

## 《特別講演》

## 生物と小さな機械

藤 正 巖 (東京大学先端科学技術研究センター)

まもなく始まる 21 世紀は生物の時代でもある。人の手の延長の役割をはたす機械は、生物に見習って小型化・柔軟化するだろう。最近始まったマイクロマシンの技術開発は、まさにそのような時代を先取りしたものだ。医療はマイクロマシン技術で大きく変貌を遂げると思われている。

機械を小さくすると、次第に生物の機械としての構造原理に近付いて行く。小さな機械を作る目で生物を眺めると、生物はまさに機械だ。機械としての生物の機構を物理学の世界で眺めてみると、1 ミクロンより小さくなった辺りから、生物の機械としての本質が現れてくる。それは、われわれが次の時代に作ろうとしている、マイクロマシンからナノマシンに至る機械技術の基本原理を示してくれているように見える。

小さな機械は、その寸法が 10 ミクロンより小さくなった辺りから、突如として熱の場の持つ分子運動のノイズに取り巻かれ、動きが悪くなってくる。このような現象が分析できるようになったのも、この世紀末の特色だろう。電子顕微鏡から始まったサブミクロンの世界の観察は、今日では新しい形式の顕微鏡の登場となって、微小な動的構造の分析の手法に新しい道をつけた。超低温の電子顕微鏡の画像、近接効果顕微鏡と呼ばれる各種の新しい顕微鏡の登場、特に、プローブ走査型顕微鏡やレーザー共焦点顕微鏡の登場は、生物のような、本来ナノの世界の構造を持った機械の、タンパク部品の動きの可視化に大きく役立ち始めた。蛍光色素を生体内物質にラベルし、発光による即時計測が可能の時代に入り、これからは生物機械の動作原理や構築原理が、機械学的に分析される時代が来るだろう。マイクロマシンは、このようにして発見される、生物機械の構築と動作の

原理を使い、機械はマイクロからナノの世界へと入って行く。マイクロマシンの将来技術が、医療に大きく役立つ可能性が垣間見えているのが、これからの機械の姿だ。

この 10 年、治療技術はマイクロ化・マルチメディア化・遠隔化・インターベンション化によって大きく変わり始めている。例えば、小さな機械を細かい情報チャンネルを通じて体の中に入れ治療を行う、いわゆる直達鏡下手術・コンピュータ支援外科・インターベンション外科は、多くのマイクロ技術・人工現実感技術を必要とし、これらのマルチメディア利用の手術法は、従来の外科の技法をより低侵襲化、遠隔化し、そしてそれはやがて、すべての手術を細いチャンネルを通して行う方向へと変えてゆくに違いない。それは、刻一刻と治療法が生物機械の寸法に近付いて行く過程であり、マイクロマシン技術化の過程でもある。医療のなかで、どのような新しい技術の需要があるのかを本質的に見直すことが必要な時代が来ている。

生物機械と人の作った機械が完全に相補的である時代はやがてやってくる。それは、人の作った機械が、生物になる時代かもしれない。すでに生物の設計図は遺伝子工学で、自動成型法はタンパク工学で、新しい物質の創造には進化工学でと、化学的な生物機械論は新しい時代を迎えつつある。残ったひとつの分野が機械学で、それは、レオナルド・ダ・ヴィンチの時代から今日まで人の作ってきたものの歴史でもある。人の作ったもののない領域、それは、生物機械の領域で、中間領域機械学と呼ばれ、新しい科学の目標ともなっている。