

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：12613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K03351

研究課題名(和文)主観的情報構造の理論研究

研究課題名(英文)A Theory of Subjective Information Structures

研究代表者

武岡 則男 (Takeoka, Norio)

一橋大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：80434695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：不確実性下の動的的意思決定で標準的なベイジアンモデルでは、個人が直面する不確実な状態空間及び、状態の初期確率、状態の追加情報を表現する情報構造を仮定し、確率をベイズ改訂する個人の意思決定を考える。しかし、個人が持つ確率や情報構造は私的情報であり、分析者の事前知識として前提にできない場合が多い。本研究では、個人の主観的確率を導出したSavageモデルを拡張し、主観確率と主観的情報構造を同時に導出する一般的フレームワークの開発とその拡張について研究を行った。先行研究の多期間への拡張および情報構造の内生的選択モデルの公理化、状態分布の情報に加えて将来の選好情報の学習への拡張などを行った。

研究成果の概要(英文)：In a dynamic model under uncertainty, a standard model is the Bayesian model, where a decision maker has a information structure consisting of an initial prior over a state space and signals, and he updates the initial prior according to signals. However, this information structure is a private information of the decision maker and is not directly observable to the outside observer or analyst. This research extends Savage's model about subjective probabilities and derives not only subjective probabilities but also an information structure from preference. We extend the existing literature toward a multi-period setting and axiomatize a model with endogenous selection of information structure. Moreover, we extend the model to incorporate learning about future tastes as well as learning about information about states.

研究分野：ミクロ経済学、意思決定理論

キーワード：主観的情報構造 主観確率 ベイズ的予想改訂 公理的的意思決定理論

1. 研究開始当初の背景

不確実性下の動学的意思決定を考える際に、経済学で最も一般的な方法は、ベイジアンモデルである。このモデルでは、不確実性を表現する状態空間及び、状態の初期確率、さらに追加情報を表現する情報構造を仮定し、追加情報に応じて確率をベイズルールによって改訂していく。しかし、個人が想定している状態空間や情報構造は、その個人の私的情報であり、分析者の事前知識としては仮定できないかもしれない。このように私的情報に基づいた情報構造を主観的情報構造と呼ぶ。個人は主観的情報構造に基づいて学習を行うという仮説を検証するにはどのような選択データが必要なのか、その基礎を探求するのが本研究のテーマである。

本研究は、主観確率の導出に関わる意思決定理論の流れに位置付けられる。Savage (1954)の先駆的研究に始まる主観確率の理論では、状態空間を外生的に仮定した上で、結果が状態に依存するような確率変数上の選好から、個人の主観確率を導出する。Savageの設定は、確率変数を一度だけ選択する静学モデルである。本研究が想定するのは、状態に関する追加情報(シグナル)が到来し、そのアップデートされた情報の下で、追加的な行動を選択する動学的意思決定である。よって、主観的情報構造を導出するためには、Savageの主観確率の理論を拡張する必要がある。

研究代表者による研究、Dillenberger, Lleras, Sadowski, and Takeoka (2014) (以下DLSTと省略)では、Savage型モデルを拡張することで主観的情報構造の公理的基礎を与えた。この研究では、確率変数を要素とする機会集合上の選好を考え、それが満たすべき公理と、その結果として、状態空間の初期確率と情報構造(シグナルの確率、シグナルによって与えられる状態空間の事後確率)を構成要素として持つ効用関数表現定理を示した。

2. 研究の目的

DLSTでは、機会集合を一度選択し、その後確率変数を機会集合から選択するという2期間の意思決定が想定されている。シグナルからの学習という点では、2期間モデルは最低限の設定であるが、ベイジアンモデルの主観的基礎としては、より本格的な多期間モデルへの拡張が望ましい。また、時間を通じた追加情報の学習には、状態分布に関するシグナルだけでなく、将来の自分の選好(リスク選好や時間選好率など)の学習も含まれるかもしれない。しかしDLSTでは、状態分布の学習だけに限定されたモデルとなっている。

本研究の目的は、DLSTを出発点として、主観的情報構造の多期間学習への拡張、状態分布と将来選好の間の相関情報の学習、

情報構造に費用が伴う場合の情報構造の最適選択など、主観的学習理論の拡張および発展研究を行うことである。

3. 研究の方法

本研究では、次の3つの具体的なプロジェクト研究を行う。

(1) 多期間モデルへの拡張:

DLSTの2期間モデルを多期間に拡張する。そのためには、今期の機会集合から今期の消費と来期の機会集合を選び、さらに来期以降同様の選択を続けるような再帰的ドメインの上の選好を考える必要がある。また消費を通じて自分の選択肢への選好を学ぶような学習を考えれば、学習理論で重要な「探索」と「活用」の要素を取り込むことができる。将来のシグナルが外生的に到来するのではなく、自分自身の行動によって変化する内生的な情報構造のモデルの公理化と考えることができる。

(2) 将来選好の学習への拡張:

DLSTでは、情報構造の導出に興味を絞るため、個人のリスク選好は変化しないと仮定している。しかし、主観的学習理論を特徴付ける「選択の先送り行動」は、Kreps (1979)によって考察されたような選好変化によって起きることもある。選択の先送りは、将来の追加情報の予測が原因なのか、将来のリスク選好の変化が原因なのか、あるいはその両方の変化が原因なのかを識別するためには、厳密な議論の土台として、両者の可能性を含むさらに一般的な効用関数の公理化を行い、その特殊形として、DLSTの情報変化のモデルとKrepsらの選好変化のモデルをそれぞれ位置づける必要がある。DLSTの公理的特徴付けを参考にしながら、どの公理を一般化する必要があるか検討する。

(3) 情報構造の最適選択:

DLSTでは、個人は特定の情報構造を持ち、それは将来の選択肢の集合に応じて変化しないと仮定されている。しかし、情報構造に応じて費用が異なる場合には、将来の選択肢の可能性に応じて、適切な情報構造が選択されるはずである。さらに、情報構造の費用は私的情報であるため、情報構造は主観的最適化の解と想定されるべきである。このような内生的な情報構造の選択は、近年 Rational Inattention のモデルとして注目されている。このモデルでは、加法的な情報選択費用を考えることが通常である。一方で、情報構造の費用は、その情報構造に基づくシグナルが到来するまでの待ち時間、あるいはそれに付随する割引率として捉えられる場合もある。この場合も、どの程度の待ち時間や割引率を想定するかは私的情報と考えられる。このような主観割引の下での情報構造の最適化モデルの公理的基礎を考察し、Rational Inattention など既存研究との行動レベルでの比較を行う。

4. 研究成果

プロジェクト(1)はUniversity of PittsburghのRoe Teper氏、Royal Holloway, University of LondonのEvan Piermont氏との共同研究である。消費を通じて自分自身の選好に関する情報を内生的に学習する理論であり、意思決定理論やゲーム理論の国際的査読誌であるGames and Economic Behaviorに論文が掲載された。プロジェクト(2)の選好の学習について、関連研究としてBoston UniversityのJawwad Noor氏と研究を行った。個人が認知コストを考慮した上で内生的に時間割引率を選択するというモデルであり、選好に関する主観的情報構造の内生的選択モデルと見ることができる。Working paperを作成し、研究代表者のwebpageに掲載中である。また発展途上の研究テーマであり、さらなる拡張や応用可能性があるため、平成30年度より独立した科研費課題として基盤Cに採択されている。プロジェクト(3)については、龍谷大学の兵庫一也氏、岡山大学の東陽一郎氏と共同研究を行っている。Rational Inattentionの公理化を行った先行研究と異なる公理を導入することで、最適待ち時間のモデルの公理的基礎を検討中である。29年度から始まったプロジェクトであるため今後も継続していく必要がある。その他に、一橋大学の宇井貴志氏と主観確率に関する研究を行った。これまでの主観確率の導出とは異なる設定から出発し、単調性と呼ばれる自然な公理を強化する形で主観確率が導出できることを示した。このアプローチを使うと、先行研究で行われていない二段階期待効用というクラスの公理化を行うことができることが分かった。現在、得られた研究成果をまとめた論文の草稿を作成中である。

参考文献

- [1] D. Dillenberger, J. S. Lleras, P. Sadowski, and N. Takeoka (2014), "A theory of subjective learning", Journal of Economic Theory, Vol.153, pp.287-312.
- [2] D. M. Kreps (1979), "A representation theorem for "preference for flexibility" ", Econometrica, Vol.47, pp.565-577.
- [3] L. J. Savage (1954), The Foundations of Statistics, Dover.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

Youichiro Higashi, Kazuya Hyogo, Norio Takeoka, and Hiroyuki Tanaka, "Comparative impatience under random discounting", Economic Theory (査読有), Vol.63, 2017, pp.621-651.
DOI: 10.1007/s00199-015-0950-3

Evan Piermont, Norio Takeoka, and Roe Teper, "Learning the Krepsian state: Exploration through consumption", Games and Economic Behavior (査読有), Vol.100, 2016, pp.69-94.

DOI: 10.1016/j.geb.2016.09.002

Jawwad Noor and Norio Takeoka, "Menu-dependent self-control", Journal of Mathematical Economics (査読有), Vol.61, 2015, pp.1-20.

DOI: 10.1016/j.jmateco.2015.07.004

〔学会発表〕(計 7件)

武岡 則男, "State-wise dominance and subjective probabilities", 第二回 Decision Theory Workshop, 岩手県立大学 (盛岡), 2017.

武岡 則男, "Impatience as Selfishness", Hitotsubashi Summer Institute: Microeconomic Theory, 一橋大学 (東京), 2017

武岡 則男, "State-wise dominance and subjective probabilities", Risk, Uncertainty, and Decision Conference, London Business School (London, 英国), 2017.

武岡 則男, "Behavioral foundation for bounded intertemporal cognition", Asian Meeting of the Econometric Society, 同志社大学 (京都), 2016.

武岡 則男, "Learning the Krepsian state: Exploration through consumption", ゲーム理論ワークショップ, 東京大学 (東京), 2016.

武岡 則男, "Learning the Krepsian state: Exploration through consumption", Decision Day at Duke, Duke University (Durham, 米国), 招待講演, 2015.

武岡 則男, "Internal conflict and self-control in endogenous preference formation", DC conference, 慶應義塾大学 (東京), 招待講演, 2015.

〔その他〕

研究成果の発表・研究者間のネットワーキングを目的として、平成28年11月に一橋大学にて意思決定理論の国際ワークショップを開催した。意思決定理論に特化した日本での国際ワークショップはおそらく初の試みである。DLST論文の共同研究者である David Dillenberger 氏 (University of Pennsylvania),

Philipp Sadowski 氏(Duke University)をはじめ、David Ahn 氏(UC Berkeley), Asen Kochov 氏(University of Rochester), Todd Sarver 氏(Duke University)、中島大輔氏(小樽商科大学)など、国際的に意思決定理論で著名な若手研究者を招聘した。国内の主要大学から 40 名を超える参加があり、盛況なワークショップであった。また、この国際ワークショップを引き継ぐ形で、国内の他大学研究者などと連携し、定例化された意思決定理論の研究会、Decision Theory Workshop を立ち上げた。29 年度は、5 月に一橋大学にて 2 件の報告を含む研究会、10 月に岩手県立大学にて 5 件の報告を含む研究会を実施した。どちらの研究会にも多くの大学から研究者・院生の参加者があり、活発な意見交換が行われた。

研究代表者ホームページ

<http://www1.econ.hit-u.ac.jp/takeoka/>

Decision Theory Workshop ホームページ

<https://sites.google.com/site/decisiontheoryjapan/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武岡 則男 (TAKEOKA, Norio)
一橋大学・大学院経済学研究科・教授
研究者番号：80434695

(2) 研究協力者

東 陽一郎 (HIGASHI, Youichiro)
岡山大学・経済学部・教授

兵庫 一也 (HYOGO, Kazuya)
龍谷大学・経済学部・准教授

Jawwad Noor
ボストン大学・経済学部・准教授

Evan Piermont
ロンドン大学(ロイヤルホロウェイ)・経済学部・講師

Roe Teper
ピッツバーグ大学・経済学部・准教授

宇井 貴志 (UI, Takashi)
一橋大学・大学院経済学研究科・教授