

偏光で見るバイオメカニクス – 偏光 OCT と OCT エラストグラフィー Polarization sensitive optical coherence elastography for biomechanics and polarization imaging

COG 筑波大 ◦ 安野 嘉晃

COG Univ. Tsukuba

E-mail: yasuno@optlab2.bk.tsukuba.ac.jp

コラーゲンは細胞外マトリクスの主要な構成要素の一つであり、生体と組織の機械特性と強く関連している。この機械特性の変化は組織の腫瘍化との関連が知られているほか、近視などの組織の変形を伴った疾患との関連が疑われている。また、コラーゲンは強い複屈折を持つことが知られており、生体組織の偏光特性を計測することで、光の分解能以下の細胞外マトリクスの微小構造を類推することができると考えられる。

私たちの研究グループでは、以前からこれらの点に着目し、(1) 偏光光コヒーレンストモグラフィー (PS-OCT) による生体組織の3次元複屈折計測^{1,2}、(2) 生体複屈折と機械特性の関係の調査³⁻⁵、(3) 組織の複屈折と機械特性の同時画像計測に関する研究⁶を行ってきた。

本講演ではまず、組織の3次元 Jones matrix 分布を計測する Jones matrix PS-OCT(JM-OCT) の技術を紹介し、それによる眼球強膜、ヒト皮膚の複屈折計測の実例を示す。また、これらの組織のバルクな機械特性と偏光の関連について議論する。さらに、2017年度から開発をはじめた JM-OCT と光コヒーレンスエラストグラフィー⁷を組み合わせた装置である JM-OCE を紹介し、組織の複屈折断層画像と断層エラストグラフィーの関連を議論する。

- [1] Ju, M. J., Hong, Y.-J., Makita, S., Lim, Y., Kurokawa, K., Duan, L., Miura, M., Tang, S. and Yasuno, Y., “Advanced multi-contrast Jones matrix optical coherence tomography for Doppler and polarization sensitive imaging,” *Opt. Express* **21**(16), 19412–19436 (2013).
- [2] Li, E., Makita, S., Hong, Y.-J., Kasaragod, D. and Yasuno, Y., “Three-dimensional multi-contrast imaging of in vivo human skin by Jones matrix optical coherence tomography,” *Biomed. Opt. Express* **8**(3), 1290–1305 (2017).
- [3] Yamanari, M., Ishii, K., Fukuda, S., Lim, Y., Duan, L., Makita, S., Miura, M., Oshika, T. and Yasuno, Y., “Optical Rheology of Porcine Sclera by Birefringence Imaging,” *PLoS ONE* **7**(9), e44026 (2012).
- [4] Sakai, S., Yamanari, M., Lim, Y., Nakagawa, N. and Yasuno, Y., “In vivo evaluation of human skin anisotropy by polarization-sensitive optical coherence tomography,” *Biomed. Opt. Express* **2**(9), 2623–2631 (2011).
- [5] Nagase, S., Yamanari, M., Tanaka, R., Yasui, T., Miura, M., Iwasaki, T., Goto, H. and Yasuno, Y., “Anisotropic Alteration of Scleral Birefringence to Uniaxial Mechanical Strain,” *PLoS ONE* **8**(3), e58716 (2013).
- [6] En Li, Shuichi Makita, Deepa Kasaragod, Yoshimi Iwasaki and Yoshiaki Yasuno., “Birefringence and deformation estimation of biological tissue by polarization sensitive optical coherence elastography,” presented at Optics & Photonics Japan, 1 November 2017, 1pA3.
- [7] Larin, K. V. and Sampson, D. D., “Optical coherence elastography – OCT at work in tissue biomechanics [Invited],” *Biomed. Opt. Express* **8**(2), 1172–1202 (2017).