

令和 6 年 4 月 19 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2023

課題番号：20K22269

研究課題名（和文）刺激 - 行動 - 結果関係に基づく記憶形成メカニズムの検討

研究課題名（英文）The mechanism underlying memory based on S-R-E relationship

研究代表者

田中 拓海（Tanaka, Takumi）

東京大学・大学院人文社会系研究科（文学部）・特任研究員

研究者番号：30879820

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究から、行動の実行直後に提示されていた刺激は見ただけの刺激よりも思い出されやすいことが明らかにされた。実際に行動を行ったときだけでなく、行動の準備段階においても同様に記憶の促進が示唆された。さらに、何らかの刺激を引き起こした行動は、刺激に後続して行った行動よりも記憶に残りやすいことがわかった。これらの知見に加え、行動に後続する刺激が結果として認識される知覚メカニズムを計算モデルによって検証した研究や、新たな行動と結果の関係が獲得される過程を明らかにした研究など、本課題の枠組みから行動と結果の記憶処理に関する広範な知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた知見は行動と記憶のインタラクションの新たな側面を示すものであり、将来的に行動と記憶に関する理論の発展に貢献することが期待される。特に、従来の研究が行動と刺激の時間的接近性のみに焦点を当ててきたのに対し、本研究では先行刺激や行動結果といった行動と刺激の機能的関係から分析する枠組みが有用であることを示した。行動による記憶促進の可能性は、環境との主体的なインタラクションを重視するアクティブ・ラーニング等の教育効果についても理論的根拠を与えうる。

研究成果の概要（英文）：This study has demonstrated that stimuli presented immediately after an action are more readily recalled than those merely observed. Memory enhancement was suggested not only during the execution of an action but also in the preparatory stages of the action. Additionally, actions that elicited a stimulus were found to be more memorable than actions performed subsequent to the stimulus. Alongside these findings, this research has also examined the perceptual mechanisms by which stimuli following actions are recognized as outcomes through computational models. Furthermore, I have clarified the processes through which new associations between actions and outcomes are acquired. Taken together, I provided extensive insights into the memory processing of actions and their results within the framework of this project.

研究分野：実験心理学

キーワード：記憶 行動結果 運動主体感

1. 研究開始当初の背景

ヒトは単に見たり聞いたりした情報よりも、行動したときに得た情報の方が記憶しやすい (e.g., Engelkamp & Krumnacker, 1980)。近年、マドリード工科大学 (スペイン) の Yebra et al. (2019) は、行動の実行時に提示されていた刺激が、何もせず見ていただけの刺激よりも思い出されやすいことを明らかにした。これは、行動すること、および行動に関連する情報が適応上重要であるからだと考えられる。過去の経験を将来の行動選択に活かすためには、ある行動をしたことだけでなく、そのきっかけや結果となる刺激を覚えておく必要がある。たとえばある文脈 (きっかけ) での自分の発言 (行動) で、相手がどのような反応を示したか (結果) を覚えておくことは、後の円滑なコミュニケーションにつながる。これまで、このような行動と刺激の機能的な関係は考慮されず、行動自体の記憶とそれに伴って知覚された刺激の記憶が独立に検討されてきた。行動と記憶の関心に興味を抱いた研究代表者は、Yebra et al. (2019) の追試を行い、結果の再現に成功した。さらに、その時系列的過程を詳細に調べ、特に行動の直後に提示された刺激の記憶が増強されている可能性を示した。この結果が「ある刺激が行動結果として知覚されたことで、より優先的に記憶された」と解釈できるのではないかと考え、申請者は、行動がなんらかの結果を引き起こすことが記憶において促進的に働いているのではないかとという着想に至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) 行動はきっかけとなった刺激や行動結果の記憶に影響を与えるか、(2) 行動結果の存在は行動の記憶に影響を与えるかの2点を検討することで、行動を含む記憶における刺激と結果の機能を明らかにすることであった。行動の実行は、そのきっかけや結果の記憶も促進している可能性がある。一方で、何の結果ももたらさなかった行動に対しては、記憶の促進は生じないかもしれない。行動自体だけでなく、その前後の刺激と結果を含めて検討することは、時間的情報を持つ記憶の形成過程の理解に寄与する。本研究では、このように行動に関わる記憶過程を刺激—行動—結果の枠組みで体系化しようと試みた (図1)。

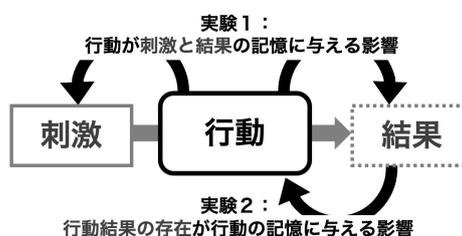


図1. 本研究で検討した影響過程

3. 研究の方法

計画当初は実験室における対面実験を想定していたが、その後のコロナ情勢により、計画を1部変更した上で、いくつかの実験をオンライン環境に切り替えて実施した。各実験について、近年研究実践のオープン化の観点から推奨されている事前登録を行った。紙幅の関係上、以下では特に重要な2つの実験を報告する。

実験1: 行動がその実行前後に知覚された刺激の記憶に与える影響を検討した。成人160名を対象に、学習フェイズとテストフェイズからなるオンライン実験を実施した (図2)。学習フェイズは、運動を求める Go/No-go 課題 (運動条件) と求めない Go/No-go 課題 (統制条件) の2種類のブロックで構成された。両ブロックの各試行では、最初に色付きの枠だけが100 ms提示され、枠消失後の画面中央に2枚の画像が順次提示された。参加者は枠の色に応じて、運動条件ではボタン押しの実行/抑制、統制条件では出現回数をカウントする/しないが求められた (例えば、青い枠に対してボタンを押す; 青い枠の提示回数を数える)。1枚目の画像 (pre-item) はボタン押し (ボタン押しを求められない試行ではそれまでのボタン押しの平均反応時間経過) により2枚目の画像 (post-item) に切り変わった。その後、テストフェイズでは学習フェイズで提示された学習画像または提示されなかった新奇画像が1枚ずつ提示され、再認判断が求められた。

実験2: 成人24名を対象に対面実験を行った。基本的な手続きは実験1同様であったが、学習フェイズにおける統制条件ブロックは実施されなかった。テストフェイズにおいて提示されたと判断された刺激について、その画像が提示された時に自分がキーを押したかどうか (Go 試行で提示された画像か) の判断を追加で求めた。

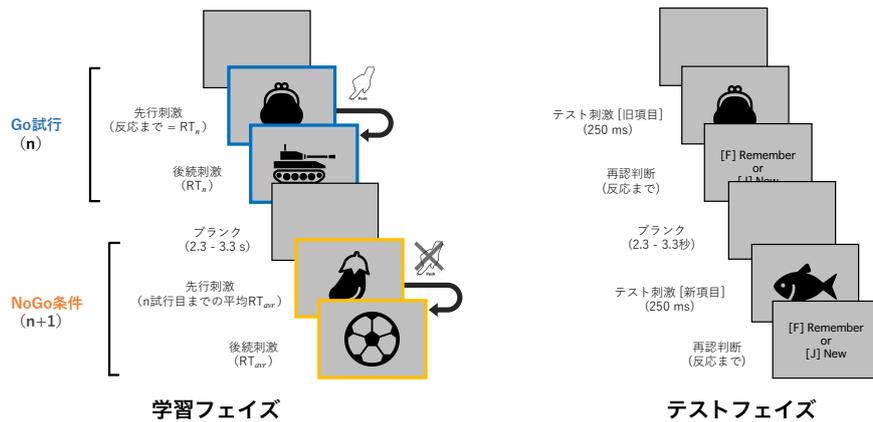


図2. 実験手続きの概要図

4. 研究成果

実験1の結果、行動が後続刺激の記憶を増強すること、さらに行動が実際に実行されたときだけでなく、その抑制時にも同様の促進効果が生じることが明らかになった(図3)。本結果は運動処理が記憶に寄与することを示すが、運動の実行自体ではなく、抑制時にも駆動される処理が重要な役割を果たす可能性を示唆する。例えば、特定の色のキューに対して運動しようという「構え」や、キュー提示後の実行か抑制かの「運動の選択」による影響かもしれない。記憶促進が post-item にのみ見られたことから、処理が完了した後の効果である可能性もある。今後、具体的にどのような運動処理が記憶促進を引き起こすのかについてさらに検討する必要がある。

さらに、実験2からは、参加者が行動の直前よりも、直後に提示された画像に対して行った行動をより正確に覚えていることが明らかになった。ここでも、刺激が行動の結果として認識されることが行動エピソードの記憶において重要であることが示された。

これらの知見は行動と記憶のインタラクションの新たな側面を示すものであり、大きな理論的価値を持つものと考えられる。この成果がオープンアクセスの査読付き国際ジャーナルに掲載されたことから、将来的に行動と記憶に関する理論の発展に貢献することが期待される(Tanaka et al., 2022, *Frontiers in Psychology*)。また、行動による記憶促進の可能性は、環境との主体的なインタラクションを重視するアクティブ・ラーニング等の教育効果について理論的根拠を与えうる。上述の研究に加えて、行動に後続する刺激が結果として認識される知覚メカニズムを計算モデルによって検証した研究(Tanaka, 2024, *Scientific Reports*)や新たな行動と結果の関係が獲得される過程を明らかにした研究(Tanaka & Imamizu, *under review*)など、本課題の枠組みから行動と結果の記憶処理に関する包括的な理解につながる成果が得られた。

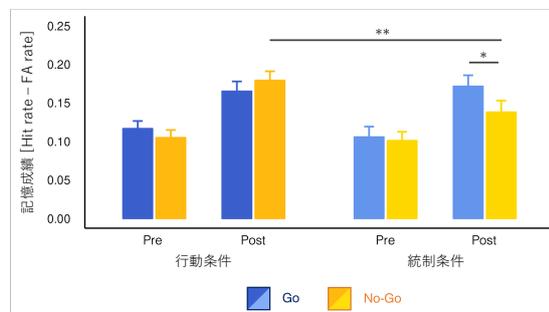


図3. 運動の実行と準備が前後で提示された刺激の記憶に与える影響

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 2件）

1. 著者名 Shimane Daisuke, Tanaka Takumi, Watanabe Katsumi, Tanaka Kanji	4. 巻 13
2. 論文標題 Motor engagement enhances incidental memory for task-irrelevant items	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	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） 10.3389/fpsyg.2022.914877	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 -

1. 著者名 Tanaka Takumi	4. 巻 14
2. 論文標題 Evaluating the Bayesian causal inference model of intentional binding through computational modeling	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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） 10.1038/s41598-024-53071-7	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13件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 田中拓海・Felice Tavera・Hilde Haider・田中観白
2. 発表標題 行為と知覚結果のカテゴリの連合による行為選択バイアス
3. 学会等名 日本基礎心理学会第 42回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中拓海
2. 発表標題 「私がやった」はどのように計算されるかー運動主体感の実験心理学的検討ー
3. 学会等名 言語と行為の勉強会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中拓海
2. 発表標題 計算論的アプローチによる intentional bindingのベイズ統合仮説の検証
3. 学会等名 Young Perceptionists' Seminar 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中拓海
2. 発表標題 Intentional bindingの計算論的モデルの検証
3. 学会等名 日本基礎心理学会 第41回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島根大輔・田中拓海・渡邊克巳・田中観自
2. 発表標題 Go/No-go課題における運動処理が課題無関連な刺激の記憶を促進する
3. 学会等名 日本心理学会第 86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中拓海・田中観自
2. 発表標題 行動結果に対する視覚的注意は時間的予測性に依存する
3. 学会等名 日本基礎心理学会第40回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中拓海
2. 発表標題 自己の主体化を支える知覚・認知システム
3. 学会等名 シンポジウム 自己研究の此岸と彼岸「身体×モデル×制御」から「抽象×メタ×エネルギー」へ（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanaka, T., Watanabe, K., & Tanaka, K.
2. 発表標題 The flash-grab effect decreases when the flash is caused by action
3. 学会等名 ICP 2020+ (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanaka, T., & Kawabata, H.
2. 発表標題 Feedback predictability modulates behavioral changes based on the punishments
3. 学会等名 1st International Symposium on Hyper-Adaptability (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanaka, T., Watanabe, K., & Tanaka, K.
2. 発表標題 The temporal window of attention to self-generated stimuli
3. 学会等名 Vision Sciences Society 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中拓海
2. 発表標題 行動の直後に知覚された刺激の記憶は増強される
3. 学会等名 日本心理学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takumi Tanaka
2. 発表標題 The temporal window of attention to self-generated stimuli.
3. 学会等名 The 2021 Vision Sciences Society meeting (V-VSS 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Tanaka
2. 発表標題 The flash-grab effect decreases when the flash is caused by action.
3. 学会等名 The 32nd International Congress of Psychology (ICP 2020+) (国際学会)
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
---------------------------	-----------------------	----

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			
ドイツ	ケルン大学			
オーストリア	ウィーン大学			