはそれに先立つ選択が観察されていないような状況を分析するための統計的モデルです。幹線鉄道の場合、どの区間から開業するかということは当該地域に鉄道を建設するかどうかの選択の後でなければ決定できません。このような状況の分析には、*sequential probit* モデルが適切であると考えています。*Sequential probit* モデルのベイジアンアプローチによる推定方法は *Albert and Chib (2001, Biometrics)* によって提案されており、本研究では彼らの推定手法を応用します。

また、区域をまたいで営業しているため、空間的な相関についても考慮する必要があります。空間的な相関に対するベイジアンアプローチについては、テキスト *Banerjee, Carlin and Gelfand (2004)* にまとめられている通り様々な方法がありますが、*CAR* モデルを事前分布に用いた変量効果モデルを採用したいと考えています。このモデルの特徴としては、多変量への拡張(*multivariate CAR*)が容易であることです。

実証分析では、九州新幹線が九州地方において市町村レベルでの人口動態、賃金構造等に及ぼす影響を分析します。

して、得られた推定結果を元に、部分開業の順序が異なっていた場合の経済効果を分析します。ベイジアンアプローチに基づくプログラム評価なので、効果の平均に加えて分布の情報も得ることができます。

4. 研究成果

(1) 逓減型ブロック料金制下の家庭用ガス需要関数の推定

厳密な経済モデルに基づくベイジアンアプローチによる推定手法を開発しました。計画段階においては、指数関数の単調性を用いた手法を考えていました。しかし、この方法では推定の効率が低いことがわかりました。そのため、凸関数に関する 2 つの不等式 (*Hermite-Hadamard integral inequality* 及び *power-mean inequality*) を用いた新しい手法を開発し、この効率を改善しました。そして、開発された手法を用いて逓減型ブロック料金制下の日本の家庭用ガス需要関数の推定を行いました。また、仮想的な料金体系として均一料金体系、使用量によらず一定の単価であるような料金体系、において単価が異なるものを 3 種類考え、それらの下での経済厚生の変化を分析しました。

研究成果は論文としてとりまとめられ、ディスカッションペーパーとして登録すると

ともに、査読誌への投稿を行いました。また同様の計量モデルをパネルデータへ応用した分析も行いました。パネルデータの分析では、個別効果のモデル化として固定効果モデルと変量効果モデルを考え、いずれのモデルがデータをより良く説明しているかの議論を行いました。家庭用ガス需要関数の分析同様、家庭用水道需要関数の実証分析を行い、論文としてとりまとめるとともに、ディスカッションペーパーとして登録し、査読誌への投稿を行いました。

(2) 幹線鉄道の経済評価

文献のサーベイ及び様々な分野の専門家との意見交換に基づき、用いる統計的モデルの検討を行いました。その結果、計画段階における統計的モデルでは幹線鉄道の経済評価を行うには不十分であることがわかりました。そのため、統計的モデルの修正を行いました。修正されたモデルは、従来のモデルを拡張した新しい統計的モデルとなっています。そして、新しい統計的モデルのベイジアンアプローチによる推定手法を検討しました。また、実証分析で用いる予定のデータの検討を行いました。

統計的モデルの修正を受け、新しい統計的モデルを構築しました。得られたモデルは、従来のトリートメント効果に関する統計的モデルを拡張するもので、新しい統計的モデルとなっています。続いて、この統計的モデルを推定するためのベイジアンアプローチによる推定手法を構築しました。そして、構築された手法を実験データを用いた検証を行いました。本モデルと推定手法を用いて、九州新幹線の実証分析を行いました。次年度以降、得られた成果を論文としてとりまとめ、査読誌への投稿を行う予定となっています。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Miyawaki, K., Y. Omori, and A. Hibiki, *Discrete/Continuous Choice Model of the Residential Gas Demand on the Nonconvex Budget Set*, CIRJE Discussion Paper Series, 無, CIRJE-F-770, 2010.
- ② Miyawaki, K., Y. Omori, and A. Hibiki, *Panel data analysis of Japanese residential water demand using a discrete/continuous choice approach.*, CIRJE Discussion Paper Series, 無, CIRJE-F-717, 2010.

[学会発表] (計 5 件)

- ① Koji Miyawaki, *A Bayesian estimation of the residential gas demand on the*

nonconvex budget set, 2010 年度統計関連学会連合大会, 2010 年 9 月 7 日, 早稲田大学.

- ② Koji Miyawaki, A Bayesian estimation of the residential gas demand on the nonconvex budget set, A Bayesian estimation of the residential gas demand on the nonconvex budget set, 2010 年 6 月 5 日, Gran Hotel Bali.
- ③ 宮脇幸治, A Bayesian estimation of the residential gas demand on the **nonconvex** budget set, International Workshop on Bayesian Econometrics and Statistics, 2010 年 2 月 4 日, 東京大学.
- ④ 宮脇幸治, A Bayesian estimation of the residential gas demand function with nonlinear indirect utility, MCMC の経済データへの応用, 2009 年 9 月 15 日, 一橋大学.
- ⑤ 宮脇幸治, A Bayesian estimation of the residential gas demand function with nonlinear indirect utility, 2009 年度統計関連学会連合大会, 2009 年 9 月 8 日, 同志社大学.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮脇 幸治 (MIYAWAKI KOJI)
独立行政法人国立環境研究所・
社会環境システム研究領域・NIES ホ^oストク^oエロー
研究者番号: 40550249

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし