

モンテカルロ法を用いた 9 層構造皮膚モデルにおける 光子フルーエンスの時間的解析

Time analysis of photon fluence in nine-layered skin tissue model using Monte Carlo simulation

室工大院¹, 釧路高専²

○(M1) 英 勇斗¹, 船水 英希¹, 前田 貴章², 湯浅 友典¹, 相津 佳永¹

Muroran Inst. Tech.¹, Kushiro National Col. Tech.²

○Yuto Hanabusa¹, Hideki Funamizu¹, Takaaki Maeda², Tomonori Yuasa¹, Yoshihisa Aizu¹

E-mail: 16042058@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

ヒト皮膚は加齢や疾患等による内部状態の変性に起因し、組織内の光学的吸収、散乱特性が変化する。これは皮膚の色調や見え方に変化をもたらすことから、光伝搬の様態を調べる研究が重要である。そこで当研究室では、皮膚組織学的知見に基づき考案した 9 層構造皮膚モデルによる光伝搬モンテカルロシミュレーション(MCS)を用いて、ヒト皮膚の様々な内部状態を想定し、光子フルーエンスの算出をすることで光伝搬分布の可視化を行ってきた。本研究では、光子フルーエンスレートにより光伝搬の過程を時間的に分解することで解析し、波長に対する伝搬時間の差異に注目した光伝搬特性の考察を行ったので報告する。

2. 原理

Fig.1 に光伝搬 MCS¹⁾の概念図を示す。光を個々の光子(微小な光の束)として扱い、対象物体の光学特性と乱数から光子の挙動を逐次計算することで統計的に分光反射率や分光透過率、侵達経路などを算出する。また本研究で扱う光子フルーエンスとは、ヒト皮膚モデルを 3 次元的な体積要素(グリッド)に分割し、その分割された各グリッドにおける光の到達量を表したものである。光子フルーエンスレートは、光子フルーエンスを解析単位時間(1ps)当りに時間分解したもので、動画のようなフレーム毎に光伝搬過程を可視化することが可能である。経過時間は光子の 1 ステップ当りにおける所要時間の積算値から算出する。

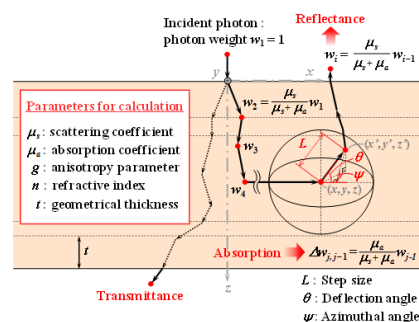


Fig.1 Monte Carlo simulation of light propagation in a multi-layered skin tissue.

3. 結果

Fig.2 に標準状態のヒト皮膚における分光反射率について、数種の経過時間における結果を表す。各波長域で比較すると、短波長域では応答が早くおよそ 15ps でピークに達している。一方、中波長域は 60ps, 長波長域は 360ps と、ピークに達するまでの時間が長くなっている。長波長域の光は皮膚内部まで侵達し、実効的な伝搬距離が長くなるため、表面に到達するまでの時間が長くなっており、一般的な知見と一致する。本研究では、最終的な反射率に到達する全エネルギーが時間的にどのような特性をもつかという過渡状態等を光子フルーエンスレートと関連づけて解析する予定である。

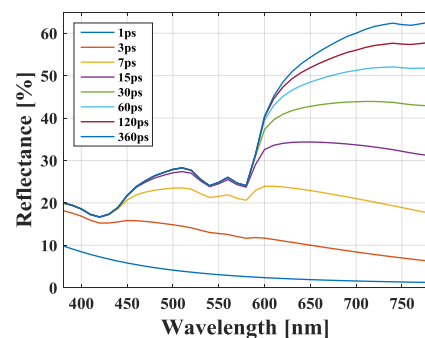


Fig.2 Spectral reflectance at each time.

参考文献

- 1) L. Wang, S.L. Jacques, and L.Q. Zheng, "MCML-Monte Carlo modeling of photon transport in multi-layered tissues", Comput. Methods Programs Biomed. Vol.47 (1995) pp.131-146.