



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	知覚の成立と誘発電位
Author(s)	古塚, 孝士
Citation	北海道大學教育學部紀要, 23, 87-108
Issue Date	1974-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29100
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_P87-108.pdf



知 覚 の 成 立 と 誘 発 電 位

古 塚 孝

概 要

本論文は、視知覚情報処理過程を電気生理学的に分析しうるか否かを検討する為の試論である。視知覚情報処理過程を、入力処理にかかわる input reading 段階と入力に対する生体の反応・入力の記憶化にかかわる reading out 段階に分け、reading out の活動状態の示標として、誘発電位の後期成分である P3 を選び、percept の産出 - 即ち reading out - の相違のみが P3 に反映するかを実験的に検討した。結果は、上の仮説を支持すると思われる。しかしながら、誘発電位を示標として用いる事には多くの困難があり、その意味ではなお多くの検討すべき余地が存する。

目 次

第 1 章	序	87
1-1	はじめに	87
1-2	仮 説	88
1-3	実験仮説	92
第 2 章	方 法	92
2-1	実験装置	92
2-2	刺激条件	92
2-3	脳波・誘発電位記録法	93
2-4	実験手続	93
第 3 章	結 果	95
3-1	単発刺激の誘発電位	95
3-2	ダブル刺激の誘発電位	97
第 4 章	考 察	100

第 1 章 序

1-1 はじめに

頭皮上導出誘発電位は、Computer の導入により簡単に多相性の波として記録されるようになった。しかしながら、その波が何を示すかについては、依然としてまだ明らかでない。通常、誘発電位は皮質神経細胞群の集合活動電位の示標であると考えられているが、神経細胞をとりまくグリア

細胞の集合電位の可能性も存する。(Riggs 1969)。つまり誘発電位(EP)は、当該皮質領域での電位以外の電位即ち雑音(例えば、運動電位・眼球運動電位・筋電図・緩電位 etc.)をとり除きさえすれば、たとえば視覚誘発電位はうまくとれるといったものではなく、EP本来に含まれる諸問題の解決がせまられているのが現状である。この意味で誘発電位の研究は、ひとつの反省期に入っており、最近多くのReviewがなされるようになった。(Donchin & Lindsley 1969, Regan 1972, Riggs 1969, Mackay & Jeffreys 1972)。誘発電位本来の諸問題とは次の如きものである。① ある成分の振幅の増大は、その成をつくる generator がより大きく活動した事の結論なのか、それとも他の generators が活動をやめた結果、その generators の活動がうかびあがって来たかと考えるのかという問題。② ある成分の潜時の遅れは、ある generators の活性化が遅れた結果なのか、それともその generators は活性化せず、それにかわる他の generators 活性化した結果なのかという問題。③ 一体誘発電位のあるひとつの成分には、ひとつの generator が対応するのか。それとも種々の generators の重量として考えるのがよいのかという問題 etc.。

しかしながら、それ以前の初歩の問題が生じている。それは、誘発電位の個人間・個人内変動性という問題である。Lindsley (1969)はこの点について言及し、第1に個人内一貫性、第2に個人間類似性を示標として、誘発電位の後期成分(非特殊の反応)のみが信頼できるとしている。彼は、刺激後100 msec以内の潜時の初期成分は、個人内一貫性を現状では保ちえないので、その成分の分析は行っても無駄であると提言するのである。

ところで、Lindsleyに従って誘発電位が安定的にとりだせたとしてもそれが一体実験で用いた独立変数に対応して、従属変数として変動するかという問題も存する。例えば、Harter 達はチェックサイズを独立変数とし、それに対応して視覚誘発電位が変動するかを検討する実験を行ったが、結局チェックサイズが独立変数として作用せず、刺激の鮮明度がチェックサイズ場面できいてくる事を明らかにしたにとどまった(Harter & White 1968, 1970, Harter 1970, 1971)。又Harter & White (1968)の視覚誘発電位を詳細に検討すると、例えば、潜時100 msecの成分は、等質光では正へのふれで、チェッカーボードを鮮明に提示したら負へのふれとなる。これはHarterの刺激提示が10 μ secフラッシュによる事を考慮すれば、単に、等質光による視覚誘発電位と、チェッカーの線の網膜の位置の相違による視覚誘発電位の変動をとつたのみという事になる(Jeffreys & Axford 1973)。とすれば、チェックサイズは、彼の実験状況では、独立変数として、視覚誘発電位にかかわっていないといえる。

以上、誘発電位の研究の現状を考察したわけであるが、当面我々はLindsleyに従い被験者内の一貫性・被験者間の類似性を示標として誘発電位の各成分についての信頼度の検定を行って来た。そこで我々は、本研究室での実験条件下で、潜時200 msecの負成分(N2)と潜時300 msecの正成分(P3)が安定してとりだせる事を示し得た。本研究の目的は、これら両成分が視覚情報処理にかかわってどのような変動を示すかを検討することにある。その為、この両成分についての研究をReviewし、そこから仮説をとりだし、実験を行うこととした。

1-2 仮 説

ある対象の知覚とは、網膜における刺激受容から始まり percept の産出に終るものであるから、それは記憶・概念化作用、そして反応動作系を含む mechanism として推定しなければなら

い。Haber(1966)は刺激入力の内受けとり態勢との対応で考えられてきた set 概念を検討する中で、刺激の情報処理過程のモデル化を試みている。彼によれば、ある刺激に対する set を被験者に形成させた時、その刺激に対する反応時間が早くなったり、報告の正確度が増したりするのは、刺激の encoding 段階における促進現象(みえがよくなる etc.) によるのではなく、反応の側、即ち decoding 段階における促進現象によるとするのである。つまり、多くの刺激に対応して各反応をしなければならない時、各反応間でのみ干渉が生じるので、各刺激に対する反応の順序を決定し、その順序で反応していく事による反応の正確度の低下を set の効果とするのである。言い換えれば、percept の産出までの過程で、刺激の記憶化過程、刺激に対する反応段階に set が干渉するのである。

刺激の encoding 段階で、我々は、普通覚えらるより以上の多くの bits を把持できる。この現象は Short term memory と呼ばれている (Sperling 1969, Haber 1966)。例えば Averback & Sperling (1968) によれば、3コ、6コ、9コ、12コの文字を 50 msec から 500 msec まで提示し、刺激提示後できるだけ多くの文字を報告するように教示すると、被験者は 4~5 個の文字しか報告しえないが、18 個の文字を 50 msec 提示し、その後 0 msec から 1000 msec に報告すべき文字を指示する示標を提示してそれを報告させると 16 個の文字が報告しうる形で把持されているとの data がある。この事は、ある刺激の percept の産出 = 刺激の記憶化・反応化は、他の刺激の Short term memory を消してしまう事を意味する。つまりある percept の産出は、他の入力のきりすてを必然的に含むのである。

ところで誘発電位は、刺激提示によって誘発された脳内活動の変動を示すものだから、刺激の encoding から decoding までの過程の示標と考える事ができる。我々が本実験で取り扱う視覚誘発電位 N2 (潜時 140~200 msec) P3 (潜時約 300 msec) は、知覚の成立をもたらす脳内の処理過程のどの部分を示しているのであろうか。Donchin 達は (Donchin & Cohen 1967, Donchin & Smith 1970, Smith et al. 1970)、EP の後期成分即ち P3 が、選択的注意と相関があることを見出した。つまり被験者にとって task relevant な刺激の P3 成分は、振幅を増大させるというのである。task relevant な刺激とは、その刺激に対して被験者が反応を要求されている刺激であり、task irrelevant な刺激とは、task とは無関係な noise としてはいつてくる刺激をさすのだから、この事は、percept の成立した誘発電位と、percept の成立しなかった刺激の誘発電位の比較を Donchin 達は行つたと言えよう。そしてその時、N2 は、task irrelevant な刺激の誘発電位でもみられる。この事は N2 が Short term memory = input reading の示標であると仮説しうる根拠となる。そして P3 は、Short term memory から特定の刺激をひきだし、その刺激を記憶化し、その刺激への反応に結びつける活動 = reading out の示標であると仮説する。(仮説 1)

ところで、脳内での刺激処理は、Sokolov (1963) を待つまでもなく、脳波 (EEG) を示標にすると、刺激の入力による賦活の上昇から定常状態への復帰として考えることができる。とすれば、刺激の処理効率の良さ、反応時間が短くなる事には、賦活レベルの変動も干渉していると考えられる。Morrell & Morrell (1966)、Donchin & Lindsley (1966) は、Vigilance の実験を背景に、賦活の下降・上昇と反応時間の遅・速を関係づけ、刺激提示時の賦活状態が高い時が低い時と比較して、反応時間の短縮と誘発電位の振幅の増大を結果するとしている。

ところで誘発電位の振幅の増大は賦活の上昇のみがその原因となるのではない。例えば Donchin & Smith (1970) は、task relevant な刺激の誘発電位の振幅の増大が、刺激提示前の賦活の状態に依存しているかを調べる為、脳波の周波数分析を行った所、刺激提示前の脳波で示される賦活状態は、relevant 刺激と irrelevant 刺激で差はない事を確定している。又 Posner & Boies (1971) は、反応時間の研究に encoding 概念を導入し、賦活を上昇させる効果をもつ警告音を反応時間場面に先立つて与えても反応時間の短縮化は得られるが、同時に、反応すべきか否かを決定する刺激内容を先に与え、encoding 時間を反応の前に保障する時も反応時間の大幅な短縮が得られるとしている。Karlin et al. (1970, 1971) は、反応時間の遅速と誘発電位の関係を調べた所、N2、P3 成分の振幅が大きいほど反応時間が早くなる事を認めた。又彼らは、選択反応場面で、反応すべきでない刺激 (S-) の P3 が有意に増大する事も認めた。この事は、P3 が賦活の示標であるばかりでなく、刺激の処理内容・反応内容の示標であるという事を示すと思われる。Ritter & Vaughan (1969) は、P3 が、困難な弁別を被験者に行わせる時増大する事を見出した。又 Vigilance 条件では、検知しえた刺激の誘発電位には P3 が存し、検知し得ない刺激の誘発電位には P3 が存しない事を見出した。以上、誘発電位の P3 成分が、reading out の示標になりうる事を考察したが、次に我々は、P3 が脳内における刺激の代替物、representation の成立と安定化の示標と考えられるかどうかについて考察する。Sutton et al. (1965, 1967) は、音刺激と光刺激がランダムに提示され、音：光 = 1：1、音：光 = 1：3 の時に、音と光の誘発電位を比較した所、刺激モダリティーの相異にかかわらず両誘発電位に P3 が出現し、刺激の出現確率が低いほど P3 が大きくなる事を示した。又 Sutton (1969) は、高い音と低い音をランダムに提示し低い音の出現確率と低い音の誘発電位との関係を調べた所、出現確率が低下するほど P3 の振幅は増大する事を認めた。その時、低い音の後、たまたま低い音が続く場合の、後の音の誘発電位は、低い音の出現確率と無関係に P3 は、小さい振幅にとどまる事を示している。この事は、P3 が定位反応成分であると考えた事の可能性を示唆する。Ritter & Vaughan (1968) は、同じ刺激を一定間隔で (つまり出現が完全に予測しえる形で) 提示し続ける時、P3 が消滅するばかりに小さくなる事から P3 は定位反応成分だとしている。しかしながら定位反応は「おやーなんだ反射」としてのみ考えるのは妥当ではない。なぜなら、定位反応は、ある刺激の処理が済んだ後、同じ刺激が入力する時は生じないで、違う刺激が入力する時もしくは同じ入力であっても、その入力の違う特性に被験者が注目した時、生じるのだから、定位反応そしてその後の慣れ (habituation) は、脳内における刺激の代替物 = representation もしくは、刺激の記憶痕跡の成立とその安定化を示す現象ととらえてよい。それゆえ誘発電位の P3 成分は、脳内における刺激の代替物の活性化の示標であり、その振幅は活性化に要するエネルギー量を示し、その潜時は、刺激入力から、刺激代替物活性化までの時間を示すと考える。(仮説 2) とすれば Sutton 達の data は以下の如く考える事ができる。刺激が入力し、その刺激について一度 read out されると、即ち脳内における刺激代替物が活性化すると、その活性化は長く続き、その後同じ刺激代替物が活性化する場合、活性化に要するエネルギー量は少なくてすむ (P3 の振幅は小さい) のである。

Klinke et al. (1968) によると、振動刺激を三つ組 (一定間隔) にしてくりかえし提示中、時々三つ組の 1 つの刺激が省略されるようにし、省略された時の誘発電位をとると、P3 が生じるとしている。(潜時が 100 msec おくれる。) Weinberg et al. (1970) は、脳内

に微小電極を埋め込んだ被験者を用い、被験者が刺戟がでると予測した時、実際に刺戟がでなくても、微小電極からとった誘発電位にP3が生じるとしている。又Sutton et al.(1967)は、クリックが二発出されるかどうかを検定する事を被験者に要求した時、二発目にクリックが出なかった場合でも、二発目に対応するP3が生じることを報告している。この事は、脳内における刺戟の代替物・記憶痕跡の「解発」が刺戟入力と相対的に独立して生じ得る事を示すと考えられる。そしてその示標は、P3が刺戟入力のない状態で出現する事である。これらの実験状況で共通して言える事は、①被験者が刺戟は出るものと100%予測している状況、又は、仕事として予測している事。②その刺戟の出現の時間関係が定まっている事。③一番大事な事だが、提示省略の前に、完全に、その刺戟の脳内代替物が形成されている事である。とすれば、刺戟入力のない場合の誘発電位にP3が存する事は、脳内において刺戟の代替物が、時間を手がかり刺戟として活性化したといえる。この事象をさして、私達は、John(1967)に従い、memory traceのread outが生じたことの示標としてP3の出現をとらえる事にする。

ところでmemory traceの活性化は、外的刺戟入力と完全な独立性を保っているわけではない。Hillyard et al.(1971)は、閾値ストレスの刺戟を出し、その時刺戟がでたかどうかの報告と誘発電位の関係を調べた。彼らは、刺戟の存否と報告を次の四条件にわけその時の誘発電位の比較を行った。Hit—すなわち刺戟は出たと被験者の報告があり、実際に刺戟が出ていた時。False alarm—刺戟は出たと報告はあったが実際には刺戟は出ていなかった時。Correct rejection—刺戟はでないと報告があり実際にも刺戟はでなかった場合。Miss—刺戟はでないと報告はあったが実際には、刺戟は出た時。この四条件で、Hitの誘発電位でのみP3が出現した。そしてHitで出現するP3の振幅は、検知率の増大にともない大きくなる事を示した。しかし、P3の増大は90%の検知率までで100%の検知率になるとP3の振幅は90%の時より小さくなる。Hillyard達は、検知率の増大を刺戟強度をあげる事によって行っている。もしP3が完全に刺戟入力と独立しているならば、False alarmでP3が出現してよいはずである。False alarmでP3が出現しないのは、Hillyard達の実験条件による。即ち、閾値ストレスの刺戟では、完全に脳内における刺戟の代替物が成立し得ないのである。Haber & Hershenson(1965)は閾値下刺戟でもくりかえし提示するとPerceptの産出すなわちみえてくる事を示した。とすれば、Hillyard達のdataで刺戟強度が増大する事による検知率の増大の結果として生じるP3の増大は、脳内における刺戟の代替物の成立が、刺戟入力の加算化によって生じてくるという事を示すと仮説しうる。言いかえれば、P3が刺戟入力と相対的に独自に作動するのは、それ以前に脳内における刺戟代替物が完全にできあがっている事が必要である。

ところで、一方N2成分は、刺戟入力との対応性が強く、「habituation」に抗する力も強い。我々は条件づけの手法を用い、CSとしての弱い光を6秒間提示し、その後UCSとしての強い光を1秒間提示した時、CSのP3が、条件づけの獲得に従って潜時のズレ又は振幅の減少することをみつけたが、一方N2成分は安定し増大化する事がみられた。又、Ford et al.(1973)によれば、二種類の聴覚刺戟・二種類の視覚刺戟をランダムに提示し、その一つに注意するように教示すると、注意した当該刺戟の誘発電位で、N2、P3共に増大が生じ、同じモダリティの非当該刺戟はN2の増大のみ。違うモダリティの非当該刺戟の誘発電位は、N2、P3共に小さいというdataを得た。

以上の事により、P3は刺戟の脳内における代替物即ちmemory traceのreading outに関係する脳全体の反応の示標であり、N2は刺戟のinput readingに対応する示標であると

仮説する。

1-3 実験仮説

本実験では、脳内における刺激の代替物の活性化＝perceptの産出と考え、何がみえたかについての報告が同じ場合、同じ代替物が活性化したとし、違う場合、違う代替物が活性化したと定義する。実験は、第1刺激を、perceptの産出に十分な持続時間で提示し（P3の潜時十約100 msec）それに続いて第2刺激を提示する。その時、両刺激の代替物間の相互作用を第1刺激のP3と第2刺激のP3の振幅を示標として分析する。第1刺激はルビンの反転図形の右半分を提示し、第2刺激はルビンの反転図形の全体である。（ルビンの反転図形としたのは、同じ物理的配置をもつ刺激が、違うperceptを産出しうる条件を作る為である。）この時、①第1刺激と第2刺激が同じperceptを作る時。②第1刺激が第2刺激の部分というperceptを生じさせ、第2刺激の提示で始めて完全なperceptが産出される時。③第1刺激のperceptと第2刺激のperceptが全く違う時。の3条件での第2刺激のP3の振幅は③>②>①となると仮説する。又第1刺激と第2刺激のP3の振幅の比は、①>②>③と仮説する。

実験Ⅱでは、同じ刺激状況で、第2刺激のperceptの相異を基にして誘発電位の加算を行い、第1刺激のP3と第2刺激のP3を示標として、perceptの相異が誘発電位に影響を与えるかをみる。第2刺激のperceptの報告が“盃”の場合と、“両側の顔”の場合で、第1刺激のP3と第2刺激のP3との相互作用の度合いが違ってくると仮説する。

第2章 方法

2-1 実験装置

光刺激提示の為の装置は次の如くである。防音暗室内に縦60cm、横80cmの投射面をもつプラスチックドームを被験者の前方80cmにすえつける。これが刺激提示面である。刺激はキセノンランプを光源としたスライド投射器で刺激投射面に提示される。刺激提示時間、刺激間隔は、三栄測器時間制御器が一定時間矩形波を出し、それが日本光電製光刺激発生装置を駆動させる事により行った。光刺激発生装置は、矩形波のonからoffまで45コ/secでキセノンランプを発火し続ける。第1刺激が420 msec提示されそのoffと同時に第2刺激が600 msec提示される場合は、時間制御器、光刺激発生装置を2組用いて時間制御器Aが420 msecの矩形波を出し、その矩形波のoffと同時に時間制御器Bが600 msecの矩形波を出すように設定した。凝視点は、暗室内に東芝フォト・ダイオードNO.102を内蔵した投射器をとりつけ提示した。凝視点は直径5mmの赤い円である。

2-2 刺激条件

A刺激は、ルビンの反転図形の右半分で、左を向いている顔にみえる。B刺激は、ルビンの反転図形の全体で、盃又は向いあつたふたつの顔にみえる。C刺激は黒地に白く浮きでたフクロウである。図2-2-1は、A刺激、B刺激、C刺激を図示したものである。

図 2-2-1 刺戟図形

B 刺戟—最大横幅 16.2 cm、 最大縦幅 14.2 cm
 C 刺戟—最大横幅 8.8 cm 最大縦幅 11.2 cm
 A 刺戟—最大横幅 8.1 cm 最大縦幅 14.2 cm
 (いずれもドーム投射面での大きさである)



2-3 脳波・誘発電位記録法

脳波用銀盤電極を左後頭(⑦O₁)、Vertex(⑤Cz)、左耳朵(⑪)右耳朵(⑫)左眼瞼(③)、左眼上(①)、左眼下(②)、右眼瞼(④)、にベンドナイト糊で装着し、ばんそうこうで押える。電極低抗は10 K Ω 以下におさえた。脳波は日本光電製13チャンネル多用途脳波計で計測した。脳波計の第1チャンネル—上下眼球運動(①—②)、第2チャンネル—左右眼球運動(③—④)、第3チャンネル—Vertex単極誘導(⑤—⑪)、第4チャンネル左後頭Vertex双極誘導(⑦—⑤)、第6チャンネル左後頭単極誘導(⑦—⑪)とした。刺戟提示は、脳波記録上にマーカーで記録した。誘発電位は上記の耳朵を連結した上で、左耳朵を不関電極として、Vertexと左後頭の単極誘導脳波を、刺戟提示を示す矩形波と共に、TEAC製R510FMテープレコーダーに記録し、実験後日本光電製ATAC201に入れてとつた。ATAC201の入力調整は、ATACのオシロスコープ上で1.5 cm=50 μ Vに32回加算でなるように設定した。分析時間は1秒である。又加算をoff-lineで行う為、各実験の始めに50 μ Vの標準電圧をテープレコーダーに入れた。誘発電位の記録は、理研製のX-Y Recorderで記録した。安定した誘発電位を得る為、実験中次の事に注意した。

①刺戟提示は、被験者の脳波が β 波の時のみ行い、これに失敗した時、即ち α 波の出現時に刺戟が提示された時、この試行は、誘発電位の加算に加えない事とした。

②眼球運動をなるべく少なくする為凝視点を提示し、かつ、刺戟提示中は、まばたき・眼球運動をしないように教示した。又刺戟提示時間を誘発電位の分析時間と等しくする事により、眼球の反応を最小限にするように統制した。刺戟提示中に上記の眼球運動・まばたきがある時は、その試行を加算に加えない事とした。

③首・頭等の筋肉に力を入れないように教示し、脳波に筋電図がまじらないようにした。それにもかかわらず、筋電図が混入した試行は加算に加えない事とした。

被験者が上記三条件を守れない試行が重なると、2～3分の休憩を与えた。誘発電位の記録を、10回目、20回目、32回目毎に行い、安定的に成長する波のみを誘発電位の成分とした。

2-4 実験手続

被験者の健康状態・視力・睡眠時間等を質問し、記録した後、脳波用電極を装着する。電磁シャヘイ、防音暗室内の安楽椅子に被験者を坐らせた後、凝視点と刺戟を提示して、それらが見やすい位置に椅子の高さと姿勢を調整する。同時に、脳波記録に筋電図がでないように首の位置を決定した。その後閉眼させ、室内のランプを消し、5～10分間の暗順応を行わせる。この時点から赤い凝視点は

ずつと点灯しており、実験の終るまで提示され続ける。暗順応後被験者に、開眼し、凝視点をみるように教示する。又、体をリラックスさせる事、特に刺戟提示中は、首、体に力を入れない事、まばたきをしないように教示した。

実験は次の系列順序に従って行つた。系列の始めにはいつも凝視点と刺戟の位置関係を調整した。

系 列	刺戟種類	提示時間 (msec)	凝視点	試行回数
1	B 註 1	B-1000	額註 5	45
2	B	B-1000	鼻註 6	45
3	A 註 2	A-1000	鼻	45
4	A	A-1000	額	45
5	A→B 註 3	A-420 B-600	額	45
6	A→B	A-420 B-600	鼻	45
7	A→C 註 4	A-420 C-600	鼻	45
8註7	A→B	A-420 B-600	額	45
9	A→B	A-420 B-600	額	45
10	A→B	A-420 B-600	額	45

<註>

- 1) B刺戟—ルビンの反転図形全体
- 2) A刺戟—ルビンの反転図形右半分の顔
- 3) A→BとはA刺戟を420msec提示しそのoffと同時にB刺戟が600msec提示される。
- 4) A→Cとは、A→Bの刺戟の出し方でBにかわつてC刺戟=ふくろうが提示される。
- 5) 額とはルビンの反転図形の顔の額の高さの所で両額の中央に凝視点が提示される事を言う。
- 6) 鼻とは註5と同じ条件で、凝視点の位置が鼻の先の時を言う。
- 7) 第8系列以降は各試行毎にB刺戟が歪にみえたか、顔にみえたかを聞く系列である。報告は、脳波記録と同時にFMテープレコーダーに入れ、誘発電位加算時の基準とした。

第1系列から第4系列までは、A又はB刺戟を単独提示する系列で、第5系列以降のA→B継時提示による誘発電位の基準にする為に行つた。試行間間隔は1秒～5秒であり、1系列が終ると被験者に終つたむねをつたえ、2～3分の休憩をとつた。第5～第7系列は、刺戟提示on間隔を420msecとし(これは、第1刺戟のP3が出現してから第2刺戟が提示される事を保証する為)、第1刺戟としてのA刺戟(duration 420msec)、第2刺戟としてのB又はC刺戟(duration 600msec)を提示する系列である。この時、A刺戟である右側の顔はB刺戟の一部分である右側の顔とピッタリ重なるようにした。それゆゑ「みえ」としては、「B刺戟の半分が第1刺戟として出てその後、B刺戟の全体が第2刺戟として出る」という報告になる。A→C系列では、A刺戟とC刺戟は重ならない。A刺戟が出てその後関係のないC刺戟がでたという「みえ」になる。凝視点の位

置をかえたのは、その事により、顔・盃のみえ方即ち反転率に差が生じるからである。

第8～第10系列では、一回毎にB刺激に対する「みえ」が盃とみえるか顔にみえるかを報告させた。この報告は必ずしも簡単ではないので心理学を研究するものを被験者とし、かなりsophisticateした報告をするように教示した。

第3章 結 果

3-1 単発刺激の誘発電位

図3-1-1は、本実験で得られた左後顔部視覚誘発電位の模式図である。視覚誘発電位（以下、VEPとする。）の成分は、潜時100msecの正成分（P1）、潜時120～200msecの負成分（N2）、潜時300msec±70msecの正成分（P3）である。本実験で示標としたのは、主としてN2-P3のpeak to peakの振幅である。（模式図では、Cで表わされる。又、N2、P3の潜時も附随的であるが示標とした。）（模式図では、N2の潜時=b、P3の潜時=aで表わされる）。N2、P3の同定は非常に困難な場合もあったので、漸定的に次の基準を定め、先に潜時の同定を行い、これを基準にして、N2-P3のpeak to peakによる振幅を測定するという方法をとった。

基準1、原則的には、分析時間1秒のVEPの負の最大peakをN2とし、正の最大peakをP3とする。

基準2、第1刺激と第2刺激を継時提示した時の第2刺激の誘発電位において生じる事だが、N2又はP3が基準1に従うとピークが2つ以上もしくはプラトーになる場合、ピークが2つ以上あつてどちらも決められない場合、単独提示した時に得られるN2、又はP3の潜時に近いものでかつ、加算10回目、20回目と成長する成分で特に10回目でその存在が認められる成分の方をN2、P3と定めた。又、プラトーなピークを作る場合は単独提示の時の潜時の部分を、N2、P3のピークであると認定した。（単独提示の時は、ピークが複数又はプラトーにならなかったため、同定は比較的簡単であつた。）

図3-1-2は、3人の被験者についてA刺激又はB刺激を1秒単独提示した時のVEPである。A刺激のVEPは点線、B刺激のVEPは実線で表示し、各被験者毎に重ね書きした。A刺激とB刺激のVEPにみられる差は、VEPの成分P1、N2の潜時のズレとして生じる。（S. K. 10msec、M. H. F. 40msec、M. H. 30msecの潜時のズレがあり、B刺激の方がA刺激よりも潜時は短い。）P3成分については、B刺激よりもA刺激の方が潜時が短くなる。（M. H. ではそうではない。）

図3-1-1 VEPの模式図

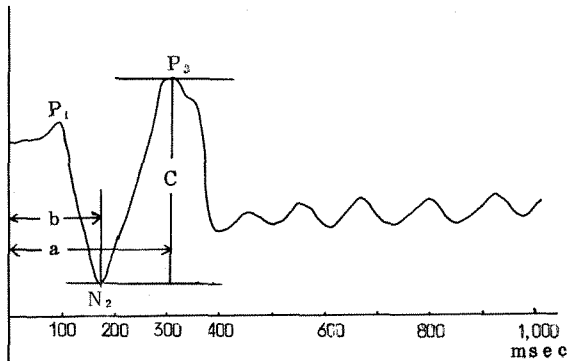


図3-1-1 A刺激又はB刺激を単独1秒間提示した時のVEPの模式図。VEPの成分として、P1、N2、P3が認められる。aはP3の潜時。bはN2の潜時。cはN2-P3のpeak to peakの振幅である。上が左後頭部で正となる。

図3-1-2 A又はB刺激のVEP

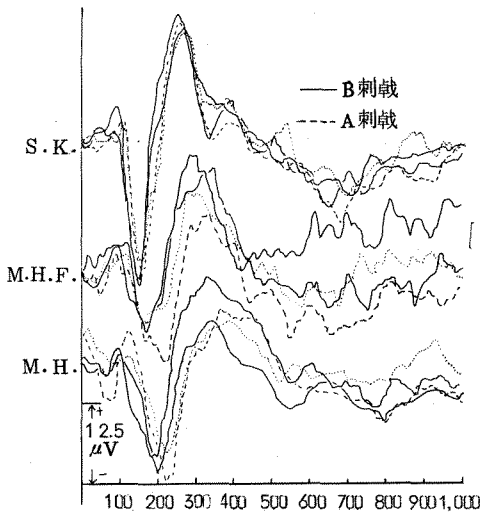


図3-1-2 A(点線)又はB刺激(実線)のVEP。分析時間1秒、加算回数32回、上が左後頭部でプラスを示す。図左下に基準電圧(12.5μV)を表示した。左後頭(O1)-右耳朵の単極誘導脳波を加算平均。S.K., M.H., M.H.F., はP1、N2の潜時のズレが点線(A刺激)と実線(B刺激)間で生じる。

被験者毎にN2、P3の潜時(msecで表示)とN2-P3の振幅(μVで表示)を測定し、それを系列毎に表としたのが表3-1-3であり、それを図に書いたものが図3-1-4である。この表ではN2の潜時はA刺激の方が長く、B刺激では短い。P3の潜時は逆でA刺激の方が短くB刺激の方が長いという傾向が存する。図3-1-4によると、系列1の方が系列2より振幅が大きく、系列3の方が系列4より振幅が大きい。(M.H.F.においては、逆に系列3の方が大きい。)この事は、M.H.F.以外は、凝視点の位置の変動の効果が振幅に影響を与えていないという事を示す。むしろ系列効果、即ち“慣れ”の効果が生じたとするのが適当である。

表3-1-3 A刺激又はB刺激のVEPの振幅と潜時。

被験者名		S・K		M・H・F		M・H		A・K	
系列	刺激&凝視点	潜時 N2, P3	振幅 N2-P3	潜時 N2, P3	振幅 N2-P3	潜時 N2, P3	振幅 N2-P3	潜時 N2, P3	振幅 N2-P3
1	B 額	150-260	44.3	180-300	29.0	180-330	27.1	120-210	8.6
2	B 鼻	150-270	42.8	180-346	25.8	200-330	23.2	124-210	9.5
3	A 鼻	162-260	40.8	220-285	22.5	210-315	26.2	120-210	9.5
4	A 額	160-265	38.0	220-285	23.0	230-370	19.5	120-200	4.8

表3-1-3 A又はB刺激を1秒間単独提示した時のN2-P3の各被験者毎の振幅と潜時、潜時はmsec。振幅は μ Vで表示、「みえ」についての答申は求めなかった。

図3-1-4 各系列における振幅の推移

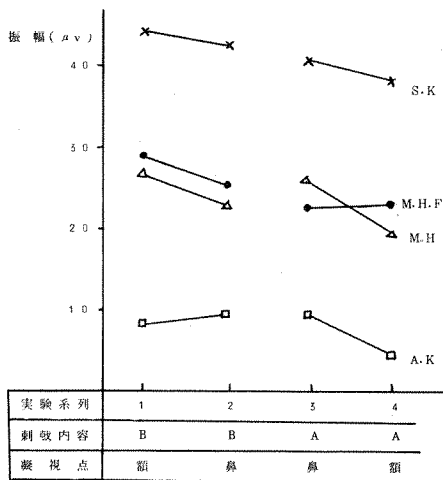


図3-1-4 表3-1-3の振幅(N2-P3)のみを実験系列毎に表示した。×—× S.K., — M.H.F., △—△ M.H., □—□ A.K. 被験者により振幅量は違う。物理的な刺激特性に対する慣れと、系列全体に対する「慣れ」が生じているといえる。

3-2 ダブル刺激の視覚誘発電位

図3-2-1は、第1刺激としてのA刺激を420msec提示し、そのoffと同時に第2刺激としてのB又はC刺激を600msec提示した時の第1刺激と第2刺激の左後頭部誘発電位である。第1刺激の誘発電位は、第1刺激onから1秒間を分析時間として32回加算平均してとったものである。第2刺激の誘発電位も同じく、第2刺激の提示onから1秒間を分析時間として32回加算平均してとったものである。表示は、両誘発電位の前半500msecを切りとり行なった。図の左が第1刺激のVEPで、右は第2刺激のVEPである。

この図で注目すべき点は、次の2点である。

- ①第1刺激AのVEPに比して第2刺激B又はC刺激のVEPは顕著に小さい。
- ②図の点線で示された系列(A→C提示)では、第2刺激のP3がはっきり認められる。A→B系列では、第2刺激のVEPのP3成分は顕著に認められない場合がある。

図3-2-1 継時提示した時の第1刺戟と第2刺戟の視覚誘発電位

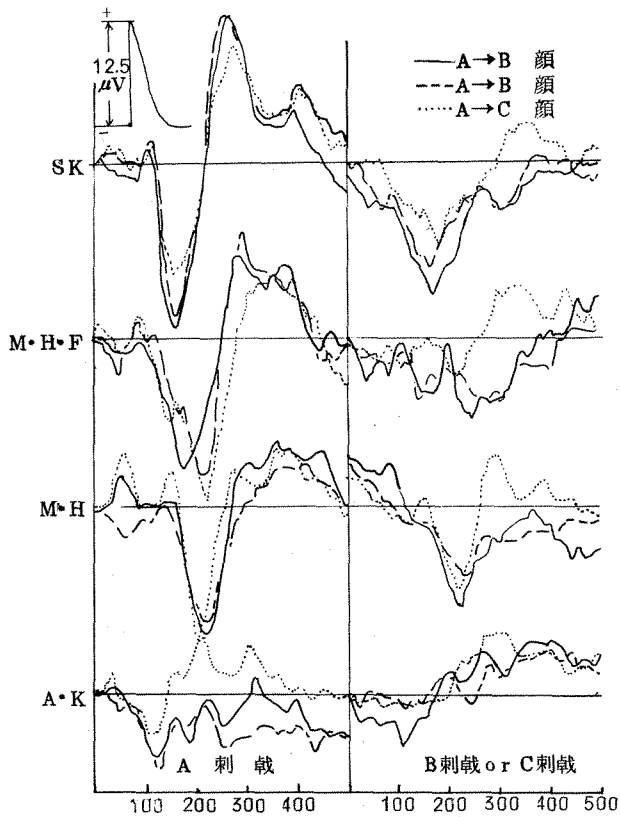


図3-2-1 左後頭-右耳単極誘導、A刺戟のVEPと、B又はC刺戟のVEPは独目にとつた。分析時間1秒、加算回数32回。図示したのは記録された誘発電位の前半、各500 msec、上は左後頭で正の極性を示す。図左上に基準電位(12.5μV)を表示した。記録は各被験者毎に行い、実線は、第5系列のVEP破線は第6系列のVEP、点線は第7系列のVEPを示す。点線(第7系列-A→C)の第2刺戟のVEPのP3が顕著である。

表3-2-2

被験者		S . K		M . H . F		M . H		A . K		被験者報告
系 列	刺戟 視 載点	潜 時 N2, P3	振 幅 N2-P3	潜 時 N2, P3	振 幅 N2-P3	潜 時 N2, P3	振 幅 N2-P3	潜 時 N2, P3	振 幅 N2-P3	
5	A ↓ 額	160-260	38.8	180-280	26.5	210-360	22.2	120-220	5.7	求めず
	B	170-260	13.3	250-340	7.8	210-370	11.1	110-200	7.6	
6	A ↓ 鼻	160-250	42.5	220-290	30.3	220-360	17.6	120-215	6.7	求めず
	B	160-270	10.0	240-350	5.0	230-400	6.9	110-200	3.2	
7	A ↓ 鼻	150-280	28.5	220-310	26.0	210-310	22.2	110-215	10.1	求めず
	C	180-320	14.0	220-300	10.3	210-300	15.3	110-270	7.1	
8	A ↓ 額	160-260	35.3	220-300	20.5	220-380	17.6	110-218	4.2	顔
	B	160-260	14.5	220-380	6.0	195-380	5.3	118-210	7.1	
8'	A ↓ 額	140-270	39.3	220-300	16.0	210-385	23.6	110-205	7.1	盃
	B	140-240	12.8	220-350	3.0	180-380	7.2	110-248	7.1	
		msec	μV	msec	μV	msec	μV	msec	μV	

表3-2-2、左後頭-右耳ダ単極誘導、加算32回、分析時間1秒、振幅は μV 表示。(N2-P3の peak to peak) N2、P3の同定は、3-1による。

図3-2-3 系列によるVEPの変動

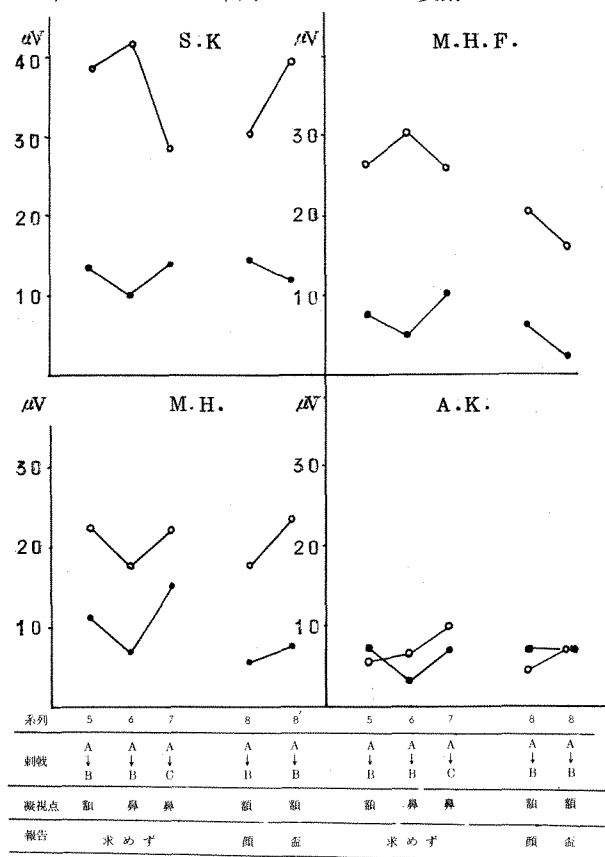


図3-2-3、○—○はA刺激の振幅、●—●はB刺激の振幅、縦軸に μV をとった。各被験者毎に表示。

は最大となり凝視点が鼻の位置にあり、perceptとしては、第1刺激が“右側の顔”そして、第2刺激は“右側の顔はそのまま、次に左側の顔がでて両側に顔がみえる”となる確率が高くなる時、第2刺激のVEPの振幅は最小となる。そして凝視点が顔にある時、perceptとしては、第2刺激は歪にみえる確率が高くなる時、VEPの振幅は、凝視点が鼻の時より大きい。

表3-2-2は、A→B、A→Cと
継時提示した時のA、B、C刺激の
VEPのN2、P3の潜時と、N2-P3
振幅を表にしたものである。尚、第8系
列は、A→B提示で、1回毎に第2刺激
の“みえ”の報告を求め、顔と報告のあ
った試行の加算によるVEPであり、第
8'系列は、歪と報告のあった時のVEP
である。図3-2-3は、表3-2-2
のN2-P3振幅のみを各被験者毎に、系
列毎に図示したものである。又、図3-2
-4は、第1刺激と第2刺激のN2-P3
振幅の比の値を系列毎、被験者毎に示し
たものである。図3-2-3のうち、報
告を求めない系列(5、6、7系列)で
は、A・K・をのぞいて全ての被験者
で、第2刺激のVEPのN2-P3振幅が
第1刺激のVEPの振幅に比して非常に
小さい。4人の被験者全員で、第2刺激
のN2-P3振幅は、刺激内容・凝視点の
位置を変数として変動する。即ち、第1
刺激と全く違う刺激内容をもつC刺激を
第2刺激として提示した時、第2刺激の振幅

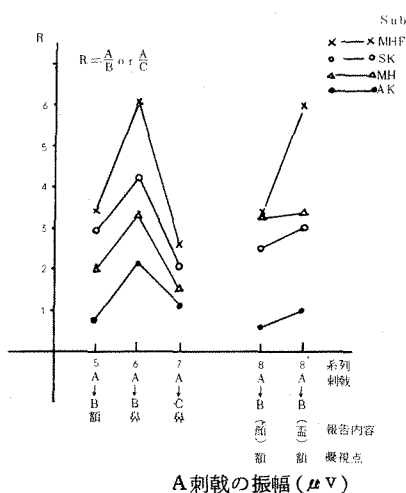


図3-2-4 $R = \frac{A \text{ 刺激の振幅} (\mu V)}{C, B \text{ 刺激の振幅} (\mu V)}$
 R の値は系列によってかなりの変動があるが、全被験者がほぼ同じ傾向を示す。
 ×—× M. H. F. ○—○ S. K.
 △—△ M. H. . —. A. K.

よいはずである。又、刺激の網膜的位置に依存して変動するならば、第6系列と第7系列の比の値が似てくるはずである。よって第5系列と第7系列の値が他と比較して大きいのは、第1刺激と第2刺激の「みえ」=perceptと、両刺激の「みえ」間の関係が、比の値にあらわれていると考えてよい。即ち、A→B系列で凝視点が鼻にある時、右側の顔→左側の顔と、等価なものが継時的に出たというperceptが成立する確率が高い。一方凝視点を額においた時、右側の顔→左側の顔(両側の顔)とみえる場合もあるが、盃の半分がでて盃がでるというperceptや右側の顔がでて盃がでるというperceptが報告されるようになる。とすれば、凝視点を額においた時、第2刺激のperceptに対する第1刺激によるforward masking量は、凝視点を鼻にした時と比較して小さいという事になる。そこで次に我々は、実験Ⅱとしてperceptの内容に依存してVEPの振幅が変動するかという問題にうつる。

3-3 perceptの差異とVEP

第8系列では、A→Bと刺激を提示し、B刺激のoff後、各試行毎に、B刺激が盃にみえたか両側の顔にみえたかの報告をさせた。これを1系列45試行で3系列行ない、顔と報告された試行32回、盃と報告された試行32回をATAC201で加算平均した。(M. H. Fについては、20試行しか顔という報告がとれなかったので20回加算のVEPをとり、それに対応して盃という報告のVEPも20回加算とした。)図3-3-1は4人の被験者についてのVEPを図示した。点線は「盃」と報告のあったVEPで実線は顔と報告のあったVEPである。(導出法その他は以前と同じ)なお図の左側はA刺激のVEPで右側はB刺激のVEPである。これを、潜時、振幅について表にしたのが表3-2-2、振幅について図にしたのが図3-2-3である。又、第1刺激と第2刺激の比の値は(R)、図3-2-4に図示した。4人の被験者全員で、盃とみえた時の方が顔とみえた時の報告より比の値は大きい。物理的的刺激条件は同じであり、第1刺激のperceptの産出までの時間(即ちP3の出現までの時間)を保証した上で第2刺激を提示し、第2刺激の「みえ」のみを報告させたのだから、顔という報告のVEPと盃という報告のVEPにおいて、arousalによる差異は、両者共に等しいと考えられる。とすれば、第1刺激

における、顔という報告のVEPと盃という報告のVEPの差異（顔＜盃）を含めて、両者の差異は、同一刺激条件に対する生体内の処理の差異、すなわち産出される percept の差異に帰されると考えてよい。

本実験では、Vertex 導出のVEPもとつた。しかし各成分の確定が困難な為、報告する事は、後日にゆづった。

図 3-3-1 percept の差異と VEP

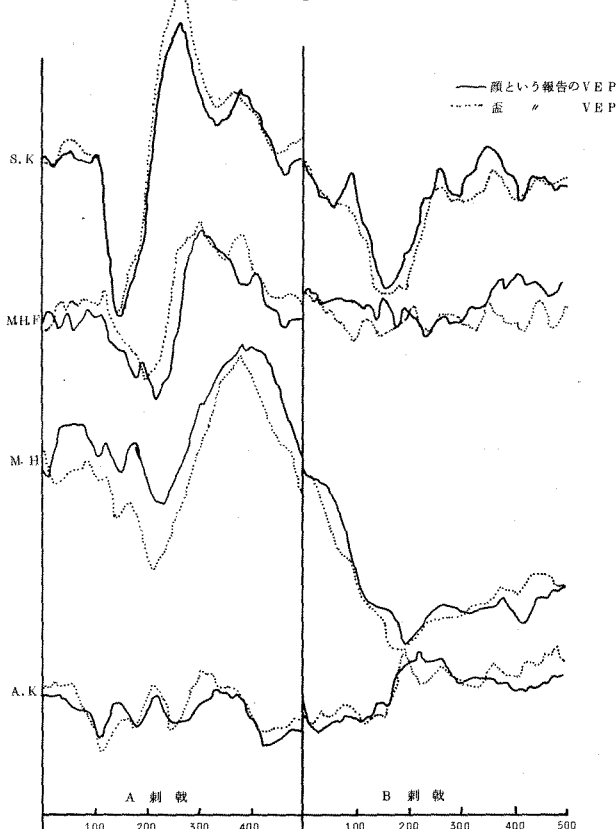


図 3-3-1 左後頭-右耳朶単極誘導、分析時間 1 秒。加算回数 32 回。上は左後頭で正の極性を示す。基準電位は図 3-2-1 に同じ、記録は各被験者毎に行い、実線は顔という報告の VEP、点線は盃という報告の VEP、図左側は第 1 刺激 A の誘発電位、右側は第 2 刺激 B の誘発電位、第 1 刺激の VEP に振幅の差が大きくなる。

を考えるならば、第 5、第 6、第 7 系列で、第 1 刺激の VEP が第 2 刺激の VEP よりも顕著に大きいことから、第 1 刺激が decision making に決定的な刺激であると言える。ところがこの傾向は、第 8 系列即ち、第 2 刺激の percept の産出を被験者に課題として与えた時もそのまま第 1 刺激の方が第 2 刺激よりも N2-P3 の振幅は大きかった。(A.K. においては、第 1 刺激と第 2 刺激の N2-P3 振幅はほぼ等しい。) 本実験では第 1 刺激と第 2 刺激の刺激間隔を 420 msec と非常に短くしたので Chapman 達と比較しえないかもしれない。しかしそうだとした場合、decision making 以外の要因を考えなければ次の実験 data は理解しえない。即ち、第 5、第 6 系列(A→B)で、第 1 刺激と第 2 刺激が percept として似ている場合に比較して、第 7 系列即ち、第 2 刺激と

第 4 章 考 察

誘発電位の研究は、研究者間における誘発電位そのものの変動が激しいので、今回は、他の研究者の発想を本実験の data にあてはめる事により考察を行う事とする。Shelburne (1972) は、アルファベットを三文字一定間隔をおいて提示した時、課題の解決に決定的な刺激の誘発電位に P3 の顕著な増大がみられるとしている。そして、課題解決に決定的な刺激が第 1 文字刺激の時はそれに P3 の増大があり、第 3 文字刺激の時は第 3 文字刺激に P3 の増大がある。すなわち順序性にかかわらず、P3 は decision making に決定的な刺激に対してのみ大きくなるのである。又 Sheatz & Chapman (1969) は 4 つの刺激を継時的に出し、その内の二つが decision making に決定的である時、後に出されるところの decision making に決定的な刺激の方が前のそれよりも P3 が大きくなるとしている。

もしこの発想の下で本実験の data

してC刺激が提示された時の方が、第2刺激のVEPのN2-P3振幅は大きい。もし、decision makingのみが誘発電位の振幅に影響を与えるとすれば、第2刺激としてB刺激を出してもC刺激を出してもかわらないはずである。

ところでSutton達(1965, 1967)は、P3と関係するものとしてuncertainty(複数刺激間の出現比=出現確率)という概念を提示している。又、Sutton(1969)は、一定の出現確率の下でも、同じ刺激が続く場合、後に出る刺激のVEPの振幅は小さくなるとしている。とすれば、第7系列で刺激がA→Cと出される時、C刺激のVEPの振幅がB刺激が出される第5第6系列と比較して大きくなる事は、理解しうる。(なぜなら、A刺激とB刺激との類似度はC刺激よりも大だから。)又、第5系列と第6系列の比較で、第5系列の第2刺激のVEPの振幅が、第6系列よりも大きいのも、perceptとして産出されるものが、第5系列では第1刺激と第2刺激で同じと報告する確率が低く、第6系列では高いという事によりuncertaintyで説明がつくと思われる。(第5系列の凝視点が額の時、第2刺激の“percept”は顔と盃が5:5もしくは4:6であり、第6系列で凝視点鼻の時、圧倒的に顔という確率が高い。)しかしながら本実験で決定的に重要なのは、出現確率がperceptの出現確率であって違う刺激の出現確率でない事である。Sutton(1969)はuncertaintyの特徴が刺激の物理的差異を基盤としている点であるといっている。Sutton達(1965, 1967, 1969)のuncertainty概念では説明しきれないもう1つの実験dataは、第8系列のdataである。言語報告として盃が報告された時は顔が報告された時に比べて、第1刺激においては、4人のうち3人でそのVEPのN2-P3振幅は、より大であり、第2刺激は3人でVEPの振幅は等しいか小である。そして第1刺激と第2刺激の振幅の比は4人全員において、盃と報告された方が大であった。この事は、uncertaintyの考えによれば、凝視点が顔にあるのだから、顔にみえる確率が低く、盃にみえる確率が高い結果にすぎないと言える。(第2刺激のVEPのN2-P3振幅の変動のみを考えればその通りである。もし、uncertaintyがperceptとかかわって論議しうるならば……)しかしそれでは、第1刺激の変動の説明がつかない。顔とみえる時と盃とみえる時とで差は生じないはずである。ところで、Smith et al.(1970)は、task relevanceの概念を、左右どちらの耳から情報が来たかという点にあてはめ、P3の変動は、たとえば左側の耳からの情報がtask relevantな情報の時、左耳からの刺激のP3が大きく、右耳からの刺激のP3が小さくなるのではなく、刺激内容(文字orクリック)にしか対応する変動がみられない事を明らかにした。この点は、本実験のdataとつながる部分がある。即ち、P3の変動は、刺激の物理的性質にも影響をうけるが、むしろ刺激に対する生体の反応内容に影響をうけると考えてよい。我々は仮説で、N2-P3の振幅は、刺激内容に対応する脳内代替物=representation or traceの活性化言い換えれば、traceの解発即ち、read outの示標であると仮説した。この点についての考察にうつる。本実験において我々は、それぞれを単独提示するとVEPのN2-P3振幅がほぼ等しくなるA刺激とB又はC刺激を第1刺激、第2刺激とし両者の刺激on間間隔を短くして提示した。これは第1刺激が第2刺激に干渉を与える状況を設定する為である。第1刺激Aの情報処理は長くともほぼ400 msecで終るであろう(古塚 & 北島(1970))。みえの段階ではそれゆえ相互作用は生じないが、VEPの振幅は $\frac{1}{2}$ から $\frac{1}{6}$ まで減少する。このVEPの振幅の減少は、第1刺激で活性化した神経細胞集団が、第2刺激の提示でもう一度活性化しえない事だと考えるとすれば、第5系列と第6系列では、凝視点の位置は違うが同じ刺激がA→Bと両系列で出されるのだから、第2刺激のVEPの振幅に差はないはずである。なぜなら

刺激の物理的配置、言い換えれば網膜上の刺激配置を問題にすれば、第1刺激により活性化する細胞集団と第2刺激により活性化する細胞集団間の一致度には差異がないはずだからである。ところが本実験の data では、第5系列の第2刺激の VEP の振幅の方が、第6系列のそれよりも大きい。とすれば両者に差異が生じるのは、主として情報処理過程の後半すなわち encoding 後の read out 過程に差異が存するゆえだと考えられる。つまり産出する percept が違ってくる事によるのである。第6系列では、凝視点は鼻の位置にある。それゆえ、第1刺激は右側の顔、第2刺激は同じ形の左側の顔がそれに加わったとみえる確率が高い。とすれば、第1刺激で活性化する read out 過程における細胞集団と第2刺激で活性化する read out 過程における細胞集団の一致度は高いと予測できる。本実験の VEP の振幅はこの予測と合う結果を示し、第2刺激の VEP は第6系列で最小の振幅となっている。第5系列では凝視点は額の位置にある。第1刺激は、それゆえに、右側の顔とみえる場合があると共に、盃の半分がみえる場合がでてくる。(M. H. F. の実験後報告による)。そして第2刺激は盃とみえる確率が第6系列時よりも増大する。盃とみえる場合、第1刺激と第2刺激の統合を含むと考えられるから(古塚 & 北島 1970)、read out 過程における、第1刺激により活性化する細胞集団と第2刺激により活性化する細胞集団の一致度は、percept として、顔→盃とみえた時一番低く、半分の盃→盃と第1刺激が第2刺激に統合化される場合でも、両細胞集団の一致度は、顔→顔(第6系列)に比して小さいといえる。本実験の data は第5系列における第2刺激の VEP の振幅は第6系列のそれより大である。又、第7系列では、刺激として A→C と提示し、A 刺激と C 刺激は物理的配置でも、みえとしても相違するので第1刺激により活性化する細胞集団と第2刺激により活性化する細胞集団との一致度は、第5、6系列と比較して低いといえる。よって本実験では、第2刺激の VEP の振幅が最大となった。

ところで図3-2-3にみられるごとく、4人の被験者のうち3人の被験者で、第2刺激の VEP の振幅の増減に対応して第1刺激の振幅が増減するという現象がみられた。この事を明らかにする為、図3-2-4において我々は第1刺激と第2刺激の VEP の振幅の比をとった。4人の被験者全員で、第6系列において比の値は最大となり、第5、第7系列ではほぼ等しい比の値となった。この事は、実験状況として第1刺激の提示時間を 420 msec として第1刺激の read out 過程の活性化を保証した事によるのであろう。即ち、VEP を示標として用いた実験は、必然的に、試行を多数回くり返す必要がある。よって各刺激に対応する脳内における代替物 = representation or trace は、試行をくりかえす事により安定化すると共に、脳内で相互干渉を始めると思われる。もしこの事が仮説しうるならば、第6系列においては、percept が顔→顔となるがゆえに、第1刺激に対する read out 過程が優勢となりそれにともない第2刺激の read out 過程の独自性が失われる事により、第1刺激と第2刺激の比の値の増大を結果するのであろう。又第5、第7系列においては、第1刺激と第2刺激の percept 違う確率が高いので、第1刺激の read out 過程と第2刺激の read out 過程とは相互に独自性をもっている。よって第1刺激 P3 の低下、第2刺激の P3 の増大となると考えられる。第8系列では、凝視点額、A→B 提示で、産出される percept のみが相異なる条件(刺激は物理的に言って全く同じ。)で、VEP の振幅に相違が生じるかをみた。data は、第2刺激が顔とみえる報告があつた時と盃と報告があつた時の VEP の振幅は、2人の被験者で、顔と報告のあつた時の方が大きい。しかし全員を通して考えると差はないと言える。ところが第1刺激の VEP の振幅のは、顔の方が小さく盃の方が大きい。(3人で)よって第1刺激と第2刺激の VEP の振幅の比の値は、顔>盃が4人の被験者全員でみられた。この事は上記と同じく、盃とみられた時は活性化する細胞集団の一致度が高く、顔とみられた時一致度は低いと考えてよいと思われる。

本実験では、脳内における刺激代替物の活性化即ち、read out過程の活動状態の示標としてN2-P3振幅を用い、perceptの産出によつて示されるread outの違いがN2-P3振幅に反映されるかを検討した。本実験では特に、第1刺激と第2刺激を継時的に提示し、第1刺激によりread outされるものが、第2刺激のread out過程にどのような影響を与えるかをN2-P3振幅を示標として分析した。結果は仮説を検証したと思われるが、VEPの研究においては、他の様々の要因を確定し、統制する事が困難な為、完全に検討しえたかは、今後の分析を必要とする。

<引用文献>

- 1) Averbach E. & Sperling G.
Short-term storage of information in vision
In Haber R.N.(ed.) "Contemporary theory and research
in visual Perception" 1968 202-214
- 2) Corby J.C. & Kopell B.S.
The effect of predictability on evoked
response enhancement in intramodal selective
attention
Psychophysiol. 1973, 10; 335-346
- 3) Donchin E. & Smith D.B.D.
The contingent negative variation and the
late positive wave of the averaged
evoked potentials
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1971, 29; 201-203
- 4) Donchin E. & Cohen L.
Averaged evoked potentials and intramodality
selective attention
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1967, 22; 537-546
- 5) Donchin E. & Lindsley D.B.
Averaged evoked potentials and reaction times
to visual stimuli
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1966, 20; 217-223
- 6) Davis H.
Enhancement of evoked cortical potentials
to a task requiring a decision
Science 1964, 145; 182-183
- 7) Donchin E. & Lindsley D.B.
Averaged evoked potentials NASA 191 Washington DC 1969
- 8) Fedio P. & Buchbaum M.
Visual information and evoked responses
from the left and right hemispheres
Electroenceph. Clin. neurophysiol. 1969, 26; 266-292
- 9) Ford J.M. Roth W.T. Dirks S.J. & Kopell B.S.
Evoked potential correlates of signal recognition
between and within modalities
Science 1973, 181; 465-466
- 10) 古塚 孝 北島象司
"みえ"に影響を与える微小な時間関係の分析1——二つの"みえ"の相互交渉——1970
第23回日本心理学会 (仙台)
- 11) Harter R. & White C.T.
Effects of contour sharpness and checksize
on visually evoked cortical potentials
Vision Res. 1968, 8; 701-711
- 12) Harter M.R. & White C.T.
Evoked cortical responses to checkerboard
patterns; Effect of check-size as a function
of visual acuity
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1970, 28; 48-54
- 13) Harter M.R.

- Evoked cortical responses to checkerboard patterns; Effect of check-size as a function of retinal eccentricity
Vision Res. 1970. 10; 1356-1376
- 14) Harter M.R.
Visually evoked cortical responses to the on-and off-set of patterned light in humans
Vision Res. 1971. 11; 685-695
- 15) Harter M.R. & Salmon L.E.
Intra-modality selective attention and evoked cortical responses to randomly presented patterns
Electroenceph. Clin. Neurophysiol. 1972. 32; 605-613
- 16) Haber R.N.
The nature of the effect of set on perception
Psychol. Rev. 1966. 73; 335-351
- 17) Haber R.N. & Hershenson M.
The effects of repeated brief exposures on the growth of a percept
J. exp. psychol. 1965. 69; 40-46
- 18) Hillyard S.A. Squires K.C. Bauer J. W. & Lindsay P. H.
Evoked potential correlates of auditory signal detection
Science 1971. 172; 1357-1360
- 19) John E.R.
"Mechanism of memory" Academic press 1967
- 20) Jeffreys D.A. & Axford J.G.
Source locations of pattern-specific components of human visual evoked Potentials, I Component of striate cortical origin
Brain Res. 1972. 16; 1-21
- 21) Karlin L. Martz M.J. Brauth S.E. & Mordkoff A.M.
Auditory evoked potentials and reaction time
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1971. 31; 129-136
- 22) Karlin L. Martz J.M. & Mordkoff A.K.
Motor performance and sensory-evoked potentials
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1970. 28; 307-313
- 23) Klinke R. Fruhstorfer H. & Finkenzeller P.
Evoked responses as a function of external and stored information
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1968. 25; 119-122
- 24) Lindsley D.B.
Average evoked potentials--Achievements failures and prospects
Donchin E. & Lindsley D.B. (ed.) "Averaged evoked potentials" MASA SPI 91 Washington D.C.
- 25) Mackay D.M. & Jeffreys D.A.
Visual evoked potentials and visual perception in man
R. Jung (Ed.) Handbook of sensory physiology Vol. 7-3
Central processing of Visual Information
B: Visual centers in the brain 1973, Springer-Verlag
- 26) Morrell L.K. & Morrell F.
Evoked potentials and reaction times: a study of intra-individual variability

- Electroenceph. clin. neurophysiol. 1966. 20; 567-575
- 27) Posner M.I. & Boies S.J.
Components of attention
Psychol. rev. 1971. 78; 391-408
- 28) Riggs L.A.
progress in the recording of human retinal and occipital potentials
J. opt. soc. Am. 1969 59; 1558-1566
- 29) Ritter W. & Vaughan JR. H.G.
Average evoked responses in vigilance and discrimination:
a reassessment
Science 1969. 164; 326-328
- 30) Ritter W. Vaughan JR. H.G. & Costa L.D.
Orienting and habituation to auditory stimuli: a
study of short-term changes in average evoked responses
Electroenceph. clin. neurophysiol 1968. 25; 550-556
- 31) Roth W.T.
Auditory evoked responses to unpredictable stimuli
Psychophysiol. 1973. 10; 125-138
- 32) Sheatz G.C. & Chapman R.M.
Task relevance and auditory evoked responses
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1969 26; 468-475
- 33) Shelburne JR. S.A.
Visual evoked responses to word and nonsense
syllable stimuli
Electroenceph. clin. neurophysiol 1972 32; 17-25
- 34) Smith D.B.D. Donchin E. Cohen L. & Star A.
Auditory averaged evoked potentials in man
during selective binaural listening
Electroenceph. clin. neurophysiol. 1970 28; 146-152
- 35) Sokolov Ye. N. translated by Waydenfeld S.W.
perception and the conditioned reflex
pergamon press, New York 1963
- 36) Sperling G.
A model for visual memory tasks
In Haber R.N. (ed.) Information-processing approaches
to visual perception Holt, Rineheart and Winston Inc.
1969
- 37) Spong p. Haider M. & Lindsley D.B.
Selective attentiveness and cortical evoked responses
to visual and auditory stimuli
Science 1965, 148; 395-397
- 38) Sutton S. Braren M. & Zubin J.
Evoked potentials correlates of stimulus uncertainty
Science 1965, 150; 1187-1188
- 39) Sutton S. Tuetting P. Zubin J. & John E.R.
Information delivery and the sensory evoked potentials
Science 1967, 155; 1436-1439
- 40) Sutton S.
The specification of psychological variables in

average evoked potentials experiments

In: E. Donchin and D.B. Lindsley (Ed.) Average evoked potentials NASA SP-191 Washington D.C.

- 41) Vaughan JR H.G. & Ritter L.

The sources of auditory evoked responses recorded from the human scalp

Electroenceph. clin. neurophysiol. 1970, 28; 360-367

- 42) Vaughan JR H.G. & Silverstein L.

Metacontrast and evoked potentials: a reappraisal Science 1968, 160; 207-208

- 43) Weinberg H. Grey Walter W. & Crow H.J.

Intracerebral events in humans related to real and imaginary stimuli

Electroenceph. clin. neurophysiol. 1970, 29; 1-9