

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K21809

研究課題名（和文）数学・運動の好き・嫌いの脳基盤の探索

研究課題名（英文）Exploring the neural mechanisms for preference/avoidance of math/exercise efforts

研究代表者

森田 賢治（Morita, Kenji）

東京大学・大学院教育学研究科（教育学部）・准教授

研究者番号：60446531

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,700,000円

研究成果の概要（和文）：次元削減された後継表現（状態をそこから遷移していく先の状態への滞在によって表すような状態表現）が用いられた場合に、価値の不正確な近似によって、負荷のかかる行動を取る選択肢よりも、それを回避する選択肢の方が価値が高く見積もられ、それゆえ負荷の回避すなわち先延ばしが生じうる可能性を見出した。また、認知的・身体的負荷を伴う課題の遂行と学習様態等に関わる調査・実験を実施した。さらに、秒単位の遅延負荷選好についても調べた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

負荷の回避・先延ばしがいかなるメカニズムで生じうるかについて、後継表現および状態表現における次元削減との関連を見出した点、また、負荷のかかる行動の回避や評価などと価値学習の様態の関連を調べた点などに意義があると考えられる。また、認知制御の先延ばし行動を明らかにすることで、日常生活における問題行動のしくみを理解し、予防方法を検討することが可能となると考えられる。

研究成果の概要（英文）：We have found a possibility that procrastination could occur if the value of the option accompanied with cost is estimated to be lower than the value of the option to avoid such an action due to inaccurate value approximation when dimension-reduced successor representation (a way of representing states by future stays at their successor states) is used. We also conducted research combining questionnaire and experiment on execution of tasks with costs and learning profiles, and also investigated the delay load preference in seconds.

研究分野：計算論的神経科学

キーワード：負荷 価値学習

1. 研究開始当初の背景

数学が嫌いな人は、易課題よりも難課題を、より嫌うと思われる。一方、数学が好きな人は、難課題を厭わないどころか、「難しいほど燃え」さえするように思われる。好き・嫌いに関わらず、易課題と難課題とでは後者の方が認知的負荷は相対的に高い筈であるが、その選好が逆転しうる。以上のことは、認知的負荷を身体的負荷に置き換えれば、数学ではなく運動にも同様に当てはまるように思われる。さらに、いずれの場合も、好き・嫌いと得手・不得手は、少なからず相関はしても必ずしも一致はしないと思われる。最近、報酬・価値の評価や選好の脳基盤について、様々な種類の価値に、またヒトとヒト以外の動物にも、ある程度共通な機構が存在することが示唆されるなど、研究が著しく進展してきた。また、負荷は「負の価値」として処理されることを示唆するような結果も報告されてきた。しかし、負荷(身体・物理的負荷のみならず認知的負荷)の選好や、負荷を伴う課題の選択・遂行の機構は、報酬・正の価値の機構に比べると、まだ明らかにされていない・研究があまり行われていない部分が多いことが考えられた。

2. 研究の目的

本研究は、数学などの認知的負荷および運動などの身体的・物理的負荷の選好や、負荷を伴う課題の選択・遂行の機構、個人による違いの様態を明らかにしていくことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 強化学習理論の枠組みにおいて負荷をどのように捉え得るかについて、数理モデルを用いて理論的に検討・解析を行った。負荷のかかる行動であっても、それを選択することで将来的に負荷の総計を上回るような大きな価値・報酬が得られる場合、それを選択するのが合理的な選択になると考えられる。しかし、そうした行動を取りたいと思うか否かは、人によって、また負荷の種類によって異なり得ると考えられる。負荷のかかる行動を取る選択が合理的と考えられる場合にもそうした選択を取らない理由としてどのようなことが考えられるかについて、理論的に検討・解析を行った。

(2) 負荷のかかる行動を取るか否かの意思決定・先延ばしの様態・認知基盤を調べるための質問紙調査と行動(心理)実験を組み合わせたものを、オンラインで実施した。具体的には、数学および運動に関わるものを含め、負荷のかかる行動に関して、先延ばしにする程度、その行動を取った場合・取らなかった場合の帰結の評価、その行動を取ること自体の嫌悪の程度、および一般的な先延ばし傾向¹・完全主義の傾向のオンライン質問紙調査と、意思決定を環境のモデルに基づいて行うか否かの度合いを推測し得る二段階意思決定課題^{2,3,4}のオンライン実験を組み合わせ実施した。

(3) われわれは日常的に、秒単位でも認知的な負荷を先延ばしする。例えば、自動車運転時の交通事故など、注意をすぐにはかけなかったことで(つまり、認知制御の秒単位の先延ばしによって)甚大な被害が生じることもある。分担者の永瀬は、若年健常被験者を対象として、認知的負荷の秒単位の先延ばし行動とより先延ばし行動を助長する因子を調べた。認知的な負荷をかける課題には、算数の課題(足し算課題)を用いた。実験デザインの詳細は現時点では公表できないため記述を控える。収集したデータは、方法の詳細と解析方針(重回帰分析等)を事前登録し、方針通りに解析予定である。事前登録後に、認知的負荷の秒単位の先延ばし行動を数理モデル化し選択行動を解析予定である。

4. 研究成果

(1) 研究の方法(1)については、人においてある種の目標指向様行動が、ある状態を、その状態から遷移していく先の状態への滞在に基づいて表すという状態表現(successor representation(後継表現))と呼ばれる)を用いることで、報酬予測誤差を用いた学習によって達成され得る可能性が最近提案され、一方、状態表現において、次元削減が成される可能性が、かねてから議論されてきたことを踏まえて、報酬の得られるゴール状態への滞りに基づく、次元削減された successor representation が用いられている可能性を考えて数理モデルを構築した。そして、その場合に、価値の不正確な近似によって、本来は価値が低い筈の、負荷のかかる行動を回避するという選択肢の価値が高く見積もられ、それゆえ負荷の回避(先延ばし)が生じうる可能性を、

数理モデルのシミュレーション解析を用いて示した。

さらに、この可能性について、負荷（コスト）の大きさ、学習率、選択における探索の度合い（逆温度）を変えた場合も含めシミュレーションを行って検討し、それらパラメータのある程度の範囲において、先延ばしが生じることを示した。また、負荷を回避することによるある種の「ペナルティ」、あるいは予期されない後悔がある場合についても、それぞれそれらを表すことを想定した形に拡張したモデルを用いて検討し、前者によって先延ばしが減る可能性を示した。また、状態表現自体が徐々に更新されていく場合も検討し、これによっても先延ばしが減る可能性を示した。以上について、論文を査読付き学術誌に発表した⁵。

(2) 研究の方法(2)の実験・調査については、データの収集が完了し、解析を進めている。

(3) 研究の方法(3)については、解析結果をまとめて、学術雑誌に投稿し、研究成果を国内外の学会、ワークショップ、シンポジウムで発表予定である。認知制御の秒単位の先延ばし行動のメカニズムとこれらを促進する要因を明らかにすることで、すぐに認知制御をかけなければいけないのに先延ばしにしてしまう我々の日常生活における問題行動のしくみを理解し、予防方法を検討することが可能となる。

< 引用文献 >

1 短縮版先延ばし尺度（GPS-S 日本語版）の作成と検証 — 全新入生調査での General Procrastination Scale 日本語版の原版と 5 項目短縮版の比較による検討 — 林潤一郎 日本学生相談学会第 39 回大会 2021 年 5 月 16 日

2 Daw ND, Gershman SJ, Seymour B, Dayan P, Dolan RJ (2011) Model-based influences on humans' choices and striatal prediction errors. *Neuron* 69:1204-1215.

3 Kool W, Cushman FA, Gershman SJ (2016) When Does Model-Based Control Pay Off? *PLoS Comput Biol* 12:e1005090.

4 <https://github.com/wkool/tradeoffs>

5 Zheyu Feng, Asako Mitsuto Nagase, Kenji Morita. A Reinforcement Learning Approach to Understanding Procrastination: Does Inaccurate Value Approximation Cause Irrational Postponing of a Task? *Front Neurosci*. 2021 Sep 16;15:660595.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Feng Zheyu, Nagase Asako Mitsuto, Morita Kenji	4. 巻 15
2. 論文標題 A Reinforcement Learning Approach to Understanding Procrastination: Does Inaccurate Value Approximation Cause Irrational Postponing of a Task?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 660595
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fnins.2021.660595	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 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Feng Zheyu, Nagase Asako Mitsuto, Morita Kenji
2. 発表標題 A Reinforcement Learning Approach to Understanding Procrastination
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会 / CJK第1回国際会議
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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	永瀬 麻子 (Nagase Asako) (40826658)	鳥取大学・医学部・プロジェクト研究員 (15101)	

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