

平成 22 年 4 月 29 日現在

研究種目： 若手研究 (B)
 研究期間： 2007 ~ 2009
 課題番号： 19710135
 研究課題名 (和文) 集団的意思決定問題における戦略的操作不可能性に関するゲーム理論的研究
 研究課題名 (英文) Game theoretic analysis for collective choice problems and the strategy-proofness
 研究代表者
 梅澤 正史 (UMEZAWA MASASHI)
 大東文化大学・経営学部・准教授
 研究者番号： 20361305

研究成果の概要 (和文):

集団内の各個人が持つ選好をもとに、複数選択肢から幾つかの選択肢を選ぶ社会選択ルールについて研究を行った。特に、個人や部分的な結託グループが虚偽の選好表明をすることによって、その当事者たちに有利になる結果を導くことを戦略的操作と言うが、そのような不公平が起きないように社会選択ルールの解明を行った。代表的な成果は、パレートルールが戦略的操作不可能であり、またそのような性質を持つ極大なものであることが分かったことである。

研究成果の概要 (英文):

This research is about collective choice rules that choose a subset of alternative set, given each individual's preference over the alternatives. If some individual can secure a single outcome that he prefers to the single outcome when he is honest by falsifying his preference, the procedure is manipulable. Nonmanipulable voting rules are called strategy-proof. In particular, this study focused on the strategy-proof collective choice rules. The main results show that Pareto rule is coalitionally strategy-proof in a max-min sense, and that the maximal rule with the coalitionally strategy-proofness and nonimposition property is the Pareto rule.

交付決定額

(金額単位: 円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	800,000	0	800,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	390,000	2,490,000

研究分野： 複合新領域

科研費の分科・細目： 社会・安全システム科学, 社会システム工学・安全システム

キーワード： OR, 意思決定, ゲーム理論, 社会選択理論

1. 研究開始当初の背景

ある集団で各個人が持つ選好をもとに、集団的選択を決める社会選択問題の研究は、Gibbard[1973]と Satterthwaite[1975]の不可能性定理以来、選択肢を1つ選ぶ選択ルールに関しては各個人の選好定義域の限定を行うことによって戦略的操作を不可能とするルールの解明、または定義域がどのような条件を満たす限りあらゆる社会選択ルール(独裁ルールを除く)は戦略的操作可能であり続けるか、ということに力が注がれた。

一方で、選択肢を選ぶ個数が複数個であることを許容する社会選択対応についての研究も進められていた。社会選択対応のケースでは、戦略的操作についていくつかの定義が可能であるが、定義によっては操作不可能なルールの存在も確かめられてきていた。社会選択対応に関する初期の研究では、選択集合(choice set)を手がかりとして複数個の選択肢の選択を選ぶようなアプローチによって研究が進められていた。選択集合とは、一対比較によって弱い意味で支配されない選択肢の集合のことである。選択集合が非空である時には、この集合を社会選択の結果とするような社会選択ルールや、選択集合を少なくとも部分集合として含むような社会選択ルールの戦略的操作不可能性が研究された。しかしながらこの頃の研究では、戦略的操作可能であることを結論付ける結果が多く見受けられた。その後、選択集合に依存しないタイプの社会選択対応に対する研究論文が発表されるようになってきた。その中でも Barbera, Sonnenschein, and Zhou[1991]は、separable preference という選好を考えることによって、その選好の下では、戦略的操作不可能となる社会選択ルールのクラスを導出している。これは、これまで支配的だった、独裁ルール以外は戦略的操作不可能なものは存在しないという社会選択ルールの不可能性に関する結果の中で、それに対する非常に有効な研究となった。

また、社会選択対応に対する別のアプローチとして、Demange[1987]は注目すべきものである。ここでは、社会選択対応として Effectivity function を介してコアを定義しており、コアが協調的戦略操作不可能であることを示している。ただ、協調的戦略操作可能性の定義がマキシマックス(max-max)基準に基づいたものに対して上記の結果を得ている。この研究では、上記の Barbera, Sonnenschein, and Zhou[1991]による研究とは異なり、個人の選好関係に限定を与えていないのは優れている。しかし、マキシマ

クス基準による戦略的操作可能性の定義によると、ある個人にとって、最も好まれる選択肢のみが選ばれるという社会選択結果と、全選択肢が選ばれるような社会選択結果が無差別となるだけでなく、最も良い社会選択結果の一つとなる。一方、マキシミン(max-min)基準による戦略的操作可能性を利用すればこのような事態は避けられる。その意味で、マキシミン基準による戦略的操作可能性に関する研究がなされる必要があったが、これに関する研究成果は協調的戦略操作可能性に対しては良い結果が得られていなかった。Banndyopadhyay[1983]によるマキシミン基準による協調的戦略操作可能性に関する研究はあるが、ここで定義された操作可能性の下では、社会選択ルールに対する不可能性の結果が得られているだけであった。

さらに、Nehring[2000]による研究は、社会選択対応が個人による戦略的操作不可能なクラスを特定している。実際には、戦略的操作可能性の定義が強いが、戦略的操作不可能な社会選択ルールの可能性を解明している点では意義深い結果である。

2. 研究の目的

本研究は、集団的意思決定問題を扱う。集団的意思決定問題は、公共財の供給量決定、複数代替案からの選択、費用や利益の配分などいたるところに存在する。例えば、社会インフラのような大きなシステムの導入という問題を考えてみると、技術・規模の両面から考えてその導入には様々な困難を伴う。それを利用する消費者たちの効用の面からどのような規模のものを作るかという選択の問題や、その運営においては、導入に関わる複数主体間でなされる合意形成の問題などが考慮されるべき問題として挙げられる。しばしば社会的・経済的に問題となるもののひとつは、戦略的な操作可能性の問題であり、これはフリーライダーと呼ばれる問題としても知られている。つまり、この問題は、自分の真の選好を表明することなく、虚偽の選好表明によって自分にとってより良い結果を導くことが可能なメカニズムを指す。このようなことが起きると、公平ではない結果を招く。または、意図せず真の選好を集約できず、実は社会全体から見ると、あまり好ましくはない結果を導いていることもあり得、本来あるべき社会的決定とまるで異なる結果を導くことさえあることが知られている。このようなことを引き起こさないメカニズムの構築が社会に求められ、どのようなものな

のかを解明することが本研究の目的である。特に、集団的選択ルールや社会選択関数に対するアプローチは、上記のような問題の根源となる部分を取り出すことが可能であり、戦略的操作不可能なメカニズムの解明として有効である。この観点から望ましいメカニズムの解明を行うことによって、個別の社会的・経済的意思決定問題を解明していくことが可能であると考えている。また、この問題を数理・工学的にも捉え直していくことによってこれまでにない新たな展開を目指そうと考えている。具体的には、理論分析だけではなく現実社会への実装可能性を踏まえた研究を行う。

3. 研究の方法

集団的選択ルールの戦略的操作不可能性に関する結果を導くにあたり、初めは社会的決定の仕組みとして望まれるような、パレート最適性や単調性といった性質を仮定し、モデルをある程度限定して分析を行う。さらに、社会的決定問題に対する特定のモデルやケースを分析し、その結果からより一般化されたモデルに対する推測や結果を得ることは常に有効である。このような方策によって、戦略的操作不可能な社会選択対応のクラスを見つける。

また、効果的な方法としては、計算機による実験によって戦略的操作不可能な集計のルールを探したり、ある集計ルールを特定した時にそのルールが持つ性質はどのようなものであるかを調べていく。通常、変数の数があまり多くない場合でさえ、手計算だけでは限界があるが、計算機の利用をすることが、問題の解明に非常に有効である。分析の際、シミュレーションを行うことによって実験を行い、その結果から理論解析の手助けを行うこともアプローチのうちのひとつと考えられる。これまで当該分野では、計算機実験やシミュレーション的手法によって研究が進められることがあまり多くなかったように思われる。その意味で、この方法を適用することによって、新たな結果を得ることが期待できる。実際、最近、数理計画法を利用した社会選択理論に関する研究(J. Sethuraman and C. P. Teo, and R. Vohra, "Integer Programming and Social Choice," *Mathematics of Operations Research*, (2003) 28, no. 2, 309-326.)も行なわれている。社会選択対応に関する研究においては、複数の個数の未定な選択肢集合を選ぶので、選択肢集合族を考慮に入れなければならない。ここが社会選択対応の解明の難しいところとも言える。しかし、計算機による数値実験を行うことによって、その様相は見えやすくなる。以上のように、社会的・経済的意思決定問題に対して、計算機による実験という工学的要

素を取り入れることによって、これまで分析しきれなかった多くの結果を得るようになる。

最適化理論、組み合わせ論、ミクロ経済学理論等の、ゲーム理論以外の他分野の概念・結果を有効に適用することも大切であり、多くの文献から習得に努め、学術誌上で発表された研究結果からの情報収集は常に行う。また自分の研究結果を同じ分野だけではなく多方面の研究者によっても聞いてもらい、意見を伺ったり議論させていただく機会を設けることに努めることが必要である。関連のある研究会・学会(国内、国外)への参加や研究報告も行うことが研究の進展に有益である。

4. 研究成果

研究成果は大きく分けて3つある。1つ目は、ネットワーク上の費用配分モデルに対して、望ましく求めやすい費用配分ルールを示したことである。このモデルは、ネットワーク上にある複数サービスを複数の顧客が利用するモデルにおいて、そのネットワーク構築費用を公平に分担するには具体的にはどうすべきかというモデルである。ここで提案された費用配分ルールに基づけば、社会の構成員の中の部分的なサブグループや個人が、全体での提携関係から逸脱して行動する動機が生まれにくいような状況を生み出すような配分を実現している。これは戦略的操作の観点から考えると不可能性を意味するので、望ましいことである。また、そのような具体的配分の存在が確認されても導出に手間がかかるのでは利用しにくさが難点となる。今回示した配分ルールは、求めることが容易であるので、この点をクリアしているものと考えられる。

2つ目は、複数の意思決定者たちで集団的意思決定時において、どの要因が重要なのか、要因同士はどのような関係にあるのか、ということを集約的に求める方法に関する研究結果である。実際には、構造モデル分析という、多変量解析とは異なる分析手法を利用した。この方法と多変量解析による結果の比較を行ない、その有効性を検討することができた。そこで得られる分析結果は、複数の社会構成員の意見を集約することには変わりはない。その意味で、モデルのタイプは異なるものの、社会的選択のひとつの結果を与えるものである。部分的ではあるものの、集団的選択ルールの解明に役立つ結果として有効なものであった。この研究成果では実際に被験者による実験も行い、実装可能性も確かめているのが特徴である。

3つ目は、社会選択関数に関するものである。社会の個人選好をもとに複数の選択肢から複数の選択肢を選ぶ社会選択対応に関し

て、独裁的ではなく戦略的操作不可能なものが存在することを示した。本研究では特に、協調的（結託による）戦略操作不可能な社会選択対応の存在を考えた。ここでは主にマキシミン基準による戦略的操作に焦点を当て、パレートルールが強い意味のマキシミン基準の観点で協調的戦略操作不可能であることを示すことができた。また、一般に協調的戦略操作不可能な社会選択対応が与えられた時、その社会選択対応が上記の強いマキシミン基準の観点で協調的戦略操作不可能であり、かつ非賦課性という性質を満たす場合、そのルールによって選ばれた選択肢はパレート最適であることを示すことができた。非賦課性は、どの選択肢も単独で選ばれる機会を持つべきであるという性質であり、偏った社会選択をするルールを排除するものである。そのため、この条件は特に強い性質を課しているとはいえない。パレートルールは、選択される選択肢の数が増える場合があることが短所ではあるが、この成果は、これまでこの分野で不可能性の結果が多く見られたことを考えると、有効であると考えられる。また、本研究で考えた協調的戦略操作不可能な社会選択ルールで選ばれる選択肢は、必ずパレート最適性を満たすことは、厚生経済学の観点からも非常に好ましいと言える。個人の選好を単峰性に限定すれば協調的戦略操作不可能な社会選択ルールが存在することは知られているが、個人選好を限定しないケースでは戦略操作不可能なルールに関する結果は多くはない。その意味でも本研究は意義があると考えられる。

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)

Umezawa, M., "Coalitionally strategy-proof social choice correspondences and the Pareto rule," *Social Choice and Welfare* (2009) **33**, no.1, June, 151-158. (査読有)

Nagata, K., M. Umezawa, D. Cui, and M. Amagasa, "Modified Structural Modeling Method and Its Application -Behavior Analysis of Passengers for East Japan Railway Company-," *Industrial Engineering & Management Systems* (2008) **7**, no.3, December, 245-256. (査読有)

梅澤 正史, "最小費用ネットワーク構築ゲームにおけるコアに属する配分について," *経営論集*、大東文化大学経営学会 (2008) **15**, 17-24. (査読無)

〔学会発表〕(計 5 件)

梅澤 正史, "The replacement principle for the provision of multiple public goods on tree networks," 経済学・ゲーム理論セミナー, 2009年9月17日(於 筑波大学)

梅澤 正史, "協調的操作不可能な社会選択対応とパレートルールについて," 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2009 年秋季研究発表会, 2009年9月9日 (於 長崎大学)

梅澤 正史, "社会選択と施設配置問題について," 大東文化大学経営研究所研究会, 2009年7月28日 (於 大東文化大学)

梅澤 正史, "Coalitionally Strategy-Proof Social Choice Correspondences and the Pareto Rule," The Third World Congress of the Game Theory Society, (in Evanston, IL, USA), July 13-17, 2008.

梅澤 正史, "社会選択対応におけるパレートルールの協調的操作不可能性について," 日本オペレーションズ・リサーチ学会夏季セミナー(SSOR), 2007年8月29日 (於 静岡県伊東市ホテル聚楽)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅澤正史 (UMEZAWA MASASHI)

大東文化大学・経営学部・准教授

研究者番号：20361305