

円偏光散乱における偏光解消ダイヤグラムの実験的検証

Experimental demonstrations of depolarization diagram
for circularly polarized light scattering

北里大理 °原田 侃汰, 江角 朝登, 西沢 望

Kitasato Univ., °Kanta Harada, Asato Esumi, Nozomi Nishizawa

E-mail: sp20136@st.kitasato-u.ac.jp, nishizawa.nozomi@kitasato-u.ac.jp

円偏光を生体組織に入射すると、主な散乱体である細胞核によって複数回散乱され、偏光状態は徐々に解消される。偏光解消の強さは、粒径 ($2a$) と波長 (λ) の比であるサイズパラメータ ($X = 2a/\lambda$) に強く依存するため、適切な波長を選択し、散乱光の偏光状態を測定することで細胞核に関する情報を得ることができる[1,-3]。これを円偏光散乱法と呼ぶ。我々のグループでは、実際の生体組織を用いた実験についての報告[4]やモンテカルロシミュレーションを用いた懸濁物質中での散乱による偏光解消の X 依存性についての報告[5]を行い、円偏光散乱法の生体応用の可能性について検討してきた。本発表では、これまでシミュレーションにより示してきた偏光解消の X 依存性および波長と粒子径のダイヤグラム[5]を実験的に検証したので報告する。

検証のための試料には、粒径 $5\ \mu\text{m}$ のポリスチレン(PS)マイクロビーズ(SX-500H; 綜研化学株式会社)を20%のドデシル硫酸ナトリウム(SDS)水溶液中で攪拌して得られた単分散溶液を用いた。分光器を通した光を直線偏光子と $\lambda/4$ 板を通して円偏光に変換し、光路長 5mm のキュベットに入れた混濁溶液に垂直に入射させた。透過散乱光をレンズで集光し、円偏光成分 S_3 値の波長依存性を偏光計(PAX1000IR1/M; Thorlabs, Inc)を用いて測定した (Fig.1)。測定中は攪拌子を用いてビーズを一様に分散させた。PSビーズの密度は $1.89 \times 10^8/5\text{mL}$ とし、このときの平均自由行程は $2.3 \times 10^{-3}\text{m}$ と見積もられる。

Fig 2 に示した測定結果を示す。実験値 (赤) からは他の要因を排除するため SDS 溶液のみの S_3 値を差し引いてある。シミュレーションにより得られた単散乱の偏光解消の期待値 (黒) と同様にこの波長域において単調増加しており、整合性のあるデータが得られた。

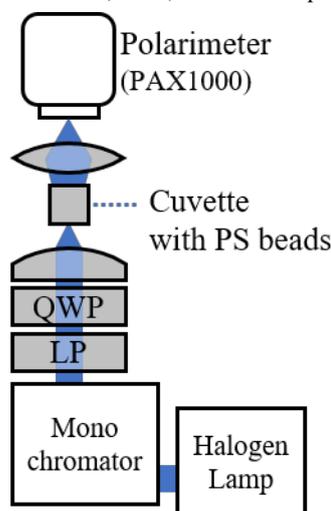
[1] W. S. Bickel, *et al.*, PNAS **73**, 486 (1976).[2] N. Nishizawa *et al.*, JJAP **59**, SEEG03 (2020).[3] N. Nishizawa *et al.*, J. Biophotonics **15**, 202200062 (2022). [4] N. Nishizawa *et al.*, J. Biophotonics, **14**, 202000380 (2020).[5] N. Nishizawa, *et al.*, J. Biomed. Opt. **29**, 075001 (2024).

Fig. 1: Schematic optical setup

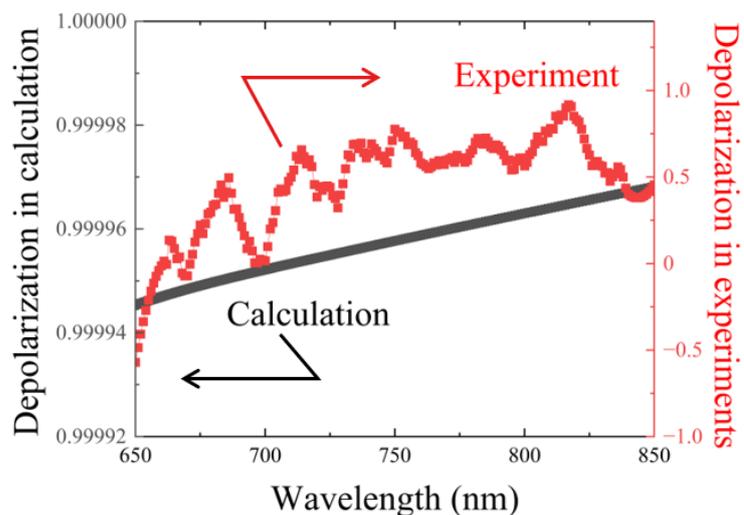


Fig. 1: Wavelength dependence of depolarization; (red) experimental values and (black) expected value for single scattering calculated in [5].