

平成 29 年 5 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25780132

研究課題名(和文) 動的環境における資源配分制度の設計

研究課題名(英文) Mechanism design of dynamic resource allocations

研究代表者

佐野 隆司 (Sano, Ryuji)

京都大学・経済研究所・助教

研究者番号：50611208

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、入札を通じた資源配分が每期繰り返し実施されるような環境における入札行動の分析と、望ましい入札メカニズムの設計を考察した。特に、入札参加者が長期間にわたって財を落札し続けたいとする異時点間の補完性があるとき、入札参加者が自身の私的情報を正しく申告する条件を特徴づけ、効率性を達成するメカニズム、および売り手収入を最大にするメカニズムを導出した。並行して、入札者が高々1単位のみ財を落札するような逐次入札問題において、財が異質であるとき、単調戦略の均衡が存在する条件と取引価格が下落する条件を導出した。

研究成果の概要(英文)：I study environments in which objects are repeatedly allocated by auctions. First, I study dynamic mechanism design problem in which objects are allocated in each period and agents have perfect complementarity for intertemporal objects. I characterize the incentive compatibility in the environment with multi-dimensional type and derive both efficient and revenue-maximizing mechanisms. Second, I also study sequential auctions of heterogeneous objects. I provide the conditions for the existence of a symmetric increasing equilibrium and for declining prices in the equilibrium.

研究分野：理論経済学

キーワード：ゲーム理論 オークション メカニズムデザイン

1. 研究開始当初の背景

入札(オークション)を通じた資源配分の制度設計は、ミクロ経済理論・ゲーム理論の主要な研究課題の一つとして 1980 年代以降盛んに研究され、発展してきた。その中で従来の標準的な制度設計理論 (mechanism design theory) や入札理論 (auction theory) では、あらかじめ決まった参加者が一回限りの入札に参加し、配分が決定される問題を中心に分析してきた。しかし、現実世界ではしばしば資源配分が繰り返し実施され、参加者も常に同一ではなく、戦略的に参入・退出の意思決定をしていると考えられる。

このように時間を通じて資源配分が行われるような状況下での入札ルール(設計)の問題は、動的制度(入札)設計 (dynamic mechanism (auction) design) と呼ばれ、近年のミクロ経済理論・ゲーム理論における主要な研究トレンドの一つとなっている。本研究は動学的な資源配分問題の中でも、資源配分(入札)が繰り返し実施されるような環境において、制度設計理論の主要な問いである

- 参加者が自身の私的情報を正しく表明するようなルールはどのようなものか (誘因両立性の特徴づけ)
- (動学的に) 効率的な配分を達成する入札ルールとはなにか (効率メカニズムの設計)
- 売り手の期待収入を最大化する入札ルールはどのようなものか (最適メカニズムの設計)

について、従来の静学的な理論の知見がどのように動学的なモデルに拡張されるかを分析することにした。

2. 研究の目的

本研究では、Bergemann and Valimaki (2010) や Said (2012) などの研究で分析されたモデルを参考に、図 1 に描写されるように売り手が複数の同質財を每期繰り返し入札により配分する状況を定式化する。入札参加者はランダムに時点 t にメカニズムに参加し、一定期間滞在した後退出する。

上述の先行研究をはじめ、Dizdar, Gershkov, and Moldovanu (2011) など多くの関連する既存研究では、入札参加者の利得

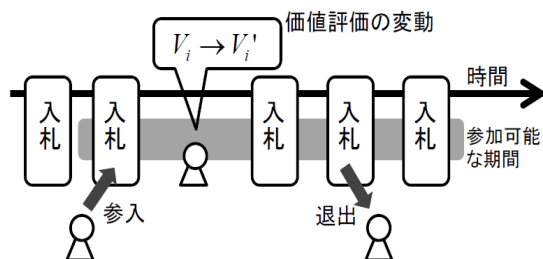


図1 動的制度設計(繰り返し入札)

構造は時間について加法分離的(利得 = 各期の利得の和)であるか、または完全代替的(一度財を落札したら退出)であることが仮定されてきた。しかしながら現実の資源配分問題では、しばしば参加者は一定期間継続して財を配分され続けて初めて利益が生じることが想定される。例えば、政府が毎年周波数免許を通信事業者に割り当てる状況を考える。通信技術の進歩や新規参入を考慮するならば、政府は周波数免許の期間を比較的短く設定することが望ましいが、一方で通信事業者にとっては、十分長い免許の利用期間が保証されなければ、必要な設備投資を実行することができず、利益を上げることは難しいだろう。

このように参加者の利得構造に「異時点間の財の補完性」がある状況での入札制度設計は、現実的な問題でありながら、既存研究では十分分析されてこなかった課題である。そこで本研究では、異時点間の財の補完性が存在する環境を中心に、動学的に望ましい(効率的な、あるいは売り手収入を最大化する)入札メカニズムがどのようなものであるかを明らかにすることにした。

3. 研究の方法

前項の研究目的に即して、繰り返し入札の環境を数理モデルで記述し、ゲーム理論、制度設計理論の手法を用いて、望ましい入札メカニズムを理論的に分析する。

本研究は、売り手が每期複数の同質財を入札を通じて配分する環境を考える。本研究のベンチマークモデルとして、まず以下のような仮定の下で分析を行う。

- 参加者はランダムに時点 t にメカニズムに参加する。
- 参加者は「財に対する評価値」と「財を落札したい期間(滞在期間)」の2種類の私的情報を持っている。
- 每期、その期に参加した参加者は自身の私的情報を売り手に表明する。(直接表明メカニズム)
- 売り手は、各期の参入者と、「財を一定期間配分し続ける長期契約」を結ぶ。

上記の設定の下で、制度設計理論の標準的な手法を用いて、誘因両立性の特徴づけ、効率メカニズムの設計、収入最大化メカニズムの設計を考察する。

更に、望ましい入札メカニズムの現実への応用可能性の観点から、望ましい配分ルールを実行するための「簡単な入札メカニズム」が設計可能であるか否かについて合わせて考察する。

ベンチマークモデルの分析結果を踏まえ、モデルの様々な方向への拡張を試みるほか、研究の進捗状況によっては、異時点間の財の補完性などモデルに複雑性をもたらしている要素を簡略化するなどして、考察をすすめることとした。

近年の動的制度設計の研究動向について資料収集を行うと同時に、動的制度設計と類似した研究テーマである「繰り返し（逐次）入札（sequential auctions）」の理論について、その研究動向を調査して、本研究に活用することを検討することとした。

研究に際し、国内外の学会・研究会に積極的に参加し、最新の研究成果について情報収集を行うこととした。特に動的制度設計の理論は、理論経済学のみならず、計算機科学やオペレーションズリサーチなどの工学系分野における研究にも密接にかかわる学際的なトピックであるため、これらの近接する分野の研究成果についても学会参加等を通じて情報収集を行うこととした。

4. 研究成果

本研究の主たる研究成果として2点があげられる。第1に、前項の研究内容に記載したベンチマークモデルの分析結果として、買い手が財の評価価値と滞在期間の2種類の私的情報を持ち、売り手が買い手と長期配分契約を結ぶような環境における誘因両立性の特徴づけ、効率メカニズムの導出、および売り手の収入最大化メカニズムの導出を行った。特に収入最大化メカニズムの導出・考察を通じて、現実にはしばしば観察される「長期滞在割引（volume discount）」に対する制度設計理論の観点からの理論的説明が可能となった。

第2の成果は、異時点間の財の補完性がない繰り返し入札問題における、入札者の均衡入札行動の特徴づけと均衡取引価格の関係を明らかにしたことである。この研究成果は、研究開始当初には予期していなかったが、動的制度設計と関連が深い繰り返し（逐次）入札の研究動向を整理する中で着想に至ったものであり、本研究課題に深く関連するものである。尚、この研究成果は研究開始当初に京都大学大学院経済学研究科大学院生であった村本顕理氏（駒澤大学）との共同研究成果である。

以下において、それぞれの研究成果について具体的に説明する。

(1) ベンチマークモデルの分析

前項で説明したベンチマークモデルについて、まず入札参加者が自身の私的情報を正直に申告するための必要十分条件を導出した。この誘因両立性条件は、財に対する評価値と参加者の滞在期間それぞれについて一定の単調性を求めるもので、Dizdar、Gershkov, and Moldovanu (2011)らの関連研究とも整合的である。その上で効率メカニズム・収入最大化メカニズムの双方を導出した。効率メカニズムは、所謂 Vickrey-Clarke-Groves メカニズムのアイデアを適用することによって、また収入最大化メカニズムについては Myerson (1981)の手

法を応用することによって導出された。

更に、各入札参加者が高々2期間のみしか滞在しないケースにおいて、効率・収入最大化メカニズムはそれぞれ適切なハンディキャップ付きの均一価格オークションによって実行可能であることを示した。

本研究成果から得られる示唆の一つは、ホテルの長期滞在割引にみられるような volume discount が、売り手の収入最大化メカニズムの結果として正当化されうることである。Volume discount が売り手収入を最大にするか否かは、私的情報の確率分布の条件に依存する。本研究ではいくつかの具体的な確率分布条件の下で、収入最大化メカニズムが volume discount を採用することを示した。

これらの成果は Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths” KIER Discussion Paper No.924 に公開されており、現在国際的な学術雑誌への掲載を目指すところである。

(2) 繰り返し入札の均衡分析

均衡分析研究においては、入札ルール設計に主眼を置くのではなく、現実には繰り返し入札で用いられている標準的な入札ルールの下で、どのような入札行動が最適となるかを考察する。本研究では、ベンチマークモデルとは異なり、入札参加者は全員初期の入札から参加するものとし、また異時点間の補完性は仮定せず、一度落札した参加者は、メカニズムから退出する。

この繰り返し入札モデルにおけるベンチマークの結果として知られているのは、財が同質であるならば、異時点間の裁定によって取引価格は時間を通じて平均的に一定になる（より正確には取引価格はマルチンゲールになる）というものである(Weber, 1983)。この理論結果はしばしば現実の繰り返し入札のデータと非整合的で、現実には繰り返し入札の取引価格は下落傾向を示すことが多い。この事実は、declining price anomaly として知られ、様々な理論研究が価格下落を説明するモデルを提案している。

本研究成果では、財の異質性に注目することで、価格下落を説明することに成功した。複数の異質財が一つずつ繰り返し入札を通じて配分される。平均的な財の価値が同一であり、「価値評価のばらつき」が大きい財から順番に入札にかけられるとき、均衡において取引価格は平均的に下落することを示した。更に、この「価値評価のばらつきが大きい財から順番に入札にかけられる」ことが、入札者が自身の評価値について単調な入札行動をとる均衡が存在するための必要十分条件にもなっていることを同時に示した。

これらの成果は Akitoshi Muramoto and Ryuji Sano, “Sequential auctions of heterogeneous objects”として国際的な学術雑

誌である *Economics Letters* に掲載された。

(3) 今後の研究展望

本研究課題のベンチマークモデルの拡張が今後の研究課題の一つである。特に、ベンチマークモデルでは売り手は一定期間財を配分し続ける長期契約のみを提案するものと仮定して分析したが、売り手は将来の財配分を必ずしも保証しない、より一般的な契約を書くことができると仮定した場合に、望ましい入札メカニズムがどのようなものか、分析を継続して行っている。

第2に、財の価値評価が時間を通じてランダムに変動しうるような場合の分析を検討している。特に繰り返し入札において、時間を通じた価値評価の変動があるケースの均衡分析を村本顕理氏と共同研究として始めているところである。

< 参考文献 >

Bergemann, D., and J. Valimaki, “The dynamic pivot mechanism,” *Econometrica*, 2010

Dizdar, D., A. Gershkov, and B. Moldovanu, “Revenue maximization in the dynamic knapsack problem,” *Theoretical Economics*, 2011

Myerson, R., “Optimal auction design,” *Mathematics of Operations Research*, 1981

Said, M., “Auctions with dynamic populations: efficiency and revenue maximization,” *Journal of Economic Theory*, 2012

Weber, R., “Multiple-object auctions,” In: *Auctions, Bidding, and Contracting: ses and Theory*, New York University Press, 1983

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 1 件)

Akitoshi Muramoto, Ryuji Sano, “Sequential auctions of heterogeneous objects,” *Economics Letters*, Vol. 149, pp. 49-51, 2016, 査読有
DOI: 10.1016/j.econlet.2016.10.006

[学会発表] (計 25 件)

Ryuji Sano, “Improving efficiency using reserve prices: an equilibrium analysis of core-selecting package auctions,” EARIE 2016, 2016年8月26~28日, リスボン(ポルトガル)

Ryuji Sano, “Iterative revelation mechanisms,” Asian Meeting of the Econometric Society, 2016年8月11~13日, 同志社大学(京都府京都市)

Ryuji Sano, “Iterative revelation mechanisms,” World Congress of the Game Theory Society, 2016年7月25~29日, マーストリヒト(オランダ)

Ryuji Sano, “Iterative revelation mechanisms,” Australasia Meeting of the Econometric Society, 2016年7月5~8日, シドニー(オーストラリア)

Ryuji Sano, “Iterative revelation mechanisms,” Asian Economic Institutes Meeting, 2016年4月28~29日, 北京(中華人民共和国)

佐野隆司, “Iterative revelation mechanisms,” YNU Economics Workshop, 2016年3月3日, 横浜国立大学(神奈川県横浜市)

Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths,” EARIE 2015, 2015年8月28~30日, ミュンヘン(ドイツ)

Ryuji Sano, “Subgame perfect equilibrium of ascending combinatorial auctions,” PET 2015, 2015年7月2~4日, ルクセンブルク

Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths,” INFORMS Annual Meeting, 2014年11月9~12日, サンフランシスコ(アメリカ)

Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths,” European Meeting of the Econometric Society, 2014年8月25~29日, トゥールーズ(フランス)

Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths,” SAET annual conference, 2014年8月19~21日, 早稲田大学(東京都)

Ryuji Sano, “A dynamic mechanism design for scheduling with different use lengths,” Asian Meeting of the Econometric Society, 2013年8月2~4日, シンガポール

Ryuji Sano, “The Vickrey-target strategy and core in ascending combinatorial auctions,” Conference on

Economic Design, 2013年7月25~27日, ル
ンド(スウェーデン)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ:

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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐野 隆司 (SANO, Ryuji)

京都大学・経済研究所・助教

研究者番号: 50611208

(2) 研究協力者

村本 顕理 (MURAMOTO, Akitoshi)

駒澤大学・経済学部・非常勤講師