高速流体中でのフェムト秒レーザー誘起衝撃力による微小物体操作
Manipulation of micro-object by femtosecond laser impulse in high-velocity fluid flow

○山川健 [1,4]，飯野敬矩 [1,4]，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，[3]UCLA，[4]JST-ImPACT)
○Takeshi Yamakawa[1,4], Takanori Iino[1,4], Taisuke Nozawa[2,4], Akihiro Isozaki[2,4], Dino Di Carlo[3,4], Keisuke Goda[2,3,4], Yoichiroh Hosokawa[1,4]
([1]NAIST, [2]Univ. Tokyo, [3]UCLA, [4]JST-ImPACT)
○E-mail: yamakawa.takeshi.yn6@ms.naist.jp

序論：高強度のフェムト秒レーザーを顕微鏡下で水溶液中に集光した際に、集光点で爆発現象が引き起こされ、集光点近傍の物体に衝撃力が作用する。我々はこの衝撃力を用いた単一細胞操作技術の開発に取り組んできており、これまでに静止流体中で衝撃力が微小物体に及ぼす作用を予測するための実験と解析手法を提案してきた[1]。本研究ではこれらの手法を高速流体の操作に応用し、従来手法を凌駕する単一細胞の高速分取技術の確立を目指している。今回、マイクロ流路内を高速に流れる微小物体の近傍にフェムト秒レーザーを照射し、そこで発生する衝撃力による微小物体の移動方向の変化とその変位量を解析した結果について報告する。

実験方法：0.05%TritonX/PBS に直径 6μm のポリマー微小球を分散させた溶液を試料とした。その試料を流路中の特定の位置で配列する様に設計されたマイクロ流路[2] に 60μl/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)で集光されたフェムト秒レーザー (250fs, 780nm, 880nJ/pulse, 1000Hz)を流路内に単発照射した。集光時の流路内の様子を高速度カメラ(75,000fps)で 65ms(65shot 分)の時間撮影し、その中からレーザーが照射された前後の画像を抽出した。

結果及び考察： 高速度カメラの撮影結果から、流路内を流れる微小球がレーザー照射により移動した様子を図 1 に示す。この条件で微小球は 0.1m/s で流路中を移動する。レーザー照射直後(t=0μs)に集光点でキャビテーションバブルが発生し、その後、微小球が液流とは異なる方向へ移動した。一方で、微小球の近傍に集光されたにもかかわらず、微小球が移動しない場合もあった。現在その理由についての検討を進めており、発表ではさらにレーザー照射条件、流速、内容物の直径が微小物体の移動方向と変位量に及ぼす影響を解析した結果について述べ、細胞分取技術に適した条件を議論する。

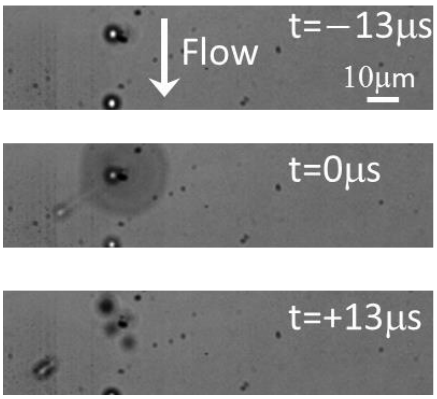

Fig.1 High-speed images of 6μm polymer microspheres in fluid flow. Direction of a microsphere movement was switched by the femtosecond laser impulsive force.

[1] T.Yamakawa, *et al.* Proc. SPIE, 93501C (2015).
[2] Dino Di Carlo, *et al.* Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 104, 18892–18897 (2007).

© 2015年 応用物理学会