

工学院大学におけるマイクロマシン研究の取り組み

1. マイクロマシンに関する研究プロジェクト

工学院大学では、文部科学省の私立大学学術研究高度化推進事業（ハイテクリサーチセンター整備事業）の一環として、平成15年度より5箇年で「マイクロ先進スマート機械・マイクロバイオシステム実現へ向けてのテクノロジー開発」と題する研究プロジェクトを推進している。マイクロマシン技術の蓄積と基礎技術開発、それを応用した実用スマート機械の実現、およびマイクロ環境下での反応と操作を応用したマイクロバイオシステム実現を目指している。2004年3月に竣工したマイクロ&バイオシステム研究センター棟の1階にはクラス1000のクリーンルームがあり（図1）、共同で利用されている。本研究プロジェクトは、次の六つの大テーマに分類されている。

- (1) 機能性マイクロ機械要素・デバイスの開発と特性評価
- (2) 三次元マイクロ・ナノ形状加工技術開発に関する研究
- (3) マイクロ環境下システム・要素の特性評価解析、診断技術の開発研究
- (4) マイクロエネルギーシステムに関する研究
- (5) マイクロ環境下フルイディクスデバイスの開発研究
- (6) マイクロシステム統合化技術

各大テーマにはそれぞれいくつかの小テーマがあり、学外者も含め53名の研究者が参加している。クリーンルーム延べ利用者数は、平成16年度は693名であったが、平成19年度には1755名にまで増加し、設備利用の定着化が図られている。本研究プロジェクトは年1回の成果報告会、年5回の研究会を学内外公開で開催し、活発な討論を行っている。また平成18年度には韓国の釜山国立大学を中核とするMEMS/NANO Fabrication Center of Busan Techno-Parkとの間で研究協力の覚え書を交換し、両研究センター間での情報交換と人的交流を

目的として年1回のジョイントシンポジウムを開催している。外部評価も毎年実施し、評価結果をもとにプロジェクトの改善を図っている。

2. 昆虫に学ぶマイクロマシン

本研究プロジェクトの研究の一例として、大テーマ6「マイクロシステム統合化技術」の研究を紹介する。本テーマは、昆虫の機構や運動を規範として新しいマイクロシステムを開発することを通じて、マイクロシステム統合化技術の体系化を目指すものである。昆虫は長い進化の過程を経て地球上のあらゆる環境に適応し、その種の数は動物全体の種の7割を占めるといわれている。昆虫の運動に着目すると、アリは垂直な壁や天井を歩行し、アメンボは表面張力により水面上を移動し、トンボやハエは羽ばたきにより空中で急旋回やホバリングを行う。これらは小さいことを生かした昆虫ならではの機能であり、これらをマイクロシステムの設計に応用するため、本テーマでは「マイクロ機械のロボット化」、「マイクロ飛行体の開発」、「微小物体の運動およびマイクロスケール機構の製作に関する研究」の三つの小テーマに分かれて研究を行っている。

図2は、小テーマ1で開発したアメンボ型水面移動ロボットである。アメンボは足先からロウのような物質を分泌し、さらに表面を細かい毛で覆うことで撥水性を強化している。このことを参考にして、ロボットの脚の表面にMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術により直径0.1mmの円形の凹凸を加工することで撥水性を高めた。また、ロボットには振動モータを搭載し、12本の脚を回転振動させることで水面上を自立移動する。それぞれの脚の長さが異なっており、モータの回転数に応じて特定の脚が共振することを利用して、直進、右旋回、左旋回の3種類の動作を一つのモータで実現することができた。

また、図3は小テーマ3で開発された水滴の表面張力を利用したマイクロ



図1 工学院大学クリーンルーム

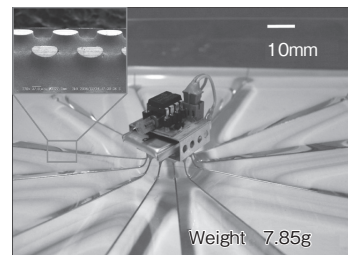


図2 表面張力で浮くアメンボロボット

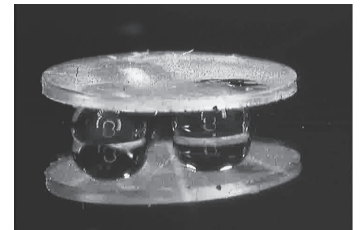


図3 水滴の表面張力を利用したマイクロモータ

モータである。撥水表面上の水滴は凸形状となり内部に圧力が生じるため荷重を支持することができる。また、電場により表面の濡れ性を制御する「エレクトロウエットング技術」を用いると、水滴を基板上の電極に沿って輸送することが可能である。この二つの技術を組み合わせ、撥水性ロータを支持した水滴を駆動することでモータを回転させることができる。直径5mm、質量7.7mgのロータを三つの水滴で支持し、最大320rpmの回転に成功した。

3. おわりに

工学院大学におけるマイクロマシン研究の取り組みについて紹介した。本プロジェクトは平成19年度で終了となるが、延長申請を行うことを計画しており、今後も自然界の昆虫等を参考にマイクロ機械技術の体系化を目指して研究を進めていく予定である。

(原稿受付 2008年3月18日)

[鈴木健司 工学院大学]