

光学顕微鏡下の非接触 3次元 マイクロ操作を自動化

四国センター

研究のねらい

- DNAチップなどの静的アレイに代わる動的微粒子アレイの作成、顕微受精などの熟練作業の半自動化など、光学顕微鏡下のマイクロ操作の自動化・高精度化のニーズは多い。
- 非接触マイクロ操作技術である光ピンセット技術と画像処理などの高度自動技術を融合化することで、光学顕微鏡下の汎用的な非接触 3次元マイクロ操作技術を確立する。
- 従来の光ピンセット技術では捕捉の困難であった非球状の微小物や細胞を、閉鎖環境下で複数同時に非接触 3次元マニピュレーションできる技術を提供する。

新規技術の概要と特長

光学顕微鏡下で、サブ～数十ミクロンサイズの微小物を非接触操作できる光ピンセットは、マイクロデバイス中などの閉鎖環境での遠隔操作も可能であるため、非常に強力なマイクロ操作ツールである。一般的に、操作対象となる細胞などは、多くが非球状な形状をしているが、従来の光ピンセットで安定して捕捉、操作できるのは球形に限られていた。また、細胞操作などではルーチンワークとして大量の試料を処理することが必要であるが、熟練者の手作業に頼っているのが現状である。我々は、光ピンセット技術と画像処理などの高度自動化技術の融合により、汎用的非接触 3次元マイクロ操作技術の開発と、開発した基盤技術の多様な分野への応用をめざして研究を展開している。これまでに、非球状な微小物（楕円状の珪藻や棒状のウイスカなど）を自動的に認識・捕捉し、安定してマイクロ操作できる「光多点クランプ法」、多数の微粒子を同時・並列的に操作して「動的微粒子アレイ」を作るアルゴリズム（図 1）などを開発した。また、大規模な動的アレイを作成できるハイブリッド光学系や、複数微粒子を 3次元操作できる 3次元時分割光ピンセット系（図 2）を提案し、有効性を実証した。

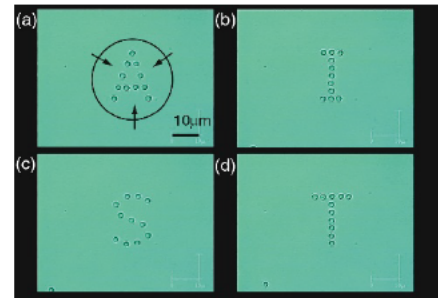


図 1. 動的微粒子アレイ作成の様子

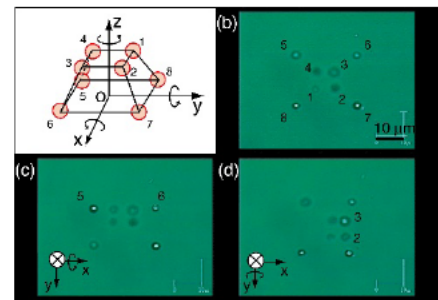


図 2. 6面体頂点位置で捕捉された微粒子の 3次元回転の様子

期待される連携・応用分野

- ・ 光多点クランプ法：細胞操作の必要となる応用分野、Micro-TAS、マイクロマシン組立など
- ・ 動的微粒子アレイ：Micro-TAS 内の微小球の自動操作、各種アレイ型センサの自動組立
- ・ 3次元時分割・ハイブリッド光ピンセット光学系：光ピンセットが適用できる全ての分野

関連特許および文献

- ・ 特開 2013-235122; 微小物の 3次元操作装置.
- ・ 特許 5686408 号; 微粒子のアレイ化法および装置.
- ・ Tanaka Y., *Optics and Lasers in Engineering*, Vol.111, 65-70 (2018).