



Title	課題解決過程における視覚誘発電位の分析 II
Author(s)	室橋, 春光; 北島, 象司
Citation	北海道大學教育學部紀要, 39, 265-313
Issue Date	1981-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29250
Type	departmental bulletin paper
File Information	39_P265-313.pdf



課題解決過程における視覚誘発電位の分析Ⅱ

室 橋 春 光, 北 島 象 司

An Analysis of the Visual Evoked Potentials during Problem Solving. Ⅱ

Harumitsu Murohashi, Shoji Kitajima

I 緒 言

ここで用いる課題解決過程とは、ヒトの環境への適応のひとつの側面をさすものである。ヒトをはじめとする有機体は、外部環境から課せられるさまざまな要求に適応するためにまず有機体内部の諸機能を調整し（内部調整）、ついで外部に働きかけて要求を解決し、内部環境と外部環境との間に新しい整合性を確立する。課題解決過程とは、有機体内部と外部の間に生じた情報に関する齟齬を、そのような方法で減少せしめる過程とみなすことができる。なお、ここでいう情報とは、有機体が自己の内部に取り入れる外部環境の構造に関する知識をさす。Pribram (1971)によれば、有機体が内部の、環境についての情報の不確かさを、刺激情報を処理することによって調整しようとする際に考えられる2つの方法がある。ひとつは、有機体を環境へ開放してより多くの情報処理を進行させることである。もうひとつは、有機体を環境から閉鎖して入力情報を制限し、利用し得る刺激形態のより少数の面に、より長い時間焦点をあてることである。このように有機体は、環境と密接に結びつくことにより、あるいは外部情報の取り入れを制限して有機体内部の信頼性を高めることにより内部調整を行なう、とみることができ。Spinelli and Pribram (1976)は、サルの前頭葉を刺激すると、求心性線維の反応振幅の回復が遅れ、前頭葉を刺激すると回復が早まることを見出した。これは、前頭葉が情報をより長い時間処理することとかかわり、また前頭葉はより多くの情報を処理することとかかわることを示唆する。内部調整には、これらの部位が重要な役割を果たすものと予想し得る。

内部調整により適応をはかることは、有機体が新しい環境の統制をはかる上で重要な役割を果たしている。反射的な、あるいは習慣的な行動により問題を解決しようとすることは、ヒトにとってはある場合には成功するが、時には適応への失敗を招く。環境を適確に認知し、外部知覚と内部認知の間の齟齬を減少させるためには、既存の反射的あるいは習慣的な行動を抑制し、内部の調整をはからねばならない。しかし、ヒトを情報処理系としてみなす時、一定の時間内での処理容量には限界がある。そこで重要になるのは、環境のどのような面が課題解決に関連するかを確認し、それを貯蔵されている記憶情報と有機的に関連させることである。環境に存在する莫大な情報の中から、課題の性質に応じた情報を取り入れ、記憶情報の利用によって処理の軽減をはかることにより、有機体は環境に対する自律性を保つことができる。

新奇刺激が出現した時、有機体にはその刺激に対し定位する反射が生じ、続いて探索行動等の定位反応が生ずる。その後、新奇刺激に対する反応は低下あるいは消失する。Sokolov (1963a)によれば、新奇刺激に対する多次元神経モデルが脳内に生じ、新奇刺激に対する定位反応が低下することが慣れである。この慣れは、刺激の一側面でも変化すればただちに脱慣

れを生ずるが故に、反応エネルギーの低下による反応の減弱ではない。慣れは反応の積極的な抑制である。定位反応には2つの成分がある (Pribram, 1971)。ひとつは探索にかかわる成分で、他は記憶にかかわる成分である。新奇刺激の出現により、有機体の環境に対する不確かさは増大する。この不確かさは、探索による情報の収集と、その記憶によって減少してゆく。不確かさが減少すること、すなわち情報の冗長化は慣れをもたらす。慣れは情報処理能力に限界のあるヒトにとって、情報処理系を有効に機能させるための基本的メカニズムであるとみなすことができる。

ヒトは、コミュニケーションの手段として言語をもつが、言語は高度に抽象化されたモデルとみなすことができる。刺激に対して言語を符号として用い得ることは、外界に存在する数多くの事物に対する慣れの成立に重要な役割をもつ。情報取り入れの際に、言語的符号化が可能であると、符号化に必要な情報以外の情報は重要性を失なう。これは情報の冗長化によって処理量の軽減がはかられたことを意味し、かつ概念化 (符号相互の関連づけ) のような高度な処理を可能にする。このようなモデル形成には皮質が関与する (Sokolov, 1963; Pribram, 1971)。しかし、慣れはアメフラシのような下等動物にも広く認められる現象であり、多シナプス神経系の特徴であって、基本的には Ca^{2+} イオンに対する膜感受性の低下にかかわると考えられている (Thompson and Spencer, 1966; Kandel, 1981a, b)。モデル形成に関与する中枢以下の神経レベルでも慣れは生ずる。そして入力系においても慣れは生じ得る。しかし、有機体にとって予測したい緊急事態に備えるためには、入力系は機能しつづける必要がある。このためには脱慣れ、あるいは鋭敏化が慣れに優っていることが必要である (Groves and Thompson, 1970)。Sokolov (1963b)によれば、脱慣れには脳幹網様体が関与する。このMagounらの脳幹網様体賦活系 (Moruzzi and Magoun, 1949) に対して、Jasper (1960) の汎性視床投射系が提唱されている。汎性視床投射系は、脳幹網様体賦活系よりも局所的に作用し得る。この汎性視床投射系は視床特殊核経由の特殊投射系とともに、入力系に対する局所的鋭敏化に関与すると想定できる。慣れにかかわるメカニズムはいまだ明らかではないが、慣れの進行は、脳のさまざまな部位における電気活動の減衰と増加あるいは定常性などの全体的パターンとしての変化に対応する (Pribram, 1971)。したがって、慣れという現象の解明には、脳の電気活動を多部位で測定し検討することが望ましい。

脳波、特に誘発電位は、脳内の電気活動を密接に反映する。誘発電位と心理学的過程である認知過程との対応については、近年多数の研究が行われてきている (Review: Donchin, 1979; Hillyard, Picton and Regan, 1978)。課題解決過程における内部調整のありかたを、脳の各部位における働きと対応させて検討することは、内部調整過程をより具体的に分析する上で重要である。特に誘発電位を利用することは、短時間内に生起し終わる認知過程の時間的推移の分析に有用である。

II 課題解決過程における誘発電位研究

課題解決に至るまでには、その中にいくつかの過程が存在する。そこには少なくとも、課題に関連する情報を選択して取り入れ、保持し、他の情報と比較し判断する過程が含まれる。したがって、数個の刺激を継時的に呈示し、それらに課題解決に至る諸過程を分配することができれば、それらの過程に対応した脳波・誘発電位を得ることが可能になる。情報を取り入れる入力系としては視覚及び聴覚が主となるが、ここではヒトにおいて最もよく発達している視

覚を当面の対象とする。刺激の継時的呈示による視覚誘発電位 (VEP) の研究は, Chapman and Bragdon (1964); Chpapman (1973); Shelburne (1972); Friedman, Simson, Ritter and Rapin (1975); Wilson, Harter and Wells (1973); Fomer, Spicuzza and O'Donnell (1976); Roth, Kopell, Tinklenberg, Darley, Sikora and Vesecky (1975); Roth, Rothbart and Kopell (1978); Ford, Roth, Mohs, Hopkins III and Kopell (1979); Adam and Collins (1978); Rohrbaugh, Donchin and Eriksen (1974); Posner, Klein, Summers and Buggie (1973); Sanquist, Rohrbaugh, Syndulko and Lindsley (1980) たちによって行なわれてきている。

また, 課題刺激を視覚的に同時呈示するかたちの実験は, Poon, Thompson and Marsh (1976), McCarthy and Donchin (1978), Stuss and Picton (1980) らによって行なわれている。また, 課題刺激を聴覚的に継時呈示するかたちの実験は, Sheatz and Chapman (1969), Megela and Teyler (1978) らによって行なわれている。

なお, 以下に用いる電極位置の略称記号は主として国際10-20法 (Jasper, 1958) に基づく表示で, F_3 , F_4 は左右 frontal, P_3 , P_4 は左右 parietal, C_3 , C_4 は左右 central, O_1 , O_2 は左右 occipital, F_z , P_z , C_z , O_z は各々の正中線上の位置を示す (Fig 1-2 を参照)。単極導出では, 左右の耳を基準電極とすることが多く, 左右の区別を必要とする時はこれを A_1 , A_2 で示す。

Chapman and Bragdon (1964) は, 刺激の意味性と誘発電位との関係を扱う際の問題として, (1)被験者に対する刺激の意味性の確定 (2)活性化のような一般的状态による効果の分離 (3)受容器に到達する物理的刺激の十分な統制をあげ, これらを満足する実験事態を導入した。すなわち, 数字とブランクを2つずつ交互に呈示し (持続時間及び刺激間隔—on から on まで—ISI は 750 msec), 被験者に数字の大小判断を求めた。その結果, centro-parietal 及び occipital に配置した電極からの双極誘導において, ブランクの方が明るいにもかかわらず, 数字に対する誘発電位の方が大きく, かつ単極誘導で測定すると, centro-parietal 誘導の VEP の方が occipital 誘導の VEP よりも大きかった。刺激呈示中の alpha 波量を示標とする限りでは, activation level のような一般的状态はその差異に関与していなかった。また, ブランクを+印に変えた時, +印に対する VEP はブランクに対する VEP よりも大きかった。しかし数字に対する VEP よりも小さかった。この実験は, 第1に刺激の物理的性質よりも刺激の意味性の方が誘発電位により密接に関与し得ることを示している。第2に, 誘導部位による誘発電位の差異があることを示している。

Chapman (1973) は, 刺激の処理のされ方を限定し, また課題性を明確にするために Chapman and Bragdon (1964) の方法を発展させ, ブランクの代わりにアルファベット系列を用い, 数字, アルファベットを交互に2つずつ計4個の刺激を呈示した (持続時間10 μ sec, ISI 750 msec)。課題は数字の大小, またはアルファベットの順序について判断することで, どちらが課題となるかは, その試行直前に被験者に知らせた。被験者は4個の刺激系列中の前半で刺激を知覚, 保持し, 後半で比較されるべき刺激を知覚, 判断したと考えられる。VEP は耳を基準として C_z 及び O_z から単極誘導で記録した。その結果, 同じ刺激でも課題となる場合の VEP は, 課題とならない場合の VEP よりも陽性波成分 (潜時 0 ~ 480 msec, C_z 導出) の面積が増大した。また4個の刺激位置が VEP の変化のしかたとかかわっており, C_z 導出の VEP と O_z 導出の VEP とでは, そのかわりかたが異なることを示した。この実験は, 第1に

課題性の有無がVEPに反映されること、第2に課題解決に至る諸過程とVEPのかかわりかたが誘導部位によって異なることを示唆している。

Shelburne (1972) は、子音、母音、子音の順序で、3つのアルファベットから成る意味のある語、あるいは無意味語（最初の2文字はいずれも同じ）を視覚的に呈示した（持続時間10 μ sec, ISI 1000 msec）。課題は呈示された3つのアルファベットが意味を有するか否かを判断することだった。この課題において、被験者は最初と次の刺激位置で刺激を知覚・保持し、3番目の位置で当該刺激を知覚・判断したと考えられる。VEPは耳を基準としてC_z, P₃, P₄より単極導出で記録した。その結果、刺激呈示後約450—550 msecに生ずる陽性成分（通常P300あるいはP3と呼ばれる）が3番目の位置で最も大きく生じた。また、左右parietalよりもC_zでP300は最大だった。この判断位置が最初にくるよう刺激を配置したところ、今度は最初の位置でP300は最大となった。このことからShelburneは、P300を課題解決を示すものと考えた。

Friedman, Simson, Ritter and Rapin (1975) は、言語処理にかかわる脳機能の半球差の研究について批判し、言語現象の大部分は文章の形で生ずるが故に、言語処理にかかわる誘発電位研究には文章を構成するかたちで言語を用いるのがよいと提案した。そして、The wheel is on the axle. のような文章を単語ごとに継時的に呈示する実験を行なった。条件1では、2番目の単語の最初の文字のみを抜いて-eelというかたちで呈示した。このため被験者は文章を最後まで読まないと文章の意味がわからなかった。条件2では、2番目の文字を完全なかたちで呈示した。そのため被験者は文章の終わりまで待たずとも文章の意味を予想できた（実験に用いられた全ての文章はあらかじめ知らされていた）。VEPは鼻の先を基準としてC_z, 左右のtemporo-parietal (P_zとmastoidの中間) から単極誘導で記録した。その結果、P300潜時が単語位置2では条件2の方で条件1よりも大きかった。また単語位置6（文章の終わり）では条件1のP300潜時が条件2よりも大きかった。そしてP300振幅値は条件1, 2にかかわらず、単語位置6で最大となった（単語位置6ではP300振幅値は条件1の方が条件2よりも大きかった）。これらのことから彼らは、言語処理実験では、不確かさがP300潜時に反映され、文章の終了することがP300振幅値に反映されると考えた。

Wilson, Harter and Wells (1973) は、視覚刺激の弁別を含む課題解決において、弁別されるべき種々の刺激によって誘発されたVEPは、正しい刺激が注意される程度を間接的に示すと仮定して、一連の仮説をテストすることによって視覚弁別を行なう学習課題を被験者に行なわせた。刺激には4つの次元があり、それぞれに2つのレベルがあって（次元1：円または正方形、次元2：×印または+印、次元3：赤色又は緑色、次元4：水平線又は垂直線）、この計8個の刺激のうちから各次元1個ずつ計4個の刺激が1試行で継時的に呈示された（持続時間40msec, ISI 500 msec）。課題は1試行系列内に、被験者が正しいと考える刺激が含まれているか否かを口頭で報告するかもしれないがキーを押すことだった。実験は1ブロック32試行ずつ行なわれ、この32試行目ごとにのみ結果が知らされた。その結果、耳を基準としたC_z及びO_zからの単極誘導で刺激呈示後約250—350 msecに生じた後期陽性成分と、刺激呈示に始まり、400-500msecに終るSlow Positive Shift (SPS) が認められた。特にSPSはC_zからの誘導記録ではっきり認められた。このSPSは、課題を解決した時点で最も大きく、後期陽性成分も同様だったが、この成分に有意差は認められなかった。この実験は、VEPが被験者の仮説する刺激次元の移動に関連し得ることを示している。

Gomer, Spicuzza and O'Donnell (1976) は、信号検出理論によるP300の研究を批判し、心理学的変数がV E Pに与える影響は、刺激事象が容易に識別でき、かつ反応行動が受容し得るレベルで維持されるような、より複雑な認知課題中で調べられるべきだとした。そして、Sternberg (1969) の手続がこのような問題領域に適用し得る正確な手続だとして、これを用いて実験を行なった。刺激は視角度22'の白色文字(10.6fL)で、項目数は1, 2, 4, 6の4種類、呈示時間は2秒だった。課題は前もって呈示したtest項目の有無について反応キーを押すこと(存在する場合に押す課題 Positive Set : PS と、存在しない場合に押す課題 Negative Set : NS とがあった)だった。V E Pは右耳を基準とし左耳を接地してC_zから単極誘導で記録した。その結果、P300が項目数と、test項目数の有無についての反応のしかたによって変化した。PSでは、NSよりも大きなP300が得られ、NSに対するP300は項目数の増加に従って減少し、PSに対するP300との差が増加していった。彼らは、P300について、選択的注意(Tecce, 1972)や一般的な覚醒(Eason, Harter and White, 1969)、あるいは反作用的变化(Karlin, 1970)ではなく、これらの課題に対する特定の思考過程を統制する際の決定のような認知行動に関連するものと考えた。

Roth, Kopell, Tinklenberg, Darley, Sikora and Vesecky (1975) も、Sternbergの手続を用い、実験を行なった。数字を刺激とし、1秒間ずつ1個から4個までの数字系列を1秒間のI S I で呈示した。V E Pは乳様突起を基準としてC_zより単極誘導で記録した。その結果、P300は明瞭に認められず随伴性陰性変動(Contingent Negative Variation : CNV)の振幅が項目数にともなって変動し、項目数1のときに最大で、その復帰は項目数が大きいほどゆるやかだった。

Roth, Tinklenberg and Kopell (1977) は、Rothら(1975)の手続を用いてV E P成分にEthanol及びMarihuanaが及ぼす影響について調べた。V E Pは耳を基準としてC_zより単極導出で記録した。その結果、P300振幅値とCNVのベースラインの復帰潜時に薬物効果が認められたが、N1(潜時70—150msec)及びCNV振幅値には認められなかった。

Roth, Rothbart and Kopell (1978) は、CNVのベースラインへの復帰が、刺激に同期するかたちで生ずるのかあるいはキー押し反応に同期したかたちで生ずるのかを、Rothら(1975)の手続を用いて調べた。反応時間を基準にして加算した波形と刺激呈示開始時間を基準にして加算した波形、さらにモデル波形(1つの反応時間基準加算波形そのものを、それを構成する個々の試行における反応時間を基準にして加算して作成した波形)の3つの加算波形を作成して比較した。もしCNVのベースラインへの復帰がキー押し反応に同期したかたちで生ずるならば、刺激開始を基準として加算した波形は本来の波形を歪めたかたちになることが予想される。そしてモデル波形も反応時間をもとに加算し直してあるために、刺激開始基準加算波形と似ることになる。またもしCNVのベースラインへの復帰が刺激に同期したかたちで生ずるならば、モデル波形と刺激開始基準加算波形は似ないことになる。V E Pは耳を基準としてC_zより単極導出で記録した。その結果、刺激開始基準加算波形では、CNVのベースラインへの復帰の潜時は、項目数に伴って変化した。反応時間基準加算波形では、項目数に伴って変化はしなかった。またモデル波形のCNVのベースラインへの復帰潜時は、刺激開始基準加算波形における復帰潜時に近く、その差は22msecだった。これらのことから、彼らはこの実験におけるCNVのベースラインへの復帰は、刺激と結びついた過程よりも反応と結びついた過程をより密接に反映すると考えた。

Ford, Roth, Mohs, Hopkins III and Kopell (1979) は, Sternberg の手続を用いた実験において, 反応時間 (RT) は項目数 (M) の増加に伴って直線的に増加し, その関係は $RT = b + aM$ (b は切片, a は傾きを示す) で表わされると考えた。このとき切片 b は probe 刺激の符号化, 反応の実行などの項目数によらない過程に要する時間を反映し, また傾き a は各項目と probe 刺激を比較するのに要する一項目あたりの時間を反映すると考えた。一方, P300 潜時も項目数の増加に伴って増加するが, この P300 潜時が刺激評価時間を反映すると仮定すれば, 反応時間から P300 潜時を差し引いた値は, 反応実行処理に要する時間を反映することになる。そしてこの差し引いた値をグラフ化した時の切片 c は, 基本的反応実行処理時間を反映すると予想できる。さらに, 切片 b の値から切片 c の値を差し引くとき, その値は刺激の符号化等の入力処理時間を反映すると予想できる。このような仮定のもとに, 若年者群 (20~29 才) と老年者群 (74~84 才) の 2 群に対して Roth ら (1975) の実験手続を用いて実験を行なった。VEP は F_z , C_z , P_z より耳を基準として単極誘導で記録した。その結果, 彼らは反応時間と P300 潜時の差の値のグラフの傾きは, probe 刺激の有無についての被験者の確信の度合により影響されると推定した。そして (1) 若年群と老年群は同程度の速度で probe を評価すること (2) 老年群は入力処理時間が若年群よりもいくらか長いこと (3) 老年群は反応実行処理時間が若年群よりもかなり長いこと (4) 老年群は困難な課題条件においては若年群よりも確信性が低くなること, を示唆した。

Adam and Collins (1978) も Sternberg の手続を用い, Short Term Memory Storage の大きさの関数として VEP の振幅, 潜時が変化するか否かを調べた。刺激は数字で, 警告刺激の 1 秒後, 300msec 持続時間, 100msec の ISI で, 1 個から 11 個までの刺激が継時的に呈示された。耳を基準として T_3 , T_4 (左右の temporal) C_3 , C_4 , C_z , P_z , O_z より単極誘導で記録した。その結果, P270 と P350 が区別され, 項目数 1 から 7 までは, 両成分の潜時が直線的に増加した。これらの振幅は C_z で最大だった。また潜時 200msec より早い成分の潜時は, 項目数とは関係がなかった。

これら Sternberg の手続による実験では, VEP の後期成分, 特にその潜時が項目数に対応して変化することが見い出された。これらの実験が示唆することは, 後期成分が再認過程と密接にかかわっていることである。

Rohrbaugh, Donchin and Eriksen (1974) は, P300 が覚醒や注意の準備状態には直接的にかかわらない, 課題決定のような過程を反映すると予想し, 6×6 の格子行列のうちの特定格子を継時的に呈示することにより垂直あるいは水平方向の格子系列群を作り出し, その方向を被験者に判断させるキー押し反応をさせる実験を行なった。格子は一辺が約 2.5cm の半透明プラスチックより成り個々の格子が別々に背後から照明できるようになっていた (1.0 fL , 1 つの格子は視角度 $19' \times 19'$, 格子系列を成した時の視角度は $1^\circ 52'$ だった)。第 1 刺激 S_1 と第 2 刺激 S_2 の間の間隔は SOA (Stimulus Onset Asynchrony) 0, 15, 30, 60, 90, 120, 240, 480msec のいずれかであった。条件 I では S_1 と S_2 は 30msec 呈示され, S_2 は 30msec 以上の SOA で呈示された。したがって S_1 と S_2 の間に暗黒期間があった (間欠条件)。条件 C では S_1 の off と常に重なるように呈示された (S_2 の呈示時間は常に 30msec)。したがって S_1 と S_2 の間に暗黒期間はなかった (連続条件)。またそれぞれの条件について, 垂直, 水平方向の呈示順序をランダムした場合 (R 系列) と交互にした場合 (A 系列) についても調べた。VEP は, C_z と O_z より耳を基準として単極誘導で記録した。その結果, P300 振幅値は A 系列よりも R 系列で

より大きく、またR系列ではS1に対するP300よりもS2に対するP300振幅値の方が大きかった。さらにS2に対するVEPには、最長のSOAの場合を除き、初期成分がはっきり認められなかった。すなわち、初期成分が不応期にある場合でもP300は独立に出現することが見いだされた。彼らはこれらのことから、P300振幅値は、情報伝達や課題関連性自体では決定されず、被験者の判断のしかたに強くかかわっていると考えた。

Posner, Klein, Summers and Buggie (1973) は、彼らの注意理論(Posner and Boies, 1971) に基き、警戒性 (Alertness) と構え (Set) を検討する中で、構えの効果について文字整合課題を用い、誘発電位を示標として実験を行なった。刺激はCRT (Cathode Ray Tube) 上にあらわれる視角度2°以下の文字だった。最初の文字が250msec間あらわれ、1秒後に2番目の文字があらわれた。課題は文字の異同について、それぞれに割り当てあられたキーを押すことだった。VEPはC_zから左乳様突起を基準とし、右乳様突起を接地して単極誘導で記録した。その結果、same と different の差は刺激呈示後約200msec から300msecの間に最もはっきりあらわれた。そしてこの差 (peak to peak 振幅値) は differentの方が大きかった。この結果の説明として、(1)直前に呈示された刺激による活性化によって2回目の活性化が弱められたため (2)different 刺激の方がより多くの処理を必要としたため (3) same刺激の方の処理が different 刺激よりも早く始まったため、different 刺激で明瞭に認められるN₂成分がmaskされたため、であることが考えられた。そこで(3)の仮説を検討するため、P300が被験者への刺激に対する注意の指示により影響され、かつ指示に整合する方が潜時が短いと仮説し、刺激を400msec 持続の単語とし、同様の実験を行なった。課題は、sameあるいはdifferentの回数を数えること(他方は無視する)だった。その結果、countした方でP300振幅値がより大きく、潜時も約100msec早かった。彼らはこの結果を、Limited Capacity System が set された刺激の方によってより早く占められることと関連すると考えた。

Sanquist, Rohrbaugh, Syndulko and Lindsley (1980) は、Craik and Lockhart (1972) の、刺激処理レベルが記憶痕跡の強さに影響するという提案に基き、単語弁別課題において種々の処理レベルとVEP成分が関連するか否かについて検討する実験を行なった。刺激はCRTに表示される高さ1°幅3°~10°の単語500で(閾値上2.7log unitの明るさ)、最初の単語S1が100msec 呈示された後、2秒の間隔を置いて2番目の単語が100msec 呈示された。課題は実験1では2つの単語について①orthographic ②phonemic ③semantic のいずれかの基準に従ってsame か different かを判断することだった。また実験2では、条件1で呈示された単語と条件2で新しく呈示される単語を同数ずつランダムに配列した単語系列が3秒に1個の割合で呈示され、各単語がold か new かを判断することだった。いずれの条件でもキー押し反応が要求された。VEPはF_z、C_z、P_z、P₃及びP₄の各1cm上の位置から耳を基準として単極誘導で記録した。その結果、実験1の判断課題ではVEPに潜時約500~600msecのLPC (Late Positive Component) と、試行区間のより後の部分で発達する陰性方向のSW (Slow Wave) がみられた。LPCには判断の型 (same か different か) に有意差が認められたが、判断基準には有意差は認められなかった (S2に対するP_z誘導のVEPのBaseline to Peak振幅値の分散分析による)。そしてsame に対するLPC 振幅値が different に対するLPC 振幅値よりも大きかった。またPCA (Principal Component Analysis) の結果、Factor 1 が主にLPCを反映し、Factor 2 が主にSWを反映したとみられた。そしてS2に対するVEPのFactor 1では semantic においてsame と differentの間にはっきりと差がみら

れたが、phonemic 基準と orthographic 基準では same と different の間の差は小さかった。また Factor 2 の分散分析では判断基準に有意差がみられ、orthographic 基準での SW が最も陰性へのふれが強く、phonemic 基準と semantic 基準の間に有意差はなかった。実験 2 での再認課題では、LPC がより広い潜時範囲でみられ (450—750msec)、形態的に判断課題での LPC と異なっていた。これらのことから彼らは、LPC は特に phonemic や semantic な領域内での処理操作に敏感であり、再認に結びついた過程を反映すると考えた。またこの実験での SW は CNV にかなり似たものであるとし、処理レベル、特に記憶系の活動の一時的な状態を反映すると考えた。

Thatcher (1976), Thatcher and April (1976), Thatcher (1977) は、継続的に呈示された 2 文字の整合課題を用いて CRT 上に表示される視角度 1.5° の文字、持続時間 20msec, ISI 1000msec), ヒトの内部に存在すると予想される言語表象と、文字刺激により作られる感覚表象との間の整合・不整合を誘発電位により検討しようとした。また最初の文字の前後にはランダムドットパタンを 3 個あるいは 2 個挿入し、感覚表象の保持にかかわる脳内の状態変化をとらえようとした。VEP は耳を基準として O_1 , O_2 , P_3 , P_4 , T_5 , T_6 , T_3 , T_4 , F_7 , F_8 , C_z (F_z) の各部位より単極誘導で記録した。その結果、最初の文字の後に置いたドットパタンに対する VEP は、文字の前に置いたドットパタンに対する VEP と比べて刺激呈示後 200—250msec 及び 300—350msec の間で違いがあった。また最初の文字に対する VEP は、刺激呈示後約 150—250msec に大きな陰性成分を、400—450msec に大きな陽性成分を有していた。そして最初の文字と後の文字が同じであった場合は、異なる場合に比べて、2 文字のそれぞれの VEP 波形は似ており、かつ後期陽性成分は同じ場合の方が異なる場合よりも大きかった。さらに occipital, temporal 導出の VFP は、frontal, central 導出の VEP よりも大きかった。

これらの、刺激の継時的呈示によって課題解決を段階的に分離した研究によって

- (1) VEP は刺激の物理的特徴よりも刺激の意味性に対応して変動し得ること
- (2) 課題解決時に VEP、特に後期成分の振幅が最大となり得ること、またこの振幅及び潜時は課題解決時の種々の認知的過程を反映し得ること (特に記憶の再認過程と密接にかかわりあうことを予想し得る)
- (3) 頭蓋のより前方より導出した VEP 成分と、より後方から導出した VEP 成分とでは、課題刺激呈示にともなう継時的変化のしかたが異なること

が明らかになってきた。しかしこれまでの研究では、主として課題解決前後のおおまかな VEP 変化をとらえるにとどまっており、課題解決に至る諸段階での内部調整過程の進行については明らかになっていない。Thatcher の研究では、文字刺激の前後に挿入したドットパタンに対する VEP の比較により、情報保持中の脳内状態を検討しようとした。これはある程度脳内の状態変化を明らかにしたといえるが、彼らの分析では情報保持中の一般的状態の変化を示唆するにとどまる。またこれまでの研究は、誘発電位の成分のうち潜時約 300—500msec の後期陽性成分を扱ったものが多いが、それよりも早い成分については十分検討されていない。これはこれまでの研究で用いられた方法では、より早い潜時成分に変動が少なかったことを示している。しかしより早い潜時成分は、知覚の成立にかかわる予備的な入力情報の分析、特に記憶情報との照合にかかわり得ることが予想されており (Harter and Salmon 1972, Ritter, Simson and Vaughan 1972, Regan 1972, Picton and Hillyard 1974, Hillyard, Picton and Regan 1978),

課題解決過程において潜時100—300msec のVEP成分のふるまいを検討することは、内部調整過程をより詳細に分析する上で重要である。

筆者は、2枚の日常よく見られる生活用品、動植物の線画を刺激とし、この2つの刺激の間の概念的関係あるいは形態上の類似性の判断を課題とした実験を行なった(室橋 1979)。視覚情報処理過程として、情報の取り入れ、保持、内部記憶との照合、その結果の評価、概念化に至る過程を想定し、これらの過程とVEP成分との対応を検討した。2枚の線画刺激は、それぞれ3回ずつ反復呈示し、情報保持あるいは概念化の過程でのVEPの変動を検討した。VEPは耳を基準としてF₃、F₄、C₃、C₄、C_z、O₁、O₂、の各部位より単極誘導で記録した。この実験では、反応時間(RT)実験を追加して行ない、刺激呈示後300—400msecに生ずる陽性成分が、カテゴリーの適用処理、課題解決のための知覚内容の再統合処理とより密接にかかわり得ること、また概念的課題では、刺激図形に対する感覚情報処理に続く概念化の過程が刺激呈示後約400msec 付近から始まり得ることを想定した。しかしこの実験では、情報保持段階でのVEP成分の課題間の変動は明らかにならなかった。これは用いた刺激が両課題とも言語的符号化が可能であったために、情報保持にかかわる処理において大きな差がなかったためと予想できる。

Ⅲ 実験

室橋(1979)の実験について指摘した問題点を改良するため、以下に述べる実験を実施した。これらの実験では、刺激構造がより単純で、かつ言語的符号化が容易な刺激として文字あるいは数字を、また言語的符合化が困難な刺激としてランダムパターンを用いた。なお、本報告では課題解決に至る各段階中、特に情報の取り入れと保持にかかわる段階に焦点をあて、これらの段階とかわりの深いoccipital導出のVEP成分を中心に検討する。このために一連の実験の記載順序は実施順序とは必ずしも一致しない。また今回は実験の結果を報告するにとどめ、考察については続報で報告する予定である。

以下の記述において特に断わる以外は、VEP振幅値の刺激位置および刺激相互間変動の有意性検定は分散分析により、また特定の2振幅値間の差の有位性検定は対にした値のStudentのt検定によった。有意性採択の危険水準は5%としたが、1%を採択した場合もある。

Ⅲ-1 実験Ⅰ No. 77047706

Ⅲ-1-1 目的

慣れは、課題に関連する情報を取り入れ、内部にモデルが形成されるに従い生じはじめると考えられる。課題解決に至る諸段階に対応させた各刺激を、それぞれ数回にわたり反復呈示すると、各刺激に対する慣れが生ずる。この慣れのありかたは刺激の意味性に対応して、課題解決に至る各段階で異なることが予想される。また各段階での刺激の反復呈示は、各段階の延期を生ぜしめることになる。この維持的側面は、刺激の意味性に対応したかたちで、慣れのありかたに影響を及ぼすであろう。

ヒトの情報処理系の、単位時間あたりの処理能力には限界がある。課題が複雑で、かつ刺激の呈示時間が短い場合には、情報処理が十分にできなくなる場合があると予想し得る。そのような場合、刺激を反復呈示すると情報処理は1回目で終了せず、その後も続く可能性がある。ランダムチェッカーパターン刺激とアルファベット刺激をそれぞれ反復呈示すると、アルファベット刺激に対しては言語的符号化が容易であり、この刺激に対する内部モデルは1回目の呈示

で十分に生ずると予想できるので、2回目以降のくり返しに対しては慣れが生じはじめると予想し得る。これに対し、ランダムチェッカーパターン刺激では、言語的符号化が困難で内部モデルが1回目の呈示では十分には生じにくいと予想できる。したがって2回目以降のくり返しでも内部モデルの形成が行なわれ続け、アルファベット刺激よりも慣れは生じにくいと予想し得る。したがって情報の取り入れと密接にかかわる occipital 導出の VEP 成分は、2回目以降のくり返しではランダムチェッカーパターン刺激に対してアルファベット刺激の方が小さくなると予想し得る。

Ⅲ-1-2 方 法

(1) 被験者 大学生6名(男子3名, 女子3名)。視力は矯正視力を含め正常。年齢20-23歳。

(2) 刺 激 12×12ユニットのチェッカー基盤を用いて、次の刺激を作成した (Fig. 1-1 参照)。

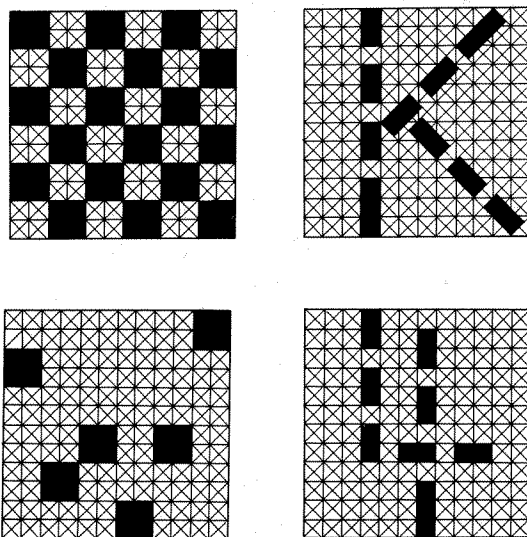


Fig.1-1. Examples of stimulus patterns. Projected patterns on the screen were bright figures against dark background. Checkerboard, letter and number patterns were used in all experiments described in later sections. The warning stimulus pattern was used in Exp. 1 and 2.

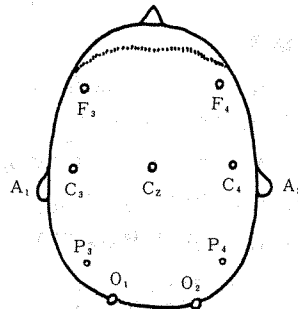
- ① 6×6ユニットの正規チェッカー (警告刺激用)
- ② 6×6ユニットを用いたランダムパターン (ランダムパターン系列用) 30種類
- ③ 12×12ユニットを用いたアルファベット (アルファベット系列用) 26種類

これらを撮影した35mmネガフィルムをスライド(黒地に白図柄)として用い、刺激とした。このスライド投写像はスクリーン上で約5×5cm, 被験者の位置での視角度は約3°だった。

(3) 実験装置 実験室はコンクリート製で電気シールドを施してあり、外部雑音は排除される。この暗室内中央にスライド像投写用半透明プラスチック製スクリーン(ドーム状)を設置。このスクリーンから約1mのところには歯科用リクライニング椅子と脳波電極接続箱を設置。刺激投写装置はコダック製AF-2型で、これを竹井機器製プリセットタイマー及び岩崎通信

機製ファンクションジェネレーター FG-330 型を用いて刺激持続時間、刺激間隔を制御。これら刺激投写装置は暗室外に設置し、ガラス窓を通して室内スクリーンにスクリーンの背後から投写した。凝視点は赤色 LED を室内よりスクリーン中央に実験中常に投写。脳波計は三栄測器製 WM-103 型（生体増幅器 1117 型を 14 ch 組込、時定数 0.3 秒、バンド幅 1 Hz~3 KHz）を用いた。脳波計出力は FM データレコーダー TEAC 製 R-270 型（14ch、バンド幅 D.C. - 1.25 KHz）を用いて記録した。この記録を再生した出力を、日本光電製 ATAC-201 型あるいは、ミニコンピューター横河ヒューレットパッカード製 YHP 2100A 型を用いて加算処理した。加算の際には眼球運動の生じた試行を除き、40 回加算した。分析精度は 7.8 msec/point で、刺激 on から 1 秒区間を加算した。脳波電極は Ag-AgCl 電極で、10-20 法による F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z , O_1 , O_2 に配置し、基準電極として A_1 , A_2 をリンクして用い、単極誘導で導出した (Fig. 1-2 参照)。

Fig.1-2. Schematic representation of electrode locations according to the international 10/20 system. C_3 and C_4 were used in Exp. 1 and 2. In other experiments, P_3 and P_4 were used in place of C_3 and C_4 .



(4) 手続 暗順応完了後、両眼視条件で実験した。最初にランダムパタン系列及びアルファベット系列を 2 回ずつ練習試行し、その後両系列をランダムに 26 試行を 1 ブロックとして 4 ブロック呈示した。1 回の試行は計 7 個の刺激から成り、最初が警告刺激 (WS) で、続く

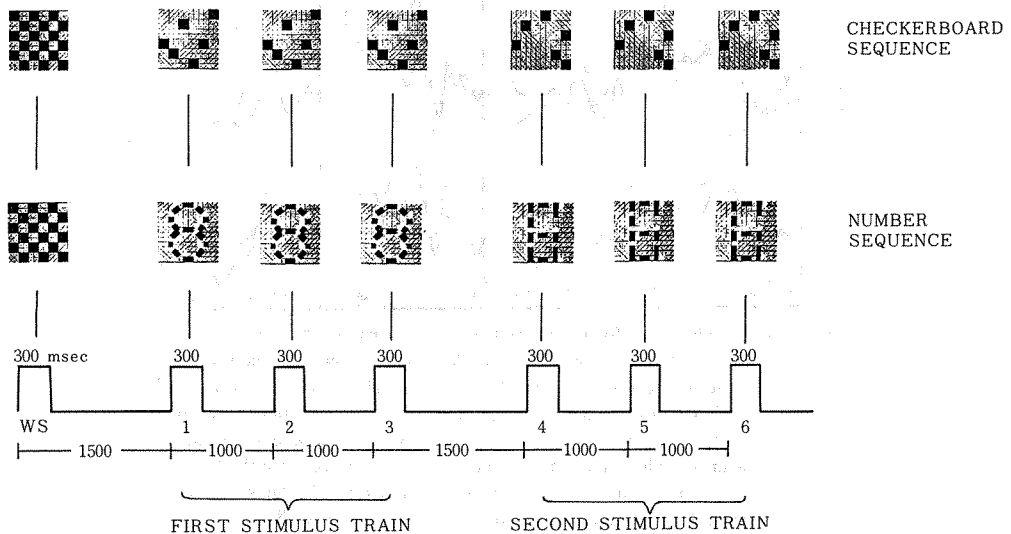


Fig.1-3. Time sequence of stimulus presentation. Letters were presented in Exp. 1 in place of numbers. The identical time sequence was used in all experiments described in the letter sections except in Exp. 6 and 7.

て第1刺激列として3個の同一ランダムパタン（アルファベット），次に第2刺激列として3個の同一ランダムパタン（アルファベット）があった。1試行の呈示時間，刺激間隔はFig. 1—3のようになっていた。各刺激の持続時間は300 msecである。最初に警告刺激を呈示し，1500msecの刺激間（on-on）間隔（ISI）において，第1刺激列1回目の刺激（刺激位置番号1）を呈示，その後同じ刺激を1000 msecのISIで2回呈示した。続けて1500 msecのISIにおいて第2刺激列1回目の刺激（刺激位置番号4）を呈示，その後同じ刺激を1000 msecのISIで2回呈示した。アルファベット系列の試行の場合もこれと同様に呈示した。試行間間隔は10—20秒，ブロック間の休憩は数分間とった。被験者の課題は，ランダムパタン系列の場合は第1と第2刺激列で呈示される刺激パタンの異同弁別で，アルファベット系列の場合は第1と第2刺激列で呈示されるアルファベットを読むことであった。いずれの場合も，報告は，最後の刺激が出終ってから1秒以上たった後に，口頭で行なわせた。ブロックの最初と最後には，ブザーで合図をした。

III—1—3, 結果

刺激位置1から6までの，Cz及びO₁から導出したVEP波形の1例をFig. 1—4及び1—5の左側に示した。実線がアルファベット系列，点線がランダムパタン系列を示す。Cz導出VEPでは，潜時約120 msecの陰性成分（N120）と潜時約180 msecの陽性成分（P180）及び潜時約370 msecの陽性成分（P370）が認められる。またO₁導出VEPでは，潜時約180 msecの陰性成分（N180）と潜時約270 msecの陽性成分（P270）が認められる。アルファベ

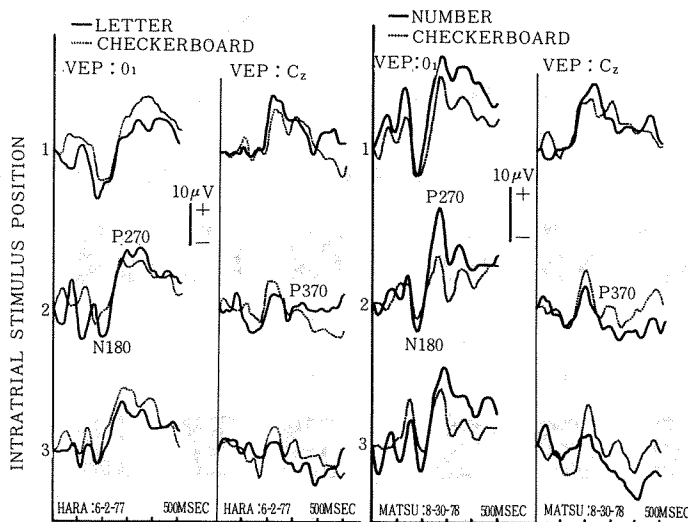


Fig. 1-4. VEP wave forms recorded at the central (Cz) and left occipital (O₁) loci. VEPs in the left panel were recorded in Exp. 1 for a subject, whereas those in the right panel were recorded in Exp. 2 for another subject. Intratrial stimulus positions from 1 to 3 are seen on the ordinates. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissae. VEPs for the letter and number stimuli were traced with solid lines, whereas those for the checkerboard stimulus were traced with dotted lines. Peak identification with latencies is shown on the VEPs at position 2. The amplitudes of O₁ P270s to the letter and number stimuli enhanced at position 2, whereas those to the checkerboard stimulus decreased at the same position, as compared to position 1.

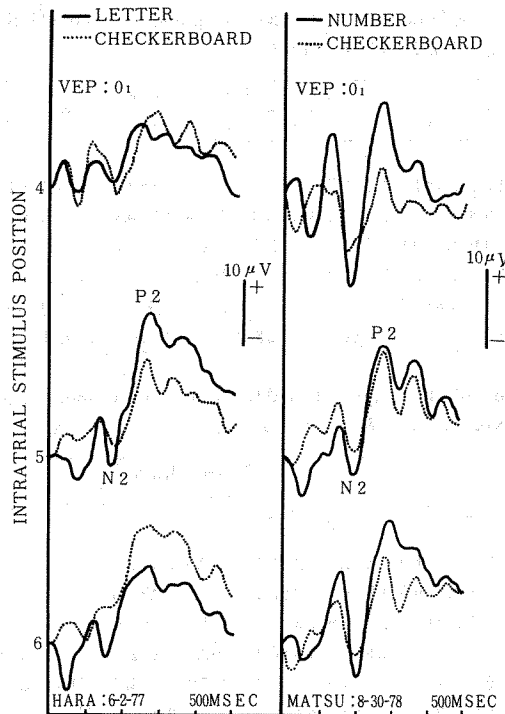


Fig. 1-5. VEP wave forms recorded at O1. VEPs in the left panel were recorded in Exp. 1, while those in the right panel in Exp. 2. VEP negative and positive peaks were identified as N2 and P2 which are shown on the VEPs at position 5. Intratrial stimulus positions from 4 to 6 are seen on the ordinate. Other details: see Fig. 1-4.

ット系列のP 270振幅値は、刺激位置2（第1刺激列）及び5（第2刺激列）で最大となるのに対し、ランダムパタン系列では刺激位置1及び4で最大となっている。すなわち、くり返された刺激に対するO₁導出のP 270振幅値が、アルファベット、ランダムパタン系列間で異なっているのが認められる。Table 1-1, 1-2及び1-3に各VEP成分ごとに、各刺激位置に対する振幅値の被験者6名についての平均値及び標準誤差を、各導出部位について示した。表左側がランダムパタン系列、右側がアルファベット系列である。なお、警告刺激に対するVEPは、コンピューターの記憶容量の関係上、処理しなかったため記載していない。Table 1-

Table 1-1 Mean amplitude (μ Volts $\pm$ s. e.) of N100 component to the checker and letter stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 77047706 N=6

	Stimulus : Checker						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	01	02	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	01	02
WS														
1	2.7±1.6	2.8±1.7	1.2±0.9	1.2±0.9	1.1±0.8	2.8±1.6	5.6±1.8	3.5±1.5	4.0±1.4	2.0±0.8	2.0±1.4	1.4±0.9	1.6±1.9	4.2±1.6
2	2.4±0.5	2.6±0.5	2.3±1.1	1.9±0.7	2.0±0.5	0.2±1.7	1.5±1.5	3.0±0.7	4.0±1.0	3.2±0.8	4.5±1.4	3.2±1.0	1.8±0.7	2.8±1.3
3	3.1±0.8	3.1±0.6	3.1±1.2	2.8±0.8	2.3±0.9	0.5±1.0	2.5±1.4	1.5±1.0	3.0±1.4	3.0±0.7	4.0±1.5	4.1±0.8	1.2±0.5	2.7±0.8
4	2.4±1.5	4.2±2.5	2.4±1.5	2.5±1.4	2.5±1.5	0.8±0.7	4.3±1.2	4.0±2.1	2.8±0.9	3.5±1.5	2.4±0.9	2.9±0.9	1.4±1.2	3.1±1.0
5	1.9±1.0	2.8±0.7	2.1±0.6	2.1±0.7	2.5±0.9	1.1±0.6	2.1±0.6	2.5±0.4	3.7±0.6	2.4±0.9	3.1±1.2	3.1±0.8	0.2±1.1	1.2±1.0
6	2.8±1.0	4.4±1.2	3.2±1.4	3.7±1.3	4.0±1.1	1.3±1.6	1.4±0.9	3.0±1.2	3.7±0.4	2.7±0.7	2.3±0.9	3.1±0.7	0.9±0.7	0.6±0.3

Table 1—2 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of P200 component to the checker and letter stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 77047706 N= 6

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	C 3	C 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	C 3	C 4	Cz	O1	O2
WS														
1	4.7±2.6	3.7±2.0	3.0±1.5	1.9±0.9	5.4±1.7	4.6±1.7	4.5±1.7	5.9±2.2	3.8±2.1	4.4±1.4	4.1±0.7	7.8±1.3	4.9±1.2	3.9±0.8
2	3.3±1.0	2.5±0.3	3.0±0.6	1.7±0.8	4.5±1.1	5.6±1.2	4.8±1.3	2.8±0.4	2.3±0.4	2.1±0.5	1.7±0.4	3.7±0.8	6.2±2.1	7.4±2.2
3	2.3±0.7	2.2±0.7	1.7±1.1	1.2±0.6	4.3±0.6	6.0±1.4	6.5±1.6	4.1±0.4	2.3±2.3	1.1±1.2	-0.1±1.4	1.7±0.9	6.0±1.3	5.6±0.9
4	4.4±0.6	2.3±1.1	1.5±1.3	1.4±1.6	4.0±1.8	5.6±1.2	4.5±1.2	4.2±1.4	3.4±0.7	2.4±1.5	1.8±0.6	4.2±1.4	4.6±1.4	4.9±1.0
5	1.9±1.5	1.3±0.9	1.8±0.7	1.3±0.4	3.6±0.7	6.8±1.7	6.6±1.5	2.1±0.4	1.8±0.8	2.3±1.0	1.8±0.7	4.0±1.0	8.4±3.0	8.1±2.4
6	2.8±1.5	1.0±0.4	2.5±0.9	2.1±1.2	3.9±1.5	7.1±2.4	8.0±2.8	0.7±1.0	0.5±0.7	1.7±1.1	1.7±1.3	3.8±1.2	6.9±1.5	7.8±2.2

Table 1—3 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of N300 component to the checker and letter stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 77047706 N= 6

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	01	02	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	01	02
WS														
1	4.1±1.5	3.5±1.6	3.7±1.2	3.5±0.7	4.6±1.0	4.3±1.4	4.2±1.2	5.2±0.8	2.5±2.1	4.9±1.0	4.2±0.2	5.8±0.3	4.2±1.1	3.6±0.8
2	1.1±1.3	0.8±1.2	1.6±0.7	2.1±1.0	2.8±0.9	3.1±1.4	3.2±1.2	2.6±1.4	0.4±1.3	2.7±0.5	1.0±0.9	1.8±0.7	2.4±0.8	3.2±1.1
3	0.6±0.7	1.0±0.8	0.7±0.4	1.4±1.0	2.0±0.5	1.5±0.9	2.3±0.8	1.2±1.4	-0.3±1.6	0.4±1.0	0.3±1.0	0.4±1.0	1.8±1.1	1.6±0.7
4	7.0±2.2	3.8±2.4	6.0±1.2	5.6±2.9	7.8±2.0	3.1±1.2	2.9±0.9	5.0±2.4	5.1±2.2	3.7±1.9	4.4±2.3	4.7±2.0	3.6±1.3	3.2±0.9
5	2.9±0.7	2.2±0.5	1.3±0.4	1.9±0.7	2.4±0.8	2.0±0.9	1.5±1.2	3.0±1.0	3.6±1.3	1.8±0.6	1.9±1.0	2.1±0.9	3.6±1.4	3.9±1.4
6	1.4±1.3	1.2±0.7	0.8±0.8	1.0±0.9	0.2±0.9	1.0±0.5	2.1±1.2	1.3±1.6	0.2±1.4	-0.6±0.7	-0.8±1.0	0.5±1.1	2.6±1.5	3.3±1.6

1 は F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , Cz については N 120, O_1 及び O_2 については N 180 の振幅値 (測定基準は、刺激 on 後 20 msec 間の電位平均値) を示す。Table 1—2 は $F_3 \sim Cz$ については P 180, O_1 及び O_2 については P 270 の振幅値を示す。Table 1—3 は全部位の P 370 の振幅値を示す。Fig. 1—6 及び 1—7 に Table 1—1 から 1—3 まではグラフにしたものを示す。Fig. 1—6 は F_3 , F_4 , C_3 , C_4 における N 120, P 180, P 370 各平均振幅値を刺激位置ごとに示したものの、Fig. 1—7 は Cz , O_1 , O_2 における N 120 (Cz), N 180 (O_1 , O_2), P 180 (Cz), P 270 (O_1 , O_2) 及び P 370 の各平均振幅値を刺激位置ごとに示したものである。実線がアルファベット系列、点線がランダムパタン系列を示す。Fig. 1—8 には O_1 及び Cz における VEP を、刺激くり返しに関して重ね合わせて描いた 1 例を示す。

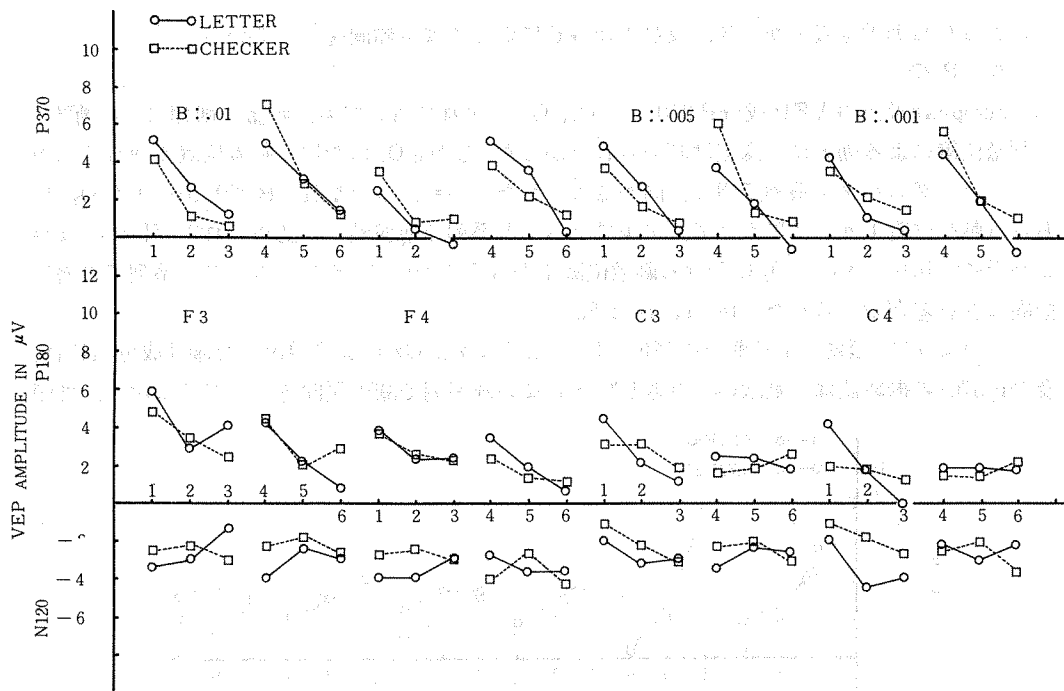


Fig. 1-6. VEP amplitude values averaged across 6 subjects for the letter and checkerboard stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen on the abscissa. Centro-frontal electrode loci (F3, F4, C3, and C4) are seen in the upper part of the middle panel. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the checkerboard stimulus were traced with dotted lines and open squares. The amplitude values of the centro-frontal P370 are shown in the top panel, those of the P180 in the middle one, and those of the N120 in the bottom one. Letter B in the top panel indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions, revealed by an analysis of variance.

(1) N 120

F₃, F₄, C₃, C₄, C_zの各部位では、分散分析の結果、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。刺激位置1, 2, 3, 4, 5では、アルファベット系列に対するN 120 振幅値の方がランダムパタン系列に対するN 120 振幅値よりも若干大きい傾向が認められるが、いずれも有意差はなかった。

(2) P 180

F₃, F₄, C₃, C₄, C_zの各部位では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。

(3) P 370

F₃, C₃, C₄, C_zの各部において、刺激位置による効果に有意差が認められた(F₃: F(5/36) = 4.03, C₃: F(5/36) = 5.19, C₄: F(5/48) = 3.84, C_z: F(5/60) = 8.62)。両系列とも刺激位置1から3, 及び4から6にかけてははっきりと減少傾向を示している。刺激の種類による効果には、いずれの部位でも有意差は認められなかった。刺激位置4では、ランダムパタン系列の方がアルファベット系列よりも大きい。

(4) N 180

occipital 導出の VEP 成分N 180 は、O₂において刺激位置による効果に有意差が認められ

た。おおむね刺激位置 1 から 3, 及び 4 から 6 にかけて減少傾向を示している。

(5) P 270

occipital 導出の VEP 成分 P 270 は, O_1 , O_2 いずれにおいても, 刺激の種類による効果及び刺激位置による効果に有意差は認められなかった。しかし O_1 における刺激位置 4 から 5 にかけて, ランダムパタン系列で増加傾向が認められた ($f=4$, $t=2.21$ $P<0.10$)。また O_2 における刺激位置 1 から 2 にかけて, アルファベット系列で増加傾向が認められた ($f=5$, $t=2.38$ $P<0.10$)。さらに O_2 における刺激位置 4 から 5 にかけて, ランダムパタン系列での増加傾向に有意差が認められた ($f=5$, $t=2.82$)。

このように, 頭蓋のより前方の部位 (F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z) より導出した陽性成分 (P 180 及び P 370) の振幅値は, 刺激のくり返しにともない両系列で減少傾向を示したのに対し, 後頭

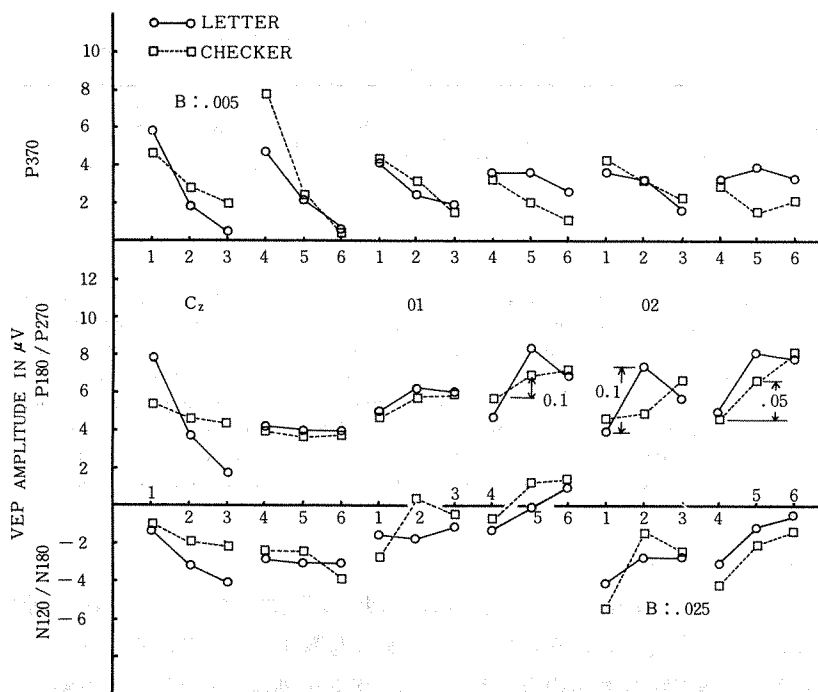


Fig. 1-7. VEP amplitude values for the letter and checkerboard stimuli recorded at the central (C_z) and occipital (O_1 and O_2) electrode loci. N120 and P180 on the left side of the ordinate stand for negative and positive peaks of the C_z VEP, while N180 and P270 for those of the O_1 and O_2 VEPs. Numbers between arrows indicate levels of statistical significance of the difference between two amplitude values pointed by arrows, revealed by Student's t-test for paired observations. Other details: see Fig. 1-6.

The occipital P270 amplitude for the number stimulus significantly enhanced at positions 2 and 5 as compared to positions 1 and 4. The P270 amplitude for the checkerboard stimulus also enhanced significantly at position 5, but not at position 2. The O_2 N180 amplitude decreased significantly at position 2 for the checkerboard stimulus. The C_z P180 and P370 amplitudes were maximum at position 1 and decreased at positions 2 and 3. The C_z P370 was significantly larger at position 4 for the checkerboard stimulus than for the letter. About letter B, see Fig. 1-6.

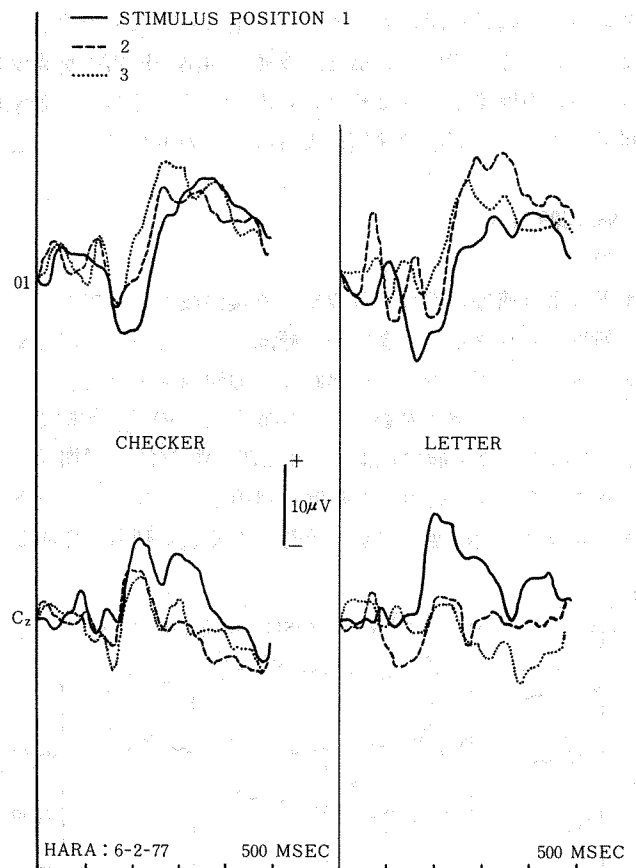


Fig1-8. VEP wave forms to the letter and checkerboard stimuli for a subject. The VEPs to the checkerboard stimulus are seen in the left side, while those to the letter stimulus are seen in the right side, of the figure. Electrode loci (Cz and O₁) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissa. Three VEPs at positions from 1 to 3 are superimposed in order to show amplitude changes across stimulus positions. The VEPs at position 1 are traced with solid lines, those at position 2 with dashed lines, and those at position 3 with dotted lines. The central (Cz) P180s for the letter and checkerboard stimuli were maximum in amplitude at position 1 and decreased at positions 2 and 3. For this subject, the occipital (O₁) P270 for the checkerboard stimulus increased in amplitude across stimulus positions from 1 to 3. The O₁ P270 amplitude for the letter stimulus enhanced at positions 2 and 3 as compared to position 1. The P270 amplitude changes across stimulus positions were larger for the letter stimulus than for the checkerboard. The Cz P370 was observed for the letter and checkerboard stimuli at position 1.

領導出 (O₁ 及び O₂) の陽性成分 (P 270) の振幅値は、特にアルファベット系列において、くり返し 2 回目に増加傾向を示した。P 180 及び P 370 の振幅値が刺激のくり返しにともない減少傾向を示したことは、これらの成分の慣れを示すものとみなすことができよう。しかし、アル

ファベット, ランダムパタン両系列間において慣れの生じかたに差の生じなかった点で, この実験の仮説にあわない結果となっている。また, 後頭領導出の P 270 が減少傾向とは逆に増加傾向を示したことは, 慣れの現象とはみなせないものである。そして, 刺激位置 2 及び 5, すなわちくり返し 2 回目において, 刺激の種類による有意差の生じていることが注目すべき点である。

Ⅲ-2 実験Ⅱ No. 78097811

Ⅲ-2-1 目的

実験Ⅰでは, 頭蓋のより前方の部位より導出した陽性成分は, アルファベット, ランダムパタン両系列とも, 刺激のくり返しに伴ない減少傾向を示したが, occipital 導出の陽性成分 P 270 は, 特にアルファベット系列において特異的な増加傾向をみせた。ここで用いたアルファベット系列の刺激はチェッカーボードを基盤として作成したもので, 被験者に若干奇異な印象を与える可能性はある。このような可能性によって P 270 の特異的な増加傾向が生じたものであるか否かを調べるために, チェッカーボード基盤を利用し, アルファベットほど奇異な印象を与えないでかつ言語的符号化が同程度に容易と予想し得る数字刺激を作成して実験を行なった。

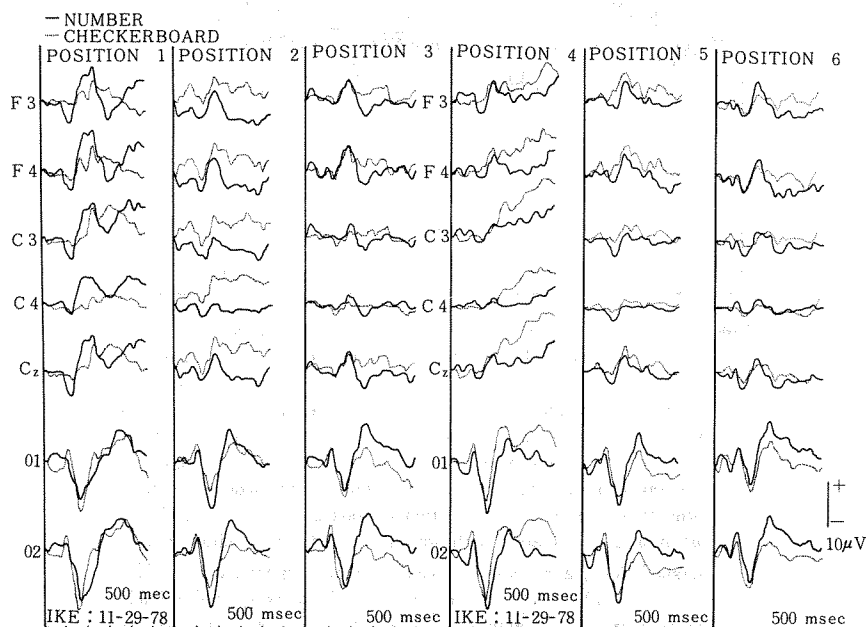


Fig. 2-1. VEP wave forms evoked by the number and checkerboard stimuli recorded at centro-frontal and occipital electrodes for a subject. Electrode loci are seen on the ordinates. Latencies in msec are seen on the abscissae. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen at the top of the figure. VEPs to the number stimulus were traced with solid lines, whereas those for the checkerboard were traced with dotted lines. Note that amplitudes of the occipital P270 evoked by the number stimulus at positions 2, 3, 5, and 6 were much larger than those evoked by the checkerboard at the same positions. The occipital P270 amplitudes for the number stimulus enhanced at these positions as compared to positions 1 and 4. The same P270 amplitudes for the checkerboard stimulus, on the contrary, became smaller at positions 2, 3, 5, and 6, as compared to positions 1 and 4.

Ⅲ-2-2 方法

(1) 被験者 大学生 5 名 (男子 3 名, 女子 2 名)。視力は矯正視力を含め正常。年齢 20—29 歳。

(2) 刺 激 警告刺激及びランダムパタン系列刺激は実験Ⅰと同じものを使用した。数字刺激は 12×12 ユニットのチェッカーボード基盤を利用して作成した (2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 の 7 種類) Fig. 1—1 参照)。

(3) 実験装置 加算処理に YHP 2100 A 型のみを用いた以外は実験Ⅰと同様。

(4) 手 続 アルファベット系列を数字系列に置きかえた以外は実験Ⅰと同様。

Ⅲ-2-3 結果

刺激位置 1 から 6 までの, Cz 及び O₁ から導出した VEP 波形の 1 例を Fig. 1—4 及び 1—5 の右側に示した。また, 刺激位置 1 から 6 までの, 全部位から導出した VEP 波形の別の 1 例を Fig. 2—1 に示した。いずれも実線が数字系列, 点線がランダムパタン系列を示す。Cz

Table 2—1 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s.e.}$) of N100 component to the checker and number stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 78097811 N=5

	Stimulus: Checker						Stimulus: Number							
	F3	F4	C3	C4	Cz	O1	O2	F4	F3	C3	C4	Cz	O2	O2
WS														
1	1.5±0.3	1.4±0.2	1.4±0.3	1.4±0.9	1.7±0.7	3.2±2.0	6.6±2.4	2.2±0.8	2.3±0.8	2.7±0.8	2.1±0.8	2.9±1.1	4.3±2.0	6.2±2.1
2	2.4±0.6	2.3±0.3	2.5±0.3	2.3±0.6	2.6±0.3	1.7±1.6	3.1±1.5	1.8±0.3	1.9±0.6	2.3±0.3	1.9±0.6	2.2±0.5	3.1±2.5	5.4±2.3
3	2.3±0.5	3.3±0.6	2.4±0.6	3.2±0.4	2.8±0.4	1.8±1.5	2.3±1.8	3.5±0.8	3.9±0.6	2.8±0.3	2.9±0.5	3.5±0.4	1.4±1.8	3.6±2.2
4	2.0±0.8	2.2±0.9	2.3±0.5	1.8±0.6	2.3±0.8	4.0±1.3	6.5±1.5	3.7±0.2	3.8±0.8	3.0±0.5	3.3±0.9	4.0±0.9	5.1±3.3	6.1±2.8
5	2.7±0.8	2.9±0.8	2.4±0.6	2.5±0.7	2.4±0.6	0.8±1.6	2.6±2.0	2.3±0.6	2.2±0.8	2.8±0.7	2.4±0.7	2.7±0.3	0.8±2.6	1.8±3.5
6	2.7±0.3	3.4±0.4	2.8±0.6	2.6±0.3	3.0±0.3	0.4±1.7	2.0±1.9	3.2±0.6	3.5±0.8	2.9±0.7	2.1±0.8	2.8±0.6	1.3±1.7	2.2±1.9

Table 2—2 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s.e.}$) of P200 component to the checker and number stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 78097811 N=5

	Stimulus: checker						Stimulus: Number							
	F3	F4	C3	C4	Cz	O1	O2	F3	F4	C3	C4	Cz	O1	O2
WS														
1	6.0±1.0	6.5±0.8	6.5±1.1	5.7±1.7	7.5±1.1	8.4±1.8	8.3±2.0	7.4±1.0	7.5±0.7	7.2±1.0	7.8±1.3	9.0±1.6	6.6±2.3	8.4±2.1
2	4.2±0.8	4.0±1.0	4.1±1.2	4.2±1.5	4.9±1.3	6.1±1.2	6.4±1.7	5.4±1.3	5.0±1.6	4.0±1.1	4.1±1.7	4.9±1.1	10.1±2.6	10.7±2.7
3	3.1±1.4	3.9±1.4	2.9±1.2	2.7±1.6	3.6±2.0	6.0±1.4	6.3±2.0	2.8±1.1	2.9±1.2	1.8±1.0	2.7±1.1	2.8±1.1	9.9±2.5	11.4±2.7
4	4.9±1.0	5.5±1.0	5.8±1.2	4.7±1.2	6.2±1.3	6.4±1.0	6.3±1.7	5.0±1.1	3.8±0.8	4.7±1.4	4.1±1.1	6.0±1.6	8.2±1.4	9.5±2.0
5	3.8±1.3	4.0±1.4	2.7±1.2	3.0±1.7	4.5±1.4	7.6±2.0	6.5±2.5	3.6±1.0	3.8±1.1	3.0±1.1	3.2±1.0	3.9±0.6	10.3±2.7	12.1±3.3
6	4.6±1.6	4.5±1.4	2.9±0.9	3.7±1.4	4.7±1.4	7.7±1.9	8.2±2.3	4.1±1.2	3.7±1.4	3.3±1.1	3.4±1.7	4.6±1.6	9.4±1.7	11.2±2.3

導出 VEP では, 潜時約 120 msec の陰性成分 (N 120) と潜時約 180 msec の陽性成分 (P 180) 及び潜時約 370 msec の陽性成分 (P 370) が認められる。これは F₃, F₄, C₃, C₄ でも同様である (Fig. 2—1)。また, O₁ 導出 VEP では, 潜時約 180 msec の陰性成分 (N 180) と潜時約 270 msec の陽性成分 (P 270) が認められる (O₂ も同様)。数字系列の P 270 振幅値は, アルファベット系列と同様, 刺激位置 2 あるいは 3 及び 5 あるいは 6 で最大となっている。Table 2—1, 2—2 及び 2—3 に, 各 VEP 成分ごとに, 各刺激位置に対する振幅値の被験者 5 名についての平均値及び標準誤差を示した。この実験においても警告刺激に対する VEP は処理しなかったので記載していない。Table 2—1 は, F₃, F₄, C₃, C₄, Cz については N 120, O₁

Table 2-3 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of P300 component to the checker and number stimuli in positions from 1 to 6. Exp. No. 78097811 N=5

	Stimulus : Checker						Stimulus : Number							
	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	O1	O2	F 3	F 4	C 3	C 4	C z	O1	O2
WS														
1	3.6±1.0	3.4±1.0	6.7±0.7	5.6±1.0	6.7±0.5	8.2±1.2	7.9±1.2	4.0±0.9	4.0±1.3	6.7±1.5	7.0±1.2	6.2±1.3	7.7±1.9	8.5±2.4
2	1.3±1.0	2.3±0.7	2.6±0.6	3.0±1.0	3.0±0.7	3.7±1.3	3.9±1.4	1.0±1.2	2.0±1.2	1.1±0.9	0.5±0.9	0.3±1.0	5.4±2.5	4.2±2.4
3	1.5±0.8	1.9±0.5	2.0±0.4	1.0±0.9	1.7±0.6	3.2±1.1	2.9±1.1	0.5±1.0	1.2±0.8	1.5±0.9	0.2±0.8	0.5±1.4	5.4±1.9	5.1±1.7
4	6.5±1.2	6.5±1.1	8.8±1.5	8.1±0.6	10.3±1.0	5.3±1.2	4.8±1.7	3.8±0.8	3.8±1.1	5.7±0.8	4.9±0.6	5.4±0.8	5.0±1.4	5.4±2.1
5	2.6±1.3	2.3±1.1	2.6±1.0	2.2±0.7	3.2±0.4	4.3±2.0	3.7±2.4	1.4±0.8	0.8±1.1	2.5±0.7	1.0±0.9	0.6±1.5	6.6±2.8	7.2±3.4
6	1.4±0.9	1.8±0.7	1.6±0.7	0.8±0.7	0.6±0.3	3.4±2.1	3.0±1.8	-0.5±0.4	-0.9±0.6	-0.5±1.0	-0.2±0.8	-0.9±1.1	4.9±2.0	4.9±2.0

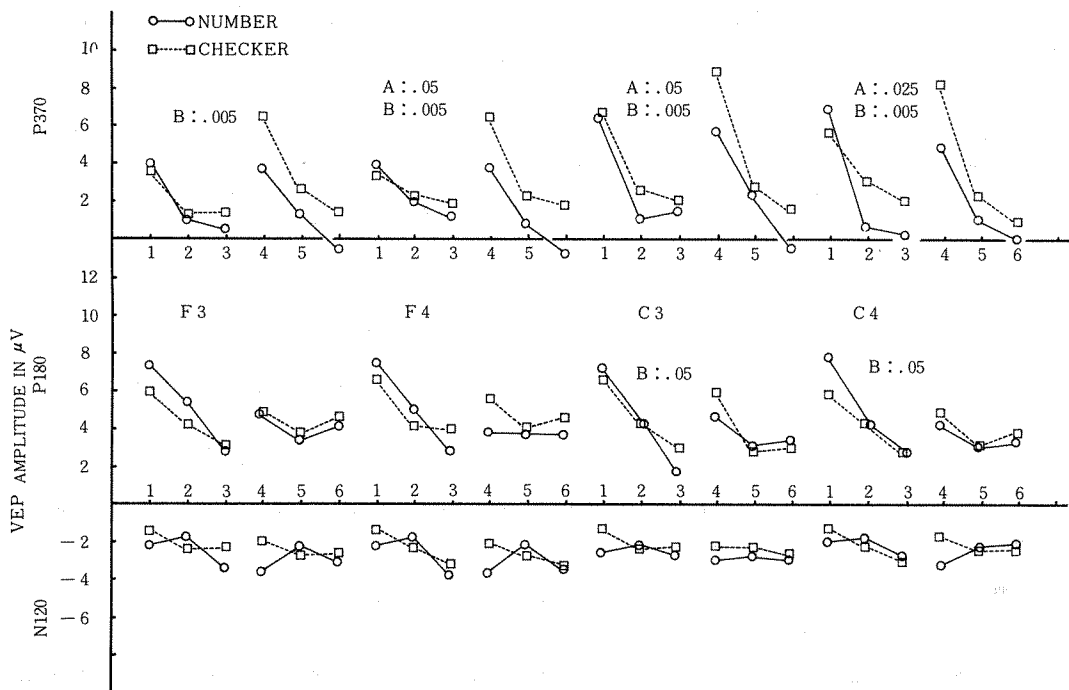


Fig. 2-2. VEP amplitude values averaged over 5 subjects for the number and checkerboard stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen on the abscissa. The centro-frontal electrode loci (F_3 , F_4 , C_3 , and C_4) are shown in the upper part of the middle panel. The VEP amplitudes for the number stimulus were traced with solid lines and open circles, whereas those for the checkerboard stimulus were traced with dotted lines and open squares. The centro-frontal P370 values are seen in the top panel, P180 values in the middle one, and N120 values in the bottom one. Letter A in the top panel indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimuli, revealed by an analysis of variance. Letter B indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions.

及び O_2 については N 180 の平均振幅値を示す。Table 2-2 は $F_3 \sim C_z$ については P 180, O_1 及び O_2 については P 270 の平均振幅値を示す。Table 2-3 は全部位の P 370 の平均振幅値を示す。Fig. 2-2 及び 2-3 に、Table 2-1 から 2-3 まではグラフにしたものを示す。Fig. 2-2 は、 F_3 , F_4 , C_3 , C_4 における N 120, P 180, P 370 の各平均振幅値を刺激位置ごと

に示したものの、Fig. 2-3はCz, O₁, O₂におけるN120(Cz), N180(O₁, O₂), P180(Cz), P270(O₁, O₂)及びP370の各平均振幅値を示したものである。実線が数字系列, 点線がアルファベット系列を示す。Fig. 2-4にはO₁及びCz導出のVEPを、刺激くり返しに関して重ね合わせて描いたものの1例を示す。

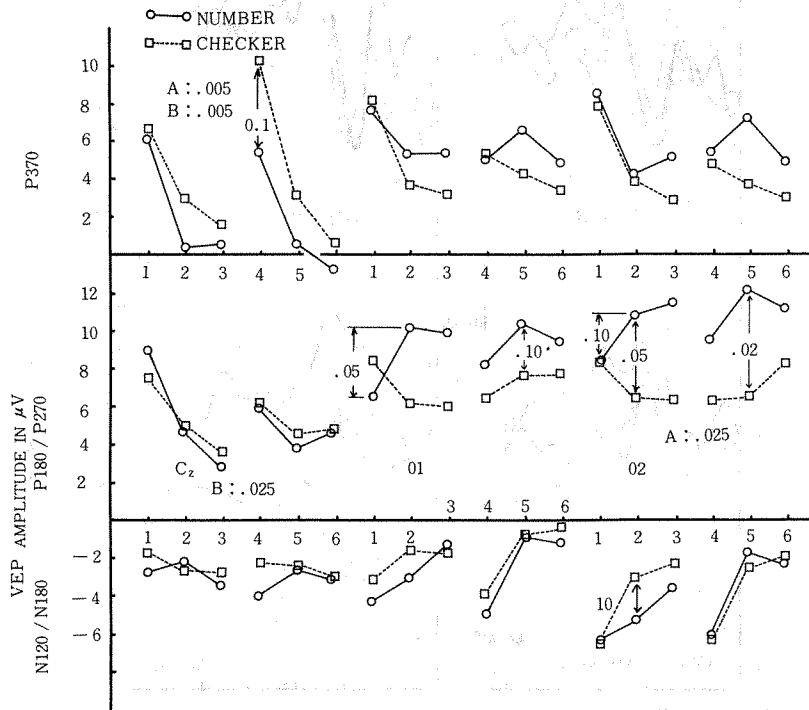


Fig. 2-3. VEP amplitude values recorded at the central (Cz) and occipital (O₁ and O₂) electrode loci. Electrode loci are shown in the lower part of the middle panel. N120 and P180 on the left side of the ordinate stand for negative and positive peaks of the Cz VEP, while N180 and P270 for those of the O₁ and O₂ VEPs. Numbers between arrows indicate levels of statistical significance of the difference between two amplitude values pointed by arrows, revealed by Student's t-test for paired observations. Other details: see Fig. 2-2.

The occipital P270 for the number stimulus enhanced significantly at positions 2 and 5 as compared to positions 1 and 4. This enhancement was observed at O₁ and O₂. The occipital N180 amplitude was maximum at positions 1 and 4, and decreased at other positions. The N180 at position 2 was significantly smaller for the checkerboard stimulus than for the number. The central P180 and P370 were large in amplitude at positions 1 and 4, and decreased at other positions. The Cz P370 amplitude at position 4 was significantly larger for the checkerboard stimulus than for the number. About letter A and B, see Fig. 2-2.

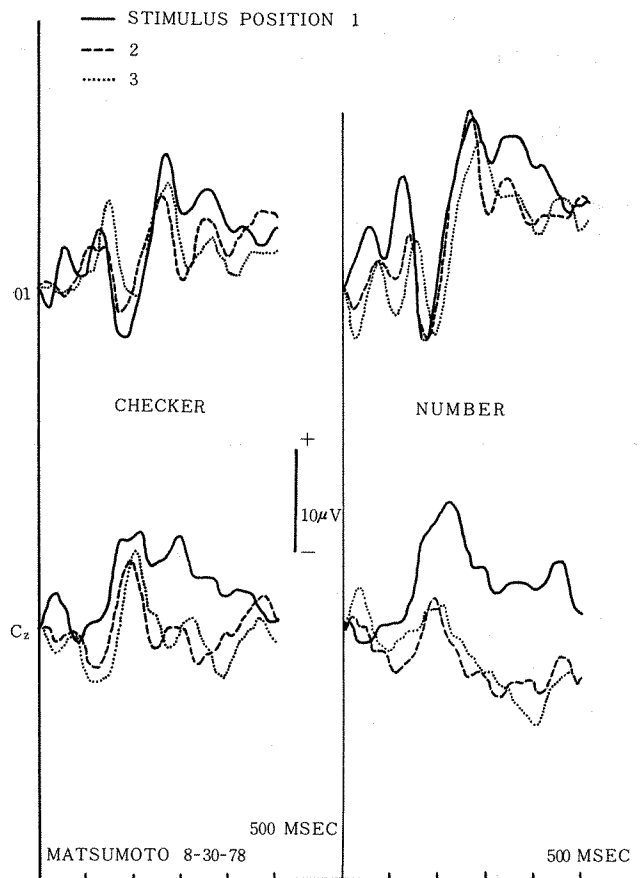


Fig. 2-4. VEP wave forms to the number and checkerboard stimuli for a subject. The VEPs to the checkerboard stimulus are seen on the left side, while those to the number stimulus are seen on the right side, of the figure. Electrode loci (Cz and O₁) are seen on the left ordinate. Latencies in msec are seen on the abscissa. The VEPs at position 1 were traced with solid lines, those at position 2 with dashed lines, and those at position 3 with dotted lines. As seen at the bottom of the figure, the central (Cz) P180s for the number and checkerboard stimuli were maximum at position 1 and decreased at positions 2 and 3. The amplitude of the occipital (O₁) P270 for the checkerboard behaved in the same way as that of Cz P180 across the stimulus positions. The O₁ P270 amplitude for the number stimulus did not decrease at position 2 as compared to position 1. Large amplitude of the Cz P370 was observed for the checkerboard stimulus at position 1.

(1) N 120

実験Ⅰと同様に、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。また刺激位置1及び4では、数字系列に対するN 120振幅値の方がランダムパターン系列に対するN 120振幅値よりも大きい傾向を示しているが、いずれも有意差はなかった。

(2) P 180

C_3 , C_4 , C_z の各部位で刺激位置による効果に有意差が認められた ($C_3 : F(5/48) = 4.47$, $C_4 : F(5/48) = 2.57$, $C_z : F(5/48) = 3.32$)。しかし刺激の種類による効果はどの部位でも有意差はみられなかった。数字、ランダムパターン両系列とも第1刺激列では減少傾向が認められる。第2刺激列でも刺激位置4から5にかけてはおおむね減少傾向を示している。

(3) P 370

F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3 : F(5/48) = 7.53$, $F_4 : F(5/48) = 6.11$, $C_3 : F(5/48) = 17.60$, $C_4 : F(5/48) = 21.30$, $C_z : F(5/48) = 21.88$)。数字、ランダムパターン両系列とも刺激位置1から3、及び4から6にかけて減少傾向を示している。また F_4 , C_3 , C_4 , C_z の各部位では、刺激の種類による効果に有意差が認められた ($F_4 : F(1/48) = 4.72$, $C_3 : F(1/48) = 5.03$, $C_4 : F(1/48) = 5.78$, $C_z : F(1/48) = 15.66$)。刺激位置4では、ランダムパターン系列に対するP 370振幅値の方が数字系列に対するP 370振幅値よりも大きくなっている。特に C_z における刺激位置4では、ランダムパターン系列よりも有意に大きかった ($f=4$, $t=5.13$)。

(4) N 180

occipital導出のVEP成分N 180では、刺激位置による効果及び刺激の種類による効果に有意差は認められなかった。しかし、 O_2 における刺激位置2では、数字系列に対するN 180振幅値の方がランダムパターン系列に対するN 180振幅値よりも大きかった ($f=4$, $t=2.24$ $P < 0.10$)。

(5) P 270

occipital導出のVEP成分P 270では、刺激位置による効果に有意差は認められなかった。しかし O_2 においては、刺激の種類による効果に有意差が認められた ($F(1/48) = 7.11$)。

O_2 における刺激位置2では、数字系列に対するP 270振幅値がランダムパターン系列に対するP 270振幅値よりも有意に大きかった ($f=4$, $t=2.95$)。また O_1 及び O_2 における刺激位置5では、数字系列に対するP 260振幅値の方がランダムパターン系列に対する振幅値よりも有意に大きかった ($O_1 : f=4$, $t=2.41$ $P < 0.10$, $O_2 : f=4$, $t=3.89$)。また O_1 及び O_2 における数字系列の、刺激位置1から2にかけての増加傾向が有意だった ($O_1 : f=4$, $t=2.80$, $O_2 : f=4$, $t=2.67$, O_2 については $P < 0.10$)。

このように、この数字系列を用いた実験では、アルファベット系列を用いた実験Ⅰと同様の結果が得られた。すなわち頭蓋のより前方の部位より導出したVEPの陽性成分(P 180及びP 370)の振幅値は、刺激のくり返しに伴ない数字、ランダムパターン両系列で減少傾向を示したのに対し、occipital導出の陽性成分P 270は、数字系列において、刺激位置2及び5で明瞭な増加傾向を示した。これは実験Ⅰにおける結果が、実験Ⅰで用いたアルファベットの物理的特性によるものでないことを示す。

実験Ⅰで用いたアルファベット及び実験Ⅱで用いた数字に大きな差はないものと仮定して、両実験で得られた各部位における平均振幅値を合計し、各刺激位置において、ランダムパターン

系列とアルファベット+数字系列との各電極部位間の相関係数を 0msec から 312msec (40point) の間で計算したものをグラフに示したのが Fig. 2-5 である。これによれば、 O_1 及び O_2

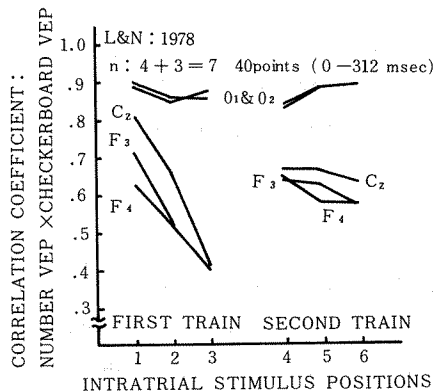


Fig. 2-5. Coefficient of correlation between the VEPs evoked by the number/letter and checkerboard stimuli. Sample interval was 312 msec from stimulus onset and sampled points were 40 (7.8 msec/point). Correlation coefficient is seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen on the abscissa. Note that correlation coefficient of the occipital (O_1 and O_2) VEPs were constant across stimulus positions, whereas that of the centro-frontal (F_3 , F_4 , and C_z) VEPs decreased across positions. Correlation coefficient of the C_3 and C_4 VEPs which are not shown here behaved in the same way as the F_3 , F_4 , and C_z VEPs.

導出の両系列の VEP 波形は、各刺激位置で高い相関を示しているのに対し、頭蓋のより前方の部位 (F_3 , F_4 , C_z) 導出の両系列の VEP 波形の相関は、刺激のくり返しにともなって低くなっている。これは occipital 導出の VEP 波形は、実験 I 及び II に用いられた刺激の差では実質的な差異を生じなかったことを示している。これに対し、頭蓋のより前方の部位より導出した VEP 波形は、課題の差に対して敏感であったことを示している。

III-3 実験 III No.80058005

III-3-1 目的

実験 I 及び II においてアルファベット系列または数字系列の刺激のくり返しによって、occipital 導出の VEP 成分 P270 が増加傾向を示すという特異的な結果を得た。この結果は、アルファベット、数字の両系列とも言語的符号化が容易であり、ランダムパターン系列に比べてくり返し呈示される同一刺激の冗長性がより高いことに起因すると予想し得る。この冗長性は P270 の振幅値の増大にとって必要条件ではあるが、十分条件であるか否については不明である。この実験 III 及び次の実験 IV において、刺激系列対を変えることによってこの点を検討しようとした。

III-3-2 方法

- (1) 被験者 大学院生男子 10 名。視力は矯正視力を含め正常。年齢 23~30 歳。
- (2) 刺激 アルファベット系列の刺激は実験 I で用いたものを、また数字系列の刺激は実験 II で用いたものを使用した。警告刺激は正規チェッカーパターンではなく、12×12 ユニットのチェッカー基盤を用い、斜線も含めてチェッカー様でないランダムパターンを作成し、これを用いた。
- (3) 実験装置 加算処理に YHP2117F 型を用い、加算回数を 60 回とした。また、脳波計の時定数を 1.5 秒にした。脳波電極の配置では、 C_3 及び C_4 を P_3 及び P_4 に変更した。振幅値測定基準を刺激 on 後 20 msec 間の平均値から刺激 on 前後 50 msec ずつ計 100 msec 間の平均値に変更した。スライド投写器の時間制御をプリセットタイマーとファンクションレジエネレーターの併

用から、竹井機器製プログラマブルタイマーによる制御に変更した。これら以外の点は実験Ⅱに同じ。

(4) 手続 ランダムパタン系列をアルファベット系列に置きかえ、また試行ブロック数を6ブロックに増やした以外は実験Ⅰと同じ。

刺激位置1から5までのC_z, O₁, O₂ から導出した VEP 波形の1例をFig 3-1に示した。C_z導出 VEP では、潜時約140msecの陰性成分(N140)と潜時約220msecの陽性成分(P

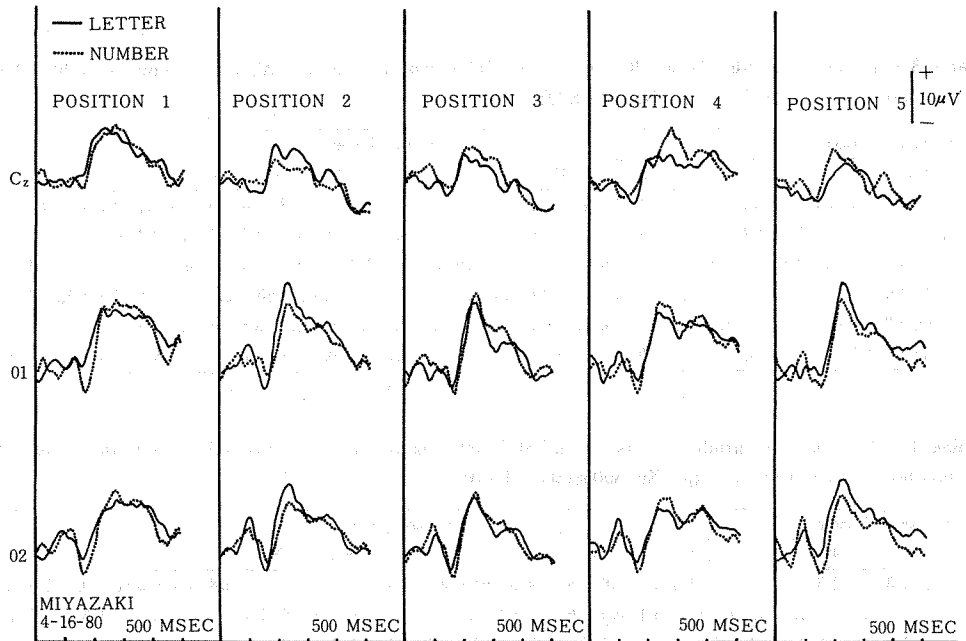


Fig. 3-1. VEP wave forms to the letter and number stimuli for a subject. The VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those to the number stimulus were traced with dotted lines. Electrode loci (C_z, O₁, and O₂) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissa. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen at the top of the figure. The central (C_z) P220s to the letter and number stimuli were large in amplitude at position 1 and decreased at positions 2 and 3. Amplitudes of the occipital (O₁ and O₂) P260s for the letter stimulus enhanced at positions 2 and 5, whereas the P260 amplitudes for the number stimulus decreased at positions 2 and 5, as compared to positions 1 and 4. The C_z P360s for the letter and number stimuli were large in amplitude at positions 1 and 4 and decreased at positions 2, 3, and 5.

220), 及び潜時360 msecの陽性成分(P360)が認められる。しかしP360は、実験Ⅰ及びⅡにおけるアルファベット系列や数字系列に比べて小さいように見える。また、O₁及びO₂導出 VEP では、潜時約170 msecの陰性成分(N170)と潜時約260 msecの陽性成分(P260)が認められる。C_z, O₁, O₂とも、両系列間で波形の差は小さい。ただこの被験者では、O₁及びO₂における刺激位置2及び5で、アルファベット系列のP260が刺激位置1及び4よりも増加する傾向を示しているのに対し、数字系列ではそのような傾向ははっきり認められない。Table 3-1, 3-2, 3-3に、各 VEP 成分ごとに、各刺激位置に対する振幅性の被験者10名についての

平均値及び標準誤差を示した。この実験では警告刺激の VEP を処理したため、刺激位置 6 の VEP は処理しなかった。Table 3-1 は、F₃, F₄, P₃, P₄, C_z については N140, O₁ 及び O₂ については N170 の平均振幅値を示す。Table 3-2 は F₃~C_z については P220, O₁ 及び O₂ については P260 の平均振幅値を示す。Table 3-3 は全部位についての P360 を示す。なおここで用いた潜時の値は便宜的につけたものであり、刺激位置及び刺激の種類によって若干の相違がある。Table 3-1 から 3-3 までをグラフに示したものを Fig. 3-2 は F₃, F₄, P₃, P₄, C_z における N140 刺激に対する VEP 各成分の振幅値を刺激位置 1 の横に示してある。Fig 3-3 は、O₁ 及び O₂ における N170 及び P260 の平均振幅値を示してある。

Table 3-1 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s. e.) of N100 component to the WS and number and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80058005 N=10

	Stimulus : Number						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	0i	02
WS	2.7±0.5	2.5±0.4	1.5±0.8	1.3±0.8	2.4±0.5	1.0±0.9	0.8±1.1	3.1±0.4	3.1±0.5	1.8±0.6	1.5±0.5	2.7±0.6	1.7±0.6	2.1±0.7
1	2.8±0.6	2.6±0.5	2.2±0.7	1.8±0.8	2.4±0.7	2.2±1.0	2.5±1.1	2.5±0.7	2.3±0.5	1.7±0.7	1.7±0.6	2.4±0.4	2.8±0.7	1.8±1.1
2	2.4±0.5	2.2±0.6	2.8±0.6	2.6±0.7	3.3±0.5	2.1±0.7	2.7±0.9	3.7±0.4	3.7±0.5	4.0±0.7	3.4±0.6	3.9±0.6	2.5±0.4	2.5±0.7
3	3.1±0.5	3.1±0.5	2.2±0.5	2.5±0.6	3.3±0.6	2.2±0.6	2.0±0.9	3.5±0.5	3.8±0.6	3.0±0.6	2.9±0.7	3.9±0.6	1.5±0.7	1.8±0.8
4	3.0±0.7	2.9±0.6	2.3±0.6	1.8±0.5	2.7±0.6	2.4±0.8	1.5±1.1	3.0±0.7	3.2±0.6	1.7±0.5	1.8±0.5	2.8±0.7	1.5±0.8	1.1±1.1
5	3.5±0.5	3.5±0.5	2.4±0.4	2.7±0.5	3.9±0.7	1.2±0.6	1.8±0.6	3.8±0.6	4.0±0.5	3.1±0.4	3.2±0.4	4.5±0.5	0.8±0.5	0.9±0.6

Table 3-2 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s. e.) of P200 component to the WS and number and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80058005 N=10

	S stimulus : Number						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	C z	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	C z	01	02
WS	5.2±1.0	5.9±1.3	5.2±1.3	4.6±1.4	6.1±1.0	8.8±1.9	8.4±1.6	4.8±1.1	5.0±1.3	5.4±1.5	5.8±1.4	5.5±1.1	9.0±1.9	8.3±1.7
1	7.1±0.7	7.8±1.0	7.2±1.3	6.5±1.2	8.4±0.9	6.6±1.8	6.2±1.5	6.9±0.7	7.8±0.9	6.5±1.4	6.7±1.4	8.1±1.0	6.6±1.7	6.7±1.6
2	5.1±1.0	5.4±1.3	4.8±1.2	4.3±1.0	5.3±1.2	6.4±1.1	6.5±0.9	3.9±1.1	3.8±1.2	3.7±1.0	3.5±1.0	3.9±1.0	6.2±1.0	5.9±1.0
3	5.0±1.0	5.3±1.0	5.1±1.1	5.0±1.0	5.4±1.1	7.3±1.2	7.4±1.0	4.1±1.0	4.4±1.0	5.0±1.2	4.5±1.0	4.3±1.2	7.0±1.2	6.9±1.0
4	6.0±0.9	6.5±1.0	6.9±1.8	6.4±1.6	7.0±1.2	7.9±2.1	7.3±1.5	5.1±1.0	5.7±1.2	6.5±1.6	5.7±1.5	6.4±1.0	7.4±2.0	7.3±1.8
5	4.2±1.1	4.6±1.2	5.2±1.1	5.1±0.9	5.0±1.1	8.4±1.0	8.3±0.8	3.1±0.8	3.4±0.9	4.9±1.0	4.5±1.1	3.0±1.1	7.9±1.1	7.8±1.0

Table 3-3 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s. e.) of P300 component to the WS and number and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80058005 N=10

	Stimulus : Number						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	C z	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	C z	01	02
WS	4.6±1.7	5.0±2.0	8.3±1.7	8.4±2.1	6.9±2.2	8.7±1.9	7.9±1.7	2.9±1.7	3.0±2.0	8.9±2.2	8.4±2.0	5.4±2.0	8.7±1.9	7.5±1.6
1	3.6±1.2	4.1±1.5	9.4±1.7	8.3±1.7	6.2±1.6	8.7±1.7	7.5±1.3	3.7±1.2	5.5±1.5	8.3±1.7	7.4±1.8	5.6±1.4	6.8±1.8	6.7±1.5
2	2.5±0.8	2.5±0.9	4.6±1.0	3.9±1.0	2.3±0.9	5.5±1.1	5.0±0.9	1.1±0.9	1.3±1.0	3.3±0.9	2.6±1.0	1.1±0.9	4.8±0.8	4.2±0.8
3	0.9±0.6	1.3±1.1	4.2±1.1	3.3±1.2	1.4±0.9	5.7±1.2	5.3±0.9	0.5±0.8	0.6±0.7	3.2±1.4	2.8±1.2	0.5±1.5	5.0±1.3	4.4±0.9
4	3.6±1.0	4.1±1.3	7.6±1.4	6.6±1.6	5.9±1.5	7.8±1.7	7.0±1.3	3.8±1.3	4.5±1.4	8.2±1.4	7.6±1.7	6.1±1.6	7.8±1.8	7.6±1.6
5	0.8±0.8	0.9±0.9	4.1±1.0	3.7±1.0	1.2±1.0	6.4±1.0	5.9±0.9	0.5±0.7	0.5±0.7	4.0±0.8	3.1±0.9	0.9±0.7	6.1±0.9	5.8±0.8

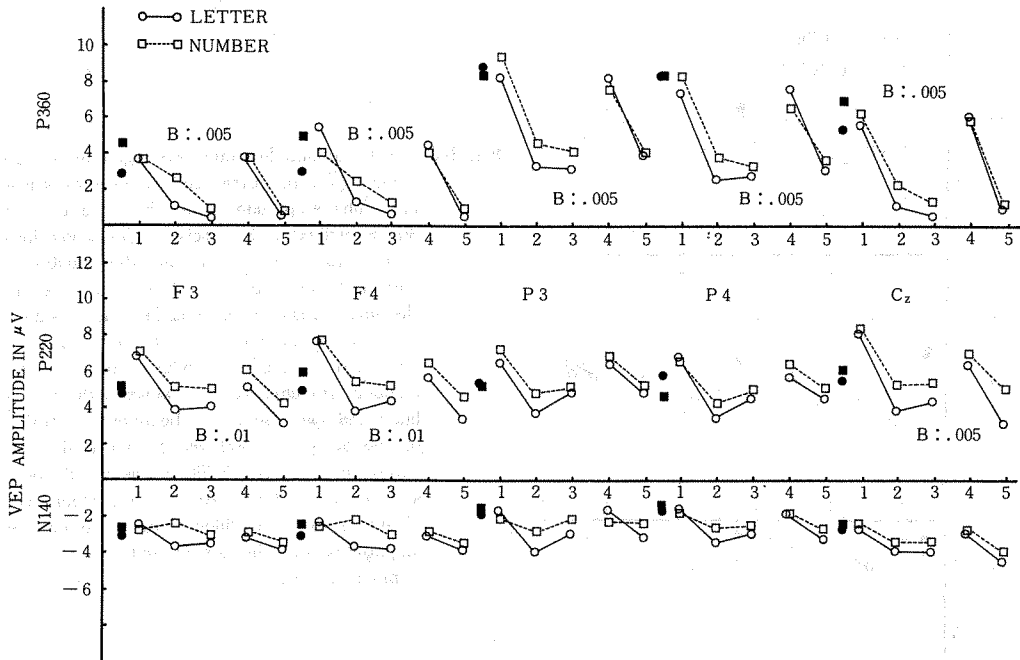


Fig. 3-2. VEP amplitude values averaged across subjects for the letter and the number stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Centro-frontal and parietal electrode loci (F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , and C_z) are seen in the upper part of the middle panel. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the number stimulus were traced with dotted lines and open squares. The amplitude values of the centro-frontal and parietal P360 are shown in the top panel, those of the P220 in the middle one, and those of the N140 in the bottom one. Letter B in the top and middle panels indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions, revealed by an analysis of variance. Filled circles and filled squares show the amplitudes for the letter and the number stimulus at WS.

(1) N140

実験Ⅰ及びⅡにおけるN120と同様に、刺激の種類による効果、刺激位置による効果いずれにも有意差は認められなかった。アルファベット系列では、刺激位置2において若干振幅の増加傾向がみられるが、有意差は認められなかった。

(2) P220

F_3 , F_4 , C_z の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた(F_3 : $F(4/90)=3.88$, F_4 : $F(4/90)=3.92$, C_z : $F(4/90)=5.11$)。数字、アルファベット両系列とも、刺激位置1から2、及び4から5にかけてははっきりと減少傾向が認められる。刺激の種類による効果には有意差は認められなかった。また、警告刺激に対するP220振幅値は、刺激位置1に対するP220振幅値よりも小さい。

(3) P360

F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , C_z の各部において、刺激位置による効果に有意差が認められた(F_3 : $F(4/90)=4.29$, F_4 : $F(4/90)=5.55$, P_3 : $F(4/90)=7.33$, P_4 : $F(4/90)=6.41$, C_z : $F(4/90)=9.58$)。刺激位置1から3にかけて、また刺激位置4から5にかけて、数字、アルファベット両系列とも減少傾向がみられる。

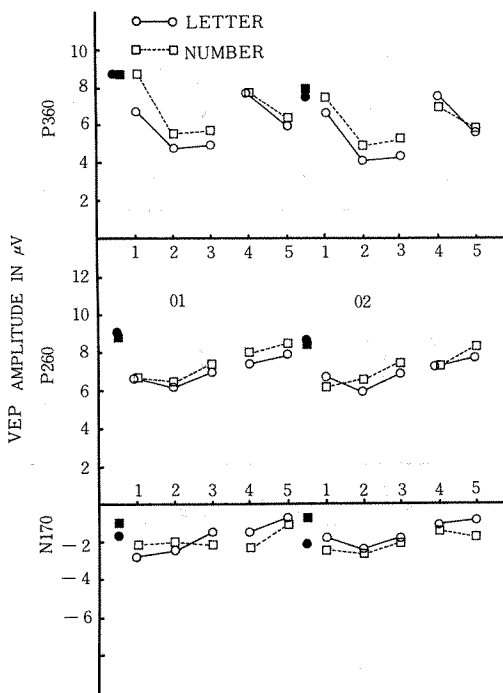


Fig. 3-3. VEP amplitude values averaged across 10 subjects for the letter and the number stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Occipital electrode loci (O_1 , O_2) are seen in the upper part of the middle panel. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the number stimulus were traced with dotted lines and open squares. The amplitude values of the occipital P360 are shown in the top panel, those of the P260 in the middle one, and those of the N170 in the bottom one. Filled circles and filled squares show the amplitudes for the letter and the number stimulus at WS.

しかし刺激の種類による効果には、いずれの部位においても有意差は認められなかった。また警告刺激に対する P360 振幅値は、刺激位置 1 に対する P360 振幅値にほぼ等しくなっている。

(4) N170

occipital 導出の VEP 成分 N170 では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。また 2 つの刺激位置間の変動にも有意差は認められなかった。

(5) P260

occipital 導出の VEP 成分 P260 でも、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。また 2 つの刺激位置間の変動にも有意差は認められなかった。警告刺激に対する P260 振幅値は、刺激位置 1 に対する P260 振幅値よりも大きい。各被験者についてみると、10 名中約半数が各系列で増加傾向を示し、約半数が減少傾向を示していた。しかしアルファベット、数字両系列で一貫した傾向を示した者は少なかった。

この実験の結果は、実験 I 及び II で得られた、occipital 導出 VEP 成分 (P270) の刺激くり返しに対する増加傾向が、これらの実験に用いたアルファベットや数字に必須の傾向でないことを示した。すなわち両刺激に共通した特徴であると予想した言語的符号化に伴う刺激の冗長性は、P260 の特異的増加が傾向を生ぜしめる十分条件ではなく、ランダムパターン系列を対の一方に用いたという付加的条件が P260 の振幅値の増加に必要であることを示した。

III-4 実験Ⅳ No.80068010

III-4-1 目的

実験Ⅲの目的において述べた如く、2 の実験においても刺激のくり返しによる冗長性が occipital 導出の VEP 成分 (P260 / P270) の振幅増大にとって十分条件となり得るか否かを検討する。この実験では、数字系列と、その対の系列として、ヒトにとっては取り入れるべき

情報量はかなり少ないと予想し得る、境界のはっきりしない光円（拡散光円）を用いて検討した。

Ⅲ-4-2 方法

(1) 被験者 大学生8名（男子6名、女子2名）視力は矯正視力も含め正常。年齢は20-22歳。なお、男子の一部の被験者には報酬を支払った。

(2) 刺激 数字刺激は実験Ⅱで用いたものを使用した。光円は、正方形に切り抜いた紙を長焦点レンズを out of focus にして撮影し、ネガフィルム上でみると境界のはっきりしない光円となったものをスライドとした。

(3) 実験装置 拡散光刺激（blurred stimulus）は、これまでに用いた刺激に比べて光量透過率が高いので、スライド投写器の前に新たに Neutral Density Filter をつけた。これ以外は実験Ⅲに同じ。

(4) 手続 拡散光刺激系列に対する課題は、ただ見るのみとした。

Ⅲ-4-3 結果

刺激位置1から5までの Cz, O₁, O₂ から導出した VEP 波形の1例を Fig. 4-1 に示した。

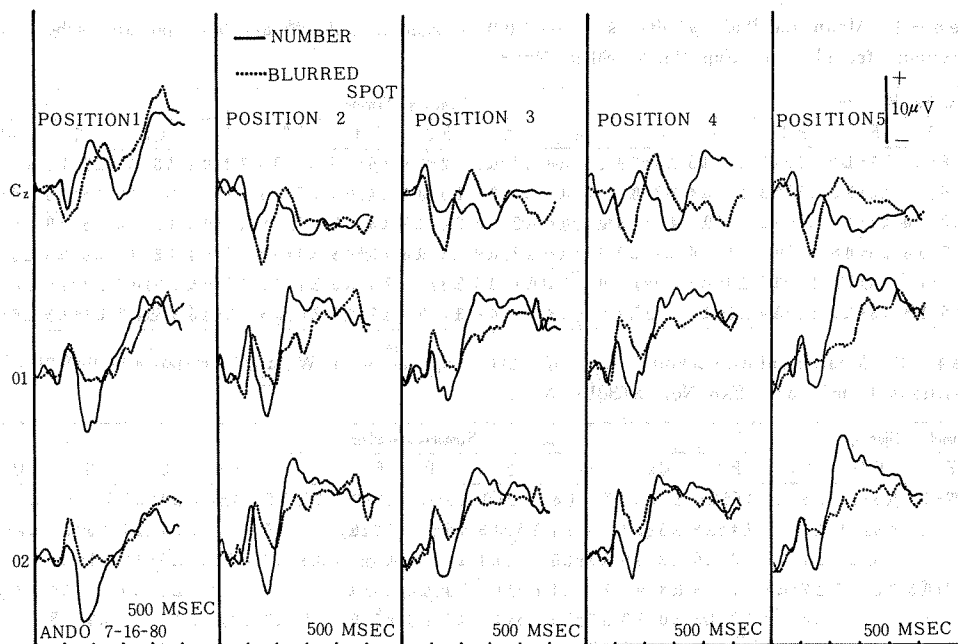


Fig. 4-1. VEP wave forms to the number and blurred spot stimuli for a subject. The VEPs to the number stimulus were traced with solid lines, whereas those to the blurred spot stimulus were traced with dotted lines. Electrode loci (Cz, O₁, and O₂) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissa. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen at the top of the figure. At three loci, latencies of negative and positive peaks were longer for the blurred spot than for the number in the case of this subject. The central (Cz) N140 was more negative for the blurred spot than for the number. The Cz P220s to the number and blurred spot stimuli were large in amplitude at positions 1 and 4, and decreased at positions 2, 3, and 5. The occipital (O₁ and O₂) N170 was large in amplitude for the number than for the blurred spot. The occipital P270 amplitude enhanced at positions 2 and 5 for the number stimulus, but not for the blurred spot. Cz P360 was observed at position 1 for the number and blurred spot, whereas at position 5 the P360 was observed only for the number stimulus.

C_z導出 VEP では、潜時約 140 msec の陰性成分 (N140) と潜時約 220 msec の陰性成分 (P220) 及び潜時約 360 msec の陽性成分 (P360) が認められる。拡散光刺激に対しては P 360 はあまり明瞭でない。また O₁ 及び O₂ から導出した VEP では、潜時約 170 msec の陰性成分 (N170) と潜時約 270 msec の陽性成分 (P270) が認められる。拡散光刺激に対しては、N170, P270 とともに小さく、はっきりしない。数字刺激では刺激位置 2 あるいは 4 で P 270 の振幅性の増加が認められる。この増加傾向は、拡散光刺激でも若干認められる。Table 4-1, 4-2, 4-3 に、各 VEP 成分ごとに、各刺激位置に対する振幅値の被験者 8 名についての平均振幅値及び標準誤差を示した。Table 4-1 は、F₃, F₄, P₃, P₄, C_z については N 140, O₁ 及び O₂ については N 170 の平均振幅値を示す。Table 4-2 は、F₃~C_z では P 220, O₁ 及び O₂ では P 270 の平均振幅値を示す。Table 4-3 は全部位での P 370 を平均平均振幅値を示す。Fig 4-2, 4-3 に、Table 4-1 から 4-3 までをグラフに示したものを示した。Fig. 4-2 は、F₃, F₄, P₃, P₄, C_z における N 140, P 220, P 370 の平均振幅値を各刺激位置ごとに示したものである。刺激位置 1 の横には警告刺激に対する VEP 平均振幅値を示した。Fig. 4-2 には O₁ 及び O₂ における N 170 と P 270 の平均振幅値を示した。

Table 4-1 Mean amplitude (μ Volts $\pm$ s. e.) of N100 component to the WS and blur spot and number stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80068010 N=8

	Stimulus: Blur spot						Stimulus: Number							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	1.8 $\pm$ 1.0	1.7 $\pm$ 1.1	1.1 $\pm$ 0.7	1.7 $\pm$ 0.5	1.4 $\pm$ 0.9	1.9 $\pm$ 0.9	3.3 $\pm$ 0.7	2.2 $\pm$ 0.8	2.9 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.6	2.2 $\pm$ 0.4	2.3 $\pm$ 0.9	2.3 $\pm$ 1.1	3.4 $\pm$ 0.9
1	2.6 $\pm$ 0.7	2.5 $\pm$ 0.9	1.5 $\pm$ 0.3	2.1 $\pm$ 0.4	2.2 $\pm$ 0.8	0.8 $\pm$ 0.9	1.2 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 0.7	2.4 $\pm$ 0.8	1.5 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 1.0	1.5 $\pm$ 0.9	3.6 $\pm$ 1.5	5.9 $\pm$ 1.6
2	4.0 $\pm$ 1.0	4.1 $\pm$ 1.0	3.7 $\pm$ 0.9	3.6 $\pm$ 0.7	4.9 $\pm$ 1.3	0.4 $\pm$ 0.6	0.2 $\pm$ 0.8	2.8 $\pm$ 0.5	3.3 $\pm$ 0.5	2.7 $\pm$ 0.8	3.5 $\pm$ 0.8	3.7 $\pm$ 0.6	3.6 $\pm$ 0.9	5.0 $\pm$ 1.3
3	4.7 $\pm$ 0.8	4.6 $\pm$ 0.8	3.4 $\pm$ 0.7	3.1 $\pm$ 0.6	5.4 $\pm$ 1.0	0.1 $\pm$ 0.6	0.2 $\pm$ 0.9	3.8 $\pm$ 0.6	4.5 $\pm$ 0.8	3.4 $\pm$ 0.5	3.4 $\pm$ 0.4	4.2 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.8	2.9 $\pm$ 1.1
4	5.6 $\pm$ 1.2	4.0 $\pm$ 1.2	2.7 $\pm$ 0.5	2.9 $\pm$ 0.6	3.9 $\pm$ 1.1	0.3 $\pm$ 1.1	0.1 $\pm$ 0.9	2.8 $\pm$ 0.6	2.8 $\pm$ 0.6	2.1 $\pm$ 0.7	2.2 $\pm$ 0.6	2.0 $\pm$ 0.7	2.8 $\pm$ 1.0	4.6 $\pm$ 1.4
5	3.6 $\pm$ 1.0	3.8 $\pm$ 1.0	2.5 $\pm$ 0.9	2.5 $\pm$ 0.7	4.2 $\pm$ 1.2	0.9 $\pm$ 0.8	1.5 $\pm$ 0.8	3.2 $\pm$ 0.5	3.9 $\pm$ 0.5	3.0 $\pm$ 0.6	3.3 $\pm$ 0.6	4.5 $\pm$ 0.3	1.1 $\pm$ 1.3	2.6 $\pm$ 1.6

Table 4-2 Mean amplitude (μ Volts $\pm$ s. e.) of P200 component to the WS and blur spot and number stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80068010 N=8

	Stimulus: Blur spot						Stimulus: Number							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	4.7 $\pm$ 1.3	5.8 $\pm$ 1.6	3.8 $\pm$ 1.7	3.6 $\pm$ 2.0	5.2 $\pm$ 1.3	7.5 $\pm$ 1.6	7.9 $\pm$ 1.4	5.0 $\pm$ 0.9	5.9 $\pm$ 0.7	3.7 $\pm$ 1.6	3.4 $\pm$ 1.8	5.0 $\pm$ 1.1	7.5 $\pm$ 1.8	7.2 $\pm$ 1.3
1	3.7 $\pm$ 0.9	4.4 $\pm$ 1.0	4.1 $\pm$ 0.8	4.4 $\pm$ 0.9	5.5 $\pm$ 1.3	4.4 $\pm$ 1.4	4.5 $\pm$ 0.9	6.6 $\pm$ 0.8	7.2 $\pm$ 0.8	5.4 $\pm$ 1.0	5.3 $\pm$ 1.2	7.7 $\pm$ 1.1	4.6 $\pm$ 1.8	4.7 $\pm$ 1.3
2	0.7 $\pm$ 1.0	1.0 $\pm$ 1.2	2.1 $\pm$ 0.7	3.3 $\pm$ 1.0	1.2 $\pm$ 0.9	5.8 $\pm$ 1.5	7.0 $\pm$ 1.4	3.5 $\pm$ 0.8	4.3 $\pm$ 1.0	3.5 $\pm$ 1.0	4.1 $\pm$ 1.0	3.0 $\pm$ 0.9	8.1 $\pm$ 2.3	9.6 $\pm$ 2.3
3	0.2 $\pm$ 0.6	0.6 $\pm$ 0.7	2.7 $\pm$ 0.5	3.1 $\pm$ 0.8	0.8 $\pm$ 0.7	5.7 $\pm$ 1.4	6.5 $\pm$ 1.3	1.9 $\pm$ 0.6	2.0 $\pm$ 0.7	3.3 $\pm$ 0.8	4.1 $\pm$ 1.2	2.0 $\pm$ 1.0	8.3 $\pm$ 2.0	9.9 $\pm$ 2.0
4	1.0 $\pm$ 1.1	1.8 $\pm$ 1.1	3.4 $\pm$ 1.2	4.2 $\pm$ 1.3	3.0 $\pm$ 1.3	5.6 $\pm$ 1.9	6.5 $\pm$ 1.3	3.7 $\pm$ 0.9	4.5 $\pm$ 0.7	4.8 $\pm$ 1.3	5.4 $\pm$ 1.6	4.7 $\pm$ 1.1	7.9 $\pm$ 1.8	8.6 $\pm$ 1.8
5	0.3 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.9	3.1 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.8	1.4 $\pm$ 0.6	6.4 $\pm$ 1.8	7.2 $\pm$ 1.6	2.3 $\pm$ 0.9	2.7 $\pm$ 1.0	3.4 $\pm$ 1.2	4.4 $\pm$ 1.4	1.9 $\pm$ 1.1	9.0 $\pm$ 2.1	10.8 $\pm$ 2.6

Table 4-3 Mean amplitude (μ Volts $\pm$ s. e.) of P300 Component to the WS and blur spot and number stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 80068010 N=8

	Stimulus: Blur spot						Stimulus: Number							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	2.2 $\pm$ 1.2	2.2 $\pm$ 1.3	7.8 $\pm$ 1.7	7.4 $\pm$ 1.7	5.7 $\pm$ 1.3	8.5 $\pm$ 1.9	7.6 $\pm$ 1.6	1.9 $\pm$ 1.3	1.9 $\pm$ 1.3	8.6 $\pm$ 1.4	7.8 $\pm$ 1.4	5.9 $\pm$ 1.4	7.8 $\pm$ 2.2	7.1 $\pm$ 1.8
1	5.5 $\pm$ 1.4	5.9 $\pm$ 1.5	10.4 $\pm$ 0.9	9.3 $\pm$ 1.1	9.3 $\pm$ 1.6	8.7 $\pm$ 1.3	7.9 $\pm$ 0.9	5.9 $\pm$ 0.9	5.7 $\pm$ 1.1	11.1 $\pm$ 1.3	10.3 $\pm$ 1.3	9.1 $\pm$ 1.0	9.1 $\pm$ 1.6	7.5 $\pm$ 1.3
2	0.9 $\pm$ 0.7	1.2 $\pm$ 0.8	1.8 $\pm$ 0.7	2.4 $\pm$ 1.0	0.8 $\pm$ 0.8	6.4 $\pm$ 1.5	6.5 $\pm$ 1.5	0.7 $\pm$ 0.5	0.4 $\pm$ 0.2	3.3 $\pm$ 0.7	3.1 $\pm$ 0.7	0.4 $\pm$ 0.3	7.3 $\pm$ 1.6	7.5 $\pm$ 1.6
3	0.3 $\pm$ 0.3	0.3 $\pm$ 0.3	2.2 $\pm$ 0.5	2.4 $\pm$ 0.8	0.6 $\pm$ 0.6	5.8 $\pm$ 1.2	6.0 $\pm$ 1.0	0.2 $\pm$ 0.2	0.3 $\pm$ 0.3	3.2 $\pm$ 0.7	3.6 $\pm$ 1.0	0.5 $\pm$ 0.5	7.5 $\pm$ 1.6	7.6 $\pm$ 1.4
4	1.0 $\pm$ 0.8	1.0 $\pm$ 1.0	3.3 $\pm$ 1.0	3.7 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 1.2	5.5 $\pm$ 1.8	5.5 $\pm$ 1.2	2.1 $\pm$ 0.7	2.0 $\pm$ 0.7	7.4 $\pm$ 1.5	7.3 $\pm$ 1.7	5.2 $\pm$ 1.1	8.5 $\pm$ 1.5	8.1 $\pm$ 1.3
5	0	0	3.4 $\pm$ 0.7	3.1 $\pm$ 0.8	2.0 $\pm$ 0.3	6.5 $\pm$ 1.9	6.2 $\pm$ 1.6	0.3 $\pm$ 0.2	0.3 $\pm$ 0.3	2.9 $\pm$ 0.8	3.7 $\pm$ 1.1	0.4 $\pm$ 0.3	8.5 $\pm$ 1.8	7.1 $\pm$ 1.9

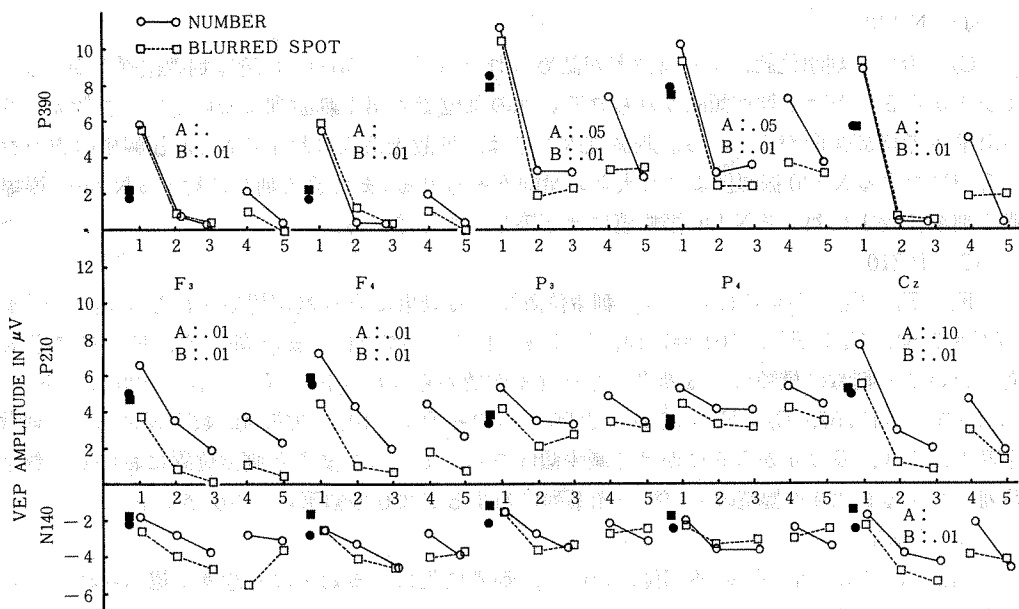


Fig. 4-2. VEP amplitude values for the number and blurred spot stimuli recorded at centro-frontal (F_3 , F_4 , and C_z) and parietal (P_3 and P_4) loci. VEP values were averaged over 8 subjects. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Amplitudes for the number stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the blurred spot were traced with dotted lines and open squares. Filled circles and squares near position 1 show the amplitude values for the WS in the number and blurred spot trials, respectively. N140 and P210 on the left side of the ordinate stand for negative and positive peaks of the centro-frontal VEPs, while N180 and P270 for those of the parietal ones. P390 values observed at the centro-frontal and parietal VEPs are seen in the top panel, the centro-frontal P210 and parietal P270 values in the middle one, and the centro-frontal N140 and parietal N180 values in the bottom one. Letters A and B in the panels indicate levels of statistical significance revealed by the analysis of variance (A: between stimuli, B: across stimulus positions).

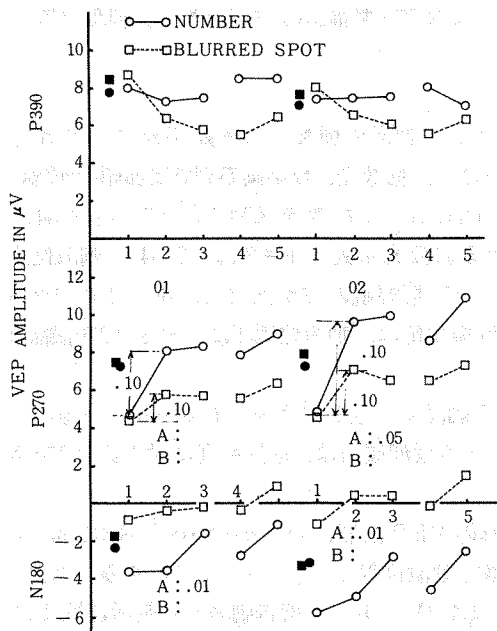


Fig. 4-3. VEP amplitude values for the number and blurred spot stimuli recorded at occipital (O_1 and O_2) electrode loci. Numbers between arrows in the middle panel indicate levels of statistical significance of the difference between two amplitude values pointed by arrows, revealed by Student's t-test for paired observations. Other details: see Fig. 4-2.

(1) N 140

C_z において刺激位置による有意差が認められた ($F(4/70)=3.76$)。刺激位置 1 から 3, 及び 4 から 5 にかけて増加傾向がみられる。他の部位でも第 1 刺激列においては, 拡散光, 数字両系列で増加傾向がみられる。刺激位置 4 では, 拡散光系列に対する N 140 振幅値の方が数字系列に対する N 140 振幅値よりも大きい傾向がみられる。また警告刺激に対する N 140 振幅値は刺激位置 1 に対する N 140 振幅値にほぼ等しくなっている。

(2) P 210

F_3 , F_4 , C_z の各部位において, 刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3: F(4/70)=7.54$, $F_4: F(4/70)=7.14$, $C_z: F(4/70)=7.24$)。また同じ F_3 , F_4 , C_z の各部位において, 刺激の種類による効果にも有意差が認められた ($F_3: F(1/70)=20.68$, $F_4: F(1/70)=17.57$, $C_z: F(1/70)=3.95$ C_z のみ $P<0.10$)。拡散光, 数字両系列とも刺激位置 1 から 3, 及び 4 から 5 にかけて減少傾向を示している。また各刺激位置において, 数字系列に対する P 220 振幅値の方が拡散光系列に対する P 220 振幅値よりも大きい。

(3) P 370

F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , C_z の各部位において, 刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3: F(4/70)=21.41$, $F_4: F(4/70)=18.53$, $P_3: F(4/70)=28.37$, $P_4: F(4/70)=15.21$, $C_z: F(4/70)=35.58$)。刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて, 拡散光, 数字両系列ともほぼ減少傾向を示している。また P_3 , P_4 の各部位では, 刺激の種類による効果に有意差が認められた ($P_3: F(1/70)=5.46$, $P_4: F(1/70)=4.26$)。 P_3 及び P_4 では, おおむね数字系列に対する P 370 振幅差の方が拡散光系列に対する P 370 振幅差よりも大きくなっている。また各部位における刺激位置 4 では数字系の方が拡散光系列よりも大きい。

(4) N 170

occipital 導出の VEP 成分 N 170 では, O_1 及び O_2 において刺激の種類による効果に有意差が認められた ($O_1: F(1/70)=14.51$, $O_2: F(1/70)=33.94$)。各刺激位置において数字系列に対する N 170 振幅値の方が拡散光系列に対する N 170 振幅値の方が大きい。刺激位置による効果には有意差は認められなかった。

(5) P 270

occipital 導出の VEP 成分 P 270 では, O_2 において刺激の種類による効果が認められた ($F(1/70)=4.68$)。また刺激位置 1 から 2 にかけて, 拡散光, 数字両系列で増加傾向が認められた (O_1 における数字系列: $f=7$, $t=2.26$, O_1 における拡散光系列: $f=7$, $t=2.34$, O_2 における数字系列: $f=7$, $t=2.18$, O_2 における拡散光系列: $f=7$, $t=2.34$)。刺激位置 1 を除く各刺激位置において, 数字系列に対する P 270 振幅値の方が拡散光系列に対する P 270 振幅値よりも大きい。また警告刺激に対する P 270 振幅値は, 刺激位置 1 に対する P 270 振幅値よりも小さい。

この実験 2 は, 拡散光系列, 数字系列のいずれの刺激くり返しによっても occipital 導出の VEP 成分 P 270 の増加傾向が認められた。しかしその増加傾向は, 拡散系列に対する P 270 よりも数字系列に対する P 270 の方が顕著である。

Fig.4-4 には, 拡散光系列と数字系列それぞれの VEP 波形における 0 msec から 312 msec (40 point) までの, 両系列の各電極部位間の相関係数を刺激位置ごとに示した。これを見ると, F_3 , F_4 , C_z では警告刺激からゆるやかな減少を示し, また O_1 , O_2 でも警告刺激から刺激位置 1 に

向かって急激な減少を示している。 P_3 及び P_4 では刺激位置2までは減少するが、刺激位置3では再び増加する。実験Ⅱで示した、アルファベット系列あるいは数字系列とランダムパターン系列の相関係数の場合 O_1 及び O_2 における相関係数は刺激位置によってほとんど変化せず高い値を保っていた。しかし、この実験では O_1 及び O_2 における相関係数は低い。これは、この実験で用いたような拡散光刺激のような、構造的な低い刺激に対しては occipital はもはやアルファベットや数字とはかなり異なった反応をすることを示している。

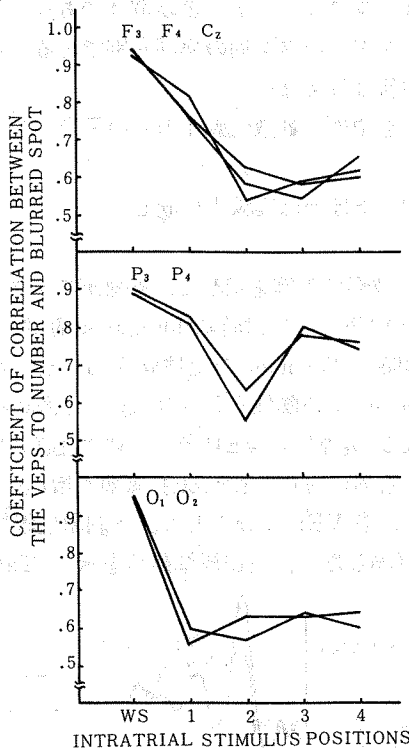


Fig. 4-4. Coefficient of correlation between the VEPs to the number and blurred spot stimuli. Sample interval was 312 msec from stimulus onset (40 points, 7.8 msec/point). Correlation coefficients are seen on the ordinate. The warning stimulus (WS) and intratrial stimulus positions: from 1 to 4 are seen on the abscissa of the bottom panel. The correlation coefficient of the centro-frontal VEPs (top panel) and the parietal VEPs (middle one) was high at WS position and position 1 and decreased at position 2. The correlation coefficient of the occipital VEPs (bottom panel) was low at all positions except at WS.

Ⅲ-5 実験Ⅴ No.79077909

Ⅲ-5-1 目的

実験Ⅰ及びⅡでは、ランダムパターン系列の刺激くり返しに対しては、occipital 導出のVEP成分は、アルファベット系列や数字系列のような明確な増加傾向を示さなかった。ランダムパターン系列は、いかなる条件ならばアルファベット系列や数字系列の場合のような増加傾向を示すのであろうか。これまで示した実験では、刺激位置1において最初に刺激の種類を弁別する必要がある。この弁別処理がもしそれぞれの刺激の内部モデル形成に利するものでないとなれば、刺激位置1では実質的な情報入手時間は実際の持続時間よりも少なくなることになる。ランダムパターン系列は、アルファベット系列や数字系列よりも内部モデル形成により多くの時間を要すると予想し得る。もしランダムパターン系列に対する情報入力時間が刺激位置1で不十分だったのならば、刺激位置1における弁別が不必要な事態では、ランダムパターン系列においてもアルファベット系列や数字系列のように刺激位置2における刺激の冗長性が大きくなり、VEP成分の増加傾向が生ずると予想し得る。この実験では、これまで用いてきた警告刺激に課題予告性を加え刺激位置1での弁別処理を不要にすることによって、この点を検討した。

Ⅲ-5-2 方法

(1) 被験者 大学生 8 名 (男子 3 名, 女子 5 名) 視力は矯正視力を含め正常。年齢は 20-30 歳。

(2) 刺激 警告刺激として, 実験Ⅰで用いたアルファベット系列と同様の刺激, 及びランダムパタン系列と同様の刺激を用いた。それぞれの系列の刺激と同じ種類の刺激を警告刺激とし, 第 1 及び第 2 刺激列の刺激とは同じ刺激にならないようにした。すなわち, 最初に警告刺激がアルファベットであれば, その試行での課題はアルファベットの読み取りであり, 警告刺激がランダムパタンであれば, その試行の課題はランダムパタン間の異同弁別である。ただし警告刺激は次に出る 2 組の刺激について具体的な情報は与えない。

(3) 実験装置 第 2 刺激列では刺激のくり返しをやめ, 刺激位置 4 のみの呈示とした。他は実験Ⅲに同じ。

(4) 手続 警告刺激について被験者に説明を加えたほかは実験Ⅰに同じ。

Ⅲ-5-3 結果

Fig. 5-1 に, C_z , O_1 , O_2 から導出した VEP 波形の 1 例を示した。実線がアルファベット系列, 点線がランダムパタン系列である。 C_z 導出の VEP では潜時約 140 msec の陰性成分 (N 140) と潜時約 200 msec の陽性成分 (P 200) 及び潜時約 350 msec の陽性成分 (P 350) がみられる。また O_1 及び O_2 導出の VEP では, 潜時約 180 msec の陰性成分 (N 180) と潜時約 260 msec の陽性成分 (P 260) がみられる。そして, O_1 及び O_2 導出の VEP では, 刺激位置 2 において, アルファベット系列のみならずランダムパタン系列に対しても P260 振幅値が増加しているのが認められる。Table. 5-1, 5-2, 5-3 に, 各 VEP 成分ごとの, 各刺激位置に対する振幅値を, 被験者 8 名 (O_2 のみ 7 名) について平均した値, 及び標準誤差を示す。Table. 5

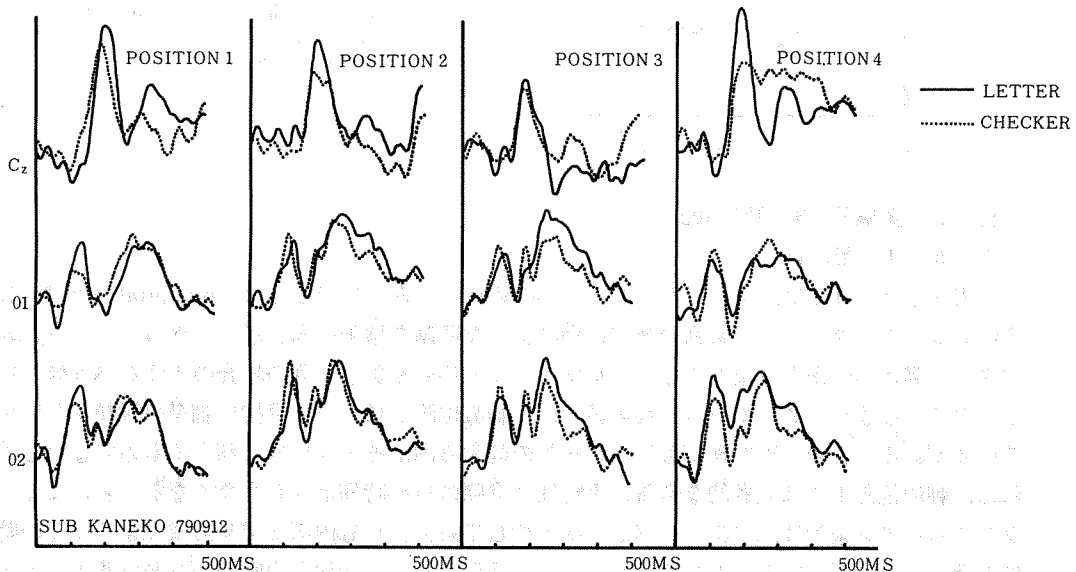


Fig. 5-1. VEP wave forms evoked by the letter and checkerboard stimuli for a subject. Electrode loci (C_z , O_1 , and O_2) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissae. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those to the checkerboard were traced with dotted lines. Intratrial stimulus positions from 1 to 4 are seen at the top of the figure. Note that the checkerboard stimulus as well as the letter stimulus evoked enhanced occipital P260 at position 2 as compared to position 1.

—1は、F₃、F₄、P₃、P₄、C_zについてはN 140、O₁及びO₂についてはN 180の平均振幅値を示す。Table. 5—2は、F₃～C_zについてはP 200、O₁及びO₂についてはN 180の平均振幅値を示す。Table. 5—2は、F₃～C_zについてはP 200、O₁及びO₂についてはP 260の平均振幅値を示す。Table. 5—3は、全部位でのP 350の平均振幅値を示す。Fig. 5—2及び5—3に、Table. 5—1から5—3までをグラフにしたものを示す。Fig. 5—2は、F₃、F₄、P₃、P₄、C_zのN 140、P 200、P 350の平均振幅値を示す。Fig. 5—3は、最上段がこの実験のグラフで、

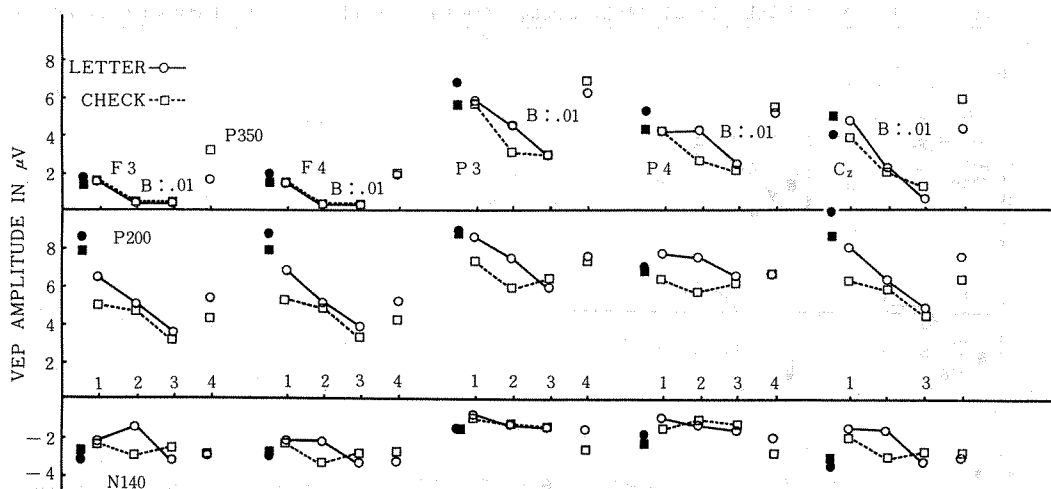


Fig. 5-2. VEP amplitude values averaged across 8 subjects. VEP amplitudes in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions are seen on the abscissa. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those to the checkerboard were traced with dotted lines and open squares. Filled circles and squares near position 1 indicate VEP values evoked by the warning (task-notice) stimulus in the letter and checkerboard trials, respectively. Letter B in the top panel indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions, revealed by an analysis of variance.

Table 5—1 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s.e.}$) of N100 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 4. Exp. No. 79077909 N=8

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	2.7±0.7	2.8±0.9	1.6±0.9	2.3±0.6	3.2±0.9	2.3±0.8	3.1±1.3	3.2±0.6	3.0±0.6	1.6±1.1	1.9±0.8	3.6±0.6	2.7±1.2	3.5±1.7
1	2.3±0.4	2.3±0.6	1.0±0.6	1.5±0.9	2.0±0.7	1.3±0.5	2.1±0.8	2.1±0.5	2.1±0.6	0.8±0.6	0.9±0.8	1.5±0.6	2.2±0.6	2.4±1.0
2	2.9±0.6	3.3±0.6	1.2±1.1	1.1±0.8	3.0±0.9	0.6±1.2	0.4±0.9	1.4±0.4	2.1±0.6	1.2±0.8	1.4±1.1	1.6±0.5	-0.4±1.2	0.6±1.5
3	2.5±0.6	2.8±0.6	1.4±0.8	1.4±0.8	2.7±0.6	0.8±1.2	1.5±1.1	3.1±0.7	3.2±0.7	1.4±1.0	1.6±0.8	3.3±0.7	-0.6±1.4	1.9±1.5
4	2.9±0.5	2.8±0.5	2.6±0.7	2.8±0.9	2.8±0.8	1.2±0.9	2.0±0.6	2.9±0.5	3.2±0.6	1.5±0.8	2.0±0.9	3.1±0.4	1.0±0.9	0.9±1.0

Table 5—2 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s.e.}$) of P200 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 4. Exp. No. 79077909 N=8

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	7.8±1.7	7.8±1.6	8.8±1.4	6.9±1.2	8.7±1.9	7.6±1.2	6.8±1.3	8.5±1.6	8.7±1.6	9.0±1.4	7.0±0.9	9.9±1.7	7.1±1.4	6.6±1.3
1	5.0±1.1	5.3±1.0	7.3±1.7	6.4±1.2	6.2±1.5	7.0±1.6	6.2±1.7	6.4±1.1	6.8±1.2	8.5±1.4	7.7±1.4	8.0±1.7	6.9±1.7	5.6±0.9
2	4.7±1.0	4.8±0.9	5.9±1.0	5.7±0.9	5.8±1.3	7.6±1.5	7.9±1.4	5.0±1.2	5.1±1.1	7.5±0.7	7.5±0.6	6.4±1.5	9.0±1.9	9.3±2.1
3	3.2±1.0	3.3±0.9	6.4±1.1	6.2±0.9	4.4±1.4	8.2±1.8	9.1±2.2	3.6±0.9	3.8±1.0	5.9±1.1	6.5±0.5	4.9±1.3	8.6±2.1	10.3±2.5
4	4.2±1.0	4.2±1.1	7.3±1.4	6.7±1.3	6.3±1.7	7.2±1.4	7.1±1.5	5.4±1.4	5.2±1.3	7.6±1.2	6.7±1.1	7.6±1.8	6.7±1.7	7.1±1.7

Table 5-3 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s.e.}$) of P300 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 4. Exp. No. 79077909 N=8

	Stimulus: Checker						Stimulus: Letter							
	F3	F4	P3	P4	Cz	O1	O2	F3	F4	P3	P4	Cz	O1	O2
WS	1.3 $\pm$ 0.8	1.4 $\pm$ 0.9	5.5 $\pm$ 2.0	4.2 $\pm$ 1.9	4.9 $\pm$ 1.6	1.9 $\pm$ 1.3	1.9 $\pm$ 1.3	1.5 $\pm$ 1.0	1.9 $\pm$ 1.0	6.7 $\pm$ 2.0	5.2 $\pm$ 1.8	3.9 $\pm$ 1.5	1.9 $\pm$ 1.3	2.1 $\pm$ 1.4
1	1.6 $\pm$ 0.7	1.5 $\pm$ 0.7	5.5 $\pm$ 1.1	4.2 $\pm$ 0.9	3.8 $\pm$ 1.0	2.4 $\pm$ 1.4	2.3 $\pm$ 1.3	1.6 $\pm$ 0.7	1.4 $\pm$ 0.6	5.8 $\pm$ 1.5	4.0 $\pm$ 1.2	4.7 $\pm$ 1.0	1.9 $\pm$ 1.4	2.2 $\pm$ 1.7
2	0.4 $\pm$ 0.3	0.3 $\pm$ 0.2	3.0 $\pm$ 0.7	2.6 $\pm$ 0.6	2.0 $\pm$ 1.0	2.1 $\pm$ 1.4	2.4 $\pm$ 1.4	0.2 $\pm$ 0.2	0.3 $\pm$ 0.3	4.5 $\pm$ 1.0	4.1 $\pm$ 1.0	2.1 $\pm$ 0.7	2.6 $\pm$ 2.0	2.9 $\pm$ 2.1
3	0.4 $\pm$ 0.3	0.3 $\pm$ 0.3	2.8 $\pm$ 1.0	2.0 $\pm$ 0.8	1.2 $\pm$ 0.8	2.4 $\pm$ 1.9	2.5 $\pm$ 1.9	0.1 $\pm$ 0.1	0	2.9 $\pm$ 0.9	2.4 $\pm$ 0.6	0.6 $\pm$ 0.3	0.7 $\pm$ 0.7	0.7 $\pm$ 0.7
4	3.2 $\pm$ 1.3	2.8 $\pm$ 1.2	6.8 $\pm$ 1.1	5.5 $\pm$ 1.2	5.8 $\pm$ 0.7	1.9 $\pm$ 1.3	1.6 $\pm$ 1.1	1.6 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 0.9	6.1 $\pm$ 1.2	5.1 $\pm$ 1.1	4.3 $\pm$ 0.6	1.9 $\pm$ 1.4	0.6 $\pm$ 0.6

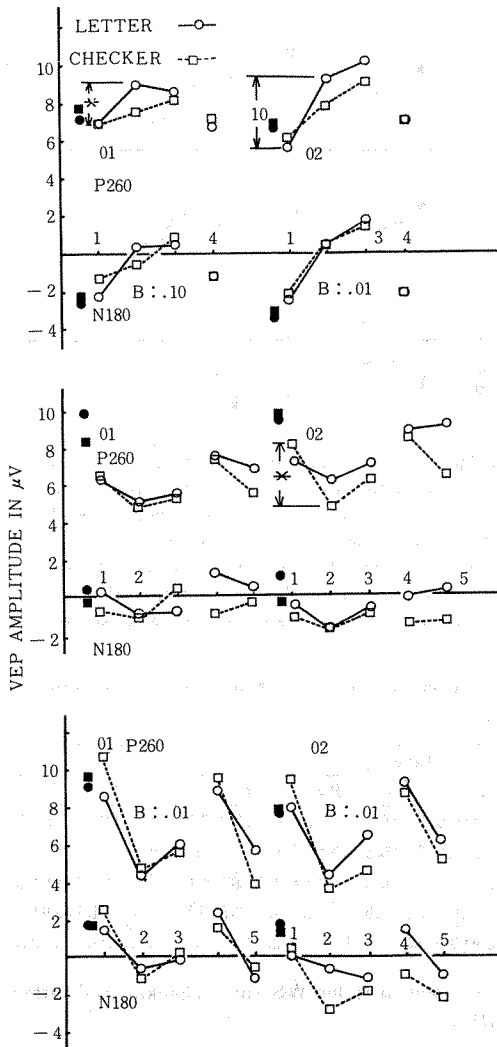


Fig. 5-3. VEP amplitudes for the letter and checkerboard stimuli, recorded at the occipital (O₁ and O₂) loci. VEP values in the top panel were averaged across 8 subjects in Exp. V, those in the middle panel across 8 in Exp. VII and those in the bottom panel across 5 in Exp. VI. An asterisk indicates .05 level of significance of the difference between two amplitude values pointed by arrows. Other details: see Fig. 5-2.

O₁ 及び O₂ についての N 180 と P 260 の平均振幅値を示す。刺激位置 1 の横に警告刺激に対する VEP の平均振幅値を示す。

(1) N 140

いずれの部位においても、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。警告刺激に対する N 140 振幅値は刺激位置 1 に対する N 140 振幅値に

ほぼ等しい。

(2) P 200

いずれの部位においても、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。刺激位置1では、アルファベット系列に対するP 200振幅値の方がランダムパターン系列に対するP 200振幅値より大きい傾向がみられる。また警告刺激に対するP 200振幅値は刺激位置1に対するP 200振幅値よりも若干大きい（fronto-central）、等しい（parietal）傾向がみられる。

(3) P 350

F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , C_2 の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた（ F_3 : $F(3/57) = 5.17$, F_4 : $F(3/56) = 5.25$, P_3 : $F(3/56) = 4.77$, P_4 : $F(3/48) = 3.92$, C_2 : $F(3/56) = 11.31$), いずれの部位においても、刺激位置1から3にかけて減少傾向を示している。刺激の種類による効果には有意差は認められなかった。また警告刺激に対するP350振幅値は、刺激位置1に対するP 350振幅値にほぼ等しい。

(4) N 180

occipital 導出の VEP 成分 N 180 では、 O_1 及び O_2 において刺激位置による効果に有意差が認められた（ O_1 : $F(3/56) = 2.70$, O_2 : $F(3/48) = 5.29$ ）。刺激の種類による効果には有意差は認められなかった。いずれの部位においても、両系列とも刺激位置1から3にかけて減少傾向を示している。

(5) P 260

occipital 導出の VEP 成分 P 260 では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。しかしアルファベット系列では、 O_1 及び O_2 における刺激位置1から2にかけて増加傾向が認められた（ O_1 : $f = 7$, $t = 2.81$, O_2 : $f = 6$, $t = 2.34$ (O_2 については $P < 0.10$))。

Fig.5-4 に、アルファベット系列に対する VEP とランダムパターン系列に対する VEP との各電極部位間の相関係数（0 msec から 312 msec まで 40 point）を、各刺激位置ごとに示した。全ての部位で、各刺激位置を通じて相関係数は高い。アルファベット+数字系列とランダムパターン系列を用い、この実験のような警告刺激の予告性のなかった場合（Fig.2-5）と比べる

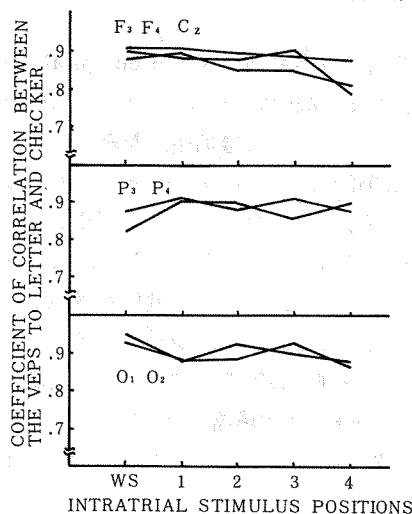


Fig. 5-4. Coefficient of correlation between the VEPs to the letter and checkerboard stimuli under the condition of task-notice. Sample interval was 312 msec from stimulus onset (40 points, 7.8 msec/point). Correlation coefficients are seen on the ordinate. The position of the warning stimulus (WS) and intratrial stimulus positions from 1 to 4 are seen on the abscissa of the bottom panel. The correlation coefficient of the centro-frontal VEPs (top panel), the parietal VEPs (middle panel), and the occipital VEPs (bottom panel) were almost the same each other and constant across stimulus positions.

と、頭蓋のより前方の部位 (F_3 , F_4 , C_z) で、刺激のくり返しにともなう相関係数が減少していないのがこの実験での特徴である。警告刺激が予告性をもったことによって、より前方の部位では、刺激のくり返しにともなうかなり似た反応をしたことを示している。

Fig.5-5 には、刺激呈示前後各 500 msec 間のアルファ波 (8 Hz~13 Hz, 30 μ V 以上) の数を数え、被験者 8 名について平均して各刺激位置ごとに示した。なお脳波導出部位は主として O_2 で、 O_2 でのアルファ波がはっきりしない場合には O_1 の脳波を用いた。下段は刺激後 500 msec についてのグラフ、中段は刺激前 500 msec についてのグラフ、上段は刺激前後計 1,000 msec についてのグラフである。これを見ると、刺激呈示前後、特に刺激呈示 500 msec 前までは、刺激位置 2 におけるアルファ波数が最も少なくなっている。そしてアルファベット系列の方がランダムパタン系列よりもいくらか多くなっている。

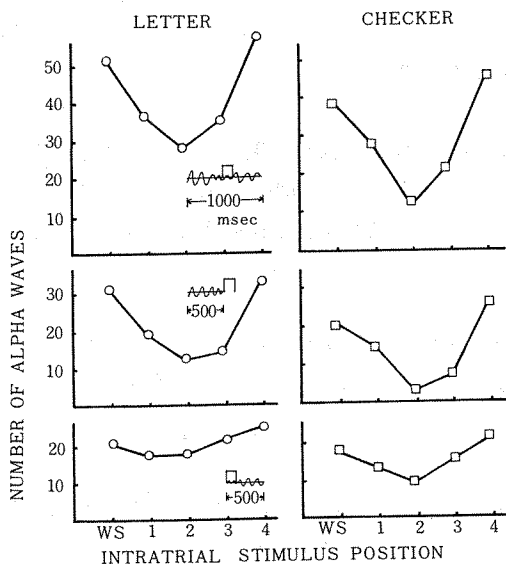


Fig. 5-5. Numbers of alpha waves for the letter stimulus and the checkerboard stimulus under the condition that the task choice information was delivered at WS. Left panels show the number for the letter stimulus, and right panels the number for the checker stimulus. Alpha waves were measured and summed in 30 epochs. Each epoch was 1000 msec : 500 msec before and after stimulus onset. Alpha waves were counted only when their amplitudes were larger than 30 μ V. Upper panels of the both column show averaged number across 8 subjects during 1000 msec, middle ones during 500 msec before stimulus onset, and bottom ones during 500 msec stimulus onset.

Ⅲ-6 実験Ⅵ No.79117912

Ⅲ-6-1 目的

これまで示してきた実験では、アルファベット系列や数字系列に対する occipital 導出の VEP 成分 P 260 又は P 270 が、刺激のくり返しにともなう減少傾向を示したことはなかった。実験Ⅳあるいは実験Ⅴでは、拡散光系列やランダムパタン系列でも増加傾向がみられた。したがって occipital 導出 VEP 成分 P 260 又は P 270 の増加傾向は、アルファベット系列や数字系列のみに特異的な傾向であるとはいえない。しかしながら、アルファベット系列や数字系列の場合には、特にこの成分の振幅値の増加が認められる。この理由のひとつとして、これまではアルファベット系列や数字系列はランダムパタン系列に比べて、言語的符号化が可能であるために内部モデルをより短い時間で形成し得ると予想した。もしこの予想が妥当であるとする、刺激情報の入力時間がかかり短ければ、アルファベット系列や数字系列においても内部モデル形成が不十分になり、これらの系列でも上述のような VEP 成分の振幅増が生じなくなると予想し得る。この実験では、刺激持続時間を μ sec オーダーにすることにより、この点を検討した。

Ⅲ-6-2 方法

(1) 被験者 大学生5名(男子1名, 女子4名)。視力は矯正視力を含め正常。年齢は19-30歳。

(2) 刺激 アルファベット系列とランダムパターン系列を用いた。なお警告刺激には実験Ⅲで用いた12×12ユニット変形パターン刺激を使用した。

(3) 実験装置 コダック AF-2 型に内蔵されているハロゲンランプを取りはずし, Xenon ランプを挿入できるよう改造した。シャッターは常に開放で, Xenon ランプの on-off で映像が on-off となる。Xenon ランプの公称持続時間は約20 μ secであるが, 閾値上の明るさを有する時間幅はさらに広いと予想される。しかしその時間幅は長くとも200~300 μ secと予想し得るので, ここでは μ secオーダーの持続時間と呼ぶことにした。Xenon ランプの発光装置として, 日本光電製光・音刺激装置 MS-2 PS 型を用い, これを竹井機器製プリセットタイマー及び岩崎通信機製ファンクションジェネレーターで制御した。これ以外は実験Ⅲに同じ。

(4) 手続 刺激持続時間の変更と刺激系列の変更以外は実験Ⅲに同じ。

Ⅲ-6-3 結果

Fig. 6-1 に, C_z , O_1 , O_2 から導出した VEP 波形の1例を示した。実線がアルファベット系列, 点線がランダムパターン系列である。 C_z 導出の VEP では, 潜時約140msecの陰性成分(N 140)と潜時約200 msecの陽性成分(P 200)及び潜時約350 msecの陽性成分(P 350)がみられる。この被験者では刺激位置4におけるP 350はそれほど大きくないが, 他の被験者ではかなり大きく, 20 μ V以上に達したものもいた。 O_1 及び O_2 導出の VEP では, 潜時約180 msecの陰性成分(N 180)と潜時約260msecの陽性成分(P 260)がみられた。 O_1 及び O_2 導出の V

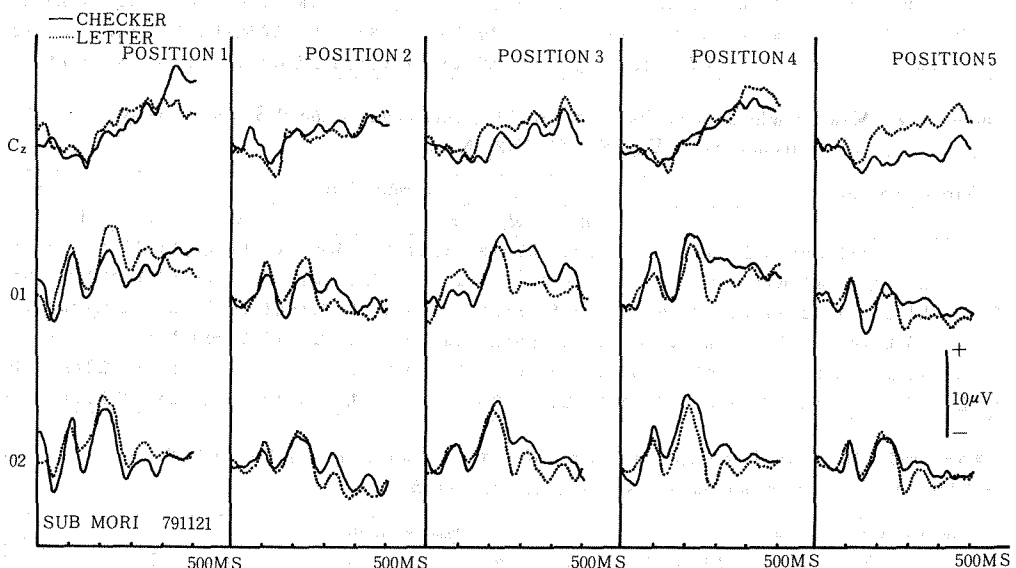


Fig. 6-1. VEP wave forms evoked by the letter and checkerboard stimuli recorded at cento-frontal and occipital electrodes for a subject. Electrode loci are seen on the abscissa. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen at the top of the figure. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those for the checkerboard were traced with dotted lines. Note that amplitudes of the occipital P270 evoked by both letter and checkerboard stimuli at position 2 were not larger than those evoked by them at position 1. Similarly, amplitudes of the P270 at position 5 were not larger than those at position 4.

EP 成分 P 260 は、刺激位置 2 において、アルファベット、ランダムパタン両系列とも減少傾向をみせている。刺激位置 5 でも同様の傾向がみられる。Table. 6-1, 6-2, 6-3 に、各 VEP 成分ごとの、各刺激位置における振幅値の被験者 8 名についての平均振幅値と標準誤差を示した。Table. 6-1 は、F₃, F₄, P₃, P₄, C_z については N 140, O₁ 及び O₂ については N 180 の平均振幅値を示す。Table. 6-2 は、F₃ ~ C_z については P 200, O₁ 及び O₂ については P 260 の平均振幅値を示す。Table. 6-3 は全部位での P 350 の平均振幅値を示す。Fig. 6-2 及び 5-3 の下段に Table. 6-1 から 6-3 までをグラフにしたものを示した。Fig. 6-2 は、F₃, F₄, P₃, P₄, C_z の各刺激位置ごとの N 140, P 200, P 350 の各平均振幅値を示し、Fig. 5-3 の下段は、O₁ 及び O₂ の N 180 と P 260 の平均振幅値を示す。刺激位置 1 の横には、警告刺激に対する VEP 成分の平均振幅値を示した。

(1) N 140

P₃, P₄ の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた (P₃: $F(4/40) = 4.82$, P₄: $F(4/40) = 3.84$)。P₃ 及び P₄ では、刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて両系列とも増加傾向が認められる。また、P₄ では刺激の種類による効果が認められた。

Table 6-1 Mean amplitud ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of P300 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 79117912 N=5

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02
WS	2.8±0.5	3.4±0.4	11.0±1.8	10.8±2.5	6.7±1.4	10.2±0.7	8.8±1.7	2.1±0.8	2.9±0.9	11.5±1.2	10.1±2.3	6.2±1.2	10.5±0.7	8.0±2.0
1	6.1±3.4	5.9±3.6	15.0±4.0	13.2±4.5	11.0±4.8	12.1±2.4	9.9±2.8	9.0±3.7	8.5±3.3	16.1±3.6	15.0±3.5	16.2±3.9	11.7±2.4	8.5±3.2
2	2.0±1.2	2.2±1.3	0	0.1±0.1	2.0±1.1	0.4±0.4	0	3.3±1.1	3.4±1.2	2.9±0.9	3.0±1.5	3.8±1.4	3.9±1.7	3.2±1.6
3	1.6±0.9	2.0±1.2	1.4±0.9	1.3±0.8	2.5±1.5	1.5±1.5	1.6±1.4	1.6±1.1	1.9±1.2	4.6±0.7	4.5±0.8	2.6±1.2	5.5±1.1	4.5±0.8
4	11.4±5.3	9.6±4.6	15.0±4.8	14.0±4.0	17.3±5.7	10.1±2.5	7.4±2.5	7.6±3.0	7.8±2.6	14.5±3.0	14.8±3.1	13.2±3.4	10.6±2.1	10.2±2.6
5	2.2±1.3	3.3±1.3	0	1.7±1.0	3.3±1.5	1.0±0.9	1.1±1.1	2.6±0.9	2.5±0.9	2.7±0.4	4.4±1.2	2.1±0.8	2.9±1.9	2.6±2.5

Table 6-2 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of N100 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 79117912 N=5

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02
WS	5.1±0.5	5.5±0.9	2.0±0.4	2.1±0.3	4.4±1.0	1.7±1.4	1.2±0.9	2.5±0.7	3.2±0.4	0.8±0.4	0.1±1.3	2.1±0.7	1.6±0.9	1.6±0.8
1	4.2±1.0	4.4±1.1	0.1±0.4	0.5±0.6	2.8±0.7	2.5±1.3	0.4±1.5	3.0±2.1	3.7±2.0	0.4±1.4	0.8±1.0	2.8±2.0	1.4±0.5	0±1.2
2	3.3±1.1	3.7±1.1	3.2±1.1	4.1±0.9	3.6±0.9	1.1±1.5	2.8±1.8	2.7±1.6	2.5±1.4	2.4±1.1	2.0±1.2	2.7±1.6	0.7±1.4	0.7±1.9
3	3.6±0.6	4.4±0.9	2.4±1.2	3.3±1.0	3.6±0.6	0±2.1	1.9±2.3	2.6±1.0	3.0±0.7	2.5±0.5	2.3±0.4	2.6±0.9	0.1±1.3	1.1±1.6
4	3.1±0.8	3.5±1.3	1.0±0.9	1.0±0.7	1.5±1.4	1.5±1.4	1.0±1.8	3.8±1.5	4.4±1.7	0.5±0.9	1.0±1.4	2.6±1.4	2.2±1.3	1.4±2.0
5	2.7±0.7	3.0±0.7	3.5±0.7	3.4±0.7	3.7±0.6	0.6±2.1	2.1±2.3	2.2±1.1	2.3±1.0	3.0±0.8	1.8±1.5	2.8±0.9	1.1±1.5	1.0±2.2

Table 6-3 Mean amplitude ($\mu\text{Volts} \pm \text{s. e.}$) of P 200 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp. No. 79117912 N=5

	Stimulus : Chgc C Checker						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	-0.6±0.8	0.6±0.5	6.7±0.5	6.4±0.8	1.3±0.8	9.4±0.8	7.7±1.3	1.2±0.8	1.8±0.7	6.6±0.8	6.6±1.2	3.0±0.9	8.8±1.1	7.5±1.5
1	3.5±3.0	3.9±3.4	8.9±1.3	8.1±1.4	6.0±3.0	10.5±1.3	9.4±1.4	5.5±2.7	5.8±2.2	7.8±1.1	7.9±1.0	7.0±2.3	8.4±1.2	7.9±1.2
2	3.9±1.8	3.8±1.8	2.6±0.8	2.0±1.7	3.4±1.7	4.5±1.7	3.6±1.5	3.3±1.9	4.2±1.8	2.9±1.0	3.3±1.3	3.9±1.2	4.2±1.2	4.3±1.2
3	1.7±1.7	2.1±2.0	3.8±0.4	3.1±0.9	2.5±1.5	5.5±1.8	4.6±1.3	3.0±1.9	3.2±1.7	3.7±0.7	4.4±0.9	3.2±1.6	5.9±1.2	6.4±1.3
4	3.7±1.8	3.8±2.2	7.3±1.2	7.6±1.6	6.7±1.8	9.5±1.2	8.7±1.1	3.1±2.1	3.3±2.2	7.1±0.9	8.5±1.2	5.6±1.9	8.8±0.9	9.2±1.5
5	3.7±2.0	4.2±1.7	3.1±1.2	3.7±1.1	3.1±1.6	3.9±1.5	5.1±1.4	4.3±1.9	4.5±2.0	3.2±1.4	5.5±2.1	6.2±1.7	5.6±1.5	6.1±1.5

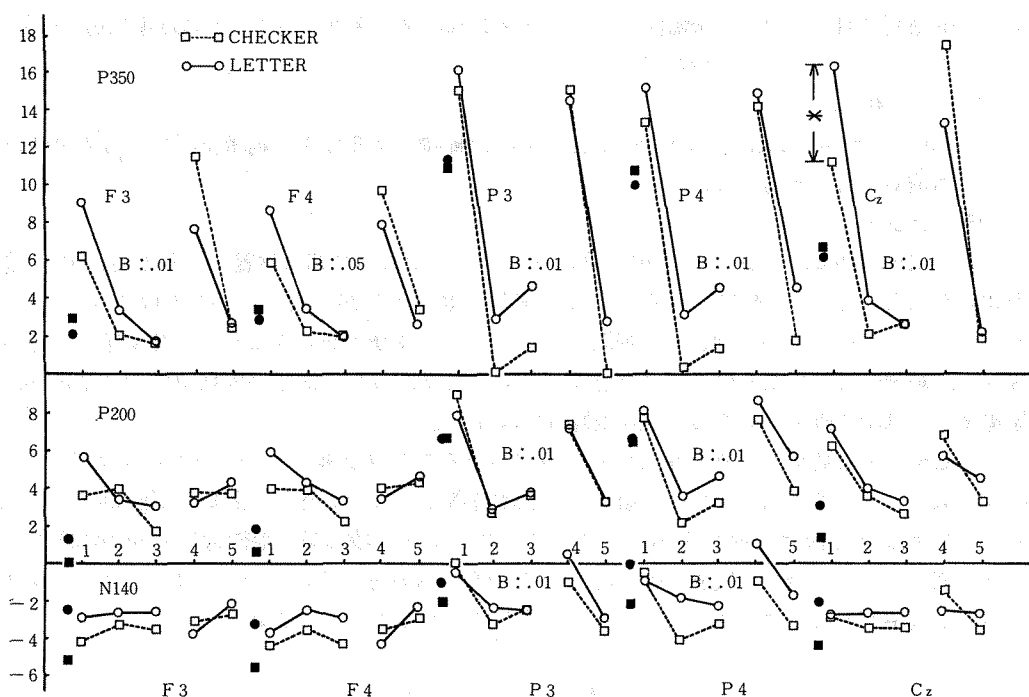


Fig. 6-2. VEP amplitude values averaged across 5 subjects for the letter and the checkerboard stimuli (duration μ sec order). The amplitude values in μ V are seen on the ordinate. Intra-trial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Centro-frontal and parietal electrode loci (F_3 , F_4 , P_3 , P_4 and C_z) are seen in the top and bottom panels. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the checkerboard stimulus were traced with dotted lines and open squares. The amplitude values of the centro-frontal and parietal P350 are shown in the top panel, those of the P200 in the middle one, and those of the N140 in the bottom one. Filled circles and filled squares show the amplitudes for the letter and the number stimulus at WS. Letter B in each panel indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions, revealed by an analysis of variance.

($F(1/40)=3.99$)。 P_4 では刺激位置 1 を除く各刺激位置で、ランダムパタン系列に対する N 140 振幅値の方がアルファベット系列に対する N 140 振幅値よりも大きい。

(2) P 200

P_3 , P_4 の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた ($P_3: F(4/40)=12.09$, $P_4: F(4/40)=5.23$)。 P_3 及び P_4 では、刺激位置 1 から 2 及び 4 から 5 にかけて両系列とも減少傾向が認められる。また、 P_4 では刺激の種類による効果が認められた ($F(1/40)=3.17$)。 P_4 では刺激位置 1 を除く各刺激位置で、アルファベット系列に対する P 200 振幅値の方がランダムパタン系列に対する振幅値よりも大きい。

(3) P 350

F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , C_z の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3: F(4/30)=4.19$, $F_4: F(4/30)=3.06$, $P_3: F(4/30)=16.57$, $P_4: F(4/30)=12.95$, $C_z: F(4/30)=9.52$)。各部位のランダムパタン、アルファベット両系列とも、刺激位置 1 から 3, 及び 4 から 5 にかけて減少傾向が認められる。刺激の種類による効果には、いずれの部位においても有意差は認められなかった。しかし C_z における刺激位置 1 では、アルフ

アベット系列に対する P 350 振幅値の方が、ランダムパタン系列に対する P 350 振幅値よりも有意に大きかった ($f=3$, $t=4.57$)。

(4) N 180

occipital 導出の VEP 成分 N 180 では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。

(5) P 260

occipital 導出の VEP 成分 P 260 では、 O_1 及び O_2 において刺激位置による効果に有意差が認められた ($O_1: F(4/40) = 6.15$, $O_2: F(4/40) = 5.25$)。 O_1 及び O_2 ではランダムパタン、アルファベット両系列とも、刺激位置 1 から 2、及び 4 から 5 にかけて減少傾向が認められる。刺激の種類による効果には有意差は認められなかった。また警告刺激に対する P 260 振幅値は、刺激位置 1 に対する P 260 振幅値にほぼ等しい。

Fig. 6-3 に、刺激呈示前後各 500 msec 間におけるアルファ波 (8 Hz~13 Hz, $30\mu V$ 以上) の数を数え、被験者 8 名で平均した値を、各刺激位置ごとに示した。下段は呈示後 500 msec 間のアルファ波数、中段は呈示前 500 msec 間のアルファ波数、上段は呈示前後計 1,000 msec 間のアルファ波数を示している。実験 V の Fig. 5-5 でもみられるように、ランダムパタン、アルファベット両系列とも、アルファ波数は刺激位置 2 で最も少なくなっている。

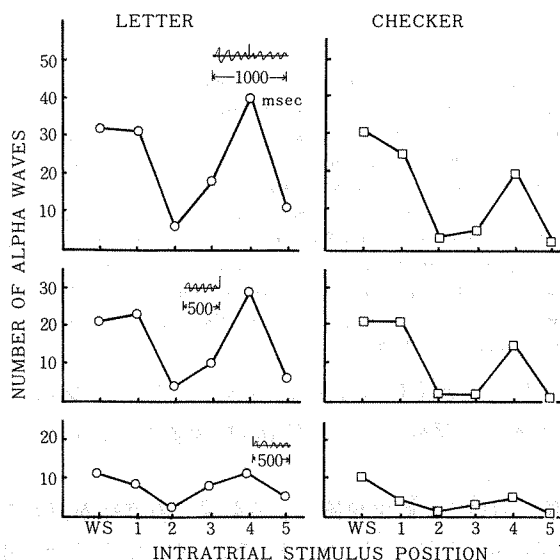


Fig. 6-3. Numbers of alpha waves for the letter stimulus and the checkerboard stimulus (duration μ sec order). Left panels show the number for the letter stimulus, and right panels the number for the checker stimulus. Alpha waves were measured and summed in 30 epochs. Each epoch was 1000 msec : 500 msec before and after stimulus onset. Alpha waves were counted only when their amplitudes were larger than $30\mu V$. Upper panels of the both column show averaged number across 8 subjects during 1000 msec, middle ones during 500 msec before stimulus onset, and bottom ones during 500 msec after stimulus onset.

Ⅲ-7 実験Ⅶ No.80118012

Ⅲ-7-1 目的

実験Ⅲでは刺激持続時間を μ sec オーダーにした結果, occipital 導出 VEP 成分 P 260 又は P 270 はランダムパタン系列の場合と同様にアルファベット系列の場合においても, 刺激位置 1 から 2 にかけて減少傾向を示した。この減少傾向はアルファベット系列の場合には, 刺激呈示時間を延長してゆくことによって次第に実験ⅠあるいはⅡでの持続時間300msecにおいて得られた結果に近づくと思われ得る。この実験では刺激持続時間を10msecにしてこの点を検討した。

Ⅲ-7-2 方法

- (1) 被験者 大学生男子8名。視力は矯正視力を含め正常。年令20—23歳。なお, 全被験者に報酬を支払った。
- (2) 刺激 実験Ⅵに同じ。
- (3) 実験装置 スライド投写装置に内蔵されているシャッター(竹井機器製)を, 竹井機器製電子シャッターに取り換えた。このシャッターの立ち上がり及び立ち下がり時間は約5msecである。このシャッターを竹井機器製プログラマブルタイマーで制御した。他は実験Ⅵに同じ。
- (4) 手続 実験Ⅵに同じ。

Ⅲ-7-3 結果

Fig. 7-1 に, Cz, O₁, O₂ から導出した VEP 波形の 1 例を示した。Cz 導出の VEP では潜時約 140 msec の陰性成分 (N 140) と潜時約 200 msec の陽性成分 (P 200) 及び潜時約 350 msec の陽性成分 (P 350) がみられる。また, O₁ 及び O₂ 導出の VEP では, 潜時約 180 msec の陰性

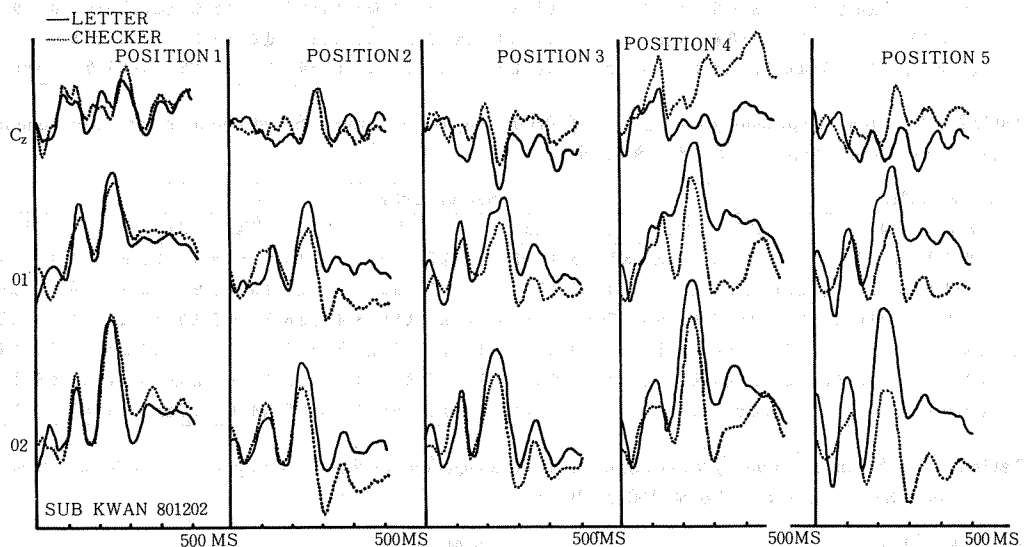


Fig. 7-1. VEP wave forms evoked by the letter and the checkerboard stimuli (duration 10 msec) recorded at centro-frontal and occipital electrodes for a subject. Electrode loci are seen on the ordinates. Latencies in msec are seen on the abscissa. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen at the top of the figure. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those for the checkerboard were traced with dotted lines. Note that amplitudes of the occipital P270 evoked by both letter and checkerboard stimuli at position 2 were not larger than those evoked by them at position 1. Similarly, P270 amplitudes at position 5 were not larger than those at position 4.

成分 (N 180) と潜時約 260msec の陽性成分 (P 260) がみられる。O₁ 及び O₂ 導出の VEP 成分 P 260 は、両刺激系列とも、刺激位置 2 で減少傾向をみせている。Table. 7-1, 7-2, 7-3 に、各 VEP 成分ごとの各刺激位置における振幅値の被験者 8 名についての平均値と標準誤差を示した。Table. 7-1 は、F₃, F₄, P₃, P₄, Cz については N 140, O₁ 及び O₂ については N 180 の平均振幅値を示す。Table. 7-2 は、F₃ - Cz については P 200, O₁ 及び O₂ については P 260 の平均振幅値を示す。Table. 7-3 は全部位の P 350 の平均振幅値を示す。Fig. 7-2 と 5-3 の中段に Table. 7-1 から 7-3 までをグラフ化したものを示した。Fig. 7-2 は、F₃, F₄, P₃, P₄, Cz における N 140, P 200, P 350 の各刺激位置ごとの平均振幅値を、Fig. 5-3 の中段には O₁ 及び O₂ における N 180 と P 260 の平均振幅値を示す。

(1) N 140

P₃, P₄, Cz の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた (P₃: F(4/70)=7.93, P₄: F(4/70)=8.81, Cz: F(4/70)=9.56)。P₃, P₄, Cz の各部位では、アルファベット、ランダムパタンの両系列とも刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて増加傾向が認められる。刺激の種類による効果には、いずれの部位においても有意差は認められな

Table 7-1 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s.e.) of N100 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp.No.80118012 N=8

	Stimulus : Checker							Stimulus : Letter						
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02
WS	3.3±0.6	4.4±0.8	0.3±0.7	0.7±0.7	1.2±0.5	0.2±1.5	0.2±0.7	3.9±0.8	5.3±1.1	0.9±0.7	0.9±0.9	2.6±0.6	-0.3±1.4	-1.0±1.3
1	2.9±1.2	3.3±1.3	-0.4±1.1	-0.5±0.9	1.6±0.9	0.8±1.5	1.0±1.1	1.9±0.8	2.1±1.0	-1.2±0.8	-0.6±0.6	0.4±0.8	-0.3±1.3	0.3±0.8
2	2.9±0.5	3.9±0.6	3.1±0.7	3.2±0.6	4.1±0.6	1.1±1.1	1.5±0.9	3.3±0.5	3.9±0.6	2.4±0.3	2.9±0.6	3.7±0.4	0.9±0.9	1.4±0.9
3	3.5±0.5	3.7±0.6	2.4±0.6	2.8±0.6	3.4±0.4	-0.4±1.2	0.8±0.9	4.0±0.4	4.2±0.5	2.4±0.5	2.4±0.5	4.2±0.3	0.7±0.7	0.5±0.9
4	1.7±0.9	1.6±0.9	0.1±1.1	0.8±0.8	-0.5±1.0	0.9±1.1	1.3±1.0	3.2±1.2	2.8±1.0	-0.2±0.9	0.2±0.8	1.3±0.8	-1.3±1.8	0.0±1.3
5	3.7±0.7	3.7±0.7	2.5±0.6	3.2±0.8	4.1±0.6	0.2±1.0	1.2±1.0	3.2±0.6	3.5±0.6	1.8±0.7	1.7±0.9	3.5±0.9	-0.5±0.8	-0.5±1.2

Table 7-2 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s.e.) of P200 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp.No. 80118012 N=8

	Stimulus : Checker						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	01	02
WS	3.9±1.0	3.4±1.2	8.3±0.7	9.3±0.8	6.2±0.9	8.1±1.8	9.6±1.9	2.9±1.7	2.1±2.1	7.8±0.6	8.4±0.8	6.1±1.2	9.6±1.4	9.3±2.4
1	5.5±1.4	6.0±1.4	8.8±1.5	10.3±1.7	7.8±1.3	6.3±1.6	8.1±1.9	7.1±1.5	7.6±1.3	8.3±1.2	9.5±1.1	9.2±1.3	6.1±1.6	7.2±2.0
2	3.2±0.5	2.7±0.6	4.0±1.0	3.9±1.0	3.6±0.6	4.7±1.1	4.8±1.3	4.0±1.1	3.6±0.8	4.9±0.6	5.3±0.7	3.9±0.8	5.0±1.4	6.3±1.3
3	2.4±0.9	2.3±0.9	3.4±0.9	3.9±1.0	3.1±1.3	5.2±1.0	6.3±1.1	3.6±1.3	3.3±1.1	4.1±0.7	5.0±0.9	4.5±1.3	5.4±1.2	7.2±1.4
4	4.7±1.3	5.5±1.3	8.6±0.9	9.2±1.4	9.3±1.2	7.2±1.4	8.5±1.9	5.2±1.6	5.4±1.4	8.0±1.2	9.1±1.2	7.5±1.3	7.4±2.4	8.8±2.7
5	1.9±0.9	2.7±0.9	4.9±1.1	5.4±1.3	3.5±1.3	5.5±0.7	6.5±1.1	2.7±1.1	2.6±1.1	5.3±0.5	6.4±0.8	2.7±1.1	6.8±1.7	9.2±1.9

Table 7-3 Mean amplitude(μ Volts $\pm$ s.e.) of P300 component to the WS and checker and letter stimuli in positions from 1 to 5. Exp.No. 80118012 N=8

	Stimulus : Checker						Stimulus : Letter							
	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2	F 3	F 4	P 3	P 4	Cz	O1	O2
WS	2.4±0.8	1.9±0.7	8.4±1.0	8.3±0.8	6.7±1.4	6.2±1.3	5.1±1.0	1.7±1.4	2.0±1.4	7.5±1.3	7.4±1.3	6.0±1.9	6.9±1.5	6.5±1.5
1	5.7±1.4	6.4±1.6	9.6±1.8	10.0±1.8	9.9±2.3	5.9±1.6	6.0±1.4	7.1±1.2	7.5±1.3	10.2±1.0	10.3±1.2	11.0±1.7	6.1±0.8	5.8±0.7
2	3.9±1.1	3.9±1.1	2.7±1.1	2.3±1.2	3.3±1.2	1.6±1.0	1.6±1.1	4.7±1.0	4.5±1.0	4.9±1.0	4.8±1.2	3.9±1.4	3.3±1.2	3.2±1.5
3	4.9±0.8	4.6±1.1	4.4±1.0	4.5±1.1	5.3±1.2	2.0±1.0	2.4±1.3	4.9±1.0	5.2±1.1	5.3±1.1	5.3±1.4	5.3±1.2	3.7±1.3	3.9±1.7
4	11.7±1.8	12.6±2.2	12.6±1.1	12.0±1.3	17.0±2.0	5.6±1.1	5.5±0.8	8.3±1.8	8.7±1.9	11.0±1.2	10.7±0.9	12.3±1.9	7.3±1.2	7.2±1.1
5	3.4±1.0	3.4±1.2	4.3±0.9	4.4±1.1	4.3±1.0	2.5±0.9	3.3±1.3	4.7±1.2	4.2±1.1	5.2±0.9	5.3±1.1	4.0±1.1	4.6±1.3	5.7±1.7

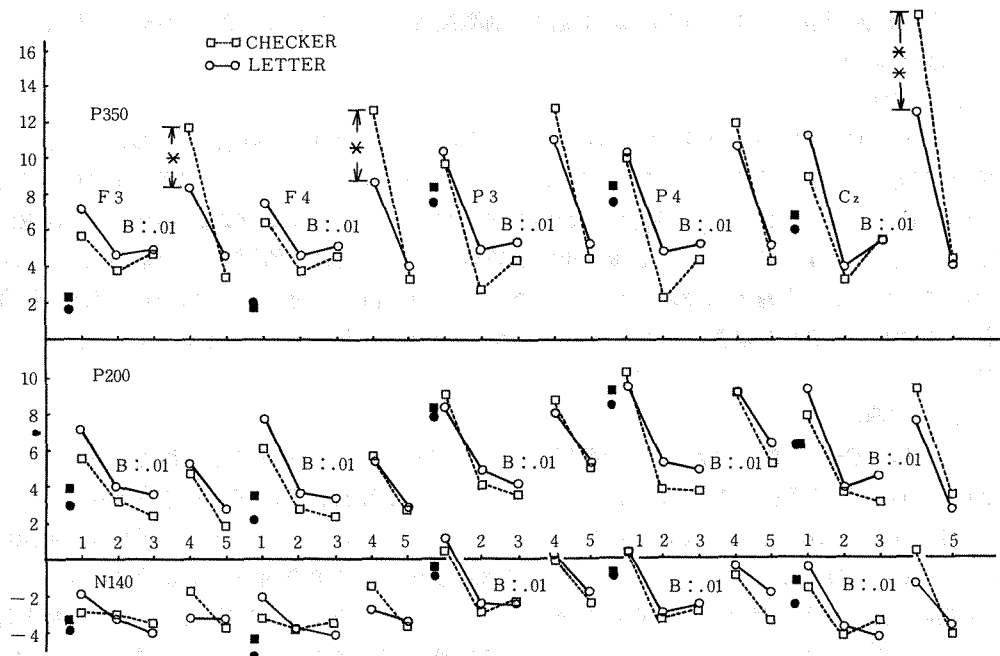


Fig. 7-2. VEP amplitude values averaged across subjects for the letter and checkerboard stimuli (duration 10 msec). The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus position from 1 to 5 are seen on the abscissa. Centro-frontal and parietal electrode loci (F_3 , F_4 , P_3 , P_4) are seen in the upper part of the middle panel. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those for the checkerboard stimulus were traced with dotted lines and open squares. The amplitude values of the centro-frontal and parietal P350 are shown in the top panel, those of the P200 in the middle one, and those of the N140 in the bottom one. Filled circles and filled squares show the amplitudes for the letter and the number stimulus at WS. Letter B in each panel indicates levels of statistical significance of the amplitude changes across stimulus positions, revealed by an analysis of variance.

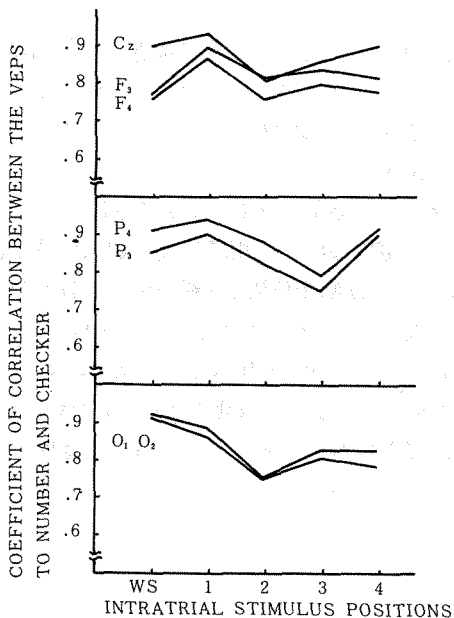


Fig. 7-3. Coefficient of correlation between the VEPs to the number and the checkerboard stimuli. Sample interval was 312 msec from stimulus onset (40 points, 7.8msec/point). Correlation coefficients are seen on the ordinate. The position of the warning stimulus (WS) and intratrial stimulus positions from 1 to 4 are seen on the abscissa of the bottom panel. The correlation coefficient of the centro-frontal VEPs (top panel), the parietal VEPs (middle panel), and the occipital VEPs (bottom panel) are seen in each panel.

った。また警告刺激に対する N 140 振幅値は、刺激位置 1 に対する N 140 振幅値よりも若干大きい。ほぼ等しい。

(2) P 200

F_3 , F_4 , P_3 , P_4 , C_z の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3 : F(4/70) = 3.52$, $F_4 : F(4/70) = 5.10$, $P_3 : F(4/70) = 10.19$, $P_4 : F(4/70) = 10.22$, $C_z : F(4/70) = 10.44$)。各部位においてアルファベット、ランダム両系列とも、刺激位置 1 から 3, 及び 4 から 5 にかけて減少傾向が認められる。刺激の種類による効果には、いずれの部位においても有意差は認められなかった。また警告刺激に対する P 200 振幅値は、刺激位置 1 に対する P 200 振幅値よりも若干小さい (centro-frontal), ほぼ等しい (parietal)。

(3) P 350

F_3 , F_4 , C_z の各部位において、刺激位置による効果に有意差が認められた ($F_3 : F(4/70) = 7.60$, $F_4 : F(4/70) = 8.14$, $P_3 : F(4/70) = 20.26$, $P_4 : F(4/70) = 16.29$, $C_z : F(4/70) = 18.68$)。各部位においてアルファベット、ランダムパタン両系列とも、刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて減少傾向が認められる。刺激の種類による効果には、いずれの部位においても有意差は認められなかった。しかし F_3 , F_4 , C_z の各部位における刺激位置 4 では、ランダムパタン系列に対する P 350 振幅値の方がアルファベット系列に対する P 350 振幅値よりも有意に大きかった ($F_3 : f = 7, t = 2.79$, $F_4 : f = 7, t = 2.43$, $C_z : f = 7, t = 3.98$)。また警告刺激に対する P 350 振幅値は、刺激位置 1 に対する P 350 振幅値よりも小さい (centro-frontal) か、若干小さい (parietal)。

(4) N 180

occipital 導出の VEP 成分 N 180 では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。警告刺激に対する N 180 振幅値は、刺激位置 1 に対する振幅値にほぼ等しい。

(5) P 260

occipital 導出の VEP 成分 P 260 では、刺激の種類による効果、刺激位置による効果のいずれにも有意差は認められなかった。しかし O_z における刺激位置 1 から 2 にかけてのランダムパタン系列での減少傾向は有意だった ($f = 7, t = 2.50$)。また警告刺激に対する P 260 振幅値は、刺激位置 1 に対する P 260 振幅値よりも若干大きい。

Fig. 7-3 に、ランダムパタン系列とアルファベット系列のそれぞれの VEP 波形における 0 msec から 312 msec (40 point) までの、両系列の各電極部位間の相関係数を刺激位置ごとに示した。これをみると centro-frontal 及び occipital では刺激位置 2 で若干相関係数が低くなり、parietal では刺激位置 3 で相関係数が低くなっている。実験 I 及び II における持続時間 300 msec の時の相関係数の刺激位置に対する変化 (Fig. 2-5 参照) と比べると、第 1 刺激列における fronto-central での急激な相関係数の減少傾向が、この実験 VII ではみられない。しかし実験 V における課題予告の場合の相関係数の刺激位置に対する変化 (Fig. 5-4 参照) と比べると、各部位とも実験 V よりも若干変動が大きくなっている。

*

*

*

なお、ここに述べた実験Ⅰ～Ⅶの一部は、心理学会において発表し、あるいは論文として投稿した。

実験Ⅰ 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆, 菅原正和 認知に対応する誘発電位の後期成分Ⅳ. パタン認知 日本心理学会第43回大会(九州大学 1978 10月)

実験Ⅱ 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆, 菅原正和 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その2〕Ⅳ. パタン認知 日本心理学会第43回大会(東京: 国立教育会館 1979 9月)

室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 諸富 隆, 菅原正和 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その2〕Ⅴ. カテゴリー判断 日本心理学会第43回大会

実験Ⅰ及び実験Ⅱ S. Kitajima, H. Murohashi and M. Kanoh (1980). Visual evoked potentials associated with the verbal and non-verbal problem-solving processes. *Biological Psychology*, 10, 103-114.

実験Ⅴ 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その3〕Ⅰ. 問題解決過程-1 日本心理学会第44回大会(北海道大学 1980 8月)

実験Ⅵ 室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 諸富 隆 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その3〕Ⅱ. 問題解決過程-2 日本心理学会第44回大会

実験Ⅳ 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 菅原正和 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その4〕Ⅰ. 刺激冗長性と後頭陽性波 日本心理学会第45回大会(東京: 国立教育会館 1981 9月)

実験Ⅶ 室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 菅原正和 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その4〕Ⅱ. 刺激持続時間と後頭陽性波 日本心理学会第45回大会

実験Ⅱ, 実験Ⅴ及び実験Ⅵ H. Murohashi, S. Kitajima and M. Kanoh. Decreased stimulus significance and an enhancement of P270 components in human visual evoked potentials. 10th International Congress of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology (Kyoto September 1981)

実験Ⅴ, 実験Ⅵ及び実験Ⅶ S. Kitajima, H. Murohashi and M. Kanoh (1981). Task redundancy and an enhancement of the late positive components in human visual evoked potentials. *Biological Psychology*, (in press)

実験Ⅳ, 実験Ⅵ及び実験Ⅶには、昭和55年度文部省科学研究費・一般研究C(代表者 狩野 陽)の補助を受けた(課題番号551018)。

引用文献

- Adam, N. and Collins, G. I. (1978). Late components of the visual evoked potential to search in short-term memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 44, 147-156.
- Chapman, R. M. (1973). Evoked potentials of the brain related to thinking. In *Psychophysiology of Thinking*. McGuigan, F. J. and Schoonover, R. A. eds.). Academic Press, New York.
- Chapman, R. M. and Bragdon, H. R. (1964). Evoked responses to numerical and non-numerical visual stimuli while problem solving. *Nature*, 203, 1155-1157.
- Craik, F. I. J. and Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A frame work for memory research. *Journal*

- of Verbal Learning and Verbal behavior, 11, 671-684.
- Donchin, E. (1977). Event-related brain potentials: A tool in the study of human information processing. In *Evoked Brain Potentials and Behavior*. Begleiter, H. (ed.). Plenum Press, New York.
- Eason, R.G., Harter, M.R. and White, C.T. (1969). Effects of attention and arousal on visually evoked cortical potentials and reaction time in man. *Physiological Psychology*, 4, 283-289.
- Ford, J.M., Roth, W.T., Mohs, R., Hopkins, W.F. III and Kopell, B.S. (1979). Event-related potentials recorded from young and old adults during a memory retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 47, 450-459.
- Friedman, D., Simson, R., Ritter, W. and Rapin, I. (1975). The late positive component (P300) and information processing in sentences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 255-262.
- Groves, P.M. and Thompson, R.F. (1970). Habituation: A dual-process theory. *Psychological Review*, 77, 419-450.
- Gomer, F.E., Spicuzza, R.J. and O'Donnell, R.D. (1976). Evoked potential correlates of visual item recognition during memory-scanning tasks. *Physiological Psychology*, 4(1), 61-65.
- Harter, M.R. and Salmon, L.E. (1972). Intra-modality selective attention and evoked cortical potentials to randomly presented patterns. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 32, 605-613.
- Hillyard, S.A., Picton, T.W. and Regan, D. (1978). Sensation, perception, and attention: Analysis using ERPs. In *Event-Related Brain Potentials in Man*. Callaway, E. and Tueting, P. (eds.). Academic Press, New York.
- Hillyard, S.A., and Picton, T.W. (1979). Event-related brain potentials and selective information processing in man. In *Progress in Clinical Neurophysiology* vol.6. Desmedt, J.E. (ed.). S.Karger, Basel.
- Jasper, H. (1958). Ten-twenty electrode system of International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jasper, H.H. (1960). Unspecific thalamo-cortical relations. In *Handbook of Physiology* Section I. Neurophysiology vol. II. Field, J., Magoun, H.W., and Hall, V.E. (eds.). American Physiology Society, Washington.
- Kandel, E.R. (1981a). 学習の分子生物学を目指して I. 科学, 51(1), 10-15.
- Kandel, E.R. (1981b). 学習の分子生物学を目指して II. 科学, 51(2), 109-115.
- Karlin, L. (1970). Cognition, preparation and sensory-evoked potentials. *Psychological Review*, 73(2), 122-136.
- Mourzzi, G. and Magoun, H.W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1, 455-473.
- McCarthy, G. and Donchin, E. (1978). Brain potentials associated with structural and functional visual matching. *Neuropsychologia*, 16, 571-585.
- Megela, A.L. and Tyler, T.J. (1978). Event-related potentials associated with linguistic stimuli: Semantic vs lower-order effects. In *Multidisciplinary Perspectives in Event-Related Brain Potential Research* Otto, D.A. (ed.), 267-270. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- 室橋春光 (1979). 課題解決過程における視覚誘発電位の分析 北海道大学教育学部紀要第34号, 127-150.
- Pribram, K.H. (1971). *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuro-Psychology*. Prentice-Hall, New York.
- Picton, T.W. and Hillyard, S.A. (1974). Human auditory evoked potentials. II. Effects of attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 191-200.
- Poon, L.W., Thompson, L.W. and Marsh, G.R. (1976). Averaged evoked potential changes as a function of processing complexity. *Psychophysiology*, 13(1), 43-49.
- Posner, M.I. and Boies, S.J. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Posner, M.I., Klein, R., Summers, J. and Buggie, S. (1973). On the selection of signals. *Memory and*

- Cognition, 1, 2-12.
- Regan, D. (1972). *Evoked Potentials in psychology, sensory physiology and clinical medicine*. Wiley-Interscience, New York. 31-157.
- Ritter, W., Simson, R. and Vaughan, H. G. Jr. (1972). Association cortex potentials and reaction time in auditory discrimination. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 33, 547-555.
- Rohrbaugh, J. W., Donchin, E. and Eriksen, C. W. (1974). Decision making and the P300 component of the cortical evoked responses. *Perception and Psychophysics*, 15(2), 368-374.
- Roth, W. T., Tinklenberg, J. R. and Kopell, B. S. (1977). Ethanol and marihuana effects on event-related potentials in a memory retrieval paradigm. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 42, 381-388.
- Roth, W. T., Rothbart, R. M. and Kopell, B. S. (1978). The timing of CNV resolution in a memory retrieval task. *Biological Psychology*, 6, 39-49.
- Roth, W. T., Kopell, B. S., Tinklenberg, J. R., Darley, C. F., Sikora, R. and Vesecky, T. B. The contingent negative variation during a memory retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 171-174.
- Sanquist, T. F., Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K. and Lindsley, D. B. (1980). Electro cortical signs of levels of processing : Perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology*, 17(6), 568-576.
- Sokolov, Ye. N. (1963a). Higher nervous functions : The orienting reflex. *Annual Review of Physiology*, 25, 545-580.
- Sokolov, Ye. N. (1963b). *Perception and the conditioned reflex*. Pergamon Press, Oxford.
- Spinelli, D. N. and Pribram, K. H. (1967). Changes in visual recovery function and unit activity produced by frontal cortex stimulation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 22, 143-149.
- Stuss, D. T. and Picton, T. W. (1980). Neurophysiological correlates of human concept formation. *Behavioral Biology*, 23, 135-162.
- Sheatz, C. C. and Chapman, R. M. (1969). Task relevance and auditory evoked response. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 26, 468-475.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Sternberg, S. (1969). The discovery of processing stages : Extensions of Donder's method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Shelburne, S. A. Jr. (1972). Visual evoked responses to word and nonsense syllable stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 32, 17-25.
- Tecce, J. J. (1970). Attention and evoked potentials in man. In *Attention : Contemporary Theory and Analysis*. Mostofsky, D. I. (ed.). Appleton-Century-Crofts, New York.
- Thompson, R. F. and Spencer, W. A. (1966). Habituation : A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review*, 73(1), 16-43.
- Thatcher, R. W. (1977). Evoked-potential correlates of delayed letter-matching. *Behavioral Biology*, 19, 1-23.
- Thatcher, R. W. (1976). Evoked potential correlates of hemispheric lateralization during semantic information processing. In *Lateralization in the nervous system*. Harnad, S., Goldstein, L., Doty, R. and Jaymes, J. (eds.). Academic Press, New York.
- Thatcher, R. W. and April, R. S. (1976). Evoked potential correlates of semantic information processing in normals and aphasics. In *The Neuropsychology of Language*. Rieber, R. W. (ed.). Plenum Press, New York.
- Wilson, L. E., Harter, M. R. and Wells, H. (1973). Evoked cortical potentials and discrimination problem-solving in humans. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 34, 15-22.