

学位論文題名

脳波リズム変動と事象関連電位に基づく

両眼視野闘争過程に関する研究

学位論文内容の要旨

人間のように左右両眼の視野に重複部がある動物では、両眼に与えられた視覚刺激による相互作用が生じ両眼視固有の知覚過程が生じる。その中でも時間特性が顕著に観測される両眼視野闘争過程と呼ばれる知覚過程がある。両眼視野闘争過程とは、左右の眼に与えられる刺激の形や動き等が互いに極端に異なり一つに融合できない場合に、ある時点では右眼に呈示された刺激図形が、他の時点では左眼に呈示された刺激図形が知覚される過程である。この両眼視野闘争過程に注目することにより視覚系の競合的な情報処理機構、あるいは視覚的認知に関わる脳高次機能に対する理解の手掛かりが得られることが期待される。本研究では、全頭にわたる脳波の多チャンネル同時計測に基づき、ヒトを対象に視野闘争過程に関連する大脳神経活動を調べることを目的としている。具体的には、視野闘争過程と脳波リズム、あるいは事象関連電位には関連があるのか、もしあるとすればどのような時空間特性を有するのかについて注目し、視野闘争過程に関与する神経活動を調べることを目的に研究を行なった。本論文は全体として8章から構成されている。

第1章では、脳波を用いた視野闘争研究の必要性、および研究目的について述べる。

第2章は、視野闘争過程の基礎となる両眼視機構の生理学的知見、両眼視野闘争過程に関する従来の研究の概略、さらに脳波に基づく脳機能研究の概略について述べる。

第3章では、脳波計測の実験装置、解析方法について述べる。

第4章では、運動、静止縞刺激による視野闘争、および融合過程に見られる自発脳波パワーの空間分布がどのように変化するかを調べた。その結果、 α 波帯域(8-13[Hz])、 β 波帯域(16-24[Hz])において、運動、静止縞刺激に共通して視野闘争・融合間のパワーに有意な差異が見られた。また、運動・静止といった呈示図形の性質の違いにより、 α 波帯域の視野闘争時と視野融合時のパワー差が、運動縞刺激では頭頂部位で大きいという分布を示したのに対し、静止縞刺激では頭頂から後頭部位においてパワー差が大きいという分布を示した。これらの結果より視野闘争過程と自発脳波パワーには関連があり、対照とした視野融合過程と比較すると α 波帯域、 β 波帯域において有意な差が見られることがわかった。さらに、刺激図形の運動・静止という違いにより、 α 波帯域においてパワー差の空間分布が異なることがわかった。

第5章では、視野闘争と視野融合刺激の交替に伴う自発脳波リズム、および事象関連電位の時空間特性を調べた。その結果、視野融合状態から視野闘争状態への切り替わり後、 α 波分散が後頭、後側頭部位から頭頂部位にかけて大きく減衰し、その後、僅かな回復を示した。一方、視野闘争状態から視野融合状態への切り替わり後、大きな回復が見られた。回復過程以後のほぼ定常とみなせる状態において、視野闘争状態と視野融合状態の分散に有意差が見られた。事象関連電位については、いずれの刺激切り替わりの場合においても潜時約500[ms]の陰性成分が頭頂中心に見られ、その振幅には有意差があった。これらの結果から、事象関連電位の潜時約500[ms]の陰性成分、および α 波帯域における分散の過渡的減衰過程は、主に刺激変化の知覚に関わる神経活動を、また刺激切り替わり直前のほぼ定常とみなせる状態において見られた視野闘争時と視野融合時の α 波帯域における分散の差は、視野闘争・融合の神経活動の差を反映したものであると推察された。

第6章では、大脳皮質領域での局所的な神経活動を計測できる脳磁界計測により、第5章の実験と同様に視野闘争・融合過程の交替に伴う自発脳磁界 α リズムの測定を行った。その結果、刺激切り替わり直前における視野闘争時の脳磁界 α 波分散は左右頭頂近傍で局所的な減衰を示した。この結果から、左右頭頂近傍が視野闘争に関与する神経活動部位であることが推察された。

第7章では、視野闘争における内的な知覚図形交替に伴う事象関連電位について調べた。実験では、内的な知覚図形の切り替わりを被験者のボタン押しにより決定し、これをトリガとして脳電位の計測(視野闘争実験)を行った。また、比較のため視野闘争を生じさせるのに用いた刺激を物理的に交替させ、それに伴う脳電位(視野融合実験)の計測を行った。その結果、視野闘争の内的切り替わりに関連すると思われる事象関連電位が、潜時-400[ms]から0[ms]にかけて時間的にブロードに、また、その空間分布は左頭頂から左後側頭、左後頭部位にかけて見られた。一方、視野融合の物理的切り替わりに関連すると思われる誘発電位は潜時-55[ms]に見られた。その空間分布は、頭頂から中心部位にかけて見られ、視野闘争の事象関連電位の空間分布とは差異が見られた。この空間分布の差異は、刺激図形の内的交替、および物理的交替という異なった神経機構を反映したものと推察される。

第8章では、本論文で得られた結果を総括する。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 栗 城 眞 也
副 査 教 授 清 水 孝 一
副 査 教 授 河 原 剛 一
副 査 教 授 狩 野 猛
副 査 助 教 授 小 林 哲 生

学 位 論 文 題 名

脳波リズム変動と事象関連電位に基づく 両眼視野闘争過程に関する研究

人間のようには左右両眼の視野に重複部がある動物では、両眼に与えられた視覚刺激間に相互作用が生じ両眼視固有の知覚過程が生じる。その中で、左右の眼に与えられる刺激の形や動き等が互いに極端に異なり一つに融合できない場合には、ある時点では右眼に呈示された刺激図形が、他の時点では左眼に呈示された刺激図形が知覚され、これが交互に繰り返すという過程がある。この過程は両眼視野闘争と呼ばれ視覚系の競合的な情報処理機構、あるいは視覚的認知に関わる脳高次機能に対する理解の手掛かりになることが期待される現象として注目されている。本研究では、全頭にわたる脳波の多チャンネル同時計測に基づき、ヒトを対象にこの視野闘争過程に関連する大脳神経活動を調べることを目的としている。具体的には、視野闘争に伴う脳波リズムの変動と事象関連電位について、その時空間特性を調べることにより、基盤となる脳の神経活動を検討している。本研究の主な成果は以下の点に要約される。

(1) 運動、および静止縞刺激を用いて視野闘争と視野融合状態における自発脳波パワーの特性を計測している。その結果、 α 波帯域、 β 波帯域において、二つの過程間で自発脳波パワーに有意な差があることを観測し、このパワー差が視野闘争と視野融合間の神経活動の差を反映したものであると指摘している。さらに、刺激図形の運動・静止という属性の違いにより、 α 波帯域において視野

闘争と視野融合のパワー差の空間分布が異なることを見出した。

(2) 視野闘争と視野融合を生じさせる刺激を交替したときに見られる自発脳波 α リズムの変化と事象関連電位の時空間特性を調べる実験を行なっている。その結果、刺激図形交替後、事象関連電位には潜時約 500[ms]に陰性成分が生じ、他方、脳波 α 波分散(パワー)には過渡的な減衰・回復過程が生じることを観測し、これらは刺激図形の変化の知覚に関わる神経活動を反映していると指摘している。また回復過程以後の定常状態では、視野闘争と視野融合間の脳波 α 波分散に有意な差を認めている。

(3) 大脳皮質の神経活動を局所的に検出できる脳磁界により、(2)の実験と同様に視野闘争と視野融合刺激の交替による自発脳磁界 α リズムの空間分布を調べている。その結果、脳磁界 α 波分散の過渡的な減衰・回復過程後の定常状態において、視野闘争と視野融合間の脳磁界 α 波分散の差が、左右頭頂近傍で局所的に見られることを見出した。

(4) 視野闘争における内的な図形交替の知覚に伴う事象関連電位の出現、およびその時空間特性を調べるため、図形の切り替わり知覚時に行なう被験者のボタン押しをトリガとして脳電位を計測している。その結果、視野闘争時に左頭頂から左後側頭、左後頭にかけて電位成分を観測し、また対照実験として行なった視野融合時の電位成分とは異なる空間分布であることを確認した。さらに、これら空間分布の差異は、刺激図形の内的交替、および物理的交替という異なった神経機構を反映したものと指摘している。

以上を要するに、著者は、脳波計測を通して両眼視野闘争の大脳神経活動を検討し、脳波 α 波分散と事象関連電位についての新知見を得たものであり、生体工学に対して貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。