

光誘起力を用いた表面状態の異なるマイクロ粒子選別

Selection of Microparticles with Different Surface Conditions by Light-induced Force

大阪府大院理¹, 大阪府大院工², 大阪府大 LAC-SYS 研究所(RILACS)³

○浜谷 翔大^{1,2,3}, 田村 守^{1,3}, 床波 志保^{2,3}, 飯田 琢也^{1,3}

Grad. Sch. Sci.¹, Grad. Sch. Eng.² & RILACS³ in Osaka Pref. Univ.

○Hamatani Shota^{1,2,3}, Tamura Mamoru^{1,3}, Shiho Tokonami^{2,3}, Takuya Iida^{1,3}

Email: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

光と物質の相互作用が起源となる光誘起力は、ナノ・マイクロスケールの微小物体の非破壊・非接触操作を可能とする光ピンセットなど微小物体の運動制御の駆動力として、物理学・化学・生物学など様々な分野で利用されてきた。近年、共鳴光による光誘起力により特定のサイズ・形状の半導体および金属ナノ物質のみを選択的に輸送し基板上に集積できることが理論的・実験的に解明された[1-3]。これらの先行研究は言わば物質の内部状態の違いを利用した選別法を提案したものであった。一方で、下方からの光圧とマイクロ流路中での圧力駆動流の相乗作用により、流路天井に集積した構造体のサイズを通じて溶液中のタンパク質の含有量を推定する試みも行われた[4]。この他、バイオ分析のターゲットの一例である細菌などは、数 μm 程度の大きさを持ち、光誘起力により操作可能だが、可視光域近傍の波長帯に共鳴を持つものは少なく熱にも弱いいため、ナノ粒子と同様のスキームでの選別は困難と考えられる。しかしながら、同様のサイズ・形状の細菌でも、表面化学構造の違いによってゼータ電位が異なることも報告されている。我々は、この点に注目し、被検出対象となる生体構造の表面状態の差異を利用した光選別法の着想に至った。本研究では、このような取組の第一段階として同サイズでゼータ電位が異なるポリスチレン(PS)マイクロ粒子の光選別の可能性を探索した。

まず予備実験としてゼータ電位が -10.07 mV のPS粒子Aと、 -34.58 mV のPS粒子Bについて、それぞれの分散液をマイクロ流路内に導入した後に、図 1(a)に示すように近赤外レーザーを下方から2分間照射し、固液界面(天井)付近に散逸力で押し付けた後の挙動を観察した。この時、固液界面も負に帯電しているために、PS粒子と固液界面の間に静電反発力が作用し、レーザー停止後に、粒子AとBで異なる挙動が確認された。この知見を踏まえ、PS粒子AとBをマイクロ流路内に同時に導入し、予備実験と同様の方法で散逸力により界面に押し付け、集合挙動およびレーザー照射停止後の挙動を観察した。なおPS粒子Bは蛍光色素が含まれており、蛍光観察によりAとBを区別できる。レーザー停止時刻(0秒)において界面に存在する粒子数に対し、各時刻に界面に存在する粒子数の割合を図 1(b)に示す。レーザー照射下において、PS粒子A,Bは材質・サイズが同じであるため屈折率がほぼ同程度となり散逸力も同程度と考えられるが、ゼータ電位が小さなAは界面との反発力が弱く、Bは界面との反発力が強いと考えられる。そのため、Aは界面に吸着する一方で、Bは界面近傍に光圧で一時的に押しつけられただけと考えられる。結果としてレーザー停止後に、Aは界面にとどまり続け、Bは半数以上が界面から消失した。本成果は、表面状態の異なるマイクロ粒子の選別可能性を示唆するものであり、物質の外部状態の差異を利用した光誘導型選別法の基礎構築に繋がると考えられる。

[1] T. Iida, et al., *Phys. Rev. Lett.* **90**, 057403 (2003). [2] K. Inaba, et al., *Phys. Stat. Sol. (b)* **243**, 3829 (2006). [3] S. Ito, et al. *Sci. Rep.* **3**, 3047 (2013). [4] M. Ueda, et al., submitted (2018).

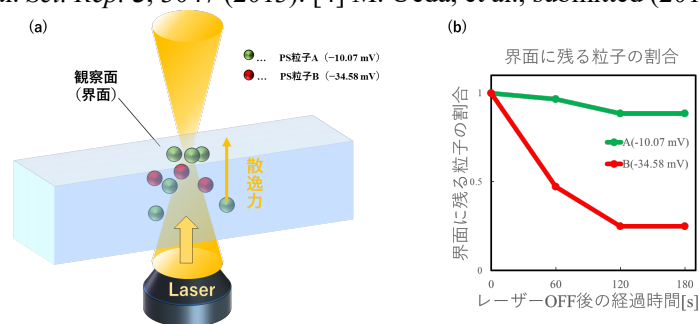


図 1. (a)実験系の概略図, (b)異種粒子のレーザー停止後の挙動と選別