

原 著

被験者実演課題が記憶再認に及ぼす影響 —画像再認課題を用いた事象関連電位による検討—

松 下 太

四條畷学園大学リハビリテーション学部

川 又 敏 男

神戸大学大学院保健学研究科

キーワード

エピソード記憶, 再認, 被験者実演課題, 事象関連電位

要 旨

被験者実演課題 (SPTs) による記憶成績向上の機序を明らかにするため, 大学生 45 名を対象に, 言語課題 (VTs) と SPTs の 2 条件を設定して行為文の記録を求めた. その 30 分後に, 行為の写真画像を提示し, 記録した行為文 (ターゲット) に相当する写真の提示時にできるだけ早くボタン押し反応を要請する再認課題を用いて, その再認率と虚再認率, 反応時間および事象関連電位 (ERP) を測定し, VTs 条件と SPTs 条件間の比較を行った. その結果, VTs 条件よりも SPTs 条件において, 再認成績が良く, 反応時間も有意に短かった. また ERP では, P300, N400, P600 成分を認め, P600 では VTs 条件よりも SPTs 条件で振幅が有意に大きかった. この結果から, SPTs 条件においては VTs 条件と比べて, より大きな資源を必要とするイメージの情報処理が, 行為画像による再認時に行われていると推察され, 言語のみによる提示よりも, 行為を実演することによる再認成績向上に関連していると考えられた.

SPTs は, 我々が日常生活において行為を想起する際の記憶情報処理に関係していると考えられ, 今後は ERP を含めた脳活動測定法を用いて, SPTs 効果のメカニズムを明らかにすることで, 日常の物忘れなどの研究に結びつく可能性が考えられた.

はじめに

記憶の分類には様々な考え方があがるが, 一般的には時間軸による分類と内容の質による分類に分けられる. 時間による分類では, 認知心理学的には, 短期記憶と長期記憶に分類され, 神経心理学的には即時記憶, 近時記憶, 遠隔記憶とに分類される^{1, 2)}. 記憶される内容の質による分類では, 大きく陳述記憶と非陳述記憶に分けることができる. 陳述記憶とは, 言葉やイメージで表現することができる記憶であり, 意味記憶やエピソード記憶がこれにあたる. 一方, 非陳述記憶とは, 言葉で表現することは困難であるが, 身体が覚えているような記憶であり, 手続き記憶などがこれにあたる³⁾.

一般的に記憶といえは, 社会的出来事や個人的出来事のエピソード記憶と思われることが多いが, これまでエ

ピソード記憶の測定には, 言語で提示された単語の記録を被験者に求めて実験が行われる形式, つまり言語材料を用いた課題 (Verbal Tasks: 以下 VTs) で研究されることがほとんどであった. これは, 提示された単語の記憶を被験者に求め, 再生や再認などを求める方法によって実験が行われる形式をとっており, VTs 以外の実験刺激を用いた研究はあまり行われてこなかった.

1980 年代に入り, それまでの記憶法則の一般性に疑問を投げかけるパラダイムに注目が集まるようになり, 被験者実演課題 (subject-performed tasks: 以下 SPTs) という新しい記憶研究のパラダイムが開発された⁴⁾. SPTs とは, 被験者に行為文 (例えば「ボールを転がす」) のリストを提示し, その教示文通りの行為を被験者に実演させて記録を行わせる課題であり, 行為事象記憶とも

表1 被験者の属性 (n=45)

年齢	逆唱	末梢課題			
		図形①	図形②	数字	仮名
20.22 (0.93)	5.91 (1.125)	99.32 (1.023)	99.64 (0.892)	99.13 (1.254)	97.66 (2.508)

いわれる。通常、SPTsの再生は実演による再生ではなく、VTsと同様に言語による再生を被験者に求めることが多い。藤田⁵⁾は、SPTsが新しい技能を獲得することを目的とせず、特定の場所と時間において行った、日常的に行っているようなありふれた行為が思い出せるかどうかを問題としていることから、SPTsはあくまでもエピソード記憶の測度であるとし、手続き記憶とは区別している。

これまでの研究から、SPTsにおける再生成績がVTsよりも優れている、いわゆる「SPTs効果」の存在が明らかにされている⁶⁾。また、SPTsではVTsと異なり、記録する際に物品を用いることが、再生成績を引き上げるのではないかという疑問に対しても、物品のみを提示する条件を取り入れた実験において、物品の提示が記憶成績を向上させるのではなく、行為実演そのものの記憶成績を向上させる効果が明らかとなっている。

しかし、なぜSPTsの記憶が言語事象より優れるのか、パフォーマンスのパターンが言語事象の記憶のものとは異なるのかについては、まだ明らかにされていない点も多い。その原因として、SPTsの研究パラダイムがどちらかというところ想起段階における検索時よりも記録段階での符号化時の処理に目を向けてきたことが挙げられ、今後は検索時の認知処理までを念頭に置いた研究の必要性が指摘されている⁷⁾。

事象関連電位 (event-related potential : 以下 ERP) は、外的あるいは内的な事象に時間的に関連して生じる脳の一過性の電位変動である。ERP波形の振幅や潜時は、刺激や課題内容によって選択的に変化する。ERPの内因性成分は、様々な実験パラダイムに際して、被験者の課題処理に対応する能動的な神経活動に対応する成分で、一般に予期、注意、検索、識別、意思決定、記憶等の認知過程 (心理的特性) に対応した大脳活動を反映してい

る⁸⁾と考えられているが、SPTs効果を探る目的でERPを応用した報告は殆どない。そこで今回は、ERPを用いてSPTs効果における再認時の認知処理過程について検証する。

対象と方法

1. 対象者

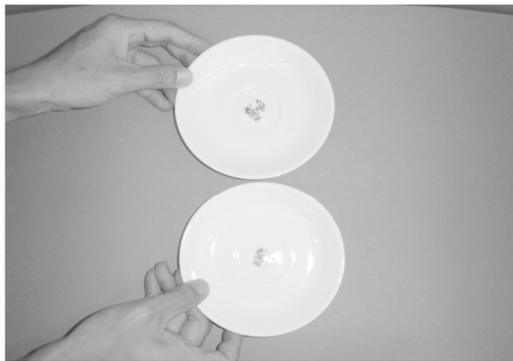
対象者は、実験への参加に書面で同意が得られた大学生45名 (男性16名、女性29名、平均20.2±0.9歳) であった。全員が、裸眼または眼鏡・コンタクトによる矯正により正常な視力、および正常な聴力を有していた。実験参加前に本実験の趣旨やERP測定の内容など全て十分な研究の説明を行い、紙面にて実験参加の同意を得た。

全ての対象者に対して、実験に影響し得る注意機能に問題がないかを確認するため、日本高次脳機能障害学会の標準注意検査法 (CAT) より抜粋した、数字逆唱 (digit span) と4種類の視覚性抹消課題 (Visual Cancellation Task) を実施した。対象者の特性を表1に示した。なお、本実験は、四條啜学園大学の倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 実験方法

本研究では、VTs、SPTsの2条件を設定し、1人の被験者にこれらの2条件で課題を実施した。課題の実施順序は、性別に層化され無作為に2群に割り付けられた被験者ごとに、クロスオーバーデザインとし、VTs、SPTs各条件の実施は1週間以上空け、同じ曜日の同一時間帯に同じ場所で、遮音性の高い静かな個室で実施した。

予備調査として、本実験に参加しない大学生2名に対して、VTs、SPTsの2条件で行為文を記録してもらい、行為文に関する道具の写真を提示して再認率を調査し、



提示文「皿を並べる」



提示文「皿を重ねる」

図1 再認時の提示画像

提示記録する行為文の最低数を確認した。また、代表的な ERP 成分である P300 の測定では、低刺激頻度の出現確率が 0.1~0.2⁸⁾であることを参考にして、記録材料として 103 通りの日常的な行為文を作成した。1 つの行為文に対し実演で使用する道具を 1 つ用意し、計 103 個の道具を用意した。また、再認実験時に、文章内の道具だけで判断せず、行為文全体での判断ができるよう、道具それぞれに対し 2 通りの行為文を作成し、合計 206 項目の行為文を用いた。206 項目の行為文のうち、無作為に抽出した 40 種類の道具を用いる 40 行為文を 1 リストとして 6 リストを作成した後、各被験者へ 1 リストずつ無作為に振り分けられた。

記録段階での VTs 条件は、被験者に 1 リスト 40 通りの行為文を正確に覚えるよう教示を行った後、実験者があらかじめ、行為文と行為文の間が 10 秒間隔になるように CD-R に録音した行為文を CD デッキ（パナソニック RX-MDX77）で再生して提示した。再生音量、スピードは全て同一条件とした。SPTs 条件では、VTs 条件での行為文提示に加え、行為文に出てくる道具が被験者に手渡され、被験者はそれを用いて行為文の実演を行い、行為文を記録した。いずれも、1 つの行為文が提示された次の行為文が提示される迄の 10 秒間に実演を行った。また、行為文の記録の際に提示される道具は、実演時以外は被験者から見えない位置に置くこととした。

行為文記録後の保持の段階では、VTs、SPTs 条件とも、別室の他者との交流を遮断した個室で、決められた音楽を聴く以外何もしないように指示をし、30 分間の待機を求めた。

想起には再認課題を用い、VTs、SPTs 条件ともに 1 リスト記録の 30 分後に実施した。再認課題による実験は、206 項目の行為文を表す写真画像を、被験者の眼前 100

cm に設定したパソコン用 17 インチ CRT モニター（SONY 製）に、カラー写真（23 cm×28 cm）で提示し実施した。行為文を表す写真画像は、あらかじめ道具を用意して、道具と行為文が理解できるような場面を設定し、静止画をデジタルカメラで撮影した（図 1）。写真画像は、ビデオ編集ソフト「Video Studio 7（ユーリードシステムズ）」に取り込み、DVD ディスク上に 6 種類のビデオ画像を作製して、記録段階の提示画像の順序とは異なるようランダムに配置したものを被験者に提示した。1 つの写真画像の提示時間は 3 秒間とし、10 枚提示ごとに CRT モニターの画面をブルーに設定して 3 秒間の休憩時間を設けた。記録した行為文の写真画像（以下ターゲット刺激）の刺激（提示）頻度は 19.4%であった。

実験に際し、被験者に、記録した行為文を表すターゲット刺激が提示されたら速やかにボタンを押してもらおうと求め、ERP を測定した。また被験者には、画像提示中の瞬目や眼球運動をできるだけ抑制するように教示した。

ERP および眼球運動（以下 EOG）の測定には、4 チャンネル脳波用増幅器（ナブコ社）を用いた。ERP は、国際 10-20 法に基づき、Fz、Cz、Pz 部位から両耳朶結合を基準にサンプリング周期 4 msec（サンプリング周波数は 250 Hz）で導出し、周波数帯域は 0.1~30 Hz とした。EOG は左眼窩上縁部から導出し、±100 μV 以上の眼球運動、体動などのアーチファクト混入試行は ERP 加算平均処理から除外した。電極は全て銀塩化銀電極を用いた。導出した全ての電極からの ERP は、写真画像の提示時点をトリガにし、加算平均を行った。写真画像提示前 200 msec 間の平均電位をベースラインとして、写真画像提示刺激後 250-800 msec 区間内の ERP 波形より ERP 成分を同定した。

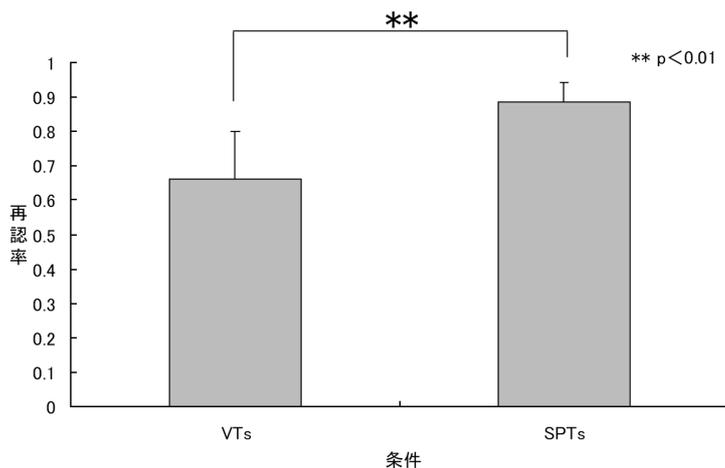


図2 SPTs条件とVTs条件の再認率比較

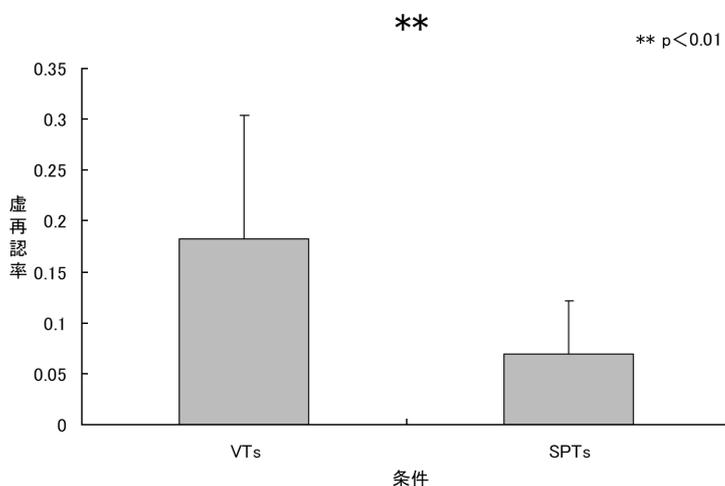


図3 SPTs条件とVTs条件の虚再認率比較

また、VTs、SPTs 各条件でのパフォーマンス成績もそれぞれ求めた。行為文再認のターゲット刺激に対する正答数（真の再認数）と無反応数、およびターゲット刺激以外の写真画像（以下ノンターゲット刺激）の提示時に認められた偽の再認数を求めた。また、VTs、SPTs 各条件における反応時間の平均と標準偏差を求め、条件間で比較分析した。

3. 分析方法

データの処理に関しては、再認テストで得られた反応数の結果および反応時間について VTs、SPTs の二条件間で比較した。VTs、SPTs 各条件において、正答数をリストの行為文の数で除した値を算出し、この値を再認率として再認成績の指標とした。また、本研究では、ノンターゲット刺激提示時に認められた偽の再認反応を虚

再認と定義し、各条件で虚再認数を回答数（正答数+虚再認数）で除した値を算出し、この値を虚再認率として虚再認の指標として用いた。この虚再認率は、回答に虚再認が含まれる割合を表している。ERP については、VTs 条件、SPTs 条件それぞれで得られた ERP 波形を、各条件間で比較した。

データの統計処理には、statce 12（エクセル統計アドインソフト）を用い、データ分布の正規性に依りて、再認率と虚再認率においては tpaired t 検定、反応時間においては Wilcoxon 順位検定を用い、ERP 総加算平均の各成分においては Friedman 検定もしくは Wilcoxon 検定、各被験者から同定した ERP 波形に対しては、Student's t 検定もしくは Mann-Whitney's U 検定による分析を行った。有意水準は5%とした。

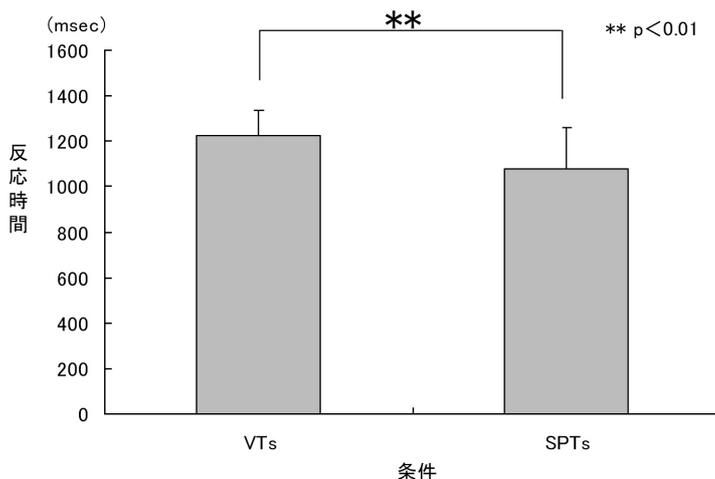


図4 ターゲットに対する反応時間の比較

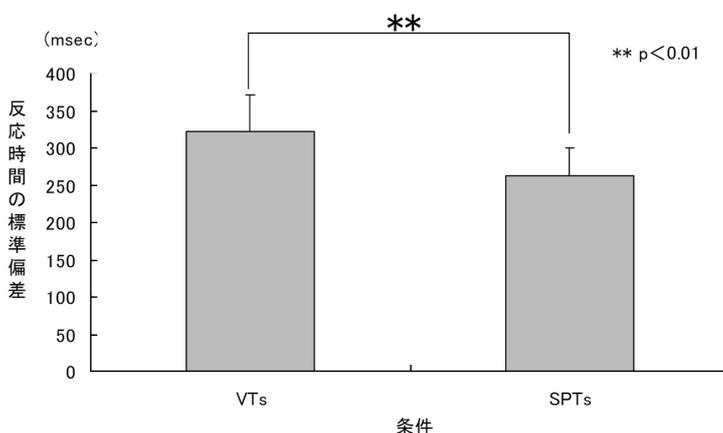


図5 ターゲットに対する反応時間の標準偏差比較

結 果

1. VTs と SPTs の再認テスト比較

VTs 条件と SPTs 条件において、その再認率および虚再認率に有意差 ($p < 0.01$) が認められ (図 2, 図 3), 言語提示に実演を併せた SPTs 条件 (再認率 88.7%, 虚再認率 6.9%) の方が, 単純言語提示である VTs 条件 (再認率 66.2%, 虚再認率 18.3%) よりも, 有意に再認率が高く, 虚再認率が低いことが明らかとなった。

2. VTs と SPTs の再認時の反応時間比較

VTs 条件と SPTs 条件において, ターゲット刺激の出現からボタン押しまでの反応時間に有意差 ($p < 0.01$) が認められ (図 4), 言語提示に実演を併せた SPTs 条件 (平均反応時間 1081.1 msec) のほうが, 単純言語提示である VTs 条件 (平均反応時間 1223.8 msec) よりも,

ターゲット刺激に対する反応時間が有意に速いことが明らかとなった。また, 反応時間の平均標準偏差についても, VTs 条件と SPTs 条件間で有意差 ($p < 0.01$) を認め (図 5), SPTs 条件のほうが VTs 条件よりも反応時間が速い上にバラツキも少ないことが明らかとなった。

3. VTs と SPTs の再認時 ERP 比較

図 6 に, Pz 部位における総加算平均 ERP 波形を示す。SPTs 条件, VTs 条件の両条件のターゲット刺激, ノンターゲット刺激ともに, 潜時 350-400 msec 付近に頂点を有する大きな陽性成分を認めた。また, SPTs 条件, VTs 両条件のターゲット刺激に関しては, 潜時 400-500 msec 付近に陰性方向へ頂点を有した成分と, 潜時 550-600 msec 付近に頂点を有した大きな陽性成分を認めたが, ノンターゲット刺激では明らかな頂点を認めな

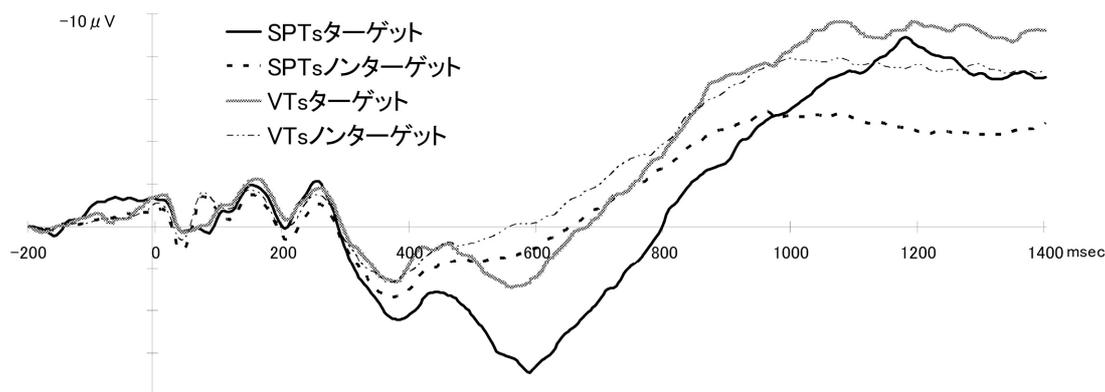


図6 VTs 条件, SPTs 条件の ERP 総加算平均波形 (Pz)

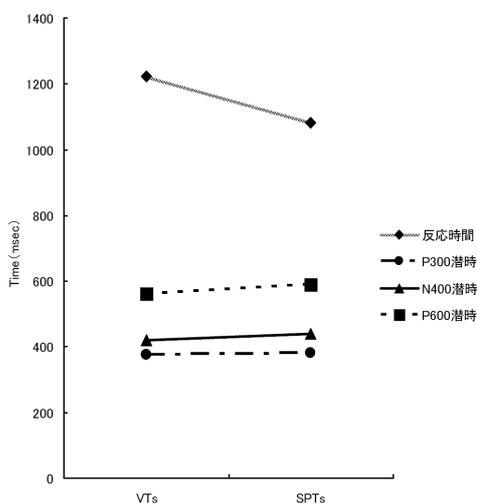


図7 VTs 条件と SPTs 条件でのターゲット刺激に対する平均反応時間と各成分の平均潜時 (Pz)

った。これらの各成分をそれぞれ P300, N400, P600 と同定し、これらの波形データに対して検定を行ったところ、SPTs 条件のターゲット波形の P600 において、SPTs 条件と VTs 条件の間で有意差 ($p < 0.01$) を認めた。P300 と N400 については有意差は認めなかったが、P300 では VTs 条件よりも SPTs 条件で、振幅がやや増大傾向にあった。また、再認時の平均反応時間の結果とは対照的に、P300, N400, P600 の各成分の平均潜時は SPTs 条件、VTs 条件によらず変化しなかった (図7)。

図8に SPTs 条件と VTs 条件の Fz, Cz, Pz 部位における ERP 波形の典型例を示す。典型例が示すような ERP 波形が多くみられたため、各被験者ごとに、EOG の影響を受けにくいとされる優勢部位 (Pz) において、

P300, N400, P600 を同定し、その頂点潜時および振幅を測定した。各成分の頂点が不明瞭で同定が困難な例については、潜時、振幅は測定しなかった。表2に各成分の頂点潜時、振幅の平均値を示す。P300 については、VTs 条件と SPTs 条件の両条件間で t 検定を行ったところ、潜時、振幅とも有意差は認めなかった。N400 についても VTs 条件と SPTs 条件の両条件間で t 検定を行ったところ、潜時、振幅とも有意差は認めなかった。P600 においては、VTs 条件よりも SPTs 条件で、振幅、潜時ともにやや増大傾向にあった。VTs 条件と SPTs 条件の両条件間で、振幅データに対して t 検定を、潜時データに対して Mann-Whitney's U 検定を行ったところ、振幅、潜時とも有意差は認めなかったが、SPTs 条件で、VTs 条件に比べ P600 振幅に明らかな増大傾向 ($p = 0.075$) があつた。また、SPTs 条件に対する VTs 条件での各成分の出現割合は、P300 で 87.5%, N400 で 93.1%, P600 で 90.9% であり、いずれも言語提示である VTs 条件より言語提示に実演を併せた SPTs 条件のほうが出現率が高い傾向にあつた。

考 察

本研究では、健常者に対する実験において VTs 条件と SPTs 条件での再認成績について検討するとともに、ERP を指標として、それぞれの潜時、振幅について検討した。

過去の研究から、SPTs 効果は既に一般に認められているが、本研究においても、言語提示のみの VTs 条件よりも、言語提示に実演を併せた SPTs 条件のほうが再認成績が優れ、エラー率が少なく、反応時間も速いことが

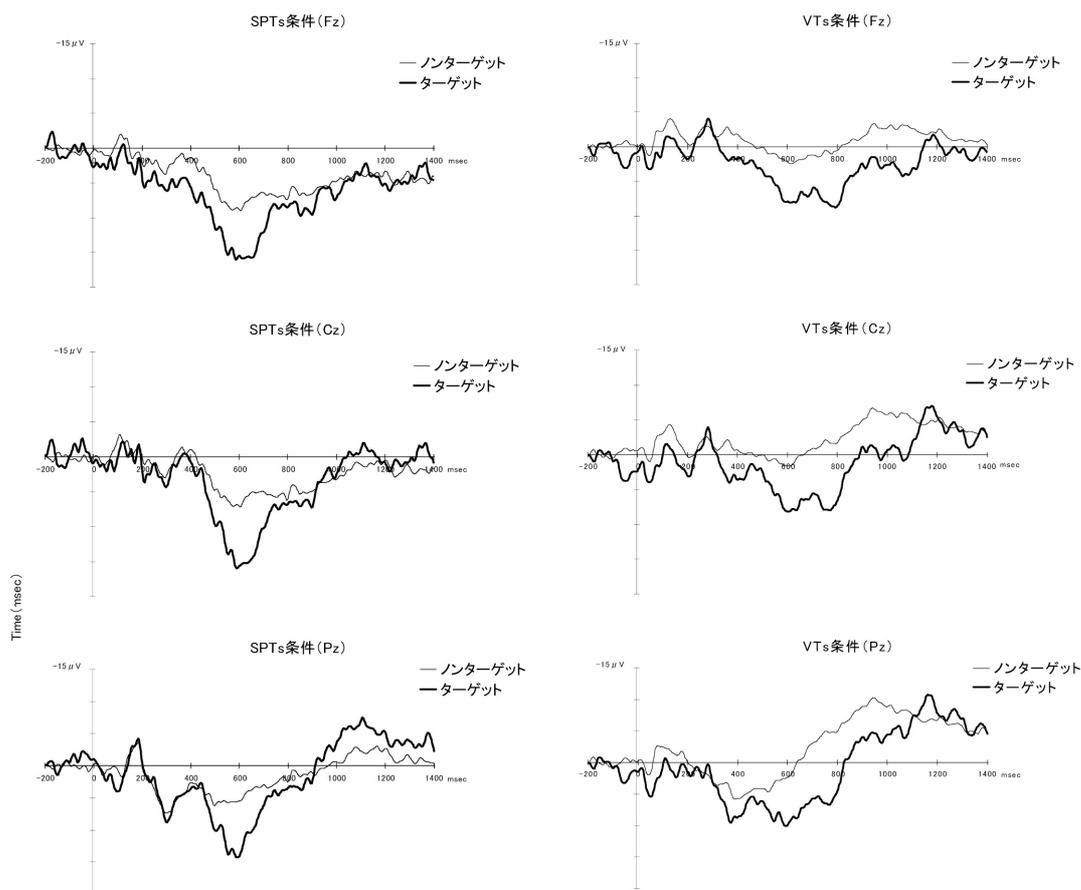


図8 SPTs条件, VTs条件のFz, Cz, Pz部位におけるERP波形の典型例

表2 SPTs条件, VTs条件の各成分の平均値比較 (Pz)

	VTs		SPTs	
	潜時 (msec)	振幅 (μ V)	潜時 (msec)	振幅 (μ V)
P300	362.2 \pm 41.9	9.6 \pm 4.3	361.2 \pm 31.8	9.0 \pm 4.6
N400	440.4 \pm 31.7	1.6 \pm 5.5	440.6 \pm 32.7	2.5 \pm 4.4
P600	589.2 \pm 43.5	7.9 \pm 7.0	598.2 \pm 45.6	10.7 \pm 4.8

確認された。SPTs 効果に関しては様々な理論が報告されているが、共通する点としては、言語提示のVTsによる記憶より実演を併せたSPTsの方が、符号化が自動的に行われ再生成績が向上するというものである⁷⁾。また、再認の成績は、一般に自由再生に比べ向上することが知られている。SPTsにおいても、再生よりも再認の方が成績が向上することが示されており⁴⁾、SPTsでは記録時の項目特定処理(項目間の弁別を容易にする処理)が重要で、その項目特定処理は、再生よりも再認において反映されやすいとする報告もある⁹⁾。このように、SPTs

効果については、行為実演の符号化処理に起因するものという考え方が多く報告されている⁵⁾。しかし、これまでSPTsの研究パラダイムは符号化時の処理に目を向けられ、検索時に対しては検討されていなかったこともあり、今回は、ERPを指標に検索時の認知処理過程について検討した。

実験の結果、ERPにおいては、P300, N400, P600と思われる成分が同定され、総加算平均では、再認成績の良いSPTs条件のほうが各成分の振幅は大きかった。P300は、神経生理学的にどのような神経回路を介して

頭皮上に投射しているのか未だ十分にはわかっていない。一方、生理心理学においては、実験条件と主成分分析により、潜時は刺激処理時間を示し、振幅は注意配分や前期の鋭敏な測定指標であり、認知処理資源の量を示す指標¹⁰⁾として活用されている。

今回、ERP 総加算平均より、SPTs 条件、VTs 条件それぞれのターゲット、ノンターゲットで P300 を認めた。P300 の振幅について有意差は認めなかったが、SPTs ターゲット、SPTs ノンターゲット、VTs ターゲット、VTs ノンターゲットの順で振幅が減少する傾向であった。被験者にとって刺激が意味を持つ場合、たとえば、教示によって反応を求められた場合には、そうでない場合に比べて、大きな P300 が生じる¹¹⁾。VTs 条件に比べ SPTs 条件のほうが振幅が大きい傾向にあったことは、刺激に対する認知反応を示していると考えられ、その検索時において VTs 条件以上に SPTs 条件のほうが、より大きな認知処理が行われていることをあらわしていると考えられる。よって、言語提示のみで記銘する VTs 条件よりも、言語提示に実演を併せた SPTs 条件のほうが再認刺激に対する認知処理資源が多い可能性があると思われる。

一般に、P300 の実験ではターゲットのみに P300 が惹起されるが、今回はターゲット、ノンターゲットともに P300 が惹起された。また、高頻度刺激（ノンターゲット刺激）では、N100 と N200 のみが出現し P300 は現れない¹¹⁾とされるが、反応を抑制する作業が必要となる NoGo 課題においては、P300 が反応抑制に関連した ERP として報告されている¹²⁾。今回の実験における再認では、提示された写真が、記銘した行為文または行為であるかを判別する必要があり、特に道具が同じでもその行為が違う場合には、反応を抑制する脳活動が生じ、ノンターゲットにおいても P300 を認めたものと推察される。

一方、SPTs 条件、VTs 条件のターゲット刺激において、N400 と P600 を認めた。両成分の潜時に有意差はなかったが、P600 の振幅は、VTs 条件よりも SPTs 条件のほうが有意に増大していた。N400 は、刺激提示後約 400 msec に出現する陰性方向の振れで、文脈理解における言語情報処理の研究では、文末の意味的に逸脱した語に対して最も明瞭に出現することから¹³⁾、単語認知、意味処理の研究で指標とされている。P600 は、潜時 600 msec 付近で頭頂部優勢に分布する陽性電位であるが、これまで、主に欧米の言語を対象とした研究により、文処理の意味的・談話的側面における処理負荷を反映する N400 成分に対して、統語的側面における処理負荷を反

映して P600 成分が惹起されることが明らかになっている^{14, 15)}。このように、N400, P600 は、文処理のある特定の側面に敏感な ERP 成分があることが明らかになっているので、ある語の入力によって生じた処理負荷が文処理のどの側面における困難さに起因するのかを反映する指標と考えられている。

さらに、近年では、記憶機能と N400 や P600 の関連性が指摘されている。N400 は、いわゆる反復・意味・文脈プライミングに対する効果としてその振幅が減衰する¹⁶⁾。立花ら¹⁶⁾は、この N400 反復効果を指標として、パーキンソン病では潜在記憶が障害されていると報告している。N400 は、単語を用い、反復プライミングをみる形で検討されることが多いが、聴覚的に提示された言語のみでなく視覚的に提示された顔の再認繰り返しにより、修飾をうけることも明らかになっている^{17, 18)}。それらの研究の一致した所見は、反復された顔によって導出された ERP は新奇の顔により導出された ERP に比し、頭頂-中心領域の 300~600 msec 付近でより陽性側に偏位するというので、この ERP 変動は N400 変化としてとらえられている¹⁸⁾。Eimer^{20, 21)}は、熟知した顔を提示した場合 300~500 msec の陰性成分である N400 と、それに続く 500 msec より長潜時の陽性成分である P600 の振幅が増大することを認めており、プライミングなどの潜在記憶と、エピソード記憶のような顕在記憶とでは、N400 や P600 の出現の意味が異なることが示唆されている¹⁶⁾。また、P600 はイメージの情報処理に関係があり²²⁾、N400 はエピソード記憶や意味記憶の検索と関連した成分であるとする報告²³⁾もある。

今回、P600 において、言語提示のみで記銘する VTs 条件よりも、言語提示に実演を併せた SPTs 条件での振幅が有意に増大したという結果から、SPTs の対象は顕在記憶の一種であり、VTs 条件に比べ、より大きな資源を必要とするイメージの情報処理が、行為画像による再認時に行われていると推察され、言語提示や物品提示よりも、行為を実演することによるイメージが再認成績を向上させると考えられた。

また、VTs 条件も SPTs 条件も、ノンターゲットでは N400 と P600 が出現しなかったことについては、ノンターゲットでは、提示画像に相当する行為文の記銘そのものが行われていないため、行為文に対する記憶検索が行われず、行為文や行為イメージの情報処理も行わなかったと推察される。

今回の研究では、再認時の反応時間は、SPTs 条件よ

りも VTs 条件のほうが有意に遅かったが、ERP の各成分の潜時には差が認められなかった。前述したように、P300 において、その潜時は刺激処理時間を反映し、弁別が難しい条件で P300 潜時と反応時間は延長を示すことが知られている。しかし、ストループテストのような場合は、反応時間が延長しても P300 潜時は刺激カテゴリーによらず変化しないため、刺激評価・同定（入力）の段階では干渉（遅延）は起こらず、干渉は反応生成（出力）の間に生じるという反応競合仮説が支持されている¹⁰⁾。しかし、反応時間がしばしば P300 潜時に先行するという報告もあり、ERP と反応時間の解離は、刺激処理系の活動を反映する ERP と、刺激-反応全処理系の出力結果である反応時間という、お互いが異なった情報処理過程²⁴⁾ であると考えるのが妥当と思われる。

今回の再認課題ではモニター画面の写真を見て、視覚的に再認判断を求めたが、写真全体を見る際や、凝視する時間が長いため、瞬きが多くなり、眼球運動が ERP 波形に影響していた可能性がある。このことから、眼球運動の影響を受けにくいとされる Pz 部位の ERP を中心に解析をしたが、眼球運動によって生じたアーチファクトによって、ERP 成分が乱れた可能性があるため、今後の研究では、刺激の提示視野を更に限定したり、固視点を頻回に提示したり、SPTs の再生・再認課題を視覚以外で設定するなど、眼球運動の影響を排除した ERP 測定を行う必要がある。また、今回の実験では、SPTs 効果を検証するための再認課題を考案し、課題遂行中の被験者から ERP を測定した。しかし、全被験者の ERP 波形は、少しバラツキがみられた。これは、今回の実験スタイルそのものの問題があると思われた。SPTs 効果を検証するため、道具だけで再認判断がされないよう、1つの行為文に対し2種類の行為文を考案し、再認時の提示写真画像を作成したが、被験者は、実験時に実際の判断に迷うようであった。このため、実際には記銘した行為文を覚えていても、判断に迷ってノンターゲットとして反応することもあったように思われ、適切な ERP を検出させにくくしていた可能性があるため、ターゲットの判断が確実にできる行為文や、提示写真のさらなる工夫が必要である。

SPTs は、我々が日常生活において、みずから行った行為を想起する際の記憶情報処理に関係する⁴⁾ことから、今後は、時間解像度と汎用性という利点を有する ERP を活かしつつ、他の脳活動測定法を用いて、SPTs 効果のメカニズムを明らかにすることで、日常の物忘れ

などの研究に結びつく可能性が考えられ、さらに軽度認知障害 (MCI) やアルツハイマー病などの各疾患との違いなどを明らかにして、臨床レベルでの研究に発展させたいと考える。

謝 辞

今回の研究に協力いただいた四條畷学園大学の学生の方々、姫路獨協大学教授の横井賀津志先生、本研究の実験機器をご提供くださりご指導いただいた神戸大学医学部の安藤啓司先生に心よりお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 三村将：記憶障害. 臨床リハ別冊 高次脳機能障害のリハビリテーション Ver. 2 : 38-44, 2004.
- 2) 山鳥重：記憶の神経心理学. 医学書院, 東京, 2002, pp.2-25.
- 3) 松田明美, 時政昭次：記憶障害. 高次脳機能障害マエストロシリーズ3 リハビリテーション評価. 医歯薬出版, 東京, 2004, pp.55-56.
- 4) 金敷大之：行為事象および被験者実演課題の記憶, 心理学評論 45 (2) : 141-163, 2002.
- 5) 藤田哲也：行為事象の記憶をめぐって-被験者実演課題 (SPTs) の特性-. 京都大学教育学部紀要 40 : 299-310, 1994.
- 6) Cohen RL: On the generality of some memory-laws. *Scandinavian journal of psychology* 22:267-281, 1981.
- 7) 藤田哲也：潜在記憶と行為の記憶に関する研究. 風間書房, 東京, 1994, pp.101.
- 8) 渡邊千晴編：脳誘発電位測定ハンドブック第3版. メディカルシステム研究所, 東京, 2004, pp. 106-113.
- 9) Mohr G, Engelkamp J, Zimmer H : Recall and recognition of self-performed acts. *Psychological Research* 51:181-187, 1989.
- 10) 加我君孝, 古河良彦, 大澤美喜雄他：事象関連電位マニュアル-P300 を中心に. 篠原出版, 東京, 1995, pp.45-46.
- 11) Rosenfeld JP, Biroschak JR, Furedy JJ : P300-based detection of concealed autobio-graphical versus incidentally acquired information in target and non-target paradigms, *International Journal of Psychophysiology* 60:251-259, 2006.
- 12) Fallgatter AJ, Mueller TJ, Strik WK : Age related

- changes in the brain electrical correlates of response control. *Clin Neurophysiol* 110:833-838, 1999.
- 13) 丹羽真一, 鶴紀子編: 事象関連電位 事象関連電位と神経情報科学の発展. 新興医学出版社, 東京, 1997, pp.82-95.
- 14) Hagoort P, Brown C, Osterhout L: The neurocognition of syntactic processing. In P. Hagoort & C. M. Brown (eds.) *The Neurocognition of Language*, Oxford University Press, Oxford UK, 1999, pp. 273-316.
- 15) 大石衡聴: 解析器の再分析処理を統率する原理について. *認知科学* 13(3):455-466, 2006.
- 16) 立花久大, 木田安宣, 武田正中他. 事象関連電位からみた Parkinson 病の潜在記憶, *臨床脳波* 46(2): 95-99, 2004.
- 17) Pftz E-M, Sommer W, Schweinberger SR: Age-related slowing in face and name recognition: evidence from event-related brain potentials, *psychol Aging* 17:40-60, 2002.
- 18) Guillem F, Bicu M, Debruille J: Dissociating memory process involved in direct and indirect tests with ERPs to unfamiliar faces. *Brain Res Cogn Brain Res* 11:113-125, 2001.
- 19) 立花久大, 木田安宣, 武田正中他: 顔の再認記憶課題による ERP old/new effect の検討. *臨床脳波* 47(6):378-381, 2005.
- 20) Eimer M: Effect of face inversion on the structural encoding and recognition of face. Evidence from event-related brain potentials. *Brain Res Cogn Brain Res* 10:145-158, 2000.
- 21) Eimer M: Event-related brain potentials distinguish processing stages involved in face perception and recognition. *Clin Neurophysiol* 111:694-705, 2000.
- 22) Fallgatter AJ, Mueller TJ, Stik WK: Neurophysiological correlates of mental imagery in different sensory modalities. *Int J Psychophysiol* 25: 145-153, 1997.
- 23) Guillem F, Rougier A, Claverie B: Short-and long-delay intracranial ERP repetition effect dissociate memory systems in the human brain. *J Cognitive Neurosci* 11:437-458, 1999.
- 24) 丹羽真一, 鶴紀子編: 事象関連電位 事象関連電位と神経情報科学の発展, 新興医学出版社, 東京, 1997, pp.65-75

Effect of subject-performed tasks on recognition memory

- evidence from event-related brain potentials by a image

reconfirmation tasks -

Futoshi Matsushita,OTR : Shijonawate Gakuen University Faculty of Rehabilitation

Toshio Kawamata,MD : Kobe University Graduate School of Health Sciences

Key words

Eposodic Memory,Recognition,Subject-Performed Tasks,Event-Related Potentials

Abstract

The purpose of this study was to clarify mechanisms underlying memory performance improvement using subject-performed tasks (SPTs). We prepared two sets of conditions consisting of verbal tasks (VTs) and SPTs, and had 45 college students memorize action sentences, followed by recognition tasks thirty minutes later. Specifically, photographic images of actions were shown on computer monitors and subjects were asked to react by pressing a button as quickly as possible when photographs corresponding to memorized action sentences appeared. Recognition rate, false recognition rate, reaction time and event-related potential (ERP) were measured, and these values were compared between VT and SPT conditions. We found that recognition performance was better and reaction time significantly shorter under SPT conditions than under VT conditions. Furthermore, P300, N400 and P600 components were observed in ERP, and amplitude at P600 was significantly larger under SPT conditions than under VT conditions. Based on these results, we postulate that compared to VT conditions, image information processing requiring greater resources takes place during recognition based on action images under SPT conditions. This suggests that recognition performance improvement is more related to action demonstrations than solely to verbal presentations.

SPTs are related to memory information processing that takes place when, as part of our daily life, each of us recall actions taken by oneself. The present study suggests the possibility that using brain activity measuring methods, including ERP, to clarify mechanisms behind the SPT effect could lead to studies into forgetfulness in daily life.