

博士論文

列車運転士における展望的記憶エラー防止に
関する研究

(Research on the Prevention of Prospective
Memory Errors in Train Drivers)

2023年3月

立命館大学大学院人間科学研究科

人間科学専攻博士課程後期課程

佐藤 文紀

立命館大学審査博士論文
列車運転士における展望的記憶エラー防止に
関する研究

(Research on the Prevention of Prospective
Memory Errors in Train Drivers)

2023 年 3 月

March 2023

立命館大学大学院人間科学研究科

人間科学専攻博士課程後期課程

Doctoral Program in Human Science

Graduate School of Human Science

Ritsumeikan University

佐藤 文紀

SATO Ayanori

研究指導教員：星野 祐司教授

Supervisor : Professor HOSHINO Yuji

目次

1 章	はじめに.....	3
2 章	列車運転における展望的記憶とそのエラー.....	6
2.1	展望的記憶エラーと事故.....	6
2.2	展望的記憶エラーの誘発要因.....	8
2.3	展望的記憶エラーを防ぐ手段.....	14
2.4	展望的記憶の応用研究.....	18
2.5	列車運転士による展望的記憶エラー.....	21
2.6	鉄道運転士による展望的記憶エラー防止法.....	31
2.7	本論文の目的と構成.....	33
3 章	遂行意図の存在が展望的記憶に与える影響に関する研究.....	36
3.1	遂行意図の存在と展望的記憶.....	36
3.2	実験 1.....	41
3.3	実験 2.....	47
3.4	実験 3.....	51
3.5	実験 1 から実験 3 の総合考察.....	54
4 章	失念防止法としての先取喚呼.....	62
4.1	意図優位性効果が展望的記憶エラーに与える影響について.....	62
4.2	展望的記憶エラー防止法としての先取喚呼.....	64
4.3	一時的な徐行区間における展望的記憶エラー.....	65
4.4	先取喚呼.....	68
4.5	先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果の検討.....	74
5 章	イメージング型喚呼と反復型喚呼の展望的記憶エラー防止効果検証実験.....	75
5.1	実験 4 イメージング法を利用した先取喚呼のエラー防止効果検証.....	75
5.2	実験 5 反復法を利用した先取喚呼のエラー防止効果検証.....	89
5.3	実験 4 と実験 5 の総合考察.....	103
6 章	先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果.....	104
6.1	実験 6 : 反復型喚呼のつり込まれエラー防止効果.....	107
6.2	実験 7 : 反復型喚呼とイメージング型喚呼のつり込まれエラー防止効果.....	113
6.3	実験 6 と実験 7 の総合考察.....	122
7 章	実験 8 : 先取喚呼の速度超過防止効果.....	124
7.1	背景と目的.....	124
7.2	方法.....	126
7.3	結果.....	130
7.4	実験 8 の考察.....	134

8 章	総括	138
8.1	先取喚呼に関する今後の検討の方向性	140
8.2	鉄道分野における心理学の知見の応用可能性	143
8.3	おわりに	146
	引用文献	148
	付録 1 : 本論文に掲載の実験について	161
	付録 2 : 実験 1, 2, 3 で使用されたスクリプト	163
	謝辞	165

1 章 はじめに

航空、鉄道などに代表される公共交通機関は我々が日常生活を営む上で、必要不可欠なものとなっている。内閣府が平成 20 年に発表した調査によると、これらの公共交通機関を少なくとも 1 か月に数回以上利用すると回答した者の割合は全体で 47%であった（内閣府、2008）。公共交通機関の利用は、特に大都市において多く、同様の設問に対して、大都市に住む者に対象を絞った場合、1 か月に数回以上利用すると回答した割合は 73%であった。また、公共交通機関に対する安全性について尋ねたところ、“安全だと思う”または“ある程度安全だと思う”と回答した割合は 89.1%であり、公共交通機関の利用に不安を感じる者はそれほど多くないことが推察される。

日本における航空事故の件数は、内閣府の発表によると平成 29 年では 20 件である（内閣府、2018）。ただし、これは公共交通機関として利用される航空機以外も含んだ数であるため、公共交通機関で利用される航空機に限れば、これよりも数は少なくなると考えられる。このうち、公共交通機関として一般的に利用される最大離陸重量が 5.7 トンを超える大型の航空機の事故件数は 2 件である。鉄道に関しては、令和元年度の鉄道統計年報によれば、列車走行 100 万キロあたりの事故件数は 0.53 件である。これらの数字が多いと感じるか少ないと感じるかは人の価値観によるところではあるが、それでも、確実にいえることは、これらの数値が、長年かけて徐々に減らして到達した数値であるということであり、十分か十分でないかの議論は別として、公共交通機関の安全性は年々高まってきているということは議論の余地はないだろう。

この安全性向上の背景にあるのは、公共交通機関を支える企業による、安全性向上への不断の努力であることは推測に難くない。その企業努力にも様々なものがある。例えば、保安装置の配備と拡張、社員教育の徹底、安全風土や安全意識の醸成などである。その中の 1 つとして重要な地位にあるのが、ヒューマンエラーの防止研究である。特に鉄道分野においては、1962 年に常磐線三河島駅構内で生じた列車脱線多重衝突事故を契機に、ヒューマンフ

アクター研究やヒューマンエラー研究への注目が高まった。この事故を受けて、当時の日本国有鉄道は鉄道労働科学研究所を設立し、ヒューマンファクター研究やヒューマンエラーの防止研究を進めていくようになった。

昨今では技術の進歩により、航空や鉄道の分野に問わず、自動運転やメンテナンスの自動化への動きがあるが、現状を見る限りは、ほとんどの航空機や列車は操縦士や運転士等の人によって動かされている。また、運転そのものが自動化されたとしても、完全に人が介在しなくなるということは考えにくい。航空にしる、鉄道にしる、それらを支えているのは、運行、管理、メンテナンスなどの非常に巨大で複雑なシステムであり、その全てにおいて、人が介在しなくなるにはまだまだ時間を要すると考えられる。

このような現状の中で、本論文で取り扱うのは展望的記憶 (prospective memory) とそのエラー防止策である。展望的記憶とは“同僚にあったらメッセージを伝える”，“明日 10 時の会議に出席する”などのような予定 (将来の行為) に関する記憶である。このような予定に関する記憶については、古くから研究はなされてきたが、展望的記憶 (prospective memory) という単語を初めて用いたのは、Meacham & Singer (1977) であると考えられている (梅田・小谷津, 1998)。この展望的記憶は、我々が日常生活を営む上で必要不可欠な記憶であると考えられており (Munsat, 1967)、当然ながら、航空や鉄道の分野はもちろんのこと、医療やプラント等での作業に携わる者にとっても、業務を適切に遂行し、安全性を担保する上で重要な能力である。逆説的に考えると、この展望的記憶のエラーは、各分野の安全性を脅かすものであり、そのエラー防止に関する研究やエラーが生じたとしても大きな事故につなげないような作業手順の研究、保安装置に関する研究等は、各分野の安全性を向上させるうえで非常に重要である。

本論文では、特に鉄道における列車運転士の展望的記憶に焦点をあてることとした。詳細は後述するが、列車運転士による展望的記憶エラーは、脱線などの大事故に結びつく可能性を秘めており、その防止は非常に重要である。それにもかかわらず、これまで列車運転士による事故やエラーを展望的記憶の観点から捉えた研究は見受けられない。そこで、鉄道運転

士によるエラーを展望的記憶の観点から捉えなおし、さらには、列車運転士が容易に実施できる展望的記憶エラー防止手法を提案し、その効果を検証することを目的とした。

本論文は次のような流れで進めていく。第 2 章では、展望的記憶とそのエラーに関してレビューを行う。そして、列車運転士によるエラーを展望的記憶の観点から考察を加える。第 3 章では、展望的記憶の特性の 1 つである“〇〇しよう”という意図の効果について基礎的な検討を加える。“〇〇しよう”という意図を持つことによって、それと関連した記憶が長期記憶の中でどのような状態で保持されているのかを検討する。第 4 章では、列車運転士が実施可能な展望的記憶エラー防止法について解説する。これは、筆者が展望的記憶に関する先行研究やイギリスの鉄道で行われているコメントリー運転法を基に考案した手法であり、先取喚呼と呼ばれるものである。第 5 章と第 6 章では、この先取喚呼の展望的記憶のエラー防止効果に関する実験について報告する。ここでは大学生を対象とした実験室実験によってその効果を確かめている。第 7 章では、現役の運転士を対象とし、列車運転シミュレーターを使用した先取喚呼のエラー防止効果の検証実験について報告する。

2 章 列車運転における展望的記憶とそのエラー

2.1 展望的記憶エラーと事故

2.1.1 展望的記憶エラー

展望的記憶とは、“同僚と会ったらメッセージを伝える”、“明日の 10 時の会議に出席する”などというような、予定（将来の行為）に関する記憶である。我々は日常生活を営む際、この予定に関する記憶を覚え（学習し）、そして、“適切なタイミング”で予定の存在に気づき、その内容を想起することで、当初の思惑通りに予定を実行することが可能となる。ここでの適切なタイミングとは、予定の実施が可能なタイミングのことである。先の、“同僚と会ったらメッセージを伝える”という例であれば、“同僚と会った”時というのが適切なタイミングであり、そのタイミングで予定を想起することで、メッセージを伝えることが可能となる。“明日の 10 時の会議に出席する”という例であれば、適切なタイミングとは“明日の 10 時より少し前”ということになり、そのようなタイミングで思い出すことができれば予定通り会議に出席することが可能となる。

このような適切なタイミングで思い出すのに重要な要素として自己開始的想起（self initiated retrieval）がある（ Craik, 1986）。これは予定の実施者自身が、その予定のことを想起し始めることを指す。例えば、過去の経験について他者から尋ねられた時に、その経験について思い出すという場合は、自己開始的想起は必要ない。その経験を思い出すように他者から促されているためである。しかし、予定の場合は、その予定の想起を他者から促されるわけでは必ずしもない。“同僚と会った時”、“明日の 10 時の少し前になった時”に、その予定の実施者が“メッセージを伝える”ことや“会議に参加する”ことを自ら気づく必要がある。

予定を当初の思惑通りに実施するには、適切なタイミングでの想起のほかに、その予定の内容を正しく想起することが必要である。例えば、同僚と会ってメッセージを伝える際に、そのメッセージの内容が当初の考えていたものと異なっていたり、明日の 10 時になった時に、どの会議室に向かえばよいのかを思い出すことができなければ、その予定を実施するこ

とは困難である。

以上の通り、予定を当初の思惑通りに実行するには、“適切なタイミングでの想起”と“その予定内容の想起”の2つの想起が重要である。展望的記憶研究では前者は存在想起、後者は内容想起と呼ばれている(梅田・小谷津, 1998)。存在想起と内容想起のこの両方が適切になされることで、予定を適切に実施することが可能となる。どちらか一方の想起を失敗すると、予定を適切に実施することは難しくなる。

2.1.2 展望的記憶エラーと事故

日常生活を営む上で、存在想起と内容想起のエラーは度々生じる。その生じたエラーによって、それが重大な影響を及ぼす場合もあれば、そうでもない場合もある。“同僚と会ったらメッセージを伝える”という例であれば、その同僚と頻繁に会うことがあったり、メッセージが緊急性や重要性を要するものでなければ、メッセージを伝え忘れたり、メッセージの内容が誤っていてもそれほど大きな影響はない。しかし、その同僚と会う頻度が少なかったり、そのメッセージの緊急性や重要性が高いものであれば、メッセージを伝え忘れたり、メッセージの内容が誤っていると大きな影響が出ると考えられる。

ここまで、日常生活を例に展望的記憶エラーについて記述してきたが、展望的記憶エラーによって大きな影響が出やすいのは航空、医療、鉄道などの産業界である。航空分野であれば、着陸時に車輪を出し忘れて着陸しようとするれば着陸に失敗する可能性が高まったり(例：マレーヴ・ハンガリー航空 262 便胴体着陸事故, パイパー式 P A - 3 2 R - 3 0 1 T 型による事故, 2008; パキスタン国際航空 PK8303 便事故, 2020), 医療分野であれば、投薬のタイミングを誤ったり、薬の種類を誤ることで、患者の容体に深刻な事態を引き起こす可能性がある。鉄道分野においては、運転士が減速をし忘れて、ポイント(転轍機)やカーブを制限速度を超えた状態で通過すると脱線の可能性がある。このように、産業界において、展望的記憶エラーを防止することは、その安全性を確保するうえで重要なことである。

航空や医療の分野では、記憶エラーに関する分析が行われ、中でも展望的記憶のエラーが

多いことが報告されている。例えば、Shorrock (2005)は英国の航空管制官の記憶のエラーの内、38%が展望的記憶エラーであることを報告している。Nowinski, Holbrook & R.K. (2003)は航空機のパイロットの記憶エラーの75の内、74が展望的記憶エラーであることを見出した。医療分野では、Rothschild, Landrigan, Cronin, Kaushal, Lockley, Burdick, Stone, Lilly, Katz, Czeisler & Bates (2005)は、集中治療室 (ICU: Intensive Care Units) で生じたエラーの半分以上は展望的記憶エラーであることを報告している。

航空分野での展望的記憶エラーによって生じた事故として考えられるものに (Loft, Dismukes, & Grundgeiger, 2021), ロサンゼルス国際空港で1991年に生じた航空機衝突事故がある (ロサンゼルス国際空港地上衝突事故)。これは滑走路にまだ航空機が存在するにもかかわらず、別の飛行機に着陸許可を与えてしまい、航空機同士が衝突した。この原因は、航空管制官が滑走路に存在する航空機に離陸の許可を与えるのを忘れていたためである。他には、2008年にスペインのマドリードのマドリード＝バラハス空港にて、フラップを離陸時に展開し忘れて、離陸に失敗した事故などがある (スパンエアー5022 便離陸失敗事故)。

鉄道分野では、徐行区間の失念 (展望的記憶エラー) による速度超過が報告されている。速度超過は脱線につながる可能性がある危険な事象である。佐藤・小野間・増田 (2020)によると、ある鉄道事業者の過去10年間の速度超過の内、7割が徐行区間で生じており、さらにその7割に展望的記憶のエラーが関与していたことが報告されている。

2.2 展望的記憶エラーの誘発要因

ここまで展望的記憶のエラーとそれによる事故について概観し、航空、医療、鉄道などの安全性を確保するには、展望的記憶エラーの防止が重要であることを述べた。展望的記憶エラーを防止するには、どのような状況において展望的記憶エラーが誘発されやすいかについて把握することが重要である。そこで本節では、展望的記憶エラーが誘発されやすい状況について述べる。

2.2.1 予定を実施すべき時に認知資源が十分でない状況

予定の実施には、現在がその予定の実施時期かどうかを判断するというモニタリングが必要であるとする考え方がある(Smith, 2003; Smith & Bayen, 2004)。子供にオープンでクッキーを焼かせ、一定時間後にそのクッキーを取り出すという課題をさせた場合、時間の確認数がその一定の時間に近づくにつれて多くなる。このような傾向を示す子供のほうが、そのような傾向を示さない子供よりも時間通りにクッキーを取り出すことができたことが報告されている(Ceci & Bronfenbrenner, 1985)。この場合、この時間の確認がモニタリングに相当すると考えられる。この実験結果は、予定を適切に実施するにはモニタリングが重要であることを示唆している。

このようなモニタリングを実施するには認知資源が必要とされる。このことから、認知資源が枯渇することにより展望的記憶の想起が妨害されることが予測される。このことについて、Marsh & Hicks (1998)は次のような実験を行った。彼らは実験参加者に短期記憶課題を実施中に、特定の事象(フルーツに関連する単語の呈示)が生じたら特定の反応をするという課題を行わせた。さらに、その短期記憶課題中に乱数生成課題を課す(もしくは課さない)ことで課題の負荷を増(減)させた。課題の負荷が高ければ、認知資源が奪われ、展望的記憶の想起が困難になることが予測された。実験の結果はその予測通りとなった。ただし、課題の負荷を高める際にはBaddeley (1986)のワーキングモデルでいうところの中央実行系に対して負荷をかける必要があることも示された。他の音韻ループや視空間スケッチパッドの負荷を高めても、展望的記憶課題の成績には影響を与えないことが示された。

一方で、展望的記憶の存在が他の課題に影響を与えることが示されている。Smith (2003)は、提示される文字列が意味を成す単語であるか、意味をなさない非単語であるかを判断するという語彙判断課題を実験参加者に行わせた。また、語彙判断課題中に、特定の単語が出現したときに別の反応をするという展望的記憶課題を課した場合と、課さなかった場合とで語彙判断課題の成績を比較した。その結果、展望的記憶課題を課した場合のほうが課さなかった場合よりも、語彙判断課題の反応時間が遅くなった。このような結果は他の研究にお

いても再現されている (Einstein, McDaniel, Thomas, Mayfield, Shank, Morrisette, & Breneiser, 2005; Guynn, 2003; Marsh, Hicks, Cook, Hansen, & Pallos, 2003)。この結果は、展望的記憶の想起に認知資源が割かれ、語彙判断課題を実施するための認知資源が少なくなったためであると考えられる。

上記の実験結果からは、適切なタイミングで展望的記憶の存在を想起し、予定を実行するためには、そのタイミングの時に予定の実施者の認知資源が十分であるかどうかが重要であることが示唆される。例えば、ある予定を実施するタイミングの時に、他の作業で忙しい時と、そうでない時とを比較すると、前者の時のほうが展望的記憶を想起しにくく、予定のし忘れが発生しやすくなると考えられる。

2.2.2 ルーティン化された作業と異なる作業をしなければならない状況

一つのある作業がさらに細かいステップに分かれている状況が存在する。例えば、鉄道の運転士の場合、運転を開始するときは、駅にある信号機と発車時刻を確認し、問題がなければ、駅を出発する。駅と駅の間には、カーブや分岐器に対する速度制限があり運転士は制限速度を超えないように運転する。基本的に運転士は、いつも同じ路線を運転するため、運転士にとっては非常に運転し慣れた区間となっている。どこの地点で加速し、どこの地点で減速を開始するかなどは、ある程度運転士の中でそのルーティンが確立している。運転士からすると、“駅を発車したら、時速 100 km/h まで加速、2つ目の信号機で 80 km/h まで減速、カーブを抜けた後は、再び 100 km/h まで加速、踏切を超えたあたりから駅に停車するために減速をし始める”などのように駅と駅の間（駅間）の運転は、いくつものステップからなっており、それをいつも同じようにこなすことで駅間の運転が可能となる。そのようなルーティン化された作業では、“あるステップの実行が次のステップの想起を促す”，または、“その時の風景が次のステップの想起を促す”等、長期記憶内でそれぞれのステップに関する情報が、他の情報と関連付けられて保存されている。

しかし、時には上記のような運転のルーティンが崩されることがある。例えば、臨時の徐

行区間の存在である。臨時の徐行区間とは、工事や激しい風雨等の理由により、一時的にいつもよりも低い速度制限が設けられている区間である。この場合、いつものルーティンで運転してしまうと速度超過となってしまう。速度超過は列車の脱線につながる可能性があるため、その防止は非常に重要とされている。この場合、いつものルーティンを抑制しつつ、臨時の徐行に対応した運転をする必要がある。しかし、いつも行っている運転のルーティンは、それぞれのステップが関連付けられて長期記憶に保存されているため、自動的にいつもの運転方法が想起されやすい。先の例であれば、“駅を発車したら”という場合、駅近隣の風景などによって 100 km/h まで加速ということが自動的に思い出されるケースが考えられる。

このようなことは鉄道分野に限ったことではない。Loft & Remington (2010)らは、航空管制を模擬した実験で、ルーティン化された作業が誤って生じてしまうことを確認している。ディスプレイには、様々な航空機の記号が表示され、動き続けている。実験参加者はこれらの航空機に自分が管轄するセクターへの進入許可を与えたり、セクターから離脱した航空機に対して制御を取りやめる措置を行ったりすることが求められた。また、航空機同士の衝突を回避するためにルートの変更を行うことも求められた。ただし、ある特定の高度を航行している航空機（ターゲット）に対しては、異なる処置を行うことが求められた。この場合、特定の高度以外を航行している航空機（非ターゲット）に対する処置を多く経験することによって、特定の高度を航行している航空機（ターゲット）に対しても、特定の高度以外を航行している航空機に対する処置をとってしまう傾向が強くなることが示された。また、Loft, Smith & Remington (2013)は、同種の実験を行い、ターゲットである航空機の出現率を減少させることで、ターゲットではない航空機と同じ処置をしてしまうエラーが増大したことを報告している。これらの実験は、ルーティンが強固になるほど、ルーティンに関する作業が誤って出現しやすくなることを示唆している。

まとめると、以上のようにルーティン化された一連の作業の中で、異なる行為をしなければならぬ時に、ルーティン化された行為をしてしまう原因の1つには、ルーティン化され

た作業を構成する一つ一つの下位のステップが長期記憶の中で相互に結合されて保存されていることが考えられる。また、作業を行う環境（文脈）も各下位のステップと結合されて長期記憶に保存されている場合は、その結合された風景を見ることによっても、いつも行っている作業が想起されやすくなると考えられる。

2.2.3 予定をすぐに実行できない状況

予定に関する記憶（展望的記憶）を想起したとしても、その予定を直ちに実行できない状況が存在する。同僚に会った時にメッセージを伝えようと思ったが、生憎その同僚が別の者と会話をしており、会話が終わるまで待たなければならない状況などが例として考えられる。そして、同僚の会話が終わるのを待っている間に、自分が他のことに気を取られたり、考え事をしたりしている内に、その間に同僚が去ってしまっていたら、“メッセージを伝える”という予定は実行できなくなる。“メッセージを伝える”という意図が意識上（ワーキングメモリー上）にいったん保持されていたにも関わらず、実行までの短時間のラグが、意識上（ワーキングメモリー上）からの消失をもたらし、し忘れにつながったと考えられる。

このようにすぐに予定を実行できなかったことによる航空機事故が過去にも起きている。航空機が離陸する時には、フラップは展開された状態である必要がある。離陸時の作業は、フラップの展開も含めてマニュアルなどで規定されており、その他の作業の実施の手順も決められている。また、その一連の作業は、操縦士にとって何度も経験している慣れた作業であり、さらには、チェックリストを使用したり、ダブルチェックをしたりと、展望的記憶エラー等のヒューマンエラーをできるだけ生じさせないような対策が行われている。しかし、滑走路が凍結している場合は、そのような手順が一部異っている。普段は、滑走路に向かう前にフラップを展開するが、滑走路が凍結している場合は、滑走路についてからフラップを展開する。スペインのマドリッドで起きた離陸失敗の事故は、フラップを滑走路で展開するのを忘れて離陸を行おうとして墜落した。

鉄道においても、展望的記憶を想起した時に、すぐに実行できない場合は存在する。例え

ば、臨時の徐行区間の直近駅停車中において、徐行の存在を思い出したとしても、すぐに徐行区間に向けて意識を集中させたり、減速を開始できるわけではない。駅を出発した後は、しばらく加速する必要や、信号や線路の安全確認などに気を配る必要がある。このように徐行以外のことに注意を向けることで、徐行区間の存在を一時的に忘れて、通常で速度で走行し、徐行の制限速度を超過してしまう場合が存在する。

また、自動車の運転を対象とした研究においても、すぐに予定を実行できないことが記憶のエラーにつながることを示唆している。Gregory, Irwin, Faulks, & Chekaluk (2014)は、信号機による停車によって、制限速度の変更を忘れてしまい速度超過につながることを示した。信号機によって停車した場合は、新たな制限速度を平均 8 km/h 超過したのに対して、信号機によって停車しなかった場合は平均 2 km/h しか超過しなかった。また、Bowden, Visser, & Loft (2017)は、自動車の運転シミュレーターを使用した実験で、信号機による停車がなかった場合は 9%の者が速度超過を生じさせたに対して、信号機による停車があった場合は、26%の者が速度超過を生じさせたことを報告している。また、信号機による停車中に n-back タスクなどで認知的な負荷をかけた場合は、負荷をかけなかった場合よりも速度超過が多く発生したことを報告している。

展望的記憶の想起から実行までのわずかな遅延が、展望的記憶エラーを誘発させることについては、実験室実験においても確認されている。展望的記憶研究における典型的な実験室実験の手続きは、何らかの課題を遂行中に特定のイベント（ターゲットイベント）が発生したら特殊な反応をすることが求められる。例えば、文字列を見て、それが単語か非単語かを判断する語彙判断課題を行っている最中に、特定の単語や特定のカテゴリーに属する単語が呈示されたら、キーボードの“F”キーを押すというものである。Einstein, McDaniel, Williford, Pagan, & Dismukes (2003)は、ターゲットイベントが生じてもすぐには反応せずに 5 秒経過してから反応することを実験参加者に求めた。その結果、約 25%の忘却が生じた。また、高齢者を対象とした実験では、5 秒の遅延を挿入するだけで、約 50%の忘却が生じていた(McDaniel, Einstein, Stout, & Morgan, 2003)。これらの結果は、展望的記憶を想起

して、それを実行するまでの時までの遅延が僅かなものであっても展望的記憶エラーの誘発には十分であることを意味している。

2.3 展望的記憶エラーを防ぐ手段

先の節では、展望的記憶エラーが生じやすい条件や状況などについて概括した。一方で、展望的記憶エラーを防ぐ手段についての検討も進められてきている。本節では、展望的記憶エラーを防ぐために有用であると考えられている手段について概説する。

2.3.1 リマインダーやメモなどの記憶補助装置の使用

展望的記憶エラーには、予定の実施時期にその存在を思い出す（気づく）ことができない存在想起エラーと、予定の内容を想起することができない（または、誤った内容を想起してしまう）という内容想起エラーがある。存在想起エラーに対して有効と考えられるのは、予定の実施時期の到来を知らせる警告音や自動音声などのリマインダーであると考えられる。存在想起エラーは、予定の実施時期の到来に気づかないことであるため、予定を実施すべき時期の到来を外部から知らせ、それに関連する展望的記憶を想起させることができれば、存在想起エラーは生じにくくなると考えられる。

McDaniel & Einstein (2007)は、予定の遂行時期の到来を示す手がかりが効果的に機能する条件として、“その手がかりそのものに弁別性 (distinctiveness) や顕現性 (salient) があり”，“その時に行っている認知的処理がその手がかりに気づくための処理（焦点的処理）を含んでおり”，“予定と手がかりの間に意味的なつながりがある”という3つをあげている。例えば、牛乳を買いに行くという予定を立て、その予定について書いた付箋を冷蔵庫に貼ったとする。もしその冷蔵庫に、他の予定が記載された付箋が多数あった場合は、牛乳を買いに行くとき書いた付箋の弁別性や顕現性がなく、その者が冷蔵庫を見たとしても付箋に対する処理も行われず。また付箋そのものは牛乳の購入と意味的なつながりはそれほど強くないため、その付箋の手がかりとしての効果は低いと考えられる。この場合、McDaniel &

Einstein (2007)は、空の牛乳箱を台所の床や車のシートの上に置いておくことが有効であるとしている。台所の床や車のシートの上に牛乳の空箱があれば、非常に目立ち顕現性が高いため、牛乳箱に対して何らかの処理が促され（例えば、どうして牛乳箱があるのかなどと考える）、さらに牛乳箱と牛乳の購入は意味的に近いため、牛乳を買いに行くという予定を想起できる可能性は高いと考えられる。

手がかりの顕現性が展望的記憶の想起を促進することについては、次のような実験によって確認されている。McDaniel & Einstein (1993)は、短期記憶課題を遂行中に、特定の単語（ターゲットワード）が出現したらある特定のキーを押すという課題を実験参加者に行わせた。このような二重課題を基にした実験手続きは Einstein パラダイムと呼ばれ、ここでの短期記憶課題のように継続的に行う課題は同時遂行課題（on-going task）と呼ばれ、特定のキーを押す課題は展望的記憶課題と呼ばれる。この実験では、同時遂行課題である短期記憶課題では、普段からよく使用される単語が材料として用いられた。手がかりの条件は顕現性の高低の2種類存在した。顕現性の高い手がかり条件では普段はあまり使用しない単語がターゲットワードとして使用され、顕現性の低い手がかり条件では、普段からよく使用する単語がターゲットワードとして使用された。そして、どちらの条件のほうが、ターゲットワードに対して適切にキーを押せるかを比較した。その結果、顕現性の高い手がかり条件のほうが顕現性の低い手がかり条件よりもターゲットワードに対して特定のキーを押せた割合が高かった。

また、ターゲットイベントの検出に必要な処理が同時遂行課題に含まれていることによる展望的記憶課題の成績の向上も実験で確認されている。Einstein et al. (2005)の実験では、実験参加者にカテゴリ判断課題を同時遂行課題として行わせた。カテゴリ判断課題では2つの単語が提示され、小文字で書かれた単語（例：tiger）が大文字で書かれた単語が示すカテゴリ（例：ANIMAL）のメンバーであるかどうかをできるだけ早く判断することを求めた。ターゲットイベントは、“tornado”という単語の出現である場合と“tor”という音節が現れた場合の2通りがあった。“tornado”という単語の出現に気づくための処理（焦点的

処理)には、文字列全体からそれが何であるかを判断する処理であると考えられる。また、同時遂行課題であるカテゴリー判断課題においては小文字で構成される文字列からそれが何を表す単語であるかを判断する必要があり、ターゲットイベントの検出に必要な処理(焦点的処理)を含んでいると考えられる。一方で、“tor”という音節に気づくには文字列全体に注目するというよりは、それを音節に分解してそれが“tor”であるかを判断する必要がある。カテゴリー判断課題ではそのような処理は必要ないため、ターゲットイベントに気づくための処理(焦点的処理)は含まれていないと考えられる。実験の結果、ターゲットイベントが“tornado”という単語の出現である場合のほうが、展望的記憶課題の成績が優れた。

2.3.2 遅延の除去

予定に関する記憶(展望的記憶)を想起してから、他のことに注意を向けたり、別のことを考えてしまうと、それが僅かな時間であったとしても展望的記憶エラーを発生しやすくなることが実験的に確認されている(Einstein, McDaniel, Manzi, Cochran, & Baker, 2000; Einstein et al., 2003; McDaniel et al., 2003)。

しかも、この事実と我々の一般的な認識は多少異なることが示唆されている。McDaniel & Einstein (2007)は実験参加者(34名)に対して、展望的記憶課題における遅延の時間の長さ(5秒間、15秒間、40秒間)によって、展望的記憶課題がどのように変化するかを聞いた。その結果、遅延が増大するにつれて展望的記憶課題の成績が低下すると認識していることが示された。遅延がない時を100%とすると、5秒間の遅延では98.3%、15秒間の遅延では91.2%、40秒間の遅延では81%と評価された。しかしながら、Einstein et al. (2000)では、10秒間の遅延と30秒間の遅延とでも展望的記憶課題の成績に有意な差はみられなかったことを報告している。この実験結果は、遅延時間の増大によって展望的記憶エラーの生じる確率が増大するというよりも、遅延時間の長さにかかわらず、遅延時間の存在が展望的記憶エラーの誘発と強く関連していることを示唆している。

展望的記憶研究において、数秒程度の遅延でも展望的記憶エラーを誘発させるというこ

の報告から、できるだけ不要な遅延は短時間であっても発生させないほうが良いと考えられる。何か物事を行おうとしているときに、同僚から話しかけられたり、電話がかかってきたりしてその対応に追われることが日常生活や仕事において多々あるが、そのような状況は当初の予定を行うことを忘れてしまう可能性がある。そのような場合、これから何を行おうとしていたのかをメモに残す、または、これからすることに使用する道具を目の前に置いておいて、一時的な中断（遅延）が終了したのちに、自分が何をしようとしていたのかを思い出すための手がかりを作成してから、同僚の会話なり、電話などの対応を行うことで、し忘れを防ぐことができる可能性を高められると考えられる。

2.3.3 意図実施法の利用

展望的記憶エラーを防ぐ方法として、いつ、何をするのかを明確にするという手法がある。予定の中には、何をするかということはある程度決まっても、いつするのかということが明確になっていない予定が存在する。例えば、“手紙を投函する”、“メールを送る”という予定の場合、期日前であれば、今日の午後でも、明日の午前でも、手紙を投函したりメールを送ることでできればよく、いつするのかということを決めない場合が存在する。このような場合、それらを思い出すためのきっかけが明確になっていないため、予定を思い出しにくく、し忘れが多くなると予測される。

Gollwitzer (1999)は、いつ何をするのかということを決め、 “〇〇が生じたら、△△をする”というように予定を立てることを提案している。このように、思い出すためのきっかけや時期を明確にすることで、し忘れを防ぐ方法を、“Implementation Intentions”と彼は呼んだ。本稿では“Implementation Intentions”のことを意図実施法と呼ぶ。この意図実施法では、単に“メールを送る”と考えるのではなく、“オフィスに戻り、自分の席に座って、パソコンのモニターを見た時にメールを送る”などと予定を立てることで、メールを送ることを思い出させるための手がかり（オフィス、席、モニター）を作り、し忘れを防ぐ。

この意図実施法の有効性は日常生活下での実験において確認されている。Sheeran &

Orbell (1999)は、ビタミンCの錠剤を毎日3週間飲むという課題を実験参加者に行わせたところ、意図実施法で一日の中でいつ飲むかを明確にした実験参加者のほうが、意図実施法を使用せずにいつ飲むかを明確にしなかった実験参加者よりも、錠剤のみ忘れが少なかったことを報告している。Milne, Orbell, & Sheeran (2002)では、毎日(20分)の運動を行うことを実験参加者に求めた。この実験でも意図実施法を使用した場合のほうが使用しなかった場合よりも運動のし忘れが少なかった。また、この意図実施法は、一般的に記憶力が低下すると考えられている人々にも効果的であることが報告されている。高齢者(Chasteen, Park, & Schwarz, 2001; Liu, & Park, 2004)、統合失調症患者(Brandstätter, Lengfelder, & Gollwitzer, 2001)、前頭葉の損傷者(Lengfelder & Gollwitzer, 2001)等において、その有効性が確認されている。

この意図実施法は、予定の遂行時期の到来を示す手がかりを明確にし、その手がかりと予定の内容を長期記憶内で関連付けて保存することで、展望的記憶の想起を容易にしていると考えられている。展望的記憶の想起を説明するモデルとして、単純活性化モデルがある(Brandimonte, Einstein, & McDaniel, 1996)。このモデルは、予定の遂行時期の到来を示す手がかりに対応するノードと行為の内容に対応するノードがリンクで結合されていると仮定する。そして、手がかりに遭遇することで、まず、手がかりに関するノードが活性化し、その活性化がリンクを伝って伝播し、行為内容に対応するノードも活性化すると考える。意図実施法において、いつ、何をするのかということを明確にすることは手がかりや行為内容を明確にするという効果と、2つのノード間の結合を強くする効果があると考えられる。

2.4 展望的記憶の応用研究

展望的記憶研究の始まりは、日常記憶への興味から派生したものであると考えられる。それまでの実験室実験は生態学的妥当性が低いという Neisser (1978)の提言から、日常研究への興味が高まり、自伝的記憶や虚記憶などと共に展望的記憶についても研究がなされるようになった。1970年代や1980年代のような初期の展望的記憶研究では、期日(まで)に手

紙を投函する、実験者に電話を掛けるなどといった日常的な課題が多かった(Moscovitch, 1982)。例えば、Loftus (1971)は、調査に回答した後に実験参加者自身の出身の州を報告するようにと事前に実験参加者に指示し、どの程度の者が忘れずに出身の州を報告できるかという課題を用い、保持時間の影響を検討した。また、Meacham らの研究では、手紙を特定の日投函するように指示し、リマインダーや動機付けが手紙の投函の行動にどのような影響を与えるかを検討した(Meacham & Leiman, 1982; Meacham & Singer, 1977)。

上記のような課題は、1回の実験につき1つの結果しか(電話をかけてくるか、またはこないか)得られなかったり、1回の実験に非常に長い時間が必要であった。また、検討したい要因以外を同じにするという実験統制が難しいという問題があり、展望的記憶の想起メカニズムを検討するには不向きであった。そのためか、展望的記憶を扱った研究も少なく、それを扱った理論も時間ベースの展望的記憶に関する Test Wait Test Exit (TWTE)理論(Miller, Galanter, & Pribram, 1960)くらいしか提案がなされなかった。

そのような中で、Einstein らは展望的記憶を実験室で検討できる実験パラダイムを提案した。それは、ある課題を行っている最中に特定のイベント(ターゲットイベント)や、事前に指定した時間が経過したら、何らかの反応をするというものであった。例えば、Einstein & McDaniel (1990)では、短期記憶課題の中である特定の単語が出現したら、事前に教示しておいたキーを押すように実験参加者に求めた。この説明をしてから、実際にターゲットイベントが生じるまでの間、他の課題を実施し、実験参加者の意識上からターゲットイベントのことを一度消失させるようにし、ビジランス課題のようにはならないようにした。そして、この特定のキーを押せるか押せないかが、展望的記憶課題の成績として扱われた。ここでの短期記憶課題のように、展望的記憶課題の背景として、継続的に行われる課題は同時遂行課題と呼ばれた。このような二重課題の手法を用いることで、比較的短時間で実験を行うことができ、また、ターゲットイベントの回数を複数回にすることで、各実験参加者につき複数回の展望的記憶課題の成績を測定することが可能となった。このパラダイムの提案により、展望的記憶を扱った論文数も年々増加し(McDaniel & Einstein, 2007)、展望的記憶の想起メ

カニズムに関するモデルや理論も幾つか生まれるようになった(例: 気づき+探索モデル, 単純活性化モデル, PAM (Preparatory Attentional and Memory Processes) 理論, 複数過程理論, 動的複数過程理論)。

一方で, 航空管制や医療の現場を扱った展望的記憶研究も行われた。作業状況での展望的記憶エラーを防ぐことで航空機や医療の安全性を向上させることがその目的である。実験室実験によって, 展望的記憶に関する知見が集まり, 理論が確立してくると, そこで得られた知見や理論が, 実際の現場においても見られるのか, また, そのような理論に基づいてどのような安全対策をとるべきかなどが検討された。また一方で, 現場でみられる展望的記憶に関する現象について, 実験室実験でそのメカニズムを検討するなど, 実験室実験による研究と作業現場などのより日常に近いフィールドで行う研究とが相互に知見を交換する重要性が主張されるようになった(Rummel & Kvavilashvili, 2019)。

また, 展望的記憶研究では, 実験による検討の他にも, 事故やエラーに関する記録を分析することによるフィールド研究も行われてきている(Grundgeiger, Sanderson, MacDougall, & Venkatesh, 2009; Dismukes, Benjamin. Berman, & Loukopoulos, 2007; Shorrock, 2005)。このような検討は, 個人がとる展望的記憶エラー防止の方略や, チーム全体で見た時の展望的記憶エラーの発生過程や防止過程, 実際の作業状況で複数の要因が絡み合って生じる展望的記憶エラーについて検討するうえで有用な手法とされている(Loft et al., 2021)。

また, 実験装置や器具の発展により, シミュレーターを使用した展望的記憶研究も行われるようになった。シミュレーターを使用した初期の研究は, 航空管制をシミュレートした課題が使用された(Vortac, Edwards, Fuller, & Manning, 1993; Vortac, Edwards, & Manning, 1995)。Vortac et al. (1995)では, 航空管制を模した課題において, 新たな航空機が表示されてから, 数十秒後に出現するマークを認めたら, その航空機に指示(方向など)を与えるという課題を使用した。そして, その時に提示される外的手がかりの特性が, その展望的記憶課題に与える影響を検討した。また, Grundgeiger, Sanderson, Orihuela, Thompson, MacDougall, Nunnink & Venkatesh (2013)は病院における集中治療を模した課題を看護師

に行わせ、会話による予定の中断が、し忘れの誘発にどのように影響するかを検討している。また、Bowden et al. (2017)は、自動車のシミュレーターを使用して、赤信号による停車（一時的な運転の中断）が、制限速度が変更されたことの失念を誘発させることを確認した。

以上のように、実際の状況を模した課題を使用して、航空分野や医療分野に関する展望的記憶の研究は進められてきている。先にも述べたが、この背景には、各分野の安全性の確保及び向上が目的として存在することによるものであると考えられる。展望的記憶のエラーは、時に凄惨な事故を引き起こす可能性があり、その防止は重要である。航空分野とよく比較される鉄道分野においてもそれは同様である。しかし、鉄道に関する展望的記憶の研究はほとんど見受けられない。これは、鉄道における事故や事象などが記憶の問題として捉えられることが少なかったことに由来すると考えられる。次節では、鉄道におけるエラーや事故を展望的記憶の問題として捉え、その原因について考察する。

2.5 列車運転士による展望的記憶エラー

本節では列車運転士による展望的記憶エラーについて概説する。しかし、その理解には、鉄道信号などの列車運転に関する基礎知識が必要である。そのため、初めにそれらについて述べてから、運転士による展望的記憶エラーについて概説する。

2.5.1 列車運転に関する基礎

(1) 鉄道信号

列車は鉄道信号に従って走行する必要がある。鉄道信号は、信号、合図、標識の3つに分類される。この3つは、鉄道に関する技術上の基準を定める省令に以下の表1のように定められている。

表 1 鉄道信号の種類

種類	内容
信号	係員に対して、列車又は車両（以下“列車等”という。）を運転するときの条件を現示するものをいう。
合図	係員相互間で、その相手方に対して合図者の意思を表示するものをいう。
標識	係員に対して、物の位置、方向、条件等を表示するものをいう。

引用：<https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=413M60000800151>

この中で、自動車用の信号機に見た目が類似しているのが、表 1 における信号である。車に対する信号機も列車に対する信号機も、赤、黄、緑の 3 つの色灯から構成されるのと、赤が停止を意味し、緑が進行を意味する点は同じである。異なるのは黄の信号である。自動車用の黄信号は、道路交通法施行令の第二条に“車両及び路面電車（以下この表において‘車両等’という。）は、停止位置をこえて進行してはならないこと。ただし、黄色の色灯の信号が表示された時において当該停止位置に近接しているため安全に停止することができない場合を除く。”とあり、赤信号による急停車やそれに付随する追突事故を防ぐ目的がある。

一方、列車用の信号における黄色は、その当該の信号機から次の信号機までの制限速度を表しており、その制限速度は鉄道会社によって異なる（西上, 2020; 塩沢, 1997）。また、車用の信号の黄色は数秒程度しか表示されないが、列車用の信号の黄色は、時間による制限は特にない。また、車用の信号は、赤、黄、緑の 3 色の内、同時に表示される色は 1 つであるが、列車用の信号の場合は、緑と黄が同時に表示されたり、黄が 2 つ表示されたりする。制限速度は緑（進行）、緑と黄の同時（減速）、黄（注意）、黄 2 つ（警戒）、赤（停止）の順で低くなる。例えば、緑（進行）がその線区の最高速度、緑と黄が表示された場合（減速）の制限速度が 75 km/h、黄色が 1 つ表示された場合（注意）が 45 km/h、黄色が 2 つ表示された場合（警戒）の制限速度が 25m/h といった具合に制限速度が低くなる（図 1）。

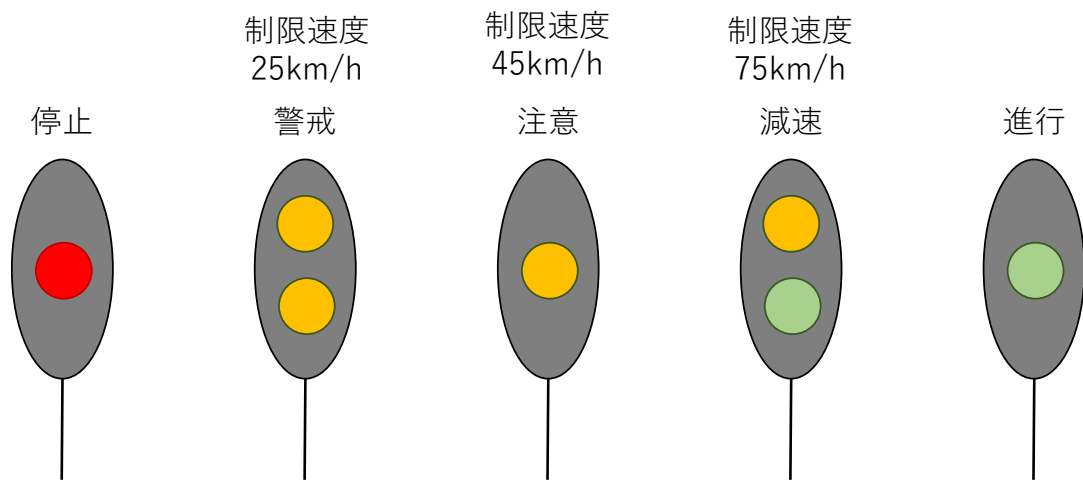


図 1 信号現示の種類と制限速度の例

また、信号の呼び方も異なる。車用の信号は、緑（青）信号、黄信号、赤信号などと一般的に色で呼ぶが、列車の場合は、緑（青）が表示されている場合は進行信号、緑と黄が同時に表示されている場合は減速信号、黄色が表示されている場合は注意信号、黄が2つ表示されている場合は警戒信号、赤色が表示されている場合は停止信号と呼ぶ。さらに、信号機が色灯によって制限速度を示すことを現示と言う。例えば、“あの信号機は進行信号を現示している”などのように言う。

列車用の信号機は大きく分けて、出発信号機、場内信号機、閉塞信号機の3種がある。出発信号機は、駅のホームから見て、列車の進行方向の最も近い所にある信号機である。運転士が駅から列車を進出させる際に、“出発、進行”などと声に出していることがあるが、それは“出発信号機が進行信号を現示している”ということを出しながら確認していることを意味する。場内信号機は、駅のホームから見て列車の進行方向とは逆方向の最も近いところにある信号機である。場内信号機よりもホーム側は、駅の区画である。駅のことを停車場、駅の区画内のことを停車場内と呼ばれる。出発信号機と次の駅の場内信号機にある信号機のことを閉塞信号機と呼び、一般的には、次の駅の場内信号機に近いものから“第1閉塞信号機”、“第2閉塞信号機”などと番号が割り当てられている（図2）。

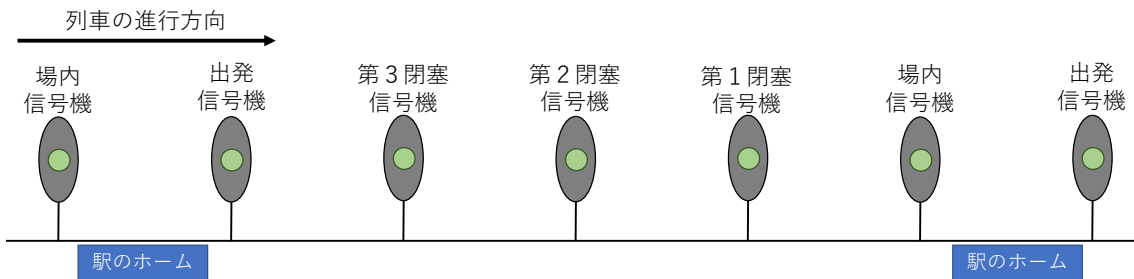


図 2 信号機（場内・出発・閉塞）

信号を理解するうえで重要な概念に閉塞がある。閉塞とは、ある特定の区間に列車を進入させない措置である。例えば、ある区間に列車が1編成存在したとする。その時、その列車の進行方向とは逆方向にある信号機に停止信号を現示することで、後続の列車が、その区間に進入できないようにし、列車の衝突事故が生じないようにしている（図 3）。また、当該列車の進行方向とは逆方向 2 つ目にある信号機には注意信号（または警戒信号）が現示される。この注意信号を認めた後続の運転士は、次の信号機が停止現示であることを予期しながら、制限速度（例：45 km/h）以下で列車を運転する。

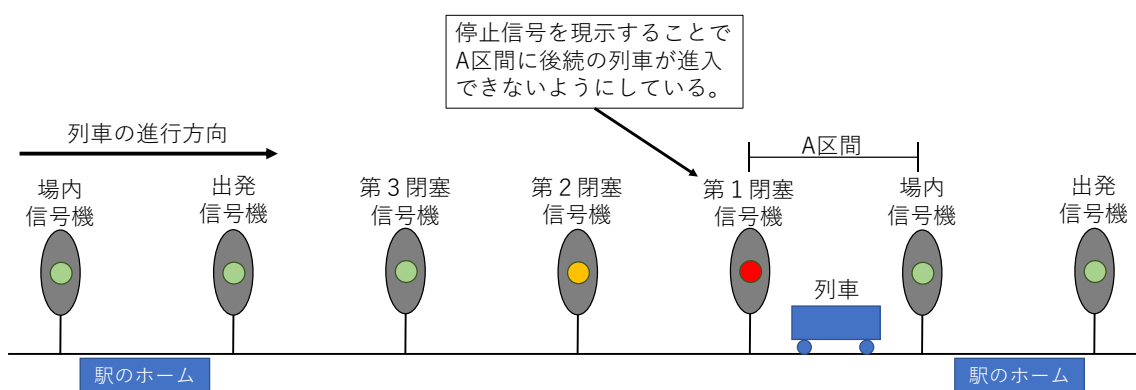


図 3 閉塞による安全確保

また、中継信号機と呼ばれる信号機も存在する。これは、カーブにより、信号機の視認距

離が十分に確保できない場合に建植される(西上, 2020)。この中継信号機は、その1つ先の信号機の信号現示を中継する役割を担っている(図4)。閉塞信号機、場内信号機、出発信号機を主信号機と呼ばれ、中継信号機は従属信号機と呼ばれる。中継信号機の灯列が上を向いているときは、1つ先の信号機が進行信号を現示していることを意味し、中継信号機の灯列が横を向いているときは、1つ先の信号機が停止信号を現示していることを意味している。また、中継信号機の灯列が斜めの場合、1つ先の信号機の現示が減速信号、注意信号、警戒信号の内、いずれかを現示していることを意味している(図5)。

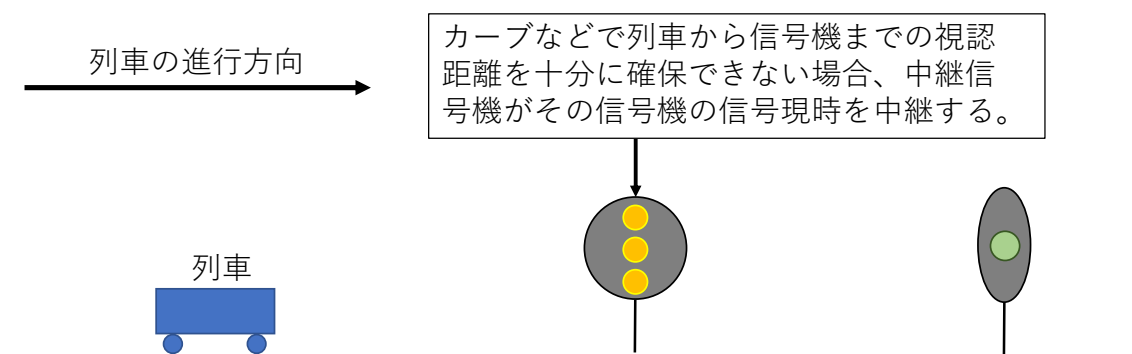


図4 中継信号機



図5 中継信号機の信号

(2) 臨時の徐行区間における速度超過

基本的に運転士は信号機や曲線、転轍機の制限速度を遵守しながら列車の運転を行う。運転士が運転する区間はあらかじめ決められており、同じ区間を長い場合は十数年以上にわたって運転するため、その区間の運転回数は非常に多く、運転の仕方もパターン化してくる。

どこで加速し、どこから減速すれば駅に停車できるかなどは運転士にとって体に染みついており、深く考えなくても次の運転に必要な行動が自然と想起されるようになる。いわば、習慣化された展望的記憶に従って運転していると考えることができる。

そのような運転士にとって警戒しなければならないのは、臨時の徐行区間である。臨時の徐行区間とは、工事や激しい風雨などにより、一時的に速度制限がかけられる区間である。工事による徐行などのように以前から計画されてきた徐行の場合は、臨時信号機が建植される場合が多い。臨時信号機には、徐行予告信号機、徐行信号機、徐行解除信号機の3種の信号機がある（図6）。信号機とはいえ、自動車に対する信号機やこれまで紹介してきた信号機のように色灯式の信号機ではなく、いわば看板のような信号機である。徐行区間の手前には徐行予告信号機が建植される。徐行区間の開始位置には徐行信号機が建植され、徐行区間の終端には徐行解除信号機が建植される。列車の減速力は弱いため、車の運転のように臨時信号機を視認してから減速を開始しては間に合わない場合がある。そのため、運転士は徐行区間の位置を事前に把握した上で運転する必要がある。

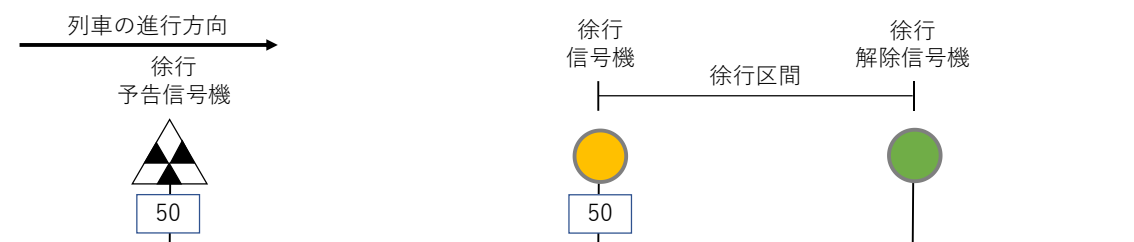


図6 臨時信号機

徐行区間の存在について、運転士は、列車の運転を開始する前に運転区所などで知らされる。それについて、知らされた運転士は、その徐行のことを注意しながら運転する必要がある。ただし、一時的に徐行区間のことを忘れて通常で運転してしまうと速度超過を発生させることになる。この速度超過の原因として、運転士が“他ごとを考えていた”、“ぼんやりしていた”、“眠気に襲われたなど”と様々なものが言われるが、展望的記憶エラーの観

点から考えると、速度超過の直接的な原因は、徐行区間に関する展望的記憶の存在想起のエラーであり、“他ごとを考えていた”などは展望的記憶エラーを誘発させる要因であると考えることができる。

(3) つり込まれによる速度超過

一時的な徐行区間を走行中は、信号機の進行信号や注意信号の示す制限速度を無視して走行する必要がある。例えば、制限速度 35 km/h の一時的な徐行区間を走行中に、45 km/h 制限の注意現示の信号機を認めたとしても、35 km/h の速度を超えて列車を走行させてはいけない。しかし稀に、この注意現示に運転士がつり込まれてしまい、35 km/h を超えて 45 km/h まで加速し、速度超過に至る場合が考えられる。

また過去には、従属信号機である中継信号機につり込まれて衝突事故に発展した例も存在する。この事故では、まず初めに閉塞信号機が停止信号を現示しており、そのため当該列車は閉塞信号機の手前約 50m で停車した。その後、1 分経過しても停止信号のままであったため、当該列車は、見通しの範囲内で停車できる速度（ただし、15 km/h を超えない）で運転を開始、停止信号を現示している閉塞信号機を越え、さらに進行した。この停止信号を越えて運転する行為そのものは、当時の規定に則ったものであった¹。ただし、閉塞信号機が停止信号を現示しているということは、信号機故障のほかに、当該の閉塞区間に他の列車が存在している可能性を示唆している。そのため、停止信号を超えてからは、直ちに停車できる低い速度で運転する必要があった。このように低速で運転していたところ、中継信号機の進行信号を運転士が認め、加速を開始した。この場合、中継信号機が示しているのは、次の閉塞信号機が示している信号である。この場合、たとえ次の閉塞信号機が進行信号を現示

¹ 基本的にこの取り扱いは現在では行われてはいない。現在では、まず、運転士が何らかの原因で停止信号を現示し続けている信号機を認めた場合は、運転士は輸送指令員に状況を連絡する。連絡を受けた輸送指令員は、当該区間に列車がないことを確認してから、当該運転士に運転再開の指示を出すという手続きが一般的にとられる。

していても、現在走行している区間には他の列車が存在している可能性があるため、本来は加速してはならない。しかし、この時の運転士は、中継信号機が進行信号を現示しているのを認め、それにつり込まれて加速した。その結果、動物と衝突したために停車していた先行列車に追突するという事故に発展した（航空・鉄道事故調査委員会, 2003）。

当該の運転士は、停止信号を超えて運転するときは、中継信号機が進行信号を現示していても、加速してはならないことを知っていたことが記録として残っている。このことを考慮すると、中継信号機を認めた時に、“中継信号機の進行信号を無視する”という展望的記憶を想起出てきていれば、この事故は生じなかったと予測できる。

(4) 停止位置不良

停止位置不良とは、列車が指定された停止位置に停車しない、もしくは指定された停止位置以外の場所に停止してしまうことを指す。時折、新聞やネットなどで列車がオーバーランしたという事象がニュースとして取り上げられることがある。オーバーランとは、所定の停止位置を超えた所に停車することであり、停止位置不良の1つの形態である。その原因は大きく2つある。1つは、何らかの原因でブレーキ力が得られなかった場合である。列車のブレーキシステムが正常で、且つ、運転士のブレーキの操作が適切であったとしても、レールが塗れていたり、落ち葉によってレールがおおわれていたりすると、十分なブレーキ力が得られないことがあり、その結果オーバーランしてしまうことがある。

オーバーランの原因のもう一つは、運転士のブレーキ操作が遅れた場合である。ブレーキ操作が遅れる理由には、停車すべき駅であるのに、通過する駅であると勘違いしたり、他ごとを考えたりや眠気に襲われたりしてブレーキの開始が遅れたり等の理由が考ある。

また、オーバーランではないが、両数や停止位置目標の勘違いも停止位置不良の原因となる。駅には列車が停車すべき場所を示した、停止位置目標というマークがある。この停止位置目標は、1つの駅に複数ある場合がある。複数あるのは、列車1編成の両数によって停止位置が異なるようにしているためである。例えば、4両に対する停止位置目標（これを4両

標という)と8両に対する停止位置目標(これを8両標という)の2つがある場合、編成が4両以下の列車は4両標に停車することが求められるのに対して、編成が5両以上8両以下の列車は8両標に停車することが求められる。それにも関わらず、4両以下の列車が8両標に停車したり、5両以上8両以下の列車が4両標に停車してしまうと停止位置不良となる。この原因の多くは、運転士が自分の運転する列車の両数を一時的に勘違いしたり、停車すべき停止位置目標を勘違いすることによって生じる。

この停止位置不良の原因は、最初に述べた落ち葉などによるブレーキ力の低下以外は、運転士によるヒューマンエラーであると考えられる。また、その原因を細かく見ていくと、運転士が眠気を感じたり、ぼんやりしていたり等の覚醒度の低下によるブレーキ操作の遅れによるものと、停止位置目標、通過・停車の勘違いによるものとの2つがある。ブレーキ操作の遅れについては、ブレーキ操作を行おうという展望的記憶の存在想起の遅れが原因であると考えることができ、また、停止位置目標等の勘違いは展望的記憶の内容の想起に関するエラーであると考えられることができる。

(5) 出場誤り

列車の運転士は、自分の運転する列車を車両センター等に留置させる以外は、いずれかの駅で他の運転士に自列車をひきつぐ。これを乗り継ぎという。乗り継ぐ次の運転士は、その乗り継ぐ列車が来るホームに、その到着時刻までにホームで待機しておく必要がある。そして、このホームに出て待機することを出場という。出場誤りとは、この待機に遅れることである。乗り継ぎの駅に運転士が待機していないと、列車はそれ以降の駅に進むことができず、遅延が発生する。

出場誤りの原因は、運転士が詰め所で他ごとに夢中になっている間に、乗り継ぎ時刻を経過してしまったというものや、乗り継ぎ時刻や乗り継ぐホームを勘違いしてしまったというものがある。前者の遅刻であれば、出場に関する展望的記憶の存在想起のエラーであると解釈でき、乗り継ぎ時刻やホームの勘違いは、展望的記憶の内容想起エラーであると解釈で

きる。

(6) 列車防護の遅延

列車防護とは、何らかの異常事態が発生した場合に、自列車に他の列車が接近・接触しないようにするための措置である。例えば、何らかの理由で自分の運転する列車が脱線し、隣の線路に張り出していた場合（このことを、隣接線を支障するという）、何もしなければ隣の線路を走行する列車と、隣接線を支障している自列車とがいずれは衝突してしまう。そうならないようにするために、列車の進来を防止する措置が列車防護である。

列車防護にはいくつかの手段がある。1つ目は、防護無線の発報である。これは運転台に設置されている防護無線の発報ボタンを押すと、自列車の半径約1キロ内に信号が飛び、その信号を受信した他の列車には、受信したことを知らせる警告音が鳴動するようになっていく。運転士はその警告音を聞いた場合、直ちに非常ブレーキをかけてその場に停車しなければならない。また、2つ目は車両用信号炎管の発炎である。これは、運転士が運転台に備え付けられた車両用信号炎管の操作スイッチを扱うと、車両の屋根から赤い色の炎が現れる。その炎を見た運転士は、直ちに自列車をその場で停車させなければならない。また、同種のものに、携帯用信号炎管がある。これも同様に、赤い炎を発炎させることができる装置であるが、運転士が携帯できるような大きさになっている。これを使用する場合、運転士は、まず、携帯用信号炎管を発炎させ、その状態で、他の列車が来る進来方向に向かって歩いていく。この炎を他の列車の運転士が認めた場合、直ちに列車を停車させなければならない。

実際に脱線した場合、列車の乗務員（運転士と車掌）は、可能な限りこれらの方法を使用して、列車防護に努める必要がある。過去には、列車が脱線したにも関わらず、列車防護よりも乗客の避難を優先し、避難しているところに別の列車が進来し、多くの乗客を撥ねてしまうという事故が存在した（三河島事故，1962年）。

この列車防護は、事故の拡大を防ぐという意味において非常に重要なものであるが、実際

にそれを行わなければならない状況に遭遇しても、列車防護をしない（できていない）場合が存在する。その理由として考えられるのは、列車防護をすべかどうかで運転士が悩み、列車防護を躊躇するということが考えられる。列車が大きく脱線、転覆しているような状況では、列車防護をする・しないで悩むことはあまりないと考えられるが、いつもとは異なる音が列車走行中に発生した、ブレーキ力がいつもより弱いなどという状況では、列車防護をすべきかどうか悩む場合がある。一度、列車防護を行うと、周りの列車をすべて止めることとなり、自分の列車だけでなく、周りの乗務員、駅員、乗客、指令員などすべてに影響を及ぼすため、躊躇してしまうと考えられる。

また、脱線等の状況にパニックになり、頭が真っ白になった結果、列車防護が遅れるというケースも考えられる。列車の異常事態における対処の順番を表す標語に“防・救・連”がある。これは、脱線などの異常事態が生じた場合は、まず1番目に列車防護、2番目に乗客の救助、3番目に関係各所への連絡という順番で対処すべきであることを意味している。このことを忘れ、目の前の旅客の救助を列車防護よりも優先させるような状況は、異常事態の対処に関する展望的記憶の内容想起エラーと考えることができる。

2.6 鉄道運転士による展望的記憶エラー防止法

先の節では、列車運転士による様々な展望的記憶エラーや事故などについて概観した。本節では、そのような展望的記憶エラーを生じさせないためにどのような対策が取られているかについて記す。本来であれば、先の節で取り上げたものすべてに対しての対策を述べるべきであるが、非常に多岐に渡るため、ここでは主に一時的な徐行区間における速度超過に焦点を当てて記述する。一時的な徐行区間に焦点を当てた理由は、一時的な徐行区間は日常的に多々設定されていることや、速度超過そのものが列車の脱線につながる可能性のある危険な事象であり、その防止が鉄道の安全運行上重要なためである。

また、予定の遂行には、予定が存在していることについて、適切なタイミングで想起する存在想起と、予定の内容に関する内容想起の2つの想起を成功させる必要がある。そこで、

それぞれの想起に対して、どのような対策が取られているかを想起の種類別に記述する。

2.6.1 存在想起を支援する対策

一時的な徐行区間について、適切なタイミングでその存在を想起させる有効な手段は、アラームや警告音声などのリマインダーである。例えば、徐行区間に接近したら“徐行、徐行”等のように警告音声を鳴らすことで、運転士にその存在を気づかせるような装置である。近年では、GPS（Global Positioning System）を活用して、そのようなアラームや警告音声を再生できるシステムを搭載している車両も存在している（近鉄グループホールディングス株式会社, 2022）。ただし、このシステムの導入は、運転士個人では実施することが難しく、全社的に行う必要があり、コストや時間がかかること、また、仮に導入できたとしても大雨や強風などの急な一時徐行には対応が難しいことなどの問題がある。さらに、仮にアラームや警告音声が徐行区間付近で再生されたとしても、運転士が他ごと（速度や運転時分など）を考えていた場合、そのアラームや警告音声を気づかない場合も存在するという問題がある。

一時的な徐行区間の存在について、適切なタイミングで思い出す方法として、時刻表にその存在を示すマークをつけておくという方法がある。運転士は駅で停車している時には、手持ちの時刻表で、その駅の出発時刻を確認する。その際、その駅の出発時刻が記載されている付近に“徐行”などと目立つようにメモを書いたり、“徐行”の存在が分かるようにシールを貼ったりすることで、徐行の存在を想起できるようにする。しかし、いくら目立つようにメモやシールを貼っていたとしても、その存在に気づけない場合も存在する。

2.6.2 内容想起に対する対策

徐行区間に対する内容想起のエラーとは、徐行区間の位置や制限速度等について誤った情報を想起したり、それらの情報を想起できなかつたりするエラーである。このような内容想起に対する対策として、一般的なものはメモをとることである。一時的な徐行区間の存在については、運転区所の掲示などで運転士に知らされる。運転士はその徐行区間の位置や制

限速度について手帳等にメモをする。そして、そのメモの記載内容が正しいかどうかを、助役等の上司にチェックを受ける。そのように作成されたメモを運転中に適宜参照することで、内容想起のエラーを防止している。

また、運転を開始してから、激しい風雨などで、急遽一時的な徐行区間が設定されることがある。この場合は無線などで運転士にその存在が知らされ、運転士はその徐行区間の位置や制限速度についてメモを取る。ただし、稀に徐行区間が複数個所に設定されたり、またそれらの徐行区間が重なったりすることもある。そのようなときに、どちらか一方の徐行が解除されたのを受けて、もう一方の徐行も解除されたと思い込んだり、徐行区間は全てなくなったと勘違いして通常速度で走行して速度超過に至るケースが考えられる。

2.7 本論文の目的と構成

本稿ではこれまで、展望的記憶やそのエラーの誘発要因について概観し、航空分野や医療分野における展望的記憶のエラー防止研究についてレビューを行った。航空分野や医療分野においては、展望的記憶のエラー防止研究がいくつかある一方で、鉄道分野における展望的記憶のエラー防止研究はほとんどない。その理由の一つとして、事故や速度超過などの事象の原因について、記憶のエラーという観点の検討がなされてこなかったという点がある。そこで、改めて鉄道における展望的記憶エラーにはどのようなものがあるか、そしてその防止策にはどのようなものがあるかについて言及した。

本研究の目的は、鉄道分野にでも使用できる展望的記憶エラーの防止法を提案し、その効果について実験的に検討することである。航空分野や医療分野だけでなく、鉄道分野においても、展望的記憶エラーの防止は重要である。

展望的記憶エラーの防止法を考える際、大きく分けて2つのアプローチ法が考えられる。1つは、保安装置やリマインダーを車両に搭載させるというハードウェアによる対策である。このハードウェアの対策はコストや導入に時間がかかるものの、一般的に効果が大きいと考えられる。既にそのような装置を備えた車両も存在し、現在においてその技術がほぼ確

立していると考えられる。

もう一方のアプローチ法は、時刻表に一時徐行のマークをつけたりするなどのソフトウェアによる対策である。多くの場合、すぐに実施可能で、コストもそれ程かからないものが多いが、運転士個人の経験知から考え出されたものが多く、その効果を実験的に検討した例はほとんど見受けられない。

そこで本研究では、ソフトウェア対策による、展望的記憶エラーの防止法について検討する。今後、技術の発展によりハードウェアによる対策がより一層進んでいくことが予測される。しかし、保安装置などのハードウェアが必ずしも想定された挙動をするとは限らない。時にはハードウェアが故障し、徐行区間付近になってもアラームを鳴動させないことも考えられる。また、運転士の心情としても、旅客を乗せて運転している以上、ハードウェア対策がされているからと言って、展望的記憶エラーに対する対策を何も施さなくてよいと割り切って考えるのは困難であると考えられる。また、アラーム等のリマインダーが想定通り機能したとしても、運転士が他の事を考えている場合は、そのアラームに気づかないという可能性も考えられる。このように考えると、ハードウェアによる対策かソフトウェアによる対策かという二者択一的な考え方をするのではなく、ハード対策とソフト対策の両輪で、多重的に安全対策を施したほうが良いと考えられる。

本研究では基礎的なアプローチと応用的なアプローチの2つをとる。次の3章では、“○しよう”という遂行意図の効果について、基礎的なアプローチで検討する。先行研究において、“○○しよう”という遂行意図を持った場合、それに関連する記憶は、遂行意図を持たないものと比較して、アクセシビリティが高い状態で長期記憶に保持されていることが知られている。この遂行意図によってアクセシビリティが高くなる効果のことを意図優位性効果 (Intention Superiority Effect) と呼ぶ。この意図優位性効果の初期の研究には、Goshcke & Kuhl (1993) や Marsh, Hick, & Bink (1998) の研究があり、彼らの研究によって意図優位性効果が知られるようになったという経緯があるが、彼らの実験手続きを詳細に見ていくと、アクセシビリティの向上が遂行意図によるものであるのかについては疑問が存在し

た。そこで、アクセシビリティの向上が本当に遂行意図によるものであるかを 3 つの実験によって検証した。もし、アクセシビリティの向上が遂行意図によるものであれば、この遂行意図を強く持たせることが、展望的記憶エラーを防止する 1 つの手段となる可能性がある。

また、4 章以降では運転士が実施可能な失念防止法について、より応用的なアプローチで検討する。まず、失念防止法として、先取喚呼という手法を提案し、その実施方法について述べる。そして、先取喚呼の展望的記憶エラーの防止効果を検討した実験（5 章, 6 章）や、現役の運転士を対象とした列車運転シミュレーターを使用して行った実験等（7 章）について報告する。

3 章 遂行意図の存在が展望的記憶に与える影響に関する研究

3.1 遂行意図の存在と展望的記憶

以前の経験や既に遂行した行為についての記憶（回想的記憶: retrospective memory）に対して，“明日 10 時に待ち合わせをする”，あるいは“友達に会ったらメッセージを伝える”というような未来に行う行為の記憶は展望的記憶（prospective memory）と呼ばれる（梅田・小谷津, 1998）。展望的記憶と回想的記憶は行為内容を保持するという点においては同じであるが，展望的記憶は行為内容を後で遂行する必要があるため，展望的記憶では遂行意図を伴って行為内容が符号化されると考えられる。

遂行意図の存在が展望的記憶には重要な要素であるが，それが行為内容の保持に与える影響についてはあまり検討されてこなかった。それは，展望的記憶研究の主な関心が，どのような条件であればタイミングよく自発的に行為内容を想起できるかに向いており，遂行意図を伴った行為内容の記憶がどのように長期記憶に保持されているかについてはあまり関心が向けられてこなかったためである。

本研究では，遂行意図の存在が保持段階中の行為内容の記憶に与える影響について検討する。学習する行為文は同じでも，遂行意図が形成されて学習した場合と遂行意図が形成されないで学習した場合とでは記憶の性質に差が見られることが幾つか報告されている（Schaefer, Kozak, & Sagness, 1998; 渡辺・川口, 2000）。このことは，行為内容の符号化と保持に関して，一般的な回想的記憶研究で得られた知見を，遂行意図が形成された状態で符号化された場合にまで単純には適用できないことを意味する。また，展望的記憶の想起には遂行内容を想起する内容想起と“何かすることがあった”という予定の存在自体を想起する存在想起との 2 つの想起がある（梅田・小谷津, 1998）。そのような 2 つの想起のメカニズムや想起プロセスについて考える上でも，遂行意図を伴った記憶がどのように保持されているかについて検討することは重要であると考えられる。

遂行する必要のある行為の記憶は，遂行する必要のない記憶と比較して記憶成績が優れ

ていることが幾つかの研究で報告されている(Koriat, Ben-Zur, & Nussbaum, 1990; Maylor, Chater, & Brown, 2001; Maylor, Darby, & Sala, 2000)。Koriat et al. (1990)は、実験参加者に“灰皿を持ち上げる”というような行為文を学習させた。学習時に、実験参加者に行為文の内容を後で遂行するようにと教示した条件と行為文の内容を後で再生するようにと教示した条件とでその記憶成績を実験参加者内で比較した。その結果、遂行意図を形成して符号化した条件のほうが遂行意図を形成しない条件よりも記憶成績が優れていた。また、Koriat et al. (1990)は、遂行を指示された場合に記憶成績が優れる理由を実験参加者の内省報告を分析することによって検討した。その結果、遂行を指示された場合と再生を指示された場合とでは、実験参加者の約半数が符号化方略を変えていたことが示唆された。再生を指示された場合は言語的リハーサルを行い、遂行を指示された場合は、実験参加者自身が遂行しているところを思い浮かべながら符号化するイメージ的符号化を行っていた。このことから、Koriat et al. (1990)は、遂行の必要がある行為の記憶の優位性は、符号化段階における方略的处理によると主張した。

Koriat et al. (1990)は遂行の必要のある行為記憶の優位性を、実験参加者が記銘材料を学習する前に遂行の指示を行なうことで示したが、遂行指示を学習の後に行っても行為記憶の優位性が出現することを Goschke & Kuhl (1993) は示した。彼らは、遂行条件と観察条件の 2 つを実験参加者内要因として設けた。遂行条件は学習した内容について遂行を求める条件であり、観察条件は実験者の実演する内容が実験参加者の学習したものと合致しているかどうかを判断する条件であった。実験参加者は、記銘材料を学習した後で、遂行条件であるのか観察条件であるのかを教示されるために、条件によって学習方略を変えることが出来なかった。

Goschke & Kuhl (1993)による実験は以下のように行われた。実験参加者には初め、遂行条件と観察条件の内容について説明された。そして、これから行なう 2 つのブロックに遂行条件と観察条件とがそれぞれ無作為に割り当てられると教示された。つまり、スクリプトの学習段階では、実験参加者は今行なっている条件が遂行条件であるのか観察条件である

のかわからない状況であった。事前説明が終了すると実験が開始された。実験参加者は初め、いくつかの簡単な行為を記述した 2 つのスクリプトを学習することが求められた。挿入課題の後、学習した 2 つのスクリプトの内の 1 つを実験者が指定した。遂行条件の場合は、これから行う再認記憶課題の後に、そのスクリプトを遂行することが教示された。観察条件の場合は、実験者がスクリプトを遂行し、実験参加者は実験者による遂行の内容がスクリプト内容と合致しているかどうかを判断することが求められた。教示後に、学習した 2 つのスクリプトで使用されていた単語かどうかを判断する再認記憶課題が行われた。再認記憶課題終了後、遂行条件ではスクリプトを遂行することを実験参加者に求め、観察条件では実験者によるスクリプト遂行の観察を実験参加者に求めた。スクリプト学習からスクリプトの遂行若しくは観察までが 1 つのブロックであった。

彼らの主な関心は、再認記憶課題における反応時間であった。遂行もしくは観察を指示されたスクリプトに使用されていた単語の平均反応時間と指示されなかったスクリプトに使用されていた単語の平均反応時間が比較された。その結果、遂行条件では、遂行を指示されたスクリプトの反応時間が遂行を指示されなかったスクリプトの反応時間よりも短かったのに対し、観察条件では、観察を指示されたスクリプト単語と指示されなかったスクリプト単語との間には反応時間に差が見られなかった。この結果から、実験参加者が遂行意図を形成することでアクセシビリティが高くなる可能性が示唆された。彼らは、探索アイテムの同定にかかる時間と活性化水準は反比例の関係にあるという Anderson (1983) の考えに基づき、遂行意図を伴う記憶の活性化水準は高い状態で保持されていると主張し、上記の現象を意図優位性効果 (intention superiority effect) と呼んだ。なお、本稿では遂行を指示されたスクリプトを遂行スクリプト、観察を指示されたスクリプトを観察スクリプトと呼ぶ。また、これらは実験者により遂行もしくは観察を指定されているため、両者を合わせて指定スクリプトと呼び、指定されなかったほうのスクリプトを中性スクリプトと呼ぶ。そして、2 つのスクリプトのどちらかを指定する教示そのものを指定教示と呼ぶ。

Goschke & Kuhl (1993) は、符号化段階における方略的处理の影響を除いても、遂行の必

要がある行為の記憶の優位性は保たれると考えた。本研究では、遂行が必要な行為の記憶の優位性と符号化時の処理との関係について、Goschke & Kuhl (1993)の実験手続きの一部を修正して検討を加える。彼らは、スクリプトの学習段階では、後で遂行と観察のどちらを指示されるかについては教示していなかったが、遂行条件と観察条件の存在については事前に教示していた。そのため、実験参加者が指定教示でどちらを指示されても対応できるように、学習時に遂行と観察の両方に備えながら符号化を行っていた可能性が考えられる。つまり、指定教示における遂行意図の形成のように“こちらのスクリプトを後で遂行する”というような具体性の高い心的状態ではなく、“どちらか一方のスクリプトをするのだな”というように漠然と遂行を予期した心的状態で符号化していた可能性である。遂行条件と観察条件で遂行を予期しながら符号化していたと仮定した場合、意図優位性効果の出現には、遂行が予期された状態で符号化処理がなされることと指定教示による遂行意図の形成の両方が必要であるのか、それとも、指定教示による遂行意図の形成だけが必要であるのかは明らかでない。意図優位性効果について検討したほかの研究は幾つか存在するが(Badets, Blandin, Bouquet, & Shea, 2006; Cohen, Dixon, & Lindsay, 2005; Dockree & Ellis, 2001; Marsh, Hicks, & Bryan, 1999)、意図優位性効果と遂行を予期した状態での符号化処理との関連、および、意図優位性効果と指定教示による遂行意図の形成との関連について検討したものは見受けられない。そのため、本研究では、この点について検討することを目的とした。

指定教示による遂行意図のみの効果を検証するためには、スクリプトの符号化段階において遂行を予期させない必要がある。また、遂行を予期した状態での符号化の効果について検討するためには、指定教示において遂行意図を形成させない必要がある。そのため、本研究ではスクリプト学習時の教示と指定教示が矛盾する実験手続きを用いて実験を行った。

実験1はスクリプト学習時の教示と指定教示は一致していた。実験2では、遂行を予期した時の符号化の効果について検討した。スクリプト学習時には遂行条件であると教示し、指定教示を行う直前に、指定するスクリプトを遂行ではなく観察するように教示した。スクリプト学習時は実験参加者に遂行条件であると教示したため、スクリプトの遂行が予期さ

れた上でスクリプトが符号化されたと考えられる。しかし、指定教示段階においては、遂行条件から観察条件に変更されたため、指定教示によるスクリプト遂行の意図は形成されないと考えられる。このようにすることで遂行が予期された時の符号化の効果を検討した。実験 3 では、スクリプト学習時に観察条件であると教示し、指定教示の直前で遂行条件に変更した。このようにすることで、スクリプト学習時に実験参加者は後の遂行を予期しながら符号化することができないと考えられる。

遂行を予期した状態でのスクリプト学習が意図優位性効果を引き起こすのならば、実験 1 の遂行スクリプトと実験 2 の観察スクリプトにおいてアクセシビリティが上昇するであろう。あるいは、指定教示による遂行意図の形成が意図優位性効果を引き起こすのであるならば、実験 1 の遂行スクリプトと実験 3 の遂行スクリプトにおいてアクセシビリティの上昇が生じるであろう。もし、遂行を予期した状態でのスクリプト学習と指定教示による遂行意図の形成の両方が意図優位性効果の出現に必要であるならば、実験 1 の遂行スクリプトにおいてのみアクセシビリティが上昇すると考えられる。

また、本研究では、スクリプトのアクセシビリティを測定するために再認記憶課題ではなく語彙判断課題を用いた。このように課題を変更した理由は、再認記憶課題の反応時間がスクリプトの活性化水準を反映しているものかについては懐疑的な意見が存在するためである(McDaniel & Einstein, 2007)。Mandler (1980)は、再認記憶課題では既知感(familiarity)の評価過程と、学習時に経験した情報についての探索過程の 2 つの過程が存在することを主張している。そのため、再認記憶課題の反応時間に差が見られたとしても、その差が活性化水準を表した既知感の評価過程によるものであるのか、探索過程によるものであるのかは明確ではない。語彙判断課題は、呈示された文字列が単語か非単語かを判断する課題であるため、学習時の状況に関する記憶に意識的にアクセスすることを実験参加者に求めない課題である。そのため、再認記憶課題よりも語彙判断課題のほうが、スクリプトの活性化水準をより直接的に測定できると考えられる。Marsh, Hicks & Bink (1998)は、再認記憶課題の代わりに語彙判断課題を使用しても意図優位性効果が出現することを確認している。以

上から、本研究でも語彙判断課題を使用することにした。

3.2 実験 1

この実験では、スクリプト学習の直前に、これから行う課題が遂行条件であるのか観察条件であるのかが実験参加者に教示された。2つのスクリプトが実験参加者に呈示され、学習後の指定教示において遂行もしくは観察するスクリプトが指示される。その後、語彙判断課題を行った。もし、今回使用する刺激材料や手続きなどに問題がなければ、Goschke & Kuhl (1993)と同様に、意図優位性効果が出現すると考えられ、遂行条件においてのみ指定スクリプトの反応時間が中性スクリプトよりも短くなると考えられる。

また、遂行条件あるいは観察条件の各条件の最後にスクリプトで使用された単語に対する再認記憶課題を実施した。これは、指定教示後、遂行もしくは観察する必要の無い中性スクリプトを実験参加者が意図的に忘却するのを防ぐためであった。また、遂行条件と観察条件ではスクリプトの記憶成績に差が生じていないことを確認する目的もあった。

方法

実験計画 教示（遂行、観察）とスクリプトの種類（指定スクリプト、中性スクリプト）の2要因計画であった。どちらも実験参加者内要因であった。

実験参加者 大学生及び大学院生の34名（平均年齢22.7歳）が実験参加者として参加した。一部の実験参加者には報酬として1,000円が支払われた。

実験室 一般の居住環境を模した実験室を利用した。この部屋では、日常的なスクリプトを遂行することが可能であった。

装置 パーソナルコンピュータを用いて実験を制御した。刺激の呈示には液晶ディスプレイを使用し、キーボードを使用して実験参加者の反応を取得した。スクリプト学習におけるスクリプト呈示の制御は、OpenOffice.orgのプレゼンテーションソフトを用いて行った。語彙判断課題と再認記憶課題における刺激呈示の制御と反応時間の計測では、Psychology

Software Tools 社の E-Prime を使用した。

材料 4つのスクリプトを作成し、遂行条件と観察条件のそれぞれで2つのスクリプトを使用した。各スクリプトは、題名（例えば、洗濯物）と5つの行為文（洗濯物スクリプトの場合、“洗濯機を開ける”，“タオルを取り出す”，“ハンガーにかける”，“クリップでとめる”，“ロープにつるす”）から構成されていた。各行為文は1つの名詞（目的語）と1つの動詞を組み合わせて作成した。ここで使用された名詞と動詞は、仮名表記にすると3～5文字になる単語を使用した。また、各単語の親密度については、天野・近藤（1999）を参考にし、音声単語親密度が5.0 から 6.5 の間にあり、比較的親密度の高いものを使用した。

語彙判断課題では、日本語として意味を成す単語40項目と（例えば、せんたくき）、日本語としては意味をなさない非単語（例えば、せんあた）40項目の計80項目が使用された。どちらの項目も平仮名か片仮名表記であった。非単語は次のように作成された。最初に、天野・近藤（1999）から4文字または5文字からなる2単語を実験者が80単語用意した。それらの単語は音声単語親密度が5.0 から 6.5 の間にあり、比較的親密度の高いものであった。そして、それぞれの単語の最初から2文字もしくは3文字を抽出し、1つの文字列として合わせることで非単語を作成した。例えば、“せんぬき”と“あたらしい”から、“せんあた”が作成された。このようにして非単語40項目を作成した。その非単語40項目の内、33項目を平仮名表記とし、7項目を片仮名表記とした。さらに、片仮名非単語7項目の内5項目に、実験者がランダムに片仮名の長音記号“ー”を1つずつ挿入した。これは、単語項目に長音記号を含む単語が含まれていたためである（例えば、“ハンガー”）。

語彙判断課題で呈示された40単語の内20単語は実験参加者が学習したスクリプトに使用されている単語であった。10単語は指定スクリプトで、残りの10単語は中性スクリプトで使用されている名詞と動詞であった。残りの20単語はスクリプトに使用されていない単語であり、スクリプトで使用された単語と同じ基準を用いて天野・近藤（1999）から選出されたものであった。以降、スクリプトに使用された単語をスクリプト単語、スクリプトに使用されていない単語を非スクリプト単語と明記する。

再認記憶課題で使用された単語は、指定スクリプトから抽出された 8 単語と中性スクリプトから抽出された 8 単語、さらに妨害項目として学習していない 16 単語を加え、計 32 単語であった。語彙判断課題でスクリプト単語として呈示された単語は、再認記憶課題でも重複して用いられた。妨害項目として用いた 16 単語は、天野・近藤 (1999) から、スクリプトで使用された単語と同じ基準を用いて選出された。どちらの項目も平仮名か片仮名表記であった。語彙判断課題で非スクリプト単語として使用された単語は、再認記憶課題で用いられなかった。

手続き 実験は個別に行われた。最初に、実験全体についての説明を実験参加者に行った。その際、実験が遂行条件と観察条件から成ること、各条件の内容、どちらの条件から先に行うか、そして各条件の最後に再認記憶課題が存在することなどについて教示を行った。なお、どちらの条件を先に行うかについてと、4 つのスクリプトの内どのスクリプトを遂行スクリプト、観察スクリプト、中性スクリプトに割り当てるのかについては、実験参加者間でカウンターバランスが取られた。実験全体についての説明の後、キー操作に慣れるため、語彙判断課題の練習を行った。

語彙判断課題の練習を終了すると、スクリプトの学習課題を実施した。実験参加者は、2 つのスクリプトがそれぞれ 2 回ずつディスプレイ上に呈示されるので、それらを覚えるように教示された。スクリプトは 1 つずつ呈示された。最初の 10 秒間は、スクリプトの題名だけが表示され、その後 10 秒ごとに、行為文が 1 文ずつ追加された。題名と 5 つの行為文が全て表示された後、更に 30 秒間、題名と行為文が表示された。1 つのスクリプトに対する学習時間は 1 分 30 秒であった。1 つ目のスクリプトの呈示が終了すると、同じ呈示方法で 2 つ目のスクリプトが呈示された。2 つ目のスクリプト呈示が終わると、再度、2 つのスクリプトがそれぞれ同じ呈示方法を使って実験参加者に示された。よって、実験参加者がスクリプトを学習するための時間は 6 分間であった。一連のスクリプト呈示を終了すると実験参加者に 1 枚の白紙が渡され、学習したスクリプトを再生することが求められた。再生課題では、時間を制限しなかった。再生課題終了後、挿入課題として計算問題が 45 秒間与

えられた。

計算課題終了後、指定教示が実験参加者に示された。遂行条件であれば、どちらのスク립トを遂行するのかが、観察条件であれば、どちらのスク립トを観察するのかがパソコンの画面に示された。指定教示の画面では、指定スク립トの題名が表示され、行為文は表示されなかった。学習時に、最初に呈示されたスク립トと 2 番目に呈示されたスク립トのどちらを指定するのかは、実験参加者間でカウンターバランスがとられた。指定教示後、語彙判断課題を行った。

語彙判断課題では、半数の実験参加者は、画面中央に出現した文字列が単語であれば“m”キーを、非単語であれば“z”キーを押すように教示された。残りの半数の実験参加者は、単語であれば“z”キーを、非単語であれば“m”キーを押すように求められた。この語彙判断課題の中にスク립トに含まれていた単語があることについては、実験参加者に知らされていなかった。まず、画面中央に“+”が注視点として 500 ms 呈示され、次に文字列が呈示された。この文字列に対し、単語か非単語かを判断することが求められた。“m”もしくは“z”による判断が行われると、空白画面が 200 ms 呈示され、次の試行に移った。語彙判断課題は 80 項目を呈示すると終了した。

語彙判断課題終了後、どちらのスク립トが指定スク립トであるかを実験参加者に問い、それを覚えていることを確認した。その後、スク립トの遂行もしくは観察を行った。遂行条件の実験参加者には、指定教示で指定されたスク립トを行うように教示した。実験者はその行為内容が遂行スク립トと合致しているかどうかを判定した。観察条件では、実験者が遂行するところを見て、その遂行内容と遂行順序が合致しているかを Yes-No で判断することが求められた。実験者が行為内容を間違えることはなかった。つまり、全ての実験参加者は、Yes 判断をすることで正解となった。スク립トに必要な材料は実験室内に用意されており、語彙判断課題遂行中には見えない位置にあった。

スク립トの遂行もしくは観察後、再認記憶課題が実施された。画面中央に出現する単語に対して、学習時の 2 つのスク립トに使用されていた単語かどうかを実験参加者は判断

した。まず、ディスプレイに注視点が 500 ms 表示され、続いて単語が呈示された。実験参加者が反応すると空白画面が 200 ms 表示され、次の試行に進んだ。全部で 32 単語が呈示された。半数の実験参加者には、出現した単語がスクリプトに含まれていた場合は“m”キーを押すことが求められ、含まれていなかった場合は“z”キーを押すことが求められた。残りの半数の実験参加者には、スクリプトに含まれていた場合は“z”キーを、含まれていない場合は“m”キーを押すことが求められた。

5 分の休憩の後、初めに遂行条件を行った実験参加者は次に観察条件を行った。また、初めに観察条件を行った実験参加者は遂行条件を行った。遂行と観察の 2 条件が終了すると、実験参加者に簡単な内観報告を聞いて実験を終了した。実験全体にかかった時間は約 45 分だった。

結果と考察

どちらのスクリプトを遂行もしくは観察するのかを覚えていなかった 2 名の実験参加者を分析対象からはずした。スクリプトの遂行で内容を間違えた実験参加者、また観察条件で No 判断した実験参加者はいなかった。よって、分析対象は 32 名であった。以下の統計的分析では有意水準を 5% に設定した。

語彙判断課題の分析 語彙判断課題でのスクリプト単語に対する反応時間を分析した。語彙判断課題で誤答した場合の反応を分析から除外した。また、スクリプト学習の直後に行われた再生課題において再生に失敗したスクリプト単語を分析対象から除外した。誤答したスクリプト単語と再生に失敗したスクリプト単語の割合は、語彙判断課題で呈示されたスクリプト単語の 1% であった。さらに実験参加者ごとにスクリプト単語に対する反応時間の平均と標準偏差を求め、平均値との差の絶対値が 2.5 SD を超えている反応時間をアウト라이어として分析から除外した。アウトライアの割合は、呈示されたスクリプト単語に対する反応の 4% であった。除外された反応の割合が大きくないため、2.5 SD のアウト라이어基準を妥当なものと考えた。

語彙判断課題におけるスクリプト単語に対する平均反応時間を図 7 に示す。反応時間について、2 (教示：遂行, 観察) × 2 (スクリプトの種類：指定スクリプト, 中性スクリプト) の分散分析を行った。その結果, 教示の主効果及びスクリプトの種類的主効果は有意でなかった(それぞれ, $F(1, 31) = 0.16, p = .68, \text{partial } \eta^2 = .005$; $F(1, 31) = 2.61, p = .12, \text{partial } \eta^2 = .078$)。教示とスクリプトの種類の交互作用は有意だった($F(1, 31) = 4.37, p = .045, \text{partial } \eta^2 = .124$)。遂行条件と観察条件のそれぞれについて, スクリプトの種類に関する単純主効果検定を行った結果, 遂行条件においてスクリプトの種類について的主効果が有意になり ($F(1, 31) = 4.28, p = .047, \text{partial } \eta^2 = .121$), 観察条件においてはスクリプトの種類的主効果は有意ではなかった($F(1, 31) = 0.08, p = .779, \text{partial } \eta^2 = .002$)。遂行条件においてのみ, 指定スクリプトのほうが中性スクリプトよりも反応時間が短かったことは, 意図優位性効果を示している。

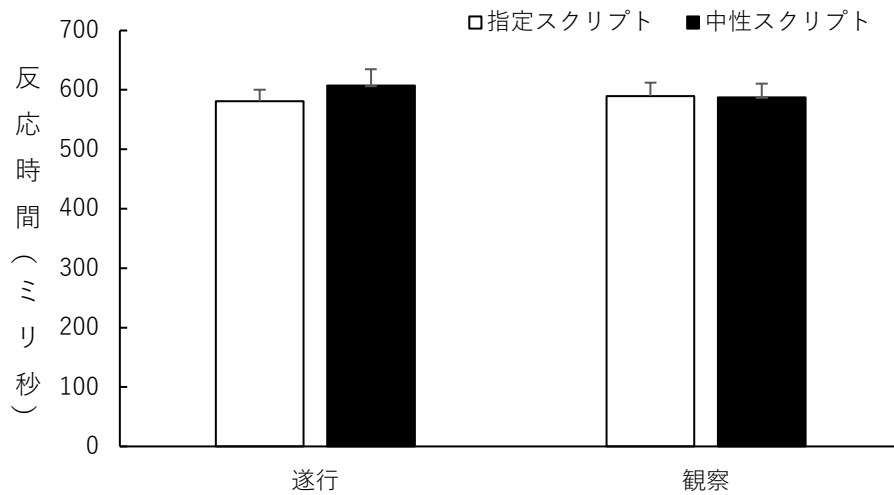


図 7 各スクリプトの反応時間 (実験 1)

※エラーバーは標準誤差を表す。

再認記憶課題の分析 指定スクリプトの遂行後もしくは観察後の再認記憶課題の成績を

表 2 の上段に示す。成績は非常に良く、語彙判断課題やスクリプト遂行の段階でほぼ完全に両スクリプトを保持できていたことが推察される。

Hit 率に対して、2（教示：遂行、観察）×2（スクリプトの種類：指定スクリプト、中性スクリプト）の分散分析を行ったところ、教示の主効果、スクリプトの種類の主効果、両者の交互作用のいずれも有意にならなかった（それぞれ、 $F(1, 31) = 0.37, p = .547, \text{partial } \eta^2 = .012$; $F(1, 31) = 0.07, p = .793, \text{partial } \eta^2 = .002$; $F(1, 31) = 0.52, p = .476, \text{partial } \eta^2 = .016$ ）。FA 率に対して、遂行条件と観察条件を比較するため、分散分析を行ったところ、有意な差は見られなかった（ $F(1, 31) = 0.00, p = 1.00, \text{partial } \eta^2 = 0.00$ ）。以上から、再認記憶課題の成績に教示やスクリプトの効果はみられなかった。

表 2 各実験のヒット率とフォールスアラーム率

実験と条件	ヒット率		フォールスアラーム率
	指定スクリプト	中性スクリプト	
実験 1			
遂行条件	0.95	0.95	0.03
観察条件	0.96	0.95	0.03
実験 2			
観察条件	0.97	0.98	0.02
実験 3			
遂行条件	0.96	0.93	0.03

3.3 実験 2

実験 1 の語彙判断課題において、遂行スクリプトは中性スクリプトよりもアクセシビリティは高くなったが、観察スクリプトは高くならなかった。この結果の解釈として、指定教示によるスクリプト遂行の意図形成が遂行スクリプトのアクセシビリティを高めたと考えられる。しかし、別の理由も考えられる。実験 1 では、実験参加者に対してスクリプト学習の直前に、これから行う条件が観察条件と遂行条件のどちらであるのかが教示された。そのため、両条件間に符号化処理の相違が存在する可能性がある。したがって、指定教示におけ

る指定内容の相違から遂行条件と観察条件とで結果が異なったのではなく、両条件のスクリプト学習において符号化のされ方が異なっていたために、遂行条件でのみ指定スクリプトのアクセシビリティが高くなった可能性が考えられる。

そこで、実験 2 では遂行条件における遂行を予期した符号化処理の効果について検討する。スクリプト学習の段階では実験参加者に遂行条件であると教示する。スクリプト学習の終了後、指定教示を行う直前に、遂行条件から観察条件に変更することを実験参加者に伝えた。この場合、指定教示によるスクリプトの遂行意図の形成は生じない。もし、遂行スクリプトのアクセシビリティの上昇が遂行条件下における符号化処理によるものであり、指定教示による遂行意図の形成とは関係しないのであれば、このような手続きでもスクリプトのアクセシビリティは上昇すると考えられる。

方法

実験参加者 34名の大学生および大学院生（平均年齢 21.3 歳）が実験参加者として参加した。実験 1 に参加した実験参加者はこの実験には参加しなかった。一部の実験参加者には報酬として 1,000 円が支払われた。

実験計画 スクリプトの種類（指定スクリプト、中性スクリプト）についての 1 要因計画であった。スクリプトの種類は実験参加者内要因であった。

材料 記銘スクリプトは実験 1 で用いられた 4 つのスクリプトから 2 つのスクリプトを実験参加者ごとに選び使用した。スクリプトの選出では実験参加者間でカウンターバランスがとられた。

実験室と装置 実験 1 と同じであった。

手続き 基本的な手順は実験 1 の遂行条件と同じであった。しかし、遂行条件の途中で観察条件に変更される点が実験 1 とは異なっていた。まず実験参加者には、本実験が遂行条件と観察条件からなり、遂行条件から先に行われ、次に観察条件が行われると教示された。しかし、遂行条件の途中から観察条件に変更される点については事前教示されなかった。そ

の他の点は実験 1 と同様の教示が行われた。

実験 1 と同様に、遂行条件と観察条件について実験参加者に教示した理由は以下の 2 点によるものである。第 1 点は、実験全体を円滑に行うためである。本実験は、遂行条件の途中から観察条件に移行する。観察条件に関する説明を実験の途中で行わないようにするために、実験参加者が事前に観察条件に関する知識を有している必要があった。第 2 点は、スクリプト学習に臨む実験参加者の意識を実験 1 と同一にするためである。実験 1 のようにスクリプト学習前に遂行条件と観察条件について説明を受けると、スクリプトの学習の仕方を条件ごとに変えようという意識が実験参加者の中に働く可能性がある。

実験全体の教示後、語彙判断課題の練習を行い、その後、スクリプト学習と挿入課題を実施した。挿入課題終了後、遂行条件から観察条件に変更することが実験者から実験参加者に口頭で伝えられた。その際に、変更する理由については特に説明されなかった。それ以降の手続きは実験 1 の遂行条件と同一であった。実験全体にかかった時間は、一人当たり、ディブリーフィングも含め 30 分弱であった。

結果

2 名の実験参加者がどちらのスクリプトを観察するのかを忘れたため、分析対象からはずした。よって分析対象者は 32 名であった。

語彙判断課題の分析 語彙判断課題でのスクリプト単語に対する正答の反応時間について分析する前に、実験 1 と同じ基準を用いてデータを除外した。誤答したスクリプト単語と再生に失敗したスクリプト単語の割合は、語彙判断課題で呈示されたスクリプト単語の 1% であった。アウトライアーの割合は、呈示されたスクリプト単語に対する反応の 4% であった。

語彙判断課題における、スクリプト単語の平均反応時間を図 8 に示す。スクリプト単語について、1 要因(スクリプトの種類：指定スクリプト、中性スクリプト)の分散分析を行った。その結果、スクリプトの種類についての主効果に有意差は見られなかった($F(1, 31)$)

= 1.03, $p = .318$, partial $\eta^2 = .032$)。指定スクリプトと中性スクリプトとの間に反応時間の差が見出されなかったことから、遂行を予期して符号化された指定スクリプトのアクセシビリティは上昇しなかったと考えられる。

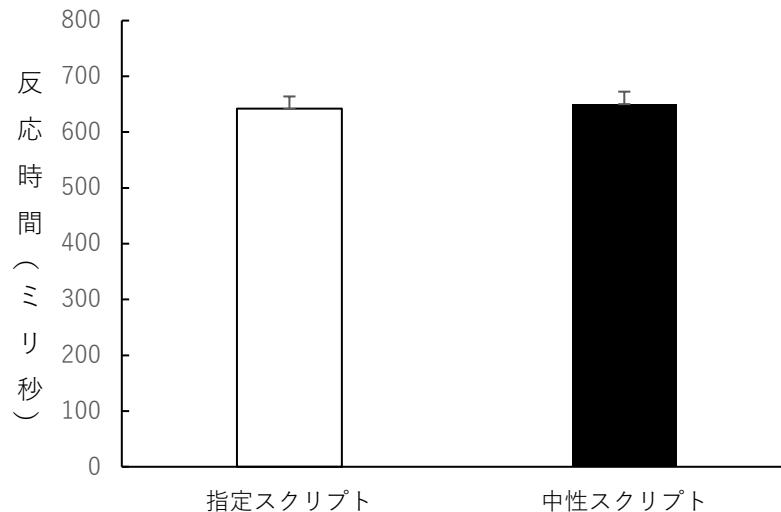


図 8 各スクリプトの反応時間 (実験 2)

※ エラーバーは標準誤差を表す

再認記憶課題の分析 実験者によるスクリプトの遂行を実験参加者が観察した後の再認課題の成績を表 2 の中段に示す。実験 1 と同様に、全体的な成績は非常に良く、語彙判断課題やスクリプト遂行の段階でほぼ完全に両スクリプトを保持できていたことが推察される。

Hit 率に対して、指定スクリプトと中性スクリプトを比較するため、1 要因 2 水準分散分析を行ったところ、有意な差は見られなかった ($F(1, 31) = 0.32, p = .570$, partial $\eta^2 = .011$)。このことから、指定スクリプトと中性スクリプトでは再認記憶課題の成績に差は見られなかった。

考察

学習段階に遂行条件であると教示することによって、スクリプトの符号化処理を実験1の遂行条件と同じにした。しかし実験1とは異なり、指定教示の直前に観察条件に変更し、指定教示によるスクリプト遂行の意図を形成させなかった。その結果、指定スクリプトと中性スクリプトとの間に反応時間の差が現れなかった。このことは遂行条件下での符号化処理は直接的にはアクセシビリティの上昇に寄与していないことを示唆すると考えられる。そこで、実験3では、観察条件下でスクリプトを学習した後、指定教示によってスクリプト遂行の意図が形成された時の効果について検討する。

3.4 実験3

実験2から意図優位性効果は遂行条件における符号化処理によるものではないことが示唆された。したがって、実験1で出現した意図優位性効果は、指定教示による遂行意図の形成の結果である可能性と、遂行条件下での符号化処理と指定教示による遂行意図の形成との相互作用の結果である可能性が残された。そこで、実験3では、残された2つの可能性について検討するために、実験2とは逆の手続きを用いる。スクリプト学習段階では観察条件であると教示し、指定教示直前に観察条件から遂行条件に切り替えるというものである。もし、意図優位性効果が指定教示による遂行意図の形成によるものであれば、このような手続きでも遂行スクリプトのアクセシビリティの上昇は生じると考えられる。しかし、もし意図優位性効果が遂行条件下でのスクリプトの符号化処理と、指定教示による遂行意図の形成との相互作用の結果であるならば、本実験ではアクセシビリティの上昇は生じないと考えられる。

方法

実験参加者 33名の大学生および大学院生が実験に参加した（平均年齢21.3歳）。実験1あるいは実験2に参加した実験参加者はこの実験には参加しなかった。一部の実験参加

者には報酬として 1,000 円が支払われた。

実験計画 スクリプトの種類（指定スクリプト，中性スクリプト）についての 1 要因実験参加者内計画であった。

実験室・装置・材料 実験 2 と同じであった。

手続き 最初に実験参加者には，本実験が観察条件と遂行条件からなり，観察条件から先に行われ，次に遂行条件が行われると教示された。その後のスクリプト学習と挿入課題の後，遂行条件への変更が伝えられ，スクリプトについての指定教示がなされた。その後の実験手続きは実験 2 と同一であった。実験全体にかかった時間は，1 人当たり，ディブリーフィングも含め約 30 分弱であった。

結果と考察

1 名がスクリプトの遂行内容の一部を忘れたため，分析対象からはずした。よって分析対象は 32 名であった。

語彙判断課題の分析 語彙判断課題でのスクリプト単語に対する正答の反応時間について分析する前に，実験 1 と同じ基準を用いてデータを除外した。誤答したスクリプト単語と再生に失敗したスクリプト単語の割合は，語彙判断課題で呈示されたスクリプト単語の 1%であった。アウト라이어の割合は，呈示されたスクリプト単語に対する反応の 4%であった。

語彙判断課題における，スクリプト単語の平均反応時間を図 9 に示す。スクリプト単語について 1 要因（スクリプトの種類：指定スクリプト，中性スクリプト）の分散分析を行った。その結果，主効果が有意であり，遂行スクリプト単語の反応時間が中性スクリプト単語の反応時間よりも短かった($F(1, 31) = 4.66, p = .039, \text{partial } \eta^2 = .131$)。

再認記憶課題の分析 遂行スクリプトの遂行後の再認課題の成績を表 2 の下段に示す。実験 1 と同様に，全体的な成績は非常に良く，語彙判断課題やスクリプト遂行中もほぼ完全に両スクリプトを保持できていたことが推察される。

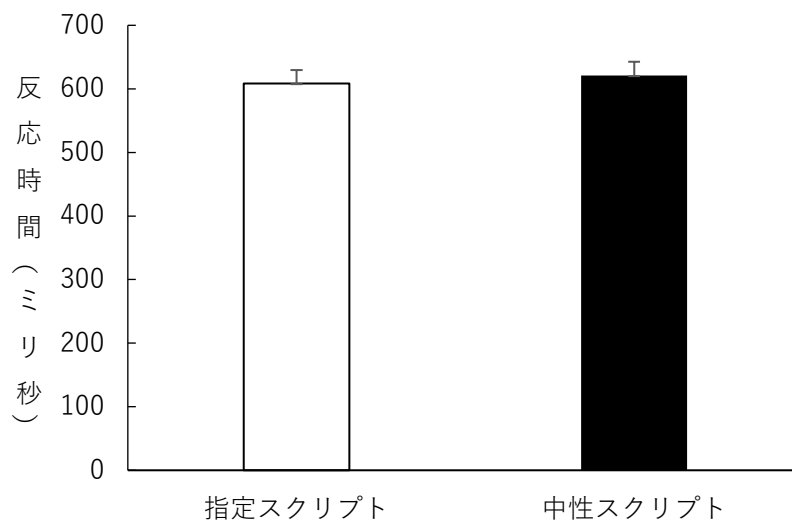


図 9 各スクリプトの反応時間 (実験 3)

※ エラーバーは標準誤差を表す

Hit 率に対して、指定スクリプトと中性スクリプトを比較するため、分散分析を行ったところ、有意な差は見られなかった ($F(1, 31) = 2.76, p = .107, \text{partial } \eta^2 = .081$)。このことから、指定スクリプトと中性スクリプトでは再認記憶課題の成績にはほとんど差が見られないことが示唆された。

実験 2 と実験 3 の語彙判断課題の分析 実験 2 と実験 3 で反応時間の水準が異なるかどうか検討するため、2 (実験: 実験 2, 実験 3) \times 2 (スクリプトの種類: 指定スクリプト, 中性スクリプト) の分散分析を行った。その結果、実験要因の主効果及び交互作用は有意でなかった(それぞれ, $F(1, 62) = 1.09, p = .301, \text{partial } \eta^2 = .017$; $F(1, 62) = 0.15, p = .704, \text{partial } \eta^2 = .002$)。スクリプトの種類要因の主効果は有意であり、指定スクリプトの反応時間が中性スクリプトの反応時間よりも短かった($F(1, 62) = 4.24, p = .044, \text{partial } \eta^2 = .064$)。以上から、実験 2 と実験 3 との間には反応時間に差は見られなかった。

観察条件下でスクリプトを学習した後、指定教示で遂行を指示されることによりアクセシビリティの上昇が認められた。このことから、意図優位性効果の出現には、指定教示に

よる遂行意図の形成が関係していることが示唆された。

3.5 実験1から実験3の総合考察

本研究は、Goschke & Kuhl (1993)による実験で得られた意図優位性効果と、指定教示による遂行意図の形成との関連について検討した。実験1の遂行条件では、遂行することを教示して2つのスクリプトを学習したのちに、一方のスクリプトを遂行スクリプトとして指定した。観察条件では、観察することを教示して2つのスクリプトを学習したのちに、一方のスクリプトを観察スクリプトとして指定した。遂行条件では、語彙判断課題における指定スクリプトの反応時間が中性スクリプトよりも短かったのに対して、観察条件では指定スクリプトと中性スクリプトとの間に反応時間の差は見られず、Goschke & Kuhl (1993)が示した意図優位性効果と一致する結果が得られた。この結果から、意図優位性効果が出現する要因として、遂行条件でのスクリプトの符号化、指定教示による遂行意図の形成、そして両者の相互作用の3つの可能性が考えられた。

実験2では、遂行条件下における符号化の影響について検証することを試みた。スクリプト学習は実験1の遂行条件と同じ手続きだったが、指定教示の直前において観察条件に変更される点が異なっていた。そのため、実験2の実験参加者は、指定教示によって指定スクリプトの遂行意図を形成することは無かったことになる。実験の結果、指定スクリプトと中性スクリプトとの間に反応時間の差は出現しなかった。このことから、遂行条件と同じようにスクリプトを学習し、指定教示により観察スクリプトが特定されることはアクセシビリティを促進させないことが示された。したがって、意図優位性効果の出現にかかわる要因として、指定教示による遂行意図の形成と、遂行条件下での符号化と指定教示による遂行意図の形成の相互作用の2つの可能性が残された。

実験3では、指定教示による遂行意図の形成の効果について検証した。スクリプト学習は実験1の観察条件と同じ手続きだったが、指定教示の直前において遂行条件に変更した。そのため、実験3では後の観察を予期しながらスクリプトを符号化したが、指定教示によ

って遂行意図が形成された。実験の結果、指定スクリプトの反応時間は中性スクリプトの反応時間よりも短くなり、意図優位性効果が出現した。もし、遂行条件でのスクリプトの符号化と指定教示による遂行意図の形成との相互作用により意図優位性効果が出現するのであるならば、遂行を予期した状態で符号化することが不可能であった実験 3 では、意図優位性効果は出現しないはずである。以上から、意図優位性効果の出現には、指定教示によって遂行意図が形成されることが強く関連していることが示された。

本研究によって、指定教示段階における遂行意図の形成が意図優位性効果の出現に関連することが示された。この知見は、符号化段階における方略的処理の影響を除いても、遂行の必要がある行為の記憶の優位性は保たれるという Goschke & Kuhl (1993)の結果を補強するものであると考えられる。Goschke & Kuhl (1993)は、意図優位性効果は Anderson (1983)の ACT*モデルからの予測と一致していると考えている。ACT*モデルでは、目標ノードはリハーサルをしなくてもその活性化水準を保つことが出来るとしている。指定教示によって遂行意図が形成されたことにより、長期記憶内の遂行スクリプトが作業記憶内の目標ノードと関連づけられたと仮定すれば、遂行スクリプトのアクセシビリティは中性スクリプトのアクセシビリティよりも高くなることが予測可能である。しかし、Goschke & Kuhl (1993)も認めているように、ACT*モデルからの予測が今回のデータと一致しているとしても、遂行意図の形成がどのようにして遂行スクリプトの活性化水準を上昇させているかについては、十分な説明を提供したことにはならない。この点について検討するには、Goschke & Kuhl (1993)と本研究で用いられた実験手続きについて考慮する必要がある。

Goschke & Kuhl (1993)と本研究で行なわれた実験では、指定教示によって遂行意図が形成されてから、スクリプト単語のアクセシビリティ測定課題として用いられた再認記憶課題か語彙判断課題が始まるまでに、数秒間の時間があった。Ellis & Milne (1996)は、“特定の Kategorie に属する単語が出現したらターゲットキーを押す”という意図を実験参加者に形成させた場合、意図形成時において、実験参加者はその Kategorie に属する項目について考え、想起することを主張している。この主張に従えば、Goschke & Kuhl (1993)と本研究

の実験参加者が、指定教示によって、遂行意図を形成している間に、遂行スクリプト単語を想起してリハーサルし、その結果、遂行スクリプトのアクセシビリティが上昇した可能性が考えられる。

Goschke & Kuhl (1993)は、指定教示直後の遂行スクリプトに対する選択的リハーサルが意図優位性効果の出現に寄与する可能性について検討するために、指定教示後に両スクリプトについてのイメージング課題もしくはイメージング妨害課題を実験参加者に行なわせた。もし、意図優位性効果が遂行スクリプトに対する選択的なイメージングによるものであれば、両スクリプトに対しイメージング課題やイメージング妨害課題を行った場合、意図優位性効果は出現しないと考えられる。実験の結果、意図優位性効果は出現した。また、Freeman & Ellis (2003)は動詞だけで構成される2つのリストを学習することを実験参加者に求め、どちらのリストを遂行するか指定した後、言語的妨害課題を行わせた。そのようにしても、指定されたリストに対する再認記憶課題の反応時間が短くなり、意図優位性効果が出現した。以上から、指定教示直後に遂行スクリプトに対する選択的リハーサルが行なわれていたとしても、そのリハーサルが遂行スクリプトのアクセシビリティを上昇させたと考えられることは難しい。

遂行スクリプトに対する選択的リハーサルが行なわれていた可能性は、指定教示直後とは限らない。スクリプトのアクセシビリティ測定課題である語彙判断課題中でも、遂行スクリプトに対し選択的リハーサルを行うことは可能である。本研究の実験終了後に実験目的を実験参加者に説明し、その説明の過程で、語彙判断課題の中にスクリプト単語が含まれていたことに気がついたかを尋ねた。その結果、すべての実験参加者がそのことに気づいたと回答した。このことからスクリプト単語が語彙判断課題の項目として使用されていることに気がついた実験参加者が、その単語を手がかりにして、その他のスクリプト単語を意図的に想起し、リハーサルしていた可能性が考えられる。

語彙判断課題の遂行中に、実験参加者が実際にイメージングと言語的リハーサルを行っていたかどうかについては、本研究における実験1の遂行条件と観察条件の反応時間から

推測することが出来る。Anderson, Craik, & Naveh-Benjamin (1998)は、画面に出てくるアスタリスクの位置に対応したボタンをできるだけ早く押すという視覚的課題を単独で行った場合と、自由再生課題を行いながら視覚的課題を行った場合とで、その反応時間を比較した。その結果、自由再生を行いながら視覚的課題を行うと、単独で行った場合よりも反応時間が長くなった。スクリプトのイメージングと言語的リハーサルは、学習したものを想起する点で、その過程に自由再生と同様の処理が含まれると考えられる。そのため、スクリプトに関するリハーサルを行っている時に語彙判断課題を行うとその反応時間は長くなることが予測できる。本研究における実験 1 の遂行条件と観察条件の語彙判断課題の反応時間を比較しても差は見られなかったことから、遂行条件で、遂行スクリプトに対するイメージングや言語的リハーサルが意図的に行われていなかったと推測できる。

以上から、指定教示直後の遂行スクリプトに対するリハーサルは意図優位性効果の原因でないこと、また、語彙判断課題中にはリハーサルが行なわれていなかったことが示唆された。このことから、意図優位性効果の生起過程を、実験参加者が遂行スクリプトのアクセシビリティを上昇させるために意識的に遂行スクリプトに働きかけた結果と解釈するよりは、指定教示によって遂行意図を形成してから、語彙判断課題をすることによって、自動的にアクセシビリティが上昇したと解釈するほうが妥当だと考えられる。このように、意図優位性効果を意図的処理によるものではなく、自動的処理によるものであるとする考え方はこれまでにも存在するが(Goschke & Kuhl, 1993; Marsh & Hicks, 1998), その自動的処理の内容までは明らかにされていない。Goschke & Kuhl (1993)は、遂行意図を伴った記憶はそうでない記憶とは別に活性化水準が高い状態で保持されていると考えた。しかし、指定教示によって遂行スクリプトに遂行意図が形成されてから遂行スクリプトのアクセシビリティが上昇するまでの処理過程については明らかにされていない。また、これまでの展望的記憶研究において、幾つかの理論とモデルが提案されているが、展望的記憶の想起についてのものとして (McDaniel & Einstein, 1993; McDaniels & Einstein, 2000; 森田, 2005), 遂行時期までに行なう者が予定の記憶に対して行なう行為に関するものは存在するが(Harris & Wilkins, 1982),

意図優位性効果のような予定の記憶における保持段階の状態について直接的に扱ったものはみうけられない。そのため、意図優位性効果の生起過程を説明するためには、遂行スクリプトのアクセシビリティの上昇が、遂行意図の形成によってどのような過程で生じたのかについて、リハーサル以外の観点から、新たに考える必要がある。

展望的記憶は、行為者の遂行意図が伴っているという特徴のほかに、遂行時期になったら行為者が自発的に遂行内容を想起し遂行しなければならないという特徴がある。予定のし忘れを防ぐために、行為者は、現在が予定を遂行するのに適切な時期であるかを、時刻と周囲の状況から判断することが必要になる。この行為は一般的にモニタリングと呼ばれる。モニタリングの過程では、予定の存在に注意を向け、状況と予定との関係を確認するために予定内容を想起する必要がある。本研究での実験手続きでは、スクリプト遂行の遂行時期の到来は実験者によって知らされることから、実験参加者は遂行時期の判断をするためにスクリプト内容までは想起しておく必要はない。しかし、指定教示によって遂行意図を形成している点は展望的記憶事態と共通していることと、本実験において、実験参加者にとっての一番重要な課題はスクリプト遂行であることを考慮に入れると、実験参加者が語彙判断課題中にスクリプト遂行の存在を意識していた可能性は存在する。特に、語彙判断課題中に呈示された文字列が遂行スクリプト単語であると実験参加者が気づいた時には、実験参加者がスクリプト遂行の存在をより強く意識した可能性があると考えられる。このように考えると、指定教示による遂行意図の形成は、実験参加者の意識をスクリプト遂行に向けることを促す働きをしていると推測できる。

Yekovich & Walker (1986)は、Collins & Loftus (1975)が提唱した活性化拡散理論を基礎にし、スクリプトは概念ノードとリンクから構成され、長期記憶に保持されていると主張している。この説に従うならば、本研究の実験参加者が2つのスクリプトを学習した後は、長期記憶の中でスクリプト単語を表す複数のノードがリンクで結合されていたと推測できる。しかし、スクリプト単語間のリンクとスクリプト単語のノードだけでは、どの単語が2つのスクリプトの内のどちらに属するのかを判別することは、ノードとリンクを探索せね

ばならず、容易ではない。そこで、どのスクリプト単語がどちらのスクリプトに属するのかを判別できるように、それぞれのスクリプトに属するどのノードにも結合している共通ノードの存在が考えられる。また、指定教示でどちらかのスクリプトが指定された際には、どちらのスクリプトが指定スクリプトかの情報を記憶表象にとどめておく必要がある。そのため、ここでは共通ノードに遂行情報が関連付けられると仮定する。実験参加者が語彙判断課題中にスクリプト単語の存在に気づき、実験参加者がスクリプト遂行を意識すると、“遂行”の情報に関連付けられた共通ノードが活性化。その共通ノードの活性化が遂行内容を表すスクリプト単語ノードにリンクを通して伝播し、その結果、遂行スクリプトに含まれる単語ノードのアクセシビリティが上昇する。実験参加者がスクリプト遂行のことを意識した時に共通ノードが活性化することを仮定することで、実験参加者が遂行スクリプト単語を意図的にリハーサルすることなくアクセシビリティが上昇する過程を以上のように説明できる。

この共通ノード活性化モデルは本研究の知見と先行研究で得られた知見を説明するのに有用である。本研究の一連の実験によって、スクリプト学習が遂行条件か観察条件かは意図優位性効果に影響を与えないことが示唆された。遂行条件と観察条件の両方で指定スクリプトと中性スクリプトの表象のされ方に差異が無いことを仮定すれば、遂行条件か観察条件かによるスクリプトの符号化処理の相違が意図優位性効果の出現に影響を与えないことがこのモデルから予測できる。

実験 1 の観察条件では指定スクリプトと中性スクリプトの間にアクセシビリティの差は見られなかった。このことは、指定教示によって遂行意図が形成されなかったため、展望的記憶事態でみられるモニタリングをする必要が無かったことが原因だと考えられる。観察を指示されたことから、実験参加者は遂行時期の到来とスクリプト遂行に対して注意を向ける必要がなかった。そのため、指定スクリプトの共通ノードが活性化せず、観察スクリプトのアクセシビリティが上昇しなかったと考えられる。

Goschke & Kuhl (1993)と Freeman & Ellis (2003)は、指定スクリプトに対する選択的リ

ハーサルを妨害するような課題を行うことを実験参加者に求めても意図優位性効果が出現することを示している。共通ノード活性化モデルでは、意図優位性効果は、実験参加者がスクリプト遂行に対して注意を向けることによって出現すると考える。指定教示後に選択的リハーサル妨害課題を実験参加者に行なわせても、再認記憶課題中のスクリプト遂行に対する注意を向けることまでは妨害できないと考えられる。そのため、実験参加者は再認記憶課題中にスクリプト遂行に対し注意を向けることができ、意図優位性効果は出現するところのモデルから予測できる。

共通ノード活性化モデルは“何かすることがあったことは覚えているが何をするのか思い出せない”という存在想起だけが成功し、内容想起は失敗する現象についても説明が容易である。存在想起だけが成功する現象は、このモデルでは遂行内容を表す各ノードとリンクで結ばれている共通ノードの活性化が弱い、または、遂行内容を表す各ノードと共通ノードのリンクが弱く、共通ノードの活性化が遂行内容を表すノードにまで伝播しない状態を指していると考えられる。共通ノードは活性化しているため“何かすることがあった”という存在想起は生じるが、具体的に何をするのかを表すノードは活性化していないために内容想起は生じない。

また共通ノード活性化モデルでは、同時期に行なわなければならない予定が複数存在している時には、共通ノードの活性化が複数生じていると考える。活性化している共通ノードが多い場合には、少ない場合よりも、活性化の拡散により、共通ノード1つあたりの活性化が弱くなると仮定する。そうであるならば、活性化している共通ノードが複数の場合、遂行内容を表すノードにまで活性化が伝播しにくくなると考えられる。その結果、同時期に行なわなければならない予定が複数存在している時には、存在想起だけが生じやすくなると予測できる。つまり、“何かすることがあったが、何をするのか思い出せない”という内容想起だけが失敗した状況が生まれやすいことが予測できる。

実験参加者のスクリプト遂行に対する注意向けが意図優位性効果の出現にどのように影響するかについては今後さらに検討される必要があるだろう。例えば、スクリプト遂行の重

要性を操作し、遂行が重要である場合とそうでない場合を用意し、意図優位性効果の効果量を比較する方法が考えられる。もし、実験参加者のスクリプト遂行に対する注意向けが意図優位性効果に影響を及ぼすのであれば、重要性の高い条件のほうが、実験参加者のスクリプト遂行に対する注意向けがより強いと考えられるため、意図優位性効果がより顕著に現れると予測できる。

本稿では、意図優位性効果の生起過程についての検討を通して、遂行意図を伴った記憶が長期記憶内でどのように保持されているかに関する共通ノード活性化モデルを提案した。そして、そのモデルを使用し、存在想起と内容想起の生起過程について考察を加えた。今回は、遂行内容がどのように保持されているかについて意図優位性効果との関連性から検討を行ったが、遂行内容に関連したほかの情報の保持のされ方についても検討する必要がある。遂行内容に関連したほかの情報の一つに“10 時に行なう”などの遂行時期情報が存在する。その遂行時期情報が遂行内容と、そして遂行意図とどのような関係性をもって保持されているのかは興味深い。遂行意図を伴った記憶の保持段階中の状態について検討し、保持段階中の状態が展望的記憶の想起にどのような影響を及ぼすのかについて明らかにすることは、展望的記憶に関する総合的理解にとって必要な要素であろう。

4 章 失念防止法としての先取喚呼

第3章では、“〇〇しよう”という遂行意図を付与することによって、それと関連する記憶（予定の内容に関する記憶）はアクセシビリティの高い状態で保持されているということが示された（意図優位性効果）。遂行意図を持つことで、予定の内容のアクセシビリティが高くなるということは、遂行意図の保持により展望的記憶エラーを防ぐ効果が期待される。本章では、まず意図優位性効果が展望的記憶エラーの防止に与える影響について考察する。そして、列車の運転における展望的記憶エラーを題材としながら、展望的記憶エラー防止法である先取喚呼法を提案し、それについて概説する。

4.1 意図優位性効果が展望的記憶エラーに与える影響について

先の章で、遂行意図を付与することで展望的記憶のアクセシビリティが高くなることが示された。この効果は展望的記憶エラーの防止に貢献すると考えられる。特に内容想起のエラー防止効果は期待できる。アクセシビリティが高いということは、それだけ予定の内容が想起されやすいということであり、また、誤った内容を想起する可能性の低減にはつながると予測されるためである。

ただし、もう一方の展望的記憶のエラーである存在想起エラーについては、意図優位性効果はその防止に貢献するかについては不明である。存在想起エラーとは、予定を実施する時期になってもその予定の存在に気づく（想起する）ことが出来ずに、その予定の実施時期を逸してしまうエラーである。先の章の実験では、実験参加者は2つのスクリプトを学習してから、実験者に一方のスクリプトを指定され、さらにそのスクリプトを後で遂行してもらうと教示された。しかし、そのスクリプトを実施する際には、実験者からそのスクリプトを実施するようにと教示されたため、実験参加者は自らその予定（スクリプトを実施すること）について存在想起を行う必要はなかった。また、そのスクリプトの実施時期についても明確な時期が実験者から事前に指示されておらず、存在想起を行おうにも存在想起が出来ない

状況であった。これらのことから、先の実験では、意図優位性効果が存在想起エラーを低減させるかについての直接的な検討はなされていないと言える。

しかし、その予定の実施時期も含めて予定を学習した場合は、意図優位性効果が存在想起エラーの防止に貢献する可能性が考えられる。例えば、“同僚と会った時にメッセージを伝える”という予定を立てた場合、意図優位性効果によって“同僚”という情報のアクセシビリティが高まれば、予定の実施時期の到来に気づくことが出来、存在想起エラーを防ぐことが可能となるかもしれない。一方で、“同僚”という情報のアクセシビリティが高まったとしても、その“同僚”という情報と“メッセージを伝える”という行為の内容を表す情報とが長期記憶内で関連付けられていなければ、単に“同僚”に対するアクセシビリティが高くなっただけで、行為の内容の想起にはつながらないかもしれない。この場合、適切なタイミングで、行為の内容が想起されないということとなり、展望的記憶エラー（存在想起エラー）が発生すると考えられる。

このように考えると、展望的記憶エラー（存在想起エラーと内容想起エラー）を防ぐには、実施時期や予定内容に関する情報のアクセシビリティの向上と、両者の長期記憶内での関連付けが重要であることが推察される。しかし、我々が予定を立てる際、先の実験の手続きのように、実施時期を明確にしない場合が存在する。また、我々の日常においても予定の行為の内容ばかりを重視し、それを実施するタイミングにまでは注意を配らない場合も存在する (Sheeran & Orbell, 1999)。

仮に実施時期が明確である場合は、意図優位性効果によって、実施時期や予定内容に関する情報のアクセシビリティの向上については期待できる。しかし、意図優位性効果によって両者が長期記憶内で関連付けられるとは限らない。実施時期を明確にし、さらに実施時期と予定内容に関する情報を関連付けさせる手法が展望的記憶のエラー防止には重要であると考えられる。そこで本稿では、そのような展望的記憶エラー防止法として先取喚呼を提案する。これは予定を実行する前に、その予定の内容をあらかじめイメージしたり声に出したりすることで、展望的記憶エラーを防止する手法である。次の節では、一時的な徐行区間にお

ける速度超過を例にしながら先取喚呼の目的や実施方について解説する。

4.2 展望的記憶エラー防止法としての先取喚呼

本節では、一時的な徐行区間における展望的記憶エラーについて解説してから、先取喚呼について述べる。ここでの徐行区間とは、工事や雨などによって、一時的に制限速度が規制された区間のことをいう。一時的な徐行区間を例にする理由は、速度超過が脱線などにもつながる危険な事象であり、その防止が重要であること、及び、一時的な徐行区間における速度超過の多くが展望的記憶エラーによって生じているためである。佐藤ら(2020)は、速度超過の原因を調べるために、ある鉄道事業者において平成 21 年から平成 28 年の間に生じた速度超過事象を調査した。収集した 18 件の事例の中で、徐行区間での発生割合が、72%を占めた(図 10)。

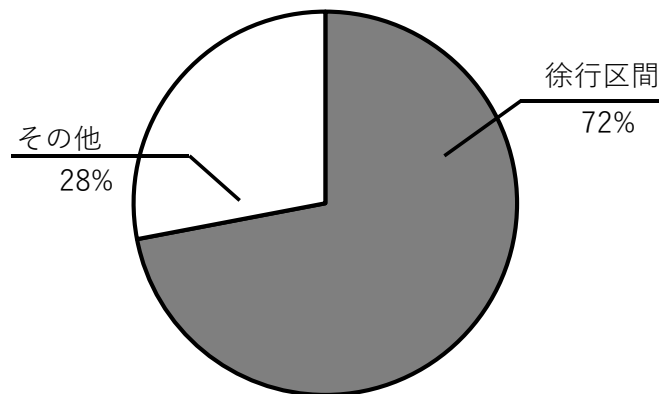


図 10 速度超過の発生場所

※佐藤ら(2020)より引用

また、徐行区間での速度超過で、展望的記憶のエラーが関与していたと考えられる割合は、69%と多数を占めた(図 11)。ここでの展望的記憶エラーとは、運転士が徐行区間の存在を知っていたにもかかわらず、当該区間に接近した時に、それを思い出すことができず、通

常速度で走行し、速度超過に至るというものであった。以降、一時的な徐行区間における速度超過の発生過程についてより詳細に記述する。

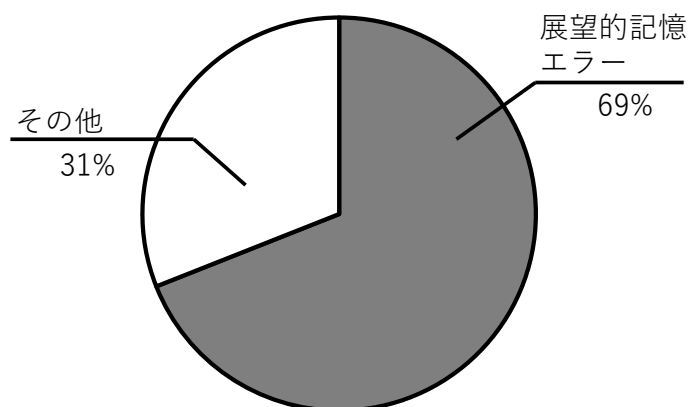


図 11 徐行区間における速度超過の原因

※佐藤ら（2020）より引用

4.3 一時的な徐行区間における展望的記憶エラー

工事などによって、あらかじめ計画された徐行に関する情報は、運転士が列車を運転する前に知らされる。運転士は運転区所に出社すると、上司である助役から当日の行路表を渡される。行路とは、いつ、どの列車をどこまで運転するかについて記載されたものである。例えば、“午前 10 時に A 駅から乗り継いで、午前 11 時に B 駅で別の運転士に乗り継ぐ。11 時 30 分までは B 駅の詰め所で待機し、11 時 30 分からは B 駅から列車を乗り継いで、12 時に C 駅の近くにある車両センターへ列車を留置する”などという情報であり、行路表には、この情報が図等で表されている。行路表を受け取った運転士は、自分の運転する行路に徐行区間が存在するかどうかを、運転区所にある徐行に関する掲示を参照して確認する。自分の運転する行路に徐行区間があることがわかると、それに関する情報（徐行区間の位置、制限速度）などを手帳などにメモを取る。たいていの場合、そこに記載した情報が正しいかどうか

か、また徐行区間について記載漏れがないかを助役などとダブルチェックを行う。

一般的に1つの行路において、複数の列車をそれぞれ異なる駅間で運転することが求められる。そのため、その行路における列車が必ずしも徐行区間を走行するとは限らない。例えば、ある行路では8本の列車を運転することが求められ、その内の2本の列車が徐行区間を通るなどという場合が存在する。徐行区間を走行しない列車を運転している時や徐行区間を走行する列車でも、徐行区間とは大きく離れているところを運転している時は、運転士は目の前の運転に集中し、あまり徐行のことは意識しない。しかし、徐行区間の直近駅あたりでは徐行区間の存在について気づき（想起し）、それ以降は徐行区間を意識して運転する。

運転士は駅停車中に次の駅までの運転計画を立てる。同じ駅間でも、列車によって運転時分が異なる。例えば、ある駅間を3分で運転しなければならない場合もあれば、4分で運転しなければならない場合もある。列車の運転は運転時分に間に合えばよいというものでなく、決められた運転時分で運転することが求められる。よって、運転時分が異なれば、その駅間で出す最高速度や、どこで加減速するかなどの運転の仕方なども少しずつ異なってくる。このような運転計画を運転士は駅停車中に考えるが、徐行区間の直近駅にて、徐行区間の存在を想起できていないと、通常での運転計画を立ててしまうことになる。また、列車の減速力は自動車のそれよりも低い。そのため、徐行信号機を視認してからブレーキを扱ってはい間に合わない場合がある。また、徐行信号機などの臨時信号機は通常の色灯式の信号機と比べて視認性が低く、臨時信号機の存在を意識していないと、発見が遅れる場合が存在する。このため、徐行区間を制限速度を守って運転するには、徐行区間の直近駅では、徐行区間の存在を運転士は想起しておく必要がある。

直近駅で徐行区間の存在を想起してからは、運転士は常にそのことを意識上に維持しながら、直近駅で立てた運転計画に従って運転をする。ただし、運転士は徐行区間の存在ばかりに注意を向けて運転できるわけではない。例えば、信号機の現示や転轍機やカーブにおける速度制限、踏切を通過する際はその安全確認、そのほか、運転時分にも注意を払う必要が

ある。

信号機の現示を確認するという行為だけでもいくつかのステップに分かれる。運転士は信号機の建植位置を基本的に全て覚えている。そのため、自列車が信号機付近に到着すると、運転士は信号機が見えなくても信号確認に意識が向く。一般的に、運転士は信号機の信号現示を確認する際、指差確認(指差喚呼)を行いながら確認する。信号機に向かって指をさし、その信号機の現示する信号について喚呼する。例えば、“第二閉塞，進行”などと声に出す。これは第二閉塞信号機が進行信号を現示していることを意味している。この指差喚呼をする場所も規定されており、信号喚呼位置標が設置されている場所で行う。そのため、自列車が信号機付近に到着すると、信号機の現示も気にしながら、さらに信号喚呼位置標を探しつつ運転をする。

このように信号確認1つとっても運転士は様々なものに注意を向ける必要がある。このような一連の確認動作をしている最中は、徐行区間の存在が意識上から消失しやすくなる。Muter (1980)や Schweickert & Boruff (1986)はリハーサルなどがない状態では2秒程度で物事が意識上から消失することを報告しており、例え直近駅にて徐行区間の存在を思い出せたとしても、運転中にそのことが意識上から消失してしまえば、通常速度での普段通りの運転に戻ってしまい、速度超過に至る可能性が高くなると考えられる。

このように考えると、徐行区間において、制限速度を守って運転するには、次の2つの条件を満たす必要があることがわかる。1つは、直近駅で徐行区間の存在を想起することである。これは適切なタイミングでの想起と同義であり、これを実現するには、実施時期や予定内容に関する情報のアクセシビリティの向上と、両者の長期記憶内での関連付けが必要である。もう1つの条件は、直近駅から徐行区間を抜けるまで、徐行区間の存在を常に意識上に維持しておくことである。この意識上に維持するのはもちろんのこと、徐行区間の位置や制限速度なども運転している途中で勘違いしないようにする必要がある。

4.4 先取喚呼

本研究では上記のような展望的記憶エラーを防ぐ方法として先取喚呼を提案する。これは、予定を実施する前に、その予定のことをイメージしてその内容を喚呼（声に出す）したり、断続的に喚呼したりすることで展望的記憶エラーを防ぐ方法である。喚呼を取り入れた理由は、それが運転士にとって非常になじみ深いものであるためである。運転士は普段から指差喚呼を行いながら運転をしている。中村（2016）によれば、指差喚呼（所謂、指差し確認）は、昭和初年度から乗務員の間で自然発生的に生まれたエラー防止法である。また、そのエラー防止効果は様々な実験で確認されている（Shigemori, Sato, Masuda, & Haga, 2013; 佐藤・重森・増田・畠山・中村, 2011; 増田・重森・佐藤・芳賀, 2014; 芳賀・赤塚・白戸, 1996）。今回の展望的記憶エラー防止法である先取喚呼に喚呼を取り入れたのは、基から鉄道分野にあるエラー防止法に類するものとして、先取喚呼を運転士に紹介したほうが、運転士が先取喚呼に忌避感を抱きにくいと考えたためである。

先取喚呼にはイメージング型と反復型の2種類が存在する。イメージング型は、主に適切なタイミングでの想起を支援するために行うものである。一方の反復型は予定を意識上常に維持する目的で行われる。次節では、それぞれの型の先取喚呼について解説する。

4.4.1 イメージング型喚呼

イメージング型喚呼とは、自分自身が予定を行っているところを事前に頭の中でイメージし、その内容について喚呼するというものである。また、予定を行っているところだけでなく、その時の情景や、その時に生じるであろう出来事についてもイメージしておくというものである。このようにすることで、自分がいつ予定を行うべきか、どのような予定を行うべきかが明確になる。

この、いつ、なにを行うのかということを明確にする点は、Gollwitzer (1999)の意図実施法とほぼ同じである。イメージング型の先取喚呼では、いつ、何をするのかということを明確にすることに加えて、その状況についてイメージすることで、予定の行為内容に関する情

報とそれを実施（想起）しなければならない状況を関連付けて長期記憶に保持する。こうすることで実際にその状況に遭遇した時に、まずその状況に関する情報が長期記憶内で活性化し、その状況と関連づけられた予定の行為内容に関する情報も続けて活性化すると予測できる。

展望的記憶の想起が難しいことの1つに、明確な想起手がかりがないことがあげられる。一般の記憶テストでは、想起の手がかりが外部から与えられることが多い。単語の学習課題では、学習の後に実験者から先に学習した単語を思い出すようにと教示される。この場合の想起の手がかりは、実験者による教示であり、外部から与えられるものである。しかし、展望的記憶の場合は、学習したもの（予定）を思い出すことを他者（外部）から促されるとは限らない。予定の行為者自身がその実施時期に予定に関する記憶を想起する必要がある。

イメージング型喚呼は、この想起をするための手がかりを事前に作ることを目的に行う。徐行区間を例に考えるならば、徐行区間の直近駅での様子（駅のホームの情景、信号機、周りの風景）をあらかじめイメージしておくと共に、その駅から徐行のための低速運転をしている自分についてもイメージする。こうすることで、徐行の直近駅での風景と、徐行のために低速運転をすることが関連付けられて長期記憶内に保存されると考えられる。このような状態で実際に運転を開始し、その直近駅の風景を見た時には、長期記憶内で、駅の風景に関する情報が活性化し、それと関連付けられて覚えた徐行に関する情報にもその活性化が伝播し、徐行の存在を想起しやすくなると考えられる。

想起手がかりが有効に働く条件として、McDaniel & Einstein (2007)は、“想起手がかりの顕現性が高いこと”，“その時に行っている認知的処理が、展望的記憶の想起のきっかけ（手がかり）の発見につながるようなものであること”，“手がかりと行為の意味的関連性が高いもの”をあげている。これらの中でイメージング型喚呼を行うことによって、得られることのできる近い効果は、手がかりと行為の意味的関連性の向上であると考えられる。イメージング型喚呼を行うことによって得られる両者の関連性の向上が、McDaniel & Einstein (2007)の言うような意味的な関連性と同義であるとは必ずしも言い切れないが、少なくとも

も、想起手がかりと予定に関する情報の関連性が高められ、想起手がかりに関する情報を処理することによって、それに関連した予定の行為に関する情報が想起しやすくなるという点においては同じであると考えられる。

また、徐行区間の直近駅のイメージングを行う際に、視覚的に特異的な特徴があるものをイメージして想起手がかりとしておいた方が、顕現性の高いものを想起手がかりにすることにつながり、存在想起エラーの防止には有効であると予測される。また、その直近駅で行う一連の確認行動（基本動作）の中に想起手がかりを埋め込むことも有効である。なぜなら、確認行動の中に想起手がかりを埋め込むことで、その想起手がかりの発見につながりやすくなると考えられるためである。例えば、駅停車中に運転士は、駅に設けられた信号機の信号現示と、当該駅の発車時刻の確認を行う。そこで、信号機につけられている名板を想起手がかりとしてイメージしたり、手持ちの時刻表の中の当該駅の発車時刻が記載している箇所、何らかのマークを事前につけておいて、そのマークを想起手がかりとしてイメージしたりすることで存在想起エラーの防止につながると考えられる。

一方で、このイメージング型喚呼は列車走行中には行うべきではない。列車の運転中は、信号現示、線路の状況、運転時分、列車の速度など様々なことに配慮する必要があり、運転士は絶えず、情報の更新であったり、記憶のアップデート、意思決定などの認知処理をし続けなければならない。このような認知処理は認知資源を必要とする。一方で、イメージングも同様に、認知資源を要する処理であると考えられ、列車操縦中にイメージングを行おうとすると、列車の運転作業に必要な認知資源が確保しにくくなり、運転操作のエラーの誘発につながる可能性が考えられる。

また、イメージング型喚呼において重要なのは、イメージすることにより、想起手がかりと予定の行為を関連付けて学習することである。一方、その内容を喚呼するという行為そのものは、存在想起エラーを防ぐという観点からは、イメージをすることと比較してその重要性は低い。しかし、イメージの内容を喚呼するための言語化を通して、自分が何をイメージするのかが明確になるという利点があると考えられる。喚呼することは、イメージを明確化

するための補助的手段であり、間接的に存在想起エラーの防止に寄与していると考えることができる。

4.4.2 反復型喚呼

反復型喚呼とは、忘れてはいけない予定について、断続的に喚呼をすることで、常に意識（ワーキングメモリー）上に予定のことを保持することにより、展望的記憶エラーを防ぐというものである。展望的記憶は、わずかな時間でも他のことに注意を取られたりすると、一度想起していた予定が意識（ワーキングメモリー）上から消失し、展望的記憶エラーを誘発することが知られている(Einstein et al., 2003; McDaniel et al., 2003)。喚呼を断続的に行うと、意識上にその予定を常に維持できるため、展望的記憶エラーを防ぐことができると考えられる。

列車の運転状況、特に一時的な徐行区間の文脈で考えるならば、直近駅から徐行区間を抜けるまではこの反復型喚呼を行った方が有効であると考えられる。運転士は運転中でも様々なことに注意を払いながら運転する必要がある。そのような中では、たとえ直近駅で徐行区間のことを思い出せたとしても、注意を徐行区間以外に向けることで、徐行区間のことを忘れてしまう可能性が考えられる。喚呼を断続的にすることで、できるだけ意識（ワーキングメモリー）上に徐行のことを維持し、徐行区間における速度超過を防ぐことができると考えられる。

また、この反復型喚呼には内容想起のエラーを防ぐ効果についても期待できる。同じ内容を反復喚呼することで、その予定の内容を長期記憶内に強く痕跡を残せると考えられるためである。徐行区間を例として考えるならば、徐行区間を制限速度以下で走行するために重要な情報には、その位置とその制限速度がある。運転士は運転を開始する前に、それらの情報を手帳などにメモを取っているため、運転士がそれらの情報を思い出せなかったり、不安を感じた時にはメモを参照したりすることで、内容想起エラーを防ぐことができる。しかし、運転士の中には、徐行区間の位置や制限速度を運転中に勘違いしてしまう者もいることが

想定される。勘違いした場合、徐行区間において速度超過に至ってしまう可能性が高くなる。そこで、徐行の位置や制限速度を断続的に喚呼していれば、喚呼し続ける過程で、その内容が長期記憶内に強く痕跡として残るため、勘違いのような内容想起エラーが生じる可能性は低くなると予測できる。

また、つり込まれエラーの防止効果も反復型喚呼には期待できる。ここでのつり込まれエラーとは、本来は無視しなければならない(反応を抑制しなければならない)情報に対して、思わず反応してしまうというエラーである。例えば、運転士は、徐行区間を走行中、目の前の信号機が進行信号を現示していたとしても、加速してはならない。その進行信号の現示に対しては、徐行区間を抜けるまでは、その現示につり込まれないようにすることが必要である。このつり込まれエラーを生じやすくする一因に、低速で運転中に、進行現示を見たら当該区間の制限速度まで加速するという行動(ルーティン)を運転士の多くは持っているということが考えられる。そして、習慣化されたルーティンから外れた行動をしなければならない場合、そのルーティンの行動を多く経験していると、ルーティンから外れた行動をすることが難しくなることが報告されている(Loft & Remington, 2010)。例えば、運転士が注意信号を現示している信号機を認めた場合、その信号機を越えたところからは、一般的に 45 km/h (もしくは 55 km/h) 以下で走行することが求められる。しかし、その区間を運転中に次の信号機が進行信号を現示しているのを認めたとしたら、そこから加速しても問題はない。なぜなら、まず、最初の信号機が注意信号を現示している時点で、その信号機から次の信号機の間には列車がないことが保証されている。さらに列車を運転していき、次の信号機が進行信号を現示していた場合は、まず当該区間には自分の列車以外に、他の列車が存在しないことが保証されており、さらに次の信号機を越えた区間についても他の列車が存在しないことを意味している。よって、進行信号を運転士が認めた場合はその場から加速しても問題はない。このようなことを日常的に経験することによって、低速で運転しているところに、進行信号を認めた場合は、加速するという習慣化されたルーティンが日々の運転から形成される。

また、習慣化されたルーティンを抑制し、そのルーティンから逸脱した行動を想起するには認知資源が要求される。しかし、列車の運転中は信号機や線路の状況など様々なことに注意を配分する必要がある、運転士が運転中に認知資源を必ずしも余裕を持っているとはい切れず、この認知資源の枯渇も習慣化されたルーティンの発動を助長させる要因となる。

徐行区間を運転中にこのルーティンが発動した場合、速度超過に至る可能性が高くなる。そこで、反復型の先取喚呼により、断続的に“徐行運転中”とか、“徐行区間を抜けるまで、制限（速度）〇〇 km/h”などと喚呼することにより、そのルーティンの発動を防ぐことが出来る可能性がある。

一方で、この反復型の先取喚呼は、その行い方によっては、展望的記憶エラー防止効果が期待できなかつたり、むしろ、運転に関するその他の作業を妨害してしまったりする可能性が考えられる。その問題のある行い方の1つとして挙げられるのは、同じ文言を過度に連続して喚呼し続けることである。例えば、運転中に絶えず“〇〇から徐行。制限、45 km/h”という文言を喚呼し続けた場合、意味飽和が生じる可能性が危惧される。意味飽和とは、同じ文言を言い続けたり、見続けたりすることで、その文言の意味がなくなっていくように感ずる現象を指す(下木戸, 2007)。この意味飽和が生じる理由には、同じ言葉に長時間にわたって接触していることで、対応する概念表象そのものに順応が生じ、概念表象へのアクセスが阻害されるためと考えられている(Smith, 1984)。運転士が徐行区間のことや徐行区間走行中であることを忘れてたくないと考え、同じ文言を過度に喚呼し続けると、意味飽和が生じ、かえって意識上から徐行の存在が消失する可能性が高くなると考えらえる。

また、喚呼の文言についてバリエーションを持たせようとして、喚呼の文言について考えすぎると、運転に関するその他の作業を妨害してしまうという可能性がある。列車運転中は、当該区間の制限速度、信号機の現示、今後の運転計画、目の前の線路の状況確認など、様々な情報を確認したり、また注意を向ける対象を素早く切り替えたりするなど、ワーキングメモリーの実行機能(Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter, & Wager, 2000)を多分に使用する必要がある。また、新たな物事を考えだそうという処理も中央実行系で行われるこ

とが示されている。例えば、0 から 9 までの数字を数秒間に 1 回程度でのペースでランダムに声に出していく乱数生成課題では、その乱数生成のために、中央実行系にある程度の負荷がかかることが示され (Baddeley, 1986; Teasdale, Dritschel, Taylor, Proctor, Lloyd, Nimmo-Smith, & Baddeley, 1995), さらに、中央実行系の処理を有する他の課題にネガティブな影響を与えることが示されている (Marsh & Hicks, 1998)。これに基づいて考えると、列車運転中に、喚呼の文言について、バリエーションを持たせようとして過度に考え続けることは、運転操作に必要な処理を妨害してしまう可能性が考えられる。

4.5 先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果の検討

以上のように、先取喚呼には存在想起エラーや内容想起エラー、そしてつり込まれエラーへの防止効果が期待される。一方で、先取喚呼の行い方によっては、これらの効果を期待できなかつたり、他の作業を妨害したりする可能性が危惧される。しかし、これらの先取喚呼のエラー防止効果やその妨害効果に対して、直接的に検討した研究はこれまでに存在しない。そこで次章以降では、先取喚呼の持つこれらの効果について検討する。

次の第 5 章では、2 種類の先取喚呼に対して、その展望的記憶エラーの防止効果について、実験的に検証を行う。イメージング型の先取喚呼に対しては、適切なタイミングでの想起 (存在想起) を促進させる効果について検証実験を行う。反復型の先取喚呼に対しては、予定に関する情報を意識上に維持する効果について検証実験を行う。第 6 章では、先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果について実験的な検証を行う。そして、第 7 章では、この先取喚呼が実際の列車運転状況で使用できるのか、またその効果を発揮できるのかについて、実際の運転状況に近い状態で実験を行う。第 5 章と第 6 章の実験の参加者が大学生であるのに対して、第 7 章の実験では現役の運転士を対象に列車運転シミュレーターを使用した実験を行う。

5 章 イメージング型喚呼と反復型喚呼の展望的記憶エラー防止効果検証実験²

本章では、2種類の先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果検証実験について報告する。実験4では、イメージングを利用した先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果について検証した。実験5では、反復法を利用した先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果について検証した。先取喚呼に展望的記憶エラーの防止効果が存在するのであれば、先取喚呼を使用した実験参加者の方が使用しない実験参加者よりも展望的記憶エラーが少なくなると考えられた。

5.1 実験4 イメージング法を利用した先取喚呼のエラー防止効果検証

5.1.1 目的

実験4では、イメージング法を利用した先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果について検証した。イメージング法を利用した先取喚呼を利用して展望的記憶課題を学習した場合と、利用しないで展望的記憶課題を学習した場合とで、展望的記憶課題の正反応率などを比較した。イメージング法による先取喚呼が展望的記憶エラーを防ぐ効果があるのであれば、イメージング法を利用して展望的記憶課題を学習した場合のほうが、そうでない場合よりも展望的記憶課題の成績が優れると予測された。

検証のための実験課題として、語彙判断課題とカテゴリー判断課題、および展望的記憶課題を使用した。語彙判断課題とはディスプレイに呈示される文字列が意味を持った単語（例えば、パソコン）であるのか、意味を持たない非単語（例えば、ズケスター）であるのかをできるだけ早く正確に判断する課題である。実験参加者の反応は単語、非単語をそれぞれ示すキーを押すことで収集される（単語：Jキー、非単語：Fキー）。展望的記憶課題は、語

² 本章の研究は、鉄道総研報告（Vol. 34 No.1 p.15-20, 2020）に掲載された実験に加筆修正をおこなったものである。

彙判断課題中に特定の単語が出現した時に、単語と非単語を表すキーとは別のキー（テンキーの“5”）を押すというものである。

カテゴリー判断課題は問題の単語が特定のカテゴリーに属するかどうかをできるだけ早く回答する課題である。カテゴリー判断課題は、展望的記憶課題と語彙判断課題の前に行われた。

カテゴリー判断課題を挿入する目的は2つ存在する。1つは、展望的記憶課題のやり方の説明からその実施の間にカテゴリー判断課題を行うことで、いったん実験参加者の意識上から展望的記憶課題のことを消すことが目的であった。展望的記憶課題のやり方の教示をして、すぐに展望的記憶課題を始めてしまうと、実験参加者の注意が常に展望的記憶課題に向いてしまう可能性が考えられる。

カテゴリー判断課題のもう1つの目的は、イメージングによる先取喚呼の展望的記憶促進効果に関するメカニズム分析のためである。これまで、展望的記憶課題の促進効果を説明するのに、モニタリング説と自動想起説の両方の観点から説明がなされてきている。ここでいうモニタリングとは、呈示される単語が展望的記憶課題の単語かどうかをチェックすることを意味する。モニタリング説によると、イメージングによる学習を行った実験参加者は、展望的記憶課題を重要なものであると考え、イメージングを使用して学習をしなかった実験参加者よりも、モニタリングを懸命に行うため、展望的記憶課題の成績が向上すると考える。一方、自動想起説によると、イメージングによる符号化を行うことで、展望的記憶課題の単語と行為内容が長期記憶内で強く連合されるため、展望的記憶課題の特定の単語を見たときに、展望的記憶課題の内容を思い出しやすくなると考える。モニタリング説と自動想起説の違いは、前者にはモニタリングしようとする意識が伴うのに対して、もう一方の自動想起説はそれが伴わない点にある。

カテゴリー判断課題中に展望的記憶課題の単語を実験参加者に呈示した時に、どちらの説に基づいて予測するかで、その予測結果が異なる。自動想起説に基づいて考えると、その判断時間が他の単語の時よりも遅くなると考えられる。展望的記憶課題の単語を見たとき、

自動的にその課題内容まで想起され、それがカテゴリー判断過程に干渉すると考えられるからである。一方で、モニタリング説に基づいて考えると、そのような干渉は起きないと考えられる。なぜなら、実験参加者はカテゴリー判断課題中は展望的記憶課題を行う必要がないことを知らされているため、モニタリングをする必要がない。そのため、展望的記憶課題の単語とそのほかの単語は、同じように扱われるため、反応時間の差は出にくいと考えられる。そこで、本実験では、カテゴリー判断課題中に展望的記憶課題の単語とそれと同程度の親密度であるマッチングワードを呈示し、その正反応率や反応時間から、イメージングによる先取喚呼の促進が自動想起説によるのか、モニタリング説によるのかについて検討した。自動想起説に基づいて考えると、展望的記憶課題の単語に対する正反応率と反応時間がマッチングワードよりも遅くなると予測され、モニタリング説に基づいて考えると、展望的記憶課題の単語とマッチングワードとでは正反応率と反応時間に差はみられないと予測される。

また、語彙判断課題中において、展望的記憶課題の単語に対するモニタリングが先取喚呼の有無によって差異があるのかを検討するために、語彙判断課題の正反応率と反応時間を比較する。もし、先取喚呼を行うことでモニタリングが行われるのであれば、先取喚呼あり条件での語彙判断課題の成績(正答率と反応時間)は、先取喚呼無し条件のものよりも低くなる。

5.1.2 方法

(1) 実験デザイン

先取喚呼あり条件と先取喚呼なし条件の1要因実験参加者間計画であった。先取喚呼あり条件の実験参加者は、展望的記憶課題のやり方の教示時に展望的記憶課題の単語とそのやり方について先取喚呼を利用して学習することが求められるのに対して、先取喚呼なし条件の実験参加者は、実験者から展望的記憶課題の単語とそのやり方についてのみ聞き、先取喚呼を使用せずに学習することを求められた。

(2) 実験参加者

関東の大学に通学する者、42名であった（男性22名、女性20名）。平均年齢は21.5歳で、標準偏差は1.93であった。先取喚呼あり条件には22名が、先取喚呼なし条件には20名が無作為に割り当てられた。実験参加者は、本実験とは関連のない実験にも参加し、3時間で5,000円が支払われた。

(3) 課題

語彙判断課題

語彙判断課題はディスプレイに呈示される文字列が日本語として意味を成す単語であるか、意味を成さない非単語であるかをできるだけ早く判断する課題であった。

単語の選定にはNTTデータベースより(天野・近藤, 2003), 文字単語親密度が5.0~6.5で、モーラ数が3~7であるものから無作為に110単語選定した。ただし、性的表現や“殺人”等の実験参加者の気分を害するような単語は含まれないようにした。

非単語は3文字と4文字のものを40ずつと5文字のものを30作成し、合計110単語作成した。非単語を作成するために、ひらがなの正音47に加え、濁音、促音、拗音を含めたひらがな75文字をランダムに選択し、非単語を作成した。

また、語彙判断課題には後述する展望的記憶課題の単語とそれとほぼ同じ親密度とモーラ数のマッチングワードが含まれていた(表3)。マッチングワードとは、イメージングによる先取喚呼の生起メカニズムを検討する際に、カテゴリ判断課題中の展望的記憶の特定単語と反応時間と正反応率を比較される単語であった。表3に含まれる4単語の内いずれか2単語がマッチングワードであり、残りの2単語が展望的記憶課題での特定の単語であった。語彙判断課題の総試行数は展望的記憶課題の単語が4、マッチングワードが4、展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の単語が94、非単語が102で合計204であった。展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の語彙判断課題の文字列の呈示順序は、実験参加者ごとにソフトウェアでランダムにされた。

表 3 展望的記憶課題の特定の単語とマッチングワード

	えんぴつ	さくら	じょうぎ	いちょう
モーラ数	4	3	3	3
親密度	6.3	6.6	5.7	6.2

1 試行における画面遷移は、最初に、注視点が 500 ms 呈示された後、500 ms のブランク画面があり、上述の刺激が呈示された。実験参加者は単語だと思えば“J”キーを、非単語であれば、“F”キーを、展望的記憶課題の単語であればテンキーの“5”を押すことが求められた。正解不正解に関わらず、反応後は 500 ms のブランク画面の後、次の試行の注視点が 500 ms 呈示された。

展望的記憶課題とマッチングワード

展望的記憶課題は語彙判断課題中に展望的記憶課題の特定の単語が出現した時にテンキーの“5”を押すことであった。特定の単語とは“えんぴつ”と“さくら”もしくは“じょうぎ”と“いちょう”のペアであった。2つのペアのうち、展望的記憶課題の特定の単語ではない方のペアをマッチングワードとした。マッチングワードとは、イメージングによる先取喚呼の生起メカニズムを検討する際に、カテゴリ判断課題中の展望的記憶の特定単語と反応時間と正反応率を比較される単語であった。“えんぴつ”と“さくら”のペアと“じょうぎ”と“いちょう”のペアは、文字単語親密度とモーラ数がおおよそ同じであった。また、どちらのペアを展望的記憶課題の特定の単語にするのか、マッチングワードとするのかについては実験参加者間で無作為に決められた。

カテゴリ判断課題

カテゴリ判断課題は、最初に 2つの単語が同時に呈示され、その次に別の 1つの単語が

呈示された。実験参加者に求められたことは、最後に呈示された単語が、先行呈示された2つの単語と同じカテゴリーに属するかどうかをできるだけ早く判断する課題であった。同じカテゴリーであれば、テンキーの“5”を、異なるカテゴリーであれば、テンキーの“6”を押すことが求められた。

カテゴリー判断課題で使用された単語は、小川（1972）に掲載されている52カテゴリーの中から26カテゴリーを選定し、各カテゴリーの頻度が高いもの10単語を選定した（小川，1972）。その内2単語をカテゴリーに属するかどうかを判断する問題語（プループ語）とし、残り8単語を最初に呈示するペアー語とした。ペアー語8単語からペアーを8組ランダムに作成した。その内、4組ずつ2つのプループ語とセットとした。また、同じ8組を別のカテゴリーのプループ語とセットとした。よって、1カテゴリーにつき、ペアーが16組（8組×2）存在した。カテゴリー数は26のため、全部で416試行が作成された。その内、ランダムに選択された200試行が本試行に、16試行が練習課題として使用された。

カテゴリー判断課題は全部で200試行であった。100試行目と101試行目の間には3分間の休憩が設けられた。その200試行中には、展望的記憶課題の単語（2単語）とマッチングワード（2単語）がそれぞれ4回呈示され、カテゴリー判断課題問題の呈示順序はソフトウェアで実験参加者ごとにランダムに決められた。

カテゴリー判断課題の画面遷移は次の通りであった。初めに注視点が500ms呈示されたあと、ブランク画面が500ms呈示された。その後2つの単語（ペアー語）が800ms呈示され、さらに500msのブランク画面ののちに、1つの単語が呈示された（プループ語）。この単語は、実験参加者がテンキーの“5”または“6”を押すまで呈示され続けた。

(4) 手続き

実験は個別に実験室で行われた。実験の流れを図12に示す。初めに語彙判断課題のやり方が実験参加者に説明され、練習を16試行行った。練習試行ののち、語彙判断課題の本番はカテゴリー判断課題の本番の後で行うことが教示された。また、語彙判断課題本番では展

展望的記憶課題の単語が出現した時には単語を示す“J”キーではなく、テンキーの“5”を押すようにと教示された。

先取喚呼なし条件の実験参加者には、この教示後すぐにカテゴリー判断課題の説明が行われた。先取喚呼あり条件の実験参加者は、展望的記憶課題の単語に応じて、“単語課題の本番の時にはえんぴつとさくらが出た時はテンキーの5を押す”または“単語課題の本番の時にはじょうぎといちょうが出た時はテンキーの5を押す”と3回言わせて後、実際に自分がテンキーの“5”を押しているところを30秒間イメージさせ、カテゴリー判断課題の説明を行った。

カテゴリー判断課題では、最初に呈示される2つの単語と次に呈示される1単語が同じカテゴリーに属すると考えた場合はテンキーの“5”を、異なるカテゴリーであると考えた時はテンキーの“6”を押すようにと教示された。16試行の練習の後、本試行を行った。本試行は200試行であり、100試行後は3分間の休憩時間が実験参加者に与えられた。なおカテゴリー判断課題には展望的記憶課題の単語とマッチングワードが含まれていたが、そのことは実験参加者には教示されなかった。

カテゴリー判断課題の後は、語彙判断課題の本番が行われた。語彙判断課題の前に、呈示される文字列が単語である時は“J”キーを、非単語である時は“F”キーを押すことを教示されたが、展望的記憶課題のことは何も教示されなかった。また、実験参加者に展望的記憶課題のことを聞かれても、実験上回答できないと返答し、展望的記憶課題について何も伝えなかった。展望的記憶課題の特定の単語は語彙判断課題中の81試行、116試行、150試行、191試行もしくは90試行、125試行、159試行、200試行の4回であり、特定単語は各2回ずつ呈示された。

語彙判断課題終了後は、実験参加者が展望的記憶課題の単語とそれを語彙判断課題中に呈示された時に何をするかについて確認し、実験を終了した。実験の所要時間は、実験参加者1人当たり50分程度であった。

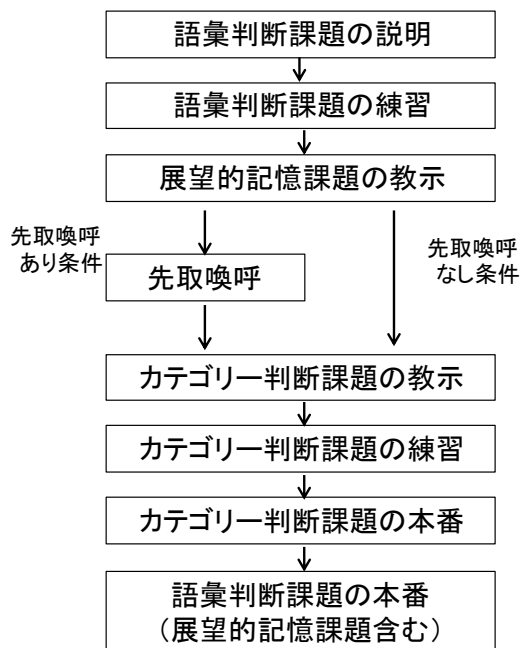


図 12 実験 4 の流れ

5.1.3 結果

実験参加者 42 名中 9 名が、実験後に展望的記憶課題について回答することができなかった。その内訳を表 4 に示す。回答できなかった者は、必然的に展望的記憶課題に正回答できない。本実験での検討対象は、展望的記憶課題については覚えているが、それを適切なタイミングで想起できない存在想起エラーであるため、課題内容を回答できなかった者を除いた 33 名を分析対象とした。先取喚呼あり条件は 19 名、先取喚呼なし条件は 14 名であった。

表 4 展望的記憶課題について実験後に回答できなかった実験参加者の内訳

	展望的記憶課題 の単語を忘れた	展望的記憶課題 で押すべき キーを忘れた	展望的記憶課題 について全 く覚えてい ない	展望的記憶課題 については 覚えていたが、 押さなくてよ いと考えた
先取喚呼あり	3	0	0	0
先取喚呼なし	2	1	2	1

(1) 展望的記憶課題

語彙判断課題中に呈示される展望的記憶課題の単語に対して、テンキーの“5”を押せた反応を正反応として（全4回）、その正反応率を先取喚呼の有無別に図13に示す。先取喚呼あり条件と先取喚呼なし条件とでt検定を行ったところ有意であり、先取喚呼を行って学習した条件の方が先取喚呼なし条件よりも展望的記憶課題の成績が高かった（ $t(31) = 2.091$, $p = .045$, $r = .35$ ）。

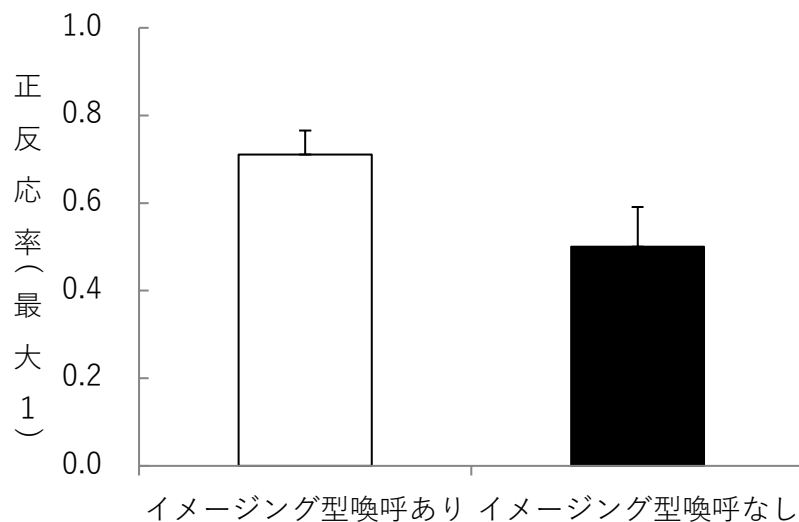


図13 展望的記憶課題の正反応率（エラーバーは標準誤差）

(2) 語彙判断課題

語彙判断課題で展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の文字列に対する正反応率と反応時間を図14と図15に示す。先取喚呼の有無別に正反応率と反応時間を比較したところ、有意差はなかった（正反応率： $t(31) = 0.87$, $p = .392$, $r = .16$ 反応時間： $t(31) = 0.76$, $p = .456$, $r = .14$ ）。

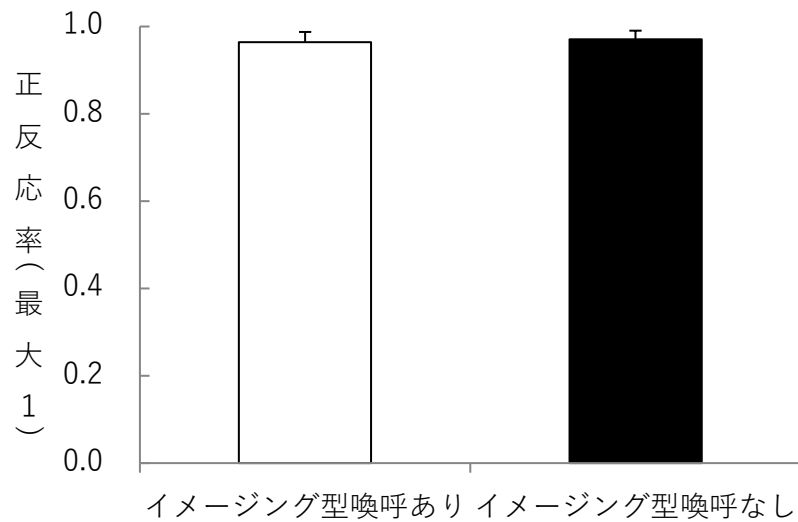


図 14 語彙判断課題の正反応率 (エラーバーは標準誤差)

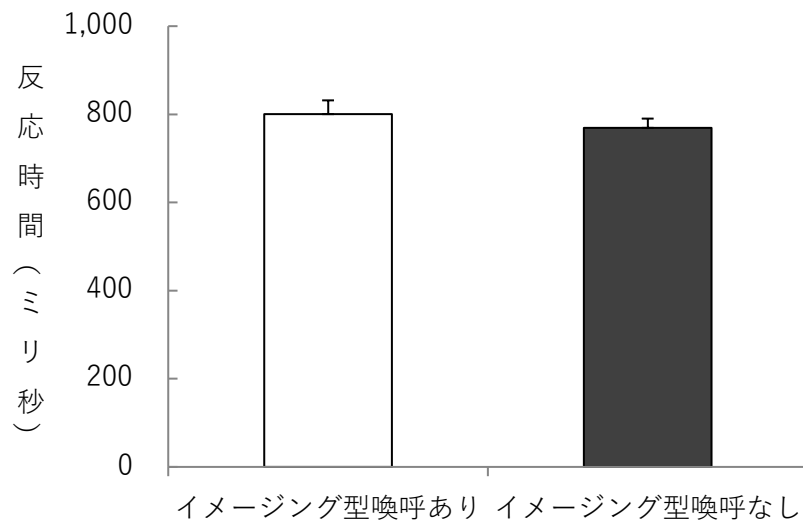


図 15 語彙判断課題の反応時間 (エラーバーは標準誤差)

(3) カテゴリー判断課題

展望的記憶課題の単語とマッチングワードの比較

展望的記憶課題の単語とマッチングワードが含まれた試行の正反応率と反応時間を先取喚呼の有無の条件別に平均した結果を図 16 と図 17 に示す。なお、反応時間はカテゴリー判断課題に正反応したもののみを分析対象とした。学習条件別で正反応率について、2 (単

語の種類：マッチングワードと展望的記憶課題の単語）× 2（先取喚呼の有無：先取喚呼あり vs. 先取喚呼なし）の分散分析を行ったところ、いずれの主効果及び交互作用は有意ではなかった（単語の種類： $F(1, 31) = 1.822, p = .187, \text{partial } \eta^2 = .056$, 先取喚呼の有無： $F(1, 31) = 1.678, p = .205, \text{partial } \eta^2 = .051$, 交互作用： $F(1, 31) = 1.822, p = .187, \text{partial } \eta^2 = .056$ ）。同様に、反応時間についても、2（単語の種類：マッチングワードと展望的記憶課題の単語）× 2（先取喚呼の有無：先取喚呼あり vs. 先取喚呼なし）の分散分析を行ったところ、いずれの主効果及び交互作用は有意ではなかった（単語の種類： $F(1, 31) = 1.344, p = .255, \text{partial } \eta^2 = .042$, 先取喚呼の有無： $F(1, 31) = 2.250, p = .144, \text{partial } \eta^2 = .068$, 交互作用： $F(1, 31) = 0.925, p = .344, \text{partial } \eta^2 = .029$ ）。

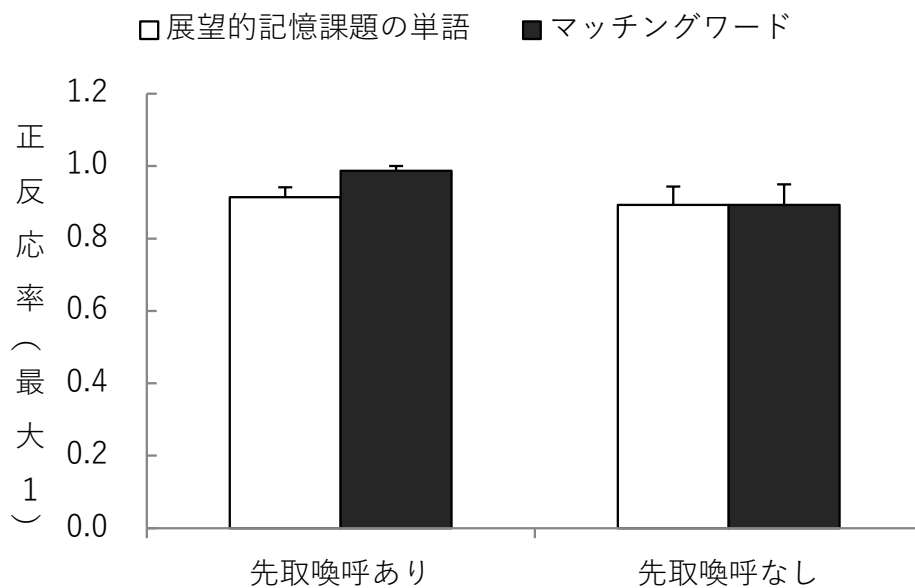


図 16 カテゴリー判断課題における展望的記憶課題とマッチングワードの正反応率
(エラーバーは標準誤差)

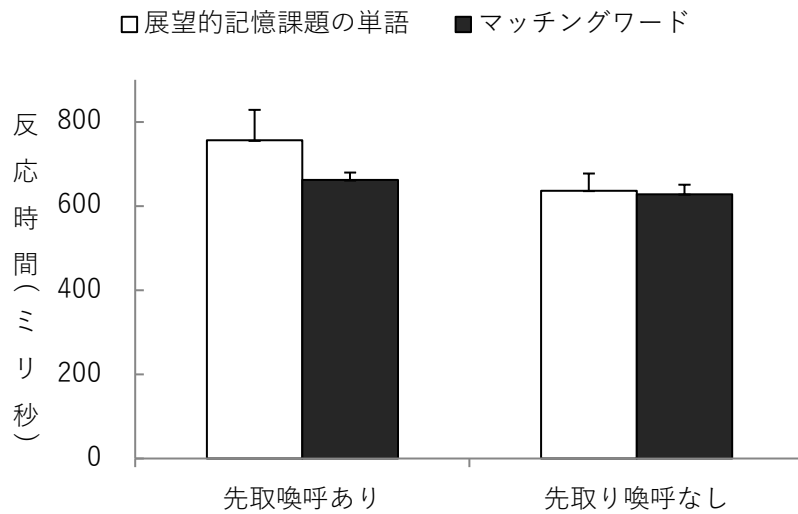


図 17 カテゴリー判断課題における展望的記憶課題の単語とマッチングワードの反応時間（エラーバーは標準誤差）

カテゴリー判断課題の正反応率と反応時間の比較

展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の試行における正反応率と反応時間を先取喚呼の有無の条件別に平均した結果を図 18 と図 19 に示す。先取喚呼の有無で正反応率と反応時間を比較したところ、有意差は見られなかった（正反応率： $t(31) = 1.28, p = .210, r = .23$, 反応時間： $t(31) = 1.15, p = .259, r = .20$ ）。なお、反応時間はカテゴリー判断課題に正反応したもののみを分析対象とした。

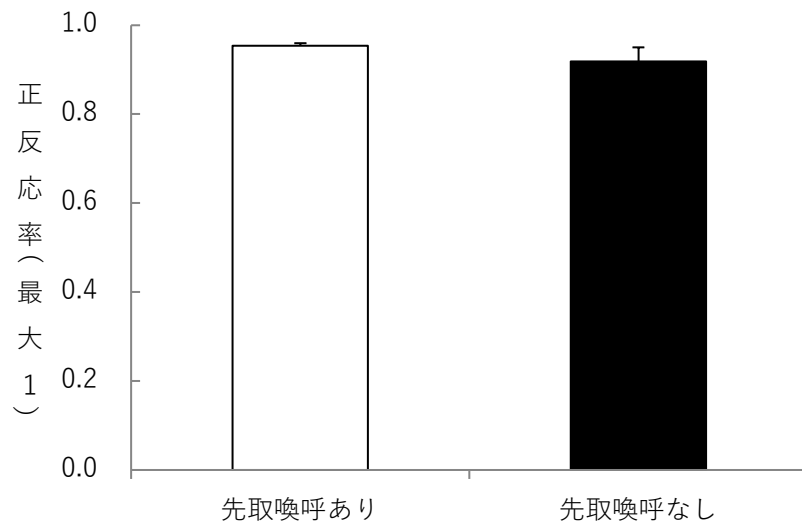


図 18 カテゴリー判断課題における展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の試行の正反応率（エラーバーは標準誤差）

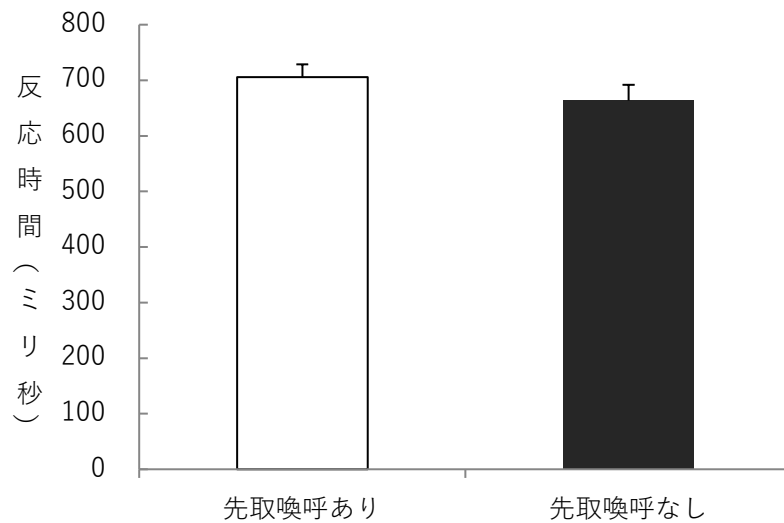


図 19 カテゴリー判断課題における展望的記憶課題の単語とマッチングワード以外の試行の反応時間（エラーバーは標準偏差）

5.1.4 考察

実験4の目的は、イメージング法を利用した先取喚呼が展望的記憶エラー防止に貢献するかどうかを検討することと、そのエラー防止効果が展望的記憶課題の単語に対するモニ

タリングによるものであるのか、自動的な活性化によるものであるのかを検討することであった。

実験の結果、イメージング法を利用した先取喚呼を行って学習した実験参加者の方が先取喚呼法を使用しなかった実験参加者よりも展望的記憶課題の成績が高かった。このことから、イメージング法を利用した先取喚呼には展望的記憶エラー防止効果があることが示唆された。

この展望的記憶エラー防止効果が展望的記憶課題の単語に対するモニタリングによるものであるのか、それとも自動的な活性化によるものであるのかについて検討するために、カテゴリ判断課題の分析を行った。もし、モニタリングによるものであれば、カテゴリ判断課題では展望的記憶課題は入っていないことを実験参加者は知っているため、モニタリングは生じず、マッチングワードが含まれる問題と展望的記憶課題の単語が含まれる問題との間に成績差が見られないことが予測された。一方で、もし先取喚呼による展望的記憶エラー防止効果が展望的記憶課題の単語を見ることによる自動的な活性化によるものであれば、カテゴリ判断課題中に含まれる展望的記憶課題の単語をみることで、展望的記憶課題のことが自動的に想起されてカテゴリ判断を妨害するため、展望的記憶課題の単語が含まれる問題の方がマッチングワードが含まれる問題よりも成績が低下することが予測された。実験の結果は、展望的記憶課題の単語が含まれる問題とマッチングワードが含まれる問題との間には成績に差は見られなかった。以上から、カテゴリ判断課題結果からは、自動想起説を支持しなかった。

しかし、一方で語彙判断課題の結果からは、モニタリング説は支持されなかった。モニタリング説に従うと、展望的記憶課題が含まれる語彙判断課題中は全ての問題に対して展望的記憶課題の単語かどうかの確認がなされている。もし、先取喚呼あり条件の実験参加者が先取喚呼なし条件の実験参加者よりもモニタリングを強固に行っていると考えれば、語彙判断課題の成績が低下すると予測される。しかし、語彙判断課題では、先取喚呼の有無によって成績の差は見られず、モニタリング説は支持されなかった。

以上から、本実験からはイメージング法を利用した先取喚呼がモニタリングによるものであるのか、自動的な活性化によるものであるのかについて明らかにならなかった。この原因には、今回使用したカテゴリー判断課題の実験手続きに問題があり、自動的な活性化によるカテゴリー判断妨害効果を検出できなかった可能性が考えられる。今回のカテゴリー判断課題は、最初に2つの単語（ペアー語）が呈示され、次に呈示される1つの単語（ブループ語）が先の2つの単語（ペアー語）から連想されるカテゴリーに含まれるかどうかを判断するというものであった。そして、カテゴリー判断課題中に呈示される展望的記憶課題の単語とマッチングワードは必ずペアー語として呈示された。自動的な活性化による妨害効果が展望的記憶課題の単語を見た時に生じたとしても、その後の単語が呈示されるまでに1秒以上のタイムラグがあるために、その間に自動的な活性化が収束し、カテゴリー判断を妨害しなかった可能性がある。展望的記憶課題の単語とマッチングワードを最初の単語としてではなく、次の単語（ブループ語）として呈示すれば、自動的な活性化からカテゴリー判断過程までにタイムラグがないために、判断時間の遅延等が確認できる可能性がある。

5.2 実験5 反復法を利用した先取喚呼のエラー防止効果検証

5.2.1 目的

反復型喚呼の展望的記憶エラー防止効果を検討するために、実験5では遅延実行パラダイムを使用した(Cook, Meeks, Clark-Foos, Merritt, & Marsh, 2014; McDaniel, Einstein, Graham, & Rall, 2004)。遅延実行パラダイムとは展望的記憶課題の合図が提示された時に、直ぐに反応するのではなく、しばらく経過してから反応するタイプのパラダイムである。

実験参加者は数種類の簡単な認知課題を連続で解くことが求められた。ただし、1問ごとに認知課題の種類が変わるのではなく、何問か連続で同じ種類の認知課題が出題された。認知課題はパソコンディスプレイ上に黒字で呈示されるが、ときどき赤字で呈示される。この赤字の問題が展望的記憶課題開始の合図であり、これを見た実験参加者は、その後に認知課題の種類が変わった時に特定のキー（スラッシュキー）を押すことが求められた。その為、

展望的記憶課題の合図を見た実験参加者は、特定のキー（スラッシュキー）を押すことを意識しながら、認知課題を解き続けることが求められた。さらに、展望的記憶課題の合図を見た後で割込課題が突然始まる場合が存在した。これは、認知課題を解いている最中にディスプレイに突然、別の課題を行うようにとメッセージが提示され、それまでとは全く別の課題を30秒間行い、それが終わると、認知課題を再開し、さらに認知課題の種類が変わったら展望的記憶課題として特定のキーを押すことが求められた。この場合は、認知課題と割込課題を解いている最中も、認知課題の種類が変わったら特定のキーを押すことに意識を向けることが求められる。認知課題は展望的記憶課題と同時に実験参加者に遂行を求められることから、同時遂行課題と呼ばれた。

このように、展望的記憶課題の合図を見て“スラッシュキーを押す”という意図を形成してから、実際にスラッシュキーを押すまでの間に、割込課題がある場合とない場合では、割込課題のある方が展望的記憶エラーが多くなることが報告されている(McDaniel et al., 2004)。本実験では、割込課題がある状況において、反復法を利用した先取喚呼が展望的記憶エラーを防ぐことができるかを検証する。

条件は、先取喚呼あり条件と、先取喚呼なし条件の2条件が存在した。先取喚呼あり条件の実験参加者は、展望的記憶課題の合図を見てから認知課題が切り替わりスラッシュキーを押すまでの間、“パソコン課題が変わったらスラッシュキーを押す”と言いつけさせた。ここでのパソコン課題とは同時遂行課題（認知課題）のことである。本実験では、同時遂行課題はパソコンで呈示されるため、実験参加者への分かりやすさを考慮して、実験参加者の前ではパソコン課題と呼んだ。また、言いつける理由について“スラッシュキーを押すことを忘れないようにするため”と教示した。先取喚呼なし条件の実験参加者は声を出すことは禁止された。

また、先取喚呼が他の課題に与える影響についても検討した。その為、認知課題に加えて、数字監視課題も行わせた。数字監視課題とは、ディスプレイ右上に1～10までカウントアップされる数字が10になった時にスペースキーを押す課題である。10を過ぎると1にも

どる。認知課題を行いながら数字監視課題を行うことを実験参加者は求められた。もし、先取喚呼が数字監視課題に干渉するのであれば、数字監視課題の成績が喚呼をしている時に低下すると考えられる。今回は、先取喚呼が認知課題に与える影響については検討しなかった。その理由は、認知課題の幾つかは単語の好感度評定など、正解と不正解が無く、そのパフォーマンスを測定することができないためであった。

反復法を利用した先取喚呼に展望的記憶エラー防止効果があれば、先取喚呼を行った実験参加者は、先取喚呼を行わなかった実験参加者よりも展望的記憶課題の成績が高くなることが予測される。また、先取喚呼をすることが実験参加者にとって負荷が高ければ、喚呼することによって他の作業を干渉すると考えられるため、数字監視課題の成績は、先取喚呼をしない実験参加者よりも低くなることが予測される。一方で、列車運転シミュレーターを用いた実験において、過度な喚呼は意味飽和を生じさせる可能性が先行研究において報告されている(佐藤, 2016; Sato & Bowler, 2015)。意味飽和とは、同じ文言を言い続けたり、見続けたりすることで、その文言の意味がなくなっていくように感ずる現象を指す(下木戸, 2007)。もし今回の反復法による先取喚呼が実験参加者にとって過度なものであれば、反復法による先取喚呼は展望的記憶課題の成績を低下させることも予測される。

5.2.2 方法

(1) 実験デザイン

1 要因 2 水準 (先取喚呼あり条件 vs. 先取喚呼なし条件) の実験参加者間計画であった。

(2) 実験参加者

関東の大学に通学する者、41 名であった (男性 20 名, 女性 21 名)。平均年齢は 21 歳で、標準偏差は 1.8 であった。先取喚呼条件には 21 名が、先取喚呼なし条件には 20 名が無作為に割り当てられた。実験参加者は、本実験とは関連のない実験も参加し、3 時間で 5,000 円が支払われた。

(3) 課題と材料

本実験は同時遂行課題，数字監視課題，展望的記憶課題，割込課題の4つから構成されていた。その概要図を図20に示す。

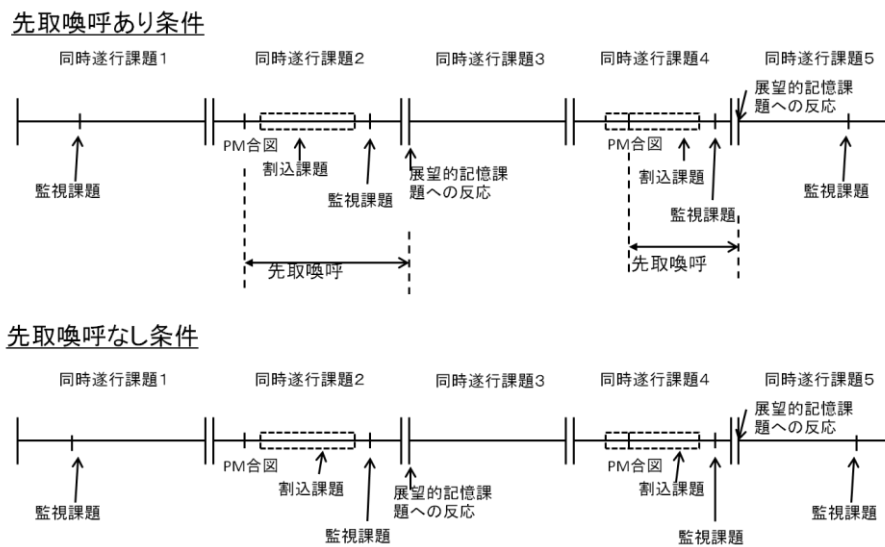


図20 課題の概要図

- ※ 同時遂行課題は横直線で表される。
- ※ 図中の“監視課題”は，監視課題への反応タイミングを示す。
- ※ PM合図は展望的記憶課題の合図を示す。

同時遂行課題

同時遂行課題としての認知課題は，全部で8種類あり，2分ごとにその課題の種類が変わった(表5)。今後，課題が始まってから終わるまでを1フェーズと呼ぶ。課題は5秒に1試行のペースで進んでいき，割込課題が無い場合の1フェーズの試行数は24であった。割込課題があるフェーズは，同じペースで同時遂行課題が最初に9試行続き(45秒間)，割込課題(30秒間)の後，同種の同時遂行課題が9試行続いた(45秒間)。よって，割込課題の有無にかかわらず，1フェーズは2分間であった。

8種類の同時遂行課題は，2回ずつ行われた。よって，本実験では16フェーズ存在した。

同時遂行課題の順番はソフトウェアによってランダムに決められたが、同じ同時遂行課題が2回以上連続することはなかった。実験参加者は、割込課題を行っている時以外は、常に同時遂行課題を行うことが求められた。

表 5 同時遂行課題の種類

番号	課題名	内容
1	同義語選択課題	ディスプレイ中央に呈示された単語と似た意味の単語を3つの選択肢の中から選ぶ課題
2	反異義語選択課題	ディスプレイ中央に呈示された単語と反対の意味の単語を5つの選択肢の中から選ぶ課題
3	単語の類似度評価課題	ディスプレイに呈示された2つの単語の類似度を7段階で評定する課題
4	線の長さ判定課題	ディスプレイに呈示された3つの直線の中から最も長い直線を選択する課題
5	親和性評価課題	ディスプレイに呈示された2つの単語のなじみ度を7段階で評定する課題
6	文字包含判断課題	ディスプレイ中央に呈示された単語に含まれている文字を5つの選択肢から選ぶ課題
7	足し算課題	ディスプレイに呈示された2つの数字の和を5つの選択肢の中から選ぶ課題
8	引き算課題	ディスプレイに呈示された2つの数字の差を5つの選択肢の中から選ぶ課題

数字監視課題

数字監視課題は、同時遂行課題中に呈示されているディスプレイ右上の数字を監視する課題であった。数字は1～10まで順々にカウントアップしていき、10になった時にできるだけ早くスペースキーを押すことが求められた。

カウントアップのペースは一定ではなく、2秒～12秒の間にランダムに1ずつ増加した。そのため、実験参加者はいつ10になるか予測することが難しく、カウンターの方に注意を向け続ける必要があった。ただし、カウンターが10の時は必ず呈示時間は3秒間であり、3秒間経過するとカウンターは1に戻った。割込課題中、カウンターは停止していた。

展望的記憶課題

本実験での展望的記憶課題の合図は、通常黒字で呈示される同時遂行課題と割込課題が赤文字で呈示されることである。展望的記憶課題は、その合図が呈示されたら、同時遂行課題の種類が変わった時にスラッシュキーを押すことであった。合図は、全部で16あるフェーズのうち、3, 6, 12, 15番目の全4回であった。

展望的記憶課題の合図が同時遂行課題中に呈示される場合は、各フェーズの3試行目に合図が呈示された(5秒間)。割込課題中に合図が呈示される場合は、2試行目に呈示された。展望的記憶課題の合図の半数(2回)は同時遂行課題中に呈示され、残りの半数(2回)は割込課題中に呈示された。

先取喚呼あり条件の実験参加者は、展望的記憶課題の合図を見てから、同時遂行課題の種類が変わりスラッシュキーを押すまでの間、同時遂行課題遂行中であるか割込課題中であるかにかかわらず、“パソコン課題が変わったらスラッシュキーを押す”と断続的に喚呼するよう教示した。

割込課題

実験参加者に分かりやすくするために、実験中は割込課題のことをカード課題と呼んだ。カード課題と呼んだのは、問題冊子がA5サイズのカードであったことに起因した。

同時遂行課題遂行中にディスプレイに“カード課題をしてください”と表示されると割込課題が開始された。このメッセージを見た実験参加者は同時遂行課題を中断して、割込課題を行うことを求められた。その間、数字監視課題のカウンターは停止したままであった。割込課題はA5サイズの冊子の中央に記載されている単語から連想される語を記入欄に回答するものであった(単語連想課題)。割込課題1回につき4つの問題が用意されていた。1問目と2問目はそれぞれ各1単語を連想することを求められたが、3問目は3単語を、4問目は5単語を連想することが求められた。制限時間30秒間で、その中で、それらの問題を

出来るだけ早く回答することが求められた。制限時間については、実験者がストップウォッチを使用して計測し、30秒間の制限時間が経過したところで、実験参加者に同時遂行課題に戻るよう促した。割込課題で使用された単語は、天野ら(2003)のNTTデータベース(天野・近藤,2003)から、文字単語親密度5~7であり、モーラ数が3~7の単語を、同時遂行課題で使用される単語と重複しないようにランダムに選出されたものであった。

展望的記憶課題の合図として、赤字で問題が出題される場合が存在した。それは4問ある中の必ず2問目であった。展望的記憶課題を実施する為には、少なくとも赤字の2問目までは実験参加者に到達してもらう必要がある。また、赤字の問題を見ている時間を実験参加者間で出来るだけ同じにするために、1問目と2問目で回答を求める連想単語数を1と少なく設定した。割込課題は全部で5回存在した(3, 6, 7, 12, 15フェーズ)。その内、第3フェーズと第12フェーズに展望的記憶課題を示す赤字の問題が割込課題中に存在する場合と、第6フェーズと第15フェーズに展望的記憶課題を示す赤字の問題が割込課題中に存在する場合とがあり、実験参加者間でカウンターバランスがとられた。

(4) 手続き

実験は実験室で個別に行われた。実験参加者をパソコンの前に座らせ、課題のやり方についてパソコンのディスプレイに呈示されるスライドを使用して説明を行った。最初に同時遂行課題のやり方と割込課題のやり方について説明をして練習を行わせた。次に展望的記憶課題について説明を行った。この時、先取喚呼あり条件の実験参加者には、喚呼の仕方及び目的(展望的記憶課題を忘れないようにするために喚呼すること)を説明した。展望的記憶課題の後に、本試行を行わせた。本試行は約35分であった。本試行終了後、展望的記憶課題について(スラッシュキーを押すタイミングについて)正しく理解していたかをチェックした。実験全体の所要時間は実験参加者1人につき50分程度であった。

5.2.3 結果

展望的記憶課題後に行った展望的記憶課題の内容を正しく覚えていたかどうかのチェックにおいて、正しく回答できた実験参加者のみを分析対象とした。実験の手続き上のミス及び課題を誤解していた実験参加者が5名いたため、分析対象者はそれらを除いた36名（先取喚呼あり条件18名、先取喚呼なし条件18名）であった。

(1) 展望的記憶課題

正反応率

展望的記憶課題の合図が呈示された後、同時遂行課題の種類が変わってから7秒以内にスラッシュキーを押せたものを展望的記憶課題の正反応とした。その結果を図21に示す。

2（先取喚呼の有無：あり vs. 先取喚呼なし）×2（展望的記憶課題の合図の位置：同時遂行課題中 vs. 割り込み課題中）の分散分析を行った。その結果、先取喚呼の有無要因の主効果が有意傾向であり、先取喚呼あり条件の方が先取喚呼なし条件実験参加者よりも正反応率が高かった ($F(1, 34) = 4.04, p = .052, \text{partial } \eta^2 = .106$)。それ以外の主効果及び交互作用はなかった（展望的記憶課題の合図の位置: $F(1, 34) = 2.508, p = .123, \text{partial } \eta^2 = .069$, 交互作用: $F(1, 34) = 0.279, p = .601, \text{partial } \eta^2 = .008$ ）。

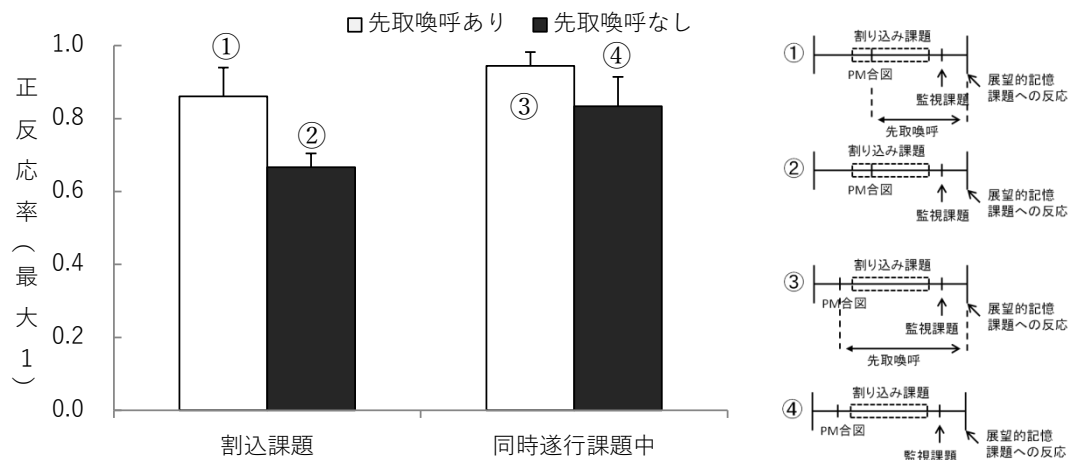


図 21 展望的記憶課題の成功率（エラーバーは標準誤差）

遅延反応率

展望的記憶課題の合図が呈示された後、同時遂行課題の種類が変わってから 7 秒以降にスラッシュキーを押せたものを展望的記憶課題の遅延反応と定義した。その結果を図 22 に示す。

2 (先取喚呼の有無：あり vs. なし) × 2 (展望的記憶課題の合図の位置：同時遂行課題中 vs. 割込課題中) の分散分析を行った。その結果、いずれの主効果及び交互作用は有意でなかった (先取喚呼の有無： $F(1, 34) = 1.404, p = .244, \text{partial } \eta^2 = .040$, 展望的記憶課題の合図の位置: $F(1, 34) = 1.264, p = .269, \text{partial } \eta^2 = .036$, 交互作用： $F(1, 34) = 0.140, p = .710, \text{partial } \eta^2 = .004$)。

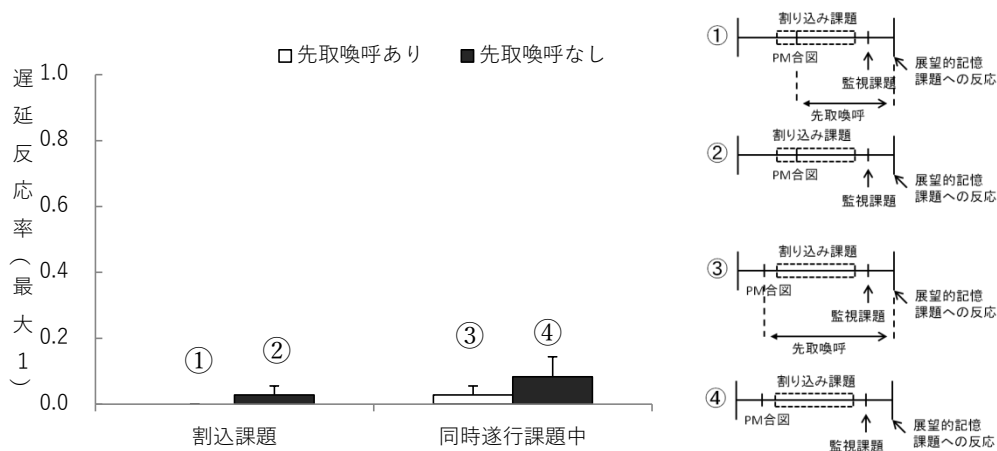


図 22 展望的記憶課題の遅延反応率 (エラーバーは標準誤差)

し忘れ率

展望的記憶課題の合図が呈示された後、同時遂行課題の種類が変わってもスラッシュキーを押せなかったものを展望的記憶課題のし忘れと定義した。その結果を図 23 に示す。

2 (先取喚呼の有無：あり vs. なし) × 2 (展望的記憶課題の合図の位置：同時遂行課題中 vs. 割込課題中) の分散分析を行った。展望的記憶課題の合図の位置の主効果が有意で

あり、展望的記憶課題の合図が割込課題中に出現した時の方が同時遂行課題中に出現するよりも忘れ率が有意に高かった ($F(1, 34) = 6.309, p = .017, \text{partial } \eta^2 = .157$)。それ以外の主効果及び交互作用は見られなかった (先取喚呼の有無: $F(1, 34) = 2.076, p = .159, \text{partial } \eta^2 = .058$, 交互作用: $F(1, 34) = 0.701, p = .408, \text{partial } \eta^2 = .020$)。

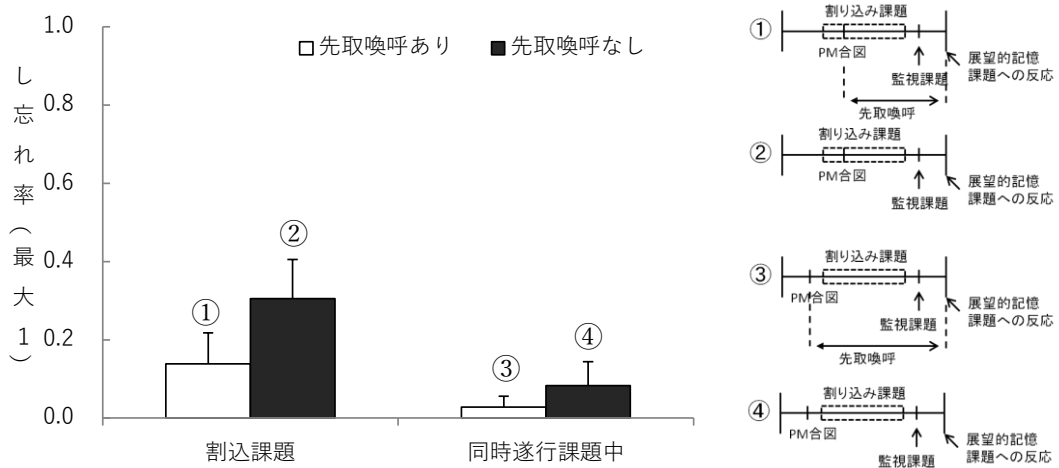


図 23 展望的記憶課題の忘れ率 (エラーバーは標準偏差)

虚反応数

展望的記憶課題の合図が呈示されていないにもかかわらず、同時遂行課題の種類が変わってからスラッシュキーを押した反応を展望的記憶課題の虚反応と定義した。その結果を図 24 に示す。

先取喚呼の有無で t 検定を行ったところ有意差は見られなかった ($t(34) = 0.32, p = .751, r = .06$)。

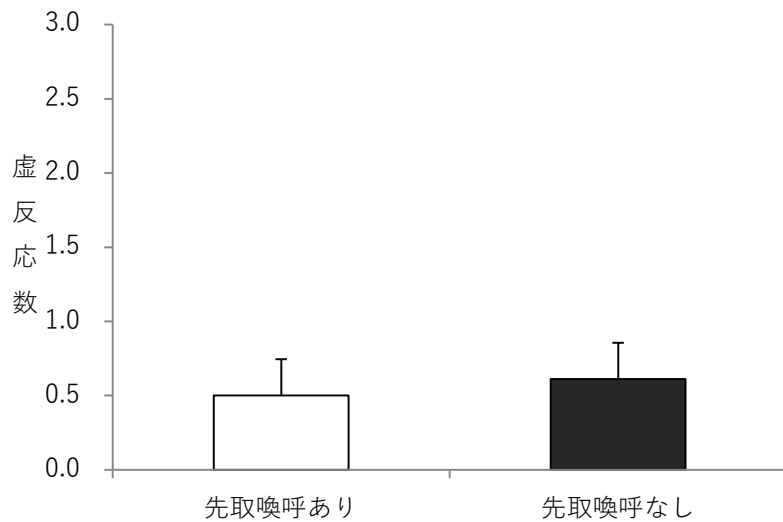


図 24 展望的記憶課題の虚反応数 (エラーバーは標準誤差)

(2) 割込課題の成績について

割込課題の連想語回答生成数についての結果を図 25 に示す。割込課題は全部で 5 回あり、その内の 2 回は割込課題が始まる前の同時遂行課題中に展望的記憶課題の合図が呈示された。また他の 2 回は、割込課題中に展望的記憶課題の合図が呈示された。残りの 1 回は展望的記憶課題の合図は同時遂行課題中にも割込課題中にも呈示されなかった。

2 (先取喚呼の有無：あり vs. なし) × 2 (展望的記憶課題：あり vs. なし) の分散分析を行った。その結果いずれの主効果及び交互作用も有意ではなかった (喚呼の有無： $F(1, 34) = 1.386, p = .247, \text{partial } \eta^2 = .039$, 展望的記憶課題： $F(1, 34) = 0.352, p = .557, \text{partial } \eta^2 = .010$, 交互作用： $F(1, 34) = 0.012, p = .915, \text{partial } \eta^2 = .000$)。

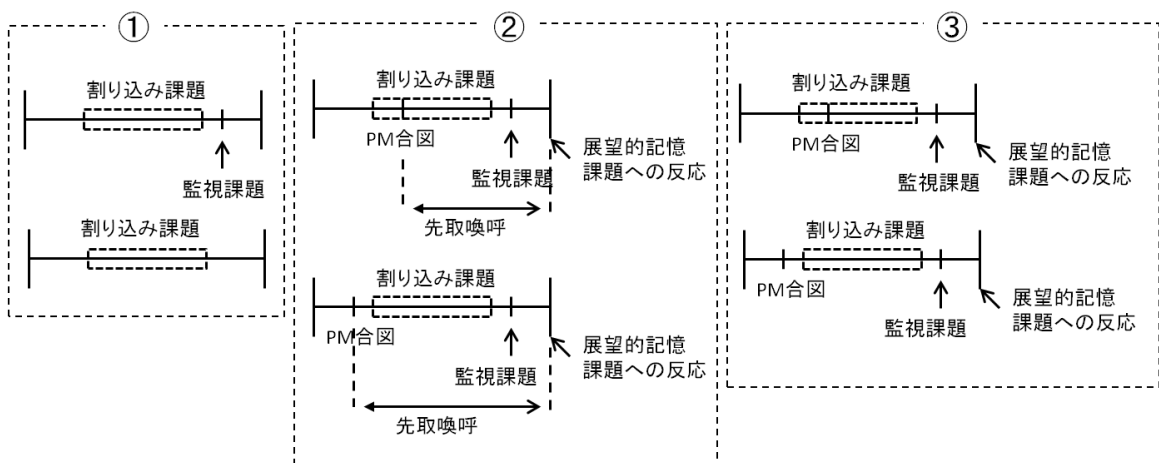
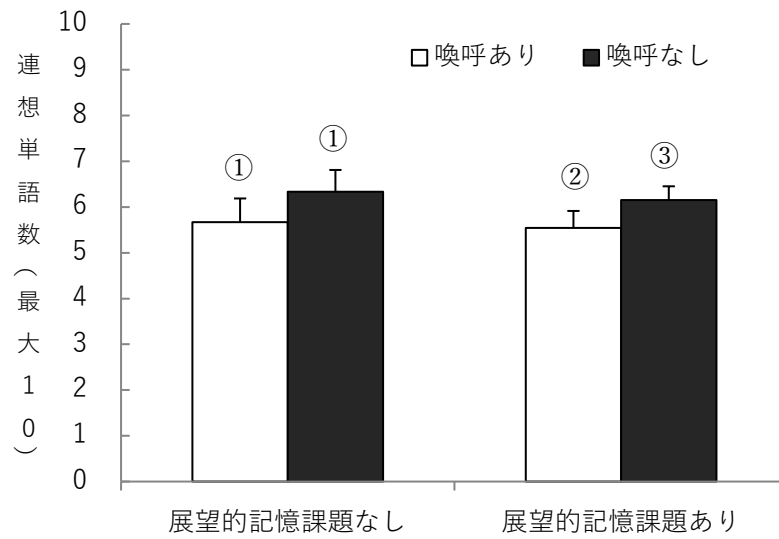


図 25 割り込課題における連想単語回答数 (エラーバーは標準誤差)

注) 図 25 中の①は“喚呼あり”条件あるいは“喚呼なし”条件に割り当てられた実験参加者の成績を意味する。①では展望的記憶の合図が出現していないため、“喚呼あり”条件に割り当てられた実験参加者でも“喚呼なし”条件の実験参加者と同じく喚呼は行っていない。

(3) 数字監視課題の成績について

ディスプレイ右上のカウンターで10が表示されている時にスペースキーを押すことができた正反応率について図 26 に示す。

2 (先取喚呼の有無：あり vs.なし) × 2 (展望的記憶課題の有無：あり vs. なし) の分散分析を行った。その結果、展望的記憶課題の有無要因の主効果が有意傾向であり、展望的記憶課題のあるほうが低い時よりも正反応率が低かった ($F(1, 34) = 3.648, p = .065, \text{partial } \eta^2 = .097$)。それ以外の主効果及び交互作用は見られなかった (先取喚呼の有無: $F(1, 34) = 1.933, p = .173, \text{partial } \eta^2 = .054$, 交互作用: $F(1, 34) = 0.005, p = .945, \text{partial } \eta^2 = .000$)。

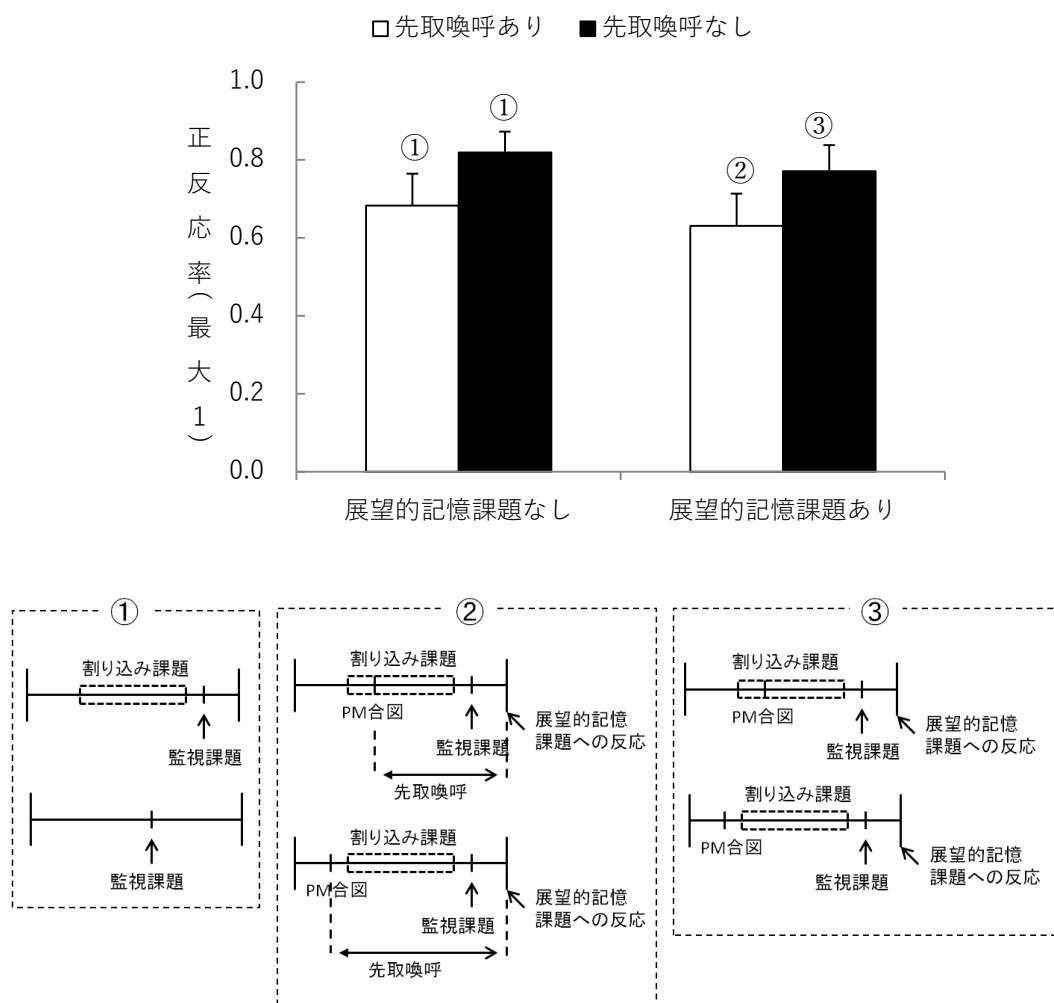


図 26 数字監視課題の正反応率 (エラーバーは標準誤差)

注) 図 26 中の①は“喚呼あり”条件あるいは“喚呼なし”条件に割り当てられた実験参加者の成績を意味する。①では展望的記憶の合図が出現していないため、“喚呼あり”条件に割り当てられた実験参加者でも“喚呼なし”条件の実験参加者と同じく喚呼は行っていない。

5.2.4 考察

実験5では、反復法による先取喚呼の展望的記憶エラーの防止効果と先取喚呼が他の課題（割込課題と数字監視課題）に与える影響について検討を行った。実験を行う前は、先取喚呼をすることによって展望的記憶課題の成績が向上する一方で、喚呼することに認知資源が取られるため他課題の成績は低下すると予測された。

実験の結果、先取喚呼を行った実験参加者の展望的記憶課題の正反応率は、行わなかった実験参加者の正反応率よりも高かった。この結果は、反復法による先取喚呼には展望的記憶エラー防止効果があることを示している。展望的記憶課題について喚呼をし続けることによって、実験参加者のワーキングメモリーには展望的記憶課題のことがそれを行うまで常にあったと考えられる。またそれに加え、先取喚呼の目的を実験参加者が知っていたことも展望的記憶エラー防止につながったと考えられる。“展望的記憶課題を忘れないようにするために先取喚呼を行う”ということを知ることで、実験参加者の意識が同時遂行課題中も展望的記憶課題に向きやすくなると考えられるためである。

本実験では喚呼をすることによって、展望的記憶課題の成績が向上したが、先行研究によっては喚呼をすることによって展望的記憶課題の成績が低下するという反対の結果が報告されている(Sato, 2016)。その先行研究の実験手続きと本実験の手続きは概ね同じであるが、次の2点が大きく異なっていた。1つ目は、喚呼の行い方である。Sato (2016)では割込課題の直後に1回だけ喚呼を実験参加者に行わせたが、本実験では展望的記憶課題を遂行するまで（スラッシュキーを押すまで）喚呼させ続けた。2つ目の違いは、喚呼の目的を実験参加者が知っていたかどうかである。先行研究の実験参加者は、喚呼の目的（展望的記憶課題を忘れないようにする）については教示されなかったが、本実験の実験参加者は喚呼を行う目的を教示されていた。先行研究において見られた喚呼による展望的記憶課題の妨害効果が、本実験では促進効果に転じた背景には喚呼の仕方と喚呼目的を実験参加者が知っているかどうかのどちらか、若しくはその両方が関与している可能性が考えられる。

本実験では、先取喚呼をすることで他の課題（割込課題と数字監視課題）の成績低下は生じなかった。このことは、反復法による先取喚呼が他の課題遂行を妨害しない可能性を示唆している。また、別の解釈として、実験参加者が他の課題を妨害しない程度に喚呼のペースや声量等を調整した結果、他の課題の成績が低下しなかった可能性も考えられる。本実験からはどちらの解釈が妥当かは不明であるが、いずれにせよ、他の課題を妨害することなく反復法による先取喚呼を実施することが可能であることをこの結果は示している。

5.3 実験4と実験5の総合考察

本研究では、反復法を利用した先取喚呼法とイメージングを利用した先取喚呼法の展望的記憶エラー防止効果について検討を行った。その結果、どちらの先取喚呼法も展望的記憶課題成績の促進が確認され、エラー防止機能があることが確認された。また、どちらの先取喚呼法も他課題への妨害効果は確認されなかった。

これらの結果は、展望的記憶エラーが主な原因である速度超過の防止に先取喚呼が有効である可能性を示している。また、先取喚呼をすることによる他課題への妨害効果が確認されなかった結果から、運転士が先取喚呼を行うことによる他作業への妨害の程度は小さいことが推察される。今後は、その促進効果のメカニズム研究に加え、より列車運転環境を模した実験課題を使用し、先取喚呼の効果検証や、列車運転環境に適した先取喚呼手法の検証を行っていく必要がある。

6 章 先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果³

本章では先取喚呼のつり込まれエラー防止効果に関する実験について報告する。つり込まれエラーとは、視聴覚的に提示される情報の内、本来は無視すべき情報に対して、誤って反応してしまうエラーのことを指す。例えば、徐行区間内の信号機の現示が進行であることを認めて思わず加速してしまう場合や、カーブに対する速度制限標識に記載されている数字を認めてその速度まで加速してしまう場合などが考えられる。本来は“無視する”ということ想起する必要があるにもかかわらず、その代わりに、いつも行っている行為（進行信号を認めたら加速することなど）が誤って想起されるという点から、このつり込まれエラーは展望的記憶のエラーの1形態であると考えられる。

このようなつり込まれエラーとよく似たエラーにコミッションエラーがある。コミッションエラーとは、既にする必要のなくなった行為をしてしまうことである。例えば、薬を先ほど服用してしまったにもかかわらず、もう一度服用してしまうことなどが考えられる。この原因には、薬を見て思わず服用してしまったというつり込まれエラーが原因の場合もあれば、自分が薬を飲んだかどうかをはっきり思い出すことが出来ずにもう一度飲んでしまうという過去に対する行為の記憶エラーが原因の場合もある。コミッションエラー研究はこれまでにいくつかあり、主につり込まれエラーに対する検討が進められてきている(Bugg, Scullin, & McDaniel, 2013; Scullin, Bugg, & McDaniel, 2012; Scullin, Bugg, McDaniel, & Einstein, 2011)。

例えば、Scullin et al. (2012)は、実験のフェーズを2つに分け、第1フェーズではある課題をしている最中に、実験者が事前に指定する単語が出現したら、特定の反応をするという展望的記憶課題を行った。そして、第2フェーズでは、実験者が第1フェーズで指定した

³ 本章に掲載されている実験は、第82回（2018年開催 場所：東北大学）及び第83回（2019年開催 場所：立命館大学）の日本心理学会にて発表された内容に加筆修正を行ったものである。

単語が出現しても、それに対して反応してはいけないことが指示された。第 2 フェーズにおいて、反応してはいけないにも関わらず、反応してしまうエラーをつり込まれエラー⁴として扱った。その結果、第 1 フェーズと第 2 フェーズで行う課題が同じであるときや、実験者が事前に指定する単語の出現時の顕現性が高い時（通常の単語が呈示されるときは背景色が黒色だが、特定の単語が呈示される間いは背景色が赤色）はつり込まれエラーが増大することが示された。

このようなつり込まれエラーが生じる理由としては、次の 2 つが考えられている。1 つは、行為内容の自動的な活性化である。展望的記憶を実施するタイミングを示す手がかりと展望的記憶の内容が長期記憶内で強く連合されていると、その手掛かりを見た時に行為内容が活性化しやすい。それがたとえ、行為をする必要がなくなったとしても、手がかりを見ることで行為内容が活性化されて、思わず行為をしてしまうとつり込まれエラーとなる。もう 1 つは、抑制エラーである。先のように行為内容が活性化したとしてもそれを抑制する能力があれば、つり込まれエラーは生じにくい。行為内容の自動的な活性化や抑制能力は加齢により低下すると考えられており (Hay & Jacoby, 1999; Jennings & Jacoby, 1997; Lustig, Hasher, & Zacks, 2007), つり込まれエラーも加齢によって増大することが確認されている。

喚呼とは異なるが会話を通して声を出すことによって、つり込まれエラー以外のエラーが低減するという報告は存在する (Atchley & Chan, 2011; Dunn & Williamson, 2012; Gershon, Ronen, Oron-Gilad, & Shinar, 2009)。例えば、Atchley & Chan (2011) は直線で信号もあまりないような単調な道を、運転シミュレーターで長時間運転すると、運転時間の経過に従って、危険物に対する反応の遅れやハンドリング操作が低下するのに対して、その運転中に、実験者の呈示する質問に対して口頭による回答を求めると、運転パフォーマンスが促進されるということを確認した。しかし、これは喚呼そのものの効果というよりも、回答

⁴ Scullin et al. (2003) の論文中はつり込まれエラーという言葉は使用せず、コミッションエラーという言葉が使用されている。

するための認知負荷の増大による効果が、実験参加者の単調感や退屈間を低減させ、パフォーマンスが向上したと考えられる。また、これとは別に、指差喚呼によるつり込まれエラー防止効果について検証した実験(芳賀他., 1996)も存在するが、その効果が喚呼によるものであるのか、指差しによるものであるのかは明らかではない。以上のように、会話や指差喚呼のように、声出しを要求される行動がエラーを防止するという知見は存在するが、喚呼そのものによるつり込まれエラー防止効果については、直接的に検討したものは見受けられない。

そこで本章の実験では、喚呼をすることにより、つり込まれエラーを防止できるかについて検討した。反復型の先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果は実験 6 と実験 7 で、イメージング型の先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果は実験 7 で検討した。反復型の先取喚呼を使用する条件では、反応してはならない内容について断続的に喚呼させた(喚呼の例：“〇〇の時には反応しない”等)。このようにするとことで、常に意識(ワーキングメモリ)上に“してはならないこと”を保持することが出来、何らかの理由で行為内容の自動的な活性化が生じても、すぐにそれを抑制できると考えた。また、反応しないということをして反復喚呼することで、展望的記憶の想起タイミングを示す手がかりと、反応しないという行為内容の連合が長期記憶で新たに形成され、手がかり見た時に、反応しないという行為内容が自動的に活性化されやすくなり、つり込まれエラーを抑制できると考えた。イメージング型の先取喚呼では、課題を行う前に、つり込まれずに反応しないでいる自分をイメージさせ、その内容を喚呼させた。こうすることで、反復型喚呼の時と同様に、展望的記憶の想起タイミングを示す手がかりと、反応しないという行為内容の連合が長期記憶で新たに形成され、手がかり見た時に、反応しないという行為内容が自動的に活性化されやすくなり、つり込まれエラーを抑制できると考えた。

また、本章の実験では、独自のつり込まれエラー誘発課題を行った。この課題では PC とジョイスティックボードを使用した。課題は、画面に 1 つずつ提示される数字と矢印に対して、ジョイスティックボードの対応するボタンを押したり、矢印の示す方向にジョイスティ

ックを倒したりするものであった。そして、特定の方向の矢印には反応してはならないことが事前に伝えられ、それにも関わらず、思わず反応してジョイスティックを倒してしまうエラーをつり込まれエラーとして扱った。Scullin et al. (2012)の研究では語彙判断課題や単語のイメージ評定課題など言語性の高い課題を使用している。一方、列車の運転状況では、信号機の現示や速度制限標識などの確認などでは、それほど言語性の高い認知処理は行われない。先取喚呼は主に列車の運転状況で使用することを想定しているため、語彙判断課題よりは言語的処理が低いと考えられる今回の矢印と数字の課題を使用することとした。

6.1 実験 6：反復型喚呼のつり込まれエラー防止効果

本実験では反復型喚呼のつり込まれエラー効果について検証した。実験参加者はつり込まれエラー誘発課題を 2 回行うことが求められた。1 回は喚呼をしながら課題を行い、残りの 1 回は喚呼をせずに課題を行った。喚呼をすることによってつり込まれエラーが防げるのであれば、喚呼をした時には、無視すべき矢印に対して思わず反応してしまう確率が喚呼をしない時よりも低くなると予測された。

6.1.1 方法

(1) 実験参加者

関東地方の大学に通う大学生 120 名（男性 59 名，女性 61 名）で，平均年齢は 21.6 歳，標準偏差は 1.8 歳であった。実験参加者は，本実験とは関連のない実験も参加し，3 時間で 5,000 円が支払われた。

(2) 装置

実験で使用されたソフトは，統合開発環境である Microsoft Visual Studio 2010 で作成され，作成言語は Visual Basic であった。また，実験参加者の反応はパソコンに接続されたジョイスティックボードによって収集された。

(3) つり込まれエラー誘発課題

実験参加者は画面に呈示される数字若しくは矢印に対して、対応するボタンまたはジョイスティックを使用してできるだけ早く反応することが求められた。数字が画面に呈示された時には、対応するボタンを押下し、矢印が呈示された場合は矢印の示す方向にジョイスティックを倒すことが求められた。ただし、実験者から特定の方向の矢印を無視するように指示を受けた場合で、その方向の矢印が呈示された時は、ジョイスティックを倒さないことが求められた。

画面には図 27 のような 3×3 のマトリックスが表示されており、9つあるセルの内のいずれか 1 つのセルに数字または矢印が呈示された。どのセルに呈示されるかについては、ランダムに決められた。その為、実験参加者は画面全体に注意を分散させる必要があった。このようにした理由は、画面全体に実験参加者の注意を分散させることで、できるだけつり込まれエラーを発生させやすい状況にするためであった。2つ以上連続して同じセルに数字または矢印が呈示されることはなかった。

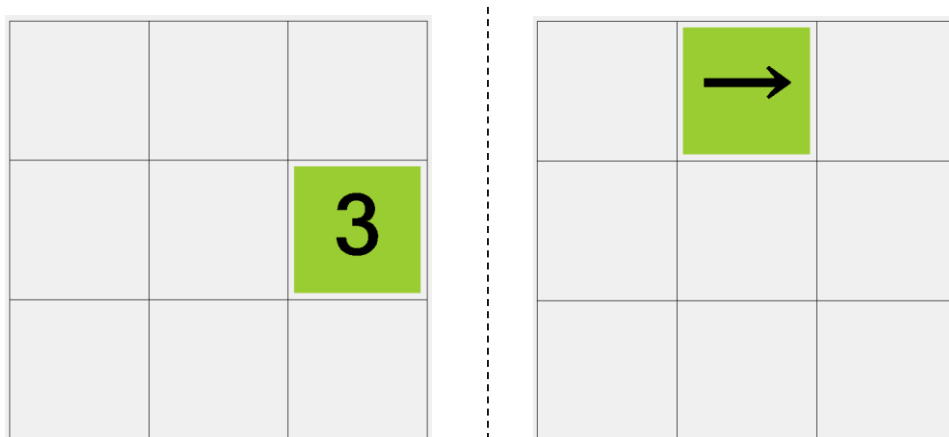


図 27 矢印・数字試行の課題画面

(左図は数字、右図は矢印が呈示された例。数字は“2”、“3”、“4”のいずれかが呈示され、矢印は上下左右の4方向のいずれかが呈示される。)

矢印の種類は上下左右（↑，↓，←，→）の4種類であった。数字の種類は“2”，“3”，“4”の3種類であった。数字、矢印においても呈示時間は、実験参加者の反応に関わらず2秒間であった。数字また矢印が呈示されているセルの背景色は緑もしくはピンクであった。数字または矢印が呈示されていないセルの背景色は灰色であった。数字の種類に“1”を加えなかったのは、その形状が上矢印（↑）と似ており、実験参加者が混同することを防ぐためであった。

本実験は練習フェーズ、非喚呼フェーズ、喚呼フェーズの3フェーズから構成されていた。順番は練習フェーズが必ず最初に行われたが、その後のフェーズをどちらから先に行うか（喚呼フェーズまたは非喚呼フェーズ）については実験参加者間でカウンターバランスがとられた。各フェーズ共に試行数は160であった。そのうち矢印が呈示される試行（矢印試行）は40であり、各方向の矢印が10ずつ呈示された。残りの120試行では数字が呈示された（数字試行）。各数字40ずつが呈示された。矢印試行が2回以上連続で呈示されることはなかった。

練習フェーズでは全ての方向の矢印に対して反応することが求められた。非喚呼フェーズと喚呼フェーズでは、特定の一方向の矢印に対しては反応しないように、各フェーズの開始前に教示された。無視する矢印については、非喚呼フェーズと喚呼フェーズとでは異なっていた。また、非喚呼フェーズと喚呼フェーズにて、無視すべき矢印に対して反応してしまうことをつり込まれエラーとした。

練習フェーズと非喚呼フェーズでは、数字または矢印の表示されたセルの背景色は必ず緑であった。喚呼フェーズでは、20試行ごとに背景色はピンクになった（図28）。それ以外の試行ではセルの背景色は緑であった。背景色がピンクの時には、実験参加者は無視する矢印の方向を言ってから反応することが求められた。例えば、上方向の矢印を無視しなければならない時には、セルの背景色がピンクの時に“上は無視”と喚呼することが求められた。セルの背景色がピンクの時に表示される刺激は必ず数字であり、矢印が呈示されることは

なかった。実験参加者は喚呼をした後で、数字に対応するボタンを押すことが求められた。20 試行ごとに背景色がピンクになることについては、実験参加者には知らされなかった。



図 28 セルの背景色がピンクの画面

(4) 手続き

実験は実験室で行われた。実験参加者はパソコンの画面から約 60 センチ離れて座った。最初に実験課題のやり方が画面に表示され、実験者がそれを読むことでその説明がなされた。その後、練習フェーズが行われた。練習フェーズ終了後、次のフェーズ開始まで3分間の休憩をとることが求められた。

休憩後、実験参加者は喚呼フェーズまたは非喚呼フェーズを行うことが求められた。各フェーズの初めには無視すべき矢印の方向が教示された。また、喚呼フェーズの時には、セルの背景色がピンク色の時には喚呼するように指示され、喚呼の仕方について教示された。ただし、喚呼の目的については教示されなかった。フェーズ終了後、再度3分間の休憩が実験参加者に与えられた。

2 回目の休憩後、喚呼フェーズと非喚呼フェーズの内、まだ行っていない方のフェーズを行うことが求められた。実験時間は実験参加者一人につき約 40 分であった。

6.1.2 結果

(1) つり込まれエラーについて

ここでのつり込まれエラーとは、無視すべき矢印に対して反応してしまったエラーを指す。喚呼の有無別のつり込まれエラーの結果を図 29 に示す。

喚呼の有無で t 検定を行った結果、有意差が見られ、喚呼有り条件の方がなし条件よりもつり込まれエラー数が多かった ($t(118) = 2.2, p = .029, r = .20$)。

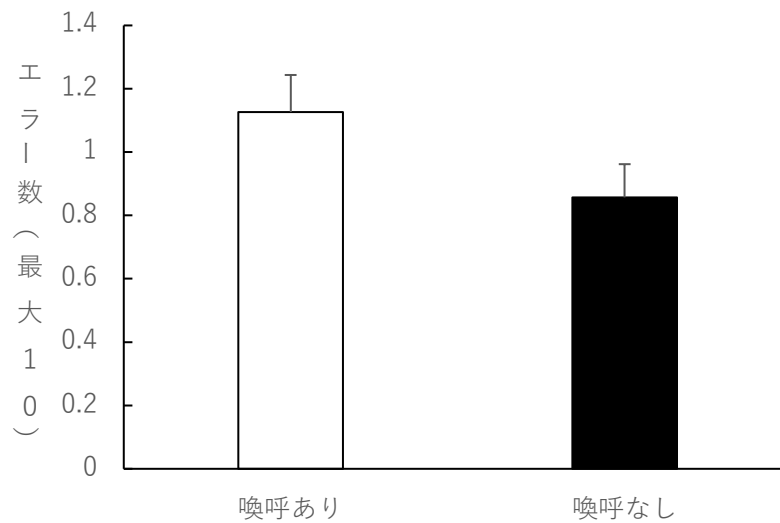


図 29 平均つり込まれエラー数 (エラーバーは標準誤差)

(2) 数字・矢印試行のエラー数について

提示された数字と矢印に対する反応のエラー率を図 30 に示す。なお、喚呼フェーズの喚呼をしなければならなかった試行は分析から除外した。つり込まれエラーの分析の時と同様に喚呼の有無で t 検定を行った結果、有意差は見られなかった ($t(118) = 1.2, p = .233, r = .11$)。

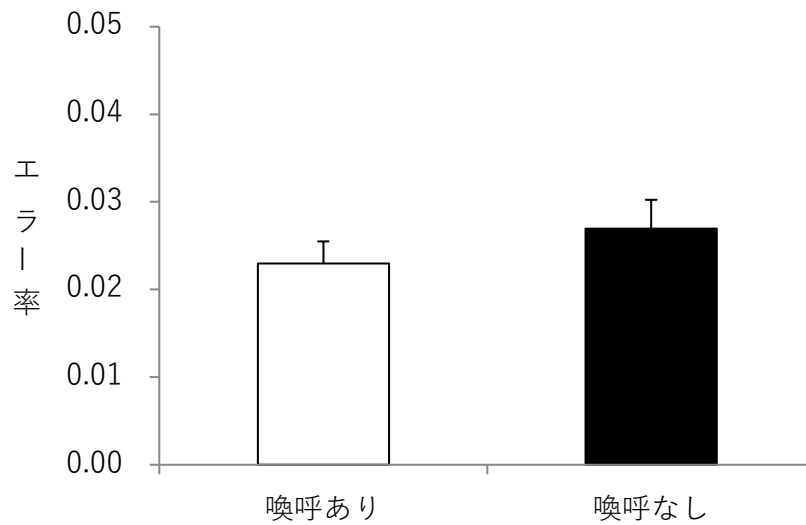


図 30 数字・矢印試行の平均エラー率（エラーバーは標準誤差）

(3) 数字・矢印試行の反応時間について

数字・矢印試行における反応時間を図 31 に示す。反応が不正解であった試行と喚呼フェーズで喚呼をしなけりばならなかつた試行の反応時間に関しては分析から除外した。喚呼の有無で t 検定を行った結果、有意差が見られ、喚呼をした時の方が反応時間が長かつた ($t(118) = 4.2, p = .000, r = .36$)。

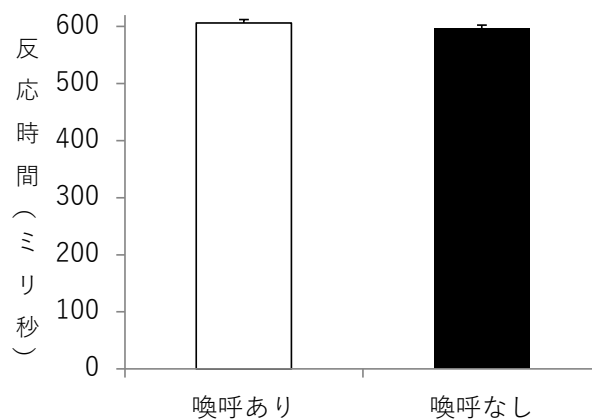


図 31 数字・矢印試行の平均反応時間（エラーバーは標準誤差）

6.1.3 考察

本実験において、つり込まれエラー数は喚呼をした時の方が喚呼をしない時よりも、有意に多かった。また、数字・矢印試行における反応時間においても喚呼の効果が見られ、喚呼をした時の反応時間の方が遅かった。

喚呼条件のほうがつり込まれエラーが多くなるという結果は、当初の予測とは逆のものであった。この結果は、喚呼をするタイミングをモニタリング（監視）することによって生じた可能性が考えられる。喚呼フェーズでは、喚呼をするために全試行においてセルの背景色をモニタリングする必要があった。そのため、実験参加者は数字・矢印への反応とモニタリングの両方に注意を分散させなければならず、その結果、つり込まれエラーが増大したと考えられる。

喚呼条件において、実験参加者がモニタリングをしていたことは、数字・矢印試行における反応時間の増大からも推測される。喚呼条件では、実験参加者は数字や矢印に反応する前にセルの背景色を見て、それが喚呼すべきかどうかを判断してから、数字と矢印に反応する必要があった。一方、非喚呼条件ではそのプロセスは必要なく、最初から数字と矢印に反応することが可能であった。この背景色に対するモニタリングの必要性によって、喚呼条件の方が非喚呼条件よりも数字・矢印課題の反応時間の増大が生じたと考えられる。

6.2 実験7：反復型喚呼とイメージング型喚呼のつり込まれエラー防止効果

実験6では反復型喚呼によるつり込まれエラー防止効果を確認できなかった。その原因として、喚呼タイミングを実験参加者がモニタリングする必要があるためであると考えられた。そこで実験7では、喚呼のタイミングを実験参加者が任意のタイミングで決められるようにし、セルの背景色に対してモニタリングを行う必要がない状況で、つり込まれエラー誘発課題を行わせた。

また実験7では、イメージング型喚呼によるつり込まれエラー防止効果についても検証した。イメージング型喚呼条件では、実験者から指示される特定方向の矢印に対して、ジョ

ジョイスティックを倒していない自分を事前にイメージし、その内容を喚呼してから、つり込まれエラー誘発課題を行うことが求められた。

さらに本研究では先取喚呼によるつり込まれエラー防止効果に加えて、先取喚呼の他課題への妨害効果についても検討した。先取喚呼を実際の運転士に導入する際には、先取喚呼をすることで他の作業に与える妨害効果の有無が問題となる。そこで、喚呼のタイミングとその頻度を実験参加者に任せて、喚呼させる条件と、喚呼させない条件とで、つり込まれ課題以外の課題の成績を比較した。

先取喚呼をすることで他の課題に与える妨害効果について検討するために、つり込まれエラー誘発課題に数字監視課題を追加した。これは、画面右上の数字が3秒毎に1~10まで1ずつカウントアップしていき、その数字が10になった時にジョイスティックボードの対応するボタンを押す課題である。数字は1から始まり、10までカウントアップした後は1に戻った。この流れが、つり込まれエラー誘発課題が終了するまで繰り返された。列車の操縦中は力行ノッチ等のマスコンハンドル操作だけでなく、速度計や圧力計、ブレーキシリンド圧力計などを監視しておく必要がある。この数字監視課題は、これら計器の数字を監視することを想定した課題であった。

本研究では、つり込まれエラー誘発課題と数字監視課題を使用して2種類の先取喚呼の効果を検討した。先取喚呼につり込まれエラー防止効果があるならば、先取喚呼をしない統制条件よりもつり込まれエラー数が低くなると考えた。また、先取喚呼が他の課題に妨害効果を与えないのであれば、数字監視課題の成績は先取喚呼条件と統制条件とで成績に差はないと考えた。

6.2.1 方法

(1) 実験計画

1要因3水準（イメージング型喚呼条件、反復型喚呼条件、統制条件）の実験参加者間計画であった。

(2) 実験参加者

関東大学に通う大学生で 122 名（男性 58 名，女性 64 名）であった。平均年齢は 21.34 歳であり，標準偏差は 1.74 であった。イメージング型喚呼条件には 42 名が，反復型喚呼条件には 38 名が，統制条件には 42 名が無作為に割り当てられた。実験参加者は，本実験とは関連のない実験も参加し，3 時間で 5,000 円が支払われた。

(3) 装置

実験で使用されたソフトは，統合開発環境である Microsoft Visual Studio 2010 で作成され，作成言語は Visual Basic であった。また，実験参加者の反応はパソコンに接続されたジョイスティックボードを介して，パソコンに記録された。

(4) 実験の流れ

本実験は“つり込まれエラー誘発課題の練習と数字監視課題の練習”，“語彙判断課題”，“つり込まれエラー課題の本番と数字監視課題の本番”の順番で行われた（図 32）。練習と本番に拘わらず，つり込まれエラー誘発課題と数字監視課題は同時に行われた。また，実験者は，実験参加者の前では，つり込まれエラー誘発課題と数字監視課題のことを合わせてジョイスティック課題と呼び，語彙判断課題は単語課題と呼んだ。これは，実験参加者につり込まれエラーを調べる実験であることを知られないようにするための配慮であった。

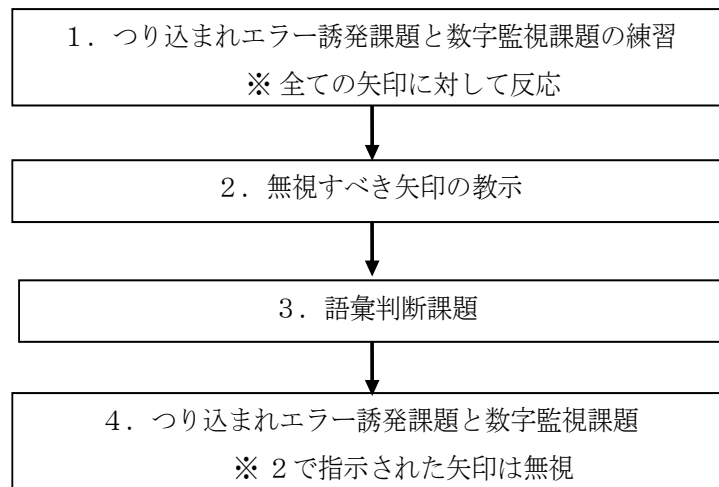


図 32 実験の流れ

つり込まれエラー誘発課題の練習では、全ての方向の矢印に反応することが求められた。練習直後に、もう一度つり込まれエラー誘発課題を語彙判断課題の後に行うこと、その時には4方向ある矢印の内、いずれか1方向の矢印には無視して反応しないようにすることが教示された。また、無視すべき矢印の方向についても教示された。

無視すべき矢印の方向についての教示の後に、イメージング型喚呼条件の実験参加者は、“○は無視する”と3回口頭でいい、自身がその矢印を無視するところを頭の中で30秒間イメージングすることを求められた。それに対して、反復型喚呼条件の実験参加者は2回目のつり込まれエラー誘発課題の最中に、実験参加者の好きなタイミングで“○は無視”と喚呼するように教示された。喚呼のタイミングと頻度は実験参加者に一任された。統制条件の実験参加者には、無視すべき矢印の方向についての教示の後には、何も教示されなかった。

その後、語彙判断課題のやり方について教示がなされ、語彙判断課題が行われた。語彙判断課題とは、画面中央に呈示される文字列が日本語として意味を成す単語か(例:パソコン)、意味をなさない非単語(例:ズケスダー)かをできるだけ早く判断する課題であった。語彙判断課題は、無視すべき矢印のことを一時的に実験参加者の意識上から消すために行われた。

語彙判断課題の後は、つり込まれエラー誘発課題と数字監視課題の本番が行われた。課題開始前に、無視すべき矢印については教示されなかった。

(5) 課題

以下につり込まれエラー誘発課題、数字監視課題、語彙判断課題について述べる。なお、つり込まれエラー誘発課題と数字監視課題は同時に行われた。

つり込まれエラー誘発課題

つり込まれエラー誘発課題は、実験6の非喚呼条件と同じものであった。

数字監視課題

数字監視課題は、つり込まれエラー誘発課題の3×3のマトリックスの右上に呈示される数字が、1から10までカウントアップし、数字が10になった時に、ジョイスティックボードの“1”のボタンを押す課題であった。カウントアップは3秒ごとに1ずつ行われた。数字の10が表示されて3秒経過すると、数字は1に戻り、再びカウントアップした。

語彙判断課題

語彙判断課題は画面中央に呈示される文字列が日本語として意味を成す単語であるか、意味をなさない非単語であるかをできるだけ早く回答する課題であった。呈示された文字列が単語であればキーボードの“J”キーを、非単語であれば“F”キーをできるだけ早く正確に押下することが求められた。試行数は100試行であり、単語と非単語がそれぞれ50試行呈示された。呈示される順番はランダムであった。実験参加者が“J”または“F”キーを押して回答することで、次の試行の文字列が呈示された。

単語の選定には、NTTデータベースより(天野・近藤, 2003), 文字単語親密度が5.0～6.5で、モーラ数が3～5であるものから無作為に50単語選定した。ただし、性的表現や“殺

人”等の実験参加者の気分を害するような単語は含まれないようにした。非単語は3文字を32個、4文字のものを18個作成し、50単語作成した。単語と非単語を合わせて100単語であった。

(6) 手続き

実験は実験室で個別に行われた。実験参加者はパソコンの前に座り、実験者から各課題についての説明を受けた。説明で使用するスライドと課題の順序は、全て実験用ソフトで制御された。実験者が初めに実験参加者ID、年齢、性別と実験のバージョンを実験用ソフトに入力することで、実験用ソフトが条件に応じて適切なスライドを表示させた。実験者はそのスライドを読むことで実験を実施した。実験時間は実験参加者一人当たり約50分であった。

6.2.2 結果

(1) つり込まれエラー数の比較

無視すべき矢印に対して、誤って反応した平均回数(つり込まれエラー数)を条件別に比較した(図33)。一要因分散分析を行ったところ有意であった($F(2, 119) = 3.106, p = .048, \text{partial } \eta^2 = .050$)。続いて、LSD法による多重比較を行った結果、喚呼なし条件がその他の2条件よりもつり込まれエラー数が高かった。この結果から、2種類の先取喚呼がつり込まれエラーを防止する効果が確認された。

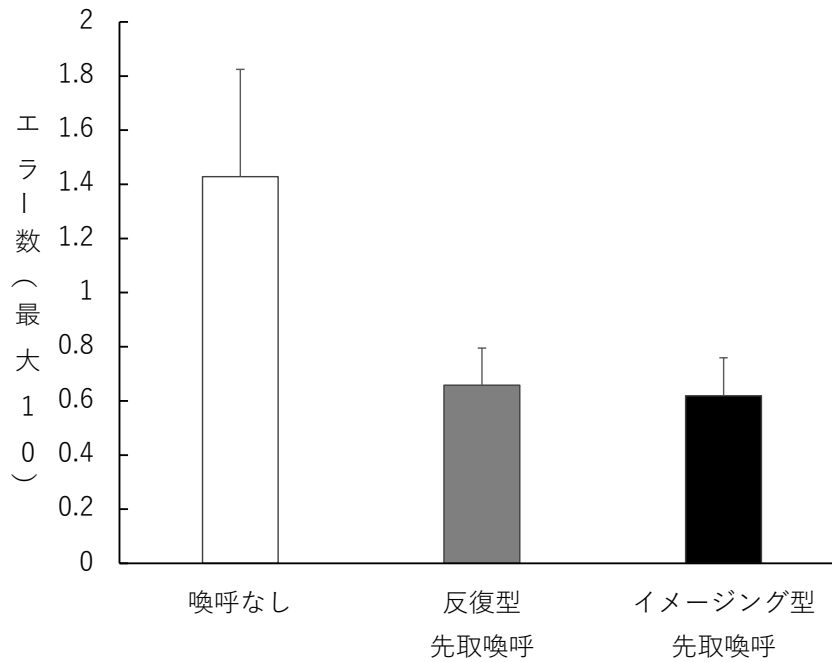


図 33 つり込まれエラー数 (エラーバーは標準誤差)

(2) 無視すべき矢印以外の反応に関する分析

無視すべき矢印以外の反応 (反応すべき矢印と、数字) の正答数と反応時間を条件別に図 34 と図 35 に示す。条件間で一要因分散分析を行った結果、有意差は認められなかった (正答数 : $F(2, 119) = 1.480, p = .232, \text{partial } \eta^2 = .024$, 反応時間 : $F(2, 119) = 1.633, p = .200, \text{partial } \eta^2 = .027$)。このことから、いずれの先取喚呼を行っても、反応すべき矢印や数字に対する反応が妨害されることはなかったことが示された。

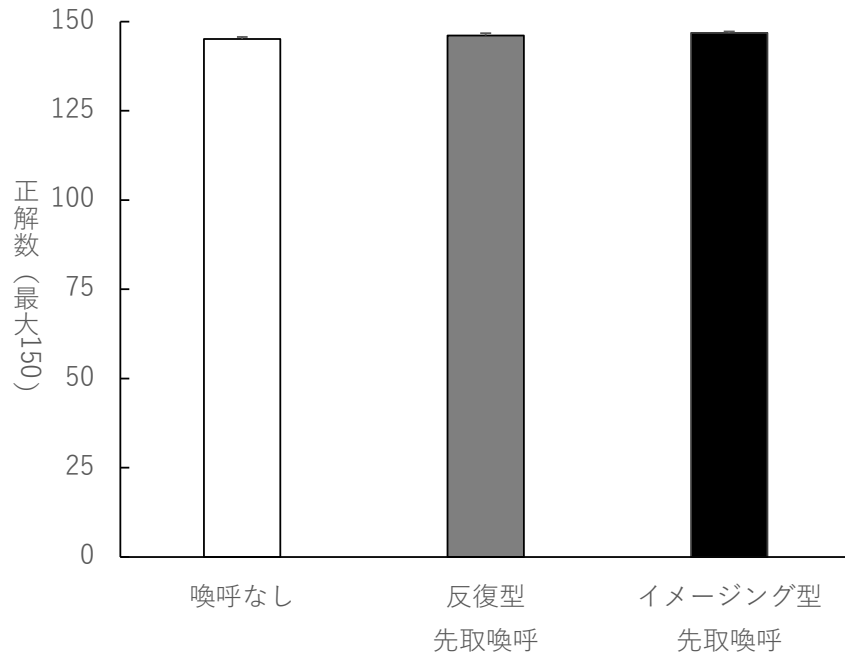


図 34 反応すべき矢印と数字への正解数 (エラーバーは標準誤差)

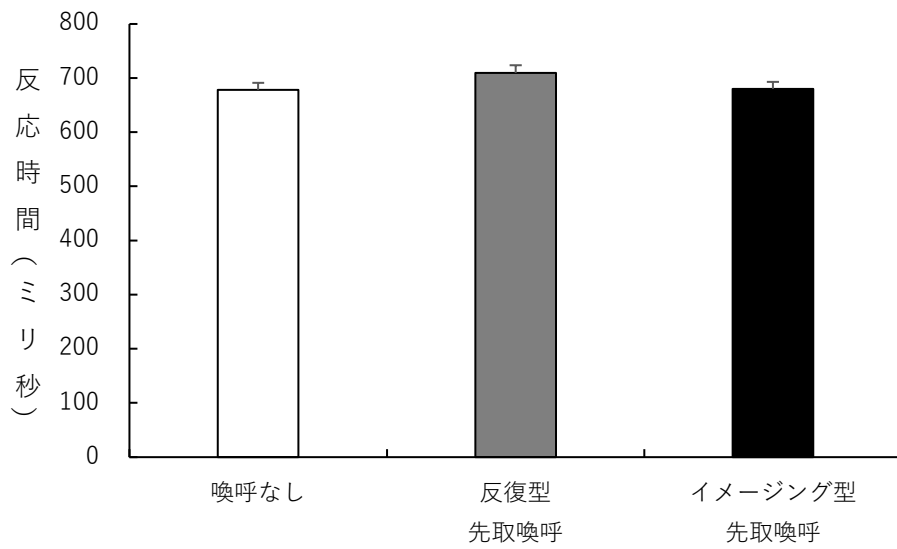


図 35 反応すべき矢印と数字への反応時間 (エラーバーは標準誤差)

(3) 数字監視課題の分析

数字監視課題でカウンターが 10 の時に正しく反応できた平均回数 (正解数), カウンタ

ーが10でないのに誤って反応した平均回数（余分に押した回数）について、条件別に図36と図37に示す。条件間で一要因分散分析を行った結果、有意差は認められなかった（正解数： $F(2, 119) = 1.249, p = .290, \text{partial } \eta^2 = .021$ ，余分な反応数： $F(2, 119) = 0.828, p = .439, \text{partial } \eta^2 = .014$ ）。このことから、2種類の先取喚呼による数字監視課題への妨害効果は認められなかった。

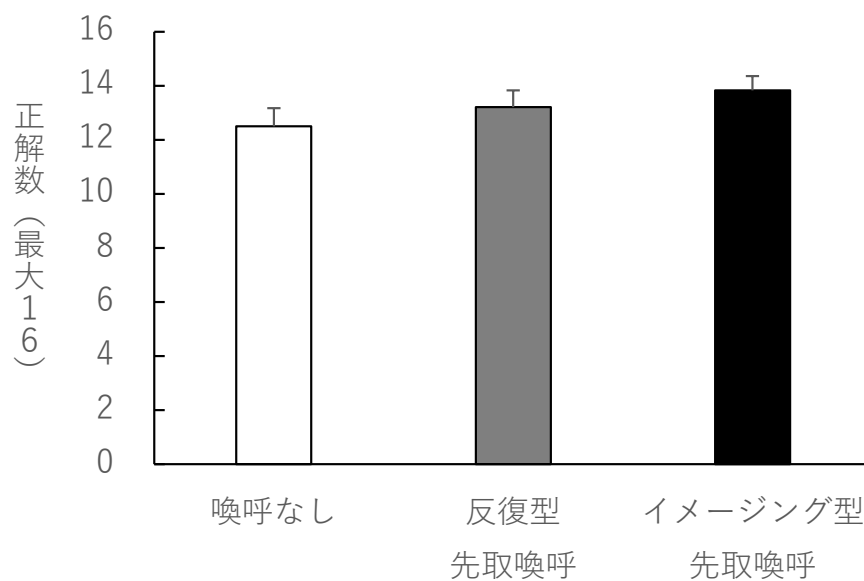


図 36 数字監視課題の正解数（エラーバーは標準誤差）

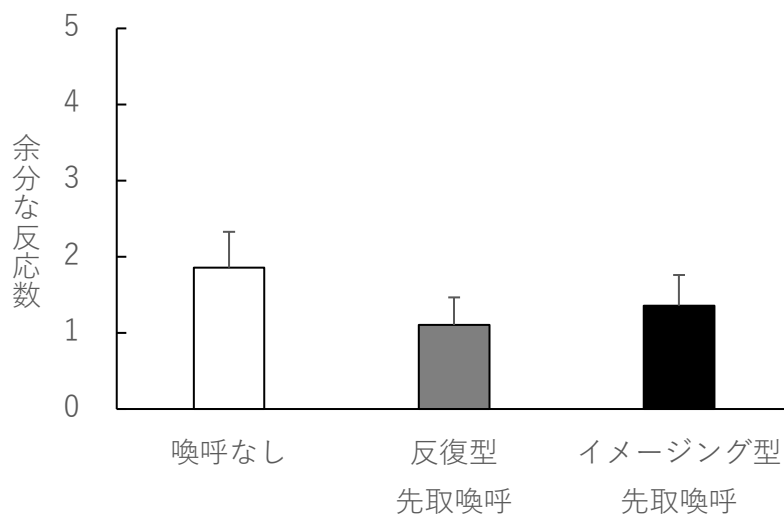


図 37 数字監視課題の余分反応数（エラーバーは標準誤差）

6.2.3 考察

本研究の目的は、2種類の先取喚呼（イメージング型喚呼、反復型喚呼）がとり込まれエラー防止効果を持つかどうか、先取喚呼を行うことで他の課題を妨害することがあるかどうかを検証することであった。

本研究ではとり込まれエラー誘発課題を作成し、2種類の先取喚呼条件と喚呼しない統制条件とを比較した。その結果、2種類の先取喚呼条件のどちらもが統制条件よりもとり込まれエラー数が少なく、とり込まれエラー防止効果が確認された。

また、とり込まれエラー誘発課題と同時に行った数字監視課題の成績は3条件間で差は見られなかった。さらに、反応すべき矢印と数字に対する反応に関しても3条件間で差は見られなかった。これらの結果から、いずれの先取喚呼を行っても、他課題への妨害効果は確認されなかった。

6.3 実験6と実験7の総合考察

実験6と実験7では、言語的な処理の要求が低い課題を考案・使用して、先取喚呼がとり込まれエラーを防止する効果を検討した。そして、反復型喚呼及びイメージング型喚呼の両者において、先取喚呼を使用しない場合よりもとり込まれエラーが少なくなり、その防止効果が確認された（実験7）。また一方で、反復型喚呼のとり込まれエラー防止効果が確認できたのは、喚呼のタイミングを実験参加者が任意に決められた場合であり、喚呼のタイミングを実験者が決めた場合、つまり、いつ喚呼を行う必要があるかを実験参加者がモニタリングをする必要がある場合は、喚呼のとり込まれエラー防止効果は認められなかった。この理由の1つとしては、モニタリングを行う為に認知資源が割かれ、その分、抑制能力が低下したことにより、とり込まれエラーが生じやすくなったと推測される。

また実験7では、先取喚呼が他の課題に与える影響についても検討した。具体的にはとり込まれエラー誘発課題と同時に数時間監視課題を行わせた。その結果、数字監視課題の成績

は先取喚呼の有無によって差は生じなかった。このことから、先取喚呼を行うことが他の課題を必ずしも妨害するわけではないことが示された。安全対策を追加する場合、その追加によって他の作業が妨害されることがないかどうかは、安全を確保する上で重要な問題であるが、今回はその確認ができたことを意味している。

イメージング型喚呼条件では、つり込まれエラー誘発課題を行っている最中は、統制条件と同じことをすることが求められたため、数字監視課題の成績に差が出現しなかったのは自然と考えられる。一方で、反復型喚呼条件では、統制条件で行っていることのほかに喚呼をする必要があり、その分は負荷が高かったといえる。しかし、数字監視課題において差が出現しなかったのは、喚呼のタイミングを実験参加者が任意に決めることが出来たため、数字監視課題に影響が小さいタイミング（例えば、“1”や“2”が表示されているような、しばらく数字監視課題に対して反応しなくてもよいタイミング）で喚呼することが出来たためと推測できる。しかし、本実験では実験参加者の喚呼数や喚呼タイミングについては記録を取っていないため、これについては、今後の検討が必要である

7 章 実験 8：先取喚呼の速度超過防止効果⁵

7.1 背景と目的

これまでの章においては、大学生を対象に、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果を実験的検討し、その存在を確認してきた。しかしながら、大学生を対象とした実験では年齢が 20 歳前後であるが、運転士はそれよりも年齢が高く、その範囲も広い。また、実験で使用された課題と列車の運転ではその作業内容が大きく異なる。例えば、実験では先取喚呼を行うための十分な時間が確保されていたが、列車の実際の運転状況において先取喚呼を実施しながら運転することが出来るかの検討までは先の実験ではできていない。そのため、実際の運転に近い状況で運転士が先取喚呼を行った場合、展望的記憶エラーによる速度超過を防ぐことが出来るかを本章では確認する。

実際の運転状況を再現するには、運転シミュレーターを使用する必要がある。列車に限らず、運転シミュレーターを使用した実験は行われてきている。その多くは、運転状況の単調さとその時の運転パフォーマンスに関するものである。ここでの運転状況の単調さとは、不変の環境、または反復的でその変化が予測可能な状況を指しており (McBain, 1970)、単調さが増加すると運転パフォーマンスが低下し事故や運転エラーが増大することが報告されている (Straussberger, Schaefer, & Kallus, 2004)。単調さが注目される背景には、今後運転の自動化がさらに進むと運転環境もより単調なものになることが予測されるためである (Straussberger, 2006)。特に列車の運転では、現在においても、あまり負荷のかからない単調な運転を長時間行うことが求められている (Grant, 1971; Sussman & Coplen, 2000)。Dunn & Williamson (2012) は、列車運転シミュレーター上で、単調な行路を運転士たちに運転させた。その際、速度制限標識が通常の場合 (低負荷条件) と、速度制限標識が足し算または

⁵ 本章に掲載されている実験は、2019 年に行われた The World Congress on Railway Research にて発表された内容に加筆修正を行ったものである。

引き算で表された場合（高負荷条件）とで運転パフォーマンスを比較した。その結果、高負荷条件のほうが、速度制限標識で表した速度に近い速度で運転がなされる傾向があった。このように、運転状況の単調さや運転士の感じる退屈感、疲労感に関する研究はいくつかあるが、本研究のように列車の速度超過のようなエラー事象を展望的記憶のエラーとして捉え、その防止策について、列車運転シミュレーターを使用して検討した研究は見受けられない。

そこで本実験では現役運転士を実験参加者とし、先取喚呼をする条件(群)としない条件(群)とで速度超過を生じさせた人数を比較した。運転状況化においても、先取喚呼に展望的記憶エラー防止効果があるのであれば、先取喚呼をする条件の方がしない条件よりも速度超過を生じさせる人数は少なくなることが予測された。また、先取喚呼を行うことで制限速度にばかり意識が向く分、他の作業を失念しやすくなるかについても検討を行った。

本実験では、速度超過を誘発しやすいシミュレーターシナリオを作成し、先取喚呼の速度超過防止効果を検証した。このシナリオでは制限速度 25 km/h の徐行区間（2 駅間）において、停止位置不良、信号違反、踏切故障などの様々な異常事態を生じさせた。そして、実験参加者がそれらの異常事態に対処しつつ、徐行区間の存在を忘れずに 25 km/h 以下で走行できるかを検証した。運転士が制限区間内で異常事態に対処する時には、異常事態に対処する方に意識が向き、“運転再開時に徐行で起動開始しよう”という明確な意図が形成されなことが考えられる。意図形成されなければ、運転再開時に徐行の存在を想起するのは難しくなり、速度超過をしやすくなると考えられる。このように、徐行区間の存在を想起できずに速度超過に至るという存在想起エラーの他に、速度超過の原因には、速度制限区間や制限速度などについて、誤った内容を想起することで、速度超過に至るという内容想起エラーによる速度超過が考えられた。

実験 8 では、2 種類の先取喚呼（イメージング型と反復型）によって速度超過を防止できるかを検証した。イメージング型喚呼と反復型喚呼を行う際には、制限速度区間の存在を想起する必要がある。想起を繰り返すことで、長期記憶内では、速度制限区間に関する情報の活性化水準が高まり、想起しやすい（アクセシビリティの高い）状態でその意図が保持され

ると考えられる。また、異常事態に対処する前に、運転再開時に徐行の速度で起動開始することをイメージングして喚呼することで、運転再開時に速度制限区間の存在を想起しやすくなり、速度超過をしにくくなると予測される。

7.2 方法

7.2.1 実験参加者

運転士 30 名（男性 24 名，女性 6 名）が実験参加者として参加した。平均年齢は 34.4 歳であった。標準偏差は 8.3 であった。彼らは、シミュレーターで再現されている線区を普段から運転していた。彼らは、業務として本実験に参加した。

7.2.2 実験計画

先取喚呼あり条件と先取喚呼なし条件の 1 要因 2 水準の実験参加者間計画であった。実験参加者 30 名を無作為に 15 名ずつ 2 条件に割り振った。

先取喚呼あり条件では、列車走行中には反復型喚呼を、駅停車中と異常時に対処する前にはイメージング型喚呼を行うことが求められた。先取喚呼なし条件では先取喚呼については何も教示されず、いつものように運転をすることが求められた。

7.2.3 シミュレーター

列車運転シミュレーターを使用して実験を行った。このシミュレーターは実際の車両を模擬したものであった。運転台だけでなくドアスイッチなどもあるため、運転士と車掌の連携も再現することができるものであった（図 38）。

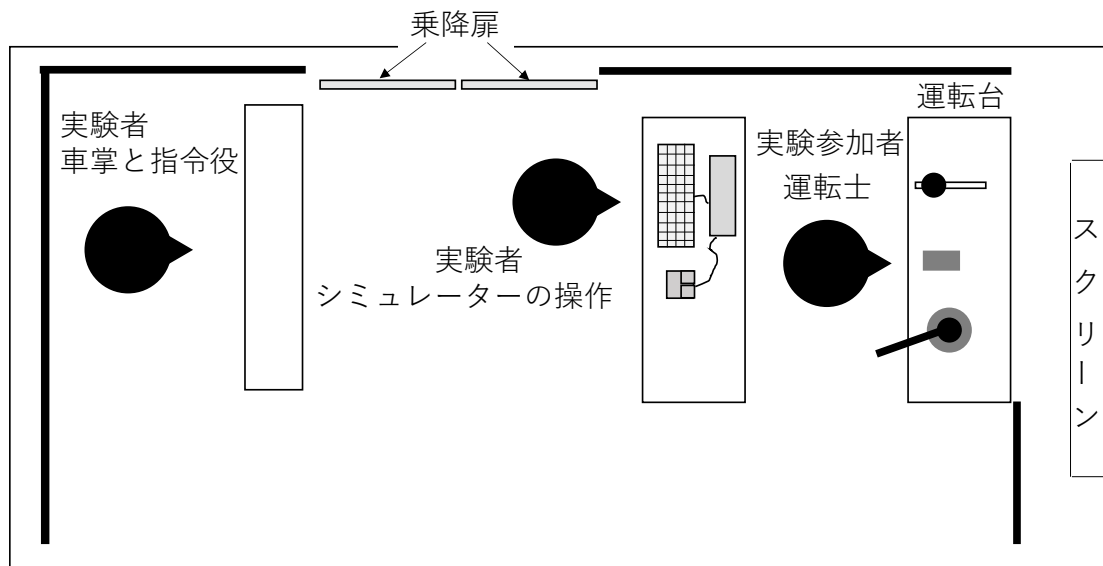


図 38 シミュレーターの概要図

このシミュレーターは、実際の線路をシミュレートしている（8 駅間）。列車を運転するには、曲線箇所、その制限速度、駅停車のためのブレーキポイントなどを予め知っている必要がある。それらを知らなければ、たとえ列車の運転免許（動力車操縦者運転免許）を持っている者であったとしても、列車の運転すること難しい。そこで本実験では、シミュレーターで再現されている区間を普段から乗務している運転士を実験参加者とした。彼らは普段から当該線区を運転しているため、シミュレーターでも普段と同じように運転することが可能であった。

7.2.4 シナリオ

先取喚呼の速度超過防止効果を検討するためのシナリオを図 39 に示す。本実験で使用した駅間は、A 駅～G 駅の 6 駅間であった。その内、D 駅～F 駅の 2 駅間が速度制限 25 km/h の徐行区間であった。この区間において、停止位置不良、信号冒進、踏切安全確認に対処することが実験参加者に求められた。シナリオの内容については、事前に実験参加者には知らされなかった。

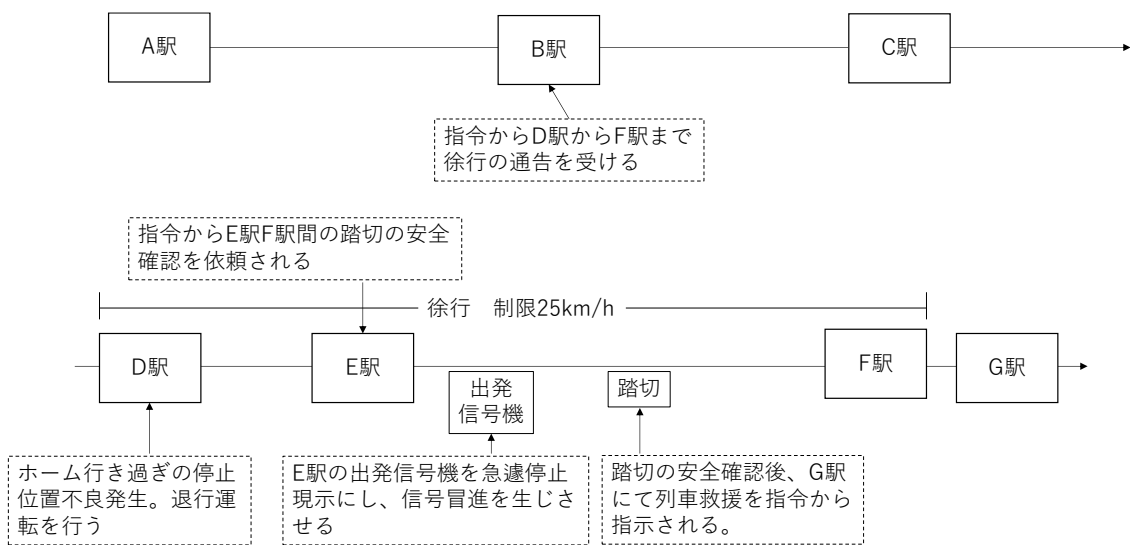


図 39 実験で使用されたシナリオ

シナリオは次のような流れであった。まず実験参加者は、A 駅から次の B 駅まで運転した。B 駅に到着すると、指令から降雨による徐行（D 駅から F 駅まで 25 km/h）の通告を受けた。通告受領と乗降扱い後、実験参加者は B 駅から C 駅まで運転した。C 駅に到着し、乗降扱いの後に、C 駅を出発、D 駅に向けて運転を行った。実験参加者が D 駅（ホーム）に進入した時に、実験者がシミュレーターを操作し、列車のブレーキ力を弱め、強制的にホーム行き過ぎの停止位置不良を生じさせた。実験参加者は、停止位置不良をしたことを指令に連絡して、退行運転の許可を得てから、車掌の合図により退行運転を行った。退行後、D 駅から徐行運転を開始し、E 駅に到着した。E 駅停車中に、実験参加者は指令から、E 駅から F 駅間にある踏切の遮断桿が折れている可能性がある為、踏切の手前で一旦停止し、安全確認を行うように指示された。通告受領後、実験参加者は E 駅を出発した。実験者は E 駅の出発信号機を実験参加者に冒進させるために、列車が出発信号機付近に差し掛かった時に、出発信号機に停止信号を現示させた。そうすることで、Automatic Train Stop (ATS) による非常ブレーキが動作するとともに、列車は出発信号機を冒進して停車した。ATS とは、列車が停止信号機に接近した際、地上からの制御信号により運転室内に警報ベルを鳴らして運転士

に注意を喚起したり、自動的にブレーキを動作させて列車を停止信号機の手前に停止させる為の装置のことである(公益財団法人鉄道総合技術研究所, 2016)。ATS の非常ブレーキによる停止後、実験参加者は指令に信号冒進した旨を連絡して、ATS を復位した⁶。その後、指令の指示により、車掌の合図によってE 駅ホームまで退行した。E 駅ホームで乗降扱いを行ったあと、再びE 駅を出発し、当該踏切まで走行した。踏切手前で一旦停止し、目視で踏切の安全確認を行った。実験参加者は、踏切の遮断桿折損がないことを確認した後、そのことを指令に連絡した。指令は踏切確認の報告を受けた後に、G 駅で故障している列車があり、実験参加者の運転する列車を救援列車とする旨を伝えた。また、その関係で、G 駅の場内信号機で手前で停車するように通告した。その後、実験参加者は運転再開し、F 駅まで運転して実験(シナリオ)は終了となった。実験参加者がF 駅に停車すると、実験者から実験終了であること、F 駅からG 駅は運転する必要がないことを知らされた。

このシナリオでは、速度超過を誘発しやすい箇所が3箇所(全4回)存在した。1箇所目は、D 駅であった。この駅から徐行区間であった。この駅では、実験参加者は、停止位置不良の対処をしてから運転再開しなければならない。運転再開する時に徐行のことを思い出し、意識することが出来なければ速度超過に至る。2箇所目はE 駅であった。E 駅では停車後に踏切確認の通告を受けてから運転再開した。また、E 駅の出発信号機を冒進した後は、E 駅ホームまで退行してから再度運転再開した。踏切確認の通告受領後からの運転再開時と、ホームに退行してからの運転再開時に、それぞれ徐行のことを思い出すことが出来なければ速度超過に至る(計2回)。3箇所目は、安全確認を求められた踏切である。運転再開時に徐行の存在を思い出すことが出来なければ速度超過に至る。

7.2.5 実験手続き

実験は個別実験であり、実験参加者1名に対して実験者2名で行われた。実験者2名の

⁶ ATS の復位とは、ATS によってかけられた非常ブレーキを緩解するためATS をリセットする措置である。

内、1名がシミュレーターの操作と実験の教示を行い、もう1名は指令役と車掌役を行った。

実験の初めに、実験参加者は、シミュレーターで運転をしてもらうこと、運転中には様々な異常事態が発生すること等の説明を受けた。その後、先取喚呼あり条件の実験参加者は、先取喚呼のやり方の説明動画を視聴して、反復型喚呼とイメージング型喚呼のやり方を学習した。動画視聴後、駅間走行中には反復型喚呼を、駅停車中や異常事態の処置の合間にはイメージング型喚呼を行うように教示された。どちらの先取喚呼を行う際にも、基本動作や運転動作を妨害しない程度に、実験参加者自身で調整しながら行うように教示された。先取喚呼なし条件の実験参加者には先取喚呼をしないでシミュレーターを運転する動画を視聴させた。

その後、全ての実験参加者に対して、“通告を受けた時には、運転通告受領券を書く必要がなく、内容を忘れてしまった場合は、いつでも実験者に聞くことが出来ること”、“列車防護をするときは防護無線だけを発報し、車両用信号煙管、携帯用信号炎管、携帯用軌道短絡器の措置は必要ないこと”が教示された。

実験はA駅からF駅まで運転して終了した。実験時間は実験参加者1名につき約50分であった。

7.3 結果

本実験では、先取喚呼あり条件の実験参加者の中で、先取喚呼をしなかった実験参加者はいなかった。一方で、先取喚呼なし条件の実験参加者の中には、運転中に徐行区間などについて反復型喚呼を行っていたものが2名存在した。その者らは、先取喚呼という名称は知らなかったが、普段の乗務中も事故防止対策として喚呼しながら運転するという方法をとっていたため、今回の実験でも同様に喚呼しながら運転したと口述していた。そこで、彼ら2名を除外し分析を行った。分析対象の実験参加者数は28名（先取喚呼あり条件15名、先取喚呼なし条件13名）であった。

7.3.1 速度超過人数

速度超過をした人数について表 6 に示す。速度超過をした者は 5 名であった。5 名の内、1 名が先取喚呼あり条件の実験参加者であり、4 名が先取喚呼なし条件の実験参加者であった。速度超過人数について、フィッシャーの正確確率検定を行ったところ有意差は見られなかった ($p = .15, h = 0.65$)。

表 6 速度超過した人数と割合

	速度超過した者	速度超過しなかった者
先取喚呼あり条件	1 (6.7 %)	14 (93.3%)
先取喚呼なし条件	4 (30.8 %)	9 (69.2 %)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

先取喚呼あり条件で速度超過に至った 1 名は誤った区間（D 駅から E 駅区間）を喚呼しており、正しく先取喚呼をできていなかった。そのため、その者を先取喚呼あり条件として分析に含めることは、分析の妥当性において疑問が残る。そこで、その者を分析から除外し（表 7）、フィッシャーの正確確率検定を行った結果、有意であった ($p = .04, h = 1.18$)。

表 7 速度超過した人数と割合

（先取喚呼あり条件で誤った区間を喚呼していた実験参加者を除く）

	速度超過した者	速度超過しなかった者
先取喚呼あり条件	0 (0 %)	14 (100%)
先取喚呼なし条件	4 (30.8 %)	9 (69.2 %)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

7.3.2 速度超過の原因別分析

条件別の速度超過の原因について表 8 に示す。先取喚呼あり条件の 1 名の速度超過原因は、内容想起エラー（速度制限区間の勘違い）であった。本来は D 駅から F 駅までが速度制限区間であるが、この実験参加者は、徐行区間を D 駅から E 駅と先取喚呼していた。指令から通告を受けた直後は“D 駅から F 駅”と復唱したが、その通告受領の約 20 秒後に、“D 駅から E 駅”と最初の先取喚呼をしていた。通告を受けてから初めて喚呼するまでの 20 秒間に記憶変容が生じたと考えられる。それ以降は、常に“D 駅から E 駅”と先取喚呼を行い、E 駅からは徐行の制限速度である 25 km/h を超えて F 駅まで運転した。

先取喚呼なし条件の 4 名の速度超過の原因は、存在想起エラー（一時的な速度制限区間の存在失念）であった。これらの者は、異常事態に対処したり指令からの運転通告を受けたりしている最中に速度制限区間の存在を忘れ、制限速度の 25 km/h を超える速度で走行した。

表 8 条件別の速度超過の原因

条件	速度超過理由
先取喚呼あり条件（全 1 名）	内容想起エラー（速度制限区間の勘違い）
先取喚呼なし条件（全 4 名）	存在想起エラー（一時的な速度制限区間の存在失念）

速度超過の理由毎にフィッシャーの正確確率検定を行った。内容想起エラー（速度制限区間の勘違い）においては（表 9），有意差はなかった（ $p = 1.00$, $h = 0.52$ ）。存在想起エラー（速度制限区間の存在失念）においては（表 10），有意であった（ $p = .03$, $h = 1.18$ ）。

表 9 速度制限区間を勘違いした人数

	速度制限区間を勘違い	速度制限区間を勘違いせず
先取喚呼あり条件	1 (7%)	14 (93%)
先取喚呼なし条件	0 (0%)	13 (100%)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

表 10 速度制限区間の存在失念人数

	速度制限区間の存在失念	速度制限区間を存在失念せず
先取喚呼あり条件	0 (0%)	15 (100%)
先取喚呼なし条件	4 (30.8%)	9 (69.2%)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

7.3.3 踏切確認失念者数の比較

本実験では、D 駅に停車中に E 駅から F 駅間にある踏切の安全確認を指令から通告された。その踏切確認を失念した条件別の人数を表 11 に示す。フィッシャーの正確確率検定を行ったところ、有意でなかった ($p = .58, h = 0.225$)。

表 11 踏切確認の失念人数

	踏切確認を失念	踏切確認を失念せず
先取喚呼あり条件	1 (6.7%)	14 (93.3%)
先取喚呼なし条件	2 (15.4%)	11 (84.6%)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

また、先取喚呼あり条件で速度超過に至った者は誤った区間を喚呼していたことから、正

しく先取喚呼をできていなかったと考えられる。そのため、その者を先取喚呼あり条件として分析に含めることは、分析の妥当性において疑問が残る。そこで、その者を分析から除外し（表 12）、再度フィッシャーの正確確率検定を行った結果、有意でなかった（ $p = .22, h = 0.8$ ）。

表 12 踏切確認の失念人数

（先取喚呼あり条件で誤った区間を喚呼していた実験参加者を除く）

	踏切確認を失念	踏切確認を失念せず
先取喚呼あり条件	0 (0%)	14 (100%)
先取喚呼なし条件	2 (15.4%)	11 (84.6%)

※括弧内の数字は各条件（先取喚呼の有無）での割合を示す。

7.4 実験 8 の考察

本研究では先取喚呼の速度超過防止効果について検討するために、先取喚呼の有無で速度超過の発生率を比較した。その結果、有意差には至らなかったものの、先取喚呼あり条件の方が、先取喚呼なし条件よりも速度超過の発生率が少なかった。また、先取喚呼なし条件で速度超過に至った原因は、すべての実験参加者に共通して、運転再開時に速度制限区間の存在を想起することができなかったという存在想起エラーであった。存在想起エラーによる速度超過については、統計的に有意で、先取喚呼あり条件の方が先取喚呼なし条件よりも速度超過発生率が少なかった。これらの結果から、先取喚呼には、存在想起エラーを原因とする速度超過を防止する効果があることが示唆された。

今回の実験の先取喚呼あり条件では、イメージング型と反復型の 2 種類の先取喚呼を両方行うことが求められ、どちらか一方だけを行う条件は本実験ではなかった。そのため、今回の速度超過防止効果が、どちらか一方だけの型の先取喚呼によるものであるのか、両方の

型を行うことによるものであるのかまでは明確にはなっていない。しかし、両方の型の持つ機能から考えると、どちらの型の先取喚呼も速度超過防止に貢献していたことが推測される。

まず、イメージング型喚呼についてであるが、イメージング型喚呼は2つの情報を互いに関連付けて長期記憶に情報を保持する効果があると考えられる。展望的記憶は、その予定の行為内容を表す内容情報とその実行時期を表すタイミング情報の2つの情報が含まれる。自分がその予定内容を行っていることをイメージすることは、それらの情報が長期記憶にそれぞれ強く記憶されることの他に、両者の関連付け（連合）も強くなると考えられる。そのため、実際にその予定の遂行時期が来たときに、タイミング情報に関連するものに遭遇すると、タイミング情報が長期記憶内でまず活性化し、それに関連付けられている行為内容も続いて自動的に活性化されるため、予定内容を思い出しやすくなると考えられる。今回の実験では、先取喚呼あり条件の実験参加者は、駅停車中や異常時対応する際にイメージング型喚呼をすることが求められた。そのことによって、運転再開する際の状況と徐行速度を守って運転することが長期記憶の中で連合づけられ、運転再開時に徐行のことを思い出しやすくなり、速度超過する実験参加者が少なかったと考えられる。

続いて反復型喚呼についてである。記憶の二重貯蔵モデルでは(Atkinson & Shiffrin, 1968), 記憶される情報は初めに短期記憶に保存され、その中の情報の一部が長期記憶に保存される。短期記憶に保存されている情報は我々が意識できる（または意識している）情報であるとされている。また、短期記憶には保持できる情報量に限界があるとされ、時間の経過や短期記憶に新たな情報が入力されることにより、それまで短期記憶に保持されていた情報が消失すると考えられている。そのため、短期記憶からの情報消失を防ぐには、その情報を更新し続ける必要がある。先取喚呼あり条件の実験参加者は、ノッチ操作や信号喚呼など制限速度以外に注意が向いた後に喚呼していたため、徐行の制限速度が常に短期記憶上で更新され、速度超過を生じさせにくかったと考えられる。

今回の実験では先取喚呼あり条件において、1名が速度超過に至った。その理由は、徐行

の区間を誤るという内容想起エラーによるものであった。先ほどの二重貯蔵モデルからは、先取喚呼には内容想起エラーを防ぐ効果が期待される。二重貯蔵モデルでは、情報を更新し続けることで短期記憶上にその情報を保持できるばかりでなく、長期記憶に転送されやすくなるとしており、反復型喚呼を行うことで徐行に関する情報が短期記憶から長期記憶に転送され、その記憶痕跡も強く残ると考えられる。今回の速度超過に至った実験参加者は、1回目の反復型喚呼から誤った徐行区間を喚呼していた。そのため、誤った区間がその実験参加者の長期記憶に保存され、その痕跡も強まったと考えられる。この結果は、徐行通告を受け取ってから最初の先取喚呼を行うまで数十秒の間に記憶変容が生じたことを意味しており、この記憶変容に対して、先取喚呼以外に別の対策を行う必要があることを意味している。これについては、メモなどの外部記憶補助装置の利用が考えられる。通告を受けた時、区間や制限速度などをメモしそれを時折参照することで、記憶変容を防ぐことができると考えられる。今回の実験では、実験時間の短縮と速度超過を誘発しやすくするために運転通告受領券への記載を省略したが、通常の手続きであれば、運転士は指令から通告を受けた際に運転通告受領券にその内容を記載する。このことから、通常の乗務においては、今回の記憶変容が生じる可能性が低く、通行受領券と先取喚呼を併用することで、内容想起エラーによる速度超過が生じる可能性は低くなると考えられる。

今回の実験では、2種類の先取喚呼を行うことで運転操作が著しく妨害されるということは、外部から観察しているうえでは特に見受けられなかった。また、制限速度について先取喚呼をすることで、意識が制限速度ばかりに行き、踏切確認の失念が増加する可能性が考えられたが、今回の実験ではそのような結果も見られなかった。この結果は、先取喚呼を行うことが他の作業を必ずしも妨害するとは限らないことを示唆していると考えられる。

本実験では、現役の運転士を対象に、実際の運転線区を模擬した列車運転シミュレーターを使用して先取喚呼の速度超過防止効果の検証を行った。その結果、先取喚呼の速度超過防止効果を確認した。先の章では、先取喚呼の速度超過防止効果について、大学生を対象に検討を行い、その存在を確認してきた。しかし、実験で使用している課題が、抽象度の高い課

題であり、実際の作業（運転）場面で、同様の効果があるかは明確ではなかった。本章の実験では、シミュレーターを使用し、現役の運転士を実験参加者としたことで、これまで行ってきた実験と比較すると、より実際の運転状況に近い形で検証を行うことができた。このような実験において、先取喚呼の速度超過防止効果が確認できたことから、実際の運転状況においても先取喚呼には速度超過防止効果があることが、より明確になったと考えられる。

8章 総括

本研究では列車運転士における展望的記憶エラーによる事故，特に速度超過防止手法に関して8つの実験を行った。

実験1から実験3に関しては，“〇〇しよう”という遂行意図を持つことの効果について検証を行った。その結果，遂行意図を持つことで，展望的記憶のアクセシビリティが向上するという意図優位性効果が確認された。意図優位性効果そのものは Goschke & Kuhl (1993) や Marsh et al. (1999)らによって既に報告されていたが，そのアクセシビリティの向上が遂行意図を持つことの効果であるのか，それとも遂行意図を持つことで符号化の方略が変化したことによる効果であるのかが明確ではなかったが，実験1から実験3によって，アクセシビリティの向上が遂行意図を持つことの効果であることが示された。この知見から，遂行意図を持つことによって，展望的記憶のアクセシビリティが向上し，展望的記憶の内容想起エラーが低下することが期待された。しかし一方で，予定を実行するのに適切なタイミングで予定の存在を想起するという存在想起までをカバーできるかどうかは不明であった。

そこでその存在想起を支援することを目的に，自分がその行為をしているところを事前に頭の中でイメージするというイメージング型喚呼を考案した。予定に関する行為の内容と，それを実施するべき時期の到来を示す手がかりを関連付けて長期記憶に保持することで，その時期の到来を示す手がかりに遭遇した時に，予定に関する行為の内容を想起しやすくなる考えた。

しかし，そのように適切なタイミングで想起できたとしても，他のことを考えたり，他に注意を向けたりすることで，それが短時間であったとしても，展望的記憶エラーは生じ得る (Einstein et al., 2003)。そこで，それを防止する目的で反復型喚呼を考案した。これはし忘れてはいけない内容を断続的に喚呼することで，常にワーキングメモリー（意識）上に行為内容を保持し，し忘れを防ぐというものであった。

このようにして考案した2つの先取喚呼について，実験4と実験5とで先取喚呼の展望

的記憶エラー防止効果について、学生を対象に検証した。その結果、どちらの先取喚呼においても、先取喚呼をしなかった条件と比較して、展望的記憶課題におけるエラー率が低くなり、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果が確認された。

次に、先取喚呼のつり込まれエラー防止効果について検証をおこなった。臨時の徐行区間を走行中においては、信号機による進行信号や、カーブなどに建植される速度制限標識などにつり込まれて速度超過に至ってしまう場合が考えられる。このようなつり込まれエラーの防止に2つの先取喚呼が有効かどうかを実験6と実験7で検証した。実験6では反復型喚呼のつり込まれエラー防止効果を検証した。この実験では喚呼のタイミングを実験参加者が自由に決めることが出来ず、実験者に指示されたタイミングで喚呼する必要があった。その結果、反復型喚呼を求められた条件のほうが、求められなかった条件よりもつり込まれエラーが増大するという予測とは逆の結果となった。そこで、実験7では、喚呼のタイミングを実験参加者が任意に決められるようにした。また、合わせてイメージング型喚呼のつり込まれエラー防止効果についても検証した。実験の結果、どちらの先取喚呼においても、先取喚呼をしなかった条件と比較してつり込まれエラーが低くなり、先取喚呼のつり込まれエラー防止効果が確認された。

上記までの実験では、実験で使用された課題はパソコンを用いた課題であり、また、その実験参加者も学生であった。一方で、先取喚呼は、運転士が列車を運転している状況で使用することを想定している。そこで、先取喚呼によって列車の速度超過を防止することが出来るかについて直接的に検討するために、実験8では、実験参加者を現役の運転士とし、列車運転シミュレーターを使用して先取喚呼の速度超過防止効果について検証した。その結果、先取喚呼を実施しながら運転したほうが、実施しないで運転した時よりも速度超過の発生率が低く、先取喚呼の速度超過防止効果が確認することが出来た。また、先取喚呼を実施することによって、速度超過の防止ばかりに注意が向き、その分、その他のことを失念してしまうことがあるかどうかを検討したところ、そのようなことは確認されなかった。

8.1 先取喚呼に関する今後の検討の方向性

本節では、先取喚呼に関し、今後どのような検討がなされるべきかについて考察を加える。

8.1.1 速度超過以外に対する有効性の検討について

本研究によって、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果が確認された。それに加え、展望的記憶エラーを原因とする列車の速度超過を防止する効果があることも示された。一方で、展望的記憶エラーが原因であると考えられるそのほかの事故、例えば、出場遅延や停車駅通過等について、先取喚呼によって防止することが出来るかまでは本研究では検討できていない。今後は、展望的記憶エラーによる事故にどのようなものがあるかを、事故分析などを通して検討し、それぞれの事故に対して、先取喚呼が有効であるかどうか、また、どのように具体的な運転作業の中で実施するのかを検討していくことが重要である。

8.1.2 先取喚呼のネガティブな効果（エラー誘発効果）の検討について

本研究では、展望的記憶エラー防止効果のように、ポジティブな効果を中心に先取喚呼の検討を進めてきたが、今後は先取喚呼によるネガティブな効果についても検討が加えられるべきである。先取喚呼を実施することで、他の運転作業を妨害することがないかどうか、妨害することがあるのであれば、どのような運転状況で生じ得るかを検討することは、先取喚呼を実際の運転作業に取り入れていく際には重要である。例えば、本研究における実験6において、反復型喚呼の喚呼のタイミングを実験参加者が任意のタイミングで決められない場合は、反復型喚呼を行わない場合よりもつり込まれエラーが増大することが確認された。この実験結果から、反復型喚呼の喚呼のタイミングは運転士の自由意志に任せられるべきであり、規程等によって喚呼タイミングを決めるべきではないことが示唆される。この実験6のように、先取喚呼によるエラー誘発効果については、今後検討されるべきである。特に反復型喚呼はイメージング型喚呼と比較して、運転操作を妨害してしまう可能性が高いことが予測される。反復型喚呼を実施するという事は、その分ワーキングメモリー上の中

中央実行系や音韻ループにおけるリソースが要求されることを意味しており、その分、他の運転作業のために避けるリソースが少なくなることを意味している。特に、加齢などによってそのようなリソースが減少している場合には、反復型喚呼によるエラー誘発効果が顕著になることが予測される。

また、反復型喚呼に関しては、その頻度や喚呼の声の大きさなどに対する検討も必要である。実際の運転状況では、喚呼回数が少ない時よりも多い時の方が、喚呼の声が小さい時よりも声の大きい時の方が、一見、エラー防止効果が高いように見える。しかし、過剰に高い頻度や大きな声で喚呼を行うことは運転作業の妨害につながる可能性が予測される。声を出すことにおいては、先取喚呼と共通している指差喚呼において、その指さしの行動と、喚呼を大きなものにするすることで、ビジランス課題の成績が指差喚呼をしない場合と比較して、低下することが報告されている(Shigemori et al., 2013)。

一方、イメージング型喚呼のネガティブな効果には、必要のないことをしてしまうというコミッションエラーの誘発が考えられる。例えば、臨時の徐行区間のためにイメージング型喚呼を行い、その徐行付近の風景と制限速度以下での運転を関連づけて記憶したとする。しかし、その区間に到達する前に、徐行の制限が何らかの理由で解除され、その当該の運転士にも無線などで伝えられたとする。この場合、徐行による制限が解除されたため、本来であれば、通常速度で走行することが求められるが、イメージング型喚呼をしたことによって、(元の)徐行区間付近の風景を目にした時に、徐行のことが想起されやすくなり、不要な徐行運転をしてしまう可能性が高くなることが推測される。イメージング型喚呼によりコミッションエラーが誘発されやすくなるかどうかの検証および、イメージング型喚呼を行って記憶した内容を更新する必要があるとき、どのような対処法がコミッションエラーを防ぐうえで有効であるのかについての検討が今後求められる。

8.1.3 先取喚呼の教育手法について

先取喚呼をどのように運転士などの乗務員に周知し、その実施方法についてどのように教育していくかということも重要な問題である。先取喚呼が展望的記憶エラーの防止に有用であっても、乗務員がその効果を認めて、先取喚呼を使用してみようという動機付けが働かなければ、先取喚呼が使用されることはない。規程等で先取喚呼を運転中に実施するように定めたとしても、初めのうちだけは先取喚呼が行われるかもしれないが、次第に形骸化し、やがては行わなくなる可能性が高いと考えられる。

形骸化してしまう理由の1つとしては、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果を列車の運転中には感じにくいということが挙げられる。基本的に、展望的記憶エラーに起因する速度超過の発生確率はそれほど高くない。ある鉄道事業者の約10年分の速度超過事象を収集してもその件数は18件であったことが報告されている(佐藤ら, 2020)。そのため、多くの場合は、先取喚呼をしなくても速度超過に至る可能性は低く、先取喚呼のエラー防止効果は感じにくい。

そこで、先取喚呼への動機付けを乗務員に向上させるには、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果を容易に体感できるような先取喚呼の教育ソフトウェアが有用であると考えられる。展望的記憶課題を、先取喚呼を使用しながらと、使用しないでの両方のパターンで行わせ、先取喚呼を使用したほうが展望的記憶課題の成績が良くなることを体験させることが出来れば、その課題を実施した者は先取喚呼の効果に納得でき、先取喚呼への動機付けが高まることが予測される。

本研究では、実験4と実験5で先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果を検証しているが、そこで使用された展望的記憶課題をそのまま教育ソフトウェアに使用することは難しい。1つは、その実施時間の長さである。実験4と実験5では、各実験参加者において、課題の実施に1時間程度の時間を要する。しかし、様々なことを教えなければならない普通の乗務員教育の中で、先取喚呼の教育のためだけに1時間を確保することは難しい。長くても15分程度で、課題の実施と解説が完結するようにする必要がある。

また、実験4と実験5とで使用された展望的記憶課題を、教育ソフトに使用できないもう1つの理由には、その効果の出現力の弱さがある。それぞれの実験では40名程度の実験参加者を確保して課題を行ったが、その中には先取喚呼を使用してもしなくも課題成績が変わらない者もいれば、逆に先取喚呼をした方の成績が低くなった者もいる。そのような者たちは、その結果をフィードバックされても、先取喚呼の展望的記憶エラー防止効果に納得することは難しいと考えられる。多くの乗務員に先取喚呼の効果を納得させるには、できるだけ高い割合で、例えば、10名中9名が、先取喚呼をした時の方がしなかった時よりも成績が良くなるような課題にする必要があると考えられる。短時間で課題を実施でき、その効果を多くの者が高い割合で体験できるような課題の考案が教育用のソフトウェアの開発において求められると考えられる。

8.2 鉄道分野における心理学の知見の応用可能性

本研究は列車の速度超過の原因を運転士の展望的記憶エラーと捉え、心理学における展望的記憶研究の知見から先取喚呼という速度超過防止法を考案、その効果検証を行った。本研究の対象は主に速度超過であったが、他にも列車運転において検討すべき問題が存在する。そこで最後に、列車運転の将来を見据え、ワンマン運転、自動運転、運転士の高齢化の観点から、今後検討すべき課題について考察する。

8.2.1 ワンマン運転

列車の運転は、運転士と車掌の2名によるツーマン運転が主流である。運転士は列車の操縦を担当し、車掌はドア扱いや旅客の対応を担当する。ワンマン運転とは、この車掌の業務も運転士が行うことで、列車1編成を運転士が1人で担当、運転することを指す。

ここでの問題は、業務量が多くなり、複雑になることで、手順に抜けが生じることである。例えば、列車がホームに到着し、旅客の乗降扱いを行い、その駅を出発するという一連の状況を考える。ツーマン運転であれば、列車がホームに到着、停車したあとは、運転士はその

駅の出発時刻の確認と眼前の出発信号機の現示に意識を集中させることができる。なぜなら、ドアを開けたり、旅客の対応は車掌が行うためである。また、車掌は、出発信号機の進行を指示する信号の現示を確認出来た場合にドアを閉扉し、ブザー等で運転士に出発合図を送る。このような状況であれば、出発信号機が停止信号を現示しているにも関わらず、列車が出発してしまうという信号違反は生じにくい。運転士は出発信号機の確認に専念しており、さらに車掌も出発信号機で確認するという二重系でチェックしているからである。しかしながら、ワンマン運転である場合は、車掌がいないため、二重チェックを行うことができない。さらに、ドア扱いと旅客対応を行わなければならないため、運転士はホーム到着後に、出発信号機の現示に意識を集中させることができない。その分、信号確認をし忘れる可能性が高くなると予測される。列車が遅延しており、その遅れを回復させようと急いでいる場合は、出発信号機の確認が抜けてしまう可能性が特に高くなることが予測される。

このような問題に関しては、速度超過の時と同様に展望的記憶研究の知見やその研究手法が、その防止法を考えるうえで役立つ。展望的記憶研究では、その予定を想起できても、すぐにそれを実行できず、別の作業を行う必要がある場合は、その間にその予定が意識上から抜けてしまい、し忘れが増えることが報告されている。そのような場合は、別の作業を行う前、また、別の作業を行った後に、時間的な間隔を設けると、そのし忘れの可能性が低くなることが確認されている (Bowden, Visser, & Loft, 2017; Dodhia & Dismukes, 2019)。これらの知見は、乗降扱いの前後に時間的な間隔を運転作業に設けたり、乗降扱いの簡略化などのような対策の方向性を考えるうえで重要なものであるといえることができる。

8.2.2 自動運転

ワンマン運転と同様に自動運転も今後普及していくことが予測される。2018年に国土交通省が“鉄道における自動運転技術検討会”を立ち上げている。自動運転にも幾つか種類があり、非自動運転である Grade of Automation 0 (GoA0) と GoA1 から、乗務員の乗らない完全な自動運転である GoA4 までである。その間には、運転士が前頭運転台で乗務する GoA2、

運転士以外の者が前頭運転台で乗務する GoA2.5、前頭運転台以外に乗務する係員がいる GoA3 が存在する。GoA2 と GoA2.5 では、乗務するのが運転士の資格を有しているかどうかの違いはあるが、列車の操縦に関与する点では同じである。ただし、非自動運転である GoA0 や GoA1 のように、乗務員が列車の速度をブレーキなどの運転装置を使用して制御するのではなく、列車の自動運転ボタンを押すことで、列車が運転を開始し、自動的に次の駅に停止する。駅間走行中、列車は自動的に走行し、線路に人が立ち入る等の危険事象が発生した時には乗務員が緊急停止ボタンを押して、列車を停止させる。GoA3 においては、乗務員は必ずしも前頭運転台にいる必要はない。GoA2 や GoA2.5 と GoA3 との間には、乗務員に前方注視が求められるかどうか異なる。GoA2 と GoA2.5 では前方注視が乗務員に求められるのに対して、GoA3 では求められない。

GoA2 と GoA2.5 は、GoA0 と GoA1 と比較して、直接的な列車の操縦が求められないため、乗務員の負担軽減というメリットが予測される。しかし一方で、運転作業の単純化によって、GoA2 と GoA2.5 の乗務員が、GoA0 と GoA1 の乗務員と比較して、単調感や退屈感を強く感じる可能性が懸念されること、さらには、その単調感や退屈感から危険事象を見過ごしたり、対応が遅れたりすることなどが懸念される。自動化を考える上では、単純に作業を省略化させることばかりを考えるだけでなく、作業が少なくなることで、乗務員のストレスや運転パフォーマンスがどのような影響を受けるのかを考えることが重要であると考えられる。

8.2.3 運転士の高齢化

少子高齢化に伴い、今後、60歳を超えた運転士の増加が予測される。ここで問題となってくるのは、認知機能の衰えである。例えば、抑制機能の低下によって、他のことを考えてしまうようなマインドワンダリング多くなることが予測される。運転中にマインドワンダリングに陥ると、信号現示の確認失念であったり、ブレーキ操作の遅れなど、運転パフォーマンスの低下に結びついてしまう。

新たな知識の習得にも加齢によって時間をより要するようになることが予測される。列車の運転は、度々その運転ルールが変わったり、新たな機器の使い方を覚えたりと、日々知識を更新していくことが運転士に求められる。若年の運転士であれば、短時間で学習できるようなことも、高齢の運転士の場合は、学習により多くの時間をかける必要が出てくる。高齢の運転士に対してどのような学習手法が有効であるのかについての検討が必要であると考えられる。

また、身体能力の低下も問題である。若年の運転士であれば、小さな字で書かれた時刻表を見たり、高速運転をしながら、遠方の信号現示の確認をすることにそれほど難しいことではないが、高齢の運転士であれば、それらのことが難しくなる。また、体力の衰えにより、疲労からの回復に時間がかかるようになることなどが予測される。そのため、高齢の運転士にはそれらに配慮した運転環境の整備が今後求められるようになると考えられる。

8.3 おわりに

本論文では、列車運転における展望的記憶エラー、特に展望的記憶エラーを原因とする速度超過の防止に焦点を当て、先取喚呼という手法を提案した。本手法は、事前に予定を行っているところをイメージして喚呼したり（イメージング型喚呼）、忘れてはいけないことを断続的に喚呼したり（反復型喚呼）することで失念を防ぐというシンプルな方法であるが、その考案の背景には、連合理論や二重貯蔵モデル等の、それまで心理学において提唱されてきた記憶理論がベースとなっている。

展望的記憶研究は、日常的記憶の興味からはじまった。そのため、実験で使用される課題は日常的な課題（期日までに手紙を投函する等）が多かった。1990年代頃からは、その想起メカニズムに注目が集まり、抽象性の高い展望的記憶課題が多く使用されるようになった。展望的記憶研究が日常的記憶研究の1つではあるものの、日常性からは少し遠ざかった形となった。しかし、2010年頃からは、再び日常的な課題を使用した研究も見られるようになってきた。その背景には、シミュレーターやスマートフォンなどの電子機器の発達

や、1990年代からの研究による記憶理論がどの程度現実場面で適用できるかなどという興味への高まりがあったと推察できる。

本研究の初めは意図優位性効果研究という、遂行意図の持つ効果という基礎的な検討から始まり、そこから、先取喚呼の考案とその効果検証実験を行った。最終的には列車運転シミュレーターを使用して、日常的な運転状況に近い実験課題によって、先取喚呼の効果を確認した。本研究では、列車運転という文脈から先取喚呼という展望的記憶エラー防止法を提案したが、今後は列車運転以外の様々な文脈における展望的記憶エラー防止研究が行われることが予測される。その際には、本研究のように、基礎的知見から展望的記憶エラー防止法が考案されることもあれば、日常的な知見や観察研究などから展望的記憶エラー防止法が提案され、それを、これまで提案されてきた記憶理論によって説明するという研究の2つの方向性があると考えられる。どちらの方向性が正しく、どちらかの方向性が誤っているということはないが、重要なのは、展望的記憶研究の基礎研究にしる、応用研究にしる、その研究が如何に（またどの部分に）現実社会に貢献するかということ意識しながら研究することである。先述のように、展望的記憶研究は日常的記憶への興味から生まれた。基礎的なアプローチと応用的なアプローチのように研究手法や研究対象は異なるが、日常的な記憶現象の理解と現実世界への応用が目的であることは共通している。今後の展望的記憶研究が、現象解明だけにとどまらず、本研究のように、現実世界で使用できる方略や知見を創出し続けることを期待する。

引用文献

- 天野 成昭・近藤 公久 (1999). NTT データベースシリーズ 日本語の語彙特性 1 単語親密度. 三省堂.
- 天野 成昭・近藤 公久 (2003). 日本語の語彙特性 第 1 期 CD-ROM 版 NTT データベースシリーズ. 三省堂.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Anderson, N. D., Craik, F. I., & Naveh-Benjamin, M. (1998). The attentional demands of encoding and retrieval in younger and older adults: 1. Evidence from divided attention costs. *Psychol Aging, 13*(3), 405-423. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.13.3.405>
- Atchley, P., & Chan, M. (2011). Potential benefits and costs of concurrent task engagement to maintain vigilance: a driving simulator investigation. *Human Factors, 53*(1), 3-12.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In *The psychology of learning and motivation: II* (pp. xi, 249). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Clarendon Press/Oxford University Press.
- Badets, A., Blandin, Y., Bouquet, C. A., & Shea, C. H. (2006). The intention superiority effect in motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 32*(3), 491-505. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.32.3.491>
- Bowden, V. K., Visser, T. A. W., & Loft, S. (2017). Forgetting induced speeding: Can prospective memory failure account for drivers exceeding the speed limit? *Journal of Experimental Psychology: Applied, 23*(2), 180-190. <https://doi.org/10.1037/xap0000118>
- Brandimonte, M., Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1996). *Prospective memory: Theory and applications*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Brandstätter, V., Lengfelder, A., & Gollwitzer, P. M. (2001). Implementation intentions and

- efficient action initiation. *Journal of Personality and Social Psychology*, *81*(5), 946-960.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.5.946>
- Bugg, J. M., Scullin, M. K., & McDaniel, M. A. (2013). Strengthening encoding via implementation intention formation increases prospective memory commission errors. *Psychonomic Bulletin & Review*, *20*(3), 522-527. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0378-3>
- Ceci, S. J., & Bronfenbrenner, U. (1985). "Don't Forget to Take the Cupcakes out of the Oven": Prospective Memory, Strategic Time-Monitoring, and Context. *Child Development*, *56*(1), 152-164. <https://doi.org/10.2307/1130182>
- Chasteen, A. L., Park, D. C., & Schwarz, N. (2001). Implementation intentions and facilitation of prospective memory. *Psychological Science*, *12*(6), 457-461.
<https://doi.org/10.1111/1467-9280.00385>
- Cohen, A.-L., Dixon, R. A., & Lindsay, D. S. (2005). The intention interference effect and aging: similar magnitude of effects for young and old adults. *Applied Cognitive Psychology*, *19*(9), 1177-1197. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/acp.1154>
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, *82*(6), 407-428. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.82.6.407>
- 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*(1), 91-103. <https://doi.org/10.1002/acp.2960>
- 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 Performances*. Elsevier Science Publishers B.V.
- Dismukes R. K., Berman B. A., & Loukopoulos, L. (2007). *The Limits of Expertise: Rethinking Pilot Error and the Causes of Airline Accidents*. Routledge.

- Dockree, P. M., & Ellis, J. A. (2001). Forming and canceling everyday intentions: Implications for prospective remembering. *Memory & Cognition, 29*(8), 1139-1145.
<https://doi.org/10.3758/BF03206383>
- Dodhia, R. M., & Dismukes, R. K. (2019). Interruptions create prospective memory tasks. *Applied Cognitive Psychology, 23*, 73-89.
- Dunn, N., & Williamson, A. (2012). Driving monotonous routes in a train simulator: The effect of task demand on driving performance and subjective experience. *Ergonomics, 55*(9), 997-1008. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.691994>
- Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16*(4), 717-726.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.4.717>
- 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*(4), 671-683. <https://doi.org/10.1037//0882-7974.15.4.671>
- 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*(3), 327-342. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.3.327>
- Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Williford, C. L., Pagan, J. L., & Dismukes, R. K. (2003). Forgetting of intentions in demanding situations is rapid. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 9*(3), 147-162. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.9.3.147>
- Ellis, J., & Milne, A. (1996). Retrieval cue specificity and the realization of delayed intentions. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology, 49A*(4), 862-887. <https://doi.org/10.1080/027249896392333>
- Freeman, J. E., & Ellis, J. A. (2003). The representation of delayed intentions: A prospective

- subject-performed task? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*(5), 976-992. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.5.976>
- Gershon, P., Ronen, A., Oron-Gilad, T., & Shinar, D. (2009). The effects of an interactive cognitive task (ICT) in suppressing fatigue symptoms in driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *12*(1), 21-28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2008.06.004>
- Gollwitzer, P. M. (1999). Implementation intentions: Strong effects of simple plans. *American Psychologist*, *54*(7), 493-503. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.54.7.493>
- Goschke, T., & Kuhl, J. (1993). Representation of intentions: Persisting activation in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *19*, 1211-1226.
- Grant, J. S. (1971). Concepts of Fatigue and Vigilance in Relation to Railway Operation. *Ergonomics*, *14*(1), 111-118. <https://doi.org/10.1080/00140137108931229>
- Gregory, B., Irwin, J. D., Faulks, I. J., & Chekaluk, E. (2014). Speeding in School Zones: Violation or Lapse in Prospective Memory? *Journal of Experimental Psychology. Applied*, *20*(3), 191-198. <https://doi.org/10.1037/xap0000019>
- Grundgeiger, T., Sanderson, P. M., MacDougall, H. G., & Venkatesh, B. (2009). Distributed Prospective Memory: An Approach to Understanding how Nurses Remember Tasks. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, *53*, 759 - 763.
- Grundgeiger, T., Sanderson, P. M., Orihuela, C. B., Thompson, A., MacDougall, H. G., Nunnink, L., & Venkatesh, B. (2013). Prospective memory in the ICU: the effect of visual cues on task execution in a representative simulation. *Ergonomics*, *56*(4), 579-589. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.765604>
- Guynn, M. J. (2003). A two-process model of strategic monitoring in event-based prospective memory: Activation/retrieval mode and checking. *International Journal of Psychology*,

38(4), 245-256. <https://doi.org/10.1080/00207590344000178>

芳賀 繁・赤塚 肇・白戸 宏明 (1996). 「指差呼称」のエラー防止効果の室内実験による検証. 産業・組織心理学研究, 9(2), 107-114.

Harris, J., & Wilkins, A. (1982). Remembering to do things: A theoretical framework and illustrative experiment. *Human Learning*, 1, 123-126.

Hay, J. F., & Jacoby, L. L. (1999). Separating habit and recollection in young and older adults: Effects of elaborative processing and distinctiveness. *Psychology and Aging*, 14(1), 122-134. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.14.1.122>

Jennings, J. M., & Jacoby, L. L. (1997). An opposition procedure for detecting age-related deficits in recollection: Telling effects of repetition. *Psychology and Aging*, 12(2), 352-361. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.12.2.352>

近鉄グループホールディングス株式会社：駅・列車運行における安全対策

https://www.kintetsu-g-hd.co.jp/csr/safe/sa_station.html

2022年10月3日確認

国土交通省 (2019). 鉄道統計年報 (令和元年度)

https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk2_000053.html 2022年10月3日確認

公益財団法人鉄道総合技術研究所 (2016). 第3版 鉄道技術用語辞典 (Vol. 3). 丸善出版.

Koriat, A., Ben-Zur, H., & Nussbaum, A. (1990). Encoding information for future action: Memory for to-be-performed tasks versus memory for to-be-recalled tasks. *Memory & Cognition*, 18(6), 568-578. <https://doi.org/10.3758/BF03197099>

航空・鉄道事故調査委員会 (2013). 鉄道事故調査報告書 九州旅客鉄道株式会社鹿児島線 海老津駅～教育大前駅間 列車 衝突事故

<https://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/2003-4B-1.pdf>

2022年10月3日確認

Lengfelder, A., & Gollwitzer, P. M. (2001). Reflective and reflexive action control in patients with

- frontal brain lesions. *Neuropsychology*, *15*(1), 80-100. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.15.1.80>
- Liu, L. L., & Park, D. C. (2004). Aging and Medical Adherence: The Use of Automatic Processes to Achieve Effortful Things. *Psychology and Aging*, *19*(2), 318-325. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.19.2.318>
- Loft, S., Dismukes, K., & Grundgeiger, T. (2021). Prospective memory in safety-critical work contexts. In Rummel, J. & McDaniel, M. A. (Eds.), *Prospective memory*. (pp. 192-207). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781003106715-11>
- Loft, S., & Remington, R. W. (2010). Prospective memory and task interference in a continuous monitoring dynamic display task. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *16*(2), 145-157. <https://doi.org/10.1037/a0018900>
- Loft, S., Smith, R. E., & Remington, R. W. (2013). Minimizing the disruptive effects of prospective memory in simulated air traffic control. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, *19*(3), 254-265. <https://doi.org/10.1037/a0034141>
- Loftus, E. F. (1971). Memory for intentions: The effect of presence of a cue and interpolated activity. *Psychonomic Science*, *23*(4), 315-316. <https://doi.org/10.3758/BF03336128>
- Lustig, C., Hasher, L., & Zacks, R. T. (2007). Inhibitory deficit theory: Recent developments in a "new view" In D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 145–162). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/11587-008>
- Mandler, G. (1980). Recognizing: The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, *87*(3), 252-271. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.87.3.252>
- Marsh, R. L., & Hicks, J. L. (1998). Event-based prospective memory and executive control of working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *24*(2), 336-349. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.24.2.336>
- 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*(2), 350-361. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.24.2.350>
- Marsh, R. L., Hicks, J. L., & Bryan, E. S. (1999). The activation of unrelated and canceled intentions. *Memory & Cognition*, *27*(2), 320-327. <https://doi.org/10.3758/BF03211415>
- Marsh, R. L., Hicks, J. L., Cook, G. I., Hansen, J. S., & Pallos, A. L. (2003). Interference to ongoing activities covaries with the characteristics of an event-based intention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*(5), 861-870. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.5.861>
- 増田 貴之・重森 雅嘉・佐藤 文紀・芳賀 繁 (2014). 指差喚呼のエラー防止効果の検証. 鉄道総研報告, *28*(5), 5-10.
- Maylor, E. A., Chater, N., & Brown, G. D. (2001). Scale invariance in the retrieval of retrospective and prospective memories. *Psychonomic Bulletin & Review*, *8*(1), 162-167. <https://doi.org/10.3758/bf03196153>
- Maylor, E. A., Darby, R. J., & Sala, S. D. (2000). Retrieval of performed versus to-be-performed tasks: A naturalistic study of the intention-superiority effect in normal aging and dementia. *Applied Cognitive Psychology*, *14*(7), S83-S98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/acp.772>
- McBain, W. N. (1970). Arousal, monotony, and accidents in line driving. *Journal of Applied Psychology*, *54*(6), 509-519. <https://doi.org/10.1037/h0030144>
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (1993). The importance of cue familiarity and cue distinctiveness in prospective memory. *Memory*, *1*(1), 23-41. <https://doi.org/10.1080/09658219308258223>
- McDaniel, M. A., & Einstein, G. O. (2007). *Prospective memory: An overview and synthesis of an emerging field*. Sage Publications, Inc.
- McDaniel, M. A., Einstein, G. O., Graham, T., & Rall, E. (2004). Delaying Execution of Intentions:

- Overcoming the Costs of Interruptions. *Applied Cognitive Psychology*, 18(5), 533-547.
<https://doi.org/10.1002/acp.1002>
- McDaniel, M. A., Einstein, G. O., Stout, A. C., & Morgan, Z. (2003). Aging and Maintaining Intentions Over Delays: Do It or Lose It. *Psychology and Aging*, 18(4), 823-835.
<https://doi.org/10.1037/0882-7974.18.4.823>
- McDaniels, M. A., & Einstein, G. O. (2000). Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied Cognitive Psychology*, 14(SpecIssue), S127-S144. <https://doi.org/10.1002/acp.775>
- Meacham, J., & Leiman, B. (1982), "Remembering to Perform Future Actions," In: U. Neisser, Ed., *Memory observed: Remembering in Natural Contexts*, Freeman, San Francisco, 327-336.
- Meacham, J. A., & Singer, J. (1977). Incentive effects in prospective remembering. *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, 97(2), 191-197.
<https://doi.org/10.1080/00223980.1977.9923962>
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. Henry Holt and Co. <https://doi.org/10.1037/10039-000>
- Milne, S., Orbell, S., & Sheeran, P. (2002). Combining motivational and volitional interventions to promote exercise participation: Protection motivation theory and implementation intentions. *British Journal of Health Psychology*, 7(2), 163-184.
<https://doi.org/10.1348/135910702169420>
- 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(1), 49-100.
<https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- 森田 泰介 (2005). 展望的記憶課題における自発的想起に関する認知過程のモデル. 心理学評

論, 48(2), 171-185. https://doi.org/10.24602/sjpr.48.2_171

Moscovitch, M. (1982). A Neuropsychological Approach to Perception and Memory in Normal and Pathological Aging. In F. I. M. Craik & S. Trehub (Eds.), *Aging and Cognitive Processes* (pp. 55-78). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4178-9_4

Munsat, S. (1967). *The Concept of Memory*. Random House.

Muter, P. (1980). Very rapid forgetting. *Memory & Cognition*, 8(2), 174-179. <https://doi.org/10.3758/BF03213420>

中村 竜 (2016). 指差喚呼体感訓練ソフト-SimError(指差喚呼編)(安全における人材育成・教育指導). 日本信頼性学会誌 信頼性, 38(1), 23-29. https://doi.org/10.11348/reaishinrai.38.1_23

内閣府 (2008). 公共交通機関の安全に関する世論調査 平成 20 年 <https://survey.gov-online.go.jp/h20/h20-koukyokoutsu/index.html>

2022 年 10 月 3 日確認

内閣府 (2018). 平成 30 年交通安全白書 https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/h30kou_haku/zenbun/index.html

2022 年 10 月 3 日確認

Neisser. (1978). Memory: What are the important questions? In M. M. Gruneberg, P. E. Morris, & R. N. Sykes (Eds.), *Practical aspects of memory: Current research and issues* (pp. 3-24). Academic Press.

西上 いつき (2020). 電車を運転する技術 SBクリエイティブ株式会社

Nowinski, J., Holbrook, J., & Dismukes, K. (2003). *Human memory and cockpit operations: An ASRS study*.

Nowinski, J. L., Holbrook, J. B., & R.K., D. (2003). Human memory and cockpit operations: An ASRS study. *Proceedings of the 12th International Symposium on Aviation Psychology*, 888-893.

- 小川 嗣夫 (1972). 52 カテゴリに属する語の出現頻度表 (資料). *人文論究*, 22(3), 1-68.
<http://ci.nii.ac.jp/naid/120003800565/>
- Rothschild, J. M., Landrigan, C. P., Cronin, J. W., Kaushal, R., Lockley, S. W., Burdick, E., Stone, P. H., Lilly, C. M., Katz, J. T., Czeisler, C. A., & Bates, D. W. (2005). The Critical Care Safety Study: The incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Critical Care Medicine*, 33(8), 1694-1700.
<https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000171609.91035.bd>
- Rummel, J., & Kvavilashvili, L. (2019). Take the field! Investigating prospective memory in naturalistic and real-life settings. In J. Rummel & M. A. McDaniel (Eds.), *Prospective Memory* (pp. 157-169). <https://doi.org/10.4324/9781351000154>
- Sato, A. (2016). The effect of speaking aloud on prospective memory performance in an interrupted situation. *Advances in Physical Ergonomics and Human Factors, proceedings of the AHFE 2016 International Conference on Physical Ergonomics and Human Factors*, 489, 921-930.
- 佐藤 文紀 (2016). 特集 イギリスの鉄道事情と英国鉄道安全標準化機構(RSSB)との共同研究. *RRR*, 73(5), 24-27.
- Sato, A., & Bowler, N. (2015). Investigating an Effective Method of Using Risk Triggered Commentary Driving and Point and Call Checks. *Fifth International Rail Human Factors Conference 14-17 September 2015 book of proceedings*, 466-476.
- 佐藤 文紀・小野間 統子・増田 貴之 (2020). 先取喚呼を利用した速度超過防止法. *鉄道総研報告*, 34(1), 15-20.
- 佐藤 文紀・重森 雅嘉・増田 貴之・畠山 直・中村 竜 (2011). 指差呼称の記憶促進効果. *日本心理学会大会発表論文集*, 75, 1234, https://doi.org/10.4992/pacjpa.75.0_1ev155
- Schaefer, E. G., Kozak, M. V., & Sagness, K. (1998). The role of enactment in prospective remembering. *Memory & Cognition*, 26(4), 644-650.

<https://doi.org/10.3758/BF03211384>

Schweickert, R., & Boruff, B. (1986). Short-term memory capacity: Magic number or magic spell? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *12*(3), 419-425.

<https://doi.org/10.1037/0278-7393.12.3.419>

Scullin, M. K., Bugg, J. M., & McDaniel, M. A. (2012). Whoops, I did it again: Commission errors in prospective memory. *Psychology and Aging*, *27*(1), 46-53.

<https://doi.org/10.1037/a0026112>

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*(7), 1232-1240. <https://doi.org/10.3758/s13421-011-0106-z>

Sheeran, P., & Orbell, S. (1999). Augmenting the theory of planned behavior: Roles for anticipated regret and descriptive norms. *Journal of Applied Social Psychology*, *29*(10), 2107-2142.

<https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1999.tb02298.x>

Shigemori, M., Sato, A., Masuda, T., & Haga, S. (2013). Human error prevention effect of point and call check used by railway workers in Japan. *Rail Human Factors: Supporting*

Reliability, Safety and Cost Reduction, 599-608. <https://doi.org/10.1201/b13827-78>

Shorrock, S. T. (2005). Errors of memory in air traffic control. *Safety Science*, *43*(8), 571-588.

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2005.04.001>

下木戸 隆司 (2007). 概念処理における意味飽和効果. *心理学研究*, *78*(5), 469-477.

<https://doi.org/10.4992/jjpsy.78.469>

Smith, L. C. (1984). Semantic satiation affects category membership decision time but not lexical priming. *Memory & Cognition*, *12*(5), 483-488. <https://doi.org/10.3758/BF03198310>

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*(3), 347-361.

- <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.3.347>
- Smith, R. E., & Bayen, U. J. (2004). A Multinomial Model of Event-Based Prospective Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*(4), 756-777. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.30.4.756>
- Straussberger, S. (2006). *Monotony in air traffic control - contributing factors and mitigation strategies*, European Organisation for the safety of air navigation (EEC Note No. 15/06).
- Straussberger, S., Schaefer, D., & Kallus, W. (2004, 22–24 November). *A Psychological Investigation of the concept of monotony in ATC: Effects of traffic repetitiveness and traffic density*. 1st International Conference on Research in Air Transportation (ICRAT), Slovakia.
- 塩沢 寛 (1997). 鉄道の運転ルールの解説 日本鉄道図書株式会社
- Sussman, D., & Copen, M. (2000). Fatigue and alertness in the United States railroad industry part I: the nature of the problem. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *3*(4), 211-220. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(01\)00005-5](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(01)00005-5)
- Teasdale, J. D., Dritschel, B. H., Taylor, M. J., Proctor, L., Lloyd, C. A., Nimmo-Smith, I., & Baddeley, A. D. (1995). Stimulus-independent thought depends on central executive resources. *Memory & Cognition*, *23*(5), 551-559. <https://doi.org/10.3758/BF03197257>
- 梅田 聡・小谷津 孝明 (1998). 展望的記憶研究の理論的考察. 心理学研究, *69*(4), 317-333. <https://doi.org/10.4992/jjpsy.69.317>
- Vortac, O. U., Edwards, M. B., Fuller, D. K., & Manning, C. A. (1993). Automation and cognition in air traffic control: An empirical investigation. *Applied Cognitive Psychology*, *7*(7), 631-651. <https://doi.org/10.1002/acp.2350070707>
- Vortac, O. U., Edwards, M. B., & Manning, C. A. (1995). Functions of external cues in prospective memory. *Memory*, *3*(2), 201-219. <https://doi.org/10.1080/09658219508258966>
- 渡辺 はま・川口 潤 (2000). 予定の記憶における時間的特性. 心理学研究, *71*(2), 113-121.

<https://doi.org/10.4992/jjpsy.71.113>

Yekovich, F. R., & Walker, C. H. (1986). Retrieval of scripted concepts. *Journal of Memory and Language*, 25(5), 627-644. [https://doi.org/10.1016/0749-596X\(86\)90016-1](https://doi.org/10.1016/0749-596X(86)90016-1)

付録 1：本論文に掲載の実験について

実験 1～実験 3 について

上記実験は認知心理学研究に掲載された論文に加筆修正を行ったものである。

佐藤文紀・星野祐司 (2009). 展望的記憶の意図優位性効果における遂行意図を付与する教示の効果, 認知心理学研究, 6(2), 109-121.

実験 4, 実験 5 について

上記実験は鉄道総研報告に掲載された実験に加筆修正を行ったものである。

佐藤文紀・小野間統子・増田貴之. (2020). 先取喚呼を利用した速度超過防止法. 鉄道総研報告, 34(1), 15-20.

実験 6, 実験 7 について

上記実験は、第 82 回 (2018 年開催 場所：東北大学) 及び第 83 回 (2019 年開催 場所：立命館大学) の日本心理学会にて発表された内容に加筆修正を行ったものである。

佐藤文紀 (2018). 喚呼によるつり込まれエラー防止効果. 日本心理学会第 82 回大会発表論文集 472.

佐藤文紀 (2019). 喚呼によるつり込まれエラー防止効果(2). 日本心理学会第 83 回大会発表論文集 1000.

実験 8 について

上記実験は、2019 年に行われた The World Congress on Railway Research にて発表された内容に加筆修正を行ったものである。

Sato A., Onoma O., & Masuda T. (2019). The effect of Commentary driving for preventing excessive speed, 12th World Congress on Railway Research - Railway Research to Enhance the Customer Experience -, October 28 to November 1, Tokyo.

付録2：実験1，2，3で使用されたスクリプト

下線部の単語が，語彙判断課題の文字列として使用された。

題名：日記付けの準備

1. スタンドをつける
2. 雑誌をしまう
3. ノートを開く
4. 鉛筆を削る
5. 日付を記す

題名：カフェオレ

1. コップをすすぐ
2. 水滴を拭き取る
3. ミルクを注ぐ
4. コーヒーを入れる
5. スプーンでまぜる

題名：洗濯物

1. 洗濯機をあける
2. タオルを取り出す
3. ハンガーにかける
4. クリップでとめる
5. ロープにつるす

題名：掃除

1. ほうきをつかむ
2. 紙くずを集める
3. ちりとりですくう
4. ごみ箱に捨てる
5. 道具を片付ける

謝辞

本論文をまとめるにあたり、多くの方のご指導とご支援を賜りました。

指導教員である立命館大学の星野祐司先生には、実験計画の立て方から論文の書き方、研究計画の発想の仕方など、小さなことから大局的なことまで非常にたくさんのご教示いただきました。誠に感謝に堪えません。心より御礼申し上げます。

副査をご担当いただいた立命館大学の土田宣明先生と服部雅史先生には、お忙しい中、長い論文を精査くださいましたこと、深く感謝申し上げます。

立命館大学と（公財）鉄道総合技術研究所の上司、先輩、同僚、後輩のみなさまには多大なお力添えとご配慮をいただきました。特に、都賀美有紀氏、村上嵩至氏、織田涼氏、増田貴之氏、小野間統子氏の激励と心配りは支えになりました。ご厚情に深謝いたします。

最後に、進路と研究生生活の良き理解者であった両親、妻、娘、息子に感謝いたします。