

記憶検索過程を反映する視覚陰性電位に及ぼす 標的刺激の数の効果

宮谷 真人
(1990年9月11日受理)

Effects of the number of targets on visual negative event-related potentials reflecting memory search.

Makoto Miyatani

Event-related potentials were recorded from eight subjects during simple reaction task and two visual discrimination tasks. Stimuli were horizontal arrays of five different alphabets. In two discrimination tasks, subjects were required to respond to target with one hand, and to non-target with another hand. In easy discrimination task, arrays that contained letter 'A' were designated as targets. Arrays containing any of 'A'/'B'/'C' letters were the targets in difficult discrimination task. In difference waves obtained by subtracting simple reaction ERPs from discrimination ERPs, negative deflections, which were termed NA by Ritter et al. (1983), were observed. This negativity became longer in duration when discrimination task was more difficult, but the scalp distribution of later portion of this negativity was different from those in Ritter et al. (1988)'s experiment. Prolongation of NA in the present experiment was probably caused by overlap of search negativity (Okita et al., 1985) on NA. The process which is reflected in later deflection of NA is not memory search as Ritter et al. (1988) interpreted, but is likely spatial search for multi-element displayed simultaneously.

Key words: *event-related potentials, memory search, NA, search negativity*

目 的

事象関連電位 (Event-Related Potentials: ERP) とは、感覚・知覚・認知といった脳の情報処理に関わる神経集団の同期的活動で生ずる電場電位 (Hillyard & Kutas, 1983; 沖田, 1989) である。ERP は、処理が行われている時間帯に脳内で生じている電気的現象を同時的かつ連続的に記録できることや、その記録に際して被験者が何らかの反応をする必要が必ずしもないことなどの利点があり、認知過程に関する情報処理論的研究において従来から用いられてきた反応時間などの行動的測定と併用することによって、人間の認知過程を分析するための有力な手段を提供してきている (Donchin, Karis, Bashore, Coles, & Gratton, 1986; Hillyard & Picton, 1987)。

ERP は、遂行課題や刺激の性質によって振幅や潜時の異なる複数の成分から構成され、それらの成分の時間的・空間 (頭皮上分布) 的な重複によって、特定の課題遂行時の特定の刺激に対する ERP 波形が決定される。情報処理論的アプローチをとる ERP 研究では、反応時間などの行動的測定を利用しながら ERP の各成分と心理学的過程との対応関係を明らかにしていくことを目的としており (Gaillard, 1988)、現在までに、Nd (Hansen & Hillyard, 1980)、処理陰性電位 (processing negativity: Näätänen, 1982)、N2・ミスマッチ陰性電位 (mismatch negativity: Donchin, Ritter, & McCallum, 1978; Näätänen & Michie, 1979を参照) などの陰性成分や、P300あるいはP3と総称される陽性成分 (Pritchard, 1981を参照) と、認知過程における選択的注意などの諸機能との関連が検

討されてきた。

情報処理に関連する陰性電位の1つに、NAがある(Ritter, Simson, & Vaughan, 1982; Ritter, Simson, & Vaughan, 1983)。高頻度(例えば80%)な視覚刺激(例えば<>)と低頻度の刺激(20%, ><)をでたらしめな順序で継時的に呈示し、両者を弁別して反応する課題を行い、高頻度刺激に対して生じるERP波形を求める。さらに、<>刺激に対する単純反応課題遂行時のERPを求め、前者のERPから後者のERPを引き算して差波形を求める。この差波形にみられる、刺激呈示後約100msの潜時で始まり、200~300msでピークに達する陰性電位変動がNAである。刺激の複雑性(Ritter et al., 1983)やマスク刺激の有無(Ritter et al., 1982)によってNAのピーク潜時が影響されるのに対し、NAピークからN2ピークまでの時間の長さは変化しない。一方、記憶負荷を操作することによって弁別課題の困難度を変化させると、NAの開始潜時とピーク潜時は変化せず、N2の開始潜時およびピーク潜時のみが延長する(Ritter et al., 1982)。これらの結果から、NAは、N2に反映すると考えられる刺激の分類過程の前の処理段階である、刺激のパターン認知過程を反映する電位であると考えられている。

NAは、被験者が弁別課題を要請され、異なる刺激が出るかも知れないと期待している場合には、実際に刺激が変化しなくても生じるし、2種類の刺激が交互に出現する、すなわち次にどの刺激が呈示されるかが完全に予測出来る事態で弁別反応を行う場合にも生じる(Simson, Ritter, & Vaughan, 1985)。したがって、NA成分は視覚的刺激を用いる課題で得られるERP波形には多かれ少なかれ含まれており、条件間の差波形には、刺激の特性(複雑性やマスク刺激の有無)や課題の性質(単純反応か弁別反応か)による、パターン認知過程の働き方の程度の、条件差が反映されていると考えられる。

ところで、NAは単一の成分ではなく、複数の成分で構成される合成波であると考えられる。Simson et al. (1985)は、頭皮上のT5やO1におけるNA波形には潜時145~190msの区間と285~310msの区間とにそれぞれ陰性波のピークが認められること、短潜時の陰性波は2種類の刺激を交互に呈示する条件においても振幅が増大するにもかかわらず、潜時の長い陰性波は2種類の刺激の順序がでたらしめであるか、あるいはでたらしめであると被験者が期待している時にもみ振幅の増大が認められたことから、NAの初期成分は刺激の符号化を、後期成分は刺激の同定のための記憶探索をそれぞれ反映していると考えた。さらに、Ritter, Simson, & Vaughan (1988)は、5文字のアルファベットを同

時に呈示し、その文字列中に母音が含まれているか否かの判断を行った場合のNAについて検討した。母音が必ず中央に呈示される場合、左端か右端のいずれかに呈示される場合、5文字のどこかに呈示される場合の3条件のNAを比較したところ、開始潜時には変化が認められず、ピーク潜時や持続時間は、処理すべき情報量、すなわち母音が呈示される可能性のある位置の数が増加するにつれて長くなった。また、NAの波形や頭皮上分布の時間的変化の分析から、NAには、潜時約160msのピークを持ち0.1優位に表れる成分、190~200msに始まり約300msまで続くPz優位の成分、および潜時約320msにピークがあり0.1・T5優位に出現する成分、の少なくとも3成分が含まれるとした。処理情報量の効果は初期成分にはなく、第3の成分に顕著に現れたことから、すべての条件でアルファベット5文字の符号化には違いがなく、記憶探索の程度がNAの第3成分に反映され、NAを延長させたと考えた。

波形の視察や頭皮上分布の違い、さらには実験変数操作の効果の現れ方の違いなどから時間的・空間的に重複するERP成分を分離し、情報処理過程の諸段階と対応づけをしようとするRitterらの試みは、一応の成果をあげていると思われる。さらに、Novak, Ritter, Vaughan, & Wiznitzer (1990)は、聴覚的オドボール課題におけるERPと音刺激に対する単純反応課題ERPを比較して、聴覚刺激によってもNAが生じることを示しており、特定の感覚モダリティに特有な処理過程とモダリティに共通する処理過程の性質の違いや相互の関係の仕方を解明するために、ERPを用いた分析が有用であると考えられる。しかし、ERPの諸成分と人間の情報処理過程をより詳細に対応づけるためには、各成分に反映される処理過程を表現する用語に注意を払う必要がある。例えば、Ritter et al. (1988)では、「処理された情報量」がNAの第3成分に影響を及ぼしたとしているが、「処理された情報量」を変化させるのは検出刺激が出現する可能性のある場所の数だけではない。また、Ritterらの言う「記憶探索」についても、例えば、Sternberg (1975)のように検出すべき項目の数を変化させた場合の反応時間の変動の原因であると考えられる短期記憶探索過程と同じなのか異なるのかは明らかでない。

Okita, Wijers, Mulder, & Mulder (1985)は、視野空間内の注意を向けた場所に呈示される標的刺激を検出する課題を行わせ、その時のERPを記録した。その際、検出すべき標的刺激の数を1文字、2文字、4文字と変化させ、空間選択的注意とSternberg的な記憶探索過程との関係を明らかにしようとした。その

結果、注意を向けていない位置に呈示された非標的刺激的のERPには記憶負荷条件による違いがなかったが、一方、注意を向けた位置に呈示された非標的刺激に対するERPを調べると、記憶負荷が2または4文字条件の波形から1文字条件の波形を引き算して求めた差波形に、刺激後約300~700msの区間にCz優位の明瞭な陰性電位が認められた。この陰性電位は、記憶負荷量が大きくなるにつれて振幅が増大しており、Okita et al.は、短期記憶探索を反映する電位であると推定して探索陰性電位 (search negativity) と呼んだ。さらに、刺激として母音や純音を用いた聴覚的課題においても、視覚課題に類似した探索陰性電位が報告されている (Okita, 1989)。

Ritter et al. (1988) の課題と Okita et al. (1985) の課題とでは、同じ記憶探索という用語が用いられていても、それで表現される過程が異なるように思われる。Ritter et al.では標的刺激の種類 (5つの母音) は条件間で変化せず、Okita et al.では標的刺激の数そのものが条件間で変化する。また標的刺激が出現する位置についてみると、Ritter et al.では特定の場所に標的が出現する確率が条件によって異なるのに対し、Okita et al.では常に指示された位置にだけ注意を向けていればよい。NAの第3成分と探索陰性電位は、ともに刺激後300ms前後から発達する陰性電位であり、またともに「記憶検索」に関連する成分ではないかと推定されている。この2つの陰性電位が、異なる課題の遂行に共通する処理過程を反映するのか、あるいは種類の異なる「記憶探索」を反映しているのかを特定することは、人間の認知過程を解明するために重要なことであると思われる。

NAの第3成分がT5, 01に優勢な分布をし、探索陰性電位はCz優位な頭皮上分布を持つことから、2つの陰性電位は異なる処理過程を反映しているとも考えられる。しかし、Ritter et al. (1988) では弁別課題ERPから単純反応ERPを引き算しているのに対し、Okita et al. (1985) では弁別課題間で引き算を行っており、差波形の求め方が異なることや、Okita et al.では凝視点の右上-左下という斜め方向に注意を向けるのに対して、Ritter et al.では横一列に並んだアルファベットのどこに注意を向けるかが特に指定されておらず、2つの課題における空間的注意のあり形が異なることもあって、その頭皮上分布の違いが異なる処理過程を示唆するものかどうかは必ずしも明白でない。したがって、本研究では、刺激として Ritter et al.の用いたのと同じアルファベット文字を用い、検出すべき標的文字の数を変化させ、弁別課題ERPから単純反応ERPを引き算して得られる差波形上のNA成分に

及ぼす標的字数の影響を検討することを目的とした。

方法

被験者 正常視力または眼鏡矯正による正常視力を有する健康な大学生8名 (男子6名、女子2名) を被験者とした。被験者は全員右利きであり、平均年齢は22.3歳であった。

刺激と装置 アルファベット5文字を横一列に並べたものを刺激とし、ブラウン管(KV-14CP2, SONY)上に100ms呈示した。文字列の大きさは縦15mm×横60mm (視角約2.86°、観察距離120cm)であった。5文字中にAが含まれている刺激 (1文字弁別課題) またはA・B・Cのいずれかが含まれている刺激 (3文字弁別課題) を標的刺激とし、その他を非標的刺激とした。標的文字が文字列の中のどの位置に呈示されるかはランダムとしたが、どの位置についてもほぼ等確率になるようにした。1ブロック中に標的刺激と非標的刺激をランダムな順序で計100刺激呈示した。標的刺激の呈示確率は25%とし、刺激間隔として1400, 1500, 1600msのいずれかをランダムに選択した。刺激の制御及び被験者の反応の取り込み、反応時間の測定にマイクロコンピュータ (MZ80-B, SHARP) を使用した。

課題 被験者は、単純反応課題 (SR), 1文字弁別課題 (D1), 3文字弁別課題 (D3) のすべてを行った。SR課題ではすべての刺激に対し、それが呈示されたらなるべく速く、左右いずれかのキーを押した。D1課題およびD3課題では、標的刺激に対して一方の手で、非標的刺激に対しては別の手で、なるべく速くかつ間違わないようにキーを押した。

手続き 各課題とも30試行の練習を行った後、ブロック間に短時間の休憩をはさんで2ブロック計200試行を行った。1つの課題がすべて終了した後、次の課題へ進んだ。弁別課題において、被験者の半数は標的刺激に対しては右手、非標的刺激に対しては左手のキーを押した。被験者の残り半数では、刺激と反応手の組み合わせを逆にした。3つの課題の実施順序はランダムとした。

各課題で、刺激の呈示開始から被験者のキー押しまでの反応時間を1ms単位で測定した。

脳波の記録 銀・塩化銀電極を用い、両耳朶連結を基準電極として、Fz, Cz, Pz (国際10-20法) の3ヶ所から脳波を導出し、さらにEOGも記録した。高域遮断周波数を30Hz、時定数を2秒として増幅したものを、データレコーダ (XR-50E, TEAC) に記録した。

脳波の分析 データレコーダに記録した脳波につい

て、オフラインで分析した。刺激呈示前100ms～呈示後800msの区間を、サンプリング周波数500HzでA/D変換し、刺激呈示前の区間をベースラインとして各試行における脳波電位を算出した。各課題の開始後20試行および休憩後の10試行を除く試行について、誤反応およびいずれかのチャンネルに±100μV以上の電位が認められた試行を除いて、標的刺激と非標的刺激に対する脳波を別々に加算平均した。

結果

反応時間 SR課題における単純反応時間と、D1課題およびD3課題における刺激別の反応時間を被験者ごとに算出し、その平均値をTable 1に示した。そのうち単純反応時間と非標的刺激に対する弁別反応時間についての対応のある1要因分散分析を行った結果、課題間に有意差が認められ($F_{(2,7)}=71.88, p<.001$)、反応時間はSR課題、D1課題、D3課題の順に長く(SR vs. D1: $t=7.26$, D1 vs. D3: $t=4.63$, ともに $d f=14, p<.01$)になった。また標的刺激に対する弁別反応時間はD1課題よりもD2課題で長かった($t=11.37, d f=7, p<.001$)。

さらに、標的刺激と非標的刺激に対する反応時間を比較するため、弁別反応時間について課題(2)×刺激(2)の分散分析を行った結果、刺激に関する主効果・交互作用ともに認められなかった。

Table 1 各課題における平均反応時間

単位: ms

課題	単純反応(SR)	1文字弁別(D1)		3文字弁別(D3)	
	全刺激	標的	非標的	標的	非標的
平均	268.6	480.8	457.0	581.1	577.2
S D	(84.9)	(67.5)	(67.4)	(65.4)	(66.8)

標的刺激に対するERP D1課題(実線)およびD3課題(点線)における標的刺激に対するERPを、Figure 1に示した。D1課題の波形では、刺激呈示後潜時約160msにピークを持つ陽性波が出現し、潜時260~270msの陰性波がそれに続く。さらに、潜時約460~470msに頂点を持つ中心・頭頂部優位な陽性波(P3)が出現した。D3課題では、潜時260~270msの陰性波まではD1課題とほとんど同じであるが、それに続くP3の頂点潜時がD1課題に比べて遅く、振

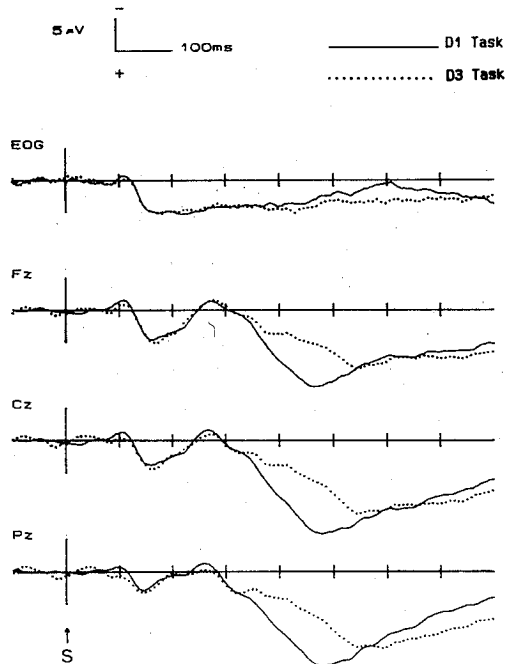


Figure 1 弁別課題(D1:実線, D3:点線)の標的刺激に対するERPの総加算平均波形。Sは刺激呈示時点を表す。以下の図でも同様。

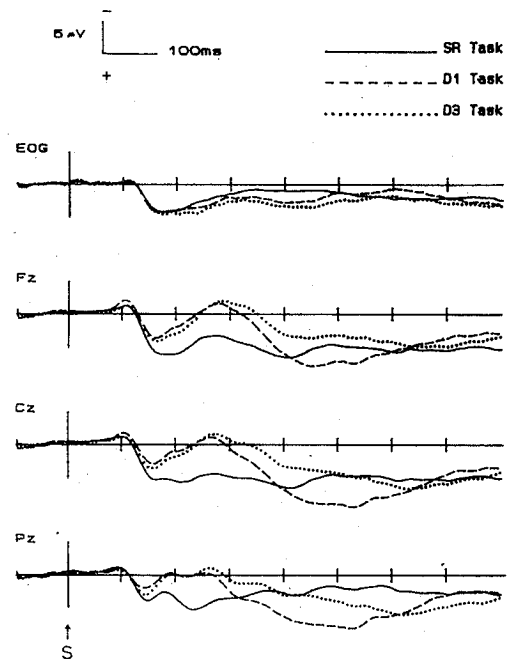


Figure 2 単純反応(実線)および弁別課題(D1:破線, D3:点線)の非標的刺激に対するERPの総加算平均波形

幅も小さかった。Czで比較すると、D1課題では潜時が478ms, 振幅が14.2 μ Vであるのに対し、D3課題ではそれぞれ542ms, 11.1 μ Vであった。

単純反応および非標的刺激に対するERP SR課題におけるERP (実線) とD1課題 (破線) およびD3課題 (点線) における非標的刺激に対するERPを、Figure 2に示した。SR課題のERPを見ると、潜時約270msの陽性波の後は比較的平坦な波形であるが、D1課題では潜時約260msの陰性電位が認められ、さらにその後中心部優位のP3が続いている。Czで計測すると、頂点潜時が528ms, 振幅が9.6 μ Vとなり、標的刺激に対するものよりも潜時が長く、振幅が小さかった。D3課題においてはP3の潜時がさらに延長し、振幅も減少しており、Czでそれぞれ628msと6.7 μ Vであった。

差波形 (NA) Ritter et al. (1982, 1983) の手続きと同様に、D1課題およびD3課題で得られたERPからSR課題のERPを引き算して差波形を求め、Figure 3に示した。両波形ともに、潜時約100msで始まり250ms~300msで頂点に達する陰性電位 (NA) が認められた。Figure 3には、D1課題-D3課題の差波形 (点線) を同時に示した。

D1-SR波形 (実線) およびD3-SR波形 (破

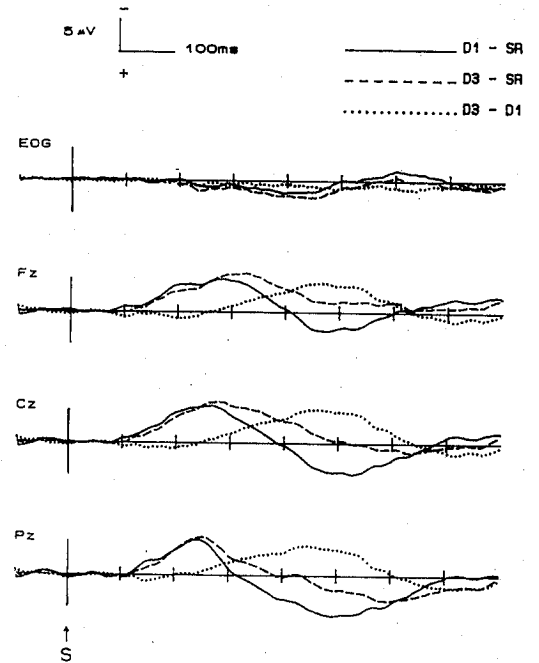


Figure 3 各課題間の差波形。実線がD1-SR, 破線がD3-SR, 点線がD3-D1の差波形を表す。

Table 2 差波形 (NA) に関する分析

単位: 潜時は ms, 振幅は μ V

課題 部位	D1-SR波形			D3-SR波形			課題間 の差
	Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz	
開始潜時 (SD)	150.0 (79.5)	148.5 (76.5)	123.3 (32.8)	187.5 (85.4)	168.5 (68.5)	146.8 (37.8)	なし
頂点潜時 (SD)	277.3 (67.9)	273.5 (67.7)	221.3 (34.6)	322.8 (69.7)	305.5 (72.2)	255.5 (23.5)	$p < .05$
終了潜時 (SD)	384.5 (96.2)	405.3 (83.5)	329.5 (33.8)	533.0 (175.6)	530.5 (171.6)	422.3 (155.7)	$p < .05$
前半区間 ¹⁾ 平均振幅 (SD)	-3.06 (1.84)	-3.69 (1.79)	-3.14 (1.44)	-2.54 (2.50)	-3.24 (2.43)	-2.99 (2.03)	なし
頂点振幅 (SD)	-6.56 (2.58)	-6.86 (2.59)	-5.48 (1.92)	-7.72 (2.49)	-7.98 (2.55)	-6.09 (2.20)	なし
後半区間 ²⁾ 平均振幅 (SD)	-3.54 (3.83)	-2.92 (3.67)	-0.03 (2.97)	-5.09 (4.07)	-4.59 (3.74)	-2.34 (2.10)	$p < .05$

1) 刺激呈示後110ms~270ms, 2) 同254ms~400ms。

線)のNAについて、その開始潜時、頂点潜時、終了潜時、前半区間(刺激後110ms~270ms)の平均振幅、頂点振幅、後半区間(同254ms~400ms)の平均振幅を被験者ごとに求め、その平均値をTable 2に示した。これらの測定について、課題(2)×電極位置(3)の分散分析を行った。

開始潜時については、主効果、交互作用ともに認められなかった。

頂点潜時に関して課題の主効果が認められ($F_{(1,7)}=8.11, p<.05$)、D3-SR波形の潜時がD1-SR波形よりも長かった。また電極位置の主効果が有意であり($F_{(2,14)}=5.02, p<.05$)、下位検定の結果、Fz・Czの潜時がPzよりも長かったが、FzとCzとの間には差がなかった。なお、下位検定の方法としてはRyanの方法(Ryan, 1959)を用いた。以下の分析においても同様である。

終了潜時に関して、頂点潜時と同様の結果が得られた。課題の主効果が認められ($F_{(1,7)}=7.23, p<.05$)、D3-SR波形における潜時がD1-SR波形におけるよりも長かった。また電極位置の主効果が有意であり($F_{(2,14)}=4.14, p<.05$)、下位検定の結果、Fz・Czの潜時がPzよりも長く、FzとCz間には差がなかった。交互作用は認められなかった。

前半区間の平均振幅には、電極位置の主効果のみ認められた($F_{(1,7)}=3.85, p<.05$)。陰性電位はCzにおいて最大であり、他の2つの部位よりも有意に大きかった。Fz・Cz間には差は認められなかった。

頂点振幅についても前半区間平均振幅と同様、電極位置の主効果のみ認められた($F_{(1,7)}=5.43, p<.05$)。Fz・Czの振幅がPzよりも大きく、Fz・Cz間には差は認められなかった。

後半区間の平均振幅に関しては、課題の主効果が認められ($F_{(1,7)}=9.76, p<.05$)、D3-SR波形における平均振幅がD1-SR波形におけるよりも大きかった。さらに電極位置の主効果が有意($F_{(2,14)}=12.67, p<.01$)、であり、Fz・Czの振幅がPzよりも大きく、Fz・Cz間には差は認められなかった。

考 察

標準刺激の数が反応時間に及ぼした効果を見ると、Table 1に示した結果から、D1課題よりもD3課題の方が困難であったことがわかる。また、統計的な有意差はなかったが、D1課題では標的刺激に対する反応時間が非標的刺激に対する反応時間よりもやや長かった。さらに、標的刺激の数はERP上のP3成分の潜時と振幅に影響を与え、標的刺激の種類が多いほ

ど振幅は小さく、潜時は長かった。また、非標的刺激に対するP3は標的刺激に対するものに比べて潜時が長く、振幅が小さかった。Sternberg的な短期記憶検索課題遂行時のERPを記録した従来の研究でも、P3潜時は記憶セットの数が増えるとともに延長している(Adam & Collins, 1978; Ford, Roth, Mohs, Hopkins, & Kopell, 1979)。振幅について、Adam & Collinsでは記憶セットの数とP3振幅との間に関連を認めていない一方、Gomer, Spocuzza, & O'Donnell (1976)では標的刺激に対するP3振幅は非標的刺激に対するものより大きく、記憶セットが1から4項目に増加するにつれて、標的刺激に対するP3、非標的刺激に対するP3ともに振幅が減少した。Gomer et al.では、標的刺激と非標的刺激とではP3潜時に差がないものの、P3潜時は課題が困難であるほど延長し(Pfefferbaum, Ford, Johnson, Wenegrat, & Kopell, 1983; Ritter et al., 1983)、Gomer et al.と本実験とで反応時間を比較すると本実験の課題の方が困難であると考えられることから、P3潜時の差が本実験において顕現化した可能性がある。以上を総合的に考察すると、本実験に現れたP3の振幅・潜時の課題および刺激による変動は、従来の研究と大まかに一致するものと言えよう。

弁別反応課題におけるERPから単純反応課題におけるERPを引き算して求めた差波形に、Ritter et al. (1988)と類似した陰性電位(NA)が認められた。D3課題とD1課題とでNAを比較すると、開始潜時、前半区間平均振幅、頂点振幅には差が認められず、頂点潜時、終了潜時、後半区間平均振幅に有意差が認められたことから、標的刺激の種類増加はNAの主に後半部分に影響し、その振幅を増大させたと言えよう。D3課題とD1課題とではP3の潜時・振幅が異なり、P3成分の違いがNAの後半部分の振幅に影響を及ぼしていると思われるが、P3振幅が最も大きく、NAへの影響が最も大きいと思われるPzにおいてNA振幅は最も小さいことから、この部分の電位差は陽性成分の差から生じたのではなく、陰性電位そのものの違いを反映していると考えられる。

NAに課題間の差が現れるのは刺激呈示後約270ms後からであり、これはRitter et al. (1988)が記憶探索過程を反映すると想定したNAの第3成分の潜時帯とほぼ一致する。しかし本実験で得られた潜時270ms以降のNAとRitter et al.のそれでは、頭皮上分布に違いがある。Ritter et al.では、NAの第3成分の条件間差は0.1、T5で大きく出現しており、中心線上の中心領域より前方(Fz, Cz)ではほとんど現れていない(Ritter et al., 1988, P.256, Figure 5)のに対

し、本実験では Figure 3 の D 3—D 1 波形 (点線) でわかるように、Fz, Cz, Pz のいずれにも課題間の違いが現れている。本実験では、実験装置上の制約があり多チャンネル記録が出来なかったために、0 1, T 5 の記録が欠けており、明確な結論は出せないが、2 つの実験の同一潜時帯の NA は、たがいに頭皮上分布に違いがあると言えそうである。一方、Okita et al.

(1985) の探索陰性電位を見ると、その始まりが刺激呈示後約 300ms 前後であることや、Cz 優位の分布をする点で本実験の NA 後半部と類似している。Okita et al. でも中心線上以外の部位でのデータが示されており、明確な結論は導けないものの、本実験と Okita et al. では、どちらもターゲット刺激の数を操作しているという課題の類似性を考慮すると、本実験における NA 後半部は、Ritter et al. (1982, 1983) のようなパターン認識過程を反映する NA 上に探索陰性電位が重なって現れたものであると考えた方がよさそうである。

同じ感覚モダリティの刺激に対するものでありながら、異なる頭皮上分布を示す 2 つの陰性電位は、それぞれ異なる情報処理過程を反映すると考えるのが自然である。Ritter et al. (1988) と Okita et al. (1985) の課題を比較すると、探索陰性電位は、あらかじめ定められた場所に出現する標的刺激の種類が増加するにつれて振幅が増大する電位であるのに対し、NA は一定の標的文字が出現する可能性のある場所が多くなるにつれて振幅が増大する陰性電位である。Ritter et al. (1982) で、数字とアルファベットの弁別課題と、あらかじめ記憶しておいた 4 種のアルファベットを標的刺激、それ以外のアルファベットを非標的刺激とした弁別課題を比較すると、NA のピーク潜時に差が認められなかった。すなわち、記憶負荷のものは NA に影響を及ぼさなかったといえる。一方、Ritter et al. (1983) では、"J" や ">" の記号の方向を弁別する課題で、同時に呈示される記号の数が 4 つに増えると NA のピーク潜時が延長した。この課題では 1 列に並んだ 4 つの刺激のどれか 1 つが反対方向に呈示されており、その位置は一定していない。したがって、NA のピーク潜時の延長、あるいは後半部分の振幅の増大が認められた実験では、いずれも標的刺激が出現する可能性のある位置の数が増加していることになる。このことは、NA の後半部分が Ritter et al. (1988) の言うような「記憶探索 (memory search)」ではなく、同時に呈示された複数の視覚刺激に対する何らかの空間的探索 (spatial search) を反映することを示唆している。

本実験においては、標的文字が出現する位置の数は D 1 課題と D 3 課題と同じであり、標的刺激の数のみ

を変化させた。また、前述の理由から中心線上以外からの ERP 記録が欠けているため、探索陰性電位と、空間的な探索が反映されると推定した陰性電位とを同時に検討するには不十分な条件設定であった。Ritter et al. (1983, 1988) の課題における「探索」の性質については、今後の検討課題である。

引用文献

- Adam, N., & Collins, G. I. Late components of the visual evoked potential to search in short-term memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1978, **44**, 147-156.
- Donchin, E., Ritter, W., & McCallum, W. C. Cognitive psychophysiology: the endogenous components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting, & S. H. Koslow (Eds.), *Event-Related Brain Potentials in Man*. New York: Academic, 1978, Pp.349-441.
- Donchin, E., Karis, D., Bashore, T. R., Coles, M. G. H., & Gratton, G. Cognitive psychophysiology and human information processing. In M. G. H. Coles, E. Donchin, & S. W. Porges (Eds.), *Psychophysiology: Systems, Processes, and Applications*. Amsterdam: Elsevier, 1986, Pp.244-267.
- Ford, J. M., Roth, W. T., Mohs, R. C., Hopkins, W. F. III, & Kopell, B. S. Event-related potentials recorded from young and old adults during a memory retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1979, **47**, 450-459.
- Gaillard, A. W. K. Problems and paradigms in ERP research. *Biological Psychology*, 1988, **26**, 91-109.
- Gomer, F. E., Spicuzza, R. J., & O'Donnell, R. D. Evoked potential correlates of visual item recognition during memory-scanning tasks. *Physiological Psychology*, 1976, **4**, 61-65.
- Hansen, J. C. & Hillyard, S. A. Endogenous brain potentials associated with selective auditory attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1980, **49**, 277-290.
- Hillyard, S. A., & Kutas, M. Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology*, 1983, **34**, 33-61.
- Hillyard, S. A., & Picton, T. W. Electrophysiology of cognition. In F. Plum (Ed.), *Handbook of Physiology: Sec. 1. The Nervous System: Vol. 5. Higher Functions of the Brain*. Bethesda, MD:

- American Physiological Society, 1987, Pp.519-584.
- Näätänen, R. Processing negativity: an evoked-potential reflection of selective attention. *Psychological Bulletin*, 1982, **92**, 605-640.
- Näätänen, R., & Michie, P. T. Different variants of endogenous negative brain potentials in performance situation: a review and classification. In D. Lehman, & E. Callaway (Eds.), *Human Evoked Potentials: Application and Problems*. New York: Plenum, 1979, Pp.251-267.
- Novak, G. P., Ritter, W., Vaughan, H. G. Jr., & Wiznitzer, M. L. Differentiation of negative-related potentials in an auditory discrimination task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1990, **75**, 255-275.
- Okita, T. Within-channel selection and event-related potentials during selective auditory attention. *Psychophysiology*, 1989, **26**, 127-139.
- 沖田庸嵩 事象関連電位と認知情報処理—選択的注意の問題を中心として— 心理学研究 1989, 60, 320-335.
- Okita, T., Wijers, A. A., Mulder, G. & Mulder, L. J. M. Memory search and visual spatial attention: an event-related brain potential analysis. *Acta Psychologica*, 1985, **60**, 263-292.
- Pfefferbaum, A., Ford, J., Johnson, R., Wenegrat, B., & Kopell, B. S. Manipulation of P3 latency: speed or accuracy instructions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1983, **55**, 188-197.
- Pritchard, W. S. Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin*, 1981, **89**, 506-540.
- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H. G. Jr., & Macht, M. Manipulation of event-related potential manifestations of information processing stages. *Science*, 1982, **218**, 909-910.
- Ritter, W., Simson, R., & Vaughan, H. G. Jr. Event-related potential correlates of two stages of information processing in physical and semantic discrimination tasks. *Psychophysiology*, 1983, **20**, 168-179.
- Ryan, T. A. Multiple comparisons in psychological research. *Psychological Bulletin*, 1959, **56**, 26-47.
- Simson, R., Ritter, W., & Vaughan, H. G. Jr. Effects of expectation on negative potentials during visual processing. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1985, **62**, 25-31.
- Sternberg, S. Memory scanning: new findings and current controversies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1975, **27**, 1-32.