

レーザー走査型共焦点光コム分光顕微鏡の開発

Development of Laser Scanning Confocal Optical-Frequency-Comb Spectromicroscopy

徳島大¹, JST-ERATO², JASRI³, 電通大⁴, 宇都宮大⁵

○(M1)中野 祥汰^{1,2}, 南川 丈夫^{1,2}, 長谷 栄治^{1,2,3}, 浅原 彰文^{2,4}, 水野 孝彦^{1,2},

山本 裕紹^{2,5}, 美濃島 薫^{2,4}, 安井 武史^{1,2}

Tokushima Univ.¹, JST-ERATO², JASRI³, UEC⁴, Utsunomiya Univ.⁵,

°Shota Nakano^{1,2}, Takeo Minamikawa^{1,2}, Eiji Hase^{1,2,3}, Akifumi Asahara^{2,4}, Takahiko Mizuno^{1,2},

Hirotsugu Yamamoto^{2,5}, Kaoru Minoshima^{2,4}, Takeshi Yasui^{1,2}

E-mail: nakano@femto.me.tokushima-u.ac.jp

http://femto.me.tokushima-u.ac.jp/

光学顕微鏡は、生物学および医学の分野を中心に、組織、細胞の理解や解析のために広く使われている。従来の光学顕微鏡で分光計測を行う場合は、光の「強度」の情報のみを議論し、そこからサンプルの形状や機能の解析を行ってきた。しかし、光は「位相」という情報を持っている。位相計測を行うことで、光とサンプルのより詳細な相互作用の解析や、光学顕微鏡の高機能化を実現できる。我々は、位相計測が容易に行える光コム分光法を用いることで、強度と位相の同時計測が可能な新たな光コム顕微鏡の開発を行ってきた[1,2]。本研究では、レーザー走査型共焦点顕微鏡光学系を採用した光コム顕微鏡の構築を行い、光の強度と位相の分光情報の同時取得が可能で、光軸方向の空間分解能を有し、レーザー集光による高感度計測が可能な新たなレーザー走査型光コム分光顕微鏡の開発を行った。

図1に実験のセットアップを示す。本研究では、レーザー走査型反射光学系を構築し、サンプルから反射した光をデュアルコム分光法で計測することで、強度および位相計測を行った。Erファイバー光コム ($\nu_c = 192 \text{ THz}$, $\Delta\nu = 2 \text{ THz}$, $f_{\text{rep}} = 100 \text{ MHz}$) から出力された光は、ビーム走査機構と対物レンズを通過してサンプルに集光する。サンプルから反射してきた光はビームスプリッター (BS) で反射され、デュアルコム分光計 ($\Delta f_{\text{rep}} = 500 \text{ Hz}$) で、その強度および位相スペクトルを計測する。図2に、サンプルにテストチャート (USAF 1951) のエッジ部分を用いた際の強度画像および位相画像を示す。この顕微鏡において、光の強度と位相を同時に計測し、約2万枚の分光画像を取得することが可能であることが明らかとなった。

本研究は、JST, ERATO 美濃島知的光シンセサイザプロジェクトの支援を受けて実施された (グラント番号 JPMJER1304)。

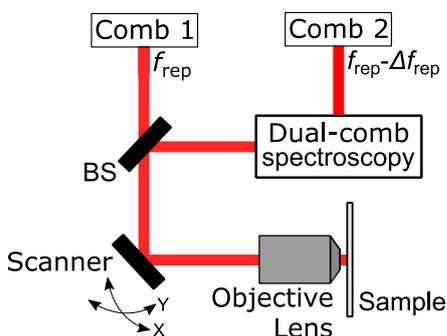


Fig. 1. Experimental setup of optical frequency comb microscopy.

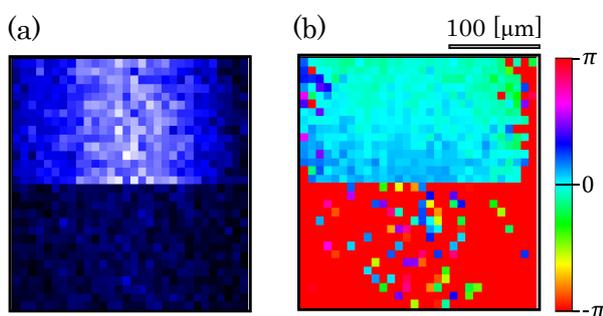


Fig. 2. 2D images of test chart (at $\nu = 192.175 \text{ THz}$), (a) amplitude image, (b) phase image.

[1] E. Hase *et al.*, "Scan-less confocal phase imaging based on dual-comb microscopy," *Optica*, **5**, 634 (2018).

[2] K. Shibuya *et al.*, "Scan-less hyperspectral dual-comb single-pixel-imaging in both amplitude and phase," *Opt. Express*, **25**, 21947, (2017).