

時空間集光法における波面歪みの補正

Compensating for wavefront aberration in temporal focusing microscopy

○戸田圭亮^{1,2}, 磯部圭佑^{1,3}, 河野弘幸¹, 宮脇敦史¹, 緑川克美^{1,2} (1. 理研, 2. 埼玉大理工,
3. JST さきがけ)

○Keisuke Toda^{1,2}, Keisuke Isobe^{1,3}, Hiroyuki Kawano¹, Atsushi Miyawaki¹, Katsumi Midorikawa^{1,2}
(1. RIKEN, 2. Saitama Univ., 3. JST-PRESTO)

E-mail: keisuke.toda@riken.jp

生体深部のイメージングには多光子蛍光顕微鏡が有用とされている。しかし、生体組織内の深部イメージングでは、励起光の波面が歪み、空間分解能を低減させてしまう問題がある。空間集光においてこの問題は、波面の歪みを焦点面に対するフーリエ面における空間位相の変調によって補正することで解決できる。一方、スペクトル成分を空間的に分散させ、試料上で再度重ね合わせてピーク強度を高くする時空間集光においては、その空間位相はスペクトル位相と等価となるため、スペクトル位相の変調を行うことで波面補正が可能となる。

本発表では、励起光のスペクトル位相変調により時空間集光における光軸方向の分解能を向上させたので報告する。光源は中心波長 1055 nm, 繰り返し周波数 200 kHz, パルス幅 100 fs のモード同期ファイバーレーザーである。出力光のスペクトル位相は液晶空間光変調器を設置した 4-f パルス整形器により変調した。その出力光を回折格子により分散させ、対物レンズにより試料上に時空間集光した。発生した蛍光は、後方に設置したカメラあるいは光電子増倍管により観測した。光軸方向の分解能の評価は、直径 0.2 μm の蛍光ビーズを一層だけ敷き詰めた試料を用いて行った。このとき、試料に照射される励起光にあらかじめ分散と球面収差を与えておき、分散のみの補償、分散及び球面収差の補償を行うようにパルス整形器の与える位相を最適化した。ここで、パルス整形器の与える位相の最適化には、蛍光強度を目的関数とした擬似焼きなまし法による適応制御を用いた。Fig.1 に光軸方向の蛍光強度分布を示す。光学系全体の分散を補償することにより、光軸方向の分解能を改善できるが、球面収差に対応するスペクトル位相歪みを補償した方がより改善が可能であることが示された。

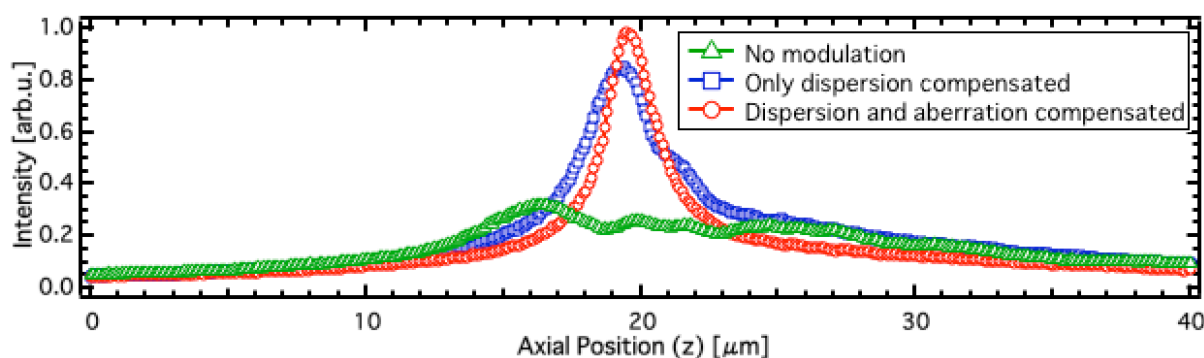


Fig.1 Fluorescence Intensity distribution

謝辞 本研究の一部は光科学技術研究振興財団の助成を受けたものである。