

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学

氏名(本籍) 後藤和彦 (静岡) 印

博士論文題名

(外国語の場合は、和訳を付記する。)

視覚誘発電位の定量解析に関する研究

要旨(2,000字程度にまとめること。)

視覚誘発電位(Visual evoked potential: VEP)は、視覚への刺激により大脳皮質視覚野に誘発される電気反応である。VEPは呈示する視覚刺激の輝度、色、刺激頻度、刺激パターンなどの刺激条件により反応が異なるため、刺激条件の違いによるVEPの差異を検討することで視覚情報処理過程を検討することができる。VEPは背景脳波活動と比べ反応が小さいため、刺激同期加算平均法により成分の抽出が行われる。VEPの定量解析においては、VEPの記録、成分の抽出、解析のそれぞれで以下のような問題がある。1) 質のよいVEPの解析を行うためには、得られた脳波データがVEPを反映し、他の成分の影響を受けていないことが保証される必要がある。通常はVEPの記録時に検者が常に記録の状態に問題がないかを確認するが、記録が長時間に及ぶと検者の負担は大きくなる。2) 臨床の脳機能検査では、視覚刺激に対するVEPと背景脳波活動の変化を同時に捉える必要がある。VEP成分は刺激同期加算平均法により抽出されるが、VEP以外の成分は減衰してしまい取り出すことができない。3) VEPデータの解析においては、複数の刺激条件から得られたVEPの差異の評価が重要であるが、定量的な評価はあまりおこなわれていない。

本研究では、1) 質の良い脳波記録により精度良いVEPの記録をサポートする実時間評価シス

テムの開発、2) VEPと背景脳波活動(主に後頭部優位律動)の成分分離と両者の振幅推定の方法の提案、3) 輝度や色の異なる視覚刺激に対するVEPの定量評価によるヒトの輝度・色の知覚に関して検討を行うことにより、VEPの記録から評価に至る総合的な解析環境の構築を目指す。

第2章では、VEPの記録中に、検者が記録の状態を正確に把握するために必要な情報を提示する実時間評価システムの開発について述べた。本システムは、VEPの特徴パラメータ、VEPの記録に影響を及ぼすアーチファクト、背景脳波活動の情報をVEP記録時に実時間で提示可能である。被検者状態評価のために、瞬目アーチファクト、筋電図アーチファクト、後頭部 α 波を検出した。開発したシステムを健常成人10名に適用し、本システムの有効性を検証した。結果は、本システムがVEP記録の質を十分な水準で達成し、記録時の負担が減少したことを示していた。

第3章と第4章では、VEPと後頭部優位律動の振幅を過去に提案された脳波モデルにより推定する方法について述べた。脳波モデルにより、視覚刺激呈示中の脳波のパワースペクトルから、VEPと後頭部優位律動をそれぞれモデル化し、各成分の振幅を推定した。視覚刺激呈示中の脳波を模したシミュレーション波形に対し提案法と、従来法である刺激同期加算平均法、パワースペクトル加算平均法を適用し、比較することで提案法の有用性を検討した。結果として、提案法が最も正確にVEP、後頭部優位律動の振幅を推定できることを確認した。さらに、9名の被検者のVEP記録データに対しても提案法を適用し、シミュレーションと整合性のある結果が得られたことから、提案法はVEPと後頭部優位律動の振幅を同時に推定する方法として有用であると考えられる。

第5章と第6章では、輝度や色の時間変化が連続的である正弦波パターンと離散的である矩形波パターンに対するVEPの差異を刺激頻度との

博士論文の要旨

専攻名 システム創成科学

氏名 後藤和彦

関連性について検討した。白黒フリッカー刺激に対しては9名の被検者から、等輝度色フリッカー刺激に対しては11名の被検者からそれぞれVEPを記録した。各刺激条件におけるVEP成分の振幅と、刺激パターン間での反応の差異を評価するパラメータを定義し、定量解析を行った。結果として、輝度、色ともに、正弦波パターンの方が刺激頻度に対して顕著に変化したことから、正弦波パターンは特定の刺激頻度で輝度や色の変化を知覚しやすくなり、矩形波パターンは低い刺激頻度でも知覚されるが、刺激頻度によって知覚の違いはあまりないことが分かった。

本研究により、VEPの記録に適した状態であるかの定量的な評価、背景脳波活動とVEPの振幅の同時推定、多種類刺激に対するVEPの差異の定量的な評価が可能となった。これにより、VEPがより利便性の高い視覚情報処理過程の検討方法、視覚疾患の診断方法になる事が期待される。