

ショートマルチモードファイバープローブを用いた 生体組織の三次元画像測定

Three dimensional imaging of biological tissues using short multimode fiber probe

山形大学大学院¹, 東京農工大学大学院²,
 ○(M1)江藤 魁¹, 増田 純平¹, 西館 泉², 佐藤 学¹
 Yamagata Univ.¹, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology²,
 ○(M1)Kai Eto¹, Junpei Masuta¹, Izumi Nishidate², Manabu Sato¹
 E-mail: msato@yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

近年, OCT(optical coherence tomography)は, 眼科をはじめ様々な臨床応用がなされ, その応用が拡大している。一方, 数 mm 以上深い部位の直接測定は困難であり, これに対して様々なニードル型プローブが研究されている¹⁾。我々は組織への低侵襲性, 小型・シンプルさ, 信頼性, 汎用性を考慮して, 光通信用の屈折率二乗分布型マルチモードファイバーに着目し, 生体組織深部イメージングへの応用を検討してきた。今までに, SMMF の結像特性や MTF 特性などの基礎特性^{2,3)}と直径 125 μm , 長さ 5mm の SMMF(short multimode fiber)を用いた *ex vivo* ラット脳の透過画像測定⁴⁾を報告した。さらに SMMF-OCM (optical coherence microscopy)による生体試料測定⁵⁾, 長さ 7.4mm, 直径 125 μm の SMMF プローブを用いた FF-OCM での *in vivo* ラット脳の三次元断層画像測定を行った^{6,7)}。今回は, 直径 125 μm , 長さ 7.33mm の SMMF を用いた FF-OCM で *ex vivo* 鶏腱組織の三次元断層画像を報告する。

2. 実験光学系

SMMF を用いた FF-OCM の光学系を図 1 に示す。マイケルソン干渉計の参照・信号光路に 10 倍対物レンズを挿入し, 長さ 7.33mm の SMMF(Fujikura Ltd., Future Guide-MM50, 外径: 125 μm コア径: 50 μm)を信号光路側の対物レンズに専用の治具で固定している。光源はハロゲンランプ(Philips, 12V, 100W)を用いており, フィルターで中心波長 784nm, バンド幅 132nm に帯域制限し, 偏光子 1, 2 及び $\lambda/4$ 板により SMMF の入射端面からの反射光を抑制している。CCD カメラ(AVT, Manta-G-033)を用いて 4 ステップ位相シフト法で断層画像を得ている。光軸方向分解能は 2.15 μm 以下, 横方向分解能は 4.38 μm である。

3. 実験結果

スライドガラス上の鶏腱組織に, SMMF 端面をコンタクトさせて断層画像測定を行った。参照ミラーを 1 μm ステップで 200 回走査し, 各ステップを 50 回の平均化を行ない, 200 枚の断層画像を ImageJ 3D Viewer で三次元表示し, 構造を確認した。図 2 に SMMF 端面に対して鉛直方向の三次元画像を示す。図の X-Y 面が試料表面に並行である。(a)は三次元画像の X-Z 面であり, X 軸方向に繊維状の画像情報が得られた。(b)は (a) を 90°回転させた Y-Z 面であり, 繊維断面の粒状の画像情報が得られた。1 本の繊維状画像情報の太さは数 μm 程度であり, 文献の腱組織の直径にほぼ一致した。

4. まとめ

長さ 7.33mm, 直径 125 μm の SMMF プローブを用いた FF-OCM による *ex vivo* 鶏腱組織の測定において, 太さ数 μm 程度の繊維状の三次元構造を確認することができた。これより, SMMF プローブ応用の可能性が示された。

謝辞: この研究の一部は JSPS 科研費 25350520 の助成を受けている。また, 研究支援に関して(株) フジクラ 桑木伸夫氏, 愛川和彦氏に感謝する。

- 文献 1) B. H. Lee, et al., Opt. Fiber Technol. **19**, 729-740 (2013). 2) M. Sato, et. al., Appl. Opt., **55**, 12, 3297-3305(2016).
 3) M. Sato, et. al., Opt. Commun., **385**, 25-35 (2016). 4) M. Sato, et. al., BiOS2014, Proc. of SPIE 8928, 89281D-1-8 (2014).
 5) M. Sato, et. al., Opt. Commun., **381**, 296-308 (2016). 6) M. Sato, et. al., BiOS, Proc. of SPIE 10053, 10053-115 (2017).
 7) M. Sato, et. al., 2nd Canterbury Conference on OCT, Univ. of Kent, UK (2017).

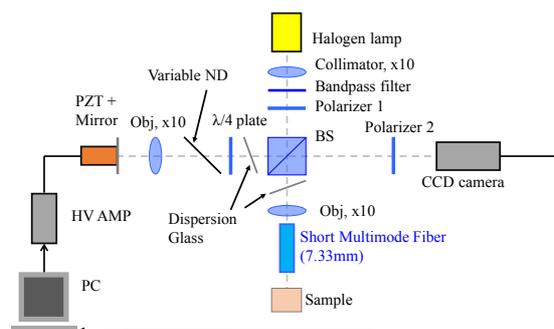


Fig. 1. Experimental setup

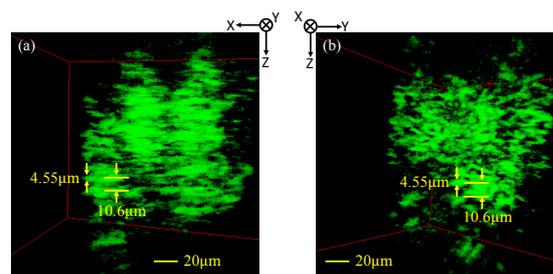


Fig. 2. *ex vivo* 3D OCM image