

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：32601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K03628

研究課題名(和文) 多様な行動原理に耐性を持つメカニズムの設計：理論と実験

研究課題名(英文) Robust Mechanism Design: Theory and Experiment

研究代表者

水上 英貴 (Mizukami, Hideki)

青山学院大学・経済学部・教授

研究者番号：30377238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、完備情報下において、マスキン・メカニズムによるナッシュ遂行と正直ナッシュ遂行の遂行率に違いがあるのかについて、理論モデルを構築して経済実験によって検証しようと試みた。理論的には、完全遂行であるナッシュ遂行の方が、部分遂行である正直ナッシュ遂行よりも高い遂行率を示す。しかしながら、部分遂行であっても、正直均衡がフォーカル・ポイントになるのであれば、ナッシュ遂行と正直ナッシュ遂行の遂行率に違いはないかもしれない。この点を検証するための理論モデルを構築したが、コロナ禍による影響により経済実験を実施することはできなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

理論的には、マスキン・メカニズムによるナッシュ遂行の方が正直ナッシュ遂行よりも高い遂行率を示す。しかしながら、遂行可能な社会選択関数(社会目標)は、ナッシュ遂行よりも正直ナッシュ遂行の方が多い。そこで、正直均衡がフォーカル・ポイントになることで、正直ナッシュ遂行の遂行率がナッシュ遂行と同程度にまで上昇するかどうかを経済実験によって明らかにしようと試みた。正直ナッシュ遂行の遂行率の上昇が確認されれば、社会実装可能な社会目標の増加につながる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we attempted to test whether there is a difference in the implementability rate between Nash implementation by the Maskin mechanism and truthful Nash implementation under the complete information by constructing a theoretical model and conducting an economic experiment. Theoretically, Nash implementation, which is full implementation, shows a higher implementability rate than truthful Nash implementation, which is partial implementation. However, if the truthful equilibrium becomes a focal point even in partial implementation, there might be no difference in the implementability rates between Nash and truthful Nash implementation. We constructed a theoretical model to test this point, but were unable to conduct an economic experiment due to the effects of the COVID-19 pandemic.

研究分野：ゲーム理論

キーワード：経済理論 ゲーム理論 遂行理論 メカニズム・デザイン 行動メカニズム・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、価格を使って適切なインセンティブを与えることが必ずいつでも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(完全遂行)しようとするメカニズム・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 L. Hurwicz, E. Maskin, R. 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 A. Roth, L. 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・デザイン理論の実社会への応用例としてしばしば引き合いに出されるのが、P. Milgrom たちによってなされたアメリカでの周波数帯オークションの設計、そして、A. 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である。ここで注目したいのは、上に挙げた実社会で使用されている制度は、A. 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、実社会で使用されることが多いのであろう。しかしながら、メカニズムには、直接表明メカニズム以外にも間接表明メカニズムが数多く存在する。それらの間接表明メカニズムを使用するよりも、直接表明メカニズムを使用する方が望ましい資源配分を現実的に遂行しやすい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

理論に基づいて設計されたメカニズムが実際には理論どおりにうまく機能しないかもしれない原因の一つは、従来のメカニズム・デザインで仮定されてきた人々の行動原理にある。従来の完備情報下でのメカニズム・デザインでは、人々の行動原理としてしばしばナッシュ均衡行動が仮定されてきた。しかしながら、人々が必ずしもナッシュ均衡行動を行動原理としてとっているわけではないということが、最近の実験経済学の研究成果からわかってきている。実際、我々の最近の実験結果においても、ナッシュ均衡で想定しているような行動をとる被験者ももちろん存在するが、そうではない行動をとる被験者も少なからず存在することが観察された。ナッシュ均衡行動以外の行動原理として、メカニズム・デザインに関する我々の実験でしばしば見られた被験者の行動原理は、マキシミン行動であった。他の被験者の合理性を前提に最適反応戦略を選択するという行動原理以外にも、安全を重視してマキシミン行動を選択するという行動原理が数多く観察されたのである。この実験結果は、理論研究においてこれまでしばしば仮定されてきたように、ナッシュ均衡行動をとる人々はもちろん存在するのであるが、ナッシュ均衡行動以外にマキシミン行動をとる人々も現実には数多く存在している可能性を示唆している。そして、ナッシュ均衡行動以外にマキシミン行動をとる人々も存在する場合には、間接表明メカニズムを使う方が、直接表明メカニズムを使うよりも望ましい資源配分を遂行しやすい可能性があることを、我々の最近の実験結果が明らかにしている。したがって、実社会で使用するメカニズムを設計しようとする際に、研究対象を直接表明メカニズムだけに絞ってもいいとは言いきれないのである。

3. 研究の方法

本研究課題の申請時は、理論モデルとして、耐戦略性を満たす社会選択関数が存在する環境を暗黙のうちに想定していた。ところが、耐戦略性を満たす社会選択関数が存在する環境では、その社会選択関数自体を理論的性能のよい直接表明メカニズムとして利用できることが知られている。そこで、理論的性能のよい直接表明メカニズムが存在しない環境(耐戦略性を満たす社会選択関数が存在しない環境)においても通用する理論研究を行った方がよいという結論になり、研究方針を微修正した。

その結果、理論モデルを変更し、完備情報下でのメカニズム・デザインという特徴を最大限に生かし、(部分遂行ではあるが)耐戦略性を満たさない社会選択関数をも遂行できる正直ナッシュ遂行を遂行概念とする理論モデルを構築するという結論に至った。正直ナッシュ遂行とは、人々の行動原理として正直表明を採用するナッシュ遂行である。

(完全遂行であるため遂行率の観点からは理論的に優れている)ナッシュ遂行メカニズムと正直ナッシュ遂行メカニズムの性能を、経済実験によって比較するための理論モデルを構築する(メカニズムの性能比較は、経済実験での遂行率の比較により行う)。そして、同じ社会選択関数を(a)ナッシュ遂行(完全遂行)するマスキン・メカニズム(間接表明メカニズム)と(b)正直ナッシュ遂行(部分遂行)する直接表明メカニズムの性能を比較するための経済実験のデザインを行う。

4. 研究成果

マスキン・メカニズムによるナッシュ遂行を経済実験によって検証した先行研究 Cabrales et al. (2003) のモデルをベースに、経済実験のモデルをデザインした。Cabrales et al. (2003) と同じ環境(3個人・3選択肢・3状態)と社会選択関数を採用し、その社会選択関数を遂行する3つのメカニズムを以下のようにデザインした。

- (1) ナッシュ遂行(完全遂行): マスキン・メカニズム(概要は以下のとおり。詳細は, Maskin (1999, RES) を参照のこと)
 - 3人が状態に関して同じ表明をすれば、その状態でのアウトカムを選択する。
 - 2人が状態に関して同じ表明をすれば、その状態でのアウトカムを選択する。ただし、異なる表明をした個人にしたがって、異なるアウトカムを選択する例外がある。
 - 3人が状態に関して異なる表明をすれば、3人が同時に表明している整数の和にしたがって、アウトカムを選択する。
- (2) 正直ナッシュ遂行(部分遂行): 正直ナッシュ遂行メカニズム(概要は以下のとおり。詳細は、例えば、Dutta and Sen (1991, RES)などを参照のこと)
 - 3人が状態に関して同じ表明をすれば、その状態でのアウトカムを選択する。
 - 2人が状態に関して同じ表明をすれば、その状態でのアウトカムを選択する。
 - 3人が状態に関して異なる表明をすれば、任意のアウトカムを選択する。
- (3) 正直ナッシュ遂行(部分遂行): オリジナル・メカニズム(概要は以下のとおり)
 - 3人が状態に関して同じ表明をすれば、その状態でのアウトカムを選択する。
 - 2人が状態に関して同じ表明をすれば、異なる状態を表明した個人にとってその状態でのワースト・アウトカムを選択する。
 - 3人が状態に関して異なる表明をすれば、任意のアウトカムを選択する。

正直ナッシュ遂行メカニズムである(2)と(3)の違いは、2人が状態に関して同じ表明をした場合にある。(2)では、異なる状態を表明した個人に特にペナルティはないが、(3)では、異なる状態を表明した個人にとってのワースト・アウトカムが選択されるため、異なる状態を表明した個人へのペナルティがある。

これらのメカニズムに関して、経済実験によって理論検証する仮説は以下のとおりである。

- (1) 正直均衡達成率:
 - 正直ナッシュ遂行メカニズムおよびオリジナル・メカニズムにおいて、正直ナッシュ均衡達成率はその他のナッシュ均衡達成率よりも高い。
- (2) 遂行率:
 - マスキン・メカニズムの遂行率の方が、正直ナッシュ遂行メカニズムおよびオリジナル・メカニズムの遂行率よりも高い。

正直ナッシュ遂行は部分遂行であるため、一般に正直ナッシュ均衡以外にナッシュ均衡が存在する。したがって、均衡調整問題が発生し、完全遂行と比べて遂行率が低下すると考えられる。しかしながら、正直ナッシュ均衡がフォーカル・ポイントとなれば、均衡調整問題が解決され、遂行率が上昇すると考えられる。したがって、正直ナッシュ遂行の遂行率がナッシュ遂行と同程度になるための十分条件のひとつとして、フォーカル・ポイントによる均衡調整問題の解決が挙げられる。この点を検証するのが、正直均衡達成率に関する仮説である。

遂行率に関する仮説は、完全遂行であるマスキン・メカニズムの方が、部分遂行である正直ナッシュ遂行メカニズムおよびオリジナル・メカニズムよりも遂行率が高いという理論の検証である。しかしながら、上記とおり、均衡調整問題が解決されるならば、正直ナッシュ遂行メカニズムおよびオリジナル・メカニズムの遂行率は、マスキン・メカニズムと同程度であると考えられる。

これらの仮説を、経済実験によって検証する予定であった。しかしながら、コロナ禍による様々な変化によって、経済実験を実施することはできなかった。フォーカル・ポイントによって均衡調整問題が解決されるならば、部分遂行である正直ナッシュ遂行でも完全遂行であるナッシュ遂行と同程度の遂行率が期待できる。部分遂行である正直ナッシュ遂行の方が、完全遂行であるナッシュ遂行よりも遂行可能な社会選択関数は多い。そのため、上記の実験デザインによって、正直均衡で均衡調整問題が解決されることが明らかになれば、直接表明メカニズムによる正

直ナッシュ遂行を実社会でも使用しうるといふ新たな視点を提示することができると思われる。他方、正直均衡では均衡調整問題が解決されないことが明らかになれば、マスクン・メカニズムを始めとする間接メカニズムも、遂行率の高さから実社会で使用するメカニズムを設計しようとする際に考慮に入れる必要があると考えられる。

以上のように、理論モデルの構築までは行えたが、コロナ禍により経済実験を実施することはできなかった。構築した理論モデルにもとづく経済実験は、本研究課題の継続課題である「正直ナッシュ遂行によるメカニズムデザイン」で実施することを検討している。

参考文献

Cabrales, A., G. Charness, and L. C. Corchón (2003): "An Experiment on Nash Implementation," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 51, 161--193.

Dutta, B. and A. Sen (1991): "A Necessary and Sufficient Condition for Two-Person Nash Implementation," *Review of Economic Studies*, Vol. 58, 121--128.

Maskin, E. (1999): "Nash Equilibrium and Welfare Optimality," *Review of Economic Studies*, Vol. 66, 23--38.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hideki Mizukami and Takuma Wakayama	4. 巻 104
2. 論文標題 Dominant Strategy Implementation of Bargaining Solutions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mathematical Social Sciences	6. 最初と最後の頁 60-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.mathsocsci.2020.01.008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hideki Mizukami, Takuma Wakayama	4. 巻 152
2. 論文標題 New Necessary and Sufficient Conditions for Secure Implementation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Economics Letters	6. 最初と最後の頁 76--78
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.econlet.2016.12.009	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	若山 琢磨 (Wakayama Takuma) (80448654)	龍谷大学・経済学部・准教授 (34316)	
研究分担者	二本杉 剛 (Nihonsugi Tsuyoshi) (10616791)	大阪経済大学・経済学部・教授 (34404)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------