

2019年7月19日

報道関係者各位

国立大学法人 奈良先端科学技術大学院大学

国立大学法人 東京大学

レーザーとマイクロ流体チップによる超高速セルソーター ～レーザーで従来方法の限界を突破～

【概要】

奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科物質創成科学領域の細川陽一郎（ほそかわ よういちろう）教授、飯野敬矩（いいの たかのり）元特任助教、東京大学大学院工学系研究科の小関泰之（おげき やすゆき）准教授、東京大学大学院理学系研究科の合田圭介（ごうだ けいすけ）教授らは、奈良先端科学技術大学院大学、東京大学、名古屋大学から構成される共同研究チームとともに、レーザーを用いて、マイクロメートルサイズの細胞や粒子を高速に判別し、1つ1つ高効率かつ高純度に分取する技術を開発しました。現在、このような粒子ごとの選別技術が、医学、生物学、細胞工学、環境工学などの分野で注目されており、電氣的・機械的な方法により粒子を高速に分取する装置が開発され普及しています。本研究では、レーザーとマイクロチップを駆使することにより、これらの従来の高速分取装置では突破できなかった限界を超える方法提案に成功し、“超”高速セルソーターを実現する要素技術を開発しました。

近年、海洋や飲料水中のマイクロプラスチック、海底堆積物中に含まれる鉱物資源、血中のがん細胞など、人体に影響を及ぼす種々の微粒子が注目され、その性質や特徴を1粒子ごとに明らかにしようとしています。このような研究では、多種多様な細胞や微粒子の中から目的の細胞や粒子を1つ1つ判別し、分取することが不可欠であり、それを実現するセルソーターと呼ばれる装置が広く普及しています。セルソーターでは、マイクロメートルサイズの流路に粒子を1つ1つ流し、流れる粒子を判別して分取します。現在、解析技術の進歩に伴い、目的の細胞や粒子を、より高速に、間違いなく、効率的に選別する装置の開発が望まれています。しかし、「分取速度を上げようとする」と分取精度が落ちる、「分取精度を上げようとする」と分取速度が落ちる」というトレードオフが生じます。このトレードオフが生じる最大の原因は、流路中を流れる粒子間隔を制御できる技術がないこと、すなわち、粒子が流路に導入される過程がポアソン過程であることに起因します。このため、あるところでは粒子同士の間隔が狭く、またある所では粒子同士の間隔が広くなり、結果として、ごく短い時間内にも複数の粒子が到来する問題が生じます。従来装置では、多くの粒子を流したときに粒子同士の間隔が短い場合が多くなり、その中の個々の粒子を正確に取り

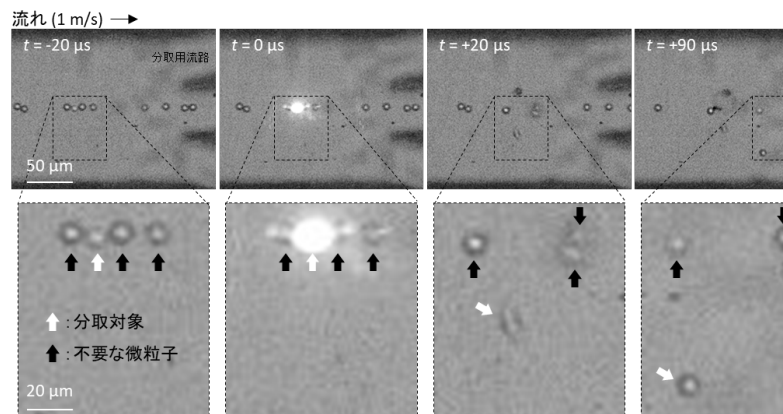


図1 フェムト秒レーザーを用いた微粒子分取の代表例。

写真中の左から右に向けて、流路の中央に直径 10 ミクロンの微粒子が流れており、その内、4連続で流れる粒子を下図に拡大している。写真は、右から左に向けて 100,000 分の 1 秒おきに撮影されており、目的とする光る粒子が検出され（左から 2 番目の写真）、フェムト秒レーザーによりその粒子だけが弾き飛ばされ（左から 3 番目と 4 番目の写真）、分取されようとする様子が撮影されている。

分けることができないため、分取速度と分取精度のトレードオフがありました。

本研究では、マイクロチップ中にマイクロメートルサイズの細胞や粒子を高速で流し、その流路中に顕微鏡によりフェムト秒レーザーを集光させることにより、このトレードオフの突破に挑みました。光を1,000兆分の1秒（フェムト秒）の時間に集中させたこのレーザー光を顕微鏡により液体に集光すると、液中でマイクロメートルサイズの気泡が発生します。流路中で、この気泡の大きさを細胞や微粒子と同程度に制御することができるため、フェムト秒レーザーを用いることにより、たとえ微粒子が数珠つなぎとなって流れてきても、その中から目的とする1つの微粒子だけにこの気泡を作用させ、分取できると私たちは考えました。従来装置で用いられている電氣的・機械的な分取方法では、粒子の間隔のムラに起因するポアソン分布にしたがって複数の粒子を同時に分取してしまい、分取精度が制限されることとなります。私たちは、粒子間隔が粒子の大きさまで小さい場合でも、非常に短時間に、目的とした粒子を分取できることを実験により示すことに成功しました。その速度と精度は従来方法のトレードオフを凌駕するものです。

本成果をまとめた、

“High-speed microparticle isolation unlimited by Poisson statistics

（ポアソン統計に制限されない高速粒子分取）”

と題する論文が、2019年7月23日午前9時（英国夏時間）にイギリスの Royal Society of Chemistry の学術誌「*Lab on a Chip*」のオンライン版で公開されました。

この研究成果は、内閣府革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）、日本学術振興会研究拠点形成事業、ホワイトロック財団研究開発助成のもとで実施したものです。

【本研究成果の掲載予定 URL】

<https://doi.org/10.1039/C9LC00324J>

【本研究内容についてコメント出来る方】

東京大学大学院工学系研究科

小関 泰之 准教授

東京大学大学院理学系研究科

合田 圭介 教授

【プレスリリースに関する問い合わせ先】

奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究科物質創成科学領域

細川 陽一郎 教授

東京大学大学院工学系研究科

広報室

奈良先端科学技術大学院大学

企画総務課広報渉外係