

検索の意図的な制止による能動的忘却： Think/No-Thinkパラダイムの20年

西山 慧・齊藤 智（京都大学）

Active forgetting by retrieval stopping: 20 years of the Think/No-Think paradigm

Satoru NISHIYAMA and Satoru SAITO (*Kyoto University*)

Retrieval stopping refers to intentionally stopping the retrieval of memories, which has been investigated with the Think/No-Think (TNT) paradigm. In this article, after introducing the paradigm's experimental procedure, we review the after-effects, mechanisms, modulatory factors of retrieval stopping. We also discuss the differences between retrieval stopping and thought suppression, highlighting the aspects of retrieval stopping that are critical to forgetting. Retrieval stopping not only induces the forgetting of target memories but it also influences various cognitive processes, including emotional responses that involve memory. It has been assumed that retrieval stopping entails domain-general reactive control functions that are involved in motor control and emotion regulation. However, the mechanisms that underlie forgetting by retrieval stopping remain unclear in contrast to those of retrieval stopping per se. Given the domain-general nature of its control mechanisms, a comprehensive understanding of retrieval stopping and its after-effects can contribute to elucidating the effects of motor control and emotion regulation, and eventually to yielding an integrative framework of cognitive control.

Key words: memory inhibition, retrieval stopping, Think/No-Think paradigm, cognitive control

検索の意図的な制止は、記憶を意図的に思い出さないようにする内的過程を指し、Think/No-Think (TNT) パラダイムによって検討されてきた。本論文ではTNTパラダイムの実験手続きの説明に始まり、TNT研究によって明らかにされた検索の意図的な制止の効果、メカニズム、そして調整要因を網羅的に概観した。また、思考抑制との相違点をもとに、検索の意図的な制止が忘却を引き起こす要因についても論じた。検索の意図的な制止は、対象の記憶の忘却を引き起こすだけでなく、記憶のかかわるさまざまな認知プロセス、さらには感情反応にも影響を及ぼす。その背後にある応答的な制御のメカニズムは運動や感情の制御と共通しており、領域普遍性を有する。検索の意図的な制止の制御メカニズムに関する大きな進展の一方で、忘却のメカニズムについては未解明な部分が多いことも明らかとなった。検索制止を事後効果も含めて包括的に理解することは、制御メカニズムの領域普遍性を踏まえると、運動や感情制御がもたらす効果の解明にも寄与し、ひいては認知的制御の統一的な理解に資するに違いない。

キーワード：記憶抑制、検索の意図的な制止、Think/No-Thinkパラダイム、認知的制御

はじめに

忘却とは、以前には思い出せていたはずの過去の経験・知識を思い出すことができない現象である (Tulving, 1974)。人の名前や数日前の食事を尋ねられても思い出せないという経験は誰しも身に覚えがあるだろう。こうした忘却はさまざまな問題を引き起こす。例えば、暗記したはずの内容を試験中に思い出せないために得点が低くなるということや、大事なプレゼンテーションで発

表の台本を思い出せず進行が滞り印象を悪くしてしまうということがあるだろう。一方で、忘却には適応的な側面もある (Anderson & Hulbert, 2021; Nørby, 2015)。例えば、鍵の暗証番号を更新した際、古い番号を忘れられているほうが新しい番号を思い出しやすいだろう。また、過去の不快な経験を思い出することは精神的な苦痛をもたらす、程度が著しい場合には精神疾患にも繋がるため、そうした経験の忘却は精神的な健康の維持に寄与すると考えられる。さらに、意味記憶の形成の過程におい

て複数の経験の個別具体的な部分は捨象され思い出せなくなっているため、知識の獲得にも忘却は貢献しているといえる (Nørby, 2015)。

このような適応的な忘却にかかわる心的過程の一つとして、検索の意図的な制止 (retrieval stopping) によるものを挙げるができる (Anderson & Hulbert, 2021)。検索の意図的な制止とは、連合された二つの記憶項目について一方の項目を手がかりとしてもう一方の検索が喚起される場合において、その検索を生じさせないあるいは中断する内的な過程を指す。簡潔に述べるならば、ある記憶を意図的に思い出さないようにする過程である。この検索の意図的な制止は Think/No-Think (TNT) パラダイム (Anderson & Green, 2001) によって検討されており、一連の TNT 研究は、検索制止が引き起こすさまざまな現象を報告している。制止された記憶項目の忘却を生じさせるだけでなく、プライミングの潜在的な過程や感情反応にも影響を及ぼす (e.g., Kim & Yi, 2013; Nishiyama & Saito, 2022)。うつや不安、心的外傷後ストレス障害 (post-traumatic stress disorder; 以下, PTSD) の生起・持続にネガティブな記憶の検索が関わっているという背景から、それらの疾患や傾向と検索制止の関連も検討されてきた (e.g., Stramaccia, Meyer, Rischer, Fawcett, & Benoit, 2021)。また、検索制止はそれを遂行する本人以外が感知することは困難であるため、脳機能計測を用いた研究も盛んに実施された (e.g., Anderson & Hulbert, 2021)。その結果、検索制止の神経基盤が明らかにされるだけでなく、運動や感情の制御の神経基盤との類似性をもとにして、検索制止自体のメカニズムも明らかにされてきた (e.g., Guo, Schmitz, Mur, Ferreira, & Anderson, 2018)。このように、検索の意図的な制止は、理論的な観点からは忘却のメカニズムや認知的制御の領域普遍性に対して、応用的な観点からは上記の精神疾患の病理や介入方法に対して示唆を持つ重要な現象であると考えられる。本稿では、これまでの TNT 研究を網羅的に概観し、これらの観点について議論する。

これまでも TNT パラダイムに関するレビュー論文は出版されている (e.g., Anderson & Hanslmayr, 2014; Anderson & Huddleston, 2012; Anderson & Hulbert, 2021; Engen & Anderson, 2018; Levy & Anderson, 2008; メタ分析として Stramaccia et al., 2021)。これらに対して本稿では、TNT 研究に関するより新しい知見を網羅的に取り上げることを重視し議論した。比較的新しいレビュー論文についても、Anderson & Hulbert (2021) は検索制止を含めた記憶制御について神経メカニズムを中心に議論しており、検索制止の調整要因は取り上げていない。Engen & Anderson (2018) は検索制止と感情制御 (emotion regulation) との関連を議論しており、検索制止が感情反応に及ぼす効果以外のさまざまな効果に

は触れていない。Stramaccia et al. (2021) は精神疾患やその関連特性と検索制止による忘却の関係についてのメタ分析結果を報告しており、神経メカニズムについては議論していない。また、検索制止と類似する記憶現象である思考抑制 (Wegner, 1994) との関連は Anderson & Huddleston (2012) 以外において議論されていない。

本稿は、六つの節から構成される。第1節では、TNT パラダイムの一般的な手続きについて紹介し、第2節では、TNT パラダイムにおいて観測される、検索の意図的な制止の効果について述べる。第3節においては、脳機能計測を用いて明らかにされた検索制止の神経メカニズムについて説明する。第4節においては、検索の意図的な制止やその効果を調整する要因を紹介する。第5節においては、思考抑制との関連と差異について論じる。最後に、先行研究の問題と期待される方向性から今後の課題を述べる。

Think/No-Think パラダイム

Think/No-Think (TNT) パラダイムは、Anderson & Green (2001) によって開発されたパラダイムで、Go/No-Go パラダイム (Logan & Cowan, 1984) を記憶検索に適用したものである。典型的な TNT パラダイムの実験は、学習・Think/No-Think・テストの三つの段階で構成される (Figure 1)。最初の学習段階で参加者は二つの下位課題を遂行し、実験で使用される記憶項目を対連合学習する (主として単語対)。まず、記憶項目対 (例えば、犬ーりんご) が画面上に提示され、参加者はそれらを連合させる (符号化段階)。すべての項目対の提示が終わると、参加者はフィードバックありの手がかり再生テストを行い、項目対の連合を強化する。具体的には、一方の項目 (犬; cue, 手がかり項目) だけが提示され、参加者は対応する項目 (りんご; target, 標的項目) を口頭で再生する¹⁾。制限時間 (例えば5秒, Levy & Anderson, 2012) が経過するか参加者が再生すると、再生項目の正誤にかかわらず、正しい標的項目がフィードバックとして提示される。すべての項目対についてこれを行い、標的項目の正再生率が一定の基準 (例えば50%, Anderson & Green, 2001) を超えるまで、フィードバックありの手がかり再生テストを繰り返す (test and feedback cycles; TF サイクル)。なお、TF サイクルにおける手がかり項目は、以降の実験手続きにおいても標的項目を思い出するための手がかりとして使用される。

続く TNT 段階では学習した項目対の手がかり項目が

1) 標的項目に画像が使用される場合は、多肢選択式の手がかり再認が実施される (e.g., Küpper, Benoit, Dalgleish, & Anderson, 2014)。標的項目を含む複数の画像が手がかり項目とともに提示され、参加者は手がかり項目とペアである標的項目を選択する。

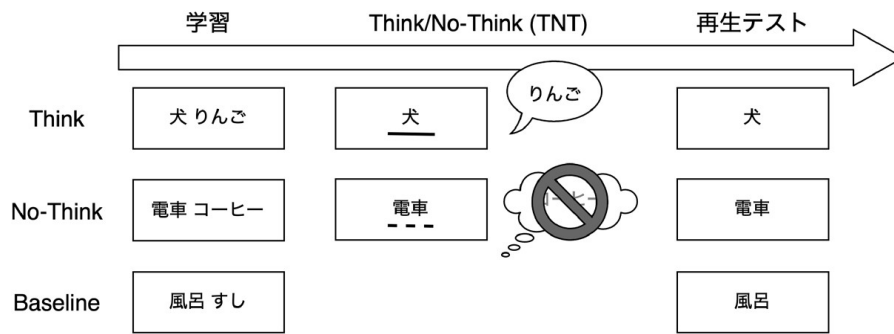


Figure 1. Think/No-Think パラダイムの一般的な手続きの概要。白黒印刷に伴い、Think/No-Think 段階の提示色が異なることを表現するために、それぞれ実線（Think 条件）と破線（No-Think 条件）を付した。実際の実験においてそれらの線は提示されない。

提示され、参加者は対応する標的項目を考える（Think）あるいは考えない（No-Think）ことに取り組む。手がかり項目は、その試行が Think 条件か No-Think 条件かを参加者が弁別できるように提示される。例えば、手がかり項目に単語が使用される場合は、条件によって手がかり語の提示色を変更される。手がかり項目が画像の場合は、条件によって画像の枠の色を変更される。いずれの材料の場合でも、Think 条件に緑色、No-Think 条件に赤色が使用されることが多い。参加者は TNT 段階の本試行に先立って、各条件の試行について以下のような教示が与えられる²⁾。「画面上に単語が緑色で提示された場合、ペアの単語をできる限り早く思い出し、単語が提示されている間それを考え続けるようにしてください」（Think 条件）、「画面上に単語が赤色で提示された場合、提示された単語のペアとなる単語について考えないようにしてください。もし単語が思い出されてしまってもすぐに頭から追い出すようにしてください」（No-Think 条件）。学習された項目対のセットを三つのグループに分け、そのうち二つがそれぞれ Think 条件と No-Think 条件に割り当てられ、課題中繰り返し提示される。すべての手がかり項目が 1 回ずつ提示される試行群を 1 ブロックとすると、TNT 課題は全体で 10 ブロック程度実施される。つまり、手がかり項目はそれぞれ 10 回程度提示される³⁾。残りのグループに属する項目対は Baseline 条件に割り当てられ、その手がかり項目は TNT 課題を通して一度も提示されない。Baseline 条件は、意図的な制御（Think/No-Think）が記憶に与える

効果を評価する際の基準の条件となる。

最後のテスト段階では、手がかり再生テストが実施される。手がかり項目が一つずつ画面に提示され、参加者は TNT 段階での教示に関係なく対応する標的項目をできる限り早く正確に再生するように求められる。この手続きは TF サイクルと同様であるが、フィードバックは与えられない。また、手がかり項目は色分けされず、どの条件でも同じように提示される。制限時間（多くの場合 4 秒、例えば、Anderson & Green, 2001）内に正しく再生された標的項目の割合（正再生率）を分析対象として三つの条件間で比較し、特に Baseline 条件と No-Think 条件の差が検索の意図的な制止の効果、つまり、忘却の程度として評価される。

以上が TNT パラダイムの基本的な手続きである。ただし、パラダイムの発展とともに、No-Think 試行に対して二つの方略が教示されるようになった。一つ目は直接抑止（Direct suppression; Bergström, de Fockert, & Richardson-Klavehn, 2009b; Catarino, Küpper, Werner-Seidler, Dalgleish, & Anderson, 2015）である⁴⁾。直接抑止は、標的項目を含めたあらゆる記憶の検索をしないようにすることで標的項目を考えないようにする方略である。例えば参加者には「提示された単語についてだけ考え、ペアの単語を含め他には何も考えないようにしてください。ペアとなっていた単語やその他のイメージが浮

2) 取り上げた教示は記憶材料が単語の場合のものであるが、その他の材料を用いる場合でも「単語」をその材料名に置き換えればよい。
3) 研究内では提示回数は刺激間で一貫している。手がかり項目ごとに提示回数異なるというわけではない。ここで 10 回程度としているのは、提示回数が研究間で異なることを踏まえている。

4) 日本語文献において、一貫して suppression が「抑止」と訳されているわけではない。例えば、本稿第 5 節で取り上げる思考抑制は「thought suppression」の訳語である。しかしながら、本稿では一般的に「抑制」と訳される inhibition を忘却の要因として取り上げる（後述）。（direct）suppression は検索制止の方略の一つであり inhibition とは明確に区別されるため、全体を通して inhibition を「抑制」、suppression を「抑止」と訳し分けた（月元・川口、2006 も参照）。川口（2009）はその大部分において両者を「抑制」と訳しつつも、区別する場合に suppression を「抑制（抑止）」と訳している。

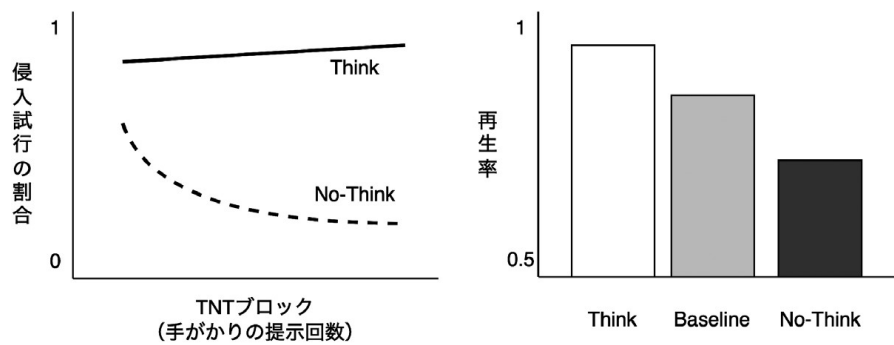


Figure 2. Think/No-Thinkパラダイムの典型的な結果の模式図。

かんでも、それらは頭の中から追い出してください。」という教示が与えられる。もう一つは思考置換 (Thought substitution; del Prete, Hanczakowski, Bajo, & Mazzoni, 2015; Hertel & Calcaterra, 2005; Hotta & Kawaguchi, 2009) である。思考置換とは、実験中に与えられた（あるいは参加者自らが手がかりから連想した）標的項目以外の記憶項目（代替項目, substitute）を想起することで標的項目を考えないようにする方法である。TNT段階の直前に代替項目を学習させた場合、参加者には「新しくペアとして提示された単語について考え、最初にペアとして覚えた単語を考えないようにしてください」という教示が与えられる。どちらの方略を用いても No-Think 条件における記憶成績の低下は観察されるが、二つの方略の背景にあるメカニズムは教示にも明らかなように大きく異なっている (Benoit & Anderson, 2012)。TNT 研究では直接抑止が注目されており、直接抑止のみが教示として採用されることが多い。一方で、思考置換を検討対象とする研究は限られている (e.g., Joormann, Hertel, LeMoult, & Gotlib, 2009; Nishiyama & Saito 2022; cf., Stramaccia et al., 2021, Table 1)。両方の教示を採用した研究であっても、思考置換は直接抑止特有の効果を示すための比較対象として採用され、主な検討対象ではないことがある (Hertel & Hayes, 2015; Hulbert, Henson, & Anderson, 2016; Nishiyama & Saito, 2021a)⁵⁾。以降の節では、教示した方略が明らかな研究

を取り上げる際は、直接抑止あるいは思考置換と明記した。一方、そうではない研究の方略はすべて検索制止と言及した。

検索の意図的な制止の効果

忘却（再生成績の低下）

検索の意図的な制止によって生じる結果のうち最も基本的なものが、制止対象となった項目の忘却（再生成績の低下）である (Figure 2 右)。具体的には、最後の手がかり再生テストにおける No-Think 条件の再生成績が Think 条件および Baseline 条件よりも低くなる (メタ分析として Stramaccia et al., 2021)。検索制止による忘却は、記憶項目が単語であった場合だけでなく、画像 (Küpper et al., 2014) や自伝的記憶 (Noreen & MacLeod, 2013; Noreen, O'Connor, & MacLeod, 2016) の場合にも生じ、さまざまな刺激に対する効果の一般性が認められている。また、刺激がネガティブな感情価を持つ単語や画像である場合においても再生成績の低下が生じる (Chen et al., 2012; Depue, Banich, & Curran, 2006; Depue, Banich, & Curran, 2007; Hertel & McDaniel, 2010; Joormann, Hertel, Brozovich, & Gotlib, 2005; Joormann et al., 2009; Küpper et al., 2014; van Schie, Ger-aerts, & Anderson 2013)。さらに、学習後1週間が経過し定着した記憶に対しても直接抑止は忘却を生じさせることが報告されている (Wang & Zhu, 2022; cf., Harrington, Ashton, Sankarasubramanian, Anderson, & Cairney, 2021; Liu et al., 2016)。

前節で紹介したように、手がかり再生テストでは基本的に実験中に学習した記憶対の手がかり項目（前節の例における「犬」）が検索手がかりとして使用される（同一手がかりテスト, same probe test, 以下 SP テスト）。SP テストで観察される成績の低下の要因には、複数の可能性が挙げられる (Figure 3)。一つ目は手がかり項目と標的項目の連合の学習解除 (unlearning) である。手がかり再生では、まず、検索手がかりと再生すべき項

5) Retrieval stopping は TNT 研究において必ずしも direct suppression と thought substitution を包含する上位概念として使用されているわけではない。Direct suppression を retrieval stopping と表現する文献もある (e.g., Anderson & Hulbert, 2021)。現状では、二つの方略を包含する上位概念として研究者間で合意している用語は存在しない。しかしながら、最初に二つの方略を比較した Bergström et al. (2009b) において、二つの方略が “strategies for retrieval stopping” (p. 728) と言及されていることを尊重し、本稿では、二つの方略の上位概念として retrieval stopping を使用する。

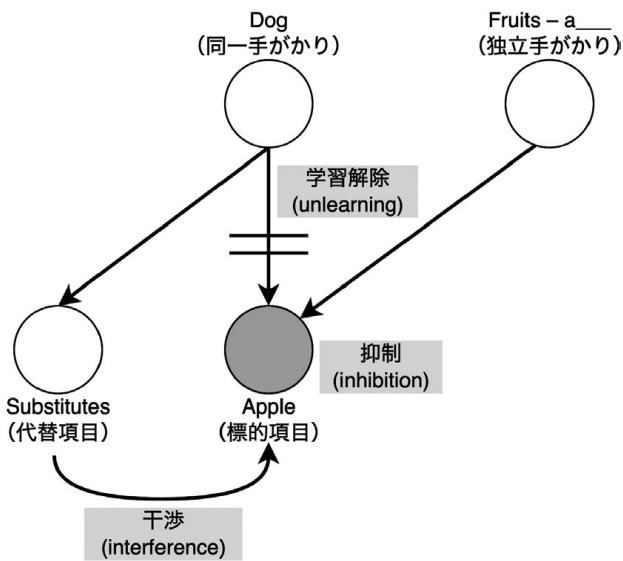


Figure 3. 同一手がかり再生テストにおける忘却を引き起こしうる三つの要因（Anderson & Green, 2001 を元に作成）。

目の連合が必要であるため、TNT段階における検索制止によって手がかり項目と標的項目の連合が弱められているのであれば、No-Think条件の標的項目の検索は他の条件と比べて難しくなると考えられる。二つ目は他の記憶からの干渉（interference）である。手がかり項目は標的項目以外にも、実験外で形成された連合（例えば、犬-散歩のような意味的な連合）が存在しているため、手がかり項目の提示によってそれらの項目の検索が喚起され、標的項目の検索と競合する可能性がある。思考置換を方略として用いた場合には、代替項目が手がかり項目と連合を形成しているため、標的項目の検索に競合すると考えられる。そして三つ目として、抑制（inhibition）が挙げられる。忘却の要因としての抑制は、抑制制御に伴う記憶痕跡の強度の低下を指す（Anderson 2003; Anderson & Spellman, 1995; 批判的なレビューとして Raaijmakers & Jakab, 2013）。

TNT研究では、検索制止によって生じる忘却の要因が抑制であることを示すために、手がかり項目以外の刺激を検索手がかりとする再生テスト（独立手がかりテスト、independent probe test, 以下IPテスト）をテスト段階で実施することがある（e.g., Anderson & Green, 2001; Benoit & Anderson, 2012）。典型的なIPテストでは、検索手がかりとして標的項目のカテゴリー名と標的項目の頭文字（例えば、appleが標的項目の場合における「Fruits - a ____」）が使用される（cf. Racsmany, Conway, Keresztes, & Krajcsi, 2012; Wang, Cao, Zhu, Cai, & Wu, 2015）。このような検索手がかりと標的項目の連合は、TNT段階における検索制止の影響を受けていない

はずである。したがって、SPテストにおける再生成績の低下が学習解除や干渉によって生じているのであれば、IPテストでは再生成績の低下が生じないと予想される。一方で、標的項目の記憶痕跡自体の強度が低下すること（抑制）によって再生成績が低下しているのであれば、独立手がかりからの再生も難しくなることが予想される。IPテストを実施しているTNT研究、特に直接抑止を教示している研究の多くで、IPテストでもNo-Think条件の成績が他の条件（特にBaseine条件）よりも低いことが示されており（e.g., Anderson & Green, 2001; Benoit & Anderson, 2012; Bergström et al., 2009b; cf. Hulbert & Anderson, 2018, Experiment 1）、直接抑止による忘却は抑制によるものであるとされている（Anderson, 2003; cf. Tomlinson, Huber, Rieth, & Davelaar, 2009）。

思考置換によってIPテストにおける忘却が生じるかどうかについては、研究間で一貫した結果が得られていないわけではない。思考置換による忘却効果がIPテストでも観察され、思考置換によって生じた忘却が記憶の抑制に起因することを支持する研究もあれば（Benoit & Anderson, 2012; del Prete et al., 2015）、IPテストでの忘却は生じないことを報告する研究もある（Bergström et al., 2009b; Wang et al., 2015）。こうした結果の非一貫性についての原因は明らかではない。

なお、IPテスト以外のテスト課題であっても、検索制止による忘却の要因が記憶の抑制であるかどうかを検討することができる。重要な点は、テスト課題において手がかり項目が検索手がかりとして使用されていないことである。手がかり項目を使用していなければ、そのテストで観測された忘却や成績の低下は学習解除や干渉では説明できない。手がかり項目を使用しないテストとして、諸否型（Old/New）再認（Nishiyama & Saito, 2022; Waldhauser, Lindgren, & Johansson, 2012）や自由連想課題（Hertel, Large, Stück, & Levy, 2012）がこれまでに使用されている。上述したIPテストの結果に一致するように、直接抑止は諸否型再認のヒット率を低下させることが報告されている（Nishiyama & Saito, 2022）。また、次項で取り上げる種々の課題にも手がかり項目は出現しないため、検索制止によるそれらの課題成績の低下の原因は、記憶の抑制に帰属される。

意味記憶・潜在記憶課題の成績の低下

手がかり再生テストは、実験中に符号化された記憶項目の中から、提示された検索手がかりに適当な項目を答えさせるという点で、エピソード記憶が強く関与している記憶テストであると考えられる。近年の研究では、直接抑止がエピソード記憶のみならず、意味記憶や潜在記憶にかかわる課題の成績に影響を及ぼすことが示されている（Gagnepain, Henson, & Anderson, 2014; Kim & Yi,

2013; Taubenfeld, Anderson, & Levy, 2019; Wang, Luppi, Fawcett, & Anderson, 2019).

Wang et al. (2019) は、TNT 段階後に手がかり再生テストではなく遠隔連想課題 (Remote Associates Task, RAT) を実施した。RAT は提示された三つの単語 (問題語) のすべてと組み合わせることができる単語を一つ答えるという課題である (Mednick, 1962; 織田・服部・西田, 2018)。RAT では、エピソード情報 (時間や場所) とは関係のない単語間の意味的な連想関係に基づいて単語を答える必要があるため、再生テストと比べて意味記憶の関与がより大きい課題であるといえる。Wang et al. (2019) は用意した RAT の問題の答えとなる単語を TNT パラダイムの標的項目とし、直接抑止が RAT の成績に及ぼす影響を検討した。その結果、No-Think 条件の標的項目が答えとなる問題の正答率は、Baseline 条件の標的項目が答えとなる問題と比べて低かった。

Taubenfeld et al. (2019) は TNT 段階の直後にカテゴリ判定課題 (category verification task) を実施した。この課題では、ある単語があるカテゴリに含まれるかどうかを問う文 (りんごは飲み物の一種か?) が提示され、参加者はその真偽をキー押しによって判定する。カテゴリ判断は意味知識に基づいているため、この課題も意味記憶の関与が大きい課題であるといえる。Taubenfeld et al. (2019) のカテゴリ判定課題では、TNT パラダイムの標的項目が判定対象として提示され、その反応時間が条件ごとに比較された。その結果、No-Think 条件の標的項目に対するカテゴリ判定の反応時間が、Baseline 条件や Think 条件の標的項目に対する判定と比べて長かった。

Gagnepain et al. (2014) や Kim & Yi (2013) は標的項目にオブジェクトの画像を使用し、再生テストの代わりに知覚同定課題 (perceptual identification task) を実施した。例えば、Gagnepain et al. (2014) における知覚同定課題では、標的項目や新奇のオブジェクト画像がノイズの加えられた状態で提示された。各試行開始時点では提示画像にノイズが 100% かけられており、150 ミリ秒ごとに 5% ずつノイズが取り除かれた。参加者は徐々に元の画像が復元されるなかで、画像中のオブジェクトを同定できた時にキー押しを行うように求められた。いずれの研究でも、No-Think 条件の標的項目に対する同定成績 (正同定率 [Kim & Yi, 2013, Experiment 1] や反応時間 [Gagnepain et al., 2014]) は Think 条件や Baseline 条件と比べて悪かった。

TNT 段階の手続き上、直接抑止は RAT において必要となる問題語と正解語の意味的な連合には影響を及ぼしていないはずである。そのため、RAT での成績の低下は標的項目の記憶強度の低下によって引き起こされたと考えられる。また、カテゴリ判定課題の成績の低下に

ついても同様に、直接抑止が標的項目とその意味カテゴリとの連合に作用したとは考えにくい。標的項目の記憶強度の低下が原因として妥当であるだろう。知覚同定課題の成績の低下は、直接抑止によって標的項目の知覚表象が損なわれていることを反映していると言えるだろう。これらをまとめると、以上の研究によって示された種々の課題成績の低下は、直接抑止が標的項目の記憶表象の抑制を引き起こしていることを示す根拠であると同時に、抑制がエピソード的な側面だけでなく、意味的あるいは知覚的な側面にも見られることを示している。

感情価の変容

直接抑止は、記憶表象だけでなく感情反応、特に不快感情も抑制・低減することが近年注目されている (Engen & Anderson, 2018)。Gagnepain, Hulbert, & Anderson (2017) は不快な画像を標的項目に使用し、TNT 段階に続いて標的画像の不快さを評定させる課題を実施した。その結果、No-Think 条件の標的画像に対する主観的な不快さが Baseline 条件と比べて低減することが示された (cf., Nishiyama & Saito, 2022)。また、主観的な不快さだけでなく、不快な画像を見ることで生起する生理反応 (皮膚電位や心拍) も低減することが報告されている (Harrington et al., 2021; Legrand et al., 2020)。さらに、直接抑止を消去手続きと組み合わせることで、条件づけられた恐怖反応の復帰を低減させることができるという報告もある (Anderson & Floresco, 2022; Wang, Zhu, Hu, Schiller, & Li, 2021)。

思考置換が感情反応に与える影響はほとんど研究されていないが、快画像を代替項目とする思考置換を参加者に行わせた研究では、標的項目の不快画像を思い出したときに喚起される不快感が思考置換によって低減することが報告されている (Nishiyama & Saito, 2022)。

中性語や日常的なオブジェクトの画像を標的項目として使用した研究では、検索制止によって、標的項目の心地よさ (cheerfulness) が低下することが報告されている (De Vito & Fenske, 2017)。

検索制止中における記憶の侵入頻度の低下

ここまで議論してきた行動指標は、TNT 段階に続いて実施されたテスト課題における結果である。これらに加えて、TNT 段階の最中における行動指標も収集されている。具体的には、制止の意図に反して標的項目が思い出される (侵入する, intrusion) 主観的な頻度である。主観的な侵入頻度を収集する研究では、TNT 段階の各試行の最後に侵入評定が追加される。この評定では、画面に「どれくらい頻繁にペアの項目が思い出されたか」という質問文と三つの選択肢 (一度もなかった、時々あった、頻繁にあった) が提示され、参加者は最も適当な選択肢を選ぶ。参加者が「時々あった」と「頻繁にあった」のどちらかを選んだ試行が侵入のあった試行

としてカウントされる。1ブロックごとに集計された侵入試行数の合計や割合がブロックごとに比較される。

侵入頻度を検討する研究のほとんどが直接抑止を方略として教示している。それらの研究では一貫して、No-Think試行における主観的な侵入頻度がブロックごとに減少することが報告されている (Figure 2左; e.g., Benoit, Hulbert, Huddleston, & Anderson, 2015; Levy & Anderson, 2012)。思考置換中の侵入頻度はほとんど検討されていないが、Nishiyama & Saito (2022) では直接抑止とは異なり、ブロックごとの侵入頻度の減少は確認されなかった。この結果についてNishiyama & Saitoは、思考置換では直接抑止と異なり検索が要求されることが原因である可能性を指摘した。代替項目の検索手がかりである手がかり項目は標的項目とも連合しているために、代替項目を検索して保持する数秒間に標的項目も検索されやすいのかもしれない。

本節のまとめ

TNTパラダイムでは、手がかり再生テストを中心に、さまざまな課題をTNT段階終了後に実施することで、検索制止、特に直接抑止が、エピソード記憶の忘却にとどまらず、記憶の意味的な側面や知覚的な側面、さらには感情的な側面にも影響を及ぼすことが示されてきた。一方で、思考置換を扱った研究の数は直接抑止と比べるとかなり少なく、直接抑止で示された効果が、思考置換においても同様に生じるのかどうかについては不明である。特に、思考置換が記憶の抑制を引き起こすのかについて議論の余地があることを踏まえると、意味記憶や知覚にかかわる課題の遂行成績に影響を及ぼすかどうかを検討することは重要であるだろう。

検索制止による感情への影響は、比較的近年に検討され始めたテーマで、検索制止が感情価を変化させる (特に不快感情を低減させる) メカニズムは明らかとなっていない。Engen & Anderson (2018) では、記憶の制御が感情制御 (emotion regulation) の基盤となるメカニズムであると主張したうえで、直接抑止・思考置換をさまざまな感情制御方略と比較検討しているが、その対応はそれほど明確ではない (cf. Yang et al., 2021)。

検索の意図的な制止のメカニズム

No-Think試行で実施される検索制止は内的な過程であり、その遂行は完全に実験参加者に任せられ、実験者は直接観察することができない。TNT研究においては、そうした内的過程を探るための手段として、脳機能計測手法が数多く用いられている。特に脳波 (electroencephalography, EEG) や機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging, 以下fMRI) によってTNT段階における神経活動を測定することで、主として直接抑止のメカニズムが検討されてきた。fMRIを

用いた研究が特に多く行われており、関連する脳部位やそれらの関係性が明らかにされてきた。

直接抑止で中心的な役割を果たしている脳部位は二つである。一つはエピソード記憶の符号化・検索 (再構成) に重要な役割を果たす海馬 (hippocampus)、そしてもう一つは制御を司る背外側前頭前皮質 (dorsolateral prefrontal cortex; DLPFC) である (レビューとしてAnderson & Hanslmayr, 2014)。No-Think試行中、海馬の活動は低下しDLPFCの活動は上昇する (Anderson et al., 2004; Depue et al., 2007)。二つの領域間には相互に調節し合う機能的結合があり (Benoit & Anderson, 2012; Gagnepain et al., 2014)、特に、DLPFCが海馬の活動を調節する (低下させる) 経路の強度が忘却の程度を予測する (Benoit & Anderson, 2012)。また、No-Think時に標的項目が侵入した試行のほうが、侵入のなかった試行と比べてDLPFCの活動がより強くなることも報告されている (Benoit et al., 2015)。記憶の侵入はDLPFCよりも海馬の活動に依存すると考えられるため、侵入試行において抑止関連の脳活動が強く見られるという結果は、DLPFC-海馬の双方向的な調節のうち、海馬がDLPFCの活動を調節する経路を支持する結果と言える⁶⁾。

直接抑止における制御メカニズムは、行為や感情の抑制とも共有される領域普遍的なものであることが示されてきている (Apšvalka, Ferreira, Schmitz, Rowe, & Anderson, 2022; Depue, Orr, Smolker, Naaz, & Banich 2016; Liu, Peeters, Fernández, & Kohn, 2020)。Guo et al. (2018) はこれを踏まえて、直接抑止における神経活動を、2種類の反応制御課題、Go/No-Go課題とStop-signal課題 (SST)、それぞれにおける神経活動と比較することで、直接抑止のメカニズムを検討した。Go/No-Go課題とSSTはどちらも反応制御を求める課題であるが、それぞれの手続きの違いから、Go/No-Goは反応の開始の阻止 (restraint) を、SSTは開始した反応

6) ただし、fMRIで計測する限りにおいては、侵入のあった試行における海馬の活動は侵入のなかった試行よりも低いことが報告されている (Benoit et al., 2015; Levy & Anderson, 2012)。これは、海馬の賦活が記憶の侵入を引き起こすとする上記の仮定に矛盾するような結果である。しかしながら、侵入に伴ってより強く活動したDLPFCは海馬の活動を低下させるように制御を作用させており、その経過がfMRIの時間分解能では検出されず、むしろ制御の結果としての海馬の活動の低下だけが検出されたという可能性が考えられる。どちらの研究でも、数秒間のBOLD信号を集約した分析において、侵入試行での海馬の活動の低下を報告している。一方、EEGを用いて侵入試行の認知プロセスの時系列を検討した研究では、手がかり項目の提示から400ミリ秒ほどで標的項目の再活性化が生じ、その後900-1300ミリ秒周辺で想起が制止されることを報告している (Hellerstedt, Johansson, & Anderson, 2016)。

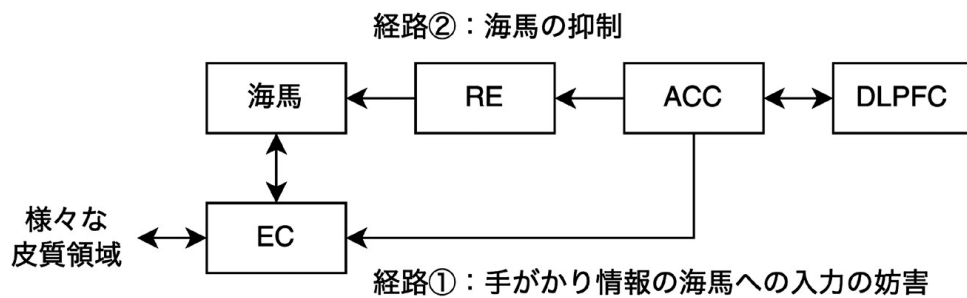


Figure 4. 解剖学的な神経接続を考慮した検索の意図的な制止（直接抑止）のメカニズム. Anderson et al. (2016) を元に作成. 図中の略称はそれぞれ, 前帯状皮質 (ACC), 背外側前頭前皮質 (DLPFC), 嗅内皮質 (EC), 視床結合核 (RE) を指す.

の中断 (cancellation) を反映していると考えられている (Schachar et al., 2007). Guo et al. は特に, 大脳基底核 (basal ganglia) の活動パターンに着目した. 大脳基底核は反応の制御に重要な役割を果たすことが知られており (Hannah & Aron, 2021), ワーキングメモリやエピソード記憶の制御にも関与していることが指摘されている脳領域である (O'Reilly & Frank, 2006; Scimeca & Badre, 2012). Guo et al. は Go/No-Go, SST, TNT を遂行している最中の脳活動を fMRI によって計測した研究のメタ分析を行い, それぞれの課題において活動した大脳基底核の部位を同定した. そして, TNT における活動パターンが Go/No-Go と SST のどちらにより類似しているのかを検討したところ, TNT における大脳基底核の活動パターンは SST のものとより類似していた. Castiglione, Wagner, Anderson, & Aron (2019) と Castiglione & Aron (2020) も, EEG あるいは MEG (magnetoencephalography; 脳磁図) を用いた実験によって, TNT における直接抑止の背後にある制御メカニズムが SST における反応制御と類似することを示している.

これらの研究結果から, 直接抑止は, SST での制御のように, 始動した検索を中断するという応答的 (reactive) な制御機構に主に支えられていると考えられる. これは, 侵入試行において DLPFC がより活動するという知見と一致する. 抑止すべき記憶の侵入 (= 検索) に対して DLPFC が駆動し海馬の活動を低下させることによって, 検索が中断される. ただし, No-Think 条件における侵入頻度は多くても 50%~60%, つまり 40%~50% の試行では標的項目の侵入が報告されていないため, 抑制制御には先行して駆動する (proactive な) 側面もあると考えられる⁷⁾. 手がかり項目の提示前に, 注

視点の色で Think 試行か No-Think 試行かを判別できる手続きを用いている研究があるが, これは proactive な制御を強めていると考えられる (Hanslmayr, Leipold, Pastötter, & Bäuml, 2009; Hanslmayr, Leipold, & Bäuml, 2010; Waldhauser Bäuml, & Hanslmayr 2015).

機能的結合は必ずしも解剖学的な神経接続に基づくわけではない. 実際, DLPFC と海馬は解剖学的に直接接続していない. Anderson, Bunce, & Barbas (2016) は, アカゲザル (rhesus monkey) の研究をもとに, 直接抑止に重要な役割を果たしていると考えられる神経経路を二つ提案した (Figure 4). 一つ目は DLPFC から前帯状皮質 (anterior cingulate cortex; ACC) を経由して嗅内皮質 (entorhinal cortex; EC) の抑制性ニューロンに至る経路である. EC は, その他皮質領域と海馬の情報の入出力のインターフェイスで, 感覚入力はいくつかの皮質領域で処理された後に EC を経由して海馬に入力され, 海馬で再構成された情報が EC を経由して皮質領域に返される (McClelland, McNaughton, & O'Reilly, 1995). ACC は EC の特に皮質領域からの入力を受け取る層にある抑制性ニューロンに投射しているため, この経路は手がかり情報が海馬に伝達されるのを阻止する役割を担っている可能性が指摘されている. 二つ目は ACC から視床結合核 (thalamus; RE) を経由して海馬に至る経路である. RE は海馬の CA1 という領域の抑制性ニューロンに投射しているため, その経路は海馬の処理を直接調節し記憶の再構成を妨害している可能性が指摘されている.

これらの経路の妥当性については未だ不明なままであるが, Schmitz, Correia, Ferreira, Prescott, & Anderson, (2017) は, 直接抑止において海馬の抑制性ニューロンが重要な役割を果たしていることを示している. この研究では, プロトン磁気共鳴スペクトロスコピー (proton magnetic resonance spectroscopy, ¹H MRS) を用いて, 参加者の海馬と PFC の安静時の γ -アミノ酪酸 (gamma aminobutyric acid, GABA) 濃度が測定された. GABA は抑制性ニューロンが放出する神経伝達物質である

7) ここでは, 侵入 (報告) の有無によって抑制制御の作用が応答的か先行駆動的であるかを区別して議論しているが, 侵入が主観的に体験される場合においてのみ応答的な制御が駆動しているかは不明である. 侵入体験が生じない程度に記憶が活性化された状態に対して抑制が駆動される可能性も考えられる.

(Pelkey et al., 2017). 海馬・PFCのGABA濃度と直接抑止による忘却効果の相関分析を行ったところ、忘却効果は海馬のGABA濃度との間に有意な正の相関を示した(GABA濃度が高いほど忘却効果が大きい)が、PFCのGABA濃度との間には有意な相関関係は見られなかった。さらに、海馬のGABA濃度の高低で参加者を2群に分けたとき、高群においてのみ、DLPFCと海馬の機能的結合、特にDLPFCを起点として海馬の活動を低下させるという関係が見いだされた。

興味深いことに、直接抑止は、検索を防ぐだけでなくNo-Think試行前後の出来事の符号化も難しくすることが報告されている(一過性健忘状態, amnesic shadow; Hulbert et al., 2016; Zhu, Anderson, & Wang, 2021; Zhu & Wang, 2021). Hulbert et al. (2016)では、TNT段階の各試行の間に偶発学習課題が実施された。具体的には、ある背景にオブジェクトが配置された画像(例えば、駐車場にクジャクがいる画像)が提示され、参加者はそのオブジェクトがその場所にある／いる理由を考えるとともに、理由を考えることがどれくらい難しいかを4件法で回答した。そしてTNT段階終了後に、偶発学習を行った記憶項目に対する再生テストが実施された。背景画像だけが提示され、参加者はその背景に配置されていたオブジェクトの名前を再生した。その結果、Think試行に挟まれた偶発学習に比べ、No-Think試行に挟まれた偶発学習において提示されたオブジェクトの再生成績が低かった。直接抑止によって生じる一過性健忘状態は、TNT段階における海馬や前頭領域の脳活動とも相関しており、No-Think時の海馬の活動がThink時と比べて小さいほど、また、No-Think時の前頭領域の活動がThink時に比べて大きいほど、一過性健忘の程度が大きかった。

Zhu & Wang (2021)は、一過性健忘状態が新たな記憶の符号化(偶発学習)だけでなく、すでに学習した記憶の保持にも影響を及ぼすことを示した。Zhu & Wangは、TNT段階の各試行の間に新たな項目を偶発学習させる代わりに、TNTパラダイムにおける手がかり項目を提示し、参加者にその手がかりに対する諾否型再認をさせた。TNT段階終了後に、IPテストを実施したところ、No-Think試行間で実施された諾否型再認の対象となった手がかり項目とペアであった標的項目は、直接No-Thinkされる項目ではなかったにもかかわらず、再生成績の低下が見られた。さらに次の研究では、No-Think試行間における手がかり項目の提示を閾下提示にした場合でも、対応する記憶項目の再生成績が低下することが報告されている(Zhu et al., 2021)。

固定化(符号化)された記憶であっても、想起などによって再活性化(reactivation)された場合には再固定化(reconsolidation)される必要がある、そのプロセス

を妨害すると記憶成績が低下することが知られている(Else, Van Ast, & Kindt, 2018). Zhu & Wang (2021)やZhu et al. (2021)の示した一過性健忘についても、No-Think試行間における手がかり項目の提示によって再活性化された標的項目の再固定化が海馬の機能の低下により妨害されるために生じたのかもしれない。もしそうであるならば、一過性健忘状態を引き起こしている直接抑止自体についても、それを遂行する最中に侵入した(=意図に反して想起された)標的項目の再固定化が妨害されるために、忘却が生じると考えられる⁸⁾。

以上をまとめると、直接抑止は主に、制御対象の侵入に伴って応答的に制御が駆動し、手がかり情報の入力を阻害する、あるいは海馬での再構成を妨害することで、検索を中断するというメカニズムであると考えられる。その過程で再活性化された標的項目の表象は再符号化されないために、後の再生テストにおいて思い出されにくくなると想定される。

思考置換の神経活動を検討した研究はほとんどないが、直接抑止と思考置換を比較したBenoit & Anderson (2012)は、思考置換において後部前頭前皮質(caudal PFC)や腹外側前頭前皮質(mid-ventrolateral PFC)の活動が高くなることを報告している。直接抑止と異なり、海馬の活動は低下しない。標的項目の検索はしないが、代替項目の検索は行われることがその理由だと考えられる。そのため、思考置換に基づくNo-Thinkでは一過性健忘状態も生じない(Hulbert et al., 2016)。

TNTパラダイムにおける神経科学的な検討はfMRIを用いたものが主流ではあるが、EEGを用いたものもある(Bergström, Velmans, de Fockert, & Richardson-Klavehn, 2007; Bergström et al., 2009a, 2009b; Cano & Knight, 2016; Chen et al., 2012; Hanslmayr et al., 2009; Mecklinger, Parra, & Waldhauser, 2009; Waldhauser et al., 2012). No-Thinkの事象関連電位(event-related potential: ERP)としてleft parietal positivity (LPP)やP3, N2が挙げられる。ただし、研究間で一貫して観察されているのはLPPの低下である。LPPは左頭頂部付近で生じる正の電位で、記憶項目の提示から400~500ミリ秒後に立ち上がってくる。LPPは文脈情報を伴う再認(Wilding & Rugg, 1996)や手がかり再生(Rugg, Schloerscheidt, Doyle, Cox, & Patching, 1996)において生じるため、詳細な検索(回想, recollection)と関連しているとされている(レビューとしてRugg & Curran,

8) ただし、再固定化研究では記憶の学習の24時間(以上)後に再活性化(および妨害)操作を行うという手続きが求められる一方で(Else et al., 2018), ほとんどのTNT研究では学習直後に検索制止を実施しているという重要な相違点があることに留意する必要がある。

2007). したがって, No-Think試行でのLPPの低下はまさに検索制止を反映していると考えられる. P3やN2は制御にかかわるERPと考えられているが, すべての研究において観察されているわけではない. 例えば, Hellerstedt et al. (2016) はN2の代わりにN3を報告している. なお, この研究では検索制止時の記憶侵入にかかわるERPも検討しており, FN400 (前頭で生じるN400) や550~900ミリ秒にかけて生じるnegative slow waveに特徴が見られることを報告している. No-Thinkに関連する脳波の振動 (oscillation) に着目した研究もあるが (Depue et al., 2013; Ketz, O'Reilly, & Curran, 2014; Waldhauser et al., 2015), 一貫した結果は報告されていない. このように, TNT段階における脳波を測定・検討した研究はfMRIを用いた研究ほど多くはなく, LPP以外のERPについては結果も一貫していない. また, EEGの時間分解能を活用して, No-Thinkメカニズムを時系列的に検討している研究もほとんどない (cf. Hellerstedt et al., 2016). 今後の発展が期待される.

検索の意図的な制止を調整する要因

精神疾患およびそれらに関連する心理特性

他の認知的制御と同様に, 検索制止の効果もさまざまな要因によって調整される. 不快な記憶の侵入がうつ病やPTSDを含めさまざまな精神疾患に関連しているため (Marks, Franklin, & Zoellner, 2018), 検索制止を調整する要因として, 精神疾患およびそれらに関連する心理特性がしばしば検討されてきた. どの精神疾患であってもそれに罹患した群では, 検索の意図的な制止による忘却効果が小さい (大うつ病, Sacchet et al., 2017; ADHD, Depue, Burgess, Willcutt, Ruzic, & Banich, 2010). また, うつや不安に関連する心理特性も, 忘却効果を小さくすることが相関分析や高低群間比較によって明らかとなっている (うつ, Hertel & Gerstle, 2003; Noreen, Cooke, & Ridout, 2020; Yang et al., 2020; Zhang, Xie, Liu, & Luo, 2016; 特性不安, Marzi, Regina, & Righi, 2014; Waldhauser, Johansson, Bäckström, & Mecklinger, 2011; 反すう傾向, Dieler, Herrmann, & Fallgatter, 2014; Fawcett et al., 2015; Hertel, Maydon, Ogilvie, & Mor, 2018; メタ分析として Stramaccia et al., 2021).

Stramaccia et al. (2021) は精神疾患 (傾向) との関連を検討している先行研究に対してメタ分析を実施した. サンプルを五つのクラスター (健常, 不安, 抑うつ, 抑圧 [repression], その他 [Mixed]) に分け, 忘却効果の効果を算出している. 健常クラスターと抑圧クラスターでは小~中程度の効果量が見られたのに対し, 抑うつクラスターにおける効果量は非常に小さく, 不安クラスターではむしろ逆方向の効果量が見られ

た⁹⁾. 同論文では, 検索制止の方略と精神疾患 (傾向) の関連についての分析も報告されている. ただし, 精神疾患との関連を検討した研究の中で, 明示的に直接抑止か思考置換のどちらかを教示した研究は限られているため, 分析において精神疾患にかかわるサンプルは, 診断上の分類に関係なくまとめて臨床群サンプルとして取り扱われた. 分析の結果, 直接抑止・思考置換のいずれの方略であっても, 臨床群サンプルの効果量は健常群サンプルと比べて小さいことが示された. なお, 臨床群における思考置換の効果量の95%信頼区間は $[-0.85, 0.84]$ と大きく, 少ないサンプル間で結果が一貫していないことが伺える. また, 方略を教示しない場合では健常群・臨床群のどちらのサンプルにおいても忘却効果はほとんど見られないことが報告されている. 以下では, それぞれの方略と精神疾患の関連について, 個別の研究結果に焦点を当てて議論する.

直接抑止の教示がなされている研究のうち, うつ・不安・反すう傾向との関連を検討したものはそれぞれ一報ずつのみある (Fawcett et al., 2015; Marzi et al., 2014; Zhang, Xie, Liu, & Luo, 2016). Zhang et al. (2016) はBDI-II (Beck Depression Inventory-II, ベック抑うつ質問票) の得点によって参加者を2群に分け, さらに, 記憶材料にネガティブ画像と中性画像の2種類を用意し, 直接抑止による忘却効果に対する群間差および感情価との交互作用を検討した. その結果, 抑うつ低群では画像の感情価にかかわらず忘却効果が見られた一方で, 抑うつ高群ではネガティブ画像に対する忘却効果が見られなかった. Marzi et al. (2014) では, 同様の手続きで特性不安の高低による忘却効果の差が検討され, 低群においては刺激の感情価にかかわらず忘却効果が示された一方で, 高群においてはネガティブ刺激に対する忘却効果が見られなかった. Fawcett et al. (2015) は中性語のみを刺激として使用し, 反すう傾向低群では忘却効果が見られるが, 高群では忘却効果が生じないことを示した.

直接抑止との関連が検討される精神疾患のうち, PTSDは比較的多くの研究で取り上げられている. 上記

9) 抑うつと不安の二つのサンプルにおいて効果量が異なった傾向を示したことは, 検索制止に与える影響がこれらの精神疾患によって異なることを反映しているかもしれない. しかしながら, 抑うつサンプルに比べて不安サンプルが少ないことに加え, その少ない不安サンプルの半数はPTSDを対象としたデータであり (著者らはPTSDが不安を伴うことをその根拠としている), さらにそれらがかなり小さい効果量あるいは逆方向の効果量を示していることを考慮すると, 抑うつサンプルと明示的に不安を取り扱ったサンプルとの間で効果量の傾向に差はないと考えられる. Stramaccia et al. (2021) においても二つのサンプルにおける効果量の傾向の違いについては考察しておらず, むしろ二つを分けて実行機能不全が寄与している可能性に言及している.

で取り上げた精神疾患（傾向）と同様に、PTSD患者は直接抑止を行っても記憶を忘却しづらいことが報告されている（Catarino et al., 2015; Waldhauser et al., 2018）。また、No-Think試行における前頭領域（制御関連）と頭頂・側頭領域（記憶想起関連）の脳波信号の変動が健常群よりも小さい（Waldhauser et al., 2018）。PTSD群は健常群のように直接抑止を遂行できず記憶を忘却することが難しいといえる。

近年の研究では、トラウマ経験後にPTSDに罹患しなかった人々はトラウマ経験のない人々よりも直接抑止の能力が高いことが報告されている。Hulbert & Anderson (2018) は、大学生を対象にTNT実験を実施するとともに、参加者に対して18歳までのトラウマ経験の主観的な頻度について報告させた。その高低で2群に分けて直接抑止による忘却効果を比較したところ、トラウマ経験高群のほうが低群よりも忘却効果が大きかった¹⁰⁾。また、Mary et al. (2020) は、2015年のパリでのテロ事件に遭遇した人々を対象にTNT実験を実施した。参加者には、テロ経験後にPTSDに罹患しなかった人（PTSD非罹患群）だけではなく、PTSDに罹患した人（PTSD罹患群）が含まれていた。さらに、これらのグループと比較する統制群としてテロに遭遇していない人々も実験に参加した。忘却効果は知覚同定課題におけるプライミング効果の変化によって検討された（Gagnepain et al., 2014）。非罹患群と統制群では抑止の対象となった項目に対するプライミングが消失した（忘却効果が見られなかった）が、罹患群では忘却効果は観察されなかった。この研究ではfMRIを用いた脳機能計測を行っており、海馬やオブジェクトの知覚に関連する紡錘状回（fusiform gyrus）と制御に関連する前頭前野の部位との機能的結合を検討した。その結果、罹患群では機能的結合が見られなかった一方で、非罹患群の機能的結合は統制群よりも強かった。これらの研究結果は、PTSDを罹患しない範囲のトラウマ体験は直接抑止の能力を向上させる可能性を示している。ただし、TNT実験の課題成績（例えば、忘却効果）や関連脳部位の機能的結合の変化をトラウマ体験前後で比較した結果ではないため、別の解釈、例えば、非罹患群の人々はもともと抑止能力が高く、それゆえトラウマを経験してもPTSDに罹患しなかったという解釈も可能である点には注意すべきである。

以上のように、精神疾患（傾向）は、その種類を問わず直接抑止による忘却効果を小さくするようである。Levy & Anderson (2008) は検索制止による忘却効果の

個人差が実行機能の個人差と関連しており、特に忘却効果の小ささは実行機能不全に起因するものであることを主張した（executive deficit hypothesis）。実際、うつ病や不安障害の患者は健常群と比べて認知的制御能力が低いことが知られている（LeMoult & Gotlib, 2019; Moran, 2016）。また、Mary et al. (2020) が示したように、PTSD患者では制御と想起のそれぞれにかかわる脳部位の機能的な結合が弱い。これらの結果は、臨床群における実行機能不全を示しており、少なくとも直接抑止による忘却効果と臨床群の関連において実行機能不全仮説を支持するものであると言える。

思考置換による忘却と精神疾患あるいはその傾向の関連についてはいくつかの論文が出版されているが、それらの結果は一貫していない。うつ病に罹患している人であっても思考置換によって忘却が生じることを報告している研究がある一方で（Joormann et al., 2009）、うつ得点の高い（BDI-IIで15点以上の）群では忘却は生じず、むしろNo-Think条件のほうがBaseline条件よりも再生成績が高くなることを報告している研究もある（Noreen et al., 2020; Noreen & Ridout, 2016a, 2016b）。これらの結果の不一致の原因として、使用する刺激の性質が実験間で異なるという問題が指摘されている（Noreen et al., 2020）。例えば、手がかり項目-標的項目間と手がかり項目-代替項目間の相対的な連合強度が研究間で異なる。手がかりとの間に事前の（pre-experimental）強い連合を有している項目が代替項目として利用されるなどの理由で、代替項目が標的項目よりも強く手がかり項目と連合しているという場合には（Joormann et al., 2009）、代替項目の検索が容易であるために、うつ病に罹患している群でも標的項目の忘却が生じると考えられる。精神疾患に罹患するまたはその関連特性が強い場合に直接抑止がうまく機能しないことを踏まえると、同様の場合において思考置換が有効であるかどうかは、検索制止の応用の観点から重要である。したがって、刺激の性質も含めてその境界条件は今後系統的に検証される必要があるだろう。

その他の特性

精神疾患やその関連の特性以外にも、検索制止の効果进行调整する要因としてワーキングメモリ（WM）容量と年齢が検討されてきた。検索制止による忘却効果とWM容量の関連を検討した研究としてWaldhauser et al. (2011) とNoreen et al. (2020) の二つがある。どちらの研究でもWM容量の指標として演算スパン課題の成績が用いられた。また、どちらの研究も相関分析を報告しているが、分析の対象となった忘却効果の指標はNo-Think条件とBaseline条件の再生成績の差（No-

10) この研究では、参加者がPTSDに罹患したことがあるかどうかを調査したかについての記載はない。しかしながら、Beck depression inventoryを用いてうつ得点を収集しており、高群・低群の間に差がないことを確認している。

Think-Baseline) であり¹¹⁾、負の方向に大きいほど忘却効果が大きい。つまり、演算スパンと忘却効果の間に負の相関があった場合には、演算スパンが大きいほど忘却効果が大きいと解釈される。Waldhauser et al. (2011) では、検索制止による忘却効果と演算スパン課題の成績との間に有意な相関は見られなかった ($r = -0.12$, $n = 41$) が、Noreen et al. (2020) では有意な負の相関関係 ($r = -0.24$, $n = 121$) が報告されている。一方の研究では有意ではなかったとはいえ、どちらの研究も負の相関が観察されており、WM容量と検索制止による忘却の間には弱い関連があるのかもしれない。ただし、No-Thinkの教示が二つの研究で異なっており、Waldhauser et al. (2011) では直接抑止に類似する教示が与えられているが、Noreen et al. (2020) では思考置換が教示されている。それぞれの研究における忘却効果には異なった制御プロセスの結果が反映されている可能性に留意する必要がある。

Anderson, Reinholz, Kuhl, & Mayr (2011) は、加齢が検索制止による記憶の抑制を難しくする可能性を報告している。この研究では、20歳前後の大学生で構成される群(若年群)と70歳前後の高齢者で構成される群(高齢群)を設け、両群の記憶成績を比較した。その結果、SPテストにおける忘却は群間で同程度であったが、記憶の抑制を反映しているとされるIPテストでは群間差があった。若年群は他の研究と同様に忘却効果(No-Think < Baseline)が見られたが、高齢群では逆にNo-Think条件の再生率がBaseline条件よりも高かった。

状態的な要因

少ないながらも状態的な要因を検討した研究もある(Ashton, Benoit, & Quaedflieg, 2020; Harrington et al., 2021; Quaedflieg, Schneider, Daume, Engel, & Schwabe, 2020)。Harrington et al. (2021) は睡眠不足が直接抑止を難しくし、特に抑止による感情制御効果を小さくすることを報告している。この研究ではTNTパラダイムの実験手続きを二つのセッションに分割し、連続する2日間にそれぞれのセッションが実施された。1日目のセッションにおいて参加者は、不快なシーンの画像評定課題と、評定した不快画像を顔画像と連合させる学習段階を遂行した。翌日のセッションでは、TNT段階、2回目の評定課題、そして再認課題を遂行した。参加者は睡眠群と睡眠剥奪群のどちらか一方に割り当てられ、睡眠群は第1日目終了後の夜間に睡眠をとった一方で、睡眠剥奪群は翌日まで起き続けるように求められた。2回の評定課題で収集された快不快評定・皮膚電位反応

(SCR)・心拍変動が群間比較の分析対象であった。また、TNT段階には記憶侵入の主観評定(e.g., Levy & Anderson, 2012)も収集されており、ブロックごとの侵入試行数も群間で比較された。睡眠群では、TNT段階の前後で画像に対する快不快評定が快方向に変化し、SCRは減少し、心拍変動も上昇しており、直接抑止による感情制御効果が見られた。一方睡眠剥奪群では睡眠群のような結果は生じなかった。また、TNT段階の侵入頻度にも群間差があり、睡眠剥奪群のほうが睡眠群よりも侵入が多く報告された。なお、最後の再認テストでは、どちらの群においても直接抑止による忘却効果は見られなかった。

心理的なストレスも直接抑止による忘却効果を小さくすることが示されている。Quaedflieg et al. (2020) は、参加者を2群に分け、一方の群はTNT段階の前にTrier Social Stress Test (TSST, Kirschbaum, Pirke, & Hellhammer, 1993) による心理社会的なストレスを与えられた。TNT段階終了後に実施される再生テストでの忘却効果に群間差が見られ、TSST群は統制群と比べて忘却効果が小さかった。Ashton et al. (2020) はMaastricht Acute Stress Testという他のストレス誘導課題を用いた同様の実験を行い、心理的なストレスが直接抑止による忘却効果を小さくすることを報告している。

睡眠不足や心理的なストレスは、WMスパン課題やフランカー課題、タスクスイッチング課題のような認知的制御が関連する課題成績を低下させることが知られている(Frenda & Fenn, 2016; Shields, Sazma, & Yonelinas 2016)。上記の三つの研究結果はこれらの先行研究に一致しており、直接抑止には領域普遍的な認知的制御が関与していること、そしてその機能が睡眠不足やストレスによって低下したために忘却効果が小さくなったことが示唆される¹²⁾。

思考抑制と検索の意図的な制止

思考抑制(thought suppression)¹³⁾は、特定の項目について考えないようにすることを指す(服部, 2015; Wegner, Schneider, Carter, & White, 1987; Wenzlaff & Wegner, 2000)。検索の意図的な制止もある記憶を思い出さないようにすることを指すため、二つのプロセスは類似しているように思われる。それにもかかわらず、一連の思考抑制研究はTNT研究と大きく異なる結果を示してきた。

12) ただし、Shieldsらのメタ分析では、反応抑制が関与するGo/No-Go課題やSSTの課題成績がストレスによってむしろ向上することが報告されている。

13) ここまで検索制止の方略の一つであるdirect suppressionの訳出においてsuppressionを「抑止」としてきたが(脚注4)を参照)、thought suppressionについては「思考抑制」という訳が一般に用いられているため、この文脈においてはsuppressionを「抑制」と訳す。

11) 厳密には、Waldhauser et al. (2011) で使用された忘却効果の指標はNo-ThinkとBaselineの2条件の差分ではないが、値が負であるほど忘却効果が大きいという解釈は同様にできる。詳細は原著を参照のこと。

これまで論じてきたように検索の意図的な制止は対象となった記憶の忘却を引き起こす一方で、思考抑制はその対象となった記憶を忘却させるどころかむしろ想起させやすくする（リバウンド効果, Wegner et al., 1987; メタ分析として Wang, Hagger, & Chatzisarantis, 2020）。そのため思考抑制は、意図に反して抑制後の想起頻度を増加させる逆説的な効果（paradoxical effect）を引き起こす皮肉な過程（ironic process）であるとされる（Wegner, 1994）。二つのプロセスの差異を理解するために、まず、思考抑制実験の手続きおよびその結果を述べる。そして Wegner（1994）の提案した理論を取り上げ、思考抑制のメカニズムについて説明する。これらを踏まえて、検索制止と思考抑制の類似点、そして決定的な違いについて述べる。

思考抑制の最初の実験は次のような手続きであった（Experiment 1, Wegner et al., 1987）。参加者は5分の間、頭に浮かんだことをすべて口述するという試行を2試行遂行した。このとき、一方の試行ではシロクマについて考えないように求められ（抑制条件, suppression）、もう一方の試行ではシロクマについて考えるように求められた（表出条件, expression）。いずれの試行でも、シロクマが頭に浮かんだときに手元のベルを鳴らすように求められた。参加者を2群に分け、一方の群は抑制試行・表出試行の順に課題を遂行し、もう一方は表出試行・抑制試行の順に遂行した。そして、それぞれの試行でシロクマが想起された（ベルを鳴らした・口に出してしまった）回数を2群間で比較した。抑制試行においてシロクマが想起された回数には群間差が見られなかった。一方、表出試行におけるシロクマの想起回数は、群間差が見られ、事前に抑制試行を行っている群のほうがそうでない群より多かっただけでなく、抑制後の表出試行におけるシロクマの想起頻度は5分に渡って持続していた（リバウンド効果）。後続の研究では、シロクマについて表出させる試行の代わりに自由な思考を許可する（free-thought）試行を設けたものもあるが、オリジナルの研究と同様に、事前に抑制試行を行った群において続く free-thought 試行でのリバウンド効果が確認されている（e.g., Clark, Ball, & Pape, 1991）。

Wegner（1994）は、思考抑制による制御が二つの過程の協働によって実現されているとし、その協働が適切に機能しなくなるために逆説的な効果が生じると主張した。二つの過程はそれぞれ実行過程（operating process）と監視過程（monitoring process）と呼ばれる。実行過程は、目的の意識状態を実現するために、その状態に一致する項目を探す過程であるとされる。ここで Wegner は、「実行処理は、ある項目を意識にもってくることのみが可能で、項目を避けたり遠ざけたりはしない」過程であると想定している（“an operation can only bring

items into consciousness, not avoid them or drive them away”, Wegner, 1994, p. 37）。したがって、何かを避けるという場合、実行過程は現在の（望ましくない）状態とは一致しない項目を探そうとする。つまり、特定の対象について考えないようにする思考抑制場面において、実行過程は抑制対象に対抗する妨害項目を探し想起することで、思考抑制を達成しようとする。一方で、監視過程は、目的の状態に一致しない感覚や思考を探し制御の失敗を検知する過程であるとされる。監視は非意識下で継続的に行われ、制御の失敗をもたらす項目が検知されると、それを意識に上らせることで実行過程の更新を促す（“the items will surface in consciousness so that the operating process can renew its work”, Wegner, 1994, p. 38）。つまり、監視過程の「通知」によって実行過程は駆動し、ある項目の思考抑制が達成されるといえる。しかし、実行過程は監視過程と比べると負荷が高く妨害の影響を受けやすい処理であるため、疲労や干渉といった理由で実行過程が適切に機能なくなると、監視過程の「通知」機能によって抑制対象が意識に上ったままになる。このため、逆説的な効果が生じると考えられている。

思考抑制の背後に想定されている、監視過程の「通知」を通じて実行過程の制御が駆動されるというメカニズムは、直接抑止の応答的な制御と類似する。興味深いことに、fMRI による脳機能計測を行った思考抑制実験では、DLPFC や ACC の活動の上昇が報告されている（Koenig-Robert & Pearson, 2020; Mitchell et al., 2007）。これらの部位は TNT 研究でも報告されているため、思考抑制と直接抑止の制御基盤はある程度共通していると考えられる。実際、制御時の遂行成績も類似している。TNT 段階の記憶の侵入頻度が Think 条件と比べて No-Think 条件において少ないのと同様に、思考抑制の抑制試行における侵入頻度は表出試行中よりも少ない（Wegner et al., 1987）。さらに、どちらのパラダイムにおいても制御時の負荷を大きくすることで侵入が多くなることが報告されている（直接抑止, van Schie & Anderson, 2017; 思考抑制, Wang et al., 2020; Wenzlaff & Wegner, 2000）¹⁴⁾。

それでは、何が二つの実験パラダイムの決定的な違いなのだろうか。最も有力な候補は、それぞれの実験で教示される課題目標である（cf., Anderson & Huddleston, 2012）。思考抑制では「特定の項目（例えば、シロクマ）を考えない」ことが求められる。課題目標自体に抑制すべき対象が明示されるため、参加者は課題を遂行するに

14) 思考抑制においては、抑制遂行時に認知負荷がかかっている場合、抑制対象の想起頻度が表出条件の場合よりもむしろ大きくなる（即時増強効果, immediate enhancement effect）。即時増強効果は、小～中程度の効果量であることがメタ分析によって示されている（Wang et al., 2020）。

あたり必然的に抑制対象を保持することになる。一方、検索制止では「赤色で提示された刺激に対して何も考えない（直接抑止）／ペアの項目以外を考える（思考置換）」ことが課題目標となる。課題目標に具体的な抑制対象が明示されていないため、課題全体を通して抑制対象自体を保持する必要はない。また、関連して、制御対象の項目数と制御が求められる時間の長さも二つのパラダイムで異なっている。思考抑制では特定の一つの項目を数分間にわたって考えないように求められるが、検索制止では複数の項目をそれぞれ数秒間考えないように求められる（そして、それを繰り返す）。そのため、思考抑制においては同じ項目が繰り返し侵入するという状況が生じやすい一方で、検索制止においてそのようなことは生じづらい。これらの手続きの違いによって、思考抑制と異なり、検索制止による制御が持続すると考えられる。

以上のように、思考抑制と検索制止の間には一定の類似点が見い出せるものの、いくつかの相違点によって大きく異なる結果をもたらしている。相違点に関する議論から、TNTパラダイムにおける「課題目標と制御対象の無関連性」と「制御対象の頻繁な切り替え」が、「考えないようにすること」による忘却の生起に重要である可能性が指摘できる。これらの議論は一つの推察であり慎重な検討が今後必要であるが、これらを足がかりにして、思考抑制と検索制止の境界条件を明らかにすることで、二つの制御方略を包含した枠組みが提供できるかもしれない。そのような統一的な枠組みは、日常場面における記憶制御方略の個人差の理解を促進するとともに、PTSDや抑うつといった不快な記憶に起因する症状を有する臨床群に対してそれら不快な記憶の忘却につながる介入手法の提案にも貢献するだろう。

まとめと今後の課題

本稿では、検索の意図的な制止について、Think/No-Thinkパラダイム研究が明らかにしてきたその効果とメカニズム、調整要因について概観した。Anderson & Green (2001) の出版から20年以上が経過し、相当数の研究成果が蓄積されてきた。検索制止はそれを遂行する本人以外が感知することは困難であるが、脳機能計測によって、そのメカニズムも解明されてきた。そのなかで、検索制止、特に直接抑止を支えている制御ネットワークが運動・感情の制御と共有されていることが明らかにされてきた (e.g., Castiglione & Aron, 2020)。TNTパラダイムは運動の制御を検討するGo/No-Goパラダイムを援用して開発されたことから、それらのメカニズムの共通性は当初から想定されていたと思われる。課題構造を模倣しているからこそ背後のメカニズムが共通しているという指摘はあるかもしれないが、その想定が確証されつつあることはTNT研究の一つの到達点と

言えるだろう。同時にこのことは、認知的制御の領域普遍性 (domain generality) を示している。検索制止を記憶研究の枠にのみ留めるのではなく、認知的制御という観点からも検討していくことが重要であるだろう。

ここ5年の間に発見された一過性健忘状態も発展の余地のある興味深い現象である。閾下提示などを利用した行動変容には倫理的な問題が伴うものの (Bornstein, 1989), Zhu et al. (2021) で示されたように、一過性健忘状態のもとで非意識的に忘却を生じさせられることは応用的な意義も大きい。TNT段階における標的項目の主観的な侵入頻度の結果が示すように、検索制止を行う場合、標的項目はある程度想起されてしまう。制御対象が不快な記憶であれば、その侵入によって精神的な苦痛が生じる可能性がある。特に臨床群にとって、このような不快な記憶の侵入可能性は重大なリスクである。一方で、手がかりの閾下提示を行うZhu et al.の方法では非意識的に事態が進むため、不快な記憶が侵入的に想起される可能性は比較的低いと考えられる (ただし、彼らの研究では侵入頻度は収集されていないため、この点は検証されていない)。Zhu et al.の手続きは、不快な記憶を思い出さずに忘却することのできるリスクの低い介入方法につながるかもしれない。PTSDなどの臨床群を対象とした研究はまだ報告されていないため、今後の展開が期待される。

これに関連して、検索制止 (や一過性健忘状態) をPTSDやうつといった臨床群に対する介入方法の一つとして展開していくには、検討すべき研究対象が多く残されている。思考抑制と検索制止の境界条件は重要な検討課題であるが、それ以外にも例えば、検索制止を数日にわたって実施した場合の効果は検討されていない。さらに、検索制止の長期的な効果も検討されていない。TNTパラダイムにおいて制止後のテストはTNT段階の直後に1回実施されるのみであるため、その効果がどれくらいの時間・期間持続するのかについても不明である。

検索制止 (主に直接抑止) それ自体のメカニズムは豊富に検討されている一方で、検索制止に伴う忘却のメカニズムはあまり検討されていない。本稿でも取り上げたように、これまでの研究ではテスト課題を工夫することで、忘却が抑制によって生じていることが示されてきた。しかしながら、より詳細な認知的・神経科学的なメカニズムには言及されていない。例えば、「抑制」された記憶はそうでない記憶と比べて検索プロセスにどのような違いがあるのか、また、そのプロセスの違いや変容はどのような脳活動の変化と関連しているのか、抑制された記憶はどのような脳活動として表象されるのか、などの問いは未解決のままである。いくつかの研究では、テスト段階での脳活動も測定されているが (Gagnepain

et al., 2014; Liu, Kohn, & Fernández, 2020), 用いられたテスト課題は標準的な手がかり再生テストではない。抑制 (inhibition) は記憶の活性 (activation) と対置する概念であり (MacLeod, Dodd, Sheard, Wilson, & Bibi, 2003), 記憶の活性は連続的に変化することが想定されていることを踏まえると, 抑制の影響によって生じる検索プロセスの変化も連続的であることが想定される。それにもかかわらず, ほとんどの TNT 研究で再生の成否という2値的な評価から計算される再生率を用いているため, 抑制によって生じる連続的な変化はほとんど捉えられていないだろう。このことは, 検索制止による忘却メカニズムの精緻化を妨げる要因の一つであると考えられる (Nishiyama & Saito, 2021b)¹⁵⁾。画像を標的項目として使用し, 口頭再生させた画像の内容の詳細さを分析の対象としている研究もある (Catarino et al., 2015; Küpper et al., 2014)。単語を標的項目とした場合でも, 再生率に加えて, 再生潜時を分析対象とした研究もある (e.g., Haghghi, Ghorbani, Dehnavi, Safaie, & Moghimi, 2020; Nishiyama & Saito, 2021a)。これらの研究は, 忘却メカニズムについて再生プロセスにまで踏み込んだ議論を行っていないが, 再生率と比較して連続的な変化を捉えられる記憶の詳細さや再生潜時といった指標に注目することで, より精緻な忘却メカニズムを明らかにできると考えられる。テスト段階での忘却は TNT パラダイムの根幹となる結果である。したがって, 一過性健忘状態を利用した非意識的な忘却も含めて, その詳細なメカニズムを明らかにすることは, 理論的にも応用的にも今後の重要な検討課題である。

再生時の神経メカニズムを考えるうえで興味深い研究がある。Kikuchi et al. (2010) は解離性健忘の患者2名を対象として, 治療の前後に再認テストを実施し, その時の神経活動を fMRI を用いて記録した。どちらの患者の治療前においても, 思い出せない期間の記憶項目を再認している際の脳活動が直接抑止時の脳活動と類似しており, 右 DLPFC の活動の上昇と海馬の活動の低下が見られた。対象の患者のうち1名は, 治療の結果, 症状が改善した。治療後に実施された同様の再認テストにおいて, 症状の改善した患者では, 右 DLPFC の賦活と海馬の活動の低下は見られなかった。一方で, 症状の改善が見られなかった患者では治療後のテストにおいて治療前と同様の脳活動が観察された。この結果は, 解離性健忘が直接抑止の意図しない動作である可能性を示している。特筆すべきは, この脳活動が再認場面で見られたと

いうことである。解離性健忘は極端なケースであるが, 直接抑止による忘却も, 再生テストにおいて直接抑止の制御メカニズムが駆動することによって生じているのかもしれない。この考えは推測の域を出ないが, 忘却メカニズムの一つの候補として十分検討の価値があるだろう。

検索の意図的な制止のメカニズムは当該プロセスに限定されるものではなく, その理解のためには, 記憶研究を超えた他の研究領域との連携が重要である。領域横断的な研究は, 領域普遍的な認知的制御の解明につながるに違いない。認知的制御の解明は, その不全がしばしば取り上げられる精神疾患の理解も促進するであろう。一方で, 検索制止による忘却メカニズムは, 記憶分野の課題において十分に検討されなければならない。メカニズムの検討を妨げている要因として, 再生率に代表される記憶成績の2値的な分類を取り上げたが, これは TNT パラダイムに限定された問題ではないだろう。上記で取り上げたように再生率以外の指標を用いて再生成績を評価することも重要であるが, 再生それ自体のメカニズムもそれほど明らかではない。再生メカニズムの解明は, その失敗として定義される忘却のメカニズムも明らかにするに違いない。本稿が, TNT パラダイムに新たに取り組む研究者はもちろんのこと, 運動や感情といった他の認知的制御に関する研究に携わる研究者が検索の意図的な制止との関連について検討する際の一助となることを期待したい。

引用文献

- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language*, 49(4), 415–445.
- Anderson, M. C., Bunce, J. G., & Barbas, H. (2016). Prefrontal-hippocampal pathways underlying inhibitory control over memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 134, 145–161.
- Anderson, M. C., & Floresco, S. B. (2022). Prefrontal-hippocampal interactions supporting the extinction of emotional memories: The retrieval stopping model. *Neuropsychopharmacology*, 47, 180–195.
- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature*, 410(6826), 366–369.
- Anderson, M. C., & Hanslmayr, S. (2014). Neural mechanisms of motivated forgetting. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(6), 279–292.
- Anderson, M. C., & Huddleston, E. (2012). To-

15) また, 抑制を十分に反映しきれない再生率を使用することは, 一部の研究において検索制止による忘却効果を検出できなかった一因となっている可能性も考えられる (Bulevich, Roediger, Balota, & Butler, 2006; Wessel, Albers, Zandstra, & Heininga, 2020)

- wards a cognitive and neurobiological model of motivated forgetting. In R. F. Belli (Ed.), *True and false recovered memories*, Vol. 58 (pp. 53–120). New York: Springer.
- Anderson, M. C., & Hulbert, J. C. (2021). Active forgetting: Adaptation of memory by prefrontal control. *Annual Review of Psychology*, 72, 1–36.
- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W., ... Gabrieli, J. D. E. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, 303(5655), 232–235.
- Anderson, M. C., Reinholz, J., Kuhl, B. A., & Mayr, U. (2011). Intentional suppression of unwanted memories grows more difficult as we age. *Psychology and Aging*, 26(2), 397–405.
- Anderson, M. C., & Spellman, B. A. (1995). On the status of inhibitory mechanisms in cognition: Memory retrieval as a model case. *Psychological Review*, 102(1), 68–100.
- Apšvalka, D., Ferreira, C. S., Schmitz, T. W., Rowe, J. B., & Anderson, M. C. (2022). Dynamic targeting enables domain-general inhibitory control over action and thought by the prefrontal cortex. *Nature Communications*, 13, Article 274.
- Ashton, S. M., Benoit, R. G., & Quaedflieg, C. W. E. M. (2020). The impairing effect of acute stress on suppression-induced forgetting of future fears and its moderation by working memory capacity. *Psychoneuroendocrinology*, 120, 104790.
- Benoit, R. G., & Anderson, M. C. (2012). Opposing mechanisms support the voluntary forgetting of unwanted memories. *Neuron*, 76(2), 450–460.
- Benoit, R. G., Hulbert, J. C., Huddleston, E., & Anderson, M. C. (2015). Adaptive top-down suppression of hippocampal activity and the purging of intrusive memories from consciousness. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(1), 96–111.
- Bergström, Z. M., de Fockert, J., & Richardson-Klavehn, A. (2009a). Event-related potential evidence that automatic recollection can be voluntarily avoided. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(7), 1280–1301.
- Bergström, Z. M., de Fockert, J. W., & Richardson-Klavehn, A. (2009b). ERP and behavioural evidence for direct suppression of unwanted memories. *NeuroImage*, 48(4), 726–737.
- Bergström, Z. M., Velmans, M., de Fockert, J., & Richardson-Klavehn, A. (2007). ERP evidence for successful voluntary avoidance of conscious recollection. *Brain Research*, 1151, 119–133.
- Bornstein, R. F. (1989). Subliminal techniques as propaganda tools: Review and critique. *Journal of Mind and Behavior*, 10(3), 231–262.
- Bulevich, J. B., Roediger, H. L., Balota, D. A., & Butler, A. C. (2006). Failures to find suppression of episodic memories in the think/no-think paradigm. *Memory & Cognition*, 34(8), 1569–1577.
- Cano, M. E., & Knight, R. T. (2016). Behavioral and EEG evidence for auditory memory suppression. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, Article 133.
- Castiglione, A., & Aron, A. R. (2020). Unwanted memory intrusions recruit broad motor suppression. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 33(1), 119–128.
- Castiglione, A., Wagner, J., Anderson, M., & Aron, A. R. (2019). Preventing a thought from coming to mind elicits increased right frontal beta just as stopping action does. *Cerebral Cortex*, 29(5), 2160–2172.
- Catarino, A., Küpper, C. S., Werner-Seidler, A., Dalgleish, T., & Anderson, M. C. (2015). Failing to forget: Inhibitory-control deficits compromise memory suppression in posttraumatic stress disorder. *Psychological Science*, 26(5), 604–616.
- Chen, C., Liu, C., Huang, R., Cheng, D., Wu, H., Xu, P., ... Luo, Y.-J. (2012). Suppression of aversive memories associates with changes in early and late stages of neurocognitive processing. *Neuropsychologia*, 50(12), 2839–2848.
- Clark, D. M., Ball, S., & Pape, D. (1991). An experimental investigation of thought suppression. *Behaviour Research and Therapy*, 29(3), 253–257.
- De Vito, D., & Fenske, M. J. (2017). Suppressing memories of words and familiar objects results in their affective devaluation: Evidence from Think/No-think tasks. *Cognition*, 162, 1–11.
- del Prete, F., Hanczakowski, M., Bajo, M. T., & Mazzoni, G. (2015). Inhibitory effects of thought substitution in the think/no-think task: Evidence from independent cues. *Memory*, 23(4), 507–517.
- Depue, B. E., Banich, M. T., & Curran, T. (2006). Suppression of emotional and nonemotional

- content in memory: Effects of repetition on cognitive control. *Psychological Science*, 17(5), 441–447.
- Depue, B. E., Burgess, G. C., Willcutt, E. G., Ruzic, L., & Banich, M. T. (2010). Inhibitory control of memory retrieval and motor processing associated with the right lateral prefrontal cortex: Evidence from deficits in individuals with ADHD. *Neuropsychologia*, 48(13), 3909–3917.
- Depue, B. E., Curran, T., & Banich, M. T. (2007). Prefrontal regions orchestrate suppression of emotional memories via a two-phase process. *Science*, 317(5835), 215–219.
- Depue, B. E., Ketz, N., Mollison, M. V., Nyhus, E., Banich, M. T., & Curran, T. (2013). ERPs and neural oscillations during volitional suppression of memory retrieval. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(10), 1624–1633.
- Depue, B. E., Orr, J. M., Smolker, H. R., Naaz, F., & Banich, M. T. (2016). The Organization of right prefrontal networks reveals common mechanisms of inhibitory regulation across cognitive, emotional, and motor processes. *Cerebral Cortex*, 26(4), 1634–1646.
- Dieler, A. C., Herrmann, M. J., & Fallgatter, A. J. (2014). Voluntary suppression of thoughts is influenced by anxious and ruminative tendencies in healthy volunteers. *Memory*, 22(3), 184–193.
- Elsej, J. W. B., Van Ast, V. A., & Kindt, M. (2018). Human memory reconsolidation: A guiding framework and critical review of the evidence. *Psychological Bulletin*, 144(8), 797–848.
- Engen, H. G., & Anderson, M. C. (2018). Memory control: A fundamental mechanism of emotion regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(11), 982–995.
- Fawcett, J. M., Benoit, R. G., Gagnepain, P., Salman, A., Bartholdy, S., Bradley, C., ... Anderson, M. C. (2015). The origins of repetitive thought in rumination: Separating cognitive style from deficits in inhibitory control over memory. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 47, 1–8.
- Frenda, S. J., & Fenn, K. M. (2016). Sleep less, think worse: The effect of sleep deprivation on working memory. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 463–469.
- Gagnepain, P., Henson, R. N., & Anderson, M. C. (2014). Suppressing unwanted memories reduces their unconscious influence via targeted cortical inhibition. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(13), E1310–E1319.
- Gagnepain, P., Hulbert, J., & Anderson, M. C. (2017). Parallel regulation of memory and emotion supports the suppression of intrusive memories. *Journal of Neuroscience*, 37(27), 6423–6441.
- Guo, Y., Schmitz, T. W., Mur, M., Ferreira, C. S., & Anderson, M. C. (2018). A supramodal role of the basal ganglia in memory and motor inhibition: Meta-analytic evidence. *Neuropsychologia*, 108, 117–134.
- Haghighi, S. S., Ghorbani, M., Dehnavi, F., Safaie, M., & Moghimi, S. (2020). Motivated forgetting increases the recall time of learnt items: Behavioral and event related potential evidence. *Brain Research*, 1729, 146624.
- Hannah, R., & Aron, A. R. (2021). Towards real-world generalizability of a circuit for action-stopping. *Nature Reviews Neuroscience*, 22, 538–552.
- Hanslmayr, S., Leipold, P., & Bäuml, K.-H. (2010). Anticipation boosts forgetting of voluntarily suppressed memories. *Memory*, 18(3), 252–257.
- Hanslmayr, S., Leipold, P., Pastötter, B., & Bäuml, K.-H. (2009). Anticipatory signatures of voluntary memory suppression. *Journal of Neuroscience*, 29(9), 2742–2747.
- Harrington, M. O., Ashton, J. E., Sankarasubramanian, S., Anderson, M. C., & Cairney, S. A. (2021). Losing control: Sleep deprivation impairs the suppression of unwanted thoughts. *Clinical Psychological Science*, 9(1), 97–113.
- 服部陽介 (2015). 自己と他者に関する思考・感情の意図的抑制と実行機能 心理学評論, 58 (1), 115–134.
- Hellerstedt, R., Johansson, M., & Anderson, M. C. (2016). Tracking the intrusion of unwanted memories into awareness with event-related potentials. *Neuropsychologia*, 89, 510–523.
- Hertel, P. T., & Calcaterra, G. (2005). Intentional forgetting benefits from thought substitution. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(3), 484–489.
- Hertel, P. T., & Gerstle, M. (2003). Depressive deficits in forgetting. *Psychological Science*, 14 (6), 573–578.
- Hertel, P. T., & Hayes, J. A. (2015). Distracted by cues for suppressed memories. *Psychological Science*, 26(6), 775–783.
- Hertel, P. T., Large, D., Stück, E. D., & Levy, A.

- (2012). Suppression-induced forgetting on a free-association test. *Memory*, 20(2), 100–109.
- Hertel, P. T., Maydon, A., Ogilvie, A., & Mor, N. (2018). Ruminators (unlike others) fail to show suppression-induced forgetting on indirect measures of memory. *Clinical Psychological Science*, 6(6), 872–881.
- Hertel, P. T., & McDaniel, L. (2010). The suppressive power of positive thinking: Aiding suppression-induced forgetting in repressive coping. *Cognition & Emotion*, 24(7), 1239–1249.
- Hotta, C., & Kawaguchi, J. (2009). Self-initiated use of thought substitution can lead to long term forgetting. *Psychologia*, 52(1), 41–49.
- Hulbert, J. C., & Anderson, M. C. (2018). What doesn't kill you makes you stronger: Psychological trauma and its relationship to enhanced memory control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 147(12), 1931–1949.
- Hulbert, J. C., Henson, R. N., & Anderson, M. C. (2016). Inducing amnesia through systemic suppression. *Nature Communications*, 7, Article 11003.
- Joormann, J., Hertel, P. T., Brozovich, F., & Gotlib, I. H. (2005). Remembering the good, forgetting the bad: Intentional forgetting of emotional material in depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 114(4), 640–648.
- Joormann, J., Hertel, P. T., LeMoult, J., & Gotlib, I. H. (2009). Training forgetting of negative material in depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 118(1), 34–43.
- 川口 潤 (2009). メタ記憶のコントロール—記憶の意図的抑制 清水寛之 (編著) メタ記憶—記憶のモニタリングとコントロール— (pp. 87–104) 北大路書房
- Ketz, N., O'Reilly, R. C., & Curran, T. (2014). Classification aided analysis of oscillatory signatures in controlled retrieval. *NeuroImage*, 85, 749–760.
- Kikuchi, H., Fujii, T., Abe, N., Suzuki, M., Takagi, M., Mugikura, S., ... & Mori, E. (2010). Memory repression: Brain mechanisms underlying dissociative amnesia. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(3), 602–613.
- Kim, K., & Yi, D.-J. (2013). Out of mind, out of sight: Perceptual consequences of memory suppression. *Psychological Science*, 24(4), 569–574.
- Kirschbaum, C., Pirke, K.-M., & Hellhammer, D. H. (1993). The 'Trier Social Stress Test': A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1–2), 76–81.
- Koenig-Robert, R., & Pearson, J. (2020). Decoding nonconscious thought representations during successful thought suppression. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 32(12), 2272–2284.
- Küpper, C. S., Benoit, R. G., Dalgleish, T., & Anderson, M. C. (2014). Direct suppression as a mechanism for controlling unpleasant memories in daily life. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143(4), 1443–1449.
- Legrand, N., Etard, O., Vandeveld, A., Pierre, M., Viader, F., Clochon, P., ... Gagnepain, P. (2020). Long-term modulation of cardiac activity induced by inhibitory control over emotional memories. *Scientific Reports*, 10(1), 15008.
- LeMoult, J., & Gotlib, I. H. (2019). Depression: A cognitive perspective. *Clinical Psychology Review*, 69, 51–66.
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2008). Individual differences in the suppression of unwanted memories: The executive deficit hypothesis. *Acta Psychologica*, 127(3), 623–635.
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2012). Purging of memories from conscious awareness tracked in the human brain. *Journal of Neuroscience*, 32(47), 16785–16794.
- Liu, W., Kohn, N., & Fernández, G. (2020). Probing the neural dynamics of mnemonic representations after the initial consolidation. *NeuroImage*, 221, 117213.
- Liu, W., Peeters, N., Fernández, G., & Kohn, N. (2020). Common neural and transcriptional correlates of inhibitory control underlie emotion regulation and memory control. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(5), 523–536.
- Liu, Y., Lin, W., Liu, C., Luo, Y., Wu, J., Bayley, P. J., & Qin, S. (2016). Memory consolidation reconfigures neural pathways involved in the suppression of emotional memories. *Nature Communications*, 7, Article 13375.
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295–327.
- MacLeod, C. M., Dodd, M. D., Sheard, E. D., Wilson, D. E., & Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. In *Psychology of learning and motivation*, Vol. 43 (pp. 163–214). Elsevier.
- Marks, E. H., Franklin, A. R., & Zoellner, L. A. (2018). Can't get it out of my mind: A sys-

- tematic review of predictors of intrusive memories of distressing events. *Psychological Bulletin*, 144(6), 584–640.
- Mary, A., Dayan, J., Leone, G., Postel, C., Fraisse, F., Malle, C., ... Gagnepain, P. (2020). Resilience after trauma: The role of memory suppression. *Science*, 367(6479), Article eaay8477.
- Marzi, T., Regina, A., & Righi, S. (2014). Emotions shape memory suppression in trait anxiety. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 1001.
- McClelland, J. L., McNaughton, B. L., & O'Reilly, R. C. (1995). Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the successes and failures of connectionist models of learning and memory. *Psychological Review*, 102(3), 419–457.
- Mecklinger, A., Parra, M., & Waldhauser, G. T. (2009). ERP correlates of intentional forgetting. *Brain Research*, 1255, 132–147.
- Mednick, S. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review*, 69(3), 220–232.
- Mitchell, J. P., Heatherton, T. F., Kelley, W. M., Wyland, C. L., Wegner, D. M., & Macrae, C. N. (2007). Separating sustained from transient aspects of cognitive control during thought suppression. *Psychological Science*, 18(4), 292–297.
- Moran, T. P. (2016). Anxiety and working memory capacity: A meta-analysis and narrative review. *Psychological Bulletin*, 142(8), 831–864.
- Nishiyama, S., & Saito, S. (2021a). Transferable inhibition of direct suppression: Evidence from a dot-probe task. *Psychologia*, 63(1), 20–41.
- Nishiyama, S., & Saito, S. (2021b). Accumulative process model of human memory recall. *Online poster presentation at the 62nd Annual Meeting of the Psychonomic Society*, November, 6.
- Nishiyama, S., & Saito, S. (2022). Retrieval stopping can reduce distress from aversive memories. *Cognition and Emotion*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02699931.2022.2071845>
- Nørby, S. (2015). Why forget? On the adaptive value of memory loss. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 551–578.
- Noreen, S., Cooke, R., & Ridout, N. (2020). Investigating the mediating effect of working memory on intentional forgetting in dysphoria. *Psychological Research*, 84(8), 2273–2286.
- Noreen, S., & MacLeod, M. D. (2013). It's all in the detail: Intentional forgetting of autobiographical memories using the autobiographical think/no-think task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(2), 375–393.
- Noreen, S., O'Connor, A. R., & MacLeod, M. D. (2016). Neural correlates of direct and indirect suppression of autobiographical memories. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 379.
- Noreen, S., & Ridout, N. (2016a). Examining the impact of thought substitution on intentional forgetting in induced and naturally occurring dysphoria. *Psychiatry Research*, 241, 280–288.
- Noreen, S., & Ridout, N. (2016b). Intentional forgetting in dysphoria: Investigating the inhibitory effects of thought substitution using independent cues. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 52, 110–118.
- O'Reilly, R. C., & Frank, M. J. (2006). Making working memory work: A computational model of learning in the prefrontal cortex and basal ganglia. *Neural Computation*, 18(2), 283–328.
- 織田 涼・服部雅史・西田勇樹 (2018). 洞察問題としての日本語版 Remote Associates Task の作成 心理学研究, 89 (4), 376–386.
- Pelkey, K. A., Chittajallu, R., Craig, M. T., Tricoire, L., Wester, J. C., & McBain, C. J. (2017). Hippocampal GABAergic inhibitory interneurons. *Physiological Reviews*, 97(4), 1619–1747.
- Quaedflieg, C. W. E. M., Schneider, T. R., Daume, J., Engel, A. K., & Schwabe, L. (2020). Stress impairs intentional memory control through altered theta oscillations in lateral parietal cortex. *Journal of Neuroscience*, 40(40), 7739–7748.
- Raaijmakers, J. G. W., & Jakab, E. (2013). Re-thinking inhibition theory: On the problematic status of the inhibition theory for forgetting. *Journal of Memory and Language*, 68(2), 98–122.
- Racsmany, M., Conway, M. A., Keresztes, A., & Krajcsi, A. (2012). Inhibition and interference in the think/no-think task. *Memory & Cognition*, 40(2), 168–176.
- Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 251–257.
- Rugg, M. D., Schloerscheidt, A. M., Doyle, M. C., Cox, C. J. C., & Patching, G. R. (1996). Event-related potentials and the recollection of associative information. *Cognitive Brain Research*, 4

- (4), 297–304.
- Sacchet, M. D., Levy, B. J., Hamilton, J. P., Maksimovskiy, A., Hertel, P. T., Joormann, J., ... Gotlib, I. H. (2017). Cognitive and neural consequences of memory suppression in major depressive disorder. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 17(1), 77–93.
- Schachar, R., Logan, G. D., Robaey, P., Chen, S., Ickowicz, A., & Barr, C. (2007). Restraint and cancellation: Multiple inhibition deficits in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 35(2), 229–238.
- Schmitz, T. W., Correia, M. M., Ferreira, C. S., Prescott, A. P., & Anderson, M. C. (2017). Hippocampal GABA enables inhibitory control over unwanted thoughts. *Nature Communications*, 8, Article 1311.
- Scimeca, J. M., & Badre, D. (2012). Atrial contributions to declarative memory retrieval. *Neuron*, 75(3), 380–392.
- Shields, G. S., Sazma, M. A., & Yonelinas, A. P. (2016). The effects of acute stress on core executive functions: A meta-analysis and comparison with cortisol. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 68, 651–668.
- Stramaccia, D. F., Meyer, A.-K., Rischer, K. M., Fawcett, J. M., & Benoit, R. G. (2021). Memory suppression and its deficiency in psychological disorders: A focused meta-analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 150(5), 828–850.
- Taubenfeld, A., Anderson, M. C., & Levy, D. A. (2019). The impact of retrieval suppression on conceptual implicit memory. *Memory*, 27(5), 686–697.
- Tomlinson, T. D., Huber, D. E., Rieth, C. A., & Davelaar, E. J. (2009). An interference account of cue-independent forgetting in the no-think paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37), 15588–15593.
- 月元 敬・川口 潤 (2006). 検索誘導性忘却研究の展望 人間環境学研究, 4(2), 31–41.
- Tulving, E. (1974). Cue-dependent forgetting: When we forget something we once knew, it does not necessarily mean that the memory trace has been lost; it may only be inaccessible. *American Scientist*, 62(1), 74–82.
- van Schie, K., & Anderson, M. C. (2017). Successfully controlling intrusive memories is harder when control must be sustained. *Memory*, 25(9), 1201–1216.
- van Schie, K., Geraerts, E., & Anderson, M. C. (2013). Emotional and non-emotional memories are suppressible under direct suppression instructions. *Cognition & Emotion*, 27(6), 1122–1131.
- Waldhauser, G. T., Bäuml, K.-H. T., & Hanslmayr, S. (2015). Brain oscillations mediate successful suppression of unwanted memories. *Cerebral Cortex*, 25(11), 4180–4190.
- Waldhauser, G. T., Dahl, M. J., Ruf-Leuschner, M., Müller-Bamouh, V., Schauer, M., Axmacher, N., ... Hanslmayr, S. (2018). The neural dynamics of deficient memory control in heavily traumatized refugees. *Scientific Reports*, 8, Article 13132.
- Waldhauser, G. T., Johansson, M., Bäckström, M., & Mecklinger, A. (2011). Trait anxiety, working memory capacity, and the effectiveness of memory suppression. *Scandinavian Journal of Psychology*, 52(1), 21–27.
- Waldhauser, G. T., Lindgren, M., & Johansson, M. (2012). Intentional suppression can lead to a reduction of memory strength: Behavioral and electrophysiological findings. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 401.
- Wang, D. (Adam), Hagger, M. S., & Chatzisarantis, N. L. D. (2020). Ironic effects of thought suppression: A meta-analysis. *Perspectives on Psychological Science*, 15(3), 778–793.
- Wang, Y., Cao, Z., Zhu, Z., Cai, H., & Wu, Y. (2015). Cue-independent forgetting by intentional suppression – Evidence for inhibition as the mechanism of intentional forgetting. *Cognition*, 143, 31–35.
- Wang, Y., Luppi, A., Fawcett, J., & Anderson, M. C. (2019). Reconsidering unconscious persistence: Suppressing unwanted memories reduces their indirect expression in later thoughts. *Cognition*, 187, 78–94.
- Wang, Y., & Zhu, Z. (2022). Retrieval suppression induced forgetting on 1-week-old consolidated episodic memories. *Psychonomic Bulletin & Review*. Advance online publication. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02096-y>
- Wang, Y., Zhu, Z., Hu, J., Schiller, D., & Li, J. (2021). Active suppression prevents the return of threat memory in humans. *Communications Biology*, 4, Article 609.
- Wegner, D. M. (1994). Ironic Processes of Mental Control. *Psychological Review*, 101(1), 34–52.
- Wegner, D. M., Schneider, D. J., Carter, S. R. I., & White, T. L. (1987). Paradoxical effects of

- thought suppression. *Journal of Personality & Social Psychology*, 53(1), 5–13.
- Wenzlaff, R. M., & Wegner, D. M. (2000). Thought suppression. *Annual Review of Psychology*, 51, 59–91.
- Wessel, I., Albers, C. J., Zandstra, A. R. E., & Heininga, V. E. (2020). A multiverse analysis of early attempts to replicate memory suppression with the think/no-think task. *Memory*, 28(7), 870–887.
- Wilding, E. L., & Rugg, M. D. (1996). An event-related potential study of recognition memory with and without retrieval of source. *Brain*, 119(3), 889–905.
- Yang, W., Jia, H., Feng, Q., Wei, D., Qiu, J., & Hulbert, J. C. (2021). Functional connectivity between right-lateralized ventrolateral prefrontal cortex and insula mediates reappraisal's link to memory control. *Journal of Affective Disorders*, 290, 316–323.
- Yang, W., Liu, P., Zhuang, K., Wei, D., Anderson, M. C., & Qiu, J. (2020). Behavioral and neural correlates of memory suppression in subthreshold depression. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 297, Article 111030.
- Zhang, D., Xie, H., Liu, Y., & Luo, Y. (2016). Neural correlates underlying impaired memory facilitation and suppression of negative material in depression. *Scientific Reports*, 6, Article 37556.
- Zhu, Z., Anderson, M., & Wang, Y. (2021). *Inducing amnesia for unwanted memories through subliminal reactivation*. PsyArXiv.
- Zhu, Z., & Wang, Y. (2021). Forgetting unrelated episodic memories through suppression-induced amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 150(3), 401–413.
- (2022年3月25日受稿, 2022年6月16日受理)