強度干渉 OCT と波面制御技術の融合による散乱媒質を通した断層イメージング

Cross-Sectional Imaging through Scattering Media by means of Intensity-Interferometric OCT with Wavefront Control

産業技術総合研究所[1]，東フィンランド大学[2]　○白井 智宏[1]，フリバーグ アリ[2]
AIST[1], Univ. Eastern Finland[2], ○Tomohiro Shirai[1], Ari T. Friberg[2]
E-mail: t.shirai@aist.go.jp

光による散乱媒質中のイメージング技術は，生体内の各種疾患を低侵襲で外部から観察する診断機器の原理として重要な役割を果たしている．しかし，光は生体組織（散乱媒質）内で多重散乱するため，一般に観察する深さと分解能は両立しない．本研究では，光を使って深部を高分解能でイメージングすることを目的として，最近考案されたスペクトル領域の強度干渉に基づく OCT（I-SD-OCT）[1]と液晶光位相変調器を利用した波面制御技術[2]を融合し，これにより散乱媒質を通した高分解能の断層イメージングが可能であることを実験的に明らかにする．

I-SD-OCT は，量子 OCT の原理を古典光学に基づき模倣することで，量子 OCT の特徴である群速度分散への耐性と深さ分解能の向上を通常の広帯域光を使って実現する．その光学系（分光光学系部分は省略）を Fig. 1 の左に示す[3]．一方，Fig. 1 の右に示す波面制御光学系は，散乱媒質を透過した光波が一点に集光するように入射波面を制御するための光学系であり，光ファイバに接続されたコリメートレンズ CL1 を介して I-SD-OCT と結合される．

動作の検証実験では，測定サンプルとして反射鏡を，散乱媒質として拡散板を利用した．実験の結果，入射光の波面制御を行わない場合には，拡散板の影響により測定信号は全く得られなかった．しかし，反射鏡面上の一点に集光するように入射光の波面制御を行うと，反射光は効率良く I-SD-OCT 光学系に戻され，反射鏡の位置情報を反映したスペクトル干渉縞，従来型の OCT 信号および I-SD-OCT 信号を得ることができた（Fig. 2 参照）．従来型の OCT 信号は分散の影響により広がり，その分解能は大幅に低下するが，I-SD-OCT 信号には耐分散性があるため高い分解能を保持している．これは，本手法の有効性を示す重要な結果と言える．

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP16K04990 の助成を受けた．

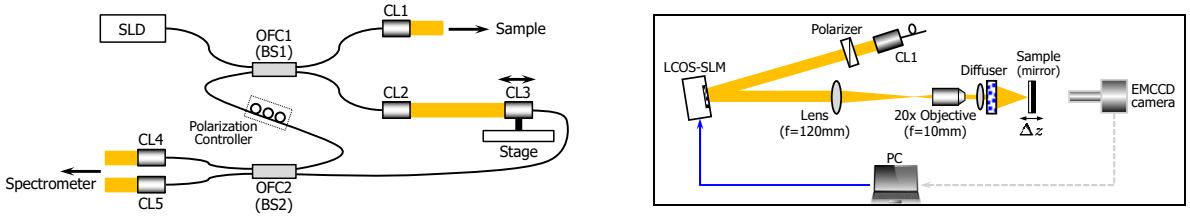

Fig. 1. The whole setup for cross-sectional imaging through scattering media. Wavefront control setup (right) is combined with I-SD-OCT setup (left) by way of a collimator lens CL1.

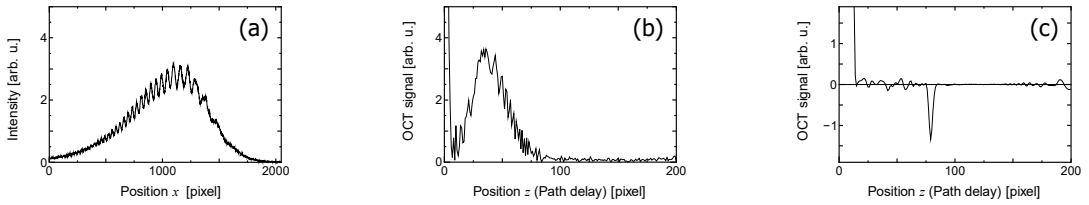

Fig. 2. (a) One of the spectral intensities, and the corresponding (b) conventional OCT and (c) I-SD-OCT signals obtained experimentally with wavefront control. A flat mirror was employed as a sample.

[1] T. Shirai and A. T. Friberg, J. Opt. Soc. Am. A **31** (2014) 258-263.
[2] For a review, I. M. Vellekoop, Opt. Express **23** (2015) 12189-12206.
[3] T. Shirai and A. T. Friberg, J. Opt. **20** (2018) 045610.

© 2019年 応用物理学会