

## 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 6 月 4 日現在

機関番号：32601  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2010～2012  
 課題番号：22730160  
 研究課題名（和文） メカニズム・デザインにおける均衡調整問題：正直均衡は選択されるのか？  
 研究課題名（英文） Equilibrium Coordination in the Implementation Problem: Is the Truth-Telling Equilibrium Salient?  
 研究代表者  
 水上 英貴（MIZUKAMI HIDEKI）  
 青山学院大学・経済学部・准教授  
 研究者番号：30377238

## 研究成果の概要（和文）：

遂行理論では、設計したメカニズムが複数個の均衡を持つとしても、それらの均衡アウトカムはすべて必ず社会目標に一致するので、複数個の均衡を持つことは理論的には問題とされない。しかしながら、複数均衡を持つメカニズムを現実の制度に適用すると、人々がどの均衡の達成を目指すのかという均衡調整問題が発生する。本研究では、直接表明メカニズムにおいて、フォーカル・ポイント（Schelling (1960)）の概念を使うことで、正直均衡によって均衡調整問題を肯定的に解決することができる可能性があることを被験者を用いた実験で明らかにした。

## 研究成果の概要（英文）：

In implementation theory, it does not matter from the theoretical viewpoint that the designed mechanism has multiple equilibria, since those equilibrium outcomes coincide with the social goal by definition. However, when those mechanisms are used in practice, the "equilibrium coordination problem" arises, i.e., how do agents decide which equilibrium to choose among those equilibria. Direct revelation mechanisms, which prevail recently, are simple enough to have multiple equilibria. So, it is an important problem to solve the equilibrium coordination problem. This study shows by economic experiments that in a direct revelation mechanism, if the mechanism which has multiple equilibria has the truth-telling equilibrium, the equilibrium is salient among those equilibria. This implies that the truth-telling equilibrium could become a focal point (Schelling (1960)).

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

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：ゲーム理論，遂行理論，メカニズム・デザイン

## 1. 研究開始当初の背景

政策担当者がある望ましい資源配分（社会目標）を遂行しようとするときに最も考慮しなければならないのは、人々のインセンティブである。すばらしい資源配分を実現しようといくら政策担当者が意気込んだとしても、人々がその配分を達成しようとするインセンティブを持たなければ、その資源配分が実現されることはない。したがって、人々に適切なインセンティブを与えることが社会目標を遂行するためには重要となってくるのだが、特に身近な問題などでは、いつも価格を使って適切なインセンティブを与えることができるとはかぎらない。そういう場合には、人々が各自の行動原理にしたがって行動した結果に実現される均衡状態が社会目標と常に一致するようなメカニズムを設計し使用することによって、インセンティブの問題を解決しつつ社会目標を遂行しようと試みるメカニズム・デザイン理論の考え方が重要となってくる。このような考え方は、2007年のノーベル経済学賞をメカニズム・デザイン理論の構築の功績で Hurwicz, Maskin, Myerson が受賞し、そして、2012年のノーベル経済学賞をマーケット・デザインの実践の功績で Roth, Shapley が受賞したことからもわかるように、近年は経済学において非常に重要になってきている。

メカニズム・デザイン理論の現実への応用例としてしばしば引き合いに出されるのが、Vickrey によるセカンド・プライス・オークションの設計、Milgrom たちによってなされたアメリカでの周波数オークションの設計、そして、Roth たちによるアメリカの研修医配属制度や学校選択制度などのマッチング制度の設計などである。ここで注目したいのは、上に挙げた実際に使用されている制度は、Roth の 2012 年のノーベル経済学賞受賞の理由になったものも含めて、どれもが直接表明メカニズムになっているということである。

直接表明メカニズムとは、人々が自分のタイプ（オークションでは評価額、マッチングでは選好）のみを表明するメカニズムのことである。直接表明メカニズムは、自分の情報のみを表明するという人々の直観にかなったシンプルなメカニズムであるために、実際に使用されることが多いのであろう。しかしながら、この直接表明メカニズムを使えば人々に適切なインセンティブを与えることができ、人々が自らの行動原理にしたがっ

て行動した結果に生じる均衡状態を常に社会目標と一致させることが可能になるのかどうかは、理論的に可能になることはわかっているが、現実的にも可能になるのかどうかについては実はまだよくわかっていないところも残されている。

## 2. 研究の目的

現実性を高めるためにいきなり不完備情報モデルを考察するのは分析を複雑にするだけなので、本研究では完備情報モデルを考察する。完備情報でのメカニズム・デザインで問題となってくるのは、「均衡調整」である。

遂行理論では、設計したメカニズムに複数個の均衡があったとしても、それらの均衡アウトカムはすべて必ず社会目標に一致しているため、複数個の均衡があることは理論的には問題とされない。しかしながら、均衡が複数あるメカニズムを現実の社会制度に適用すると、人々がどの均衡の達成を目指すのかという均衡調整問題が発生する。

いま、ナッシュ均衡が二つ存在するとしよう。このとき、それぞれの個人は、二つのナッシュ均衡戦略を見つけることはできたとしても、どちらの均衡戦略を選ぶべきかを定めることまではできない。したがって、現実では、それぞれの個人がうまく均衡戦略を合わせることはできるとはかぎらないので、均衡戦略の調整の失敗が起こる可能性がでてくる。つまり、理論的には社会目標を遂行しているメカニズムであったとしても、それが複数の均衡を持っていれば、人々がうまく均衡戦略の調整をできない可能性があり、そのメカニズムが現実的に社会目標を遂行することができるとはかぎらないのである。

Maskin (1999) のメカニズムのように、均衡が一意なメカニズムは複雑になりがちなので実用的ではないかもしれない。一方、直接表明メカニズムのようなシンプルなメカニズムは複数均衡を持ちやすく、均衡調整問題が発生しやすい。したがって、シンプルなメカニズムを用いようとするかぎり、理論的にはうまくいくはずのメカニズムを実際にもうまく機能させるために、この均衡調整問題をどうにかして解決しなくてはならない。本研究では、Schelling (1960) のフォーカル・ポイントの概念を使うことで、直接表明メカニズムにおいて均衡調整問題を解決することができるかどうかを被験者を用いた実験

で検証する。

フォーカル・ポイントの概念を使って、均衡調整問題を解決しようと試みた研究として、Mizukami et al. (2009) がある。完備情報下では、人々はお互いのタイプについて十分によく知っている状況にいますので、複数個の均衡があったとしても、全員が正直にタイプを表明することが均衡になっているとしたら、その均衡がフォーカル・ポイントになるのではないかと考えたのである。

本研究は、Mizukami et al. (2009) で残された課題を解決しようとするものである。Mizukami et al. (2009) では、「複数の均衡戦略が（選好の意味で）無差別である場合」は、(1) 正直均衡（人々が自分のタイプを正直に表明することが均衡になる状態）がフォーカル・ポイントになるということを実験によって明らかにした。さらに、(2) 複数均衡がある場合に、その一つに正直均衡を含むメカニズムの方が含まないメカニズムよりも高い均衡達成率を示すことを実験によって明らかにした。しかしながら、均衡戦略が無差別でない場合にも依然としてこれらの結果が得られるかどうかは明らかではない。この点を検証するのが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

Mizukami et al. (2009) の実験では、複数均衡が存在する状態で、それぞれの個人にとって、二つの均衡戦略が無差別になっていた。均衡戦略が無差別であるとは、具体的には次のような意味である。ある個人がある均衡戦略をとるときに、相手が正しい均衡戦略をとってくればアウトカムは  $a$ 、別の均衡戦略をとってくればアウトカムは  $b$  となる。同様に、もう一つの均衡戦略をとるときに、相手が正しい均衡戦略をとってくればアウトカムは  $a$ 、別の均衡戦略をとってくればアウトカムは  $c$  となる。このように、相手が別の均衡戦略をとってきたときのアウトカムは  $b$  と  $c$  であるが、均衡戦略が無差別であるとは、この個人にとってはどちらのアウトカムも無差別になっていることをいう。

しかしながら、いつもこのような意味で均衡戦略が無差別になるとはかぎらない。そのような状況においても、Mizukami et al. (2009) と同様の結果が得られるかどうかは明らかではない。例えば、個人が均衡戦略間をマクシミン戦略の意味で比較するとしたら、お互いが目指す均衡が異なってくる可能性があるからである。

そこで、本研究では理論モデルを構築し経済実験を行った。具体的には、理論モデルとして、比較実験ができるように、同一の社会目標を遂行するメカニズムであって、(a) 複

数均衡がありその均衡戦略が無差別でないときに、正直均衡を含むメカニズムと、(b) 複数均衡がありその均衡戦略が無差別でないときに、正直均衡を含まないメカニズムを設計し、二つのメカニズムの均衡達成率を比較することで、複数均衡に正直均衡を含むメカニズムの方が高い均衡達成率を示すかどうかを経済実験で検証した。

### 4. 研究成果

実験は、早稲田大学の学部生の計 64 名を被験者に、2012 年 10 月に実施した。実験では、各ラウンドでランダムに 8 組のペアを作り被験者に意思決定を行わせ、複数均衡の存在するラウンドは合計で 12 ラウンド設定した。均衡が一意のラウンドは、合計で 16 ラウンド設定している。実験や分析結果の詳細については、現在執筆中の論文 Mizukami et al. (2013) を参照されたい。

本研究では、実験データを使って、主に以下の二つの仮説を検証した。

仮説 1: 複数均衡がある場合には、(a) のメカニズムの方が (b) のメカニズムよりも均衡達成回数が高い。

仮説 2: 均衡が一意である場合には、(a) のメカニズムと (b) のメカニズムに均衡達成回数の違いはない。

仮説 1 は、複数均衡がありその均衡戦略が無差別でない場合でも、その一つに正直均衡を含むメカニズムの方が含まないメカニズムよりも高い均衡達成率を示すことを意味する仮説である。また、仮説 2 は、均衡が一意である場合は、(a) と (b) は同一の社会目標を遂行するメカニズムであるので、遂行理論より均衡達成率に違いがあってはならないことを意味する仮説である。均衡が一意である場合に (a) のメカニズムと (b) のメカニズムで均衡達成率に違いが出れば、その違いが被験者の質によるものである可能性がある。したがって、被験者の質の同質性を保証するためにも、仮説 2 を同時に検証する必要がある。

複数均衡が存在する状況は 192 サンプルあるが、そのうち (a) のメカニズムで均衡を達成した回数は 183 回で、(b) のメカニズムで均衡を達成した回数は 154 回であった。この結果について、帰無仮説「(a) のメカニズムの方が (b) のメカニズムよりも均衡達成回数が高いことはない」を検定 (Fisher's Exact Test) すると、1% 有意水準で棄却された。よって、複数均衡がある場合は、(a) のメカニズムの方が (b) のメカニズムよりも均衡達成回数が有意に高いことが明らかとなった。Mizukami et al. (2013) では、この結果の頑健性について、ラウンドごとのデータや被験者ごとのデータを使っ

て調べているが、いずれも仮説 1 が支持されている。

また、均衡が一意である状況は 256 サンプルあるが、そのうち (a) のメカニズムで均衡を達成した回数は 192 回で、(b) のメカニズムで均衡を達成した回数は 197 回であった。この結果について、帰無仮説「(a) のメカニズムと (b) のメカニズムに均衡達成回数の違いがある」を検定 (Fisher's Exact Test) すると、10% 有意水準でも棄却できなかった。したがって、均衡が一意である場合は、(a) のメカニズムと (b) のメカニズムに均衡達成回数の違いがあるとは言えなかった。Mizukami et al. (2013) では、ラウンドごとのデータや被験者ごとのデータも使って検証しているが、いずれも仮説 2 が支持されることはなかった。

これらの仮説 1 および仮説 2 の検定結果は、いずれも理論モデルと整合的であった。したがって、Mizukami et al. (2009) 論文で残されていた「均衡戦略が無差別でない状況においても、複数均衡がある場合に、その一つに正直均衡を含むメカニズムの方が含まないメカニズムよりも高い均衡達成率を示すのか」という課題は、肯定的に解決される可能性があることが明らかになった。

研究開始当初の背景で述べたように、理論に基づいて設計された直接表明メカニズムが世の中で多く使われるようになってきているが、それらが実際に理論どおりに機能するかどうかは不明である。直接表明メカニズムは、先に述べたように人々の直観にかなったシンプルなメカニズムであるが、その一方で複数均衡を持ちやすい。したがって、均衡調整問題を解決する方法を見つけることは、メカニズムの現実制度への適用を考えると非常に重要なことであろう。Mizukami et al. (2009) や本研究が示すように、Schelling (1960) のフォーカル・ポイントの概念を使って均衡調整問題を解決できる可能性が明らかになったことで、メカニズム・デザインにおける均衡調整問題を解決するための一つのアプローチが見つかったといえるだろう。

最後に、今後の課題を一つ指摘したい。Mizukami et al. (2009) と本研究では、同一の社会目標 (社会選択関数) を取り上げて均衡調整問題を考察している。したがって、遂行する社会目標として、異なる別の社会選択関数を取り上げたとしても、メカニズムに複数均衡が存在する場合に、その一つに正直均衡を含むメカニズムの方が含まないメカニズムよりも高い均衡達成率を示すかどうかは明らかではない。フォーカル・ポイントの概念を使って均衡調整問題をどの程度まで解決できるのかを、異なる別の社会選択関数を取り上げて検証することは、残された課

題の一つである。

#### 参考文献：

1. Maskin, E. (1999): "Nash Equilibrium and Welfare Optimality," *Review of Economic Studies*, 66, 23-38.
2. Mizukami, H., T. Nihonsugi, and T. Wakayama (2009): "Is the Truth-Telling Equilibrium Salient?: An Experiment on Direct Nash Implementation," mimeo., University of Toyama.
3. Mizukami, H., T. Nihonsugi, and T. Wakayama (2013): "Truth-Telling Mechanism Design," mimeo., Aoyama Gakuin University.
4. Schelling, T. C. (1960): *The Strategy of Conflict*, Harvard University Press.

#### 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)

- ① Mizukami, H. and T. Wakayama (2012): "Ex-Post Self-Implementation," SSRN eLibrary 2164972, 1-10. (査読なし)  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2164972>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

水上 英貴 (Mizukami Hideki)

研究者番号：30377238

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：