

データ同化によるMulti-Physics Simulation Model

医療機器研究グループ・鷺尾 利克

研究のねらい

- エネルギーデバイスを用いた治療機器では、生体組織とエネルギーの相互作用により高い効果を得る。その半面、いくつかの物理現象が連成して生じるため、作用機序の理解が困難である場合も多く結果として、使いにくさが残存する。
- 複数の物理現象の連成に起因する医療機器の使いにくさ、という課題を解消するためデータ同化を数値計算と計測値を用いて行い、精緻なsimulationを構築する。このsimulationを活用し術者の理解を促進する。
- 精緻なsimulationを活用することで、連成する物理現象の中で敏感もしくは鈍感な物理パラメータが明らかになり、新しいトレーニングメニューの提案、更には機器開発における簡便なverification & validationへの応用が期待出来る。

新規技術の概要と特長

データ同化を積極的かつ効果的に実践するMulti-Physics simulationは複合的な技術となる。開発要素は、データを収集するためのハードウェアおよび必要となる物理パラメータを算出するソフトウェア、またsimulationのための数理モデルが必要となる。今回はレーザーと生体組織との相互作用により吸収されるエネルギーを熱源とする光温熱治療機器を対象とした。

これまで、積分球と光センサおよび医療機器で使用する単波長レーザーを光源とした簡便な構成の計測系と、計測結果とモンテカルロ法で得られた結果を比較して、生体組織の光特性値を推定するシステム（図1）を構築した。分光器を必要とせず、可搬性を向上させたことで、患者の組織採取が可能な手術室で使用する（on demand計測）が可能となった。

Simulationのための数理モデルは、光拡散方程式と生体伝熱方程式とした。Simulationではそれぞれを連成し、有限差分法を用いて非定常熱伝導として解いた。その結果、レーザー出力と温熱時間について効果的かつ安全な範囲の同定を可能にした。

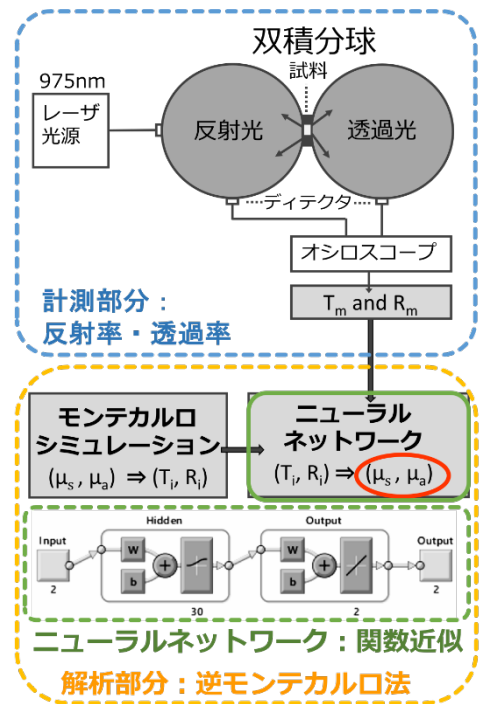


図1 光学特性値推定システム

期待される連携・応用分野

- ・ 新規医療機器開発におけるVerification & Validation
- ・ 従来医療機器の改良におけるVerification & Validation
- ・ 複数の物理現象が連成している既存計測データと同化させる数理モデル及びシミュレーションモデルの構築

関連特許および文献

- ・ Measurements of Specific Heat Capacities Required to Build Computer Simulation Models for Laser Thermotherapy of Brain Lesions : Fumiya SANO, Toshikatsu WASHIO and Mitsunori MATSUMAE, Tokai J Exp Clin Med., Vol. 44, No. 4,