

## 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 4月30日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2012

課題番号：20530147

研究課題名（和文） 経済環境におけるメカニズム・デザイン

研究課題名（英文） Mechanism Design in Economic Environments

研究代表者

大瀬戸 真次 (OHSETO SHINJI)

東北大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：00278475

研究成果の概要（和文）：本研究では、主に経済環境におけるメカニズム・デザインの問題を考察した。第一に、貨幣による補償が可能である場合に、一つの非分割財を配分する問題を考え、ある種の望ましさを持つメカニズムの設計が不可能であることを証明した。第二に、排除可能な公共財の供給に関する新しいメカニズムの集合を提唱し、最大厚生損失と最大戦略的操作の観点から議論した。第三に、大学評価などを行う際に用いる相互評価メカニズムを考え、単調性と全員一致の観点から分析した。

研究成果の概要（英文）：This research mainly studies the problem of mechanism design in economic environments. First, we show the nonexistence of desirable mechanisms for the problem of allocating a single indivisible good when monetary compensations are possible. Second, we propose a new family of mechanisms for the provision of an excludable public good and discuss the relationship between the maximal welfare loss and maximal manipulation. Third, we investigate mutual evaluation mechanisms that satisfy monotonicity and unanimity.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

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：メカニズム・デザイン、非分割財、排除可能な公共財、相互評価

## 1. 研究開始当初の背景

社会を構成する主体が持つ情報を基礎として、社会的に望ましい意思決定を行うためのメカニズム・デザイン理論の枠組みは、アロウ（1951）、ハーヴィッツ（1972）、ギバード（1973）、サタースウェイト（1975）らによって形成されてきた。1990年代に入り、経済環境におけるメカニ

ム・デザインの新たな手法が開発されたことにより、様々な経済環境におけるメカニズム・デザインの議論は飛躍的に発展した。本研究開始当初において、すでに多くの研究成果が発表されていたが、同時に多くの未解決問題も残されていた。それらの未解決問題を解決することと共に、経済環境におけるメカニズム・デザインの諸結果を包括的に分析し、

経済環境におけるメカニズム・デザインを統一的に取り扱う方法を開発することは非常に重要であると考えられていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、経済環境におけるメカニズム・デザインについて、最近の研究動向を踏まえた新たな取組みを行い、メカニズム・デザインの可能性と限界を明らかにする。メカニズム・デザインとは、対象とする経済における目標（例えば、パレート効率性や公平性など）を定めたいうえで、社会を構成する主体の行動様式を考慮に入れ、その目標を達成するためのメカニズムを設計する研究分野である。メカニズム・デザインの対象領域は、経済環境の多岐にわたり、純粋交換経済、公共財供給と費用配分、非分割財の配分、オークション設計、有害施設の立地問題などが挙げられる。本研究では、これらの経済環境におけるメカニズム・デザインの研究を一層進めるとともに、経済環境全般についてメカニズム・デザインを統一的に取り扱う方法を提示することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、経済環境におけるメカニズム・デザインについて、最近の研究動向を査読付国際学術雑誌に掲載された論文、ディスカッション・ペーパーおよび学術図書を丹念にサーベイし、自らのアイデアに対して数学的に厳密な議論を行うことにより、高い水準の研究成果をあげる。研究代表者は、メカニズム・デザインの分野で『ゲームと経済行動』、『社会選択と厚生』等の国際学術雑誌に論文を発表してきたが、本研究による研究成果も同等以上の水準の国際学術雑誌に発表することを目指している。

メカニズム・デザインの分野では、コンピューターを使って直接研究成果を導くことは少ない。しかし、研究代表者は以前からコンピューターを利用して、研究成果の具体的な予想をしたり、研究成果の検証に取り組んでおり、本研究においてもコンピューターを有効活用していく予定である。また、本研究は個人研究であるが、研究のための交流は不可欠である。日本にはこの分野の優秀な研究者が多いので、彼らの指導を受けながら研究を進めたい。

## 4. 研究成果

### (1) 非分割財の配分問題

貨幣による補償が可能である場合について、一つの非分割財の配分に関するメカニズム・デザインの研究を行った。

ホルムストロム（1979）は、一般的な準線形な経済環境で、戦略的操作不可能性と意思決定に関する効率性を満たすメカニズ

ムの集合は、今日グローブズ・メカニズムと呼ばれているメカニズムの集合であることを証明した。準線形な経済環境では、経済学を代表する規範概念であるパレート効率性は、意思決定に関する効率性と予算均衡の二つの公理に分解できることが知られている。大瀬戸（2000）は、選好集合が有限である場合でさえ、戦略的操作不可能性、意思決定に関する効率性、予算均衡の3つの公理を満たすメカニズムは存在しないことを証明した。したがって、戦略的操作不可能性とパレート効率性を満たすメカニズムは存在しないことがわかる。

その後の研究の流れは大きく二つに分類される。一つ目は、グローブズ・メカニズムの集合が大きいことから、その中でどのメカニズムがより優れているのかを明らかにすることである。すなわち、予算均衡を要求することを諦め、戦略的操作不可能性と意思決定に関する効率性に加えて、新たな公理を課すことにより、グローブズ・メカニズムのセレクションを行うというものである。新たな公理として、公平性の概念がたびたび考察されてきた。代表的な研究として、公平性の概念としてエンビイー・フリーを採用したパイ（2003）、大瀬戸（2006）、スペンソン（2009）の論文が挙げられる。彼らは、エンビイー・フリーを満たすグローブズ・メカニズムの存在を議論し、存在する場合はメカニズムの集合を特定した。また、公平性の概念としてエガリタリアン・イクイバレンスを採用した大瀬戸（2004）、エンジン（2012）の論文が挙げられる。彼らは、戦略的操作不可能性、意思決定に関する効率性、エガリタリアン・イクイバレンスを満たすメカニズムの集合を特定し、その性質を明らかにした。

二つ目は、意思決定に関する効率性を要求せず、戦略的操作不可能性と予算均衡を満たすメカニズムの性質を明らかにするという研究の流れである。シュマー（2000）は、主体が2人の場合について、戦略的操作不可能性と予算均衡を満たすメカニズムの集合を特定した。大瀬戸（1999）は、主体が $n$ 人の場合について、戦略的操作不可能性、予算均衡、個人合理性、需要単調性、均等補償を満たすメカニズムの集合を特定した。また、宮川（2001）やスペンソン・ラーソン（2002）は、複数の異質な非分割財を配分する状況において、戦略的操作不可能性と予算均衡といくつかの追加的な公理を満たすメカニズムの集合を特定した。彼らのメカニズムは、有名なトップ・トレイディング・サイクル・メカニズムに貨幣の要素を加えて修正したものとなっている。これらの特定されたメカニズムに共通して言えることは、公平性の最小限の要求ともいえる対称性

を満たさないことである。ちなみに、対称性は、有名なエンビイー・フリーやエガリタリアン・イクイバレンスよりも厳密に弱い概念である。

本研究では、意思決定に関する効率性を要求せず、公平性の最小限の要求である対称性を要求して、望ましいメカニズムの設計可能性を議論した。すなわち、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムが存在するか否かを検討した。この問いに対して、直接的な解答を与えることはできなかったが、中間的な結果として次の3つの結論を導くことができた。第一の結論は、「選好集合がある有限個の共通な要素を含むとき、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡、均等補償を満たすメカニズムは存在しない」である。第二の結論は、「選好集合がある開集合で表される要素を含むとき、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡、正規補償を満たすメカニズムは存在しない」である。第三の結論は、「選好集合がある開集合で表される要素を含むとき、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡、個人合理性を満たすメカニズムは存在しない」である。したがって、基本的に均等補償、正規補償、個人合理性のうち一つの追加的な条件が成立するもとでは、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムは存在しないことを証明することに成功した。また、コンピューターによるシミュレーションにより、主体が30人までの場合については、追加的な条件なしに、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムは存在しないことを明らかにした。

今後の課題は、主体が $n$ 人の場合について、追加的な条件を課すことなく、戦略的操作不可能性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムが存在するか否かを検討することである。

## (2) 排除可能な公共財の供給と費用配分

排除可能な公共財の供給と費用配分に関するメカニズム・デザインの研究を行った。

ムーラン (1994) は、一般的な環境で、排除可能な公共財の供給と費用配分に関する逐次メカニズムを提唱した。逐次メカニズムは、戦略的操作不可能性、個人合理性、対称性の3つの公理を満たすことが知られている。

デブ・ラゾリーニ (1999) は、排除可能な公共財の水準が0 (供給しない) か1 (供給する) の二つの水準である場合について分析を行い、逐次メカニズムが戦略的操作不可能性、個人合理性、対称性といくつかの追加的な公理を満たすほぼ唯一のメカニズムであることを証明した。大瀬戸 (2000) は、逐次メカニズムの性質の一つである対称性を要求せず、戦略的操作不可能性、個人合理

性、需要単調性、アクセスの独立性を満たすメカニズムの集合を特定した。この集合は、逐次メカニズムとほぼ同様の構造を持つメカニズムの集合であることから、逐次メカニズムの対称的でないメカニズムへの一般化と解釈することができる。大瀬戸 (2005) は、逐次メカニズムの性質の一つである個人合理性を要求せず、戦略的操作不可能性、エンビイー・フリー、非介入性、アクセスの独立性を満たすメカニズムの集合を特定した。この集合は、二段階メカニズムの集合となっている。第一段階は単純ゲームの構造を持ち、第二段階は逐次メカニズムの構造を持つメカニズムである。この集合は逐次メカニズムの個人合理的でないメカニズムへの一般化と解釈することができる。

本研究では、逐次メカニズムに類似する新たなメカニズムの集合を提唱する。これらのメカニズムのもとでは、原則として各主体はメカニズムへの参加料を支払うという構造になっている。各主体が参加料を支払うという仕組みは、排除可能な公共財を利用しない主体も支払いをしなければならないので、個人合理性が満たされなくなる。一方で、排除可能な公共財を利用する主体については、参加料からの収益が排除可能な公共財の利用料を下げるため、より利用しやすい環境が作られるといえる。メカニズムの参加料を様々に変更することにより、新たなメカニズムの集合が形成される。このメカニズムの集合に対して、最大厚生損失 (全ての選好プロファイルの中で、パレート効率な状態から各主体の利得の和を引いたものの差が最大となるときのその値) と最大戦略的操作 (全ての選好プロファイルの中で、各主体が真の選好を表明しないことによる利得の増加が最大となるときのその値) を定義し、それぞれを計算する式を導いた。ここから、最大厚生損失と最大戦略的操作という二つの基準からメカニズムを分析すると、二つの基準の間にトレード・オフがあることが明らかとなった。すなわち、メカニズムの参加料が高いほど、最大厚生損失は小さくなり、最大戦略的操作は大きくなる。同じことだが、メカニズムの参加料が低いほど、最大厚生損失は大きくなり、最大戦略的操作は小さくなる。その極端な場合が逐次メカニズムであり、逐次メカニズムは参加料がゼロであるため、分析対象のメカニズムの集合の中で最大厚生損失は最大となり、最大戦略的操作はゼロ、すなわち戦略的操作不可能となる。

本研究は、逐次メカニズムに類似する新たなメカニズムの集合を提唱したこと、および新しい概念である最大戦略的操作を導入して最大厚生損失との関係を明らかにしたことが重要な貢献であるといえる。

### (3) 専門家による相互評価問題

大学評価などの専門家による相互評価メカニズムの設計可能性を議論した。

$n$  人の主体が存在するとき、それぞれの主体がすべての主体の評価を得点で表明するという状況を考える。これらの得点を集計して、得点の高い順に主体のランキングとする。ただし、得点の集計は単なる足し算とは限らず、主体の表明した得点の組からランキングへの関数（相互評価メカニズム）という形式とする。一般に、各主体は自分のランキングがより高くなるように自分自身への得点を高く評価する可能性が考えられる。ング・スン（2003）は、このような行為がランキングに与える影響を和らげるため、自分自身への得点表明を考慮しない状況で、いくつかの公理を満たす相互評価メカニズムの設計可能性を議論した。彼らの結論は次の二つである。第一の結論は、「定義域の非限定性、中立性、単調性、強い全員一致を満たす相互評価メカニズムは存在しない」である。第二の結論は、「定義域の非限定性、中立性、連続性、単調性、弱い全員一致を満たす相互評価メカニズムは存在しない」である。

本研究では、彼らが不可能性定理を導く際に利用した公理の独立性に疑問を持ち、より精確な定理の導出を試みた。まず、第一の定理として、「定義域が  $n+2$  個以上の要素を含むならば、単調性と弱い全員一致を満たす相互評価メカニズムは存在しない」ことを証明した。これは、ング・スン（2003）の第一の結論の中立性が不必要であること、定義域の非限定性と強い全員一致を弱められることを示している。また、ング・スン（2003）の第二の結論の中立性と連続性が不必要であること、定義域の非限定性が弱められることを示している。第二の定理として、「定義域が3個以上の要素を含むならば、単調性と強い全員一致を満たす相互評価メカニズムは存在しない」ことを証明した。これは、ング・スン（2003）の第一の結論の中立性が不必要であること、定義域の非限定性を十分に弱められることを示している。

一方、定義域の要素が  $n+1$  個以下のとき、得点加算メカニズムが単調性と弱い全員一致を満たすことを証明した。このメカニズムは、各主体が評価の高い主体から順に  $n-1, \dots, 2, 1$  点の得点を与え、それを単純和で集計するような相互評価メカニズムであり、ボルダ・ルールとの関連性が高い。また、定義域の要素が2個のとき、得点加算メカニズムが単調性と強い全員一致を満たすことを証明した。このメカニズムは、各主体が評価の高い主体には得点1、評価の低い主体には得点0を与え、それを単純和で集計するような相互評価メカニズムであり、是認投票との関連性が高い。

本研究のテーマは新しいものであり、研究代表者の知る限り、既存の研究成果は数点しか存在しない。安藤・小原・山本（2003）と大瀬戸（2007）は、各主体が他の主体をランキング形式で評価する場合を分析している。また、ホルツマン・ムーラン（2013）は、各主体が最も高く評価する主体を表明する場合を分析している。それぞれの研究を一層進めることにより、実際の大学評価などの相互評価問題に適用可能な相互評価メカニズムの構築が期待される。

### 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3件）

1. 大瀬戸真次、Exclusion of Self Evaluations in Peer Ratings: Monotonicity versus Unanimity on Finitely Restricted Domains、Social Choice and Welfare、査読有、38巻、1号、109-119 ページ、2012年（DOI:10.1007/s00355-010-0521-2）
2. 大瀬戸真次、 $\alpha$ -Serial Mechanisms for the Provision of an Excludable Public Good、Japanese Economic Review、査読有、61巻、4号、507-516 ページ、2010年（DOI:10.1111/j.1468-5876.2009.00496.x）
3. 安藤和敏、加藤美紀、大瀬戸真次、Strategy-Proof and Symmetric Allocation of an Indivisible Good、Mathematical Social Sciences、査読有、55巻、1号、14-23 ページ、2008年（DOI:10.1016/j.mathsocsci.2007.06.002）

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

大瀬戸 真次 (OHSETO SHINJI)  
東北大学・大学院経済学研究科・教授  
研究者番号：00278475

#### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

#### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：