集光円偏光照射による金属ナノ粒子群の回転運動の複素屈折率依存性

Dependence of Metallic Nanoparticle Revolving Dynamics Induced by

A Focused Circular Polarized Laser

阪大院基礎工¹, 大阪府大院工² ○(D) 埜 幸宏¹, 横山 知大¹, 石原 一^{1,2}

Osaka Univ.¹, Osaka Pref. Univ.², °Y. Tao¹, T. Yokoyama¹, H. Ishihara^{1,2}

E-mail: tao.y@opt.mp.es.osaka-u.ac.jp

ナノ粒子群に光を照射すると、入射光の偏光や集光形状に応じたナノ粒子群の配列化や特有の集団運動が現れる。その際、配列化や集団運動を引き起こす元となる光によるポテンシャルは、粒子間における光の多重散乱によって誘起され、波長程度での空間変調を示す。そのため、粒径が光の波長よりも小さい場合、上記ポテンシャルに沿って粒子が接触せずに配列が形成できるため、散乱光の電場の空間分布の影響を強く受ける。例えば、金属ナノ粒子群に円偏光の集光レーザーを照射すると、集光中心にある粒子から光軸に垂直方向に生じる散乱光は特定の角度分布を持たないため、垂直面内に六方格子状の粒子配列が形成される。工藤らの実験では、レンズのNAが大きく照射領域が小さい場合でも、多重散乱によって集光領域外の粒子も偏光方向に公転することが報告されている[1]。

我々は単一集光レーザーによる広域的なナノ粒子の光捕捉と光の内部自由度を利用したその動的制御に着目している。前回の発表では、金属のナノ粒子群からの散乱光の角運動量成分を解析した。解析より、円偏光によるスピン角運動量が複数粒子間での散乱過程によって軌道角運動量に変換され、その結果として周辺粒子が公転することを報告した[2]。本研究では、任意のナノ粒子を想定し、散乱光の角運動量解析と粒子の回転力に対するナノ粒子の光学定数依存性を議論する。特に、ナノ粒子の複素屈折率について、その実部と虚部がそれぞれ如何に公転を駆動するかを調べた。その結果、屈折率が1以下で消衰係数が高い領域において、駆動力は著しく増大することが判明した。駆動力が増大する領域は粒子の散乱断面積が大きくなる領域と定性的に一致することから、駆動力は各ナノ粒子における強い反射の際の反作用に起因すると推測できる。ナノ粒子群は入射光を多重散乱する過程で光のスピン角運動量を軌道角運動量に変換するが、その際に全角運動量を保存しない変換が生じる。放出される散乱光の軌道角運動量成分は入射するスピンと逆符号の量が大きいことから、反作用による回転機構を示唆する結果が得られたと考えている。本発表では、この結果と共に、粒子群の構造によりスピン角運動量が軌道角運動量に変換される機構に関する考察について報告する。

【参考文献】

[1] T. Kudo, S.-J. Yang, and H. Masuhara, *Nano Lett.*, **18**, 5846–5853 (2018).

[2] 埜幸宏、横山知大、石原一、第67回応用物理学会春季学術講演会 14p-B408-14.