

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12298 号
------	---------------

氏 名 王 可 望

### 論 文 題 目

Development of Brain Activity Measurement System based on Highly Sensitive Magneto-Impedance Sensor  
(高感度MIセンサによる脳波計測の高度化とその応用に関する研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	内山 剛
委員	名古屋大学	教授	古橋 武
委員	名古屋大学	教授	岩田 聡
委員	名古屋大学	教授	寶珠山 稔

## 論文審査の結果の要旨

王可望君の論文「Development of Brain Activity Measurement System based on Highly Sensitive Magneto-Impedance Sensor (高感度MIセンサによる脳波計測の高度化とその応用に関する研究)」は、高感度MIセンサを用いて脳活動計測システムを構築し、4種類のタスクで3つの脳活動を測定できることを明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では主に、脳活動のモニタリングと測定に使用される脳研究と関連技術の背景について述べている。医療診断および神経科学研究において最も重要な役割を果たす種々の方法が述べられている。また、ホール効果センサ、磁気抵抗センサ、巨大磁気抵抗センサ、Fluxgate磁力計、超伝導量子干渉デバイスなど、あらゆる種類のアプリケーションで広く使用されている磁界センサの基本原則についても紹介されている。また、N100聴覚誘発場(AEF)、聴覚刺激によって誘発されたP300事象関連領域(ERF)、アルファ・リズムおよび視覚によって誘発されたP300 ERFなど、本論文で測定した脳活動の概要を述べている。

第2章では、MIセンサの原理、センサ回路の機能、検出特性、騒音レベルなど、本論文で使用したMIセンサの詳細について述べている。MIセンサは、アモルファスワイヤの磁気インピーダンス効果(MI)に基づく新規高感度マイクロ磁気センサであり、CMOS ICマルチバイブレータ回路で構成されている。2つのピコテスラ分解能のマルチコアMI素子を直列に設置したセンサヘッドは、磁気シールドを使用する代わりにバックグラウンドノイズを相殺するように設計されている。アナログアンプとデジタル処理モジュールにより、測定システムは33kV/Tの感度を得ることができ、システム全体のRMSノイズは実験室環境で4pTよりも低くなる知見を得ている。

第3章では、事象関連脳磁界N100 AEFおよびP300 ERF(聴覚刺激によって誘発される)を測定するための単一チャンネルのオフラインシステム構築と、そのシステムを利用した計測結果について述べている。N100 AEFは、左右の側頭領域で同時に測定され、P300 ERFは頭頂領域で測定されている。MIセンサによって記録された脳活動の信号を処理した後、EEGまたはMEGを使用した脳活動記録データと比較した。その結果、MIセンサによる脳活動記録データは、EEGまたはMEGによる脳活動記録データと同様の傾向が得られることを見出している。

第4章では、第3章で述べたシステムを改良した、シングルチャンネルのリアルタイム脳活動計測システムの開発とそのシステムを利用した脳活動の計測結果について述べている。脳活動を誘導する複数の聴覚/視覚刺激を生成する刺激生成器と、リアルタイムで信号処理できるモジュールを開発し、アルファリズムおよびP300 ERF(視覚刺激によって誘発された)を測定するために使用した。MIセンサを利用した計測で得られる、脳磁界の信号強度は、信号源からの距離に磁界強度が依存する計算モデルにより定量的に説明できることを見出した。

第5章では、MIセンサを利用したマルチチャンネル脳活動計測システムに関して述べている。3チャンネルと高感度MIセンサと、独立成分を分離するFast independent component analysis (FastICA) システムにより、頭頂部のP300 ERF(視覚刺激によって誘発された)を測定した。FastICAは、従来の周波数フィルタでは簡単には行えないノイズを低減するために混合信号を分離する強力なツールであることから、システムの改善によって、P300の同定が精度良く行なえる可能性について知見を得ている。

第6章では結論と今後の課題について述べている。

本論文は、聴覚Oddball課題にてP300相当あるいは関連脳反応のMIセンサによる計測結果を示し、またMIセンサによる、安静時の $\alpha$ 周波数帯域の脳活動を記録において、開閉眼による $\alpha$ 波出現量の変化が捉えられることを明らかにした。さらに、複数センサの同時記録とICAは、脳反応成分の良好な抽出に資する可能性を見出している。これらの結果は、MIセンサを脳磁計測装置へ応用するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である王可望君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。