

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：32617

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K12744

研究課題名（和文）共有資源の配分問題におけるメカニズムデザイン：理論と実験

研究課題名（英文）Mechanism design for common pool resource allocation problems: Theory and experiment

研究代表者

山邑 紘史 (Yamamura, Hirofumi)

駒澤大学・経営学部・准教授

研究者番号：00610297

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：複数人が利用権を共有している共有地において、利用者が自由に資源を利用できるとき、資源は乱獲され枯渇していくことが「共有地の悲劇」として知られている。共有地の悲劇を防ぐべく、限りある資源を効率的かつ公平に配分するためには、利用者の属性に基づいて資源を配分する仕組み（配分メカニズム）を構築する必要がある。

本研究では、利用者の選好が単谷型である場合の資源配分問題、実際に選ぶ選択肢が事前に2通りに絞られる場合の社会的選択問題、共有資源の維持管理費用の割当問題、の3問題に対して、一定の望ましい性質を充足する資源配分メカニズムを構築し、経済実験に基づくメカニズムの性能調査を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「共有地の悲劇」によって示されている共有資源の乱獲を防ぐためには、利用者の属性に基づいて資源を配分する仕組み（配分メカニズム）を構築する必要があるが、決められた配分メカニズムの下で利用者がどのような振舞いをするかについては、ゲーム理論に基づく分析と経済実験による検証が必要となる。

について、先行研究では配分メカニズムの構築が困難とされていた経済問題に対して、支配戦略均衡だけではなくナッシュ均衡も考慮することで、一定の可能性を見出すことに成功した。について、複数の配分メカニズムを同一環境で比較するという実験手続を構築し、配分メカニズムの性能に関して一定の結論を導出することに成功した。

研究成果の概要（英文）：It is well known as "the tragedy of the commons" that if several agents freely access to a common resource, then they result in overusing and deplete the resource. In order to avoid the tragedy of the commons and allocate a certain amount of a resource efficiently and fairly, we need to design a mechanism which allocate the resource according to several agents' attributes.

I designed and investigated several mechanisms for the following three problems which are closely related to the common pool resource allocation problems: (1) the allocation problem of a fixed amount of a resource when preferences are single-dipped; (2) the social choice problems in which possible alternatives are narrowed down to two alternatives; and (3) the allocation problem of the maintenance cost of the common-pool.

研究分野：メカニズムデザイン

キーワード：共有資源 単谷型選好 二択メカニズム 上方集合ルール 経済実験

1. 研究開始当初の背景

複数人が所有権を共有している共有地において、利用者が自由に共有資源を利用できるとき、資源は乱獲され枯渇していくことが「共有地の悲劇」として知られている(Hardin, 1968)。共有地の悲劇を防ぐべく、限りある資源を効率的かつ公平に配分するためには、利用者の属性に基づいて資源を配分する仕組み(配分メカニズム)を構築する必要がある。

本研究では、利用者の選好が単谷型である場合の資源配分問題、選ぶうる選択肢が事前に2通りに絞られる場合の社会的選択問題、共有資源の維持管理費用の割当問題、の3つの問題を分析対象とした。各問題に対する研究開始当初の背景は以下の通りである。

利用者の選好が単谷型である場合の資源配分問題

耐戦略的なメカニズムに関する先行研究(Klaus=Peters=Storcken, 1997; Klaus, 2001)によると、耐戦略性とパレート効率性を要求する限り、匿名性や個人合理性などの公平性原理を充足する配分メカニズムの構築が原理的に不可能であることが既に判明している。一方でナッシュ遂行に関する先行研究(Doghmi, 2013)では、ナッシュ遂行可能な社会的選択対応の性質が明らかにされたものの、具体的な配分メカニズムが提示されておらず、現実にどのような配分メカニズムを用いるべきかについて具体的な提唱がなされている訳ではなかった。

選ぶうる選択肢が事前に2通りに絞られる場合の社会的選択問題

選ぶうる選択肢が2通りに絞られる状況において、先行研究(Barbera=Berga=Moreno, 2012)によって耐戦略性をみたすメカニズムの性質が明らかにされているものの、耐戦略的なメカニズムのクラスが明示的に特定されていなかった。

共有資源の維持管理費用の割当問題

共有資源の維持管理コストを利用者に割り当てるためのメカニズムとして、「ピポタルメカニズム」と「自発的支払メカニズム」がよく知られている。ピポタルメカニズムは耐戦略性をみたくものの、ルールは幾分複雑で、余分な維持管理コストを徴収してしまう可能性が存在する。一方で自発的支払メカニズムは耐戦略性をみたくないものの、ルール自体は単純で、精緻化されたナッシュ均衡において非効率的な帰結を排除することができる。この二つのメカニズムはいずれも優れた性質を有しているものの、同一環境でどちらがより良いパフォーマンスを示すかについて、経済実験に基づく比較が行われていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の通りである。

利用者の選好が単谷型である場合の資源配分問題において、先行研究の成果を踏まえ、(1) ナッシュ均衡において非効率的な配分を排除でき、(2) ナッシュ均衡配分が一定の公平性の基準を充足し、(3) メカニズムが現実に利用可能な程度に単純で、かつナッシュ均衡の動学的安定性が保障されている、という3条件を充足するメカニズムの構築を目指した。

選ぶうる選択肢が事前に2通りに絞られる場合の社会的選択問題において、耐戦略的なメカニズムのクラスを明示的に特定し、現実の社会的選択の場において耐戦略的なメカニズムとして利用可能なメカニズムのリストを作成することを目指した。

同一の経済環境において「ピポタルメカニズム」と「自発的支払メカニズム」の下での意思決定を経済実験に基づいて調査し、各メカニズムがそれぞれどのような長所を有しているのかを比較することを目指した。

3. 研究の方法

既に耐戦略性に基づくメカニズムデザインが困難であることが明らかとなっているため、ナッシュ遂行による可能性を模索した。また、ナッシュ均衡の動学的安定性を調査するためにポテンシャルゲーム(Monderer=Shapley, 1996)の理論を活用した。

先行研究では社会的選択において意思が反映される「勝者提携」に関する単調性条件に焦点を充てて分析を行ったのに対して、新たに「選好の変化の方向」に関する単調性条件に着目した。

同一の経済環境において「ピポタルメカニズム」と「自発的支払メカニズム」の下での意思決定を経済実験に基づいて分析し、決定効率性・パレート効率性・個人合理性・社会的余剰という4つの指標に基づいて2つのメカニズムの性能を比較した。

4. 研究成果

利用者の選好が単谷型である場合の資源配分問題において、資源を「必要とする」か「必要としない」かのみを表明し、「必要とする」と表明した利用者間で資源を等分する、というシンプルな配分メカニズム（以下では「二択メカニズム」と呼称する）を考案し、その性能を分析した。その結果、(1)二択メカニズムのナッシュ均衡配分が弱パレート効率的であること、(2)二択メカニズムのナッシュ均衡配分が、匿名性・個人合理性・等分コアなど、複数の公平性の基準を充足していること、(3)二択メカニズムのナッシュ均衡が動学的に安定であること、が明らかにした。

この研究成果をディスカッションペーパー“Binary mechanism for the allocation problem with single-dipped preference”としてまとめ、The Meeting of the Society for Social Choice and Welfare や日本経済学会で報告した。

選ぶ際の選択肢が事前に2通りに絞られる場合の社会的選択問題において、「選好の変化の方向」に関する単調性条件に基づく耐戦略的な社会的選択関数の特徴づけを行った。また、「上方集合ルール(Upper set rule)」と呼ばれるメカニズムのクラスを定義した上で、「上方集合ルール」のクラスが耐戦略性をみたすメカニズムのクラスと一致することを示した。

この研究成果を論文“Upper set rules with binary ranges”としてまとめ、査読付き国際学術誌の Social Choice and Welfare に公刊した。

同一の経済環境下においてピボタルメカニズムと自発的支払メカニズムの下での意思決定に関する経済実験を実施した。その結果、完備情報の下ではパレート効率性・個人合理性・社会的余剰に関しては自発的支払メカニズムがピボタルメカニズムを上回る成果を挙げる傾向がある一方、決定効率性に関しては二つのメカニズムの間で有意な差が観察されることはなかった。この観察結果は、自発的支払メカニズムは耐戦略性をみたさないものの、ピボタルメカニズムを上回るパフォーマンスを発揮する可能性を有していることを示唆している。

この研究成果を論文“The pivotal mechanism versus the voluntary contribution mechanism: an experimental comparison”としてまとめ、査読付き国際学術誌の Social Choice and Welfare に公刊した。

参考文献

1. Barberà, S., Berga, D., and Moreno, B. (2012), “Group strategy-proof social choice functions with binary ranges and arbitrary sets: Characterization results,” *International Journal of Game Theory*, 41, 791-808.
2. Doghmi, A. (2013) “Nash implementation in an allocation problem with single-dipped preferences,” *Games*, 4, 38-49.
3. Klaus, B. (2001) “Coalitional strategy-proofness in economies with single-dipped preferences and the assignment of an indivisible object,” *Games and Economic Behavior*, 34, 64-82.
4. Klaus, B., Peters, H., and Storcken, T. (1997) “Strategy-proof division of a private good when preferences are single-dipped,” *Economic Letters*, 55, 339-346.
5. Hardin, D. (1968) “The tragedy of the commons,” *Science*, 162 1243-1248.
6. Monderer, D. and Shapley, L.S. (1996) “Potential games,” *Games and Economic Behavior*, 14, 124-143.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3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 Makoto Hagiwara, Hirofumi Yamamura	4. 巻 54
2. 論文標題 Upper set rules with binary ranges	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Social Choice and Welfare	6. 最初と最後の頁 657-666
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00355-019-01225-2	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 Hirofumi Yamamura	4. 巻 49
2. 論文標題 Proportional rules in claims problems: A game theoretic approach	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 駒澤大學経営學部研究紀要	6. 最初と最後の頁 23-38
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 Makoto Hagiwara, Hirofumi Yamamura, Takehiko Yamato	4. 巻 6
2. 論文標題 Implementation with socially responsible agents	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Economic Theory Bulletin	6. 最初と最後の頁 55-62
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s40505-017-0123-6	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 Fumiya Inoue, Hirofumi Yamamura	4. 巻 -
2. 論文標題 Binary mechanism for the allocation problem with single-dipped preferences	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SSRN Working Paper	6. 最初と最後の頁 1-24
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
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 Tatsuki Homma, Ryosuke Iba, Junyi Shen, Takuma Wakayama, Hirofumi Yamamura, Takehiko Yamato	4. 巻 58
2. 論文標題 The pivotal mechanism versus the voluntary contribution mechanism: an experimental comparison	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Social Choice and Welfare	6. 最初と最後の頁 429-505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00355-021-01350-x	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 -

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 山邑紘史
2. 発表標題 公共/私的設備の維持管理：ミクロネシアと日本の比較実験
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Makoto Hagiwara, Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 Upper set rules with binary ranges
3. 学会等名 2019 Conference on Economic Design (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fumiya Inoue, Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 Binary mechanism for the allocation problem with single-dipped preferences
3. 学会等名 The 14th Meeting of the Society for Social Choice and Welfare (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumiya Inoue, Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 Binary mechanism for the allocation problem with single-dipped preferences
3. 学会等名 日本經濟学会2018年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 Measurability and interpersonal comparability of assessment data
3. 学会等名 2018 18th International Symposium on Communications and Information Technologies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fumiya Inoue, Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 Binary mechanism for the allocation problem with single-dipped preferences
3. 学会等名 The 8th Meetings on Applied Economics and Data Analysis
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Hagiwara, Hirofumi Yamamura
2. 発表標題 On strategy-proofness and single-peakedness: A full characterizaiton
3. 学会等名 The 20th annual SAFT Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------