

GdCl₃ 水溶液中で磁気浮上した球状蓄光材料の非接触光回転操作 Noncontact rotational manipulation of spherical persistent luminescent material levitated in a GdCl₃ aqueous solution in a magnetic field

日本工大¹, 物質・材料研究機構² ○(M1)岡野 佑亮¹, (M1)種部 千遥,
()大澤 正久, ()廣田 憲之², ()池添 泰弘¹

NIT¹, NIMS.², [○]Yusuke Okano¹, Chiharu Tanebe, Masahisa Osawa, Noriyuki Hirota², and Yasuhiro Ikezoe¹

E-mail: y.ikezoe@nit.ac.jp

【緒言】光ピンセット技術は非接触で物体を操作する技術の代表的な例で、顕微鏡下においてレーザー光の焦点付近に物体を保持することができ、非接触で物体を操作することが可能だが、レーザー光をレンズで集光することが必須であり、巨視的な空間での操作には不向きである。一方、磁場を用いた非接触操作技術が報告¹⁾されており、磁気浮上している物体の周囲の磁場に変調を加えることで浮上物体を操作することができる。磁石の大きさを変えることで動かす範囲を自由に設定できるという利点があるが、小さい空間内に磁場を閉じ込めたり、磁場を局所的に強くしたりすることは、通常は不可能である。そこで我々は、光と磁場を両方用いて、両者の欠点を補うような物体操作技術を開発することを目的とした。これまでに我々は Sr₂MgSi₂O₇:Eu とネガティブレジストである SU-8 3050 を混合した試料を GdCl₃ 水溶液に入れ、超電導磁石ボア内で磁気浮上させ、光を当てることで蓄光材料に含まれる Eu イオンの価数を変化させることで²⁾可逆的な並進操作に成功している。今回、我々は、並進操作だけでなく回転方向の操作も可能とするシステムの構築に取り組んだ結果を報告する。

【実験】本研究では蓄光材料として最もよく使われる SrAl₂O₄:Eu,Dy を光磁性材料として使用した。蓄光材料は光を当てることで磁化率が負に変化することがわかっていて、試料の一部分に光を照射すると光が当たったところだけ磁化率が負に変化し、物体内で磁化率が不均一になり、生じたトルクが試料を回転させると考えられる。サンプルは、3D プリンターで作製したサッカーボール状の物体の表面に、

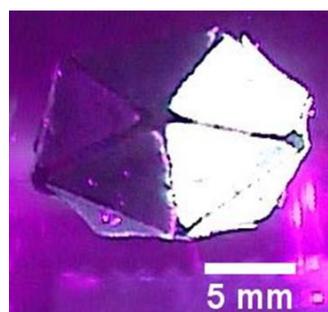


Fig. 1 Noncontact optical rotational manipulation of an object levitated in a magnetic field

SrAl₂O₄:Eu,Dy を 50 % 含む正三角形の樹脂薄膜を 20 枚張ったもので、正 20 面体の形状をしている。重量を軽くして回転を容易にするために、中は空洞にしたが、そのことによる光の透過を防ぐために、銀鏡反応を利用して樹脂薄膜を貼る前に表面に銀薄膜を形成させた。実験では、超電導磁石の室温ボア内で、GdCl₃ 水溶液中に磁気浮上させたサンプルに、横から光を照射し、サンプルの様子を CCD カメラで撮影した。Fig. 1 は、中心磁場 12.9 T の強磁場中でサンプルを磁気浮上させた状態で、図の右側から 375 nm の光を当てたときの様子を表している。左側には光は透過しておらず、磁気的なトルクが働いていることは間違いないと思うが、明確な回転運動は観察されなかった。おそらく、試料の不均一性による内生的なトルクが、光照射によって生じたトルクに勝てなかったことが原因だと思われる。この詳細は当日報告する。

本研究の一部は、JSPS 科研費 16K05006 の助成を受けて行われました。ここに深く感謝申し上げます。

- 1) A. B. Subramaniam, *et al.*, *PNAS* **111** (2014) 12980-12985
- 2) F. Clabau, *et al.*, *Chem. Mater.*, **17** (2005) 3904-3912