

高次径偏光ビームの軸方向電場を用いた共焦点イメージング

Confocal Imaging using Longitudinal Field of a Higher-Order Radially Polarized Beam

東北大多元研 [○]阪下 良太, 小澤 祐市, 佐藤 俊一

IMRAM, Tohoku Univ., [○]Ryota Sakashita, Yuichi Kozawa, Shunichi Sato

E-mail: ryota.sakashita.t2@dc.tohoku.ac.jp

はじめに：ビーム横断面において放射状に偏光した径偏光ビームは、強く集光した時に焦点付近に強い軸方向電場が発生し、微小な集光スポットを形成する。この特性を用いることによって、径偏光ビームを励起ビームとした蛍光レーザー顕微鏡法における空間分解能の向上が実証されている[1]。一方で、非線形光学顕微鏡法や散乱光を検出する共焦点レーザー顕微鏡法などでは、その検出光強度は励起（照明）光の焦点での偏光方向に強く依存するものの、これらのイメージング法に径偏光ビームを用いた場合の結像特性や空間分解能、検出光強度の定量性について明らかになっていない点も多い。

これまで我々は、径偏光ビームを用いた金属微粒子の共焦点イメージングにおいて、その散乱光に対する空間的な偏光分布を制御すると、軸方向電場に起因した散乱光シグナルの検出効率が向上することを理論的・実験的に報告した[2,3]。今回は、微小集光スポット特性を有する高次径偏光ビームを用いた場合の粒子像の形状やサイズについて実験的に検証し、本手法における空間分解能の向上効果について検討する。

実験および結果：波長 488 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 0.4 Airy unit の条件で、微小散乱体に対する共焦点像を取得した。対物レンズ直前に設置した液晶型 12 分割波長板により集光ビームは径偏光に変換され、試料からの散乱光も同素子により偏光変換される[2]。また、空間位相変調器(LCOS-SLM)を使用し、6 重リング状強度分布を持つ高次径偏光ビームの位相を付加した。Fig.1 に径偏光照射による孤立した金粒子(直径 100 nm)の取得画像を示す。十分小さな共焦点ピンホールでは、高次径偏光ビームのサイドローブが抑制され、明瞭なスポット状分布が得られた。

単一金粒子からの散乱強度プロファイルは計算結果と良く一致し、その半値全幅は波長のほぼ 1/5

(98 nm) と、極めて高い空間分解能を示した。Fig.2

に凝集した直径 150 nm の金粒子に対しイメージングを行った結果を示す。通常の直線偏光ビームを用いた場合と比べ、多重リング状径偏光ビームの場合では、個々の粒子の分布がより明瞭であることが分かる。講演では、本手法を用いた場合の結像特性の詳細について報告する。

参考文献：[1]Y. Kozawa *et al.*, *Opt. Express* **19**, 15947 (2011). [2]小澤,佐藤,第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-C1-8, (2014). [3]小澤,阪下,佐藤, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-2E-2 (2015).

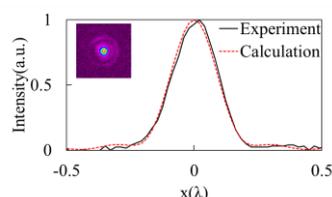


Fig.1 Intensity profile of a 100-nm Au bead taken by a higher-order radially polarized beams.

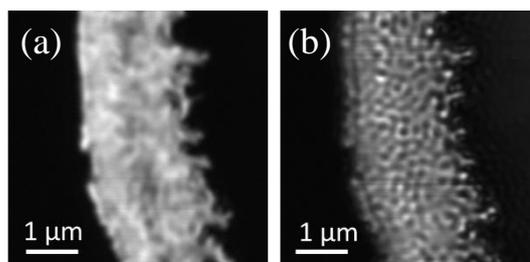


Fig.2 Confocal images of 150-nm aggregated Au beads (a) Lineally polarized beam (b) Higher-order radially polarized beam