

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01468

研究課題名（和文）イノベーションを創出する制度の設計にむけて

研究課題名（英文）Towards optimal design of institutions which stimulate innovation

研究代表者

石田 潤一郎（Ishida, Junichiro）

大阪大学・社会経済研究所・教授

研究者番号：40324222

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、多腕バンディット問題の枠組みを戦略的環境に応用した戦略的実験（strategic experimentation）モデルを拡張し、市場における評判形成のインセンティブや市場競争環境が、知識探索のインセンティブとイノベーションの創出頻度に与える影響について分析を行った。また、この研究過程において、動学的学習環境における評判形成インセンティブの分析では、通常のシグナリングモデルにおいて仮定される単一交差性条件を満たさないことが明らかとなったことから、こうした環境に適用できる基礎的な理論分析手法の開発と均衡の特徴づけを行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

単一交差性条件が成立しない環境でのシグナリング行動については、これまでインセンティブ構造や均衡の性質を含めてその理論構造についてはほとんど何もわかっておらず、知識探索過程のような複雑な環境における評判形成インセンティブの分析を行う上での大きな障害となっていた。本研究で開発した分析手法は、こうした問題を含む幅広い環境に応用が可能であり、イノベーションにおける評判形成インセンティブの役割のみならず、これまで十分な分析が行われなかった数多くの社会問題について新しい知見を提示できるものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：In this project, we examined how external factors such as reputation concerns and the extent of market competition affect incentives to explore new ideas and consequently innovation outcomes, by extending the theoretical framework of strategic experimentation. In the process of this research, we also found that the analytical environment of reputation formation under dynamic learning often violates the single-crossing property. To overcome this issue, we developed a new analytical framework that can be applied to this environment, identified conditions that make the analysis tractable, and obtained a full characterization of equilibria under the identified set of conditions.

研究分野：情報の経済学

キーワード：バンディット問題 イノベーション 知識探索 評判形成 シグナリング 制度設計 単一交差性条件

1. 研究開始当初の背景

革新的なイノベーションの創出は、成熟社会における経済成長の唯一の手段であり、研究開発投資 (R&D 投資) の生産性は長期の経済厚生 of 最重要な決定要因である。しかしその一方で、イノベーションの出現頻度には、企業や国・地域間で非常に大きな格差が存在しており、またその革新性の程度においても傾向的な偏りがあることが知られている (Van Reenen, 2017, Schumpeter Lecture, European Economic Association)。なぜイノベーションは特定の企業や国・地域に集中するのであろうか。そしてその背景にはどのような制度的・環境的要因が存在するのであろうか。イノベーション創出過程の構造的な理解は、経済学に残された重要課題の一つであり、経済政策や制度設計の観点から極めて重大な含意を与える。また、長期的な人口減少や資本蓄積による経済成長の鈍化が予測される今後の日本経済においても、革新的なイノベーションを持続的に創出する制度の設計は喫緊の課題である。

2. 研究の目的

本研究では、新しい知識の探索と既存の知識の活用とのトレードオフに着目した理論モデルを構築し、知識探索のインセンティブが制度的・環境的要因にどのように影響を受けるのか構造的に記述することを目的とする。特に、技術者 (科学者) や起業家が市場に対して持つ評判形成のインセンティブと市場における競争環境が、知識探索とイノベーションの創出頻度に与える影響を分析する。また、そうした理論構造から、知識創出インセンティブの歪みを特定し、イノベーションの創出を促す政策含意を導出する。

3. 研究の方法

分析は多腕バンディット問題を戦略的環境に応用した戦略的実験 (strategic experimentation) モデルを基礎とし、この枠組みに能力に関するシグナリングや市場競争といった要素を導入し理論的な分析を行う。する。主に、以下の2つのモデルを考察する。

(1) 評判形成

戦略的実験モデルにおける意思決定者のプロジェクト実行能力が私的情報となっている状況を想定し、意思決定者がこの情報をシグナルするためにどのように知識探索活動に資源を配分するのか考察する。このとき、意思決定者はプロジェクトの質 (生産性) について情報を得る一方で、市場は意思決定者の能力について情報を得るため、二層構造の動学的学習問題が生じることとなる。

(2) 市場競争

同じプロジェクトに取り組む複数の意思決定者が存在する状況で、この意思決定者間での競争から生じる利得外部性が、各意思決定者の知識探索活動にどのような影響を与えるか分析する。意思決定者の学習によって生じる情報外部性と利得外部性の相互依存関係に着目し、このトレードオフを基礎とした政策含意を導出する。

4. 研究成果

本研究では主に3つの成果を上げることができた。以下にそれらを要約する。

(1) 評判形成のインセンティブと知識探索

知識探索活動の主な担い手は新しい技術を開発する研究者や新しいビジネスを創出する起業家であるが、彼らはいずれも評判を形成する強いインセンティブを有する。研究者であれば、彼らの将来の就職・昇進は業界内における評判に強く影響されるであろう。また、起業家にとっても、起業家としての評判は、融資の受けやすさや活動資源 (人材等) の獲得に大きな影響を与える。こうした問題に対処するため、"Reputation Concerns in Risky Experimentation" では、戦略的実験モデルに評判の利益を導入し、知識探索における評判形成のインセンティブの役割をより直接的に検証した。具体的には、事前には成功確率のわからないプロジェクトを遂行する意思決定者を想定する。意思決定の能力は高いか低いかのいずれかであり、この情報は外部市場が直接観察できない私的情報である。このプロジェクトは、意思決定者が遂行し続ける限りは、(未知の) ある一定確率で成功する。意思決定者は、プロジェクトの成否を逐次観察し、プロジェクトが成功しない場合は、プロジェクトから撤退するタイミングを決定する。この撤退のタイミングは公的に観察可能であり、外部市場はこの撤退のタイミングから意思決定者の能力を類推する。

ここで考察するモデルはシグナリングモデルの一種に分類されるが、動学的過程において、より有能な意思決定者はより詳細な情報を受け取ることができることから、プロジェクトが成功しない場合に事後的信念は急速に低下し、それによってプロジェクトを継続するインセンティ

ブも低下する。こうした学習によってもたらされる追加的な効果により、このモデルでは通常仮定される単一交差性条件が成り立たない可能性があることが示される。この結果、シグナリングモデルで通常用いられる精緻化概念の下でも一括均衡 (pooling equilibrium) が存在し、異なるタイプの意思決定者が同じタイミングでプロジェクトから撤退することを示した。この結果は、評判形成のインセンティブが、知識探索行動を大きく歪める可能性を示しており、また、その詳細なメカニズムを解明することでいくつかの政策含意を導いている。この研究は Journal of the European Economic Association より公開されている。

(2) 単一交差性条件が成立しない環境でのシグナリング行動の一般分析

前述の "Reputation Concerns in Risky Experimentation" により、標準的な戦略的実験モデルに評判形成のインセンティブを導入した場合、結果として生じるシグナリング問題は、単一交差性条件を満たさないことがわかった。単一交差性条件を満たさないシグナリングモデルの分析は技術的にきわめて困難であることが知られており、"Reputation Concerns in Risky Experimentation" においてもタイプの数に2に限定されるなど分析上の大きな制約となっていた。しかし、単一交差性条件を満たさないケースでより興味深いのは、タイプの数に2以上の場合であり、その意味で、我々の研究は、そのモデルの構造を最も高いレベルの一般性で記述することはできていなかった。

こうした技術的問題を解決し、評判形成の役割についてより明解な道筋をつけるためには、単一交差性条件を満たさないシグナリング行動の一般的な分析枠組みの構築が不可欠であるという結論に至った。"Signaling under Double-Crossing Preferences" では、この問題に直接取り組み、異なるタイプの無差別曲線が2度交差する double-crossing property という新たな選好に対する制約条件の下でのシグナリング行動の分析を行った。単一交差性条件が成立しない状況では、選好の代数的構造が複雑になることが分析を困難にする要因となっていた。本研究では、既存の文献で用いられていた代数的なアプローチではなく、選好の幾何学的なアプローチを導入することで、これまで不可能と思われていた単一交差性条件が成立しない環境での分析に成功している。この論文では、この double-crossing property の下で、標準的な精緻化概念を満たす均衡の完全な特徴づけを行い、また均衡が常に存在することを示した。事前の様相とは反し、こうした環境での均衡は、Low types Separate High types Pairwise-Pool (LSHPP) という極めてシンプルな構造を持つことを明らかにした。単一交差性条件を満たさない環境でのシグナリングの一般的な分析はこの研究が初であり、シグナリングモデルの適用範囲の拡大に大いに貢献すると考える。この研究は *Econometrica* より公開されている。

(3) 市場競争と市場参入タイミングの分析

イノベーションの創出に不可欠なのは、起業家による未知の市場へのタイムリーな参入である。複数の企業が潜在的な市場のシェアを争っているとき、他者に先んじて参入することで、市場のプレゼンスを確保し独占利潤を享受することが可能となる。一方で、市場のサイズが未知の場合は、各企業は参入前にマーケティング調査等により、その市場の潜在的な規模について学習を行わなければならない。このとき、参入の意思決定は全ての企業に観察可能なため、ある企業が参入したという事実は、市場が有望であることのシグナルとなる。そのため、各企業は、自身の調査による学習だけでなく、他者の行動から市場の状態について学習しようというただ乗りのインセンティブが生じる。前者の市場競争による利得外部性の効果は、他者に先んじて過剰に参入のタイミングを早めるのに対して、後者の情報外部性によるただ乗りのインセンティブは他者の参入を待つことで参入のタイミングを過剰に遅らせる効果を持つ。均衡での参入のタイミングは、この二つの相反する外部性の効果によって決定されることとなる。

"Pioneers, Early Followers or Late Entrant: Entry Dynamics with Learning and Market Competition" では、潜在的な市場参入者が市場の価値について動学的に学習する環境を想定し、市場参入タイミングの決定要因について分析を行った。この分析で特に重要な役割を果たすのは、ライバル他社による参入が観察できることにより生じる情報外部性と、市場競争により生じる利得外部性の存在である。ライバル他社の参入が観察できるという事実は、参入者がその時点で持つ情報(市場に対する自信)を部分的に反映するため、この追加的情報を得るために参入を過剰に遅らせる効果を与える。それに対して、市場競争の存在は、他者に先んじて参入し市場を独占する誘因を与えるため、参入を過剰に早める可能性を高める。これらの効果の相互作用により、ゲームの初期段階においては、相手の機先を制するインセンティブが優位となる一方で、時間がたつにつれ情報を引き出すために相手の出方を待つインセンティブが優位となる動学的インセンティブ構造が得られる。こうした構造は、これまでの既存の研究でよく用いられてきた preemption game と war of attrition という異なるクラスのゲームの混合型となっており、新しいクラスのタイミングゲームとして理解することができる。

このモデルの分析の結果、市場がより競争的な時、または市場に対する企業の事前の自信が比較的高いときに first-mover advantage が支配的となり、市場の黎明期に開拓者による参入が起こる可能性が高まることを示した。既存の研究において新しい市場への参入タイミングは、最初に市場に参入する「開拓者 (pioneer)」, 開拓者をすぐに追隨する「初期追従者 (early follower)」, または時間をおいて市場の発展状況を観察してから追隨する「後期追従者 (late entrant)」の3者におおまかに分類されるが、こうした観察に対して統合的なモデルとなっている。また、市場

参入のタイミングの効率性への影響も分析し、ブランドロイヤリティやスイッチングコストによって引き起こされる惰性的消費行動が効率性を改善する可能性も提示している。市場参入のタイミングは、企業にとって最も重要な戦略的意思決定であるだけでなく、社会厚生上にも重要な意味を持つため、多様な参入パターンを構造的に記述できるモデルの構築は、この文献における重要な課題であるが、本研究ではこうした課題に対して1つの解答を与えることができたと考える。この研究は *European Economic Review* より公刊されている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Chia-Hui Chen, Junichiro Ishida	4. 巻 69
2. 論文標題 A War of Attrition with Experimenting Players	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Industrial Economics	6. 最初と最後の頁 239-269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/joie.12250	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 Chia-Hui Chen, Junichiro Ishida, Wing Suen	4. 巻 19
2. 論文標題 Reputation Concerns in Risky Experimentation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the European Economic Association	6. 最初と最後の頁 1981-2021
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jeea/jvaa046	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 Chia-Hui Chen, Junichiro Ishida, Wing Suen	4. 巻 90
2. 論文標題 Signaling under Double-Crossing Preferences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Econometrica	6. 最初と最後の頁 1225-1260
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3982/ECTA19210	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Junichiro Ishida, Takashi Shimizu	4. 巻 68
2. 論文標題 Cheap Talk When the Receiver Has Uncertain Information Sources	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Economic Theory	6. 最初と最後の頁 303-334
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00199-018-1123-y	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 Chia-Hui Chen, Junichiro Ishida	4. 巻 69
2. 論文標題 A War of Attrition with Experimenting Players	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Industrial Economics	6. 最初と最後の頁 239-269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/joie.12250	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 Chia-Hui Chen, Junichiro Ishida, Arijit Mukherjee	4. 巻 152
2. 論文標題 Pioneer, Early Follower or Late Entrant: Entry Dynamics with Learning and Market Competition	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 European Economic Review	6. 最初と最後の頁 article 104360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.euroecorev.2022.104360	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 Hiroki Arato, Takeo Hori, Tomoya Nakamura	4. 巻 55
2. 論文標題 Endogenous Information Acquisition and the Partial Announcement Policy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Information Economics and Policy	6. 最初と最後の頁 article 100898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.infoecopol.2020.100898	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 Yuki Amemiya, Akifumi Ishihara, Tomoya Nakamura	4. 巻 30
2. 論文標題 Pre-emptive Production and Market Competitiveness in Oligopoly with Private Information	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Economics and Management Strategy	6. 最初と最後の頁 449-455
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jems.12410	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 Daisuke Takeuchi, Keigo Inukai, Masaki Suyama, Nao Manabe, Taku Tanichi, Yoshihiro Tanaka, Junji Watanabe, Aiko Murata, Kouta Minamizawa	4. 巻 -
2. 論文標題 How Haptics Induce Social Behavior: An Exploratory Study of Public Goods Games with Tactile Sharing on the Internet Using a Behavioral Economics Approach	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 IEEE Haptics Symposium (HAPTICS)	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) 10.1109/HAPTICS52432.2022.9765600	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 Nobuyuki Hanaki, Keigo Inukai, Takehito Masuda, Yuta Shimodaira	4. 巻 forthcoming
2. 論文標題 Comparing Behavior between a Large Sample of Smart Students and Japanese Adults	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Japanese Economic Review	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) 10.1007/s42973-022-00123-0	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 0件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Junichiro Ishida
2. 発表標題 Signaling under Double-Crossing Preferences
3. 学会等名 IV Spain-Osaka Workshop on Economic Theory
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Junichiro Ishida
2. 発表標題 An Entry Game with Learning and Market Competition
3. 学会等名 Oxford-Osaka Economic Theory Workshop
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Junichiro Ishida
2. 発表標題 Reputation Concerns in Risky Experimentation
3. 学会等名 III Spain-Osaka Workshop on Economic Theory
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Keigo Inukai
2. 発表標題 Estimating Heterogeneous Distribution Preferences: Self-interest and Equality-Efficiency Tradeoff
3. 学会等名 NTU-UT Joint Research Workshop on Experimental Social Sciences (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石田潤一郎, 玉田康成	4. 発行年 2020年
2. 出版社 有斐閣	5. 総ページ数 292
3. 書名 情報とインセンティブの経済学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究 分担者	陳 珈惠 (Chen Chia-Hui) (20768238)	京都大学・経済研究所・准教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	中村 友哉 (Nakamura Tomoya) (70706928)	明治学院大学・経済学部・准教授 (32683)	
研究 分 担 者	犬飼 佳吾 (Inukai Keigo) (80706945)	明治学院大学・経済学部・准教授 (32683)	

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