

平成7年度
マイクロマシン技術の導入に伴う産業社会
構造への影響に関する調査研究報告書

平成8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、我が国はこれまで、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・開発研究に偏りがちであり、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堤唱やブレイ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、当会では技術開発促進等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「マイクロマシン技術の導入に伴う産業社会構造への影響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8年3月

社団法人 日本機械工業連合会
会 長 吉 山 博 吉

はじめに

マイクロマシン技術は、工業技術や医療技術をはじめとする広範な分野において革新的な基盤技術になるとして注目され、機械工学、電子工学、医用工学等の多様な工学分野で、その研究開発が急速に拡大しつつあります。一方、この技術の応用は、マイクロメカニカルデバイス等の形で着実に実績を上げ、部分的には商品に組み込まれ社会生活に有用な効果を示しつつありますが、その本格的な活用は実用技術としての体系が整備される21世紀に入ってからになると考えられています。

このように、マイクロマシン技術が多くの分野で導入が図られた場合、21世紀における産業・社会構造の変化及び経済・社会生活に与える効果を明らかにし、広範な産業・技術分野における民間企業や研究機関等の研究開発への取り組みを促すとともに、マイクロマシン技術の確立と技術の普及・振興に寄与し、併せてマイクロマシン技術導入のための基盤整備を行うことも極めて重要な事項となっています。

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、「マイクロマシン技術の導入に伴う産業社会構造への影響に関する調査研究事業」の委託を受けて、21世紀においてマイクロマシンが実用化される事によりもたらされる産業活動及び社会生活に与える影響を明らかにするために、マイクロマシン技術の進展が産業活動・社会生活へ導入され、新産業の創出あるいは産業・社会の構造変革に結びつくか又マイクロマシン技術が技術革新を興すための産業・社会のニーズを調査分析し、マイクロマシン技術の産業化のプロセスについて予測を試みました。

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あり、関係各方面において広くご利用頂ければ幸いと存じます。

平成8年3月

財団法人マイクロマシンセンター
理事長 稲葉 清右衛門

事業運営組織

本調査研究事業はつぎの委員会を設けて実施した。

マイクロマシン技術の導入に伴う産業社会構造への影響に関する調査研究委員会

委員長	児玉 文雄	東京大学先端科学技術研究センター	教授
副委員長	北原 時雄	機械技術研究所極限技術部	主任研究官
委員	岡野 光夫	東京女子医科大学医用工学研究施設	教授
	下山 勲	東京大学工学部機械情報工学科	助教授
	小菅 一弘	東北大学大学院工学研究科機械知能工学専攻	教授
	生田 幸士	名古屋大学工学部マイクロシステム工学専攻	教授
	臼田 孝	計量研究所計測システム部計測要素研究室	研究員
	平井 成興	電子技術総合研究所知能システム部対話システム研究室	室長
	有我 達也	(株)小松製作所研究本部中央研究所基礎技術研究所	上級研究員
	茂田 芳昭	JUKI (株)総合技術研究所研究開発管理部	部長
	安宅 龍明	セイコー電子工業(株)技術本部基礎技術研究室	部長
	柴田 博一	ソニー(株)生産技術部門精密プロセスシステム部	係長
清末 芳生	テルモ(株)研究開発センター企画推進課国家プロジェクト	グループリーダー	
近野 泰	(株)野村総合研究所経営戦略コンサルティング部電子・機械産	業グループ 研究員	
オブザーバー	尾崎 孝良	機械情報産業局産業機械課	課長補佐
	根岸 寿実	工業技術院産業科学技術研究開発室	研究開発専門職
事務局	平野 隆之	(財)マイクロマシンセンター	専務理事
	岡崎 俊義	(財)マイクロマシンセンター	調査部 部長
	矢萩 勝彦	(財)マイクロマシンセンター	調査部 次長

目次

序	
はじめに	
事業運営組織	
(総論)	1
1. 本調査研究の成果	3
2. 産業及び社会へのマイクロマシン技術の導入	4
3. 産業社会の要請	7
4. 技術革新の事例分析	8
5. 産業化のシナリオ	9
(本論)	13
第1章 本調査研究の目的	15
第2章 産業及び社会へのマイクロマシン技術の導入	16
2-1 マイクロマシン技術の概要	16
2-1-1 小型化技術	18
2-1-2 高精度化技術	18
2-1-3 高密度・高集積化技術	19
2-1-4 融合化技術	20
2-1-5 その他	21
2-1-6 我が国の産業構造変革における期待	21
2-2 マイクロマシン技術の現状と今後の進展	23
2-2-1 加工組立技術	23
2-2-2 デバイス技術	24
2-2-3 システム制御技術	24
2-2-4 基盤的支援技術	24
第3章 産業社会の要請	31
3-1 産業・経済的側面の変化	31
3-1-1 環境変化の方向性	31
3-1-2 マイクロマシン技術に対するニーズ	31
3-1-3 ボトルネックとドライブフォース	33
3-2 社会的側面の変化	34
3-2-1 環境変化の方向性	34
3-2-2 マイクロマシン技術に対するニーズ	35
3-2-3 ボトルネックとドライブフォース	36

3-3 人間的側面の変化	38
3-3-1 環境変化の方向性.....	38
3-3-2 マイクロマシン技術に対するニーズ	38
3-3-3 ボトルネックとドライブフォース	39
3-4 技術的側面の変化	40
3-4-1 環境変化の方向性.....	40
3-4-2 マイクロマシン技術に対するニーズ	41
3-4-3 ボトルネックとドライブフォース	42
第4章 技術革新の事例分析.....	44
4-1 技術革新の定義と構成要素	44
4-1-1 技術革新の定義.....	44
4-1-2 技術革新に係わる要素	45
4-2 技術革新が産業・経済、社会構造に及ぼしたインパクト分析	47
4-2-1 産業・経済的側面へのインパクト	47
4-2-2 社会的側面へのインパクト	48
4-2-3 人間的側面へのインパクト	49
4-2-4 技術的側面へのインパクト	49
4-3 技術革新が生じるプロセスの事例分析	50
4-3-1 研究開発の変化.....	50
4-3-2 技術革新のプロセス分析.....	55
第5章 産業化のシナリオ.....	61
5-1 医療分野の産業化シナリオ	63
5-1-1 産業及び社会へのマイクロマシン技術の導入.....	63
5-1-2 産業社会の要請.....	64
5-1-3 産業社会構造へのインパクト	64
5-1-4 マイクロマシン産業の担い手.....	66
5-1-5 産業化のドライブ要因.....	67
5-2 プロセス分野の産業化シナリオ	68
5-2-1 産業及び社会へのマイクロマシン技術の導入.....	68
5-2-2 産業社会の要請.....	69
5-2-3 産業社会構造へのインパクト	70
5-2-4 マイクロマシン産業の担い手.....	72
5-2-5 産業化のドライブ要因.....	72

5-3	プロダクト分野の産業化シナリオ	73
5-3-1	産業及び社会へのマイクロマシン技術の導入.....	73
5-3-2	産業社会の要請.....	74
5-3-3	産業社会構造へのインパクト.....	74
5-3-4	マイクロマシン産業の担い手.....	74
5-3-5	産業化のドライブ要因.....	75
5-4	産業化シナリオのまとめ	76
5-4-1	マイクロマシン産業の構造.....	76
5-4-2	マイクロマシンの産業のドライブフォース.....	78
第6章	今後の課題.....	81
	(資料編)	83
1.	加工組立技術.....	90
2.	デバイス技術.....	117
3.	システム制御技術.....	154
4.	基盤的支援技術.....	171