

## 高次径偏光ビームのスーパーオシレーション特性による 共焦点レーザー顕微鏡の空間分解能の向上

### Resolution Enhancement of Confocal Laser Scanning Microscopy

#### by the Super-oscillation Characteristics of High-order Radially Polarized Beams

東北大多元研 ○松永大地, 小澤祐市, 佐藤俊一

IMRAM, Tohoku Univ., °Daichi Matsunaga, Yuichi Kozawa, Shunichi Sato

E-mail: b4tm5335@mail.tagen.tohoku.ac.jp

はじめに: 共焦点レーザー走査型顕微鏡 (CLSM) の空間分解能は, 光の回折限界により実用上 200 nm 程度が限界とされている. この限界を超える超解像技術がいくつか報告されているが, 画像取得に長時間を要することや観察条件が制限されるなどの欠点があり, より簡便で高速なイメージング技術が求められている. これまで我々のグループでは, 多重リング状の強度分布を有する高次径偏光ビームが従来の光ビームよりも微小な集光スポットを形成できることを用い, CLSM の空間分解能を向上する手法を報告した[1]. 今回, 高次径偏光ビームの集光特性をさらに詳細に検討した結果, 集光条件によってはスーパーオシレーション特性[2]が発生し, 中央に極めて小さいスポットとその周囲に大きなサイドローブを焦点に形成することを見出した. CLSM では, 共焦点ピンホールを用いてサイドローブの影響を抑制することができ, 中央の小さいスポットのみでイメージングを行うことで CLSM の空間分解能を大きく向上させることができると考えられる. そこで, CLSM の空間分解能の向上を目的とし, 6 重リング状の高次径偏光ビームを用いてスーパーオシレーションによる微小集光スポットを発生させてイメージングを行った結果を報告する.

**実験結果:** 波長 532 nm のレーザー光を開口数 1.4 の油浸対物レンズで集光し, 共焦点ピンホールが 1 Airy unit の条件での蛍光ビーズの共焦点イメージングを行った. 直径 100 nm の孤立した蛍光ビーズを用いて CLSM における点像分布関数を測定した結果, 直線偏光ビームを用いた場合, 強度プロファイルの半値全幅は 206 nm であった. 一方, これまで我々が報告してきた液晶デバイスによる偏光および位相の変調により高次径偏光ビームに変換し[1], スーパーオシレーションスポットを形成した場合, そのスポットサイズは 138 nm となった. 次に, 凝集した直径 170 nm の蛍光ビーズをイメージングした結果を Fig. 1 に示す. 直線偏光ビームの場合, 隣接する粒子を分解することはできなかったが, 高次径偏光ビームを用いてイメージングした場合, 個々の粒子が明瞭に判別できることが分かる. また, 共焦点ピンホールによってサイドローブの発生もほとんど抑制できていることが確認できる. 詳細な分解能向上効果については当日報告する.

隣接する粒子を分解することはできなかったが, 高次径偏光ビームを用いてイメージングした場合, 個々の粒子が明瞭に判別できることが分かる. また, 共焦点ピンホールによってサイドローブの発生もほとんど抑制できていることが確認できる. 詳細な分解能向上効果については当日報告する.

#### 参考文献:

- [1] Y. Kozawa, *et al.*, *Opt. Express*, **19**, 15947 (2011) [2] E. Rogers, *et al.*, *Nat. Mater.*, **11**, 432 (2012)

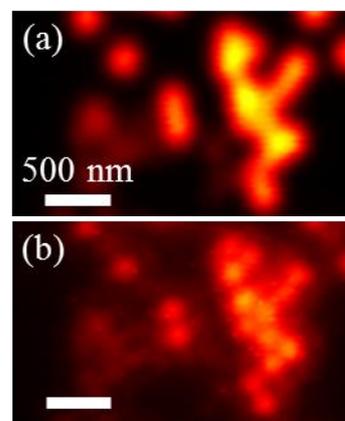


Fig. 1 直径 170 nm の蛍光ビーズのイメージング結果 (a)直線偏光ビームを用いた場合 (b)スーパーオシレーションを用いた場合