

## 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24年5月15日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011

課題番号：22730158

研究課題名（和文） 実用可能な非分割財配分メカニズムの設計

研究課題名（英文） Designing practical mechanisms for indivisible good allocation

研究代表者

坂井 豊貴（SAKAI TOYOTAKA）

慶應義塾大学・経済学部・准教授

研究者番号：50404976

研究成果の概要（和文）：

オークションやマッチングなど、非分割財配分の代表的な環境で、メカニズムデザインについて研究した。例えば準線形性の仮定を置かないオークションモデルで、公平性と耐戦略性に主に基づく第二価格オークションの特徴付けを行った。また、マッチングモデルで耐戦略性と安定性を満たすルールの特徴付けを行った。単峰性下での配分問題で、弱い耐戦略性に基づくユニフォームルールの特徴付けを行った。実用性を高めるべく様々な仮定や条件を弱め議論を展開した。

研究成果の概要（英文）：

In indivisible good economies such as auction or matching, we studied the problem of designing economic mechanisms. For example, in an auction model without the quasi-linear preference assumption, we offered an (axiomatic) characterization of second price auctions on the basis of equity and strategy proofness. Furthermore, we characterized a rule that is stable and one-sided strategy proof rule in a matching model. We also characterized the uniform rule on the basis of a weak version of strategy proofness in allotment economies. In our discussions, we weakened various assumptions or conditions to obtain practical mechanisms.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学

キーワード：メカニズムデザイン、社会的選択、非分割財

## 1. 研究開始当初の背景

権利・義務・家屋・絵画・人員など、分割することが不可能である、あるいは分割するとその機能が失われるような財のことを、非分割財と呼ぶ。経済学では伝統的に、財の可分性を仮定して話を進めることが多いが、オークション理論やマッチング理論などでは、古くから非分割財の配分について議論が行われている。

ただし、非分割財と言っても、可分財である金銭とともに配分する状況を考える問題も多い。例えばオークションでは、非分割財を競り落とした買い手は、代金を売り手に支払う。また、公平分担問題というオークション問題の亜種では、複数人からなるグループの、誰か1人が皆のためにイヤな仕事（非分割財）を引き受け、その補償として、金銭を他のメンバーから受け取る、といった状況を考える。こうした金銭補償により、公平性を実現しようというわけである。本研究においては、このような問題において、効率的あるいは公平な配分を実現するための、制度設計について研究を行う。

本研究が扱う研究分野はメカニズムデザインと呼ばれるものである。1960年代に萌芽的研究がなされ、2007年に Leonid Hurwicz、Eric Maskin、Roger Myersonに、この分野についての基礎的貢献を理由としてノーベル経済学賞が与えられた。1990年代からオークションやマッチングについて具体的な実用を強く視野に入れた研究が盛んになっている。本研究はその一連の流れに連なるものである。

メカニズムデザインは、ゲーム理論の先端的な応用分野として位置付けられることが多い。しかしまた、最適化、均衡分析、規範概念など、基本的なものの考え方や方法論は、伝統的なミクロ経済学に基づいているといえる。本研究でも、最適化行動を通じて得られる均衡で何らかの規範的に望ましい状態が実現するようなメカニズムの設計問題を考察する。

## 2. 研究の目的

メカニズムデザイン理論の最終的な目的は現実的に使えるメカニズムを提供することであり、近年の発展が目覚ましい非分割財問題およびその関連領域における、実用性の高いメカニズムを考案することを目指す。特に、非分割財配分問題の典型例である、オークションとマッチングモデルでの貢献を目指す。

メカニズムデザインでこれまで重要な役割を果たしてきたメカニズムのクラスに VCG メカニズムと呼ばれるものがある。し

かしこのメカニズムは全ての環境で上手く機能するわけではない。例えば選好に準線形性の仮定が満たされないときは、このメカニズムはそもそも定義すらできない。より広い環境で機能する VCG メカニズムの一般形を考えたり、VCG に類するメカニズムを考えたり、それらの性能について精査することが重要である。なお、準線形性の仮定を落としてオークションルールを公理的に導出しようという試みは近年、特に Saitoh and Serizawa (2008 Economic Theory) と Sakai (2008 Economic Theory) により提唱されている。

なお、マッチング・ウィズ・コントラクトという一般モデルで VCG メカニズムに対応するのが doctor-side optimal stable rule である。その性質や、その性質を満たすルールとしての一意性を調査することは、実用可能なメカニズムのクラスを特定することにつながるので実用上の意義が高い。

また、VCG メカニズムが適用できないモデル、例えば個人の選好が単峰性 (single peakedness) を満たす allotment economy で、VCG メカニズムと似た性質を満たすルールについて研究することも行う。

## 3. 研究の方法

現実的状况に近い経済モデル (オークション、マッチングなど) を設定し、そこで効率性や公平性などの規範的条件を公理として定式化し、それと耐戦略性 (あるいはその亜種) を満たすメカニズムの姿を数学的に特定化していく。単に、あるメカニズムが優れた性質を有することを示すのみならず、それらを満たすメカニズムのクラスを特徴付けることを行う。こうしたアプローチを公理的アプローチと言うが、メカニズムデザインのみならず、社会的選択理論や意思決定理論では1950年代ごろから強力な分析ツールとして用いられている。人間行動を描写するツールとしては、ゲーム理論を主に用いる。

## 4. 研究成果

(1) オークションがその代表例だが、非分割財を配分する環境におけるメカニズムデザインの問題では、選好に準線形性の仮定を置くことが非常に多い。しかし、現実への適用可能性を高めるためには、この仮定を落としたモデルで問題を考えることが重要である。実際、準線形性の仮定は、所得効果がゼロであることを意味するので、所得に占める支払額の割合が高い場合にこの仮定を置くことは現実性が乏しい。本プロジェクトにおいては、Sakai, T. (2012) “An equity

characterization of second price auctions when preferences may not be quasilinear”で、準線形でない選好を扱えるオークションルール設計問題を研究した。

特に新しい点として、公平性の概念を満たす設計を考察したことが挙げられる。実際、メカニズムデザインでは効率性の方が公平性よりも議論されることが多いが、取引における公平性の概念は重要であり、その意義は効率性に劣るものではない。

この論文では、新しい水平的公平性の条件を定義し、その条件・耐戦略性・弱い個人合理性条件を満たすオークションルールが、第二価格オークションの拡張版であることを証明した。この拡張版ルールは効率性を満たすので、公平性の条件を用いて効率的なオークションルールの特徴付けを行ったといえる。

またこの定理は、オークション問題を越えて、一般の環境における公平性と効率性の間に存在する論理関係を示唆している。現在はフィールド代表誌のひとつ Review of Economic Design から肯定的な改訂要求が来ており、その作業中にある。

(2) 論文 [Sakai, T. “A note on strategy proofness from the doctor side in matching with contracts” Review of Economic Design (2011)]では、オークションやマッチングを特殊ケースに含むことで知られる、非分割財配分の一般的なモデルであるマッチング・ウィズ・コントラクトについて考察した。このモデルは組み合わせオークションや一対多マッチングなどの複雑なモデルを統一的に、シンプルに扱えるので、ここで得られた定理はそれらすべてのモデルに適用することができる。なお、マッチング・ウィズ・コントラクトは Kelso and Crawford (1982 *Econometrica*)の研究を主な下敷きとして、Hatfield and Milgrom (2005 *American Economic Review*)が提案したものである。

マッチング・ウィズ・コントラクトは二者間(売り手、買い手など)の契約を念頭に置かれたモデルであり、そこには通称「doctor側」と「hospital側」と呼ばれる者が存在する。本研究では doctor-side optimal stable rule を、doctor-side の耐戦略性と、安定性により特徴付けた。マッチング・ウィズ・コントラクトのモデルを提案したでは、doctor-side optimal stable rule が doctor-side の耐戦略性と安定性をともに満たすことが明らかにされていたが、本研究により、このルール以外にそれら両条件を満たすものは存在しないことまで分かるようになった。

(3) この研究では、選好に単峰性 (single peakedness) が成り立つ allotment economy と呼ばれる分割財環境において、メカニズムデザイン問題を検討した [Sakai, T. and Wakayama, T. (2012)

“Strategy proofness, tops only, and the uniform rule” *Theory and Decision* Vol. 72, pp. 287-301]。これは直接的には非分割財に対する研究ではないが、これと同様のモデルで非分割性を仮定して議論を展開する研究はある。つまり本研究を下敷きとして、非分割財のケースでの議論を展開することは十分可能である。その意味では分割財のケースで議論を行った本研究は、非分割財のケースでの今後の議論に直結するものともいえる。

本研究では弱い耐戦略性の定義を提案した。耐戦略性は通常定義だと、どのような虚偽表明もできるとされているが、この条件を大幅に緩和した。具体的には、選好の飽和点については虚偽表明ができないように条件を弱めた。そしてこの条件と、効率性、および無羨望性を満たすメカニズムがユニフォームルールのみであることを証明した。これはユニフォームルールについての基礎的貢献である、Sprumont (1991 *Econometrica*)によるひとつの定理を一般化するものである。

本研究ではさらに、弱い耐戦略性と効率性、および無羨望性を満たすルールが存在するための最大の選好ドメイン (maximal domain) の姿を明らかにした。なお、このような研究アプローチは Serizawa and Ching (1998 *Journal of Economic Theory*)で提案されたものであり、本研究はその方法論を踏襲している。本研究で明らかにした最大ドメインは「単台地性 (single plateau)」を満たす選好の集合であり、単峰的な選好の集合より大幅に広いものではない。その意味ではそれら公理群を満たすルールの存在環境は必ずしも広いものではないといえ、デザインの限界を示唆するものである。

(4) メカニズムデザインにおいては「どう作るか」もさることながら「何を社会的目標として目指すか」の規範理念についての考察も欠かせない。これについては [Sakai, T. “Impartial welfare orderings in infinite time horizon”] で世代間公平性の概念について研究した。この論文では無限期間モデルにおいて、無限効用流列の上極限と下極限により社会的意思決定を行う、無限次元空間上の社会的厚生関数の公理的特徴付けを、強い公平性条件を用いて行った。なお、この論文は、現在は未公開であり、今後の学術誌への公開を目指す。

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)  
Sakai, T. and Wakayama, T. (査読あり)  
“Strategy proofness, tops-only, and the uniform rule” *Theory and Decision* (2012) Vol. 72, pp. 287-301.

Sakai, T. (査読あり)  
“A note on strategy proofness from the doctor side in matching with contracts” *Review of Economic Design* (2011) Vol. 15, pp. 337-342.

[学会発表](計3件)  
1. 坂井豊貴 “Impartial welfare orderings in infinite time horizon,” DC コンファレンス、関西学院大学(H22, 9/17)

2. 坂井豊貴 “An equity characterization of second price auctions when preferences may not be quasilinear”, First Symposium on Mechanism Design and Social Choice, 慶應義塾大学(H24, 1/20)

3. 坂井豊貴 “An equity characterization of second price auctions when preferences may not be quasilinear”, Waseda Conference and Lectures on Game Theory and Mechanism Design, 早稲田大学 (H24, 3/21)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]  
出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：

番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]  
ホームページ等  
[http://www.geocities.jp/toyotaka\\_sakai/](http://www.geocities.jp/toyotaka_sakai/)

6. 研究組織  
(1)研究代表者  
坂井 豊貴 (SAKAI TOYOTAKA)  
慶應義塾大学・経済学部・准教授  
研究者番号：50404976

(2)研究分担者  
( )

研究者番号：

(3)連携研究者  
( )

研究者番号：