

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15日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20530153

研究課題名（和文） 繰り返しゲーム理論における非フォーク定理的アプローチ

研究課題名（英文） A Non-Folk-Theorematic Approach to the Theory of Repeated Games

研究代表者

関口 格 (SEKIGUCHI TADASHI)

京都大学・経済研究所・准教授

研究者番号：20314461

研究成果の概要（和文）：繰り返しゲームの理論の中心的成果であるフォーク定理（一般的な協調可能命題）の前提条件を満たさないモデルについて、理論的に分析した。主に不完全公的観測のチーム生産モデルと割引因子が小さいカルテルのモデルについて、全プレイヤーの利得和を最大にするという意味で最も効率的な均衡の特徴付けを行った。更に、観測がプレイヤーの意思決定の一部となる繰り返しゲームのモデルを定式化し、観測のインセンティブを満たす協調的均衡が存在する十分条件を示した。

研究成果の概要（英文）：We conduct theoretical analysis of the model of repeated games where sufficient conditions for a folk theorem (a general efficiency result) fail. Mainly in the model of partnerships under imperfect public monitoring and the model of cartels with a small discount factor, we characterize the equilibrium which is most efficient in the sense of maximizing the players' total payoffs. We also formulate a model of repeated games where monitoring is part of a player's decision making, and present sufficient conditions for existence of cooperative equilibria which provide proper incentives about monitoring.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：ゲーム理論、ミクロ経済学

科研費の分科・細目：細目：経済学・理論経済学

キーワード：繰り返しゲーム、不完全公的観測、チーム生産、シェアリングルール、カルテル、多市場接触、需要変動、観測オプション

1. 研究開始当初の背景

長期的関係のモデルとしての繰り返しゲーム理論の主眼は、1回限りの関係では維持不可能な協調的結果を長期的関係の下で達成する論理を示すことにある。その論理を数学的にエレガントに述べるフォーク定理（一般的な協調可能命題）は、繰り返しゲーム理

論の一大成果である。フォーク定理が繰り返しゲームの様々なモデルの中でどの程度の一般性を持って成立するのかは、本研究の開始時点では満足な解決を見ていない大きな問題であり、この分野の研究者の主要な分析対象の一つだった。

研究代表者自身がそれまで行ってきた繰

り返しゲームの研究も、フォーク定理の系譜に属するものだった。しかし、不完全観測モデルでフォーク定理が成立しない条件の研究などを並行して行う中で、フォーク定理が成立しないモデルにはそれ固有の重要性があることを理解するようになり、本研究を着想するに至った。

2. 研究の目的

標準的な繰り返しゲームの文献は、いわゆるフォーク定理の成否の検討を一大テーマとしてきた。これに対し本研究の目的は、フォーク定理の前提を満たさない繰り返しゲームのクラスの中で経済学的に重要なものがな多いことに着目し、そのようなモデルを中心に据えて理論分析を行い、長期的関係の経済理論としての繰り返しゲームの理論を拡充することにある。特に、次に述べる2つの問題について、均衡利得の特徴付けなどの理論的分析を行うと同時に、産業組織論やエージェンシー・チーム生産モデルへの応用研究を行う。

(1) 不完全観測モデルの中には、上で挙げたフォーク定理の条件が成立しないモデルが存在する (Radner-Myerson-Maskin, 1986, Review of Economic Studies)。このモデル及びその拡張版は、チーム生産・カルテルなどの経済問題に応用しやすい上に、プレイヤーの割引因子の詳細によらない均衡利得の特徴付けができるというメリットを持つ。一般にフォーク定理が成立するモデルでは、均衡利得集合は割引因子に細かく依存し、その特徴付けは難解である。つまり、フォーク定理が成立しないケースを敢えて考察することにより、セカンドベスト均衡利得および均衡行動の分析を明解に行うことができる。また、与件の変化 (利得構造を規定するパラメータ変化・チーム生産の文脈では契約による追加的なインセンティブ付与) が均衡利得・均衡行動に及ぼす影響も把握しやすい。

(2) フォーク定理はプレイヤーの割引因子が十分大きいことを前提とするが、それは割引因子が小さいケースが重要でないことを意味しない。割引因子が小さいケースの均衡利得集合の一般的な構造の解明はほぼ手付かずの問題であるが、研究代表者は四人のジレンマモデルの特定の均衡のクラスについて、均衡行動および均衡利得の特徴付けに成功している (Mailath-Obara-Sekiguchi, 2002, Games and Economic Behavior)。本研究では、この分析結果の一般化を進める。

3. 研究の方法

(1) フォーク定理が成立しない不完全観測モデルの一例であるチーム生産モデルについて、様々な定式化の下で分析する。このモデルの古典的研究である Radner-Myerson-Maskin (1986, Review of Economic Studies) は、2名の同質的なメンバーによるチーム生産を考え、生産の成果は等分されると仮定している。この枠組みを能力が異なるメンバーによるチーム生産に拡張すると同時に、等分とは限らないシェアリングルールを導入したとき、最大限達成可能な協調レベルがどうなるのかを考察する。またメンバーが3名以上のケースについても、最適均衡の構造を分析する。

(2) 割引因子が小さい繰り返しゲームの分析を、需要変動がある寡占産業における多市場接触の効果の検討という文脈で行う。具体的には、寡占企業が每期同時に複数の市場で価格競争すると想定し、各期の市場は市場間および時間を通じて独立の需要ショックに直面すると仮定する。既存文献では割引因子が小さいとき、需要ショックはカルテルを維持しにくくする要因であることが示されている一方、多市場接触はカルテルを維持しやすくする要因であることが示唆されている。本研究では一般の市場数の下で最大限維持できる結託のレベルを分析し、市場数が無限に大きくなるときの極限命題を導出する。

4. 研究成果

(1) 主な研究成果は次の通りである。

① 能力が異なる2名の労働者による繰り返しチーム生産モデルで、ゲームの開始前に生産の成果のシェアリングルールにコミットできると仮定したときに、均衡として達成可能な両者の総利得を最大化するシェアリングルールの特徴付けを行った。2名の能力が同じで割引因子が大きいとき、このシェアリングルールは等分ルールに一致するので、この結果は等分ルールをインセンティブの観点からも正当化するものである。またこのシェアリングルールは、一方の労働者が努力費用および努力の効果の両面で他方より優れているときに、その労働者の取り分がむしろ小さくなるという興味深い含意を持つ。

② 同質的な n 人の労働者による繰り返しチーム生産モデルで、全員協調する局面がある均衡に着目する伝統的なアプローチに代わり、どの場面でも必ず誰かが怠けている均衡について特徴付けを行った。フォーク定理が成り立たないモデルでは、全員協調させることのインセンティブ費用はしばしば非常に

大きく、誰かが怠けるのを取替えて許す戦略の方が効果的にインセンティブを与えられることがある。この環境で、怠ける者がいる均衡が最適均衡となる条件を示した。

③ 複数の市場で同時にベルトラン競争する繰り返し寡占モデルで、各市場は市場間および時間を通じて独立の需要ショックに直面していると仮定し、割引因子が中間的なレベルのときに総利潤を最大にする均衡を導出した。市場数を無限に大きくすると、独占総利潤と最大均衡総利潤の差がゼロに収束するという、極限命題を導出した。すなわち需要変動のカルテル抑止効果は市場数が大きくなると消滅するという、理論面・政策面の両方から重要な含意を得た。

④ 観測がプレーヤーの意思決定の一部となる繰り返しゲームモデルのクラスとして、観測するかどうかを無費用で選べるモデル（観測オプションモデル）を定式化して、観測しないというオプションがもたらす新たな均衡行動の可能性を明らかにした。具体的にはステージゲームの均衡が一意的な有限回繰り返しゲームを考え、観測オプションモデルではステージゲームの均衡の繰り返しプレー以外の結果も均衡として達成できる場合があることを示し、そのような現象が起きる十分条件を明らかにした。

⑤ 相手プレーヤーの行動を正確に知るには費用がかかる繰り返しゲームモデル（観測費用モデル）において、既存の協調可能命題を拡張する成果を得た。既存の枠組みでは、観測は相手の行動を正確に知るための費用を払うかどうかの二択として定式化される。ここではその仮定を緩め、低い費用で低い質の情報を得るなど観測について多様な選択肢があるモデルを定式化し、協調可能命題を囚人のジレンマ型のゲームに拡張した。

(2) フォーク定理の前提条件を満たさない不完全公的観測の繰り返しゲームモデルに関する一連の研究は、フォーク定理の導出にやや過度に集中してきた既存研究とは明確な一線を画しており、繰り返しゲームの理論を拡充・精緻化するものとして重要な位置付けを得ている。また、割引因子が小さい寡占モデルにおける多市場接触の効果の研究は、近年研究が進んでいる関係的契約におけるマルチタスクの効果の研究と密接に関連しており、その分野の研究者からも注目されている。観測がプレーヤーの意思決定の一部となる繰り返しゲームモデルの研究は、近年研究が進みつつある分野であり、その中でも先端的・独創的な研究と認められている。これら事実の客観的証拠として、レフリー付き雑

誌における査読プロセスで高く評価されていることと、これらの研究成果の学会報告は全て査読をクリアしたものか、主催者からの招待を得たものであることを述べておく。

(3) 今後の展望としては、寡占モデルにおける多市場接触の効果の研究は完全観測の仮定に依拠しているもので、より現実的な不完全観測の状況に分析を拡張することが急がれる。この拡張は、不完全観測の繰り返しゲームで割引因子が小さいケースを集中的に分析するという新たな問題に対応しており、その意味でも重要性の高い研究課題である。

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1件）

Tadashi Sekiguchi and Yasuyuki Miyahara, "Finitely Repeated Games with Monitoring Options", *Journal of Economic Theory*, 掲載決定（査読あり）

〔学会発表〕（計9件）

① Tadashi Sekiguchi, Optimal Shirking in Teams, Latin American Meeting of the Econometric Society, 2011年11月11日, Santiago, Chile

② Tadashi Sekiguchi, Finitely Repeated Games with Monitoring Options, 7th Spain Italy Netherlands Meeting on Game Theory, 2011年7月20日, Paris, France

③ Tadashi Sekiguchi, Optimal Shirking in Teams, 11th SAET Conference, 2011年6月30日, Faro, Portugal

④ Tadashi Sekiguchi, Finitely Repeated Games with Monitoring Options, Asia Joint Workshop in Economics, 2011年3月24日, Academia Sinica, Taiwan

⑤ Tadashi Sekiguchi, Finitely Repeated Games with Monitoring Options, 10th SAET Conference, 2010年8月14日, Singapore

⑥ Tadashi Sekiguchi, Optimal Shirking in Teams, 44th Annual Conference of the Canadian Economics Association, 2010年5月30日, Quebec City, Canada

⑦ Tadashi Sekiguchi, Optimal Sharing Rules in Repeated Partnerships, 43rd Annual Conference of the Canadian Economics Association, 2009年5月30日, University of Toronto, Canada

⑧ Tadashi Sekiguchi, Optimal Sharing Rules in Repeated Partnerships, European Meeting of the Econometric Society, 2008年8月30日, Bocconi University, Italy

⑨ Tadashi Sekiguchi, Repeated Games with Costly Imperfect Monitoring, Workshop on Recent Advances in Repeated Games, 2008年7月20日, State University of New York at Stony Brook, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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