

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：26402

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2023

課題番号：21K20303

研究課題名（和文）自分に関連付けて覚えることで誤った記憶想起が増加する脳内メカニズムの解明

研究課題名（英文）Investigation of the brain mechanisms underlying false memory increased by self referencing

研究代表者

島根 大輔（Shimane, Daisuke）

高知工科大学・総合研究所・助教（大学支援研究員）

研究者番号：00909301

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）：虚記憶と自己の関係は、記憶と自己の関係や虚記憶自体を調べた研究よりも数が少なく、未解明な点が多い。本研究では、行動実験によって自己の処理により虚記憶が増加する認知プロセスを明らかにすること、およびfMRIなどの脳機能計測手法を用いて、虚記憶の学習時・保持時・想起時のデータを網羅的に測定することで、虚記憶形成の脳活動ダイナミクスを明らかにすることを目指した。結果、虚記憶の形成と自己には密接な関連があることを行動実験により示し、虚記憶の形成・保持・想起時の網羅的な脳内動態をfMRI計測実験により同定した。これらの成果はいずれも新規性が高く、かつ他の研究領域にも波及効果をもたらすものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

虚記憶とは、未経験の事柄を実際の経験として思い出してしまうことであり、法廷場面での目撃証言等で生じると冤罪などの社会問題を引き起こす恐れがある。そのため、その生起メカニズムを解明することには一定の意義が見込まれている。しかし、虚記憶の研究は減少傾向にあり、脳活動計測やその解析手法が充実してきたにも関わらずその研究はほとんど実施されてこなかった。本プロジェクトで示した成果は、虚記憶の生起メカニズムを行動および脳機能計測で同定したものであり、社会的問題に応用可能であるだけでなく、学術的に未解明な領域を最新の手法で同定するという観点からは学術的意義の高いものでもある。

研究成果の概要（英文）：The relationship between false memory and self is less studied compared to the relationship between memory and self or false memory alone, and it remains largely unexplored. In this study, we aimed to clarify the cognitive processes that increase false memories through self-processing by conducting behavioral experiments. Additionally, we sought to elucidate the brain activity dynamics involved in false memory formation by comprehensively measuring data during learning, retention, and recall of false memories using fMRI and other techniques. The results showed a close relationship between false memory formation and self-processing in the behavioral experiments. Furthermore, comprehensive brain dynamics of false memory formation were identified through fMRI measurements. These findings are highly novel and have significant implications for other research areas.

研究分野：実験心理学

キーワード：虚記憶 自己 fMRI

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトは未経験の事柄を実際の経験として記憶することがある (Loftus, 1979)。この虚偽の記憶 (虚記憶) は、法廷場面での目撃証言等で生じると冤罪などの社会問題を引き起こす恐れがあるため、その生起メカニズムの理解や生起率の低下を目的とする研究が行われてきた (e.g., Pérez-Mata & Diges, 2024)。例えば、Israel & Schacter (1997)は、記憶課題において学習刺激を単語ではなく画像で提示し、各項目を詳細に符号化させ弁別しやすくすることで、再認テスト時の虚記憶が減少することを報告した。Gallo et al. (2006)は、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) を用いてこの虚記憶想起時の脳内基盤を調べ、画像で学習した場合には、背外側前頭前野の賦活が少ないことを示した。他方、脳波 (EEG) 研究では、画像で学習した場合の虚記憶想起時の電位が単語で学習した場合に比べて大きいことが報告された (Budson et al., 2005)。

その一方で、自己参照によって学習刺激を詳細に符号化させると、他者参照した場合や参照せずに記憶した場合よりも虚記憶が増加することが報告された (Wang et al., 2019)。自己参照とは、刺激を自分に関連づけて覚える方法であり、他者と関連づける場合 (他者参照) や何も関連づけない場合よりも記憶成績が高い (Rogers et al., 1977)。このように、学習刺激を詳細に符号化させる操作の違いによって、虚記憶の生起率は異なることが示されている。しかし、その生起メカニズムや脳内基盤の全容は解明されていない。本研究は、行動実験によって自己参照による虚記憶の増加効果の認知プロセスを明らかにすること、および fMRI などの脳機能計測手法を用いて、虚記憶の学習時・保持時・想起時のデータを網羅的に測定することで、虚記憶を増加させる脳活動ダイナミクスを明らかにすることを目指した。

### 2. 研究の目的

本研究計画の目的は、自己参照での学習による虚記憶増加の認知プロセスおよび脳内基盤を検討することである。従来の虚記憶研究では、行動実験によって自己参照による学習が虚記憶の想起を増加させること (Wang et al., 2019)、および fMRI を用いた研究では、虚記憶想起時にのみ賦活する部位が前頭葉や頭頂葉にあることが報告されてきた (Kurkela & Dennis, 2016)。本研究は、最初に自己参照による虚記憶の増加メカニズムを行動実験により同定し、それを生じさせている脳内基盤を fMRI および EEG などを用いた脳活動計測で明らかにするものであった。これにより、自己参照が虚記憶に寄与しているかどうか、影響しているのであれば符号化時および想起時のどのタイミングか、自己参照やそれに付随する認知プロセスはどの脳領域をハブにして、どの虚記憶関連領域に効果を及ぼすかという未知の特徴を解明することが期待された。

### 3. 研究の方法

本研究費期間内に、1つの予備行動実験、3つの事前登録済みの行動実験、および1つの fMRI 実験を実施した。全ての実験において、虚記憶を計測するために Deese-Roediger-McDermott (DRM) パラダイムが用いられた (Deese, 1959; Roediger & McDermott, 1995)。DRM パラダイムとは、ある単語 (lure 項目: “リンゴ”) に関連する単語のリスト (“木”“魔女”“赤い”など) を学習させると、その後のテストにおいて、未学習の lure 項目を記憶テスト時に誤って想起しやすくなるという手法である。刺激リストは、今回のプロジェクトのために新しく作成され、そのリストの妥当性を予備実験で確認した。3つの事前登録済みの行動実験では、リストを自己参照・他者参照・統制の3つの学習条件で学習させ、その結果得られる lure 項目への虚記憶の生起率を条件間で比較した。fMRI 実験では、そもそも虚記憶に関連する脳活動が網羅的に明らかになっていなかったため、本プロジェクトの第一段階として、通常の DRM パラダイムにおけるリスト学習時・記憶保持時・記憶テスト時の3つのタイミングを全て計測し、fMRI の脳賦活解析・Psychophysiological interaction (PPI)解析等を行った。これにより、虚記憶の記録 (形成)・保持・想起 (導出) に関わる脳領域およびそれらの関連性を新規に同定しようと試みた。

### 4. 研究成果

紙幅や解析の進行状況の都合により、今回は一部の成果を報告することとする。

#### (1) 予備実験

予備実験では、作成した刺激リストが虚記憶の計測に適しているかどうかを確かめるため、21名の参加者を対象に、リストをそのまま学習させ、再認テストをするという通常の DRM パラダイムを防音室で実施した。実験の結果を図1に示す。学習項目、lure 項目、コントロールへの old 反応率を示したものである。虚記憶 (lure 項目への old 反応率) は、学習項目への old 反応率よりは低いが、コントロ

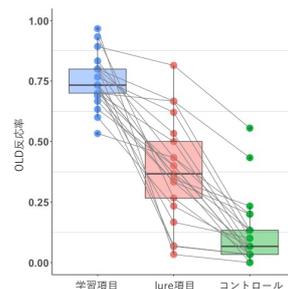


図1. 予備実験の結果

ールへの old 反応率よりも高いことが示された ( $p < .001$ )。この結果は、作成したリストの虚記憶計測における妥当性を示している。この作成されたリストは、本プロジェクトのすべての実験で使用されただけでなく、今後は研究資料として国内雑誌に投稿予定である (成果①)。

## (2) 事前登録済み行動実験①

行動実験①では、刺激リストを自己参照で学習させることによる虚記憶の増加効果を検証した。これは Wang et al. (2019)で示されたものであり、行動実験①はこの先行研究を日本人かつ我々の研究施設で再現できるかどうかを検証するものであった。39名の参加者を対象に、刺激リストと自分の名前 (自己参照条件)、他人の名前 (他者参照条件)、もしくは空欄 (中立条件) を対連合学習させ (図2左)、その後、記憶テストにて得られる lure 項目への虚記憶の生起率を条件間で比較した。その結果、虚記憶の生起率は自己参照条件で最も高いことが示された ( $ps < .01$ , 図3)。この結果は先行研究の報告を再現するものであり、自己参照による虚記憶増加が我々の実験系でも得られることを明らかにした。これらの成果は、行動実験②とともに、2024年度の日本認知心理学会にて発表された (成果②)。

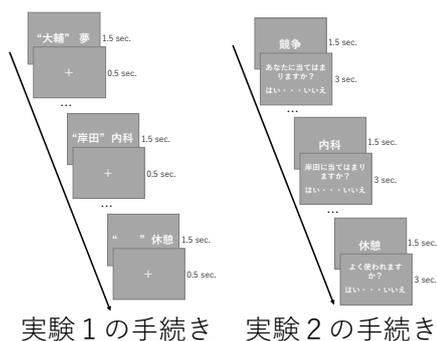


図2. 行動実験①および②の手続き

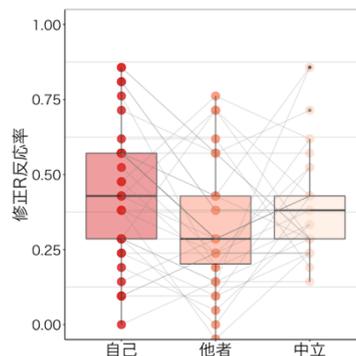


図3. 実験①における虚記憶の生起率

## (3) 事前登録済み行動実験②

行動実験②では、刺激リストを自己参照で学習させることによる虚記憶の増加効果をより詳しく検討した。具体的には、学習時のリストを偶発学習した場合でも、テスト時の虚記憶の増加効果が認められるかどうかを調べた。39名の参加者を対象に、リストごとに提示される各単語が自分に関連するか (自己参照条件)、他人に関連するか (他者参照条件)、もしくはよく使われる単語か (意味処理条件) を評価させた (図2右)。その後参加者はサプライズの記憶テストに取り組んだ。実験の結果、虚記憶の生起率は自己参照条件で、他者条件や中立条件よりも高いことが示された ( $ps < .01$ , 図4)。この結果は、意図的に学習していない場合でも自己参照による虚記憶の増加が生じることを示す。この成果は、行動実験①とともに、2024年度の日本認知心理学会にて発表された (成果②)。今後は、自己と虚記憶の関係を明らかにした研究結果の一つとして、国際学術誌に投稿予定である (成果③)。

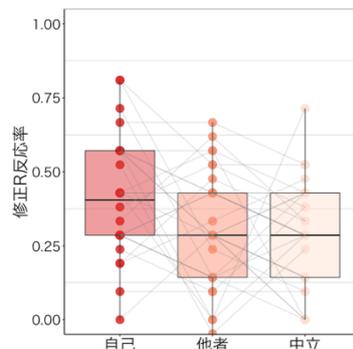


図4. 実験②の虚記憶の生起率

## (4) 事前登録済み行動実験③

行動実験③では、刺激リストを自己参照で学習させることによる虚記憶の増加効果を参加者間計画で検証し、記憶プロセスの個人差を考慮してもその効果が認められるかどうかを調べた。93名の参加者を対象に、行動実験②と同様に、リストごとに提示される各単語が自分に関連するか (自己参照条件)、他人に関連するか (他者参照条件)、もしくはよく使われる単語か (意味処理条件) を評価させ、その後サプライズの記憶テストに従事させた。(図2右)。ただし、行動実験③ではこれらの条件を参加者間で操作した。すなわち、各参加者がいずれか一つの条件に割り当てられ、すべてのリストを同じ条件で学習した。実験の結果、虚記憶の生起率は自己参照条件で最も高いことが示された ( $ps < .01$ , 図5)。この結果は、参加者間の記憶プロセスの個人差を考慮した場合でも、自己参照による虚記憶増加が現れることを意味し、自己と虚記憶のつながりを示すより頑健な証拠である。この成果は、2024年度の日本心理学会において発表されることが決定している (成果④)。さら

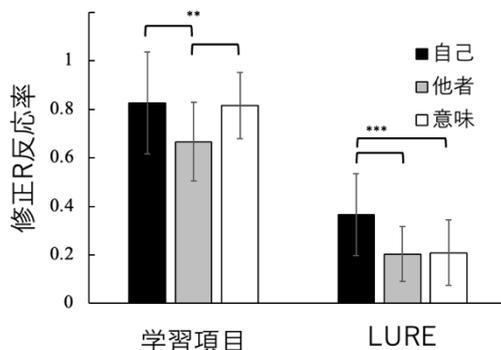


図5. 実験③の学習/lure項目への反応率

に今後は、自己と虚記憶の関係を頑健に示した研究結果の一つとして、国際学術誌に投稿予定である（成果⑤）。加えて、行動実験①～③をまとめて、自己と虚記憶の関係を明らかにした一連の研究として 33rd International Congress of Psychology という国際学会での発表が決定している（成果⑥）。

#### (5) fMRI 実験

fMRI 実験では、通常の DRM パラダイムを実施中の脳活動を計測し、虚記憶が生起する認知プロセスに関連する脳領域やそれらの機能的結合を同定することを目的とした。現時点で 19 名の参加者を計測済みである。解析の結果、虚記憶の想起時に特異的な脳賦活が前頭葉（e.g., 内側前頭回）と頭頂葉（e.g., 下頭頂小葉）に認められた（図 6）。これらの領域は虚記憶の fMRI 研究をまとめたメタ解析（Kurkela & Dennis, 2016）で虚記憶関連領域として挙げられている部位の一部であり、本研究で得られたデータの信頼性を担保している。今後は、符号化時および保持時のデータを用いた解析を行い、新規の虚記憶関連活動を同定することを目指している。今後は、虚記憶の脳内基盤を網羅的に検討した研究として、国際学術誌に投稿予定である（成果⑦）。

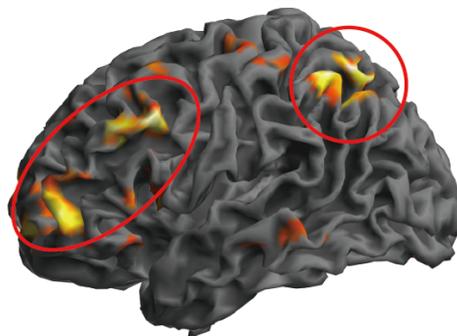


図 6. 得られた虚記憶関連領域

#### (6) そのほかの関連実験

本プロジェクトに関連する他のいくつかの研究も実施している。ヒトの虚記憶生起メカニズムを行動実験で検討した研究（e.g., Shimane et al., 2022）、ヒトが記憶同定エラーを起こすプロセスについての研究（e.g., Itoh et al., 2023; Miura et al., 2024; Shimane et al., in press）、およびヒトの記憶や虚記憶が自己参照以外の処理で増強されるメカニズムについての研究（e.g., Shimane, Tanaka et al., 2022）、ヒトの認知活動中の脳活動計測実験（e.g., Watanabe et al., 2023）などである。これらの研究で扱う認知プロセスは本プロジェクトで取り扱った虚記憶想起の認知プロセスと相互に関連するものであり、研究間の親和性が高く、研究を進めることでお互いの進展をもたらすものである。これらの成果は、本プロジェクトの一部であり、今回報告した成果①～⑦と大きく関連している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Shimane, D., Tanaka, T., Watanabe, K., & Tanaka, K.	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 914877
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 該当する
1. 著者名 Watanabe, N., Miyoshi, K., Jimura, K., Shimane, D., Keerativittayayut, R., Nakahara, K., & Takeda, M.	4. 巻 -
2. 論文標題 Multimodal deep neural decoding reveals highly resolved spatiotemporal profile of visual object representation in humans	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 NeuroImage	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） 10.1016/j.neuroimage.2023.120164	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 Shimane, D., Miura, H., & Itoh Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Feeling of familiarity with nonfamous faces increases “person misidentification”	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PsyArxiv	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） 10.31234/osf.io/ucq63	査読の有無 無
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 Itoh, Y., Miura, H., & Shimane, D.	4. 巻 -
2. 論文標題 A descriptive study on misidentifications of a person as a familiar person in an everyday situation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PsyArxiv	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） 10.31234/osf.io/u8jx4	査読の有無 無
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 Miura, H., Shimane, D., & Itoh Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Person misidentification occurs in one-half of cases: Demonstration in a field experiment	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PsyArxiv	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) 10.31234/osf.io/2etpm	査読の有無 無
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 Shimane, D., & Itoh, Y.	4. 巻 -
2. 論文標題 Picture Encoding suppresses False Memory in the Deese-Roediger-McDermott paradigm through both Distinctiveness Heuristic and Impoverished Relational Encoding	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PsyArxiv	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) 10.31234/osf.io/z3892	査読の有無 無
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 Miura Hiroshi, Shimane Daisuke, Itoh Yuji	4. 巻 38
2. 論文標題 A field experiment demonstrating person misidentification at an appointed meeting place	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Applied Cognitive 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) 10.1002/acp.4199	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10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Takeda, M., Miyoshi, K., Jimura, K., Shimane, D., Keerativittayayut, R., Nakahara, K., & Watanabe, N.
2. 発表標題 Deep neural decoding of concurrent fMRI-EEG reveals visual categorical representation in humans
3. 学会等名 JHBI2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Watanabe, N., Miyoshi, K., Jimura, K., Shimane, D., Keerativittayayut, R., Nakahara, K., & Takeda, M.
2. 発表標題 Spatiotemporal profile of representation of visual categories revealed by concurrent fMRI-EEG deep neural decoding in humans
3. 学会等名 Neuroscience 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takeda, M., Miyoshi, K., Jimura, K., Shimane, D., Keerativittayayut, R., Nakahara, K., & Watanabe, N.
2. 発表標題 Deep neural decoding of concurrent fMRI-EEG reveals visual categorical representation in humans
3. 学会等名 6th Japanese Meeting for Human Brain Imaging
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 島根大輔・三浦大志・伊東裕司
2. 発表標題 遭遇した未知顔に感じる親近感が「人違い」の生起率を高める
3. 学会等名 日本認知心理学会第20回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daisuke Shimane & Yuji Itoh
2. 発表標題 The perceptual characteristics of an image increase detailed false recollection
3. 学会等名 32st International Congress of Psychology, ICP2020+ (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島根大輔・田中拓海
2. 発表標題 記銘時の行動が虚記憶形成に及ぼす影響
3. 学会等名 日本心理学会第85回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 島根大輔
2. 発表標題 自己と虚記憶の関係の検討 DRMパラダイムにおける自己関連づけ学習が虚記憶を増加させる
3. 学会等名 日本認知心理学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 島根大輔
2. 発表標題 自己関連づけ学習は虚記憶の形成を亢進するか DRMパラダイムを用いた参加者間計画による検討
3. 学会等名 日本心理学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Daisuke Shimane
2. 発表標題 An effect of self-referencing on false memory in the DRM paradigm: Demonstration in between-subjects design
3. 学会等名 ICP 2024 (国際学会)
4. 発表年 2024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
---------	---------