

光捕捉と光伝搬の相互発展によるコロイド粒子の集合体形成



Formation of colloidal assembly due to interactive evolution of laser trapping and propagation

台湾国立交通大 ^{○(PC)}工藤 哲弘, 王 順發, 柚山 健一, 増原 宏

National Chiao Tung Univ. Taiwan, ^{○(PC)}Tetsuhiro Kudo, Shun-Fa Wang,

Ken-ichi Yuyama, Hiroshi Masuhara

E-mail: kudo@nctu.edu.tw

レーザーを集光すると、微小物質は輻射力を受け、光ポテンシャルの中に捕捉され[1]、集合体を形成する。界面に集光した場合、二次元的な集合体や結晶構造を形成することができ、様々な光電場を利用した集合体形成の実験が報告されている[2]。これらの研究では、粒子は光電場の強度や形状に従い照射範囲内にのみ集合体を形成する。今回我々は、光捕捉により形成された集合体の中心から外へ光が伝搬するときに、この光伝搬と集合体形成が相互に発展し、照射範囲外に角を伸ばす現象を見つけた[3]。

具体的には、固液界面において回折限界まで絞った集光ビーム(波長 1064 nm, 集光径 約 1 μm)を利用して、ポリスチレン粒子(直径 500 nm)の光捕捉を行った。レーザーの強度は、粒子を捕捉するのに必要な強度の約 100 倍である(数 100 MW/cm²)。図 1 は、光捕捉により形成された粒子の集合体であり、粒子が一行に並んで出来た角が集合体から照射範囲外に伸びていることがわかる。また 1064 nm の後方散乱像からレーザーが集合体の中心から角の方向に伝搬していることが直接確認できる。つまり、光伝搬と粒子捕捉が相互に発展し、角が形成されたと考えられる。この角の本数や集合体の形状、構造は偏光によって制御することが出来る。さらに、粒子の直径は波長の半分程度であることから、角は一次元的なフォトニック結晶構造の役割を果たしている可能性がある。他のサイズでも角が形成されることから、この現象はナノ粒子や分子系などの様々な物質に応用できると考えられる。従来までは、デザインされた光電場を駆使して照射範囲内に集合体を作られてきたが、将来、光伝搬と集合体形成の相互発展によりレーザーの性質を反映した新しい集合体や結晶構造が作製できると期待される。

[1] A. Ashkin, et al., Opt. Lett. **11**, 288 (1986).

[2] For example, M. M. Burns, et al., Science **249**, 749 (1990).; T. M. Grzegorzczuk, et al., Phys. Rev. Lett. **112**, 023902 (2014).

[3] T. Kudo, et al., Nano Letters **16**, 3058 (2016).

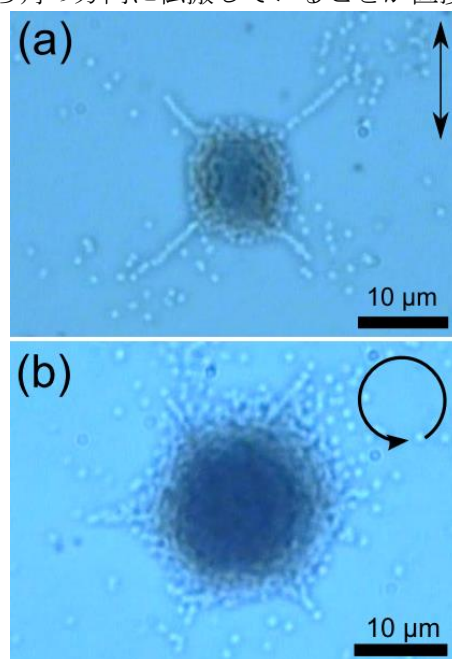


図 1 光捕捉により形成したポリスチレン粒子の集合体。(a) 直線偏光と(b)円偏光により、4 本と 6 本の角が集合体から形成される。