



Title	脳活動計測のための時間分解近赤外光イメージング法の研究
Author(s)	高槻, 玲
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45032
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	高 槻 玲
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 18835 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 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人間系専攻
学 位 論 文 名	脳活動計測のための時間分解近赤外光イメージング法の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 柳 田 敏 雄 (副査) 教 授 若 林 克 三 教 授 佐 藤 俊 輔

論 文 内 容 の 要 旨

近赤外光計測は、近年非侵襲ヒト脳機能計測に応用されている。しかし、その低い空間分解能は問題点の一つであった。本研究は、より優れた空間情報の取得を目的として、現行の定常光型装置のヒト脳活動計測による評価、高速強度変調光源を用いて検出光の強度・位相変化を測定する強度変調計測法、超短パルス光源と時間分解計測カメラを用いて検出光の時間的な広がりの一部を抽出し撮像する時間分解イメージング法の開発、の三点について検討した。

第一に、現行の定常光型装置を評価するため、ヒト視覚野の活動を対象に実験を行い、左右半側視野刺激に対応した、各々反対側の一次視覚野を中心とした活動を捉えることに成功した。さらに刺激提示の周期を変えた実験から、近赤外光計測法は大腦皮質の活動状態を反映した血行動態を測定していることを確認し、それを測るのに十分な時間分解能を持つことを示した。

第二に、強度変調計測型装置により、検出光の位相変化と吸収体の深さに密接な関係があることを示した。定常光源型装置では同一に見える、ヒト脳活動と同程度の微小な吸収変化においても、吸収体の深さにより位相変化の違いを得ることに成功した。

第三に、時間分解計測法と、カメラによるイメージング法を融合させた新しい計測法を開発した。適切な検出ゲート時間を選択すると、吸収体の影響が計測面へと真上に投影されることがわかった。検出ゲート時間を変化させ深さ方向の情報が得られることを示し、計測システムの三次元化の可能性を示した。また、定常光型の装置より高い空間分解能を有することを示した(疑似生体試料中の深さ 10 mm に配置した直径 10 mm の吸収体を、位置精度誤差 3 mm 以内、像のボケ 13 mm 程度で計測することに成功した)。定常光型装置(空間分解能は約 30 mm)では活動領域の特定をあやまる危険性をはらんでいたが、時間分解イメージング法では正確な特定が期待できる。さらには、深さによって異なる機能を持つ分布の活動を区別できる可能性がある。

以上より、従来型装置と比較して優れた空間分解能を実現する計測法の開発に成功した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

非侵襲ヒト脳活動計測には fMRI や MEG が使われているが、近赤外光を用いたシステムも応用されている。しか

し、近赤外光計測は空間分解能が低いことが問題点の一つである。本論文では、より優れた空間情報の取得を目的として、近赤外光計測に時間分解計測法とイメージング手法とを取り入れて、脳研究への応用について検討している。

論文前半では、ヒト視覚野の活動を対象として従来型の近赤外光計測システムを用いて実験を行っている。その結果、近赤外光計測は脳皮質の活動状態を反映した血行動態を測定していることを確認し、それを測るのに十分な時間分解能を持つことを示した。脳活動計測への応用という視点から、独自のデータを出している。

次いで、強度変調光源を用いた位相検出システムを組み立て、検出光の位相変化と吸収体の深さに密接な関係があることを示した。ヒト脳活動程度の微少な吸収変化を再現し、吸収体の深さの違いを計測することに成功している。

論文後半では、超短パルス光源を用いた時間分解計測法と、カメラによるイメージングを融合させた新しい計測法を開発している。時間分解計測により適切な検出ゲート時間を選択すると、吸収体の位置をより正確に知ることができることを示し、また計測システムの三次元化の可能性を示唆している。疑似生体試料中の深さ 10 mm に配置した直径 10 mm の吸収体を、位置精度誤差 3 mm 以内、像のボケ 13 mm 程度で計測することに成功し、空間分解能を従来約 30 mm であったものから大幅に向上させている。

以上のように、本論文では従来型装置と比較して優れた空間分解能を実現する計測法の開発に成功しており、理論的な考察も含めて、非侵襲ヒト脳機能計測の分野に新たな強力な手法を提供したことは重要な成果だと考えられる。したがって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。