

# マイクロマシン技術と宇宙開発技術との融合化に関する調査研究

宇宙科学研究所 中谷 一郎

人工衛星を軌道に打ち上げるのに1kg当り数百万円を要する現状では、搭載機器の小型、軽量、低電力化は宇宙開発の最重要課題の一つである。

マイクロマシン技術の宇宙への応用では米国が圧倒的に研究開発が進んでいる。従来の衛星が数百キロから数トンの重さをもつのが常識になっていたのに対し、衛星全体をシリコンを主要材料として1kg程度で造るという構想も発表されている。人工衛星が持つべき機能 センサ、姿勢制御、データ処理、通信、コマンド処理、電源、太陽電池、熱制御、構造などなどの殆どは、シリコン基盤上に半導体リソグラフィ技術で造る事が原理的には可能である。

地上で開発が進んでいるマイクロマシン技術を応用した加速度計、ジャイロ、赤外センサ、微小重力センサは、極めて広範囲に宇宙への応用が研究され、すでに宇宙での実用の目処がたっているものも多い。

一方、宇宙独特のものとして重要視されている分野に、軌道・姿勢制御用のマイクロスラスタがある。例えば、圧縮した気体をノズルから高速で噴出すコールドガスジェットスラスタでは、バルブとノズルにマイクロマシン技術を応用した開発の報告が多い。また、液体をマイクロヒータで熱して噴射する方式、アレイ状の微小固体燃料を用いるマイクロスラスタ、イオン

をパルス的に加速して高い効率の微小な力を得る方式など、研究例は多いが、実用化にはまだ課題が残っている。

この他にも、宇宙用リレーやスイッチ、フィルタ、ポンプ、DC/DCコンバータ、太陽電池など広範囲のコンポーネントにマイクロマシン技術の応用が研究されている。

宇宙開発においては軽量化、小型化が中心的な技術開発課題でありマイクロマシン技術との親和性が極めてよい。そして、ニーズ側である宇宙技術者とシーズ側のマイクロマシン技術者とのコミュニケーションの促進が重要である。宇宙コミュニティーでは宇宙機器の小型化に強い必要性を感じ、アメリカからの遅れに危機感を抱いている。一方、日本のマイクロマシンの地上研究者は世界でもトップレベルの技術を有し、その応用先の拡大を望んでいる。したがって、上記のコミュニケーションは両者にとって大変ハッピーな結果を生むであろう。宇宙では、真空、高温、低温、放射線、打上時の振動、衝撃などの厳しい環境条件のもとで極めて高い信頼性が要求される。これらをクリアすることは地上のマイクロマシン技術にとってもよい意味での挑戦目標となるであろう。

# マイクロ飛行技術とマイクロマシン技術の融合化に関する調査研究

東京大学 大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 教授 下山 勲

マイクロマシン研究が開始された当初から、被災地や原子力発電所など、アプローチが困難な場所での情報取得に小型飛行体を用いるというアイデアが取り上げられてきた。被災地などで用いられる無人飛行機の例はすでにいくつか存在する。このような小型飛行体の要素技術として、マイクロアクチュエータやマイクロセンサをはじめとするマイクロマシン技術が求められている。

本報告では、まず、現在実用化されている無人飛行機の現状について調査を行った。ここで報告する飛行機は主に数十センチから1メートル程度の大きさである。小型の無人飛行機は、日本では、噴火の際の、火口の被害現場の撮影、火山灰の体積厚さの測定などに使われている。海外では軍事目的のための研究開発もあるが、近年になって、国境警備、ハイウェイ・パトロール、麻薬取り締まり、河川管理、消防活動等にも使われている。基礎的な研究としては、低レイノルズ数における空気力学上の研究が進められている。最近では、同サイズの昆虫の飛行が注目され、低レイノルズ数における羽ばたき飛行の研究も行われている。

次に、小型の飛行体に応用できるマイクロアクチュ

エータの研究についての調査を行った。一般に、飛行体のスケールが小さくなれば、それに応じて飛行に適したアクチュエーションも変わるといわれている。ここでは、ジェットなど従来の飛行機にも用いられているアクチュエーションのスケールダウンによる効果と、はばたきなど小型飛行体独自のアクチュエーションについて調査した。飛行を実現するための推進力には、プロペラやジェットによる推進が多く報告されていた。また、はばたきによる推進の研究も行われつつあるが、実用化までには多くの課題がある。飛行を実現するためのエネルギー供給法は、太陽電池、マイクロ波、ポリマー電池などが期待できる。ジェット推進では化学燃料の燃焼が効率的である。

最後に、現在航空機に一般に用いられているセンサと、小型の飛行体の制御に用いることのできるセンサとに関する調査を行った。視覚センサ、加速度センサ、GPS、レーザスキャナ、高度計などの研究があり、実際、自律型ヘリコプタに使われている。これらは、機体の位置、姿勢の制御には必須のものであり、今後この分野の研究が盛んになると考えられる。