

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 1 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2008～2012

課題番号：20223001

研究課題名（和文） ゲーム理論のフロンティア：理論と応用

研究課題名（英文） Frontiers of Game Theory: Theory and Applications

## 研究代表者

岡田 章 (OKADA AKIRA)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：90152298

研究成果の概要（和文）：本研究課題では、ゲーム理論の先端的な研究によって、「利害の対立する人間は、制度、市場、組織を通じていかにして効率的かつ衡平で安定な経済状態を実現できるか」という経済学の根本問題を考察した。主な成果として、市場の失敗により市場システムが適切に機能しない状況でも、経済主体の自発的な制度構築と相互協力によって望ましい社会経済システムが実現可能であることを理論と実証の両面から明らかにした。

研究成果の概要（英文）：By developing the frontiers of game theory, this research project has considered the fundamental problem of economics: how can human beings in various conflicts of interests attain efficient, fair and sustainable economic states through organizations, markets and institutions? We have shown theoretically and empirically that even when market mechanisms do not perform appropriately due to various factors of market failure, a desirable socio-economic system is successfully established through mutual cooperation and institution formation.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	30,300,000	9,090,000	39,390,000
2009年度	27,800,000	8,340,000	36,140,000
2010年度	27,600,000	8,280,000	35,880,000
2011年度	27,200,000	8,160,000	35,360,000
2012年度	26,700,000	8,010,000	34,710,000
総計	139,600,000	41,880,000	181,480,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・理論経済学

キーワード：経済理論、ゲーム理論、市場、情報、政治経済学、インセンティブ、交渉理論、繰り返しゲーム

## 1. 研究開始当初の背景

国際社会のグローバル化が急速に進行する現在、経済社会の相互依存関係は、人間、企業組織、地域、国家のあらゆるレベルでますます多様化している。その結果、地球環境問題や金融市場の国際化

や不安定性などさまざまな利害の対立が生じていて、相互協力による新しい経済システムの構築が必要とされている。このような現代経済の新しい問題の背景には、不確実性、外部性、市場の非完備性、複雑性システム、不完全情報、戦略的行

動など一般均衡理論に基づく従来の経済理論では十分に分析できない要因が本質的に介在している。

このために、ゲーム理論の先端的な研究を実施して、政治学や社会心理学などの他の社会科学、さらに行動科学や生物学などの他の学問分野の研究成果を取り入れて、理論経済学の研究を従来の一般均衡理論の枠組みを超えた新しい方向に発展させることが急務である。

本研究プロジェクトが発足した当時(2008年)の国際的な学術動向として、経済学の基礎研究および応用研究に革新的な変革をもたらした非協力ゲーム理論の研究が精力的に行われ、1994年のHarsanyi(米国)、Nash(米国)、Selten(ドイツ)の受賞以後、ほぼ2年毎にゲーム理論と深い関係のある分野にノーベル経済学賞が授与された。

国際的な経済学研究の最前線では、ゲーム理論の先端的な研究が活発に行われていて、わが国でもゲーム理論研究を一層推進させ、国際的なゲーム理論研究の有力拠点としての学術基盤を強固にすることが求められている。

## 2. 研究の目的

ゲーム理論の先端的な研究によって、「利害の対立する人間は、制度、市場、組織を通じていかにして効率的かつ衡平で安定な経済状態を実現できるか」という経済学の基本問題を、(1)市場システムの動学・非完備情報ゲーム分析、(2)組織・情報・インセンティブのゲーム分析、(3)政治経済学のゲーム分析、の三つの視点から探求する。

個々の研究課題は、マクロ経済動学と戦略的行動の関係、情報の非対称性や証券市場の非完備性が金融資産や財・サービスの配分の効率性に及ぼす影響、企業組織や産業組織において長期的継続関係、非対称情報や交渉が組織の効率性に及ぼす影響、国際政治経済システムにおける効率的で衡平な資源配分のための制度設計の可能性などである。

## 3. 研究の方法

### (1) 市場の動学・非完備情報ゲーム分析

動学ゲーム理論、非完備情報ゲーム理論、マクロ経済動学や数理ファイナンス理論の分析手法を総合的に用いて、マクロ経済変動と戦略的行動の動学メカニズム、非対称情報や経済環境の確率的変動、経済主体の動機やリスク許容度が金融資産市場の効率性や分配機能に及ぼす影響を解明する。また、伝統的なベイズ期待効用理論の枠組みだけでなく、

近年その進展が著しい曖昧情報下での非期待効用理論や行動経済学の新しい知見を踏まえた新しい市場理論の構築を目指す。

### (2) 組織・情報・インセンティブのゲーム分析

提携交渉ゲーム理論、繰り返しゲーム理論および非完備情報ゲーム理論を進展させ、組織、契約、インセンティブ、メカニズムデザインの見点から、非市場システムとしての組織における意思決定を考察する。具体的には、組織内交渉、組織メンバー間の情報伝達の不完全性、共有知識の欠如、長期的継続関係などが、組織の形成、利得分配、メンバー間の協調に及ぼす影響を及ぼすかを解明する。さらに、情報とインセンティブの問題へのゲーム理論の応用可能性を一層向上させるため、共通の事前予想の仮定を緩和した新しい非完備情報ゲーム理論の構築を目指す。

### (3) 政治経済学のゲーム分析

ゲーム理論による政治経済学の基礎理論を定式化するために、非協力ゲーム理論と協力ゲーム理論を総合するゲームの一般理論を構築する。人間行動の限定合理的な動機および認知に関する最近の研究成果を踏まえて、政治経済状況における利害の対立と協力の実現可能性を考察する。具体的には、交渉ゲーム理論、社会選択理論、国際貿易論、ネットワーク形成理論を進展させ、グループ形成、分配の効率性と衡平性、国際貿易同盟の形成、政治経済機構の創設、民主主義体制における選挙と政党間競争、政府の政策決定と非時間整合的選好、地球環境問題などを考察する。

## 4. 研究成果

本研究プロジェクトは、ゲーム理論の先端的な分析手法を用いて、経済システムにおける制度、市場、組織、人間行動の間の相互連関に関する広範囲な問題について多くの成果を上げた。下記に、主な成果を概説する。

(1) 非完備情報ゲーム理論や数理ファイナンス理論の先端的な分析手法を用いて、市場の非完備性が金融資産市場の効率性や分配機能に及ぼす影響を研究した。最近の金融危機の原因の一つとされる「曖昧な情報によって経済活動が過剰になる結果、経済システムが不安定あるいは危機的状態に陥る」というシナリオは、伝統的なベイズ意思決定理論の枠組みでは定式化が困難である。この困難を克服するために、曖昧な情報を非協力ゲーム理論の枠組みに取り入れ、曖昧さを回避する、もしくは積極的に好むプレイヤーの新

しいモデルを提示し、個人情報投資家に純粋に投機的な行動をとらせるための条件を明らかにした。

(2) 一般均衡理論に基づく不完備市場の新しいゲーム論的先物市場モデルを提示し、取引所に上場される先物契約がいかに関内生的に決められるかを考察した。取引者である受託会員の全員一致が上場に必要の場合ですら、取引所が最も好ましいと判断する先物契約が導入されることを証明した。この結果は、受託会員や取引所の目的関数に関する強い仮定がなくても成立する一般性の高い結果である。

(3) マクロ経済変動と戦略的行動の相互連関を研究し、国際貿易市場における二国間貿易の動学モデルで、外部効果がなくても劣等財が存在する場合、定常貿易均衡が複数存在し均衡成長経路が非決定的となり得ることを証明した。

(4) 人間の認知と意思決定に関する行動経済学的研究を行った。一橋大学などで実施したアンケート法によるゲーム実験のデータと MEG と MRI による脳計測データを比較し、人間の思考停止能力の有無と協力行動に有意な関係があることを発見した。

(5) 有限期間交渉ゲームの交渉解の公理的特徴づけを考察するとともに、交渉の戦略モデル分析を行い、交渉終結確率と交渉期間の2変数に関する極限において交渉解と整合的シャプレイ値との関連を明らかにした。レントシーキングゲームと多数決型交渉ゲームの結合や純粋交渉問題における重複型提携構造を理論的に解明した。

(6) 私的観測を伴う繰り返しゲーム理論の研究を進展させ、プレイヤーが戦略的に観測で得られる情報の質を連続的に微調整できる観測費用モデルにおいて、一般的な囚人のジレンマ型の利得構造下でのフォーク定理を証明した。従来の研究の大半は、観測する・しないの二者択一的な意思決定を仮定しており、この成果が、繰り返しゲーム理論の研究に与えるインパクトは大きい。

(7) 不完備情報ゲーム理論における均衡理論をさらに精緻にするために、「反復ポテンシャル」という新しい概念を提唱し、不完備情報に対する均衡の頑健性のための新しい十分条件を証明した。また、共通の事前予想の仮定を緩和した新しい不完備情報ゲーム理論の構築を目指し、非共通事前信念の下での戦略伝染効果を共通事前信念からの乖離の度合いで定量的に関連づけることに成功

した。

(8) 社会的決定および個人的決定に関して、社会的選択理論の研究を複数の意思決定基準を含む一般的な社会選択問題に発展させた。特に、第1基準での最適な選択肢の範囲から第2基準で最適化を行う方式と、2つの評価基準に優先順位を付けて一つの二項関係に結合して最適化を行う方式を提示した。それぞれの方式による選択が非空となるための条件、選択の整合性を満たすための条件、および複数の基準を適用する順番が結果に影響しないための条件を解明した。

(9) 2大政党が政権を争う民主政治システムにおいて、政権党が非時間整合的選好を持つにいたるメカニズムを解明し、投資先行型の政策プロジェクトを履行するためには、プロジェクトを分割し徐々に履行していくことが有効であることを証明した。この研究は、政治経済学の研究に行動経済学的要素を組み入れた先駆的研究である。さらに、自由貿易地域ネットワークが形成される過程を動学シミュレーションの手法を用いて分析した。

(10) 「市場の失敗」によって市場メカニズムが適切に機能しない状況では、個人的な価値の追求と社会厚生を最大化は相反するため、公共財の過少供給、共有資源の枯渇や環境汚染など、現実経済で頻繁に観察される社会的に望ましくない結果が生ずる。利害を異にする経済主体が相互協力を通じて効率的な資源配分を実現するための制度を自発的に構築できるかという制度構築の問題を考察した。否定的な通説に反して、制度構築の可能性を理論的に明らかにするとともに、理論結果をゲーム実験のデータによって実証した。この成果は、2009年のノーベル経済学賞を受賞したオストロム教授の研究をゲーム理論的に基礎づけるものであり、ノーベル賞委員会による受賞解説論文に引用された。

各研究組織の研究を総括するために、経済学、政治学、社会学、生物学、物理学、工学などの幅広い分野の研究者が参加するゲーム理論ワークショップを毎年3月に開催し、ゲーム理論を基礎として既存の学問分野を総合する新しい学問分野の創造を目指した。

## 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 57 件)

- ① Koichi Tadenuma, “Partnership-Enhancement and Stability in Matching Problems,” *Review of Economic Design*, 査読有, 2013, Vol. 17, 151-164.  
DOI:10.1007/s10058-012-0137-3
- ② Akira Okada, “Non-cooperative Bargaining and the Incomplete Informational Core,” *Journal of Economic Theory*, 査読有, Vol. 147, 2012, 1165-1190.  
DOI:10.1016/j.jet.2012.01.009
- ③ Simon Grant, Atsushi Kajii, Ben Polak and Zvi Safra, “A Generalized Representation Theorem for Harsanyi’s (‘Impartial’) Observer,” *Social Choice and Welfare*, 査読有, Vol. 39, 2012, 833-846.  
DOI:10.1007/s00355-011-0563-0
- ④ Eric W. Bond, Kazumichi Iwasa and Kazuo Nishimura, “The Dynamic Heckscher-Ohlin Model: A Diagrammatic Analysis,” *International Journal of Economic Theory*, 査読有, Vol. 8, 2012, 197-211.  
DOI:10.1111/j.1742-7363.2012.00186.x
- ⑤ Haruo Imai and Hannu Salonen, “A Characterization of a Limit Solution for Finite Horizon Bargaining Problems,” *International Journal of Game Theory*, 査読有, Vol. 41, 2012, 603-622.  
DOI:10.1007/s00182-011-0306-6
- ⑥ Chiaki Hara, “Pareto Improvement and Agenda Control of Sequential Financial Innovations,” *Journal of Mathematical Economics*, 査読有, Vol. 47, 2011, 336-345.  
DOI:10.1016/j.jmateco.2010.12.013
- ⑦ Taiji Furusawa and Hideo Konishi, “Contributing or Free-Riding? Voluntary Participation in a Public Good Economy,” *Theoretical Economics*, 査読有, Vol. 6, 2011, 219-256.  
DOI:10.3982/TE567
- ⑧ Daisuke Oyama and Olivier Tercieux, “Robust Equilibria under Non-Common Priors,” *Journal of Economic Theory*, 査読有, Vol. 145, 2010, 752-784.  
DOI:10.1016/j.jet.2009.10.009
- ⑨ Michael Kosfeld, Akira Okada and Arno Riedl, “Institution Formation in Public Goods Games,” *American Economic Review*, 査読有, Vol. 99, 2009, 1335-1355.  
DOI:10.1257/aer.99.4.1335
- ⑩ Eiichi Miyagawa, Yasuyuki Miyahara and Tadashi Sekiguchi, “The Folk

Theorem for Repeated Games with Observation Costs,” *Journal of Economic Theory*, 査読有, Vol. 139, 2008, 192-221.  
DOI:10.1016/j.jet.2007.04.001

[学会発表] (計 32 件)

- ① Tadashi Sekiguchi, “Optimal Shirking in Teams.” *Society for the Advancement of Economic Theory Conference*, Faro (ポルトガル) 2011年6月30日.
- ② Kazuo Nishimura, “A Dynamic Heckscher-Ohlin Model and Inferior Goods.” *The 2011 APJAE Symposium on Dynamic System and World Trade*. City University of Hong Kong, (香港) 2011年5月11日.
- ③ Haruo Imai, “Investment in Energy Infrastructure in Emerging Economies and Funding through International Environmental Mechanisms.” *ASEAN Energy Conference*, Kuala Lumpur (マレーシア) 2010年10月4日.

[図書] (計 1 件)

- ① 岡田章、鈴木基史 (共編著) 『国際紛争と協調のゲーム』、有斐閣、2013年、281p.

[その他]

ホームページ等

<http://wakame.econ.hit-u.ac.jp/~aokada/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

岡田 章 (OKADA AKIRA)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：90152298

### (2) 研究分担者

西村 和雄 (NISHIMURA KAZUO)

京都大学・経済研究所・名誉教授

研究者番号：60145654

今井 晴雄 (IMAI HARUO)

京都大学・経済研究所・教授

研究者番号：10144396

蓼沼 宏一 (TADENUMA KOICHI)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：50227112

梶井 厚志 (KAJII ATSUSHI)

京都大学・経済研究所・教授

研究者番号：80282325

古澤 泰治 (FURUSAWA TAIJI)  
一橋大学・大学院経済学研究科・教授  
研究者番号：80272095

原 千秋 (HARA CHIAKI)  
京都大学・経済研究所・教授  
研究者番号：90314468

関口 格 (SEKIGUCHI TADASHI)  
京都大学・経済研究所・准教授  
研究者番号：20314461

尾山 大輔 (OYAMA DAISUKE)  
東京大学・大学院経済学研究科・講師  
研究者番号：00436742