

磁気浮上状態にある物体の光による非接触操作

Light-assisted non-contact manipulation of objects levitating in a magnetic field

○池添泰弘¹⁾、大澤正久¹⁾、廣田則之²⁾ (¹⁾日工大工、²⁾NIMS)

Yasuhiro Ikezoe, Masahisa Osawa, and Noriyuki Hirota

(¹⁾Nippon Institute of Technology, Department of Innovative Systems Engineering, ²⁾NIMS)

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

宇宙空間、真空チャンバー内、生体組織の内側、IC チップの極微細な空間など、我々にとっては手を入れて作業できないような空間が、最先端技術を駆使する現場では数多く存在する。その一部の良い例は医療の研究現場にある。そこでは、光ピンセットを用いて細胞を非接触で空間に保持し、細胞同士を接触させたり、細胞内に DNA を挿入したりする技術が確立されている。このことによって、操作したい物体が、通常のピンセットのようなものによる物理的な接触から被るダメージをなくすることができる。このように、物体に直接触れずに作業する技術が確立することができれば、将来的には、医療の現場だけでなく、人間が作業できないような場面での作業などにも応用できることが期待され、最近では、磁気浮上している物体に変調磁場を加えることで、物体を非接触で操作する技術についての研究¹⁾も報告されている。

光ピンセットは、レーザー光のような強い光を顕微鏡下で集光して物体を操作する必要があり、極小さな空間にしか利用できない。一方、磁場は磁石の大きさに応じて、自在に利用空間の大きさを設定できるというメリットがある。ただし、レーザーのように、局所的に磁場強度を上げることはできないため、微小領域での操作には不向きである。そこで、本研究では、広い空間を使える磁場と、小さい空間でも使える光の両方のメリットを利用し、全く新しい原理に基づいた非接触での物体操作技術の開発に取り組んだ。

Figure 1 は、通常夜光塗料と呼ばれる材質を含むポリマー片を、超伝導磁石の室温ボア中に置いた塩化ガドリニウム水溶液 (60 g/L) 中で磁気浮上させた状態で、375nm の光照射の ON (20 sec) と OFF (60 sec) を繰り返した時の様子を観測した結果である。中心磁場は 12.84 T で、物体が浮上している付近の磁場強度はおおよそ 9 T、磁場と磁場勾配の積(BdB/dz)の大きさはおおよそ 570 T²/m である。図から明らかなように、光を照射している時間は、粒子は上方に向かって動き、光照射をやめると徐々に下がることがわかった。光を照射していないとき、粒子の発光強度は徐々に弱まり、それとともに浮上位置が下がってきていることもわかる。この様子は、繰り返し観測されるが、励起子の寿命が長いいため、浮上位置は徐々に上にシフトしてきた。完全に励起状態を緩和させた状態に戻してから光照射をすれば、毎回同じように位置を制御できると考えられる。

この非接触操作は、光の波長や強度や照射時間、あるいは操作される方の物質の光吸収係数や励起子寿命など、様々なパラメーターで制御することが可能であり、今後、非接触操作技術として実験と理論の両方から確立していく予定である。

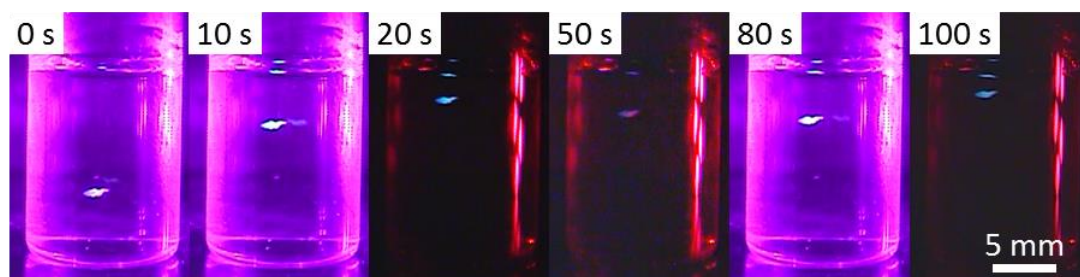


Fig. 1 Picture of the levitating phosphorescent particle in about 9 T magnetic field.

¹⁾ A. B. Subramaniam, *et al.*, *PNAS* **111** (2014) 12980-12985