

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月14日現在

機関番号：14401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2011～2012

課題番号：23830039

研究課題名（和文） ゲーム理論の枠組みを用いた複数財の入札制度の分析と設計

研究課題名（英文） Game Theoretic Analysis and Design of Multi-Object Auctions

研究代表者

佐野 隆司 (Sano Ryuji)

大阪大学・社会経済研究所・講師

研究者番号：50611208

研究成果の概要（和文）：本研究は、複数種類・複数単位の財を配分する入札制度について、ゲーム理論の枠組みを用いて入札者の戦略的行動及び均衡の性質を解明するものである。買い手が個別の財だけでなく、任意の財の組み合わせを指定して入札できるルールを「組み合わせオークション」と呼ぶ。本研究では、特定の戦略が均衡となるような組み合わせオークションルールを特徴づけたほか、現実にはしばしば活用されている価格せり上げ方式の組み合わせオークションの均衡を導出した。

研究成果の概要（英文）：I study auctions of multiple objects and multiple units, and investigate bidders' incentive and equilibrium allocations in them. "Combinatorial auctions" are those auctions in which bidders submit bids not only for individual objects but for combinations (or packages) of objects. In this research, I characterized a class of combinatorial auctions in which a particular strategy profile forms a Nash equilibrium. In addition, I derived an equilibrium in an ascending-price auction that has recently been used in some applications.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：理論経済学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学

キーワード：経済理論、オークション

1. 研究開始当初の背景

入札制度（オークション）に関する従来の研究では、単一種類の財1単位のみ取引を分析することが主であった。しかし現実には複数種類・複数単位の財が取引され、経済主体の財に対する価値評価は財ごとに独立ではなく、代替・補完のような相互関係が存在する。このような環境において、多数の財を

いくつかの財のパッケージ（組み合わせ）に適切に分割し、配分する入札ルールの研究はパッケージ（組み合わせ）オークションと呼ばれ、市場取引に対する理論的基礎を与えると同時に、周波数帯、空港発着枠、貨物輸送、電力など様々な市場設計に実際に応用され始めている。（図1）

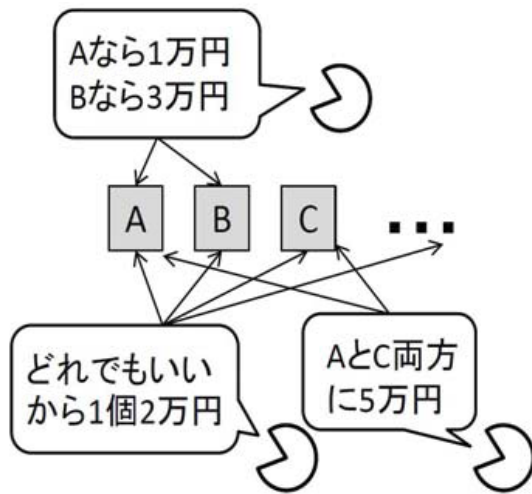


図1 複数財の配分問題

しかしながら複数財オークションの入札ルールは一般に複雑であり、様々なルールのもとで、どのような戦略的入札行動がとられるか、均衡でどのような配分が実現するかについて、未だ十分に明らかにされてこなかった。そこで本研究では様々なパッケージオークションの持つ理論的性質を明らかにすることにした。特に、現実への応用事例でしばしば採用される「価格せり上げ方式」のパッケージオークションに注目し、そこでの入札者の行動や均衡の理論的性質について分析することにした。

2. 研究の目的

複数財オークションに関する研究は 1990 年代以降国際的に盛んに研究されているが、未だに様々なオークションルールの下で入札者がどのように行動し、均衡においてどのような配分が実現されるか十分に明らかにされていない。特に入札者が財のパッケージ（組み合わせ）に対して入札できる「パッケージオークション」は近年各国の周波数割当オークション等で採用されるなど注目を集めている一方で、その理論的性質について解明されていない点が多い。

そこで本研究は、現実の入札制度としてしばしば利用されている「価格せり上げ方式」の複数財オークションに特に着目し、

(1) 情報の非対称性の有無などについて様々な環境を仮定したとき、入札者がどのような戦略的行動をとるか、

(2) ゲーム理論の均衡において、どのような配分が実現するか、

(3) 対応する「封印入札方式」の複数財オークションの理論的結果との関連性、特に既存研究で明らかにされている封印入札方式での均衡の複数性を、価格せり上げ方式によ

って解決できるか、をゲーム理論・メカニズムデザインの手法を用いて明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、複数種類・複数単位の財を配分する問題を数理モデルに定式化し、ゲーム理論・メカニズムデザイン理論の手法によって分析する。

一般に入札制度に関する研究では、各入札者の財に対する価値評価はその入札者の私的情報であると仮定し、情報の非対称性のある環境下でゲーム理論の均衡を分析することが標準的な手法である。しかし、複数財オークションは一般にきわめて複雑な問題であり、情報の非対称性を仮定した通常のモデルの分析はきわめて困難であることが知られている。そこで、本研究では以下の2種類のモデルを考えることにする。

(1) 財・入札者の数や価値評価構造を単純化した簡単なモデルを構築し、情報の非対称性のある環境下で均衡分析を行う。

(2) 財・入札者の数や価値評価構造は一般のままで、情報の非対称性のない環境を考え、完備情報下の均衡分析を行う。

(1) にもとづく近年の関連研究としては、Ausubel and Baranov (2010) や Goeree and Lien (2009) などが挙げられる。また、(2) の手法をとった関連研究としては Day and Milgrom (2008) などがあり、これらの研究成果と関連付けることができる。

また、本研究をすすめるにあたって、複数財オークションの研究と関係のある様々な隣接する研究分野の結果を収集し、参考にする。具体的な関連する研究分野としては、協力ゲーム理論（コアの理論）、産業組織論（bundling の理論、タイミングゲームの理論など）、外部性のある入札理論等が挙げられる。

4. 研究成果

上記 (1) に関する研究成果は Sano, “Non-bidding equilibrium in an ascending core-selecting auction” (2012) に収められている。また、上記 (2) に関する研究成果は Sano, “Vickrey-reserve auctions and an equilibrium equivalence” (2013) および Sano, “The Vickrey-target strategy and the core in ascending combinatorial auctions” (未公開) に収められている。

(1) 情報の非対称性のあるモデルの分析結果について

Sano (2012) では、2財の配分問題を考え、SタイプとLタイプの2つのタイプの入札者

が存在するような状況を考えて。S タイプの入札者は1財のみを需要し、L タイプは2財両方を補完財として需要する入札者である。S タイプが2人、L タイプが1人いるような状況で、近年英国などいくつかの国の周波数割当オークションに実際に用いられている「パッケージ時計オークション」と呼ばれる価格せり上げ式オークションにおける均衡を初めて導出した。

均衡では、L タイプの入札者は常に自分の評価額まで正直に入札するが、S タイプのうち一方は、自分の評価額に関わらず、常に開始価格で入札を止めてしまう。結果として実現する配分は一般に非効率であり、また売り手の期待収入も低調に終わる可能性がある。この結果は悲観的ではあるが、適切な最低価格を設定するか、S タイプの入札者を増やすことによって、効率性・期待収入ともに大きく改善することを同時に示した。

(2) 情報の非対称性のないモデルの分析結果について

まず Mathematical Social Sciences に掲載された Sano (2013) では、Day and Milgrom (2008) で示された既存の研究結果を拡張し、ある特定の戦略がナッシュ均衡となるようなオークションルールを特徴づけた。Day and Milgrom (2008) は、申告された価値評価のもとで、配分・支払額がコアに属するように決定する入札ルールを「コア選択オークション」と名付け、全てのコア選択オークションでは、「切り詰め戦略」と呼ばれる特定の戦略がナッシュ均衡になることを示した。そして、その均衡で実現される配分は真価値評価にもとづくコアに属することを示した。

これに対し Sano (2013) では、Day and Milgrom (2008) の結果がコア選択オークションに特有なものではなく、より広いクラスの入札ルールに適用可能であることを示した。具体的には、申告された価値評価のもとで効率的な財配分をもたらす、かつ各入札者の支払額が所謂「Vickrey-Clarke-Groves メカニズム」のそれ以上となるような任意の入札ルールであれば、同様のナッシュ均衡が存在して、真の価値評価にもとづくコアに属する配分を実現することを示した。更に、『各入札者の支払額が「Vickrey-Clarke-Groves メカニズム」のそれ以上である』ことが、同様のナッシュ均衡が存在するためのほぼ必要条件になっていることを示した。Sano (2013) はこの入札ルールのクラスを「Vickrey-reserve auctions」と名付け、この入札ルールのクラスが複数財オークションを考える上で本質的に重要な範囲であることを示した。(図2)

以上の結果を踏まえ、Sano (未公開)は

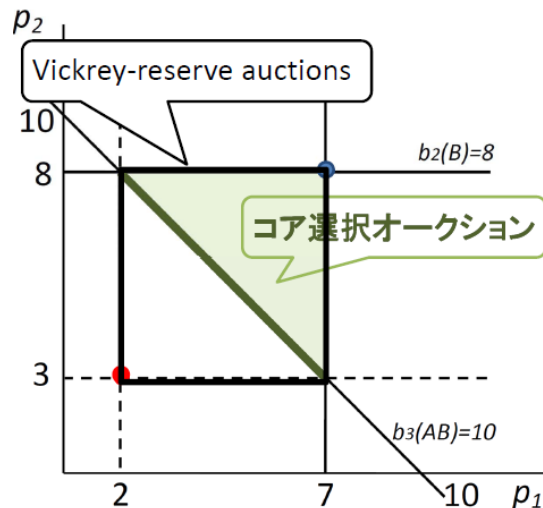


図2 コア選択オークションと Vickrey-reserve auctions の関係を表す図

Vickrey-reserve auctions という広いクラスの入札ルールに対して、一般的な形で価格せり上げ方式を導入した。さらに、分析を容易にするため、各入札者の戦略に一定の制約を課したモデルを考えた。そして、任意の価格せり上げ方式オークションについて、部分ゲーム完全均衡となるような特定の戦略が存在することを示した。そして、その均衡で実現する配分は、真の価値評価にもとづくコアに属することを示した。更に、Sano (2013) で導出されるナッシュ均衡は一般に多数存在する一方で、価格せり上げ方式オークションの均衡は弱い条件の下で一意に定まることを示した。

しかしながら、本結果は各入札者の戦略に加えられた制約に依存しており、一般の(制約のない)戦略空間のもとでは、価格せり上げ方式オークションは部分ゲーム完全均衡で効率的な配分すら保証されないことを示した。

これらの結果は未公開であるが、いくつかの国際会議において報告しているほか、国内学会や、東京大学、一橋大学、京都大学、名古屋大学などの研究会で報告しており、国際的な学術雑誌に投稿準備中である。

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 Ryuji Sano, Vickrey-reserve auctions and an equilibrium equivalence, Mathematical Social Sciences, 査読有, 65,

112-117, 2013,
DOI:10.1016/j.mathsocsci.2012.10.005

② Ryuji Sano, Non-bidding equilibrium in an ascending core-selecting auction, Games and Economic Behavior, 査読有, 74, 637-650, 2012, DOI: 10.1016/j.geb.2011.08.016

[学会発表] (計5件)

① 佐野隆司, A Dyanmic Mechanism Design for Scheduling with Different Lengths of Use, ゲーム理論ワークショップ, 2013.3, 一橋大学

② 佐野隆司, The Vickrey-target strategy and the core in ascending combinatorial auctions, 日本経済学会秋季大会, 2012.10, 九州産業大学

③ 佐野隆司, The Vickrey-target strategy and the core in ascending combinatorial auctions, DC コンファレンス, 2012.9, 関西大学

④ Ryuji Sano, The Vickrey-target strategy and the core in ascending combinatorial auctions, Meeting of Society for Social Choice and Welfare, 2012.8, India Habitat Centre (インド)

⑤ Ryuji Sano, The Vickrey-target strategy and the core in ascending combinatorial auctions, World Congress of the Game Theory Society, 2012.7, Bilgi University (トルコ)

[その他]

ホームページ等

<https://sites.google.com/site/sanosweb/english>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐野 隆司 (SANO RYUJI)

大阪大学・社会経済研究所・講師

研究者番号：50611208