

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：17301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K21231

研究課題名（和文）オークション理論の構造推定と検定について：政府調達を中心に

研究課題名（英文）On structural estimation and testing of auction theory: With emphasis on government procurement

研究代表者

松木 佑介（MATSUKI, Yusuke）

長崎大学・経済学部・准教授

研究者番号：10733660

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）：オークションモデルの構造推定手法を改善して境界効果に対処するため、直観的でシンプルな局所線形推定法の検証を行った。確率密度関数推定のため、経験分布関数から新しいデータを生成して局所線形回帰にける手法と、経験分布関数を直接平滑化する手法を実装し、シミュレーションで推定のパフォーマンスを比較した。結果、平均積分二乗誤差の基準で後者がより優れていると結論付けた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オークションモデルの構造推定には通常カーネル推定法が用いられる。カーネル推定は境界効果によりデータの極値付近で推定が不正確になりうるため、従来手法では境界付近でのサンプルを捨てていた。本研究では局所線形法によるこの問題の解決法を提案している。これによりシンプルな手法で全てのデータを使用したモデルの推定が可能になった。実証オークション関連の文献や、実際の政府調達などの分析などのため、学術的・社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigate intuitive and simple local linear estimation methods to address boundary effects and improve the estimation method in structure estimation of auction models. Two local linear methods for estimating the probability density function are compared. One method is to generate new data from the empirical distribution function and performs local linear regression, and the other method smooths the empirical distribution function directly. We run Monte Carlo simulations with both methods and compare the performance of the estimates. Based on our results, we conclude that the latter is better in the mean integrated squared error sense.

研究分野：実証産業組織論

キーワード：オークション理論 構造推定 境界効果 局所線形法

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

オークション理論の実証研究は、計算機の低廉化と能力向上、さらに構造推定手法の開発により近年急速に発展した。石油採掘権、材木伐採権や公共工事入札などのデータを利用した研究が行われてきた。オークションの実証に関する研究は、回帰分析に始まり、パラメトリックモデル、そしてノンパラメトリックモデルの構造推定に進んだ。特に Guerre, Perrigne and Vuong (GPV, 2000)によりノンパラメトリックモデルの識別・推定が可能なが示され、様々な拡張がなされて応用が進んだ。

政府調達において、どのオークションモデルがデータとより整合するかは、実際の政策を考える際に重要である。検定量の計算にもモデルパラメータの推定が必要なことがあるため、モデル推定の改善はこのための基礎を提供する。統計的手法については、GPV がデータの極値付近のサンプルを捨てる手法を採って以降、基本的にこの手法が採用されてきた。サンプルを捨てる極値付近で推定を全くできなくなってしまうので、手法面での改善の余地が大きい。

参考文献

Guerre, E., I. Perrigne and Q. Vuong (2000) "Optimal Nonparametric Estimation of First-Price Auctions", *Econometrica*, Vol. 68, No. 3, pp. 525-574.

2. 研究の目的

本研究では、オークションモデルの選択・検定に関する議論や推定方法の改善を目的とした。

オークションモデルの構造推定手法は、詳細について標準が定まっているとは言い難い。推定には、各オークションの条件変数や入札額のデータにより、入札額の確率密度関数と累積分布関数の推定が必要になる。確率密度関数の推定にはカーネル密度推定法を用いるのが標準的であるが、このとき平滑化パラメータの計算法や、データの極値付近のサンプルの扱いなどの問題がある。

特にデータの極値付近で推定が不正確になる境界効果への対処が課題となる。オークションの実証研究に関する既存文献では、この領域のサンプルを外すことで対処するが、多くのサンプルが抜け落ちてしまう。この問題に対処する各種手法を検討し、プログラムの実装を行い、パフォーマンスを比較する。

3. 研究の方法

プロジェクトを進めるうち、境界効果の問題にまずは集中するべきだと考えるに至った。確率密度関数のノンパラメトリック推定における境界効果修正手法のレビューと実装、モンテカルロシミュレーションによる比較が中心となった。

カーネル推定法の文献では、境界効果に対処するための多くの研究が存在する。Hickman and Hubbard (2015) は、境界効果修正法の実証オークション研究における先駆的な応用例である。しかし、彼らが用いているカーネルは極めて複雑で拡張も難しい。そこで、よりシンプルでしかも境界効果に対処できる推定法を調査して実装し、モンテカルロシミュレーションによりパフォーマンスを比較することにした。

参考文献

Hickman, B. R. and T. P. Hubbard (2015) "Replacing Sample Trimming with Boundary Correction in Nonparametric Estimation of First-Price Auctions", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 30, No. 5, pp. 739-762.

4. 研究成果

Hickman and Hubbard (2015) で用いられたカーネルの代替手法として、局所線形法や、非対称カーネルの一種であるガンマカーネルやベータカーネルに注目した。局所線形推定量はノンパラメトリック回帰では基本的な手法であり、文献も豊富で性質も良く知られている。一方非対称カーネルは比較的最近提案された手法で、現在文献が蓄積されつつある状況である。非対称カーネルは、いくつか望ましい性質もあるものの、統計的性質が従来と異なりやや複雑であったため、従来手法の延長で議論できる局所線形推定法を採用した。

ノンパラメトリック回帰においても、基本的な Nadaraya-Watson 推定量では境界効果を免れない。局所線形推定量はシンプルでありながら境界効果に対処できる。確率密度関数の推定においても局所線形法の考えを取り入れた推定法がいくつか存在する。このうち経験分布関数を用いる二つの手法に注目した。一方は Cattaneo, Jansson and Ma (2019) がベースとして採用した、経験分布関数から新しいデータを生成して局所線形回帰にける手法で、もう一方は Lejeune and Sarda (1992) による、経験分布関数を直接平滑化する手法である。両手法を実装し、モンテカルロシミュレーションで推定のパフォーマンスを比較した。

通常カーネル推定と二種類の局所線形法により、モデルのノンパラメトリック推定を複数のケースで行った。シミュレーションの回数も多いため計算量が大きくなり、結果を得るのに時間がかかるのが難点であった。この問題に対応するため、並列計算を行い、標準的な回数のシミュレーションを試行することが可能になった。

あるベータ分布と一様分布の混合分布について、シミュレーションを 1000 回行った結果を図

1 に示す。パネル(a)は境界効果の修正を行っていない手法 (naive) による結果、(b)は経験分布関数から新しいデータを生成して局所線形回帰にかける手法 (LLR) による場合、(c)は経験分布関数を直接平滑化する手法 (LS) による場合での推定結果である。 f は真の分布、 $\hat{f}_{0.05}$, $\hat{f}_{0.50}$, $\hat{f}_{0.95}$ はそれぞれ $f(x)$ での推定値の5、50、95パーセンタイルを表す。(d)は3つの手法を比較したものである。(d)の $x = 0$ 付近に注目すると、LSにはほぼバイアスが存在しない一方で、naiveはバイアスが大きく、LLRではバイアスが修正されているものの、LSには及ばないことが分かる。図1のほか、いくつかの分布で同様のシミュレーションによる比較を行った。

パフォーマンスに関しては、平均積分二乗誤差の基準で、経験分布関数を直接平滑化する手法が最も優れていると結論付けた。なお、もう一つの局所線形法である、経験分布関数から新しいデータを生成して局所線形回帰にかける手法では、場合によってバイアスが通常のカーネル推定より大きくなってしまいうこともあり、実際の推定に用いるのは難しいと考えられる。

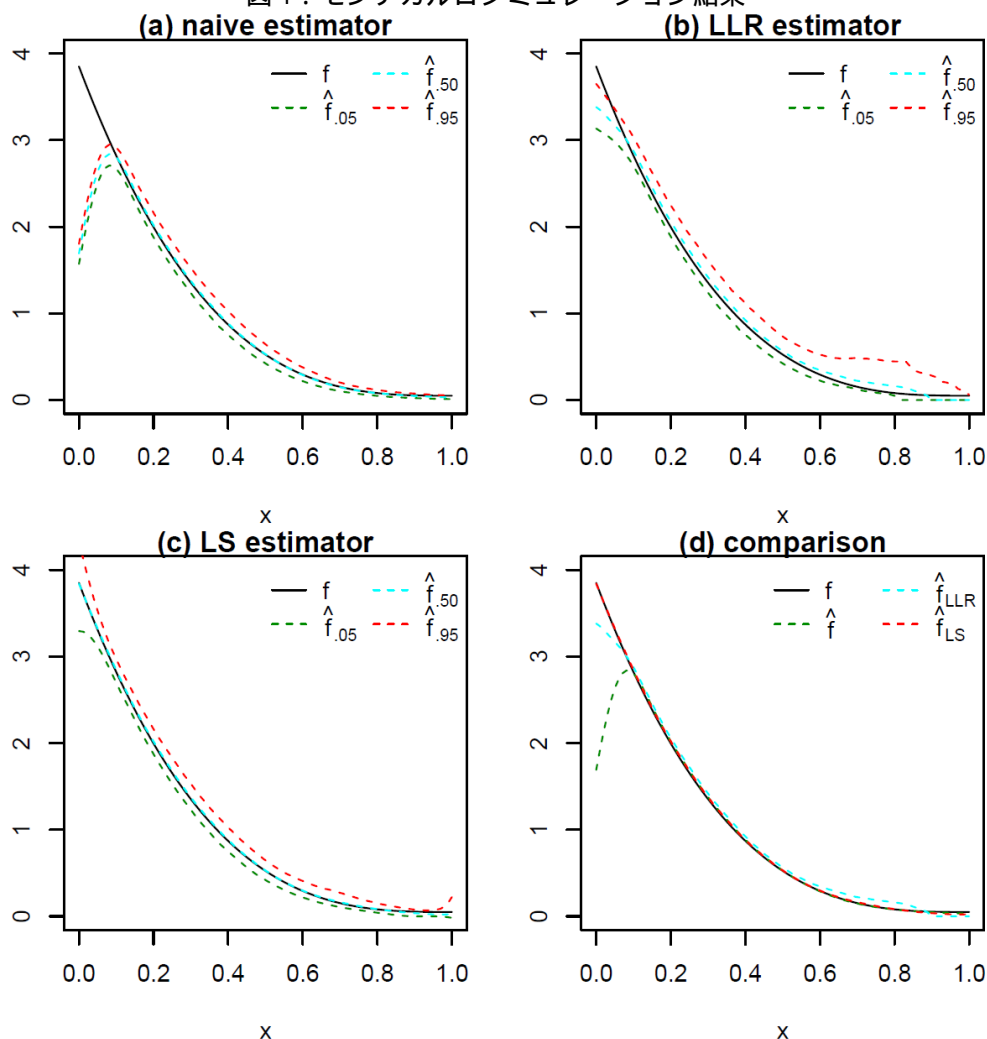
なお、検討した手法は、オークションモデルの推定に限らず、一般的に確率密度関数のノンパラメトリック推定に使用可能なため、応用範囲は広いと考えられる。

参考文献

Lejeune, M. and P. Sarda (1992) "Smooth Estimators of Distribution and Density Functions", Computational Statistics & Data Analysis, Vol. 14, No. 1, pp. 457-471.

Cattaneo, M. D., M. Jansson and X. Ma (2019) "Simple Local Polynomial Density Estimators", Journal of the American Statistical Association, DOI: 10.1080/01621459.2019.1635480.

図1: モンテカルロシミュレーション結果



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Yusuke Matsuki	4. 巻 No. 2842553
2. 論文標題 A Distribution-Free Test of Monotonicity with an Application to Auctions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SSRN	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松木佑介、作道真理
2. 発表標題 Estimation of First-Price Auctions with Local Linear Estimators
3. 学会等名 日本経済学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松木佑介、作道真理
2. 発表標題 Estimation of First-Price Auctions with Local Linear Estimators
3. 学会等名 Sapporo Workshop on Industrial Economics
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----