

令和 3 年 6 月 16 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K03617

研究課題名(和文) 協調メカニズムの理論実証分析

研究課題名(英文) Theoretical and empirical analysis of cooperation

研究代表者

神取 道宏 (Kandori, Michihiro)

東京大学・大学院経済学研究科(経済学部)・教授

研究者番号：10242132

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)：社会を構成する個人が、利己的な行動に走らずに互いに協調することができるか、ということ明らかにすることは、社会科学のみならず計算機科学や生物学をも包摂したおおきな研究課題である。本研究では、「1回限りの状況」でも協調が達成できることを示す新たなクラスのモデルを創出し、それを分析する一般的手法を開発した。これと並んで、相手の行動を見間違える場合の協調達成に関する理論的・実証的分析を行った。さらに、情報伝達における協調の度合いの研究と、理論予測を実験で検証する際の実験結果の再現性に関する分析も行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

社会全体のためになる「協調的な行動」は、それを行う人にとってコストがかかることが多く、そのために各人は自分一人だけ協調を怠ける誘惑にかられる。このことにどのように対処することができるのか、そのためにはどのような条件が必要か、また実際にはどのような方法で協調が達成されているのかを明らかにすることは、経済問題に限らずあらゆる現実の社会問題において最重要な課題である。本研究は、このような要請に答える研究成果を提供するものである。

研究成果の概要(英文)：Although cooperation is socially desirable, it is difficult to sustain because each individual is tempted to shirk and to save his/her own cost of cooperation. How to alleviate this problem is of vital importance not only in economics but also in other fields of research, including computer science and theoretical biology. The current project presented a new class of situations where cooperation can be sustained in one-shot interaction. In addition, theoretical and empirical studies have been conducted to analyze the possibility of cooperation under misperception, cooperation in information transmission, and replicability of experimental results.

研究分野：理論経済学

キーワード：ゲーム理論 くり返しゲーム 情報伝達 実験結果の再現性

### 1. 研究開始当初の背景

社会を構成する個人が、利己的な行動に走らずにいかに協調することができるか、ということをも明らかにすることは、社会科学のみならず計算機科学や生物学をも包摂したおおきな研究課題である。そのための極めて一般的な方法は、「長期的関係を結ぶ」ということで、ゲーム理論はこれを「くり返しゲーム」の理論によって明らかにしてきた。しかし、そこでは「1 回限り」の状況での協調達成の方法は明らかにされておらず、また、長期的関係を結ぶ人々が、「相手がきちんと協調していかどうか」に関してバラバラで不完全な情報を持つ場合の理論・実証分析はいまだ不完全な状況であった。

### 2. 研究の目的

以上の状況を鑑みて、本研究ではいままで協調達成の可能性と方法があきらかになっていない、「1 回限りの状況」「他人の行動について、それぞれの人がバラバラで不完全な情報しか持たないケース」を分析し、一般性の高い分析手法と結果を得ることを目的とした。また、後者については、理論的知見が現実の社会で成り立っていることを示す、convincing かつ詳細な実証分析を行うことも目的の一つである。さらに、これらと並んで、情報伝達における協調の度合いや、理論予測を実験で確かめる際の実験結果の再現性に関しても分析を進めた。

### 3. 研究の方法

(1)「1 回限りの状況」では、通常協調が達成できないと考えられてきた。その理由は、協調から逸脱した者を罰する機会がないからである。しかしながら、1 回かぎりの状況であっても、自らが行う戦略をあらかじめ用意し、それを随時改訂してゆく場合には協調が達成できる可能性がある。このことを示すために、こうした状況を表すきわめて一般性の高い数理モデルを構築することと、そのモデルにおいて達成できる最大限の協調レベルを特徴づける手法を開発することが課題となった。

(2)参加者が不完全でばらばらな情報を持つくり返しゲームの既存の研究では、複雑な混合戦略を用いた均衡を構成して理論構築することが主流であった。これにたいして、各人がランダムな行動をとることがない、単純で頑強性のある(=各人が均衡に従う強い誘因のある)均衡の構成方法を、部分観測マルコフ意思決定理論 POMDP を応用して明らかにした。さらに、この手法を用いて、「相手の行動を見間違える場合」と「行動の成果を見間違える場合」について分析をおこなった。

(3)上記のような状況が現実に生じている労働組合を発見し、誰が・いつ・誰と協調したかということに関して詳細なデータを収集したうえで、協調達成のメカニズムの解明を目指した。

(4)また、情報伝達における協調の度合いに関する理論的基礎の再検討と、実験によるゲーム理論の予測の検証に関する研究も合わせて進めた。

### 4. 研究成果

研究期間を通じ、査読付き学術雑誌に掲載した論文のうち 2 本が、経済学分野で最も権威ある *Econometrica* 誌に発表されたのは、大きな成果である。

(1)「利己的な個人であっても長期的関係のなかでは協調できる」ということは、良く知られた事実であるが、「1 回限りの状況でも、利己的な個人が協調できる」ことを示す一般理論を構築することができた。これは、Revision Games とよばれる、本研究で開発された新たなクラスの数理モデルであり、その成果は *Econometrica* 誌に掲載された。Revision Game では、プレイヤーたちはゲームをプレイする前にあらかじめ戦略を用意する。そして、実際にゲームをプレイするまでに、相手の出方を見ながら、ランダムに訪れる機会において戦略を改訂してゆく。このような場合、「協調から外れる戦略を用意すると相手がそれに報復する」ということが、戦略の改訂の途上でできるので、このことに基づいて協調の達成が可能になる。このような場合に達成できる最大の協調行動が、簡単な常微分方程式で与えられることを示し、この新しいクラスのゲームの定義とともに一般的な分析方法を明らかにした。さらに、株式市場や選挙選など、一般理論のさまざまな応用が明らかにされた。

(2)情報の送り手と受け手の間の協調の度合いが、両者の利害関係の一致の度合いによってきまらることを鮮やかに定式化した古典論文 Crawford+Sobel の基本定理を再検討し、主要定理の証明に誤りがあることを指摘し、それを修正する論文を *Econometrica* 誌に掲載した。これは、研究代表者の学部ゼミの学生である河野氏との共著であり、河野氏はこの業績により東京大学総長賞特別賞を受賞した。これは、戦略的情報伝達という大きな研究分野の基礎となる研究に対する重要な貢献であると同時に、本研究が教育の面でも成大きな果を上げたことを示している。

(3)本研究では、現実の人間が理論通りに行動するかということに関して、実験研究を行ったが、その成果が日本経済学会会長講演として、2 本の研究論文に結実した。これは、「実験結果の再現性」という、近年さまざまな学問分野で問題になっている事柄に対する、経済学分野での

先端的な研究結果である。近年、発表された学術論文の研究結果が再現されない割合が予想以上に多いことが大きな問題になっている。そこで、この研究では、経済学において極めて頑強で高い再現性を持つ意外な実験結果（「混合戦略均衡」にかんするもの）を、研究代表者が集めた膨大な実験データから明らかにしたものである。

（４）人間・生物が、「見間違いをする」「他人の行動に対して観測誤差を持つ」という場合において、いかにして協調が達成できるかということについて、理論分析を進めた結果、いくつかの重要な知見を得た。具体的には、「他人の行動を見間違えるとき」と、「行動がもたらす成果を見間違える場合」において、協調を達成する方法が違うことと、またそれがどのように違うかが判明した。この研究成果は、日米における国際学会において招待講演の形で中間報告された。

（５）研究代表者がその博士論文で定式化した「世代交代型のくり返しゲーム」とほぼ同じ形をした特殊な労働組合で、誰が・いつ・誰と協力したかに関する詳細なデータを自ら収集し、協力のメカニズムを明らかにした研究がまとまりつつあるが、この成果はデンマークでの国際学会での招待講演で発表された。また、同研究を労働組合員のネットワーク形成の点からとらえた研究発表は、複雑系ネットワークに関する学際的な国際学会で、招待講演の形でなされた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kono, H and M. Kandori	4. 巻 online corrigendum
2. 論文標題 Corrigendum to Crawford and Sobel (1982) "Strategic Information Transmission"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Econometrica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3982/ECTA17617	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 Kamada, Y. and M. Kandori	4. 巻 -
2. 論文標題 Revision Games	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Econometrica	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3982/ECTA15272	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 該当する

1. 著者名 Kandori Michihiro	4. 巻 69
2. 論文標題 Replicability of Experimental Data and Credibility of Economic Theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Japanese Economic Review	6. 最初と最後の頁 4~25
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jere.12175	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4件（うち招待講演 4件/うち国際学会 4件）

1. 発表者名 M. Kandori
2. 発表標題 Misperception and the Evolution of Cooperation
3. 学会等名 The 30th International Conference on Game Theory, Stony Brook University, アメリカ（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Kandori
2. 発表標題 Misperception and the Evolution of Cooperation
3. 学会等名 The 5th Workshop on Self-Organization and Robustness of Evolving Many-Body Systems, 理化学研究所 計算科学研究センター (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Kandori
2. 発表標題 Cooperation and Dynamic Network Formation in a Labor Union: A Case Study
3. 学会等名 NetSci-X Workshop on Economics & Financial Networks, 早稲田大学 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 神取道宏
2. 発表標題 Cooperation and Dynamic Network Formation in an OLG Repeated Game: A Case Study
3. 学会等名 30 Years REStud Tour Reunion Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 神取道宏	4. 発行年 2018年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 195
3. 書名 ミクロ経済学の技	

1. 著者名 神取道宏 (大橋弘、原千秋、細野薫、松島齊編)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東洋経済新報社	5. 総ページ数 pp. 3-30
3. 書名 現代経済学の潮流 2018 第1章 実験データの再現性と経済理論の信頼性	

〔産業財産権〕

〔その他〕

個人ホームページ <a href="https://sites.google.com/view/michihiro-kandori">https://sites.google.com/view/michihiro-kandori</a> 東京大学経済学研究科 教員ホームページ (神取道宏) <a href="http://www.e.u-tokyo.ac.jp/fservice/faculty/kandori/kandori.j/kandori01.j.html">http://www.e.u-tokyo.ac.jp/fservice/faculty/kandori/kandori.j/kandori01.j.html</a>
--

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