

## 光マイクロマシン

浮田 宏生

(立命館大学理工学部)

光が新しい役割を担いつつある。従来の光は計測、表示、通信、記録などの手段であったが、最近の光はマイクロマシンとも関連し、力やエネルギー源としても注目されている。センサー、スキャナーなどで制御される光のほかに、光熱作用、光圧などにより制御する側の光も着目されているのである。これは機械が微小化し、駆動力や応答速度の点でますます光との相性がよくなってきたためである。

光マイクロマシンの駆動手段は静電力、電磁力、ピエゾ、光へ広がり、材料はシリコン、誘電体、有機物、金属、GaAs や InP などの化合物半導体へ拡大し、製造法は2次元マイクロマシニングから LIGA (Lithographie Galvanoformung und Abformung), 3次元光造形へと多彩になった。これらの駆動手段、材料、製法を駆使し、マイクロマシンの精密な動きと、光・電子素子の高集積性を利用した小型で経済的なデバイスやシステムが争って提案されている。すでに一部センサーで商品化実績があるが、スイッチやスキャナーなどの情報分野、光インターコネクションなどの通信分野、 $\mu$ -TAS (micro total analysis systems) などの医療化学分野で実用に向けた取り組みが進展している。

このような光マイクロマシン発展の端緒は、1980年代後半、カルフォルニア大の R. S. Muller や東北大の江刺教授らを中心に始まった MEMS (microelectromechanical systems) の研究にある。MEMS は1990年頃から光技術とドッキングしはじめ、MEMS '94 (大磯) からこの傾向が顕著になり、Miniaturized Systems with Micro-Optics and Micromechanics (1995 San Jose), Optical MEMS and Their Applications (1996 Keyston, 30件60名), MOEMS '97 (奈良, 50件190名) へと発展する。

今後の展開には2つの方向があるように思える。ひとつは小型化とともに単機能化する系列で、光ディスクシステム→光インタコネクション→アクチュエーター→センサーへと、自然で着実な方向である。もうひとつは小型化とともに機能拡大をもめざす系列で、センサー→振動子→静電モーター→光モーター→分子デバイスへと、研究者の欲張った方向である。いずれにせよ小型化は集積化へ進み、将来は光造形、光ピンセット、近接場光学などがマイクロメカニカルフォトンクスとして融合し、観察、計測、操作、制御、記録、加工、エネルギーなどが渾然一体となった「近接場複合システム」ともいえるような技術分野が形成されるのではなかろうか？

本特集号にはこの分野で指導的役割を果たされているお三方の立派な解説があるが、さらに勉強したい方は、五十嵐伊勢美ほか：マイクロオプトメカトロニクスハンドブック (朝倉書店, 1997) や H. Ukita: "Micromechanical photonics," Opt. Rev., 4 (1997) 623-633 や M. C. Wu: "Micromachining for optical and optoelectronic systems," Proc. IEEE, 85 (1997) 1833-1856 なども参照されたい。