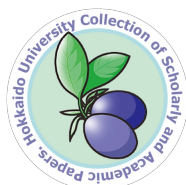




HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	適応機能としてみた視知覚活動の特性について：視覚誘発電位を示標とした課題解決事態における視知覚成立過程の分析 そのⅠ
Author(s)	室橋, 春光
Citation	北海道大學教育學部紀要, 45, 67-188
Issue Date	1984-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29281
Type	departmental bulletin paper
File Information	45_P67-188.pdf



適応機能としてみた視知覚活動の特性について¹⁾²⁾³⁾

—視覚誘発電位を示標とした課題解決事態に
おける視知覚成立過程の分析— その I

室 橋 春 光

An Adaptive Visual Function

—A VEP Analysis of Visual Perception Processes During Problem Solving—
Part I

Harumitsu Murohashi

目 次

序 論	68
第1章 視知覚系の心理学的・生理学的機構	
第1節 直接的・即時的知覚理論の限界	72
第2節 情報処理理論の問題点	73
第3節 神経生理学的知見	76
第4節 神経心理学的知見	77
第5節 要 約	79
第2章 視知覚系の心理—生物学的モデル	
第1節 Hebb の神経心理学的モデル	80
第2節 Pribram の神経心理学的モデル	83
第3節 神経心理学的モデルの検討	84
第4節 図式モデルの検討	87
第5節 要 約	89
第3章 課題解決過程における視覚誘発電位の検討	
第1節 課題解決過程における視覚誘発電位の特性	90
第2節 後頭領より導出した視覚誘発電位の後期成分の心理学的特性	92
第3節 前頭・中心・側頭領より導出した視覚誘発電位の後期成分の心理学的特性	107
第4節 要 約	112
第4章 誘発電位モデル	
第1節 誘発電位に対する情報処理理論適用上の問題点	112

- 1) 本論文は、北海道大学大学院教育学研究科博士後期課程における著者の課題研究を集成して提出した北海道大学審査学位論文の主要部分の抜粋である。なお出版の都合上、二部に分けて公表する。今回はその第一部であり、末尾に原論文の概要、目次、及び引用文献（第二部の文献も含む）を付す。
- 2) 著者はこの論文の基本構想を、北海道大学名誉教授・奥田三郎先生の米寿記念パーティーの席において報告した。しかし先生はその後病臥され、論文の最終執筆段階に至った昭和58年夏、御叱正を請う機会のないまま逝去された。北海道大学教育学部特殊教育講座の創設と育成に尽された先生を偲び、ここに謹んで哀悼の意を表し、本論文を先生の御霊前に献げる。
- 3) 本論文の作成にあたり、十年余にわたり示唆に富む導きを受けた指導教官、狩野 陽教授、実験過程に即して数多くの貴重な助言を受けた北島象司教授に衷心より感謝の意を表する。

第2節 誘発電位モデル	114
第3節 要 約	118
第5章 実 験	
第1節 基本的仮説及び実験方法	118
第2節 実 験 1	124
第3節 実 験 2	134
第4節 実 験 3	147
第5節 実 験 4	151
第6節 実 験 5	160
原論文の概要及び目次	167
引用文献	173

序 論

生体は、環境の変化に対して、ホメオスタシスと呼ばれる生理的な調節体系をもって内部の恒常性を保つ。ホメオスタシス系では、環境条件の変化に対応して変動した内部条件の、基準からのずれが修正される。この修正により、恒常性が維持される。ホメオスタシスのメカニズムは、フィードバック系をもつ機械系として記述できる。ホメオスタシスは、生体の環境への適応を可能にする一般的・基礎的なメカニズムである。

しかし、より進化した生体においては、ホメオスタシスの基準そのものが必要に応じて修正され、より広範な環境条件での適応が可能になる。特にヒトにおける適応は、現在の環境状態に対する適応であるばかりでなく、過去の経験による制限と将来への期待を含む。ホメオスタシスの基準の変更は、経験と期待に基いて行なわれる。基準変更型ホメオスタシスのメカニズムは、フィードバック系に加えて、フィードフォワード系を有する機械系として記述できる (Pribram, 1971)。Pribram (1971) によれば、フィードフォワードは強化・執着機能を司るメカニズムのひとつである。ヒトにおいては、将来における心理学的レベルでの適応のために、当面する事態に対する生物学的レベルでの不適応状態が生ずることもある (Dubos, 1962)。ヒトにおける適応は、ホメオスタシスの基準変更メカニズムを基礎とする目的指向性を特徴とする。この特性により、ヒトは変動し続ける環境に対処しつつ、創造的な活動をすることができる。

ヒトにおける高度な適応機能は、高次の統合段階をもつ神経系の存在により可能になっている。高次の統合段階では、ホメオスタシスよりも、多数の可能性の中から最適なものを選ぶという選択メカニズムが重要な役割を果たしている。高次の統合段階では、刺激の直接的影響は弱まり、刺激とのつながりは象徴を介して行なわれる。現代におけるヒトは、古石器時代におけるヒトよりも、象徴の操作による環境への適応の度合を強めている。実際の運動ではなく、象徴的に運動すること、すなわち知覚的表象や言語的象徴を操作することが、ヒトの重要な適応手段である。知覚的表象や象徴の操作を基にホメオスタシスの基準が修正され、より低次の生物学的機能は心理学的目標に合致するように調節される。

表象や象徴を形成する高次の統合段階を支えているのは、より低次の統合段階である (Sherrington, 1948)。大脳皮質の部分的欠損は抽象的態度を低下させ、具体的態度を顕在化させる (Goldstein, 1934)。具体的態度は、抽象的態度の基礎をなしている。適応障害の臨床心理学的治療においては、高次の統合段階を支えるところの、より基礎的な段階を修復することがより高次の段階の健全化を促す。より低次の段階は、高次段階での選択における直接的な規定因とは

ならない。しかしより低次の段階の十全であることが、高次段階の健全さを支えるのである（奥田，1967）。

象徴を介した刺激とヒトとのつながりは、行動への生理学的準備のみで、実際に行動を生じさせない割合を増やす。これは、ヒトがより持続的に目標を指向することによる。しかし象徴を操作する高次段階の神経統合機構は、環境からの刺激なしには崩壊する。ヒトは構造をもつ刺激から隔離されると、心理的適応を維持できなくなる（Solomon ら，1961）。環境を知覚し続けることが、ヒトの高次の統合を支えている。知覚は、単に高次統合段階への情報の変換・伝達装置であるばかりではない。常に環境内の刺激を感受し続けることにより高次の統合段階の機能を支えるのである。

ヒトの高度の適応のありかたを可能にしている高次統合段階のメカニズムのひとつは、概念化機能、特にそこに関与する言語機能である。Cassirer (1944) は、ヒトを、シンボルを操る動物であるとした。ヒトは、サインにとどまらず、シンボル（象徴）を用いることにより、より幅広くかつより深い適応のしかたを選択することができる。そしてその選択を持続させて、より高度な課題解決をすることができる。象徴機能は、ヒトの目標指向性を、メカニズムとして支える。そのようなメカニズムに支えられたヒトの日常生活における抽象的態度（Goldstein, 1934）は、より高度な適応を可能にしている。

課題解決過程において対象の視覚的表象化を担う視覚系は、象徴化を担う高次系の基礎的機構としての役割を担う。視知覚過程において形成される視覚性概念（Hochberg, 1978）は、視覚系の恒常性を支えるとともに、環境と生体を媒介するものとして存在し高次系の機能を支える。

視覚系は、生体内外の状態に合わせて対象の諸特徴を統合し、課題に適した抽象レベルの表象物を形成して、高次系における課題解決を促進する。本論における主題は、心理学的適応系のひとつとしての視覚系が、課題解決事態において抽象的な表象物を形成しつつ高次系の機能を支える過程を検討することにある。

精神薄弱児においては、抽象化あるいは象徴化の機能が十分でないことが、彼らのより高度な適応の可能性を妨げている（Ellis, 1963, 1970；Spitz, 1967）。また適応障害の治療においては、明確化（Rogers, 1961）、抽象化（Gendlin, 1961）、あるいは解釈（Freud, 1940）といった意識化すること、即ち概念化の過程が重要な役割を果たす。したがって象徴の形成過程は、教育過程あるいは臨床心理学的治療過程において働く基礎過程のひとつとして重要なものである。象徴形成の基礎的過程として働く表象過程は、刺激とより直接的に関与する過程である。したがって表象過程を刺激の操作により制御し得るならば、象徴過程のより良好な基礎的狀態を作り出すことが可能となろう。視覚的表象物の形成過程の検討は、教育・臨床的事象への応用面においても意義がある。

ヒトの高度の適応能力を支えるもうひとつのメカニズムは、認知機能を方向づけて課題解決を可能にする特定の動機づけ機能と、認知的機能を幅広く環境に適用することを可能にする非特定の動機づけ機能である。これらは、ヒトの目標指向性をエネルギー面から支えるメカニズムである。

動物行動学（Lorenz, 1965）によれば、知覚装置はある特定の反応連鎖群を解発するための、信号刺激の検出装置である。種維持行動のためのエネルギーは、生体内部に蓄積される。遺伝情報として貯えられている特定の刺激情報に合致した刺激が出現したとき、そのエネルギーを蓄積していた堰が切って落とされるのである。

しかし、ヒトは適応のための特殊化した本能行動をほとんど持たない。Lorenz (1965) によれば、ヒトはきわめて分化度が低く、一般応用性の高い生得的解発機構をもつ。この機構は、積極的で探索的な好奇行動を解発する。この好奇行動は事物に即した性質をもち、環境世界の積極的な探索と拡張につながる。ヒトの適応のためのエネルギーは特定性が低く、広く動機づけの役割を担う。汎用性の高い生得的解発機構をもつことにより、ヒトは環境からの束縛を解かれた。これは多様な適応様式を獲得することを意味する。

だが環境の構造がどのようなものであるかを知らねば、各個体は適応のための対処のしかたを習得することも、その適切な表出をすることもできない。より高度な適応のためには、高次の神経統合段階における多様な選択・組合せを、環境に応じて学習する必要がある。ヒトにおける心理学的適応は、環境を知ることから始まる。そして環境を知ること自体が、既に過去の経験と将来への期待を含む複雑な心理学的適応のありかたである。

知的な行動にかかわるエネルギーは、解発された後も常に補充され、エネルギーの高い状態に保たれる。特に見ることに関しては、恒常的に高く動機づけられている。自己保存にかかわる情報を取り入れる視知覚系は、環境内に生じた差異を鋭く検出する役割をもつ。差異は課題となり、好奇行動を解発する(狩野, 1967)。

課題が生じた時には、動機づけ機能(喚起機能)は知覚・認知機能(手がかり機能)を特定的方向に向せさせ、生体内外の関連情報の統合を促進させる(Hebb, 1949)。知覚過程においては、対象の諸特徴のうちから関連する特徴が選択され、それらが統合されて表象が形成される。同時に認知過程においては、記憶のうちから課題に関連する部分が活性化され統合されて象徴が形成される。表象と象徴の形成過程は、相互に関連をもちながら、より高次の認知を生じさせる。

動機づけ機能と知覚認知機能は、相互に影響を与え、より高度な課題の解決を可能にする。知覚・認知機能と動機づけ機能の相互作用のうちで、より高度な課題解決にかかわる重要な機能連関がある。それは注意、特に選択的注意と呼ばれる現象である。選択的注意は、より高次の神経統合段階をもつヒトにおいて著しく発達した機能である。情報処理理論においては、選択的注意は特定の感覚・知覚情報を抽出するフィルターメカニズムとしてとらえられてきた。しかし、近年、選択的注意を機械的・末梢的フィルターとしてとらえることの限界が明らかになりつつある。注意事象は、情報処理理論により明らかにし得る論理的機能と、動機づけという生物学的特性をもった機能との相互作用により生ずる高次統合段階の機能である。したがって心理学的適応過程を解明するためには、生物学的メカニズムを考慮したモデルが必要である。

注意事象は、知覚成立過程のなかに生ずる現象である。注意は象徴過程により維持され、知覚系をして課題に即した知覚表象を作り出させる。視覚系は、きわめて短時間のうちに生体内外の情報を統合し、知覚を成立させ得る。視知覚は、微視発生的視点(Werner, 1956; Flavel と Draguns, 1957) からみると、有限の時間軸上に展開される過程である。Werner (1956) によれば、知覚の初期段階は global であり、続いて dynamic な性質をもつ pre-gestalt 的段階を経る。後期段階では徐々に<全体>に関して調節・統合されて、end-gestalt 的段階に至る。end-gestalt 的段階では、時々刻々に変化する網膜像に影響されない不変的な表象系が、高次統合段階において成立する(北島, 1972)。この安定的な表象系の成立は、視知覚の恒常性を支える。

視覚系においては、高次統合段階における選択的処理機構が、より高度な適応を可能にさせている。しかし選択性は、系の安定性ととも両立しがたい。同等の強さをもつ選択技の中からひとつを選択するときには、他に対する強い抑制が伴わねばならない。選択性を鋭くするほど、生

体は抑制のために多くのエネルギーを費し、系の安定性が弱まるのである。系の安定性を司るホメオスタシスと、高次統合段階における選択機能は、矛盾する要請の上に共存しているようにみえる。

Freud (1940) は、生体を刺激から保護することの重要性を述べた。知覚装置は、必要最小限の刺激を環境から取り入れるのである。他方 Pribram (1971) によれば、生体の環境へのかかわりかたはふた通りある。ひとつは知覚系を環境に開放し、より多くの情報を取り入れて内部を外部にあわせて調節するしかたである。他は知覚系を制限し、必要最小限の情報を取り入れて内部の調整・安定をはかるしかたである。

知覚系は、差異検出のために、本来ゆるやかな選択性をもつ。よりゆるやかな選択性をもって環境から情報を取り入れる場合には、知覚系はむしろ安定化するのである。広範な刺激の取り入れは、象徴系の安定化につながる。したがって知覚系の幅広い働きは、心理学的適応のためのひとつの条件である。しかし課題の要請によって知覚系の選択性を鋭くするとき、知覚系本来のゆるやかな選択性は制限されねばならない。

知覚成立過程においては、高次系が知覚系の選択性を制限し、それに基づいて知覚系は表象を形成する。そのためには、高次系は知覚系の表象形成に先立ち、刺激の意味を引き出す必要がある。視覚系においては、知覚成立に要する最小時間は、約 150~250 msec である。このような短時間のうちに、視覚系は記憶を関与させつつ知覚を成立させ得る。知覚成立過程の比較的初期の未分節な段階において、高次系は既に刺激の意味を引き出して象徴を形成していると推定される。また後期の分節—統合段階においては、高次系の関与により刺激の諸特徴のうち、課題と関連するものが他の特徴の抑制に基づいて選択されると推定される。この興奮—抑制によるコントラストの増強が、選択的注意の基礎メカニズムである。

脳内に存在する視知覚成立メカニズムに対しては、特定の時間的・空間的分布をもって興奮あるいは抑制のためのエネルギーが付与される。これによって選択的処理過程が進行し、知覚的表象が形成される。したがって、視知覚成立過程におけるエネルギー付与過程を解明することが、視覚系における抽象的表象の形成過程を検討する上で重要なのである。

情報処理理論は、知覚成立過程が明確に区別される複数の段階に分かれており、各段階では有限な一定の処理時間を要することを主張する。そして知覚的経験の関与、すなわち知覚学習の関与は、初期段階で抽出された刺激特徴を合成する後期段階においてなされると仮定する (Rumelhart, 1977)。知覚学習は、知覚成立過程において選択すべき特徴をより適確にとらえることを可能にする。したがって選択的注意は、知覚学習の基礎的メカニズムとして重要な役割を果たす。

これまでの情報処理理論は、実験心理学的な方法によっていた。反応時間測定による実験心理学的手法によれば、選択的注意の関与する段階を推定し得る。しかしその段階内での処理状態の変動、すなわち選択的注意を支えるエネルギー付与のありかたの変動を推定することは困難である。通常は、反応率をもって処理効率を測定する。しかし用いる反応手段が言語あるいは運動であるために、処理過程における総体的な処理効率を推定し得るにとどまる。

誘発電位法は、刺激呈示後約 1 秒以内に生起し終る生体電気過程の分析法である。誘発電位は、時間軸上に重なり合ういくつかの成分をもつ。このうち、刺激呈示後約 100 msec 以降に生ずる後期成分群は、心理学の変数に対する感受性が高い。誘発電位法は、現在、心理—生理学的示標としての有効性が評価されてきている。

誘発電位における後期成分群に対応する心理学的過程は、徐々に明らかになりつつある。このうちより初期の成分群（潜時 100～300 msec までの成分）は、選択的注意とのかかわりが深い（Näätänen, 1983b）。またより後期の成分（潜時 300 msec 以降の成分）は、動機づけにかかわる心理学的変数（期待、意義、課題性など）との関連性が深い（Pritchard, 1981）。

したがって誘発電位の後期成分の諸特性を測定することにより、実験心理学的手法では明らかにし得なかった、知覚成立に至るまでの諸段階におけるエネルギー付与の時間的推移を推定し得るのである。

視覚系及び高次系は、そのメカニズムを大脳皮質及び皮質下の諸組織の相互的な働きに負っている。したがって、知覚成立過程の解明のためには、脳の各部位のコミュニケーションのありかたも同時に測定する必要がある。特に視覚系とのかかわりが深い後頭領と、高次系とかかわりの深い前頭・中心領から導出・記録した視覚誘発電位の比較・検討により、視覚的表象の形成過程における視覚系と高次系のかかわりかたを推定し得る。

本論においては、言語的象徴化の容易な刺激と困難な刺激に対する、視覚的表象の形成過程におけるエネルギー付与のありかたのちがいを検討する。特に同一刺激をくり返し呈示する条件のもとで、知覚学習の進行に伴う視覚誘発電位の後期成分の変動を分析する。視覚的表象が課題解決事態においてより高次のレベルに抽象化されてゆく過程を、視知覚成立過程におけるエネルギー付与の時間的推移の分析を通して推定を試みるものである。

これまでに行なわれてきた課題解決過程における誘発電位研究は、主に決定的情報をもたらす刺激を対象としてきた。いうまでもなく、課題の解決を直接的にもたらす刺激に対する視知覚の役割は重要である。しかし課題解決における重要な問題は課題解決時点にあるのではなく、むしろ解決に至るまでの過程にある。ここに課題解決過程の進行にかかわる視知覚系の役割について検討することの重要性がある。本論では、課題解決過程における視知覚成立過程、とりわけ視覚的表象が高次系の機能を支えつつ課題解決過程の進行に伴ってより高次の抽象レベルで形成されてゆく過程を、頭皮上の多くの部位より導出した視覚誘発電位を記録・分析して検討する。特に後頭領導出の後期成分のふるまいを中心に実験を展開し、視覚的表象形成過程との関連性を検討するものである。

第1章 視知覚系の心理学的・生理学的機構⁴⁾

第1節 直接的・即時的知覚理論の限界

課題解決過程における視知覚系の基本的役割は、高次系に関連情報を伝達することにある。視知覚系は関連次元を含む表象物を形成し、最終的解決を高次系に委ねる。

視知覚系は外界に忠実な反映機能であるとする考え方と、生体側の要求を反映する要求投射機能であるとする考え方がある。視知覚系は外界の忠実な反映機能であるとする立場では、視知覚系の機能は刺激に忠実な表象物を形成し、高次系に伝達することである。他方要求反映機能であるとする立場では、視知覚系の機能は高次系の要求に合致する刺激を検出し、その表象物を形成することである。

Gibson は視知覚系が外界の忠実な反映機能であると主張し、Gestalt 学派も外界の刺激布置

を強調する点で視知覚系を外界の忠実な反映機能であるとみる。他方機能主義的知覚論では、視知覚系を高次系の要求を反映するものとみる。

Gibson (1950) は、知覚が刺激の直接的・即時的作用によることを強調した。環境に豊富に存在する刺激の生態光学的特性は、生体の有する固有の検出装置により直接的に知覚されるのである。Brunswik (1969) も、環境には刺激となり得る生態光学的変数が豊富に存在することを強調した。しかし Brunswik は、刺激の光学的特性が一義的な知覚を引き出すものではなく、生態学的妥当性に基いて知覚が選択されることを主張した。この経験の関与という点については、機能主義的知覚論も強調するところである。

Gestalt 学派は、知覚が刺激特性間の関係に基いて体制化されるものであることを強調する。この論点は、Titchener らの構成主義においてはみられなかった重要な点である。しかし近年の知覚の諸研究は、刺激特性間の関係のありかたには少なくとも2通りあることを示した。すなわち、刺激の光学的特性による直接的な要素検出段階と、検出された要素を刺激特性間の関係あるいは経験に基いて体制化する段階がある (Vickers, 1979)。これは、知覚が成立するためには一定の時間を要すること、その間に刺激の直接的関与にはじまり経験の間接的関与に終る、環境—生体間の相互作用過程が存在することを示唆している。

知覚の成立過程のうちに、環境—生体間の相互作用過程がいかなるかたちで存在するのを知ることが、視知覚系の適応機能を検討する上で重要である。そのためには、知覚は直接的・即時的であるとする面に立って知覚構成を記載する見方を越える必要がある。知覚が発現する短い時間に沿って生起する活動を検索して、環境—生体間の相互作用の過程を実証し得なければならぬ。そのためには、刺激要素の検出・再構成過程を微視発生的に説明し得る理論を必要とする。

第2節 情報処理理論の問題点

情報処理理論は、視知覚情報の処理のされかたが段階的であることを示した (Haber と Hershenson: 1980)。

情報処理理論モデルは、flow chart と呼ばれる、処理過程図により呈示される。ひとつの処理段階での作業を明確に規定するところに特長がある。数多くのモデルが提案されてきたが、それらには、おおまかにみて共通的な段階がある。

最初に一時的感覚記憶と呼ばれる、外界の照度分布を忠実なかたちで視覚系内に表象する段階がある。次に、内部に貯えられている記憶情報との接触を含めた、情報群の選択、統合を行う段階がある。この段階は、記憶、注意、パタン認知のような概念とかかわる情報処理理論の中心的部分である。そして最終段階として反応表出段階がある。

情報処理理論は、直列的に配置された各段階で、いかなる情報変換 (符号化) が行なわれてゆくかについて焦点をあてる。この理論では、どのような変換をうけるかで情報の定義が試みられる。この変換 (符号化) 操作は、基本的には記憶のありかたを説明する。このとき、空間的分布をもつ刺激の物理的諸特徴を一定の符号時系列に変換するのであるから、この変換操作がいかに行なわれるかを説明することは、パタン認知のありかたを説明することになる。また、一定の符号に変換することは、刺激の諸特徴のうち特定のものを選択する抽象化の過程を必然的に含む。したがって変換操作のありかたは、選択的注意のありかたも説明することになる。そして、情報処理のどのような面に重点をおくかによって、モデルのたてかたが異なってくる。

記憶に焦点をあてた研究は、刺激が課題に応じて物理的符号化と言語的符号化に分けて情報化

されること、言語的符号化はその後の情報処理の深さに影響を与えることを明らかにした。このような符号化の過程は、刺激の諸特徴の抽象化の過程であり、パタン認知の基礎的過程であるといえる。

パタン認知研究は、刺激の特徴抽出段階からパタン合成段階までに、刺激の物理的変数と全体の経験的変数の相互作用を視覚的符号化あるいは言語的符号化というかたちで扱う多数の中間的処理段階が存在すること、それらの中間段階では課題に応じて処理特性が変化することを明らかにした。そして課題に応じて処理特性を変化させることが、注意の役割である。

しかし、人間の視知覚過程を環境への適応過程としてみるときは、パタン認知を中心とした総体的な過程として視知覚系を把握する必要がある。

Rumelhart (1977) は、パタン認知に関する総合的なモデルを提出した。最初に一時的感覚記憶装置があり、その出力情報は次の特徴検出装置に送られる。さらにその出力情報はパタン合成装置に送られて合成が行なわれる。パタン合成装置には、記憶システムが接続されており、ここからの情報に基づいてパタンが合成される。さらにそれらの装置とは別に注意資源分配装置があり、必要に応じて各装置にエネルギーを分配する。このモデルはパタン認知、記憶、注意の各モデルを機械的に結合させたものといえる。Rumelhart のモデルの特長のひとつは、パタン合成の際に、記憶情報を刺激に対する期待というかたちで、先験的確率として用いる点である。

他方、Neisser (1967) の提出したモデルは、処理段階を機械的な結合としてでなく、より総体的にとらえようとしたものである。彼は処理過程を大きくふたにわけた。最初に刺激の全体的、総体的な処理を並列的に行なう前注意過程がある。この過程は、一時的感覚記憶 (icon) の段階を含む。この過程では、対象の特徴に沿ったかたちで分凝化が行なわれる。この分凝化は、その後の注意の方向づけをする潜在的な枠組となる。

続いて経験、特に文脈的効果を枠組として、対象のより複雑な分析・合成を継列的に行なう焦点的注意過程がある。この過程においてはじめて刺激の同定が可能になる。しかしこれは前注意過程での運動反応表出が不可能であることを意味せず、習慣化した運動反応の遂行は前注意過程の出力によって制御され得る。注意過程は、知覚過程の中に総体的にあらわれるひとつの性質である (Hochberg, 1978)。

情報処理理論は、処理機構を機械系の記述によりモデル化することによって視知覚過程の微視的な分析法のひとつを示した。そして視知覚を微視的な符号化の過程としてみるときは、情報処理理論はその役割を果たしたといえる。しかし、情報処理理論が復活させたところの注意理論については、提案されたモデルが次々と欠点をあらわした。Norman らのいう処理資源という考え方は、情報処理理論は情報の流れを扱うという定義を越えているのである。機械系の作動特性は明確に定められている。機械系におけるエネルギー配備にかかわる問題は、機械系の設計時に安全性を見込んだかたちで解決済のことである。機械系の作動特性を超える処理が要求される場合とは、異常な事態が生じた時か、あるいは設計ミスの場合である。通常、機械系ではそのような状況になると、動作不安定状態にはいり、ついにはその機能を停止する。人間の場合にも通常の処理範囲を超えれば動作不安定状態にはいる。しかし、人間の情報処理の範囲はきわめて広く、処理特性の限定のしかたとエネルギーの運用のしかたに多様性があるために、機能を停止することなく高度な適応をすることが可能になっているといえる。

人間における情報処理機構の処理特性は、経験・学習により変化するところに特長がある。通常、経験・学習による変化は、後期処理段階にあらわれる。しかしまた、初期処理段階にも構え

というかたちであらわれうる。

Erdelyi (1974) は、閾値下知覚を説明する情報処理モデルとして、一時的感覚記憶に貯えられた情報は、一度長期記憶と比較照合された後、符号化がなされるというモデルを提出した。このモデルは初期 Broadbent モデルに初期処理段階にフィルターを設定する点で似ているが、経験・学習を関与させる点で異なる。Neisser (1967) も初期処理段階への経験・学習の Feedback 系を設定している。このような初期処理段階において受動的フィルター以上の役割を果たすメカニズムを認めることの妥当性は明確ではない。しかし経験・学習により、処理のしかた、処理の範囲、エネルギーの運用のしかたなどを処理系全般にわたり変えてゆくことが、生体における適応機能の特長である。

Norman と Bobrow (1975) のモデルは、schema (図式) を基本概念とする情報処理モデルである。刺激が入力されると、刺激の諸特徴を基本的レベルから複合レベルへと自動的に分析する過程（データ推進型処理、あるいは bottom-up 型処理）が開始される。同時に、入力刺激に関連する知識集合体である記憶 schema が次々と活性化されてゆく中枢的過程（概念推進型、あるいは top-down 型処理）が進行する。このデータ推進型処理と概念推進型処理は同時に進行する中で合致点を生じ、その刺激に関する schema が構成されることになる。

図式理論には長い系譜があるが、近來の心理学での認知の仕事への適用は、Bartlett (1932) の記憶理論にみられる。Bartlett は、理解や想起が、既存の記憶図式によって構成される過程であると主張した。初期の知覚的図式理論では図式生成過程が明確でないために、対象の認知には対象の数だけ鋳型の図式が必要となるとされた。しかし記憶にかかわる図式理論では、図式は固定的な符号ではなく、状況の変化や時間の過程とともに次々と新しい要素を自動的に組み込んでゆく過程そのものであるとされる。そして要素の選択を決定するのは、課題の目標やプランである。記憶に焦点をあてた情報処理理論モデルは、離散的処理段階を直列的に結合したモデルであった。しかし一時的記憶→短期記憶→長期記憶という方向性のモデルでは、ヒトの記憶現象はとらえきれないことが明らかになってきた。短期記憶と長期記憶という分離のしかたは必ずしも明確なものではなく (Craik と Lockhart, 1972), または長期記憶が短期記憶に先行して活性化され得ることも想定される (Erdelyi, 1974)。

これに対し、図式理論はヒトの記憶現象をより適切にとらえ得る。図式理論では情報の流れを扱うものの、処理段階の離散性は明確ではなくむしろ連続的である。また処理の方向性も一方ではなく多様である。このような図式理論の特徴は、これまでの単純な機械系からの類推に基づく情報処理理論の限界を明らかにした。

Eckblad (1981) は、認知と動機づけがひとつの過程を別の側面からみたものにすぎないとし、それらを図式理論によって統一的にとらえようとした。図式とは、コンピュータープログラムのような、一連の操作手順の組織化されたものであると考えた。そして図式系は手段—目標構造をもつ図式階層であるとし、この構造によって動機づけが行なわれ、認知が生ずると考えた。内発的動機づけとは図式自身をもつ自発的活動性であり、不随意的・集中的注意を伴う。他方外発的動機づけは内部状態と外部状態の不均衡から生ずる均衡化活動であり、図式の手段部分と目的部分に分割された注意を伴う。日常生活では、内発的及び外発的動機づけの相互作用によって認知が進行すると考えた。このように図式理論は、ヒトの適応過程のありかたを総合的にとらえ得る理論であるといえる。

人間を機械系として、情報処理系としてとらえることにより、微視的レベルでの適応メカニズ

ムが明らかになってきた。しかし人間の適応メカニズム、特に注意メカニズムは、生体内におけるその役割について多面的なとらえかたをしない限り明らかにならない。

生体の適応メカニズムは、長い進化の過程を経て獲得されてきたものである。特に神経系は、種の進化に敏感に対応し発展してきた。ヒトの脳は、きわめて多量の記憶情報を保持しつつ、ヒトがそれらを利用して環境と能動的に接触することを可能にしている。

このヒトの環境への能動的接触を可能にしている重要なメカニズムが、注意である。注意は動機づけのような生体独特のメカニズムとかわっており、符号化のシステムとしてはとらえきれない。注意は特定の情報処理を始動させ、処理状態を必要に応じて変化させ、停止させる機能をもつ。このような知的機能を支えるエネルギー運用能力は、ヒトが長い進化の間に獲得してきた、高度な適応能力のひとつである。したがって、適応機能としての視知覚系、特に視覚的注意を可能にするメカニズムを検討するためには、生体における神経活動の様式を知らねばならない。

第3節 神経生理学的知見

第1項 特徴抽出細胞

大脳皮質視覚領には、Hubel と Wiesel (1959) により発見された、ある図形上の特徴に対して特異的に反応する神経細胞群が見い出されている。

Hubel と Wiesel は、3つの型の細胞群を見い出している。ひとつは単純型細胞と呼ばれ、細長い長方形の受容野をもつ。その受容野には on (あるいは off) 反応を生ずる部分と、その両側にある off (あるいは on) 反応を生ずる部分がある。これら2つの部分の間には連絡があり、拮抗的に働く。スリット光がもし受容野の長軸方向に一致して照射されるとこの受容野をもつ単純型細胞は強く興奮する。スリット光が短軸方向に照射される時には、ほとんど応答はない。すなわち、単純型細胞は、ある特定の位置での、特定の角度をもつスリット光に対する感受性が高い。

第2の型は複雑型細胞と呼ばれ、単純型細胞よりも大きな受容野をもつ。そしてスリット光の傾き及びスリット幅に対する選択性が高い。この型の細胞の特長は、スリット光の位置にかかわらず、方向性に対してのみ感受性が高いことである。

第3の型は超複雑型細胞と呼ばれ、複雑型細胞と同様に特定方向のスリット光に対する感受性が高い。また明暗境界線の動きにも敏感である。超複雑型細胞の特長は、興奮をおこす領域の一端又は両端に抑制領域をもつために、スリット光の長さや角度に対する感受性が高いことである。この型の細胞にはさらに、2つの受容野の軸がずれたかたちで複雑型細胞が組み合わされたものも見い出されており、高次の超複雑型細胞と呼ばれている。

単純型は主に Brodmann の第17野に、複雑型と超複雑型は主に第18, 19野に見い出されている。また単純、複雑、超複雑の各型細胞は、大脳皮質において、ある角度に対する反応性や眼球優位性など、機能上の特長を共有する細胞群がひとつの柱状構造を成していることが知られている。

Hubel と Wiesel は、単純、複雑、超複雑の3型の細胞が直列的に配列されたモデルを提案し、図形の特徴抽出の説明を試みた。単純型細胞には、一直線上に受容野の並ぶ外側膝状体細胞群が収斂すると仮定することにより単純型細胞の応答を説明しうる。また、特定の側に受容野をもつ単純型細胞群がひとつの複雑細胞に収斂すると仮定することにより複雑型細胞の応答を説明しうる。

しかし、Stone ら (1973) や Toyama ら (1973) は、外側膝状体から大脳皮質への入力（興奮性）が、Brodmann の17野ばかりでなく、18, 19野にも直接的に到達していることを見出した。外山 (1978a, b) は、これら3つの型の細胞は並列的に結合されており、この結合には興奮性と抑制性のものがあることを認めた。そして特にこれら3型の細胞間の抑制性結合が、図形の選択性に関与していると推定した。

第2項 X型及びY型細胞

Enroth-Cugell と Robson (1966), Stone ら (1973), Singer ら (1975) は、網膜神経節細胞又は外側膝状体細胞において、特性の異なる2つの型の細胞を見出した。ひとつの型の細胞は網膜の中心近くに受容野をもつものが多く、明暗に対して持続的に反応する。受容野は小さく（視角度 $0.2 \sim 1^\circ$ ）、中心部と周辺部の受容野は強い拮抗作用を示す。この型の細胞はX型細胞と呼ばれ、伝達速度は遅い（ $15 \sim 23$ m/sec）。もうひとつの型の細胞は網膜の周辺部に受容野が存在する割合が多く、明暗に対して一過性に反応する。受容野は大きく（ $0.5 \sim 2^\circ$ ）、中心部と周辺部の受容野の拮抗作用は弱い。この型の細胞はY型細胞と呼ばれ、伝達速度ははやい（ $30 \sim 40$ m/sec）。

外側膝状体におけるX細胞は、大脳皮質の単純型の多い第17野に連絡している。またY型細胞は、複雑型や超複雑型の多い第18, 19野に連絡している。このことは、網膜周辺部の視覚情報がいちはやく大脳皮質に伝達され、かつ高次の情報処理を受けることを示している。

第4節 神経心理学的知見

第1項 視覚領の病変

一側半球の大脳皮質視覚領の Brodmann の第17野の病変は、視野内に部分的な欠損（暗点）を生じさせる。これに対して両側性の病変は、中枢盲と呼ばれる認知障害を生ずる。これらの病変をもつ患者は、通常は網膜の機能的再適応又は眼球運動により、視野欠損を補償することができる。しかし右側視覚領の病変を有する患者は例外で、この場合は視野右側を常に無視する反応が生ずる。

Brodmann の第18野及び第19野は、第17野に比べて網膜からの入力を受容する第4層が薄く、短い軸索をもつ細胞からなる第2層と第3層が厚い。第18野、第19野は、ヒトでは、第17野よりも広い。Luria (1973) は、これら第18野と第19野の両部位を、視覚の統合機能を営む領域であるとしている。

Penfield ら (1959) は、外科手術中に露出された大脳皮質へ電気刺激を行なった。17野に対する電気刺激は、視野の一定の部分に光点を生じさせたのみだった。しかし第18野と第19野に対する電気刺激は、複雑な構成化された幻視（花、動物、知人の顔など）を生じさせた。この幻視には、視野の位置にかかわる特定性はみられなかった。

第18野、第19野の病変では、対象の個々の特徴や部分は見ることができが、全体としてまとまった形態へと統一することができない（視覚失認）。病変領域の比較的限定された視覚性雑音に混って呈示されると認知が困難になる。特にこの認知困難は、呈示時間が短い（ $250 \sim 500$ msec）場合に著しい。図形の細部を列挙してゆくのみで、統合が困難になる。しかし、第18野、第19野の病変は他の感覚（聴覚、体性感覚）や知的過程には障害を及ぼさない。

第2項 連合領の病変

視覚的形態の全体を知覚し得てもなお、その意味を認知できない障害（連合性精神盲）もある。このような障害では錯視を伴いやすい。視覚系と他の系との連合障害の存在が予想されているが、そのメカニズムは明らかではない（Luria, 1973）。

側頭領に存在する聴覚第2次野の病変では、聴感覚は失われないが、言葉の弁別能力が障害される（聴覚性言語失認あるいは聴覚一言語記憶障害）。左側頭領後部に病変があると、名称づけ機能と視覚像の喚起能力が著しく障害される。呈示された話の意味が了解できないことは、視覚情報の分析機能と聴覚情報の分析機能が有効に結合されていないことを示す。また、模写はできても指名された対象を再生する能力が障害されることも、同様に視覚と聴覚の分析機能の協応作用の欠如を示している。

頭頂連合野（Brodmann の第39野、第40野を中心とした領域）は、視覚、聴覚、体性感覚等にかかわる皮質領域がオーバーラップする領域である（Luria, 1973）。頭頂―後頭領域の病変は、空間的定位能力、特に左右の見当識の障害をひきおこす（構成失行あるいは空間失行失認）。また文字の模写、再生が障害されるが、これは文字を構成している線の空間的分析の困難さと関係していると推定される。

左側頭頂―後頭領域の病変は、具体的関係のみでなく抽象的关系の分析をも困難にする。このような病変を有する患者は、日常的なことばの理解は可能だが、複雑な論理―文法構造を構成成分として含む句は十分に理解できない。例えば「木の小枝の上に鳥の巣がある」という文章中の「小枝」と「木」と「巣」と「鳥」の関係を理解できない。このような関係理解の困難は、内的な準空間的統合が障害されているためと推定される（Luria, 1973）。そのため、桁の多い数字の加算といったような内的に空間的操作を行なう必要のある知的作業が障害される。しかし、計算活動が停止することはない。すなわち、基本的課題は認知され、目的志向的行動は行なわれる。具体的操作のみが障害されるのである。

また左側頭頂―後頭領域の病変は、対象物の名称を見出すことを困難にする（健忘失語）。左側頭頂―後頭領域の病変による障害は、左側頭頂―後頭領域の病変による障害とは本質的に異なっている。前者の頭頂領域を含む病変の場合には、忘れた語の最初の音あるいは音節を呈示するとすぐに語全体を再生できるが、後者の病変では再生できない。この違いを説明する仮説のひとつは、意味論的ネットワーク中に対象物をおくことの困難さである。これは、語の十分に安定した支配的な意味が、副次的な弱い連合と明瞭に分離できなくなるからである（Luria, 1973）。このような意味論的連合に、頭頂―後頭領域における神経力動的変化がかかわると推定される。また健忘失語の患者は、対象物の視覚的表象化が困難であることから、視覚表象の再構成化に障害があると推定される。

右側頭頂―後頭領域の病変では、象徴的な認知活動の障害の障害を引き起こさない。右側の病変では、視野の左側半分を無視すること（半側空間失認）が特長であり、かつその症状を患者は認知しない（病態失認）。右側病変では、相貌失認の他に、外部空間での直接的定位の障害をも生ずることが知られている。

右半球の頭頂―後頭領域の病変は、対象の既知感を損ない、特に個別的、直接的な対象認知が障害される。

一般的に右半球は、優位半球としての左半球よりも感覚過程の機能・機構が分化的でない。そ

して、感覚様相に非特定の傾向がある。これらの特徴は言語—論理の関与を前提とするような分析に、右半球がかかわらないためと推定される (Luria, 1973)。

前頭葉に病変を有する場合は、具体的な認知障害は生じない。しかし同質の背景から指示された形態を分離するような、能動的な知覚は困難になる。これは、刺激に対する受動的な視線移動は可能だが、能動的な視線移動が困難になるためである。また、前頭葉の病変は課題文脈が受けとられないという障害をおこす。課題が相互に関連し合った要素の体系として受け取られなくなり、課題遂行が断片的になる。

大脳半球の後部は、知的活動を遂行するための操作的条件を保障し、前部は知的活動のプログラミングと遂行の制御を行なう (Luria, 1973)。

第5節 要 約

視覚系は、刺激が到来するとそれを一定のありかたで処理するように方向づけられている。Gibson は、環境には豊富な情報が存在しており、視覚系はそのうちの特定の刺激布置のありかたに対して直接的に結合した反応を示すと主張した。Brunswik も環境には利用可能な情報が豊富に存在することを仮定したが、特定の刺激布置に対する反応のありかたは経験的確率に基いていと主張した。ゲシュタルト学派は、構造化された刺激の特性が視覚系の体制化に作用し、反応のありかたがきまると主張した。これらの理論特に Gibson 理論は、視覚系のありかたが刺激布置によりきまると主張した。

他方、機能主義的知覚論は刺激布置と生体との相互作用により視覚系のありかたが決まると主張した。なかでも New looker は、刺激のおかれた状況を生体がどうとらえるかが知覚のありかたを左右すると主張した。

ヒトが課題をもつとき、視覚系は高次系の統制を受けつつ、視覚系独自のありかたで刺激を処理する。刺激は視覚系に基礎となる構造を与え、高次系は視覚系に文脈を与える。

しかし、これらの知覚諸理論は、視知覚成立過程を微視発生的視点からとらえるための十分な理論的枠組を提供しない。したがって微視発生視点から視覚系のありかたを分析するための理論が必要である。

次に、微視発生的視点から視覚系のありかたを分析するための理論として、情報処理理論を検討した。視覚系の機械論的特性は、刺激布置の分析を可能にし、概念化機能の基礎を与えてヒトの高度な適応を保障している。

情報処理理論は、刺激が最初に一時的感覚記憶と呼ばれる記憶装置に入力され、その後短期記憶あるいは長期記憶の関与のもとに刺激特性の抽出・合成が行なわれ、その結果が反応系に送られると主張する。一時的感覚記憶は、刺激呈示後約 300 msec 程度まで多大の情報を貯蔵し得る。続いてこの中から、特定の情報が抽出され短期記憶に移される。さらにその中から特定の情報がリハーサルにより、体系的に構造化された長期記憶に移される。

パタン認知についての情報処理理論は、並列に接続された特徴検出器層があって、低次層から高次層まで直列的に結合されていると主張する。しかしこのモデルでは、文脈効果を説明できないため、経験的確率に基いて検出された特徴群を合成するモデルが提出された。

情報処理理論は、刺激特性の抽出・符号化についての段階的モデルを提出した。刺激特性の抽

出・符号化は、選択的注意の情報処理的表現である。しかし、情報処理理論は、どのような段階での刺激特性の符号化が選択的注意に相当するものかについては、一致をみななかった。このため、注意を符号化システムではなく、情報の流れを円滑にさせる処理資源配分システムであるとする図式理論的な注意モデルも提出された。注意は、機械論的モデルではとらえきれない生物学的特性である。

情報処理理論は、視覚系の刺激処理の機械論的特性を明らかにした。この機械論的特性は、人間の高度な適応を可能にする知的機能を基礎づけている。しかし情報処理理論は、視覚系の生物機能的なありかた、特に各処理段階における処理状態の変動を説明しない。

ヒトの適応能力は、知的機能、特に抽象化機能と、その機能のありかたを変化させる生物学的メカニズムによって保障されている。それ故に、視知覚系の適応機能を検討するためには、視知覚系の神経学的構造とその生理学的機能について知ることが必要である。

網膜では、側方抑制メカニズムにより対比増強処理が行われ、明暗の境界線が明確化される。網膜神経節細胞の出力は、外側膝状体を経て大脳皮質視覚領に伝達される。視覚領は視覚連合野を介して他の領野と連絡をもつとともに、視床諸核を介した他領野との連絡をもつ。視床—網様体系からは、感覚様相に非特定の賦活・抑制作用を受ける。

大脳皮質視覚領には、線分の傾き、幅、長さ、角度に特定の反応する3種類の特徴検出細胞が見い出されている。また、網膜中心部に狭い受容野をもち伝達速度の遅い細胞群と、網膜周辺部に比較的広い受容野をもち伝達速度のはやい細胞群が見い出されている。

大脳皮質視覚領の病変は、視野欠損を生ずるのみだが、視覚連合野の病変は統合的な形態視を困難にする。また視覚系外の連合領の病変は、刺激の意味づけ（側頭領）、空間的分析（頭頂領）、能動的知覚（前頭領）の障害を引き起こす。

ヒトの高度な適応を可能にさせている生物学的な刺激処理メカニズムは、皮質機構とそれを支える皮質下機構相互の、多相的かつ並行的な働きに基く。したがって、ヒトの高度な適応機能の解明のためには、多相的かつ並行的な処理機構をもつモデルの検討が必要となる。

注

- 4) 本論文の第1章は、原論文の第1章から第3章までの主要部分を抜粋したものである。

第2章 視知覚系の心理—生物学的モデル

前章において検討したように、連合野の神経活動は知覚・認知の成立に重要な影響を及ぼしている。しかし、連合野の構造・機構については、いまだに明らかではない。そのため、連合野の機能を、神経生理学的知見あるいは神経心理学的知見に基いて推定し、モデル化することが必要となる。

第1節 Hebb の神経心理学的モデル

第1項 Hebb のモデル

Hebb (1949) は、皮質連合野の機能を重視し、そこにおける媒介過程の理論的構成概念として細胞集成体及びその位相連鎖という考えを提案した。細胞集成体は、皮質連合野及びそれに密接

に結びついた皮質下構造において徐々に形成される神経細胞群の閉回路であるために、刺激が消失した後も活動が続く。いくつもの細胞集成体が、学習により空間的、時間的な連鎖をもつようになり、一連の継時的な活動をなすように機構化された時、それらを位相連鎖と呼ぶ。

細胞集成体ができるメカニズムは、シナプス部における構造的変化を基礎におく。ひとつの神経細胞の軸索が、他の神経細胞を興奮させるのに十分接近しており、反復的、持続的に興奮が生ずる時には、シナプス部の構造的変化が生じて興奮伝達が容易になると仮定する。細胞集成体は、いくつもの神経細胞がシナプス部の構造的変化に基く興奮伝達特性の向上により、3次元のネットワークを形成したものである。

細胞集成体は、例えば特定の視覚刺激を反復して注視することにより、その刺激及び注視にかかわる特定の神経細胞群が一定の時間関係で発射活動を行なうことにより徐々に成立する。一定の時間関係による発射活動で形成され得る細胞集成体はひとつではなく、多様で並行的な交代性回路が多数生じ得る。

細胞集成体は、知覚の発達に伴って成長する。この成長とは、細胞集成体が形成される初期に同期的に活動していたある単位が脱落してゆくこと、あるいは別の単位が加わるようになることである。そしてこのような変化が生ずるためには、かなりの時間を要すると想定している。

複雑な心理活動をモデル化するためには、さらに高次の、統合された神経細胞構造を想定する必要がある。例えばひとつの三角形ABCが呈示された時、角A、角B、角Cに対応する細胞集成体a, b, cが興奮する。角Aが中心視されると、角B、角Cは周辺視される。周辺視された角B、角Cに対しては運動性効果が強く生ずる。また角Aに対しては角B、角Cよりも強い中枢性効果が生ずる。すなわち細胞集成体aは強く興奮し、同時に角B、角Cに対する運動性興奮と相互促進を生ずる。角A、角B、角Cが短時間のうちに継時的に注視がくり返されると、細胞集成体a, b, cが機構化されゆく。一度機構化されると、どの角が最初に注視されても統合体の活動が生ずる。この細胞集成体の統合体を位相連鎖と呼ぶ。位相連鎖の興奮は必ずしも安定的に生ずるのではなく、細胞集成体a, b, cの興奮の合間に生ずる。これは、三角形の全体としての見えは、角A、角B、角Cの部分的見えの合間に生じていることを意味する。

角Aを見た後すぐに角Bを見ると、細胞集成体bは、感覚入力により興奮する。同時に、もし位相連鎖が成立しているならば、この働きに基いて細胞集成体bはaからも興奮させられることになる。この中枢性促進を注意と呼ぶ。この中枢性促進が刺激出現に先立って生ずれば、それは構えでもあり、期待でもある。

Hebb は感覚と知覚を区別する。感覚は受容器及び視床特殊投射系の活動である。受容器が刺激を受けている間は、皮質感覚野は完全に環境の統制下におかれる。他方、知覚は感覚により直接生起する細胞集成体の活動である。細胞集成体の活動が、刺激消失後も別の細胞集成体の促進作用を受けて活動し続ければ思考となる。これは、位相連鎖による機能である。

知覚は、生得的機構と経験・学習の相互作用の結果生ずるものである。Hebb は、知覚を2つの過程に区別する。図形が単一のまとまった対象としてみられるのは、生得的な機構によるものである（図形の統一性）。しかし図形があるカテゴリーに属するものとしてみられるためには、長期間の経験を必要とする（図形の同一性）。すなわち、同一性知覚が成立するためには、位相連鎖が十分なかたちで機構化されていることが必要なのである。

Hebb は、学習が累積的なものであり、かつ学習が進行するほど限定性が高まることを強調した。初期学習には、刺激の反復による細胞集成体の形成が必要である。その形成のためには感覚入力による興奮のみでなく、中枢性促進による一定の興奮を必要とする。連合領の自発的活動が一定の水準を保つことが必要なのである。Hebb は、感覚皮質が連合皮質に比して広い時には、環境の影響がより直接的に行動を調整することになると考えた。また連合皮質が感覚皮質に比して時には、調整には時間がかかるが、それだけ行動調整にかかわる自由度が増すことになる。これが高等動物、特に霊長類における知的発達が遅れる理由である。

初期の学習では、細胞集成体と位相連鎖の形成に長大な時間を要するため効率は低い。しかし後期の学習では、既に形成されている細胞集成体や位相連鎖の選択的再結合を中枢性促進により行なうため、速やかに進行し効率は高い。

Hebb によれば、短期記憶は細胞集成体あるいは位相連鎖の形成以前あるいは初期の状態をいう。すなわち、一時的閉回路により神経活動が循環的に行なわれる状態が短期記憶である。したがって感覚の消失後は時間経過とともに神経活動は減衰する。これに対して長期記憶は、細胞集成体や位相連鎖が十分に構造化された状態をいう。

学習は、そのような細胞集成体や位相連鎖の形成、あるいはそれらの間の選択的再統合である。学習の成立のためには、感覚入力のみでなく中枢性促進を必要とする。学習は、感覚受容器から視床特殊投射系を経て感覚野に感覚情報を伝える手がかり機能と、感覚経路からの側枝と皮質からの連絡を受ける視床非特殊系による喚起機能の両者の作用により可能になる。喚起機能には最適レベルがある。しかし学習の強化には、一定レベルの喚起よりもむしろ喚起レベルの変動が必要となる。

Hebb によれば、情緒は位相連鎖より成る皮質体制の崩壊をいう。位相連鎖への感覚的促進の欠如（期待との不整合）や中枢性促進の欠如（新奇事象の出現）などは、位相連鎖を崩壊させ情緒を引き起こす。

第2項 Bindra のモデル

Bindra (1976) は、刺激特徴に対応して興奮する認識ニューロンが、知覚の発達とともに連結して大きな機能的構造を形成するようになると想定した。そしてこれを Hebb の細胞集成体にならない、認識集成体と呼んだ。

認識ニューロンは、種の系統的発達に基いて環境刺激中の特徴を選択する、生得的なものである。

認識集成体は、一度構造化されると、当初必要とされた感覚要素の全てが存在しなくてもひとつの単位として賦活されるようになる。ひとつの認識集成体は、刺激の種々の分離し得る属性のひとつを担う。

刺激は、種々の属性を担う認識集成体群が機能的に結合されたひとつの統合体（ペクスゴ）を脳内に作り出す。この統合体は、刺激出現のたびに、その刺激に応じてその都度構成される。この統合体は、しかしながら、知覚表象と同じものではなく、知覚表象（イメージ）の形成や識別反応の基礎になるものである。Bindra は、誘発電位（体性感覚：Libet ら、1967）において、刺激強度に反応する成分が刺激後 40~70 msec で生じうることから、認識集成体群の統合体は、刺激後 20~40 msec で生じ得るものと考えた。そして刺激入来による相動的賦活が刺激後 40~70 msec で生じ、統合体の形成確率を高めると考えた。

Bindra によれば、注意—選択的知覚—とは標的刺激に対する認識集成体群の統合体が、刺激出現前にあらかじめ選択的に賦活されることである。この選択的賦活は、刺激出現以前に学習されていたところの、標的刺激と特定の関係をもつ認識集成体が、統合体中に含まれる一部の認識集成体を賦活することにより可能になる。

注意は、感覚チャンネルの弁別効率の向上にある（フィルター仮説：Broadbent: 1958, Treisman と Geffen: 1967）のではなく、先行学習経験が特定の認識集成体をあらかじめ賦活し、統合体の生起確率を高めることである。

Bindra によれば、注意が要求される事態とは、2つ以上の事象間の新しい関係の学習が要求されるときである。このような場合には、ある予測すべき事象が選択的に知覚され、その一定時間後にある予測されるべき事象が選択的に知覚される必要がある。この時間的事象間間隔は、2つの事象を代表する各統合体が高水準で賦活されていなければならない期間である。学習の進行につれて、最初の事象を代表する統合体は短時間で次の事象を代表する統合体を賦活し得るようになり、注意の集中度は低下する。

Bindra によれば、注意能力は時分割的に作用する。学習が進行するにつれ、より多くの事象の統合体を次々と賦活してゆけるようになるのである。知的能力と賦活機能の時分割化能力は、重要なかわりをもつ。

第2節 Pribram の神経心理学的知見

Pribram (1971) は、脳機能の分析単位として、神経インパルスに加えて神経接合部に生ずる緩電位に注目した。接合部に生ずる電位（シナプス後電位と樹状突起電位）は、インパルス（活動電位）と異なり、悉無率に従わずより持続的で加算され得る点に特長がある。接合部電位は、電気的な接合部微細構造を作り出す。この構造は、感覚入力に符号化に重要な役割を果たす。

Pribram によれば、知覚機構は生得的に組み込まれた特徴検出器と、経験により調整される特徴抽出機構から成る。特徴検出器は、線分や角といった基本的特徴を抽出するのみで、形態知覚の基礎となる基準枠を提供する。特徴抽出機構は、特徴検出器の出力を組織化し、認知の基礎となる同定を行なう。また、特徴抽出機構は経験による調整が可能であり、自己組織化機能をもつ。

特徴検出器は皮質では柱状構造をなし、それらの間は抑制性に結合されている。この結合は側抑制と呼ばれるものであり、過分極が基礎となる接合部構造により構造化されて、一過性の神経状態を生み出す。この構造化された神経状態は、感覚入力により誘発された脳内での応答パタンの反映である。Pribram はこれを“イメージ”と呼んだ。

Pribram によれば、生体はその中枢が入力刺激に歩調を合わせて刺激が生じる文脈を利用する能力を持った時、はじめて刺激を処理できる。ヒトは生得的解発機構のような行為の達成を導くための特定の機構をもたない。しかし、部分的活動が発動する機能群が存在し、これらが統合され組織化されることによって行為達成が可能となる。この統合・組織化を可能にするのが強化メカニズムである。強化メカニズムは前頭一辺縁系に存在し、課題の文脈に応じた事柄の記銘を可能にする部分と、強化される必要のない事柄を特異的に無視する部分から成る。前者の記銘を可能にするメカニズムは、刺激処理過程を時間的に引き伸ばして内的リハーサルを可能にし、行為達成を導く。

行為達成のための部分的活動のうち、最も基本的なものが知覚における感覚の処理過程及びその組織化である。これらの過程は、強化メカニズムにより徐々に弁別度を増す。強化を通じた知

覚学習の結果、刺激は弁別されてサインとなり意味が付与される。

Pribram によれば、サインは文脈に依存しない符号化であるが、シンボルはそれが生ずる文脈に依存する符号化である。サイン過程には、後頭領、側頭領に存在する知覚機構が関与し、シンボル過程には前頭領—辺縁系が関与する。シンボル過程では、文脈に応じたチャンキングが行なわれ、短期記憶が統制される。

サイン、シンボル両過程は、思考すなわち問題解決過程においてそれらの相互転換操作を通じて重要な役割を果たす。思考には問題の認知にかかわる面と、問題に対処する際の持久性にかかわる面とがある。認知的側面は、入力と記憶の不一致がなくなるまで知覚機構を働かせる。また持久的側面は、問題に対してあらかじめ設定された基準が満たされるまで、前頭—辺縁系の関与のもとに働き続ける。

Pribram によれば前頭—辺縁系は、課題の文脈に応じたかたちで行為達成までの脳内メカニズムの調整を行ない、後頭—側頭系は前頭—辺縁系の関与のもとに感覚処理を行なう。

Pribram と McGuiness (1973) は、注意メカニズムを3つの要素にわけた。ひとつは活性化で、入力に対する phasic な生理学的反応であり、扁桃核が関与する。2つめは覚醒で、tonic な生理学的準備性であり、基底核が関与する。3つめは努力で、活性化と覚醒の協応的活動によるものであり、海馬が中心的役割を果たす。刺激のカテゴリー化の際にはまず tonic な生理学的準備性である覚醒が先行して作用し、続いて phasic な生理学的反応である活性化が生ずる。また推理課題では、まず phasic な生理学的反応である活性化が先行し、続いて tonic な生理学的反応である覚醒が生ずる。

Pribram (1971) は、覚醒や賦活（活性化）の程度を決めるのは、新奇な刺激が到来した時の脳の状態によると考えた。覚醒の程度は情報が組織化されている程度に依存する。情報の未組織性すなわち不確実性が高いほど脳内が新たな均衡状態状態に達するための変動が大きくなる。覚醒状態下では、脳内に散在する未組織情報は、より容易に方向づけられ組織化される。

Pribram によれば、生体は不確実性を行動に頼らずに内的に調整することができる。ひとつの方法は、情報処理速度を上げ、外部情報をより多く処理して不確実性を低下させることである。

Pribram (1971) によれば、生体のもつ知覚レパートリーの広さが動作レパートリーの広さを超えた時には、生体は動作レパートリーを広げるよう動機づけられる。もしこの拡張の試みが失敗すると生体は情動を体験し、前述の自己調節機構が働きはじめる。また動作レパートリーの広さが知覚レパートリーの広さを超えた時には、生体は外部への支配力を駆使しなくなり自閉化する。このようにみると、生体が注意を発動する時は、知覚するものに対して支配力を増そうとする時であるといえる。このような時には生体は常に動機づけられる。逆に実行が不可能であるかそれに近い状態の時には、生体は情動的になり自己調節機構を働かせる。

第3節 神経心理学的モデルの検討

第1項 Hebb, Bindra 及び Pribram モデルの検討

Hebb モデルは、それまであいまいで観念的なものとどまっていた注意、構え、思考といった概念を、構成化された神経細胞群という物質的な媒介過程として想定した。特に知覚細胞集集体の概念は、知覚の成立過程をより具体的なかたちでモデル化することを可能にした。しかし Hebb のモデルでは、知覚成立過程は、発達に伴う過程としてとらえられており、刺激出現後に生ず

る微視発生的な知覚成立過程については明らかではなかった。

Hebb モデルは、中枢性促進に基く自律的中枢過程が興奮メカニズムのみで成立している。しかし、側方抑制メカニズムのように抑制が重要な働きをもつメカニズムがあることを考慮すると、興奮過程のみのメカニズムには問題がある。側方抑制メカニズムは、感覚レベルのみでなく、認知レベルでもその存在を仮定し得る (Walley と Weiden, 1973)。Milner (1957) は、同時に発火できる皮質ニューロンの数を制限する抑制系を設定し、Hebb モデルを補足した。

また Hebb モデルは、同時にいくつも存在する刺激を知覚・認知する時のメカニズムについては論じていない。しかし現実的には我々は一定の範囲内での同時的認知が可能である。パタン知覚・認知の説明のためには、図の分節・統合にかかわる直列的・継時的理論が必要である (Neisser, 1967)。

Hebb モデルは、媒介過程理論に基き設定された基本的モデルである。このモデルは、依然としてモデルとしての有効性を保っている。Hebb (1949) が当時の神経心理学的知見をもとに媒介過程をモデル化した後、新しい知見が急に蓄積されてきた。現在では、連合野間の相互作用についてより具体的な仮説をたてることを可能にするだけの知見が集積されつつある。

Bindra モデルは、Hebb の知覚細胞集成体の概念を拡張し、認知レベルでの細胞集成体の構成化について述べている。そしてこのモデルは、刺激出現後に生ずる知覚・認知の成立過程を微視発生的にとらえることを可能にした。

Pribram (1971) のモデルは、神経細胞の接合部電位の集成的構造 (ホログラム) をその基礎においている。ホログラムモデルの有効性はいまだ定かではない。しかし接合部電位構造が脳内の処理を可能にする状態を作り出すという考え方は、誘発電位が接合部電位に反映する可能性があることを考慮すると、誘発電位モデルの設定上有利な面をもつ。Hebb の細胞集成体モデルは、閉回路における活動電位循環をその基礎においていた。Hebb はこのような閉回路活動が少なくとも 500 msec 以上持続すると予想した。現在このような長期のバースト活動が存在することは、微小電極記録法によって確認されているが、それが閉回路活動によるものかどうかは不明である。Pribram のモデルの基礎となっている接合部電位構造は、活動電位よりもはるかに長い活動時間を持ち、脳内の局所的状态をより適切に反映する可能性をもつ。

Pribram のモデルは、脳内の各系のコミュニケーションにより心理的過程が生ずると考える点に有効性がある。しかし、知覚成立の微視発生的検討のためには Hebb 及び Bindra の細胞集成体概念が有効性をもつ。すなわち、時間軸上の知覚成立過程分析には Hebb-Bindra モデルが有効であり、脳内処理状態の空間的布置については Pribram モデルが有効である。

第2項 注意メカニズムの再検討

視知覚が成立するまでには、外界と生体との相互作用がある。そしてこの相互作用は多数の相から成る並行的過程である。この過程は、課題に応じて働きかたを変える。したがって相互作用過程の統制が、生体の環境への適応を可能にするといえる。

視覚的注意機能は、そのような外界と生体との相互作用を可能にし、必要な情報を取り入れて生体の環境への適応を可能にするメカニズムである。生体は課題に沿った文脈下で環境から情報を取り入れ、文脈内に包含しようとする。他方、環境はその物理的布置により生体の情報処理の

ありかたを制限する。

生体内部に貯えられている環境情報と、それに関連した内部情報との間に不整合が生ずると、両者の不一致を調整する要求が生体内に生ずる。生体はこの不整合を解消させる情報を収集するために、注意機能を発動させる。対象は課題化され、課題に沿った文脈のもとに注意メカニズムは情報を収集・選択する。文脈と整合する情報が取り入れられた時、注意機能が終了する。注意機能の発動と終了は、視知覚成立過程の力動的側面を示す。

注意機能の具体的問題のひとつは、対象に対して何をどの程度予測でき、どのような情報を必要とするか、である。対象のもつ情報内容は多様であり、それに伴って注意のありかたも多様である。

注意には大別して2種類あるといえる。ひとつは vigilance 型であり、もうひとつは定位反応型である。

vigilance 型の注意では、検出すべき対象の特性についての情報は、少なくとも解決行動のためには不足している情報は、対象の出現する空間的・時間的位置についてのものである。したがって、この型の注意は持続的性質を特長とし、刺激内容にかかわる情報の取り入れを必要としない。すなわち、vigilance 型の注意では、刺激内容についての学習は既に成立しているのであり、刺激出現時に構造化されている細胞集成体群が中枢性促進により活性化されるだけで認知は容易に成立し得る。

定位反応型の注意では、検出すべき対象の空間的・時間的位置情報に加えて、刺激内容についての情報も不足している。この場合には予期は全くない。すなわち、刺激出現前の中枢性促進はなく、対象の認知は容易に成立しにくい。刺激出現後に、刺激内容についての学習が開始され、学習の成立とともに注意機能が終了する。

これらの2つの型の中間に、いわゆる選択的注意がある。選択的注意では、対象についての情報の一部が既に生体内に保たれており、まだ入力されていない情報のうち課題として設定された刺激性についての情報を必要とする。随意的定位反応 (Bernstein, 1979; Maltzman, 1979) も選択的注意のひとつの型である。

フロイト (1940) は、「生命ある有機体にとって刺激保護はまず刺激受容以上に重要な課題である」と述べた。「外的刺激のごく少量を加工するのに過ぎないのが、感覚器官の特長」なのである。生体は、適応上必要な時間以外は、外界からの情報の取り入れを制限し内的安定をはかろうとする。

しかしながら、生体が課題を解決し活動範囲を広げようとするときには、生体は外界の情報を取り入れざるを得なくなる。

注意機能は、生体の“刺激保護”的機能に逆って、生体をして外界に接触せしむる。このとき生体は、外界の刺激布置という制約を内面化することを余儀なくされる。注意とは、本質的に生体の改変を要求する機能である。注意は学習後にその役割を果すよりは、学習のためにその役割を果すのである。

注意機能を生体内改変メカニズムとみると、vigilance 型の注意よりも定位反応型の注意の方が重要な意味をもつ。さらに時間的・空間的情報の取り入れよりも、刺激の意味内容の取り入れの方がより重要である。

刺激の意味内容は、視知覚においては刺激形態、刺激布置を知覚することによって生体内に取

り入れられる。刺激の物理的制約を視覚性概念として内面化することは、刺激の意味を知ること
に等しい。

これまでは、注意機能が論ぜられる時、保護機能が同時に論ぜられることはなかった。しかし、
フロイト (1940) も述べる如く、生体内部の安定化のためには、主体を刺激から保護することが
必要なのである。常に刺激にさらされている感覚器官は、いかにして外界と接触しつつ内部の安
定をはかっているのだろうか。注意機能とともに保護機能をも検討することが、生体の適応機
能をさぐる上で重要である。

第4節 図式モデルの検討

第1項 知覚成立過程の基本的特長

認知心理学は、知覚における生体側の文脈の重要性を強調した。我々は、刺激の物理的諸特性
を直線的に結合して知覚を成立させるのではなく、刺激事態に適合した文脈下で刺激を構成する
のである。また Neisser (1976) の主張する如く、知覚は循環的過程であり、修正され再構成さ
れ続けるという面をもつ。

しかし、知覚はきわめて短時間で成立する過程である。この短時間のうちには、我々は意識を
介在させることはできない。知覚成立過程は基本的に意識下過程である。したがって文脈による
影響は、知覚成立過程においてはきわめて機械的に作用するのである。

知覚は、外界の忠実な反映装置ではなく、種の進化に応じた適応を可能にするための符号化装
置である。符号化過程は自動的に成立し、外界の物理的布置により制約されるが、生体側要因に
よっては制約を受けにくい。その意味ではきわめて機械的な過程である。しかし生体の知覚が機
械と異なる点は、機械のように入力と出力が直線的対応をもたず、生体にとり有用な非直線的対
応を経験的確率に基いてもつところにある (Brunswik, 1969)。

ヒトの知覚機構はその基礎機構において冗長性が高く、上部機構においては冗長性が低い。基
礎機構は刺激の基本的特徴を並列的に検出し、上部機構は検出された要素を継時的に合成する。

弁別は知覚の基本的過程である。しかし、知覚成立過程は同定的・構成的作業である。まず生
体内部に刺激に対応した構成物が作られ、それをもとに弁別がなされる。

弁別・同定における原型照合の有効性は、原型の学習のしかた、その程度に依存している。
(Posner, 1973)。学習初期には原型は、いわば機械的鑄型であり、対象と原型間の変動性に対す
る許容度は低い。しかし学習が進行すると原型は機能的な鑄型となり、対象と原型間の変動性に対
する許容度は高まる。すなわち、学習の進行とともに原型はより抽象化される。Hebb (1968)
は、一次細胞集成体が対象に即した具体的イメージを担い、二次あるいは高次細胞集成体が抽象
的イメージを担うと考えた。

一定の抽象度をもつ原型は、対象の弁別・同定の基本となる。しかし原型は一定のパタンをも
つものとして生体内に貯蔵されているのではなく、刺激出現のたびに構成されるものである。こ
の原型の構成化には、知覚学習初期の眼球運動が関与している。すなわち、構成化作業は運動的
側面をもつ。

原型の構成化は、知覚成立過程の比較的初期に行なわれる。この原型をもとに、刺激から抽出
された特徴群が構成化され、知覚が成立する。原型は、刺激特徴の構成化の際にその構成化の順
序を指定するものとして働く。原型は、発達初期には位置特定の具象的であるが、成長・学習

に伴い非特定の抽象的になる。この過程は、Hebb (1949) の細胞集成体形成期の分別化に対応する。刺激反復のたびに興奮する神経細胞が構成体に取り込まれ、興奮する度合の少ない神経細胞は脱落してゆく。

原型が抽象化されると、原型に基いて構成化される刺激特徴は必要最少限のもののみになる。しかし、知覚構成物の構成化の際に、どのような刺激特徴を用いるかは、所与の課題に依存する。これは選択的注意の一面である。原型は知覚構成物の成立を可能にさせるものであり、刺激に即応したものではない。しかし、刺激が課題化されると、知覚構成物は少なくとも課題に関連した特徴群については、刺激に即応したものであることが必要となる。原型による刺激特徴の構成化が、原型の指定する操作順序を変更して、課題による刺激の物理的制約を取り入れることを必要とするとき、これを注意と呼ぶ。注意の程度は原型に基く刺激特徴構成の際の刺激への忠実度に比例する。忠実度の高い構成化作業がくり返される時、原型もまた Feed-back 系により修正されてゆく。原型と知覚構成物の間の不一致が減少した時、注意機能は終了する。

注意機能は、生体をして外界の制約を取り入れ、内面化させる機能である。しかし、この機能が持続すると、内面の安定化が低下することになる。生体内面の安定化のためには、修正された原型による構成化、すなわち内面的制約による刺激特徴の再構成化を行なうことが有効である。Gestalt 的外界把握、すなわち、図地分化は、生体が原型による把握を完了し、内面を安定化させ得る状態にあることを示している。

原型を構成する要素は、生得的検出機構により抽出される刺激特徴群を経験的確率に基いて結合させる役割をもつ。この要素群は長期記憶のかたちで、意味をもつ要素として貯えられており、言語的・論理的側面をもつ。ある刺激に対して安定的に原型が成立するようになることは、その刺激が生体内の文脈に合致したかたちで取り入れられるようになることを示す。しかし、これはその刺激の知覚が安定的に成立することを必ずしも意味しない。原型の安定的成立には長期間を要し、他方知覚構成物の安定的成立は短期間でなされ得る。また知覚構成物は対象の部分に即しても成立し、全体的にも成立しうる。これは原型が本来全体的体系をもち、刺激の物理的制約と課題の文脈的制約を受けて成立するためである。

第2項 図式モデル

(1) 原型形成相

刺激が網膜に到達すると、網膜から大脳皮質視覚野までの神経活動によって、刺激の基本的特徴の分析・統合が行なわれる。

網膜から視覚野までの神経活動は、主に生得的機構に基くものである。網膜における側方抑制メカニズムと視覚野における抑制性結合柱状構造群は、対比増強により刺激構造を明確にさせる。

網膜周辺部に存在し、低い空間分解能と高い時間分解能をもつ高速度伝達系は、視覚野18野、19野に到達する。18野、19野には複雑型、超複雑型細胞が多く存在し、刺激の特徴をより複雑な要素として抽出する。この複雑要素群(細胞集成体)は、側頭一頭頂系、前頭一辺縁系に存在する、刺激要素群に対応する意味的要素群(細胞集成体)を活性化す。意味的要素群は長期記憶の体系下に組み込まれており、経験的確率に対応したかたちで結合された体系が活性化される。この一連の神経活動を原型形成相と呼んでおく。

(2) 図式形成相

他方、網膜中心窩に存在し、高い空間分解能と低い時間分解能をもつ低速度伝達系は、視覚野

17野に到達する。17野には単純型細胞が多く存在し、刺激の基本的特徴要素を比較的長く（刺激後約 300 msec 程度）興奮させる。これら基本的特徴要素群は、高速度伝達系により既に活性化されている意味的体系—原型—の制約を受けて結合され組み合わせられる。基本的特徴要素はその単純さの故に、原型による構成化のための自由度を高める。

前者の原型形成相と、後者の図式形成相は平行的に進行する。しかし、それらのもとになる情報伝達系の興奮の時間的特性により、前者は後者より先行して活動相を形成する。

図式が刺激反復により安定的に構成されるようになると、原型を担う細胞集成体群の結びつきも変化する。この変化により原型は、図式形成レパートリーを増加させることになる。

(3) 注意機能と保護機能

原型は抽象度が高いため、刺激特徴の構成化の際の自由度は高い。すなわち、刺激に応じた構成化を可能にする。

注意機能は、図式の基本的構成原則を原型に委ねつつも、刺激の物理的制約によって図式の構成化を行なわしめる機能である。この物理的制約に対する依存度が忠実度である。忠実度が高く要求されるほど、刺激に即応した図式が形成される。しかし、忠実度が高いほど図式形成のために要する時間は長びくことになろう。注意機能は、視覚野17野における単純型細胞群の興奮を、原型をになう細胞集成体群による中枢性促進により容易にすることである。

保護機能は、図式の基本的構成原則を原型に委ねさせる機能である。刺激が到来する限り、原型と図式は自動的過程により形成される。そして刺激が一定の明確さを有していれば、図式は刺激の物理的制約を蒙る。保護機能は、この刺激の物理的制約を最少限にするため、視覚野17野における単純型細胞群の興奮を抑制するように働く。

図式は、それを担う視覚系神経細胞群（主に17野に存在）の活動の衰退により消失する。すなわち、刺激の消失により衰退する。しかし、刺激の物理的制約の全てを取り入れて成立しているものではない。あくまでも生体にとって意味をもつ原型に基いている。したがって図式は、視覚性の概念的特性を有している。この図式—視覚性概念の成立はさらに高次の思考過程へとつながる。

通常、環境情報の取り入れは、眼球の一回の停留で済むものではなく、中枢性、末梢性に誘導された眼球運動によって視野が定められ、その視野内の物理的布置が視覚機能に働きかける。感覚入力に継時的に図式化を受け、最終的に文脈内に包含される。

第5節 要 約

第2章では、視知覚系の心理—生物学的なモデルを検討した。ヒトの視覚系の適応機構及び機能を解明するためには、生体のもつ多相的かつ並行的な刺激処理特性を考慮したモデル化が必要となる。

連合領は視知覚統合過程において重要な役割をもつが、連合領の神経細胞構造についてはまだ明らかではない。Hebb は、知覚学習により機構化されてゆく神経細胞の閉回路群の存在を仮定した。この機能化には、中枢性促進が重要な役割を果たす。Bindra は Hebb モデルを拡張し、刺激出現のたびにその刺激に応じて構成される神経細胞群の統合体を仮定した。

他方、脳の各領野の機能的関連性もいまだ明らかなではない。

Pribram は、刺激の分析処理系である側頭―後頭系と、刺激の統合・組織処理系である前頭―辺縁系の存在を仮定した。この両処理系は、問題解決過程において相補的なかたちで重要な役割を果たす。

本論においては、視知覚成立過程を、前頭系と後頭系により担われるふたつの相の進行により形成される内部表象物の成立過程としてとらえる。前頭系によって担われる原型形成相では、高速度伝達系のもたらすよりおおまかな刺激情報が生得的機構により組織化される。組織化された刺激要素群は、それらに対応する記憶要素群を賦活する。

他方、後頭系によって担われる視覚性図式形成相では、低速度伝達系のもたらすより微細な刺激情報が、原型形成相において賦活された記憶要素群の働きに基いて組織化される。このとき、刺激構造により忠実なかたちで視覚性図式を形成することが注意である。

視覚性図式は、刺激構造に即した面をもちつつも、刺激の有する意味に基いて構成された内部表象物である。視覚性図式の成立は、さらに高次の認知過程につながる。

第3章 課題解決過程における視覚誘発電位の検討

第1節 課題解決過程における視覚誘発電位の特性

第1項 従来の研究の分類

誘発電位は、およそ1秒以内に生起し終る脳内電気活動を記録し得るところに、分析法としての利点がある。ここでは、課題刺激の認知が成立する、刺激後約 500msec までの期間に生ずる視覚誘発電位を示標として課題解決過程での視知覚活動を検討する。

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とり入れ、保持し、既に貯蔵されている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、そこらに、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誘発電位を得ることが可能になる。課題解決過程は、課題が生起してから解決に至るまでの総体的な過程であり、その中には知覚、学習、記憶といった種々の側面を含んでいる。

これまでに行われた、刺激の継時的呈示による課題解決過程での VEP 研究は、そのような側面のいくつかを扱ってきた。

ひとつは、Chapman らのグループによるもので、刺激の継時的呈示による VEP 研究の先駆的役割を果たした。Chapman らの手続は数字（文字）の大小（順序）判断であるが、同じ文字、あるいは数字が、関連刺激と非関連刺激の両方を兼ねる点に特色がある。刺激の物理的側面を等価にし、課題関連性のみを VEP 上に反映させようとする方法である。Chapman らは、VEP の特定成分の同定は困難であるとして、一定区間の振幅平均値や、一定潜時における振幅値あるいは因子分析法等を用いていることも特色のひとつである。

刺激が継時的に呈示される場合の課題解決過程では、課題刺激がどのような文脈で呈示されるかが重要である。このような文脈の効果は、単語群をひとつの文章として継時的に呈示することにより分析・検討することが可能である。Shelburne (1972)、Friedman ら (1975) は、このよ

うな文章刺激を用いた実験を行なった。

どのような課題解決も、基本的には学習の進行・成立という側面をもつ。Wilson ら(1973)は、被験者に仮説—演繹法をとらせる中で視覚弁別により学習を進行させる実験を行なった。

課題解決過程は、刺激を弁別し、記憶と比較し判断する過程である。したがって、記憶との比較という側面について検討することが、課題解決過程の基本的側面をさぐる上で必要である。刺激の継時的呈示による記憶過程の研究は、大きく2つに分かれる。ひとつは、Sternberg (1973) の手続きで、前もって一組の数字を呈示しておき、その後ひとつの数字を呈示してそれが前呈示数字群内にあったか否かを判断させる方法である。もうひとつは、Posner らが好んで用いる方法で、2つの文字を継時的にひとつずつ呈示し、それらが同じ文字であるか否かを判断させる方法である。Sternberg の手続きをとる VEP 研究には、Gomer ら (1976)、Roth のグループ (1975, 1977, 1978)、Ford ら (1979)、Adam と Collins (1978) がある。また、Posner 型の手続きをとる VEP 研究には、Posner ら (1973)、Sanquist ら (1980)、Thatcher ら (1976a, b, 1977) がある。

Rohrbaugh ら (1974) の研究は、継時的に呈示した格子群の方向を判断させる手続きをとっており、非言語的刺激を用いた知覚判断実験である。刺激間間隔が短い場合 (約 70 msec 以下) には、知覚融合が生じうる。知覚的マスキング実験も課題解決過程の知覚的な面での基礎的資料を与えるといえる。

第2項 従来研究の問題点

前項に示した、刺激の継時的呈示により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 (課題関連性、文脈など) に対応して変動し得ること
- (2) 課題解決時に、VEP の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 (特に記憶の再認過程) を反映し得ること
- (3) 頭蓋のより前方 (前頭・中心・側頭領) より導出した VEP 成分と、より (後頭) より導出した VEP 成分とでは、継時的に呈示される課題刺激に対する変化のしかたが異なることが明らかになってきた。

上にあげた課題解決過程における VEP 研究の成果は、その多くを P300 成分に負っている。すなわち、課題解決過程では、解決時点に、刺激の意味にかかわって P300 成分の増大が生じ、そのありかたは、記憶の再認過程と密接にかかわっている。

P300 成分については、Donchin らのグループが、これまでに行なってきた実験によって刺激の情報処理における一定の役割が明らかになってきた (review: Pritchard 1980)。Donchin らの見解によれば、P300 成分は刺激評価処理に関連しており、その潜時は評価時間、またその振幅は評価にかかわる文脈の改訂処理量を反映する。

前項等でとりあげた、課題解決過程における P300 成分のふるまいは、いずれも Donchin らの見解に合致するといえる。

P300 成分は、刺激モダリティに対して非特異的にふるまう。したがって、P300 成分は感覚・知覚レベルよりも高次の中枢過程を反映している。しかし、視覚系を適応系のひとつとしてみる時、知覚系のレベルでの分析が必要である。前項等でとりあげた VEP 研究では、頭蓋のより前方から導出した VEP 成分と、より後方から導出した VEP 成分とはふるまひかたにちがいが

あった。神経心理的知見によれば頭蓋のより後方には、視覚系の機能を担う領野が存在している。頭蓋のより後方から導出した VEP 成分は、視覚系の機能をより密接に反映するであろう。しかし、前項等でとりあげた実験においては、それらの成分のふるまいについては十分に明らかになっていない。また序論で述べたように、課題解決過程においては、解決時点のみならず、解決に至るまでの過程が重要である。しかし、その過程も明らかになったとはいえない。

ひとつの例外は Thatcher (1977) の実験である。Thatcher は比較されるべき 2 つの課題刺激の間に、課題とは関連しない無意味刺激を挿入して課題遂行中の脳内状態の変化をとらえようとした。その結果、頭蓋のより後方から導出した VEP 成分は、前方から導出した VEP 成分よりもパタン変化に対する感受性が高かった。また、それらの変化は、課題解決前にも生じた。

Thatcher (1977) の実験は、課題刺激群の間に非課題刺激群を挿入することにより、課題遂行中の脳内状態の変化をとらえようとした。この方法は、課題刺激呈示前後の脳内状態の変化をとらえるのには適している。しかし、課題刺激から情報が取り入れられた後の脳内状態の変化は、むしろ課題刺激と同一の刺激をくり返し呈示した方がより適切にとらえられると考える。同一刺激がくり返し呈示される時、慣れが生ずるが、この慣れのありかたは、その刺激に対する生体のかわりかたを反映する。

同一刺激のくり返し呈示法にかかわる検討は、本論の実験を扱う際に行なう。ここでは本論の実験を検討する前に、視覚系の活動をより密接に反映しうる後頭領導出の VEP 成分に焦点をあてて検討を加えておきたい。

第2節 後頭領より導出した視覚誘発電位 (VEP) の後期成分の心理学的特性

第1項 従来の研究の分類

後頭領導出の VEP の後期成分は、視覚的注意とかわりが深いことが、VEP 研究の当初から注目されていた。

初期に行なわれた Haider らのグループ (1964, 1965) の研究、Harter らのグループ (Eason ら, 1969) の研究では、視覚的注意は、一般的覚醒性を含めたかたちで論議された。そのため、視覚的注意を選択的注意として扱う際には、その一般性が問題となった。Näätänen ら (1975) の指摘により、それ以後の研究ではより適切な刺激呈示方法がとられるようになった (Donchin と Cohen, 1967; Harter と Salmon, 1972)。

後頭領導出の VEP 成分の研究では Harter らのグループが、注意時の VEP から非注意時の VEP を差し引き、その差波形を検討する方法をとり続けてきた。この方法は、Näätänen らや Hillyard らが聴覚モダリティで用いた方法と原理的に同一のものである。Harter ら (1978, 1980) は、この方法によって、視覚系における選択性の問題にアプローチした。

後頭領導出の VEP 成分に注目した時、これらの成分は、後頭領以外の部位から導出された VEP 成分と発生源が同一なのか否かという問題が生じてきた。Lehtonen (1973) や Van Voorhis と Hillyard (1977) は、この問題について検討している。前章で検討したように近年の topographic な手法を用いた研究により、後頭領とそれより前方の領野から導出される成分の発生源は異なるといえる。

第2項 一般覚醒性を含めた視覚的注意と VEP

Haider, Spong と Lindsley (1964) は、視覚的 vigilance 事態での信号検出率の低下は VEP

成分の振幅の低下を伴うことを見出した。彼らは、被験者の眼から 30 cm のところに 10×12 cm の半透明スクリーンを設置し、この上に置いた半透明ガラス製半球を通してフラッシュを呈示した。フラッシュは 3 秒に 1 回の割合であった。信号刺激は、非信号刺激よりも 0.2 log unit だけ暗いフラッシュで、非周期的に時折、非信号系列内に入れられた。VEP は inion の約 2.5 cm 右の位置と、vertex 上に置かれた電極により、双極法で記録された。5 分ごとの周期で、100 個の非信号刺激と、10 個の信号刺激が呈示された。最初のセッションでは、信号の検出率は約 80 % だったが、終りのセッションでは約 50 % に低下した。そして、潜時約 160 msec の陰性成分の振幅 (peak to peak) は、非信号刺激の場合、平均 13 マイクロボルトから 10 マイクロボルトに低下した。これは、vigilance 課題下での、一般的覚醒性の低下と、VEP 成分振幅が関連することを示している。また、検出された信号刺激に対する VEP 成分振幅は、検出されなかった信号刺激に対する VEP 成分振幅よりも大きかった。この検出の有無にかかわる VEP 成分振幅の差は、信号検出率の低下とは独立であった。この実験では、双極法導出により VEP が記録された。したがって基準電極法による VEP とは波形が異なる。またその意味するところは必ずしも同じではない。しかし、この実験は vigilance 課題下での一般的な覚醒性と、信号刺激に焦点をあてた注意のいずれもが、VEP 成分振幅に反映され得ることを示した。

Spong, Haider と Lindsley (1965) は、光に注意している時の後頭領導出の VEP 成分 (特に陰性成分) が、同時に生じている音に注意した時よりも大きくなるという結果を得た。彼らは、光刺激として被験者より 30 cm のところに設置された 10×12 cm の半透明スクリーンに写されるフラッシュを筒を通して呈示した。信号刺激は、非信号刺激よりも 0.2 log unit 暗いフラッシュであった。また音刺激は、ヘッドフォンを介して呈示した。信号刺激は、非信号刺激 (400 マイクロバル) であった。電極は inion の約 2.5 cm 上かつ約 2.5 cm 右の位置、vertex 及び 10—20 法による C₆ と T₄ の間 (temporal) の位置に置かれた。そして左耳朵を基準として VEP が記録された。

条件 1 では、ひとつのモダリティの信号刺激に注意し、他方のモダリティの刺激を無視することが課題だった。非信号刺激は 330 個で、このうち 30 個が信号刺激だった。その結果、光信号刺激に注意している時の後頭領導出 VEP は、音に注意している時よりも大きかった (特に潜時約 160 msec の陰性成分が顕著で、その前後の潜時約 100 及び 200 msec の陽性成分も比較的明瞭)。条件 2 では、各モダリティの刺激を非信号刺激のみとし、セッションの前半でひとつのモダリティの刺激が出るたびにキー押しを行ない、セッション後半では、他方のモダリティで同様にキー押しすることが課題だった。結果は、条件 1 と同様であった。すなわち、光刺激に注意している時の、後頭領導出 VEP は音刺激に注意している時よりも大きかった。しかし振幅値の変動は、条件 1 よりも減少した。条件 3 では、各モダリティの 50 刺激ごとにキー押しをすることが課題だった。この条件では、特定モダリティに注意することの効果はいまなくなった。

これらの実験は、モダリティ間の注意の切り替えに VEP 成分振幅が対応することを示した。

Eason と Harter (1969) は、一般的覚醒性と特定化された VEP に及ぼす影響を検討した。左右の視野に別々に刺激を呈示し、さらに電気ショックを導入して実験を行なった (被験者 6 名)。

視角度 1° のフラッシュが、疑視点の左及び右 20° に呈示された。被験者は両眼視で一側の視野に注意し他側の視野を無視して、刺激が呈示されたらキー上げ反応をした。もし約 300 msec 以内に反応しないと、左足首に電気ショックが与えられた。フラッシュの明るさは、閾値上 1 log

unit だった。各視野の刺激は平均 5 秒に 1 回呈示されたが、左右同時に呈示されることはなかった。左右両視野間の最小刺激間隔は 1 秒だった。左右各視野の刺激呈示スケジュールは別々に統制され、かつランダムだったので、Eason らは、被験者が刺激出現を予測できないと考えた。しかし、フラッシュは、25個を 1 ブロックとして左→右→左→右あるいはその逆の順序で出現するようになっていた。脳波電極はinion の約 2.5 cm 上かつ 2.5 cm 右の位置におかれ、右耳朶を基準として VEP が記録された。

その結果、注意された刺激（関連刺激）に対する VEP 振幅は、注意されなかった刺激に対する VEP よりも増大した。また、shock が付加されない場合よりも VEP は増大した。VEP には、潜時 120~130 msec の陰性成分、潜時 160~170 msec の陽性成分、潜時 200~220 msec の陰性成分がみられた（関連刺激に対して明瞭で、非関連刺激に対しては不明瞭だった）。

反応時間測定を行なわないセッションを追加したが、その結果、関連刺激に対する VEP は、非関連刺激に対する VEP よりも振幅が大きかった。このことから Eason らは課題関連性にかかわる VEP 振幅の差は、一般的覚醒性よりは視覚系に特定化された注意によるものと考えた。また、shock を付加した場合により大きな VEP 成分がみられたことから、VEP には一般的覚醒性も影響すると考えた。そして対象に注意が向けられている時には一般覚醒性が VEP に影響するが、注意は全く向けられていない時には一般覚醒性は VEP に影響しないと考えた。しかし、この考え方は一般覚醒性が高くても novel な刺激が出現して注意が distract されると、VEP 振幅が減少するという Thompson ら (1965) の動物実験の結果と一致しない。だが、Eason らは低覚醒状態の時の novel な刺激の出現は定位反応を高め、高覚醒状態時の novel 刺激の出現は定位反応を弱めると考えるならば attention-arousal 仮説と合致し得ると考えた。

Näätänen (1975) は、Eason ら (1969) の実験において、左右視野への刺激のふり分けが規則的であったために、被験者は刺激出現を予測できたと考えた。そして Eason ら (1969) の実験結果は、特定化された注意 (specific attention) によるものではなく、予測可能性に基く刺激前の分化した準備状態が影響したことを示すものであると考えた。

Van Voorhis と Hillyard (1977) は、Eason ら (1969) の行なった実験を追試し、Näätänen (1975) の批判を検討した（被験者12名）。基本的な実験条件は Eason ら (1969) と同じである。すなわち、疑視点の左右 20° に視角度 1° のフラッシュが呈示された。ひとつの条件では、Eason ら (1969) の実験の追試が行なわれた。さらに Van Voorhis らはあらたに 2 つの条件をつけ加え、刺激の左右のふりわけをランダムにするとともに、刺激の呈示速度を統制した。呈示速度の遅い条件では、刺激間隔が 1~4 秒で、呈示速度のはやい条件では、刺激間隔は 300~600 msec だった。呈示速度のはやい条件では、標的刺激 (70 msec の間隔の 2 つのフラッシュ) が用いられ、この刺激に対してのみ反応することが課題だった。脳波電極は中心領中央 (Cz) と後頭領右側 (O₂) に置かれ、右 mastoid を基準とし、左 mastoid を接地して VEP が記録された。VEP は刺激前 50 msec 間の平均振幅を基準として測定された。測定した VEP 成分は、潜時 65~140 msec の陽性成分 (P 1)、潜時 120~200 msec の陰性成分 (N 1)、潜時 180~240 msec の陽性成分 (P 2)、潜時 320~500 msec の陽性成分 (P 3) であった。

その結果、Eason ら (1969) の結果は、基本的に再確認された。すなわち、刺激の与えられる視野に注意した時の VEP 成分振幅は、反対側視野に刺激が呈示された時の VEP 成分振幅よりも小さかった。また呈示速度がはやいと、VEP の全成分の振幅が減少した。この減少度は Cz

導出の VEP 成分の方が、O₂ 導出 VEP 成分よりも大きく、特に Cz 導出 N1 成分において明瞭だった。しかし、キー押し反応を求めない受動的注意条件を設定すると、呈示速度による VEP 成分振幅の差は、P2 成分でのみ有意だった。

Eason ら (1969) の追試を行なった条件と、左右ランダム呈示でかつ呈示速度の遅い条件とでは、VEP の N1 及び P2 成分振幅に対する注意の効果は同じだった。このことから、Van Voorhis らは Näätänen (1975) の批判はあたらないと考えた。ただし Cz 及び O₂ 導出の P1 成分は、呈示速度の遅い条件では、追試条件ほど、意味効果がみられなかった。これは、P1 のようなかなりはやい成分（潜時 65~140 msec）には、刺激後に生ずる注意効果があらわれるのではなく、刺激前に生じた注意効果があらわれうることを示している。Van Voorhis らは、Eason ら (1969) の実験を追試した条件において彼らの実験結果にみられたような O₂ 導出 N1 成分に対する明瞭な注意効果を認めなかった。しかし O₂ 導出の P2 成分は、注意により明瞭に増加した。同様の実験条件を設定したにもかかわらず、結果にくい違いを生じたことについては明らかでない。ひとつの可能性は、Eason ら (1969) の実験では、電気ショックを用いたセッションが付加されていたことが N1 成分を顕著に増加させたというものである。Van Voorhis らの実験において、呈示速度のおそい条件での O₂ 導出の P2 成分への注意効果は、追試条件での同成分への注意効果よりも小さかった。このことからみると、後頭領導出 VEP の P2 成分は、予期不能性を微妙なレベルであるが、反映するとみることができる。

一方中心領 (Cz) 導出 VEP の P1 及び N1 成分の潜時は、後頭領 (O₂) 導出 VEP 同成分潜時よりもはやかった。また呈示速度がはやい場合の、遅い場合に対する振幅減少度は、Cz 導出 N1 成分の方が顕著だった。これらの結果は、中心領導出 VEP 成分と、後頭領導出 VEP 成分は発生源が異なることを示唆している。

後頭領導出 VEP 成分は、視覚系に特定化された注意効果を反映するといえる。それでは中心領導出 VEP 成分の反映する注意効果とはどのようなものか。

Hillyard ら (1973) は、中心領導出 N1 成分が、選択的注意の stimulus set モードの一般的な生理学的示標であると考えた。Van Voorhis らは、聴覚系に特定化された注意効果が中心領導出の誘発電位 (N1 成分) に反映されるのは、呈示速度がはやい時のみである (Schwent et al, 1976a, 1976b) のに対して、Van Voorhis らの実験における視覚系における注意効果は、呈示速度が遅い場合にも中心領導出の VEP の N1 成分にあらわれることを指摘した。そして、中心領導出の N1 成分は、感覚様相に非特定の選択的処理を反映するとしつつも、聴覚誘発電位における中心領導出 N1 成分と、視覚誘発電位における中心領導出 N1 成分とは、それらが反映する注意メカニズムが異なるという可能性を指摘した。

Lehtonen (1973) は、後頭領導出の VEP 成分と、vertex 導出の VEP 成分が同一成分であるか否かを検討する実験を行なった。

刺激は、被験者の目から 40 cm のところにおかれた Xenon tube で、その半透明パネルにおおいをかけて、13°×7° の四角形にしたものである。持続時間は 100 μ sec 以下、刺激の明るさは 18000 lux だった (実験室内は 50~80 lux)。第1セッションは刺激間隔を統制する実験だった。被験者 (13名) は、人工瞳孔を使用し、光源の上端中央を見るよう指示された。刺激間隔は 6 秒, 3 秒, 1.2 秒, 0.5 秒の 4 種類で、100 刺激を 1 セットとし、1 セット内ではランダムに呈示された。第2セッション (被験者 17 名) では、刺激を統制した。Xenon tube を白紙でお

おい、四角形の輪郭を消失させるか、あるいは半透明半球（半径 40 cm, 明るさは 0.6 log unit 暗くなる）でおおい、輪郭を消失させた。このセッションでは刺激間隔は 0.2 秒に固定された。脳波電極は、後頭領右側 (O₂) 及び中心領右側 (C₄) で、胸部を基準として VEP が記録された。VEP 成分振幅の測定は、peak to peak で行なわれた。測定した成分は、後頭領導出 VEP 成分では潜時 35~50 msec の陰性成分 (N1), 潜時 50~70 msec の陽性成分 (P1), 潜時 70~110 msec の陰性成分 (N2), 潜時 90~120 msec の陽性成分 (P2), 潜時 120~175 msec の陰性成分 (N3), 潜時 170~260 msec の陽性成分 (P3) で、このうち N2, P2, P3 の各成分がより大きかった（特に P3）。vertex 導出 VEP 成分では、潜時 110~170 msec の陰性成分と、潜時 160~260 msec の陽性成分のみを測定した。

その結果、第1セッションでは、後頭領導出の N3 及び P3 成分が、刺激間隔が 3 秒の時に最大で、刺激間隔が 0.5 秒の時には全成分の振幅が低下した。しかし vertex 導出の VEP 成分は、刺激間隔の減少とともに、振幅値が減少した。また、第2セッションでは、後頭領導出の N3 成分が、輪郭線の消失で減少した。vertex 導出の陰性、陽性成分は、輪郭線がない場合の方がより大きかった。

これらの結果は、後頭領導出の VEP 成分と Vertex 導出の VEP 成分のふるまいかたが、刺激間隔や刺激特性により異なることを示している。これは、それぞれの VEP 成分の神経生理学的起源が異なることを示唆している。Lehtonen は、後頭領導出の VEP 成分が視覚皮質の機能を反映するのに対して、vertex 導出の VEP 成分は、様相に非特定のだが、刺激特定の機能を反映すると考えた。

中心領導出の VEP 成分については、後に改めて考察する。ここではさらに後頭領導出 VEP 成分について検討を加える。

第3項 選択的注意と VEP

Donchin と Cohen (1967) は、図か地のいずれかに注意することにより、それに対応したかたちで後頭領導出の VEP（特に陽性成分）振幅が増大することを見出した（被験者22名）。

刺激は 3 次元タキストスコープで呈示された。ひとつの条件は、持続的に呈示されている Necker cube (India ink で白紙に書かれたもの、白部分は 4 mL) に三角形を重ねて呈示 (50 msec 持続, 40 mL) するものであった。課題は 2 つあり、ひとつは 50 msec 間呈示される三角形を無視して Necker cube の反転に注意する条件 (RC 条件) であった。もうひとつは、Necker cube を無視し、50 msec 間呈示される三角形に注意する条件 (FC 条件) であった。三角形は 2~3 秒間隔でランダムに 100 回呈示された。被験者は、Necker cube の反転、あるいは三角形の呈示 10 回ごとに 1 回キー押しを要求された。脳波電極は、inion の約 2.5 cm 上かつ約 2.5 cm 右の位置で、両耳朶を結合して基準として用いた。その結果、Necker cube の反転に注意する条件では、三角形に対する VEP 振幅は、三角形に注意する条件での三角形に対する VEP 振幅よりも小さかった。

次の刺激条件では、Necker cube を、円と四角に置き換えて呈示した。この円と四角は 3~4 秒間隔で交代して呈示された。そして三角形がそれらに重ねられるかたちで、2~3 秒間隔で 100 回呈示された。結果は Necker cube の場合と同様であった。すなわち、円と四角の交代に注意する条件では、三角形に対する VEP 振幅は、三角形に注意する条件での三角形に対する VEP 振幅よりも小さかった。

最後の条件では、同心円（暗い背景に輝線）と星形が3～4秒間隔で交代し、それらに四角形が重なるかたちで呈示された。この条件でも結果は、前ふたつの条件と同様であった。すなわち、同心円と星形の交代に注意する条件では、四角形に対する VEP 振幅は、四角形に注意する条件での四角形に対する VEP 振幅よりも小さかった。

VEP 振幅は、480 msec の分析区間の 80 point (6 msec/point) を raw data として、統計分析（弁別分析）が行なわれた。その結果、刺激後 330 msec, 144 msec, 48 msec, 288 msec, 136 msec の各点をあわせると、RC 条件における VEP の 93%, FC 条件における VEP の 70% を弁別した。特に刺激後 330 msec における data は、それだけで、RC 条件における -REP の 78% を弁別した。刺激後 250—300 msec にわたる後期陽性成分が最大の差をもたらしているといえる。

これら3つの条件では、50 msec 間呈示される図形に注意する条件と、その背景図形の変動に注意する条件の間には、一般覚醒水準の差はなかったといえる。刺激間間隔が一定の範囲内ではあるが、ランダムに変動したからである。また、刺激の呈示されたモダリティは視覚のみであり、Hernández-peón (1956) らの主張する末梢 gate 説もあてはまらない。この実験の結果について、Donchin らは、特に刺激後 250—300 msec に生ずる後頭領導出の後期成分振幅は、被験者の課された仕事により定義される刺激の significance の関数であると主張した。

第4項 Harter らの研究

Harter と Salmon (1972) は、規則的に呈示される2種類の刺激のうち、一方に注意させることにより、それに対応して後頭領導出の VEP（主に陰性成分）振幅が増大することを見出した（被験者4名）。

刺激は、1条件に2種類あり、4条件で計8種類ある（問題Ⅰ：赤及び青、問題Ⅱ：水平棒及び垂直棒、問題Ⅲ：青及び十字形、問題Ⅳ：円及び四角形）。これらの刺激は 0.97 あるいは 1.92 Hz でランダムに呈示された（持続時間は 40 msec）。問題Ⅱの刺激を除き、いずれの刺激も同一網膜部位を刺激した。刺激は周囲の明るさが 0.65 mL のところにおかれた 0.1 mL の明るさの円形（2.46°）スクリーン上に写された。刺激の明るさは閾値上 2.6—3.0 log unit で持続時間は 40 msec であった。被験者の課題は2種類の刺激のうち指定された刺激を数え、30個ごとにキーを押すかあるいは毎刺激キー押しをすること（350 msec 以内に押す。もしできなければ失敗したことを被験者に知らせる）だった。脳波電極は、inion 上約 2.5 cm かつ約 2.5 cm 右の位置に置かれ、右耳が基準として用いられた。刺激加算回数は64回である。注意条件における VEP から非注意条件における VEP を差し引いた波形を作り、この波形について検討した。

その結果、注意により刺激後約 220—250 msec に peak をもつ陰性成分（N 235）と、刺激後 290—340 msec に peak をもつ陽性成分（P 315）が増大することが認められた。注意効果は、色彩刺激を含む問題Ⅰ及びⅢで最大だった。刺激の呈示速度（0.97 あるいは 1.92 Hz）間の差及び反応条件（計数あるいは毎回キー押し）間の差は、いずれも有意ではなかった。

この実験では、覚醒水準、期待、視覚的定位はいずれも統制されていた。したがって、行動的反応（計数あるいはキー押し）で定義されたところの選択的注意が、VEP 振幅に影響を及ぼしたといえる。Harter らは、差波形において N 235 を生ぜしめた原波形の、刺激後 150—200 msec の潜時帯の VEP は、求心性インパルスの分化的符号化を含む段階を反映し、200 msec 以降の潜時帯の VEP は、刺激に対する認知的機能を反映すると考えた。特に求心性インパルスの

符号化段階は、遠心性インパルスによる、末梢性 gate 機能を含むと考えた。

Harter と Previc (1978) は、種々のチェッカーサイズのうち、特定の大きさに注意させた時の後頭領導出の VEP (陰性成分) 振幅が増大することを見出した (被験者 6 名)。

右眼の単眼視で、53 cm のところにある刺激をみせた。刺激は長さ 10° 高さ 8° で、視野下側に置かれた。チェッカーサイズは、9, 12, 18, 24, 35, 48, 95 分の 7 種類だった。さらに diffuse flash も用いた。刺激持続時間は 10 μ sec で、明るさは 0.5 mL, 閾値上 2.8 log unit だった。555—930 msec に 1 回の割合で上記 8 種類の刺激がランダムに呈示された。脳波電極はinion の 2.5 cm 上の位置に置かれ、右耳朶を基準として VEP を記録した。分析区間は 400 msec 間 (6.25 msec/point) だった。関連刺激は最低 32 回呈示した。課題は関連刺激の計数あるいは、関連刺激に対するキー押し (マイクロスイッチより人さし指をあげることにより反応) であった。被験者には練習によって、どの刺激に注意するかを教示し、false alarm 時には click で間違いを知らせた。反応に際しては、30% 以上の miss, 25% 以上の false alarm が生じないように基準を厳しくした。これにより、課題関連性の効果をあげるようにした。

Harter らは、通常の、VEP の peak を基準にした振幅値測定法は適切でないと考える。注意の転換、刺激の転換で VEP の peak の有無、極性に変動が生ずることがあるからである。そのため Harter らは注意時の VEP から非注意時の VEP を差し引き、差波形を作りこれを測定する方法をとった (原波形は被験者間に大きな差があったにもかかわらず、差波形は被験者間に大きな差はなかった)。

その結果、刺激後 100—150 msec から始まり、240—280 msec に peak をもつ陰性成分 (N 120—260 Δ a) と、260—400 msec に peak をもつ陽性成分 (P 380 Δ a) が明瞭な成分としてあらわれた。そのため、この差波形の刺激後 160—180 msec, 240—260 msec, 380 msec の 3 ケ所における振幅を、刺激後 50 msec 間の平均を base line として測定した。さらにチェッカーサイズの変化、diffuse flash からチェッカーへの変化に伴って生じうることが知られている刺激後 100—120 msec の陽性成分 (P 200 Δ p) を付加的に測定した。チェッカーサイズの効果は、100 msec と 260 msec における測定値に最もよくあらわれた。注意の効果は 160 msec と 200 msec における測定値に最もよくあらわれた。さらに、特定化されたチェッカーサイズに対する注意の効果は 260 msec における測定値に最もよくあらわれた。100 msec における測定値は、チェッカーサイズの大きさが 35 分になるまで増加したが、注意の有無にかかわる効果はみられなかった。このことは、刺激後約 100 msec までの成分は、刺激の物理的特徴に対する感受性が強く、生体側の変数 (注意) の影響が小さいことを示している。また、刺激後約 150—300 msec に生ずる成分は、刺激側の変数と、生体側の変数の相互的な作用を反映することを示している。この相互作用は刺激後約 380 msec に生じた陽性成分にも反映されたが、その程度は刺激後 300 msec までに生じた成分ほど大きくなかった。特定のチェッカーサイズに向けられた注意がどの範囲のチェッカーサイズまで有効であり得るかという、チェッカーサイズ同調機能のバンド幅を測定すると、刺激後約 260 msec における測定値においてバンド幅が最小になった。一方、diffuse flash, チェッカーサイズが 12 分及び 35 分の刺激に対する反応時間 (中央値) は、それぞれ 315, 326, 328 msec であった。そして反応時間のチェッカーサイズ同調機能のバンド幅を算出すると、VEP 振幅値をもとに算出したバンド幅のうち、刺激後 260 msec における測定値の場合と最も似ていた。しかし、このバンド幅は最も狭い場合でも、チェッカーサイズの隣接する大きさを弁別するには広すぎる。したがって、Harter らはこの実験における VEP (特に潜時の遅

い成分)測定は、弁別機能よりはむしろ注意機能を明らかにしたと考える。また、刺激後100 msec後に既にチェッカーサイズの大きさの影響があらわれることは、選択的注意が生ずる前に、物理的特徴に関する弁別が行なわれることを示している。選択的注意機能は、この刺激の基本的特徴の弁別に基いて開始されるのであろう。さらに差波形から得られたこれらの結果を、Harterらは視覚情報処理の離散的段階よりはむしろ皮質が情報を受けとってから反応が表出されるまでの、情報処理の漸進的な進行を反映すると考えた。

HarterとGuido(1980)は、刺激の構造的な方向性にかかわる選択過程の各々が、後頭領導出のVEP成分振幅に反映されることを見出した(被験者6名)。

刺激はhaploscope(両眼視)で呈示した。被験者は、 $8^{\circ} \times 10^{\circ}$ の拡散視野(3.7 mL)の中心に置かれた凝視点をみた。誘発刺激は直径 4° の円で、その中に9分の黒白の垂直gratingあるいは水平のgratingを含んでいた。そして、diffuse flashを含め3種類の刺激を用いた。刺激の明るさは背景スクリーンよりも1.6 log unit 明かった。刺激の持続時間は $10 \mu \text{ sec}$ で、720—1180 msecに1回の割合で呈示した。課題は刺激ブロック呈示前に指示された関連刺激に注意し、キー押しをすることであった。刺激後375 msecまでの反応のみをとり、それより遅い反応に対しては、clickで被験者にその旨を知らせた。そして74%以上のhit, 25%以下のfalse alarmになるまで実験をくり返した。脳波電極は、国際10—20法による O_z , C_z , F_z に配置し、右耳朵を基準としてVEPを記録した。加算回数は64回だった。VEP測定は、刺激後400 msecまでを50 msecごとに区切り、その平均振幅を測定した(base lineは、最初の50 msec区間の平均値)。

その結果、125 msec, 225 msec, 325 msec, 375 msec(いずれも区間中央値)の各区間で注意効果が有意であった。diffuseかgratingかに関する効果は、125 msec, 225 msec区間において最大だった。 O_z 導出のVEP波形は、grating刺激間では似ていたが、grating刺激とdiffuse刺激間では異なっていた。diffuse刺激からgrating刺激に変わった時、すなわち輪郭が導入され時、 O_z 導出のVEPの刺激後125 msec(陰性成分)と230 msec(陽性成分)の各成分にその変化があらわれた。さらに225 msec区間では、gratingの方向が平均振幅値に対して影響を及ぼした。dataを簡単化するため、(1)呈示された刺激がgratingで、それが関連刺激であった時には、gratingの方法にかかわらずdataを合算 (2)gratingが関連刺激だが、呈示されたgrating刺激とは方向が異なる場合を合算 (3)呈示刺激がgratingで、関連刺激がdiffuse flashの場合を合算した。さらにgrating刺激が関連刺激であった時のVEPから同じgrating刺激が非関連刺激であった時(すなわちdiffuse flashが関連刺激であった時)のVEPを差し引いて差波形を作り出した。すなわちこの差波形は、注意効果を抜き出した波形といえる。関連刺激が同じであった場合には、差波形における O_z 導出のVEP成分うち、刺激後150 msecから生じはじめ235 msecにpeakをもち、280 msecで終る陰性成分(N 235 a)が増加した。 C_z 導出のVEPでは、刺激後250 msecまでには、課題関連性の効果はみられなかったが、 F_z 導出のN 235 aのうち、潜時が150—250 msecのよりはよい部分(N 200 ac)は、gratingの方向に関係なく、輪郭の存在する場合に増大した。またN 235 aのより遅い潜時範囲(180—300 msec)の部分(N 250 af)は、gratingの方向が同じ時に、方向が違う場合よりも振幅が大きかった。すなわちHarterらはN 200 acは、輪郭線にかかわる情報処理を反映し、N 250 afは、方向性にかかわる情報処理を反映すると考えた。Harterらは、これらの結果を刺激の階層的処理が、時間的に重なり合うかたちで徐々に進行することを反映する、と考えた。

C₂ 及び F₂ 導出の N 260 a は、刺激後 250—300 msec に生じ、関連刺激及び呈示刺激に輪郭がみられた時にのみ増加し、方向性は関係しなかった。後頭領導出の VEP の陰性成分が、視覚系に特定の刺激処理を反映するのに対して、前頭・中心領導出の VEP の陰性成分は、刺激の詳細な構造には関係しない非特定の、課題関連性にかかわる処理を反映する。

第5項 Simson らの研究

Simson ら (1976) は、P 300 成分に先行して生ずるより初期の成分について検討する実験を行なった。感覚入力と結びついた P 300 成分は、それに先行する成分をおおい隠してしまう。そのため、時々刺激が出現しなくなる実験事態を設定し、刺激消失の際に生じた電位 (emittedあるいは missing stimulus potentials: MSP) について検討を試みた。

刺激は、視角度 5° の白円内に垂直方向におかれた黒い四角形で、うす暗い 11°×11° の視野の中心に呈示された。タキストスコープによる右眼視呈示で、刺激持続時間は 10 msec, 1 秒に 1 回の割合で呈示された。そしてランダムに、平均20回に 1 回の割合で刺激呈示が省略された。被験者 (8 名) は、刺激が消失した場合にはその次の刺激呈示後に知らせるよう要求された。刺激消失は 1 run 200 刺激中に約10回生じた。

脳波電極は、正中線に沿って等間隔に 6 個、左半球側に 7 個配置された。そして鼻先を基準として VEP を記録した。

その結果、平均潜時 80 msec の陽性成分 (P 1), 平均潜時 151 msec の陰性成分 (N1), 平均潜時 235 msec の陽性成分 (P 2) が後頭領中央導出の VEP において認められた。また、側頭領に近い電極位置より導出された VEP では、平均潜時 105 msec の陽性成分と平均潜時 105 msec の陽性成分と平均潜時 311 msec の陽性成分も認められた。頭蓋の前方から導出した VEP と後方から導出した VEP の波形は異なっていたが、P 2 潜時 (214 msec) は似ていた。

刺激 on 後 50 msec 間の平均値をベースラインとし、各ピークの最大振幅100%として等電位図を作成した。実際に出現した刺激に対する VEP の等電位図をみると、P 1—N 1 のふれは、後頭極で最大で、高振幅値は後頭領に局限している。また P 2 は、P 1—N 1 よりも前方で最大となっている。

刺激消失の際に生じた電位 (MSP) は、平均潜時 275 msec の陰性成分と、平均潜時 565 msec の陽性成分とからなっていた。MSP の等電位図によれば、陰性成分は後頭領付近で最大振幅値を有していた。そしてこの分布は VEP の P 2 成分の分布と似ていた。MSP の陽性成分の等電位分布は、視覚、聴覚間で似ており、側頭領付近で最大振幅値を有していた。

VEP の P 2 成分と MSP の陰性成分の等電位分布が類似していたことは、これらの頭蓋内発生源が似ていることを示唆している。Simson らは 18—19 野をその発生源と推定している。またそれらの振幅値の比較から、VEP の P 2 成分の方がより中央よりの発生源をもっと推定した。

刺激消失の際に生ずる電位 (MSP) については、Simson らは、刺激呈示間隔に同期して生ずる内部表象により活性化される予期的事象であり、刺激が出現しなかった場合にのみ発達する性質をもつと仮定した。

Simson ら (1977) は、Simson ら (1976) に引き続き、信号刺激に対する VEP から非信号に対する VEP を差し引いて生じた差波形の等電位分布を検討した。刺激は、視角度 5° の白円内に生ずる垂直 (信号) 方向あるいは水平 (非信号) 方向の黒棒で、うす暗い 11°×11° の視野

内に呈示された。刺激持続時間は 10 msec, 刺激間隔は 500 msec だった。平均10個に1個の割合で非信号刺激が信号刺激と置き換えられ、被験者(8名)にはその次の刺激呈示後に報告を求めた。なお刺激観察は右眼で行なった。

脳波電極は、Simson ら (1976) と同様で、正中線上に6個、左半球側に7個配置し、鼻先を基準として VEP を記録した。

信号刺激 VEP と非信号刺激 VEP には、後頭領中央導出 VEP において平均潜時約 100 msec の陽性成分 (P1), 平均潜時 165 msec の陰性成分 (N1), 平均潜時 130—245 msec の陽性成分 (P2), 平均潜時 375—465 msec の陽性成分が認められた。

一方、信号刺激 VEP から非信号刺激 VEP を差し引いた波形(差波形)は、刺激後約 170 msec よりはじまり、潜時約 310 msec にピークを有する陰性成分と、潜時約 470 msec にピークを有する陽性成分からなっている。このうち陰性成分の等電位分布をみると、頭頂—後頭部に限局しており、信号及び非信号に刺激に対する VEP の N1 成分の分布と似ていた。また陽性成分は広く頭頂部に分布し、VEP の P300 成分の分布に似ていた。

信号刺激に対する VEP の P2 成分は、非信号刺激に対する VEP の同成分よりも振幅が小さかった。これは差波形にあらわれた陰性成分の重量により小さくなったとも考えられる。しかし Simson らは、P2 成分のピーク潜時と差波形の陰性成分のピーク潜時が異なることから、重量の可能性は少ないと考えた。

前頭領導出の差波形の陰性成分は、他の部位から導出された差波形の陰性成分よりも、その開始潜時、ピーク潜時のいずれにおいても遅くなる傾向があった。また、差波形の陰性成分には前頭領の脳活動は関与していないようにみえたが、Simson ら (1976) の刺激消失の際に生じた電位の陰性成分には前頭領の活動が関与していた。

VEP の P2 成分は、Simson ら (1976) の刺激消失課題よりも、Simson ら (1977) の vigilance 課題で、より後方に分布する傾向があった。

Simson らは差波形の陰性成分は、VEP の N1 及び P2 成分の発生源と重なる二次領野において発生すると考えた。そして、ひとつの感覚様相内での刺激弁別メカニズムの操作を反映するものと考えた。さらに VEP の P2 成分と差波形の陰性成分は同時に生じ、同様の領域から導出されるので、感覚入力処理に必須の神経メカニズムを含むと考えた。

Ritter ら (1982) は、同一刺激に対する知覚困難度と分類困難度を操作する実験を行なった。その結果それらの困難度の差に応じた誘発電位の差波形から、知覚困難度のみに影響される陰性成分 (N_A) と、知覚困難度と分類困難度の両方に影響される陰性成分 (N2) を見出した。

刺激はビデオモニターに2.75秒に1回出現する数字又はアルファベットで、明灰色の背景に黒色の図として呈示された。刺激持続時間は 75~125 msec のうち、被験者(11名)が90%以上の正答を保てる時間を設定した。

課題は3種類あった。課題Aではアルファベット(80%)と数字(20%)が1試行に1字呈示され、被験者は刺激に応じた左あるいは右人さし指をキーから離すことにより分類反応をした。課題Bでは被験者は刺激呈示前に示された4字のアルファベットを記憶しておき、その後呈示される1字のアルファベットが記憶した文字セット中にある(20%)か否(80%)かを反応した。もうひとつの課題では全試行にアルファベット F が呈示され、被験者は文字出現とともにキーより指を離す反応をした(単純反応課題)。各課題の半分の試行では、4行3列の小さな黒い×印

が刺激に重ね合わされた (mask 条件)。

脳波電極は中心領中央 (C_z), 頭頂領中央 (P_z), 後側頭領左側 (T_5), 左側乳様突起に配置し, 鼻先を基準として脳波を記録した。単純反応課題における誘発電位では潜時約 115 msec の陽性成分と潜時約 175 msec の陰性成分が見出された。これら 2 成分の潜時は, mask 条件の導入及び課題の変化に対して変動しなかった。

分類課題 (A 及び B) における 80% 出現率の刺激に対する誘発電位から単純反応課題における 100% 出現率の刺激に対する誘発電位を差し引いて得られた差波形には, 潜時約 230~250 msec の陰性成分 (N_A) が見い出された。また分類課題 (A 及び B) における 20% 出現率の刺激に対する誘発電位から 80% 出現率の刺激に対する誘発電位を差し引いて得られた差波形には, 潜時約 300~400 msec の陰性成分 (N_2) が見い出された。

N_A 成分の発達開始潜時には, 課題間で有意差は生じなかった。他方 N_A 成分のピーク潜時には, mask 条件の導入により約 70 msec の遅れが生じる。しかし課題間の有意差は生じなかった。 N_2 成分のピーク潜時は, 課題 A よりも課題 B の場合の方が大きかった。そしていずれの課題においても, mask 条件は 80~100 msec の遅れを生じさせた。

N_A 成分は mask 条件の有無, すなわち知覚困難度のみに影響され, 分類困難度の影響を受けにくい。したがって N_A 成分はパタン再認過程を反映する成分と推定される。他方 N_2 成分は, 知覚困難度と分類困難度のいずれにも影響を受けた。Ritter らは, N_2 成分は N_A 成分の反映する処理過程に引き続いて生ずる処理過程を反映しており, N_A 成分過程に遅れが生ずるとそれに対応して N_2 成分過程が遅れると想定した。また N_2 成分ピーク潜時は, 反応時間と正の相関を有していた。したがって N_2 成分過程は N_A 成分過程の処理結果に基いて生ずる処理過程であり, 再認されたパタンに基いて反応のための分類を行なう過程を反映すると推定される。

Ritter ら (1983) は, N_A 成分及び N_2 成分の物理的弁別課題と意味的弁別課題におけるふるまいかたの差異を検討した。

刺激は, 被験者 (12名) から 65 cm のところに置かれたビデオモニターにより呈示された。このモニターには 29 cm×18 cm のスクリーンがかけられており, その中央に実験中点灯する凝視点がつけられていた。刺激は視角度 2° , 平均輝度 0.12 ft カンデラ, 持続時間 100 msec の, 黒地に白の括弧は 2 種類 (〕と)), 単語は 2~6 文字 (平均 4 文字) で構成される人名 (男と女) 及び生物名 (動物と非動物) だった。

脳波電極は中心領中央 (C_z), 頭頂領中央 (P_z), 後頭領中央 (O_z), 後側頭領左側 (T_5), 後側頭領右側 (T_6), 後頭領中央と後側頭領左側との中間点 (L), 及び後頭領中央と後側頭領右側との中間点 (R) に配置し, 鼻先を基準として脳波を記録した。

刺激には 3 つのクラス (物理的刺激 2, 意味的刺激 1) があり, さらに各クラスにふたつのレベルがあった。クラス 1 では, 括弧 2 回 ([]) 又は (<>) が, クラス 2 では括弧 4 個 ([][]] 又は > > > >) が呈示された。このとき, 各試行において同一刺激が出現する条件 (単純反応条件) と全試行中 80% は単純反応条件における刺激と同一のものが出現するが他の 20% は括弧の向きが異なる ([]) [あるいは] <, と [] []] あるいは < > > > >) 条件があった。またクラス 3 では単純反応条件ではひとつの単語 (DOUG あるいは WINE) が呈示された。また 80%—20% 呈示条件では, 男子名あるいは非動物名が 80%, 女子名あるいは動物名が 20% 呈示された。各刺激クラスの 80%—20% 呈示条件では, 左あるいは右人さし指をキーから離すことによる分類反応が課された。さらにクラス 2 及びクラス 3 では, 80%—20% の出現率のもとで分類反応を行わず, 刺激出現

に対する単純反応を行なう課題も設定された。

全ての課題における単純反応条件における誘発電位において潜時約 100 msec の陽性成分 (P1), 潜時約 180 msec の陰性成分 (N1), 潜時 240~300 msec の陽性成分 (P2) が認められた。P2 成分は、頭頂領中央で最大振幅値を有し、その潜時は刺激の複雑さ (クラス 1 で小さく、クラス 3 で大きい) に対応して変動した。P1 及び N1 成分は側方部位 (T_5 , T_6 , L 及び R) において振幅値が大きく、中心領及び頭頂領では小さかった。また刺激クラス間での潜時変動は小さかった。

80%—20% 呈示条件では、80% 出現刺激に対する誘発電位において N1 成分は単純反応条件 (100% 呈示) における誘発電位の N1 成分よりも振幅値が大きく、P2 成分は小さかった。また 20% 出現刺激に対する誘発電位における N1 成分は、単純反応条件よりも振幅値が大きかつより中心領よりの頭皮上分布を示した。P2 成分は単純反応条件における P2 成分よりも振幅値が小さく、さらに 80% 出現刺激に対する P2 成分よりも振幅値が小さかった。これら N1 及び P2 成分の陰性偏移は、単純反応条件よりも 80%—20% 呈示条件において、より長く陰性変動の生じたことを示している。そして P2 成分が、陰性変動の影響をより強く受けやすい。

80% 出現刺激に対する誘発電位から 100% 出現刺激に対する誘発電位を差し引いて得られた差波形には、 N_A 成分が見い出された。 N_A 成分の発達開始潜時は約 130 msec (刺激クラス 1) ~ 約 170 msec (刺激クラス 3), また N_A 成分のピーク潜時は約 230 msec (刺激クラス 1) ~ 300 msec (刺激クラス 3) だった。 N_A 成分振幅値は、80% 出現刺激と 20% 出現刺激の間で有意差をもたなかった。そして刺激クラス間で振幅値の有意差は生じなかった。 N_A 成分の頭皮上分布は、側方部位 (T_5 , T_6 , L 及び R) で最大で中心領及び頭頂領にも及んでいた。したがって中心領と頭頂領に分布しない N1 成分とは発生源が異なると推定される。また単純反応条件における 80% 出現刺激に対応する誘発電位から 100% 出現刺激に対する誘発電位を引いて得られた差波形では、 N_A 成分は刺激クラス 3 の両方に生じた。

20% 出現刺激に対する誘発電位から 80% 出現刺激に対する誘発電位を差し引いて得られた差波形には、 N_2 成分が見い出された。 N_2 成分の発達開始潜時は約 180 msec (刺激クラス 1) ~ 約 290 msec (刺激クラス 3), また N_2 成分のピーク潜時は約 250 msec (刺激クラス 1) ~ 約 380 msec (刺激クラス 3) だった。 N_2 成分の頭皮上分布は物理的弁別 (刺激クラス 1 及び 2) と意味的弁別 (刺激クラス 3) で異なっていた。 N_2 成分は常に側方部位 (T_5 , T_6 , L 及び R) で最大振幅値を有していたが、意味的弁別では物理的弁別よりも中心領寄りになっていた。単純反応条件における 20% 出現刺激に対する誘発電位から 80% 出現刺激に対する誘発電位を引いて得られた差波形では、物理的弁別に対応する N_2 成分は生じたが、意味的弁別に対応する N_2 成分は生じなかった。

N_2 成分の発達開始潜時は、刺激の複雑さに応じて延びたが、 N_A 成分の発達開始潜時の刺激の複雑さに対する変動は小さかった。また刺激の出現確率にも影響されなかった。これらのことは、 N_A 成分がパタン再認過程を反映することを示す。Ritter らは、 N_A 成分の発達開始潜時は、刺激の強度や位置のような要素にのみ影響され、皮質の刺激入力 of 登録を反映すると推定した。そして N_A 成分は Näätänen (1983) のような処理 negativity のひとつであり得ると考えた。

他方 N_2 成分は、そのピーク潜時が反応時間及び P3 成分のピーク潜時と密接な時間関係をもっていた。すなわち N_2 成分のピーク潜時は、刺激の性質とは直接的に関係しない刺激評価

時間を反映している。また、物理的弁別と意味的弁別で N2 成分の頭皮上分布が異なることは、N2 成分が課題に関連した刺激弁別処理過程を反映することを示している。Ritter らは、N2 成分の反映する神経活動は、反応表出をする否かについてのある反応基準に基いた情報を与えると推定した。

N_A 成分発達開始潜時に続いて N2 成分発達潜時があり、さらにそれに続いて N_A 成分ピーク潜時と N2 成分ピーク潜時が存在した。さらに N_A 成分発達開始潜時以外の潜時は、刺激の複雑さあるいは課題の難易度の影響を受けた。そのとき N_A 成分ピーク潜時の遅れは、N2 成分の開始潜時とピーク潜時にそれに対応した遅れを生じさせた。これらのことから Ritter らは、離散型情報処理過程モデルよりも連続型情報過程モデルが適当であることを主張した。特定情報は、処理基準に達した時に次の段階に送られるのである（非同期型離散段階モデル）。

第6項 慣れと VEP

課題解決過程において類似の刺激を継続的に呈示する時、特に同一刺激をくり返し呈示するような時には、慣れが生ずることを考慮する必要がある。

誘発電位成分は、一般に刺激のくり返し呈示に対しては、振幅値の減少というかたちで慣れ現象を示す (Callaway, 1973)。特に頭蓋のより前方より導出した誘発電位成分は、慣れ現象を明瞭に示す傾向がある。また聴覚性誘発電位についての慣れの研究は多い (Picton, Hillyard と Galambos, 1976) が、視覚誘発電位については少ない。特に後頭領導出の視覚誘発電位、なかでも後期陽性成分の慣れについての研究は少ない。

Megela, Teyler と Hesse (1977) は、刺激をくり返して呈示した後新しい刺激を示し、慣れに伴う VEP 振幅値の汎化効果を調べた。

刺激には言語刺激と非言語刺激があった。言語刺激にはさらに意味が等しいが物理的に似ていない単語の組合せと (例: dog-DOG)、物理的には似ているが意味の異なる単語の組合せ (例: CUT-CUP) があった。非言語刺激には、容易に言語化できない複雑な線画の組合せと幾何的図形の組合せ及び拡散光の組合せ (明/暗) があった。

最初に慣れ刺激としてひとつの刺激が5回くり返して呈示され (刺激位置 1~6)、次に汎化刺激が1回くり返して呈示された (刺激位置 7, 8)。最大15の刺激系列が1ブロックとして呈示され、このうちアーチファクトのない10の刺激系列に対する脳波が加算された。なお、9つの刺激からなる1系列中、刺激位置 1, 4, 6, 7 の4つの位置に対してのみ VEP 加算が行なわれた。刺激持続時間は 800 msec、刺激間間隔は 1600 msec で、試行間間隔は10~12秒だった。刺激の種類別にブロックを作り、呈示順序は被験者間でランダムにして呈示した。ブロック間の休憩は約5分だった。

被験者には刺激呈示方法を教示してあり、刺激の交代する位置を知っていた。また、刺激系列に対する反応は要求されず、刺激中凝視を維持することが求められた。

脳波電極は、前頭領左側 (F₃)、後頭領左側 (O₁) に置かれた。さらに、中心領左側 (C₃) と側頭領左側 (T₃) と頭頂領左側 (P₃) の中間の位置にあたる部位にも置いた。左右両側を結合して基準電極として用いた。

その結果、陰性成分 (N1) と陽性成分 (P2: 平均潜時約 206 msec)、さらに P300 (平均潜時約 338 msec) が認められた。振幅値の測定には、N1-P2 の peak to peak 値、及び P300 のベースラインからのふれを用いた。

拡散光刺激が明→暗あるいは暗→明と変化した時、後頭領導出 VEP の N1—P2 振幅値は慣れ刺激に対して減少し、いずれの汎化刺激に対しても増加を示した。しかし前頭領導出 VEP と中心・側頭・頭頂領導出 VEP の N1—P2 振幅値は慣れ刺激に対する減少を示したが、より明るい汎化刺激に対してのみ増加を示した。他方 P300 振幅値は慣れ刺激、汎化刺激を通して減少傾向を示し、明、暗いずれの汎化刺激に対しても明瞭な変化を示さなかった。

単純な線画刺激に対しては、全部位導出 VEP の N1—P2 振幅値が刺激位置 1～6 で減少傾向を示し、汎化刺激に対して増加した。振幅値の減少—増加の変動は、中心・側頭・頭頂領導出 VEP の N1—P2 振幅値で最大だった。他方、P300 振幅値の変化は有意ではなかった。

複雑な線画刺激に対しては、全部位導出 VEP の N1—P2 振幅値が、刺激位置 1～6 で減少し、汎化刺激に対して増加した。そして中心・側頭・頭頂領導出の N1—P2 振幅値の変動は最小だった。他方 P300 振幅値は、くり返し刺激に対して減少し、汎化刺激に対して増加した。特に前頭領導出の P300 振幅値の汎化刺激に対する増加が著しかった。これは前頭領導出 VEP が、刺激の複雑さや新奇性を処理したことを示唆している。

汎化刺激が生起せず、最後まで慣れ刺激が続く条件では、全部位導出の N1—P2 振幅値及び P300 振幅値が、刺激くり返しに伴う減少傾向を示した。このとき、前頭領導出 N1—P2 振幅値は、後頭領導出 N1—P2 振幅値よりも減少傾向が大きかった。

意味が等しく物理的に異なる言語刺激 (dog-DOG) に対しては、全部位導出の N1—P2 振幅値が、刺激のくり返しに伴う減少と、汎化刺激に対する増大を示した。特に後頭領導出の N1—P2 振幅値の増加傾向が著しかった。他方 P300 振幅値は、汎化刺激に対する有意な増加は示さなかった。

物理的に似ているが意味の異なる言語刺激 (CUT-CUP) に対しては、全部位導出の N1—P2 振幅値が汎化刺激に対する有意な増加を示さなかった。しかし、中心・側頭・頭頂領導出 N1—P2 振幅値は、いくらか明瞭な増加傾向を示した。他方 P300 振幅値は、中心・側頭・頭頂領導出 P300 のみが汎化刺激に対していくらか明瞭な増加を示した。

これらの結果から、N1—P2 振幅値は刺激の物理的な変化に感受性が高く、P300 振幅値は言語刺激の意味内容に感受性が高いことが示唆される。しかし、刺激が物理的に似ている場合には、VEP が示す振幅値変動は必ずしも明瞭ではなかった。

後頭領導出の N1—P2 成分は、刺激のくり返しに対して振幅値の減少を示し、汎化刺激に対しては振幅値の増大を示した。この傾向は他の 2 つの部位導出の N1—P2 振幅値よりも明瞭だった。

Megela ら (1977) の実験は、後頭領導出 VEP の N1—P2 振幅値が、刺激の種類にかかわらずそのくり返し呈示に伴って減少傾向を生ずることを示した。

Megela と Teyler (1979) は、Megela ら (1977) の手続を基本的に継承し、刺激強度に対する AEP 及び VEP の慣れ効果を調べた。この実験では刺激系列の長さとして汎化刺激の位置が変化した。慣れ刺激が最小 6 回最大 9 回呈示された後に汎化刺激が 1 回呈示された。そして汎化刺激に続いて再び最初に呈示されていた慣れ刺激が最小 1 回最大 3 回呈示された。VEP 加算はこれらの刺激位置のうち、最初から 4 つの慣れ刺激群と、汎化刺激直前の慣れ刺激、汎化刺激、汎化刺激後の 2 つの慣れ刺激の計 9 つの位置で行なわれた。このように汎化刺激の位置を変動させたのは、Megela ら (1977) の固定法では VEP が刺激処理よりも、刺激に対する準備性をより強

く反映する可能性があるためである。

刺激は拡散光で持続時間は 100 msec, 明るさは 22 ft ランバートと 3.5 ft ランバートの 2 種類だった。すなわちこの実験では, 明るさに対する VEP の慣れが調べられた。

脳波電極は, 前頭領左側 (F_3), 側頭領左側 (T_3), 後頭領左側 (O_1) に配置し, 左右両耳朵を結合し, 基準とした。

その結果は, Megela (1977) の結果と同様であった。すなわち後頭領導出 N1—P2 振幅値は, 明るさの変化の方向 (明→暗あるいは暗→明) にかかわらず, 汎化刺激に対する増加を示した。しかし, 暗→明の場合の方が増加傾向が著しかった。またベースラインより測定した N1 成分と P2 成分の振幅値は, 慣れ刺激のくり返しに伴って減少を示した。P300 振幅値は, 明るさの変化の方向にかかわらず, 同程度に汎化刺激に対する増加を示した。

前頭領導出 P2 と側頭領導出 P2 については, 汎化刺激に対する P2 振幅値は, 明, 暗いずれの刺激に対しても, 慣れを生ずる前の刺激 (刺激位置 1 における同じ明るさの刺激) に対する P2 振幅値と比べると小さかった。すなわち, 前頭・側頭領導出 P2 はいったん異なる明るさの刺激によって慣れを生ずると, 慣れを生ずる前の振幅値には回復しないのである。しかし後頭領導出 P2 は, 暗い汎化刺激に対して, 慣れを生ずる前の暗い刺激に対するよりも大きな振幅値を示した。このような, 明刺激から暗刺激に変化する時に後頭領導出 P2 が増大することは, Courchesne ら (1978) も見出ししている。

各部位導出の N1—P2 振幅値及び P300 振幅値は, 明刺激のくり返しに対する減少が暗刺激のくり返しに対する減少よりも大きかった。しかしそれらの減少の割合は等しかった。またこれら VEP 振幅の減少傾向は, 人工瞳孔を装着した条件でも同様に生じた。したがってこれらの VEP 変動は末梢部位の変動によるものではない。

Megela と Teyler は, N1—P2 振幅値の明るさの方向に対する変化の非対線性は, 二重過程説 (Thompson と Spencer, 1966; Groves と Thompson, 1970) を支持すると考えた。すなわち, 暗→明の変化の場合には, 慣化にかかわる神経活動よりも鋭敏化にかかわる神経活動が多くなるために反応が増加する。他方明→暗の場合には, 鋭敏化過程は慣化過程を上回らないために反応の減弱が生ずるのである。

N1—P2 振幅値に比べて, P300 振幅値は明るさの方向に対する変化は対称的である。Megela と Teyler は, P300 は神経モデル説 (Sokolov, 1963, 1958) を支持すると考えた。すなわち, 明るさの方向にかかわりなく, 慣れ刺激により形成された神経モデルと異なる刺激が出現した時には反応が増大するのである。

第7項 視覚的注意と VEP の再検討

これまでにみてきた諸実験のうち, Haider ら (1964) 及び Spong ら (1964) を除いては, いずれの実験においても実験デザインは予測可能性に基く一般的覚醒性の影響を排除するように計画された。その結果, 後頭領導出の VEP 成分は, 視覚系に特定の注意機能を反映することが示唆された。特に Harter ら (1978, 1980) の実験では, 彼らは刺激後約 150 msec 以降に生ずる陰性変動が, 刺激情報処理の漸進的な進行を示すものと考えた。Harter ら (1978, 1980) のいう陰性成分は, 関連刺激に対する VEP から非関連刺激に対する VEP を差し引くことにより見い出されたものである。またそれらは比較的緩徐な電位変動である。Näätänen (1978, 1979) は, 従来からの Näätänen ら (1975) の主張に基いて, 聴覚刺激に対して増大する誘発電位の

陰性成分には、刺激後の処理を反映する緩徐な陰性変動が重畳していると考えた。そして phasic な陰性成分は刺激に対して誘発された外因性の成分であるが、陰性緩徐変動は、内因性の成分であるとしてこれを処理 negativity と呼んだ。そして、Näätänen (1980) は Harter ら (1978, 1980) の見出した視覚刺激に対する陰性変動は、Näätänen らの見出した聴覚様相における処理 negativity に相当するものと考えた。

Sabat (1978) は、Näätänen (1975) のいう一般覚醒性が選択的注意と相反するものではないと考えた。一般覚醒性と選択的注意は脳機能に基いて分けられるのではなく、むしろ実験デザインにより人工的に分割されたものであると考えた。注意の方向の切換えは、必ずしも一般的覚醒性の上昇を意味しないのである。Sabat (1978) によれば、選択的注意は、皮質—皮質下組織間の相互作用にもとづくものである。非特殊視床系は、関連刺激の処理にかかわらない皮質部位を抑制する。この興奮—抑制の皮質上ボタンは、Pribram (1971) のいう、学習に伴う脳内神経システム（皮質下構造、皮質間連合、感覚投射系）間の相互作用の変化ボタンに対応すると考える。このとき、非特殊視床系により同期的に皮質が機能することが、誘発電位成分の増大に反映されると考える。

一般覚醒性は、Näätänen によれば刺激出現前に set されることにより発動するとされる。これに対し選択的注意は、刺激が到来してはじめて脳機能を分化的に働かせる。Näätänen により、これまでに一般的覚醒性によるとされた結果をもたらした実験は、刺激出現前から刺激出現位置を予測できた。この位置は、左と右にふり分けられていた。左と右のふりわけは、脳組織においても明確である。感覚伝達系も大脳半球も左右に分離している。刺激出現位置が明確に左右にわけられ、かつそれを明確に予測しうる時には、非関連系統をあらかじめ抑制することは、関連刺激処理のために有効である。また脳メカニズムの上から、それは容易であろう。しかし、刺激内属性が選択対象となる場合には、刺激出現前の処理特性にかかわる set は容易ではない。このような場合には弁別手がかりの学習が進行しない限り刺激出現前の set は有効に働かない。このような意味で、選択的注意が誘発電位成分の増大というかたちで反映されるのは、脳内メカニズムが、刺激弁別に有効なかたちで分化的に機能するようになった場合であろう。

しかし、脳内活動が同期的になることは、情報処理における処理量が増大することを必ずしも意味しない。むしろ処理量は等しいまま処理効率が増すことを意味する。すなわち、誘発電位は、情報処理そのものではなく、処理効率を統制するメカニズムの機能を反映するといえる。

前述した如く、後頭領導出の誘発電位はより前方から導出した誘発電位とは様相を異にする。これは、情報処理を統制するメカニズムが別の系統になっていることを予想させるものである。次節では、頭蓋のより前方から導出した誘発電位について検討する。

第3節 前頭・中心・側頭領より導出した視覚誘発電位 (VEP)

の後期成分の心理学的特性

Van Voorhis ら (1977) の視覚刺激を用いた実験によれば、中心領導出の、潜時 120～200 msec の陰性成分 (N1) は、聴覚刺激に対する N1 成分よりも選択的注意をより敏感に反映することを示した。すなわち、聴覚刺激に対して N1 成分が増大するのは、Schwent ら (1976) によれば、呈示速度が一定の速さ以上になった場合であった。他方、Van Voorhis ら (1977) の実験では、呈示速度が遅くても N1 成分に選択的注意効果がみられたのである。

しかし、視覚刺激を用いたこれまでの実験をみると、中心領導出の N1 成分（潜時約 100～

200 msec) に、視覚的選択注意効果が明瞭にあらわれることはむしろ少ない。

Schulman-Galambos と Galambos (1978) は、成人 (18~25歳20名) 及び乳児 (7週~12ヶ月, 32名) を被験者とし、景色のスライドを刺激としてみせる実験を行なった。まず成人を対象とした実験について述べる。刺激はアマチュア写真家の写したスライドの中から興味をひきそうなものを選び出し、32枚を1組として2組用意した。このスライドは、被験者から1~3mのところにおかれたスクリーンに1m²の大きさに写された。刺激持続時間は150 msecである。映写条件に2種類あり、ひとつは焦点を合わせて映写するものであり、他は、映写機の焦点調節装置を最大限にまでボカして映写するものであった。実験は、スライドの組合せ(2組)と映写条件が被験者間で counter-balance するように計画された。脳波電極は、国際10~20法による中心領左側及び右側で、左右両耳朵を結合し基準として用いた。

その結果、明瞭な VEP 成分として、N1 (潜時 143 msec), P2 (潜時 446 msec), P3 (潜時 366 msec) が認められた。このうち N1-P2 振幅値は、映写条件にかかわらず、刺激ブロックの進行に伴って減少した。また、映写条件でみると、焦点のあう条件に対する N1-P2 振幅の方が、焦点のボケた条件に対する N1-P2 振幅よりも大きかった。

焦点のあう条件の方が N1-P2 振幅が大きかったことは、中心領導出の N1-P2 成分が視覚的注意とかかわりをもつことを示唆している。しかし、毎回刺激が変わったにもかかわらず、N1-P2 振幅が減少したことは、中心領導出 N1-P2 振幅が視覚的注意とは必ずしも直接的関係をもつものではないことを示している。

なお、幼児を対象とした実験では、刺激は漫画の登場人物、両親、児童画等のスライドあるいは、実験者の「いないいないばー」、人形、漫画映写中の TV スクリーンへの flash 投写であった。母親がうす暗い部屋の中で乳児をひざに抱き、刺激をみせた。脳波電極は成人の場合と同じ位置に配置した。その結果、潜時 500~600 msec の陰性成分が最も顕著で、その前に潜時 200 msec の陽性成分と、その後に潜時 1000 msec の陽性成分がみられた。

Boddy と Weinberg (1981) は、P 300 成分と処理負荷量との関係を検討する実験を行なった。

刺激は、白地に黒の4~7文字からなる単語40個で、5文字の場合、視角度は2°40'だった。刺激はまずすりガラスに投写され、この像を Maxwellian view で見る方法がとられた。最初に質問(例えば "Is it a fish?") が1000 msec 間呈示され、呈示後1500 msec に、ひとつの単語(例えば "tool") が100 msec 間呈示された。被験者は、呈示されたひとつの単語が、質問に合致する (I) か否 (O) かを、指を動かす(その動きを photo-cell で検出) ことにより反応して知らせた。被験者は、刺激呈示の時間関係と、質問中にあらわれるカテゴリーの全てをあらかじめ知らされていた。被験者はできるだけ早くしかし正確に反応するよう求められた。そして1ブロック(40試行)ごとに結果が feed-back された。質問中にあらわれるカテゴリーには、広範囲条件と狭範囲条件があった(例えば広範囲カテゴリー語には生物、それに対応する狭範囲カテゴリー語には魚、鳥、昆虫などがあった)。

脳波電極は、前頭領中央 (F_z), 中心領中央 (P_z), 頭頂領中央 (P_z), 後頭領中央 (O_z), さらに Wernicke 領域上に配置し、左右両乳様突起を結合して基準とし、単語に対する VEP を記録した。また下顎部を接地した。加算回数は6~10回であった。被験者は9名であった。

その結果、反応時間は、質問に合致 (I) する場合には平均 1023 msec, 合致しない (O) 場合には平均 1124 msec だった。

単語に対する VEP の N1-P2 振幅値は、C_z で最大で、O_z ではその半分だった。また、

質問に合致した場合には合致しない場合よりも有意に大きな振幅になった。

N1—P2 成分は C_z 及び P_z でのみ観察可能で、その振幅値には、質問中に含まれたカテゴリーの広さと、質問に合致するか否かの相互作用のみが有意差としてあらわれた。

この実験では、刺激間隔が長く (1500 msec) かつ、刺激の弁別は容易であった。また陰性緩徐変動とも一致しなかった。これらのことから Boddy らは、N1—P2 振幅値に生じた差異は、Näätänen らの主張する negativity の影響を受けていないと考えた。そして、N1—P2 は刺激の意味への到達の示標となり得るという Thatcher (1977) の提案に同意した。Boddy らはさらに、Collins と Quillian (1969) の展開的活性化説を支持するものと考えた。すなわち、単語が質問のカテゴリーに合致した際に N1—P2 振幅値が増大したことは、カテゴリー語入力時にはじまった活性化が network に沿って展開し、単語呈示時に合致しない場合より多くの単語検出機能をもたらしたことを示すと考えた。

このような“意味の呼び出し”は、刺激呈示後、自動的にかつ十分にすばやく生ずるという Posner ら (1975) の主張と合致する。

Warren (1980) は、再認過程と VEP との関係を検討する実験を行なった。

刺激はスライドで呈示される 2 音節名詞で、持続時間は 50 msec、5 秒に 1 個の割合で呈示された。被験者 (12名) はスクリーンから約 2 m 離れたところに置かれたいすにすわり、実験のしかたの説明を受けた後、30語を 1 ブロックとして 3 ブロックの刺激を呈示された。課題は、実験 1 では、各語を認知したらすぐボタンを押す試行群を行なった後、その試行に用いられた単語 (old) と用いられなかった単語 (new) がランダムに呈示された。そして被験者は呈示された単語が old か new かの判断をしてボタンを押すことを要求された。

脳波電極は前頭領中央 (F_z) 及び頭頂領中央 (P_z) に配置し、左右両乳様突起を結合して基準とし、VEP を記録した。

その結果、VEP には、潜時約 110~250 msec の陰性成分 (N1)、N1 以降 300 msec までに生じた陽性成分 (P2)、P2 以降 450 msec の間に生じた陰性成分 (N2)、N2 以降 500 msec までに生じた陽性成分 (P3) が認められた。

実験 1 では old に対する反応時間は平均 734 msec、new に対する反応時間は 811 msec だった。また、VEP の N1 成分の潜時は、old の方が new よりも有意に大きかった。

実験 2 では、前もって呈示する単語群 (old) 出現頻度を操作した。先行呈示群は 1 ブロック 20 語で、2 ブロック呈示条件と 6 ブロック呈示条件があった。そして被験者 (12名) は、old に対してボタン押しを行うとともに、各ブロック終了後、覚えていた単語 (old) をできるだけ多く用紙に記入することを求められた。

その結果、VEP の N1 潜時は、old の方が new よりも有意に大きかったが、old の出現頻度による有意な差は認められなかった。VEP の P2 潜時も old の方が new よりも有意に大きかった。特に 6 ブロックくり返し呈示条件での、 F_z における P2 潜時は P_z における P2 潜時よりも有意に大きかった。

Warren は、これらの結果は old と new に分類された単語数は十分に大きく、各試行ではそれらは等確率に出現したので、arousal や attention の差異を反映したものではないと考えた。そして old と new に対する N1 潜時の差は、感覚情報と記憶の比較を行なう初期の自動的処理過程にかかわる差異を反映すると考えた。

しかし Warren (1980) の N1 成分に関する結果は、多義的解釈を許す。Collins と Quillian

(1969)の展開的活性化説によれば、old に対する N1 潜時は、new に対する N1 潜時よりもはやまると予想される。

頭蓋のより前方から導出された VEP の N1, P2 成分に対する心理学的対応事象は、これまでのところ、それらの成分に変化を見出した資料が乏しく、明確になっていない。

ひとつの可能性は、Boddy と Weinberg (1981) の示した如く、頭蓋のより前方から導出された VEP の N1, P2 成分は、刺激の意味にかかわる自動的な処理に関連する、ということである。第2節で検討した刺激継時的呈示による課題解決過程下で記録された VEP において、頭蓋前方導出の N1, P2 成分に差異が生じなかったのは、それらの実験で用いられた刺激が数字、あるいは文字1字といった、意味論的にみて意味性の低いものであったため、という可能性がある。

室橋(1979)は、動・植物あるいは日用品の線画を刺激とし、2枚を1組としてこれらの間の概念的関係、あるいは形態的差異を問う実験を行なった。

刺激は、黒地に白の線画で、スライドにより呈示した。視角度は約3°、刺激の明るさは約1mLであった。刺激の持続時間は300 msecであった。課題の種類を呈示する警告刺激(WS)を呈示した後、2枚1組の線画刺激を1枚につき2回ずつくり返して呈示した。したがって1試行では全部で7個(WS, I-1, I-2, I-3, II-1, II-2, II-3)の刺激を呈示した。くり返し呈示の刺激間隔は1000 msec、警告刺激と最初の線画刺激、及び1枚目の線画刺激群の終り(I-3)と2枚目の線画刺激の最初(II-1)との間は1500 msecだった。課題は、2枚1組の線画の間の概念的な関係を口頭で報告すること(概念的課題)、あるいは2枚1組の線画の間の形態的な差異を報告すること(知覚的課題)だった。

1枚の線画をくり返して呈示したのは、線画に対する認知活動が、課題解決に向って時間的に変動すると予想し、これをVEP上でとらえようとしたためである。

脳波電極は、前頭領左側(F₃)及び右側(F₄)、中心領左側(C₃)及び右側(C₄)、後頭領左側(O₁)及び右側(O₂)に配置し、左右両耳朶を結合して基準として用い、VEPを記録した。

その結果、C₂導出のVEPには、潜時約150 msecの陰性成分(N1)、潜時約220 msecの陽性成分(P2)、潜時約310 msecの陽性成分(P3)、潜時約410 msecの陽性成分(P4)、さらに潜時約530 msec(知覚的課題)あるいは約560 msec(概念的課題)の陽性成分(P5)が認められた。またこれらP2~P5の陽性成分の間には陰性成分が存在していた(N2~N5)。また後頭領導出のVEPでは、N1潜時は約190 msec、P2潜時は約260 msecだった。

前頭領及び中心領導出VEPのN2-P3振幅値、N3-P4振幅値には、いずれの刺激位置においても課題間の有意差は認められなかった。しかし、中心領左側(C₄)導出VEPのN1-P2振幅値は、2枚目の線画の最初の刺激(II-1)位置で、概念的課題の方が知覚的課題よりも有意に大きかった(WilcoxonのTテストにより5%水準で有意)。また、中心領左側(C₃)導出VEPのN1-P2振幅値は、2枚目の線画の2番目の刺激(II-2)位置で、概念的課題が知覚的課題よりも有意に大きかった。

概念的課題では、課題の性質上、2枚1組の線画の属するカテゴリーは異なっていた。これに対して知覚的課題では、2枚1組の線画のカテゴリーは同一にした。このため、2枚目の線画の最初の刺激(II-1)では、概念的課題の方が知覚的課題よりも、刺激の形態的差異の変動も、刺激の意味的差異の変動も大きかった。

中心領導出VEPのN1-P2振幅値に生じた概念的課題と知覚的課題の間の差異に対するひ

とつの解釈は、感覚情報が、記憶の意味論的領域と接触することを反映するというものである。2枚目の線画の2番目の刺激(II-2)に対して、C₄ 導出 VEP の N1-P2 振幅値に課題間の差異が認められたことは、概念的課題の場合には、知覚的課題に比べて、より多くの意味論的処理を要したことを反映したとみることができる。

また、中心領導出 VEP の N1, P2 成分は、聴覚的符号化を反映するとみることでもできる。概念的課題では言語的符号化が課題解決のために必要である。視覚刺激は、視覚的符号化の後に聴覚的にも符号化される (Paivio, 1969; Atwood, 1971)。

聴覚モダリティにおける誘発電位 (Auditory Evoked Potential: AEP) の N1, P2 成分は、聴覚刺激の検出、弁別課題において増大することが知られている (Hillyard ら, 1973, Picton と Hillyard, 1974; Schwent ら, 1976)。そして聴覚誘発電位の N1 成分の頭皮上分布と、視覚誘発電位の N1 成分の頭皮上分布は異なり (Simson ら, 1977; Goff ら, 1977; Allison ら, 1977)、各モダリティの1次あるいは2次領野付近に発生源があると推定されている。

しかし、視覚誘発電位においても、中心領導出 VEP に N1, P2 成分が認められる。これらの中心領導出 VEP の N1, P2 成分は、後頭領導出 VEP の N1, P2 成分とは潜時が異なり、中心領導出 VEP の方が潜時が小さい (古塚, 1980)。一方 AEP の N1 成分の潜時は、中心領導出 VEP の N1 成分潜時よりもさらにはやく、およそ 80~150 msec である。

AEP の N1 成分は、中心領において最大振幅を有する (Simson ら, 1969)。したがって、中心領導出の VEP の N1 成分とは発生源が同一である可能性がある。AEP の N1 成分そのものは外因性成分であり (Näätänen, 1979)、聴覚刺激弁別時に生ずるといえる。これは、AEP の N1 成分が聴覚的符号化処理を反映することを示唆する。もし、視覚刺激が、視覚的に符号化された後に聴覚的に符号化されるならば、中心領導出 VEP の N1 成分の潜時は、AEP の N1 成分潜時よりも大きくなると予想できる。

しかし、概念的課題では、刺激間の形態的差異は、知覚的課題よりも大きかった。このことが中心領導出の N1-P2 振幅値に影響を及ぼした可能性もある。前節で検討した Van Voorhis と Hillyard (1977) では、視野の左右にあらわれる刺激を検知する課題で、中心領中央 (C_z) 導出 VEP の N1 振幅値が、検知時に有意に増大した。この結果は、中心領導出 VEP の N1-P2 振幅値が、眼球運動に関連している可能性を示唆する。

眼球運動の潜時は約 200 msec (北島, 1969) であり、一方中心領導出 VEP の N1 潜時はおよそ 150 msec 付近に分布し、眼球運動潜時よりも若干はやい。この潜時差は、中枢-末梢伝達時間を考慮すると合致しうな範囲内にある。

室橋 (1979) における中心領導出 VEP の N1-P2 振幅値の課題間の差異は、線画の形態上の差異を反映した可能性がある。

もし中心領導出の VEP 成分が、形態上の差異を反映するならば、それは後頭領導出 VEP 成分によりはやく反映される、という考え方が成立しう。しかし、室橋 (1979) では後頭領導出の VEP の N1-P2 振幅値にはそのような差異は見い出されなかった。このことに対するひとつの解釈は、眼球運動処理のための情報は、後頭領における刺激の精密な処理結果から生ずるのではなく、視覚系のより低いレベルからもたらされる、ということである。前述の如く、眼球運動には、いわゆる第2視覚系の関与が深いことが指摘されている。後頭領における刺激の精密な処理の結果は、眼球運動の feed back に基づく調整においてその役割を果たすものと予想される。

中心領導出 VEP の N1, P2 成分が、視覚情報の処理のいかなる側面を反映しうるのかについては、いまだ明らかではない。これらの成分の視覚情報処理への寄与については、後頭領導出 VEP 成分とともに検討することが必要である。

第4節 要 約

第3章では、課題解決過程における脳波と視覚誘発電位のふるまいについて、関連する誘発電位の諸文献を検討した。脳波・誘発電位に含まれる各成分は、相異なる特性を有する。課題解決過程における脳波・誘発電位の各成分のふるまいかたを検討することにより、適応の基礎過程としての視知覚成立過程の時間的推移を知ることが可能になる。

課題解決に至るまでには、その中に課題関連情報の取り入れ、保持、記憶情報との比較、判断といった過程が存在する。したがって課題刺激を数個にわけてこれらの過程を分離するならば、それらの過程に対応した誘発電位を得ることが可能になる。

そのような刺激の継時的呈示法による、課題解決過程における視覚誘発電位の研究によれば、解決時点において最も明瞭な電位変動が後期陽性成分に生ずること、その変動の程度は、記憶情報との比較の過程、判断の方法により影響を受けることが明らかになった。また課題刺激の物理的性質よりも刺激のもつ意味が、誘発電位成分の変動に大きな影響を及ぼす。

しかし刺激後約 300 msec までに生ずる成分群の継時的刺激呈示による課題解決過程下でのふるまいは、十分に解明されていない。後頭領導出の潜時 150~300 msec の陰性一陽性成分は、視覚的注意とかかわりがあるとする知見がある。だが他方で視覚的注意は、これらの成分に重畳する緩徐陰性電位変動に反映されるという知見もある(処理 negativity: Näätänen)。また、前頭・中心・頭頂領より導出される 100~250 msec の陰性一陽性成分については、現在のところ心理一生理的機能は特定化されていない。ただしわずかな知見は、これらの成分が意味論的記憶とかかわりのあることを示唆している。

第4章 誘発電位モデル

第1節 誘発電位に対する情報処理理論適用上の問題点

第1項 誘発電位の基本的性質

一過性誘発電位の利点は、刺激に対してある程度機械的に解発され、微弱で短時間のうちに生ずる脳電気現象をとらえられることにある。

欠点のひとつは、刺激のくり返し呈示にある。同一刺激のくり返しは、必然的に各刺激に対する生体の反応性を変える。そのため、加算の結果生じた波形は、各刺激に対する反応とは必ずしも等しくない。

しかしこの欠点は、加算波形を、呈示された刺激群に対して共通的に生ずる脳内過程を反映すると考えるならば、むしろこの方法の特徴となる。共通的に生ずる脳内過程は、各刺激に対して必ず生ずるとは限らないが、振幅値が大きいほど、その成分が反映する過程は timing が揃っており、その生起確率は高かったとみることができる。

誘発電位の振幅は、一般に刺激のくり返しに伴う減少傾向を示す。この減少傾向は、いかなるメカニズムによるのであろうか。ひとつは、慣れのメカニズムであろう。すなわち、当該刺激成分にかかわる神経細胞以外の細胞群が抑制される結果、VEP 振幅が減少する。しかし、VEP

振幅を減少させる可能性のあるメカニズムは、慣れだけではない。

自発性 EEG にみられるアルファ律動は、閉眼安静時に頻出するが、精神的作業を課すとベータ律動化する。ベータ波はアルファ波よりも一般に振幅は小さい。アルファ波からベータ波への変化は明らかに慣れメカニズムによるのではなく、その逆であって、脳内活動が活発化することによる神経細胞活動の非同期化による。

VEP 振幅の減少も、VEP 成分の発生源を構成する神経細胞群の活動の非同期化による可能性があるのであろうか。初期成分は、かなり機械的な同期的メカニズムをもつと想定できる。他方、後期成分は、内的事象に対応して生ずる。このうち、刺激に同期して生じた成分が、後期成分波形として同定されることになる。したがって、内的事象系列の進行が刺激に対して同期的になった場合には、後期成分振幅が増大するが、非同期であればその振幅は減少するであろう。このとき、脳内活動には最適水準が存在すると推定し得る。しかし、より後期の P 300 成分群には、前頭系—脳幹部の関与する広範な斉射的メカニズムが存在すると推定される。したがってより後期の成分群については、同期性のみでは論議できない。

VEP は本質的に刺激に同期したかたちで活動する神経メカニズムを反映する。問題は、神経活動の発生はいつか、すなわち活動閾値の問題となる。これは、脱慣れがいかんして生ずるかという問題につながる。

生体は内部に生じた要求により発生する内部情報間の不整合によって情報収集、選択活動を開始する。したがって活動の閾値を下げるのは、対象を課題化しようとする内部の要求である。定位反応の際には外部刺激が引き金となるが、この時にも内・外情報の不整合により対象を課題化する内部の要求が発生することより活動閾値が下げられる。

VEP は、不整合の検出機能そのものではなく、検出後に生ずる生体の適応的变化を反映する。そのようなメカニズムは、脳内活動を総体的に調整するメカニズムであろう。

第2項 準備性及び一般賦活性

Uttal (1978) は、これまでの誘発電位研究における誘発電位振幅と心理学的変数の間の不一致の多さを指摘した。そして誘発電位が心理学的な等価物と対応するのか、あるいは付随的なものと単に相関関係をもつだけなのかを十分に検討する必要があることを指摘している。

Donchin (1979) は、誘発電位（事象関連電位：ERP）成分に対して、既存の心理学的相関物をさがすのではなく、ERP 成分どのような神経活動の表示なのか、という観点から研究すべきであると主張した。その際モデルとしては、単線型の情報処理モデルではなく、複線型の、並行的にいくつもの処理系が働く認知的なモデルを考えるべきだとした。ERP 成分は、そのうちのある処理系の機能を反映するが、全ての処理機能を反映するわけではないと考える。

Pribram の述べる如く、情報処理を行なう神経系の活動は、インパルスに反映される処理過程（操作）と、緩電位に反映される処理過程（状態）の総合的な過程である。誘発電位は、前述の如くインパルスよりも緩電位の活動を強く反映しているといえる。誘発電位は、インパルスによる処理を統制する接合部状態を反映する可能性が高い。

Donald (1979) は、情報処理モデルと誘発電位成分の直接的対応はないと主張した。そしてインパルス活動は、誘発電位の後期成分のうちの初期部分（70～200 msec）とは直接的関係をもたず、また既知のいかなる心理的過程とも時間的關係を持たず、知覚とも必ずしも対応しないとした。誘発電位は、神経組織の粗大な変化を反映するものであり、その初期活動のタイミングを

示すにすぎないと考えた。

Karlin (1970) は、誘発電位を用いた研究を総覧して誘発電位成分、特に P300 振幅値の増加は、必ずしも認知的操作に対応していないことを指摘した。Karlin は、P300 に関する実験の多くにおいて、被験者が信号となる刺激の出現を予測でき、その予測が刺激前の脳内状態を変えること、また信号刺激出現後は、リラックス状態になりやすいことをあげた。このような変化が誘発電位の振幅値を変化させるのであり、認知的操作には対応していないと主張した。この指摘は、刺激前の心理的状态が、刺激処理に及ぼす影響の大きいことを示した。

Näätänen (1975) は、選択的注意を扱った研究を検討し、多くの実験事態では、VEP 成分の振幅の増加は、非特殊的な覚醒状態を反映しているにすぎないと批判した。

Karlin も Näätänen も、VEP の後期成分が刺激情報の処理を単純なかたちでは反映しないことを主張した。

Karlin は刺激前の準備性が、Näätänen は刺激処理に際しての一般的賦活性が VEP 振幅に強く影響することを指摘した。準備性については、実験の手續の改善により実質的に無視する方法をとることが可能である。また一般的賦活性の影響も無視しうる実験事態を作り出すことも可能である。だが、そのような実験事態下では、刺激情報処理を純粋なかたちで反映する VEP 上の差異の検出は、もはや Peak to Peak 値のような波形の素朴な観察によっては実際には困難である。Näätänen ら、Hillyard ら、Harter らの各グループの人々は、情報処理をより純粋なかたちで反映する陰性変動の存在を主張し、関連刺激に対する誘発電位から非関連刺激に対する誘発電位の差をとることによって、そのような処理陰性変動を見い出している。しかしこの陰性変動は、緩徐に推移することが特徴であり、比較的 term の長い事象を反映することを予想させる。すなわち、このような陰性変動は離散的に行なわれる処理そのものよりも、処理の流れを可能にする脳内状態の変動を反映しているといえよう。

Sabat (1977) の述べる如く、誘発電位は、課題に応じて時間的、空間的に分化した、脳内の覚醒状態を反映するのであり、覚醒状態が一般的であるか特殊的であるかは実験事態により変わる。誘発電位は、生体の環境への適応に際しての、脳内活動の総体的な反映である。

第2節 誘発電位モデル

第1項 誘発電位の生理学的起源

Donald (1979) も述べる如く、通常 VEP は神経細胞群の発火現象とは対応しない。皮質誘発電位の神経生理学的起源としては、シナプス後電位のような緩電位成分が有力である。頭皮上より導出した VEP は、皮質誘発電位と深部誘発電位の集合的・相乗的電位とみることができよう。そして、発生源から頭皮上までの伝達メカニズムは明らかでないが、VEP の基本的発生源は緩電位である可能性が高い。

Pribram (1971) の提唱する接合部電位の微細構造は、VEP の発生源としてみる事が可能である。この構造は局部的であり、拡がりをもたない。しかし連合領には等機能をもつ柱状構造群が広く分布している (Pribram, 1971)。したがって VEP は連合野における接合部電位の集合電位とかかわりをもつとみることが可能である。誘発電位は、情報処理操作よりもむしろ操作を可能にする脳内状態を反映するといえる。

問題は、誘発電位がどの程度局所的な“状態”変化を反映するかにある。連合野の機能に関しては、皮質一皮質下諸核間の結合が重要な役割をもつ (Penfield, 1975; Pribram, 1971)。少な

くとも連合領起源の VEP は、視床非特殊核系を含む視床—脳幹部の賦活・抑制系機能の反映である可能性が高い (Desmedt と Debecker, 1979, a, b)。

Bindra (1976) は、視覚系として分析系、変調系、情動系の 3 つをあげている。この中でも変調系は前頭・辺縁系及び連合野の働きに基いて、視覚領の活動に影響を及ぼすと考えられる。後頭領導出の VEP は、そのような変調系の活動を反映するとみることができる。

網膜における神経活動が、大脳皮質視覚領に伝達される時間は、約 20~40 msec である (ヒトについて、Woodworth と Schlosberg, 1954, サルについて、Miller と Glickstein, 1964)。VEP において刺激後最もはやく生ずる後頭領導出成分は、潜時約 40 msec の陽性成分である。この成分は、第 1 次野 (Brodmann 17 野) の活動を反映したものといえる (Goff ら, 1977)。この成分以降、潜時約 100 msec の陽性成分までに続いて生ずる成分群は、視覚領 (Brodmann 17, 18, 19 野) の活動を反映するとみられる (Goff ら, 1977)。潜時約 100 msec の陽性成分 (P100) は、網膜の刺激部位に依存するところの、視覚領の異なった部分に依存する双極性発生源を起源とする (Goff ら, 1977)。

前述の如く、網膜における神経活動がよりはやく伝達される系と、より遅く伝達される系があることが知られている (Enroth-Cugell と Robson, 1966)。

後頭領導出 VEP の潜時 40—60 msec の成分は、よりはやく伝達系により生じる可能性がある。Breitmeyer と Ganz (1976) は、Masking 実験に基く推論から、刺激の空間的位置情報を伝達する transient channel と、刺激の構造的情報を伝達する sustained channel があると仮定した。そして transient channel は皮質において、刺激後約 50—70 msec で活動を生ぜしめるとした。また sustained channel は空間周波数により異なるが、刺激後約 100~300 msec にわたって皮質活動を生ぜしめるとした。このような伝達系の存在は、現在のところ十分には確認されていないが、よりはやく視覚情報を伝達する系とより遅い伝達系が、それぞれに特性の異なる情報を伝達し、それらが相互作用する可能性は高い。

第 2 項 刺激後約 100 msec までに生ずる成分についての仮説

刺激後約 100 msec までの後頭領導出 VEP 成分は視覚領起源である可能性が高い。また、刺激後約 100 msec までの後頭領導出 VEP 成分は刺激の物理的性質や空間位置を反映する (Regan, 1972; Jeffreys ら, 1972)。他方、前頭・中心領導出 VEP には、刺激後約 100 msec までには大きな変動は生じない。したがって刺激後約 100 msec までに生ずる後頭領導出の VEP 成分は、刺激の基本的特徴の検出や空間位置の検出にかかわる処理過程を反映すると見込むことができる。しかし、刺激の基本的特徴処理のどのような面がこの時間帯の VEP に反映されるのかは、これまでの VEP のデータからは明らかになっていない。前述の如く、刺激後約 150 msec までに生ずる後頭領導出の VEP 成分は、刺激の物理的属性的変化に敏感である。すなわち、刺激の物理的特徴の処理そのものよりはむしろ、刺激前の脳内状態では刺激特徴を処理できない場合に生ずる脳内状態の変化を反映する可能性がある。

刺激後約 100 msec までには、低速度伝達系の働きに基く視覚領 17 野の単純型細胞の興奮は十分に高まっていないであろう。一方、高速度伝達系の働きに基く視覚領 18 野, 19 野の複雑細胞, 超複雑細胞の興奮が既に進行し、それに基づいて側頭—頭頂領では原型を担う細胞集成体群の興奮が始まるであろう。刺激後約 100 msec までに生ずる後頭領導出の VEP 成分は、刺激の基本的な特徴 (物理的諸属性) の処理を可能にするために必要とされる脳内活動状態の変化を反映する

可能性がある。

第3項 刺激後約 300 msec までに生ずる、前頭・中心あるいは頭頂領導出の VEP 成分について

前章で検討したように、VEP の中心領導出の N1 (潜時 100~150 msec) 成分と P2 (潜時 150~250 msec) 成分は、刺激の意味にかかわる処理、聴覚的符号化、あるいは眼球運動にかかわる処理を反映する可能性がある。

第2章において検討した神経心理学的図式モデルによれば、刺激後 100~300 msec のうちはやい時間帯において高速度伝達系の働きに基く原型の構成化が行なわれると予想される。原型の構成化は、側頭—頭頂領域における細胞集成体群により担われると考えると、VEP の中心—頭頂領導出の N1—P2 成分は、原型の構成化にかかわる神経活動を反映する可能性がある。

原型は、長期記憶のかたちで貯えられている意味的要素群が刺激形態の制約に基いて構成化されたものである。またこの構成化には、運動的要素も関与する。この運動要素は、知覚学習初期における、眼球運動による刺激要素の継時的統合に関与していた基本的要素である。側頭—頭頂領域は、神経心理学的知覚から推定されるように、空間的統合とかかわりが深い。同時に左半球側は、刺激要素の論理的結合とかかわりが深い。

中心—頭頂領導出の VEP の N1—P2 成分は、頭皮上の位置及び潜時帯からみて、原型の構成化作業に必要な脳内状態の変化を反映する可能性がある。

P300 に関する研究では、前頭—中心領導出の P300 成分と頭頂—側頭領導出の P300 成分では性質が異なることが知られている。Courchesne ら (1975) は、見慣れない新奇な視覚刺激 (非課題) が、多数反復呈示される見慣れた背景刺激に混じって時折呈示されると、前頭—中心領導出 VEP に潜時 250~300 msec の陽性成分があらわれることを見出した。これに対して比較的多数反復呈示される課題刺激 (呈示後に反応を要求される刺激) には、頭頂—側頭領導出の VEP に潜時 350~400 msec の陽性成分があらわれた。Courchesne らは、前者の新奇刺激に対して出現する後期陽性成分を novel P3 と呼んだ。novel P3 は、刺激のくり返しに伴ない急速に減少した。また Squires ら (1975) は、聴覚様相において、呈示確率の低い非課題刺激が出現するとき、前頭—中心領導出の誘発電位に潜時 220~280 msec の陽性成分があらわれることを見出した。Squires ら (1975) は、この後期陽性成分を P3a と呼び、課題刺激に対して出現する頭頂—側頭領導出の誘発電位における後期陽成分を P3b と呼んだ。このような前頭—中心領導出の誘発電位にあらわれる比較的潜時の短い後期陽性成分は、聴覚刺激を用いたいくつもの実験で見い出されている (Roth, 1973; Ford ら, 1976; Squires ら, 1977)。

Ritter ら (1979), Tueting と Sutton (1976) は、go/no-go 反応時間課題において、no-go 刺激に対して生ずる P300 成分は、go 刺激に対して生ずる P300 成分よりも、頭蓋のより前方に中心をもつ分布を示すことを見出した。Papakostopoulous と Crow (1976) は、このような“前頭 P300”は、反応抑制を反映するものと考えた。

神経心理学的知見によれば、前頭領域は知的活動のプログラミングと遂行の制御を行なう (Luria, 1973)。したがって、頭蓋のより前方に分布する、比較的潜時の早い P300 成分は、課題解決のための文脈にかかわる神経活動に必要な脳内状態の変化を反映する可能性がある。

しかし、前頭領域導出 VEP の N1—P2 成分が、頭頂領域導出 VEP の N1—P2 成分と明

瞭に異なるという知見は現在のところ得られていない。したがって、刺激後約 200 msec までには、前頭領域と頭頂領域には、特に明瞭な脳内状態の変化を必要とするような神経活動は行なわれない可能性がある。

第4項 刺激後約 300 msec までに生ずる後頭領導出 VEP 成分についての仮説

後頭領導出の潜時 150~200 msec の陰性成分 (N1) と潜時 250~300 msec の陽性成分は、視覚系における選択的注意を反映する。刺激の空間的位置、あるいは刺激の特定の特徴を検出するように求められると、その特徴を検出した時の後頭領導出 VEP 成分 N1 または P2 が増大し得る。

選択的注意に関する VEP 研究では、Näätänen ら (1979) の主張する内因性成分、処理 negativity が外因成分 N1 に重畳するという見解を支持する結果が増えている (聴覚に関して、Näätänen, 1982; 視覚に関して、Harter と Previc, 1978; Harter と Guido, 1980)。これらの研究では、一般覚醒性の変動を避けるために刺激呈示間隔を 500 msec 程度にしている。このような条件下では、脳は高い活動水準の維持を要求される。陰性緩徐変動のような直流的成分は、刺激出現後に要求されるような高活動水準にある脳内状態を反映している。

しかし選択的注意は、500 msec 程度の短い刺激間隔条件下でのみ生ずるのではない。刺激の諸特徴のうちの一部についての情報を取り入れる必要のある時には、選択的注意が生ずるのであり、刺激の呈示間隔は本質的要件ではない。それはあくまでも誘発電位上で選択的注意を反映させるための技術である。

また、後頭領導出 VEP の N1 成分の振幅が増大するのは、刺激強度が増加する場合だけではない。陰性緩徐変動が生じない場合でも、内因性的原因により N1 成分は増大し得る。後頭領導出の N1 成分に含まれる内因性成分は phasic でも tonic でもあり得る。

後頭領導出の N1, P2 成分は、Harter と Previc (1978), Harter と Guido (1980) が明らかにしたように、刺激の物理的特徴に対応したかたちで変動するところに特徴がある。すなわち、外因性と内因性の両起源性であるところに特徴がある。

刺激後約 300 msec までの時間帯は、知覚の成立しうる重要な時間帯である。特に後頭領では、神経心理学的図式モデルによれば、高速度伝達系の働きに基いて形成された原型により、刺激に即応した図式が形成される。このとき、注意機能は、刺激への即応性すなわち忠実度を統制する。注意機能は、刺激の特定の特徴に相応する感覚入力を促通するように視覚野を興奮させる。

後頭領導出の N1, P2 成分は、図式形成にかかわる神経活動に必要な脳内状態の変化を反映する可能性がある。特に N1 成分の振幅値は、刺激への忠実度を反映する可能性が高い。他方 P2 成分の反映する特定化は、現在の VEP データからは困難である。視覚的注意に関しては N1 成分の変動がより明瞭であり、P2 成分の変動は明瞭ではない。Donchin と Cohen (1967), Harter と Salmon (1972) では、注意時に後頭領導出 VEP 成分において後期陽性成分 (潜時 250~300 msec) の増大が報告されている。Harter と Previc (1978), Harter と Guido (1980) では、後期陽性成分の増大は報告されていない。これらの実験間の差は、Harter と Previc (1978), Harter と Guido (1980) では、被験者の反応に対する結果のフィードバックを行ない、反応基準を厳しく設定しているところにある。他方 Donchin と Cohen (1967), Harter と Salmon (1972) は、キー押し反応を要求しているが、結果のフィードバックと反応基準の設定は行なわれない。

後頭領導出の P2 成分に関するひとつの仮説は、神経心理学的図式モデルに基けば、保護機能の反映である。注意機能による刺激の物理的制約の取り入れの後、その制約の内面化、原型保護のために、感覚入力への促通を抑制する神経活動が存在する可能性がある。Donchin と Cohen (1967), Harter と Salmon (1972) では、反応基準が設定されておらず、図式形成後に感覚入力の制限が行なわれた。しかし Harter と Previc (1978), Harter と Guido (1980) では、反応基準が厳しく設定されており、刺激への忠実度が高く設定されるために感覚入力の制限は生じにくかったと考えられる。

第3節 要 約

本章では、課題解決過程における視覚誘発電位が反映し得る視知覚成立過程について、第3章での文献総覧、ならびに第2章の視覚性図式モデルをもとに検討し、モデル化した。誘発電位は、課題に応じて時間的・空間的に分化した脳内状態を反映する。視覚誘発電位の各成分は、比較的限局された心理・生理的機能を反映する可能性が高い。しかし、視覚誘発電位は、情報処理理論が明らかにした脳機能の機械論的特性よりも、情報処理を可能にするための脳内状態の変動を反映している。すなわち、誘発電位は知的機能そのものではなく、知的機能を方向づける動機的機能を反映する。

誘発電位を視覚成立過程の示標として用いるためには、これまでに得られた視覚誘発電位成分のふるまいに関する知見から、各成分と視知覚過程との対応を検討することが必要となる。

前頭・中心あるいは頭頂領導出の、潜時 100~300 msec の陰性及び陽性成分は、頭皮上分布及び潜時帯からみて、本論の視覚性図式モデルにおける原型形成相を担う神経活動に必要な脳内状態の変動を反映する可能性がある。

後頭領導出の、潜時 150~300 msec の陰性及び陽性成分は、視覚性図式形成相を担う神経活動に必要な脳内状態の変動を反映する可能性がある。

中心・頭頂領導出の、潜時 300 msec 以降の陽性成分群（いわゆる P 300）と陽性緩徐変動 (SW) は、原型及び視覚性図式の形成後にさらに高次の認知活動を行なうのに必要な脳内状態を反映する可能性がある。

第5章 実 験⁵⁾

第1節 基本的仮説及び基本的実験方法

第1項 基本的仮説

視知覚系は、生体内外の状態に合わせて対象の諸特徴を統合し、課題に適した抽象レベルの表象物を形成する。視知覚系は課題に応じたかたちで、抽象化機能とエネルギー付与機能（動機づけ機能）を作用させる注意メカニズムにより、表象物—視覚性図式—を成立させる。そして、視覚性図式の成立は、高次系における課題解決を促進する。

本論における主題は、心理学的適応系のひとつとしての視知覚系が、課題解決事態において抽象的な表象物—視覚性図式—を形成しつつ、高次系の機能を支える過程を検討することにある。

注意機能は生体内に生じた要求によって発動され、対象の特定の面に対するかかわりを強めさ

せる。そして要求に合致した情報が取り入れられた時、注意機能は終了する。注意は、対象とのかかわりの強さを統制する機能である。

視覚的注意は、視覚性図式形成の際に要求される。刺激に対する忠実度を統制する機能である。刺激のもつ物理的制約に忠実に図式を形成させることが、注意機能である。また刺激の制約を抽象化して安定的なかたちで内面化させ、高次系の活動を保障することが保護機能である。

一般的には、過剰学習を受けた対象に要求される図式化の忠実度は低く、知覚学習の不十分な対象に要求される図式化の忠実度は高いといえる。しかし基本的には、忠実度は課題の性質に応じて決まる。

本論では同一刺激をくり返して呈示し、知覚学習を進行させる実験を行なった。そして知覚学習の進行に伴う視覚性図式の抽象化の過程を、後頭領導出の視覚誘発電位を示標としてとらえることを試みた。

本論における実験では、過剰学習を受けた対象として文字（アルファベット）あるいは数字（アラビア数字）を選び、過剰学習の不十分な対象としてランダムチェッカーパターンを選んだ。そして継時的に呈示されるふたつのパタンの弁別あるいは読み取りを、課題として要求した。

文字あるいは数字に対しては、被験者が成人の場合には、原型形成のための学習が過剰なかたちで成立している。文字や数字刺激と原型の間の変動性に対する処理系の許容度は高い。したがって、呈示された刺激からの文字あるいは数字に関する情報は容易に抽出される。知覚学習当初の刺激に対する視覚性図式形成は容易ではない。しかし、知覚学習は急速に進行し、安定的に成立する原型のもとに視覚性図式は容易に形成されるようになる。

他方ランダムチェッカーパターンに対する原型は、知覚学習当初はあいまいなかたちで成立するにとどまる。知覚学習が進行すると、呈示されるひとつひとつの刺激に即して原型が修正されてゆく。そして被験者のとる方略に従ってパタンの分類化がなされ、それらに対応した原型が安定的に成立するようになる。また原型の安定的成立に伴い、視覚性図式はより抽象的レベルで成立し得るようになる。

課題解決に際しては、解決時点ではなく、むしろ解決に至る過程が重要な役割をもつ。知覚学習の進行に伴い、刺激に応じて原型許容度の増大、忠実度に対する要求の低下が生ずる。知覚学習当初、注意機能の亢進により原型と視覚性図式が、刺激の物理的制約を取り入れるかたちで修正される。その後、保護機能により感覚入力と高次系の切り離しが行なわれ、高次系による概念化活動が進行する。

これらの視知覚系における処理変動は、同一の刺激がくり返し呈示される時、ひとつひとつの刺激に対する脳内状態の変動としてあらわれるであろう。本論では、視知覚系が刺激とのかかわりかたを変容させつつ課題の解決に向かう過程を、後頭領導出の視覚誘発電位成分、特に再認過程との関連性が高いと推定される後期成分（潜時 150～300 msec）に焦点をあてて検討する。

第2項 基本的実験方法

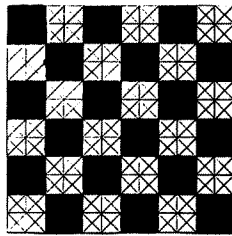
本論では、課題解決に至る過程を明らかにするために、課題刺激をくり返して呈示する実験を行なった。

(1) 被 験 者

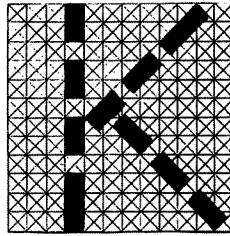
被験者は、北海道大学教育学部学生、大学院生及び教養部生であった。教養部生に対しては報酬を支払った。被験者の視力は矯正視力を含め正常であった。

(2) 刺 激

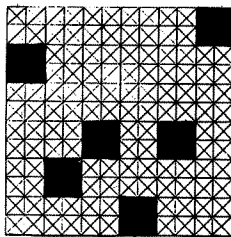
刺激は、基本的には2種類あり、ひとつは過剰学習を受けた刺激で、本論では文字（アルファベット）あるいは数字を用いた。もうひとつは、過剰学習が不十分な刺激で、本論ではランダム



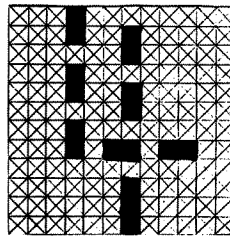
WARNING STIMULUS



LETTER



CHECKERBOARD



NUMBER

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.

配列した正規型チェッカーを作成した。

これらの刺激は、作成後 35 mm フィルムに撮影し、このネガフィルムをスライドとして用いた（黒地に白図柄）。フィルムにはフジ・ミニコピー HR II を用い、現像にはフジ・コピナール（20°C、5 分間）を用いた。

(3) 実 験 装 置

① 実 験 室

実験室は、4×5×3 m の大きさで、20 cm 厚のコンクリートブロック、グラスウール、岩綿及び空気層などよりなる壁（合計の厚さ 1 m）により囲まれている。この構造により外部雑音は約 60 dB 減衰する。また金網による電気シールドを壁全面に施してある。最内壁は、全面を黒布で覆っており、扉を閉めると暗黒となる。前方壁には、150×190 cm の空洞があり、その両端をガラスで遮蔽してある。これは外部から内部に置かれたスクリーンに刺激（スライド）を投写するための窓である。

② スクリーン

スクリーンは透明アクリル樹脂製で（厚さ 5 mm）、サンドブラストにより外側表面を研磨し半透明にしてある。このスクリーンは、外形が 1.1 m×1.6 m で、ドーム形に成型してある。刺激は通常、この陥没部分（0.6 m×0.8 m）の背後に投写した。したがって被験者は、アクリル樹脂

チェッカーパターンを用いた。これらの刺激は、いずれも12行12列の正方格子行列（一辺が 6 cm の正方形で、5 mm ごとに縦、横の線をひき、さらに各格子の対角線をつなぐかたちで斜線がひいてある）を用いて作成した。

文字あるいは数字刺激は、一辺 5 mm の正方格子を基本ユニットとし、1×2 ユニットの長方形を基本要素として作成した（Fig. 1-1）。なお必要に応じて 1×3 あるいは 1×4 の長方形も用いた。文字あるいは数字を作成するのに用いたユニットの合計数は、文字あるいは数字間でできるだけ等しくなるようにした。

ランダムチェッカーパターン刺激は、一辺 10 mm の正方格子を基本要素として作成した（Fig. 1-1）。このとき、基本要素（合計 6 個）は、各行各列において 2 つ以上存在しないようにした。

また、警告刺激として、一辺 10 mm の正方形を基本要素とし、ひとつおきに配列

の通過光を刺激として受け取ることになる。すなわち、このスクリーン面を発光面としてみなすことができる。本論における実験では、スクリーンに投写したスライド中のチェッカー刺激の大きさは $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ となるようにした。

③ 椅子

被験者は、スクリーン前面に置かれた歯科用リクライニング椅子にすわり、スクリーンを見る。この椅子は首と背の2ヶ所の角度と椅子全体の床からの高さを変えられるようになっている。スクリーンを鉛直線より約 30° 傾けて設置してあり、椅子の背もたれ部分は通常 60° ほど傾けた。

④ 刺激投写装置

スライドプロジェクターは、コダック製 AF-2 型に竹井機器が電磁シャッターを取り付けたもの（集団式タキストコプ）を用いた。このプロジェクターの制御（刺激持続時間、刺激間隔、スライドの取換時期）には、竹井機器製プリセットタイマーあるいはプログラブルタイマーを用いた。また必要に応じて岩崎通信機製ファンクションジェネレーターを刺激持続時間と刺激間隔の制御に用いた。スライドプロジェクターの光源は、内蔵のハロゲンランプを用いた。しかし、電磁シャッターの開閉特性に限度があるため（開放に約 10 msec 、閉鎖に約 150 msec を要する）、数十ミリ秒のオーダーの刺激呈示が困難であった。そのため、内蔵のハロゲンランプをはずし、Xenon 管を取り付けた同型（AF-2）のプロジェクターを用意した。また、短時間呈示（ 50 msec 、以下 10 msec 以上）には、電子シャッター（竹井機器）を用いた。前記の電磁シャッター（以後低速シャッターと呼ぶ）は、1枚の金属板をスライド窓前面で下辺を軸として 90 度回転させるようになっていたが、電子シャッター（以後高速シャッターと呼ぶ）は写真機のレンズシャッターと同様の構造になっており開閉特性は良好であった（立ち上がり及び立ち下がり時間は約 5 msec ）。低速シャッターは刺激持続時間が 300 msec の場合にのみ用いた。

内蔵ハロゲンランプによる投写の場合には、光量が多すぎるため、スライドと映写レンズの間に neutral density filter (Kenko 製: ND-2, ND-4) を挿入した。透過率50%の filter と透過率25%の filter を重ねて用いた（ $1/8$ の光量減少を生じた）。さらに映写レンズ鏡筒中に直径約 5 mm の絞りを挿入した。その結果、スクリーン上でのチェッカー刺激の照度は、約 1 mL となった。

⑤ 凝視点

凝視点には、赤色 LED を映写レンズによりスクリーンに投写して用いた。赤色 LED の前面をピンホールにつけた黒紙で覆って用いたので、スクリーン上では直径約 8 mm の赤い円となった。凝視点は実験中常に投写し、刺激投写時には刺激の中央と一致するように投写位置を調整した。

⑥ 脳波計

三栄測器製 WM-103 型を用いた。この脳波計には三栄測器製生体増幅器1117型が14チャンネル分組込まれている。生体増幅器1117型の時定数は 0.3 秒あるいは 1.5 秒、周波数フィルターのバンド幅は $1\text{ Hz} \sim 3\text{ KHz}$ に設定した。

⑦ データレコーダー

FM データレコーダー TEAC 製 R-270 型を用いた。14チャンネル同時記録で、周波数フィルターのバンド幅は $\text{D.C.} \sim 1.25\text{ KHz}$ である。データレコーダーには、脳波計出力（8チャンネル）の他にスライドプロジェクターの制御開始信号と、フォトトランジスターによる映写光検出装置からの出力及び音声メモを同時に記録した。磁気テープにはスリーエム製を用いた（ $1/2\text{ inch}$ ）。

幅)。

⑧ 脳波電極

三栄測器製 Ag-AgCl 粉末固化電極を用いた。皿型で、電極部の直径は 7 mm である。電極装着の際には、頭皮の装着部分をエチルアルコール (99.9%) で拭い、脱脂した。基準電極を装着する耳朶は、石鹼で洗浄後にエチルアルコールで拭清した。必要に応じて洗髪により頭皮全体を石鹼により洗浄した。電極間の抵抗値は、おおむね 5 K Ω 以下になるようにした。

電極糊は、三栄測器製のものを用いた。装着した電極は、脳波記録中にはずれないように絆創膏で頭皮・頭髪に固定した。さらに必要に応じて包帯を巻いて固定した。

脳波電極は、国際10-20法 (Jasper, 1958) に基き、前頭領左側 (F₃) 及び (F₄)、中心領左側 (C₃)、右側 (C₄) 及び中央 (C_z)、後頭領左側 (O₁) 及び右側 (O₂) に配置した (Fig. 1-2)。なお、

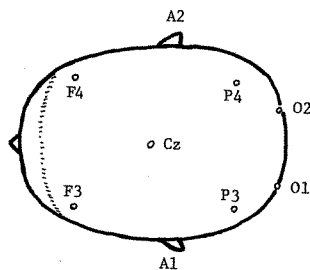


Fig. 1-2. Schematic representation of electrode locations according to the international 10/20 system. C₃ and C₄ were used in Exp. 1 and 2. In other experiments, P₃ and P₄ were used in place of C₃ and C₄.

途中から中心領左側 (C₃) 及び右側 (C₄) は、頭頂領左側 (P₃) 及び (P₄) に変更した。基準電極は左右両耳朶に装着した。両電極を電氣的に結合し、各脳波電極との単極誘導により脳波を記録した。なお、右眼眼脥上及び右眼右側にも電極を装着し、双極誘導で眼球運動を記録した。

⑨ 加算装置

日本光電製 ATAC-201型、ミニコンピューター横河ヒューレットパッカード製 YHP 2100 A 型及び同社製 YHP 2117 F 型 (1000 システム) を使用した。

ミニコンピューターによる加算の場合には、FM データレコーダーを経由した脳波計出力を A-D コンバータ (自作パルス制御器によりコントロール; 古塚, 1980) によりデジタル化した後、ディスク記憶装置 (YHP 7900 A, 5 メガバイト) に記録させた。なお、A-D コンバーターの分解能は 5 mV で、1 V (脳波計出力フルスケール) を 12 ビットに対応させている。分析精度は 1 ポイントあたり 7.8 msec で、刺激 on から約 1 秒の区間 (7.8 msec/1 point $\times$ 128 point = 998.4 msec) を加算した。加算開始時期は、スライドプロジェクターのシャッターを駆動させる制御信号に同期させた。そして、スライドプロジェクターの映写光を受光するフォトトランジスター検知器の出力を脳波加算時に共に加算して発光時期を確認し、この時点刺激 on ポイントとした。

加算の際には、記録紙上の脳波 8 チャンネル分 (F₃, F₄, C₃, C₄, C_z, O₁, O₂ 及び眼球運動) 分を視察し、アーチファクトの混入していない試行のみを選び出した。加算回数はアーチファクトの混入の程度により変わるが、40~60 回であった。必要に応じてグラフィックディスプレイ (YHP 2648 A) にも 2 チャンネル分のデータを表示し、視察後に加算した。

加算結果は、プロッター (YHP 2635 A) より表示させた (時間軸: 1 秒 = 9.8 cm, 振幅軸: 50 μ V = 2.5 cm)。このとき、各刺激の on ポイント前後約 50 msec ずつ計約 100 msec の振幅平均値をとって、それぞれの刺激に対するベースラインとした。このベースラインに基き、指定区間内の最大の陰性及び陽性成分の潜時と振幅値を表示させた。

また、プロッターに表示させた各個人の VEP 波形から特定の VEP 成分群を選び、それらのピークの位置をプロッターの座標読み取り機能により入力させ、潜時と振幅値を計算させた。このデータ群は個人ごとに紙テープパンチャー（自作：古塚，1980）により紙テープに記録させた。そして、データ集計時に紙テープリーダー（YHP 2748 A）により入力し、平均値、標準偏差等の算出や分散分析の演算を行なわせた。

(4) 手続

① 暗順応

脳波電極装着後、被験者を実験室内の椅子にすわらせ、凝視点が視野のほぼ中央（若干下になるように）椅子の高さ、背もたれの角度を調節した。約 5 分間の暗順応後、両眼視条件で実験を開始した。最初の 4 試行は練習試行で、教示をしながら刺激を呈した。

② 刺激呈示法

刺激にはランダムチェッカーパターン系列と文字（あるいは数字）系列があった（Fig. 1-3）。

1 回の試行は、合計 7 回の刺激からなり、最初に警告刺激（WS），次に第 1 刺激列として 3 個の同一ランダムチェッカーパターン（あるいは文字、数字）があった。ランダムチェッカーパターン系列、文字（数字）系列とも、第 1 刺激列の刺激内容と第 2 刺激列の刺激内容は、同じ場合と異なる場合があった。同じ場合と異なる場合の出現確率はそれぞれ $1/2$ で、ランダムに出現した。

警告刺激と第 1 刺激列の最初の刺激（I-1）の刺激間隔（on-on 間隔，Inter Stimulus Interval: ISI）は、1500 msec，第 1 刺激列の 3 個の刺激（I-1, I-2, I-3）の刺激間隔は 1000 msec，第 1 刺激列の最後の刺激（I-3）と第 2 刺激列の最初の刺激（II-1）の刺激間隔は 1500 msec，そして第 2 刺激列の 3 個の刺激（II-1, II-2, II-3）の刺激間隔は 1000 msec だった。なお，第 1 刺激列と第 2 刺激列の各刺激を刺激位置番号で呼ぶ場合には，第 1 刺激列の最初の刺激（I-1）を 1，第 2 刺激列の最後の刺激（II-3）を 6 とした。

ランダムチェッカーパターン系列の試行と文字（数字）系列の試行を 26 個，ランダムに配列し，

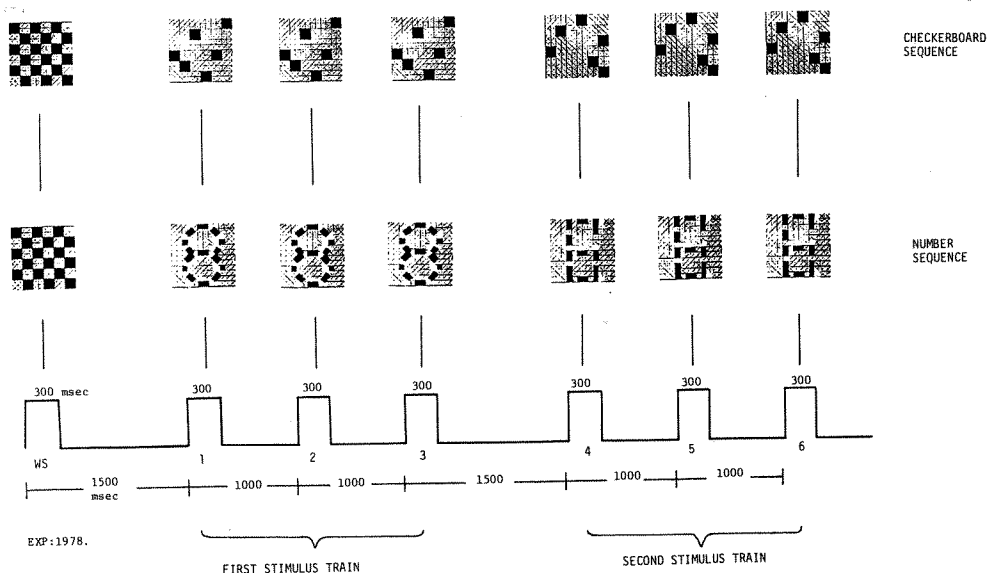


Fig. 1-3. Time sequence of stimulus presentation. Letters were presented in Exp. 1 in place of numbers. The identical time sequence was used in all experiments described in the later sections except in Exp. 6~10.

これを1ブロックとして4～6ブロック呈示した。

試行間間隔は、おおむね7～20秒(平均13秒)だった。脳波計により眼球運動を監視しながら刺激を呈示した。ブロック間の休憩は数分間とった。休憩前後にブザーで合図した(前: 1000Hz, 後: 500 Hz)。

③ 課 題

ランダムチェッカーパターン系列では、課題は第1刺激列と第2刺激列の刺激パタンの異同を弁別することであった。文字(数字)系列では、課題は第1刺激と第2刺激列の文字(数字)をそれぞれ読み取ることだった。いずれの系列の場合も、反応は口頭報告することであった。口頭報告は、最終刺激(II-3)呈示約1秒後に行なうように教示した。なお実験後には、7個の刺激からなる系列をどのようにみていたかについて内省報告を求めた。

(5) データ分析

① 分散分析(2要因のくり返し分析)

刺激の種類(文字, 数字系列とランダムチェッカーパターン系列)と刺激位置(1～6)をそれぞれ独立要因とし(2×6), 被験者全員のデータをくり返しとして用い, 各導出部位ごとに演算を行った。なお, 刺激位置は第1刺激列(1～3)のみを利用した場合もある。

② Student's t test

ひとつの刺激位置における刺激の種類による差と, ひとつの刺激の種類における2つの刺激位置間の差を検定する際に用いた。

第2節 実 験 1

第1項 目 的

後頭領導出 VEP の N_1 成分は, 視覚性図式形成の際の忠実度を反映すると仮定した。ランダムチェッカーパターン刺激に対しては, 原型があいまいなかたちでしか成立していない。図式の形成のためには, 刺激の特徴, すなわち物理的制約を多量に取り入れることが必要になる。一方, 文字刺激に対しては, 原型は抽象的・安定的に成立する。したがって, 視覚性図式形成のための刺激の物理的制約の取り入れは少ない。

くり返し呈示されるランダムチェッカーパターン刺激に対する後頭領導出の N_1 成分振幅は, 文字刺激に対する同成分振幅よりも大きく, 振幅低下は遅れるであろう。

第2項 方 法

ランダムチェッカーパターン系列と文字系列を等確率でランダムに呈示した。ランダムチェッカーパターンは30種類, 文字はA～Zの26種類を用意した。1試行に含まれる7個の刺激の持続時間は全て 300msec とした。

加算装置は ATAC-201 型, 加算回数は40回であった。ベースラインの設定と VEP 成分のピーク潜時及び振幅値測定は視察によった。

具体的な実験方法は, 前節に述べた通りである。

被験者は北大教育学部生6名(男子3名, 女子3名)で, 年齢は20～30歳だった。

第3項 結 果

第1刺激に含まれた3つの刺激に対する VEP 波形(中心領中央: Cz, 及び後頭領左側: O₁

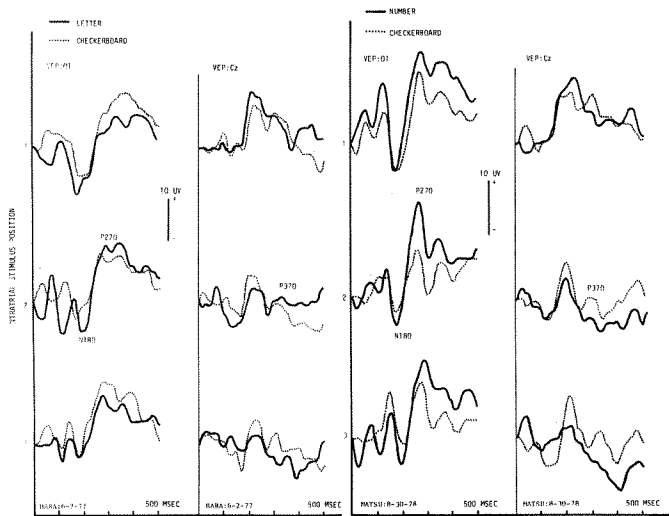


Fig. 1-4. VEP wave forms recorded at the central (Cz) and left occipital (O₁) loci. VEPs in the left panel were recorded in Exp. 1 for a subject, whereas those in the right panel were recorded in Exp. 2 for another subject. Intratrial stimulus positions from 1 to 3 are seen on the ordinates. Latencies 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.

P₂ 成分に相当する。

文字系列に対する後頭領 (O₁) 導出 P270 振幅値は、第1刺激列の2番目の刺激 (I-2) において最大となった。他方ランダムチェッカーパターン系列では、後頭領 (O₁) 導出 P270 振幅値は第1刺激列の最初の刺激 (I-1) において最大であった。

第2刺激列に含まれた3つの刺激に対する後頭領 (O₁) 導出の VEP 波形の一例を Fig. 1-5 の左側に示した。第2刺激列でも、第1刺激列と同様に文字系列に対する P270 振幅値は、くり返し呈示された刺激すなわち第2刺激列の2番目の刺激 (II-2) もしくは3番目の刺激 (II-3) に対して最大となった。他方ランダムチェッカーパターン系列では、第1刺激列においてみられた刺激のくり返し呈示に対する P270 振幅値の減少傾向が、第2刺激列では増加傾向に変わった。すなわち、第2刺激列の2番目あるいは3番目の刺激に対して P270 振幅値は最大となった。

Fig. 1-6には、前頭領 (F₃, F₄) 及び中心領 (C₃, C₄) 導出 VEP の N120 (下段), P180 (中段) 及び P370 (上段) の各平均振幅値の刺激位置に対するグラフを示した。○印と実線は文字系列, □印と点線はランダムチェッカーパターン系列を示す。

Fig. 1-7 には、中心領中央 (Cz) と後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP の N120 (Cz), N180 (O₁, O₂), P180 (Cz), P270 (O₁, O₂) 及び P370 の各平均振幅値の刺激位置に対するグラフを示した。

(1) 前頭・中心領導出 N120

前頭領左側 (F₃), 前頭領右側 (F₄), 中心領左側 (C₃), 中心領右側 (C₄), 中心領中央 (Cz) の

よりの導出 VEP) の一例を Fig. 1-4 の左側に示す。実線が文字系列, 点線がランダムチェッカーパターン系列である。

中心領導出 (Cz) 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。N120, P180 の名称は、前章まで用いられてきた名称 N₁, P₂ に相当する。また、P370 は P300 に相当する。

後頭領導出 (O₁) 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。これらの成分は、前章まで用いてきた後頭領導出 N₁ 成分と

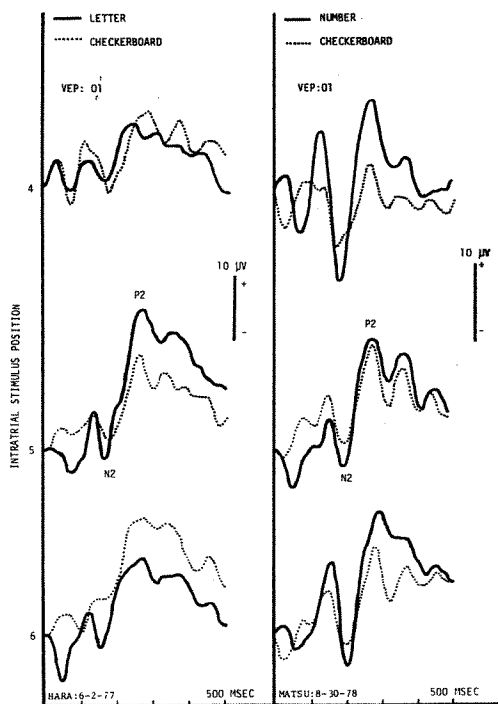


Fig. 1-5. VEP wave forms recorded at O₁. VEPs in the left panel were recorded in Exp. 1, while those in the right panel in Exp. 2. VEP negative and positive peaks were identified as N2 and P2 which are shown on the VEPs at position 5. Intratrial stimulus positions from 4 to 6 are seen on the ordinate.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

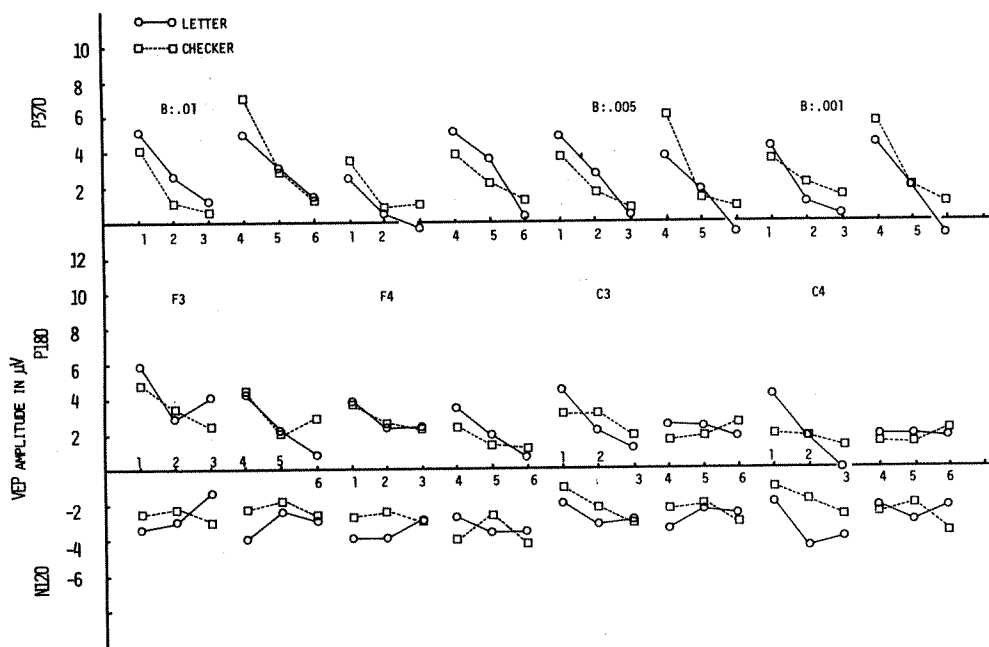


Fig. 1-6. VEP amplitude values averaged across 6 subjects for the letter and checkerboard stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen on the abscissa. Centro-frontal electrode loci (F3, F4, C3, and C4) are seen in the upper part of 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.

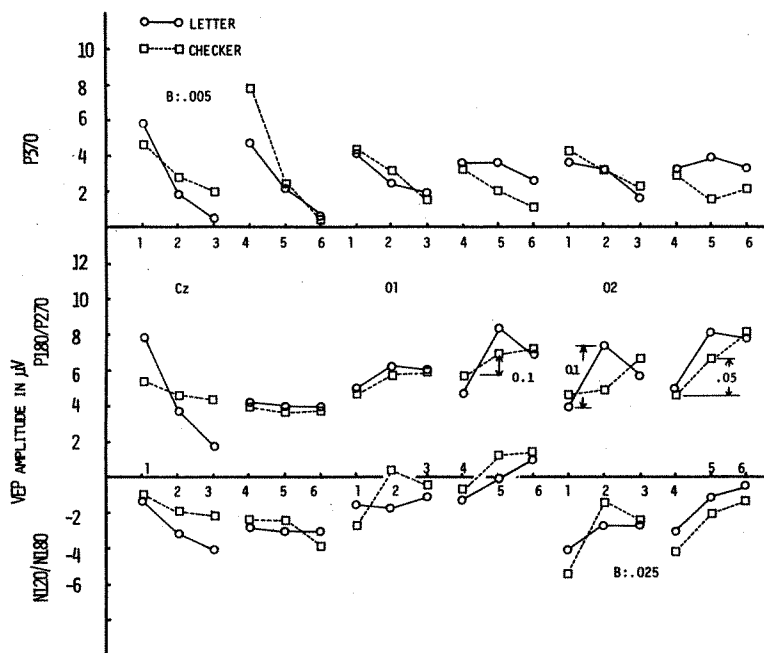


Fig. 1-7. VEP amplitude values for the letter and checkerboard stimuli recorded at the central (Cz) and occipital (O₁ and O₂) electrode loci. N120 and P180 on the left side of the ordinate stand for negative and positive peaks of the Cz VEP, while N180 and P270 for those of the O₁ and O₂ VEPs. Numbers 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. 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 O₂ N180 amplitude decreased significantly at position 2 for the checkerboard stimulus. The Cz P180 and P370 amplitudes were maximum at position 1 and decreased at positions 2 and 3. The Cz P370 was significantly larger at position 4 for the checkerboard stimulus than for the letter. About letter B, see Fig. 1-6.

各部位では、分散分析の結果、刺激の種類（ランダムチェッカーパターンと文字）による効果、刺激位置（1～6）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 では、文字系列に対する N120 振幅値の方が、ランダムチェッカーパターン系列に対する N120 振幅値よりも若干大きい傾向が認められるが、いずれの刺激位置でも有意差はなかった。

(2) 前頭・中心領導出 P180

F₃, F₄, C₃, C₄, Cz 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。

(3) 前頭・中心領導出 P370

F₃, C₃, C₄, Cz の各部位において、分散分析の結果、刺激位置による効果に有意差が認められた(F₃: $F(5/36) = 4.03$, $P < 0.01$, C₃: $F(5/36) = 5.19$, $P < 0.005$, C₄: $F(5/60) = 8.62$, $P < 0.001$)。この結果は、中心領導出 P180 振幅値が刺激位置に関して大きく変動したことを示している。刺激の種類による効果は有意ではなかった。

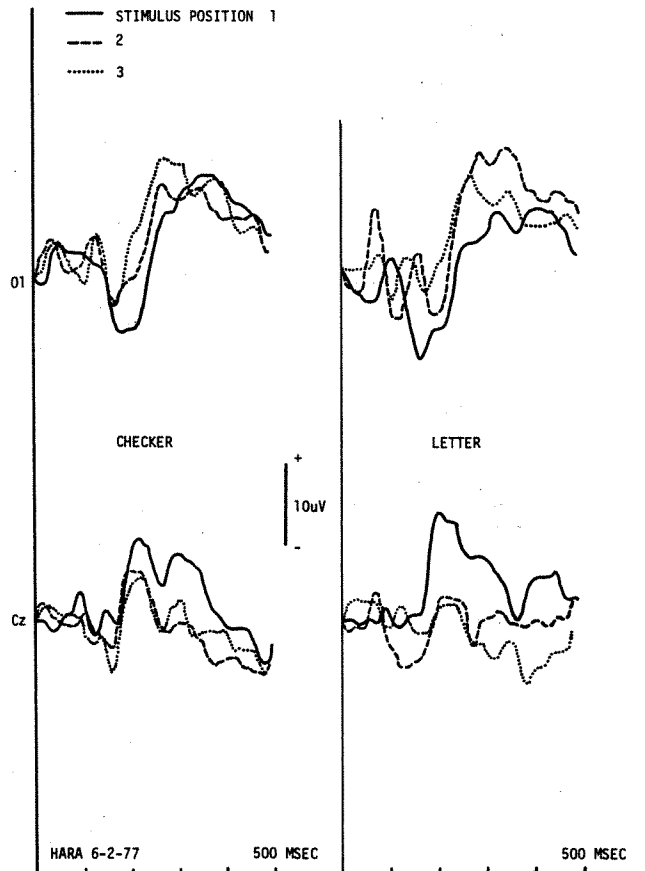


Fig. 1-8. VEP wave forms to the letter and checkerboard stimuli for a subject. The VEPs to the checkerboard stimulus are seen in the left side, while those to the letter stimulus are seen in the right side, of the figure. Electrode loci (Cz and O₁) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from 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.

文字，ランダムチェッカーパターン両系列とも，刺激位置 1 から 3，4 から 6 にかけて明瞭に減少傾向を示している。刺激位置 4 では，ランダムチェッカーパターン系列の方が文字系列よりも大きい。

(4) 後頭領導出 N180

後頭領右側 (O₂) において，刺激位置による効果に有意差が認められた ($F(5/48) = 2.85$, $P < 0.025$)。刺激位置 1 から 3，4 から 6 にかけて減少傾向を示している。

(5) 後頭領導出 P270

後頭領左側 (O_1) と右側 (O_2) いずれの部位においても、刺激の種類による効果と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 では、刺激位置 4 から 5 にかけて、文字系列で有意ではないが増加傾向が認められた ($df=5, t=2.38, P<0.10$)。また O_2 では、刺激位置 4 から 5 にかけて、ランダムチェッカーパターン系列での増加傾向に有意差が認められた ($df=5, t=2.82, P<0.05$)。

このように頭蓋のより前方の部位 (F_3, F_4, C_3, C_4, Cz) より導出した陽性成分 P180 と P370 の振幅値は、それぞれ刺激のくり返しに伴い、文字、ランダムチェッカーパターの両系列で減少傾向を示した。しかし後頭領導出 (O_1, O_2) の陽性成分 P270 の振幅値は、特に文字系列に対してくり返し 1 回目増加傾向を示した。Fig. 1-8 は、ひとりの被験者の後頭領導出の VEP 波形と中心領中央 (Cz) 導出の VEP 波形のうち、刺激位置 1, 2, 3 に対する 3 つの波形を重ね合わせて示したものである。グラフ左側はランダムチェッカーパターン系列、右側は文字系列に対する VEP 波形である。このグラフからも認められるように、後頭領導出 P270 成分は、刺激くり返しに対して増大することが特徴である。第 2 刺激に対する P270 振幅値は、第 2 刺激列に対する後頭領導出 N180 振幅値の減少傾向に合致して増加しているようにみえる。この N180 振幅値の減少傾向と P270 振幅値の増加傾向は、課題解決後 (刺激位置 5 及び 6) のベースラインの変動を示している可能性もある。しかし、第 1 刺激列では課題解決に至る前の段階にある。そして、後頭領導出 N180 振幅値は、文字系列では減少傾向は明瞭ではないが、後頭領右側導出の P270 振幅値は増加傾向を示している。このことは、後頭領導出 P270 が、課題解決に至る前の段階での刺激のくり返しに対し、特異的に増大することを示している (北島ほか, 1978; Kitajima, Murohashi と Kanoh, 1980)。

第 4 項 慣れ過程について

前頭・中心領導出の陽性成分 P370 は、文字・ランダムチェッカーパターンいずれに対しても刺激位置 4 あるいは 1 で最大振幅値を示した。刺激位置 4 では課題の解決がなされ、刺激位置 1 では情報の取り入れが行なわれた。このような場合に後期陽性成分が増大することは、第 3 章において、課題解決過程における誘発電位の検討により確認したとおりである。

前頭・中心領導出の P370 及び P180 振幅値が、刺激のくり返しに伴って減少したことは、これらの成分が短期的な慣れ (Callaway, 1973) あるいは回復過程における不応期 (Schwartz と Shagass, 1964; Lehtonen, 1973; Kitajima, Morotomi と Kanoh, 1975, Kitajima, 1978) を反映したとみることができる。

前頭・中心領導出の P370 振幅値は、文字系列では刺激位置 1 で最大となり、刺激位置 2, 3 と減少を示した。そして刺激位置 4 では、刺激の交代に伴い再び振幅値が増加したが、刺激位置 1 に対する振幅値よりも若干小さな振幅値となる傾向があった。他方ランダムチェッカーパターン系列では、第 1 刺激列内では、文字系列と同様に刺激位置 1 に対する振幅値が最大だった。しかし刺激の交代する刺激位置 4 では、刺激位置 1 に対する振幅値よりも大きな振幅値をとる傾向があった。この傾向は、特に中心領中央 (Cz) で著しかった。

いわゆる P300 は、課題に関連した刺激が呈示された時に出現し、課題関連刺激の出現確率が低いほどその振幅値が大きくなる (Tueting, 1978; Donchin, 1978; Donchin, 1979)。しかし本論の実験では、文字、ランダムチェッカーパターの両系列とも課題に関連した刺激である。また両系列とも出現確率は 1/2 で、刺激位置 4 における刺激交代確率も 1/2 である。しかるに文字

系列とランダムチェッカーパターン系列の間で P370 のふるまいが異なることは、P370 が両系列の刺激内容の処理における差を反映したといえる。

文字系列における原型は、過剰学習により抽象的・安定的に成立する。他方ランダムチェッカーパターン系列における原型は、あいまいなかたちでしか成立しない。刺激位置 4 では、両系列とも第 1 刺激列で呈示された刺激の原型を保持し、第 2 刺激列の刺激と比較される。ランダムチェッカーパターン系列では、原型は安定的に成立していないために、その保持にはより強い側方抑制を必要とする。しかし、文字系列では異同弁別は課されていないし、また原型も安定的に成立しているので、原型保持のための強い側方抑制を必要としない。刺激位置 4 における P370 振幅値の、文字とランダムチェッカーパターン系列間の差は、そのような、原型保持のための認知的側方抑制機能を反映したものとみることができる。

後頭領導出 P270 成分の刺激くり返しに対するふるまいは、前頭・中心領導出の P370 成分のふるまいとは明らかに異なる。すなわち前頭・中心領導出 P370 成分振幅値が刺激くり返しによって減少傾向を示したのに対し、後頭領導出 P270 成分振幅値は増加傾向を示した。この増加傾向は、慣れの現象としては説明できない。

前述の如く、刺激のくり返し呈示に対しては、誘発電位成分は慣れ現象を示す。このことは、後頭領導出の視覚誘発電位成分においても例外ではない。第 3 章第 6 項で示した如く、Megela たちの研究 (1977, 1979) は、くり返し呈示される刺激を見続ける条件のもとでは、後頭領導出の潜時約 200 msec の陽性成分 (P_2) 振幅値が減少傾向を示すことを見出した。

Megela たちの研究 (1977, 1979) においては、後頭領導出の陽性成分 (P_2) が増大したのは刺激に物理的変化が生じた場合であった。Megela ら (1979) によれば、 N_1 - P_2 のような潜時 300 msec 以前の成分の慣れは、二重過程 (Thompson と Spencer, 1966; Groves と Thompson, 1970) による。

本論における実験では、刺激の物理的変化の生じない、同一刺激のくり返し中に後頭領導出の陽性成分 (P_{270}) の増大が生じた。もし P_{270} 成分が二重過程説に従う慣れを示すならば、 P_{270} 成分振幅値の増大は、鋭敏化過程が刺激のくり返しにより増強されたことを反映することになる。しかし刺激が物理的に変化していないのだから、鋭敏化過程の増強があり得るとすれば、それは中枢性促進によることになる。

Megela ら (1977, 1979) の後頭領導出 P_2 成分は、明→暗の変化が生じた時の暗刺激に対して、慣れを生ずる前の暗刺激よりも大きな振幅を示した。これは、鋭敏化過程の中枢性促進を支持し得るひとつのデータである。

しかし本論の実験では、課題解決後の第 2 刺激列の刺激に対しても、後頭領導出 P_{270} の増加傾向は明瞭である。課題解決後にも刺激に対する鋭敏化がより強く生ずることは考えにくい。また、鋭敏化過程がより強く反映されるのは P_2 成分よりもむしろ N_1 成分であろう。第 6 章で検討した如く、後頭領導出 VEP の N_1 成分は、視覚的注意をより鋭敏に反映するからである。

したがって、後頭領導出 P_{270} 成分の刺激くり返しに伴う振幅値の増大が、鋭敏化過程による可能性は小さい。

第 5 項 Chapman の記録成分との関連性

Chapman ら (1978, 1979) は、Chapman (1973) の刺激呈示方法を用いて VEP 測定を行ない主成分分析を実施したところ、刺激光強度に影響されず潜時約 250 msec でピークとなる記録

成分を見出した。この成分は刺激位置 1 で最大、刺激位置 4 で最小となり、プローブ刺激による再生得点との相関が高かった。

本論における後頭領導出の VEP 成分、P270 とこの記銘成分の潜時はかなり近い。したがって後頭領導出 P270 成分も、記銘にかかわる誘発電位成分のひとつである可能性がある。

本論における実験事態と Chapman (1973) の用いた実験事態は、警告刺激に続いて関連刺激(文字あるいは数字)が継時的に呈示され、被験者はその刺激を知覚し情報を課題解決時点まで保持する、という点で類似である。

いずれの実験事態においても、刺激位置 1 における刺激情報の記銘量が最大となると想定される。本論における実験の被験者は、実験後の内省報告において、刺激位置 1 でいずれの刺激(ランダムチェッカーパターンと文字)もおよその情報を読み取ったと述べた。

しかるに本論の実験における後頭領導出 P270 成分の振幅値は、刺激位置 1 で小さく、刺激位置 2 あるいは 3 で増大したのである。本論の実験では同一刺激をくり返し呈示したのだから、刺激位置 2 あるいは 3 における刺激のもたらす情報は、刺激位置 1 の刺激よりもはるかに少ないはずである。

したがって本論における後頭領導出 P270 成分は、記銘過程を直接的に反映するとはいえない。しかし実験事態に類似の面があり、また Chapman らの記銘成分と潜時が近い点では、この P270 成分がなんらかのかたちで記銘過程にかかわりをもつ可能性はある。

第 6 項 陰性成分の重畳について

Näätänen ら (1980, 1982) は、聴覚モダリティにおいて、潜時 100~200 msec の陰性成分 N_1 付近より、聴覚的注意と対応して生起する陰性電位変動を見出した。このような成分(処理 negativity)は、視覚モダリティでは Harter と Previc (1978), Harter と Guido (1980) により見い出された。

このような陰性変動が後頭領導出 P_2 成分 (P270) に重畳することにより、 P_2 成分 (P270) の振幅が変動する可能性がある。

P270 振幅値は、刺激位置 1 あるいは 4 で最小である。これらの位置は、P370 のふるまいにも示されるように、課題解決にかかわる重要な位置である。したがってこれらの位置でいわゆる処理 negativity が最も強くあらわれ得る。

しかし、Näätänen ら (1979, 1982) や、Harter ら (1978, 1980) の実験は、かなり短い刺激間間隔 (500 msec 程度) を用いている。そのような条件下でのみ処理 negativity は明瞭にあらわれ得る。本論の実験では、刺激位置 1 及び 4 の刺激の前には 1500 msec の間隔があった。

後頭領導出 N_1 成分 (N_{180}) は、刺激位置 1 及び 4 で最大となった。もし処理 negativity が N_1 成分付近から N_1 成分に重畳するならば、少なくとも N_1 成分の増大は処理 negativity の増大を反映する可能性がある。また刺激位置 1 及び 4 における P_2 成分 (P270) も処理 negativity の重畳により振幅低下を示したとみることができる。しかし、刺激位置 2 あるいは 3 に対する後頭領右側 (O_2) 導出の N_1 成分 (N_{180}) は、ランダムパターン系列に対して明瞭な減少を示しているのに対し、 P_2 成分 (P270) は明瞭な増加を示していない。これに対して文字系列の O_2 導出 P_2 成分 (P270) は、 N_1 成分が明瞭な減少を示していないにもかかわらず、増加傾向を示している。

これらのことは、処理 negativity の重畳による後頭領導出 P270 成分の振幅変動の可能性の

低いことを示す。

第7項 後期汎性陽性成分

中心・側頭領導出の誘発電位において広く認められる P300 成分は、数多くの心理学的変数との対応が検討されてきた (Tueting, 1978)。

後頭領導出 P270 成分は、P300 成分と潜時が近く、側頭領付近に最大振幅をもつ P300 (P_{3b}) ととも頭皮分布上でも近いといえる。したがって、P300 成分と類似の性質をもつ可能性がある。

P300 成分は、刺激が課題に関連し、かつ出現確率の低い場合に生じやすい (Tueting, 1978; Donchin, 1978, 1979)。また課題解決に際して、特に再認過程に関連して P300 が生ずる。

本論における実験では、P300 は、刺激位置 1 あるいは 4 で振幅が最大となった。これは刺激位置 1 及び 4 における刺激が最も課題関連性が強く、決定的情報をもたらすことを反映している。

しかし後頭領導出 P270 成分は、刺激位置 2, 3 あるいは 5, 6 で最大振幅をもつ。これは P300 のふるまいとは一致しない。後頭領導出 P270 成分は、むしろ重要な情報がもたらされ、課題関連性が弱まった時に増大するようにみえる。

P300 成分は、刺激状況の不確かさが、決定的情報の取り入れにより減少する時に生ずるといえる面をもつ (Sutton ら, 1967; Squires ら, 1975)。本論の実験における P270 成分は、P370 成分との増加する刺激位置がずれているが、刺激の冗長性に対応して変動するとみることができると。

P300 成分は刺激の評価時間を反映する (Pritchard, 1981; Duncan-Johnson と Donchin, 1982)。すなわち、P300 (本論では P370) が生起するときには、刺激に対する評価を可能にするだけの知覚処理は完了しているのである。後頭領導出 P270 成分は、潜時からみると知覚処理の終了期に生起したといえる。P270 成分が刺激の冗長性に対応して増大するとすれば、P270 成分は十分な知覚の成立状態を反映する可能性がある。

第8項 反応時間に基く推論

本論の実験事態下での知覚・認知時間を推定するために、VEP 実験と同一実験条件下で反応時間のみを測定した。この実験では、文字の代わりに数字を用いた。

反応時間は、第2刺激列の1番目の刺激が出現した時から被験者がキーを押すまでの時間を測定することにより得た。すなわち、課題解決時点での反応時間を測定した。被験者に要求した課題は、数字系列の場合には、第2刺激列の1番目の刺激の文字を認知できしだいできるだけはやくキー押しをすることだった。また、ランダムチェッカーパタンの場合には第1刺激列のパタンとの異同弁別後でできるだけはやくキー押しをすることだった。

数字、ランダムチェッカーパタン両系列あわせて26試行を1ブロックとし、4ブロック施行した。なお最初の4試行は教示を与えて練習試行とした。

Fig. 1-9 には、被験者3名の各ブロックの平均反応時間を示した。第4ブロックまでには、反応時間はまだ安定化していないが、曲線を外挿して極限值を推定した。ランダムチェッカーパタンの異同弁別に要する時間は約430 msec、数字の認知に要する時間は約340 msec と推定した。

運動皮質の興奮から運動ニューロンの反応までには10~15 msec を要し (Woodworth と Schlosberg, 1954)、筋電図の発生からキー押し反応までに30~75 msec (中央値50 msec) (Ritter ら, 1972) を要する。したがって、中枢での処理終了からキー押し反応までには、約60 msec の時間

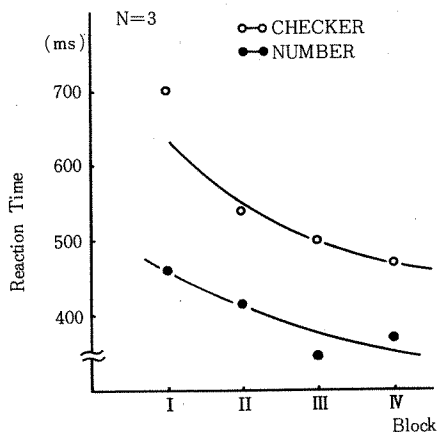


Fig. 1-9

を要すると推定される。この伝達時間を前述の反応時間から差し引くと、ランダムチェッカーパタンの異同弁別には約 370 msec、数字の認知には約 280 msec を要すると推定される。

また本論と同様の実験事態を用いた室橋 (1979) の実験では、単純な光覚知 (光を感じたらすぐ反応) の反応時間は約 280 msec (被験者 7 名の平均値: 第 2 刺激列の 1 番目の刺激に対する反応) だった。この時間から末梢伝達時間 (約 60 msec) を差し引くと、単純な光覚知処理が終了する時間は約 220 msec となる。室橋 (1979) では黒地に白抜の線画刺激を用いたので、本論の実験で用いたランダムチェッ

カーパタンや文字・数字よりも刺激光量が少ない。したがって、本論の実験における単純覚知時間は 280 msec よりもさらに短い可能性がある。しかし、本論の実験事態における単純な光覚知処理には、刺激出現後約 200 msec を要するものと推定し得る。この時間帯には、本論の実験では、後頭領導出 VEP の N 180 成分あるいは前頭・中心領導出 VEP の P 180 成分が存在する。

反応時間は、意識系の関与する判断時間である。したがって意識系の関与しない刺激処理段階については、反応時間は必ずしも対応するわけではない。Donchin らは、P300 成分潜時と反応時間の関係は、誘発電位成分と反応時間測定に基く情報処理段階の対応が直接的なものではないことを示した (Kutas ら, 1977; Donchin, 1980; Duncan-Johnson, 1982)。

後頭領導出 P270 成分の潜時は、単純な光覚知に要する時間 (約 200 msec) よりも遅く、ランダムチェッカーパタンの異同弁別に要する時間 (約 370 msec) よりもはやい。そして、数字の認知時間 (約 280 msec) と後頭領導出 P270 成分の潜時が重なる。この重なりは、前述の如く、認知成立と P270 成分との直接的対応を示すものではない。また反応時間のバラツキはかなり大きい (標準偏差値が約 50~200 msec) ので、特定の関係を求めることは困難である。しかし、後頭領導出 P270 成分は、単純な光覚知が成立した後、刺激を図と地に分離し、意味あるまとまり <Gestalt> としてとらえることのできる時間帯に生ずるのである。そしてこの時間は、パタン間の弁別のような、より複雑な処理を要する段階に対応する時間よりもはやい。

反応時間から推定できることは多くない。しかし、ひとつの可能性は、P270 成分が、安定的に図一地分化を成立させる神経活動を反映する、ということである。第 2 刺激列の 2 番目と 3 番目の刺激に対しては、ランダムチェッカーパタンと文字の両系列で後頭領導出 P270 成分の振幅が増加している。しかし、第 1 刺激列では、後頭領右側導出 VEP の P270 成分は、文字系列に対してのみ増加が明瞭である。この第 1 刺激列における P270 成分振幅の刺激間の差異は、第 1 刺激列では、文字系列の方がランダムチェッカーパタンよりも安定的に図一地分化が成立することを示唆する。第 2 刺激列では、ランダムチェッカーパタン系列でも課題が解決し、刺激に対する忠実度の要求が低下して図一地分化が容易に成立するであろう。

第 9 項 言語的概念活動

第 2 刺激列の 2 番目と 3 番目の刺激位置は、課題解決後の過程であり、そこに含まれる心理的

活動は課題解決という点からは間接的なものになる。しかし第1刺激列の2番目と3番目の刺激位置は、課題解決に至る過程である。したがって第1刺激列中に生じた VEP 変化は、課題解決にかかわる重要な過程を反映する可能性をもつ。

第1刺激列における後頭領右側導出 VEP の P270 成分振幅は、ランダムチェッカーパターン系列よりも文字系列でより明瞭な増加傾向を示した。ランダムチェッカーパターンは、その刺激内容を容易に言語化できない刺激である。他方、文字（アルファベット）は言語刺激であり、また言語的に符号化することを課題として要求した。したがって、言語的符号化活動あるいはそれにとりもなう言語的概念活動が文字刺激に対してより盛んに生ずると推定される。

Paivio (1978) は、刺激は非言語的なシンボルと言語的シンボルのいずれにもある程度独立的に符号化されると考えた。本論の実験で用いたランダムチェッカーパターンは、非言語的にも言語的にも符号化される。しかし、言語的に符号化されるようになるためには、課題に応じたパターンのカテゴリー化が進行する必要がある。このカテゴリー化作業には、刺激特徴を論理的に操作することが含まれる。そしてこの操作は、知覚学習の当初は眼球運動により介在される (Hebb, 1949)。このよう運動要素が中枢性にもみ残存するようになることが、シンボル化につながる。いったんシンボル化されると、ネットワークとして存在する長期記憶体系の中で経験的に結合したサブシステムが活性化されるようになるであろう。

ランダムチェッカーパターン刺激に対する言語的符号化は、文字刺激よりも遅れ、またその符号化は短期記憶的に活性化されるのみで長期記憶体系内でのサブシステムの活性化は困難であると推定される。

第3節 実 験 2

第1項 目 的

実験1では、ランダムチェッカーパターンと文字（アルファベット）の課題刺激のくり返しに伴い振幅増加を示した。特に課題解決に至る前の、課題関連情報が保持される過程である第1刺激列では、文字刺激に対する P270 成分の振幅増加がより明瞭だった。

実験2では、文字刺激以外の言語刺激に対しても第1刺激列における後頭領導出の P270 成分の振幅増加が生ずるか否かを、数字刺激を用いて検討する。

文字刺激に対しては、言語刺激に特有の神経活動、すなわち言語的概念活動が生じうる。このような活動は、文字（アルファベット）のみでなく、数字に対しても生ずるであろう。

第2項 方 法

ランダムチェッカーパターン系列と数字系列を等確率でランダムに呈示した。ランダムチェッカーパターン刺激は実験1で用いたものとは全く同じものである。数字刺激（2～9）は文字刺激と同様にチェッカー基盤を用いて作成した (Fig. 1-1)。ひとつの試行に含まれる7個の刺激の持続時間は全て 300 msec とした。

加算処理はミニコンピューター YHP 2100 A 型を用いて行ない、加算回数は40回であった。ベースラインの設定と VEP 成分のピーク潜時及び振幅値測定は視察によった。

具体的な実験方法は第1節に述べた通りで、実験1と同様であった。

被験者は北大教育学部生5名（男子3名、女子2名）で、年齢は20～29歳だった。

第3項 結 果

Fig. 2-1 には、第1刺激列と第2刺激列における6個の刺激に対して生じた VEP 波形を全導出部位について示した。前頭領 (F_3, F_4) 導出 VEP と、中心領 (C_3, C_4, C_z) 導出 VEP は、ランダムチェッカーパターン系列 (点線) 数字系列 (実線) とも、波形の上でよく似ていることが認められる。しかし後頭領 (O_1, O_2) 導出 VEP は、前頭領、中心領導出の VEP とは波形が異なっている。

前頭・中心領導出 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。

後頭領導出 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。

実験1における文字刺激に対する VEP 波形と実験2における数字刺激に対する VEP 波形を比較するために、Fig. 1-4 の右側及び Fig. 1-5 の右側に実験2の VEP 波形を併記した。

Fig. 1-4, Fig. 1-5 ともに、数字刺激に対する後頭領導出 VEP 波形は文字刺激に対する後頭領導出 VEP 波形と似ているのが認められる。そして数字刺激に対する後頭領導出 P270 成分は、文字刺激に対する P270 成分と同様に刺激のくり返しに伴い振幅が増加しているのが認められ

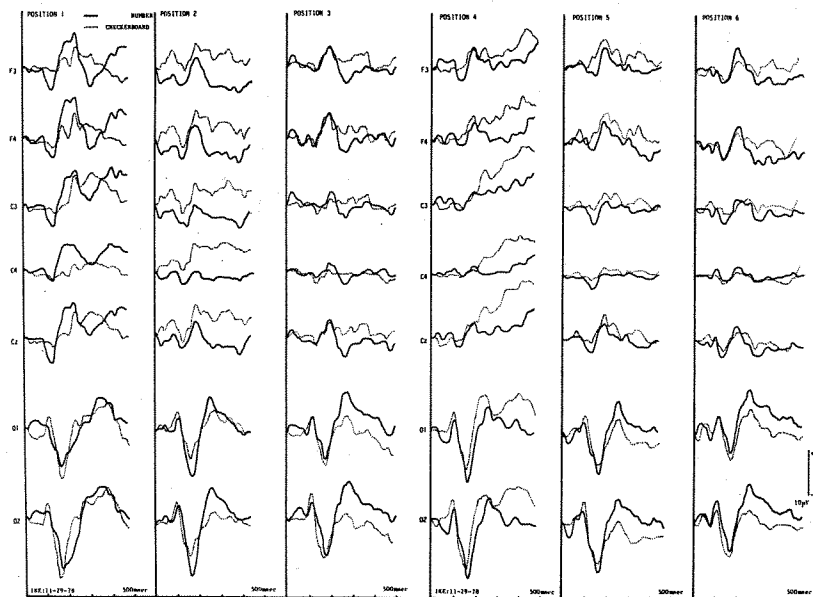


Fig. 2-1. VEP wave forms evoked by the number and checkerboard stimuli recorded at centro-frontal and occipital electrodes for a subject. Electrode loci are seen on the ordinates. Latencies in msec are seen on the abscissae. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen at the top of the figure. 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.

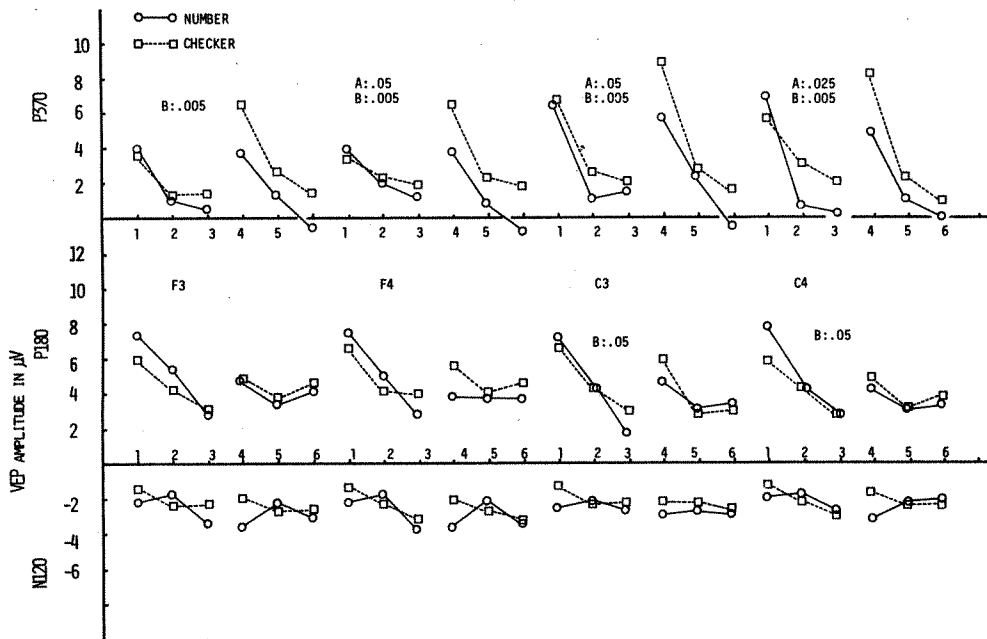


Fig. 2-2. VEP amplitude values averaged over 5 subjects for the number and checkerboard stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intrastimulus positions from 1 to 6 are seen on the abscissa. The centro-frontal electrode loci (F_3 , F_4 , C_3 , and C_4) are shown in the upper part 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.

る。

Fig. 2-2 には、前頭領 (F_3 , F_4) 及び中心領 (C_3 , C_4) 導出 VEP の N120 (下段), P180 (中段) 及び P370 (上段) の各平均振幅値の刺激位置に対するグラフを示した。○印と実線は数字系列, □印と点線はランダムチェッカーパターン系列を示す。

Fig. 2-3 には、中心領中央 (C_z) と後頭領 (O_1 , O_2) 導出 VEP の N120 (C_z), N180 (O_1 , O_2) の振幅値をグラフ下段に、P180 (C_z), P270 (O_1 , O_2) の振幅値をグラフ中段に、P370 の振幅値をグラフ上段にそれぞれ示した。

(1) 前頭・中心領導出 N120

分散分析の結果、刺激の種類(ランダムチェッカーパターンと数字)による効果、刺激位置(1~6)による効果のいずれにも有意差は認められなかった。これは実験1と同様である。刺激位置1及び4では、数字系列に対する N120 振幅値のランダムチェッカーパターン系列に対する N120 振幅値よりも大きかった(有意差なし)。

(2) 前頭・中心領導出 P180

中心領 (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 : $F(5/48) = 4.47$, $P < 0.05$, C_4 : $F(5/48) = 2.57$, $P < 0.05$, C_z : $F(5/48) = 3.32$, $P < 0.025$)。この結果

は、中心領導出の P180 振幅値が刺激位置に関して大きく変動したことを示している。これは実験 1 における中心領導出 P180 のふるまいと一致している。

刺激の種類による効果には有意差は認められなかった。

(3) 前頭・中心領導出 P370

前頭 (F_3, F_4), 中心領 (C_3, C_4, 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。 $(F_3: F(5/48) = 7.53, P < 0.005, F_4: F(5/48) = 6.11, P < 0.005, C_3: F(5/48) = 17.60, P < 0.005, C_4: F(5/48) = 21.30, P < 0.005, Cz: F(5/48) = 21.88, P < 0.005)$ 。数字, ランダムチェッカーパターン両系列とも刺激のくり返しに対して明瞭な減少傾向を示している。

前頭領右側 (F_4) と中心領 (C_3, C_4, Cz) の各部位では、刺激の種類による効果が認められた ($F_4: F(1/48) = 4.72, P < 0.05, C_3: F(1/48) = 5.03, P < 0.05, C_4: F(1/48) = 5.78, P < 0.05, Cz: F(1/48) = 15.66, P < 0.005$)。これは、第 1, 第 2 両刺激において、ランダムチェッカー系列の方が数字系列より大きかったことによる。特に Cz 導出 P370 成分では、刺激位置 4 においてこの傾向が明瞭だった。 $(df=4, t=5.13, P < 0.1)$ 。

ランダムチェッカー系列に対する P370 の振幅値が、数字系列に対する P370 の振幅値よりも有意に大きかった。このような傾向は実験 1 のランダムチェッカーパターン系列と文字系列に対する P370 振幅値の間では明瞭ではなかった。ランダムチェッカーパターン系列に対する P370 成分振幅値は、実験 2 の場合の方が実験 1 の場合よりも明らかに大きくなっている (Cz において $2.5 \mu V$ だけ実験 2 の方が大きい)。これに対して実験 1 の文字系列に対する P370 振幅は、実験 2 の数字系列に対する P370 振幅値とほぼ等しいわずかに大きい (Cz において $0.7 \mu V$ だけ数字の方が大きい)。この実験 1 と実験 2 における P370 振幅値の刺激にかかわる差異は、刺激の種類の組合せかたによって出現確率の等しい同一の刺激種類に対する P370 のふるまいが異なってくることを示している。

(4) 後頭領導出 N180

刺激位置による効果、刺激の種類による効果のいずれにも有意差は認められなかった。しかし後頭領右側 (O_2) 導出の N180 成分は、刺激位置 2 において数字刺激の方がランダムチェッカーパターンよりも大きかった ($df=4, t=2.24, P < 0.10$)。

(5) 後頭領導出 P270

刺激位置による効果に有意差は認められなかった。しかし数字系列に対する P 270 成分は、刺激位置 2 における振幅値が刺激位置 1 における振幅値よりも有意に大きかった ($O_1: df=4, t=2.80, P < 0.05, O_2: df=4, t=3.89, P < 0.10$)。

後頭領右側 (O_2) 導出 P 270 成分では、刺激の種類による効果に有意差が認められた ($F(1/48) = 7.11, P < 0.025$)。特に刺激位置 2 では、数字刺激に対する P 270 振幅値はランダムチェッカーパターン刺激に対する P 270 振幅よりも有意に大きかった ($df=4, t=2.95, P < 0.05$)。また、刺激位置 5 における後頭領左側 (O_1) 及び右側 (O_2) 導出の P 270 成分では、数字刺激に対する P 270 振幅値の方がランダムチェッカーパターン刺激に対する P 270 振幅よりも大きかった ($O_1: df=4, t=2.41, P < 0.10, O_2: df=4, t=3.89, P < 0.02$)。

Fig. 2-4には、ひとりの被験者の後頭領導出 VEP と中心領導出 VEP の波形のうち、刺激位置 1, 2, 3 に対する 3 つの波形を重ね合わせて示した。グラフ左側はランダムチェッカーパターン系列、右側は数字系列に対する VEP 波形である。実験 1 における Fig. 1-8 と同様に、中心領導

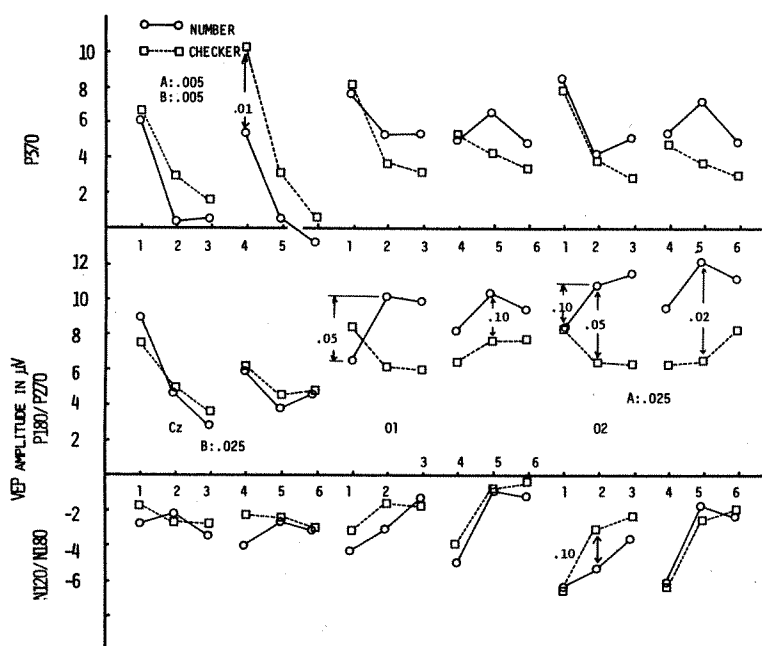


Fig. 2-3. VEP amplitude values recorded at the central (Cz) and occipital (O₁ and O₂) electrode loci. Electrode loci are shown in the lower part of the middle panel. N120 and P180 on the left side of the ordinate stand for negative and positive peaks of the Cz VEP, while N180 and P270 for those of the 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.

出 VEP の振幅が両刺激系列において刺激くり返しに伴い減少してゆくのに対して、数字系列に対する後頭領導出 VEP, 特に P 270 成分の振幅は減少傾向を示さない。

このように後頭領導出 P 270 成分の振幅はが数字刺激のくり返し呈示に伴い増加傾向を示すことは、実験 1 の文字刺激のくり返し呈示の際にも認められた。しかし、数字刺激の場合には、後頭領導出 P 270 成分の振幅増加傾向が文字刺激よりも一層明瞭である。

Fig. 2-1 にみられるように、前蓋のより前方より導出した VEP 波形と、より後方より導出した VEP 波形の間には大きな差異があった。実験 1 で用いた文字刺激と実験 2 で用いた数字刺激との間の、言語刺激としての差異は小さいとみることができる。両実験で得られた各導出部位における平均振幅値を合計し、各刺激位置におけるランダムチェッカーパターン系列と(文字+数字)系列の 2 系列として、これらの系列間の相関係数を示したのが Fig. 2-5 である。

相関係数は各導出部位における VEP とも、0 msec から 312 msec まで(サンプリングポイント

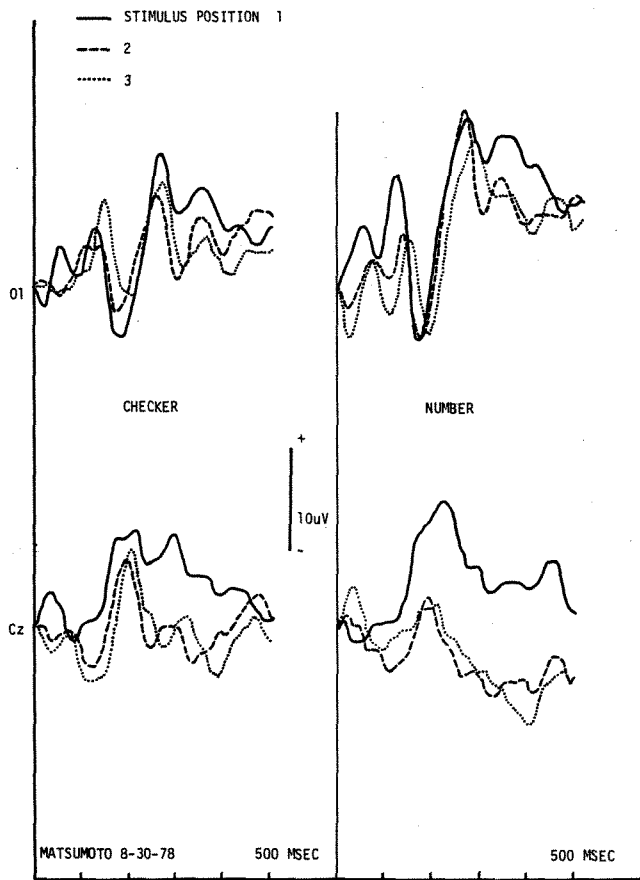


Fig. 2-4. VEP wave forms to the number and checkerboard stimuli for a subject. The VEPs to the checkerboard stimulus are seen on the left side, while those to the number stimulus are seen on the right side, of the figure. Electrode loci (Cz and O₁) are seen on the left ordinate. Latencies in msec are 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.

刺激位置 1 では、ランダムチェッカーパターン刺激に対する VEP と (文字+数字) 刺激に対する VEP は似ているが、刺激位置 3 ではふたつの種類の刺激に対する VEP の間には大きな差異が生じてくる。しかし第 2 刺激列では、相関係数は比較的変動が少ない。

第 1 刺激列では、頭蓋のより前方 (前頭領中心領) より導出した VEP の各成分 (N120, P180,

にして 40 個分) のデータを次式を用いて算出した。

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

x_i, y_i : ランダムチェッカーパターン系列及び (文字+数字) 系列の i 番目のデータ

$\bar{x}, \bar{y}$: ランダムチェッカーパターン系列及び (文字+数字) 系列のデータの平均値

Fig. 2-5 をみると、後頭領導出の VEP 波形は、頭蓋のより前方より導出した VEP 波形とは異なったふるまいかたを示している。後頭領導出の VEP 間の相関係数が約 0.9 と非常に高いことは、実験 1 及び実験 2 で用いた刺激の種類 (ランダムチェッカーパターンと文字あるいは数字) の差には後頭領導出 VEP は敏感ではなかったことを示している。しかも刺激がくり返し呈示されても、各刺激位置においても 2 種類の刺激に対する VEP 波形は似ているのである。これは課題解決前 (第 1 刺激列) も課題解決後 (第 2 刺激列) も変わらない。

他方頭蓋のより前方より導出 (F₃, F₄, Cz) した VEP 間の相関係数は、刺激のくり返しに伴って減少している。この傾向は、課題解決前の第 1 刺激列において特に明瞭である。すなわち刺

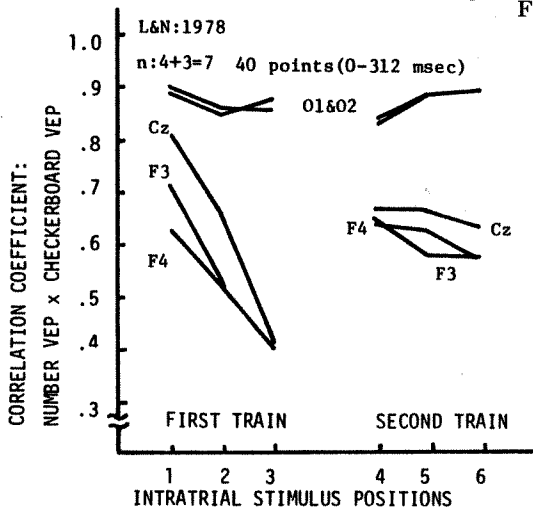


Fig. 2-5. Coefficient of correlation between the VEPs evoked by the number/letter and checkerboard stimuli. Sample interval was 312 msec from stimulus onset and sampled points were 40 (7.8 msec/point). Correlation coefficient is seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 6 are seen 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 Cz) 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 Cz VEPs.

P370)における刺激間の差異は小さいものであった。しかし相関係数でみると、刺激のくり返しが進むにつれて VEP はふたつの刺激系列間で、その差異を大きくしてゆくのである(北島ほか, 1979)。

(6) 第2刺激列における VEP

第2刺激列における中心領 (Cz) 及び後頭領 (O_1) 導出 VEP 波形の例(被験者2名)を Fig. 2-6 及び Fig. 2-7 に示した。第2刺激列の刺激は、第1刺激列の刺激と同じ場合と異なる場合がある。そのためランダムチェッカーパタン、数字両系列とも、同じ場合を実線、異なる場合を点線で示した。

また Fig. 2-8 には、第2刺激列の一番目の刺激に対する前頭領(F_3, F_4), 中心領(C_3, C_4, Cz) 及び後頭領(O_1, O_2) 導出の VEP 波形の一例を示した。グラフ左側が数字系列、右側がランダムチェッカーパタン系列である。

第2刺激列の一番目のランダムチェッカーパタン刺激に対しては、第1刺激列の刺激と異なる場合にかなり大きな P 370 成分が前頭、中心領に生じている。他方第2刺激列の一番目の数字刺激に対しては、第1刺激列の刺激との異同にかかわらず、ランダムチェッカーパタン刺激に対するよりも小さな P 370 成分が生じている。後頭領導出 VEP における第1, 第2刺激列間の刺激の異同にかかわる差異は明瞭ではないが、ランダムチェッカーパタン、数字両系列とも異なる場合に対しては陰性成分(N180)がより大きく、同じ場合には陽性成分(P270)がより大きくなる傾向がうかがわれる。

Fig. 2-9 には、第2刺激におけるランダムチェッカーパタン、数字系列に対する陰性成分(前頭・中心領導出 VEP では N120, 後頭領導出 VEP では N180: グラフ下段)と陽性成分(前頭・中心領導出 VEP では P180, 後頭領導出 VEP では P270: グラフ上段)の平均振幅値を示した。・印は数字系列、○印は異なる刺激が出場した場合を示す。

前頭・中心領導出の N120 及び P180 成分においては、数字・ランダムチェッカーパタンの間にも、また第1刺激と同じ場合と異なる場合にも明瞭な差異は生じていないようにみえる。しかし後頭領導出 P270 成分においては、刺激の種類(ランダムチェッカーパタンと数字)に対するよりも第1刺激列の刺激との異同に対して一定の傾向を示している。すなわち、異なる場合には

刺激の種類にかかわらず刺激のくり返しにともなう増加傾向を示し、同じ場合には減少傾向を示している。

Fig. 2-10には、第2刺激列におけるランダムチェッカーパターン及び数字刺激に対する陰性（前頭・中心領導出 VEP では N120, 後頭領導出 VEP では N180:グラフ下段）と陽性成分（前頭・中心領導出 VEP では P180, 後頭領導出 VEP では P270:グラフ上段）の、第1刺激列の刺激と

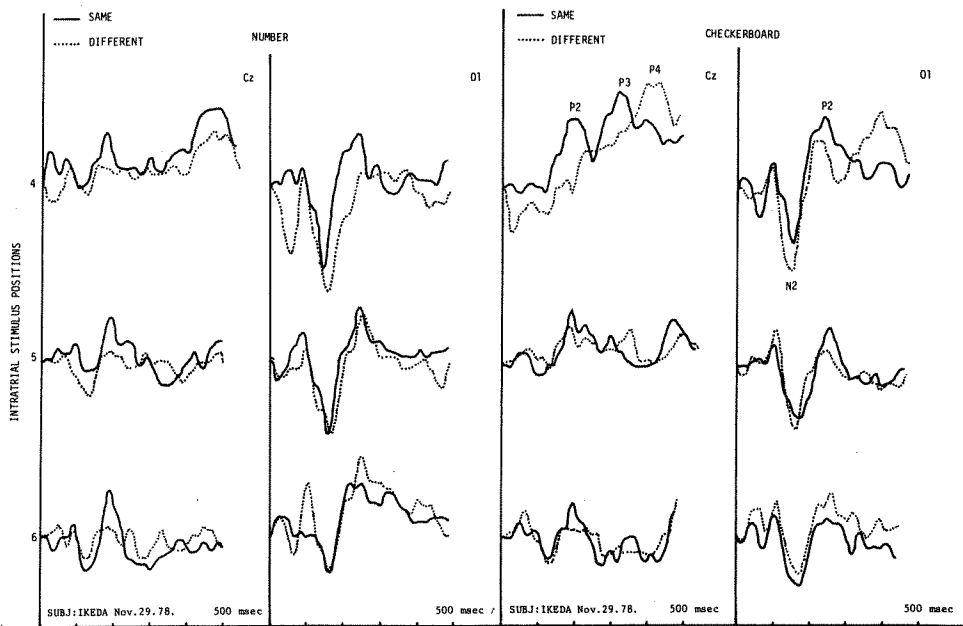


Fig. 2-6

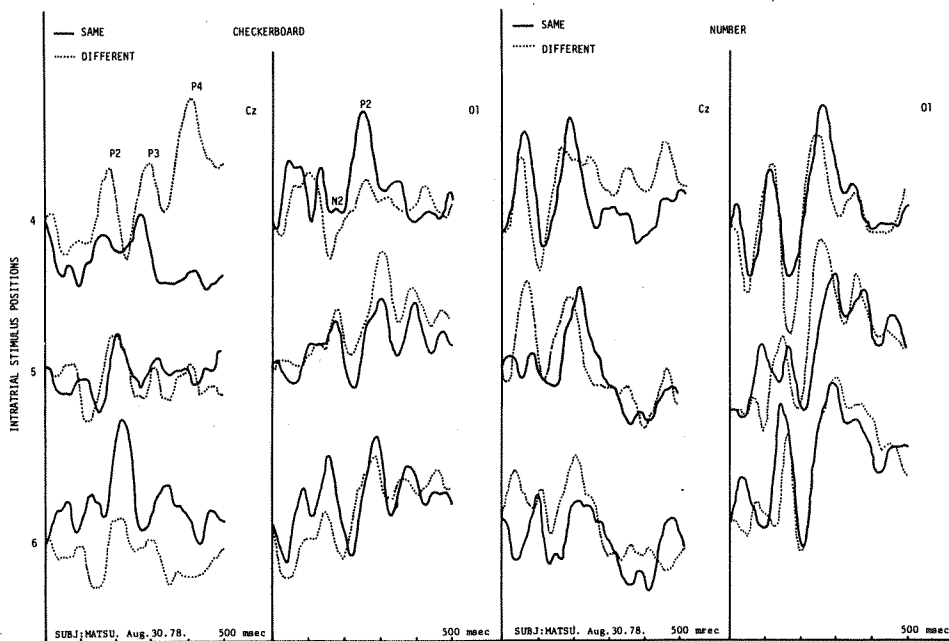


Fig. 2-7

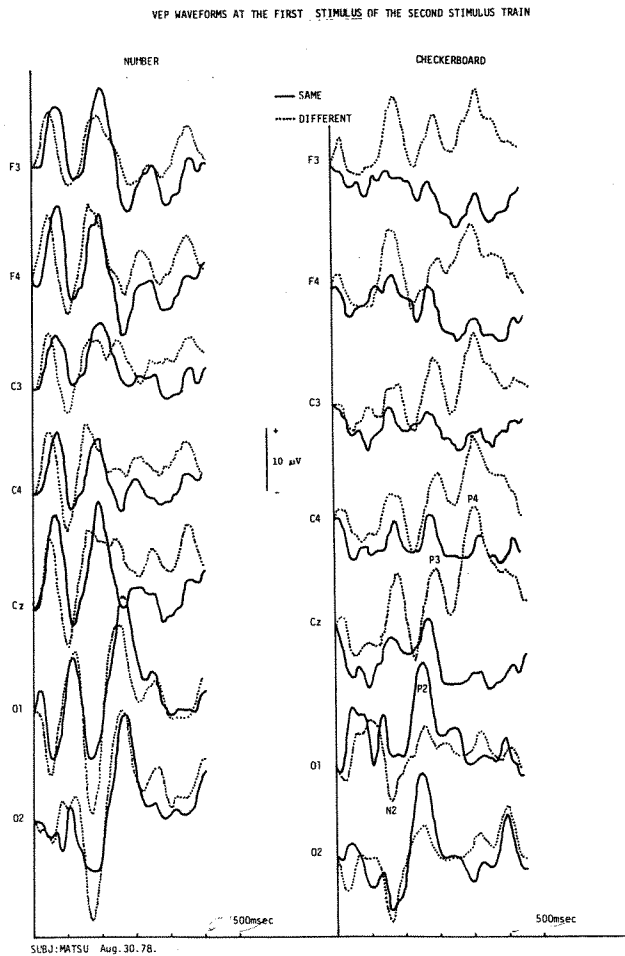


Fig. 2-8

タン系列いずれも、刺激位置 4 では異なる場合と同じ場合の差異は明瞭ではないが、刺激位置 6 になると同じ場合の方が大きくなる傾向がみられる。

後頭領導出の陽性成分 P270 では、数字・ランダムチェッカーパターン系列いずれも、刺激位置 4 では同じ場合の方が大きく、刺激位置 5 では異なる場合の方が大きくなる傾向がみられる（室橋ほか、1979）。

Fig. 2-11 には、第 2 刺激列の一番目の刺激（刺激位置 4）における数字・ランダムチェッカーパターン両系列に対する陰性成分（前頭・中心領導出 VEP では N120、後頭領導出 VEP では N180：グラフ下段）と陽性成分（前頭・中心領導出 VEP では P180、後頭領導出 VEP では P270：グラフ上段）の、第 1 刺激列の刺激と異なる場合の成分振幅値から同じ場合の成分振幅値を差し引いた値を棒グラフにして示した。グラフ上段・下段とも、基線より上側は異なる場合の方が同じ場合よりも大きく、基線より下側は同じ場合の方が異なる場合よりも大きいことを示す。

前頭・中心領導出の陰性成分 N120 では、数字刺激に対しては異なる場合の方が大きく、ランダムチェッカーパターン刺激に対しては同じ場合の方が大きくなっている。他方後頭領導出の陰性

異なる場合の成分振幅値から同じ場合の成分振幅値を差し引いた値を示した。上段、下段とも基線よりも上側は異なる場合の成分振幅値が同じ場合の成分振幅値よりも大きいことを示し、基線よりも下側は同じ場合の方が異なる場合より大きいことを示す。

前頭・中心領導出の陰性成分 N120 では、数字系列に対しては刺激位置 4 で異なる場合の方が大きく、刺激位置 6 で同じ場合の方が大きくなる傾向がみられる。他方ランダムチェッカーパターン系列に対しては刺激位置 4 で同じ場合の方が大きく、刺激位置 6 で異なる場合の方が大きくなる傾向がみられる。

後頭領導出の陰性成分 N180 では、数字・ランダムチェッカーパターン両系列とも、刺激位置 4 では異なる場合の方が大きく、刺激位置 5 では同じ場合の方が大きくなる傾向がみられる。

前頭領導出の陰性成分 P180 では、数字・ランダムチェッカーパ

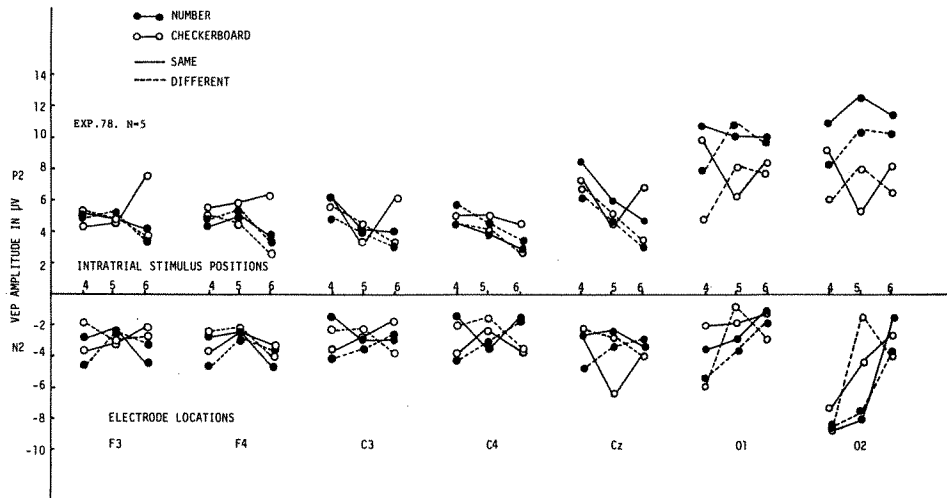


Fig. 2-9

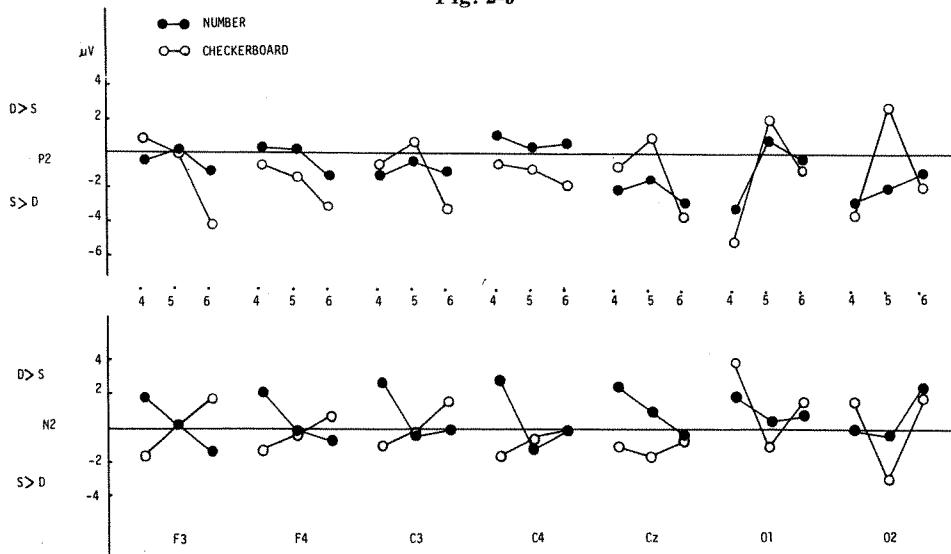


Fig. 2-10

成分 N180 では、後頭領左側導出の N180 成分については、数字・ランダムチェッカーパターン両刺激とも異なる場合の方が大きくなっている。N120 成分振幅値における電極位置 ($F_3 \sim C_2$) 効果と刺激の異同効果を分散分析により検定すると、刺激の異同効果のみが有意だった (数字: $F(1/32) = 7.98$, $P < 0.001$, ランダムチェッカーパターン: $F(1/32) = 5.54$, $P < 0.025$)。

前頭・中心領導出の陽性成分 P180 では、ランダムチェッカーパターン刺激に対しては前頭領左側 (F_3) 導出 P180 成分以外は、同じ場合の方が大きくなっている。他方数字刺激に対しては、前頭領左側 (F_3)、中心領左側 (C_3) 及び中心領中央 (C_z) においては同じ場合の方が大きく、前頭領右側 (F_4) と中心領右側 (C_4) においては異なる場合の方が大きくなっている。すなわち前頭・中心領導出の陽性成分 P180 は、言語刺激 (数字) に対しては刺激の異同にかかわる大脳皮質分布上の非対称性を示した。

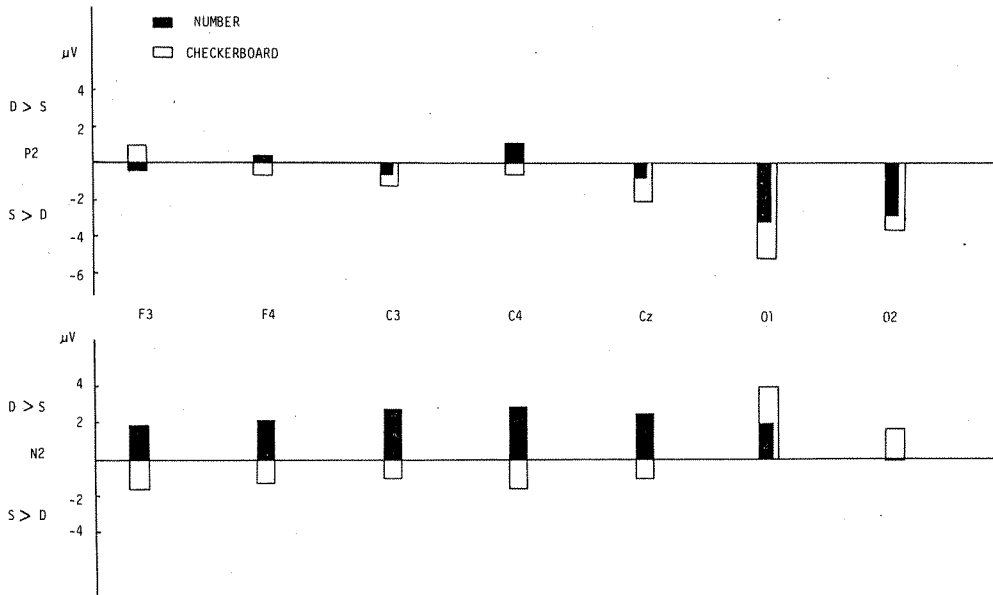


Fig. 2-11

後頭領導出の陽性成分 P270 では、ランダムチェッカーパターン・数字両刺激に対して同じ場合の方が異なる場合よりも大きくなった。後頭領左側導出 P270 成分振幅値に対し、刺激の種類(ランダムチェッカーパターンと数字)による効果と第1刺激との異同による効果を分散分析により検定したところ、異同効果のみが有意だった($F(1/16)=5.46$, $P<0.05$)。

Fig. 2-12 には、第2刺激列における中心領 (Cz) 導出の P300 成分群をよりはやい潜時帯に属する成分(P300)とより遅い潜時帯に属する成分(P400)にわけて測定した結果を示す。よりはやく生ずる P300 成分の振幅値は、ランダムチェッカーパターン、数字両系列とも、第1刺激列の刺激に対する異同にかかわる差異は小さい。他方、より遅く生ずる P400 成分の振幅は、数字系列に対しては異同による差異は小さい。しかしランダムチェッカーパターン刺激に対しては刺激位置4で異なる場合の P400 成分振幅値が同じ場合の P400 成分振幅値の2倍になっている。

Fig. 2-13 には、第2刺激列の1番目と2番目の刺激(刺激位置4及び5)に対する P300 成分と P400 成分の平均振幅値を示した。

刺激位置4におけるランダムチェッカーパターン刺激に対する前頭・中心領導出の P400 成分は、異なる場合に明瞭に増大している。しかし後頭領導出の P400 成分には、ランダムチェッカーパターン刺激の異同にかかわる差異は認められない。

Fig. 2-14 には、第2刺激列の1番目の刺激に対する P400 成分の平均振幅値を棒グラフに示した。上段がランダムチェッカーパターン系列、下段が数字系列で、黒棒が第1刺激列の刺激と同じ場合、白棒が異なる場合である。

数字刺激に対しては、第1刺激列の刺激との異同にかかわる差がほとんど生じていない。これに対しランダムチェッカーパターン刺激に対しては前頭・中心領導出 P400 成分は、異なる場合に明瞭に増大している。特に前頭領左側 (F₃) 導出 P400 成分では、異なる場合の振幅値は同じ場合の振幅値の4倍近くにもなっている。

P300 あるいは P400 成分の潜時は、第1刺激列の刺激との異同に関しては明瞭な差異を示さ

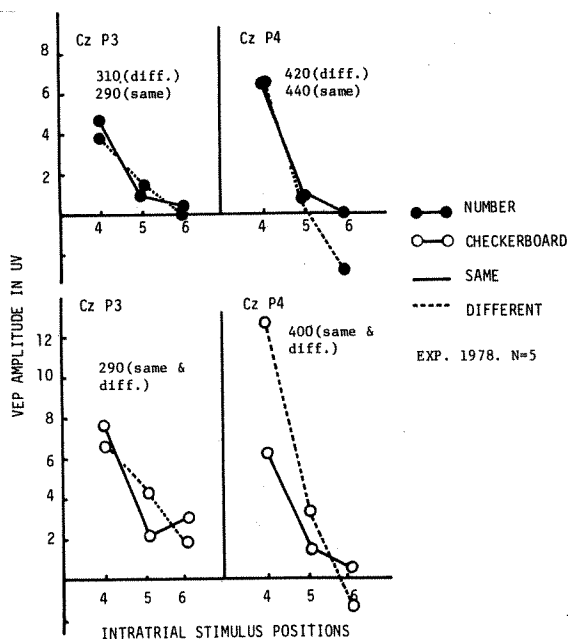


Fig. 2-12

り返しに伴う増加傾向を示した。

ランダムチェッカーパターン系列は実験 1 と同一のものをを用いたので、文字系列と数字系列に対する後頭領導出 VEP の差は、ランダムチェッカーパターン系列により生じたものではない。したがって、文字刺激と数字刺激の間の差異が関与している。差異のひとつはパタンの類型的な差である。数字刺激はより類型性が高く、文字刺激よりも冗長性が高い。

刺激位置 4 における N180 成分は、数字・ランダムチェッカーパターンいずれの刺激に対しても、

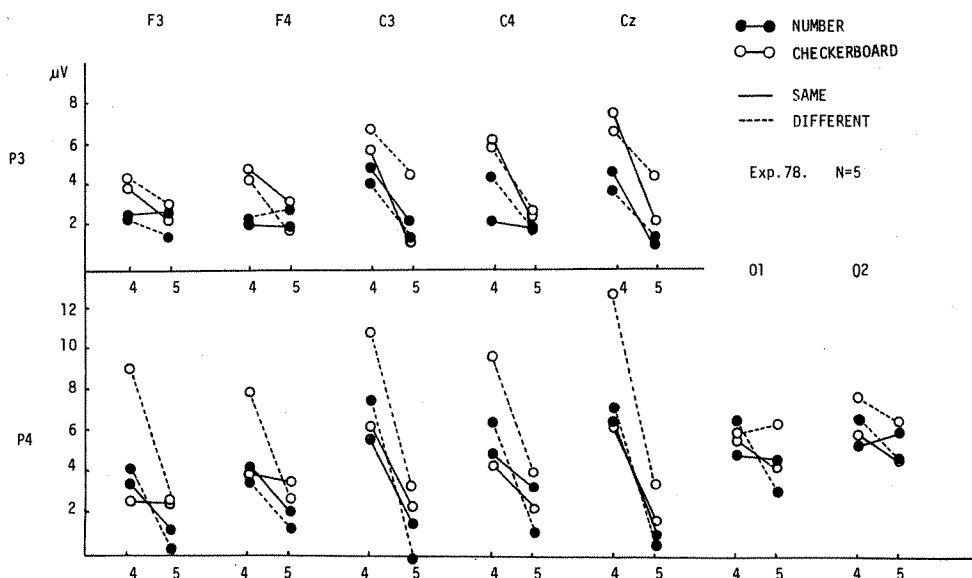


Fig. 2-13

なかった。しかし Fig. 2-12 に記した如く、数字刺激に対しては、P300 成分では同じ場合に潜時がはやまり、P400 成分では異なる場合に潜時がはやまる傾向があった。これに対しチェッカーパターン刺激では、刺激の異同にかかわる潜時差は認められなかった。

第 4 項 後頭領導出 N180 及び P270

成分について

数字刺激は、文字刺激よりも明瞭な後頭領導出 VEP の変動を生じさせた。すなわち、後頭領右側(O₂)導出 N180 成分の振幅値は、刺激位置 2 における数字刺激に対してランダムチェッカーパターン刺激に対するよりも増大した。また、第 1 刺激列の数字刺激に対する P270 成分は、ランダムチェッカーパターン刺激に対するよりも有意な刺激く

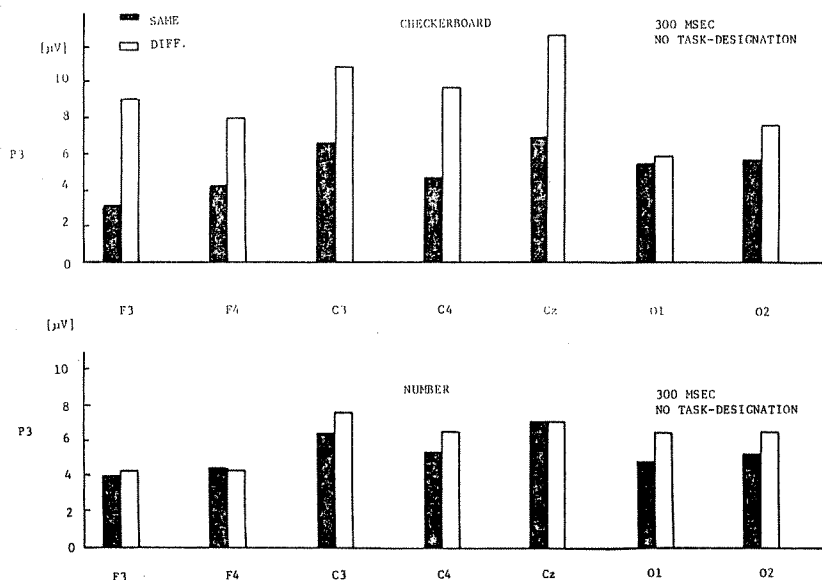


Fig. 2-14

第1刺激列と異なる刺激が呈示されたときに同じ刺激が呈示されるときよりも振幅値が増大した。また刺激位置4におけるP270成分は、数字・ランダムチェッカーボタンいずれの刺激に対して、同じ刺激が呈示されたときにより大きな振幅値を示した。

このように後頭領導出 VEP 成分が、基本的には刺激の種類よりも刺激出現前の処理をより強く反映することは、後頭領が刺激の物理的制約をより直接的に反映することを示している。

刺激位置4では、異なる刺激が出現した場合の方が同じ刺激が出現した場合よりも図式形成の際に要求される忠実度は高くなる。異なる刺激に対するN180成分の増大は、物理的制約をより多く取り入れたことを反映したと推定される。

刺激位置4に同じ刺激が出現したときには、視覚性図式はより容易に形成され得る。刺激の物理的制約を取り込むことが少なく済む。すなわち生体内部に残存する原型や図式痕跡を利用して、視覚性図式形成を行なうことができる。同じ刺激に対するP270成分の増大は、生体内部に存在する記憶の活性化を反映する可能性がある。

この記憶は、同一刺激がくり返し呈示されることによって生じた短期的記憶であり、くり返しが十分であれば刺激の種類には依存しなくなると推定される。しかし第1刺激列ではランダムチェッカーボタン刺激よりも数字刺激の方が視覚性図式は安定的に形成されることになる。

数字刺激に対するP270成分は、文字刺激に対するP270成分よりも刺激くり返しに伴う増加傾向が明瞭だった。これは数字刺激に対する短期的記憶がより安定的に形成されたことを示唆する。すなわちP270成分は、刺激の言語的な面にかかわる神経活動を反映する可能性がある。視覚性図式の安定的な成立は、原型の安定的な成立に基く。原型は言語刺激の方がランダムチェッカーボタン刺激よりも安定的に形成される。この言語刺激に対する原型の安定性がP270成分に反映したと推定される (Kitajima, Murohashi と Kanoh, 1980)。

第4節 実験 3

第1項目 的

実験1ではランダムチェッカーパターン系列と文字系列を用い、実験2ではランダムチェッカーパターン系列と数字系列を用いて後頭領導出 VEP のふるまいを検討した。その結果後頭領導出 P270 成分は、刺激のくり返しにともなう増大傾向を示した。この傾向は実験2における数字系列に対して特に明瞭だった。この P270 成分の刺激くり返しに伴なう増大傾向は、短期的記憶の活性化あるいは視覚性図式が安定的に成立することを反映すると予想した。もし P270 成分の増大が短期的記憶の活性化を反映するならば、原型がより安定的に成立する言語刺激に対する P270 成分の増大は明瞭に生ずるであろう。そしてこの傾向は言語刺激どうし（文字と数学）を組合せても生ずると予想され、かつ実験1と実験2の結果から数字刺激に対してより明瞭に P270 成分の増大が生ずると予想される。

また、前頭・中心領導出のランダムチェッカーパターン系列に対する P300 成分は、実験1と実験2において同一の刺激を用いたにもかかわらず、数字系列と組み合わせた実験2において文字系列と組み合わせた実験1よりも振幅値が増大した。このことは刺激状況の全体的な文脈が後期陽性成分のふるまいに影響することを示している。

したがって後頭領導出の P270 成分も、刺激状況全体からの影響を受けている可能性がある。

実験3では、後頭領導出 P270 成分の増大傾向をより明瞭に示した文字系列と数字系列を組み合わせ、文字・数字刺激に対する P270 成分の増大傾向が生ずるか否かを検討する。また実験1と実験2では、別々の被験者が参加した。したがって数字刺激に対するより明瞭な P270 成分の増加傾向を、数字と文字の両刺激を同一被験者について検討する必要がある。

第2項 方 法

実験1で用いた文字（アルファベット）系列と、実験2で用いた数字系列を使用した。文字系列と数字系列は等確率でランダムに呈した。

ひとつの試行に含まれる7個の刺激の持続時間は全て 300 msec とした。なお、実験3より警告刺激として Fig. 3-0 に示すようなパターンを用いた。

加算処理には YHP2117F 型を用い、加算回数を60回とした。また脳波計の時定数は 1.5 とした。

脳波電極の配置では、中心領左側 (C₃) 及び右側 (C₄) を頭頂領左側 (P₃) 及び右側 (P₄) に変更した。

被験者は北大教育学研究科の大学院生男子10名。視力は矯正視力を含め正常だった。年齢は23～30歳だった。

他の実験条件、手続きは、第1節に記した通りである。

第3項 結 果

Fig. 3-2 に、第1刺激列及び第2刺激列における文字系列（実線）と数字系列（点線）に対する中心領 (Cz) 導出 VEP と後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP の波形の一例を示した（第2刺激列の3番目に対する VEP 波形は省略してある）。中心領 (Cz) 導出 VEP では、潜時約 140 msec の

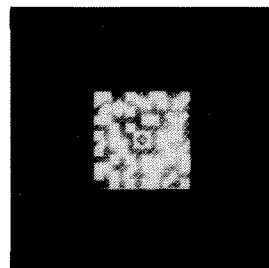


Fig. 3-1.

陰性成分 (N140) と潜時約 220 msec の陽性成分 (P220), 及び潜時約 360 msec の陽性成分 (P360) が認められる。後頭領 (O_1 , O_2) 導出 VEP では, 潜時約 170 msec の陽性成分 (N170) と潜時約 260 msec の陽性成分 (P260) が認められる。中心領・後頭領のいずれの導出部位においても, 数字系列に対する VEP 波形は似ている。

この被験者では, 後頭領導出 P260 成分は, 数字系列に対しては刺激くり返しに伴い減少する傾向をみせている。しかし文字刺激に対しては刺激くり返しに伴い増加傾向を示している。

この実験では, 数字系列と文字系列に対する後頭領導出 P260 成分のふるまいは被験者ごとに異なっており, 一定の傾向は認められなかった。被験者10名のうち波形の明瞭な8名について, 第1刺激列の3つの刺激位置の間での P270 成分振幅値の増加あるいは減少傾向を調べたところ次のようであった。3つの刺激位置 (1~3) のうち刺激位置1から刺激位置2あるいは3にかけて増加傾向を示したのは, 後頭領左側導出 P270 成分では数字系列に対して5名 (残り3名は減少傾向), 文字系列に対して5名 (残り3名は減少傾向) だった。また後頭領右側導出 P270 成分で増加傾向を示したのは, 数字系列に対して5名, 文字系列に対して4名だった。数字・文字いずれの系列に対しても P270 成分の増加を示したのは後頭領左側導出 VEP では5名 (残り

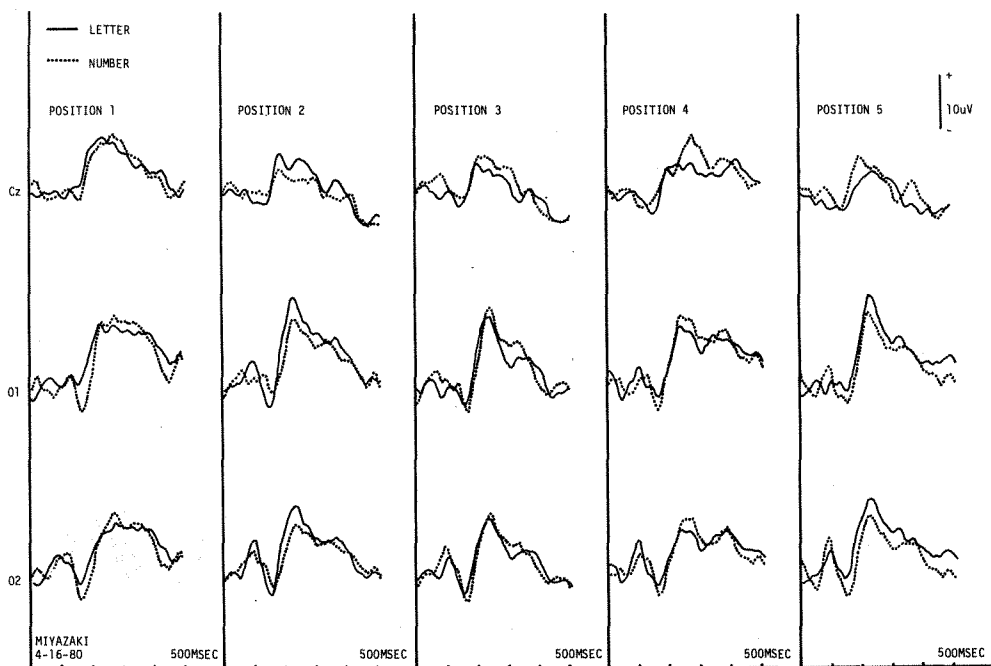


Fig. 3-2. VEP wave forms to the letter and number stimuli for a subject. The VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those to the number stimulus were traced with dotted lines. Electrode loci (Cz , O_1 , and O_2) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissa. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen at the top of the figure. The central (Cz) 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 (O_1 and O_2) 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 Cz P360s for the letter and number stimuli were large in amplitude at positions 1 and 4 and decreased at positions 2, 3, and 5.

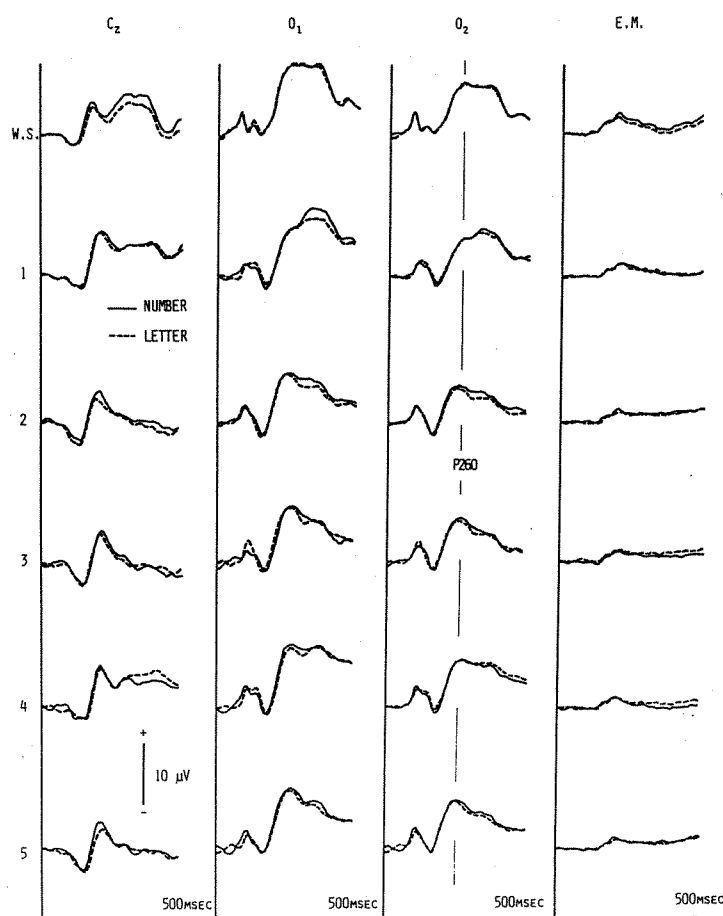


Fig. 3-3.

3名は両系列で減少傾向), 後頭領右側導出 VEP では4名(残り4名のうち2名は両系列で減少傾向)だった。

Fig. 3-3 には, 比較的明瞭な VEP 波形8名分を平均加算した波形 (grand mean) を示した。一番左側が中心領 (Cz) 導出 VEP 波形, 中央2つが後頭領 (O₁, O₂) 導出の VEP 波形, 一番右側は眼球運動記録 (E. M.) の加算波形である。最上段が警告刺激に対する VEP と E. M., 以下は刺激位置1から5までの VEP と E. M. 波形である。このグラフから明らかなように, 文字系列 (点線) と数字系列 (実線) の間にはほとんど差は生じていない。

Fig. 3-4 には, 前頭領 (F₃, F₄), 頭頂領 (P₃, P₄) 及び中心領 (Cz) 導出 VEP の陰性成分 (前頭・中心領導出 N140 及び頭頂領導出 N170: グラフ下段), 陽性成分 (前頭・中心領導出 P220, 頭頂領導出 P260: グラフ中段) 及び陽性成分 P370 の平均振幅値を各刺激位置ごとに示した。●あるいは■印は警告刺激に対する VEP 成分の振幅値を示す。また○印と実線は文字系列, □印と点線は数字系列を示す。

Fig. 3-5 には, 後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP の陰性成分 N170 (グラフ下段), 陽性成分 P260 (グラフ中段) 及び陽性成分 P360 (グラフ上段) の平均振幅値を各刺激位置について示した。

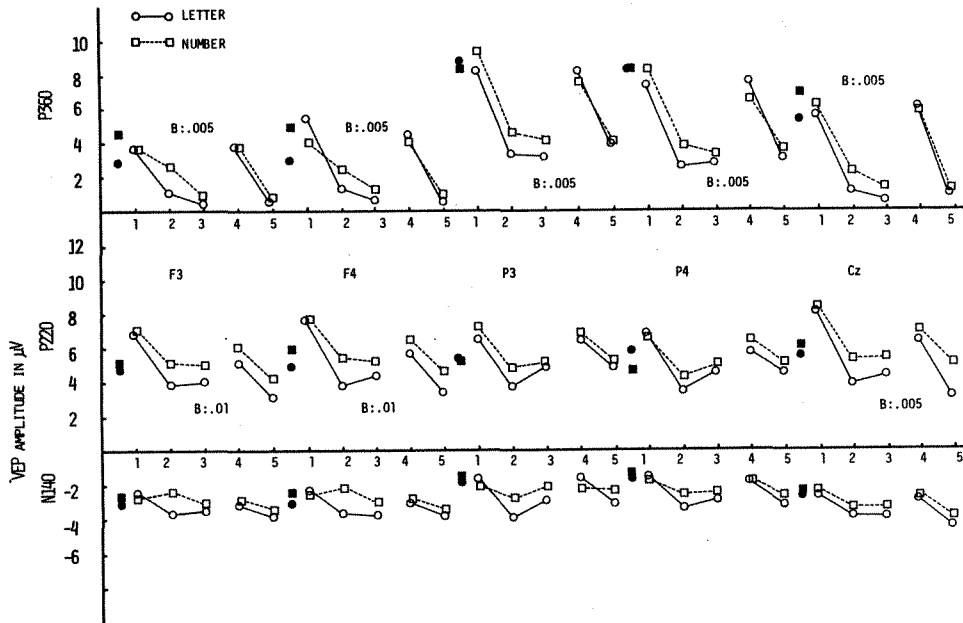


Fig. 3-4. VEP amplitude values averaged across subjects for the letter and the number stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Centro-frontal and parietal electrode loci (F₃, F₄, P₃, P₄, and Cz) are seen in the upper 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.

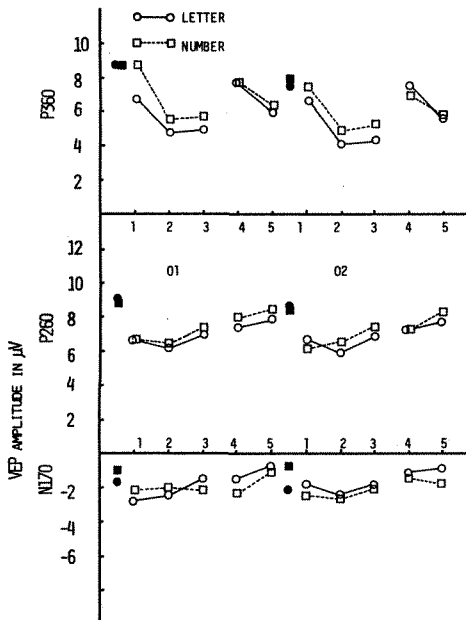


Fig. 3-5. VEP amplitude values averaged across 10 subjects for the letter and the number stimuli. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. Occipital electrode loci (O₁, O₂) are seen in the upper part of the middle panel. 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.

(1) 前頭・中心領導出 N140 及び頭頂領導出 N170

分散分析の結果、刺激の種類（文字と数字）による効果、刺激位置（1～5）による効果いずれにも有意差は認められなかった。

(2) 前頭・中心領導出 P220 及び頭頂領導出 P260

前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4) と中心領中央 (Cz) において、刺激位置（1～5）による効果に有意差が認められた (F_3 : $F(4/90)=3.88$, $P<0.01$, F_4 : $F(4/90)=3.92$, $P<0.01$, Cz : $F(4/90)=5.11$, $P<0.005$)。数字、文字系列とも刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて明瞭に減少傾向を示している。

刺激の種類（文字と数字）による効果に有意差は認められなかった。

警告刺激に対する P220 あるいは P260 は、刺激位置 1 に対するそれらの成分よりも振幅値が小さくなっている。

(3) 前頭・中心・頭頂領導出 P360

前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4), 頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4), 中心領中央 (Cz) の各部位において、刺激位置（1～5）による効果が認められた (F_3 : $F(4/90)=4.29$, $P<0.005$, F_4 : $F(4/90)=5.55$, $P<0.005$, P_3 : $F(4/90)=7.33$, $P<0.005$, P_4 : $F(4/90)=6.41$, $P<0.005$, Cz : $F(4/90)=9.58$, $P<0.005$)。刺激位置 1 から 3 にかけて、また位激位置 4 から 5 にかけて数字、文字両系列に対して減少傾向を示している。

刺激の種類による効果は、いずれの部位においても認められなかった。

警告刺激に対する P360 成分の振幅値は、刺激位置 1 に対する P360 成分の振幅値にほぼ等しい。

(4) 後頭領導出 N170

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 N170 成分の振幅値は、刺激位置 1 に対する N170 成分の振幅値にほぼ等しい。

(5) 後頭領導出 P260

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。またふたつの刺激位置間（刺激位置 1 と 2）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 成分の振幅値は、刺激位置 1 に対する P260 成分の振幅値よりもいくらか大きくなっている（室橋ほか, 1982; Murohashi, Kitajima と Kanoh, 1983a)。

第5節 実 験 4

第1項 目 的

文字系列と数字系列を組み合わせた実験3では、実験1あるいは実験2における後頭領導出 P270 (P260) 成分の刺激くり返しに伴う振幅値の明瞭な増加傾向は認められなかった。この結果は、後頭領導出 P270 成分が刺激状況全体の影響を受けることを示した。

前節においてはこの影響を、ランダムチェッカーパターン刺激に対して要求された忠実度水準で文字あるいは数字刺激の視覚性図式形成が行なわれたことによる、と推定した。そして P270 成分の明瞭な振幅値増加は、忠実度をさげ視覚性図式を安定化させる機能を反映すると推定した。

すなわち後頭領導出 P270 成分を増加させた原因は、ランダムチェッカーパターン刺激に対して高忠実度の視覚性図式形成が要求されたことにありと推定した。もしランダムチェッカーパタン

刺激のような知覚学習の困難な刺激でなく、数字や文字よりも認知の容易な刺激を用い、かつ課題も刺激の認知のみにとどめるならば文字あるいは数字系列に対する後頭領導出 P270 成分の明瞭な増加傾向は生じなくなると予想される。

実験4では、そのような要求を満たす刺激として拡散光円を用いた。この刺激は輪郭は明瞭でないがおよそ円に近い。また課題はこの刺激を見ることのみとした。もうひとつの刺激系列には、実験2において明瞭な P270 成分の増加傾向を示した数字系列を用いた。

第2項 方 法

(1) 被験者 大学生8名(男子6名, 女子2名)。視力は矯正視力を含め正常。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 数字系列は実験2で用いたものを使用した。拡散光円刺激 (Blurred spot) は、正方形に切り抜いた紙を長焦点レンズを out of focus にして撮影しスライドにしたものを使用した。

(3) 実験装置 拡散光円刺激は、これまでに用いた刺激に比べて光量透過率が高いので、スライドプロジェクターの前に新たに neutral density filter を加えた。

(4) 手続 数字系列と拡散光円系列は等確率でランダムに呈示した。警告刺激は実験3で用いたものを使用した。刺激の持続時間は全て 300 msec である。課題は数字系列に対しては数字の読み取りで実験1, 2, 3と同様であった。拡散光円系列に対する課題は、ただ見るのみとした。

第3項 結 果

Fig. 4-1 に、数字系列と拡散光円系列に対する中心領 (Cz) 導出 VEP 波形と後頭領 (O_1, O_2) 導出 VEP 波形の一例を示した。実線が数字系列に対する VEP, 点線が拡散光円系列に対する VEP である。中心領 (Cz) 導出 VEP では、潜時約 140 msec の陰性成分 (N140) と潜時約 140 msec の陽性成分 (P220) 及び潜時約 360 msec の陽性成分 (P360) が認められる。拡散光円刺激に対しては P360 成分は明瞭ではない。

後頭領 (O_1, O_2) 導出 VEP では、潜時約 170 msec の陽性成分 (N170) と潜時約 270 msec の陽性成分 (P270) が認められる。拡散光円系列に対する VEP では、N170, P270 とともに小さく明瞭ではない。数字系列に対する P270 成分では、刺激位置1から2, 及び4から5にかけて振幅値の増加傾向が認められる。この P270 成分振幅値の増加傾向は拡散光円系列においてもいづらく認められる。

Fig. 4-2 には、中心領 (Cz) 導出 VEP 波形 (グラフ左側) と後頭領 (O_1, O_2) 導出 VEP 波形 (グラフ中央ふたつ) 及び眼球運動記録 (E. M.) 波形 (グラフ右側) の被験者8名分を加算した波形 (grand mean) を示した。グラフ最上段は警告刺激に対する VEP あるは E. M. 波形, 以下は刺激位置1から5までにおける VEP あるは E. M. 波形である。後頭領導出 N170 成分と P270 成分の数字系列と拡散光円系列に対する差異が明瞭に認められる。他方眼球運動記録は刺激後 500 msec の間平坦で、刺激の種類による差異はほとんど認められない。

Fig. 4-3 には、前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4), 頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4), 中心領中央 (Cz) 導出 VEP の陰性成分 (前頭・中心領導出 N140 及び頭頂・後頭領導出 N170: グラフ下段), 陽性成分 (前頭・中心領導出 P220 及び頭頂・後頭領導出 P270) 及び陽性成分 P360 の平均振幅値を刺激位置ごとに示した。●印あるいは■印は、警告刺激に対する VEP の各成分の

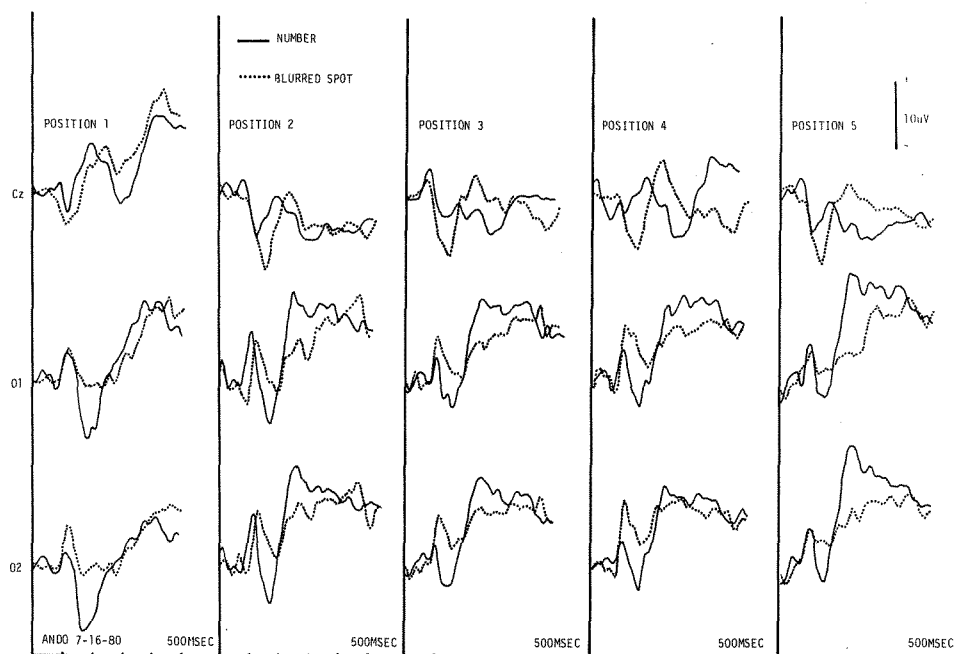


Fig. 4-1. VEP wave forms to the number and blurred spot stimuli for a subject. The VEPs to the number stimulus were traced with solid lines, whereas those to the blurred spot stimulus were traced with dotted lines. Electrode loci (Cz, O₁, and O₂) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from 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 P360 was observed only for the number stimulus.

振幅値を示す。○印と実線は数字系列を示し、□印と点線は拡散光円系列を示す。

Fig. 4-4 には、後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP の陰性成分 N170 (グラフ下段)、陽性成分 P270 (グラフ中段) 及び陽性成分 P360 (グラフ上段) の平均振幅値を刺激位置ごとに示した。

(1) 前頭・中心領導出 N140 及び頭頂領導出 N170

中心領 (Cz) において刺激位置 (1～5) による効果に有意差が認められた ($F(4/70)=3.76$, $P<0.01$)。刺激位置 1 から 3 及び 4 から 5 にかけて振幅値の増加傾向が認められる。他の部位でも第 1 刺激においては、拡散光円、数字両系列で増加傾向が認められる。

刺激位置 4 では、拡散光円系列に対する N140 振幅値の方が数字系列に対する N140 振幅値よりもおおむね大きい。

警告刺激に対する N140 振幅値は、刺激位置 1 に対する N140 振幅値にはほぼ等しい。

(2) 前頭・中心領導出 P220 及び頭頂領導出 P270

前頭領左側 (F₃) 及び右側 (F₄)、中心領中央 (Cz) の各部位において、刺激位置 (1～5) によ

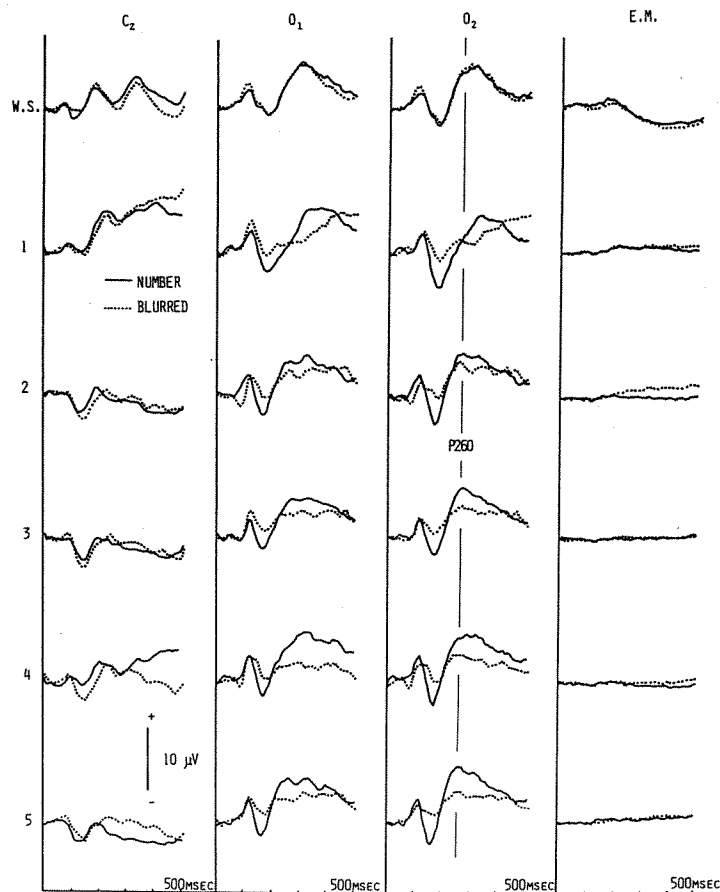


Fig. 4-2.

る効果に有意差が認められた (F_3 : $F(4/70)=7.54$, $P<0.01$, F_4 : $F(4/70)=7.14$, $P<0.01$, C_z : $F(4/70)=7.24$, $P<0.01$)。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。

また前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4), 中心領中央 (C_z) の各部位において, 刺激の種類 (拡散光円と数字) による効果に有意差が認められた (F_3 : $F(1/70)=20.68$, $P<0.01$, F_4 : $F(1/70)=17.57$, $P<0.01$, C_z : $F(1/70)=3.95$, $P<0.10$)。

警告刺激に対する P220 あるいは P270 成分の振幅値は, 刺激位置 1 の刺激に対するそれらの成分の振幅値におおむね等しい。

(3) 前頭・中心・頭頂領導出 P370

前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4), 頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4), 中心領中央 (C_z) の各部位において, 刺激位置 (1~5) による効果に有意差が認められた (F_3 : $F(4/70)=21.41$, $P<0.01$, F_4 : $F(4/70)=18.53$, $P<0.01$, P_3 : $F(4/70)=28.37$, $P<0.01$, P_4 : $F(4/70)=15.21$, $P<0.01$, C_z : $F(4/70)=35.58$, $P<0.01$)。刺激位置 1 から 2, 及び 4 から 5 にかけて, 拡散光円, 数字両系列とも減少傾向を示している。

頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4) では, 刺激の種類 (拡散光円と数字) による効果に有意差が

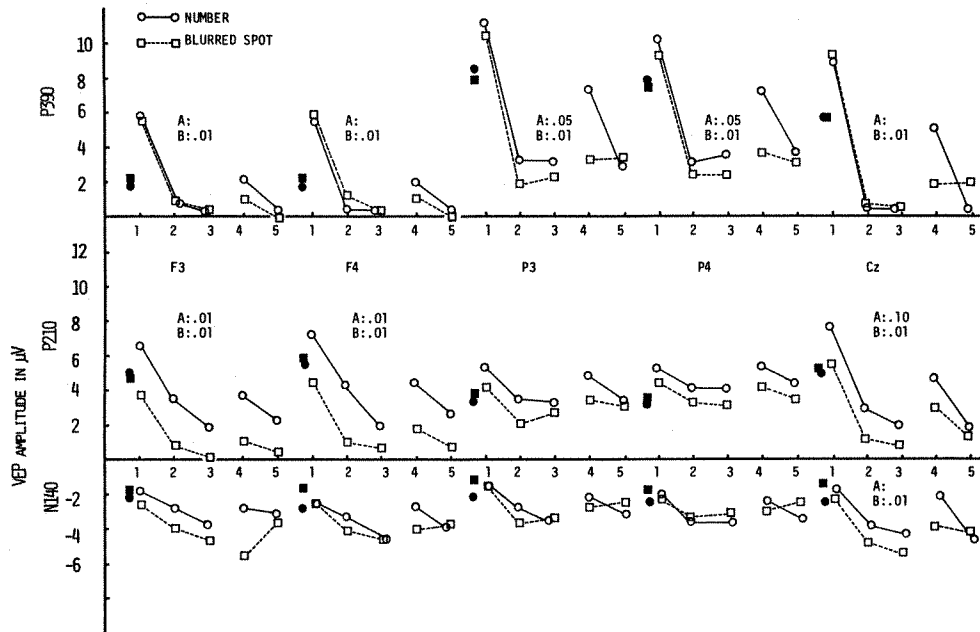


Fig. 4-3. VEP amplitude values for the number and blurred spot stimuli recorded at centro-frontal (F₃, F₄, and Cz) and parietal (P₃ and P₄) loci. VEP values were averaged over 8 subjects. The amplitude values in μV are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions from 1 to 5 are seen on the abscissa. 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).

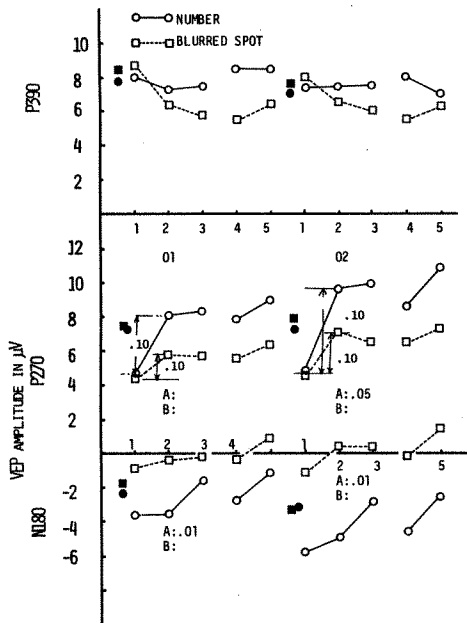


Fig. 4-4. VEP amplitude values for the number and blurred spot stimuli recorded at occipital (O₁ and O₂) electrode loci. Numbers between arrows in the middle panel indicate levels of statistical significance of the difference between two amplitude values pointed by arrows, revealed by Student's t-test for paired observations. Other details: see Fig. 4-2.

認められた (P_3 : $F(1/70)=5.46$, $P<0.05$, P_4 : $F(1/70)=4.26$, $P<0.05$)。頭頂領導出 P370 成分振幅値は、数字系列の方が拡散光円系列よりも大きい。

また各導出部位における刺激位置 4 では、P370 成分振幅値は数字系列の方が拡散光円系列よりも大きい。

警告刺激に対する P370 成分振幅値は、刺激位置 1 の刺激に対する P370 成分振幅値よりも小さい。

(4) 後頭領導出 N170

後頭領左側 (O_1) 及び右側 (O_2) において、刺激の種類 (拡散光円と数字) による効果に有意差が認められた。(O_1 : $F(1/70)=14.51$, $P<0.01$, O_2 : $F(1/70)=33.94$, $P<0.01$)。

刺激位置 1 における数字刺激に対する N170 成分振幅値は、警告刺激に対する N170 成分振幅値よりも大きかった。他方刺激位置 1 における拡散光円刺激に対する N170 成分振幅値は、警告刺激に対する N170 成分振幅値よりも小さかった。しかし警告刺激と刺激位置 1 における刺激の間の N170 振幅値の差は有意ではなかった。

(5) 後頭領導出 P270

後頭領右側 (O_2) において、刺激の種類 (拡散光円と数字) により効果に有意差が認められた ($F(1/70)=4.68$, $P<0.05$)。

また刺激位置 1 から刺激位置 2 あるいは 3 にかけての後頭領左側及び右側導出の P270 成分振幅値の差の最大値をとり分散分析 (刺激の種類×導出部位) を行なったところ、刺激の種類 (拡散光円と数字) による効果が有意だった ($F(1/28)=4.21$, $P<0.05$)。

刺激位置 1 から 2 にかけて、拡散光円、数字両系列で P270 成分振幅値の増加傾向が認められた (O_1 における数字系列: $df=7$, $t=2.26$, $P<0.10$, O_2 における拡散光円系列: $df=7$, $t=2.21$, $P<0.10$, O_2 における数字系列: $df=7$, $t=2.18$, $P<0.10$, O_2 における拡散光系列: $df=7$, $t=2.34$, $P<0.10$)。

刺激位置 1 では、拡散光円刺激に対する P270 成分振幅値と数字刺激に対する P270 成分振幅値の間に差はなかった。刺激位置 1 以外の刺激位置では、数字系列に対する P270 成分振幅値の方が拡散光円系列に対する P270 成分振幅値よりも大きかった。

警告刺激に対する P270 成分振幅値は、刺激位置 1 における刺激に対する P270 成分振幅値よりも大きかった。

Fig. 4-5 には、拡散光系列に対する VEP と数字系列に対する VEP 間の相関係数 (0 msec から 312 msec までのサンプリングポイント 40 個分について算出) を刺激位置ごとに示した。グラフ下段は後頭領左側 (O_1) 及び右側 (O_2) 導出 VEP の相関係数、グラフ中段は頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4) 導出 VEP の相関係数、グラフ上段は前頭領左側 (F_3)、右側 (F_4) と中心領中央 (C_z) 導出 VEP の相関係数である。

グラフ上段に示した前頭・中心領導出 VEP では、相関係数は警告刺激位置から刺激位置 4 まで減少傾向をみせている。またグラフ下段の後頭領導出 VEP でも、相関係数は警告刺激位置から刺激位置 1 にかけて急激な減少傾向を示している。しかしグラフ中段の頭頂領導出 VEP では、相関係数は警告刺激位置から刺激位置 2 まで減少傾向を示しているが、刺激位置 3 にかけては増加している。

ランダムチェッカーパターン系列と数字系列を呈示した実験 2 では、後頭領導出 VEP に対する相関係数は刺激位置に関しては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後頭

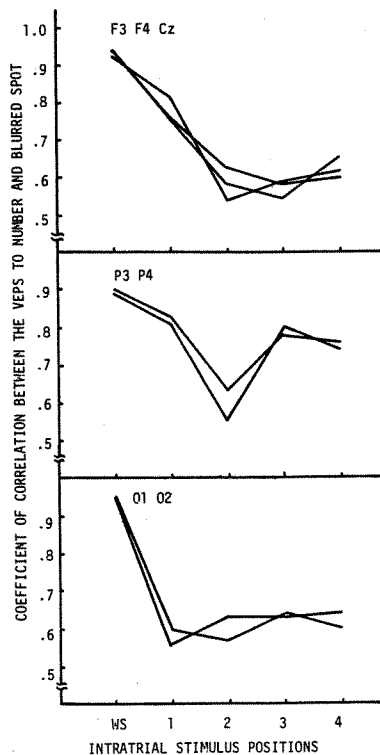


Fig. 4-5. Coefficient of correlation between the VEPs to the number and blurred spot stimuli. Sample interval was 312 msec from stimulus onset (40 points, 7.8 msec/point). Correlation coefficients are seen on the ordinate. The warning stimulus (WS) and intratrial stimulus positions from 1 to 4 are seen on the abscissa of the bottom panel. The correlation coefficient of the centrofrontal 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.

領導出 VEP に対する相関係数は刺激位置 1 から急激に減少した。これはこの実験で用いた拡散光円刺激のような構造的に低い刺激に対しては、後頭領導出 VEP は数字や文字に対する VEP とはかなり異なったふるまいを示している（北島ほか, 1981; Murohashi, Kitajima と Kanoh, 1983a）。

第4項 後頭領導出 N170 及び P270 について

後頭領導出 N170 成分は、刺激の種類（拡散光円系列と数字）による有意な効果を示した。数字系列に対する N170 成分振幅値は、拡散光円系列に対する N170 成分振幅値よりも大きかった。このことは、数字刺激に対する視覚性図式形成における忠実度の要求が拡散光円刺激よりも高かったことを示している。

Fig. 4-4 に示した後頭領導出 VEP の相関係数にもみられるように、刺激間の物理的特性が大きく異なる場合には後頭領導出 VEP のふるまいの差は大きい。拡散光円刺激と数字刺激の間の差に比べるとランダムチェッカーパターン刺激と数字あるいは文字刺激の間の差は、ヒトの視覚活動上では微小なものである。Fig. 2-5 の後頭領導出 VEP の相関係数の高さはこのことを示している。

後頭領導出 P270 成分振幅値は、刺激位置 1 においては拡散光円、数字両刺激間で等しかった。しかし刺激位置 2 と 3 では数字刺激に対する P270 成分振幅値の方が拡散光円刺激に対する P270 成分振幅値よりも大きかった。

実験 3 においては文字系列と数字系列を組み合わせさせた結果、後頭領導出 P260 (P270) 成分の刺激くり返しに伴う明瞭な振幅値増加は認められなかった。そして数字刺激に対する P270 成分

振幅値の明瞭な増加は、ランダムチェッカーパターン刺激に対する視覚性図式活動の水準で数字刺激が過剰に処理されたことを反映すると推定した。

しかし実験4において用いた拡散光円系列に対する課題はただ見ることであり、視覚性図式形成の際に要求される忠実度も低かったと推定される。このことは前述の如く後頭領導出 N170 成分の刺激の種類間の振幅値の差に示されている。したがって数字系列に対する P270 成分振幅値の明瞭な増加は、組み合わせられた刺激の一方が高水準で視覚性図式形成されたことの反映であるとはいえない。

実験3では、警告刺激に対する P270 成分振幅値は刺激位置1における刺激に対する P270 成分振幅値とほぼ等しかった。他方実験4では、警告刺激に対する P270 成分振幅値は刺激位置1における刺激に対する P270 成分振幅値よりも大きかった。

このことは、数字系列に対する P270 成分の刺激位置1から2にかけての振幅値の増加傾向が、警告刺激位置から刺激位置1にかけての減少傾向からの復帰であることを示している。

すなわち、実験3においては刺激位置1における P270 成分振幅値の減少は生じなかったが、実験4では生じた。そして、この減少はランダムチェッカーパターン刺激に対して要求されるような刺激への忠実度要求の高さによるものではない。

P270 成分振幅値の刺激位置1における減少に対するひとつの解釈は、組み合わせられた刺激パターン間の複雑度の差のみが関与し、視覚性図式形成の際の忠実度は直接的には関与しないということである。それでは刺激パターン間の複雑度の差が大きい場合に、後頭領導出 P270 成分は刺激弁別位置である刺激位置1において振幅値の減少を示すのは何故か。

刺激パターン間の複雑度の差が大きいほど、弁別判断は容易である。しかし弁別判断の容易さは、刺激パターン処理の容易さを意味しない。むしろ刺激パターン間の複雑度の差が大きいことは、刺激出現時におけるボタン処理にかかわる負担が大きいことを意味する。

実験3においては、文字刺激と数字刺激を組み合わせ用いた。文字刺激のボタンと数字刺激のボタンの間の類似度は、ランダムチェッカーパターンと数字刺激のボタンの間の類似度よりも高い。ボタンの類似度が高いほど、刺激の物理的制約の取り入れとその組織化のために共通のボタン処理系を用いることになる。そのため刺激弁別位置である刺激位置1において、知覚活動水準を高めボタン処理系を広く活性化する必要がない。いいかえれば、ボタン処理系を限定したかたちで働かせることができる。

他方実験2あるいは実験4では、刺激パターン間の類似度は小さい。このような場合には、物理的制約の取り込みを限定化することができない。そして、刺激の物理的制約の取り込みやその組織化のために用いられるボタン処理系に、共通部分は少ない。そのため知覚活動水準を高め、ボタン処理系を広く活性化させる必要がある。

実験2ではランダムチェッカーパターン系列と数字系列を、実験4では拡散光円系列と数字系列を用いた。数字刺激は、過剰学習されたパターンを含む言語刺激である。他方ランダムチェッカーパターン刺激と拡散光円刺激は、知覚学習の不十分な非言語刺激である。数字刺激に対する原型あるいは視覚性図式の形成は容易である。しかしランダムチェッカーパターン刺激や拡散光円刺激に対する原型あるいは視覚性図式形成は必ずしも容易ではない。知覚は刺激の物理的制約の取り込み操作の学習が進行していない刺激に対する知覚の成立は困難になる。

他方認知は生体内のカテゴリーに刺激を分類することと強くかかわっている。知覚が鮮明に、すなわち刺激の物理的制約に基づきかつ経験とも整合するかたちで成立することは、認知の十分

条件ではあっても必要条件とはならない。拡散光円刺激の認知は容易である。しかし拡散光円刺激に対する知覚活動は、形態情報の取り入れを主たる役割とするヒトの知覚機構においては、取り入れるべき物理的制約が明確でないために容易に終了しない。

実験4において、後頭領導出 N170 成分振幅値が拡散光円に対するよりも数字刺激に対してより大きかったことは、拡散光円刺激に対する知覚活動が低かったことを示す。しかし、それは取り入れるべき物理的制約が明確でないために生じたのであり、知覚活動が容易であったことを示すものではない。他方数字系列に対する N170 成分振幅値が大きいことは、物理的制約の取り込みが制約されないために過剰に行なわれたことを示唆する。

実験4における刺激位置1での後頭領導出 P270 成分振幅値は、拡散光円刺激と数字刺激の間で等しく、かつ警告刺激に対する P270 成分振幅値よりも小さかった。このことは、刺激弁別位置である刺激位置1で、一時的に視覚性図式形成過程の安定度が低下したことを示す。数字刺激に対する視覚性図式形成活動は、過剰学習によって本来ならば容易に成立する。しかし刺激パタンの類似性の低い刺激が等確率で出現する可能性があるために、物理的制約の取り入れを制限することができない。このために物理的制約を取り入れた後、それに基づいて形成される視覚性図式形成活動が収束的に行なわれにくくなる。すなわち一時的に認知活動の低下が生ずるのである。

実験4においては、第1刺激列の数字系列に対する P270 成分振幅値は刺激位置2と3で増加傾向を示した。これは、刺激のくり返し呈示により数字刺激の物理的制約の取り込みかたが特定化され、それに伴って物理的制約からの解除も行なわれるようになったことを示す。

第1刺激列における拡散光円系列に対してもわずかながら P270 成分の振幅値増加がみられたことは、認知の容易さの故にしだいに物理的制約からの切り離しが行なわれるようになったことを示す。しかし P270 成分振幅値の増加については、別の解釈も可能である。すなわち、第1刺激列の数字刺激に対して過剰な物理的制約の取り入れが行なわれた時、その物理的制約からの解除が生ずるのではなく、過剰な物理的制約に基づく過剰な知覚活動が生ずる可能性がある。

後頭領導出 N170 成分振幅値は、数字刺激のくり返し呈示に伴って減少を示した。このことは刺激の物理的制約の取り入れ量の減少を示したとみることができる。ただし誘発電位成分の振幅値の増大または減少は、ただちに当該処理量の増減につながるものではない。

しかし少なくとも刺激の物理的制約の取り入れ量は増加してはいないといえる。新たな物理的制約の取り入れがなければ、視覚性図式は安定化してゆく。P270 成分振幅値は、過剰に取り入れられた物理的制約の解除よりも視覚性図式にかかわる短期的記憶の活性化を反映するとみることが出来る。

しかし、数字系列と文字系列を組み合わせた実験3では、いずれの系列に対しても P260 (P270) 成分振幅値の刺激くり返しに伴う増大は生じなかった。したがって P270 成分振幅値の増大は、視覚性図式成立にかかわる必然的な過程を反映するものではない。

後頭領導出 N170 (N180) 成分のふるまいからみると、ランダムチェッカーパターン系列と数字系列を組み合わせた実験2及び拡散光円系列と数字系列を組み合わせた実験4では、刺激位置1における数字刺激から過剰な物理的制約が取り入れられたと推定される。この過剰な物理的制約は課題解決のための必須の情報をもたない。しかし課題刺激を構成する要素群として、活性化され続ける可能性がある。すなわち課題が解決する前の過程では、課題に少しでもかかわりをもつ情報は保持され得る。しかしランダムチェッカーパターン刺激においては、数字刺激よりも多量の情報保持が必要である。したがって P270 成分振幅値の増大が反映するものは、課題解決にかか

わる過程を反映するものでもない。

これまでの実験1～4においては、前頭・中心領導出 VEP あるいは側頭領導出 VEP の陽性成分 (P180, P270, P370) は、刺激のくり返しに伴い振幅値の減少を示した。特に P370 成分振幅値の減少は、刺激のくり返し呈示に伴って刺激の課題関連性が弱まることを示している。刺激の課題関連性が弱まる状況下で、後頭領導出 P270 成分振幅値が増加する。したがって P270 成分振幅値の増加は、課題との関連性の弱い過程を反映すると推定される。

後頭領は、課題解決のために外界の視覚的情報を取り入れ、それに基づいて対象を視覚性図式化する機能をもつ。しかし視覚系は課題解決時にのみ機能するのではなく、意識系が直接的に関与しない状況下でも機能し続ける。これは外界を知るための基本的機能である。外界に差異が検出されれば、視覚系は意識系の関与を促して外界変動の意味を探る。

課題関連性が弱まることは、対象の視覚性図式成立とその安定化とかかわっている。しかし視覚系は、視覚系図式成立後も機能し続ける。特に課題解決に至る前においては、視覚機能は高く保たれる。課題関連性の低下した状態では、意識系の関与は弱まる。すなわち、刺激に対する忠実度の要求が低下する。このような状況では、視覚系は高次系からの統制の弱い状態でありながら活動水準が高く保たれることになる。特に刺激位置1において過剰に物理的制約が取り入れられた場合には、課題と関連性の低い知覚活動が保持される可能性は高い。すなわち後頭領導出 P270 成分振幅値の増大は、視覚系が高次系からの統制が弱まった状態で、課題解決に直接的に関連しない知覚活動の水準が上昇したことを反映する可能性がある。

実験4における数字に対する後頭領導出 N170 成分振幅値は、刺激位置1では平均 $3.6\mu V(O_1)$ あるいは $5.9\mu V(O_2)$ であった。他方実験3における数字に対する後頭領導出 N170 成分振幅値は、刺激位置1では平均 $2.8\mu V(O_1)$ あるいは $1.8\mu V(O_2)$ であった。またランダムチェッカーパターン系列と数字系列を組み合わせた実験2では、数字に対する後頭領導出 N170 成分振幅値は、刺激位置1では平均 $3.1\mu V(O_1)$ あるいは $5.4\mu V(O_2)$ であった。

これらの実験に参加した被験者数は比較的少なく、またそれぞれ異なる被験者である。したがって平均値算出によって均一性が実験間で十分に保たれているとはいえない。しかしもし均一性があるとすれば上述の N170 成分値に関する実験間の差は、類似度の低い刺激が組み合わせられた場合（実験2及び4）には刺激の物理的制約の取り入れが制限されにくくなり、知覚学習の十分な刺激に対しては過剰な取り入れが行なわれることを示すといえる。

第6節 実験 5

第1項目 的

実験4では数字系列と、構造性が低く課題の容易な拡散光円系列を組み合わせた。その結果、数字系列に対する後頭領導出 P270 成分振幅値が刺激くり返しに伴い明瞭な増加傾向を示した。このことは、後頭領導出 P270 成分振幅値の増加がランダムチェッカーパターン刺激に対する高忠実度への要求から生ずるものではないことを示した。

パタンの類似度の低いふたつの刺激が等確率でランダムに生ずるとき、刺激の物理的制約の取り入れの選択的制限が困難になると推定される。このようなときに一方の刺激に対して構造化の学習が十分に成立していると、取り入れられた物理的制約には過剰な部分が生ずることになる。このため過剰学習の成立している刺激に対しては、物理的制約からの解除機能がより強く働き課題に直接かわらない知覚活動が強まると推定される。すなわち過剰な物理的制約の取り入れによる過剰な視覚性図式活動が増大する。後頭領導出 P270 成分振幅値の増大は、このような過剰

な視覚性図式活動を反映すると推定される。

もし物理的制約の過剰な取り入れがなければ過剰な視覚性図式活動は生じないと予想される。実験3では、数字系列と文字系列を組み合わせたところ両刺激に対する後頭領導出 P260 (P270) 成分振幅値の増大は生ぜず、後頭領導出 N170 (N180) 成分振幅値も小さかった。この結果は、過剰な物理的制約の取り入れがなければ過剰な視覚性図式活動が生じないことを示唆する。しかし、さらに数字あるいは文字系列に対する後頭領導出 P270 成分振幅値の増大が生ずる刺激の組み合わせにおいて、過剰な物理的制約の取り入れが行なわれない状況下での P270 成分のふるまいを検討する必要がある。

実験5では、警告刺激に第1刺激列にあらわれる刺激の種類（ランダムチェッカーパターンと文字）についての予告機能をもたせた。これによって刺激位置1における刺激の物理的制約の取り入れはより制限され、過剰な視覚性図式活動は生じにくくなると予想される。

第2項 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、ランダムチェッカーパターン刺激あるいは文字刺激を用いた。いずれも実験1で用いたものである。ランダムチェッカーパターン系列の警告刺激としてはランダムチェッカーパターン刺激を、文字系列の警告刺激としては文字刺激を用いた。ただし警告刺激に用いた刺激は第1及び第2刺激列の刺激とは同じものにならないようにした。警告刺激が文字刺激であればその試行の課題は文字の読み取りであり、警告刺激がランダムチェッカーパターン刺激であればその試行の課題はパタンの異同弁別である。しかし警告刺激は、次に出現する第1、第2刺激列の刺激について刺激の種類よりも詳しい情報は与えない。

(3) 実験装置 第2刺激列での刺激のくり返しをやめ、刺激位置4のみで刺激を呈示した。他は実験1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1に同じ。

第3項 結果

Fig. 5-1 に、中心領中央 (Cz)、後頭領左側 (O₁) 及び右側 (O₂) より導出した VEP 波形の一例を示した。中心領中央導出 VEP では、潜時約 140 msec の陰性成分 (P200) 及び潜時約 350 msec (P350) が認められる。また後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP では、潜時約 180 msec の陰性成分 (N180) と潜時約 260 msec の陽性成分 (P260) が認められる。後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP では、刺激位置2において文字刺激（実線）のみならずランダムチェッカーパターン刺激（点線）に対しても P260 成分振幅値が増加しているのが認められる。

Fig. 5-2 には、陰性成分（前頭・中心領導出 N140 及び頭頂領導出 N180：グラフ下段）、陽性成分（前頭・中心領導出 P200 及び頭頂領導出 P260：グラフ中段）及び陽性成分 P350 の各平均振幅値を刺激位置ごとに示した。

Fig. 5-3 には、後頭領 (O₁, O₂) 導出 VEP の陰性成分 (N180) と陽性成分 (P260) の平均振幅値を示した。

(1) 前頭・中心領導出 N140 及び頭頂領導出 N180

刺激の種類（ランダムチェッカーパターンと文字）による効果、刺激位置（1～4）による効果の

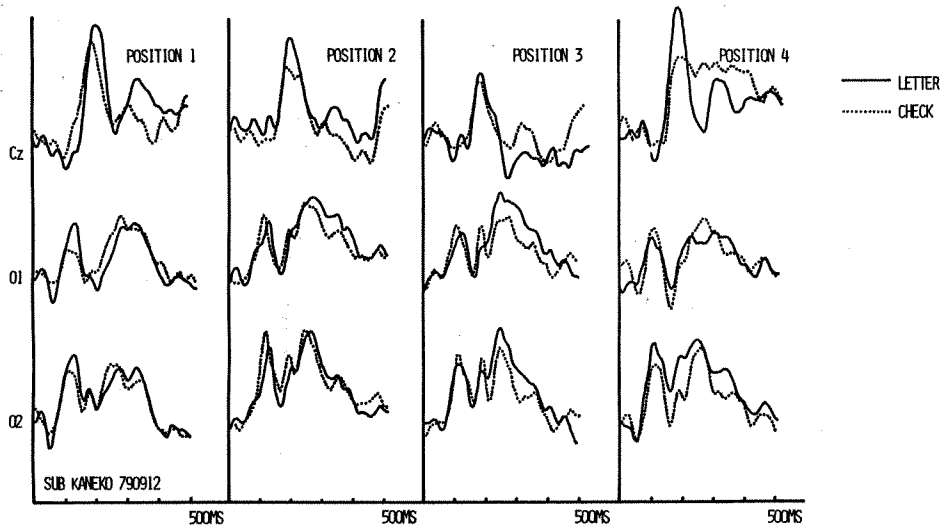


Fig. 5-1. VEP wave forms evoked by the letter and checkerboard stimuli for a subject. Electrode loci (Cz, O₁, O₂) are seen on the left ordinate. Latencies in msec from stimulus onset are seen on the abscissae. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines, whereas those to the checkerboard 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.

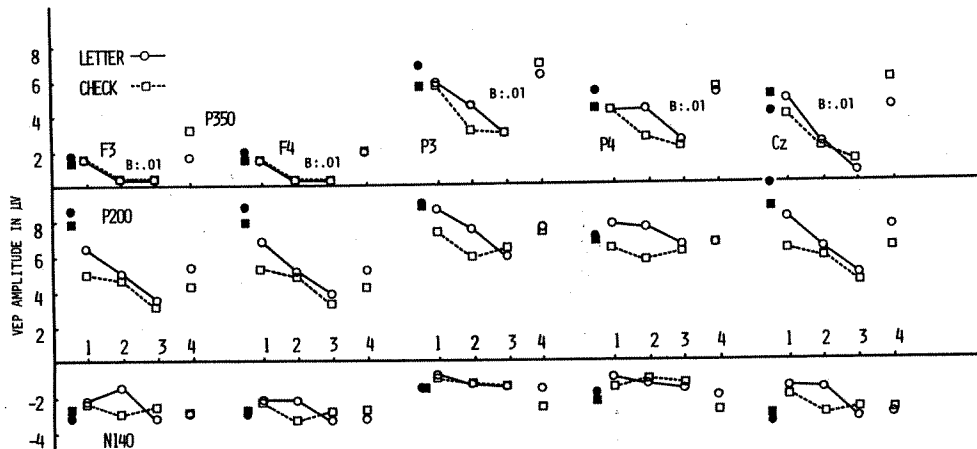


Fig. 5-2. VEP amplitude values averaged across 8 subjects. VEP amplitudes in μ V are seen on the ordinate. Intratrial stimulus positions are seen on the abscissa. VEPs to the letter stimulus were traced with solid lines and open circles, while those to the checkerboard were traced with dotted lines and 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.

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 N140 又は N180 成分振幅値は、刺激位置 1 に対する N140 又は N180 成分振幅値にほぼ等しい。

(2) 前頭・中心領導出 P200 及び頭頂領導出 P260

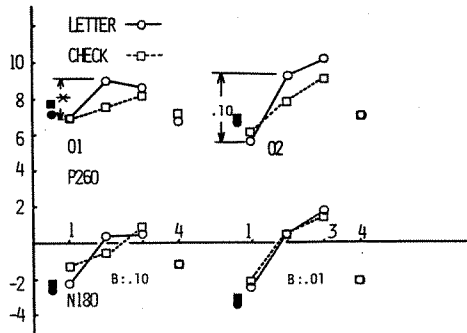


Fig. 5-3. VEP amplitudes for the letter and checkerboard stimuli, recorded at the occipital (O_1 and O_2) loci. VEP values were averaged across 8 subjects.

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、文字刺激に対する P200 又は P260 成分振幅値はランダムチェッカーパターン刺激に対する P200 又は P260 成分振幅値よりも若干大きくなっている。

警告刺激に対する P200 又は P260 成分振幅値は、刺激位置 1 に対する P200 又は P260 成分振幅値にほぼ等しい。

(3) 前頭・中心・頭頂領導出 P350

前頭領左側 (F_3) 及び右側 (F_4), 頭頂領左側 (P_3) 及び右側 (P_4), 中心領中央 (Cz) の各部位において、刺激位置 (1~4) による効果に有意差が認め

られた (F_3 : $F(3/37)=5.17$, $P<0.01$, F_4 : $F(3/56)=5.25$, $P<0.01$, P_3 : $F(3/56)=4.77$, $P<0.01$, P_4 : $F(3/48)=3.92$, $P<0.01$, Cz : $F(3/36)=11.31$, $P<0.01$)。いずれの部位においても P350 成分振幅値は刺激位置 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。

警告刺激に対する P350 成分振幅値は、刺激位置 1 の刺激に対する P350 成分振幅値とほぼ等しい。

(4) 後頭領導出 N180

後頭領右側 (O_2) において、刺激位置 (1~4) による効果に有意差が認められた (O_1 : $F(3/56)=2.7$, $P<0.10$, O_2 : $F(3/48)=5.29$, $P<0.01$)。いずれの部位においても N180 成分振幅値は、有意差は認められなかった。

刺激の種類による効果には、有意差は認められなかった。

警告刺激に対する N180 成分振幅値は、刺激位置 1 の刺激に対する N180 成分振幅値にほぼ等しい。

(5) 後頭領導出 P260

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。

文字系列では、後頭領左側 (O_1) 及び右側 (O_2) における刺激位置 1 から 2 にかけて、P260 成分振幅値の増加傾向が認められた (O_1 : $df=7$, $t=2.81$, $P<0.05$, O_2 : $df=6$, $t=2.34$, $P<0.10$)。

警告刺激に対する P260 成分振幅値は、刺激位置 1 の刺激に対する P260 成分振幅値にほぼ等しい (北島ほか, 1980; Kitajima et al., 1981)。

Fig. 5-4 には、文字系列に対する VEP とランダムチェッカーパターン系列に対する VEP 間の相関係数を、刺激位置ごとに示した。相関係数は、刺激呈示から 312 msec までの間の VEP, サンプルングポイントにして 40 個分のデータから算出した。全ての導出部位で、各刺激位置を通して相関係数は高い。文字及び数字系列に対する VEP とランダムチェッカーパターン系列に対する VEP 間の相関係数を示した Fig. 2-5 と比べると、この実験では頭蓋のより前方の部位 (F_3 , F_4 , Cz) における刺激のくり返しに伴う相関係数の減少がみられない。これは警告刺激が予告性をもったことにより、頭蓋のより前方の部位では刺激のくり返し呈示に対してかなり似た反応をした

ことを示している。

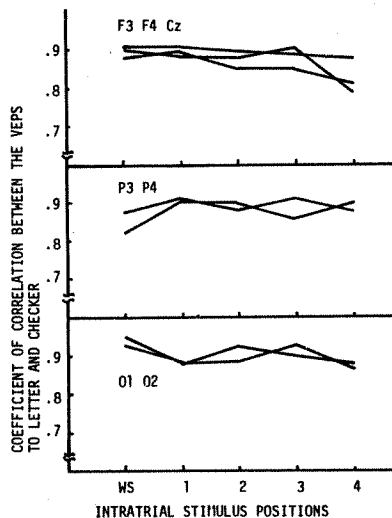


Fig. 5-4. Coefficient of correlation between the VEPs to the letter and checkerboard stimuli under the condition of tack-notice. Sample interval was 312 msec from stimulus onset (40 points, 7.8 msec/point). Correlation coefficients are seen on the ordinate. The position of the warning stimulus (WS) and 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.

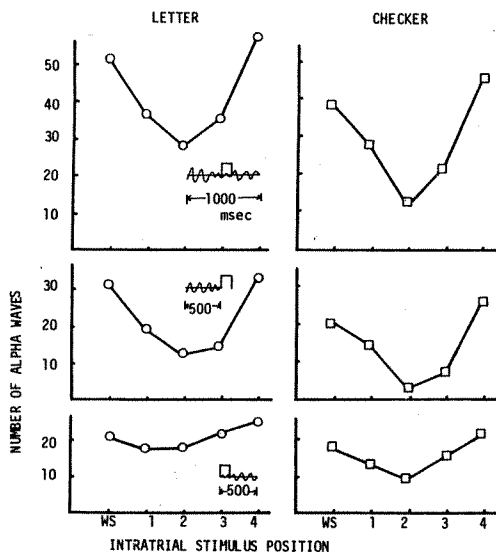


Fig. 5-5. Numbers of alpha waves for the letter stimulus and the checkerboard stimulus under the condition that the task choice information was delivered at WS. Left panels show the number for the letter stimulus, and right panels the number for the checker stimulus. Alpha waves were measured and summed 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 $30\mu V$. Upper panels of the both column show averaged number across 8 subjects during 100 msec, middle ones during 500 msec before stimulus onset, and bottom ones during 500 msec stimulus onset.

Fig. 5-5 には、後頭領左側 (O_1) 導出脳波における刺激呈示前後各 500 msec 間のアルファ波 (8~13Hz, $30\mu V$ 以上) 数を、被験者 8 名について平均し各刺激位置ごとに示した。後頭領左側導出脳波におけるアルファ波が明瞭でない場合には、後頭領右側 (O_2) 導出脳波を用いた。左側は文字系列、右側はランダムチェッカーパターン系列のフルファ波数である。また、下段は刺激後 500 msec 間のアルファ波数、中段は刺激前 500 msec 間のアルファ波数、上段は刺激前後計 1000 msec 間のアルファ波数である。これをみると刺激後 500 msec 間のアルファ波数は、刺激位置による変動が小さい。しかし刺激呈示前 500 msec 間のアルファ波数は刺激位置による変動がより大きく、刺激位置 1 あるいは 4 で最大、刺激位置 2 で最小となっている。また文字系列に対するアルファ波数の方が、ランダムチェッカーパターン刺激に対するアルファ波数よりもいくらか

が多い。

Fig. 5-6 には、刺激位置 4 における刺激が第 1 刺激列の刺激と同じであった場合 (Same) と異なる場合 (Different) に対する各 VEP の P350 成分振幅値の差をとって示した。基線上側の棒グラフは異なる場合の方が同じ場合よりも振幅値が大きいことを示し、基線下側の棒グラフは同じ場合の方が異なる場合よりも振幅値が大きいことを示す。実験 2 では数字系列とランダムチェッカーパターン系列を組み合わせた。その結果、刺激位置 4 におけるランダムチェッカーパターン刺激に対する P370 成分振幅値の差 (Different-Same) は、前頭・中心領において 2~3 μV あっ

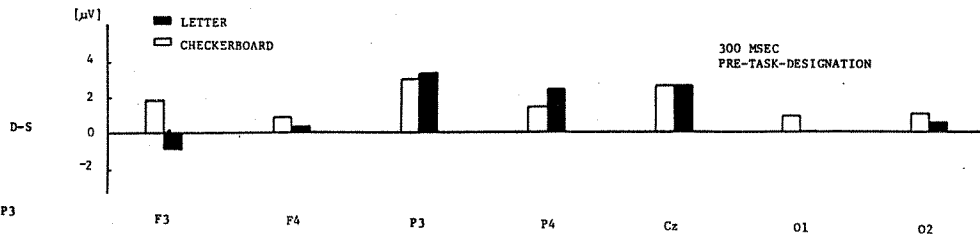


Fig. 5-6

た。他方数字刺激に対する P370 成分振幅値の差 (Different-Same) は、2 μV 以下だった。この実験 5 では、頭頂領左側 (P₃) と中心領中央 (Cz) 導出 P370 は、文字、ランダムチェッカーパターンいずれの刺激に対しても (Diff.-Same) の差は約 3 μV である。また前頭領左側 (F₃) 導出 P370 では、ランダムチェッカーパターン刺激に対しては Different が Same よりも大きい、文字刺激に対しては Same が Different よりも大きい (室橋, 1981)。

第 4 項 後頭領導出 P270 について

警告刺激が予告機能をもったことにより、後頭領導出 N180 成分振幅値は小さく、かつ刺激くり返しに伴う明瞭な減少傾向を示した。警告刺激位置において刺激種類の弁別が行なわれたことにより、刺激位置 1 での刺激の物理的制約の取り入れがより選択的になされたと推定される。

警告刺激に対する後頭領導出 P270 成分振幅値は、刺激位置 1 における刺激に対する P270 成分振幅値にほぼ等しく 6~8 μV である。拡散光円系列と数字系列を組み合わせた実験 4 では、刺激位置 1 における刺激に対する P270 成分振幅値は警告刺激に対する P270 成分振幅値よりも小さく 4~5 μV であった。

刺激位置 1 における刺激に対する P270 成分振幅値の実験 4 と実験 5 における差異、すなわち実験 5 においては P270 成分振幅値が刺激位置 1 で低下しなかったことは、視覚性図式形成活動が弁別活動により妨げられなかったことを示す。

P270 成分振幅値は、文字刺激のくり返し呈示に対して明瞭に増加傾向を示した。またランダムチェッカーパターン刺激のくり返し呈示にも若干の増加傾向を示した。実験 4 では P270 成分振幅値の増加傾向が、過剰な物理的制約の取り入れの解除に基く過剰な視覚性図式活動を反映すると推定した。しかし実験 5 では、後頭領導出 N180 成分の刺激位置 1 におけるふるまいからみると、過剰な物理的制約の取り入れは行なわれなかったとみることができる。それにもかかわらずランダムチェッカーパターン、文字両系列に対して P270 成分振幅値は増加した。したがって、P270 成分振幅値の刺激くり返し呈示に伴う増加傾向は、過剰な物理的制約の取り入れとは直接

的ななかかわりをもたないといえる。

警告刺激が予告機能をもったことにより、P270 成分振幅値はランダムチェッカーパタン、文字両系列に対して増加傾向を示した。刺激位置 1 では物理的制約の取り入れがより選択的に行なわれたと推定される。この選択は、課題状況全体の文脈の影響下に行なわれるものである。したがって選択作業は、後頭領固有の機能ではない。すなわち後頭領は頭蓋のより前方の部位（高次系）の関与を受ける。あらかじめ出現する刺激の種類を確実に予測できる場合には、文脈にかかわる前頭・辺縁系は物理的制約の選択に際して関連する細胞集成体群への中枢的促通と非関連細胞集成体群への中枢的抑制を指示し得る。

前節では、この選択的な物理的制約の取り入れによって過剰な視覚性図式活動は生じなくなると推定した。しかし、実験 5 では選択的物理的制約の取り入れが行なわれたにもかかわらず過剰な視覚性図式活動が生じた可能性が高い。

選択的に物理的制約が取り入れられた時には、当該対象への視覚性図式活動は、刺激位置 1 において終了し得る。このとき視覚性図式は、より高次の系により言語的・論理的符号を附されて、文脈内に整合するかたちで関連づけられる。この後の刺激のくり返し呈示は冗長なものとなる。このような場合には、高次系からの後頭領への統制は弱まると推定される。他方第 1 刺激列は課題解決に至る中途段階であり、後頭領における神経活動水準は高く保たれると推定される。この活動水準の高さは、過剰な物理的制約の取り入れに起因するものではなく、基本的には課題遂行中であることに起因し高次系からの統制の低下に基く。

後頭領 P270 成分振幅値の刺激くり返しに伴う増加は、N180 成分振幅値の減少と機械的に結びついているように見える。このことは、CNV のような緩徐陰性変動の重畳を予想させる。もし覚醒水準の変動と P270 成分振幅値の増大、N180 成分振幅値の減少が結びついているならば、それは背景脳波上の変動となって表われるであろう。しかし Fig. 5-5 にみられるように、P270 成分振幅値の増加する刺激位置 2 では、刺激呈示前 500 msec 間のアルファ波数は試行中で最低となっている。このことは、むしろ刺激位置 2 における刺激の出現前の覚醒水準は高まっていることを示している。CNV のような陰性変動が存在すれば、それはさらに発達する状態にある。さらに刺激呈示後 500 msec 間のアルファ波数は試行中変動が少なく、刺激位置 3 の刺激出現前 500 msec 間のアルファ波数も少ない。すなわち刺激位置 2 の刺激出現の後にも覚醒水準の大きな変動はない。したがって、後頭領導出 N180 成分振幅値の減少、P270 成分振幅値の増大は、少なくとも脳波上に反映されるような覚醒水準の低下によるものではない。しかし、ランダムチェッカーパタン系列と文字系列を組み合わせた実験 1 では、文字系列のみならずランダムチェッカーパタン系列に対しても P270 成分は振幅値の若干の増加傾向を示した。この実験 1 の結果は、実験 5 における予告効果が P270 成分の増大の間接的原因であることを示唆する。ランダムチェッカーパタン系列と数字系列を組み合わせた実験 2 では、第 1 刺激列におけるランダムチェッカーパタン刺激に対しては P270 成分振幅値は若示の減少傾向を示した。実験 1 と実験 2 にみられた同じランダムチェッカーパタン系列に対する P270 成分振幅値のふるまいかたの違いは、刺激間のパタンの複雑あるいは類似度が P270 成分に影響を及ぼすことを示唆する。

実験 2 における刺激位置 1 での後頭領導出 N180 成分振幅値は大きかった。これはランダムチェッカーパタン系列と数字系列の組合せでは刺激パタン間の類似性が低く、刺激の物理的制約の取り入れ量が多かったことを示す。ランダムチェッカーパタン系列に対する P270 成分振幅値の減少は、関連しない物理的制約の抑制あるいは視覚性図式活動の抑制を反映する可能性がある。

したがってランダムチェッカーパターン刺激に対する視覚性図式が安定的に成立するようになれば、P270 成分振幅値は増加すると予想される。このときの抑制作用は、高次系により選択的に行なわれる。すなわち後頭領は高次系の統制を受ける。他方数字系列に対する P270 成分振幅値の増大は、視覚性図式成立に伴う高次系の統制の低下を反映するとみることができる。

実験 1 あるいは実験 5 におけるランダムチェッカーパターン系列に対する P270 成分振幅値の若干の増加傾向は、物理的制約の取り入れが相対的に少なかったために高次系の抑制作用が比較的弱かったことを反映した可能性がある。本章で一連の実験に用いたランダムチェッカーパターン、数字、文字の各刺激間の類似度を適切に記述することは困難である。しかし、もし実験 1 と実験 2 の結果の間に差があり、実験 1 と実験 5 の結果に共通性のあることを認めるならば、VEP のふるまいはランダムチェッカーパターン刺激と文字刺激間のパターン類似度はランダムチェッカーパターン刺激と数字刺激間のパターン類似度よりも小さいことを示している。

注

- 5) この章における第 1 節第 2 項基本的実験方法及び、第 2 節（実験 1）、第 3 節（実験 2）、第 5 節（実験 4）、第 6 節（実験 5）、第 8 節（実験 7）、第 9 節（実験 8）の各節における第 3 項結果は、筆者の論文（課題解決過程における視覚誘発電位の分析Ⅱ、北海道大学教育学部紀要第 39 号, p. 265-313, 1981）に掲載したデータ、グラフを含んでいる。また、第 2 節～第 11 節のいずれの実験も、国際生物心理学雑誌、国際脳波・筋電図学会雑誌等に発表済あるいは投稿中の論文に掲載した。しかし本論文では、第 6 章の総合的考察の展開の必要上、最少限のデータ、グラフを再び掲載した。

原論文の概要及び目次

原論文は大別すると、3 部より成る。第 I 部は序説部分に相当し、本論部分に至るまでの予備的・基礎的事項について論述した部分である。第 1 章＜課題解決過程における視知覚の役割＞、第 2 章＜視知覚機構の機械的特性＞、第 3 章＜適応系としてみた視知覚系の神経学的構造及び生理学的機能＞、及び第 4 章＜視知覚系の心理-生理学的モデル＞の 4 章より成る。

第 1 章では、課題解決過程における視知覚系の役割を、知覚諸理論の検討を通じて考察した。古典的知覚諸理論は、環境と生体内部のかかわりかたについて説明してきた。しかし視知覚成立過程を微視発生的視点からとらえるための十分な枠組を提供しない。

第 2 章では、視知覚系のありかたを、微視発生的観点から分析するための理論として、情報処理理論を検討した。情報処理理論は、視覚系の刺激処理が、離散的で直列的な一連の処理過程により行われることを明らかにした。この機械論的特性は、ヒトの高度な適応を可能にする知的機能を基礎づけていた。しかし、情報処理理論は視覚系の生物学的特性、特に動機づけのような刺激処理の始動・停止、及び処理状態の変動にかかわる機能のありかたを十分に説明しない。

第 3 章では、適応機能としてみた視知覚系の神経学的構造及び生理学機能について検討した。ヒトの高度な適応を可能にしている生物学的な刺激処理メカニズムは、皮質機構とそれを支える皮質下機構相互の、多相的で並行的な働きに基く。

第 4 章では、情報処理理論の刺激処理モデルを生物学的・図式的観点から再検討し、視知覚成立過程の心理-生物学的モデル化を試みた。本論においては視知覚成立過程を、前頭系と後頭系により担われるふたつの相の進行により形成される内部表象物の成立過程としてとらえた。前頭系により担われる原型形成相では、高速度伝達系のもたらす、よりおおまかな刺激情報が組織化される。組織化された刺激要素群は、それらに対応する記憶要素群を賦活させる。他方、後頭系

により担われる視覚性図式形成相では、低速度伝達系のもたらすより微細な刺激情報が、原型形成相において賦活された記憶要素群の働きに基いて組織化される。このとき、刺激構造により忠実なかたちで視覚性図式を形成することが、注意である。視覚性図式は、刺激構造に即した面をもちつつも、刺激の有する意味に基いて構成された内部表象物である。視覚性図式の成立は、さらに高次の認知過程につながる。

第Ⅱ部は、本論部分に相当し、視覚誘発電位を示標とした実験を展開した部分である。

第Ⅱ部は、第5章〈脳波・誘発電位の神経生理学的・神経解剖学的メカニズム〉、第6章〈課題解決過程における脳波・誘発電位の検討〉、第7章〈誘発電位モデル〉、及び第8章〈実験〉の4章より成る。

視知覚成立過程は、きわめて短時間のうちに生ずる脳内過程である。しかも脳内の各領野において、並行的に進行する状態変動により成立する過程である。したがって、視知覚成立過程を、言語報告に基く実験心理学的手法を用いて解明することは困難である。視知覚成立過程の解明には、刺激に同期して生ずる脳内電気現象を反映する誘発電位と、自発的な脳内電気現象を反映する脳波を、頭皮上の各領域から記録し分析することが有効である。第5章では、示標として用いる脳波と誘発電位の形態的・機能的分類、それらの神経生理学的・神経解剖学的見地からの起源ならびに発生源について検討した。

脳波・誘発電位に含まれる各成分は、相異なる特性をもつ。課題解決過程における脳波・誘発電位の各成分のふるまいかたを分析することにより、適応の基礎過程としての視知覚成立過程の時間的推移を微視発生的に検討することが可能になる。第6章では、課題解決過程における脳波・視覚誘発電位の各成分のふるまいについて、関連する誘発電位の諸文献を検討した。

誘発電位は、課題に応じて時間的・空間的に分化した、脳内状態の変動を反映する。視覚誘発電位の各成分は、比較的限局された心理・生理的機能に関連した状態変動を反映する可能性が高い。視覚誘発電位は、情報処理理論が明らかにした機械論的特性よりも、情報処理を可能にするための脳内状態の変動を反映している。第7章では、課題解決過程における視覚誘発電位の各成分が反映し得る視知覚成立過程の段階について、第6章での文献総覧、ならびに第4章の図式モデルをもとに検討し、モデル化した。

視知覚系は、生体内外の状態に合わせて刺激要素を抽出・統合し、課題に適した表象物を形成する。視知覚系は、抽象化機能と方向づけ機能により、視覚性図式を成立させる。視覚性図式は、刺激及び課題の性質、知覚学習の程度に応じた忠実度あるいは抽象度のレベルで形成される。第8章では、同一刺激をくり返して呈示し、知覚学習を進行させた一連の実験（実験1～実験10）を展開した。そして知覚学習の進行に伴う視覚性図式の抽象化の過程を、後頭領導出の視覚誘発電位成分（P270）を示標として検討した。

第Ⅲ部は、結論部分に相当し、第9章より成る。第9章では、第8章における実験群の結果について総合的に検討し、後頭領導出P270成分のふるまいに基いた抽象的表象形成過程の推定と今後の研究課題について述べた。

原論文の目次

	本論文
序 論.....	序— 1 (1) (序 論)
(第1部)	(8)
第1章 課題解決過程における視知覚系の役割—知覚諸理論の検討.....	(9) (第1章)
第1項 視知覚系の基本的役割.....	1— 1 (9) (略)
第2項 Gibson の生態光学的知覚論.....	1— 1 (9) (略)
第3項 Brunswik の確率的機能主義.....	1— 2 (10) (略)
第4項 Gestalt 理論.....	1— 3 (11) (略)
第5項 機能主義的知覚論.....	1— 3 (11) (略)
第6項 New look 心理学的知覚論.....	1— 4 (12) (略)
第7項 直接的・即時的知覚理論の限界.....	1— 5 (13) (第1章第1節)
第2章 視知覚機構の機械論的特性.....	(14) (第1章)
第1節 Cybernetics	2— 1 (14) (略)
第2節 情報処理理論.....	2— 3 (16) (略)
第1項 記憶過程に焦点をあてた情報処理理論モデル.....	2— 4 (17) (略)
第2項 パタン認知に焦点をあてた情報処理理論モデル.....	2— 7 (20) (略)
第3項 注意に焦点をあてた情報処理理論モデル.....	2— 13 (26) (略)
第3節 情報処理理論の問題点.....	2— 16 (29) (第1章第2節)
第3章 適応系としてみた視知覚系の神経学的構造及び生理学的機能.....	(32) (第1章)
第1節 網 膜	
第1項 網膜の構造.....	3— 1 (32) (略)
第2項 視細胞の機能.....	3— 1 (32) (略)
第3項 網膜内における情報処理.....	3— 2 (33) (略)
第2節 視覚伝導路	
第1項 視神経交叉.....	3— 3 (34) (略)
第2項 外側膝状体.....	3— 3 (34) (略)
第3項 反射及び調節路.....	3— 3 (34) (略)
第4項 上丘.....	3— 4 (35) (略)
第3節 大脳皮質	
第1項 視覚領.....	3— 4 (35) (略)
第2項 連合野.....	3— 5 (36) (略)
第4節 視床—網様体系	
第1項 脳幹網様体.....	3— 5 (36) (略)
第2項 視床汎性投射系.....	3— 6 (37) (略)
第5節 神経生理学的知見.....	(37) (略)
第1項 特徴抽出細胞.....	3— 6 (37) (第1章第3節)
第2項 X型及びY型細胞.....	3— 7 (38)
第6節 神経心理学的知見.....	(38) (第1章第4節)
第1項 視覚領の病変.....	3— 8 (39)
第2項 連合領の病変.....	3— 9 (40)
第4章 視知覚系の心理—生物学的モデル.....	(41) (第2章)
第1節 Hebb の神経心理学的モデル	
第1項 Hebb のモデル.....	4— 1 (42)

第2項 Bindra のモデル	4— 3 (44)
第2節 Pribram の神経心理学的知見	4— 4 (45)
第3節 神経心理学的モデルの検討	
第1項 Hebb, Bindra 及びPribram モデルの検討	4— 6 (47)
第2項 注意メカニズムの再検討	4— 7 (48)
第4節 図式モデルの検討	
第1項 知覚成立過程の基本的特長	4— 9 (50)
第2項 図式モデル	4— 11 (52)
第1部の要約	1— 1 (54)
(第II部)	(57)
第5章 脳波・誘発電位の神経生理学的・神経解剖学的特性	(57) (略)
第1節 脳波の神経生理学的・神経解剖学的特性	
第1項 脳波記録法	5— 1 (58)
第2項 脳波の分類	5— 2 (59)
第3項 α 律動	5— 2 (59)
第4項 β 律動	5— 3 (60)
第5項 神経細胞の電気生理学的特性	5— 3 (60)
第6項 脳波の神経生理学的起源	5— 4 (61)
第2節 アルファ律動の Cybernetics 的特性	
第1項 光駆動現象	5— 5 (62)
第2項 適応系としてみた α 律動メカニズムの光駆動特性	5— 5 (62)
第3節 視覚誘発電位の神経生理学的・神経解剖学的特性	
第1項 誘発電位記録法	5— 6 (63)
第2項 誘発電位の分類	5— 6 (63)
第3項 一過性誘発電位の分類	5— 7 (64)
第4項 誘発電位の神経生理・解剖学的起源	5— 10 (67)
第6章 課題解決過程における脳波・視覚誘発電位の検討	(69) (第3章)
第1節 課題解決過程における脳波, 特にアルファ律動の特性	6— 1 (70) (略)
第2節 課題解決過程における視覚誘発電位の特性	(75) (第3章第1節)
第1項 従来の研究の分類	6— 6 (75)
第2項 Chapman らの研究	6— 6 (76) (略)
第3項 言語情報処理の観点からの研究	6— 12 (81) (略)
第4項 仮説—演繹学習による研究	6— 13 (82) (略)
第5項 Sternbergの手続による研究	6— 15 (84) (略)
第6項 知覚統合(融合)による研究	6— 22 (91) (略)
第7項 Posner 型の研究	6— 23 (92) (略)
第8項 従来研究の問題点	6— 28 (97)
第3節 後頭傾より導出した視覚誘発電位(VEP)の後期成分 の心理学的特性	(98) (第3章第2節)
第1項 従来の研究の分類	6— 30 (99)
第2項 一般覚醒性を含めた視覚的注意とVEP	6— 30 (99)
第3項 選択的注意とVEP	6— 35 (105)
第4項 Harter らの研究	6— 36 (106)
第5項 Simson らの研究	6— 39 (109)
第6項 慣れとVEP	6— 45 (115)
第7項 視覚的注意とVEPの再検討	6— 48 (118)

第4節 前頭・中心・側頭領より導出した視覚誘発電位 (VEP) の後期成分の心理学的特性	6— 50 (120) (第3章第3節)
第7章 誘発電位モデル	(126) (第4章)
第1節 誘発電位に対する情報処理理論の問題点	
第1項 誘発電位記録法の基本的諸問題	7— 1 (126)
第2項 準備性及び一般賦活性	7— 2 (127)
第2節 誘発電位モデル	
第1項 誘発電位の生理的起源	7— 4 (129)
第2項 刺激後 100 msec までに生ずる成分についての仮説	7— 5 (130)
第3項 刺激後 300 msec までに生ずる、前頭・中心あるいは頭頂領導出のVEP成分についての仮説	7— 6 (131)
第4項 刺激後約 300 msec までに生ずる後頭領導出VEP成分についての仮説	7— 7 (132)
第5項 刺激後約 300 msec 以降に生ずるVEP成分についての仮説	7— 9 (134) (略)
第8章 実験	(136) (第5章)
第1節 基本的仮説及び実験方法	
第1項 基本的仮説	8— 1 (136)
第2項 基本的実験方法	8— 6 (141)
第2節 実験1	
第1項 目的	8— 21 (156)
第2項 方法	8— 22 (157)
第3項 結果	8— 23 (158)
第4項 考察(1)慣れ過程について	8— 33 (168)
第5項 考察(2) Chapman の記銘成分との関連性	8— 39 (174)
第6項 考察(3)陰性成分の重量について	8— 41 (176)
第7項 考察(4)後期汎性陽性成分論	8— 44 (179)
第8項 考察(5)反応時間に基く推論	8— 47 (182)
第9項 考察(6)言語的概念活動	8— 53 (188)
第3節 実験2	
第1項 目的	8— 56 (191)
第2項 方法	8— 57 (192)
第3項 結果	8— 58 (193)
第4項 考察(1) P 300 成分について	8— 84 (219) (略)
第5項 考察(2)前頭・中心領導出N 120 及びP 180 成分について	8— 93 (228) (略)
第6項 考察(3)後頭領導出N 180 及びP 270 成分について	8—101 (237)
第4節 実験3	
第1項 目的	8—105 (241)
第2項 方法	8—107 (243)
第3項 結果	8—108 (244)
第4項 考察	8—117 (253)
第5節 実験4	
第1項 目的	8—126 (262)
第2項 方法	8—128 (264)
第3項 結果	8—130 (266)

第4項	考察(1)前頭・中心領導出N 140 及び頭頂領導出N 170 について……………	8—143 (279) (略)
第5項	考察(2)前頭・中心領導出P 370 及び頭頂領導出P 270 について……………	8—146 (282) (略)
第6項	考察(3)P 270 について……………	8—148 (284)
第7項	考察(4)後頭領導出N 170 及びP 270 について……………	8—150 (286)
第6節 実験5		
第1項	目的……………	8—163 (299)
第2項	方法……………	8—166 (302)
第3項	結果……………	8—168 (304)
第4項	考察(1)P 350 成分について……………	8—180 (315) (略)
第5項	考察(2)後頭領導出P 270 について……………	8—186 (321) (以上本論文)
第7節 実験6		
第1項	目的……………	8—194 (329)
第2項	方法……………	8—196 (331)
第3項	結果……………	8—197 (332)
第4項	考察……………	8—204 (339)
第8節 実験7		
第1項	目的……………	8—206 (341)
第2項	方法……………	8—208 (343)
第3項	結果……………	8—210 (345)
第4項	考察(1)頭頂領導出N 180 及びP 260 について……………	8—220 (355) (略)
第5項	考察(2)P 350 成分について……………	8—225 (360) (略)
第6項	考察(3)後頭領導出P 260 について……………	8—231 (366)
第9節 実験8		
第1項	目的……………	8—234 (369)
第2項	方法……………	8—236 (371)
第3項	結果……………	8—237 (372)
第4項	考察(1)前頭・中心領導出N 140, P 200 及び頭頂領導 出N 180, P 260 について……………	8—247 (382) (略)
第5項	考察(2)P 350 成分について……………	8—250 (385) (略)
第6項	考察(3)後頭領導出P 260 について……………	8—252 (387)
第10節 実験9		
第1項	目的……………	8—254 (389)
第2項	方法……………	8—256 (391)
第3項	結果……………	8—258 (393)
第4項	考察(1)前頭・中心領導出N 130, P 120 及び頭頂領導 出N 150, P 240 について……………	8—299 (430) (略)
第5項	考察(2)後頭領導出P 260 について……………	8—301 (432)
第II部の要約……………		II— 1 (432)
(第III部)……………		(439)
第9章 総合的考察……………		(439) (第6章)
第1節 本論の実験における視覚誘発電位の成分の検討		
第1項	前頭・中心領導出の陰性成分(潜時 100 ~ 150 msec) について……………	9— 1 (439)
第2項	頭頂領導出の陰性成分(潜時 150 ~ 200 msec)に	

第3項	前頭・中心・頭頂導出の陽性成分（潜時 200 ～ 250 msec ）について……………	9— 8 (446)
第4項	頭頂導出の陽性成分（潜時 250 ～ 300 msec ）について……………	9— 13 (451)
第5項	前頭・中心・頭頂導出の陽性成分（潜時 300 ～ 500 msec ）について……………	9— 19 (457)
第6項	後頭導出の陰性成分（潜時 150 ～ 200 msec ）について……………	9— 24 (482)
第7項	後頭導出の陽性成分（潜時 250 ～ 300 msec ）について……………	9— 44 (482)
第2節	視覚誘発電位と図式モデル……………	9— 61 (499)
第1項	視覚誘発電位を示標とした脳内活動の特性……………	9— 95 (533)
第2項	図式モデルの必要性……………	9— 98 (536)
第3節	視知覚成立過程の再検討……………	
第1項	本論の実験に基く視知覚成立過程の再検討(1) 刺激呈示後約 100 msec までの過程……………	9—100 (538)
第2項	本論の実験に基く視知覚成立過程の再検討(2) 刺激呈示後約 200 msec までの過程……………	9—105 (543)
第3項	本論の実験に基く視知覚成立過程の再検討(3) 刺激呈示後約 300 msec までの過程……………	9—109 (547)
第4項	課題解決過程における注意のありかた……………	9—113 (551)
第5項	今後の課題……………	9—117 (556)

引用文献

（第1部及び第2部）

- Adam, N. and Collins, G. I. (1978) Late components of the visual evoked potentials to search in short-term memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 44, 147-156.
- Alba, J. W. and Hasher, L. (1983) Is memory schematic? *Psychological Review*, 93 (2), 203-231.
- Allison, T., Matsumiya, Y., Goff, G. D. and Goff, W. R. (1977) The scalp topography of human visual evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 42, 185-197.
- Atkinson, R. C. and Shiffrin, R. M. (1968) A proposed system and its control process. In K. W. Spence and J. I. Spence (Eds.). *The psychology of learning and motivation*, vol. 2.
- Attneave, F. (1954) Some informational aspects of visual perception. *Psychological Review*, 61, 183-193.
- Atwood, G. (1971) An experimental study of visual imagination and memory. *Cognitive Psychology*, 2, 290-299.
- Bartlett, F. C. (1932) *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge University Press, London. 想起の心理学, 宇津木 保, 辻 正三訳, 誠信書房, 1983, 213-245.
- Bernstein, A. S. (1979) The orienting responses as novelty and significance detector: Reply to O'Gorman. *Psychophysiology*, 16 (3), 263-273.
- Bindra, D. (1976) *A theory of intelligent behavior*. John Wiley and Sons. New York. 知的行動の脳モデル, 富田達彦訳, 誠信書房, 1980.

- Boddy, J. and Weinberg, H. (1981) Brain potentials, perceptual mechanisms and semantic categorisation. *Biological Psychology*, 12, 43-61.
- Breitmeyer, B. G. and Ganz, L. (1976) Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccade suppression, and information processing. *Psychological Review*, 83 (1), 1-36.
- Broadbent, D. E. (1958) *Perception and Communication*. Pergamon Press, London.
- Broadbent, D. E. (1971) *Decision and stress*. Academic Press, New York.
- Brunswik, E. (1969) *The conceptual framework of psychology*. University of Chicago Press, London. 心理学の枠組み, 船津孝行訳, 誠信書房, 1974, 22-32.
- Callway, E. (1973) Habituation of averaged evoked potentials in man. In H. V. S. Peeke and M. J. Herz (Eds.), *Habituation vol. 2. Physiological substrates*, 153-174. Academic Press, New York.
- Cambell, K. B., Courchesne, E., Piction, T. W. and Squires, K. C. (1979) Evoked potential correlates of human information processing. *Biological Psychology*, 8, 45-68.
- Cassirer, E. (1944) *An Essay on Man. An Introduction to a Philosophy of Human Culture*. 人間—この象徴を操るもの, 宮城音弥訳, 岩波書店, 1953.
- Chapman, R. M. and Bragdon, H. R. (1964) Evoked responses to numerical and non-numerical visual stimuli while problem solving. *Nature*, 203, 1155-1157.
- Chapman, R. M. (1973) Evoked potentials of the brain related to thinking. In F. J. McGuigan and R. A. Schoonover (Eds.), *Psychophysiology of thinking*. Academic Press, New York, 69-108.
- Chapman, R. M., McCrary, J. W. and Chapman, J. A. (1978) Short-term memory: The "storage" component of human brain responses predicts recall. *Science*, 202, 1211-1214.
- Chapman, R. M., McCrary, J. W. and Chapman, J. A. (1981) Memory processes and evoked potentials. *Canadian Journal of Psychology*, 35 (2), 201-212.
- Claviey, R. M. and Routenberg, A. (1980) In search of reinforcement pathways: A neuroanatomical odyssey. In A. Routenberg (Ed.), *Biology of Reinforcement: Facets of Brain-Stimulation Reward*. Academic Press, New York, 81-107.
- Cobb, W. A., Morton, H. B. and Ettinger, G. (1967) Cerebral potentials evoked by pattern reversal and their suppression in visual rivalry. *Nature*, 216, 1123-1125.
- Collins, A. M., and Quillian, M. R. (1969) Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Courchesne, E., Hillyard, S. A., and Galambos, R. (1975) Stimulus novelty, task relevance and the visual evoked potential in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 39, 131-143.
- Courchesne, E., Courchesne, R. Y., and Hillyard, S. A. (1978) The effect of stimulus deviation on P3 waves to easily recognized stimuli. *Neuropsychologia*, 16, 189-199.
- Craik, F. I. M. and Lockhart, R. S. (1972) Level of processing: A frame work for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 691-684.
- Craik, F. I. M. (1979) Levels of processing: Overview and closing comments. In Cermak, L. S. and Craik, F. I. M. (Eds.), *Levels of processing in Human Memory*, Lawrence Erlbaum, Hillsdals, New York, 447-461.
- Davis, H. (1964) Enhancement of evoked potentials in human related to task requiring a decision. *Science*, 182-183.
- Davis, H. and Heninger, G. R. (1972) Comparison of response plasticity between the eyeblink and vertex potential in human. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 33,

- 283-293.
- Desmedt, J. E. and Debecker, J. (1979a) Wave form and neural mechanism of the decision P350 elicited without pre-stimulus CNV or readiness potential in random sequences of near-threshold auditory clicks and finger stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 47, 648-670.
- Desmedt, J. E. and Debecker, J. (1979b) Slow potential shifts and decision P350 in tasks with random sequences of near-threshold clicks and finger stimuli delivered at regular intervals. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 47, 671-679.
- Deutsch, J. A. and Deutsch, D. (1963) Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70, 80-90.
- Dixon, N. F. (1981) *Preconscious Processing*. John Wiley & Sons, Chichester, 223-260.
- Donald, M. W. (1979) Limits on current theories of transient evoked potentials. In J. E. Desmedt (Ed.), *Progress in Clinical Neurophysiology*, vol. 6., Cognitive components in cerebral event-related potentials and selective attention. S. Karger, Basel, 189-199.
- Donchin, E. and Cohen, L. (1967) Averaged evoked potentials and intramodality selective attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 22, 537-546.
- Donchin, E., Kubovy, M., Kutas, M., Johnson, R. and Hering, R. I. (1973) Graded changes in evoked response (P300) amplitude as a function of cognitive activity. *Perception and Psychophysics*, 9, 178-188.
- Donchin, E., Tueting, P., Ritter, W., Kutas, M. and Heffley, E. (1975) On the independence of the CNV and P300 components of the human evoked potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 449-461.
- Donchin, E. (1978) Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting and S. H. Koslow (Eds.), *Event Related Brain Potential in Man*. Academic Press, New York, 349-441.
- Donchin, E. (1979) Event-related potentials: A tool in the study of human information processing. In H. Begleiter (Ed.), *Evoked Potentials and Behavior*. Plenum Press, New York, 13-88.
- Donchin, E. (1981) Surprise! Surprise? *Psychophysiology*, 18 (5), 493-513.
- Dubos, N. (1981) *Man Adapting*, (2nd ed.) Yale University Press, New Haven. 人間と適応—生物学と医療—木原弘二訳, みすず書房, 1970, 1-27.
- Duncan-Johnson, C. G. and Donchin, E. (1977) On quantifying surprise: The variation in event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14, 456-467.
- Duncan-Johnson, C. G. and Donchin, E. (1982) The P300 component of the event-related brain potentials as an index of information processing. *Biological Psychology*, 14, 1-52.
- 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. *Physiology and Behavior*, 4, 283-289.
- Eccles, J. C. (1966) Cerebral synaptic mechanisms. In J. C. Eccles (Ed.), *Brain and Conscious Experience*. Springer-Verlag, New York, 24-58.
- Eccles, J. C. (1970) *Facing Reality: Philosophical adventures by a brain scientist*. Springer, Berlin. 脳と実在: 脳研究者の哲学的冒険, 鈴木二郎, 宇野昌人訳, 紀伊国屋書店, 1981, 103-135.
- Eckblad, G. (1981) *Scheme Theory: A Conceptual framework for cognitive-motivational process*. Academic Press, New York.
- Efron, R. (1970a) The relationship between the duration of a stimulus and the duration of a

- perception. *Neuropsychologia*, 8, 37-55.
- Efron, R. (1970b) The minimum duration of a perception. *Neuropsychologia*, 8, 57-63.
- Ellis, N. R. (1963) The stimulus trace and behavioral inadequacy. In N. R. Ellis (Ed.), *Handbook of mental deficiency*. McGraw Hill, New York.
- Enroth-Cugell, C. and Robson, J. G. (1966) The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *Journal of Physiology*, 187, 517-552.
- Erdelyi, M. H. (1974) A new look at the new look: Perceptual defense and vigilance. *Psychological Review*, 81, 1-25.
- Evans, S. H. (1967) Redundancy as a variable in pattern perception. *Psychological Bulletin*, 67, 104-113.
- Flavel, J. H. and Draguns, J. (1957) A microgenetic approach to perception and thought. *Psychological Review*, 54 (3), 197-217.
- Ford, J. M. (1978) Does P300 reflect template match/mismatch? In D. A. Otto (Ed.), *Multidisciplinary perspectives in event-related brain potential research*. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., 181-183.
- Ford, J. M., Roth, W. T., Mohs, R., Hopkins, W. F., Kopell, B. S. (1979) Event-related potentials recorded from young and old adults during a retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 47, 450-459.
- Freud, S. (1940) *Das Ich und das Es*. Imago Publishing, London. 自我論・不安本能論 (フロイト著作集 6) 井村恒郎, 小此木啓吾他訳, 人文書院, 1970, 163-170, 269-276.
- Friedman, D., Simson, R., Ritter, W. and Rapin, I. (1975) The late positive component (P300) and information processing in sentence. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 255-262.
- Frustorfer, H., Soveri, P., and Jarrilehto, T. (1970) Short-term habituation of the auditory evoked response in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 28, 153-161.
- 古塚 孝 (1980) 先行経験により作られた内部モデルからの予期と外部入力との照合の示標としてみた誘発電位の振舞いについて. 北海道大学教育学部紀要 第37号, 77-110.
- Ganz, L. (1975) Temporal factors in visual perception. In E. C. Carterette and M. P. Friedman (Eds.), *Handbook of Perception*, vol. 5, Seeing, Academic Press, New York, 169-231.
- Gendlin, E. T. (1961) A theory of personality change. *American Journal of Psychotherapy*, 15, 233-245. 体験過程と心理療法, 村瀬孝雄訳, ナツメ社, 1966.
- Gibson, J. J. (1950) *The perception of the visual world*. Houghton Mifflin, Boston.
- Gibson, J. J. and Gibson, E. J. (1955) Perceptual learning: differentiation or enrichment? *Psychological Review*, 62, 32-41.
- Gibson, J. J. (1962) Observations on active touch. *Psychological Review*, 63, 477-491.
- Goff, G. D., Matsumiya, Y., Allison, T. and Goff, W. R. (1977) The scalp topography of human somatosensory and auditory evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 42, 57-76.
- Goff, W. R., Allison, T. and Vaughan, H. G. Jr. (1978) The functional neuroanatomy of event related potentials. In E. Callaway, P. Tueting and S. H. Koslow (Eds.), *Event-Related Brain Potentials in Man*. Academic Press, New York, 1-79.
- Goldstein, K. (1934) *Der Aufbau des Organismus: Einführung in die biologie unter besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen am kranken Menschen*. Martinus Nijhoff, Haag. 生体の機能—心理学と生理学の間—, 村上 仁, 黒丸正四郎訳, みすず書房, 1957, 1-33.

- Gomer, F. E., Spicuzza, R. J. and O'Donnell, R. D. (1976) Evoked potential correlates of visual item recognition during memory-scanning task. *Physiological Psychology*, 4 (1), 61-65.
- Gray, J. A. and Wedderburn, A. A. I. (1960) Grouping strategies with simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 180-184.
- Grossberg, S. (1980) How does brain build a cognitive code? *Psychological Review*, 87 (1), 1-51.
- Grossberg, S. (1980) Adaptive resonance in development, perception and cognition. In S. Grossberg (Ed.), *Mathematical Psychology and Psychophysiology*. American Mathematical Society, 107-156.
- Groves, P. M. and Thompson, R. F. (1970) Habituation: A dual process theory. *Psychological Review*, 77, 419-450.
- Haber, R. N. and Hershenson, M. (1980) *The Psychology of Visual Perception* (2nd ed.), Holt, Rinehart and Winston, New York, 291-407.
- Haber, R. N. (1966) Nature of the effect of set on perception. *Psychological Review*, 73, 335-351.
- Haber, R. N. and Standing, L. (1969) Direct measures of short-term visual storage. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21, 43-54.
- Haber, R. N. and Standing, L. (1970) Direct estimates of the apparent duration of a flash. *Canadian Journal of Psychology*, 24, 216-229.
- Haider, M., Spong, P. and Lindsley, D. B. (1964) Attention, vigilance, and cortical evoked potentials in humans. *Science*, 145, 180-182.
- Halgren, E., Squires, N. K., Wilson, C. L., Rohrbaugh, J. W., Babb, T. L. and Crandall, P. H. (1980) Endogenous potentials generated in the human hippocampal formation and amygdala by infrequent events. *Science*, 210, 803-805.
- Harter, M. R. and Salmon, L. E. (1972) Intramodality selective attention and evoked cortical potentials to randomly presented patterns. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 32, 605-613.
- Harter, M. R. and Previc, F. H. (1978) Size specific information channels and selective attention: visual evoked potential and behavioral measures. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45, 628-640.
- Harter, M. R. and Guido, W. (1980) Attention to pattern orientation: Negative cortical potentials, reaction time, and the selective processes. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 49, 410-475.
- Hebb, D. O. (1949) *Organization of behavior: A Neuropsychological theory*. John Wiley and Sons, New York.
- Helson, H. (1964) *Adaptation-Level Theory: An Experimental and Systematic approach to Behavior*. Harper and Row Publishers, New York, 232-519.
- Hernández-Péon, R., Scherrer, H. and Jouvett, M. (1956) Modification of electrical activity in cochlear nucleus during attention in unanesthetized cats. *Science*, 123, 331-332.
- Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L. and Picton, T. W. (1973) Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 182, 177-180.
- Hillyard, S. A., Picton, T. W. and Regan, D. (1978) Sensation, perception and attention: Analysis using ERPs. In E. Callaway, P. Tueting and S. H. Koslow (Eds.), *Event-Related Brain Potentials in Man*. Academic Press, New York, 223-347.

- Hillyard, S. A. and Picton, T. W. (1979) Event-related brain potentials and selective information processing in man. In J. E. Desmedt (Ed.), *Progress in Clinical Neurophysiology*, vol. 6, Cognitive components in cerebral event-related potentials and selective attention. S. Karger, Basel, 1-52.
- Hochberg, J. E. (1978) *Perception* (2nd ed.), Printice, Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 知覚. 上村保子訳, 岩波書店, 1981, 115-177.
- Hubel, D. H. and Wiesel, T. N. (1959) Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. *Journal of Physiology*, 148, 574-591.
- Hubel, D. H. and Wiesel, T. N. (1962) Receptive fields, binocular interaction, and functional architecture in the cat's visual cortex. *Journal of Physiology*, 160, 106-154.
- Hubel, D. H. and Wiesel, T. N. (1965) Receptive fields and functional architecture in two non-striate visual areas (18 & 19) of the cat. *Journal of Neurophysiology*, 28, 229-289.
- Hubel, D. H. and Wiesel, T. N. (1968) Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *Journal of Physiology*, 195, 215-243.
- Jasper, H. 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 J. Field, H. W. Magoun and V. E. Hall (Eds.), *Handbook of Physiology, Section I. Neurophysiology*, vol. 2. American Physiological Society, Washington.
- Jeffreys, D. A. and Axford, J. G. (1972a) Source locations of pattern-specific components of human visual evoked potentials. I. Components of striate cortical origin. *Experimental Brain Research*, 16, 1-21.
- Jeffreys, D. A. and Axford, J. G. (1972b) Source locations of pattern-specific components of human visual evoked potentials. II. Component of extrastriate cortical origin. *Experimental Brain Research*, 16, 22-40.
- John, E. R. (1967) Effects of visual form on the evoked response. *Science*, 155, 1439-1442.
- John, E. R. (1977) Neurometric assessment of sensory, perceptual and cognitive process. In E. R. John and R. W. Thatcher (Eds.), *Neuroscience Vol. 2, Neurometrics: Clinical applications of quantitative electrophysiology*. Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 125-142.
- Kahneman, D. (1968) Method, findings, and theory in studies of visual masking. *Psychological Bulletin*, 69, 404-425.
- 狩野 陽 (1967) 学習の基礎機構. 北海道大学教育学部紀要 第13号, 43-73.
- 狩野 陽, 北島象司 (1972) 視知覚の形成と衰退 —学習の基礎理論系と脳波資料の集積— 北海道大学教育学部紀要 第18号, 1-47.
- Kanoh, M. and Kitajima, S. (1972) Some psychological determinants of alpha attenuation after patterned flashes. *Journal of Psychology*, 82, 155-166.
- Karlin, L. (1970) Cognition, preparation, and sensory evoked potentials. *Psychological Bulletin*, 73, 122-136.
- Kawasaki, K., Hirose, T., Jacobson, J. M., and Cordella, M. (1970) Binocular fusion: Effect of breaking on the human visual evoked responses. *Archiv, Ophthal*, 54, 25-28.
- Kinsbourne, M. and Warrington, E. K. (1962) The effect of an after-coming random pattern on the perception of brief visual stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 14, 223-234.
- 北島象司 (1960) 慣れの微視発生過程. 心理学評論, 12 (2), 262-278.
- Kitajima, S., Morotomi, T., and Kanoh, M. (1975) Enhancement of evoked responses to brief flashes after offset of pre-exposed light stimulation: A critical moment. *Vision*

- Research, 15, 1213-1216.
- Kitajima, S. (1978) The cumulative inhibitory effect of repetitively flashed stimuli on the recovery process of the human visual evoked potentials to a test stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 44, 364-372.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆, 菅原正和 (1978) 認知に対応する誘発電位の後期成分 4. パタン認知, 日本心理学会第42回大会発表論文集, 76-77.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆, 菅原正和 (1979) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その2) 4. パタン認知, 日本心理学会第43回大会発表論文集, 55.
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M. (1980) Visual evoked potentials associated with the verbal and non-verbal problem-solving processes. *Biological Psychology*, 10, 103-114.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆 (1980) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その3) 1. 問題解決—1. 日本心理学会第44回大会発表論文集, 93.
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M. (1981) Task redundancy and an enhancement of the late positive components in human visual evoked potentials. *Biological Psychology*, 12 (2/3), 223-236.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 菅原正和 (1978) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その4) 1. 刺激冗長性と後頭陽性波, 日本心理学会第45回大会発表論文集, 67.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 田村卓哉, 諸富 隆, 菅原正和 (1978) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その5) 2. 冗長度, 日本心理学会第46回大会発表予稿集, 29.
- Kitajima, S., Murohashi, H., and Kanoh, M. (1983) Stimulus repetition and an amplitude increase of the occipital late positive component in the human visual evoked potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 55, 567-574.
- 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 室橋春光, 田村卓哉, 諸富 隆, 菅原正和 (1983) 脳波・誘発電位に照応する認知の時間特性 4. 情報伝達時間 その1. 日本心理学会第47回大会発表論文集, 29.
- Kim-H.-J., and Routenberg, A. (1976) Retention disruption following post-trial picrotoxin injection into the substantia nigro. *Brain Research*, 113, 620-625.
- Klinke, P., Fruhstorfer, H., and Finkenzeller, P. (1966) Evoked responses as a function of external and stored information. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 25, 119-122.
- Klorman, R. and Bentsen, E. (1975) Effects of warning-signal duration on the early and late components of the contingent negative variation. *Biological Psychology*, 3, 263-275.
- Kutas, M., MacCarthy, G., and Donchin, E. (1977) Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science*, 197, 792-795.
- Lally, M. and Nettelbeck, T. (1977) Intelligence, reaction time, and inspection time. *American Journal of Mental Deficiency*, 82, 273-281.
- Lazarus, R. S. and McCleary, R. A. (1951) Autonomic discrimination without awareness: A study of subception. *Psychological Review*, 58 (2), 113-122.
- Lehtonen, J. B. (1973) Functional differentiation between late components of visual evoked potentials recorded at occiput and vertex: Effect of stimulus interval and contour. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 35, 75-82.
- Libet, B. (1966) Brain stimulation and conscious experience. In J.C.Eccles (Eds.), *Brain and Conscious Experience*. Springer-Verlag, New York, 165-181.
- Libet, B., Alberts, W. W., Wright, E. W., and Feinstein, B. (1967) Responses of human somatosensory cortex to stimuli below threshold for conscious sensation. *Science*,

- 158, 1597-1600.
- Lorenz, K. (1965) Über tierisches und menschliches Verhalten aus dem Werdegang der Verhaltenslehre. R. Piper, München. 動物行動学. 上 日高敏高, 丘 直通訳, 思索社, 1980, 139-235.
- Loveness, N. E. and Sanford, A. J. (1974) Slow potentials correlates of preparatory sets. *Biological Psychology*, 1, 303-314.
- Loveness, N. E. (1975) The effect of warning interval on signal detection and event-related slow potentials of the brain. *Perception and Psychophysics*, 17, 565-570.
- Luria, A. R. (1973) *Основы психологии* Издательство Московского университета, Москва 神経心理学の基礎—脳のはたらき—, 保崎秀夫監修, 鹿島晴雄訳, 医学書院, 1978.
- Luria, A. R. (1973) The frontal lobes and the regulation of behavior. In K. H. Pribram and A. R. Luria (Eds.), *Psychophysiology of the frontal lobes*. Academic Press, New York, 3-26.
- MacKay, D. M. and Jeffreys, D. A. (1973) Visually evoked potentials and visual perception in man. In R. Jung (Eds.), *Handbook of Sensory Physiology*, Vol. 7/3B, Springer, Berlin, 647-678.
- Maltzman, I. (1979) Orienting reflexes and significance: A reply to O'Gorman. *Psychophysiology*, 16 (3), 274-282.
- McCarthy, G. and Donchin, E. (1978) Brain potentials associated with structural and functional visual matching. *Neuropsychologia*, 16, 571-585.
- Magoun, H. W. (1958) *The Waking Brain*, Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois 脳のはたらき, 時実利彦訳, 朝倉書店, 1967, 69-108.
- McGinnies, E. (1949) Emotionality and perceptual defense. *Psychological Review*, 56 (5), 244-251.
- Megela, A. L., Teyler, T. J. and Hesse, G. W. (1977) ERP response decrement and recovery as a function of stimulus type and scalp location. *Physiology and Behavior*, 19, 15-22.
- Megela, A. L. and Teyler, T. J. (1979) Habituation and human evoked potential. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 93 (6), 1154-1170.
- Miller, G. A. (1956) The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.
- Miller, J. and Glickstein, M. (1964) Reaction time to cortical stimulation. *Science*, 146, 1594-1596.
- Milner, P. M. (1957) The cell assembly: Mark II. *Psychological Review*, 64, 242-252.
- Moray, N. (1959) Attention in dichotic listening: Affective cues and the effect of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11, 56-60.
- 森 二三男 (1966) 図形の知覚と脳波の分析. *心理学研究*, 37, 39-43.
- Mori, F. (1967) EEG Analysis of visual perception of regular and irregular figure. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 272.
- Moruzzi, G. and Magoun, H. W. (1949) Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1, 455-473.
- 室橋春光 (1976a) 自己アルファ波帯域周波数の光駆動による脳波変動について. 北海道大学教育学部 昭和51年度卒業論文.
- 室橋春光 (1976) アルファ波賦活と光駆動との関係 北海道心理学会・東北心理学会第3回合同大会研究発表抄録, 63-64.
- 室橋春光 (1978a) 課題刺激呈示にともなう脳内活動の変動の分析 昭和53年北海道大学教育学研究科修士論文.

- 室橋春光 (1978b) 課題刺激呈示にともなう視覚誘発電位の変動 北海道心理学研究 第1号, 19. (北海道心理学会第25回大会研究発表抄録)
- 室橋春光, 狩野 陽, 北島象司, 古塚 孝, 諸富 隆, 菅原正和 (1978) 認知に対応する誘発電位の後期成分 5. カテゴリー判断 日本心理学第42回大会発表論文集, 78-79.
- 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.
- 室橋春光, 狩野 陽, 北島象司, 古塚 孝, 諸富 隆, 菅原正和 (1979) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その2) 5. カテゴリー判断. 日本心理学会第43回大会発表論文集, 56.
- 室橋春光, 狩野 陽, 北島象司, 古塚 孝, 諸富 隆 (1980) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その3) 2. 問題解決—2 日本心理学会第44回大会発表論文集, 94.
- 室橋春光 (1980) 課題刺激呈示にともなう視覚誘発電位の分析. 北海道心理学研究 第31号, 16-17. (北海道心理学会第27回大会研究発表抄録)
- 室橋春光, 北島象司 (1981) 課題刺激呈示にともなう視覚誘発電位の分析 II. 北海道大学教育学部紀要, 第39号, 265-313.
- 室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 菅原正和 (1979) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その4) 2. 刺激持続時間と後頭陽性波. 日本心理学会第45回大会発表論文集, 68.
- Murohashi, H., Kitajima, S. and Kanoh, M. (1981) Decreased stimulus significance and an enhancement of P270 components in human visual evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 52, S124.
- 室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 田村卓哉, 諸富 隆, 菅原正和 (1982) 認知に対応する誘発電位の後期成分 (その5) 3. 後頭陽性波と刺激特異性. 日本心理学会第46回大会発表予稿集, 30.
- 室橋春光, 北島象司, 狩野 陽, 古塚 孝, 田村卓哉, 諸富 隆, 菅原正和 (1983) 脳波・誘発電位に照応する認知の時間特性 5. 情報伝達時間 その2. 日本心理学会第47回大会発表論文集, 34.
- Murohashi, H., Kitajima, S., and Kanoh, M. (1983a) An enhancement of occipital late positive component of human visual evoked potentials during verbal and non-verbal discrimination tasks. (in preparation)
- Murohashi, H., Kitajima, S., and Kanoh, M. (1983b) Effects of stimulus duration on the amplitude of the occipital late positive component associated with verbal and non-verbal information processing. (in preparation)
- Murohashi, H., Kitajima, S., and Kanoh, M. (1983c) Effects of stimulus intensity on the amplitude of the occipital late positive component associated with verbal and non-verbal information processing. (in preparation)
- Näätänen, R. (1975) Selective attention and evoked potentials in humans - A critical review. *Biological Psychology*, 2, 237-307.
- Näätänen, R., Gaillard, A. W. K. and Mantysalo, S. (1978) Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychologica*, 42, 313-329.
- Näätänen, R. (1979) Orienting and evoked potentials. In H. D. Kimmel, E. H. Van Holst, and J. F. Orlebeke (Eds.), *The Orienting Reflex in Humans*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 61-75.
- Näätänen, R., Simpson, M., and Loveness, N. E. (1982a) Stimulus deviance and evoked potentials. *Biological Psychology*, 14, 53-98.
- Näätänen, R. (1982b) Processing negativity: An evoked potential reflection of selective attention. *Psychological Bulletin*, 92 (3), 605-640.
- 中谷宇吉郎 (1968) 科学の方法, 岩波書店.
- Neisser, U. and Beller, H. K. (1965) Searching through word lists. *British Journal of Psychology*, 56, 349-358.
- Neisser, U. (1967) *Cognitive Psychology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey

- 認知心理学, 大羽 葵訳, 誠信書房, 1981.
- Neisser, U. (1976) *Cognition and Reality: Principle and Implications of Cognitive Psychology*, W. H. Freeman, San Francisco. 認知の構図, 古崎 敬, 村瀬 旻訳, サイエンス社, 1978, 53-82.
- Nettelbeek, T. and Lally, M. (1976) Inspection time and measured intelligence. *British Journal of Psychology*, 67, 17-22.
- Norman, D. A. (1968) Toward a theory of memory and attention. *Psychological Review*, 75, 522-536.
- Norman, D. A. and Rumelhart, D. E. (1970) A system for perception and memory. In D. A. Norman (Eds.), *Models of Human Memory*. Academic Press, New York.
- Norman, D. A. and Bobrow, D. G. (1975) On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- O'Connor, N. and Hermelin, B. (1965) Input restriction and immediate memory decay in normal and subnormal children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 17, 323-328.
- 奥田三郎 (1967) 臨床心理学における“人”の問題. 北海道大学教育学部紀要 第13号, 3-41.
- Olds, J. and Milner, P. M. (1954) Positive reinforcement produced electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47, 419-427.
- Papakostopoulous, D. and Crow, H. J. (1976) Electrocoricographic studies of the contingent negative variation and 'P300' in man. In W. C. McCallum and J. R. Knott (Eds.), *The Responsive Brain*. John Wright and Sons, Bristol, 201-204.
- Paivio, A. (1969) Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76 (3), 241-263.
- Paivio, A. (1978) A dual coding approach to perception and cognition. In H. I. J. Pick and E. Saltzman (Eds.), *Modes of Perceiving and Processing Information*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 39-51.
- Penfield, W. and Loberts, L. (1959) *Speech and Brain Mechanisms*, Princeton University Press, Princeton. 言語と大脳, 上村忠雄, 前田利男訳, 誠信書房, 1965.
- Penfield, W. (1975) *The mystery of the Mind: A Critical Study of Consciousness and the Human Brain*. Princeton University Press, Princeton. 脳と心の正体, 塚諸裕三, 山河 宏訳, 文化放送, 1977.
- Peterson, L. R. and Peterson, M. J. (1959) Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- Phillips, W. A. and Baddeley, A. D. (1971) Reaction time and short-term visual memory. *Psychonomic Science*, 22, 73-74.
- Phillips, W. A. (1974) On the distinction between sensory storage and short-term visual memory. *Perception and Psychophysics*, 16, 283-290.
- Phillips, W. A. and Christie, D. I. M. (1977) Components of visual memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 29, 117-133.
- Picton, T. W., Hillyard, S. A., Krausz, H. I., and Galambos, R. (1974) Human auditory evoked potentials, I. Evaluation of components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 179-190.
- Picton, T. W. and Hillyard, S. A. (1974) Human auditory evoked potentials, II. Effects of attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 36, 191-200.
- Picton, T. W., Hillyard, S. A., and Galambos, R. (1977) Habituation and attention in the auditory system. In W. D. Keidel and W. D. Neff (Eds.), *Handbook of Sensory*

- Physiology, vol. 5, Springer, Berlin, 344-389.
- Picton, T. W., Woods, D. L. and Proulx, G. B. (1978a) Human auditory sustained potentials. I. The nature of the response. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45, 186-197.
- Picton, T. W., Woods, D. L. and Proulx, G. B. (1978b) Human auditory sustained potentials. II. Stimulus relationships. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45, 198-210.
- Piotrowski, Z. A. (1959) *Perceptanalysis*. Macmillan, New York. 知覚分析, 上芝巧博訳, 新曜社, 1980, 214-255.
- Posner, M. I. and Boies, S. T. (1971) Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Posner, M. I., Klein, R., Summer, J. and Buggie, S. (1973) On the selection of signals, *Memory and Cognition*, 1, 2-12.
- Posner, M. I. (1973b) *Cognition: An Introduction*. Scott, Foresman and Company. Glenview, Illinois, 15-60.
- Posner, M. I. and Snyder, R. R. (1975) Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey, 55-85.
- Posner, M. I. (1978) *Chronometric Explorations of Mind*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.
- Potter, M. C. (1976) Short-term conceptual memory of picture. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2, 509-522.
- Pribram, K. H. (1971) *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuro-Psychology*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Pribram, K. H. and McGuinness, D. (1975) Attention, activation and effect in the control of attention. *Psychological Review*, 82 (2) 116-149.
- Pribram, K. H. (1980) Cognitive and performance: The relation to neural mechanisms of consequence, confidence, and competence. In A. Routenberg (Eds.), *Biology of Reinforcement: Facts, of Brain-Stimulation Reward*, Academic Press, New York, 11-36.
- Pritchard, W. S. (1981) Psychophysiology of P300. *Psychological Bulletin*, 89 (3), 506-540.
- Regan, D. (1972) *Evoked Potentials in Psychology, Sensoryphysiology, and Clinical Medicine*. Chapman and Hall, London.
- Regan, D., Berverly, K. and Cynader, M. (1979) The visual perception of motion in depth. *Scientific American*, 241, 136-151.
- Regan, D. (1981) Evoked potential studies of visual perception. *Canadian Journal of Psychology*, 35 (2), 77-112.
- Reed, S. K. (1973) *Psychological Processes in Pattern Recognition*. Academic Press, New York.
- Ritter, W., Vaughan, H. G. Jr. and Costa, L. D. (1968) Orienting and habituation to auditory stimuli: A study of short term change in average evoked responses. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 25, 550-556.
- Ritter, W. and Vaughan, H. G. Jr. (1969) Averaged evoked responses in vigilance and discrimination: A reassessment. *Science*, 164, 326-328.
- 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.

- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H. G. Jr. and Friedman, D. (1979) A brain event related to the making of a sensory discrimination. *Science*, 203, 1358-1361.
- Ritter, W., Simson, R., Vaughan, H. G. Jr. and Macht, M. (1982) Manipulation of event-related potential manifestations of information processing stages. *Science* 218, 909-911.
- Ritter, W., Simson, R. and Vaughan, H. G. Jr. (1983) Event-related potential correlates of two stages of information processing in physical and semantic discrimination tasks. *Psychophysiology*, 20 (2), 168-179.
- Rogers, C. R. (1961) The process equation of psychotherapy. *American Journal of Psychotherapy*, 15, 27-45. カウンセリングの過程. 伊東 博訳, 誠信書房, 1964, 75-102.
- 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.
- Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K. and Sanquist, T. F. Synthesis of the contingent negative variation brain potential from non-contingent stimulus and motor elements. *Science*, 208, 1165-1168.
- Rohrbaugh, J. W. and Gaillard, A. W.K. (1983) Sensory and motor aspects of the contingent negative variation. In A. W. K. Gaillard and W. Ritter (Eds.), *Tutorials in ERP research: Endogenous Components*. North-Holland Publishing, Amsterdam, 269-310.
- Rorschach, H. (1951) *Psychodiagnostics: A Diagnostic Test Based on Perception*. Grune nad Stratton, New York.
- Roth, W. T. (1973) Auditory evoked responses to unpredictable stimuli. *Psychophysiology*, 10 (2), 125-138.
- Roth, W. T. and Kopell, B. S. (1973) P300—An orienting reaction in the human auditory evoked response. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 219-225.
- Roth, W. T., Kopell, B. S., Tinklenberg, J. R., Darely, C. F., Sikora, R. and Vesecky, T. B. (1975) The contingent negative variation during a memory retrieval task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38, 171-174.
- 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.
- Routenberg, A. (1978) The reward system of the brain. *Scientific American*, 239 (4), 122-131.
- Ruchkin, D. S., Sutton, S. and Stega, M. (1980) Emitted P300 and slow wave event-related potentials in guessing and detection tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 49, 1-14.
- Ruchkin, D. S., Sutton, S., Kietzman, M. L. and Silver, K. (1980) Slow wave and P300 in signal detection. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 50, 35-47.
- Rumelhart, D. E. (1977) *Introduction to Human Information Processing*. John Wiley and Sons, New York.
- Sabat, S. R. (1978) Selective attention, cortical evoked responses, and brain function in human subjects: A critical review and theory. *Biological Psychology*, 7, 175-201.
- Sanquist, T. F., Rohrbaugh, J. W., Syndulko, K. and Lindsley, D. B. (1980) Electroocortical signs of levels of processing: Perceptual analysis and recognition memory. *Psychophysiology*, 17 (6), 568-576.
- Schachatel, E. G. (1966) *Experiential foundations of Rorschach's test* Basic Books,

- New York. ロールシャッハ・テストの体験的基礎, 空井健三, 上芝巧博訳, みすず書房, 1975.
- Schlag, J. (1973) Generation of brain evoked potentials. In R. F. Thompson and M. M. Patterson (Eds.), Bioelectric recording techniques. Part A: Cellular processes and brain potentials. Academic Press, New York, 273-316.
- Schulman-Galambos, C. and Galambos, R. (1978) Cortical responses from adults and infants to complex visual stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 45, 425-435.
- Schwartz, M. and Shagass, C. (1964) Recovery functions of human somatosensory and visual evoked potentials. *Annals of New York Academy of Science*, 112, 510-525.
- Schwent, V., Hillyard, S. A. and Galambos, R. (1976a) Selective attention and the auditory vertex potential. I. Effects of stimulus delivery rate. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 40, 604-614.
- Schwent, V., Hillyard, S. A., and Galambos, R. (1976b) Selective attention and the auditory vertex potential. II. Effects of stimulus intensity and masking noise. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 40, 615-622.
- Shelburne, S. A. Jr. (1972) Visual evoked responses to word and nonsense syllable stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 32, 17-25.
- Sherrington, C. (1906) The integrative action of the Nervous System. Cambridge University Press, Cambridge, xiii-xxiv.
- Shiffrin, R. M., Pisoni, D. B., and Casteneda-Mendez, K. (1974) Is attention shared between the ears? *Cognitive Psychology*, 6, 190-216.
- Simson, R., Vaughan, H. G. Jr., and Ritter, W. (1976) The scalp topography of potentials associated with missing visual and auditory stimuli. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 40, 33-42.
- Simson, R., Vaughan, H. G. Jr., and Ritter, W. (1977a) The scalp topography of potentials in auditory and visual discrimination tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 42, 528-535.
- Simson, R., Vaughan, O. G. Jr., and Ritter, W. (1977b) The scalp topography of potentials in auditory and visual discrimination tasks. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 43, 864-875.
- Singer, W., Tretter, F., and Cynader, M. (1975) Organization of cat striate cortex: a correlation of receptive-field properties with afferent and efferent connections. *Journal of Neurophysiology*, 38, 1080-1098.
- Skinner, J. E. and Lindsley, D. B. (1973) The nonspecific mediotthalamic-frontocortical system: Its influence on electrocortical activity and behavior. In K. H. Pribram and Luria, A. R. (Eds.), Psychophysiology of the frontal lobes. Academic Press, New York, 185-234.
- Skinner, J. E., and Yingling, C. D. (1977) Central gating mechanisms that regulate event-related potentials and behavior. In J. E. Desmedt (Eds.), Progress in Clinical Neurophysiology, vol. 1, Attention, voluntary contraction and event-related potentials. S. Karger, Basel, 30-69.
- Sokolov, Y. N. (1958) Восприятие и условный рефлекс издательство Московского университета, Москва. 知覚と条件反射, 柘植秀臣監修, 松野 豊編集, 金子隆芳, 鈴木宏弥訳, 世界書院, 1965.
- Sokolov, Y. N. (1963a) Higher nervous functions: The orienting reflex. *Annual Review of Physiology*, 25, 545-580.

- Solomon, P., Mendelson, J. H., Kubzansky, P. E., Trumbull, R., Leiderman, P. H., and Wexler, D. (Eds.), *Sensory Deprivation*. Harvard University Press, Cambridge.
- Spehlmann, R. (1981) *EEG Primer*. Elsevier/North-Holland Biomedical Press.
- Sperling, A. (1960) The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, 1-29.
- Sperling, A. (1963) A model for visual memory tasks. *Human factors*, 5, 19-31.
- Spitz, H. H. (1967) The role of input organization in the learning and memory of mental retardate. In N. R. Ellis (Ed.), *International Review in Mental Retardation*. Academic Press, New York, 27-56.
- Squires, K. C., Squires, N. K., and Hillyard, S. A. (1975) Decision-related cortical potentials during auditory signal detection task with cued observation intervals. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1 (3), 268-279.
- Squires, N. K., Duncan-Johnson, C. C., Squires, K. C. and Donchin, E. (1977) Cross-modal sequential effects on the P300 component of the event-related potential. *Psychophysiology*, 14, 96.
- Squires, K. C., Petuchowski, S., Wickens, C. D., and Donchin, E. (1977) The effects of stimulus sequence on event related potentials: A comparison of visual and auditory sequence. *Perception and Psychophysics*, 22, 31-40.
- Sternberg, S. (1966) High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Sternberg, S. (1967) Two operations in character recognition: Some evidence from reaction-time measurements. *Perception and Psychophysics*, 2, 45-53.
- Sternberg, S. (1969) The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method. *Acta Psychologica*, 30, 276-315.
- Stone, J. and Dreher, B. (1973) Projection of X- and Y-cells of the cat's lateral geniculate nucleus to areas 17 and 18 of visual cortex. *Journal of Neurophysiology*, 36, 551-567.
- Sutton, S., Baren, M., Zubin, J., and John, E. R. (1965) evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187-1188.
- Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J., and John, E. R. (1967) Information delivery and the sensory evoked potential. *Science*, 155, 1436-1439.
- Syndulko, K., and Lindsley, D. B. (1977) Motor and sensory determinants of cortical slow potential shifts in man. In D. E. Desmedt (Ed.), *Progress in Neurophysiology*, vol. 1, Attention, voluntary contraction and event-related cerebral potentials. Karger, Basel, 97-131.
- Tecce, T. J. (1970) Attention and evoked potentials in man. In D. I. Mostofsky (Ed.), *Attention: Contemporary Theory and Analysis*. Appleton-Century-Crofts, New York, 331-365.
- Thatcher, R. W., and April, R. S. (1976b) Evoked potential correlates of semantic information processing in normals and aphasics. in R. W. Rieber (Ed.), *The Neuropsychology of Language*. Plenum Press, New York, 95-124.
- Thatcher, R. W. (1976a) Evoked potential correlates of hemispheric lateralization during semantic information processing. In S. Harnard, L. Goldstein, R. Doty, and J. Jaymes (Eds.), *Lateralization in the nervous system*. Academic Press, New York, 429-448.
- Thatcher, R. W. (1977) Event-related correlates of delayed letter matching. *Behavioral Biology*, 19, 1-23.

- Thompson, R. F. and Shaw, J. A. (1965) Behavioral correlates of evoked activity recorded from association areas of the cerebral cortex. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 60, 329-339.
- Thompson, R. F., and Spencer, W. A. (1966) Habituation: A model phenomenon for the study of neural substrates of behavior. *Psychological Review*, 73 (1), 16-43.
- Toyama, K., Maekawa, K., and Takeda, T. (1973) An analysis of neuronal circuitry for two types of visual cortical neurones classified on the basis of their responses to photic stimuli. *Brain Research*, 61, 395-379.
- 外山敬介 (1978a) 視覚中枢の神経生理学. 神経系の統合機構, 塚田裕三編, 共立出版, 37-51.
- 外山敬三 (1978b) 視覚系のモデル. 脳の統御機能 3. 感覚と視覚, 伊藤正男他編, 医歯薬出版, 65-82.
- Treisman, A. M., and Geffen, G. (1967) Selective attention: Perception or Response? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 1-17.
- 筒井 純 (1968) 両眼視による誘発脳波 日本眼科学会雑誌, 第71巻 第7号, 785-790.
- Tueting, P. and Sutton, S. (1976) Auditory evoked potential and lift/no-lift reaction time in relation to uncertainty. In W. C. McCallum and J. R. Knott (Eds.), *The Responsive Brain*. John Wright and Sons, Bristol, 71-75.
- Tueting, P. (1978) Event related potentials, cognitive events, and information processing. In D. A. Otto (Ed.), *Multidisciplinary Perspectives in Event-Related Brain Potentials Research*. Environmental Protection Agency, Washington, D. C., 159-169.
- Turvey, M. T. (1973) On peripheral and central processes in vision: Inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 80, 1-52.
- Uttal, W. R. (1978) *The Psychobiology of Mind*. John Wiley and Sons, New York, 514-611.
- Van Voorhis, S., and Hillyard, S. A. (1977) Visual evoked potentials and selective attention to points in space. *Perception and Psychophysics*, 22 (1), 54-62.
- Vaughan, H. G. Jr. (1968) The relationship of brain activity to scalp recordings of event-related potentials. In E. Donchin, and D. B. Lindsley (Eds.), *Average evoked potentials: methods, results, and evaluations*. Government Printing Office, Washington, D. C., 45-94.
- Vaughan, H. G. Jr., and Ritter, W. (1970) The sources of auditory evoked responses recorded from the human scalp. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 28, 360-367.
- Vaughan, H. G. Jr., Ritter, W., and Simson, R. (1983) Neurophysiological considerations in event-related potential research. In A. W. K. Gaillard, and W. Ritter (Eds.), *Tutorials in Evoked Related Potential Research: Endogenous Components*. North-Holland Publishing, Amsterdam, 1-7.
- Vickers, D. (1979) *Decision Processes in Visual Perception*. Academic Press, New York, 241-373.
- Walley, R. E., and Weiden, T. D. (1973) Lateral inhibition and cognitive masking: A neurophysiological theory of attention. *Psychological Review*, 80 (4), 284-302.
- Warren, L. R. (1980) Evoked potential correlates of recognition memory. *Biological Psychology*, 11, 21-35.
- Weerts, T. C., and Lang, P. J. (1973) The effects of eye fixation and stimulus and response location on the contingent negative variation (CNV). *Biological Psychology*, 1, 1-19.

- Werner, H., and Wapner, S. (1952) Toward a general theory of perception. *Psychological Review*, 59, 324-338.
- Werner, H. (1956) Microgenesis and aphasia. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 52, 347-353.
- 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.
- Wood, C. C. and Allison, T. (1981) Interpretation of evoked potentials: A neurophysiological perspective. *Canadian Journal of Psychology*, 35 (2), 113-135.
- Woodworth, R. S. and Schlosberg, H. (1954) *Experimental Psychology*. Henry Holt and Company, New York, 8-42.
- Yingling, C. D., and Skinner, J. E. (1977) Gating of thalamic input to cerebral cortex by nucleus reticularis thalami. In J. E. Desmedt (Ed.), *Progress in Clinical and Neurophysiology*, vol. 1, Attention, voluntary contraction and event-related cerebral potentials Karger, Basel, 70-96.