

皮膚組織内における光伝搬の深さと広がりに関する モンテカルロシミュレーション

著者	高橋 成季, 吉田 貴之, 前田 貴章, 船水 英希, 湯浅 友典, 相津 佳永
雑誌名	応用物理学会北海道支部・日本光学会北海道地区合 同学術講演会講演予稿集
巻	51/12
ページ	73-73
発行年	2016-01
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008910

皮膚組織内における光伝搬の深さと広がりに関するモンテカルロシミュレーション

室蘭工業大学大学院 生産システム工学系専攻, 釧路工業高等専門学校 機械工学科*

○高橋 成季, 吉田 貴之, 前田 貴章*, 船水 英希, 湯浅 友典, 相津 佳永

1. はじめに

ヒト皮膚では加齢や疾患などにより内部状態が変性し, 吸収や散乱に基づく光伝搬が変化するため, この特性に着目して変化する光情報を計測することにより, 皮膚組織の内部状態を推定する手法が知られている. そのため, ヒト皮膚組織内部における光伝搬を定量的に解析することが重要であり, 一般に光伝搬モンテカルロシミュレーション(MCS)¹⁾を用いた解析が有用と考えられている. そこで当研究室は, ヒト皮膚における光伝搬分布の可視化を光伝搬 MCS を用いて光子フルーエンスを算出することにより行ってきた²⁾. 従来の光伝搬分布では, 光の侵達深度や広がりについて視覚的な評価を行うまでに留まっており, 変化の定量的な考察は行われていなかった. そこで, 本研究では光伝搬分布における光の侵達深度などの定量化を試みることを, および波長などの条件変化がもたらす光伝搬への影響を調べることを目的とする.

2. 原理

モンテカルロ法は様々な分野で利用されている乱数を用いた数値計算法であり, 生体組織内部における光伝搬の解析にも有用であることが知られている. Fig. 1 に光伝搬 MCS の概念図を示す¹⁾. 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より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. 本研究では, 対象物体である生体組織を光学特性の異なる複数の平行層状モデルとして考え, 各層には厚さ t , さらに吸収係数 μ_a , 散乱係数 μ_s , 非等方性パラメータ g , 屈折率 n の光学パラメータが与えられる.

本研究で扱う光子フルーエンス ϕ_{xz} 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, 式(1)より求められる.

$$\phi_{xz}[i_x, i_z] = \frac{A_{xz}[i_x, i_z]}{\mu_a} \quad [\text{cm}^{-2}] \quad (1)$$

ここで i_x, i_z は, 皮膚表面に対して水平方向および深さ方向における各グリッドの要素番号, μ_a は吸収係数, A_{xz} は光吸収量を表している.

3. 考察

標準状態のヒト皮膚に波長 450nm, 550nm の光を入射した場合の光侵達分布を Fig. 2 に示す. Fig. 2(a) は波長 450nm, Fig. 2(b) は波長 550nm の光を入射した場合である. 波長 450nm の光より波長 550nm の光の方が光が深くまで侵達し, また周囲へ拡散していることが確認できる. これは短波長の方が吸収の影響を受けやすいためであると考えられる. 今後は, 光子フルーエンスにしきい値を設定することで定量化を試みる予定である.

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.
- 2) 古御堂 剛, 他: 多層構造皮膚モデルに基づく組織光侵達のモンテカルロ解析, 第 59 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 (2012) 17a-GP3-2.

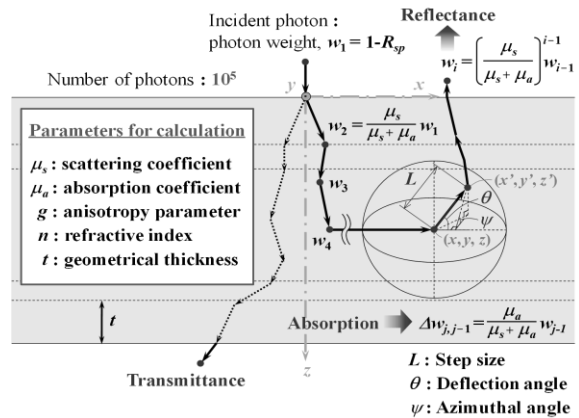
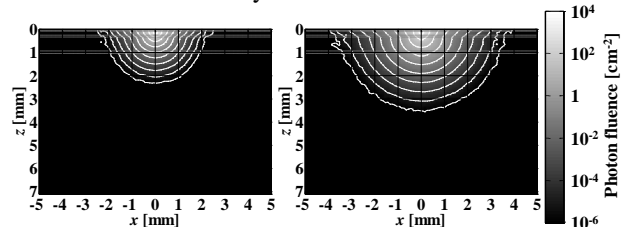


Fig. 1 Monte Carlo simulation of light propagation in a multi-layered skin tissue.



(a) Wavelength of 450nm (b) Wavelength of 550 nm

Fig. 2 Distribution of photon fluence in light propagation in a skin tissue model.