

主論文審査の要旨

脳波や脳磁図によって得られた脳内信号から、その発生源や機能的ネットワークを形成している部位等についての情報が得られれば、病態生理学のおよび脳科学的には重要な情報が得られることになる。このため従来から、逆問題解法についての多くの手法が提案されてきた。例えば、脳内に仮想的な等価電流双極子（以下、ダイポール）を配置し、脳モデルを用いた仮想的な測定信号と実際に測定された信号が等しくなるように、ダイポールの位置・向き・強さを変化させる等価電流双極子法においては、信号源の数が既知であるという条件がそれにあたる。一方、信号源の数を既知としない空間フィルタ法も様々な手法が提案されてきたが、各手法においてそれぞれ制約条件を付加している。したがって、従来の手法では、こうした付加的制約条件を用いて信号源推定を行い、その後、得られた推定信号源に対して目的に合う解析（例、時間一周波数解析、相互相関解析）を行うことが多い。このため、最終的な解析の結果は、その前段階で行われる信号源の推定精度に大きく依存してしまうことになる。最近、空間フィルタ法の別な手法としてセンサレベル解析が提案された。これは、センサから得られた信号に対して、目的に合う解析を直接行い、頭皮上での空間分布解析を行うと共に、ある程度の尤度をもって信号源の位置や特性を同定するという手法で一定の成果を挙げているが、未だ従来の方法に取って代わるまでには至っていない。

そこで本研究では、対象とする信号源の推定精度を上げるため、センサレベル解析の結果を重み付けとして用いた逆問題解法を提案している。この手法では、もし解析しようとする脳活動がセンサレベルの解析において観測されない場合、引き続き行われる信号源推定の信頼性は低くなってしまふという考え方に基づいている。具体的には、まずセンサレベル解析を行い、目的とする信号の特性をある程度限定する。次に、そのセンサレベル解析結果を測定データへの重み付けとして利用することで特定の信号を強調し、その重み付けされたデータを用いて信号源推定を行うという方法で、対象外の信号は信号源推定の前に抑圧され、目的に適合した信号源の推定を高精度で行うというものである。

本研究では、この提案手法の具体的適用例として、異なる周波数で互いに相関を示しながら機能的結合を持つ脳内信号源の推定問題を取り上げ、シミュレーションデータおよび実測データによる検証・考察を踏まえ、病態生理学的にも脳科学的にも有効な情報を与える解析手法としての応用についても言及している。

論文は1章から5章で構成されている。

第1章は序論であり、第2章は、従来から行われている各種信号源推定法の基本原理およびその特徴について、シミュレーションデータや実際のデータを使用して説明を行っている。

第3章では、調査対象とする信号源の推定精度を上げるため、センサから得られた測定信号に対して調査目的に合う解析を直接行う、センサレベル解析の結果を重み付けとして用いた逆問題解法を提案する。また、その具体的適用例として、異なる周波数で互いに相関を示す脳内活動源の推定問題を取り上げ、解析手法の定式化を行った後に、シミュレーションデータを用いた信号源推定の結果を従来手法と比較し、本手法の有効性を検証している。

第4章では、第3章で提案した信号源推定方法を実測データにより評価するため、指タッピング時における測定脳波データに対して、提案手法を適用した異周波数間の相関解析を行い、推定した信号源を生理・解剖学的な知見および従来手法である事象関連脱同期・同期現象の解析結果と照らし合わせ、提案手法の有効性を検証している。

第5章では、本論文の内容を総括し、この研究の将来性について述べて結びとしている。

審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	教授	村山 伸樹
審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	教授	宇佐川 毅
審査委員	情報電気電子工学専攻	先端情報通信工学講座	教授	奥野 洋一
審査委員	情報電気電子工学専攻	人間環境情報講座	准教授	伊賀崎 彦