

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：14501

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2015～2017

課題番号：15KK0089

研究課題名（和文）観測費用のある長期的関係に関する実験研究（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Experimental study on long-term relationship with observation costs(Fostering Joint International Research)

研究代表者

宮原 泰之（Miyahara, Yasuyuki）

神戸大学・経営学研究科・教授

研究者番号：80335413

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

渡航期間： 7ヶ月

研究成果の概要（和文）：本研究は製品選択ゲームと呼ばれるゲームを出発点とし、そのゲームを拡張したゲームを考える。そして、不完全公的観測と呼ばれる情報構造に着目し、不完備情報の繰り返しゲームにおいて、短期的プレイヤーの記録の長さが評判に与える影響を明らかにした。バッド・タイプが存在する可能性がある場合、短期的プレイヤーが無限の記録を保有する場合より、有限の記録を持つ場合のほうが長期的プレイヤーと短期的プレイヤーの双方において好ましいことを明らかにした。記録が有限の場合、評判効果は発生しないことを意味する。

研究成果の概要（英文）：In this research, I consider games extended product choice game. The information structure is assumed to be imperfect public monitoring. Then, I analyzed the effect of the length of short-run players' memory on reputation. When a bad type realizes with a positive probability, equilibrium payoffs for the long-run player and the short-run players are larger when the memory is finite than when the memory is infinite. When the memory is finite, reputation effect does not occur.

研究分野：ゲーム理論

キーワード：評判効果 有限記録

### 1. 研究開始当初の背景

本研究は評判効果 (reputation effect) と呼ばれる問題に関するものである。この問題はゲーム理論の一分野である繰り返しゲームの重要な問題のひとつである。繰り返しゲームとは主体間の長期的関係を分析する分野である。

評判効果に関する問題はいくつかあるが、「悪評 (bad reputation)」と呼ばれるものに着目する。評判効果に関する多くの研究は悪評とは逆で、よい評判の確立または維持に関するものである。先行研究が少ないという意味において本研究は挑戦的な研究であると言える。

悪評に関する先駆的研究は Ely and Valimaki (2003)であり、Ely, Fudenberg and Levin (2008)は悪評がどのような条件の下で発生するのかを明らかにしたものである。Ely, et al. (2008)は悪評ゲーム (bad reputation game) という概念を定義し、悪評の発生を特徴付けている。本研究が分析するゲームは彼らが定義した悪評ゲームのクラスには属さない。よって、異なった側面から悪評について分析しようとするものである。

また本研究はもうひとつ別の分野である有限記録 (finite memory) の繰り返しゲームとも関連する。長期的関係にある主体が過去に得た情報をすべて記録することはできず、直近の有限期間のみ記録できるという状況を分析するものである。本研究は記録の長さが評判の維持にどのような影響を与えるのかを明らかにする。

### 2. 研究の目的

本研究は製品選択ゲーム (product choice game) と呼ばれるゲームを出発点とし、そのゲームを拡張したゲームを考える。そして、不完全公的観測と呼ばれる情報構造に着目し、記録の長さが評判に与える影響を明らかにすることを目的とする。Faingold, et al. (2013)を拡張する。

### 3. 研究の方法

本研究代表者は2016年2月から8月までの7ヶ月間、米国イェール大学に滞在した。そして、現地の共同研究者と共同で分析を進めた。

数理モデルを構築し、ゲーム理論を用いて分析を行った。ひとりの長期的意思決定者 (長期的プレイヤー) とひとりの短期的意思決定者 (短期的プレイヤー) の長期的関係を繰り返しゲームとして定式化する。なお、各期の短期的プレイヤーの人数はひとりである必要はなく、複数いるものと想定しても分析結果の本質を大きく変えることはない。

繰り返しゲームでは繰り返されるゲーム

のことを段階ゲーム (stage game) と呼ぶ。繰り返しゲームは第1期、第2期、... と無限に繰り返され、各期には段階ゲームがプレイされる。ただし、短期的プレイヤーは1期のみ生存するものとし、長期的プレイヤーは每期新しい短期的プレイヤーとゲームをプレイすることになる。

基本形となる段階ゲームは製品選択ゲームと呼ばれるゲームであり、これを拡張したゲームを分析する。説明をわかりやすくするため、ここでは基本形のみ簡単に説明する。

長期的プレイヤー (企業) は行動 H か L を選択することができる。行動 H は高品質 (High quality) のサービスを提供することを表し、行動 L は低品質 (Low quality) のサービスを提供することを表す。短期的プレイヤー (消費者) は行動 B か N を選択することができる。行動 B はサービスを購入する (Buy) ことを表し、行動 N はサービスを購入しない (Not buy) ことを表す。各期に長期的プレイヤーと短期的プレイヤーは同時に行動を選択する。

段階ゲームの利得構造は次の性質を満たす。短期的プレイヤーの行動にかかわらず、長期的プレイヤーの利得は行動 L を選択するほうが行動 H を選択するより高い。長期的プレイヤーが行動 H を選択する場合、短期的プレイヤーの利得は行動 B を選択するほうが行動 N を選択するより高い。長期的プレイヤーが行動 L を選択する場合、短期的プレイヤーの利得は行動 N を選択するほうが行動 B を選択するより高い。よって、段階ゲームは一意的なナッシュ均衡 (L, N) が存在する。そして、ナッシュ均衡は行動の組 (H, B) にパレート支配されるものと想定される。例えば、次のような利得表は上記の性質を満たす。

	B	N
H	2, 2	-1, 0
L	3, 0	1, 1

表1: 製品選択ゲーム

よって、製品選択ゲームにおいては長期的プレイヤーが高品質のサービスを選択し、短期的プレイヤーはサービスを購入することが社会的に望ましい。しかしながら、一回限りの関係ではそれを均衡として実現することは不可能である。

公的不完全観測と呼ばれる情報構造を考える。短期的プレイヤーが行動 B を選択した場合、長期的プレイヤーが選択する行動に応じて公的シグナルが確率的に実現する。よいシグナル (高評価) と悪いシグナル (低評価) のいずれかが実現する。長期的プレイヤーがどの行動を選択したとしても各シグナルは正の確率で実現し、行動 H を選択した場合のほうがよいシグナルが実現する確率は高いものと想定する。短期的プレイヤーが行動 N を選択した場合は何もシグナルは実現しないものと仮定する。

短期的プレイヤーが無限の記録を保有できる場合と有限の記録のみ保有できる場合を比較する。長期的プレイヤーは無限の記録を保有できるものとし、過去に自分が選択した行動、短期的プレイヤーが選択した行動、実現したシグナルのすべてを記録することができる。一方、短期的プレイヤーが保有できる記録の長さが $K$ の場合、直近 $K$ 期間に短期的プレイヤーが選択した行動と実現したシグナルを記録できる。短期的プレイヤーは長期的プレイヤーが選択した行動を直接的に観測することはできないものと仮定する。各期の短期的プレイヤーが選択した行動は長期的と他の短期的プレイヤーに観測可能であってもなくても分析の本質は変わらない。ここでは短期的プレイヤーの行動は観測可能であると仮定して説明する。無限の記録を持つ場合は $K=\infty$ と解釈する。

長期的プレイヤーの繰り返しゲームの利得は期待平均割引利得で表され、各期の短期的プレイヤーの利得は段階ゲームの利得と一致するものと仮定する。

繰り返しゲームが始まる前に長期的プレイヤーのタイプが確率的に決まる。タイプは長期的プレイヤーの私的情報であり、短期的プレイヤーは長期的プレイヤーのタイプを知ることができないものとする。タイプはゲームを通じて変化しない。上で定義した利得構造を持つ長期的プレイヤーをノーマルタイプと呼ぶ。各期に特定の行動のみ選択するタイプをコミットメントタイプと呼ぶ。

このモデルについて、ゲーム理論的分析方法により分析を行う。特に、完全公的均衡(perfect public equilibrium)に着目し、評判の維持について分析する。

#### 4. 研究成果

上で説明した表1の製品選択ゲームを基本形とし、それを拡張した段階ゲームと情報構造について分析した。以下で説明する分析結果は製品選択ゲームの性質を拡張した段階ゲームについて成り立つ。情報構造についてはFaingold, et al. (2013)では行動 $N$ を選択した場合にはシグナルは実現しないものと仮定されていたが、行動 $N$ を選択した場合にもシグナルが実現するとしても以下の結果は成り立つ。ただし、一定の条件を満たす情報構造について成り立つ。

有限記録の繰り返しゲームにおける標準的な結果は、記録が無限である場合と比較すると、記録が有限である場合には効率性が損なわれる可能性が高いというものである。一方、本研究ではプレイヤーが有限の記録を持つ場合のほうが効率性が高いことがあることを明らかにした。

既存研究では、シュタッケルベルク・タイプと呼ばれるタイプが正の確率で実現するものと仮定される。この仮定の下では、割引因子が1に近づくと長期的プレイヤーの均

衡利得の下限は長期的プレイヤーにとって最も好ましい期待平均割引利得に近づくことが知られている。

本研究では、バッド・タイプと名付けているが、長期的プレイヤーにとって好ましくないシグナルが実現しやすい行動にコミットするタイプが正の確率で実現するものと仮定している。

ベンチマーク・ケースとして、短期的プレイヤーが無限の記録を保有でき、かつコミットメント・タイプが存在しない場合の完全公的均衡利得を特徴付けた。そして、効率性は達成可能ではないことを明らかにした。繰り返しゲームの分野では標準的な方法であるAPS アルゴリズム (Abreu, Pearce, and Stacchetti algorithm) を用いることで均衡利得集合を特定することができる。この均衡利得の中で長期的プレイヤーの最大の均衡利得に着目する。これを $V$ と表す。

分析上の技術的な仮定として、各期の期初に両方のプレイヤーは過去に選択した行動には全く依存せずにランダムに実現する公的シグナル(サンスポット)を観測できるものと想定している。このサンスポットを使うことによって、悪いシグナルが実現したとしても確実に罰則的局面に移るのではなく、確率的に協調的局面に留まるか罰則的局面に移るかをコントロールできるのである。悪いシグナルが実現したときに罰則的局面に移ることが長期的プレイヤーに協調的行動を選択させるインセンティブを与えることになる。しかし、不完全公的観測の下では、長期的プレイヤーが協調的行動を選択したとしても悪いシグナルが実現する可能性があり、厳しい罰則は社会余剰を減少させてしまうことになる。そのために確率的な罰則を利用し、社会余剰の減少を必要最小にするのである。以下の分析でも同様にサンスポットの存在を仮定する。

次に短期的プレイヤーが無限の記録を保有することができ、バッド・タイプが存在する場合を考える。このとき、均衡利得の中で長期的プレイヤーの最大の均衡利得は $V$ より厳密に小さいことを示した。これは正の確率でバッド・タイプが存在するため、長期的プレイヤーが協調的な行動(高品質のサービス)を選択し続けたとしても、運悪く悪いシグナルが出続けることが正の確率で発生するからである。このようなシグナルが出続けた場合、短期的プレイヤーは高い確率で長期的プレイヤーはバッド・タイプであると信じてことになる。そして、短期的プレイヤーはバッド・タイプの行動に対して最適な行動を選択し、結果として、ノーマル・タイプの長期的プレイヤーも短期的プレイヤーもお互いに罰則的行動を選択することになるのである。つまり、段階ゲームのナッシュ均衡に対応する行動を選択する。

最後に短期的プレイヤーが有限の記録のみ保有でき、かつバッド・タイプが存在する

場合を考える。このとき、ある条件の下では、長期的プレイヤーの利得  $V$  を均衡として達成可能であることを示した。つまり、短期的プレイヤーが有限記録を持つ場合、無限記録をもつ場合より、長期的プレイヤーにとって好ましいことを意味する。また、短期的プレイヤーの期待平均割引利得に着目すると、同様に有限記録のほうが利得が高いことを明らかにした。

無限の記録を持つ場合に長期的プレイヤーの利得  $V$  を達成できない理由は、運悪く悪いシグナルが出続けた場合に短期的プレイヤーが高い確率で長期的プレイヤーはバッド・タイプであると信じ、お互いに罰則的行動を選択することが原因であった。有限記録の場合には、そのようなことが起こらないのである。つまり、有限記録は過度の罰則的行動を抑える効果がある。

なお、既存研究では、バッド・タイプだけでなく、シュタッケルベルク・タイプやグッド・タイプなどの様々なタイプの可能性を考慮し、短期的プレイヤーが無限の記録を持つ状況を分析しているが、記録が有限になった場合にどのような効果が発生するかは不明である。本研究はコミットメント・タイプとして、バッド・タイプのみが存在する状況を分析したという意味で制限的である。将来は様々なコミットメント・タイプの可能性を認めた上で記録の有限性がどのような効果をもたらすのかを明らかにすべきである。しかしながら、現実問題を考える場合には、バッド・タイプのみを考慮することで現実の重要な問題をそれほど失うわけではないと考えられる。消費者の利益のみを考えて行動する企業とまともなサービスを提供できる能力をそもそも持ち合わせていない企業の存在のどちらが社会的に問題になるかを考えれば、後者であることは間違いない。

本研究の分析結果は現実社会におけるひとつの提言であると言える。企業（長期的プレイヤー）と消費者（短期的プレイヤー）の関係を考える場合、消費者は有限記録を持つほうが社会的には好ましいことを意味する。消費者が無限の記録を保有する場合、企業は過度の罰則的反應を受けることになる。有限記録の場合にはその可能性は小さくなるのである。よって、インターネット上にすべての情報を記録することは必ずしも社会的に望ましいとは言えないのである。より正確に言えば、すべての情報を保管することは望ましくなく、すべての情報を簡単に手に入れられるような状態で保管することは必ずしも好ましくはないということである。

また、消費者が罰則的反應をしてはならないということの意味しない。消費者がシグナルに反応することは企業に適切な行動を選択させるために必要である。バッド・タイプの企業が存在する可能性があるという状況では、記録が多い場合には過度に反応するこ

とが問題となるのである。

#### <引用文献>

Ely, J. and J. Valimaki, Bad Reputation, Quarterly Journal of Economics, vol. 118, 2003, pp. 785-814.

Ely, J., D. Fudenberg, and D. Levine, When is Reputation Bad? Games and Economic Behavior, vol. 63, 2008, pp. 498-526.

Fudenberg, D. and D. Levine, Maintaining a Reputation when Strategies are Imperfectly Monitored, Review of Economic Studies, vol. 59, 1989, pp. 561-579.

Faingold, E., Y. Hino, and Y. Miyahara, Bad Reputation with Limited Memory, mimeo, 2013.

#### 5. 主な発表論文等 (研究代表者は下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計1件)

Yasuyuki Miyahara, Tadashi

Sekiguchi, "Finite Repeated Games with Automatic and Optional Monitoring," 2016 International Conference on Game Theory, Stony Brook University.

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]  
ホームページ等  
なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

宮原泰之 (MIYAHARA Yasuyuki)  
神戸大学・大学院経営学研究科・教授  
研究者番号: 80335413

##### (2) 研究協力者

[主たる渡航先の主たる海外共同研究者]  
Eduardo Faingold  
イエール大学・コウルズ研究所・准教授

[その他の研究協力者]  
なし