

令和 4 年 5 月 6 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K01551

研究課題名（和文）不確実性下の意思決定における情報収集・選択行動の認知的基礎付け

研究課題名（英文）A cognitive base for memory retrieval and information selection in economic decision making

研究代表者

下川 哲矢（Shimokawa, Tetsuya）

東京理科大学・経営学部ビジネスエコノミクス学科・教授

研究者番号：30366447

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、1. Rational inattentionモデルにおける認知的妥当性を実証的に検証し、2. 情報の取舍選択行動を加味した意思決定モデルを構築、3. さらにその均衡モデルにおけるインプリケーションを明らかにすることである。1については、生体情報（血中ヘモグロビン濃度変化および視線情報）の観点から、Rational inattentionモデルが、人々の認知活動と、一定の整合性を持つことを明らかにした。2については、既知の意思決定バイアスや市場環境要因なども検討し、より予測精度の高いモデルを構築した。ただし3については、コロナ渦での実験の遅れにより、明確な結論を得るに至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

経済意思決定において、情報の取舍選択の問題はこれまで重要な問題であり続けている。近年急速に発展しているRational inattentionモデルは、限定合理性に関する古典的な問題意識を受け継ぎ、かつ情報理論を自然な形で人間の意思決定モデルに融合させた点において非常に重要であり、今後当該研究分野において中心的な役割を果たすと考えられる。しかしながら現時点において、Rational inattentionモデルを認知的・実証的に基礎付けた研究はない。本研究はこの点に貢献する。

研究成果の概要（英文）：The objectives of this study are: 1. to empirically verify the cognitive validity of the Rational Inattention Model, 2. to construct a decision-making model that takes into account information selection behavior, and 3. to clarify the implications of the equilibrium model. Regarding the 1st point, we found that the Rational inattention model is consistent with people's cognitive activities from the perspective of biological information (changes in blood hemoglobin concentration and eye gaze information). For 2, we also examined known decision biases and market environment factors, and constructed a model with higher prediction accuracy. However, due to the delay in the experiment with the Corona vortex, we were unable to reach a clear conclusion on 3.

研究分野：経済意思決定

キーワード：神経経済学 統計的パターン認識 Rational inattention 意思決定

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、Rational inattention model (以下では RI モデルと書く) が、このような人々の情報選択行動をモデル化する有力な候補として急速に発展している (Sims (2003))。このモデルでは、人々は状況の不確実性を減らすために情報を効率的に獲得しようとする。しかしその際、情報の有用性に比例して情報収集処理のための認知的コストが生じるとする。

特徴的な点は、この認知コストを、Shannon (1948) の情報エントロピーを用いてモデル化する点である。初期の RI モデルの研究文脈では、情報コストや効用関数について恣意的な関数系を用いるものが多かったが、近年、より一般的に、確率効用モデル (McFadden (1978)) と深い関係を持つことが明らかにされ、飛躍的に発展している (Matejka and McKay (2015), Caplin and Dean (2015))。確率効用モデルは現在、意思決定研究の文脈における支配的なモデルの一つであるため、このモデルとの整合性が明らかにされたことの意義は大きい。RI モデルは、Simon や Kahneman and Tversky らの古典的な問題意識を受け継ぎ、かつ情報理論を自然な形で人間の意思決定モデルに融合させた点において非常に重要であり、今後当該研究分野において中心的な役割を果たすと考えられる。しかしながら現時点において、いくつかの行動実験による検証が出始めた段階であり、RI モデルを認知的・実証的に基礎付けた研究はない。RI モデルが人間の意思決定モデルとして優れたものであるためには、単にその理論的な体系が美しいだけでなく、認知的な観点からの基礎を持つ必要がある。

2. 研究の目的

本研究はこれまでの我々の研究蓄積を活かし、RI モデルに認知的な基礎付けを与えようとするものである。この点に貢献するために、本研究では、以下のような学術的問いを解決することを目的とする。

- (1) RI モデルは神経経済学的な観点から人々の情報取捨選択行動モデルとして妥当性を持つか。
- (2) RI モデルをはじめ、情報の取捨選択行動を加味することによって、人々の意思決定モデルをどの程度精緻化できるのか (ミクロ的視点からの検討)。
- (3) また同様に、この点を加味することで、現実の金融市場において観測される様々なアノマリや定式化された事実は何の程度説明されるのか (マクロ的視点からの検討)。

3. 研究の方法

(1) RI モデルの認知的基礎を検証するにあたり、連続型投資意思決定課題と生体情報の multi-modal 計測を行う実験を実施した。その際、個人差、特に被験者の習熟度の違い、更に市場環境との関係にも注目した。また情報の取捨選択行動関係を特定する実験を実施した。以下の図は、実験で用いた連続型投資意思決定課題と fNIRS による脳血中ヘモグロビン濃度測定の例である。



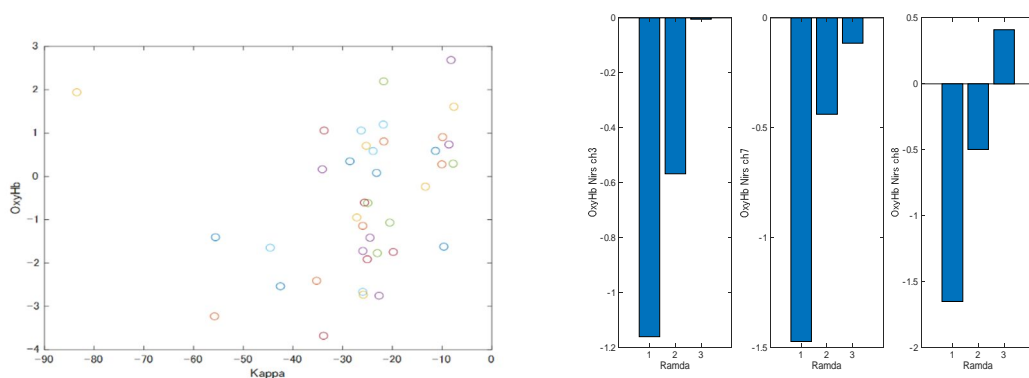
(2) これまで我々が作成した投資意思決定モデルを、上記の情報取捨選択活動に関する知見を加味する形で精緻化する。我々はこれまで、統計的パターン認識手法を用いた意思決定モデルの開発を行い、個人差や市場環境も含む様々な要因との関係について特定を図ってきたが、ここではこれらに RI モデルの検討を通じて得られた知見も加味し、更なる精緻化を図る。新規に作成したモデルは、AIC や ABIC など情報量基準、および交差検定を用い、観測された行動データ (投資率) の予測力を、既存の代表的なモデルと比較評価した。

(3) 上記において精緻化されたモデルと、既知の代表的な意思決定バイアスや現実の金融市場において観測される市場収益率に関するアノマリーとの整合性に関して検討を加える。このうち意思決定バイアスについては、(2)のマイクロレベルの検討と同様の手法を用いる。市場アノマリーとの関係については、精緻化された投資行動モデルを持ったエージェントを含む人工市場シミュレーションを行い、その結果が市場において観測される Financial stylized facts と同様の統計的性質を持つかを検証する。

4. 研究成果

(1) についての検討結果

検討課題 A: RI モデルによれば、これまで確率効用モデルにおいては状況評価に対する反応の大きさを表すと考えられていた係数(定数)に、情報収集・処理コストの面から解釈が与えられる。そこでまず RI モデルの妥当性を検討するために、この係数が人々の情報収集・処理行動と何らかの関係を持つのか否かを検証した。具体的にはこのコストパラメータが、背外側前頭前野(ブロードマン領域 46、9)における脳の賦活状況とどの程度相関を持つのかを検討した。この領域はワーキングメモリに関与し、情報の統合、計画、予測等で中心的な役割を果たすとされている。下図は、行動データから特定されたパラメータ値と脳血中ヘモグロビン濃度変化との相関(左図)と、パラメータ値による分位分析のグラフである。モデルの予測と整合的な傾向が観測できる。すなわち、モデルにおける認知コスト が大きいほど賦活が認められる。パラメータ値による分位分析の結果、群の差は二分位分割では今回計測した情報処理に係る全ての脳部位において、三分位分割では吻側部以外の脳部位において有意であった (ANOVA 分析における F 検定 5%水準)。



検討課題 B: RI モデルでは、有効な情報の取得は、行動の相対エントロピーの減少として現れ、その減少に比して情報コストが発生するとされる (Matejka and McKay(2015))。このアイデアはまさに RI モデルの中心となるものである。そこでここでは、投資意思決定課題において、観測された投資行動データから相対エントロピーの増減を計算し、それと生体情報の変化および市場収益率データの各種統計値との関係を検討することで、その認知的妥当性を検証した。しかしながらこの検証では、視線移動距離の変化や意思決定時間については弱い相関が認められたものの、脳波や脳血中ヘモグロビン濃度に有意な関係を見出せなかった。

(2) についての検討結果

被験者ごとに経験の有無や性差による個人差が大きいことをまず確認した。この点は意思決定研究一般に共通する点であり、Rational inattention モデルにおいても同様の傾向が見られたことは予想通りの結果であると言える。市場環境の関係については、十分な検証が行ったとは言えないが、下記の意思決定バイアスとの関係に關係して、価格変動の大きさ(あるいは流動性の低下)が影響を与える傾向が見られた。

また、情報収集行動・認知に関するコスト関数が、Rational inattention モデルにおいて通常仮定されるような、相互情報量に関する線形関数では不適切であることを確認した。これは意思決定モデルにおいて新規情報に対する反応係数が、相互情報量に対して一定ではないことを意味しており、Rational inattention モデルに重要な修正が必要であることを意味している。

情報選択に関しては、特に視線情報を用いた分析から、多くの被験者で大胆な情報選択や情報の無視が観測され、それらの比率は Rational inattention モデルが予測するものと同様の傾向がみられる。この点について、より発展的な分析を現在継続的に行っている。

3 についての検討結果

検討課題 A：意思決定におけるバイアス（現状維持バイアス、ロス回避性、ディスポジッション効果）との整合性の検討について、ロス回避性およびディスポジッション効果について、比較的強い相関が得られた。具体的には投資の損失局面において、観測されたコストパラメータが増加した。これは Inattention の大きさが増加すると解釈できる。この点は、脳血中ヘモグロビン濃度変化や視線の注視データからも裏付けられた。

検討課題 B：市場におけるアノマリー（モーメンタム、短期的な過剰反応、中長期における中心回帰的傾向、下落局面と上昇局面での非対称な反応）との整合性の検討を行った。上記の精緻化されたモデルを用いて、エージェントベースシミュレーションを行ったが、残念ながらコロナ渦における実験の遅れも有り、研究期間中に明確な結論を得るには至っていない。現在、継続的に解析中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Qi Wu, Shinji Nakazato, Bojian Yang, Tetsuya Shimokawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Examining the Correspondence of Cognitive Costs and the Mutual Information Criterion in Rational Inattention Models	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Intelligent and Transformative Production in Pandemic Times (the book series Lecture Notes in Production Engineering)	6. 最初と最後の頁 Forthcoming
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Qi Wu, Tetsuya Shimokawa	4. 巻 Volume 10, Issue 2
2. 論文標題 Cognitive Capacity Constraint and Attention Allocation in Human Decision Making	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Finance and Accounting	6. 最初と最後の頁 141-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11648/j.jfa.20221002.17	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 0件）

1. 発表者名 仲里慎司, 下川哲矢
2. 発表標題 戦略的意思決定における属性による探索行動モデリング
3. 学会等名 情報処理学会 第82回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Qi Wu, Shinji Nakazato, Bojian Yang, Tetsuya Shimokawa
2. 発表標題 Examining the Correspondence of Cognitive Costs and the Mutual Information Criterion in Rational Inattention Models
3. 学会等名 The 26th International Conference on Production Research
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Qi Wu, Tetsuya Shimokawa
2. 発表標題 A Neural basis of information selection in human decision-makings
3. 学会等名 The 84th National Convention of IPSJ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Qi Wu, Tetsuya Shimokawa
2. 発表標題 Cognitive Capacity Constraint and Attention Allocation in Human Decision Making
3. 学会等名 International Conference on Economics, Finance and Management Science
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

https://www.rs.tus.ac.jp/simokawa/ 下川研究室 研究紹介 https://www.rs.tus.ac.jp/simokawa/
--

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

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
---------	---------