

平成 30 年 5 月 2 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25380218

研究課題名(和文) 経済環境におけるメカニズム・デザインの可能性と限界

研究課題名(英文) Possibility and Limitation of Mechanism Design in Economic Environments

研究代表者

大瀬戸 真次 (OHSETO, SHINJI)

東北大学・経済学研究科・教授

研究者番号：00278475

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：メカニズム・デザインとは、社会を構成する個人の戦略的行動を考慮に入れた上で、社会や経済における目標を達成するためのメカニズム(制度)を設計する研究分野である。本研究では、第一に、相互評価による表彰制度の設計という新しい問題に取り組み、「次点付き多数決」という興味深いメカニズムを提案した。第二に、非分割財の配分メカニズムの分析を行い、耐戦略性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムが存在しないことを証明した。

研究成果の概要(英文)：Mechanism design is a research field that designs mechanisms (institutions) for achieving social and economic goals, taking into account the strategic behavior of individuals that make up society. In this research, firstly, we addressed a new problem of designing an award system based on mutual evaluation and proposed an interesting mechanism called "plurality with runners-up". Second, we analyzed the allocation mechanism of indivisible goods and proved that there is no mechanism satisfying strategy-proofness, symmetry and budget balance.

研究分野：メカニズム・デザイン

キーワード：メカニズム・デザイン 相互評価 次点付き多数決 非分割財配分 耐戦略性

### 1. 研究開始当初の背景

メカニズム・デザインとは、社会を構成する個人の戦略的行動を考慮に入れた上で、社会や経済における目標を達成するためのメカニズム(制度)を設計する研究分野である。1970年代から始まったメカニズム・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、相互評価による表彰制度の設計などが挙げられる。

純粋交換経済、公共財供給と費用配分の研究はかなり進展しており、最終的なまとめの段階となっている。非分割財の配分、オークション設計の研究は伝統的な分野であるが、まだまだ未解決の問題が多い。相互評価による表彰制度の設計は新しい研究領域であり、新しい枠組みの構築から始める必要がある。これらの各分野の問題にバランスよく取り組み、新しい研究成果を挙げることにより、メカニズム・デザインの理論は益々の発展が期待される。

### 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り組みを行い、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、社会を構成する個人の戦略的行動を考慮に入れた上で、社会や経済における目標を達成するためのメカニズム(制度)を設計する研究分野である。1970年代から始まったメカニズム・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、相互評価による表彰制度の設計などが挙げられる。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、経済環境を統一的に取り扱うメカニズム・デザインの理論を提示することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 相互評価による表彰制度の設計

メカニズム・デザインの新しい問題である「相互評価による表彰制度の設計」に関する研究を行う。相互評価とはある集団における個人相互を評価し合う状況であり、表彰制度とはその相互評価に基づいて各個人にランキングをつけたり、一人または集団の一部を表彰対象者として選択する仕組みのことである。

本研究では、相互評価の情報的基礎として、次の2つの枠組みを参考にして研究を行う。第一は、安藤・小原・山本(2003)と大瀬戸(2007)で採用された「すべての個人に(序数的)ランキングをつけ、社会的なランキングを集計する関数」を分析する枠組みである。安藤・小原・山本(2003)は、弱パレート原理の他に、無関係対象からの独立性を課し、不可能性定理を得た。一方、大

瀬戸(2007)は、弱パレート原理のみを採用し、ボルダ・ルールが弱パレート原理を満たす唯一のスコアリング・ルールであることを証明した。

第二は、ホルツマン・ムーラン(2013)で採用された「すべての個人は他の一名を指名し、それを集計し一名の表彰対象者を決定する関数」を分析する枠組みである。ホルツマン・ムーラン(2013)は、不偏性(自分が表彰対象者となるか否かは自分の指名に影響を受けない)、正の全員一致性(すべての個人がある特定の個人を指名したならば、その個人が表彰対象者となる)、負の全員一致性(誰からも指名されていない個人が表彰対象者となることはない)の3つの条件を満たすルールが存在しないという不可能性定理を証明した。

#### (2) 非分割財配分メカニズムの設計

非分割財の配分に関するメカニズム・デザインについて研究を実施する。

ホルムストロム(1979)は、一般的な環境で、耐戦略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、グローヴズ・メカニズムの集合であることを証明した。大瀬戸(2000)は、非分割財に対する個人の評価値の集合が有限であるときでさえ、グローヴズ・メカニズムは予算均衡を満たさないことを証明した。言い換えると、耐戦略性、意思決定に関する効率性、予算均衡の3つの条件を満たすメカニズムは存在しない。

非分割財の配分問題では、効率性を追求することも重要であるが、むしろ公平性を確保することが重要な場面が多い。大瀬戸(2006)は、グローヴズ・メカニズムの中で、公平性を代表する条件である非羨望性を満たすものを特定した。さらに、安藤・加藤・大瀬戸(2008)は、個人の人数が30人以下であるときに、耐戦略性、対称性、予算均衡を満たすメカニズムは存在しないという部分的な不可能性定理を発表した。これらの先行研究を踏まえて、非分割財の配分メカニズムに関するより精緻な研究結果を得る。

### 4. 研究成果

#### (1) 相互評価による表彰制度の設計

メカニズム・デザインの新しい問題である「相互評価による表彰制度の設計」に関する研究を行った。相互評価とはある集団における個人相互を評価しあう状況であり、表彰制度とはその相互評価に基づいて各個人にランキングをつけたり、一人または集団の一部を表彰対象者として選択する仕組みのことである。

本研究では、集団の各個人が(自分自身を除いて)最も表彰するにふさわしい個人を指名しあい、それらの指名情報に基づいて表彰対象者を決定する制度の設計について分析を行った。ホルツマン・ムーラン(2013)は、そのような環境で常に一人の個人を表彰

対象者とする表彰制度で、次の3つの条件を満たすような表彰制度は存在しないことを証明した。3つの条件とは、不偏性（自分が表彰対象者となるか否かは自分の指名に影響を受けない）、正の全員一致性（すべての個人がある特定の個人を指名したならば、その個人が表彰対象者となる）、負の全員一致性（誰からも指名されていない個人が表彰対象者となることはない）である。

彼らの不可能性定理を克服する試みとして、表彰制度が常に一人の個人を表彰対象者とするという仮定を緩和し、複数の個人を表彰対象者として認める表彰制度まで拡張して考察するとどのように結果が変化するかを分析した。ここで、単純多数決を用いた表彰制度を考えると、最高得票数が同点となる場合があり、複数の個人を表彰対象者として認めるような表彰制度を考えることは自然な拡張であるといえる。しかし、単純多数決は正の全員一致性と負の全員一致性を満たすが、不偏性を満たさない。そこで、不偏性を満たすように単純多数決を修正するという方向性が考えられる。

本研究では、「次点付き多数決」という表彰制度を提案した。「次点付き多数決」とは、最高得票数を得たすべての個人を表彰対象として、さらに最高得票数より1票だけ少ない得票数を得た個人のうち最高得票数を得た個人を指名している個人を表彰対象とする制度である。

単純多数決をこのように修正することにより、「次点付き多数決」が正の全員一致性、負の全員一致性に加えて、不偏性を満たすことを証明した。したがって、表彰制度が常に1人の表彰対象者を選択するという要求を緩和し、複数の表彰対象者を認めることにより否定的な結果を回避できるという重要な結果が得られた。

ホルツマン・ムーラン（2013）は同じ論文の中で、常に一人の個人を表彰対象者とする表彰制度で、次の3つの条件を満たすような表彰制度は存在しないことを証明した。3つの条件とは、不偏性、匿名性（表彰対象者となる個人が選択される基準は、得票数のみである）、非定値性（表彰対象者となる個人は、固定されていない）である。

本研究では、この不可能性定理に対しても、表彰制度が常に一人の個人を表彰対象者とするという仮定を緩和し、複数の個人を表彰対象者として認めるような表彰制度にまで拡張して考察するとどのように結果が変化するかを分析した。

「次点付き多数決」は、最高得票数を得た個人をすべて表彰対象者として選ぶものの、最高得票数より1票少ない得票数を得た個人を表彰対象者として選ぶ場合と選ばない場合があるため、匿名性を満たさない。

そこで、複数の表彰対象者を認める表彰制度全体を考察対象として考え、不偏性、匿名性、非定値性を満たす表彰制度が存在するか

どうかを検討したところ、そのような表彰制度が存在することが確認された。しかしながら、その表彰制度は社会で利用するには満足のいくものではないことが明らかであった。例えば、その表彰制度は正の全員一致性を満たしていないのである。したがって、不偏性、匿名性、正の全員一致性を満たす表彰制度の存在について検討したところ、その3つの条件を満たす表彰制度は存在しないことが明らかとなった。表彰対象者を1人から複数人に変更したとしても、不偏性、匿名性を満たす表彰制度に関する否定的な結論に変化はないことがわかったのである。

相互評価による表彰制度の設計は新しい研究領域であり、そこで先駆的な研究と異なる方向性を持つ研究成果を発表できたことは非常に重要である。

## （2）非分割財配分メカニズムの設計

メカニズム・デザインの伝統的な問題である「非分割財配分メカニズムの設計」に関する研究を行った。複数の個人から構成される社会において、1単位の非分割財をどの個人に配分するかを決定するメカニズムの設計について考察を行った。複数の個人が存在するのに対し、1単位の非分割財しかないため、非分割財を得られた個人と得られなかった個人の間で不公平が生じることが容易に予測できる。したがって、個人間の金銭移転による補償を認めるメカニズムを考察対象とすることにした。

社会を構成する各個人は非分割財に対して評価値を持っていると考える。要するに、その非分割財にいくら支払ってもよいかという金額である。社会を構成する各個人がその評価値を表明しあい、その情報を基礎として、どの個人が非分割財を受け取り、さらに個人間でどのような金銭移転がなされるべきかを決定するのがメカニズムである。初期の研究では、メカニズムが持つべき性質として次の3つの条件が考察されてきた。3つの条件とは、耐戦略性（どの個人も非分割財の評価値を正しく表明する）、意思決定に関する効率性（非分割財に対する評価値が一番高い個人が、非分割財を獲得する）、予算均衡（個人間の金銭移転の総額はゼロで均衡する）である。

初期の研究で耐戦略性、意思決定に関する効率性、予算均衡の3つの条件を満たすメカニズムが存在しないことが証明されたが、大瀬戸（2000）は非分割財に対する個人の評価値に制限を加えたときでさえ、この不可能性定理が成立することを証明した。

非分割財に対する個人の評価値の制限とは次のような考え方から得られたものである。通常メカニズム・デザインの議論では、個人の評価値の集合は実数全体であると想定されることが多い。しかしながら、私たちが非分割財を評価するときは、その非分割財がよいものであれば評価値は非負の値であり、評

価値に上限があることが自然である。さらに私たちは、100円、200円といったように貨幣の単位で評価することに慣れており、通常評価値は自然数となることが想定される。したがって、非分割財に対する個人の評価値は有限個の集合と考えることが自然であり、そのようなメカニズムを考えると、否定的な結論が覆されることが考えられる。しかし、大瀬戸(2000)は、非分割財に対する個人の評価値が有限個の集合である場合でも、耐戦略性、意思決定に関する効率性、予算均衡の3つの条件を満たすメカニズムが存在しないことを証明した。

非分割財配分の研究では、効率性を追求することも重要であるが、公平性を確保することがより重要である場合も多い。公平性の条件として、非羨望性(各個人は他人の配分よりも自分の配分を好む)が有名であるが、本研究ではより強い結論を導くために、より弱い条件である対称性(2人の個人が非分割財に対して同じ評価値を持つとき、その2人は同じ効用をもたらす配分を得る)を採用する。さらに、大瀬戸(2000)と同様に、評価値の集合は有限である場合を考察する。

本研究では、 $n$ 人の個人がいる場合、非分割財に対する個人の評価値の集合が $n+1$ 個以上であるとき、耐戦略性、対称性、予算制約の3つの条件を満たすメカニズムは存在しないことを証明した。この結果は、 $n-1$ 単位の同質的な非分割財を配分する問題にも応用可能である。さらに、 $n$ 人の個人が必ず1つの非分割財を受け取る状況で、 $n$ 人の個人に $n$ 単位の同質的でない財を分配する問題にも適用可能である。

#### <参考文献>

Ando K, Kato M, Ohseto S (2008) "Strategy-proof and symmetric allocation of an indivisible good, " *Mathematical Social Sciences*, Vol. 55, pp. 14-23.

Ando K, Ohara A, Yamamoto Y (2003) "Impossibility theorems on mutual evaluation (in Japanese), " *Journal of Operations Research Society of Japan*, Vol. 46, pp. 523-532.

Holmström B (1979) "Groves' scheme on restricted domains, " *Econometrica*, Vol. 47, pp. 1137-1144.

Holzman R, Moulin H (2013) "Impartial nominations for a prize, " *Econometrica*, Vol. 81, pp. 173-196.

Ohseto S (2000) "Strategy-proof and efficient allocation of an indivisible good on finitely restricted preference domains, " *International Journal of Game*

*Theory*, Vol. 29, pp. 365-374.

Ohseto S (2006) "Characterizations of strategy-proof and fair mechanisms for allocating indivisible goods, " *Economic Theory*, Vol. 29, pp. 111-121.

Ohseto S (2007) "A characterization of the Borda rule in peer ratings, " *Mathematical Social Sciences*, Vol. 54, pp. 147-151.

#### 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) Miki Kato, Shinji Ohseto, and Shohei Tamura (2015) "Strategy-proofness versus symmetry in economies with an indivisible good and money, " *International Journal of Game Theory*, Vol. 44, pp. 195-207. (査読有)

DOI 10.1007/s00182-014-0425-y

(2) Shohei Tamura and Shinji Ohseto (2014) "Impartial nomination correspondences, " *Social Choice and Welfare*, Vol. 43, pp. 47-54. (査読有)

DOI 10.1007/s00355-013-0772-9

#### 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