

氏名(本籍)	にし だ きへいじ 西 田 喜平次 (兵庫県)
学位の種類	博 士 (社会工学)
学位記番号	博 甲 第 5653 号
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	On Statistical and Economic Modeling for Policy and Planning Sciences (社会工学のための統計と経済モデルの理論的研究)
主 査	筑波大学教授 Ph. D. in Economics 浅 野 哲
副 査	筑波大学教授 博士 (学術) 庄 司 功
副 査	筑波大学教授 Ph. D. in Statistics 金 澤 雄一郎
副 査	筑波大学准教授 博士 (工学) イリチュ 美佳
副 査	筑波大学講師 博士 (学術) 近 藤 文 代

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は統計学におけるノンパラメトリック (NP) 関数推定論と経済学における競争的立地均衡モデルの理論的研究を行ったものである。4章から構成され、1章は序章、2、3章は相互に関連した統計学の理論的研究、4章は経済学の理論的研究である。

理論統計学の研究では、Fan and Gijbels (1992、以下 F&G) のカーネル型 NP 単回帰推定量、およびその拡張では不可避と予想されていた分散不均一性を克服し、かつ推定量の推定特性を改善する可能性のある新たな NP 重回帰推定量を提案し、その理論的性質と実際の推定方法を提示し、シミュレーションで推定特性を評価した。NP 重回帰推定量の分散不均一性は、複数の説明変数の同時密度関数と、応答変数の誤差分散比が、各推定点で一定でないため発生する。提案された方法は、この比を考慮し各点ごとにカーネルのバンド幅を調整し、全体として推定量の分散均一性を達成する。単回帰の場合、平均二乗誤差 (MSE) を最小化する F&G 提案の局所可変バンド幅と比べ、上述のアイデアは積分平均二乗誤差 (MISE) という標準的な基準で測定した場合には推定特性が劣る。このため、F&G はこのアイデアの潜在的な可能性に言及しながらも、その最適性に疑問を呈した。また F&G の帰結として重回帰の場合にも同様な評価が当てはまると予想されてきた。しかし、現実のデータ解析においては通常重回帰が採用される。分散と偏りの二乗和である MSE を最小化する F&G の可変バンド幅を重回帰に拡張した場合に比べて、本研究が提案するカーネル型 NP 重回帰推定量は、重回帰の各々の説明変数に分散均一性をもたらす役割を少しずつ最適に振り分ける。本研究はこのアイデアに基づき分散均一性を満たしながらも MISE の最小化を達成する可能性を探った。こうしたバンド幅の選択は、大局的に MISE を調節するパラメータと局所的に分散安定化を図るための説明変数の数に応じた局所的なパラメータを組み合わせる事により可能となる。著者は NP 回帰推定量の分散均一性を達成する最適な局所可変バンド幅行列を導出し、その理論的な最適性を調べた。またその推定法にとりあえて不利な状況を設定して、推定法の応用上の有用性をシミュレーションで示した。

経済学の研究としては、Hotelling (1929) の空間的競争モデルを援用して、出来高払い制の下での歯科診療所の競争的立地均衡を分析した。出来高払い制の下では歯科医療サービスの価格は固定されており、歯科医間の競争は、患者の通院ごとに提供される医療サービスの密度と診療所の立地選択によって行われる。モデルでは、第一段階で歯科医が立地を決定し、第二段階で診療サービスの密度を決定する。歯科医は診療サービスの密度を、また患者は通院回数を選択することにより、各々の効用を最大化する。著者らは歯科医のみが患者の効用関数の形状を知る場合 (Stackelberg) と、歯科医と患者がお互いの効用関数の形状を知る場合 (Nash) の二つの状況を想定し、効用関数のパラメータを変化させて、均衡立地と医師と患者の効用の変化を数値実験から確認し興味深い知見を引き出した。

審査の結果の要旨

2章では、単回帰において均一分散を達成する NP 回帰推定量のバンド幅を導出し、その最適性を検討している。比較対象として MISE を最小化する固定バンド幅をとった。局所分散が、従来のバンド幅を用いて達成される最悪な水準よりも必ず改善される、また固定バンド幅よりも MISE の観点から改善されるケースが存在する事を理論的に示している。しかしながら、分散均一性を保ちつつ MISE が改善されるケースが、実用上頻繁に発生するかどうかについては疑問が残る。3章では、重回帰で説明変数を直交化できるデータに対し、均一分散を達成する NP 回帰推定量の理論的なバンド幅行列を導出している。このようなバンド幅行列は、大局的パラメータと説明変数の数に等しい局所的パラメータを新たに導入して得られる。局所的パラメータ群の導入が、複数の MSE を最小化する局所可変バンド幅行列の最も単純なものよりも、MISE 基準で優位な状況を生み出す。これは、「分散均一化をするための局所的パラメータ」が単回帰では導入できないため、単回帰では起こり得なかった事象であり、本論文の大きな貢献である。バンド幅行列の推定にはプラグイン手法を用い、またその有用性はシミュレーションで示されている。しかし、シミュレーションの状況設定は、どの NP 重回帰推定量でも標本数がかなり多くなければ推定が困難であり、標本数が少ない状況では視覚的に満足の行く結果は得られていない。また実用性についての説得力を増すためには提案された推定手法の現実的な応用例を示すべきであろう。4章では歯科診療所の立地競争について二つの興味深い結果を得ている。第一は、線分市場の中心だけでなく、中心から対称的に分離立地する均衡も存在することを Stackelberg, Nash の両者で確認したことである。既存研究では、輸送費用関数の形状により線分の中心または端点に立地することが知られているが、歯科医療サービスという現実的な市場で、既存研究の中間的な立地が起こることを示したのは興味深い。第二は平均的な診療報酬を引き上げると、患者の効用が上昇する状況が起きる事を確認した点である。引き上げは患者に不利益と考えられるが、通院と診療所の立地を考慮すると望ましい場合もあることを示した点は高く評価できる。

論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士 (社会工学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。