

半無限平面体からの偏光の後方散乱: モンテカルロ・シミュレーション

Backward scattering of polarized light from semi-infinite planes: Monte Carlo simulations

○大槻 荘一 (産総研健康工学)

○Soichi Otsuki (Health RI, AIST)

E-mail: otsuki-so@aist.go.jp

生体組織による光散乱に基づき、非侵襲で病変を診断する手法が注目されている。生体組織は複雑なため、モデルによる検証が不可欠である。板状試料に細い平行光を入射したとき、後方散乱の偏光は入射点を中心とした放射状の模様を示すことが知られている。本発表では、模様が発生する仕組みについての定式化を紹介するとともに、モンテカルロ・シミュレーションを用いて計算した偏光の二次元分布から、散乱体の偏光特性を推定した。

平面体に対し垂直に光を入射し、平面から垂直に射出する光のみを考慮すると、散乱を表す実効ミューラー行列 $\hat{\mathbf{M}}$ は、

$$\hat{\mathbf{M}}(r, \Phi) = \mathbf{R}(\Phi) \hat{\mathbf{M}}(r) \mathbf{R}(\Phi) \quad (1)$$

となる[1]。ここで、 $\hat{\mathbf{M}}$ は還元実効ミューラー行列、 $\mathbf{R}$ は参照軸の回転を表すミューラー行列、 r および Φ は照射点を中心とする平面上の各点の極座標である。式(1)に含まれる回転操作は、光の照射および検出の参照軸と、散乱の参照軸との幾何学的関係から発生するもので、還元実効ミューラー行列 $\hat{\mathbf{M}}$ は平面体本来の散乱を表すと考えられる。粒子による散乱が可逆性および面対称性を満たすとして、 $\hat{\mathbf{M}}$ もこれらの関係を満たすと予想される。

既報[2]と同様にして、モンテカルロ法によるシミュレーションを行った。粒子は球形とし、半径および屈折率を $0.7 \mu\text{m}$ および 1.59 とした。母体の屈折率を 1.334 、散乱係数を 11.88 cm^{-1} とし、吸収は無視できるとした。波長を 632.8 nm 、光子数を 10^9 個とし、平面の法線に対し 10° 以下の角度で射出する光子を計数した。

計算した実効行列の要素の二次元分布を Fig. 1 に示す。各要素は m_{00} 以外、 m_{00} で規格化している。各要素は照射点を中心とした回転および放射対称性を示す。式(1)より計算した還元実効行列の二次元分布は中心からの距離に依存しているが、方位角依存性をほとんど示さなかった。各要素を方位角にわたって平均した還元実効行列を Fig. 2 に示す。 $m_{10} \cong m_{01}$ および $-m_{23} \cong m_{32}$ であり、 2×2 対角要素以外はほぼゼロであることから、行列は可逆性および面対称性を満たし、前記予想が確かめられた。

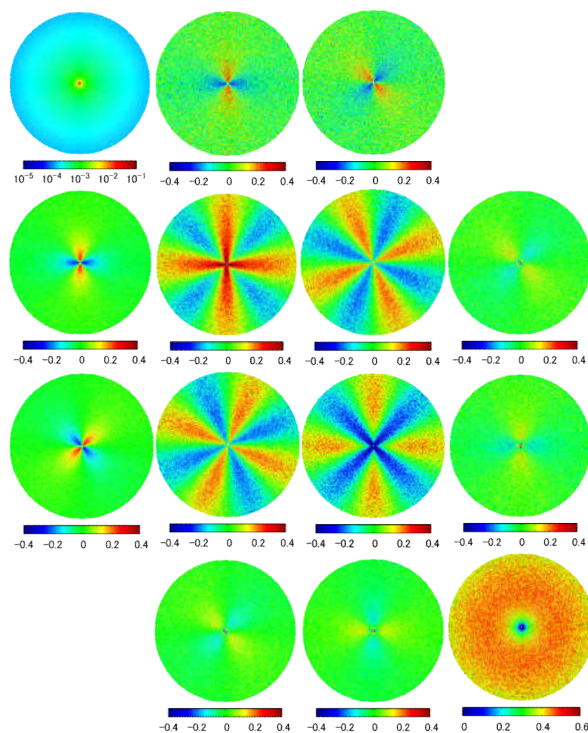


Fig. 1. Elements of the effective scattering matrix. Each image displays a circular area of 2 cm radius.

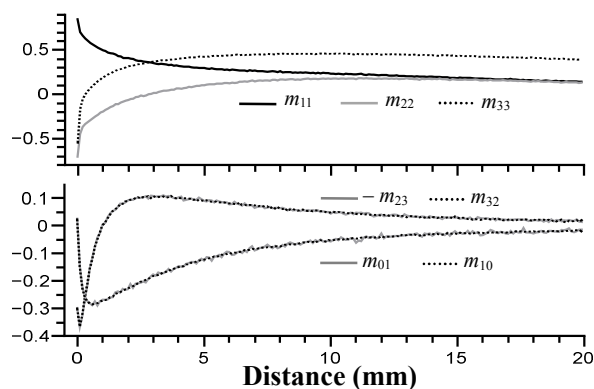


Fig. 2. Reduced effective scattering matrix as a function of the distance from the center.

謝辞: 本研究は科研費基盤研究C (26390092) の支援により実施した。

[1] M. J. Raković, et al., *Appl. Opt.* **38**, 3399 (1999).

[2] S. Otsuki, *J. Opt. Soc. Am. A*, accepted.