

磁場と光を用いた非接触 2 次元コンベア

Non-contact two-dimensional conveyor using magnetic field and light

○岡野佑亮、種部千遥、池添泰弘（日本工業大学 創造システム工学科）

○Yusuke Okano, Chiharu Tanebe, and Yasuhiro Ikezoe

(Nippon Institute of Technology)

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

我々は、磁場と光を用いて、物体を非接触でマニピュレーションするための技術開発に取り組んでいる。これまでの非接触マニピュレーション技術の代表例は光ピンセットであるが、この技術は顕微鏡下でしか使えず、広い範囲での操作は不可能である。一方、最近、磁場を用いた非接触マニピュレーション技術が報告¹⁾されたが、こちらは、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利点がある。しかしながら、磁石は固定されているので、物体の動きは、動いた後の状態と動く前の状態の 2 状態しか存在しない。現時点では自由度が非常に小さいという問題がある。

物体を操作するときに必要なとされる運動の基本モードは、並進と回転の二つのモードであり、これを制御できれば、すべての運動が可能である。そこで本研究では、その一つの並進運動に着目し、さらにマニピュレーションの自由度を拡大する技術開発に取り組んだ。ここでは、磁場を用いて広い空間のポテンシャルを制御し、光を用いて小さな空間のポテンシャルを制御する。光によって電子が励起された物体の状態変化が非可逆的变化でなく、可逆的であれば、物体を自由に操作することができるはずである。3次元での制御は重力の影響を考慮しなければならないため簡単ではない。そこで、今回は、2次元平面内で並進運動を可能とする非接触マニピュレーションシステムの開発に取り組んだ。

本研究では、磁場分布解析ソフト (MagNet7) を用いて磁場分布を計算した。例えば、幅 10 mm、高さ 6 mm、奥行き 10 mm の磁石を一行に繋げた時、磁石と磁石の間の境界線付近では、非常に強い磁場強度が生まれ、その周囲には急勾配を持つ磁場が広がることが分かった。非常に興味深いことに、物体

に働く磁気力に比例する量である、磁場と磁場勾配の積 (BdB/dx) の値は、数 $100T^2/m$ にも達した。これは、超電導磁石で得られる値に匹敵する。磁石の表面から 1 mm 程の高さまで水を入れ、水面上に光によって磁性が変化する材料(りん光材料)を付けたプラスチック板を浮かせ、りん光材料にレーザーを当てると、物質内の電子が励起されて三重項状態が実現され、物体は磁場の強い場所へ移動しようとし、結果的に全体が動くことになる。実験の詳細は当日報告する。

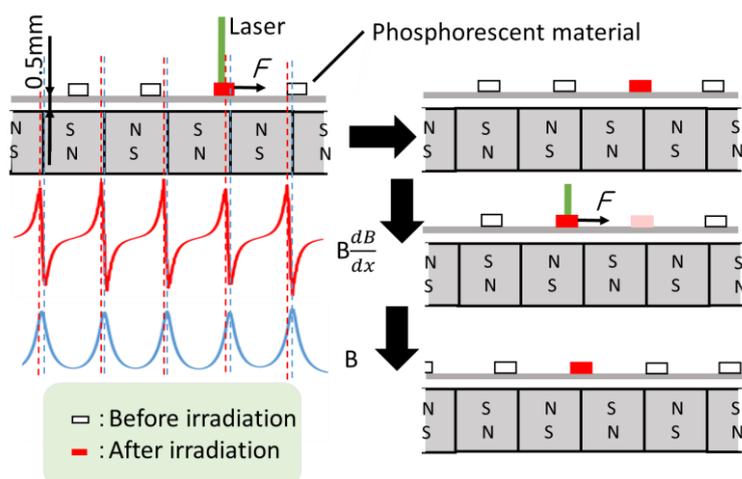


Figure 1. Magnetic field distribution around cubic magnets aligned in a row and schematic illustration of the mechanism of the light-operated conveyor.

1) A. B. Subramaniam, *et al.*, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, **111** (2014) 12980-12985