

# 世界におけるマイクロマシン研究開発の状況

通商産業省工業技術院  
機械技術研究所基礎機械部長  
龍江 義孝

## 1. はじめに

マイクロマシン(以下 $\mu$ マシンと略記)の研究開発が今、素晴らしい活力をもって世界的に本格的に遂行されようとしています。その基礎を支えているのは個々の研究者、技術者と彼らを支える人達の熱意でしょう。若い、新生の技術にかかる意気込みを長期的にフォローし、相互の情報伝達と相互理解を目指した本誌の発刊は正に時を得、所を得た企画といえます。

$\mu$ マシンの研究開発は、現段階では出来得る限り拘束がなく、自由闊達に行われるべきと思いますが、同時にどのような研究が、どこで、どのような視点で進められようとしているのかを、正確に、しかもタイムリーに捉えることは必要不可欠でしょう。次刊以降、内容を伴ったR&D紹介シリーズが展開されることを期待して、ここでは、私なりに $\mu$ マシン研究開発の状況について、印象とか理解とかをフランクに述べようと思います。

## 2. $\mu$ マシン研究開発の状況

どのような研究開発も、新しいもの未知なるものへの挑戦であることに変わりはありませんが、通常は、ある程度の地形が判っているものです。これに対して、 $\mu$ マシンの研究には現在のところ白地図さえ無い状態で動き出しているといっても過言ではないでしょう。これから本格的に技術の骨組みを構築していかなければなりません。

そのため、現在では世界的にも相当自由に研究課題がとり上げられています。例えば、従来の機械のように、思想と設計は欧州、発展は米国、商業化、成熟化は日本といったような図式は未だ無いのです。技術先進地域とされる日米欧の三極が各々の地域に固有な技術開発にベクトルを定めていないのが、第一の特色です。

それだけに、本技術シリーズによって国内外の研究機関における研究開発状況を紹介する試みは大いに価値があると思います。

次に述べたいのは、 $\mu$ マシンのイメージは各人各様の理解と解釈で異なりますから、いわば、「何でも取り込む」姿勢のあることでしょう。考えてみれば、これは至極当然で $\mu$ マシン技術は「在来技術の昇華」と「新技術の創成」を核として、これまでのマシン技術に匹敵するような技術体系を構築していかなければならないのですから、まずは、ありとあらゆる試みが必要です。

研究開発の対象も、実現への道が近いと考えられるセンサや単純なアクチュエータから、エネルギー源、制御機構や、これから本格化するもの等多彩ですし、また共通基盤的なものとしては材料技術、設計技術、加工・組立技術など実に多面的で膨大な分野での努力が不可欠でしょう。

これらの課題にとり組むには、これまでに人類が獲得してきた、機械、電子、光、生体などの先端的な技術とベースを形成する知識、ノウハウを十二分に活用しなければなりませんし、工学としてだけでなく、科学、理学の創成も伴うものでなければなりません。

繰り返しますが、現在国の内外では数多くの人達が各々の夢を育てようと様々な研究開発にとり組んでいます。「雨後の筍」に等しい状況を呈している



表一  $\mu$  マシンの代表的な研究機関

	日本	米国	欧州
機構関連技術 センサ アクチュエータ エネルギー源 設計 等	東北大、東工大 東大、名古屋大 九工大 機械研、計量研 (多数の企業体) 等	カリフォルニア大バークレー MIT ユタ大 スタンフォード大 AT&T、NOVA 等	フラウンホーハ トゥエンテ大 フィリップス LETI ジューメンズ 等
加工関連技術 附加加工 改質加工 除去加工 組立 等	東大、東北大 三重大、成蹊大 機械研 (多数の企業体) 等	MIT ウイスコンシン大 等	フラウンホーハ メーカーシュミット 原子核研/ステアグ社 インペリアル大 等
システム・制御 関連技術 自律分散 テレメトリー 協調制御 等	東大 電総研 機械研 等	ミシガン大 MIT IBM 等	ヌーシャテル大 等
	システムイメージが明確になるにつれて増大するものと考えられる		

と申し上げてもよいでしょう。

しかも、半導体プロセスやLIGAプロセスなど、いくつかの技術を除けば比較的小規模な研究設備でも、相当なところまで $\mu$  マシンの研究は遂行可能です。いわゆる研究室レベルでは、主たる対象分野や課題が多面に展開されるばかりか、非常に早い速度で移行していくものと考えられます。極端に言えば、今日注目されている研究が明日には別の衣をまとっているかも知れません。

しかし、技術が一朝一夕で確立するわけではありません。開発段階、応用段階での $\mu$  マシンの姿が次第に明確になっていく中で、 $\mu$  マシンの概念、基幹構造が定着し、設計、製造、利用に係わる技術が着実に永い時間をかけて「蓄積」されるようになると思います。

$\mu$  マシンの研究開発が、現在の国内外で如何に進められ、どのように発展しようとしているかを正確に捉えることは困難ですが、とりあえず出発点として採り上げられた技術分野と研究機関の代表例を、表一に示します。

なお、この表内で示している機構、加工、制御の三分野は便宜上、粗く区分けしたもので、技術内容としては共通する技術、同音意義の技術、その他未分類の技術を包含していることをお断りしておきます。「際」のないことを示すだけです。

### 3. 未来へ向けて

$\mu$  マシンは、これまでにないマシンであるが故に、多くの人々に新たな世界を垣間見る、あるいは作り上げるといった夢と希望を与えようとしています。どの国をとっても状況は同じでしょう。それだからこそ、相互の夢を語り合い、ふくらませることが重要です。

このシリーズが果たすべき役割は重大です。如何に正しい情報を正確かつ適時に交換しあえるか、それらの情報を基に如何なるR&Dの協力が出来るかを探る先兵となるからです。

さらにいうならば、国際的に共通の理解を得たうえで、R&Dに留まらず、実業(工業、商業)に至るまでの幅広い技術展開の道筋を示す、第一歩の活動にして頂きたいと思います。

$\mu$  マシン技術は期待が大きい技術だけに、本質を見極める視点を据えること自体が本シリーズの出発に当たって大きな課題とはなるでしょう。単に広報誌の一記事としては成り立つものではありません。本当に心より期待します。