

## 展望記憶における反応抑制と表象抑制の役割

内海 健太, 齊藤 智

京都大学

The roles of response inhibition and representation inhibition in prospective memory

Kenta UTSUMI and Satoru SAITO

Kyoto University

The goal of this review paper is to elucidate prospective memory (PM) mechanisms by identifying the roles of inhibition. Recently, inhibitory functions in PM have become of interest, but little is known about them. Previous studies examining the relationship between PM and inhibition can be broken into two categories: (1) studies that have examined the relationship using analyses based on the correlation of scores in related tasks and (2) studies that have employed experimental manipulations and have focused on inhibition that actually functioned in the PM remembering process. In reviewing these studies, we have found that both response inhibition and representation inhibition are involved in PM. Based on these results, we suggest that PM involves two control processes and that the separate inhibitory mechanisms apply to each of the control processes. This cognitive psychological hypothesis is supported by neuroscience studies. Finally, we argue that this distinction in the roles of inhibition is important for the development of PM theory.

**Key words:** prospective memory, response inhibition, representation inhibition, retrospective memory, cognitive control, forgetting

キーワード：展望記憶, 反応抑制, 表象抑制, 回想記憶, 認知制御, 忘却

我々の日常的な行動を支える認知機能の一つに記憶がある。記憶は主に二つの機能的側面を持つと考えられている。一つは、過去に経験した情報を貯蔵する回想記憶 (retrospective memory) であり、もう一つは、これから行う予定の想起を実現する展望記憶 (prospective memory) である。この展望記憶は、未来を指向するという点で前述の回想記憶と対比的な機能を持つ心理的構成概念と考えられてきており、その研究は、現在もお発展の途上にある。本研究は、展望記憶研究の理論的發展に貢献する要因として抑制 (inhibition) に着目した。なお、本研究における抑制という用語は、優勢となる情報や反応の活性化を能動的に下げようとする心的機能一般を指すものとする (e.g., Anderson, 2003)。後述するように、回想記憶においては、抑制機能がある種の記憶想起の成功を支えているという考えが支持され、そうした抑制機能が、様々な記憶事象に関わっているということが指摘されている (e.g., Anderson, Bjork, & Bjork, 1994)。このような理論的展開は、回想記

憶についての我々の心理学的理解を大きく促進している。本研究は、そうした抑制機能が、展望記憶においても重要な役割を担っているかどうか、担っているのであればどのようなメカニズムに基づいているのかについて検討していく。

回想記憶に関する心理学的研究は、保持・想起過程という、記憶における情報の活性化の側面に加え (Atkinson & Shiffrin, 1968)、情報の活性化を能動的に下げる抑制の役割を明確化することで発展を遂げてきた。例えば Anderson et al. (1994) は、ある情報 (例, リンゴ) の想起・検索を事前に経験すると、後でそれと関連する別の情報 (例, ミカン) を思い出しにくくなることを示した (検索誘導性忘却; retrieval-induced forgetting)。この実験結果に基づいて Anderson et al. (1994) は、我々の記憶が、ある情報の想起を効率的に達成するために、これに干渉する情報を抑制する機能を持つことを主張した。つまりこの結果は、ある情報の活性化の背後には抑制が関与するというメカニズムによって記憶が機能することを示唆したと言え

る。そして近年、展望記憶に関して、抑制がうまく機能しなかった場合に、我々の円滑な日常生活に支障を来たす可能性が指摘され始めた。その一例として、もはや想起する必要のない予定を再び想起してしまうというコミッション・エラー (commission error; Scullin, Bugg, & McDaniel, 2012) が挙げられる。例えば、薬を服用するという予定を実行したにもかかわらず、その後に再び同じ薬を服用してしまうエラーがこれにあてはまる。この例を用いて説明するならば、このエラーは、薬の服用という予定の完了後にこの意図の抑制あるいはこの意図に関連付けられた薬を飲むという反応の抑制の失敗に由来すると考えられている (e.g., Scullin & Bugg, 2013)。逆に言うこの知見は、我々の展望記憶は、抑制を効率的に機能させることでこれらのエラーの発生を最小限に留め、我々の円滑な予定行動を実現させていることを示唆する。これらの議論から我々は、抑制は展望記憶の一部を為す構成要素であり、この抑制の展望記憶想起における役割を特定することは、展望記憶研究の発展に貢献すると想定した。ただし、抑制の役割という観点から展望記憶のモデルを構築するためには、まず、これまでの科学研究が展望記憶と抑制の関連性についてどのような手法でどこまで明らかにしてきたかを明確にする必要がある。これに基づき本研究では、展望記憶の想起メカニズムを解明するにあたって、展望記憶に対して影響を持つ抑制の具体的検討という観点からアプローチすることを試みた。これを目的とした上で、本研究は、展望記憶と抑制の関連性を議論した心理学的研究を概観する。

以下に、本論文の構成について簡略に述べる。まず、本論文の展開をイントロダクションとして示した後、展望記憶と抑制のそれぞれを対象とした心理学的および神経科学的研究を概観する。これら二つの議論を通じて、回想記憶や実行機能の研究が、抑制の役割を明確化することによって発展を遂げてきたこと、そして、展望記憶の理論的發展においてもこの下位機能の役割の検討が必要であることを述べる。そして、これに続く節では、展望記憶と抑制の関連性を議論した先行研究を概観する。ここでは、これらの先行研究における手法を複数に分類した上で、これらが明らかにしてきたこと、そしてそれらの限界点を指摘す

る。次節では、前節の議論から導き出された認知心理学的仮説を、これとは別のアプローチ、すなわち神経科学的アプローチから検証した先行研究を概観する。総合考察では、これらの議論をまとめ、展望記憶は反応制御 (response control) と表象制御 (representation control) の二過程によって構成されるという新たな仮説を提唱する。そして、本研究における全ての議論を包括した上で、展望記憶研究が今後さらに発展するために必要とされる課題を指摘する。

## 1. 展望記憶研究と抑制研究

ここでは、展望記憶についての心理学的研究が明らかにしてきたことを、この記憶と抑制との関連を示唆する現象を踏まえて概観する。まず、展望記憶の研究手法の変遷を記述した上で、現在も展望記憶研究の議論の対象となっている二つの理論を紹介する。その後、展望記憶におけるコミッション・エラー研究の紹介を通じて、展望記憶の新たな理論構築には抑制の役割の明確化が要求されることを指摘する。そして最後に、我々の認知的活動を支える抑制について認知心理学的研究が何を明らかにしてきたかを把握するために、その先行研究を概観する。

### 1.1 展望記憶研究の概観

展望記憶研究の多くは、人間がいかにして適切なタイミングで予定情報を想起できるかという問題に着目し、その背後にある情報の活性化の側面に注目してきた。予定の想起に関する初期の認知心理学的研究は、日常場面で実際に機能した展望記憶を捉えるという手続きが主流であった。その一例として、参加者に対し所定の期日までに葉書を投函することを要求した葉書返送課題などが挙げられる (e.g., Meacham & Singer, 1977)。しかし、実験室外では実験者が想定していなかった要因が介入することが多く、また、それを実験操作によって制御することが難しいという実情から、90年代を境に、実験室実験に基づいた展望記憶研究を進めるべきという動きがさかんになった。この研究の流れは、展望記憶の想起が要求される実験パラダイムを確立した Einstein and McDaniel (1990) を一つの起点としている。彼らは、展望

記憶が機能する状況を実験室実験で再現するにあたって、予定以外の何らかの作業に従事している間であっても予定を想起すべきタイミングを感知できればこれを自発的に想起できる、という展望記憶の特徴 (Craig, 1986) に着目した。彼らはこの特徴を、背景課題 (ongoing task) と展望記憶課題と呼ばれる二つの課題を同時に遂行させることで実現した。背景課題とは、参加者が実験中常に行わなければならない課題であり、予定を想起するまでは予定以外の何らかの作業に従事しているという日常生活場面を再現している。一方の展望記憶課題とは、予定そのもののことであり、事前に指定された刺激 (手がかり) が呈示された場合にのみ背景課題とは異なる反応を要求する課題である。ここで重要な点は、展望記憶課題の頻度、すなわち手がかりが呈示される頻度はかなり低く設定されているということである。つまりこれは、記憶表象としての活性度が低下した予定を、適切なタイミングで自発的に想起するという、展望記憶に特異的な機能を要求するための操作である。なお、この手がかりが何らかの刺激の出現である場合 (例、ポストを見たら手紙を投函する) に機能する展望記憶は、イベントベースの展望記憶、時間に基づく手がかりであった場合 (例、午前11時になったら買い物に出かける) は時間ベースの展望記憶と呼ばれる。Einstein 型パラダイムと呼ばれるこの実験パラダイムは、Einstein and McDaniel (1990) 以降、現在まで多くの展望記憶研究において用いられており、そこから生み出された研究成果が、二つの展望記憶理論の提唱を促すこととなった。

## 1.2 展望記憶に関する二つの理論

本節では、これまでに提唱された二つの展望記憶理論、すなわち PAM (preparatory attentional and memory processes) 理論 (Smith, 2003) と多重プロセス (multiprocess view) 理論 (McDaniel & Einstein, 2000; McDaniel et al., 2004) について説明する。PAM 理論は、展望記憶の想起には必ず一定の注意資源が必要であり、自動的に想起が達成されることはないと説明している。例えば Smith (2003) は、展望記憶課題を実行しなければならない場合、この課題を実行しなくてもよい場合と比べて背景課題の成績が下がるという結果を示した。こ

の結果から Smith (2003) は、展望記憶の想起にはその手がかりを検出するための認知コスト、すなわち環境に対するモニタリングが必要であると主張した。多重プロセス理論は、Smith (2003) が主張するように展望記憶の想起は基本的に一定の注意資源を必要とするが、状況によってはこの想起が注意資源無しに環境からの働きかけにより自動的に起こりうる、と想定している。例えば McDaniel et al. (2004) は、展望記憶課題として、展望記憶手がかりを検出した際に事前にそれと連合付けられていたターゲット語を回答することを求めた。すると、この連合強度が高い場合 (例、eraser-pencil) に、低い場合 (例、eraser-needle) と比べて、展望記憶想起が優れることがわかった。さらに手がかりとターゲット語の連合強度が高い条件では、背景課題に加え、さらにもう一つ認知課題の遂行を求めても展望記憶の成績は下がらないことが示された。McDaniel et al. (2004) は、この結果について、展望記憶手がかりと展望記憶行動がよく関連付けられている場合に限っては、手がかりの出現が我々の展望記憶想起を引き起こすため、最小限の注意資源で展望記憶想起が達成されると考えた。

今もなお展望記憶研究において議論の対象となるこれら二つの理論はいずれも、環境に対するモニタリングの関与から展望記憶想起メカニズムの説明を試みている。なお、展望記憶想起のためのモニタリングは、展望記憶の想起と関連付けられた手がかりの出現を監視する行動と定義される (Smith, 2003; Smith & Bayen, 2004)。ここで、展望記憶想起にモニタリングを必ず仮定すべきかどうかという点こそが両理論間の議論の焦点である。これに対して我々は、モニタリングという行動に焦点をあてるだけでは、展望記憶想起のメカニズムに対する情報処理という観点からの検討が十分とは言えないと考えた。より発展的な展望記憶理論を確立するためには、既に紹介した二つの理論間の論争を基盤にした上で、展望記憶の符号化から想起までの過程を検討する必要があるだろう。そのようなアプローチには、情報の活性化と抑制が織りなすダイナミックな制御過程の実態を明らかにするという新たな視点を持つことが求められることになるだろう。

### 1.3 展望記憶における抑制とコミッション・エラー

既に紹介したように、展望記憶において抑制が正しく働かなかった場合、もはや想起する必要のない予定を再び想起してしまうというコミッション・エラーが起こりうる。これは習慣や癖を抑制する機能の不全が原因と考えられている (Scullin et al., 2012)。このエラーの研究に関して、例えば Scullin et al. (2012) は、若齢者と高齢者を対象とし、Einstein 型パラダイムに基づいた実験室実験による検討を行った。Scullin et al. (2012) の手続きは二つの実験段階によって構成された。第一段階では、背景課題として語彙判断課題を課し、それと同時に事前に手がかりとして指定した二語が出現した場合に、背景課題とは異なる反応を要求するイベントベースの展望記憶課題を課した。この二重課題の終了後、実験者は参加者に対し、展望記憶課題はここで終了であるためこの後実行する必要がないということを告げた。続く第二段階では、語彙判断課題のみ遂行することを要求された。しかしながら、ここで、第一段階で経験した手がかりが再び出現した。その結果、第二段階において高齢者のみがこの手がかりに対して展望記憶課題と同様の反応をしてしまうエラー、つまりコミッション・エラーを多く報告した。この現象が起こる原因として、二つの可能性が議論されている。一つ目は、高齢者における習慣化した反応を抑制する機能の低下による説明である。Scullin et al. (2012) は、高齢者におけるこの反応抑制機能低下の根拠として、高齢者のストロープ課題 (Stroop task) やトレイルメイキング課題 (trail-making task) の成績が若齢者よりも低いことを示した Scullin et al. (2011) を挙げた。なおトレイルメイキング課題とは、数字の1から25までを順に結ぶ Part A と、用紙の上にランダムに配置された「1~13」の数字と「A~L」のアルファベットについて 1 → A → 2 → B … といった形で交互に結ぶことを求める Part B の二つによって構成される課題である。中でも Part B の遂行時間が、反応抑制を強く反映した指標としてみなされている (e.g., Langenecker et al., 2007)。そして Scullin et al. (2012) は、先述の結果に関して、第一段階で展望記憶手がかりと連付けられた展望記憶課題としての反応が習慣化したことで、第二段階で当該

の手がかりを呈示された場合にその行動 (すなわち展望記憶課題の反応) の抑制に失敗してしまった結果がコミッション・エラーとして現れた、と説明した。二つ目の可能性は、忘れられるべき完了済みの意図の活性度が閾値を超えて残ってしまっていたという仮説である (Goschke & Kuhl, 1993)。この仮説はコミッション・エラーを、展望記憶が完了済みの意図に関わる内的表象を抑制できなかった結果として解釈している。このように、コミッション・エラーという現象を通じて、展望記憶の想起メカニズムには反応を制御する過程と内的表象を制御する過程の二つが想定でき (Meiser and Rummel, 2012)、それぞれでは異なるメカニズムに基づいた抑制が要求されるという可能性を指摘できる。

これまでのコミッション・エラー研究の多くが、このエラーは老年層でのみ見られ若齢層では見られなかったことを報告している (e.g., Scullin et al., 2012)。この結果から、抑制が衰えていない健全成人は完了済みの予定の抑制を十分に出来ていると予想できる。一方、Walser, Goschke, and Fischer (2014) は、Scullin et al. (2012) とは異なる実験手続きを用いて、利用可能な認知資源が制限された場合では、若齢層であっても完了済みの意図に対する抑制が困難となる可能性を指摘した。Walser et al. (2014) は、背景課題として、モニター画面上に呈示される一桁の数字に対する奇数偶数判断を課した。そして展望記憶課題には、ある特定の色 (例、赤色の数字) やフォント (例、太字体) が手がかりとして指定された。参加者はこの課題をいくつかのセッションに渡って実行するのだが、セッションごとに異なる刺激次元が展望記憶手がかりとして適用され、さらに、前セッションにおける展望記憶手がかりの要件を満たした刺激が次のセッションでもダミー刺激として出現した。結果として、このダミー刺激に対する背景課題としての反応が、他の統制刺激に対する反応よりも遅くなることがわかった。すでに挙げたコミッション・エラー研究 (Scullin et al. 2012) と比較した時に、この Walser et al. (2014) の実験手続きの新規な点は、ダミー刺激が呈示される課題においても別の展望記憶課題の保持を求めているところにある。この点で、背景課題だけを実行するよう教示した Scullin et al. (2012) と大きく異なる

る。Walser et al. (2014) では、参加者は、新たな意図の保持のために認知資源を配分する必要があったため、完了済みの意図の抑制に十分な認知資源を割り当てることができなかつたのかもしれない。展望記憶の想起・検索に割り当てることができる認知資源が制限された状態では、反応してはいけなかつたの展望記憶手がかりが呈示された時、若齢層でも展望記憶課題としての反応の抑制に困難を示すと考えられる。

本節を通じて主張できることは、展望記憶において、不要な情報を処理するための抑制が重要な役割を担っているということである。しかしながら、いかなる抑制が展望記憶の中でどのように機能するかについての研究は、回想記憶や実行機能における抑制研究と比較すると十分とは言えない。回想記憶あるいは実行機能の研究は2000年前後までに、抑制の具体的なメカニズムにまで言及した研究をさかんに行ってきており (e.g., Anderson et al., 1994; Anderson & Green, 2001; Friedman & Miyake, 2004), それぞれの研究は、記憶活動の背後にある抑制の役割の明確化によって飛躍的な発展を遂げてきた。したがって、展望記憶における抑制の役割の具体的な検討によって、展望記憶研究のさらなる理論的発展が期待できるだろう。

そこで本研究は、展望記憶のメカニズムを明らかにするにあたって、想起に必要な情報の活性過程ばかりでなく抑制が持つ効果から迫るという視点に立ち、議論を行う。次節では、展望記憶と抑制の関連性を議論した先行研究の概観に備えて、回想記憶や実行機能の研究を含む認知心理学的研究が、いかなる手法によって抑制に関する議論を深めてきたかを概観する。

#### 1.4 反応抑制と表象抑制

本節では、認知心理学的研究がこれまでに報告してきた、抑制の分類について議論する。まずはより上位の区分として、身体反応に対する抑制 (motor inhibition; 内容的に response inhibition と同義であるため、以下、反応抑制とする) と認知的表象に対する抑制 (representation inhibition; 以下、表象抑制) の少なくとも二つがあることを、先行研究 (e.g., MacLeod et al., 2003) を交えて概観する。そして、後者の表象抑制に関して、さらに注

意のレベルで機能する抑制と記憶のレベルで機能する抑制に区分できることについても言及する。

我々の認知活動の根底にある抑制に関して、MacLeod et al. (2003) が、この機能は反応抑制と表象抑制の二つに大別できる可能性を指摘し、それぞれを切り離して議論すべきであると主張した。反応抑制は、ストループ課題や実行/抑止 (go/no go) 課題などの遂行に要求される制御に代表される。ストループ課題では、呈示された文字の色の回答が要求される。ここで、呈示された文字 (例えば、あか) と文字色 (例えば、緑色) が不一致である場合、参加者は文字をそのまま読むという優勢な行動を抑制しなければならない。もう一方の実行/抑止課題は、各試行の冒頭に呈示される刺激に応じて、ある反応の実行 (実行試行) もしくは抑止 (抑止試行) のいずれかを求める。例えば実行試行を意味する刺激が呈示された場合出来る限り速いキー押しを要求するが、それ以外の刺激が呈示された場合 (抑止試行) ではそのキー押しを抑えることを要求する。この課題では、抑止試行でどれだけ正確に反応を抑えることができたかが一つの指標となる。

表象抑制に関しては、MacLeod et al. (2003) が、これをさらに注意のレベルと記憶のレベルに分けられる可能性を指摘した。注意レベルでの抑制は、ネガティブプライミング (May, Kane, & Hasher, 1995) や復帰抑制 (inhibition of return; Posner et al., 1985) といった現象に反映されると仮定した。一方、記憶レベルの抑制は、指示忘却 (directed forgetting; Geiselman, Bjork, & Fishman, 1983; Bäuml et al., 2008) や検索誘導性忘却 (retrieval-induced forgetting; Anderson et al., 1994) といった現象の根底にある心的メカニズムに反映されると主張した。以下に各現象を概観する。

ネガティブプライミングとは (e.g., Tipper, 1985), 無視するように教示された視覚刺激に対する後の処理 (例えば、音読) の速度が、無視を要求されなかつた刺激への処理と比べて遅くなる現象を指す。これは、目標刺激に対する抑制が、知覚的処理段階においても効果を持つことを示す証拠として位置づけられている (Marsh et al., 2012)。復帰抑制 (Posner et al., 1985) とは、一度注意を向けた位置への回帰を抑制し、視覚内でまだ注意を向けていない位置に注意を向けようとする

るという人間の持つ空間的注意の働きを捉えた現象である。

上記のネガティブプライミングや復帰抑制は、注意のレベルで働く抑制メカニズムを捉えていた。一方、これから説明する指示忘却や検索誘導性忘却といった現象は、記憶レベルの抑制を反映するとされている (MacLeod et al., 2003)。

指示忘却とは、記銘後に忘却するよう教示された項目の再生成績がそのような教示がされなかった項目と比べて低くなる現象である (Geiselman et al., 1983)。この現象に対する説明の一つとして、忘却教示により忘却を指示された項目に対する検索過程そのものが抑制されるという検索抑制説がある (Bjork, 1989)。そして、この仮説を検証する形で見出されたのが検索誘導性忘却である (Anderson et al., 1994)。検索誘導性忘却とは、特定の情報 (ターゲット) を想起することによって、別の情報 (非ターゲット) が思い出しにくくなる現象である。この現象について Anderson (2003) は、ある記憶情報の検索・想起に干渉する情報が抑制されるという、記憶機能の適応的な認知制御過程を反映していると説明した (抑制説)。

上述のように、回想記憶や実行機能を含んだ認知心理学的研究では、抑制について具体的なメカニズムにまで言及した研究が多く行われてきた。それでは、展望記憶における抑制の働きについてはどのような議論がなされてきたのだろうか。次節では、この展望記憶と抑制の関連性に言及した研究を概観する。

## 2. 展望記憶と抑制の関連についての研究

展望記憶に対する抑制の関与を検討する心理学的研究は、Cockburn (1995) に端を発する。詳しくは次節で言及するが、Cockburn (1995) は、ある脳損傷症例が、展望記憶課題と実行機能課題の成績低下を示すことを報告した。そして、この神経科学的な成果は、展望記憶と抑制の関連を議論する認知心理学研究を動機付けた。

以下では、展望記憶と抑制の関連性について議論した先行研究を次の二つのアプローチに分類して概観する。一つ目のアプローチとして、この関連性を相関関係に基づき分析によって議論する手

法を挙げ、その中で、先行研究間の結果の矛盾や未解決の問題を指摘する。二つ目のアプローチとして、展望記憶想起過程で実際に機能する抑制メカニズムを取り出した先行研究を紹介する。ここでは、背景課題を通じて習慣化した反応に対する抑制と展望記憶の想起に干渉する情報の表象に対する抑制という、二つの抑制の展望記憶における働きについて議論する。

### 2.1 相関関係に基づき展望記憶と抑制の関連性を議論した研究

展望記憶課題の成績と抑制課題の成績の比較に基づく研究も、さらに以下の二つに分けることができる。一つは、加齢を含む、展望記憶の発達の変化を検討したアプローチ、そしてもう一つが、脳損傷症例や精神疾患症例などを対象とした症例研究によるアプローチである。まずは、前者のアプローチによる展望記憶と抑制の関連についての議論をまとめる。

Gonneaud et al. (2011) は、加齢に伴う展望記憶機能の低下が抑制の低下によって説明されることを示した。この研究では、若齢層 ( $M=24.3, SD=4.5$ )、中齢層 ( $M=51.0, SD=7.0$ )、そして高齢層 ( $M=68.2, SD=6.7$ ) の三群に、イベントベースおよび時間ベースの展望記憶課題を課した。加えて、抑制の指標として、ランダム文字列生成課題 (random letter generation task; Baddeley, 1966) を用いた。なお、この課題は、一定の間隔で子音文字を音声で出力することを要求する課題であるが、この中で参加者は、子音文字をランダムな配列で生成するよう求められた。結果として、この課題成績における年齢差は、時間ベースの展望記憶課題の成績の年齢差を正に予測したが、イベントベースの展望記憶課題の成績の年齢差に関しては、有意な予測因子とならなかった。一方、Schnitzpahn et al. (2013) は、イベントベースの展望記憶の年齢差が、抑制機能の年齢差によって説明される可能性を指摘した。Schnitzpahn et al. (2013) は、イベントベースの展望記憶機能も加齢に伴って減衰することを示した上で、この減衰が、抑制・切り替え・更新の三つの実行機能 (Miyake and Friedman, 2012) によって説明されるかどうかを検討した。ここで、抑制を測定する課題として、アンチサッケード課題 (antisaccade

task)とサイモン課題 (Simon task) の二つが用いられた。アンチサッカー課題とは、最初の刺激が呈示された方向とは反対側に視線を移動させることを要求する課題であり、視覚刺激に向かって起こるサッカーに対する能動的な抑制を反映すると仮定されている (Hallett, 1978)。また、サイモン課題とは、左右いずれかに呈示された視覚刺激に対して、左右いずれかのキーで反応することを要求する課題である。この課題において、刺激の位置と反応キーの位置が不一致である場合は、一致する場合と比べて、より強力な反応抑制が必要となるため、反応時間が長くなるという結果が得られている (Simon, 1990)。ここに挙げた二課題は、抑制の中でも、課題の遂行過程で優勢となった反応の抑制を要求する課題と定義されている (Friedman & Miyake, 2004)。そして Schnitzpahn et al. (2013) は、階層的重回帰分析によって、これら抑制課題の成績および切り替え課題の成績に基づく両潜在因子が、イベントベースの展望記憶課題における年齢差を有意に説明することを示した。このことから彼らは、実行機能の抑制と切り替えが、展望記憶想起において積極的な役割を果たすことを主張した。

ここで、Gonneaud et al. (2011) と Schnitzpahn et al. (2013) の研究結果の間に矛盾が生じたことがわかる。前者の研究では、抑制がイベントベースの展望記憶の成績を予測しなかった。一方、後者では、抑制によってイベントベースの展望記憶に見られた年齢差を説明できなかった。この違いは、抑制という潜在因子を推定するために用いられた課題の相違を反映しているのかもしれない。Gonneaud et al. (2011) が用いたランダム文字列生成課題は、優勢反応の抑制に加え情報の更新が要求されると考えられている一方で (Miyake et al., 2000), Schnitzpahn et al. (2013) が用いたストループ課題とサイモン課題は、優勢反応の抑制のみを反映すると仮定されている (Friedman & Miyake, 2004)。展望記憶の想起に対して抑制を持つ影響を正確かつ純粹に取り出すためには、各課題が測定する機能を明確化した上で仮説を立てなければならないだろう。

さらに、展望記憶に対する抑制の関与を検討するにあたって、イベントベースの展望記憶と時間ベースの展望記憶のメカニズムの違いについても

留意する必要があるだろう。Troyer and Murphy (2007) は、軽度認知障害 (mild cognitive impairment; 以下 MCI) 症例者を対象とした実験により、抑制が時間ベースの展望記憶にのみ要求される機能であると指摘した。この主張は、MCI 症例者がトレイルメイキング課題と時間ベースの展望記憶課題の二課題でのみ成績低下を示した結果に基づいている。Troyer and Murphy (2007) は、MCI 症例者における時間ベースの展望記憶機能の低下は、実行機能における反応抑制およびエピソード記憶機能それぞれの低下によって説明される可能性を指摘した。

ここまでの先行研究は、主に成人を対象としていた。近年では、児童期の子どもを対象とし、展望記憶に対する抑制の関与を検討する研究も報告されている。Yang, Chan, and Shum (2011) は、7~12歳児を対象に、展望記憶機能を測定するハッピーウィーク (happy week) というボードゲームと、抑制を測定する Walk Don't Walk 課題 (Manly et al., 2001) を課した。ハッピーウィークとは、展望記憶機能を要求するバーチャルウィーク (virtual week; Rendell & Craik, 2000) という成人を対象に作成されたボードゲームを、児童期の子ども向けに改訂したものであり、その中に、定期的な展望記憶課題と不定期的な展望記憶課題を組み込んだ課題である。Walk Don't Walk 課題では、参加児に対し二種類の聴覚刺激を呈示し、一方の音が呈示された場合には配布された紙面上の正方形に点を打ち、もう一方の音が呈示された場合にはその点打ち行動を差し控えることを要求した。なお、後者の音は前者の音と比較して呈示頻度が低く設定された。その結果、この抑制課題の成績と展望記憶課題の成績との間に有意な正の相関が認められ、反応抑制がうまく機能した参加児童ほど展望記憶の成績も全体的に高いことが示された。反応抑制がよりよく機能した年長の児童が優れた展望記憶成績を示したというこの結果は、別の反応抑制課題を用いた研究によっても再現されており (e.g., Mahy, Moses, & Kliegel, 2014), 比較的頑健な結果と言える。これらの結果は、展望記憶課題の成績の年齢差が反応抑制の差によって説明される可能性を示している。

ただし、展望記憶成績の差のすべてが反応抑制の差だけで説明できるわけではないようである。

若齢成人群 ( $M=19.44$  歳) と青年期群 ( $M=13.55$  歳) を対象とした Altgassen and Vetter et al. (2014) では、イベントベースの展望記憶と、切り替え機能を要求する色-形課題 (color-shape task) 間には有意な正の相関が見られた一方、抑制を測定するアンチサッカー課題の成績との相関は有意でなかった。さらに、重回帰分析を実行した結果、青年期群において切り替え機能のみが展望記憶を有意に予測することがわかった。Altgassen et al. (2014) は、この結果について、抑制は比較的早い発達段階でプラトーに達するために、若齢成人と青年期を対象とした研究では、抑制の差異から展望記憶の成績を説明しにくかったと解釈した。つまり、成人における展望記憶は抑制の十分な発達を一つの条件として働くと考えられる。これらを考慮すると、若齢層のみを対象とした研究が示した展望記憶と抑制の各成績間に相関がないという Altgassen et al. (2014) の結果は、展望記憶に対する抑制の関与を否定する結果とは言えないだろう。

これらの先行研究から、抑制、なかでも優勢反応に対抗するための反応抑制が、展望記憶想起に積極的な貢献を果たす可能性が指摘できた。これは Einstein 型パラダイムに基づいた展望記憶の実験室実験の特徴を反映したと考えられる。多くの展望記憶の実験室実験において、参加者は、常に何らかの認知課題に従事することを要求される。各研究において背景課題として設定された認知課題の間には難易度の差があることは予想されるが、呈示される刺激とそれに伴う背景課題としての反応の間にはある程度強力な連合が生じていると考えられる。それゆえ、我々が展望記憶手がかりに気付いた際には、その手がかりに対して反応するために、背景課題の遂行を通じて習慣化した反応を抑制する必要があるのである。

上記の見解から、背景課題の遂行によって習慣化した反応を抑制することが、展望記憶想起にとって重要な一つの制御過程と考えられる。では、展望記憶に寄与する抑制メカニズムは、この反応抑制だけなのだろうか。展望記憶の想起過程には、何か想起しなければならないことがあったことを想起するという過程 (存在想起) と、想起すべき内容が何であったかを特定する過程 (内容想起) の二つがあると言われている (Umeda,

Nagumo, & Kato, 2006)。ここまでに概観した展望記憶課題は、手がかり刺激の出現に伴うキー押しのように、内容想起に対する負荷が非常に少ない場合がほとんどであった。つまり、予定の存在に対する気付きが起これば内容想起もそれに伴って容易に起こりやすい予定に限られていた。そのため、展望記憶の内容を想起する過程で機能する抑制を取り出すことができなかつたのかもしれない。しかしながら、それとは異なり、日常場面の予定想起状況において実際に想起される予定の内容は、少なくとも特定のキー押しという予定行動と比較すると、より豊富であることが多い。したがって、予定の存在に気づくことさえできれば容易に予定行動を実行に移せるという限られた状況に基づく説明のみでは不十分と言える。あらゆる予定想起状況を包括する展望記憶理論を確立するには、予定の内容想起段階における情報の制御についても今後明らかにしていく必要がある。

## 2.2 実験操作に基づく展望記憶と抑制に関する研究

前節では、相関関係に基づいて展望記憶と抑制の関係性を検討した研究を概観した。これらの研究は、背景課題を通して習慣化した反応の抑制が、展望記憶にとって効率的に働く可能性を示したという点で非常に意義深いと言える。しかしながら、このアプローチだけでは、展望記憶想起メカニズムの一部しか説明できず、展望記憶想起メカニズムの全容がどのようなものであるかについての具体的な提案には至ることができなかった。そこで本節では、展望記憶の想起プロセスにおける抑制の働きを、実験操作により直接的に検討した研究についてまとめる。

現在のところ、展望記憶の想起における抑制の対象としては、主に、完了済みの予定情報 (Marsh, Hicks, & Bink, 1998; Marsh, Hicks, & Bryan, 1999)、予定の背景となる情報 (Goschke and Dreisbach, 2008)、意図想起に関する文脈 (Cook et al., 2014) の三つが挙げられている。以下に、これらを検討した研究を順に概観していく。

## 2.3 完了済みの予定情報の抑制

Marsh et al. (1998) は、展望記憶が、未完了の予定に関する記憶表象を高い活性状態で保持する



機能を持つことに加え (Goschke & Kuhl, 1993), 完了済みの予定に関する表象を抑制することを示した (意図優位性効果: intention-superiority effect)。この現象は, 完了した予定を, それが後続の予定の想起に干渉しないよう抑制するという, 展望記憶機能の適応的な側面を捉えた現象であると解釈されている。また, Marsh et al. (1998) においては, 参加者に与えられた予定はたった一つであったが, この予定が二つの場合においても, 我々は効率的にそれらの活性を制御できることが示されている (内海・齊藤・牧岡, 2012)。ただし, 完了済みの意図の抑制が, 実際の展望記憶の想起に対して直接的な影響を持たない可能性も指摘されているため (Uretzky & Gilboa, 2010), 意図の内的表象の活性度に関する制御が, 展望記憶想起メカニズムにおいていかなる役割を担うのかについて, 今後検討される必要がある。

#### 2.4 予定の背景となる情報の抑制

Goschke and Dreisbach (2008) は, 背景課題の遂行において抑制される必要のあった情報が, 展望記憶想起の手がかりに含まれる場合に, 展望記憶想起が起りにくくなることを示した。この研究では, モニター画面上の上下左右に配置されたボックスのいずれか一つに, 上下左右いずれかの方向を向いた矢印が一つ呈示された。参加者は, 呈示された矢印の向きもしくは位置のいずれか一方を判断する課題を, 背景課題として遂行した。重要な結果として, 展望記憶課題の実行に要求される情報 (例えば, 矢印の呈示位置) が, 背景課題に要求される情報 (例えば, 矢印の向き) と異なる場合に, これらの情報が同じである場合と比べて, 展望記憶想起が起りにくくなることが示された。これは, 背景課題で呈示される刺激が, 矢印の向きと位置という二価の情報を持つことに起因する。参加者は, 背景課題の遂行に必要な情報 (例えば, 矢印の位置) に干渉しうる情報 (例えば, 矢印の向き) を抑制することによって, この課題を効率的に行っていたと考えられる。そしてこの背景課題の遂行過程で機能した抑制が展望記憶に影響を与えたことから, 背景課題遂行中における情報処理が展望記憶に直接的な影響を持つことも明らかとなった。これは, 背景課題で要求される処理が, 展望記憶課題にも要求される

場合の展望記憶想起は, そうでない場合の想起よりも優れるという見解 (e.g., Scullin, McDaniel, & Einstein, 2010) と一致するだろう。これらの議論を包括すると, 展望記憶の概念的定義として, 符号化から想起の間に減衰した予定情報を自発的に活性化する機能が想定されているが (Einstein & McDaniel, 1990), この符号化から想起の間, すなわち予定の表象の活性度が低下している間に, 背景課題の遂行過程における情報制御 (抑制や活性化) も, 展望記憶想起に関わる一つの要因であるということが主張できる。

#### 2.5 意図想起に関する文脈の抑制

Cook et al. (2014) は, 遅延実行パラダイム (delayed-execute paradigm: Einstein et al., 2000) を用いて, 意図を形成した文脈そのものを抑制した場合に展望記憶の想起が起りにくくなることを示した。ここでは実験が8つのフェーズに分かれており, 手がかりが出現したフェーズでのみ当該フェーズ終了後に特定の行動を想起することが展望記憶課題として求められた。なお半数の参加者に関しては, 背景課題の遂行途中で中断を命じ, その代わりにまた別の課題の遂行を求めた。そして30秒後, 再び元の背景課題に戻るという実験操作を行った。この中断中の課題で展望記憶手がかりが出現した場合, そのフェーズ中に展望記憶手がかりが出現していても, フェーズ終了時における展望記憶想起が悪くなることが示された。この結果は, 中断中に経験した情報がその後の課題 (ここでは背景課題) の遂行に干渉しないよう, その文脈自体が抑制されたことによるものと解釈できる。Cook et al. (2014) は, 抑制の働きによって展望記憶の想起が向上することを示したわけではないが, 展望記憶手がかりとそれが出現する文脈の連合, および文脈の抑制が, 展望記憶想起にとって積極的な意味を持つ可能性を指摘している。

なお, Cook et al. (2014) が観察した抑制は, Goschke and Dreisbach (2008) が検討した抑制と同一のメカニズムに基づいているわけではない可能性がある。Cook et al. (2014) における抑制の対象は, 背景課題とは異なる干渉課題を実行したという文脈であった一方, Goschke and Dreisbach (2008) が取り出したのは, 背景課題の処理に干

渉する情報に対する抑制であった。つまり、これら二つの実験においては、抑制の対象となった情報が異なっていたと言える。ただしこれら二つの研究は、共に意図の保持中に、環境をモニタリングすることで不要な情報が抑制されることを示した、という点では共通していた。これは、展望記憶想起は環境に対するモニタリングを前提とすることで達成されると説明した Smith (2003) の理論によって説明が可能な結果であったと言える。

ここまでの先行研究の概観から、展望記憶想起には、反応および表象のそれぞれを処理する過程が含まれ、そして各過程に適した抑制メカニズムが働くことで展望記憶が機能するという可能性が指摘できる。例えば反応抑制は、背景課題の遂行によって習慣化した反応の生起を抑えるという展望記憶の想起・実行段階における処理に関わる一方 (e.g., Schnitzpahn et al., 2013)、表象レベルでの抑制は展望記憶の保持段階に適した情報制御メカニズムに言及するものであったと言える (Marsh et al., 1998; Goschke & Dreisbach, 2008; Cook et al., 2014)。このように、展望記憶のメカニズムを検討するにあたって、展望記憶の各情報処理段階で機能する抑制のメカニズムを特定することから有益な示唆を得られることがわかった。ただしこの主張は、認知心理学的手法を用いた先行研究のみに基づいたものである。この仮説が強い科学的説明力を持つものこそを主張するためには、認知心理学のアプローチ以外の展望記憶研究から、同じ仮説がどのように議論されてきたかを検討する必要があるだろう。したがって以下では、ここまでの議論の対象であった、展望記憶に影響を持つ抑制に関して、神経科学的研究がいかなる結果を示してきたかを概観する。

### 3. 展望記憶と抑制に関する神経科学的研究

既に前節で言及したように、展望記憶と抑制の関連を検討した多くの研究は、神経科学的研究手法による Cockburn (1995) の結果に動機づけられていた。Cockburn (1995) は、右中大脳動脈における破裂性動脈瘤切除の手術により両側性脳梗塞となった一名の症例者に、実行機能や回想記憶そして展望記憶を測定するための認知課題を課した。その結果、この症例者は、時間ベースの展望

記憶課題や回想記憶機能を要求する再認課題、そしてトレイルメイキング課題やウィスコンシンカード分類課題 (Wisconsin card sorting test) を含む実行機能を測定する課題において、健常者よりも成績が劣った。なお、ウィスコンシンカード分類課題とはカードに描かれた記号を色・数・形といった情報に基づいて分類を行う中で、この分類の基準が何であるかを実験者のフィードバックから推論するよう要求する課題である。この課題の遂行に要求される機能の一つとして、カードの分類基準が変わった際の以前の基準に関する表象の抑制が想定されている (e.g., Dillon & Pizzagalli, 2007)。この結果から展望記憶は前頭葉を媒介する実行機能と特徴を共有するという考えが生まれ、そして展望記憶における抑制の役割を検討する研究を導く大きな転機の一つとなった。このことが示すように、脳損傷症例における認知課題成績を対象とした分析は認知心理学的手法に基づいた展望記憶についての仮説の説明力を高めるのに有効なアプローチの一つと考えられる。

また、神経科学的研究は抑制研究の発展にも貢献してきた。例えば Dillon and Pizzagalli (2007) は、抑制が反応レベルと表象レベルの二つの処理過程でそれぞれ独自のメカニズムに基づくという認知心理学的知見に基づいた MacLeod et al. (2003) による仮説を、神経科学的手法により実証した。Dillon and Pizzagalli (2007) によると、ストループ課題や実行/抑止課題などに要求される反応抑制は、右腹外側前頭前野 (right ventrolateral prefrontal cortex) の活動に依存しているとされる (Chikazoe et al., 2007)。一方、検索誘導性忘却に反映されるような表象抑制には、右腹外側前頭前野および前帯状回皮質 (anterior cingulate cortex) の活動低下が関わることがわかっている (Kuhl et al., 2007)。それぞれの現象の背後にある抑制が、異なる神経基盤に支えられていることを示す研究結果を考慮すると、あらゆる抑制が同一のメカニズムによって実現されているとは考えにくい。

そこで本節では、まず展望記憶想起に強く関わると言われている前頭極 (Brodmann area 10; BA10) の機能を検討した神経科学的研究を概観し、この脳部位は反応抑制の機能と関連性が低いという可能性を指摘する。続いて、反応抑制の機

能不全が報告されている発達障害症例の展望記憶機能に関しては研究間に結果の不一致があったことを報告する。そして最後に、この先行研究間の矛盾を解決するための視点を提案する。

### 3.1 展望記憶を実現する神経基盤

展望記憶にとって重要な適切なタイミングでの自発的想起は、BA10の機能と関わる事が明らかにされている (Burgess, Quayle, & Frith, 2001)。Burgess et al. (2001) は、健常成人に対しイベントベースの展望記憶課題を課し、この課題の遂行中の局所脳血流 (regional cerebral blood volume; rCBF) を測定した。展望記憶課題の教示を受けた場合、テスト段階において実際に手がかりが出現するか否かに関わらず、両側のBA10・右外側前頭前皮質・頭頂葉皮質下部におけるrCBFの増加が見られた。この結果から、Burgess et al. (2001) は、BA10を、後で何か想起・実行しなければならないことがある場合に、その意図の保持に関わる部位とみなした。また、BA10の外側部が意図の維持を担う一方、内側部が内的に生成された思考の抑制を担う可能性も指摘されている (Burgess, Scott, & Frith, 2003)。さらに近年では、Costa et al. (2011) が、抑制性シータバースト刺激 (inhibitory theta-burst stimulation) により左BA10の機能を一時的に抑制すると、言語的な刺激を手がかりとした場合の展望記憶想起が、統制条件と比べて低下することを示した。その一方で、同様の手法により右BA10の機能を抑制した条件では、統制条件の展望記憶課題成績との間に有意な差は見られなかった。これに加えてCosta et al. (2013) は、視空間的な刺激を展望記憶手がかりとして用いた上で (例えば、モニター画面上の特定の位置に刺激が出現した場合に予定行動を想起)、Costa et al. (2011) と同様の実験を行ったところ、この先行研究と逆の結果を示した。つまり、右BA10の機能を抑制性シータバースト刺激により阻害すると視空間的な手がかりを用いた展望記憶想起が統制条件よりも悪くなったが、同様の手続きで左BA10の機能を抑制してもこのような成績低下は見られなかった。これらの先行研究は、展望記憶想起を実現するBA10の機能が左右の半球によって異なる可能性を示している。

このように、BA10が展望記憶想起にとって決

定的な役割を担うことが、複数の研究から支持されている。そして、Volle et al. (2011) は、この脳部位を実際に損傷した症例に対して展望記憶課題と抑制課題を課し、抑制の関与という観点から展望記憶のメカニズムを検討した。Volle et al. (2011) が用いた抑制課題は、参加者に対して一連の画像を呈示し、それぞれに対してスペースキーを押す一方で、動物カテゴリーに属す画像が呈示された場合のみキー押しを止めることを要求する課題であった。したがって、この課題に要求されるのは、課題の遂行過程で優勢となった反応に対する抑制である。BA10損傷症例は、この反応抑制課題において、健常群と同等の成績を示す一方、時間ベースの展望記憶課題においては、健常者よりも低い成績を示した。この結果は、反応抑制に問題がない場合であっても、展望記憶、とりわけ時間ベースの展望記憶が正しく機能しないことがある可能性を示している。またVolle et al. (2011) は、BA10損傷症例に加え、BA10以外の脳領域損傷症例に対しても同様の実験を課したが、その結果に一貫した傾向を見いだすことはできなかった。具体的に、下前頭前野 (BA47) および左前頭前野背外側部 (BA9) 損傷症例における反応抑制は、健常者と同等であったが、展望記憶については前者の症例は時間ベースの展望記憶課題、後者の症例はイベントベースの展望記憶課題にそれぞれ特定の成績低下を示すことがわかった。なお、反応抑制の低下を示したのは、背側前帯状皮質 (BA32/10) 損傷症例だけであり、この症例は、時間ベースの展望記憶にのみ機能低下を示した。この損傷症例によるデータは、時間ベースの展望記憶のメカニズムが、反応抑制を一つの構成要素として含むという仮説を支持するが、他の損傷症例によるデータは、これを支持しなかった。これらの結果からは、反応抑制の機能が展望記憶の正確な想起に必ずしも要求されるべき下位機能ではないと推測できる。

### 3.2 発達障害症例者を対象とした研究

前節では、抑制を担う脳部位を損傷した症例の展望記憶機能を検討した先行研究に焦点をあてた。これと関連して、抑制に機能不全を示す発達障害症例、なかでも注意欠陥・多動性障害 (attention deficit hyperactivity disorder: ADHD) 症例が、

展望記憶機能や未来の行動を目的に応じて管理するプランニング機能の低下を示すことを、複数の研究が報告している。本節ではそれらを概観し、展望記憶と抑制の関連についてさらに議論する。

まず、これまでの研究によって明らかにされている ADHD 症例における認知機能不全について述べる。Sergeant, Geurts, and Oosterlaan (2002) は、ADHD 症例に関して報告されている認知機能障害を概観した。そして、その中に抑制を初めとした実行機能の不全も含まれていた。Sergeant et al. (2002) は、ADHD 症例が成績低下を示した課題として、ストループ課題とストップシグナル課題 (stop-signal task; Oosterlaan, Logan, & Sergeant, 1998) という、反応抑制が要求される二課題を挙げた。ストップシグナル課題とは、ある刺激の呈示と対応付けられた反応を、その刺激に随伴した別の刺激の呈示により抑制することを求める課題である。例えば、ある実行信号 (例えば、正方形) が呈示された場合はボタンを押さなければならないが、その信号に引き続き、別の信号 (例えば、正方形を囲む赤線) が呈示された場合はボタンを押すという行動を停止しなければならない、という課題である。そして ADHD 症例がこの課題に要求される反応抑制が苦手であることを Oosterlaan et al. (1998) は報告した。さらに近年では、Altgassen, Kretschmer, and Kliegel (2014) が、時間ベースの展望記憶課題において ADHD 傾向の高い成人が成績低下を見せることを示した。ADHD 症例者を対象としたここまでの展望記憶研究は、背景課題を通して習慣化した反応の抑制が展望記憶想起には要求されるという仮説を支持するものと言える。

一方、この仮説を支持しなかった研究も存在する。Brandimonte et al. (2011) は、ADHD 症例と自閉症スペクトラム (autistic spectrum disorders: ASD) 症例者に対してイベントベースの展望記憶課題と反応抑制を要求する実行/抑止課題 (Oosterlaan et al., 1998) を課し、各症例群の成績を健常者群の成績と比較した。その結果、ADHD 症例の実行/抑止課題の成績は、健常者群よりも低かったが、イベントベースの展望記憶課題成績は健常者群と同等であった。一方、ASD 症例については、ADHD 症例の結果とは異なり、実行/抑止課題の成績は健常者と変わらなかった。一方で、ASD 症例の展望記憶課題の成績は健常者群よりも低い

ことが示された。これらの結果からは、反応抑制機能の問題とは独立に、展望記憶の想起は達成されることもあると言える。

ここで、脳機能損傷研究および ADHD 研究と前節で取り上げた認知心理学的手法に基づく先行研究 (Schnitzpahn et al., 2013) の知見との間に、一見すると矛盾があることが指摘できる。前節では、Schnitzpahn et al. (2013) が、優勢な反応に対する抑制 (Friedman & Miyake, 2004) が、展望記憶に積極的な寄与を果たす可能性を指摘したことを述べた。しかしながら、Volle et al. (2011) や Brandimonte et al. (2011) は、この抑制が展望記憶のメカニズムに必ずしも取り込まれる必要はないことを示唆した。この点を説明するためには、抑制メカニズムの詳細な検討と、それらの抑制が展望記憶想起のどのプロセスに効果を持つのかについての検討が効果的だろう。

例えば、各課題の成績による多変量解析や相関分析に基づいた研究 (Gonneaud et al., 2011; Schnitzpahn et al., 2013; Yang et al., 2011) では、抑制を測定する課題としてストループ課題などが用いられた。そしてこれらの課題は、反応抑制を要求する課題としてみなされていた (Friedman & Miyake, 2004)。一方で、展望記憶想起に関わる抑制を直接的に取り出した先行研究は (Marsh et al., 1998; Goschke & Dreisbach, 2008; Cook et al., 2014)、表象抑制が、展望記憶の想起メカニズムに寄与する可能性を指摘した。これらのことから、展望記憶想起の各プロセスにおける処理に適した抑制は、そのメカニズムが異なっていると推測できる。この仮説の検証を試みることは、反応抑制と表象抑制のそれぞれが展望記憶メカニズムにおいて担う役割を検討できるという意味で、展望記憶の全容の把握にとって重要なアプローチと言える。

#### 4. 総合考察

本研究は、展望記憶に関する心理学および神経科学的研究を概観することにより、抑制の役割から展望記憶メカニズムを明らかにすることを試みた。その結果、反応抑制と表象抑制のそれぞれが、展望記憶において独自の役割を担うことがわかった。つまり本研究は、展望記憶想起に関わる

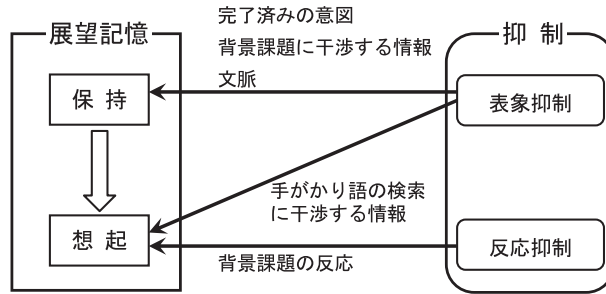


図1 本研究が示す展望記憶想起のモデル

抑制についての議論を通じ、この未来指向的な記憶の想起は、反応および表象のそれぞれを対象とした処理過程を含み、それぞれに適した抑制に基づくことで機能するという見解を示した(図1)。展望記憶における抑制の役割を検討した先行研究の多くが、反応抑制および表象抑制のいずれかの方に焦点を当ててきたが、本研究は、それらを包括的に議論したことで、展望記憶が反応・表象のそれぞれを処理する各プロセスにおいてそれぞれに適した情報制御メカニズムに基づいて働くことを指摘した。

これまで、展望記憶における抑制の役割を検討した先行研究は主に、展望記憶課題と抑制課題の各成績間の相関関係を分析する分析手法と、実際に展望記憶において機能する抑制を実験操作によって検討する手法の二つに大別することができた。前者の先行研究は、ストループ課題やトレイルメイキング課題などで査定される反応抑制(Friedman & Miyake, 2004)が、展望記憶の想起に関与する可能性を示した。これは主に、抑制が発達の途上にある児童期(Mahy et al., 2014)、および、抑制が衰退期に入ったと想定される高齢者(Scullin et al., 2011)を対象とした研究が指摘した。この結果から予想されたことは、展望記憶の想起メカニズムにおいて、背景課題の処理によって慣習化し優勢となった反応に対する抑制が機能するということであった。つまり反応抑制は、習慣的な行動、および展望記憶手がかりと強く連合し半自動的に想起・実行されてしまう予定行動を対象とした抑制メカニズムによって、展望記憶に寄与する可能性があると言えるだろう。ただし、展望記憶の年齢差が、反応抑制の年齢差に基づくという仮説は、青年期と若齢成人における展望記

憶メカニズムの相違を検討した研究からは支持されなかった(Altgassen, Vetter et al., 2014)。これは、いずれの年齢群においても、抑制を含め様々な認知機能が十分に成熟していたため、年齢間で抑制機能に大きな差が認められなかったことによると考えられる。

もう一方のアプローチ、すなわち展望記憶で働く抑制を直接的に検討した先行研究は、ある刺激と結びついた表象を抑制することが、展望記憶で機能することを示した。まずMarsh et al. (1998)は、想起の完了した予定の表象に対する抑制が、後続する未完了の予定の想起を支える過程の一つであることを示唆した。そしてGoschke and Dreisbach (2008)とCook et al. (2014)は、背景課題の遂行に干渉する情報、あるいは、背景課題の中断中の課題文脈に対する抑制が、展望記憶想起を阻害したことを示した。これらの抑制が展望記憶想起に対して積極的な意味を持つ可能性が指摘できる。これら三つの研究はいずれも、展望記憶の保持段階での制御過程に着目していることを考慮すると、上記の先行研究で議論の対象となった表象抑制は、展望記憶の保持段階において効果的に機能する抑制メカニズムであると考えられ、この想起を引き起こす手がかりや予定そのものの記憶表象の活性化を下げる心的な制御過程を反映したと考えられる。

また、展望記憶の制御メカニズムにおいて、抑制は予定の想起前のみならず想起後においても機能することが示された(Marsh et al., 1998)。これは、完了した予定に関わる認知的な表象を抑制し(Freeman & Ellis, 2003a)、その次に控えている予定想起に干渉しないように管理するという、展望記憶の適応的な認知制御過程を捉えた結果と言

える。また、完了した予定の表象を抑制するという展望記憶の機能は、実行すべき予定が多く存在する日常的な環境に適応していると考えられる (Freeman & Ellis, 2003b)。実際に我々の日常生活に目を向けると、内容が全く同じである予定が連続的に続く状況よりも、内容の異なる予定が続く状況の方が多く想定されるだろう。例えば、会社からの帰宅途中に、薬局に寄った後にスーパーマーケットによるという予定を保持することは日常的な例であるが、薬局に寄った後再び同じ薬局に行くという内容の予定は稀有であろう。したがって、展望記憶で機能する表象レベルでの抑制は、こういった日常的な環境の中で適応的にふるまうことのできる人間の認知機能の側面を捉えた結果と言える。

さらに近年、Utsumi and Saito (2016) が、この表象抑制に関して、展望記憶における検索誘導性忘却の検討を通じて、展望記憶の想起においてもこの抑制が機能する可能性を示した。Utsumi and Saito (2016) は、展望記憶課題の遂行に要求される情報処理が、背景課題にとって同一 (焦点的) か異なるか (非焦点的) を操作した上で、この検討を行った。その結果、展望記憶想起の手がかりが非焦点的であった場合には、展望記憶課題成績に検索誘導性忘却が見られたが、焦点的な手がかりであった場合は見られなかった。なお、この展望記憶課題の焦点性に関して Einstein et al. (2005) は、展望記憶手がかりが背景課題の処理にとって非焦点的である場合には、展望記憶想起は注意資源を要するモニタリングに依存するが、焦点的である場合には、展望記憶想起は展望記憶手がかりの出現によって自動的に引き起こされると主張した。この展望記憶課題の焦点性に関する議論に加え、検索誘導性忘却が、記憶表象の抑制を反映した現象であるという立場 (Anderson, 2003) に基づいて Utsumi and Saito (2016) の結果を吟味すると、展望記憶想起には少なくとも二つの独立した処理が関わっていることが見えてくる。記銘した予定の表象を適切に活性化処理と、ここで活性化した表象を実際に行動に移す反応制御の処理である。検索誘導性忘却が非焦点的な手がかりによる展望記憶課題においてのみ見られることを示した Utsumi and Saito (2016) の結果は、イベントベースの展望記憶課題の遂行にも反応制御と認知

制御という二つの情報制御が要求されることを裏付けると同時に、それぞれの処理過程で独自の抑制メカニズムが機能する可能性を示している。加えてこの研究結果は、手がかりに対する直接的な実験操作を通して展望記憶の想起メカニズムを明らかにするという、展望記憶研究の新たな方向性を提示したと言えるだろう。

また、展望記憶想起に関わる表象抑制について、この抑制対象となる情報には共通点があるようだ。この抑制の対象の一つは現行の認知処理に干渉する情報 (Goschke & Dreisbach, 2008; Utsumi & Saito, 2016) であり、もう一つは完了した予定の情報 (Marsh et al., 1998; 内海ら, 2012) であった。前者は、背景課題や検索練習課題といった現行の認知処理に強く干渉する隣接した情報を抑制するという、いわば側抑制のような情報制御メカニズムに言及しており、この抑制の対象となった刺激は展望記憶の手がかりとしての機能を損うことを示した。後者は、想起する必要のない完了済みの予定の表象に対する直接的な抑制である。すでに述べたように、この抑制が機能しなかった場合には、もはや想起する必要のない予定を再び想起してしまうコミッション・エラーが起こる。このように、展望記憶における抑制の役割を検討することによって、展望記憶が予定の保持から想起後の情報制御までを管理する認知機能であることがわかった。すなわち、展望記憶において機能する抑制メカニズムを具体的に特定することは、時系列に沿った展望記憶の働きの根底にある認知メカニズムの解明につながると言える。展望記憶における抑制の具体的な検討という観点に立った本研究は、展望記憶が自発的想起を実現するために各プロセスでいかなる情報処理を実行しているかについて示唆を与えるだろう。

本研究が対象としたような、展望記憶における抑制の役割に関する基礎研究は、脳損傷症例や発達障害症例といった展望記憶機能の低下を示す症例群に介入するための、より効果的なトレーニングプログラムを提供する応用的研究にも寄与するだろう。なおこの点について、展望記憶のトレーニング課題により、その機能には向上する側面があることはすでに実証されている。例えば、Umeda et al. (2006) は、展望記憶障害を報告した二名の脳損傷症例に対し、ミニデー課題というト

レーニング課題を課した。なおミニデー課題とは、実験参加者に対し架空の一日の中での予定を与え、一時間が6秒で経過する時計を呈示しながら、予定が与えられた時間で時計をとめ（存在想起）、何をすべきかを口頭で報告（内容想起）することによるトレーニング課題であった。トレーニング前には存在想起さえできなかった症例者は、この想起ができるようになり、また、存在想起だけが可能であった症例者は、内容想起までできるようになった。ただし、Umeda et al. (2006) がトレーニング課題として用いたミニデー課題は、いつ・何をすべきだったかの想起を要求したという点で、展望記憶の活性機能に焦点を当てたものだった。一方、展望記憶に対する抑制の寄与について議論をした本研究は、展望記憶メカニズムにおける各プロセスにとって最も効果的に働く抑制メカニズムが存在する可能性を指摘した。今後は抑制に焦点をあてた、より具体的なトレーニング課題の提案が期待できるだろう。

結論として、展望記憶における抑制の適応的な側面を具体的に示した本研究は、今後の展望記憶研究に向けての新たな視点を提供した。ただし、実験室外、すなわち日常場面で機能する展望記憶を対象とした研究を含んだ議論が不足したという点が、本研究に残された大きな課題である。いくつかの研究が、実験室実験で捉えられる展望記憶と日常場面で機能する展望記憶の間に乖離があるという可能性を指摘している。これを象徴するのがエイジングパラドックス（age prospective memory paradox ; e.g., Schnitzspahn et al., 2011）と呼ばれる現象である。例えば Schnitzspahn et al. (2011) は、コンピュータなどを用いた展望記憶の実験室実験の場合には、加齢に伴って成績の低下が見られるが、一方、日常場面での展望記憶成績は、加齢に伴って成績が上昇することを示した。この現象は、実験室実験および日常場面のそれぞれにおける展望記憶課題が、展望記憶の異なる側面を反映している可能性を示す。したがって、実験室実験による展望記憶研究の概観によって明らかにされた抑制機能が、日常場面で同じように機能するとは限らないのである。今後、抑制の役割の検討という観点から、両実験パラダイムが、それぞれ展望記憶メカニズムのどの側面をとらえているのかを明らかにできるかもしれない。

このような研究の進展を通じて、両実験パラダイムが捉えた展望記憶を包括する、展望記憶に関する理論の提案が期待できる。

科学的技術の進歩に伴い、実験室実験による展望記憶の認知心理学的研究が飛躍的に発展したことは疑いようのない事実である。その一方で、展望記憶研究における実験手続きは多岐に渡っているため、その背後にある共通のメカニズムを捉えることが求められる。本研究は、この要求に応えるにあたって、展望記憶において機能する抑制メカニズムの検討という着眼点が大きな寄与を果たす可能性を指摘した。今後、いかなる抑制メカニズムが展望記憶メカニズムのどのプロセスにおいて効果を持つのかについて、さらに具体的に検討することで、展望記憶の認知メカニズム解明という基礎研究のみならず、これに関する新たなリハビリテーションプログラムの提案という応用研究も含めた多岐に渡る貢献が期待できる。

## 文 献

- Altgassen, M., Kretschmer, A., & Kliegel, M. (2014). Task dissociation in prospective memory performance in individuals with ADHD. *Journal of Attention Disorders, 18*, 617–624.
- Altgassen, M., Vetter, N. C., Phillips, L. H., Akgün, C., & Kliegel, M. (2014). Theory of mind and switching predict prospective memory performance in adolescents. *Journal of Experimental Child Psychology, 127*, 163–175.
- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language, 49*, 415–445.
- Anderson, M. C., Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (1994). Remembering can cause forgetting: Retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 20*, 1063–1087.
- Anderson, M. C., & Green, C. (2001). Suppressing unwanted memories by executive control. *Nature, 410*, 366–369.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The Psychology of Learning and Motivation, 2*, 89–195.
- Baddeley, A. D. (1966). The capacity for generating information by randomization. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18*, 119–129.
- Bäumli, K. H., Hanslmayr, S., Pastötter, B., & Klimesch, W. (2008). Oscillatory correlates of intentional updating in episodic memory. *Neuroimage, 41*, 596–604.

- Bjork, R. A. (1989). Retrieval inhibition as an adaptive mechanism in human memory. *Varieties of Memory & Consciousness*, 309–330.
- Brandimonte, M. A., Filippello, P., Coluccia, E., Altgassen, M., & Kliegel, M. (2011). To do or not to do? Prospective memory versus response inhibition in autism spectrum disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder. *Memory*, 19, 56–66.
- Burgess, P. W., Quayle, A., & Frith, C. D. (2001). Brain regions involved in prospective memory as determined by positron emission tomography. *Neuropsychologia*, 39, 545–555.
- Burgess, P. W., Scott, S. K., & Frith, C. D. (2003). The role of the rostral frontal cortex (area 10) in prospective memory: A lateral versus medial dissociation. *Neuropsychologia*, 41, 906–918.
- Chikazoe, J., Konishi, S., Asari, T., Jimura, K., & Miyashita, Y. (2007). Activation of right inferior frontal gyrus during response inhibition across response modalities. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 69–80.
- Cockburn, J. (1995). Task interruption in prospective memory: A frontal lobe function? *Cortex*, 31, 87–97.
- Cook, G. I., Meeks, J. T., Clark-Foos, A., Merritt, P. S., & Marsh, R. L. (2014). The role of interruptions and contextual associations in delayed-execute prospective memory. *Applied Cognitive Psychology*, 28, 91–103.
- Costa, A., Oliveri, M., Barban, F., Bonni, S., Koch, G., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2013). The right frontopolar cortex is involved in visual-spatial prospective memory. *PLoS One*, 8, e56039.
- Costa, A., Oliveri, M., Barban, F., Torriero, S., Salerno, S., Gerfo, E. L., Koch, G., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2011). Keeping memory for intentions: A cTBS investigation of the frontopolar cortex. *Cerebral Cortex*, 21, 2696–2703.
- Craik, F. I. M. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix & H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities, mechanisms, and performance* (pp. 409–422). Amsterdam: Elsevier.
- Dillon, D. G., & Pizzagalli, D. A. (2007). Inhibition of action, thought, and emotion: A selective neurobiological review. *Applied and Preventive Psychology*, 12, 99–114.
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 717–726.
- Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Manzi, M., Cochran, B., & Baker, M. (2000). Prospective memory and aging: Forgetting intentions over short delays. *Psychology and Aging*, 15, 671–683.
- Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Thomas, R., Mayfield, S., Shank, H., Morrisette, N., & Breneiser, J. (2005). Multiple processes in prospective memory retrieval: Factors determining monitoring versus spontaneous retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 327–342.
- Freeman, J. E., & Ellis, J. A. (2003a). The representation of delayed intentions: A prospective subject-performed task? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 976–992.
- Freeman, J. E., & Ellis, J. A. (2003b). The intention-superiority effect for naturally occurring activities: The role of intention accessibility in everyday prospective remembering in young and older adults. *Intentional Journal of Psychology*, 38, 215–228.
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 101–135.
- Geiselman, R. E., Bjork, R. A., & Fishman, D. L. (1983). Disrupted retrieval in directed forgetting: A link with post-hypnotic amnesia. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, 58–72.
- Gonneaud, J., Kalpouzos, G., Boj, L., Viader, F., Eustache, F., & Desgranges, B. (2011). Distinct and shared cognitive functions mediate event- and time-based prospective memory impairment in normal ageing. *Memory*, 19, 360–377.
- Goschke, T., & Dreisbach, G. (2008). Conflict-triggered goal shielding response conflicts attenuate background monitoring for prospective memory cues. *Psychological Science*, 19, 25–32.
- Goschke, T., & Kuhl, J. (1993). Representation of intentions: Persisting activation in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 1211–1226.
- Hallett, P. E. (1978). Primary and secondary saccades to goals defined by instructions. *Vision research*, 18, 1279–1296.
- Kuhl, B. A., Dudukovic, N. M., Kahn, I., & Wagner, A. D. (2007). Decreased demands on cognitive control reveal the neural processing benefits of forgetting. *Nature Neuroscience*, 10, 908–914.
- Langenecker, S. A., Zubieta, J. K., Young, E. A., Akil, H., & Nielson, K. A. (2007). A task to manipulate attentional load, set-shifting, and inhibitory control: Convergent validity and test-retest reliability of the Parametric Go/No-Go Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29, 842–853.
- MacLeod, C. M., Dodd, M. D., Sheard, E. D., Wilson, D. E., & Bibi, U. (2003). In opposition to inhibition. *Psychology of Learning and Motivation*, 43, 163–214.
- Mahy, C. E., Moses, L. J., & Kliegel, M. (2014). The impact of age, ongoing task difficulty, and cue salience on preschoolers' prospective memory performance: The



- role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 127, 52–64.
- Manly, T., Anderson, V., Nimmo-Smith, I., Turner, A., Watson, P., & Robertson, I. H. (2001). The differential assessment of children's attention: The test of everyday attention for children (TEA-Ch), normative sample and ADHD performance. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42, 1065–1081.
- Marsh, J. E., Beaman, C. P., Hughes, R. W., & Jones, D. M. (2012). Inhibitory control in memory: Evidence for negative priming in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 1377–1388.
- Marsh, R. L., Hicks, J. L., & Bink, M. L. (1998). Activation of completed, uncompleted, and partially completed intentions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 350–361.
- Marsh, R. L., Hicks, J. L., & Bryan, E. S. (1999). The activation of unrelated and canceled intentions. *Memory & Cognition*, 27, 320–327.
- May, C. P., Kane, M. J., & Hasher, L. (1995). Determinants of negative priming. *Psychological Bulletin*, 118, 35–54.
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2000). Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied Cognitive Psychology*, 14, S127–S144.
- McDaniel, M. A., Guynn, M. J., Einstein, G. O., & Breneiser, J. (2004). Cue-focused and reflexive-associative processes in prospective memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 605–614.
- Meacham, J. A., & Singer, J. (1977). Incentive effects in prospective remembering. *Journal of Psychology*, 97, 191–197.
- Meiser, T., & Rummel, J. (2012). False prospective memory responses as indications of automatic processes in the initiation of delayed intentions. *Consciousness and Cognition*, 21, 1509–1516.
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8–14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Oosterlaan, J., Logan, G. D., & Sergeant, J. A. (1998). Response inhibition in AD/HD, CD, comorbid AD/HD+CD, anxious, and control children: A meta-analysis of studies with the stop task. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 411–425.
- Posner, M. I., Rafal, R. D., Choate, L. S., & Vaughan, J. (1985). Inhibition of return: Neural basis and function. *Cognitive Neuropsychology*, 2, 211–228.
- Rendell, P. G., & Craik, F. I. (2000). Virtual week and actual week: Age-related differences in prospective memory. *Applied Cognitive Psychology*, 14, S43–S62.
- Schnitzspahn, K. M., Ihle, A., Henry, J. D., Rendell, P. G., & Kliegel, M. (2011). The age-prospective memory-paradox: An exploration of possible mechanisms. *International Psychogeriatrics*, 23, 583–592.
- Schnitzspahn, K. M., Stahl, C., Zeintl, M., Kaller, C. P., & Kliegel, M. (2013). The role of shifting, updating, and inhibition in prospective memory performance in young and older adults. *Developmental Psychology*, 49, 1544–1553.
- Scullin, M. K., & Bugg, J. M. (2013). Failing to forget: Prospective memory commission errors can result from spontaneous retrieval and impaired executive control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39, 965–971.
- Scullin, M. K., Bugg, J. M., & McDaniel, M. A. (2012). Whoops, I did it again: Commission errors in prospective memory. *Psychology and Aging*, 27, 46–53.
- Scullin, M. K., Bugg, J. M., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2011). Prospective memory and aging: Preserved spontaneous retrieval, but impaired deactivation, in older adults. *Memory & Cognition*, 39, 1232–1240.
- Scullin, M. K., McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2010). Control of cost in prospective memory: Evidence for spontaneous retrieval processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 190–203.
- Sergeant, J. A., Geurts, H., & Oosterlaan, J. (2002). How specific is a deficit of executive functioning for attention-deficit/hyperactivity disorder?. *Behavioral Brain Research*, 130, 3–28.
- Simon, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. In R. W. Proctor & T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integrated perspective* (pp. 31–86). Amsterdam: North-Holland.
- Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in event-based prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29, 347–361.
- Smith, R. E., & Bayen, U. J. (2004). A multinomial model of event-based prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 30, 756–777.
- Tipper, S. P. (1985). The negative priming effect: Inhibitory priming by ignored objects. *The Quarterly Journal of*

- Experimental Psychology*, 37, 571–590.
- Troyer, A. K., & Murphy, K. J. (2007). Memory for intentions in amnesic mild cognitive impairment: Time-and event-based prospective memory. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 13, 365–369.
- Umeda, S., Nagumo, Y., & Kato, M. (2006). Dissociative contributions of medial temporal and frontal regions to prospective remembering. *Reviews in the Neurosciences*, 17, 267–278.
- Uretzky, S., & Gilboa, A. (2010). Knowing your lines but missing your cue: Rostral prefrontal lesions impair prospective memory cue detection, but not action-intention superiority. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 2745–2757.
- Utsumi, K., & Saito, S. (2016). When remembering the past suppresses memory for future actions. *Memory*, 24, 437–443.
- 内海健太・齊藤 智・牧岡省吾 (2012) 予定前後の順序に基づく展望的記憶の活性変化：意図優位性効果による検討 認知心理学研究, 9, 97–105.
- Volle, E., Gonen-Yaacovi, G., de Lacy Costello, A., Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2011). The role of rostral prefrontal cortex in prospective memory: A voxel-based lesion study. *Neuropsychologia*, 49, 2185–2198.
- Walser, M., Goschke, T., & Fischer, R. (2014). The difficulty of letting go: Moderators of the deactivation of completed intentions. *Psychological Research*, 78, 574–583.
- Yang, T. X., Chan, R. C., & Shum, D. (2011). The development of prospective memory in typically developing children. *Neuropsychology*, 25, 342–352.

— 2015. 12. 28 受稿, 2016. 10. 4 受理 —