

共焦点レーザー走査型光コム顕微鏡の開発

Development of Confocal Laser Scanning Optical Frequency Comb Microscopy

○長谷 栄治^{1,2}、宮本 周治^{1,2}、山本 裕紹^{2,3}、安井 武史^{1,2}、南川 丈夫^{1,2}

(1.徳島大学、2.JST,ERATO 美濃島知的光シンセサイザ、3.宇都宮大学)

○Eiji Hase^{1,2}, Shuji Miyamoto^{1,2}, Hirotsugu Yamamoto^{2,3}, Takeshi Yasui^{1,2}, Takeo Minamikawa^{1,2}

(1.Tokushima Univ., 2. JST, ERATO MINOSHIMA Intelligent Optical Synthesizer, 3. Utsunomiya Univ.)

E-mail: hase@femto.me.tokushima-u.ac.jp <http://femto.me.tokushima-u.ac.jp/>

光学顕微鏡は、医学・生物学を中心として細胞や組織の解析に必要な不可欠なツールとして広く普及している[1]. 特に、染色法は特定のタンパク質などを染色して可視化できるため広く用いられている. しかし、染色は細胞へダメージを与える可能性があるとともに、その毒性からヒトへの応用は困難である事が多い. 従来の光学顕微鏡は「光強度」の情報のみを対象とし、そこから試料の形状・機能の解析を行ってきた. しかし、光は「位相」という情報を有しており、強度と位相を計測することで光と試料のより詳細な相互作用解析や、光学顕微鏡の高機能化を実現できる. そこで本研究では、極限的光源の一つである光コム[2]を用いたデュアル光コム分光法[3]により、「強度」と「位相」を同時計測可能な光コム顕微鏡の開発を行った. 本研究では原理検証のため、まず光学顕微鏡下でのデュアル光コム分光システムを開発し、位相スペクトルの取得を行った.

図1に開発した光コム顕微鏡の光学系を示す. 本研究では、レーザー走査型反射光学顕微鏡を構築し、サンプルから反射した光をデュアル光コム分光法で計測することで、試料の位相分布計測を行った. 自作のEr ファイバー光コム ($\nu_c = 193$ THz, $\Delta\nu = 1.5$ THz, $f_{rep} = 100$ MHz) から出力されたレーザー光は、リレーレンズと対物レンズを通過しサンプル上に集光した. サンプルから反射・散乱してきた光は、ビームスプリッター (BS) により反射されデュアル光コム分光システム ($\Delta f_{rep} = 850$ Hz) に導光され、その強度及び位相スペクトルを計測した. 図2に試料に位相物体 (SiO_2 ガラス) を用いた際の反射位相スペクトルを示す. 顕微鏡下において、位相物体の強度スペクトルのみならず、位相スペクトルの取得が可能であることが明らかとなった. 講演では、レーザー走査系を導入し、2次元位相分布イメージの取得についても報告する.

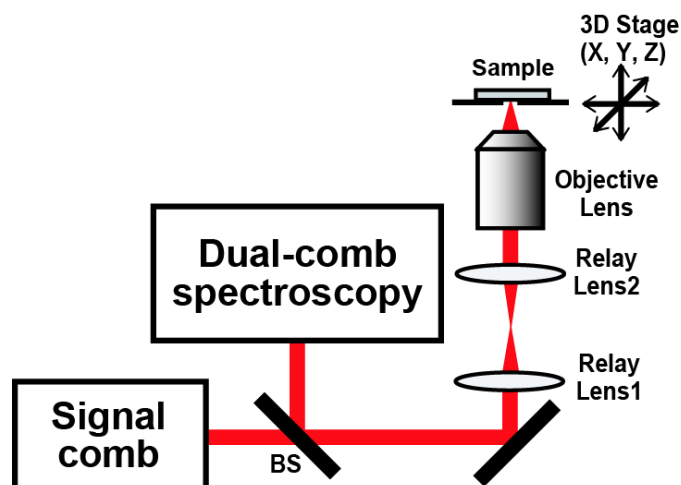


Fig.1. Experimental setup of optical frequency comb microscopy.

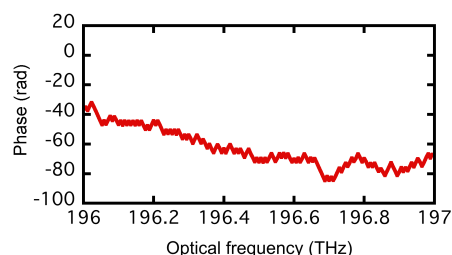


Fig.2. Phase spectrum.

- [1] 野島博 編, "顕微鏡の使い方ノート—はじめての観察からイメージングの応用まで", 羊土社, (2011)
- [2] J. Ye *et al.*, "Femtosecond optical frequency comb: principle, operation, and applications", Springer (2005).
- [3] I. Coddington *et al.*, "Dual-comb spectroscopy", *Optica* **3**, 414 (2016).