

バイオメディカル光イメージングにおける数理モデルと画像再構成

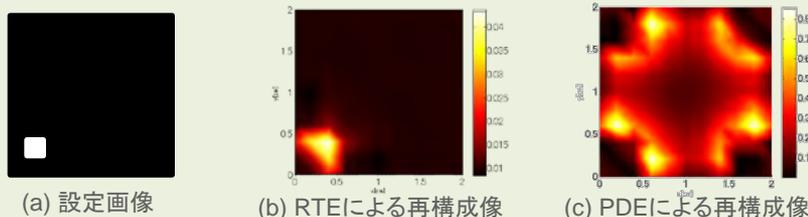
研究代表者 東京都医学総合研究所 星 祥子

背景と目標

拡散光トモグラフィは、生体内の定量的3次元イメージングが可能な技術です。生体組織への高い透過性を持っている近赤外領域の光を用いて、時間分解計測法を適用しています。照射部位から数cm離れたところから検出した光信号を、逆問題解析によって画像化するための要素技術確立を目指しています。ひいては、従来手法では画像診断が困難ながん組織や循環代謝障害領域の検出、光線力学療法の治療計画に寄与することができます。

高速・高精度逆問題解析法（画像再構成アルゴリズム）の確立

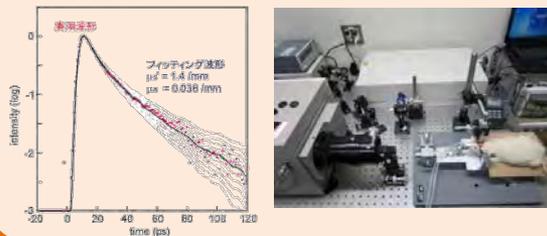
生体組織内の光伝播をより正確に記述する数理モデル「輻射輸送方程式 (RTE)」に基づいた画像再構成アルゴリズムを構築し、従来用いられていた「光拡散方程式 (PDE)」に基づく手法よりも正確な再構成画像が取得できることを示しました。



数理モデルの確立と光学特性値の取得 による新たな光イメージングの画像再構成

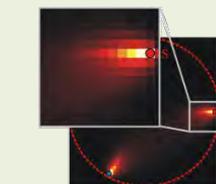
時間分解法による生体組織の光学特性値 in situ 測定（その場での測定）

生体光イメージングや光線力学療法で用いる光伝播解析モデルを構築する際に必要不可欠となる光学特性値を、in situ かつ微小組織を対象に測定可能な実験システムと解析手法を確立しました。

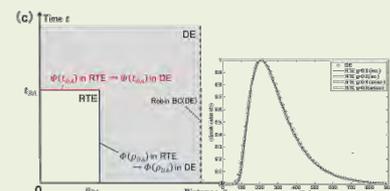


生体内光伝播の数理モデルの構築

生体組織内の光伝播を正確に計算するために、輻射輸送方程式の数値解法や、輻射輸送方程式と光拡散方程式の適用範囲を時空間的に分割する高速数値解法を確立しました。また、基準データ作成のため、生体組織や測定光学系の物理パラメータを詳細に設定可能な数理モデルをモンテカルロ・シミュレーションによって構築しました。



モンテカルロ・シミュレーション



輸送-拡散方程式 ハイブリッドモデル

光イメージングの 対象拡大

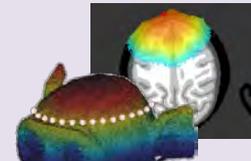
光イメージング 実測システム への展開

生体モデルによる光イメージング 適用対象に関する検討

ヒト頭部とアカゲザル頭部の磁気共鳴画像 (MRI) に基づいて生体モデルの光伝播解析を行い、光イメージングが適用できる対象について検討を行いました。



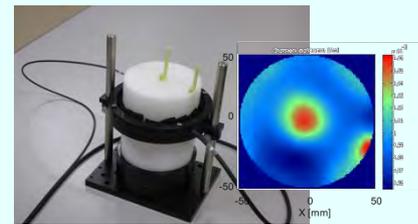
ヒト頭部モデル



アカゲザル頭部モデル

拡散光トモグラフィ評価用 ファントムの製作

医用画像診断装置の特性や信頼性を評価するためのファントム (模型) を試作しました。



※ 逆問題とは 応用数学の一分野であり、出力から入力を推定する問題 のことです。