

氏 名 (本 籍)	吉 田 倫 幸 (東京都)
学 位 の 種 類	教 育 学 博 士
学 位 記 番 号	博 乙 第 421 号
学 位 授 与 年 月 日	昭和62年12月31日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第5条第2項該当
審 査 研 究 科	心理学研究科
学 位 論 文 題 目	視覚系の時間処理メカニズムに関する生理心理学的研究
主 査	筑波大学教授 文学博士 金子 隆 芳
副 査	筑波大学教授 谷 村 裕
副 査	筑波大学教授 教育学博士 市 村 操 一
副 査	筑波大学助教授 岩 崎 庸 男
副 査	筑波大幣助教授 学術博士 菊 地 正

論 文 の 要 旨

本研究はヒトの眼に一個あるいは複数個の光のフラッシュを与えた時に、大脳の視覚中枢にどのような変化が起こるか、これをいわゆる脳波を記録し分析することによって調べたもので、それによってヒトの視覚系の情報処理における時間処理の側面を明らかにしようとしたものである。

ヒトの視覚系の時間特性については、精神物理学的手法による数多くの研究があるが、その背後にある脳の生理学的メカニズムについては未だ不十分で、生理心理学的知見の確立に至っていない。

この問題は被験体が動物ならば微小電極法によって細胞レベルの生理的メカニズムを追及していくことができるが、しかし動物ではその生理的反応にどのような感覚知覚現象が対応しているのかわかるべくもない。ヒトはその言語的報告によって被験者の感覚知覚体験を知ることができるから、もしこの体験下における脳の何等かの生理的応答を測定・評価できれば、両者の対応をつけることができる。

ヒトの頭皮上から導出されるいわゆる脳波は大脳活動の総合電位記録で、動物における微視的記録に及ばないが、近年のコンピューター・エレクトロニクスの技術によって、光のフラッシュのような特定の刺激に対しては、視覚誘発電位として大脳の固有の反応を抽出できるに至っている。本研究はこの視覚誘発電位分析技術を駆使して標記の目的を達成しようとしたものである。

論文は第一部と第二部より成る。第一部は視覚系の時間処理特性に関する感覚知覚上および生理学上の従来の知見の総合的検討、第二部は実験的研究による問題点の解明の試みである。本報告は

実験的研究の部分について概要を記す。

実験研究の要旨

実験は前段と後段にわかれる。前段は二重刺激の弁別と視覚誘発電位に関するもので、つぎの四実験より成る。

1. 二重フラッシュ光刺激の弁別と視覚誘発電位（実験1）
2. 二重矩形波光の弁別と視覚誘発電位（実験2）
3. 二重刺激弁別に対する第一・第二刺激の呈示時間と輝度の効果（実験3，実験4）

以上の実験はいずれも継次的に呈示される二つのフラッシュ光刺激（視角2度の円形）の時間的弁別と、後面部の視覚誘発電位の反応特性との関係を明らかにするものである。それに対して後段は次のように、二つ以上のフラッシュ光を継次的に呈示して、その断続感、ちらつき感、定常感などの心理的印象と視覚誘発電位との関係を調べた。この場合、特に眼の明暗順応状態が重要な規定要因になっている。

すなわち

1. 周期光の知覚に対する明暗反応効果と視覚誘発電位
 - (a) 刺激開始前の明順応光の有無の効果（実験5）
 - (b) 視覚誘発電位に及ぼす短期暗順応の効果（実験6）
2. 周期光の知覚に対するパルス周波数及びパルス数の効果と視覚誘発電位
 - (a) 暗順応下におけるパルス周波数及びパルス数の効果（実験7）
 - (b) 明順応下におけるパルス周期及びパルス数の効果（実験8）
3. 周期光の周波数切り替え時点の知覚と視覚誘発電位
 - (a) 明暗順応下における長短パルス・トレインの効果（実験9）
 - (b) 明順応下における短周期パルス・トレインの効果（実験10）

実験結果の概略

実験結果の概略を上記の前段と後段にわけて述べる。

(1). 二重フラッシュ光の弁別と視覚誘発電位

一個または二個のフラッシュ光に対する視覚誘発電位は一定の一過性の反応パターンを示すが、これを過渡反応と称するものとする。二重フラッシュの感覚的弁別閾値（時間閾値で表す）には個人差があるが、概ね40-70ミリ秒であった、二重フラッシュの時間間隔が極めて小さいときには一個の過渡反応しか見られないが、それが感覚的弁別閾値あるいはこれより大きくなると、誘発電位においても第二刺激に対する過渡反応が分離できることから、この反応の有無と知覚上の弁別閾との対応が推論された。

第二刺激の過渡反応とみられる電位変化の、より分析的な抽出法として、二重刺激に対する過渡反応波形から単発刺激に対する過渡反応波形を差し引く、「差し引き法」を適用した。その結果、弁別閾以下でも第二刺激に対する反応が抽出される場合があり、第二刺激に対する反応の有無が知

覚上の弁別を客観的に裏付けるものと即断はできなかった。

生理的水準における二刺激の時間分解能が知覚的水準よりも優れるとも解釈できるが、抽出された弁別閾以下の視覚誘発反応は弁別閾以上の視覚誘発反応と必ずしも同じ波形ではないので、必ずしも差し引き反応の出現をもって生理学的水準の時間分解能と考えることもできなかった。

そこでさらに分析をすすめて、単発刺激に対する過渡反応波形をオン成分とオフ反応成分に分離して弁別閾との対応関係を検討した結果、オン反応成分の潜時が弁別閾と対応することが示唆された。これは第一刺激のオン成分が第二刺激に対する反応に抑制的に作用し、第二刺激の弁別にはその抑制からの解放を必要とするものと解釈された。

(2). 周期刺激に対する感覚体験と視覚誘発電位の関係

まず二個以上のフラッシュの周期的反復刺激に対する感覚体験を断続感・ちらつき感・融合感に分類した。断続感は各フラッシュが個別に知覚され、かつ呈示されたフラッシュの数が数えられる場合、ちらつき感はフラッシュがちらついて見えるが、その数を数えることはできない場合、融合感は各フラッシュが分離できず、定常的に融合して見える場合である。その結果、概ね断続感はフラッシュ周期が8ヘルツ以下、ちらつき感は10ヘルツ以上40ヘルツ、融合は40ヘルツ以上であった。

同時に記録された視覚誘発電位は、低周期フラッシュに対しては個々のフラッシュに単発刺激と同様な過渡反応が続き、この時は断続的な感覚であった。ちらつき感のフラッシュ周期に対しては陽性・陰性成分の繰り返しからなる正弦波状の持続的な視覚誘発電位が見られた。これを過渡反応に対して駆動誘発反応と称した。駆動誘発反応はフラッシュ周波数が増すと振幅が低下し、やがて反応振幅の消失とともにフラッシュは感覚的にも融合した。

暗順応下におけるフラッシュのちらつきに対して、視覚誘発電位は第一フラッシュの開始からまず過渡反応位相があり、しかる後に駆動誘発反応が生じた。フラッシュ数が少ないと過渡反応のみで終わり、ちらつき感も無かった。フラッシュを増すと過渡反応に続いて駆動誘発反応が起こり、駆動反応とともにちらつき感が生じた。

明順応下では過渡反応が無く、ただちに駆動誘発反応が生じた。したがってフラッシュ数が少なくても、ちらつき感があった。

フラッシュの知覚数と視覚誘発電位の過渡反応および駆動誘発反応との対応を詳細に調べた結果、各フラッシュに対するオン反応（主に潜時100ミリ秒の陽性成分と約140ミリ秒の陰性成分）の経過中は、後続フラッシュに対する反応が生ずることは無かった。このときは後続フラッシュも知覚されることはなかった。このことはオン反応の抑制作用を再確認するものであった。

フラッシュ系列に対する駆動反応中にフラッシュの周期を変化した場合（最小10ミリ秒）、オン反応潜時は明確に随伴して変化し、その変化も知覚された。このことから、駆動誘発反応中の視覚系の時間分解能は最適状態にあると考えられた。

駆動誘発反応中の個々のフラッシュに対する陽性成分から陰性成分に至る時間幅は約25—30ミリ秒で、ちらつき状態では周波数に関係なく一定で、周波数換算で約33—40ヘルツ、これは融合に移る周波数であった。

以上の所見から、フラッシュの継次的刺激において、初期刺激は眼に対して明順応効果を有し、後続刺激の視覚誘発電位の各成分の出現潜時を短縮すること、視覚誘発電位のオン反応成分は後続反応を抑制すること、が明らかとなり、フラッシュに対する眼の時間分解能にとって、順応状態とオン反応成分の時間幅が重要な要素となっているものと結論された。駆動誘発反応が生じた後は順応は安定し、誘発電位のオン成分の時間幅のみが時間分解能の決定要因と考えられた。

結果のまとめ

1. 二重刺激と周期刺激に対する感覚的時間分解能と視覚誘発電位の波形変化に対応がある。
2. 刺激系列の初期と後期の感覚的時間分解能の違いは、視覚誘発電位の過渡過程と定常過程の脳生理過程に依存する。
3. 過渡反応は暗順応から明順応への移行の特異過程である。
4. 視覚誘発電位の陽性成分は後続刺激に抑制的に作用し、この反応の経過中は後続刺激は感覚されない。

審 査 の 要 旨

本研究においてとりあげた時間系列的フラッシュ刺激に対する視覚誘発電位事象は、視覚誘発電位に関する基礎的問題としての重要性と意義を認めうるものであるが、とくに感覚体験との相関を論じたところに生理心理学研究としての価値がある。

視覚誘発電位の研究にはすでに歴史があるが、その初期を知るものには、現代のコンピューター・エレクトロニクスを駆使した莫大な量のデータ処理には隔世の感があり、本研究もそれなくしては不可能であった。ここに本研究の現代的側面を評価することもできる。

本研究における視覚誘発電位の差し引き分析における線形仮定はやや単純に過ぎる嫌いはあるが、さりとて一気に非線形仮定をたてるには、視覚誘発電位のメカニズム自体にまだ不分明が多い。したがって研究の一段階としてやむを得ない。

実験的所見は多々あるが、眼の順応状態と視覚誘発電位との関係、過渡反応におけるオン成分の抑制的作用の発見にみるべきものがある。視覚誘発電位は現在、視覚障善の診断に应用されているが、本研究には診断上の一層の意義も考えられる。

本研究の題目からみると、視覚における時間処理メカニズムについて何等かの理論的モデルに至ることが期待されるのであるが、その点に積極的な議論が展開されていないところに今後の問題がある。しかし視覚誘発電位の研究の現状を考えれば、それにこだわって徒に思弁的議論を展開するよりは、題目の方に適切な配慮をすべきであったかもしれない。

よって、著者は教育学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。