

円偏光散乱を用いたがん検出

Cancer Detection Using Scattering of Circularly-Polarized Light

東工大未来研¹, パリサテ工科大², 自治医大³ 西沢 望¹, B. Al-Qadi², 口丸高弘³, 宗片比呂夫¹FIRST, Tokyo Institute of Technology¹, Palestine Technical University² Jichi Medical Univ.³°N. Nishizawa¹, B. Al-Qadi², T. Kuchimaru³, H. Munekata¹

E-mail: nishizawa.n.ab@m.titech.ac.jp

生体組織に円偏光を照射し、その散乱光の偏光状態を解析することによって、前がん病変などの診断が可能になると期待されており[1]、現に健常組織とがん組織とでは散乱光 ($\lambda=639\text{ nm}$) の偏光状態に大きな違いが見られるとの報告例がある[2]。この研究結果にもとづき、我々は円偏光を放射・検出が可能な Spin-LED[3]および Spin-PD[4]を用いることで生体内でのその場観察が可能かつ非侵襲、非染色な新たながん診断技術を提案している[5]。本研究では、生体内での吸収がより少なく Spin-LED の発光波長である 900 nm 付近の円偏光を薄片化した生体組織に照射し、その散乱光の偏光状態の入射角、検出角依存性について調べたので報告する。

生体試料としてヒトすい臓がん細胞 SUIT2 を異種移植したマウスから作成した肝転移検体を $40\text{ }\mu\text{m}$ に薄片化した試料を用いた。レーザー光 ($\lambda=914\text{ nm}$, $P=0.5\text{ mW}$) を波長板により右回り円偏光にして生体試料に照射し、散乱光の円偏光度 (Degree of circular polarization: DOCP) を偏光計 (PAX1000 ; Thorlabs, Inc.) によって測定した。Fig.1 に生体試料の顕微鏡像を示す。青い点線で囲まれた部分が転移部である。健常組織部と転移部に跨る領域 (Fig.1 赤点線上 18 点) に対して散乱光の円偏光度を測定した。Fig.2 に入射角依存性の結果を示す。入射角がブリュースター角 52.4° よりも大きい 55° の場合を除いて健常部と転移部との間で 0.1 以上の円偏光度差が検出され、有意な偏光度差異として組織状態の判別が可能であることが示された。検出偏光度の大小関係については $\lambda=639\text{ nm}$ で測定された[2]の結果とは正反対であったが、Mie 理論に基づいた散乱シミュレーションによると、入射波長に応じて偏光度の大小関係が逆転することは合理的であり、実験結果を矛盾なく説明できる。一般に、Mie 散乱における偏光解消の強度は散乱体に励起される分極分布に応じて変化し、散乱体直径と入射波長の比に大きく依存すると考えられており、既存の理解とも一致する。以上より、円偏光散乱を用いた本手法は、散乱体である細胞核の肥大化を検出することによってがん組織の識別が可能であることが示された。

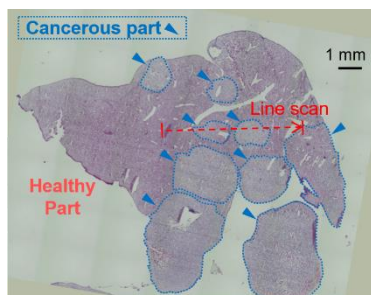
[1] W. S. Bickel *et al.*, PNAS **73**, 486 (1976). [2] B. Kunnen *et al.*, J. Biophotonics **8**, 317 (2015).[3] N. Nishizawa *et al.*, PNAS **114**, 1783 (2017). [4] R. Roca *et al.*, JJAP **56**, 04CN05 (2017).[5] N. Nishizawa *et al.*, JJAP, *in press*,
doi:10.35848/1347-4065/ab69db.

Fig. 1(a) Micrograph of specimens. The parts surrounded by blue dotted line are cancerous parts. The line scan was carried out along the red arrow.

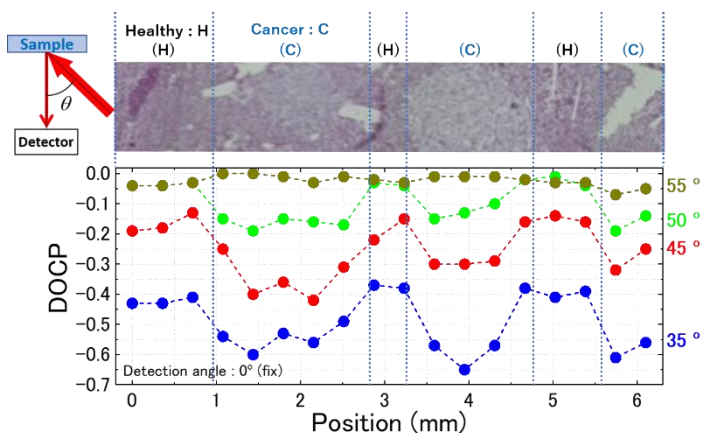


Fig. 2: Results of line scans with different incident angles (θ) along the red arrow shown in Fig.1. The micrograph of scanning area shown at the upper part corresponds to the probing points of the graph.