

Title	実演効果の認知処理機序の解明と記憶リハビリテーションへの応用 : 行為を伴うと記憶成績が高まるのはなぜか
Author(s)	増本, 康平
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45734">https://hdl.handle.net/11094/45734</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	増本 康平
博士の専攻分野の名称	博士（人間科学）
学位記番号	第 19149 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 人間科学研究科人間科学専攻
学位論文名	実演効果の認知処理機序の解明と記憶リハビリテーションへの応用－行為を伴うと記憶成績が高まるのはなぜか－
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 綾子 (副査) 教授 三浦 利章 助教授 恒藤 暁

### 論文内容の要旨

本研究は、呈示された行為文（例えば、「コップをもつ」）を記銘する際、言葉だけで憶えるよりも実際にその内容を実演した方が記憶成績が高まる“実演効果（enactment effect）”について、2つの大きな目的をもって実験を実施した。1つは、実演効果の認知処理機序の解明を目的とした研究である。本論文ではこの目的のために、MEG（Magnetencepharography）を用いた機能的脳画像実験と失行症患者を対象とした認知神経心理学的研究を実施した（第1章から第4章）。2つ目の目的は、残存する記憶機能を活用した記憶リハビリテーション方法の開発を目指し、実演効果の記憶リハビリテーションへの応用の可能性について検討することである。第5章では、重篤な記憶障害を呈するアルツハイマー病患者を対象とし、実演効果に関する実験を実施した。そして最後に、実演効果の認知処理機序の解明に関する研究と、実演効果の記憶リハビリテーション応用に関する研究の課題と展望について述べた（第6章）。

#### 第1章 実演効果に関するこれまでの研究と理論

第1章では、実演効果に関してこれまで行われてきた認知心理学的研究を概観した。1980年代初頭から始まった実演効果に関する研究は、約25年経た現在でも盛んに行われており、数多くの研究が報告されている。これらの研究から、符号化時に実演を伴う実演条件が、言葉だけで行為文を記銘する言語条件よりも記憶成績が高いことが示された。さらに言語条件でみられる記憶法則が実演条件では当てはまらないことが明らかにされた。例えば忘却に関しては、言語条件よりも実演条件の方が時間経過による再生率の低下が小さいことや、言語条件でみられる加齢や知能低下による記憶成績の低下が実演条件ではみられないこと、その他にも系列位置効果、処理水準効果、生成効果、といった言語条件では確認されている効果が実演条件ではみられないことが報告されている。

このような実演条件と言語条件の記憶成績や記憶法則の違いを説明する理論として、これまでに非方略説、複数モダリティ符号化説、項目特定処理説、統合説が提唱されている。しかしながら、いずれの理論でも実演効果の認知処理機序を十分には説明できていない。そして現在、非方略説、複数モダリティ符号化説、項目特定処理説で想定している、実演条件に特有の運動感覚情報（動作のスピード、強さ、テンポ、軌跡）が、実演効果の生起に重要であるかどうか争点となっている。

## 第2章 実演効果に関する機能的脳画像研究

実演効果に運動感覚情報が関与しているのかどうかを明らかにするために、これまでに EEG (electroencephalogram : 脳電図)、PET (positron emission tomography : 陽電子放射断層法)、fMRI (functional magnetic resonance imaging : 機能的磁気共鳴映像法) を用いた機能的脳画像研究が報告されている。これらの研究は再活性化説に従って、実演条件における運動感覚情報の関与を検討するものであった。再活性化とは、符号化時に活動した特定の感覚情報を処理した脳部位が、検索時に再び活性化することをいう (Sakai, 2003)。この再活性化説に従うと、もし実演効果に運動感覚情報が関与しているのであれば、実演条件で実演を行う際に活動する運動野が、運動行為を行わない検索時に再活性化すると予測される。これまでに報告された機能的脳画像研究では、運動感覚情報の再活性化がみられたとする研究とみられなかったとする研究があり、結果は一致していない。

そこで第2章では、fMRI や PET よりも時間分解能が優れ、また EEG よりも空間分解能が優れている MEG を用い、健常者 8 名を被験者として実演条件と言語条件の再認時の脳神経活動の比較を行った。MEG を用いた実演効果に関する研究はこれまで報告されていない。この実験の目的は、1) 実演条件において運動感覚情報の再活性化がみられるのか、また、条件間で活動部位に違いがあるのかを検討する、2) 運動感覚情報の再活性化や条件間での活動部位の差がみられたなら、それらの神経活動が再認刺激呈示後、どの時点で発生するのかを明らかにする、3) 実演条件と言語条件それぞれの大脳皮質におけるニューラルネットワークモデルを作成する、の3つであった。

実験の結果、実演条件の再認成績は言語条件よりも有意に高く、再認反応時間は実演条件のほうが言語条件よりも有意に短かった。MEG データについては、左一次運動野 (BA (Brodmann's Area) 4) に実演条件で言語条件よりも大きな神経活動が推定された。この結果は、符号化された運動感覚情報が検索時に再活性化していることを裏付けている。また運動感覚情報の再活性化は、再認刺激呈示後 170-250 ms という早い段階でみられ、その神経活動は行為の時間的・空間的特徴の処理を担う左頭頂葉に伝播していた。さらに実演条件では、右頭頂皮質 (BA7, BA40)、右後頭一側頭境界領域 (BA37) に言語条件より大きな神経活動が確認された。これまでに頭頂葉後方の BA7 は動作のイメージと、右後頭一側頭境界領域 (BA37) は道具のイメージとの関連が指摘されており、右の頭頂葉下部 (縁上回; BA40) は視空間注意との関連が指摘されている。したがって本実験の結果から、実演条件では言語条件と比較し検索時に内的視空間処理が行われていることが示唆された。一方、言語条件では、言語の意味的処理と関連している左前頭皮質下部 (ブローカ領域; BA44, 45) に実演条件よりも大きな神経活動が確認された。これらの結果は、実演効果には運動感覚情報が関係していること、また実演条件の検索は非言語的処理に依存しており、言語条件の検索は実演条件よりも意味的処理に依存していることを示している。そして本実験から、実演効果の生起には運動感覚情報の処理、道具と動作の内的視空間処理、行為文の意味的処理が関与していることが明らかになった。しかし本実験では、これらの処理と実演効果の関与を示したのであって、実演効果の生起に運動感覚情報が決定的な要因であると結論付けることはできなかった。

## 第3章 実演効果に関する認知神経心理学的研究

fMRI を用いた Russ et al. (2003) の研究では、実演条件の検索時に運動野の再活性化は認められず、行為の時間的・空間的表象 (運動プログラムあるいはプラキシコン) との関連が指摘されている両側の頭頂葉下部 (縁上回) に実演条件で顕著な血流の増加を認めた。この結果から彼らは、実演効果の生起には一次運動野が担う運動感覚情報よりも高次の、行為の特徴に関する表象の処理が重要であることを示唆した。

そこで第3章では国内外で初めて、行為表象の処理に障害のある失行症患者を対象とし、実演効果における行為表象の処理の関与について検討した。失行症とは、麻痺、不随意運動、失調、筋緊張異常などの症状がないにも関わらず、目的に沿って運動を遂行できない状態をいう。そしてこの失行症は、Russ et al. (2003) が実演効果の神経基盤の中核であると考察した縁上回の病巣で起こることが報告されている。もし、Russ et al. (2003) が主張するように、実演効果の生起に運動プログラムといった行為の特徴に関する処理が重要であるならば、失行症患者には実演効果がみられないと考えられる。そこで本実験では、失行症以外の認知障害を呈さない希有な病態を示した患者 1 名 (K.T.) と高齢者 10 名を対象とし、実演条件と言語条件の自由再生と再認成績を比較した。

K.T. の再生成績を条件間で比較した結果、言語条件よりも実演条件の方が成績は有意に高く実演効果がみられた。

このことから、行為表象の処理は実演効果の決定的な要因ではなく、運動感覚情報の処理といった別の処理が実演効果には重要であることが示唆された。しかしながら興味深いことに、K.T. の再認成績には言語条件と実演条件に差はなく、実演効果がみられなかった。この結果は、本実験で用いた再認課題の特性によるものだと考えられる。本実験で用いた再認テストは、ディストラクターとして記銘した行為文の動詞の部分のみを変えたものを使用している（記銘項目が「コップを持つ」であればディストラクターは「コップを置く」）。このような再認課題では、被験者は動作について記銘項目とディストラクターのマッチングを行うこと、つまり行為の特徴に関する処理が求められる。そのため、行為表象の処理に障害のある失行症患者には実演効果がみられなかったと考えられる。そして本実験から、行為表象の処理は実演効果の生起に関連していないわけではなく、その処理が実演効果に影響するかどうかは、求められる記憶課題に依存することが示された。

#### 第4章 実演効果を説明する新たな認知処理モデルの構築

第4章では、第2章のMEGの実験、第3章の失行症患者を対象とした実験、そして実演効果に関する先行研究をもとに、実演効果の認知処理機序を説明する符号化と検索の2つのモデルを新たに構築した。本論文で構築したモデルの特徴は3つある。1つめの特徴は、複数のモダリティでなされる符号化処理の相互作用を想定した点である。実演条件の符号化時に視覚、聴覚、運動感覚から入力される情報はそれぞれ特有の符号化処理がなされることはこれまでのモデルでも示されている。しかし新たなモデルでは、それぞれのモダリティで行われている符号化処理が、別のモダリティで行われる符号化処理に影響を与える相互作用を想定した。2つめは、行為の特徴に関する符号化処理を想定した点である。3つめは実演条件と被験者の身体運動を伴わない言語条件や観察条件で異なる認知処理のプロセスを明確にした点である。さらに本章では新たに構築した認知処理モデルによって、現在議論されている4つの争点（道具の効果、身体的動作の重要性、関係処理、自動的処理）を説明することを試みた。

#### 第5章 実演効果の記憶リハビリテーション応用に関する検討

第1章から第4章までは実演効果の認知処理機序の解明を目的としたが、第5章では実演効果の記憶リハビリテーションへの応用の可能性について検討した。臨床場面では、記憶障害は一般的にエピソード記憶の障害を指す。このエピソード記憶の障害はアルツハイマー病（以下、AD患者）、コルサコフ症候群、脳梗塞、脳炎、頭部外傷などの脳疾患によって引き起こされ、臨床では最も頻回に認められる症状である。これまでに行われてきた記憶障害に対するリハビリテーションとしては、反復訓練、外的代償法、記憶方略、環境調整、そして残存する記憶機能の活用が挙げられる。この中で現在盛んに研究されているのが、残存する記憶機能を活用した記憶リハビリテーションである。AD患者や健忘症患者は重篤なエピソード記憶障害を呈するが、潜在記憶であるプライミングや手続き記憶は健常者と同程度に保たれていることが明らかにされている。実演効果はエピソード記憶成績を向上させるが、行為の実演の際には既に獲得した運動技能を使用しているため、手続き記憶とも関連している。さらに実演を伴うことによって得られる運動感覚情報は、実演を伴わない想起時に再活性化し検索時の処理を促進する。そのため実演効果は、先行する刺激が後続の行動に影響を与えるプライミングとして捉えることもできる。このように実演効果は、記憶障害患者でも比較的保たれている記憶と関連しており、記憶リハビリテーション方法として有用である可能性がある。

そこで、実演効果の記憶リハビリテーションへの応用を検討するために、1) 重篤なエピソード記憶障害を呈するAD患者に実演効果がみられるかどうか、2) 記憶の保持に実演効果が及ぼす影響、3) 実演効果だけでなく、道具の呈示と行為の観察が記憶成績に及ぼす影響、4) 記憶の正確性に実演効果、道具の呈示、行為の観察が及ぼす影響について検証した。これらを明らかにするために、軽度のAD患者（10名）、健常高齢者（13名）、健常若年者（15名）を被験者とし、言語条件、実演条件に加え、言語/道具条件（記銘項目を実演する際に必要となる道具を呈示する）、観察条件（実験者が実演を行い被験者はそれを観察しながら項目を記銘する）の計4条件を設定し、直後再生テスト、30分後の遅延再生テスト、再認テストを被験者に実施した。実験の結果、直後再生では全ての群で言語条件と言語/道具条件、言語/道具条件と実演条件間に有意差がみられた。このことから、道具呈示の効果と実演効果がAD患者の再生成績を向上させることが明らかになった。しかし、いずれの群でも、言語/道具条件と観察条件には有意な差がみられなかったことから、行為の観察ではAD患者の再生成績が向上しないことが示された。遅延再生では、言語条件

よりも実演条件の方が再生成績は有意に高かった。また、言語/道具条件と観察条件は他の2条件と比べて、時間経過による再生成績の低下が顕著であることが明らかになった。さらに実演効果は、記憶量だけでなく記憶の正確性を向上させる効果があり、その効果は若年者だけでなくAD患者、高齢者にも確認された。再認では、道具呈示による成績の向上が実演効果、行為の観察と比較して最も顕著であった。重篤なエピソード記憶障害を呈するAD患者においても、実演効果によって再生成績が向上し、記憶の正確性も向上したことから、実演効果を応用した記憶リハビリテーションを行うことにより、AD患者のエピソード記憶機能の低下が改善され得ることが示された。さらに第5章では、これまでの研究と本論文の実験結果から、実演効果を用いた記憶リハビリテーションの有効性と、実演効果を用いた記憶リハビリテーションがどのような脳疾患患者に適用可能であるのかについて考察した。

## 第6章 総合論議

第6章では、実演効果の認知処理機序の解明に関する研究と実演効果の記憶リハビリテーションへの応用を目指した研究のそれぞれの課題と展望について考察した。

実演効果の認知処理機序の解明については、第1章で概観した認知心理学的アプローチだけでなく、第2章で行った機能的脳画像実験や第3章の認知神経心理学的実験が今後も重要であることについて述べた。これまでの機能的脳画像研究は、実演効果に関連する脳部位を明らかにすることに焦点がおかれてきた。今後は、その脳部位がどの時点で活動するのかを詳細に検討することで、実演効果の認知処理の時間的なプロセスを明らかにしていく必要がある。また、構築された実演効果の認知処理モデルの妥当性を検証するには、その認知処理モデルに含まれる特定の認知機能に障害のある患者を対象とする認知神経心理学的実験が必要であることを述べた。

実演効果の記憶リハビリテーションへの応用については、本論文の問題点として、記憶障害患者の日常生活の問題に対する具体的な記憶リハビリテーション方法を提示したわけではないということ挙げた。今後は、記憶障害を呈する患者の日常生活の問題を改善・軽減するために、実演効果を応用した具体的な記憶リハビリテーション方法の開発が必要であることを提言した。そして最後に、医療従事者と心理学者がお互いに意見交換し協力することが、基礎的研究と臨床の双方の発展に重要であることを述べた。

## 論文審査の結果の要旨

当論文は、行為を伴うと記憶成績が向上する実演効果について、「実演効果の認知処理機序の解明」と「記憶リハビリテーションへの応用」という2つの観点から研究を行っている。

実演効果の認知処理機序の解明を目指した研究では、国内外で初めて脳磁場計測(MEG:magnetoencephalogram)を用い実演効果に関する研究を実施した。その結果、運動感覚情報が実演効果の生起に重要であること、また非言語的な検索処理が運動感覚情報によって促進されることが示された。また、失行症患者を対象とした認知神経心理学的実験を実施し、実演効果に行為表象の処理が関与していることを明らかにした。失行症患者を対象とした実演効果に関する研究はこれまでに報告されておらず、オリジナリティのある実験である。

さらに、実演効果の社会的応用を目指して、アルツハイマー病患者を対象とした実験を行い、記憶リハビリテーション方法としての実演効果の有効性を示唆した。

以上、当論文は実験方法の斬新性、得られた結果の新規性、結果の社会への応用性から、博士(人間科学)の学位の授与に十分に値するものと判定した。