



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	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
Author(s)	古塚, 孝
Citation	北海道大學教育學部紀要, 37, 77-110
Issue Date	1980-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29226
Type	departmental bulletin paper
File Information	37_P77-110.pdf



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

古 塚 孝

The Visual Evoked Potential: During stimulus omission, the occipital potential indicates the analysis of omission whereas the vertex potential indicates the activation of internal representation of the previous stimulus

Takashi FURUTSUKA

1950年代後半から1970年に至るまで、認知過程を継起的な(Sequential)情報処理過程とみなす事により精神物理学(Psychophysics)は飛躍的發展をとげた。反応時間(Reaction Time)、マスキング等を示標として知覚時間の計測(200 m second~500 m second)、短期記憶(Short-term Memory)の発見はその一例である。一方生理心理学の分野では、コンピューターによる平均加算法の出現により刺激提示から500 m sec(知覚時間!!)の間に生じる(一過性の)誘発電位が頭皮上から安定的に導出できるようになった。それゆえ、この一過性(transient)の誘発電位を示標として「微視発生的」(狩野 1967)に情報処理過程としての認知過程を分析する事が可能になったかにみえた。例えば Donchin & Lindsley (1965) は、マスキング事態で「みえ」に対応して VEP(視覚誘発電位)が出現したりしなかったりしている。しかしこれらの試みは、誘発電位の振舞いと精神物理学的数据との不一致(dissociation)があきらかになるにつれて希望的観測にすぎなかったのではないかと反省期にはいつつつある。Donald (1979) は上記の不一致を以下の如くまとめた。

1. ある刺激に対するニューロンの unit-discharge は time-lock されて記録可能だが、それと誘発電位の波型とは一義の関係は見出せない。つまり情報処理活動は、unit-discharge には反映するかもしれないが、誘発電位の時間的空間的パターンには反映されないのである。

2. 誘発電位は実時間(real time)では、中枢神経系(CNS)のどのレベルでの情報処理も後づける(track)事ができない。行動としての反応(overt response)をもとにして作られた心理学的過程と誘発電位との時間的並行関係は成立しえない。

3. 誘発電位がとれた事は何もその刺激を被験者が検出した事を示さないし、逆に刺激の検出にはいつも誘発電位がともなう事をも意味しない。

しかしこれらの事は、Donald が誘発電位と情報処理過程は無関係であると言っている事を意味するのではない。誘発電位がなんらかの脳内活動の反映(情報処理とは遠い脈絡しかつかないにしても)である事は彼も認めざるを得ない。彼はいたづらに誘発電位と情報処理過程とを結びつけるに急であってはならない事、むしろ誘発電位そのものの振舞いを観察することに帰れと提言するのである。彼は誘発電位の種々の成分に影響を与える変数として、刺激の出

現確率 (Stimulus Probability), 信号検出 (Signal Detection), 課題性 (Task Relevance), あき事と疲労 (Boredom & Fatigue), そして刺激選択 (Stimulus Selection) をあげている。そして彼は結論として後期誘発電位を含めて, the time of initial activation of a neuronal structure (ある神経構造に初めての活性化が生じた時) を誘発電位の各成分は示すにすぎないとしている。誘発電位の各成分を initial activation の示標だとする研究は, 視覚誘発電位 (VEP) の特に後頭部電位の研究において既に多く認められる。

チェッカーボードのパターン反転 (pattern reversal) 刺激を, 右視野又は左視野に提示して, VEP をイニオン上 5 cm の正中線上, そしてそこから左右へ各々 5 cm, 10 cm の 5 カ所に皿電極を装着し, 不関電極を鼻根 (Nasion) から 12 cm の正中線上において導出した。この時, P_{100} 成分が視野と同側の電極位置で安定的に出現した。所が視野欠損患者においては, 欠損部位に刺激を提示すると当該 P_{100} が出現しなかった (Blumhardt, Barrett & Halliday 1977)。又視神経炎, 多発性硬化症により視神経に傷害をうけると, この P_{100} の潜時が遅れ, 病気の進捗に伴い終には P_{100} が出現しなくなる事を示した (Halliday, McDonald & Mushin 1973)。又, Jeffreys & Axford (1972a, b), MacKay & Jeffreys (1973) は, 後頭部電位の波型を決定する第1の要因は, 刺激の網膜上提示位置であるとしている。上記の如く後頭部誘発電位については, Donald (1979) の言う「initial activation of a neuronal structure」説は妥当している。しかしいわゆる Vertex 電位については, 今までの研究成果が誘発電位の振幅値の大小という量的側面にまで及んでいるので, 彼の説が妥当するかについては検討を必要とする。Vertex 電位, 特に P_{300} 成分の振幅値は刺激の出現確率課題性, 信号検出といった注意にかかわる諸変数と量的な対応関係をもつとされている。例えば Sutton, Zubin & John (1965) は2種類の刺激をランダムに提示し, 次に何がくるかについてあらかじめ教示されない時, 刺激の出現確率に反比例して誘発電位の P_{300} の振幅が変動するとした。又 Sutton (1969) はこの増大傾向がリニアである事, 即ち, 出現確率が 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 となるに従って P_{300} の振幅値が直線をなして減小する事を示した。この事は心理学の変数に影響をうけると言われる P_{300} が等質の基盤のもとで量的な変動となって現出する事を示している。この意味では Donald (1979) の言う initial activation という定義がもつ質的な側面のみの強調を越えた現象を P_{300} はさし示していると言えよう。Donchin, Ritter & McCallum (1978) は, P_{300} の振幅が刺激の出現確率に対応して変動するのは, その刺激が課題性をもった時 (task-relevant) であって, 刺激が課題性をもたない時出現確率は P_{300} の振幅をかえないとしている。又 Karlin & Martz (1973) は反応時間課題での P_{300} 成分は, 反応を誘発する刺激の出現確率にというよりはむしろ運動反応の確率と関係しているとしている。Duncan-Johnson & Donchin (1977) は「 P_{300} の振幅は事象の提示時に生じる主観的な驚き (subjective Surprise) に比例する」としている。ここでいう驚き (surprise) とは期待 (expectancy) の逆数であり, 期待の程度が大きいほど, 期待と一致した時の驚きは少いと仮説するのである。上記の事は, ある刺激が提示された時, 「期待 (expectancy)」という名の活動が刺激に誘発されて生じうる事を示唆する。ところで Chapman (1973) に示される如く, 刺激を系列提示した時, 最初と最後の刺激に顕著な P_{300} が出現する。これらの P_{300} は課題刺激であってもなくても生じるのである。よってこれらについては, Donald (1979) の「initial activation」的に働く P_{300} と言える。

現在 P_{300} については, それが完全に外部的要因によって定義 (or 限定) されないという意味で整理がつかない状態にあると言えよう。Donchin (1979) は最近のレビューでは誘発電位

を内部発生的成分 (endogeneous) と外部発生的成分 (exogeneous) にわけている。endogeneous とは、生体の内部で生じた活動の反映で、exogeneous とは刺激によって一義的に誘発される成分を示す。Donchin (1979) はいわゆる Vertex 電位の初期成分を exogeneous な成分、後期成分特に P_{300} を endogeneous な成分としている。ところが解剖学的には視覚刺激を提示した時の Vertex 電位の初期成分に exogeneous をあてはめる事には無理がある (Luria 1973)。むしろ後頭部電位は exogeneous な側面を多くもち、Vertex 電位は endogeneous な側面を多くもつと考えるべきである。とすると、Vertex 電位の初期成分、特に N1 (潜時 120 m sec ~ 180 m sec) は、endogenous であるならば、如何なる働きの示標とみなせるであろうか。Lehtonen (1973) は潜時 120 m sec 以上の正負成分は後頭部でも Vertex でも導出されるが両導出部位におけるそれらが各々独自の神経生理学的起源をもつかについて検討を行った。刺激の違い (四角形と等質光)、刺激間隔の違い (6 秒, 3 秒, 1.5 秒, 0.5 秒) に対して後頭部電位と Vertex 電位は各々独自の振舞いをする事を示し、後頭部電位は視覚モダリティ特有の機能を反映し、Vertex 電位は感覚モダリティ特有性をもたない (modality nonspecific) 機能を反映するとした。又彼は後頭部の正負成分の潜時は $N1=120\sim175$ m sec, $P2=170\sim260$ m sec であるが、Cz (Vertex) では $N1=110\sim160$ m sec, $N2=160\sim260$ m sec であるとしている。つまり約 10 m sec Cz の方が後頭部よりも潜時が短いのである。この事はもし N1 が exogeneous な側面を反映しており、かつ後頭部にその起源をもち、Vertex に伝播すると考えるならば時間的に言って矛盾となる。潜時を考慮すれば (そして伝播説をとるならば) N1 は Vertex にその起源をもつと考えざるを得ない。ところが Donald (1979) の継起的な情報処理モデルに従えば (Fig. 1 参照)、感覚的分析、特徴分析までは後頭部で行なわれ、短期記憶 (STM) 以降は Vertex、前頭部及び側頭部で行なわれると暗諭していることになる。それゆえ上記の矛盾を解く一つの答は、後頭部電位と Vertex 電位は、各々相対的に独自の並行的処理 (Parallel Processing) を反映しており、両部位における N1 は片方にその起源をもち、他方へ伝播したものではないと考える事である (Hillyard, Picton & Regan 1978)。

ところで初めて刺激が提示された時からすぐに並行的処理が生じるとは考えられない。多分 Donald (1979) のモデル通りに、継的にかつ一過性に生じるのであろう。ところが継的処理が繰返されるに従って、処理結果としての短期記憶が安定化してゆく。とすると入力と最終結果を結ぶバイパス回路、即ち Feed-Forward 回路が成立して並行的処理が可能となるのであろう。バイパス回路の成立にとって不可欠なのは、生体が同じ処理を繰返すことである。誘発電位を得るには、その抽出に加算平均の技法が必須である為、繰返し提示をしなければならない。誘発電位の今までの研究は、この繰返し提示の意味を十分に検討せず、実験結果を考察する際、あたかも 1 回提示において生じる現象であると思こんでしまったきらいがある。繰返し、換言すれば過剰学習によって生体は反応をステレオタイプ化もしくは自動化するメカニズムを基盤として己の複雑性を保持し、かつ外界の複雑性に対処しうるのである。そこで次に「繰返し」の意味について検討する。

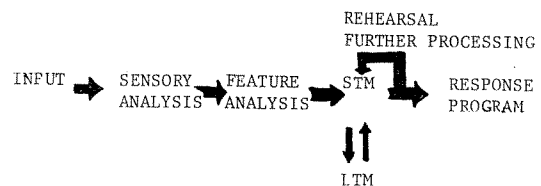


Fig. 1. Sequence of operations involved in processing a stimulus transient.

STM=short-term memory

LTM=long-term memory

By Donald (1979)

あると思こんでしまったきらいがある。繰返し、換言すれば過剰学習によって生体は反応をステレオタイプ化もしくは自動化するメカニズムを基盤として己の複雑性を保持し、かつ外界の複雑性に対処しうるのである。そこで次に「繰返し」の意味について検討する。

Hebb (1958) は細胞集成体 (cell assembly) という構成概念を論考するにあたって以下の如く述べている。「はじめのうち中枢過程は刺激が与えられている時だけ生じるのであるが、入力に解発されて何度も繰返し興奮されるニューロン群が核となって自己再興奮型の閉回路をつくりあげる。そしてこの閉回路は外部の刺激作用が終った後も活動を持続する事が可能となる。この閉回路が作動するにあたって、外部刺激によって作動する時、知覚となり、内部的に作動する時、記憶・表象となる。」ゆえに、我々が外界を1回限りで知覚可能なのは、この閉回路がもうできあがってしまっているからだと考える事ができる。この意味では、我々が実験室状況で刺激を提示した時の被験者の反応は、「せいぜいの所、よく知りつくした事物にあらためて目をとめたり耳をすましたりする程度にすぎない」(北島 1978) のである。誘発電位を示標とする実験においては、「よく知った事物」を繰返し提示することになる。つまり閉回路の活動の持続状態の中で、同じ閉回路の活動を促す刺激が繰返し入力することになる。この状態では継起的な (sequential) 情報処理過程を刺激提示ごとに律義に繰返すことを生体はしなくなる。むしろ入力が何であるかの予備的な低次レベルの処理段階と、入力の合図のみで閉回路 (中枢過程) の活性化が生じる段階とが並行的に作動し始めるのであると仮説しうる。この段階で、後頭部電位と Vertex 電位が並行的に違う過程を反映する状況を推定しうる事になる。本論文の目的は、上記の仮説の検討にある。

第1章 実験の為の各種装置、及び研究室コンピューターシステムについて

本研究は二つの実験からなる。本来ならばすぐさま実験仮説にはいるべきではあるが、始めに両実験に共通する各種装置、解析法について述べる事にした。この章は筆者のコンピューターシステムへの片想いの表れなので飛ばして読んで下さってもよいです。

1-1 脳波記録法と装置

三栄測器製皿電極 (塩化銀粉末をアルアルダイト系接着剤で固化したもの) を 10-20 法に従って、F₃, F₄, C₃, C₄, Cz, O₁, O₃, A₁, A₂, あご、右眼上 1 cm, 右眼検の合計 12 カ所に、自家製ベンドナイトを用いて装着した。その上を絆創膏で仮止めし、最終的に包帯で固定した。電極間抵抗は 1~5 k Ω になるようにした。あごにつけた電極はアースにおとした。三栄測器製 Bio-DC Amp 1117 を用いて増幅した (増幅率 50 μ V $\rightarrow$ 1 V, 2 万倍, 時定数 1.5, 周波数帯域幅 0.245~25 Hz (-3 dB), 12 dB/Oct)。増幅後脳波を TEAC 製 FM-DATA Recorder (R-270) に記録した。なお実験中、ペン書き記録も同時に行い、かつ日本光電製 ATAC 201 で O₁, O₂ の誘発電位をとり、被験者と機械の状態をモニターした。

1-2 誘発電位抽出にかかわる実験室コンピューターシステムについて

Fig. 2 は北海道大学教育学部特殊教育研究室のコンピューターシステム図である。^(註1) CPU は YHP 2117F でこれは Floacting Point Proessor と Fast Fortran Processor を ROM で内蔵している。16 ビット 1 ワードで 64 K ワードのメモリーをもっている。オペレーティングシステムが Disk Based の為、5 M バイトのディスクと DMA で接続している。システムコンソールは YHP 2648A グラフィックターミナルである。他に TTY とドット式ラインプリンター (YHP 2635A) も標準入出力機能として備えている。紙テープリーダーとパンチャーをもち、各種プログラムの保存読み込みに用いている。

脳波の分析処理は、オフラインで行なわれる。FM データレコーダーから A-D 変換器を通して通常 8 チャンネルの脳波がディスクに格納される。1 試行 (8 チャンネル, 128 ポイント/

CH, 500 m sec 分) ごとに別々の名前をつけたファイルを作り, 刺戟 on のパルスにより A-D 変換器が自作パルス制御器のパルスのもとで作動し, メモリー内に $8 \times 128 = 1,024$ 個のデータを取りこみ, とりこみ終了後, ディスクの当該ファイルに格納される。これを実験の試行数だけくりかえす (プログラム名; ADINP)。次に各試行ファイルを実験順序に従って読みだし, グラフィックディスプレイに 2 チャンネル分のデータを図示し, アーチファクトが混入していないかのモニターを行う。そしてアーチファクトが混入していない data ファイルのみで平均加算を行う。データは整数型で加算を行い, 加算終了後 (加算回数は始めに指定する) 加算回数で割り算を行う。平均加算結果は, 新しいファイル名をつけてディスクに格納される。ちなみに A-D 変換器の分解能は 5 mV で ± 1 V フルスケールを 12 ビットでうけとっている (プログラム名; ATACF)。次に加算結果をファイルで読み出し, プロッターに誘発電位波型を 8 チャンネル分プロットする。通常 X 軸; 1 秒 = 9.8 cm, Y 軸; $50 \mu\text{V} = 2.5 \text{ cm}$ である (プログラム名; PLOTTR)。次に各データをマイクロボルト値に変換して, 各チャンネルの各ポイントの電圧値をプリンターに出力する (プログラム名; PRINT)。誘発電位 (加算平均結果) のピーク値 (正・負成分ともに) をプリンターに出力する (プログラム名; SEIRI)。次にファイル内もしくはファイル間で, チャンネル間相互相関表をプリンターに出力する。この時, 相関をとる幅をチャンネル内の開始ポイントナンバー, 終了ポイントナンバーで指定が可能である。この時, ラグポイント数も指定できる。相互相関は, 以下の式にもとづいて行われる (プログラム名; BCOR)。

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \left(\begin{array}{l} \text{但し, } x, y \text{ は, 当該チャンネルの個々の} \\ \text{data, } \bar{x}, \bar{y} \text{ は各々の平均値} \end{array} \right)$$

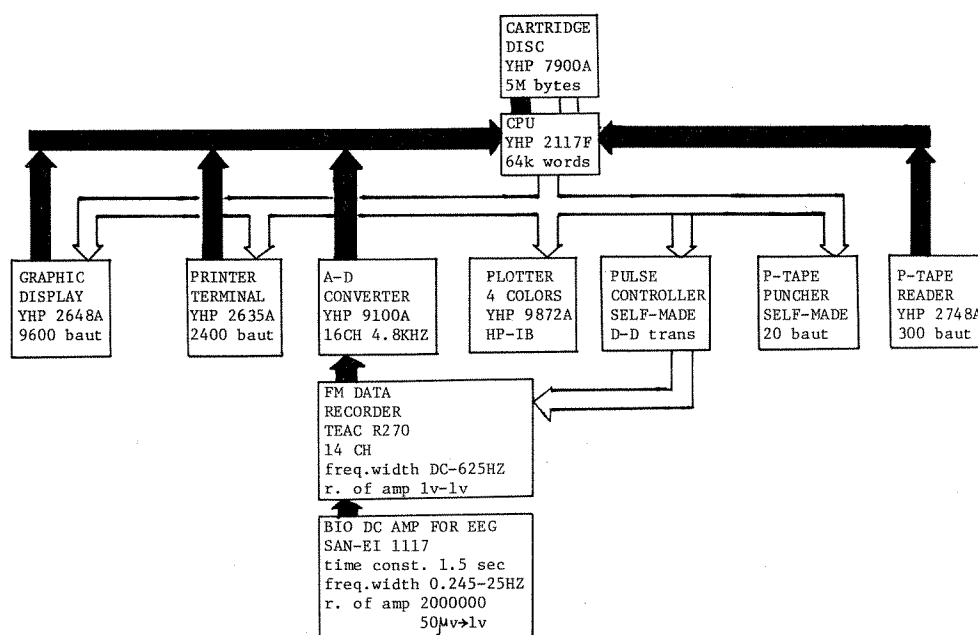


Fig. 2. Computer System in the laboratory of clinical psychology.
Software Operating System—YHP RTE IV

この相関表をもとに主成分分析 (Cooley & Lohns 1973) 各成分の因子負荷量を, 各チャンネルごとにプロッターで図示する。計算結果はプリンターに出力する (プログラム; PRINB)。

1-3 グラフィックディスプレイに文字刺戟を提示する為のプログラムと周辺機器について

グラフィックディスプレイ YHP 2648A は, マイクロプロセッサ, 8 K ROM, 48 K RAM を内蔵しており, CPU から 9,600 ビット/秒でアスキーデータを転送されるとその内容に従って図示が可能である。図示に要する多くの命令とともに, 英字・数字文字 (alpha numeric characters) を ROM に貯えている。文字は任意のディスプレイ位置に表示が可能である。大きさは 8 段階あり, こちらの指定の大きさで図示できる。YHP 2648A は 20 m sec に 1 回ブランキングを行っている。よって 500 Hz で点滅する事になるが, 通常連続光としてみえる。走査線が 360 本の TV 方式で表示しているの, 図形又は文字が大きいと, 図形が表示される過程がみえる事があるが, 本実験では 4 番目の大きさの文字を用いたので, 「みえ」としては, 瞬間提示のようにみえる。2684A は命令 (コマンド) の実行時間が最大 16 m 秒かかるので, 始めにディスプレイを off にしておいて, CPU から 2648A にデータを転送し, 特定の大きさ・位置に文字を表示しておいてから, ディスプレー on とした。これは刺戟提示時間を一定にする為に行った。刺戟提示の為のプログラムは SINGL である。SINGL は, 刺戟の種類・提示時間・刺戟間隔・提示場所・提示回数・誘発電位抽出に必要な刺戟 on を表示するパルス提示等の制御が可能である。上記各パラメーターは, 紙テープに保存し, 実験開始にあたり, 紙テープリーダーから入力させた。Fig. 3 は本実験で用いた刺戟である (原寸)。グラフィックディスプレイの表示面に, 双眼鏡風の筒をつけ, 各眼に刺戟が提示されるようにした。なお筒の長さは 60 cm である。被験者は安楽椅子に座り, 頭部を背もたれに固定して双眼鏡の筒ごとに刺戟をみる。中央に凝視点が 3 個提示されており, 右眼・左眼とも凝視点が 2 個ずつみえるように頭の位置を決定する。その後, 実験者に合図を送ると実験者は, プログラム

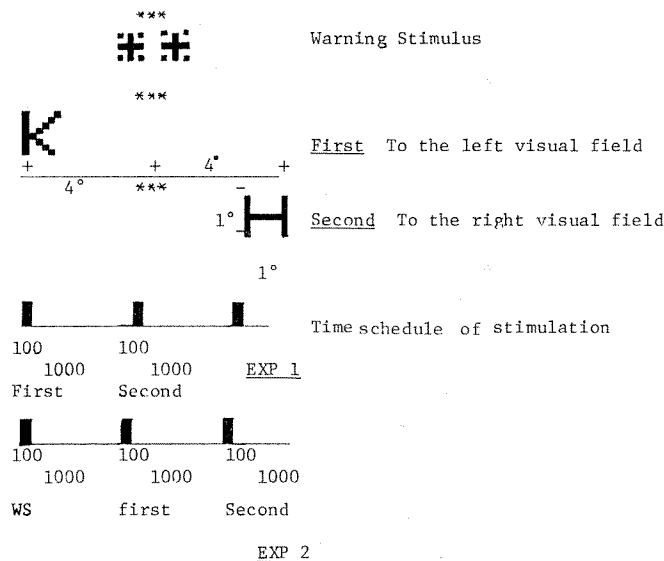


Fig. 3. 3 Stimulus Configuration & time schedule
*** are fixation points.

SINGL をランさせる。もし凝視点の二重視が生じると実験は中止した。(本実験では4人に二重視が成立した。この4人の data は報告していないが、誘発電位でみる限り、各眼の中心視で刺戟を受けていることがわかった。この意味では、網膜位置に対応して誘発電位がでる事の証拠にはなっている。) 刺戟は1秒間に1回で50回連続提示である。50回提示し終ると、SINGL プログラムは PAUSE にはいる。実験者が、GO コマンドを入力させると、CPU は又、刺戟を50回連続提示する。これを繰返して規定の回数になると実験を中止する。

第2章 実験 I

2-1 実験仮説

Van Voorhis & Hillyard (1977) は、凝視点の右又は左 20 度の所に直径 1 度の光円を提示し右視野刺戟又は左視野刺戟のどちらか一方に注意させ、Cz と O₂ で導出した視覚誘発電位 (VEP) に注意効果がでるか否かをみた。結果は、① N₁-P₂ 振幅に注意効果が認められる。② P₁ と N₁ は Cz の方が O₂ よりも早い (P₁; 95±3, 105±4, N₁; 155±10, 167±10)。P₂ は潜時差がなかった。③ O₂ では、P₁-N₁・N₁-P₂ の両振幅値に注意効果は認められなかった。④ 左視野への注意では、Cz と O₂ で有意差があり、右視野への注意では、Cz のみで有意差があった。⑤ 刺戟提示間隔 (ISI) が早くなると、Cz では N₁ の振幅低下がみられたが、O₂ ではみられなかった。N₁ 潜時は Cz で 8 m sec 短くなった。O₂ では短くならなかった。以上の結果を考察して彼らは、O₂VEP が “modality specific processing event” を反映しており、Cz は選択的注意のより general aspect を反映していると考えしている。

実験 I は基本的には、彼らの追試となる。今回特に注目したいのは、Cz における N₁-P₂ と後頭部 (O₁, O₂) における N₁-P₂ が、同じ処理機構の反映なのか、各々独得の処理を反映しているかと言う点である。それゆえ次の2点を導入した。④ 電極位置を F₃, F₄, C₃, C₄, Cz, O₁, O₂ の7カ所にし、基準電極は F₃, C₃, O₁ については左耳朶、Cz, F₄, C₄, O₂ については右耳朶にする事により、彼らの結果④、即ち右視野提示の時、O₂ では有意差はでないが、入力半球である O₁ で注意による有意差がでる事を確認したい。もしそうならば、O₁ と O₂ でも相対的に独自の処理を行っている事になる。(もっともこれは、Jeffreys & Axford (1972a, b) の追試になる部分を含んではいるが。) ⑤ 視野への注意にすると、網膜レベルでのゲート (gate) がかかる可能性があるので、刺戟の認知にかかわって注意効果がでるように、注意の対象を〈刺戟〉そのものとした。つまり文字〈W〉を課題刺戟とし、文字〈A〉を非課題刺戟としたのである。この状況を設定する事により少くとも A か W かの判定の段階までは、課題・非課題を問わず分析されることになる。Donald (1979) のモデルに従えば、Feature Analysis までは両刺戟で共通する事になり、Gate が末梢でかかる形での注意効果 (Hernandez-Peon, Scherrer & Jouvet (1956)) は生じにくい。よって後頭部電位特に入力半球側後頭部では注意効果は生じないと仮説できる。一方 Vertex 電位が注意の感覚特殊性をもたないならば注意効果はでない事になる。なぜなら、文字〈W〉も〈A〉も最終処理まで行わねばならないので、処理結果に対する生体の反応は、P₃₀₀ に影響を与えこすすれ、N₁-P₂ には影響を与えないのだから (Hillyard, Squires, Bauer & Lindsay (1971))。本実験では、後頭部電位と Vertex 電位の相互関係を調べる事により、両者が並行的処理関係にあるのか、継起的 (sequential) 処理関係にあるのかを、網膜提示部位と注意に対する振幅の変動を示標にして検討を行う。

2-2 実験手続き・方法

凝視点の左下又は右下に(左・右はランダムにした。)Aという文字を100 m secの提示時間, 900 m secの提示間隔で提示する(Fig. 3 参照)。そしてAのかわりにWが時々, 左視野又は右視野に提示される。AとWの出現確率比は10:2である。刺戟(A又はW)は1試行につき1個提示され, 50試行1系列として, 1系列ごとに2~3分の休憩が被験者に与えられた。休憩中, Wが, 右視野・左視野合わせて何回でたかを被験者は, 報告しなければならない。試行回数は最低800試行で, 右視野W, 左視野Wが, アーチファクト混入試行を除外して50試行に達する事を保証した。被験者は, 男子3名, 女子2名で, 年齢21~30歳学生である。そのうち2名は, この種の実験に参加したのは始めてであった。

2-3 結果と考察

Fig. 2-1-LからFig. 2-4-Rまでは各被験者ごとのVEP記録である。Fig. 2-1-LのLは左眼左視野に刺戟を提示した時(右半球入力)のVEPを示し, LのかわりのRは, 右眼右視野に刺戟を提示した時(左半球入力)のVEPを示す。X軸については, 1単位100 m secで, Y軸については, 1単位10 μ Vである。図, 上から第一列の左がF₃導出VEPで, 右はF₄, 第二列左-C₃, 右-C₄, 第三列中央-Cz, 第四列左-O₁, 右-O₂である。点線は課題刺戟(task relevant, 文字W)のVEPで, 実線は非課題刺戟(task irrelevant, 文字A)のVEP(40回加算)である。潜時150~210 m secの幅にある負の最大ピークをN₁, 潜時200~300 m secの正の最大ピークをP₂とした。振幅測定は, N₁-P₂のpeak to peakをとる事にした。又潜時400~500 m secの正の最大ピークをP₃とした。(潜時100 m sec $\pm$ 20にN₁以外の負のピークがある時, それをN₀とした。被験者により, N₁にダブルピークが生じる時に名づけた。)Table 2-1はN₁(N₀), P₂, P₃の潜時と振幅値を, 各被験者ごと, 各導出部位ごとに示した。

2-3-1 後頭部電位について

① 左半球入力(右眼右視野入力)時, O₁のN₁-P₂振幅がO₂の振幅よりも大きい(4人全員)。一方, 右半球入力では, 右後頭(O₂)のN₁-P₂振幅が左後頭(O₁)のそれよりも大きい被験者が2人, O₁とO₂で等しい被験者が2名であった。(左半球入力時, N₁-P₂振幅は, O₁:O₂=9.3 μ V:4.4 μ V, 右半球入力時 O₁:O₂=4.7:6.3であった。)非入力半球後頭部のN₁-P₂振幅は, 4.4 μ , 4.7 μ であるから, 左後頭のみがdirect入力に対して反応しやすいと考えるのが妥当と思われる。刺戟が文字刺戟であるからかとも考える事もできる。(O₂入力時にO₁にでるVEPの振舞いについては, 古塚(1979)を参照せよ。)

② N₁-P₂振幅に対する注意効果(課題刺戟のN₁-P₂振幅が非課題のそれよりも大きくなる事)は, 被験者S. B.の左半球入力時にのみみられた。他の被験者の場合は, 後頭部において振幅の増大は生じなかった。後頭部VEP特にN₁-P₂振幅は両刺戟に対して後頭部が同じ仕事をしていることを示している。

③ P₃については, 全被験者で注意効果がみられた。(被験者M. K.については微妙である。この被験者のみが, 同種の実験の経験者なので, 経験の果積によるP₃振幅の低下が考えられる。)右半球入力時はTable 2に示すごとくP₃振幅は後頭部で最大となった。この時Czでは比較的小さなP₃しかとれなかった。CzよりもO₁, O₂でP₃が最大になるのは注目に価する。

2-3-2 Vertex 電位について (F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z を含める)

① 右半球入力でも左半球入力でも、 F_3 対 F_4 , C_3 対 C_4 に左右差は認められなかった。しかし、 F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z で、左半球入力時と右半球入力時で波型が違うという事は生じた。

② 右半球入力時にのみ Vertex 電位に注意効果があり、左半球入力時には注意効果がないもの2名。左半球入力時にのみそれがみとめられるもの1名、両入力時に注意効果がみとめられるもの1名であった。(注意効果は、 F_3 , F_4 , C_3 , C_4 , C_z の導出部位 VEP の N_1 - P_2 振幅の増大、 P_3 成分の出現をさす。)

以上の事をまとめると、① 後頭部電位の方が Vertex 電位よりも刺激提示位置に対応して、 N_1 - P_2 振幅値をかえる傾向が強い。左右半球差効果 (laterality effect) は後頭部で認められるが Vertex 電位では認められない。② 注意効果は Vertex 電位の方が大きくでる。後頭部の N_1 - P_2 振幅はでにくい。①, ② を考察すると、Vertex 電位と後頭部電位はそれぞれ独自の振舞いをするのではないかと考えられる。そこで、VEP の各チャンネルの波形間の類似度を相互相関表をもとに考えることにした。Fig. 2-1 LP~Fig. 2-3 RP は相互相関表をもとに主成分分析を行い、第1因子、第2因子、第3因子の因子負荷量を各チャンネルごとにプロットしたものである。被験者 I. K. では F_3 に、N. I. では C_z にアーチファクトが混入した為に、2成分がアーチファクト成分になってしまったが、他の被験者では、第1成分が Vertex 電位、第2成分が後頭部電位と考えることができる。又上記の事に加えて、Vertex 電位の N_1 潜時が後頭部電位のそれよりも約 20 msec 短い。そして attention 効果が、 N_1 - P_2 振幅に認められる事は、Hillyard, Picton & Regan (1978) の言う所の並行的処理 (parallel processing) が生じたとしてよい。

では如何なる並行的処理が行なわれているか。Swenson & Edwards (1971) は、反応時間の実験で Speed-accuracy trade off がみられる事を示した。即ち反応が早いほど報酬が高くなり、その時正確度が重要でない状況では、反応は「何かが入力した」という事に対して生じてしまい、その刺激が何であったかについての処理は反応の後に生じてくる事になる。Fig. 1 に従って説明すれば、INPUT によって、Response Program が作動してしまうと同時に、Sensory Analysis が並行的に作動し始める事になる。この時、反応は2種類であるから、何らかの分析結果 (STM に貯えられる) を予測する事によって一方の反応に決めることになる。とすると、刺激 On にともなう誘発電位には、上記の事がいかなる形で反映されるのであろうか。後頭部電位は、網膜位置との関係が強いので、刺激入力に対する忠実な処理を反映しているのであろう。一方 Vertex 電位は、記憶痕跡の活性化の示標と考えられる。しかし、もしその活性化が、継起的処理の結果としてなされるならば、刺激の複雑度、処理の複雑さに対応して例えば N_1 , P_2 の潜時が変動するはずである。しかし、 N_1 , P_2 潜時はそのような事に対して感度をもっていない。とすれば、Vertex 電位は、当該試行での処理内容を主として反映しているのではなく、それまでの試行で得られた結果の累積をもとした脳内のいくつかの反響回路の勢力関係を反映していると考えられる。つまり、入力により、いくつかの反響回路のどれかが活性化において勝をとる事を示すと考える事ができよう。実験 II では、上記の事を検討したい。

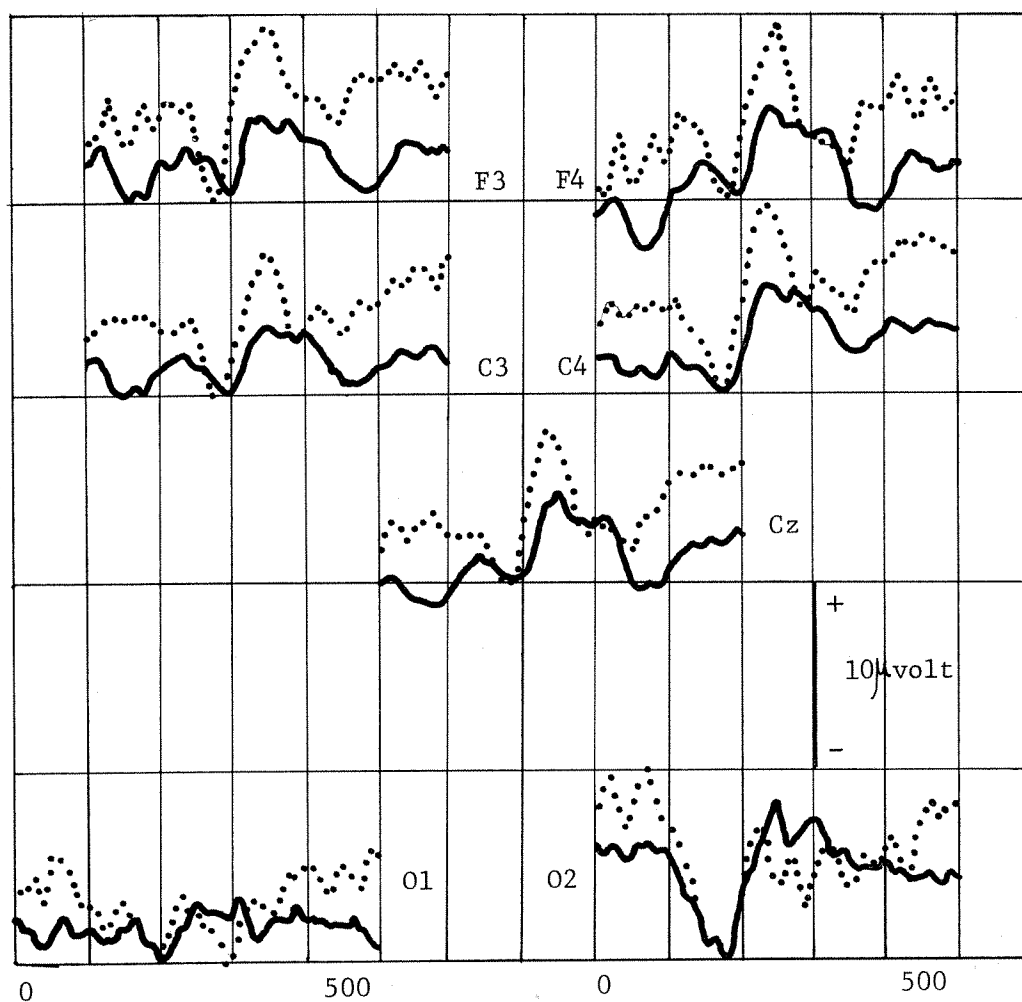


Fig. 2-1-L. Subject M. I. Number of trials=40 Analysis time=500 m sec.
 Polarity=positive up. Recorded at F₃, F₄, C₃, C₄, Cz & O₁, O₂
 —Stimulus to the left visual field of the left eye—
 A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (letter A, solid line) and task-relevant stimuli (letter W, dashed line).
 At F₃, F₄, C₃, C₄ & Cz, task-relevant effect was found.

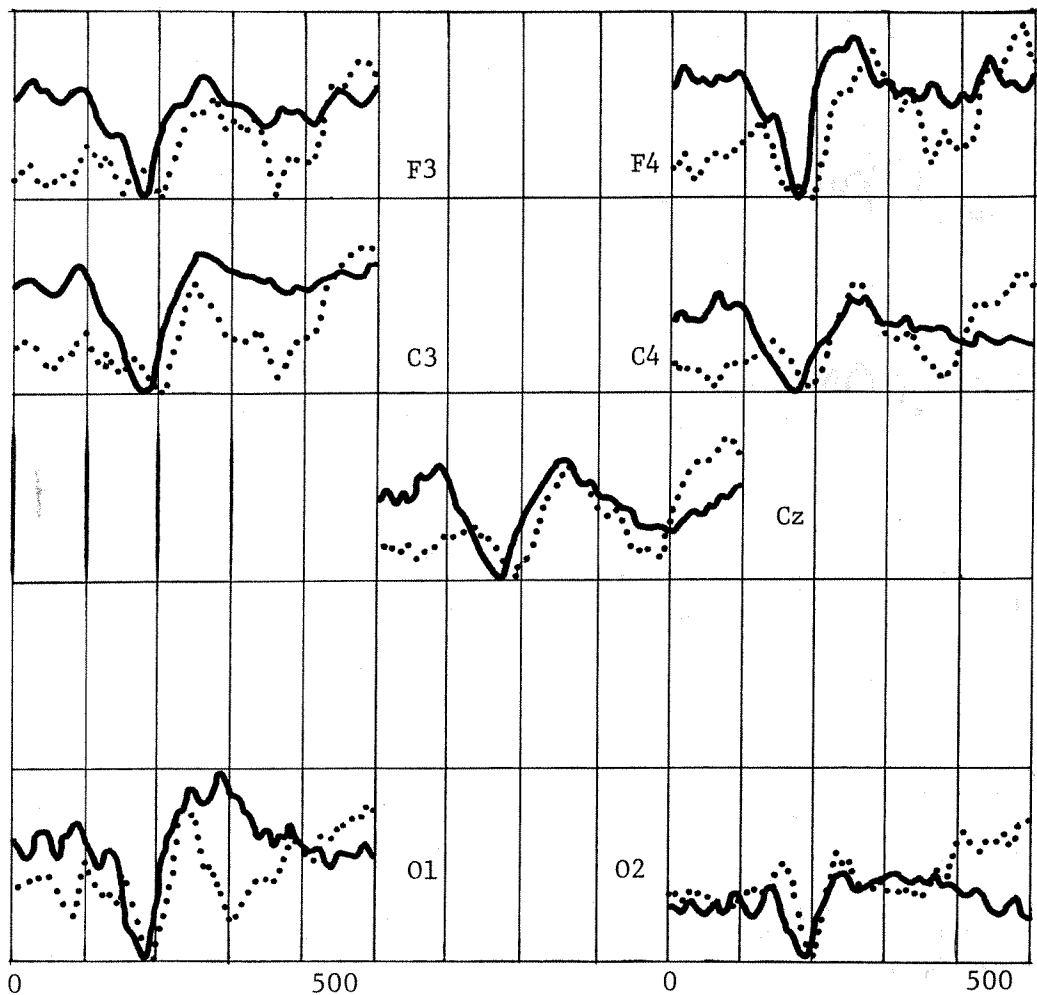


Fig. 2-1-R. Subject M. I.

—Stimulus to the right visual field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line).

At O₁, O₂ interhemispheric asymmetry was found. At F₃, F₄, C₃, C₄ & Cz, no task-relevant effect was found at N₁-P₂ component.

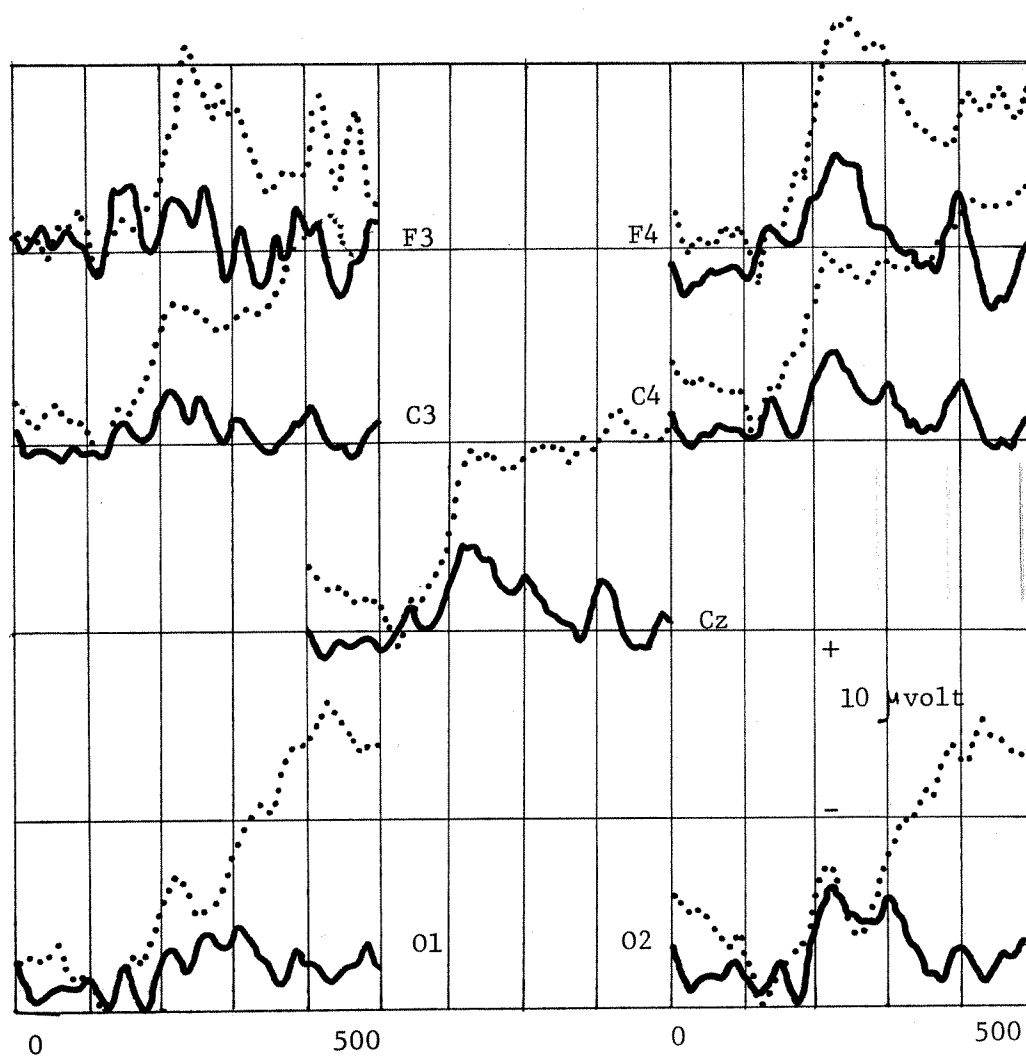


Fig. 2-2-L. Subject I. K. Number of trials=40 Analysis time=500 m sec Polarity=positive up. Electrode locations=F₃, F₄, C₃, C₄, Cz, O₁, O₂ —Stimulus to the left visual field of the left eye— A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant A, solid line and task-relevant stimuli (W, dashed line). Task-relevant effect was found at all electrode locations, especially at O₁, O₂, large P₃₀₀ was found.

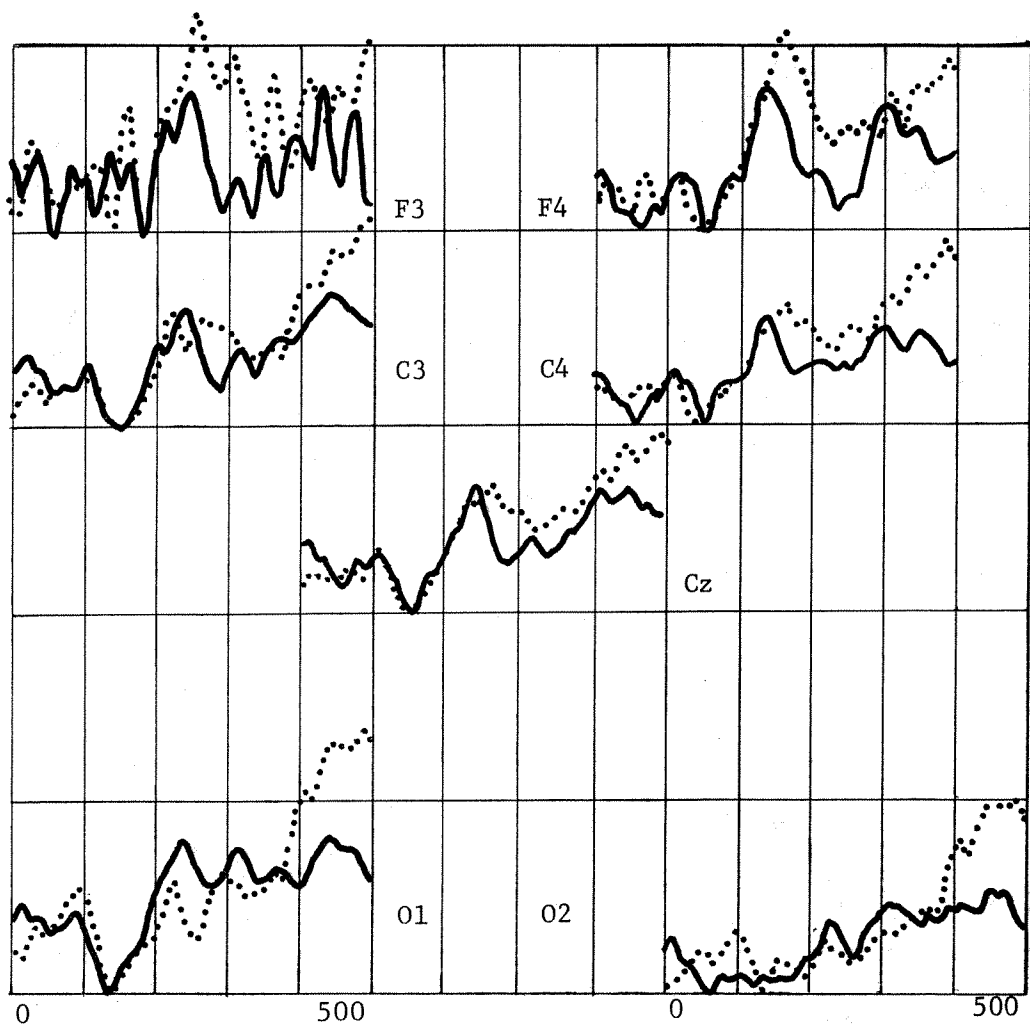


Fig. 2-2-R. Subject I. K.

—Stimulus to the right visual field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line).

At O₁ & O₂, interhemispheric asymmetry was found (solid line).

Task-relevant effect was not found in N₁-P₂.

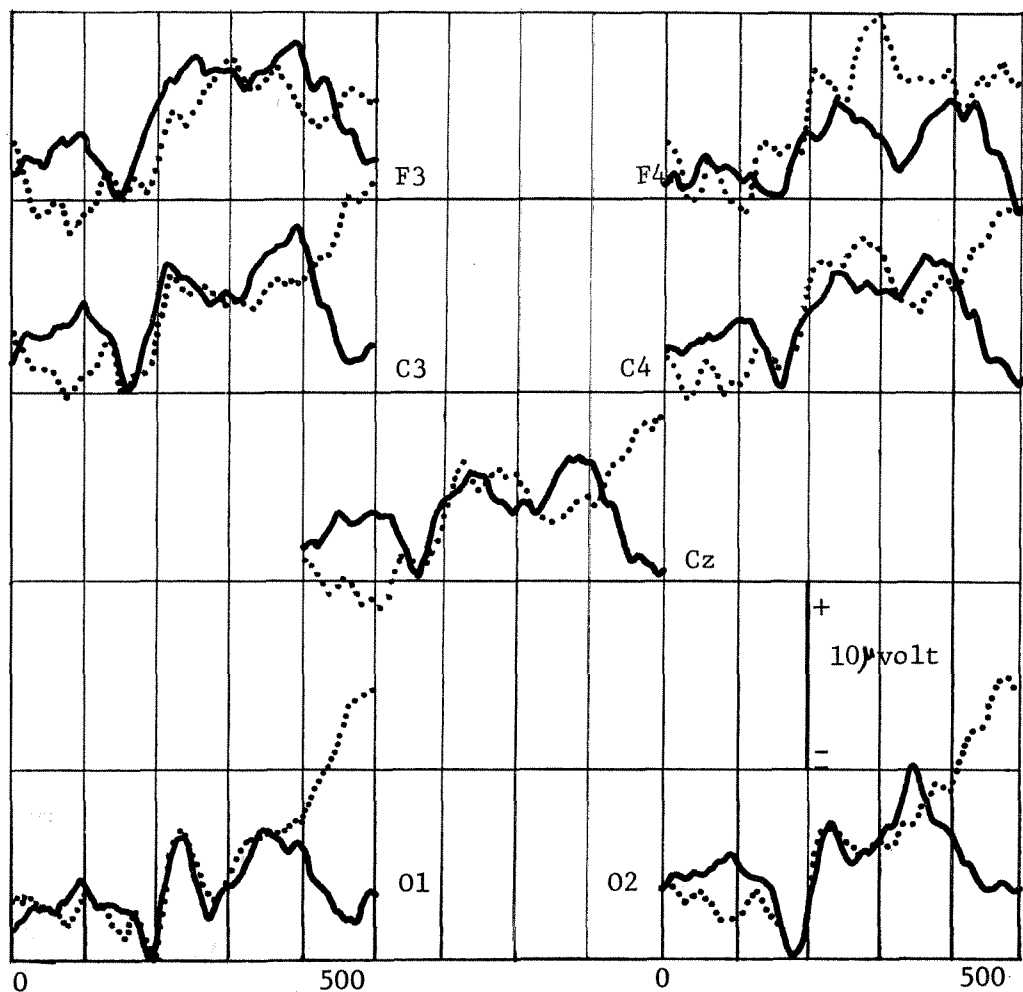


Fig. 2-3-L. Subject S. B. Number of trials=40 An. time=500 Polarity= positive up. Electrode location=F₃, F₄, C₃, C₄, Cz, O₁ & O₂—Stimulus to the left visual field of the left eye—
A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line). No attention effect was found in N₁-P₂ amplitude.

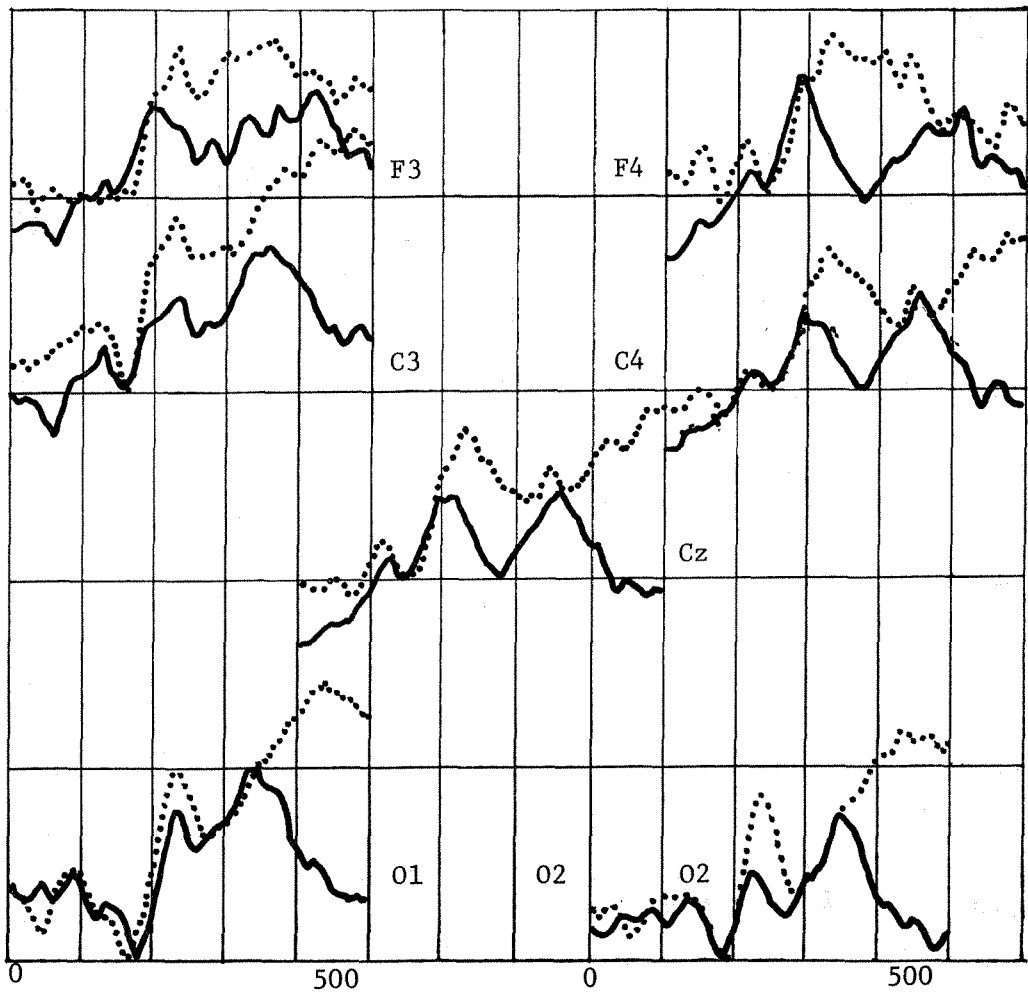


Fig. 2-3-R. Subject S, B,

—Stimulus to the right visual field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line).

Task-relevant effect was found in N_1 - P_2 , P_{300} at all locations. The P_{300} was the largest at O_1 . The interhemispheric effect was found at O_1 & O_2 ($O_1 < O_2$).

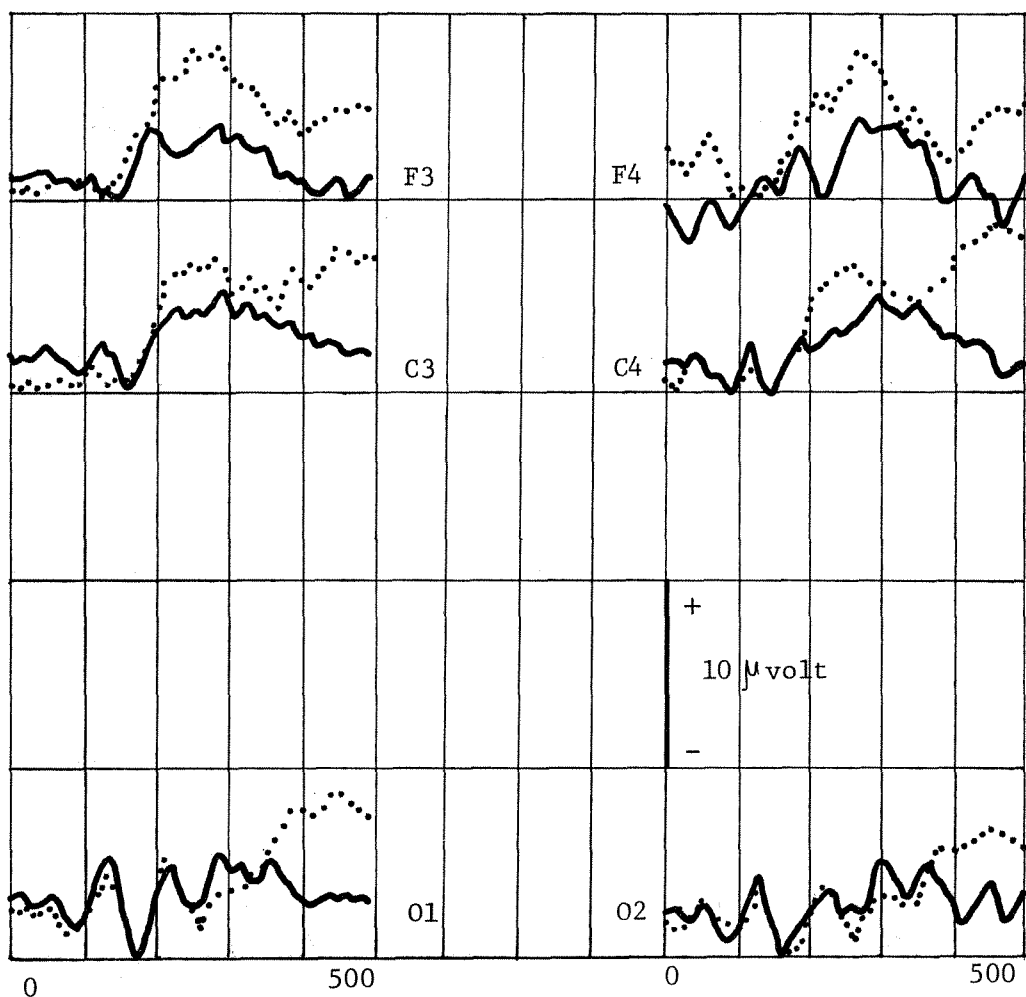


Fig. 2-4-L. Subject N. I. Number of trials=40 Analysis time=500 m sec
 Polarity=positive up.
 —Stimulus to the left visual field of the left eye—
 A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line). Attention effect was found at F₃, F₄, C₃, C₄. On this subject we could not record VEP at Cz.

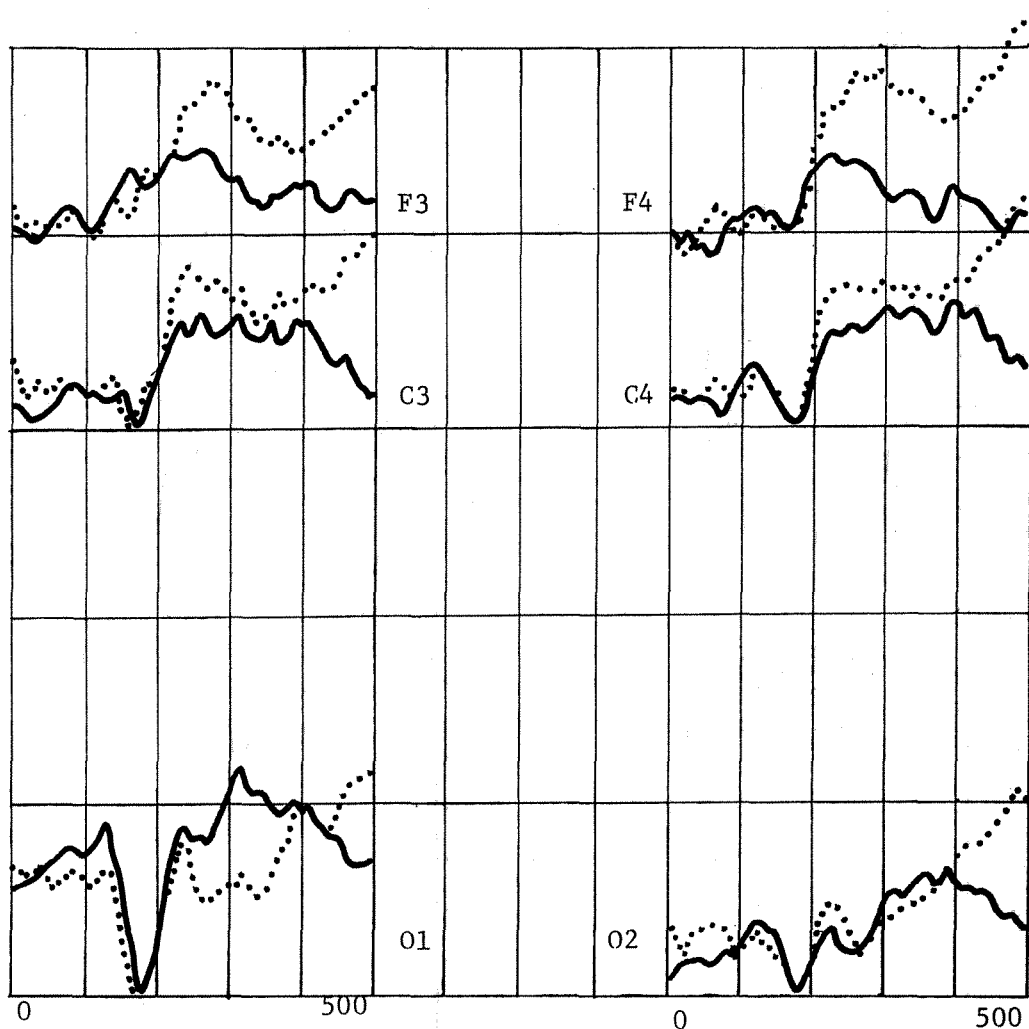


Fig. 2-4-R. Subject N. I.

—Stimulus to the right visual field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (A, solid line) and task-relevant stimuli (W, dashed line).

Task-relevant effect was found except at O₁, O₂. At F₃, F₄, C₃, C₄ and Cz, no interhemispheric asymmetry was found.

AL1MI5

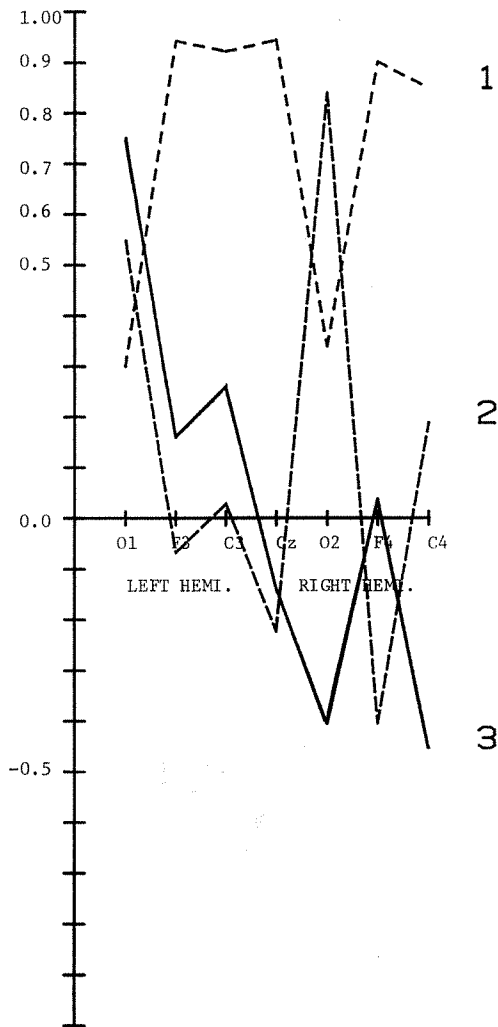


Fig. 2-1-L-P. Principal Component Analysis.
Sub. M. I.

Stimulus displayed to the left visual field of the left eye. (to O2 at the first time) Factor 1 may be Vertex potential, Factor 2 is occipital potential.

AR1MI5

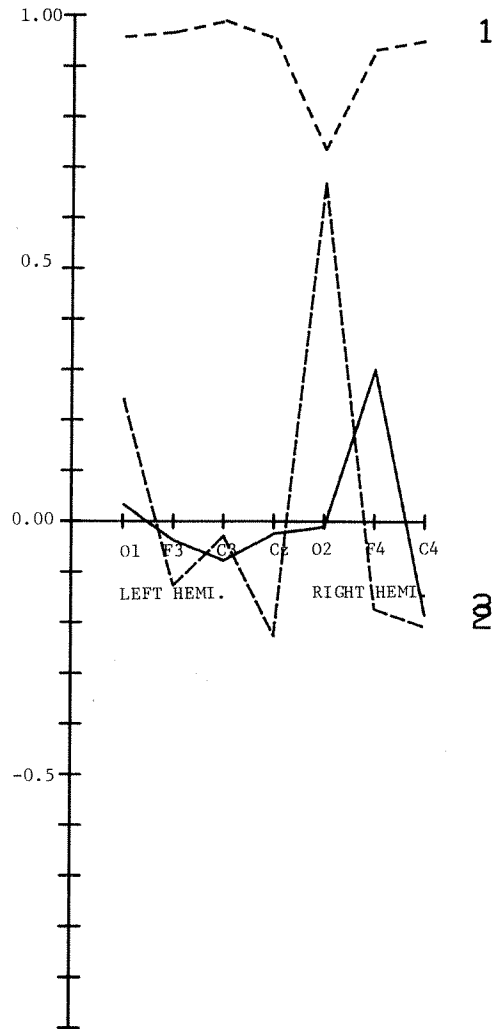


Fig. 2-1-R-P. Principal Component Analysis
Sub. M. I.

Stimulus displayed to the right field of the right eye. (to O1 at the first time) Factor 1 is Vertex potential, Factor 2 is occipital potential.

Note the difference between Fig 2-1-L-P and R-P. When S was inputted to right hemisphere, Factor 1 consisted of F3, C3, C4, F4 and Cz. But when S was inputted to the left hemisphere, O1 became to be included Factor 1.

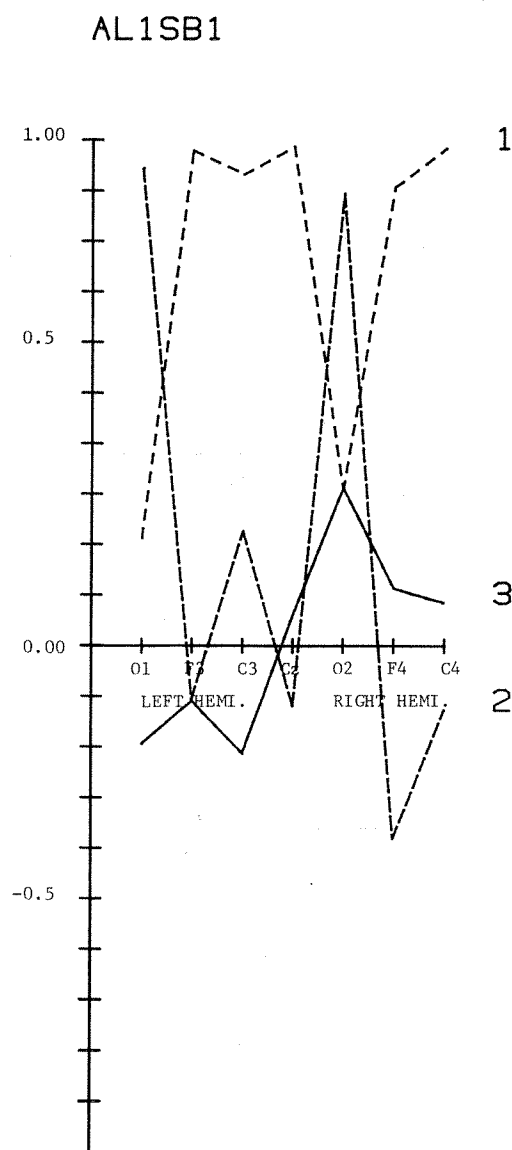


Fig. 2-3-L-P. Principal Component Analysis.
Sub. S. B.
S displayed to the left visual field of the left eye. Factor 1 is Vertex potential.
Factor 2 is occipital potential. Same tendency as Fig. 2-1-L-P was observed.

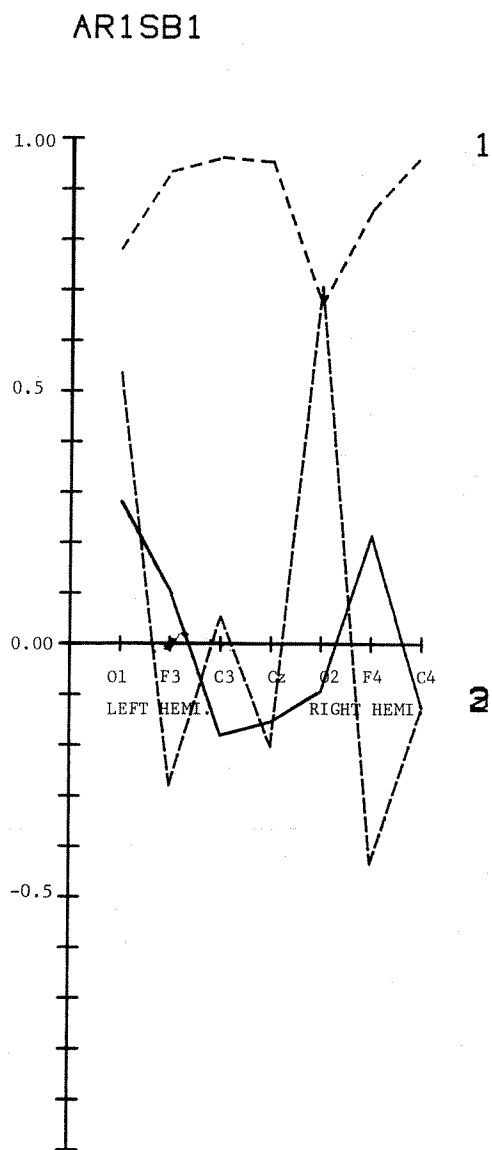


Fig. 2-3-R-P. Principal Component Analysis.
Sub S. B.
S displayed to the right visual field of the right eye.

Table 2-1. Left Visual Field (Righthemisphere Input)
Task-irrelevant Stimuli (A)

CH	Latency (m sec)				Amplitude (μ volt)	
	N ₀	N ₁	P ₂	P ₃	N ₁ -P ₂	N ₁ -P ₃
F ₃	117.0	173.5	232.0		6.17	
F ₄	105.0	166.7	227.1		5.8	
C ₃	104.0	176.4	230.0		5.1	
C ₄	99.4	168.6	244.7		5.7	
Cz		170.3	240.5		3.4	
O ₁	128.0	191.4	234.0		4.7	
O ₂		177.7	233.6		6.3	
Task-relevant stimuli (w)						
F ₃		165.0	263.0		10.3	8.2
F ₄	113.1	161.2	265.2		11.4	8.3
C ₃		171.6	241.8		7.9	8.6
C ₄	111.8	165.1	249.6		10.0	11.1
Cz		165.7	247.0		9.4	12.1
O ₁	111.8	195.0	227.1		6.3	12.1
O ₂	120.9	182.0	225.2		6.8	12.1

Table 2-2. Right Visual Field (Left hemisphere Input)
Task-irrelevant Stimuli (A)

CH	Latency (m sec)				Amplitude (μ volt)	
	N ₀	N ₁	P ₂	P ₃	N ₁ -P ₂	N ₁ -P ₃
F ₃	111.3	161.8	234.0		6.9	
F ₄		158.9	230.1		5.1	
C ₃		171.6	243.7		6.5	
C ₄		163.8	233.0		5.4	
Cz		157.3	237.9		6.52	
O ₁		170.6	242.7		9.3	
O ₂		178.4	237.9		4.4	
Task-relevant Stimuli (w)						
F ₃	132.6	183.3	261.3		9.16	11.7
F ₄		179.4	258.7		9.8	10.2
C ₃	148.2	178.1	236.9		8.0	11.3
C ₄		181.3	245.7		7.6	9.8
Cz	144.3	191.2	249.6		7.6	9.4
O ₁	140.4	182.0	235.9		8.4	12.3
O ₂	185.2	229.1	229.1		5.9	10.8

第3章 実験 II

3-1 実験仮説

後頭部電位は、網膜からの情報の分析を主として反映し、刺戟の網膜位置 (Jeffreys & Axford 1972a, b), 鮮明度 (Harter & White 1968), 輪郭線の網膜位置 (Spehlman 1965) 等が波型に影響を与える。Vertex 電位は、前頭部・中心領を含めて、先行刺戟の繰返しによってヒステシス (hysteresis) 状態にある脳内の刺戟代替物 (representation) の活性化を反映する。通常後頭部電位に反映される情報処理活動と、脳内 representation の活性化は継起的 (sequential) な関係にあるが、繰返し提示により両者はパラレルに各々独自に仕事を始める。以上の事は既に序で仮説した。実験 I では、Laterality 効果と注意効果を示標として、後頭部電位と Vertex 電位がパラレルに「initial activation of a neuronal structure」を示している事をみた。この事は、Vertex 電位、特にその N_1 - P_2 成分は後頭部の処理内容との照合なしに activate する可能性をもっている。とすれば、突然、ある試行目で違う刺戟が提示されると後頭部と Vertex では、前者が新刺戟の処理にかかわり、後者はその処理とはかかわらず前の刺戟に規定されて活性化する。つまりパラレルに違う刺戟の処理が行なわれる可能性が存する。又、出るべき瞬間に刺戟が突然 Omit されると、後頭部では入力がないので処理活性は生じないが、Vertex では (生体がだまされて) activate してしまう神経群がありうる。今まで、Omit Response として研究されて来たこの状況こそが、一番きれいに、後頭部電位の振舞いと Vertex 電位の振舞いを区別しうる状況であると考えられる。しかし今までの Omit Response の研究は、刺戟がでなかった事を認知して、定位反動的に誘発電位がでる状況か、又は Omit した回数を数えるといった、Omit 状況が課題刺戟となった状況での研究であった (Donchin Ritter & McCallum 1978)。例えば Klinke Fruhstofer & Finkenzeller (1968) は振動刺戟を 0.68 秒に 1 回提示し、6~20 秒に 1 回の割合 (6~23 回に 1 回) で刺戟 Omission を行う。そしてこの時の Omission 誘発電位を Cz からとると、潜時 200~240 m sec の負のピーク、潜時 340~350 m sec の正のピークがみられた。彼らは、この誘発電位を記憶痕跡 (memory trace) の活性化の示標であるとしているが、Omission ではなく刺戟が提示された時の Vertex 電位は潜時 60~70 m sec の正ピーク、潜時 110~140 m sec の負のダブルピークであるから、両者はむしろ違う仕事内容を反映していると考えた方がよい。つまり、Omission 時に、刺戟の記憶痕跡ないし貯蔵情報 (Stored Information) の解発ではありえない。彼らの Omit Response としての Vertex 電位は、Donchin (1979) の言う endogeneous なもので〈おや、変だな〉反応と考えるのが妥当と思われる (定位反射説)。又 Ruchkin & Sutton (1975) など Sutton 達の Omit Response は「Omit を数えなさい。」という教示を被験者に与える。とすると、課題刺戟としての Omission 事態を示すところの記憶痕跡の解発が行われると考えるのが妥当である。つまり「でなかったよ (correct rejection ではなく Hit)」反応がなされた事による P_{300} の出現を示すのである。Picton & Hillyard (1974b) も又、Omission を数えよという教示を被験者に与え「a detected Omit response」という名称で、Omission 時に生じる潜時 400 m sec の大きな正成分を「perceptual decision Complex」の示標であるとしている。Simson, Vaughan & Ritter (1976) も又、被験者に Omission があったら報告させる事にして、Omit response をとり、その topography を N_{275} と P_{565} について調べた。 P_{565} については P_{300} と同じ頭皮上分布をもつが、 N_{275} は P_2 と同じ頭皮上分布となる。とすると P_{565} については、

Picton & Hillyard の解釈でよいが、 N_{275} については、少くとも Omit に対する独自の反応で、Omit された刺激の記憶痕跡とは何の関係ももたないと言える。以上の事は、本実験でめざすところの、Omit されたにもかかわらず、あたかも刺激提示があったかのごとく Vertex 電位が出現してしまった」という状況下で Omit response が研究された事がない事を示している。所が今回目標としたのはまさしく脳がだまされて、Vertex 電位がでてしまう事であり、かつその時に後頭部ではだまされないで、新しき状況に反応した後頭部電位がでる事なのである。上記の様な事を生じさせる為、① Omission を task irrelevant にする。② 時間関係を厳密にして、刺激がでたという合図がうまく Vertex に伝わるようにする。の2つの条件を満足する実験を行った。

3-2 方法

被験者4名(男子2名、女子2名)年齢は21~30歳、視力は正常もしくは矯正視力で正常、2人は、実験Iと実験IIを連続して5分の休憩をはさんで行った。1人は2週間後に実験IIを行った、最後の1人は、実験IIのみを行った。練習系列として、左眼左視野に文字Kが提示され(100 m sec-duration) 100 m secの間隔において、右眼右視野に文字Hが提示される。KとHは継ぎ的に次から次へと50回連続提示される。この時、 O_1 、 O_2 のVEPをモニターして両VEPが網膜位置に対応して、 N_1 - P_2 振幅の増減がみられる事を確認する。みられない場合には、凝視点を正しくみていない旨被験者に報告し、練習系列をくりかえした。次に本実験を行う。第1刺激としてアスタリスクが2個(**)凝視点の下、30分の所に提示され、次にKが左眼左視野にそして次にHが右眼右視野に提示される(視角度 $1^\circ \times 1^\circ$ の矩形内に文字がはいる。刺激間隔 4°)。そして文字GがHのかわりに右眼右視野に時々提示された。又左眼左視野に提示されるKは20回に1回の割合でOmitされた。被験者には、刺激が50回提示されるがそのうちでGが何回でたかを数えるように教示し、それに加えて、機械の故障で刺激がない事があるので気にしないように教示した。試行数は650回以上で、50試行ごとに休憩を1分ほどとり、その時にGが何回でたかを報告させた(Fig. 3を参照)。

3-3 結果

Fig. 3-1-LO から Fig. 3-4-RT までの8枚のグラフは、各被験者ごとにVEP示した。LOは左眼左視野刺激(文字K、実線のVEP)とOmit Response(点線のVEP)を重ねがきしたグラフである事を示し、RTは、右眼右視野刺激(文字H、非課題刺激、実線)のVEPと課題刺激(文字G、点線)のVEPである事を示す。RTのグラフは、実験Iと同じ結果がでるはずであるが、注意効果はあまりでなかった。これは1つには、実験全体に対する habituation であると思われる。2つには、左半球入力では、注意効果がでにくい事にもよると思われる(P_{300} の増大はI. K.のみであり、 N_1 - P_2 振幅は、非課題刺激よりも小さくなった(3人))。3つには、課題刺激の出現確率が60回に1回(アスタリスク、K、オミット、Hを含める)なので、課題刺激Gの反響回路が維持できない可能性も存する。一方LOでは非課題刺激(K)のVEPの N_1 が同定しづらくなった。即ち N_1 は潜時110 m secの N_0 と、175 m secの N_1 と、210 m secの N_2 にわかれる(被験者間の差異として表われるのだが)。Table 3-1 では全部 N_1 として平均した。しかし P_2 は安定している。Omit Responseについては、 F_3 、 F_4 、 C_3 、 C_4 、 C_z では、あたかも入力があったのと同じVEPが生じたと言えよう。(N_1 潜時 P_2 潜時に遅れが生じない。)ところが O_1 、 O_2 では、 N_1 潜時が遅れたり(被験者、S. B., M. I.)、 N_1 にかわって N_0 が安定的に出現した(I. K., M. O.)。 N_1 - P_2 振幅については、全被験者、全導出部位で $5 \mu V$ あり、非

Table 3-1. Stimulus to the left visual field of the left eye
—Right hemisphere input—

Task-irrelevant Stimulus (K)					
CH	Latency (m sec)			Amplitude (μ volt)	
	N ₀	N ₁	P ₂	N ₁ -P ₂	N ₁ -P ₃
F ₃		163.8	247.6	5.6	
F ₄		146.2	256.4	5.0	
C ₃		144.3	260.3	4.8	
C ₄		150.1	247.6	4.8	
Cz		146.2	244.7	6.8	
O ₁		163.8	247.6	5.9	
O ₂		176.4	241.8	6.5	
Omit Response					
F ₃		147.2	260.3	5.1	
F ₄		152.1	254.5	5.6	
C ₃		141.3	253.5	4.7	
C ₄		151.1	258.3	4.4	
Cz		152.1	260.3	4.9	
O ₁		156.9	247.6	5.1	
O ₂		163.8	250.6	5.0	

Table 3-2. Stimulus to the right visual field of the right eye
—Left hemisphere input—

Task-irrelevant Stimulus (H)					
CH	Latency (m sec)			Amplitude (μ volt)	
	N ₀	N ₁	F ₂	N ₁ -P ₂	N ₁ -F ₃
F ₃		147.2	245.7	6.4	
F ₄		153.0	245.7	7.7	
C ₃		150.1	252.5	7.1	
C ₄		167.7	250.5	5.5	
Cz		155.0	240.8	6.3	
O ₁		147.8	242.7	7.6	
O ₂		175.5	240.8	5.9	
Task-relevant Stimulus (G)					
F ₃		142.3	242.7	6.9	
F ₄		155.0	248.6	8.2	
C ₃		143.3	248.6	6.6	
C ₄		161.8	251.5	5.9	
Cz		154.0	266.1	6.1	
O ₁		147.2	252.9	5.3	
O ₂		162.8	240.8	4.8	

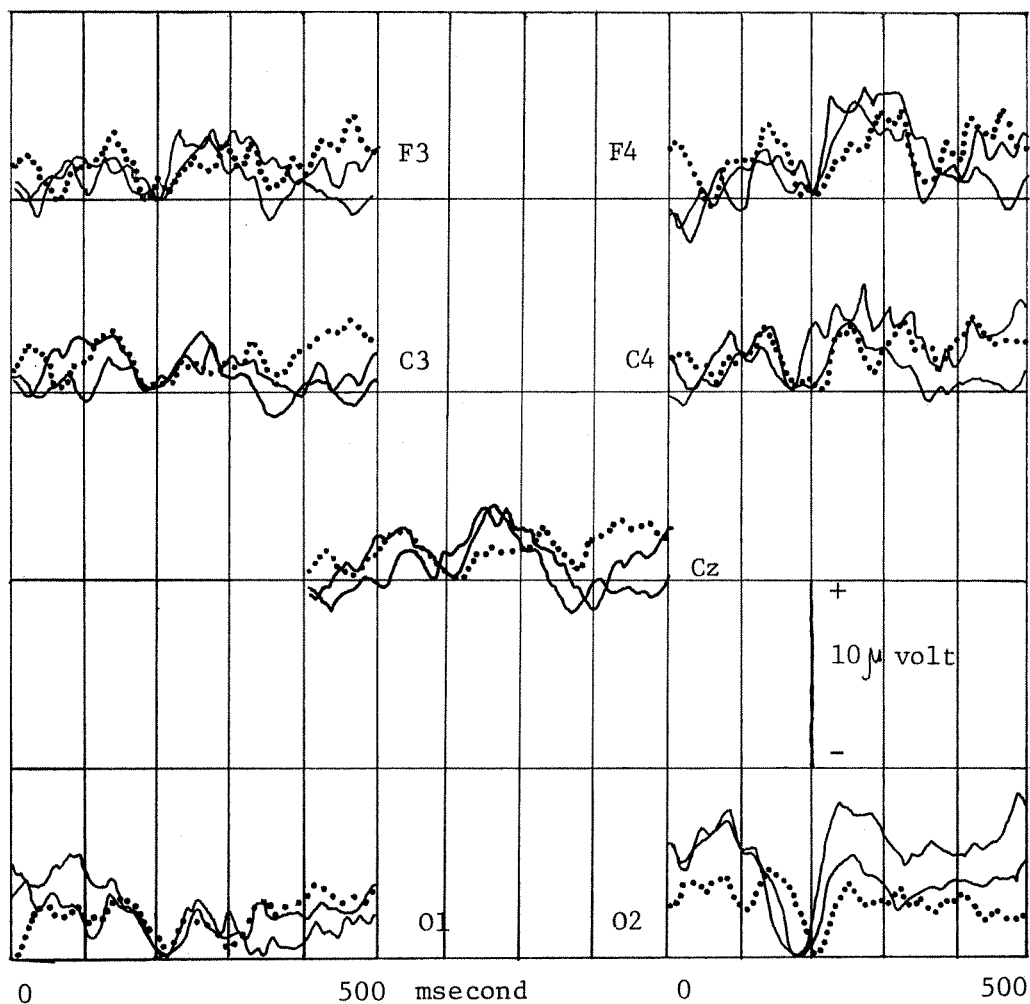


Fig. 3-1-LO. Sub. M. I. Number of trials=40 Analysis time=500 msec

Polarity=positive up

—Stimulus to the left field of the left eye & Stimulus Omission—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant stimulus (K, solid line) and omission (, dashed line). The morphology of the dashed line bore some resemblance to that of the dashed line of Fig. 3-1-PT. She might respond to omission as if it was task-rele.

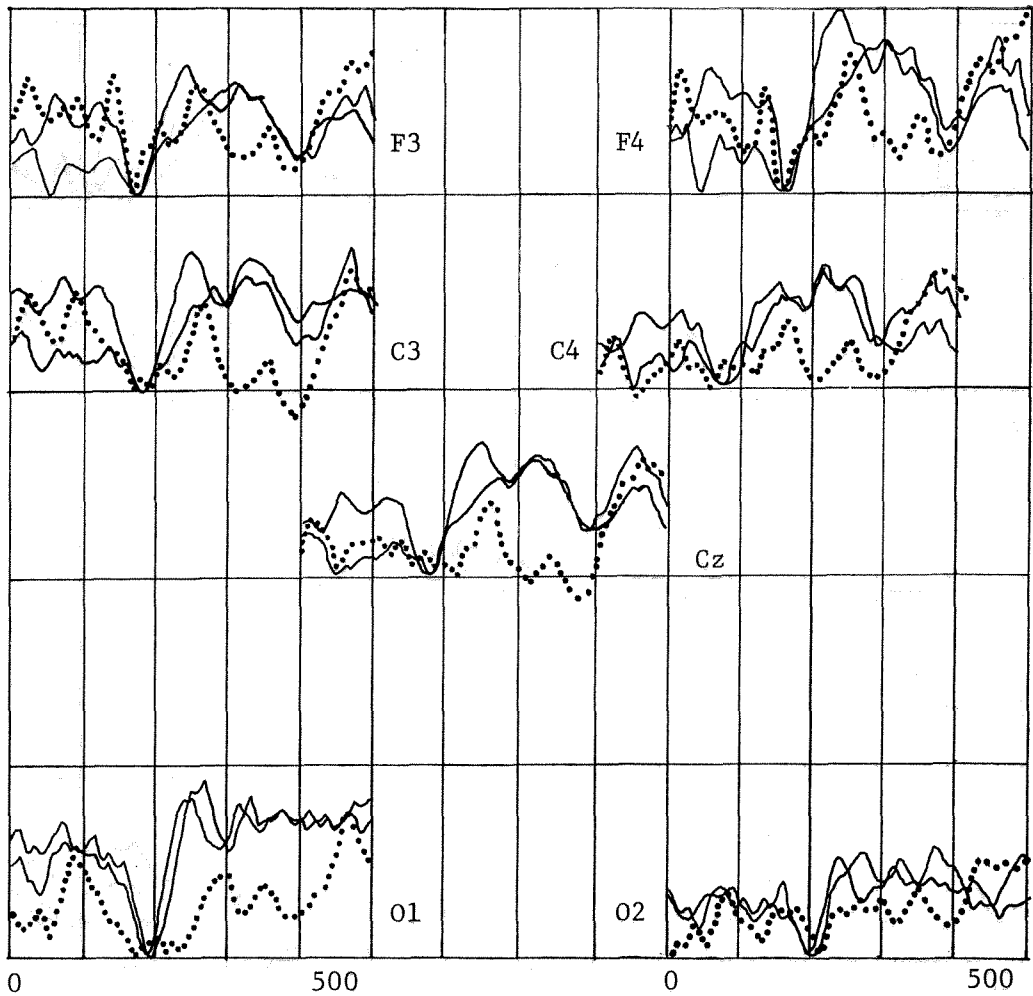


Fig. 3-1-RT. Sub. M. I.

—Stimulus to the right field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (H, solid line) and task-relevant stimuli (G, dashed line).

Although the stimulus "G" was task-relevant, no enhancement occurred in N_1 - P_2 amplitude. Refer to Fig. 2-1-R.

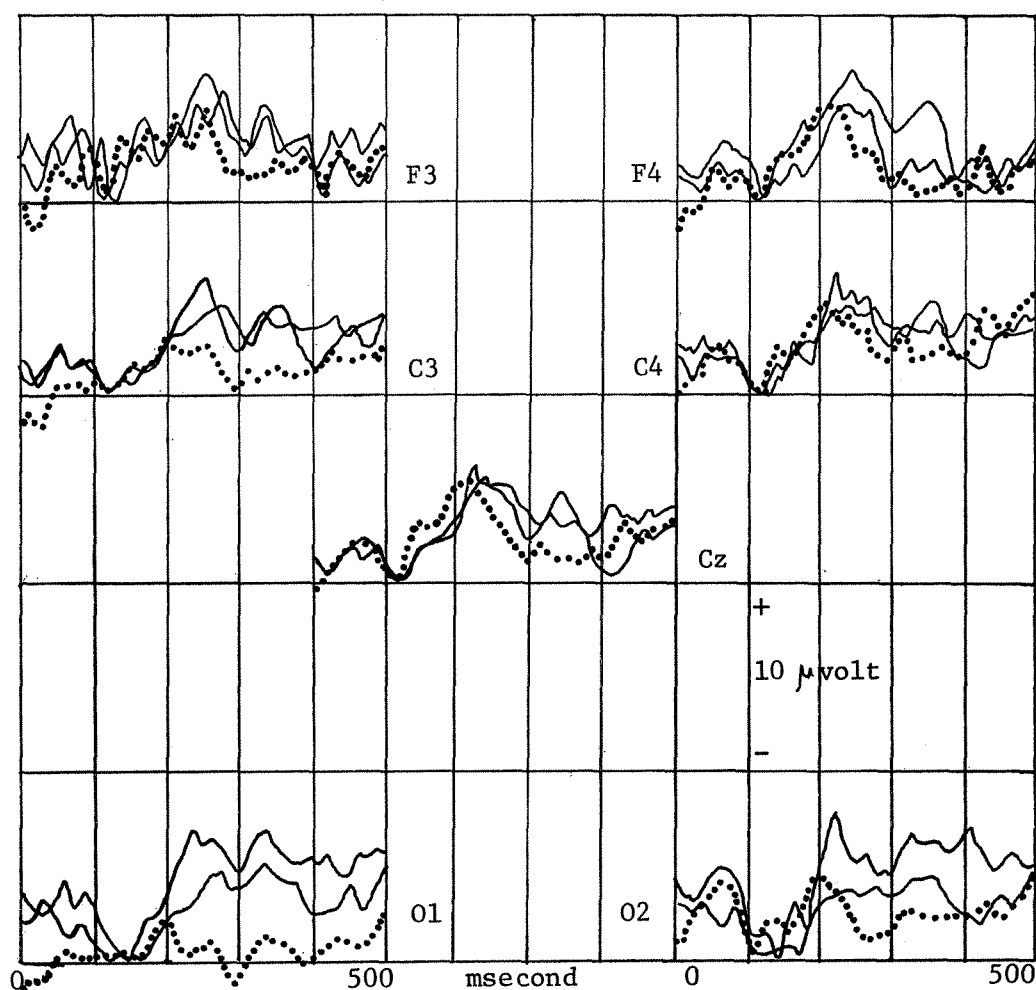


Fig. 3-2-LO. Sub. I. K. Number of trials=40 Analysis time=500 msec
 Polarity=positive up
 —Stimulus to the left field of the left eye & stimulus omission—
 A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant stimulus (K, solid line) and omission (, dashed line). At F₄, C₄ & Cz the waveshape of the dashed line (Omit response) resembled to that of the solidline (task-irrele. stimulus).

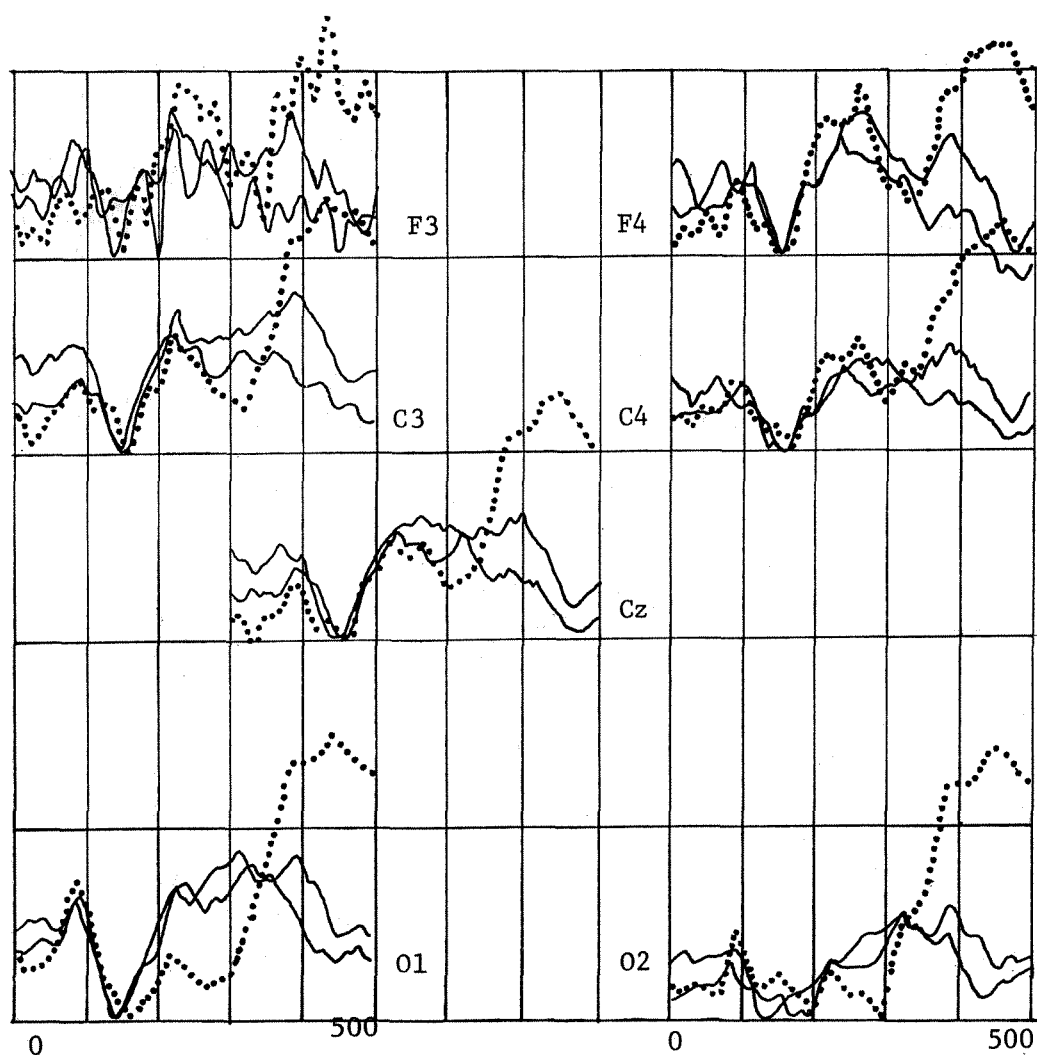


Fig. 3-2-RT. Sub. I. K.

—Stimulus to the right field of the right eye—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (H, solid line) and task-relevant (G, dashed line) stimuli.

A large P₃ was obtained with task-relevant stimulus at all electrode location (the largest at O₁ & O₂).

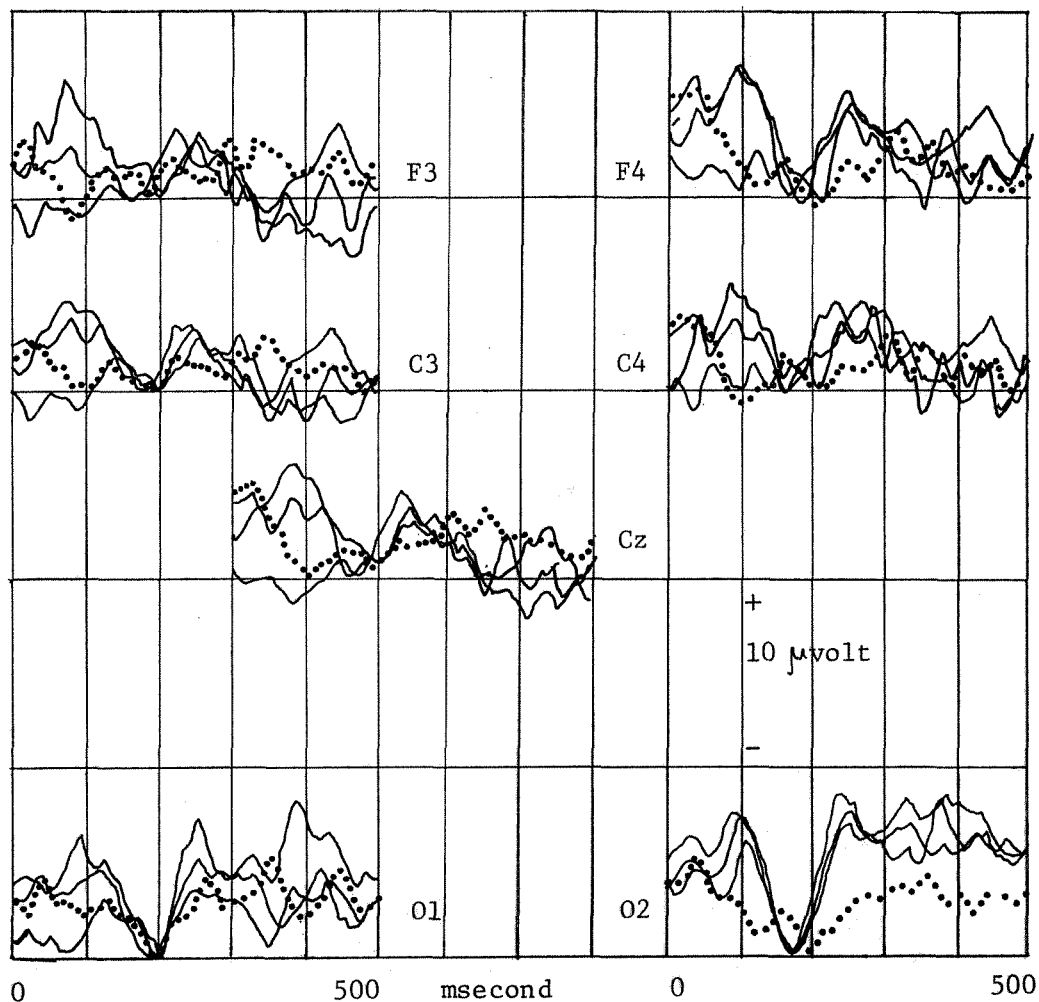


Fig. 3-3-LO. Sub. S. B. Number of trials=40 Analysis time=500 msec Polarity=positive up.

—Stimulus to the left field of the left eye & stimulus omission—

A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (H, solid line) and stimulus omission (, dashed line). Although the stimulus was to right hemisphere (O₂), N₁ latency of the dashed line was the same as that of the solid line at only O₁.

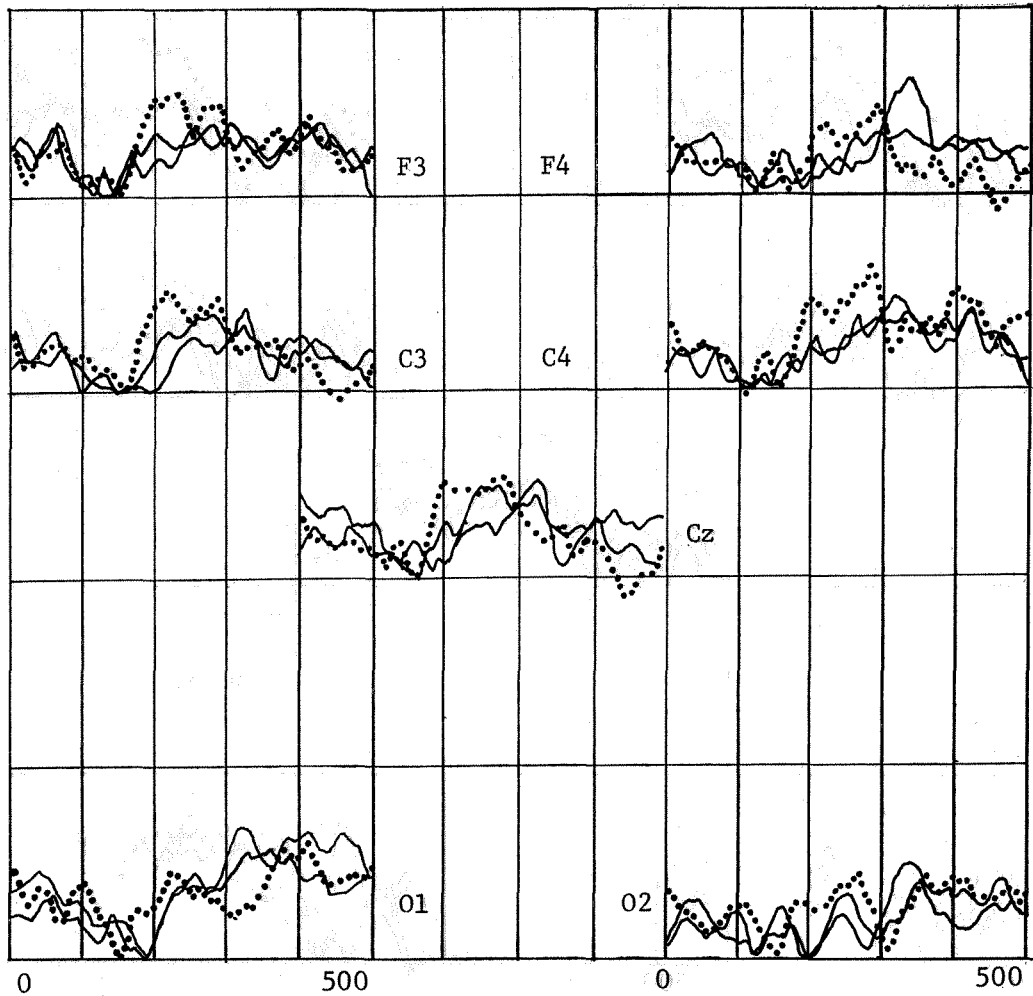


Fig. 3-3-RT. Sub. S. B.
 —Stimulus to the right field of the right eye—
 A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (H, solid line) and task-relevant (G, dashed line) stimuli. N_1 latency disparity was obtained only at occipital potential.

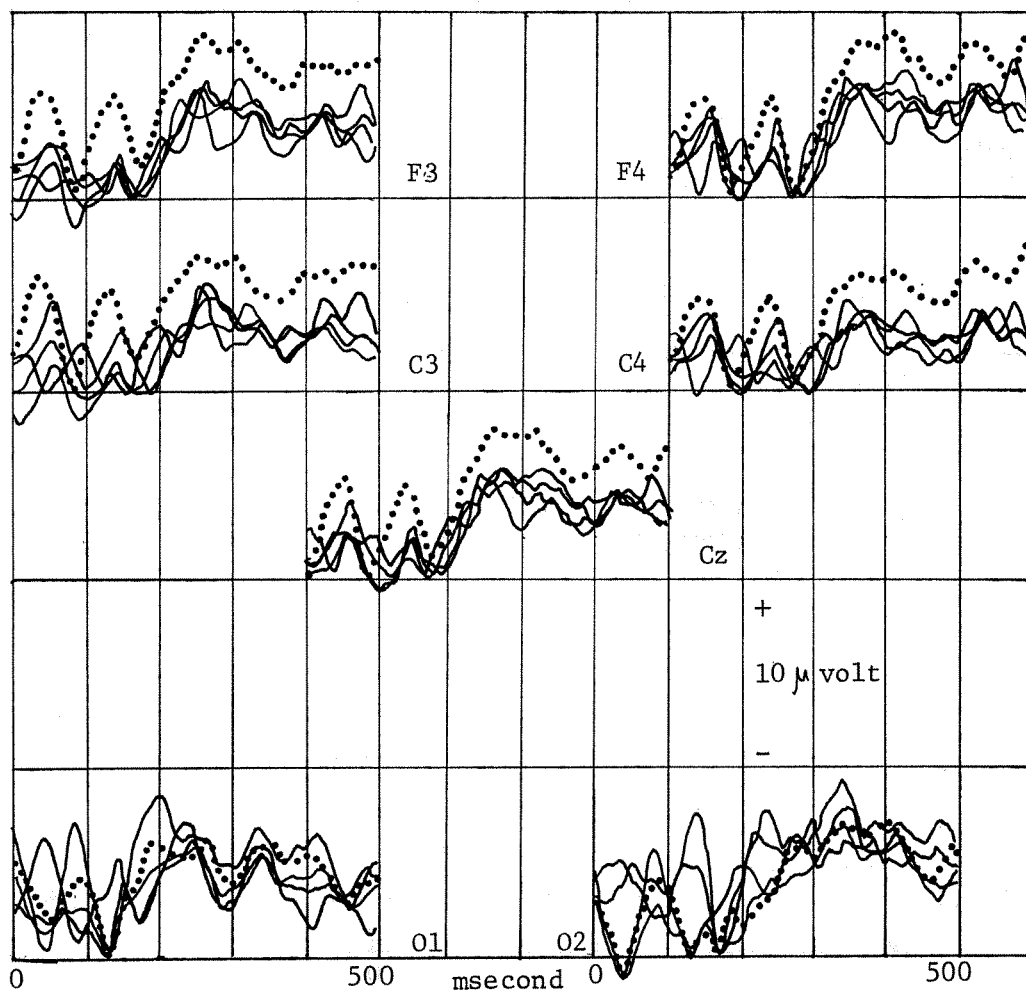


Fig. 3-4-LO. Sub. M. O. Number of trials=40 Analysis time=500 msec
 Polarity=positive up.
 —Stimulus to the left stimulus to the left eye & stimulus omission—
 A Comparison of VEP's obtained with task-rele. stimulus (K, solid line) and stimulus omission (, dashed line). Omit response was seen as if task-relevant. The first double positive-negative deflection might be the artifacts of alpha rhythm.

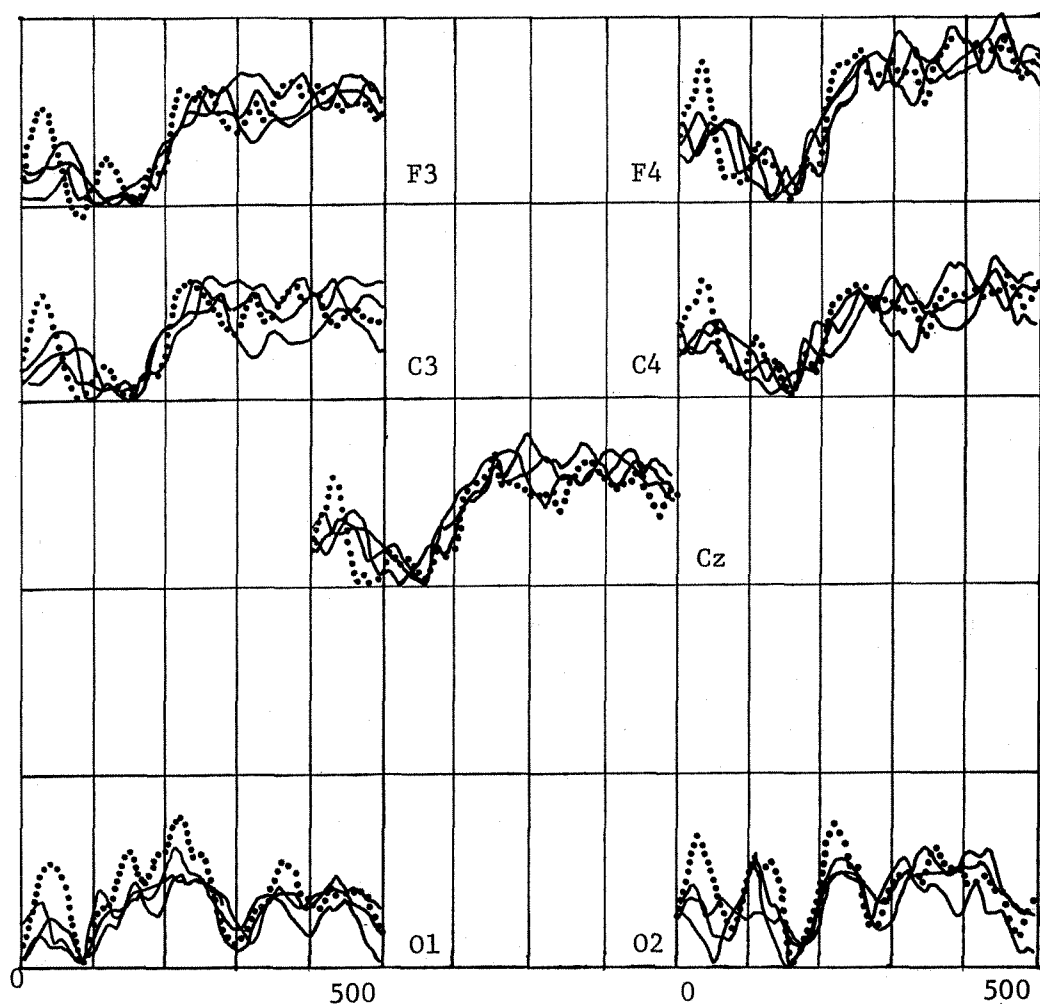


Fig. 3-4-RT. Sub. M. O.

—Stimulus to the right field of the right eye—
A Comparison of VEP's obtained with task-irrelevant (H, solid line) and task-relevant (G, dashed line) stimuli.

課題刺激と同じ VEP が生じたと考えられる (Table 1 参照)。

第4章 考察と今後の展望

繰返し提示の中で継起的処理から並行的処理へと組み換えが生じた段階では、後頭部電位と Vertex 電位は、当該脳領域での各仕事内容を反映している。実験 I では並行的処理が行なわれている事を示したが、実験 II では、Omit Response 時に非課題刺激の VEP と同じ波型の VEP が、Vertex 電位として出現する事を示した。この事は、Vertex 電位は、当該刺激の処理の結果に対応してでるのではなく、刺激の入力があったとの合図でのみ出てしまった可能性を示唆する(後頭部における処理結果を bypass して、Feed-forward 的に activate してしまう!!)。被験者 I. K. と M. O. は N_1 潜時が非課題刺激 (K) の VEP, Omit Response とともに 120 m sec であり、実験 1 の課題刺激の N_1 と等しくなる。この時、Vertex 電位の N_1 - P_2 振幅は非課題刺激のそれと同じ大きさ (I. K.) もしくはより大きくなる (M. O.)。この事は、Omit Response VEP と非課題刺激 VEP に差がない事を示している。この二人の被験者でも後頭部では、両 VEP に差異は存すると言えよう (Fig. 3-2-LO, Fig. 3-4-LO 参照)。一方、被験者 M. I. と S. B. においては、 O_2 の N_1 潜時が 204 m sec となり、非課題刺激のそれ (195 m sec) よりも遅くなる (この時 F_4 , C_4 での N_1 潜時も 204 m sec)。ところが O_1 の N_1 潜時は非課題刺激のそれと同じく 183 m sec である (この時 F_3 , C_3 も 183 m sec)。この二人の被験者では、右半球では (これは入力半球である) Omission を知覚しているが、左半球は、非課題刺激の VEP と同じ反応をしていると言える。

とすると、Omit Response 時の Vertex 電位は、Omission に誘発されてでるのではなく、先行して繰返し提示されて来た非課題刺激の脳内代替物 (representation) の活性化を示していると言える。つまり、非課題刺激の脳内 representation が安定的に反響回路を構成し、他の部位、そして他の反響回路に対して抑制をかけるとともに、視覚通路の途中からバイパス通路を作りあげ、その通路が他の通路への抑制をかける事になる。よってここに一種の自動化過程が成立するに到り、処理の経済が生じることになる。この段階で Omission が生じると、自動化過程は作動してしまう事になり、Vertex 電位が出現する。

ところで次に右眼右視野刺激 (左半球入力) に話を移そう。Fig. 3-2-RT では、課題刺激 G に対して P_3 は大きくでるが、 N_1 - P_2 振幅は非課題刺激のそれよりも小さくなった。(Fig. 3-1-RT では N_1 - P_2 振幅は同じ傾向を示す。) 両被験者とも課題刺激の N_1 潜時は長くなる。他方、他の被験者においては、 N_1 潜時は短くなるが N_1 - P_2 振幅に差はない。通常これらの現象は「慣れ」と言われるが、むしろこれは、Vertex に存する反響回路としての記憶痕跡が刺激がこないで反響しえなくなり、その結果、並行的に Vertex 電位が作動しえなくなったと考えるのがよい。つまり課題刺激 G は 60 回に 1 回しかこないで被験者が維持しえなくなったのである。一方非課題刺激は入力があるもので、反響回路は自動的に維持しうるのである。狩野、北島、古塚、室橋、諸富 (in press) は、同じ刺激を 3 回から 5 回連続提示した時、刺激提示時間が 50 μ sec と短いと 2 回目刺激の VEP の N_1 - P_2 振幅は低下し、200 m sec と長いとその振幅が増大することを示した (1 回目刺激と比較して)。この事も又、本実験結果と同じく、入力が十分なヒステレンスを保つ形での反響回路を作りえない場合には、次の入力の N_1 - P_2 振幅は低下することになる事を示している。室橋 (1979) は、第 1 刺激を 1 秒間隔で 3 回、第 2 刺激を同じく 1 秒間隔で 3 回提示した時、第 2 刺激の 1 回目の N_1 - P_2 振幅が第 1 刺激

の1回目のそれよりも大きくなる事を示した。定位反射が生じたとすれば、第1刺戟の1回目と同じ大きさで良いはずである。とすると定位反射ではない何かが増大を規定したと考えざるを得なくなる。系列的に提示する事の繰返しがこれを解く鍵となる。つまり第1刺戟が3回提示される事により、第2刺戟に何がくるかについての情報の限局化が生じる事になる。言い換えれば、脳内 representation の数の限局化が生じる事になり、課題刺戟の提示と同じ状況になると思われる。又狩野、北島、古塚、室橋、諸富 (in press 4) は第1刺戟と第2刺戟を系列提示し、第1刺戟と第2刺戟の特定の組合せ (16通りの組合せの中の1つ) を系列課題刺戟として与え、その系列がでたら「ハイ」と報告させた時、Vertex 電位は、後頭部電位と違って、第1刺戟が課題刺戟の片方であれば、第2刺戟が課題刺戟であってもなくても同じ P_{300} 振幅値が第2刺戟 VEP にでる事を示した。この事は、Vertex 電位は誘発する刺戟と一義的な関係をもたないといえる。又、実験IIのデータから、Omit response 時の Vertex 電位の N_1-P_2 振幅は、当該刺戟 (Omission) の処理を表わすのではなく、先行の刺戟の representation の活性化を示すと考えることができよう。

注1) システム作りにあたって、美和電気工業の山田浩二氏、そして、筆者と共に丸3年間プログラムとデジタル回路作りを行った佐藤耕一氏 (現在三栄測器勤務) に感謝の意をささげる。両氏の貢献がなければ本システムは完成しなかった。

REFERENCES

- Blumhardt, L. D., Barrett, G. & Halliday, A. M. The asymmetrical visual evoked potential to pattern reversal in one half field and its significance for the analysis of visual field defects. *Brit. J. Ophthalm.*, 1977, **61**: 454-451.
- Chapman, R. M. Evoked potentials of the brain related to thinking. In F. J. McGuigan and R. A. Schoonover (Eds.), *The Psychophysiology of Thinking*. Academic Press, New York, 1973: 69-108.
- Donald, M. W. Current theories of transient evoked potentials: limits and alternative approaches. In *Progress in clinical neurophysiology. volume 6* (J. E. Desmedt, Ed): cognitive components in cerebral event-related potentials and selective attention. Basel: Karger, 1979.
- Donchin, E. Event-related potentials: A tool in the study of human information processing. In *Evoked brain potentials and behavior* (Bergman, H. Ed.). Plenum Press, New York, 1979.
- Donchin, E. & Lindsley, D. B. Visually evoked response correlates of perceptual masking and enhancement. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1965, **19**, 325-335.
- Donchin, E., Ritter, W. & McCallum, W. C. Cognitive psychophysiology the endogeneous components of ERP. In *Event-related brain potentials in man* (Callaway, E., Tueting, P. & Koslow, S. H. Ed.). Academic Press, 1978.
- Duncan-Johnson, C. C. & Donchin, E. On quantifying surprise: The variation in event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 1977, **14**: 456-467.
- Halliday, A. M. and Michael, W. F. Changes in pattern evoked responses in man associated with the vertical and horizontal meridians of the visual field. *J. Physiol.*, 1970, **208**: 499-513.
- Halliday, A. M., McDonald, W. I. and Mushin, J. Visual evoked responses in the diagnosis of multiple sclerosis. *Brit. Med. J.*, 1973, **4**: 661-664.
- Harter, M. R. and White, C. T. Effects of contour sharpness and check size on visually evoked cortical potentials. *Vision Res.*, 1968, **8**: 701-711.
- Hebb, D. O. *Textbook of psychology*. 3rd edition. 1972, Saunders.

- Hernandez-Peon, R., Scherrer, H. & Jouvett, M. Modification of electrical activity in the cochlear nucleus during attention in unanaesthetized cats. *Science*, 1956, **123**, 331-332.
- Hillyard, S. A., Picton, T. W. & Regan, D. Sensation, perception and attention: analysis using ERPs. In *Event-related brain potentials in man* (Callaway, E., Tueting, P. & Koslow, S. H. Ed.). Academic press, New York, 1978.
- Hillyard, S. A., Squires, K. C., Bauer, J. W. and Lindsay, P. H. Evoked potential correlates of auditory signal detection. *Science*, 1971, **172**: 1357-1360.
- Jeffreys, D. A. and Axford, J. G. Source locations of pattern-specific components of visual evoked potentials. I and II. *Exp. Brain Res.*, 1972, **16**: 1-40.
- Karlin, L. & Martz, M. J. Response probability and sensory evoked potentials. In S. Kornblum (Ed.), *Attention and performance IV*. New York: Academic Press, 1973, pp. 175-184.
- Klinke, R., Fruhstorfer, H. & Finkenzeller, P. Evoked responses as a function of external and stored information. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 1968, **25**: 119-122.
- Mackay, D. & Jeffreys, D. A. Visually evoked potentials and visual perception in man. In *Handbook of sensory physiology volume VII/3*: 647-671, 1973 (Jung, R. Ed.), Springer Verlag, Berlin.
- Picton, T. W. and Hillyard, S. A. Human auditory evoked potentials. II. Effects of attention. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1974, **36**: 191-200.
- Ruchkin, D., Sutton, S. and Tueting, P. Emitted and evoked P₃₀₀ potentials and variations in stimulus probability. *Psychophysiology*, 1975, **12**: 591-595.
- Simson, R., Vaughan, H. G. Jr. and Ritter, W. The scalp topography of potentials associated with missing visual or auditory stimuli. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 1976, **40**: 33-42.
- Simson, R., Vaughan, H. G. Jr. & Ritter, W. Scalp topography of potentials in auditory and visual discrimination tasks. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* 1977, **42**: 528-535.
- Spehlmann, R. The averaged electrical response to diffuse and patterned light in the human. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 1965, **19**: 560-569.
- Sutton, S. The specification of psychological variables in an average evoked potential experiment. In E. Donchin & D. B. Lindsley (Eds.), *Average evoked potentials: Methods, results and evaluations* (NASA SP-191). Washington, D. C.: U. S. Government Printing Office, 1969.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., & John, E. R. Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 1965, **150**, 1187-1188.
- Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J. & John, E. R. Information delivery and the sensory evoked potentials. *Science*, 1967, **155**, 1436-1439.
- Swensson, R. G. & Edwards, W. Response strategies in two-choice reaction task with a continuous cost for time. *J. Exp. Psychol.*, 1971, **88**: 67-81.
- Van Voorhis, S. T. and Hillyard, S. A. Visual evoked potentials and selective attention to points in space. *Percept. Psychophys.*, 1977, **22**: 54-62.
- 狩野 陽. 学習の基礎機構—視知覚における試論. 北海道大学教育学部紀要, 13号, 43-73, 1967.
- 北島象司. 懐疑から確信へ: 選択的注意と慣れ. 北海道大学教育学部紀要, 32号, 1-20, 1978.
- 狩野 陽, 北島象司, 古塚 孝, 室橋春光, 諸富 隆. 認知に対応する誘発電位の後期成分その III-1, 2, 3, 4. 日本心理学会第44回大会発表集, 1980(in preparation).
- 室橋春光. 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, 34号, 1979.