

Title	SQUIDによる脊髄誘発磁場の計測に関する研究
Author(s)	足立, 善昭
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/47302">https://hdl.handle.net/11094/47302</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	あ だ ち よ し あ き 足 立 善 昭
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学位記番号	第 2 1 2 5 9 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	<b>SQUID による脊髄誘発磁場の計測に関する研究</b>
論文審査委員	(主査) 教 授 糸 崎 秀 夫  (副査) 教 授 奥 山 雅 則 教 授 岡 村 康 行

#### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、非襲侵的な脊髄機能診断法の確立を目指して、脊髄の神経活動に伴う微弱な磁場を体外にて観測するための、超電導量子干渉素子 (SQUID) を用いた磁場計測システムの開発、および観測された磁場信号から、脊髄の診断に有用な情報を引き出す手法の研究についてまとめたものである。本研究では動物実験による原理的な研究と、ヒト用の脊髄磁場計測システムの研究開発を並行して進めた。

まず、解剖学的な知見に基づいた頸部脊髄モデルを対象に、有限要素法による数値計算を行い、体外で観測される脊髄誘発磁場分布を予測した。その結果から、体表面の接線方向の磁場成分に重要な情報が含まれていることを示し、この成分を検出可能なベクトル SQUID 磁束計を開発した。

複数のベクトル SQUID 磁束計を装備した磁場計測システムを開発した。その計測システムで実験動物を対象とした脊髄磁場計測実験を行い、理論予測によく一致した四重極子様の磁場分布が脊髄に沿って移動するのを観測した。この磁場分布は神経興奮による神経信号の伝搬を反映している。また、脊髄障害部位における磁場分布の変化を観測し、磁場計測で脊髄障害部位分析が可能であることを示した。

また、ヒトに最適化した頸部脊髄磁場計測システムを開発し、健常被験者を対象に実験を行った。その結果、動物実験と同様の四重極子様磁場分布の移動を観測し、伝搬性の頸部脊髄誘発磁場信号の計測に世界で初めて成功した。

脊髄誘発磁場の磁場解析手法として連鎖電流双極子法を提案した。これは神経信号の伝搬経路を模した曲線に沿って配置した多数の電流双極子を磁場源モデルとする手法で、観測磁場分布から神経信号の伝搬経路と経路上の神経活動による局所電流分布を求めることができる。動物実験の結果を連鎖電流双極子法で解析し、詳細な障害部位の分析を行った。そして、最後に本研究で得た技術と知見を臨床応用に発展させるための今後の課題について検討した。

#### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、非襲侵的な脊髄機能診断法の確立を目指して、脊髄の神経活動に伴う微弱な磁場を体外にて観測するための、超電導量子干渉素子 (SQUID) を用いた磁場計測システムの開発、および観測された磁場信号から、脊髄の診断に有用な情報を引き出す手法の研究についてまとめたものである。研究は動物実験による原理的な研究と、ヒト用

の脊髄磁場計測システムの研究開発を並行して進められている。

論文の内容は従来技術である SQUID による生体磁場計測という技術シーズを、医療機関における脊髄機能診断に対するニーズに適用した世界でも他に類のない独自性の高い研究である。

論文は、研究の背景、理論、実験、考察、今後の課題検討、結論とよく構成されており、論旨にもとくに矛盾はない。論文の最後には実験結果に対する考察と、本研究で得た技術と知見を医療応用に発展させるための今後の課題についての検討が適切になされている。

本論文に記載されている研究成果は、大きく分けて三つある。第一の研究成果は従来、観測されていなかった体表面の接線方向の成分の脊髄誘発磁場信号を検出し、神経興奮による体積電流の寄与分が観測できた点である。第二の研究成果はヒトを測定対象として最適化した頸部脊髄誘発磁場計測システムを開発し、伝搬性の信号を捉えることに初めて成功した点である。第三の研究成果は脊髄誘発磁場信号の解析に適した解析手法である連鎖電流双極子法を提案し、磁場計測による脊髄障害部位分析の可能性を広げることができた点である。これらはいずれも超電導センサ技術の医療応用の上で重要な成果であると考えられる。

以上より、本論文を博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。