

〔課程・2〕

審査の結果の要旨

氏名 松尾 健

本研究は皮質脳波法を用いて、視覚応答を利用したコミュニケーション支援ブレイン-マシン・インタフェース(BMI)の開発を目指したものである。ヒト側頭葉腹側面での視覚応答の符号化と復号化を行い、さらに動物モデルを用いて脳溝内皮質脳波の可能性についての検討を行ったものであり、下記の結果を得ている。

1. ヒトの視覚応答を皮質脳波法で計測し、物体カテゴリー情報の脳内表現の検討を行った。物体カテゴリー情報は主に高ガンマ帯の活動として符号化されており、後頭側頭葉腹側面(vOT ; ventral occipitotemporal cortex)の紡錘状回周辺に分布していることが確認された。また、顔認知領域と文字認知領域は空間的に両側vOTに存在しているという点は過去の報告に矛盾しないが、その相対的位置関係は混在しており、提唱はされているが直接的には示されていない「混在モデル」を強く支持する結果であった。また、両領域間には顔認知領域から文字認知領域への機能結合がより強いという非対称性の結合性が存在することが示され、顔認知領域は他のカテゴリー領域とは異なる機能特性をもつ可能性が示唆された。
2. 皮質脳波法を用いて計測した視覚応答から視覚情報の復号化を行った。物体カテゴリー情報、カテゴリー内個別画像判定のいずれにおいても有意水準を超えて復号化(判別)可能であり、視覚応答を利用したBMI開発への適用可能性が示唆された。符号化におけるカテゴリー選択性の強さと、復号化における物体カテゴリー情報の判別成績には類似性が見られ、より深い符号化への理解が復号化の成績向上に貢献する可能性が示唆された。一方、物体カテゴリー情報の判別成績と、カテゴリー内の個別画像の判別成績の間には解離がみられ、物体カテゴリー情報と細かい識別情報とは異なる処理機構を有している可能性が推察された。
3. 動物モデルを用いて脳溝内皮質脳波の可能性についての検討を行った。ヒトと同じ霊長類であるマカクザルを用い、今まで皮質脳波法の適用外であった上側頭溝、中心溝への低侵襲的な電極留置法を確立し、病理学的にも皮質損傷がないことを確認した。上側頭溝に留置した電極で計測したサルの視覚応答は、脳表皮質で計測した皮質脳波と同等の信号強度、信号精度で計測でき、周波数特性も保た

れていることを確認した。また、中心溝皮質への電気刺激では脳表皮質よりも低い刺激閾値で運動を誘発することができた。本研究の結果は皮質脳波の適用範囲を脳溝内にまで拡大し、皮質機能の解明に寄与する可能性を示唆した。

以上、本論文は視覚認知における物体カテゴリ情報の脳内表現に関する理解を深めるとともに、脳活動から視覚情報が復号化できることを示した。また、皮質脳波法の適用範囲を脳溝内にまで拡大できる可能性を示した。本研究は視覚応答を利用した BMI 開発に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。