

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 9 月 10 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26380247

研究課題名(和文) ゲーム構造に対する認識の実験研究

研究課題名(英文) Experimental research on recognition of game structure

研究代表者

船木 由喜彦 (FUNAKI, YUKIHIKO)

早稲田大学・政治経済学術院・教授

研究者番号：50181433

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、所与のゲーム構造に対する人々の認識を、主として実験手法によって研究したものである。ゲームモデルに直面した人々の選択行動を調べ、さらにその評価を尋ねることによって、モデルに対する認識と人々の行動基準を明らかにした。

研究成果として、個人の認識に基づく社会的効用を含めた誘因と個人の獲得金銭最大化の誘因の意思決定への影響が、ゲーム構造や個人によって大きく異なることが判明した。相手のもつ誘因に対する予想や判断に関する分析を現在、続行中である。これらの研究成果は論文2編としてまとめられ査読付き国際学術誌に投稿準備中である。関連する理論研究についても5編以上が査読付き国際誌に出版決定した。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research is to study players' recognition of a game structure. We investigate this by using laboratory experimental method. We examine participants' behavior faced on some non-cooperative matrix games in a laboratory, and ask their subjective evaluations on outcomes. Through this study, we found their real perceptions on the game situations. This induces an analysis of standard of human behavior.

The summary of the results of this research is that incentives based on individual perceptions, social preferences and monetary incentives strongly affect their decision makings, and this effect is very different among individuals. An analysis on the evaluation and the expectation of the opponents in games are still continuing. These results are summarized into two articles and they will be submitted to some international refereed journals very soon. More than 5 papers on related theory are accepted in several international refereed journals.

研究分野：ゲーム理論、実験経済学

キーワード：非協力ゲーム 実験 認識 誘因

### 1. 研究開始当初の背景

本研究は、ゲーム構造に対する人々の認識を主として実験的手法によって調べる研究である。ゲーム理論や経済学では、様々な社会的状況をモデル化し、そこにおける人々の合理的な意思決定を理論的に厳密に分析してきたが、その際の大きな仮定は、自己の満足度の合いを表現する「選好」あるいは「利得」の個人最大化行動である。言い換えると、人々が、そこで定義されたゲーム的な状況における個人の利得を正確に把握しているとの仮定の下で合理的な行動の分析を行ってきた。しかしながら、外部観察者は、人々のゲーム的な状況に対する認識を、直接に観察することはできない。

もし、その状況が社会的なものではなく、個人意思決定の問題であれば、心理学的な満足度の尺度の測定研究を進めることができるかも知れないが、ゲーム理論では2人以上の主体の行動を分析しなければならず、行動の結果は常に、自分と他の人々の得る利得の組で表現されるため複雑である。そのためには、一つの値として表現された数値を基にした満足度最大化の仮定をもう一度、見直す必要がある。これは、重要な問題であり、長い間、研究者の間で意識はされてきたが見過されてきた問題である。

理論的には2人以上の意思決定問題において、相手の利得も含めて、自分の効用を評価することは可能とされ、モデル化されているが、それをもとに多数の実験結果にも適合する完全な理論を構成することができるかどうかは難しい。さらにゲーム状況の認識という立場から言うと、人々がこのように相手と自分の利得を分離して認識することが可能であるかも不明である。実際、近年、大変にポピュラーとなった経済学実験では、獲得利得の代替変数として獲得金額を用いるが、その場合、相手の獲得金額を被験者が考慮していることを加味して分析することが不可欠である。この場合の典型的な理論が社会的選好理論と考えられる。しかしながら、社会的選好理論によって人々のこのような選好行動を統一的なパラメータにより説明することはできていない。さらにプレイヤーが互いに相手の手を読み合う状況で社会的選好そのものを読み合うような定式化が可能であるかも不明である。また、実験の文脈で言うと、このようなゲーム構造認識の研究はフレーミングの研究とも近いが、それはフレーミングと選択との関係を議論するのであり、認識との間での議論はされていない。これが本研究の背景である。

### 2. 研究の目的

このような前提の下、我々のアプローチは次のようなものである。具体的には、ゲームに対する認識を、直接、人々に問い、その下でどのように状況を想定し、自己の意思決定行

っているのか、さらにその認識の下でゲーム理論の言う合理的な意思決定を行っているのかなどを、実験室実験、アンケート、視線測定機実験など様々な手法により分析するものである。

このような問題は、そもそも利得とは何なのか、利得は不変なのか変わっていくのかという問題に対する一つの切り口にもなりうる。言い換えるとゲーム的状况における選好形成の問題ということもできる。このようなゲームに対する認識について大きな疑問を投げかけた近年の重要な論文は早稲田大学金子守教授の帰納的ゲーム理論である。本研究はその研究の人間行動的基礎を探るものと位置づけることもできる。さらに、それは実験室における被験者行動のインセンティブの研究にも通ずるものである。

以上は理論的な観点であるが、一方、ゲーム理論の成果を現実の問題に適用しようという研究者も多い。その一つは新しい制度の構築である。この分野は理論的にはメカニズムデザインとよばれるが、近年ではこれに、実験手法を含め「制度設計工学」と呼ばれている(高知工科大学西條辰義教授)。このような場合、現実には人々の利得を測ることが難しく、設計者の意図した行動と乖離する一つの原因になっている。人々の意図や認識をより正確に把握することができれば、このような分野にも大きく貢献することが期待される。このように、現実の制度構築においても、本研究の成果は資すると考えている。研究代表者は、長く早稲田大学経済学研究科の21-COEとG-COEの両プログラムにおいて事務局長、事業推進担当者として関わってきたが、そこでの主要なテーマは「制度構築の政治経済学」であった。そこでの研究成果をより現実に応用するためにも本研究は大変に役立つものである。なお、制度構築の代表的な問題は環境問題、公共財供給問題であるが、研究代表者も研究分担者も、科研費基盤Cの研究実績からもわかるように、長年このような公共財供給問題の実験を続けている。

さらに、より複雑で挑戦的な問題として次のようなものも派生する。ゲーム理論では相手の合理性を仮定してナッシュ均衡を求めているが、その際、相手も自分と同じ合理性をもち、それを共通認識であることを前提としている。しかしながら、ゲームに関する認識を共通認識に前提とできるか、あるいは、一方が他方のゲームの認識を正確に捉えられるか、という問題が興味深い理論的問題である。

### 3. 研究の方法

本研究の主要な研究手法は実験室実験である。研究開始初年度に下記のような実験をおこなった。

実験は、はじめに囚人のジレンマから始めるが、対称なケースと非対称なケースの実験

を行う。さらに、トラストゲームの実験も行い、同様に対称なケースと非対称なケースの実験を行った。対称ケースと非対称ケースを行うのは、同じ性質を持つゲームであっても、非対称であると、ねたみ(envy)や不公平の是正など、別の面での心理的効果が働き、認識についても大きく異なる可能性があると考えられるからである。実験の仕様として、選択の前と後に、各結果に対する自己の評価を尋ねることと、実験後の事後アンケートが特色である。相手に対する行動の予想、相手の評価の予想も聞いた。

これらの実験結果から、ゲームに対する認識の違いに基づき、人々をタイプ別に類型化した。それとアンケート結果・心理テスト結果との相関を調べることにより、感情や思考方法、理解力、共感度の感受性などの要因が、ゲームに対する認識に影響するか否かを調べた。

さらに、先手後手があるケースで囚人のジレンマやトラストゲームについての研究も行った。これにより、相手の選択意図とゲームの結果の認識を分離し、その差異を研究することができた。すなわち、先手の選択を意図された行動として認識(先手の全戦略に注目)しているのか、選択結果として認識(起こりうる結果のみに注目)しているのかという重要な認識の差異を分析することができた。

さらに、視線測定機による情報取得行動の影響を測る実験も行った。早稲田大学の政治経済学術院では、政治経済の様々な分野で、視線測定機を用いた実験研究が盛んであるが、それと並行して実験を進め研究効率を高めることができた。

このほか、研究の途中経過を公表しコメントもらうためのセミナーを多数開催した。ゲーム構造とその認識、実験経済学、ゲーム理論に関し、国内外の研究者を集めた下記のワークショップ、国際学会も主催した。

早稲田ゲーム理論実験経済学ワークショップ(2015年1月31日、2017年1月28日)  
東アジアゲーム理論国際会議(2015年8月24日~26日)

#### 4. 研究成果

以下に実験計画と主要な実験結果の内容をまとめて報告する。

#### 実験デザイン

本研究の実験では早稲田大学のホームページ上で募集した120人の大学生に対し、標準実験プログラム z-Tree を用いて6セッションの実験を実施した。各セッションの初めに、印刷された実験説明書が実験参加者に配布され、その内容はコンピューターソフトによって読み上げられた。この実験説明書では、各セッションの最後に受け取

る謝金が、個人の選択や被験者間での関係によってどのように決定されるかが説明されている。さらに、実験説明書では、どのようにプログラムが機能するかを説明するスクリーンの例や何問かの簡単な理解度テスト問題を含んでいる。すべての被験者がこれらの問題に正解した後に実験者によって全ての問題の正解が解説された。

本研究では戦略Aと戦略Bと呼ばれる二つの戦略をとることができる中立的な表現のゲームを基にした囚人のジレンマゲームの実験からプロジェクトを開始した。さらに、(相手に利得を送る / 送らない)という2戦略を持つ同時手番信頼ゲーム(TR)を2セッション、中立的な名前での2つの戦略(戦略A / 戦略B)を持つ2x2行列ゲーム(FA)を2セッション行った。実験では戦略に言及する際に中立的な表現を用いた。そこでは、最初の行・列には協力的な戦略A、二番目の行・列には競争的な戦略Bを配置した。それぞれのゲームにおいて、互いに戦略Bをとるのが唯一の純戦略ナッシュ均衡である。PDのセッションでは両プレイヤーにとって戦略Bが強支配戦略であり、TRのセッションでは列のプレイヤーにとって戦略Bが弱支配戦略であり、FAのセッションでは行のプレイヤーにとって戦略Bが強支配戦略である。また、これらのすべてのナッシュ均衡は互いに戦略Aをとることによってパレート支配されている。すなわち、互いに戦略Aをとることによって、すべてのゲームにおいてパレート最適な結果がもたらされる。

実験では各セッションにおいて、匿名のパーフェクトストレンジャーマッチングを使用した。すなわち、被験者は彼らの相手が誰なのかを知らされておらず、同じ相手と再度ゲームを行う可能性はなくランダムに相手が変わることを説明された。被験者はz-Treeを介して戦略を選択したり相互に影響しあったりする以外には、コミュニケーションをとることはできない。各ラウンドの終わりに、被験者は相手の選択と選択の結果についての情報を受け取る。1セッションは、20人の被験者による19ラウンドの選択から成り、ラウンド毎に列・行の役割はコンピューターによってランダムに与えられた。

各ラウンドにおいて、戦略の決定が求められる前に、被験者は0(最も不満)から10(最も満足)までの整数から一つを選び、起こり得る4つのゲームの結果に対する満足度を評価して入力するよう要求した。同様に、被験者は0%から100%まで10%刻みで、相手が協力的な戦略を選択することに対する自分の予想と、その予想に対する自信の度合いを入力するよう要求した。

実験前に配布された実験説明書では、どのような質問が与えられるかについては記

述されていないが、コンピューター画面に質問が表示され、すべての回答が他者には秘匿されていることは詳細に説明されている。「正直な」回答をするような要請が記述されており、いかなる回答も相手には知らされないことも約束している。なお、これらの質問は、謝金には影響しない。実験デザインをシンプルなものととどめるため、これらの質問に回答するときは、被験者自身のモチベーションと誠実さに任せることにし金銭的誘因は与えなかった。後に説明するように、金銭的誘因がないものの、相手の行動に関する被験者の予測はかなり正確であった。信念の誘出や実験室実験一般における金銭的誘因の重要性についての議論は、いまだ決着が着いていない。Geachter and Renner (2010) では、金銭的誘因は導出されたデータの正確性を増加させるが、選択すなわち分析されているゲームに対しても影響することが指摘されている。結果として、提案されたアプローチの最初の分析では、信念に関する正確性と、選択行動についてのより明確な観察を引き換えにすることにした。本論文で議論されている結果の統計的重要性から、我々のデザインの正当性が事後的に保証されていると考えている。

実験における満足度に関する質問の方式は、(主観的)幸福の先行研究(Senik, 2014)のものと同様である。調査は、質的なカテゴリー(笑顔の絵文字など)ではなく、共通で有界な範囲の数字で行われることが多い。調査における幸福度の質問での表現は多岐に渡るが、結果の指数(幸福度、人生の満足度など)は互いに強い相関関係を持っている。これらの先行研究から、実験では0から10のシンプルな範囲の整数値で質問を実施することに決めた。我々の目標は、特定の効用関数を推定することなく、直接的に個人の報告を手掛かりとし、ゲーム理論の妥当性を試すためにデータを用いることである。ある意味では、我々は意思決定プロセスにおいて何がどの程度彼らの満足度に影響するかを決定するために、実験を行ったと言える。

疑いの余地なく、我々の手法は意思決定問題に関する被験者の解釈に影響を与え得る。したがって、予想していない問題を偶発的に起こしかねないことを綿密に考慮した実験デザインによって精密な導出手順を用いなければ、この実験は上手く機能させることができない。実験者は単に、表示された金銭的利得についての個人的な解釈を要請しているだけであるが、実験参加者は「何か違うもの」(Smith, 1976; Bardsley et al., 2010)を報告するように求められていると感じる可能性がある。この潜在的な問題を回避する(もしくはその影響を最小限に抑える)ために、実験では被験者が報告する際に、金銭的利得と対応しない範囲の整

数値を使うように設定した。すなわち、満足度の範囲は0から10であったのに対し、金銭的利得は0から15~17の値であった。言い換えれば、被験者は何故実験者が利得に関して異なる範囲で報告することを求めたか不思議に思っていたかもしれないが、その一方で、満足度という用語によって部分的、もしくは完全に異なるランキングを要求したことについては明白であると思われる。しかしながら、満足度について、彼らがどのように考えたかについては明らかではない。

セッションの最後に、被験者は個々に、また個人情報保護された状態で謝金を受け取った。セッションにおける個人の謝金は、500円の実験参加金と19ラウンドの繰り返しで蓄積された利得が換算された金額の合計である。平均で、PDでは1574円、TRでは1173円、FAでは1419円(いずれも実験参加金を含む)が支払われた。各セッションは実験説明書を読む時間や、アンケートや支払いを含めて約1時間で行われた。

## 研究成果

ここでの研究成果は次のようにまとめられる。それらは実験経済学者や行動経済学者への注意にもなる。

1. 標準的な金銭的利得による誘因の支配性はおおざっぱに言って大多数の実験参加者に対して有効である。しかしながら参加者の中の無視できない人数のグループに対しては、一定の予測ができない仕方で、影響をしていることがわかった。

2. 他者に対する社会選好により、上記のパターン化されていない行動を説明することができるが、それらの全てのアノマリーを統一的に説明することはできない。

一般的な方法(ホームページやキャンパス内のポスター)で募集した実験室実験の被験者プールは、被験者が自ら参加することを決めているという理由から無作為または限定的な学生たちの代表であるとはいえない。何年にも渡る膨大な数の実験セッションに関する情報を含んでいる巨大データベースにより、Guillen and Veszteg (2012)は男性と(謝金の意味で)良いパフォーマンスを残した被験者は再度他の実験の被験者となる傾向にあると結論付けた。これらの要素は彼らの再度参加する意思に影響するという特徴をもつだけでなく、Krawczyk (2011)の実験では、参加への招待という処理を含むフィールド実験によって、さらに彼らの行動が裏付けられている。その意味で、本研究では、被験者プールからの抽出の不均一性という問題が生じていることは

ある程度明らかである。

さらに、実験参加者が実験室に異なる目的を持って参加していることから、もう一つの注意を促したい。目的が異なっていることは彼らの意思決定に直接影響するだけでなく、間接的にも彼らが研究の対象となるゲームをどのように認識しているかに影響している。価値誘発理論 (Smith, 1982) によって説明される通常の利得に対応する一般的な金銭的誘因だけでは、必ずしも実験室においてゲーム理論的で仮定されている利得で表現されたゲームを正しく実施していることを保証できない。本研究のデータの12%を占める、混乱または不注意な実験参加者や、相手に損害を与えることが目的だと宣言している奇妙な実験参加者のグループ(これは4%を占める)とは別に、満足度を最大化することを目標として意思決定を行っている実験参加者は27%を占めている。謝金を増やそうとする理想的な参加者に対応しているのが、残りの57%である。

Binmore (2007) によって提示された、実験室実験においてもゲーム理論が合理的に機能すると考えることのできる条件について考察すると、本実験デザインは19回のゲームの繰り返ししか行っていない。これは主に実験室の規模が限られていることと、パーフェクトストレンジャーマッチングを使おうという意図によるものである。したがって、本実験における実験参加者の実験室におけるゲームに対する認識に学習が働き、その結果認識が深まったと強く主張することはできない。しかしながら、実験では、Binmore (2007) に沿って、 $2 \times 2$  のとてもシンプルな行列ゲーム(これは広く知られている囚人のジレンマゲームを含む)を使っていることは重要であると考えている。

以上から少なくとも結論できることは、もし、実験室において理論的予想と実験室での観測値を一つ一つ照合していくことにより、ゲーム理論をテストすることが研究の目標であるのであれば、実験参加者に意思決定をさせる前に、参加者に、我々が意図したゲームとして認識しているのか、それとも全く違った認識を持っているのかを再度点検する必要がある。

## 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8件)

[1] Yokote Koji, Yasushi Agatsuma and Yukihiko Funaki: Random Reduction Consistency of the Weber Set, the Core and the Anti-Core, *Mathematical Methods of Operations Research*, 2017. 査読有

[2] Takaaki Abe, and Yukihiko Funaki: The Non-emptiness of the Core of a Partition Function Form Game, *International Journal of Game Theory*, 2016. 査読有

[3] Rene van den Brink, Youngsub Chun, Yukihiko Funaki and Boram Park: Consistency, Population Solidarity, and Egalitarian Solutions for TU-games, *Theory and Decision*, Volume 81, Issue 3, pp 427-447, 2016. 査読有

[4] 宇都伸之、上條良夫、船木由喜彦、ダブルトラック・オークションの実験研究: 日本オペレーションズリサーチ学会論文誌, Vol.59, pp.38-59, 2016. 査読有

[5] Jiang, Ting, Jan Potters and Yukihiko Funaki: Eye-tracking Social Preferences, *Journal of Behavioral Decision Making*, Vol.29, pp.157-168, 2016. 査読有

[6] R.F. Veszteg, Y. Funaki, A. Tanaka: The impact of the Tohoku earthquake and tsunami on social capital in Japan: Trust before and after the disaster, *International Political Science Review*, Volume 36, Issue 2, Pages 119-138, 2015. 査読有

[7] R.F. Veszteg: Linking decisions with standardization, *Studies in Microeconomics*, Volume 3, Issue 1, Pages 35-48, 2015. 査読有

[8] D. Pascual-Ezama, T.R. Fosgaard, J.C. Cardenas, P. Kujal, R. Veszteg, B. Gil-Gómez de Liaño, B. Gunia, D. Weichselbaumer, K. Hilken, A. Antinyan, J. Delnoij, A. Proestakis, A.D. Tira, Y. Pratomo, T. Jaber-López, and P. Brañas-Garza: Context-dependent cheating: Experimental evidence from 16 countries, *Journal of Economic Behavior & Organization*, Volume 116, Issue 3, Pages 379-386, 2015. 査読有

[学会発表](計13件)

[1] YUKIHIKO FUNAKI: The balanced contribution property for equal contributors, SING12, July 11th to 13th 2016. Odense, Denmark

[2] YUKIHIKO FUNAKI: The balanced contribution property for equal contributors, GAMES2016, July 24th to 28th 2016. Maastricht, Netherlands

[3] Yukihiko Funaki: A Characterization of Convex Combinations of Egalitarian Shapley Value and Consensus Value. UECE LISBON MEETINGS, November 5th-7th, 2015. Lisbon, Portugal.

[4] Yukihiko Funaki: A Characterization of Convex Combinations of Egalitarian Shapley Value and Consensus Value. East Asian Game Theory Conference 2015 (EAGT2015), August 24 to 26, 2015, Waseda University, Tokyo, Japan,

[5] Yukihiko Funaki and Koji Yokote: A Characterization of Convex Combinations of Egalitarian Shapley Value and Consensus Value, Joint conferences on “Logic, Game Theory, and Social Choice 8” and “The 8th Pan-Pacific Conference on Game Theory” (LGS 8 & 8 PPCGT), 19-21 May 2015, Institute of Economics, Academia Sinica, Taipei, Taiwan.

[6] Yukihiko Funaki and Koji Yokote: Several Bases of a Game Space and an Application to the Shapley Value. 7-9 July 2014, 10th Spain-Italy-Netherlands Meeting on Game Theory (SING 10), AGH University of Science and Technology. Kraków, POLAND.

[7] Yukihiko Funaki: Strategic thinking in private information games; a comparison of eye-tracking and mouse-tracking. ESA 2014, 27-29 June 2014, International Meetings, Hawaii Convention Center, Hawaii, USA.

[8] R.F. Veszteg: Game-Theoretical and Monetary Payoffs in Laboratory Experiments, 7th International Conference of the French Association of Experimental Economics (ASFEE), June 9-10, 2016. ESSEC Business School, Cergy-Pontoise Paris, France

[9] R.F. Veszteg: Game-Theoretical and Monetary Payoffs in Laboratory Experiments, 6th Xiamen University International Workshop on Experimental Economics, December 16-18, 2016. Xiamen University, Xiamen, China

[10] R.F. Veszteg: Game-Theoretical and Monetary Payoffs in Laboratory Experiments, Consciousness and Intention in Economics and Philosophy Conference, December 12-13, 2015. Kyoto Sangyo University, Kyoto, Japan

[11] R.F. Veszteg: Public-Goods Games With Endogenous Institution-Formation, Experimental Evidence On The Effect Of The Voting Rule, Economic Science Association (ESA) World Meeting 2015, July 23-25, 2015. University of Technology, Sydney, Australia

[12] R.F. Veszteg: Punishment in Public-Goods Games in Japan, Economic Science Association (ESA) World Meeting 2014, June

26-19, 2014. University of Hawaii at Manoa, Honolulu, USA

[13] R.F. Veszteg: Decentralized matching markets, A laboratory experiment, Economic Science Association (ESA) Asian-Pacific Meeting, Auckland, February 19-22, 2014. University of Auckland, Auckland, New Zealand

〔図書〕（計1件）

[1]成田洋平・上條良夫・船木由喜彦『実験政治学』(フロンティア実験社会科学) 勁草書房、2016年9月、204ページ6 .

〔その他〕

ホームページ

<http://yukihikofunaki.blogspot.jp/p/blog-page.html>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

船木由喜彦 (FUNAKI, Yukihiko)

早稲田大学・政治経済学術院・教授

研究者番号 : 50181433

(2)研究分担者

ロベルト・ヴェステグ (VESZTEG, Robert)

早稲田大学・政治経済学術院・准教授

研究者番号 : 30597753

(3)連携研究者

なし

(4)研究協力者

宇都伸之 (UTO, Nobuyuki)

早稲田大学・政治経済学術院・助手