



新原理アクチュエータの動向

東京大学
山本晃生

1. はじめに

電磁アクチュエータは、安価な玩具から高機能ロボット・精密産業機器にいたるまで、ありとあらゆる場面で幅広く活用され、ほぼ万能のアクチュエータとも言える存在である。しかし、かつて急速に進んだメカトロニクス機器の高性能化や小型化、あるいは、応用分野の拡大に際して、電磁アクチュエータだけでは対応しきれないのではないかと懸念もあり、電磁アクチュエータとは動作原理を異にするアクチュエータ、すなわち「新原理アクチュエータ」の研究が進められてきた。

一連の新原理アクチュエータ研究のひとつの集大成となったのは、2004年度から5年間にわたって進められた科研費・特定領域研究「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」(領域代表：樋口俊郎)であろう。この特定領域研究(現在で言うところの新学術領域研究)では、国内の新原理アクチュエータに関する多くの研究者が集まり、5年間にわたり精力的な研究がすすめられた。

この特定領域研究では、主要なターゲットとして次に示す5つの研究項目が設定された。(1)ナノオーダーの超高精度位置決めをめざす「超精密ナノアクチュエータ」、(2)数百 μm ～数 mm 程度のアクチュエータ寸法を狙った「マイクロアクチュエータ」、(3)センシング・制御機能等の統合や多自由度化によるインテリジェントなアクチュエータの実現をめざす「スマートアクチュエータ」、(4)ロボットや人間支援機器のための高出力アクチュエータ実現をめざす「パワーアクチュエータ」、(5)極低温、高真空、強磁界、超クリーンなどの特殊環境で利用可能なアクチュエータをめざした「特殊環境アクチュエータ」の5つである。こうした分類からは、当時の新原理アクチュエータ研究に期待された方向性が透けて見える。すなわち、上記のいずれの領域も必ずしも電磁アクチュエータが使えない領域ではない。しかし、こうした領域で電磁アクチュエータが十分な性能を発揮しきらないうちに、新原理のアクチュエータで電磁アクチュエータを代替してしまおう、といった期待が垣間見える。

こうした一連の新原理アクチュエータ研究では、優れた研究成果が数多く得られてきたが¹⁾、(他の様々な研究分野と同様に)新技術実用化へのハードルは非常に高く、残念ながら一部のアクチュエータを除いて新原理アクチュエータの実用化は十分には進んでいない。その大きな理由として挙げられるのは、電磁アクチュエータの予想を上回る大幅な性能向上と適用範囲の拡大である。かつては電磁アクチュエータの性能が頭打ちではないかと考えられた時期もあり、それゆえに新原理のアクチュエータで電磁アクチュエータの限界を打ち破ることが期待されたわけだが、現実には、電磁アクチュエータの性能は今もなお向上を続けており、また、需要にあわせて活用の範囲も拡大を続けている。結果として、新原理アクチュエータは活躍の場を十分に見いだすことができず、各種の駆動原理が提唱されてから多くの時間が経過した現在においても、それらのアクチュエータは依然として「新原理」扱いのままである。

電磁アクチュエータの牙城をなかなか打ち破れずに来た新原理アクチュエータであるが、その研究が潰えたわけではない。確固たる応用分野を確立した新原理アクチュエータももちろん存在する。また、従来の電磁アクチュエータの延長線上で応用を考えるのではなく、従来の電磁アクチュエータと