

フェムト秒レーザー誘起衝撃力を用いた マイクロチップ中での微小物体の高速ソーティング High-speed sorting of micro-object in microfluidic chip utilizing femtosecond laser-induced impulsive force

○山川健^{1,4}, 萩原宏規^{1,4}, 飯野敬矩^{1,4}, 田中直樹^{2,4}, 芝田悠大^{2,4}, 野沢泰佑^{2,4}, 磯崎瑛宏^{2,4},
Dino Di Carlo^{3,4}, 合田圭介^{2,3,4}, 細川陽一郎^{1,4}
(¹奈良先端大物質, ²東大院理, ³UCLA, ⁴JST)

○Takeshi Yamakawa^{1,4}, Hiroki Hagihara^{1,4}, Takanori Iino^{1,4}, Naoki Tanaka^{2,4}, Yudai Shibata^{2,4},
Taisuke Nozawa^{2,4}, Akihiro Isozaki^{2,4}, Dino Di Carlo^{3,4}, Keisuke Goda^{2,3,4}, Yoichiroh Hosokawa^{1,4}
(¹NAIST, ²Univ. Tokyo, ³UCLA, ⁴JST)

○E-mail: yamakawa.takeshi.yn6@ms.naist.jp

はじめに：細胞生物学分野において1細胞ごとの個体差を判別し、高速かつ正確に分取(ソーティング)する技術の重要度が高まってきている。この様な細胞ソーティングをマイクロチップ中でハイスループットに実現する方法として、我々は高強度のフェムト秒レーザーを水中で集光したときに生じる衝撃力の利用を検討している。これまでにレーザー誘起衝撃力を用いてマイクロチップ中を流れる細胞と同程度の大きさの微小球の流れ方向を変位させることに成功している [1]。今回、マイクロ流路内の微小球を蛍光により検出し、フェムト秒レーザーの照射タイミングを制御するシステムを構築し、ソーティングを実証したことを報告する。

実験方法：0.1%Tween20/1xPBS に直径 20 μ m の蛍光ポリマー微小球を分散させた溶液を流路中の特定の位置で内容物が配列する様に設計されたマイクロ流路[2] に 25 μ l/min で流した。顕微鏡下に流路を配置し、20 倍の対物レンズ(NA0.46)で集光された DPSS レーザー(488nm, 40mW)で発生させた微小球の蛍光をトリガー信号として高速シャッターであるポッケルスセルを駆動させ、フェムト秒レーザー(100fs, 800nm, 3500nJ/pulse, 5000Hz)を流路内に単発照射した。同時に、集光時の流路内の様子を高速度カメラ(10,000fps)で撮影した。撮影した画像からフェムト秒レーザー照射前後の画像を解析し、照射前後での微小球の流線の変位量 d を求めた。

結果及び考察：高速度カメラの撮影結果から、0.1m/s で流路中を移動する微小球からの蛍光を検出した後にレーザーが照射され微小球が移動した様子を図 1 に示す。微小球の流速が一定の場合には、集光点付近で分取に有用な流線の変位量を得られることが確認されたことで、理想的な条件で 5000events/sec のソーティングが可能であることを示した。一方で、微小球の流速や流れる位置の不規則性が変位量 d に影響を及ぼすことも示唆された。本発表ではこれらを踏まえ、提案する高速ソーティングシステムのスループット、精度について述べる。

[1]山川健他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会 14p-2F-12(2015).

[2]Dino Di Carlo, *et al.* Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 104, 18892–18897 (2007).

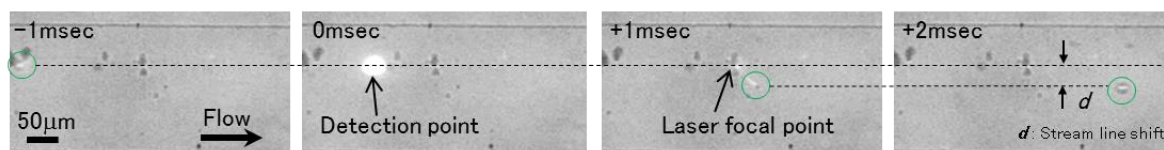


Fig.1 Representative high-speed images of sorting of 20 μ m polymer microsphere
The green circle shows the position of the microsphere. The fluorescent was detected at 0msec. After 1msec, the stream line of the microsphere was shifted by the femtosecond laser impulsive force.