細い偏光ビーム照射による後方散乱に基づく平板中埋入体のイメージング

Imaging of inclusions in a slab based on backscattering by illumination of a thin

polarized light beam

```
○大槻 荘一(産総研健康工学)
```

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。平板試料 に細い平行光を入射したとき、後方散乱の偏光状 態は入射点を中心とした分布を示す。この時の実 効散乱ミューラー行列 M は、

M(*r*, *φ*) = **R**(-*φ*)**M**^{*r*}(*r*, *φ*)**R**(-*φ*) (1) となる[1]。ここで、**M**^{*r*} は還元実効散乱ミューラー 行列、**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。

モンテカルロ法によるシミュレーションの条件は 以下の通りである。埋入体を内部に有する厚さ20 mmの平板を試料として想定した。散乱粒子は球 形とし、半径および屈折率を0.7 µmおよび1.59と した。母体の屈折率を1.334、散乱係数を10 cm⁻¹とし、吸収は無視できるとした。埋入体は光 学的性質が母体と異なり、Fig. 1 に示すような、形 状およびサイズを有し、厚さが試料と等しい。波長 を632.8 nmとし、直径1 nmの均一な強度の平行 光を試料に照射した。光子数を10⁸個とし、射出 する光子をすべて計数した。還元実効行列を式 (1)に基づいて計算し、ルー・チップマン極分解を 経て、偏光係数の分布を計算した。

埋入体の吸光係数が 2.5、5、10、および 20 cm⁻¹ である場合の結果を Fig. 2(b)に示す。光強 度 Io から、埋入体の形状・サイズが測定でき、吸 光係数の推定も可能である。一方、水平・垂直偏 光、±45°直線偏光、および円偏光に対する偏光 解消係数(α_1 、 α_2 、および α_3)からは、埋入体の存 在は確認できるが、形状などの正確な確認は困 難である。次に、散乱係数が 25、50、100、および 200 cm⁻¹ である埋入体の場合の結果を Fig. 2(c) に示す。埋入体の確認は、偏光解消係数からの 方が、光強度 Io からより正確におこなうことができ る。また、埋入体が y 軸方向に複屈折を有し、強 度が1.25、2.5、5、および10×10⁻⁵である場合の結 果を Fig. 2(d)に示す。埋入体の確認は光強度 Io からは不可能だが、偏光解消係数および移相度 |δからはかなり正確な確認が可能であり、進相軸θ からは埋入体の進相軸が推定できる。

以上、細い平行光の入射による後方散乱の偏光係 数の分布から、平板中の埋入体の確認および偏光イ メージングが可能である。







Fig. 2. Polarization parameters for slab media including (a) no, (b) absorbing, (c) more strongly scattering, or (d) birefringent inclusions.

謝辞:本研究は JSPS 科研費 JP26390092 の助成 により実施した。

[1] S. Otsuki, J. Biomed. Opt. 22, 015001 (2017).

[°]Soichi Otsuki (Health RI, AIST)