

# マイクロマシンの魅力

## Micro-machine Fascination

東京大学総長  
The President, The University of Tokyo

吉川 弘之  
Hiroyuki Yoshikawa



マイクロマシンに関する研究が急速な拡がりを見せている。それはマイクロマシンセンターの貢献があり、また産業科学技術研究開発制度による「マイクロマシン技術」を推進している研究者や企業の熱意によるところが大きい。その上、このマイクロマシンという概念が持つ底の深い魅力が、恐らく幅広い層の人人に関心を持たせていることも見逃してはならないことだと思われる。

その魅力とは何であろうか。決して、ただひたすら小さいということではない。小さいということなら、小型化が古くから言われ、それが材料やエネルギーの節約になったり、運搬や収納が効率的になったりすることを通じて、コスト低下につながり経済性から言って有利、という考えが定着していたと言える。

しかしマイクロマシンはその考えを延長したものではない。それは効率の向上というような量的改良なのではなく、そこに質的变化、今までになかった新しい質の技術をもたらすという点で、魅力を感じるのである。それは、大きさに絶対的な意味を与える技術と言ってもよいだろう。

人間の手による作業を考えよう。「手ごろな」という言葉があり、適当なという抽象的意味を持たせるが、もともとは手で握るのに適当な、という大きさの単位である。それは数cm程度のもので、それを運んだり操作するには手で握ればよい。しかし、それが10cmをこえるようになると、片手では扱いにくくなり、両手でつかむことになる。もっと大きく1mにもなれば、両腕でかかえることになろう。

一方小さい方にもいろいろな方法がある。1cm以下になれば、指にはさむし、さらに数mm以下なら指先でつまむことになろう。1mm以下の塊状のものは、つまむにしても苦勞するが、指先を押しつけて粘着させて持ち上げるという方法がある。

人間は、このように1mm以下の粒状のものから、1mを越す大きさのものまでを扱い得る、非常に大きな作業上の柔軟性を持っている。このことは、作業用ロボットを作ろうとするとき、まず第一にぶつかる壁で、そんなに広い幅を持つ作業器を作ることほとんど不可能で、人間の柔軟性の高さに驚嘆させられるのである。

しかし、このことは人間の作業は柔軟だということの他に、もう一つの重大な事実を意味している。それは、人間の素手による作業が、0.1mmから1m程度までの範囲に限定されているということである。これが、前述の、大きさに絶対的な意味があることの根拠である。

大きい方は、現代の機械技術の中で大きな関心を長い間持たれて来たのであった。現代の機械技術の特徴は、強力、高速、高効率性などであり、人間の力をこえてこれを可能にする重要な要因として大型化は早くから進められた。そして学問的にも、構造力学、熱力学、流体力学、機構学などが理論的根拠を与えながら、1mをこえ、巨大なものに到るまで技術として体系を獲得し、現代の豊かな社会の成立に貢献したと言えるであろう。

これにくらべて、小さい方への進展は必ずしも順調ではなかった。前述のように、コスト減の要請からの努力や、高精度を要求される精密加工、精密測定、また微細な操作を要求される精密機械などで、個別の努力はされていた。しかし、人間の操作の可能な「下限」の外に無限に拡がる微細な世界、すなわちマイクロワールドで自由に活躍する技術を体系的に見る眼は存在しなかった。

マイクロマシンの魅力は、微細な技術ということを超えて、この未開拓のマイクロワールドに新しい技術体系を樹立しようという点にあると言ってよいであろう。この世界では、従来の技術体系がそのまま適用できない場合が多い。個別の要素で言えば、いわゆる寸法効果が著しくなる領域であり、それは材料の欠陥効果から量子効果まで幅広く分布するものの、いずれも通常世界では問題にならなかったものである。また空間の制限から、機械、電気などの領域を独立に考えることはもはや許されず、領域融合の方法が不可欠となる。

すでに多くの大学、研究所、企業で、そして多くの国で研究が始められ、新しい応用の分野の可能性が拓かれつつある中で、マイクロマシンが活躍する分野は間違いなく重要なものになって行くと考えられる。それは医療、生命科学など、現在先端的な技術が急速に進められている分野であり、一方でシステム保全の高度化による安全性の向上のような、社会的に極めて重要な分野も含まれる。従ってマイクロマシンは、特定の分野と言うよりは多くの分野に潜在的に存在しているマイクロワールドのすべてに、しかも新しい理論をふくむ技術体系の確立にともなって新しい技術世界を拓いて行くものとして、大きな魅力を持っているのである。