

平成11年度
海外におけるマイクロマシン技術の
応用状況に関する調査研究事業報告書

平成12年3月

社団法人 日本機械工業連合会
財団法人 マイクロマシンセンター

序

技術革新（テクノロジー・イノベーション）は、経済の発展に大きく貢献し社会を進歩させる潜在的な原動力として、広くその重要性が認識されています。また、経済発展のみならず、地球環境問題やエネルギー問題など、地球規模での課題を解決する主役として期待されています。

特に、わが国はこれまで、公害問題、石油危機などの幾多の困難な問題に対し、たゆまざる技術開発を積み重ねることによりその解決を図ってきました。その結果、現在では世界のトップレベルの技術力を有する先進国家として、世界にもその実力が認められるに至っています。

このように技術開発は、経済発展の基盤を形成するとともに、人類共通の課題に対する技術的打開策として非常に重要な役割を有しており、地球的規模での課題解決のために我が国がその技術力を活用して、積極的な貢献を行っていくべきとの国際的な要請も高まっています。

一方、我が国の研究開発は、応用・研究開発に偏りがちであり、研究開発投資構造をより基礎的な分野へと重点を移していくことが必要です。我が国が、自らの基礎研究を強化し、新しいコンセプトの提唱やブレークスルーにつながる独創的、創造的な研究成果を世界に対して発信していくことが必要であり、フロンティアを開拓するという観点で、基礎的独創的な研究領域における研究開発やメガサイエンスに率先して挑戦し、地球的な科学技術のベースの拡大に貢献することが望まれています。

こうした背景にかんがみ、当会では技術開発動向等の調査補助事業のテーマの一つとして財団法人マイクロマシンセンターに「海外におけるマイクロマシン技術の応用状況に関する調査研究事業」を調査委託いたしました。本報告書は、この研究成果であり、関係各位のご参考に寄与すれば幸甚の至りと存じます。

平成12年3月

社団法人 日本機械工業連合会
会長 佐波正一

はじめに

マイクロマシンは、微細で複雑な作業を行うために大きさ数mm以下の高度な機能要素から構成された微小機械です。日本のマイクロマシンという呼び名に対して、米国では**MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)**、欧州では**MST(Micro System Technologies)**と呼ばれています。名称や定義に多少の違いはありますが、マイクロマシン技術を用いればこれまでにない新しい概念のシステムができるという期待から注目を集め、世界各国で盛んに研究開発が行われています。

マイクロマシンという言葉が生まれ、マイクロマシン技術の本格的な研究開発がスタートしておよそ10年が経過しました。このマイクロマシン技術は既に自動車や情報機器の分野で各種センサーやプリンタヘッドに代表されるような実用技術として製品に応用されています。また、プラント等の信頼度を高めるための高機能メンテナンス、診断や治療に伴う患者の苦痛を低減させる高度医療をはじめ、多岐にわたって応用が提案され、大きな成長が期待されています。

このようにマイクロマシン技術は社会生活に有用な効果を示しはじめており、さまざまな産業界においてその実用化、産業化が注目されています。より多くの分野にマイクロマシン技術を実用技術として浸透させるためには、マイクロマシン技術にどのような進歩があれば、どのような利用システムの創出が考えられるかを考察することが必要となります。

このような必要性に応えるために、当マイクロマシンセンターは社団法人日本機械工業連合会から、「海外におけるマイクロマシン技術の応用状況に関する調査研究事業」の委託を受けて、マイクロマシン技術に関する国内外の状況を調査するとともに、マイクロマシン技術の応用状況を具体的に調査し、実用化までのロードマップ分析を試みました。

本報告書は、この調査研究事業の成果をとりまとめたものです。関係各方面におきまして広くご利用頂ければ幸いと存じます。

平成12年3月

財団法人マイクロマシンセンター
理事長 石丸 典生

事業運営組織

本調査研究事業は（財）マイクロマシンセンター内に「海外におけるマイクロマシン技術の応用状況に関する調査研究委員会」を設けて実施した。

海外におけるマイクロマシン技術の応用状況に関する調査研究委員会

委員長	児玉 文雄	東京大学 先端経済工学研究センター	教授	
委員	青柳 隆夫	東京女子医科大学	講師	
	下山 勲	東京大学 大学院 工学研究科	教授	
	佐藤 一雄	名古屋大学 大学院工学研究科	教授	
	佐土 俊一	機械技術研究所 生産システム部	主任研究官	
	大田 明博	計量研究所 計測システム部	研究員	
	森島 昭男	電子技術総合研究所 知能システム部	研究員	
	岡本 洋一郎	オムロン株式会社 技術本部中央研究所	主幹	
	三原 孝士	オリンパス光学工業株式会社 基礎技術研究所	部長	
	竹田 太四朗	株式会社小松製作所 研究本部 中央研究所	副部長	
	柴田 和明	JUKI株式会社 技術企画室	室長	
	片山 誠	住友電気工業株式会社 横浜研究所	主査	
	作原 寿彦	セイコーインスツルメンツ株式会社 基礎技術開発室	部長	
	須藤 肇	株式会社東芝 研究開発センター	主任研究員	
	中村 邦彦	松下技研株式会社	技師	
	福本 宏	三菱電機株式会社 先端技術総合研究所機械システム技術部	主席研究員	
		大和田 邦樹	株式会社村田製作所 技術開発本部 第3開発グループ開発1部	部長
	岩岡 秀人	横河電機株式会社 中央研究所	マイクロマシン研究部長	
オブザーバ	岡田 栄一郎	東京大学大学院 工学系研究科	産業機械工学専攻	
執筆協力者	篠原 潤	セイコーインスツルメンツ株式会社	基礎技術開発室	
事務局	平野 隆之	財団法人マイクロマシンセンター	専務理事	
	矢田 恒二	財団法人マイクロマシンセンター	調査部長（現）	
	服部 正	財団法人マイクロマシンセンター	調査部長（前） （現）姫路工業大学 高度産業科学技術研究所	教授
	千葉 徳男	財団法人マイクロマシンセンター	産業調査課長	

目 次

序	*
はじめに	*
事業運営組織	*
総論	*
(本論)	
第1章 緒言	1
1-1. 調査研究の背景	1
1-2. 調査研究の目的	1
1-3. マイクロマシン技術の定義	2
1-4. 調査研究内容	2
1-5. 報告書の構成	5
第2章 海外の応用状況調査	7
2-1. 海外における研究開発状況	7
2-1-1. 「マイクロマシンインデックス」から見た研究開発動向	7
2-1-2. 主要国際会議から見た研究開発動向	10
2-2. 海外における産業化への取り組み状況	13
2-2-1. マイクロマシン技術による市場形成予測	13
2-2-2. 海外における産業化への取り組み状況	17
付録1表	28
付録2表	31
第3章 ロードマップ	33
3-1. データストレージシステム	36
3-1-1. 現在までのデータストレージシステム	36
3-1-2. システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	40
3-1-3. システムの将来の展開	43
3-2. プリンティングシステム	46
3-2-1. 現在までのプリンティングシステム	46
3-2-2. システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	50
3-2-3. システムの将来の展開	58
3-3. 光通信システム	61

3-3-1.	現在までの光通信システム	61
3-3-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	64
3-3-3.	システムの将来の展開	65
3-4.	自動車関連システム	69
3-4-1.	現在までの自動車関連システム	69
3-4-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	76
3-4-3.	システムの将来の展開	80
3-5.	道路交通システム	83
3-5-1.	現在までの道路交通システム	84
3-5-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	89
3-5-3.	システムの将来の展開	90
3-6.	内視鏡システム	93
3-6-1.	現在までの内視鏡システム	93
3-6-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	97
3-6-3.	システムの将来の展開	98
3-7.	医療用カテーテルシステム	99
3-7-1.	現在までの医療用カテーテルシステム	99
3-7-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	103
3-7-3.	システムの将来の展開	104
3-8.	パーソナルヘルスサポートシステム	105
3-8-1.	現在までのパーソナルヘルスサポートシステム	105
3-8-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	107
3-8-3.	システムの将来の展開	116
3-9.	遺伝子・DNA分析システム	118
3-9-1.	現在までの遺伝子・DNA分析システム	118
3-9-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	122
3-9-3.	システムの将来の展開	123
3-10.	ウェアラブル機器システム	124
3-10-1.	現在までのウェアラブル機器システム	124
3-10-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	129
3-10-3.	システムの将来の展開	131
3-11.	部品実装システム	133
3-11-1.	現在までの部品実装システム	133
3-11-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	136
3-11-3.	システムの将来の展開	140
3-12.	微小領域観察システム	141
3-12-1.	現在までの微小領域観察システム	141

3-12-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	144
3-12-3.	システムの将来の展開	144
3-13.	工業用インライン計測システム	150
3-13-1.	現在までの工業用インライン計測システム	150
3-13-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	150
3-13-3.	システムの将来の展開	155
3-14.	メンテナンスシステム	157
3-14-1.	現在までのメンテナンスシステム	157
3-14-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	163
3-14-3.	システムの将来の展開	166
3-15.	環境モニタリングシステム	169
3-15-1.	現在までの環境モニタリングシステム	169
3-15-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	169
3-15-3.	システムの将来の展開	172
3-16.	照明システム	174
3-16-1.	現在までの照明システム	174
3-16-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	177
3-16-3.	システムの将来の展開	178
3-17.	白物家電システム	180
3-17-1.	現在までの白物家電システム	180
3-17-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	186
3-17-3.	システムの将来の展開	186
3-18.	ホビー・AVシステム	189
3-18-1.	現在までのホビー・AVシステム	189
3-18-2.	システムの変化、マイクロマシン技術のかかわり	194
3-18-3.	システムの将来の展開	194
まとめ		197