

先端技術キーワード解説

知っておきたい最新の動き

【光ピンセット (LOT : Laser Optical Tweezers)】

最近(2018年4月)、ナノシートの光操作を世界で初めて成功したという報告[1]がありました。内容は、ナノシートに光を照射するだけで、その向きを「オンデマンド」、「空間選択的」かつ「自在」に操る方法を開発したとのことです。これまで、ナノシートを光ピンセットで操作した例は皆無だったとしています。

ここで、出てきた「光ピンセット」とは、どのようなものでしょうか。

1. 光ピンセットとは

光ピンセットは、集光したレーザー光によりナノからマイクロメートルサイズの微小物体（おもに、細胞などを含む透明な誘電体物質）をその焦点位置の近傍に捕捉し、さらには動かすことのできる装置です。

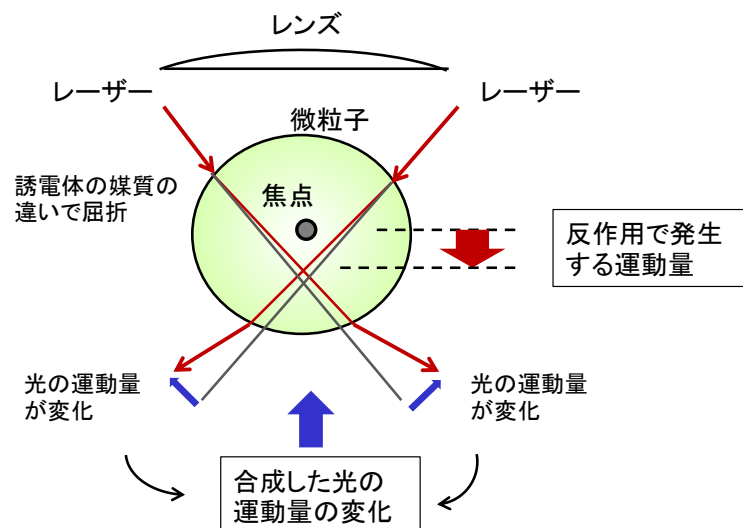
特徴は、(1)対象を非接触、非侵襲で捕捉でき、3次元で制御できること、(2)トラップ光を遮断することで容易に解放することができること、(3)多数の微粒子を同時に干渉することなく制御できることがあります。現在、生体細胞の操作、ナノマシンの製造、分子モーターの開発などで利用されています。

2. 光ピンセットの原理

レーザー光が対象とする微粒子に照射されたとき、微粒子の誘電体の媒質の違いにより屈折します。

そこで、運動量保存の法則により、その反作用で放射圧 (radiation pressure) が発生し、対象とした微小物体をその焦点の方向に動かす力が働きます。

これにより、微粒子は焦点（集光点）にトラップされます。



3. 最近の動き

最近の動きで、代表的な取組みを二つ紹介しましょう。

一つは、大阪市立大学が開発している「プラズモン光ピンセット」です。現在、細胞よりも小さなタンパク質やDNA(デオキシリボ核酸)などの高分子を操作することはできません。物体が小さくなれば、それを引き寄せて捕捉する光の力も弱くなるためです。

そこで、金属に、ある波長の光を当てると金属中の自由電子が集団で「さざ波」のように動き出す現象「プラズモン励起」に着目しました。この現象によって照射した光の強さが1万倍以上に増強され、物体を捕捉する力も1万倍強くなるとのことです。これにより、新たな診断ツールとなるDNAチップやタン

パク質チップが実現でき、在宅診断や各種臨床検査のやり方を一変させる可能性があります。

もう一つは、前出の東京農工大らが進めているホログラフィ方式です。発生させるビームスポットの形状、制御などの自由度が格段に高いため、圧倒的な多機能が期待できます。本方式の課題は、空間光変調器 (Spatial Light Modulator) の応答性です。今回、オンデマンド操作のために、物体を配列させるための配列用マルチビームスポットと、物体を捕捉・移動させるための運搬用ビームスポットを同時に発生させるために時分割多重化導入などを行い、ボトルネックを解決したとのこと。

[参考文献]

- [1] ニュースリリース：ナノシートの光操作に世界で初めて成功 - 東京農工大学他
https://www.tuat.ac.jp/documents/tuat/outline/disclosure/pressrelease/2018/20180416_01.pdf
- [2] 西山雅祥、岡本憲二：光ピンセット、京都大学技術ノート、2005
- [3] 大阪市立大学：ナノ粒子を安定的に捕まえられる 新しい光ピンセット技術の開発に成功
https://www.osaka-cu.ac.jp/ja/news/2017/press_170927

(注)

本解説は、執筆当時の状況に基づいて解説をしております。ご覧になる時には、状況が変わっている可能性がありますので、ご注意をお願いします。

Copyright (C) Satoru Haga 2018, All right reserved.

技術・経営の戦略研究・トータルサポーター	工学博士 中小企業診断士 社会保険労務士(登録予定)
ティー・エム研究所	代表 芳賀 知
E-Mail: info_tm-lab@mbn.nifty.com	URL: http://tm-lab@a.la9.jp/