

課題番号 : F-19-HK-0066  
利用形態 : 共同研究  
利用課題名(日本語) : 蛍光相関分光法によるプラズモンオプティカルトラッピングの評価  
Program Title (English) : Evaluation of plasmon optical trapping by fluorescence correlation spectroscopy  
利用者名(日本語) : 巽亮太  
Username (English) : R. Tatsumi  
所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究院  
Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積

## 1. 概要(Summary)

金属ナノ構造は、光と相互作用すると局在表面プラズモン共鳴が誘起され、構造近傍において入射光電場強度の数桁倍に及ぶ光電場増強(近接場増強効果)を示す。この近接場増強効果は、光と構造近傍に存在する分子や物質との相互作用の確率を増大させ、蛍光やラマン散乱シグナルの増強や化学反応を促進する効果を有している。しかし、構造近傍のナノ空間に対象粒子が存在しなければ上記の効果は得られない。本研究では、対象粒子を濃縮する効果を示すプラズモンオプティカルトラッピングに着目した。プラズモンオプティカルトラッピングは、近接場増強効果に基づきナノメートルの空間に局在させた光電場により大きな放射圧を誘起することができる。本研究では、蛍光相関分光法を用いて、粒子濃縮の定量評価を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置 ELS-7000HM(エリオニクス)、ヘリコンスパッタリング装置 MPS-4000C1/HC1(アルバック)、高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 JSM-6700FT(日本電子)

### 【実験方法】

プラズモンオプティカルトラッピングで用いるギャップモードプラズモン構造をガラス基板上に電子線リソグラフィ/リフトオフ法を用いて作製した。また、蛍光相関分光測定によりプラズモンオプティカルトラッピングを定量評価する実験系を構築した。時間相関単一光子計数に用いられる高い時間分解能を有する光電子増倍管と PC モジュールを用いて蛍光相関分光測定を行った。被トラップ粒子として、直径 40 nm のポリスチレン蛍光ビーズ(水に分散)を用いた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

プラズモン励起用の波長 915 nm のレーザー光強度を 0

kW/cm<sup>2</sup> から 20 kW/cm<sup>2</sup> まで変化させて蛍光相関分光測定を行ったところ、Fig.1 に示すように測定領域における蛍光ビーズの粒子数  $N$  がレーザー光強度に伴い増大した。同様の結果は直径 20 nm の蛍光ビーズでも観測され、粒子が濃縮されていることが明らかとなった。プラズモンオプティカルトラッピングによる粒子濃縮の実測値(粒子数  $N$ ) とボルツマン分布関数から、トラップポテンシャル  $U_{\text{trap}}$  を算出したところ、従来のオプティカルトラッピングに比べて 185 倍の増強が観測された。

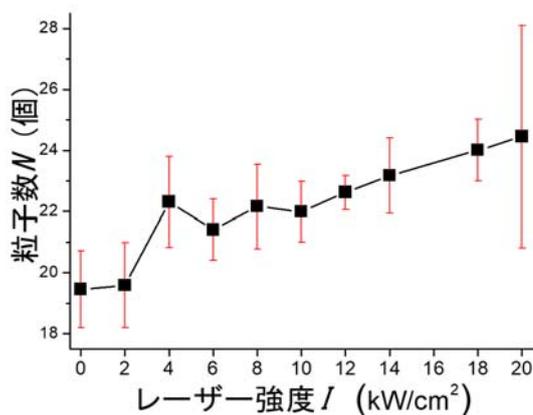


Fig. 1 Laser intensity dependence of number of particles  $N$

## 4. その他・特記事項(Others)

共同研究: 上野貢生、三澤弘明(北海道大学)

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- 巽亮太、他、“蛍光相関分光法によるプラズモンオプティカルトラッピングの評価”, 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019, P7-015, タワーホール船堀, 江戸川区, 10 月 (2019).
- K. Ueno, et al., “Optical trapping of polymer nanoparticles by quadrupole plasmon resonance”, SPIE Optics + Photonics 2020, 11083-40, San Diego Convention Center, San Diego, California, United States, August (2019).

## 6. 関連特許(Patent)

なし