

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 24 年 5 月 31 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20330037

研究課題名（和文） 協力ゲーム論の基礎の再構築：提携の多面的分析

研究課題名（英文） Analysis of a Coalition from Several Angles
: a Foundational Research of Cooperative Game Theory

研究代表者

今井 晴雄（IMAI HARUO）

京都大学・経済研究所・教授

研究者番号：10144396

研究成果の概要（和文）：協力ゲーム分析の中心概念である提携について、多様な制約下での提携契約のあり方を比較検討し、これが非協力ゲームとのギャップを埋める上で重要であることを、理論を中心に実験や現実的な観察も交えて例証した。とくに、配分や行動についての提携機能の制限やその有効期間、不完備情報、動学的問題が影響することを一連の研究によって確認した。

研究成果の概要（英文）：We consider coalitions as the key concept in the cooperative game theory, and compare the patterns of coalitional contracts under several constraints. Based chiefly on theoretical analysis but augmented by experimental and case studies, we confirmed that this is one factor necessary to fill the gap between cooperative and non-cooperative analysis. Especially, we verified through several analyses that constraints on reallocation and coordination of actions as well as effective duration of such agreement and incompleteness of information and other dynamic issues matter.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2009年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2010年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2011年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
年度			
総計	16,200,000	4,860,000	21,060,000

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：ゲーム理論

1. 研究開始当初の背景

提携形成分析が、モデルの単純化によって、分析と応用が高まる契機となり、他方では、

国際環境協定などからその改善を目指すという現実からの要請も高まった時期であった。また、非協力ゲーム理論の深化に伴って、協力ゲーム分析の再検討を、ナッシュプログ

ラムと呼ばれる二つの分析手法を結ぶ研究課題や不完備情報下での協力ゲーム的概念の分析や再検討を行う機運も高まっていた。

2. 研究の目的

協力ゲーム理論の基本概念を提携であるとして、実験研究や国際環境交渉などの現実のフィードバックを基軸として、提携形成理論の構成要因を再検討し、多様な提携関係の表れとしての提携契約を同時に分析できるような体系の作成を目指しながら、契約のタイミング、利得移転の範囲、不完備情報、行動経済学的要因などの諸要素から分析を試みる。

3. 研究の方法

非協力ゲームと協力ゲームを結びつける研究枠組みとしてのナッシュプログラムをはじめとした理論的手法が中心となる。これに加えて、政党政治で観察される現象、企業間の提携や契約形態、国際環境協定にかかわる交渉とそれに関する研究など、提携形成と不完備契約の現実から得られる洞察を利用するための資料の実証、聞き取り、またそれに基づいたシミュレーションを利用し、他方では投票問題や公共財供給問題を題材にとった実験といった手法も用いる。加えて、海外の研究者との情報交換も重要かつ有効である。

4. 研究成果

(1) 交渉ゲームに基づいた提携形成を分析し、プロトコルに依存するが提携形成インセンティブがありうること、内部提携構造の形成も生じうること、ただし、代理効果についての分析上の困難があること、また、順序独立均衡の考え方だけでは内部提携構造の得失の解明には限界があることが確認された。この研究では、弱い交渉者の相対的価値が高く認められることを、一つの特徴として追及してきたが、これについては、いろいろなモデルの細部のパーツを変更しても成り立つこと、しかし、その限界や、より強い交渉者と組むか、その逆化などの具体的なパートナーのタイプについては、ルール依存で変化することなどが確認された。とくに、明確な結果を示すためには、より協力ゲーム的な手法

を多く取り入れる方が効果的であるという指針が得られる結果となった。他方、戦略ゲーム分析では、これをもとに、よりプロトコルを改善した下での、事実上ではなく、より明示的な委任に基づく共同交渉の分析という新たな研究指針が明確になった。この研究は ISDG 学会（学会発表①）他で発表しており、一部の仮定の整合性を解消する研究を、後続のより現実に基づく研究計画等において継続することになった。

また、これらの分析の基礎となる理論的準備として、交渉での実質上の委任効果の出現を、固定した提案順序の下で確認する理論的準備作業を行った。この結果は、図書①において公表されている。岡田も、ランダムな提案者選択プロトコルのもとでの逐次交渉ゲームモデルによる提携形成理論を集大成する体系化を行っている（論文①ならびに学会発表②）。

(2) 提携形成に先だって交渉力獲得競争をレントシーキングゲームによって行うというモデルの分析を行い、3人単連多数決ゲームという状況においては、対称均衡は、純粋戦略の範囲では存在しないが、事前の対称性があっても、事後には交渉力が非対称性をもたらすという純粋戦略均衡の可能性を示した。これと並行して、動学的交渉ゲームがもたらす結果が、既知の解の中間的な結果をもたらすことに基づいた、その解の公理化などの理論研究にも成果があった。これらの研究成果については、学会発表（④）のほか、現在ワーキングペーパーなどの形で公表中である。

(3) 提携の諸側面として、情報の非対称性がもたらす提携契約の制約については、岡田の研究（ワーキングペーパー）において、これまでの非対称情報下のコアの定義の拡張を用いて、それを提携形成に裏打ちされた、岡田がこれまでに行ってきたナッシュコアの分析を結びつけるという成果を挙げている。この成果については、現在ワーキングペーパーによって公表している。

また、堀は、投資保護の側面から、非対称情報と非効率性の関係を分析し、不完全な協力をもたらす要因を解明している（論文④）。この研究の延長線として、動学分析の枠組みの中での同じ効果の分析が進められており、提携の基礎分析を構成する要素としての動学分析との融合がさらに期待できる見通し

となっている。

(4) 投票にともなう提携形成での実験研究において、既存の解である仁との相似性を観察した。ただし、この関係は、頑健なものではないとの追加実験結果も見られている。さらにこの実験のシリーズでは、学習を必要とする複合状況での投票実験が行われ、その中で限定合理性の効果について調べた。けっかとして、たとえば、2つの役割を果たさなければならない状況で、最小勝利提携が生まれ、ボードカウントによる順序に比例する生起確率となるという命題が、一定の条件下でしか確認できないなどという新たな知見を得ている。これについては、渡邊（学会報告②）に収められている。

(5) 応用面では、国際環境協定の交渉における協力可能性について検討を重ね、途上国の交渉力と利益について、これまでの立場と、今後の枠組みについて評価を試みた。とくに、京都議定書の中での、排出にかかわる割り当て量の分析にのみ焦点があてられてきているが、同じく議定書に盛り込まれたいわゆる経済メカニズムの果たす役割を含めた場合に、参加者の得失の計算が変わりうることと、その国際環境政策上の意義について、様々な角度から分析を試みている。これらの成果は論文②、③、ならびに図書②にもおさめられている。

また、技術提携にかかわる応用では、渡邊による、特許に関する提携形成での、初期発明者の価値についての研究を、論文⑤において公表している。

(6) (1) の結果を受けて、提携契約前と後の関係を変えながら、契約に制限を加える可能性について、提携による代表効果を検討する意義が見出され、このような視点に立った分析の継続のための準備を行った。とくに、委任効果を明示的に取り入れるために、選好研究が示した、あまりに多様な可能性を限定する工夫が必要であり、そのいくつかの試行を行っており、前述の弱い交渉者が、別の弱い交渉者と結託する可能性が高いことがこの研究では観察されることが導かれた。これを、さらに、他の効用関数等に適用する可能性が示唆されている。

(7) 提携の基礎となる協力を担保するメカニズムについては、提携形成モデルの繰り返しゲームとの融合により、囚人のディレンマにおいて、再交渉の可能性のもとで、繰り返し再交渉によって効率的な結果が得られることを示した。この結果は、論文⑥によって公表されている。

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 19 件)

- ① Toshimasa Maruta and Akira Okada “Dynamic Group Formation in the Repeated Prisoners’ dilemma” 査読有, Games and Economic Behavior, 74, 2012, pp269-284
- ② Akira Okada “Coalitional Bargaining Games with Random Proposers : Theory and Application” 査読有, Games and Economic Behavior, 73, 2011, pp227-235
- ③ Haruo Imai, Jiro Akita and Hidenori Niizawa, “Preemption by Baseline” 査読有, Revista Investigacion Operacional, 32, 2011, pp1-11
- ④ Haruo Imai, Jiro Akita and Hidenori Niizawa, “Incentives for Technology Development and Project Based Mechanisms : Case of Renewable Energy Project” 査読有, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, 4, 2010, pp29-34
- ⑤ Kazumi Hori, “The Role of Private Benefits in Information Acquisition” 査読有, Journal of Economic Behavior and Organization, 68, 2008, pp626-631
- ⑥ Naoki Watanabe and Shigeo Muto, “Stable Profit Sharing in Patent Licensing: General Bargaining Outcome” 査読有, International Journal of Game Theory, 37, 2008, pp505-523

[学会発表] (計 19 件)

- ① Haruo Imai, Emergence of nested Coalition Structure in a Pure Bargaining Game, International Conference on Dynamic games, 2010/6/21, Banff Center, Banff, Canada
- ② Naoki Watanabe, An Experiment on Learning about Own Payoff Functions, International Conference on How and Why Economists and Philosophers Do Experiments, 2010/03/28, 筑波大学, Tsukuba, Japan
- ③ Haruo Imai Limit solutions of a finite horizon bargaining problem, International Conference on Mathematical Methods Applied to the Sciences, 2010/02/16, Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica
- ④ Akira Okada, Coalitional Bargaining Game with Random Proposers: Theory and Application, Far Eastern and South Asia Meeting of Econometric Society, 2009/08/04, 東京大学, Tokyo, Japan

[図書] (計 2 件)

- ① Haruo, Imai Springer Verlag, Global Warming, Engineering solution, 2009, 399-422
- ② Haruo Imai and Katsuhiko Yonezaki, World Scientific Mathematical Programming and Game Theory for Decision Making, 2008, 477

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今井 晴雄 (IMAI HARUO)
京都大学・経済研究所・教授
研究者番号: 10144396

(2) 研究分担者

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

渡邊 直樹 (WATANABE NAOKI)
筑波大学・システム情報系・准教授
研究者番号: 20378954

堀 一三 (HORI KAZUMI)
立命館大学・経済学部・准教授
研究者番号: 60401668