

漢字表記語の意味プライミングにおけるワーキングメモリの個人差 —事象関連電位による検討—

Individual differences of working memory on semantic priming with Japanese kanji words: An ERP-based study

小森 三恵¹、苧阪 満里子²

要 約

本研究は、プライミング・パラダイムを用いて言語認知処理に関わるワーキングメモリの個人差について検討した。日本語の漢字表記語を用いた語彙決定課題により、プライムとターゲットが意味的に関連する条件では、非関連条件よりも反応速度や正確性においてパフォーマンスが向上する意味プライミング効果を観察した。この促進効果は、RST 得点によって測定されたワーキングメモリの個人差には影響を受けなかった。しかしながら、大脳の電位変動を表す ERP の N400成分を測定したところ、ワーキングメモリ容量の高い群は、前頭部のいくつかの部位でより大きなピーク振幅値を示した。このことから、意味プライミングの脳内プロセスにワーキングメモリ容量の個人差が関与していることが明らかとなった。また、前頭部の ERP の活性領域は、ワーキングメモリの中央実行系との関連性が指摘されている。本研究においては、ワーキングメモリの個人差が、認知過程のモニタリング機能や制御機能に由来する可能性を示唆する結果が示された。

キーワード：ワーキングメモリ working memory, 事象関連電位 ERP, 実行機能 executive function

はじめに

自分が何を知っていて何を知らないのか、自分自身の認知の状況について把握することをメタ認知 (metacognition) という。現在の自己の状態や周囲の状況を的確に分析して決定を下すためには、このメタ認知の中でも、モニタリング (monitoring; 監視) とコントロール (control; 制御) の働きが重要である。

ワーキングメモリ

人間の認知システムにおいて、情報の保持機能とモニタリングやコントロールなどの制御機能を担うのが、ワーキングメモリ (working memory) である。Baddeley (1986) のワーキングメモリのモデルでは、制御機能である中央実行系 (central executive) とその従属システムである音韻ループ (phonological loop) および視空間スケッチパッド (visuo-spatial sketchpad) が想定されている。音韻ループは言語材料などの音声コードに基づく情報のリハーサル機能として働く。一方、視空間スケッチパッドは視覚・空間的な情報の保持のために特殊化されている。加えて、長期記憶内の知識や経験を検索参照するためのエピソード・バッファ (episodic buffer) が提案されている (Baddeley, 2004)。中央実行系はこれら3つの従属システムをコントロールし、ワーキングメモリ内の情報の流れをモニタリングする機能を持つ。この中央実行系は限られた処理資源をエネルギー源としており、情報の保持機能と処理機能はひとつの資源を共有していると想定されている。従って、保持される情報量と課題の処理量にはトレード・オフの関係が生じると考えられる。この処理資源の限界、つまりワーキングメモリ容量には個人差があり、処理遂行中の記憶量を測定する様々な課題が開発されている (苧阪, 2003)。特に、言語性のワーキングメモリを測定する課題であるリーディングスパンテスト (reading span test; RST) はワーキングメモリ

1 Mie KOMORI 千里金蘭大学現代社会学部 (受理日: 2008年10月1日)

2 Mariko OSAKA 大阪大学大学院人間科学研究科 (受理日: 2008年10月1日)

の個人差研究に広く用いられている。

近年のニューロイメージング研究の発展により、ワーキングメモリの脳内機構が明らかになってきている。Baddeley (1986) は脳損傷患者の症例による神経心理学的知見から、ワーキングメモリ、特に中央実行系と前頭葉機能との関連を示唆した。Shimamura (2002) は、認知過程における選択 (selecting)、維持 (maintaining)、更新 (updating)、再ルーティング (rerouting) の制御機能をダイナミック・フィルタリング (dynamic filtering) と名づけ、前頭前野皮質 (prefrontal cortex; PFC) の関与を示している。fMRI 研究による知見から、荻阪 (2005) は、言語性ワーキングメモリの実行系機能は、前部帯状回皮質 (anterior cingulate cortex; ACC) と PFC のしなやかなネットワークにより表現されると提唱している。Braver ら (2007) がシュミレーションにより検証したモデルでは、PFC は課題目標や中途生産物などの文脈情報の活性化保持を、ACC はパフォーマンスのモニタリングをそれぞれ担うメカニズムとして位置づけられている。しかし、ワーキングメモリは認知過程に多岐にわたって関与しており、ワーキングメモリ容量の個人差が脳内メカニズムのどの部分に由来するのかを解明するには、さらなる検証が必要である。

語彙アクセスとプライミング

言語処理には、長期記憶内に蓄えられている綴り、発音、意味や統語情報などの語彙情報へのアクセスが含まれる。言語情報が入力されると、ワーキングメモリは情報を活性化した状態で保持し、語彙表象との照合を行うと考えられる。語彙アクセスに関する研究では、しばしばプライミング (priming) 実験が用いられる。プライミングとは、先行刺激 (prime; プライム) が後続刺激 (target; ターゲット) の処理に影響を及ぼすことをいう。単語や絵などの2つの項目が短い時間間隔をおいて呈示され、2番目の項目に対して反応が求められる時、2つの項目が関連している場合のほうが、そうでない場合よりも反応時間が短くなる。小森・荻阪 (2001) では、日本語の表記形態とプライミング効果について検討し、漢字、ひらがなの両表記形態において意味関連性による促進効果が示された。さらに、いずれの表記においてもプライム-ターゲット間の音韻類似性によってパフォーマンスが低下する抑制効果が見出されている。Chen ら (2007) は、これらの2種類の表記による意味プライミングに加えて、ひらがな-漢字の刺激対が同一の読みを持つ場合に促進のプライミング効果の生起を確認している。

プライミング効果は、意味記憶の活性化拡散理論 (spreading-activation theory; Collins & Loftus, 1975) によって説明される。Collins (1975) らは概念と語彙表象によるネットワークを想定し、語彙アクセスによる活性化はネットワーク経路を伝わって拡散すると提唱している。ある概念は1つのノード (node) として表され、各ノード間は共有する特徴によって結合している。刺激間の関連性によって反応が促進されるプライミング効果は、プライム刺激によって既に活性化された概念にアクセスする場合に、ターゲット処理が軽減されるために生じるのである。

McClelland & Rumelhart (1981) の相互活性化モデル (interactive activation model) は、語彙ネットワークにおいて興奮性と抑制性の結合を想定している。単語が呈示されると、対応するユニットへ活性化が伝わり、関連性のあるノード間では活性化が次第に強まり閾値を超えた時点で、単語の認知が成立する。

事象関連電位 (ERP)

事象関連電位 (event-related potential; ERP) は、その名が示すとおり、何らかの事象に関連して出現する一過性の電位変動である。ERP は、知覚・注意・認知・記憶等の心理プロセスに関わっていると考えられている (丹羽・鶴, 1997)。ERP は $0.1 \mu V$ ~ 数 $10 \mu V$ という、脳波に比べて非常に微小な電位活動であり、同じ条件の刺激を繰り返して呈示し波形を加算することで、課題に関連した成分を観察する。

プライミングのパラダイムでは、潜時400ms前後でピークに達する N400 が用いられる。この成分は意味の逸脱などに敏感に反応する陰性成分である。プライミング実験時に ERP を測定すると、プライムと意味的に関連したターゲットに対する N400 は、関連しないターゲットに対する N400 と比較して振幅が減少することが報告されている (Matsumoto et. al., 2005)。Matsumoto ら (2005) の日本語意味プライミングによる研究では、N400 の出現に関係する領域として、左半球の下前頭回 (inferior frontal gyrus; IFG) と ACC が提唱されている。こ

これらの領域は言語性ワーキングメモリや実行系機能との関連が示唆されており（学阪，2005），N400成分がワーキングメモリ研究において重要な指標になると期待される。

本研究では，認知過程に関わるワーキングメモリについて，日本語の語彙アクセス過程から検討を加えることを目的とする。漢字表記語による語彙決定課題を用いて，意味プライミング実験を行い，ワーキングメモリの個人差による行動指標およびERPの電位変動への影響を観察する。ワーキングメモリの個人差が，モニタリングやコントロールなどの中央実行系の機能に由来するものであれば，ERPの前頭部での活性パターンに差異が反映されると予測される。

方法

実験参加者

日本語の母国語話者である大学生および大学院生16名（男性5名，女性11名）が実験に参加した。全員が右利きであった。

実験参加者は，日本語版リーディングスパンテスト（RST）の得点に基づいて，ワーキングメモリ容量の個人差による群分けがなされた。RST高得点群（H-span群）が7名（男性1名，女性6名），低得点群（L-span群）が9名（男性4名，女性5名）で構成された。

実験刺激

日本語版リーディングスパンテスト

実験参加者の群分けを行うため，日本語版RST（学阪，2003）を用いた。RSTは，2文条件から5文条件までそれぞれ5試行ずつ，計70文で構成されていた。文の長さは漢字かな混じりで20字から30字であった。刺激文は，縦13cm，横18cmの白紙のカードに1行で黒色印刷されていた。記憶課題のターゲットとなる単語には，赤色で下線が引かれていた。各試行セットの間には白紙のカードが挿入され，1冊のファイルに綴じられていた。

プライミング課題

漢字2文字で表記可能な，日本語の3音節単語220項目と非単語60項目を用い，140対のプライムターゲット対を作成した。刺激対の関連性から，RN（40試行），UN（40試行），NW（60試行）の3つの条件が設定された。RN条件では，プライム語とターゲット語がともに日本語に実在する単語であり，両項目は意味的に関連性を有していた。UN条件においても，刺激対には単語が用いられたが，項目間には意味的関連性はなかった。NW条件は，プライム語は単語であったが，ターゲット語は非単語が用いられた。これらの条件のうち，RNおよびUN条件を分析対象とした。

プライムターゲット対の作成にあたり，事前に2つの単語間の意味的関連性についての予備調査を行った。本実験の参加者以外の60名が，単語対の意味的関連性を5段階で評定した。予備調査の結果から，RN条件には意味的関連性の強い単語対（3.48～4.63）を選出した。その他の条件では，意味的関連性の低い単語対（1.03～1.28）を用いた。いずれの条件においても，対になる項目間の形態的，音韻的関連性は排除された。

実験装置

実験プログラムはパーソナル・コンピュータ（COMPAQ：デスクプロXE400）で制御されており，刺激はモニター（SONY：CPD15SE8）に呈示された。反応はマウスの左右ボタンによって入力され，反応時間および正誤がハードディスクに記録された。

脳波は，実験参加者にキャップ電極（日本光電：エレクトロキャップシステムECI-1）を装着し，脳波計（日本光電：NeuroFax EEG5532）で増幅された後，パーソナル・コンピュータ（FUJITSU：FMV）のハードディスクに記録された。ERPの記録および分析には解析ソフト（キッセイコムテック：BIMTUS II）を用いた。

手続き

日本語版リーディングスパンテスト

本実験の参加者は、事前に日本語版 RST (学阪, 2003) の得点により群分けされた。RST は個別実験で実施された。刺激文の冊子が実験参加者の正面におかれ、対面もしくは側面に座った実験者によりカードがめくられた。実験者がカードをめくると、参加者は直ちにそこに書かれた文を自然な速度と声量で音読し、下線が引かれた文中の単語を記憶するように求められた。参加者が文を読み終わるとすぐにカードがめくられ、次の刺激文に移行した。各条件で定められた数の文を読んだ後に白紙のカードが出現すると、実験参加者はその試行で記憶した単語を口頭で報告した。例えば、3文条件では、参加者は3枚のカードにそれぞれ記載された文を音読し、3つのターゲット語を報告する必要があった。ターゲットの再生順序は自由であったが、記憶の新近性効果を考慮し、各試行の最後に出現した語を最初に報告することは禁止された。

いずれの参加者も全セットを試行し、5試行のうち3試行正解した条件の桁数をスパン得点とした。5試行中2試行正解の場合は0.5を加点した。RSTの結果に基づき、スパン得点が2.0から2.5点の9名を L-span 群、4.0から5.0点の7名を H-span 群にグループ化した。

プライミング課題

本実験のデータは個別実験で収集された。実験参加者はキャップ電極を頭部に装着した後、遮音室内のモニター正面の椅子に座った。16試行の練習試行後、参加者は140試行の本実験を実施した。実験に先立って、参加者には反応の速さと正確さの両方が求められることが教示された。反応は参加者がマウスのボタンを押すことによって入力されたが、マウスの持ち手による ERP への影響を考慮し、課題の途中でマウスの持ち手を替えるように求めた。マウスの持ち手の順は参加者間でカウンターバランスをとった。

課題はターゲットが単語か非単語かの判断を求める語彙決定課題 (lexical decision task) であった。実験はモニター画面の「マウスのボタンを両方押してください」という指示に従ってマウスの左右ボタンの両方を押すと開始された。まず画面中央に注視点が150ms 呈示され、750ms のインターバルを置いて第1刺激 (プライム) の単語が250ms 間表示された。プライムが消失してから750ms 後に第2刺激 (ターゲット) が1500ms 間呈示されていた。参加者は、ターゲットが出現したら、その項目が日本語の単語か否かを判断し、マウスの対応するボタンをできるだけ速く正確に押すように求められた。ターゲットが単語であればマウスの左ボタン、ターゲットが非単語であれば右ボタンを押して、次の試行に進んだ (Fig. 1)。すなわち、RN, UN 条件では左クリック、NW 条件では右クリックが正答となった。ただし、ターゲット呈示後2500ms までに反応がなかった場合は、制限時間切れとして次の試行に移った。本試行140試行のうち70試行終了した時点で「マウスの持ち手を替えてください」と表示され、参加者はそれに従ってマウスを持ち替えた。

課題遂行成績として、ターゲットが呈示されてからマウスが押されるまでの反応時間と、正答率が測定された。脳波は、国際10-20法に基づく、Fp1・Fp2・F7・F8・F3・F4・T3・T4・T5・T6・O1・O2・Fz・Cz・Pz の15部位について測定された (Fig. 2)。耳朶に付けた電極を基準として、各活性電極との電位差を導出する方法を用

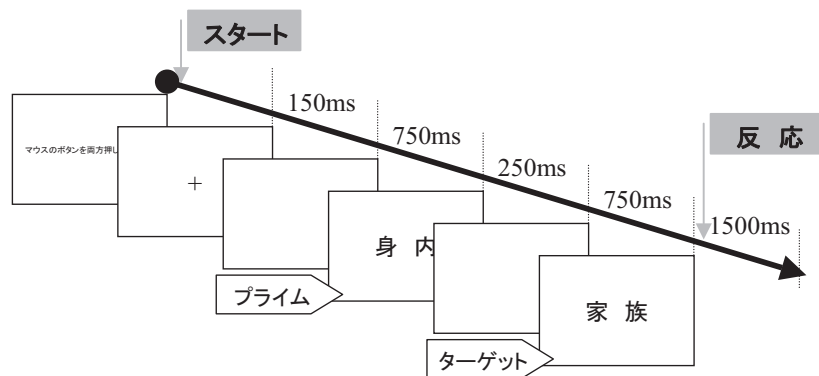


Fig.1 Stimulus presentation

いた。ERP は各記録部位毎に、ターゲット提示の100ms 前から提示後900ms に渡り、条件別に加算平均された。

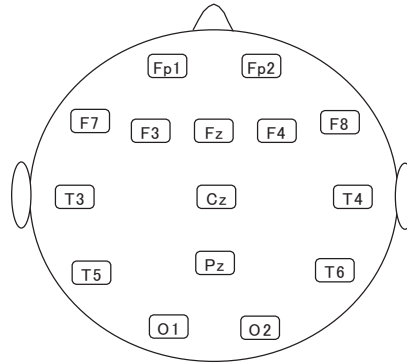


Fig.2 The electrode and scalp locations

結果

行動データ

Table.1に、H-span 群7名、L-span 群9名の平均反応時間と標準偏差を条件ごとに示す。ワーキングメモリ容量の個人差とプライミング効果の関係を検討するため、RSTのスパン得点群(L-span・H-span)×関連性の条件(RN・UN)の2要因分散分析を行った。その結果、関連性の主効果が認められ($F(1,14)=75.99$, $p<.01$), UN条件よりもRN条件で反応が促進されるプライミング効果の生起が確認された。なお、得点群による有意な主効果及び交互作用は見られなかった。得点群による単純主効果を検討するため、関連性の各条件においてLSD検定を行ったが、RN, UNいずれの条件でも得点群による有意な効果は認められなかった。

パフォーマンスの正確さの指標として、条件ごとの正答率について各得点群の平均値と標準偏差を求め、Table.2に示した。反応時間と同様に、得点群×関連性の2要因分散分析を行ったところ、関連性の主効果が有意であり($F(1,14)=5.26$, $p<.05$), 正確性においてもプライミング効果が認められた。得点群による主効果、交互作用はいずれも有意ではなかった。また、LSD検定を用いて、関連性の各条件下において得点群の単純主効果を検討したが、有意な効果は見られなかった。

Table 1 Mean RT (ms) and SD of L-span and H-span participants

	L-span		H-span	
	RN	UN	RN	UN
MEAN	598.66	653.14	619.56	658.48
SD	110.13	98.50	90.92	94.34

Table 2 Mean Accuracy (%) and SD of L-span and H-span participants

	L-span		H-span	
	RN	UN	RN	UN
MEAN	96.67	92.50	95.71	93.93
SD	3.95	5.15	5.54	4.30

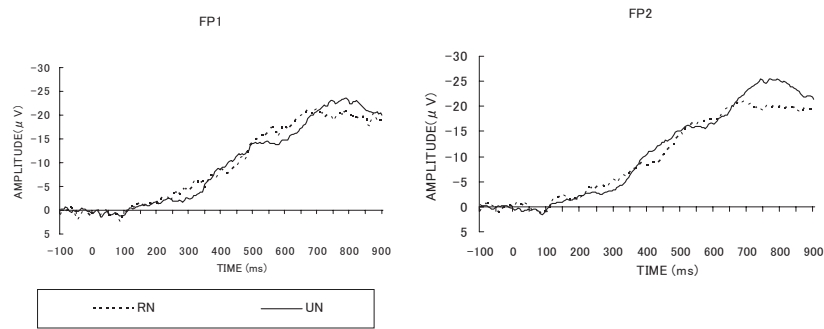


Fig.3 Grand averages of all participants under unrelated condition at Fp1 and Fp2

Table 3 Mean and SD of N400 peak amplitude

	L-span		H-span	
	MEAN	SD	MEAN	SD
FP1	- 7.35	9.83	- 15.53	22.65
FP2	-10.15	11.93	- 16.48	22.96
F7	-2.37	5.88	- 10.70	11.24
F8	-5.82	6.12	- 11.59	10.49
F3	-4.43	5.68	- 6.86	9.95
F4	-7.71	7.55	- 8.97	8.76
T3	-2.58	3.65	- 4.87	4.71
T4	-5.35	5.99	- 6.19	5.54
T5	-3.36	2.74	- 3.98	3.40
T6	-7.13	9.97	- 5.54	3.04
O1	-4.57	3.36	- 3.80	4.09
O2	-7.32	9.58	- 5.33	3.84
FZ	-4.85	4.44	- 7.05	9.12
CZ	-7.08	7.29	- 5.47	5.22
PZ	-5.61	3.66	- 4.19	4.48

ERP・N400データ

ERPは条件別に加算平均された波形において、N400成分を観察した。Fig.3に活性の顕著であった前頭部のFp1・Fp2における実験参加者全体のグラウンド・アベレージを示した。図は縦軸に平均電位(μV)横軸にターゲット提示からの時間(ms)をとり、条件ごとに表した。ただし、グラフは縦軸の上方向を陰性、下方向を陽性に描いてある。Fig.3から、左右前頭部ともにUN条件(実線で表示)では300-400msにかけてN400が急峻に立ち上がっていることが分かる。対して、RN条件(点線で表示)では傾きは比較的ゆるやかで、N400の減衰が確認される。

ERPにおいてもワーキングメモリ容量の個人差による差異を検討するため、各参加者の個別の波形データから、UN条件のN400成分の陰性方向のピーク振幅値をそれぞれ求めた。得点群ごとに各記録部位のピーク振幅値の平均値と標準偏差を表したものがTable.3である。

N400ピーク振幅値について、得点群(L-span・H-span)×記録部位(15部位)の2要因分散分析を行った結果、記録部位による主効果が認められたが($F(14,196)=2.85, p<.01$), 得点群の主効果及び両要因の交互作用は有意ではなかった。さらに、RST得点群による単純主効果を検討する目的で、LSD検定により多重比較を行った。その結果、左側前頭部にあたるFp1とF7(ともに $p<.05$)で単純主効果が有意であり、右側前頭部のFp2($p=.06$)及びF8($p=.07$)で有意傾向が示された。

考察

プライミング効果

プライミング効果は、連続して呈示される2つの項目が関連性を持っている場合、後続刺激の処理が促進される現象である。本研究においては、ワーキングメモリ容量の個人差に関わらず、プライム刺激とターゲット刺激が意味的に関連していたRN条件では、両者に関連性のないUN条件よりも正答率が高く、反応時間が短いというパフォーマンスの促進効果が示された。Chenら（2007）による先行研究と同様に、日本語の漢字表記語による意味プライミング効果の生起が確認された。

この促進の意味プライミング効果は、意味ネットワークの活性化理論（Collins & Loftus, 1975; McClelland & Rumelhart, 1981）によって説明される。入力されたプライム語は、ワーキングメモリ内において活性化状態で保持されながら、長期記憶内の語彙情報と照合される。この語彙アクセスによる活性化は意味ネットワークを伝わり、該当情報とリンクを持つ関連項目もワーキングメモリ内においてアクティブな状態で保持される。続いてプライムと関連性があるターゲットが入力された場合、すでにワーキングメモリ内ではターゲット情報が利用可能な状態に保たれているために、速やかで正確な処理が行われると推察される。

ERPのデータにおいても、ターゲットプライム間に意味的関連性の無いUN条件では、前頭部に潜時400ms付近で陰性成分が発達した（N400）。N400はプライムと関連性のあるターゲットに対して減少する成分であり、プライミングは脳内プロセスに由来していると考えられる。Matsumotoら（2005）は、日本語意味プライミングにおいて、N400と左側の下前頭回（inferior frontal gyrus; IFG）と前部帯状回皮質（anterior cingulate cortex; ACC）の関わりを報告している。本研究において電位活動が比較的大きく観察されたFp1, Fp2, F7, F8は前頭部であり、これらの領域の活動を反映したのと考えられる。

ワーキングメモリの個人差による影響

本研究における意味プライミングは、RST得点によるワーキングメモリの個人差に関わらず、パフォーマンスの促進効果を示した。しかしながら、大脳の活動を反映するERPの電位変動は、前頭部のN400の陰性方向のピーク振幅値がH-span群でより大きいことが明らかになった。つまり、大脳前頭領域の活動において、ワーキングメモリ容量の個人差が見出された。ニューロ・イメージングによるワーキングメモリ研究では、ワーキングメモリの制御機能に関与する前頭前野皮質（prefrontal cortex; PFC）の重要性が指摘されている（苧阪, 2005; 苧阪, 2003; Shimamura, 2002; Carpenter et. al., 2000）。また、苧阪（2005）は、RST遂行中にワーキングメモリ容量の高い群でのみPFCとIFGの活動増加を観察し、ACCとPFCの機能的結合性がワーキングメモリの個人差に関与していることを示している。これらの知見から、本研究で前頭部の活動に観察された個人差は、PFCやIFG, ACCの機能に起因するワーキングメモリの個人差を反映していると推察される。

PFCは、メタ認知レベルでの情報処理過程のモニターおよびコントロール機能（Shimamura, 2002）や、目標の活性化保持（Braver et. al., 2007）を担うと想定されている。プライミング実験では、入力単語を保持しつつ長期記憶内の情報を検索する処理が要求され、ワーキングメモリの実行系機能が必要であったと考えられる。行動データでは、意味プライミング効果にワーキングメモリ容量の影響は認められなかった。これは、ターゲットが単語か非単語かという語彙決定の遂行が、ワーキングメモリにそれほど負荷を与えない課題であったためと考えられる。大脳の電位活動にみられた得点群間の差異から、ワーキングメモリ容量の高い群は負荷の少ない語彙アクセス過程においても、自己の認知状況に対して随時モニタリングを行い、課題目標を維持しながら処理を行うことに資源を割り当てていた可能性が示唆される。

課題の難易度とワーキングメモリの個人差に関して、苧阪らは文のフォーカス効果について検討を行っている（苧阪ら, 2002; Osaka et. al., 2002）。フォーカス効果とは、RST刺激文の記銘語が文中で意味的に中心となるフォーカスを当てられている条件では、記銘語がフォーカスではない条件よりも記憶成績が高くなる現象である。苧阪ら（2002）は、RST高得点群よりも、低得点群でこのフォーカス効果が強く表れることを示している。つまり、RST低得点群はより葛藤の強い状況において、課題に困難を示すと考えられる。本研究では、正確性におい

て、いずれの得点群も90%以上の正答率で課題を遂行しており、両群にとって負荷の少ない課題であったことが伺える。従って、行動データに個人差の影響が認められなかったのは、天井効果 (ceiling effect) によるものと推察される。

本研究では、日本語の漢字表記語において意味プライミング効果の生起を確認し、その脳内プロセスにワーキングメモリ容量の個人差が関与していることを明らかにした。ERPの活性領域から、ワーキングメモリ容量の高い群は、認知過程のモニタリング機能や制御機能に優位性を示す可能性が示唆された。しかしながら、ワーキングメモリの個人差を引き起こす要因を明らかにするためには、さらなる検討を加える必要である。今後の展望として、モニタリング機能そのものに焦点を当てた課題を開発し、行動データにおける明確な差異を伴う緻密な検証が望まれる。

引用文献

- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Science*, 4, 417-423.
- Braver, T. S., Gray, J. R. & Burgess, G. C. (2007). Explaining the many varieties of working memory variation: Dual mechanisms of cognitive control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake & J. N. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory*. New York: Oxford Press. 76-106.
- Carpenter, P. A., Just, M. A. & Reichle, E. D. (2000). Working memory and executive function: Evidence from neuroimaging. *Current Opinion in Neurobiology*, 10, 195-199.
- Chen, H-C., Yamauchi, T., Tamaoka, K. & Vaid, J. (2007) Homophonic and semantic priming of Japanese kanji words: A time course study. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 64-69.
- Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading-Activation Theory of Semantic Processing. *Psychophysiology*, 82, 407-428.
- 小森三恵・苧阪満里子 (2001). 日本語の語彙アクセスとワーキングメモリ-事象関連電位による検討-。ワーキングメモリと日本語の読みに関する認知神経心理学的研究, 平成11年度～平成12年度科学研究費補助金(基盤研究(c)(2))研究成果報告書, 66-98.
- McClelland, J. l. & Rumelhart, D. E. (1981). An Interactive Activation Model of Context Effects in Letter Perception: Part 1. An account of Basic Findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- Matsumoto, A., Iidaka, T., Haneda, K., Okada, T. & Sadato, N. (2005). Linking semantic priming effect in functional MRI and event-related potentials. *Neuroimage*, 24, 624-634.
- 丹羽真一・鶴紀子 (編) (1997). 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
- 苧阪満里子 (2003). 脳のメモ帳-ワーキングメモリ-. 東京, 新曜社.
- 苧阪満里子・西崎友規子・小森三恵・苧阪直行 (2002). ワーキングメモリにおけるフォーカス効果. *心理学研究*, 72, 508-515.
- Osaka, M., Nishizaki, Y., Komori, M. & Osaka, N. (2002). Effect of focus on verbal working memory: Critical role of the focus word in reading. *Memory & Cognition*, 30, 562-571.
- 苧阪直行 (2005). ワーキングメモリと実行系機能の個人差-Functional MRIによる検討-. *Cognition and Dementia*, 4, 95-100.
- Shimamura, A. P. (2002). Learning and retrieval deficits following frontal lobe damage: The role of dynamic filtering. In A. Yamadori, R. Kawashima, T. Fujii, K. & Suzuki (Eds.), *Frontiers of Human Memory*. Sendai: Tohoku University Press. 277-286.

Appendix

実験に使用した刺激リスト

RN		UN		NW		NW	
和服	着物	名前	適度	悪夢	隔離	昼間	口矢
支度	用意	新規	異性	網目	履域	不吉	弓辞
不満	文句	手際	夜景	委員	告緒	物議	鳥試
勤務	仕事	気楽	水路	羽毛	円湯	文化	訓野
統治	支配	監視	供養	大家	模頻	返事	軒芽
部門	分野	半紙	母屋	会話	類故	捕獲	荷陸
礼儀	作法	塗装	介護	画像	数和	本気	肌手
甘味	砂糖	始発	偽善	仮面	哲比	摩擦	差的
古墳	遺跡	司会	破片	簡素	非眠	味方	風簿
決意	覚悟	片手	歴史	幹部	磨全	目星	酪記
草履	鼻緒	鼓動	追加	気質	誉才	虫歯	短由
志願	応募	融資	荷台	昨日	可肺	女神	列打
期待	希望	経過	素朴	苦戦	決輸	木綿	備穀
身内	家族	記念	放置	経費	宅左	野蛮	値録
野山	草木	朝日	身柄	権利	想座	油田	船見
由来	起源	資材	寝言	効果	器熱	要素	虫避
空気	酸素	財布	和音	告訴	安我	予告	難美
平素	普段	神秘	手数	古風	兄利	弱気	有留
役目	任務	異変	名誉	細工	平苦	理念	鬼符
屋台	夜店	銀河	意向	差別	内誤	論理	幹試
先祖	子孫	素顔	静止	思考	員府		
創意	工夫	作為	旅路	下着	変貴		
推移	変化	披露	方位	試練	路眠		
俳句	短歌	小道	特技	巣箱	海菜		
節目	転機	背中	与党	聖地	妻議		
意見	持論	素足	資本	責務	泡戸		
疎開	避難	地質	紳士	装備	皿加		
真意	本音	気絶	時代	田畑	没詞		
保管	金庫	利害	手相	单位	相穂		
視点	見地	迷子	枯葉	知能	糸理		
大人	子供	管理	失意	積荷	滅雅		
葉書	手紙	石油	身分	定義	志板		
振子	時計	温和	架空	出番	気歌		
廊下	通路	毛糸	護衛	戸棚	駅目		
前途	未来	陶器	無念	粘土	目致		
果敢	勇氣	手塩	和解	廃止	区績		
洋間	和室	姿勢	補足	日陰	世速		
手軽	簡易	価格	正義	美観	替供		
関与	加担	支援	区間	悲壮	宮過		
汽笛	線路	気温	音色	否定	把例		

