対向レーザービームを用いた水中微粒子、微生物のトラップ技術†

坂 口 孝 幸*

Laser Trap of Latex Beads and Bacteria with Alternative Collinear Beams

Takayuki SAKAGUCHI*

Alternative collinear laser beams trapping of Latex particles and bacterium are demonstrated with a close view and a microscopic view. Virtual trapping force are estimated as 1~100 nN/W to measure the flow in the sample cell with a microscopic view.

Key Words: laser trap, optical manipulator, alternative collinear laser beam, close view, microscopic view

Ashkin により始められた¹⁾レーザービームトラップは、初めポリスチレンラテックス粒子で行われていたが、原子のトラップに応用され²⁾、微生物のトラップにも使われるようになった³⁾。近年、微生物、微粒子のトラップ、マニピュレーション技術として注目を集めている⁴⁾。

レーザートラップ装置は、ビームスプリッターで分けられたレーザービームが、試料容器の中でレーザービームの波長程度のオーダーで正確に対向するように配置された光学系により構成される (Fig. 1)。トラップされた粒子の観測は、レーザービームの側方から顕微鏡を用いて行うことができる (Photo. 1)。粒子は、対

向するそれぞれのビームの作る焦点の間にトラップされる。焦点の位置を操作することによりトラップされる粒子の位置を移動させることができる。1本のみのビームを用いた場合は、ビームの進行方向へ粒子は輸送される (Photo. 2)。パチルスのような細長いものは、細胞の長軸がレーザービームの方向を向いてトラップされることがわかる (Photo. 3)。また、微粒子の散乱光による観測も、散乱光のパターンがトラップされる粒子の大きさ、数、形状により変化するので可能である (Photo. 4)。1個の粒子がトラップされたときはミー散乱のフリンジが観測されるが、複数の粒子がトラップされたときは干渉しあい複雑なフリンジを示す (Photo. 5)。

単にトラップを行うだけではなく、粒子をレーザービームに沿って並べるなどの操作をすることも可能である (Photo. 6)。このようにトラップされた粒子は左右から押しつけられているために粒子同士が融着し、トラップから離れても結合を保つ。

レーザービームトラップのビーム半径方向のトラップ力は、試料容器内の対流により粒子が受ける力を求めることにより評価できる。粒径の大きい粒子では強く、粒径の小さい粒子では弱くなっており (直径 0.1~12 μm)、われわれの実験では、その強さはおよそ 1~100 nN/W 程度と見積られている。

参 考 文 献

- 1) A. Ashkin: Acceleration and Trapping of Particles by Radiation Pressure, Phys. Rev. Lett., **24**, 156/159 (1970)
- 2) A. Ashkin: Atomic-Beam Deflection by Resonance-Radiation Pressure, Phys. Rev. Lett., **25**, 1321/1324 (1970)
- 3) A. Ashkin and J. M. Dziedzic: Optical Trapping and Manipulation of Viruses and Bacteria, Science, **235**, 1517/1520 (1987)

Ar: Ar ion laser, OI: Optical isolator, BE: Beam expander, M: Mirror, BS: Beam splitter, L: Lens, SC: Sample cell, CF: Color filter, VC: Video camera, S: Screen

Fig. 1 Schematic diagrams of experimental set up

† 日本分光学会で発表 (1990・11, 1991・5)

* 計量研究所 つくば市梅園 1-1-4

* National Research Laboratories of Metrology, Tsukuba

(Received October 21, 1991)

- 4) W. H. Wright, G. J. Sonek, Y. Tadir and M. W. Berns: Laser Trapping in Cell Biology, IEEE J. Quantum Electronics, **26**, 2148/2157 (1990)

The central bright spot is a trapped Latex particle ($12\mu\text{m}$ diameter). Small line segments are the images of untrapped particles flowing across the laser beam paths.

Photo. 1 Micropicuture of the laser trapping with alternative collinear beams

Bold line segment is a particle transported on the laser beam path.

Photo. 2 Micropicuture of the transporting a particle with laser beams

Photo. 3 Micropicuture of the trapping bacteria with alternative collinear beams

The central bright spot is a trapped Latex particle ($12\mu\text{m}$ diameter). Square box is a sample cell.

Photo. 4 Close range view of the laser trapping with alternative collinear beams

Photo. 5 Picture of scattered light

Photo. 6 Manipulating particles with alternative collinear beam