

平成5年度
マイクロマシン技術の経済効果
(技術予測)に関する調査研究報告書

平成6年5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、たゆまざる技術革新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、地球的な化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)マイクロマシンセンターに「マイクロマシン技術の経済効果（技術予測）に関する調査研究事業」を調査委託いたしました。本調査報告書は、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6年5月

社団法人 日本機械工業連合会
会長 吉山博吉

序

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センサ等の形で部分的には始まっていますが、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言われています。

このように、産業基盤技術に成長すると期待されつつも、長期にわたる研究開発を伴うマイクロマシン技術の場合には、技術の長期的予測とそれによって創り出される需要予測・経済効果予測は、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、具体的課題の選定や効率的な研究開発の展開において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経済効果（技術予測）に関する調査研究事業」の委託を受けて、2005年及び2010年におけるマイクロマシン技術の達成度を主要要素技術について技術予測を行いました。さらに、マイクロマシン技術の主要応用分野について、ニーズ調査に基づく技術の適用予測とそれによって生み出される経済効果のマクロ予測を試みました。

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です。

平成6年5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

－目次－

<調査研究の目的>	i
<調査研究の実施方法>	ii
第1章 はじめに	1
第2章 マイクロマシン技術の概念と特徴	2
2-1 技術の概念と特徴	2
2-2 本調査研究における技術の定義と範囲	4
第3章 マイクロマシン技術のマクロトレンドの予測	5
3-1 技術のマクロ予測総論	5
3-2 技術のマクロトレンド	6
1) 加工技術	6
2) マイクロマニピュレーション技術	6
3) 計測技術	7
4) 制御技術	7
5) マイクロ理工学	7
6) マイクロデバイス	7
7) 応用形態と実用化研究	8
3-3 主要要素技術のマクロトレンド	9
3-3-1 機能要素、メカニカルデバイス技術	9
1. 機能要素、メカニカルデバイス技術	9
2. 電子デバイス技術	11
3-3-2 制御技術・システム化技術	15
3-3-3 製作技術	17
1. 加工	17
1) リソグラフィ技術	17
2) 微細放電加工法	18
3) 超精密機械加工法	18
4) エネルギービーム加工法	18
5) S X Mを利用した加工法	19
2. マニピュレーション	22
1) 研究の現状	22
2) 現在のテーマを推進した場合の将来見通し	22
3) 2010年への問題提起	23
3. 接合	26
1) マイクロマシン技術における接合技術の役割	26
2) 研究開発動向	26

4. 材料技術	29
1) マイクロマシンに必要な材料	29
2) マイクロ材料開発の特徴	29
3-3-4 マイクロ理工学、設計、計測技術	31
1) マイクロ理工学	31
2) 計測、設計技術	31
第4章 マイクロマシンのニーズトレンドの予測	32
4-1 ニーズのマクロトレンド	32
4-2 主要分野のニーズの展望	34
4-2-1 情報通信機器分野	34
1. 情報通信機器とマイクロマシン技術の接点	34
1) 運動を伴う情報機器	34
2) 従来型情報機器へのマイクロマシンの応用	36
3) マイクロマシンによる全く新規の情報機器	37
2. O A 機器	40
1) 既存製品代替型アプリケーション	40
2) 新規市場創出型アプリケーション	42
3. A V 機器	48
4. 通信機器	53
1) 既存製品代替型アプリケーション	53
(1) 光の接続技術	53
(2) 光コンポーネント	53
(3) 光部品	54
(4) ファクシミリ	54
2) 新規市場創出型アプリケーション	55
4-2-2 精密機器分野	56
1. 時計	56
1) 時計の進化	56
2) 今後の腕時計とマイクロマシンのニーズ	56
(1) 腕時計の高性能化におけるマイクロマシン技術の役割	56
(2) 腕時計における付加機能の実現	57
2. カメラ	59
1) 既存製品代替型アプリケーション	59
2) 新規市場創出型アプリケーション	63

4-2-3	医療応用分野	64
1.	医療技術（マイクロマシンによる医療の技術革新）	64
2.	医療・福祉動向（医療・福祉動向とマイクロマシン）	68
1)	病気の治療	68
(1)	予防	68
(2)	治療	69
(3)	予後段階	70
2)	シルバーマーケット	70
(1)	通常の高齢者	70
(2)	一人暮らし老人	70
(3)	寝たきり老人	72
(4)	痴呆性老人	72
3)	身体障害者	73
(1)	介助器具	73
(2)	機能補助器具	74
3.	医療機器（医療機器におけるマイクロマシン）	76
1)	既存製品代替型アプリケーション	77
2)	新規市場創出型アプリケーション	79
4-2-4	計測分野	81
1.	計測機器	81
1)	既存製品代替型計測機器	82
2)	新規市場創出型計測機器	83
2.	SPM（走査型プローブ顕微鏡）	85
1)	主要分野におけるマイクロマシン技術の応用イメージ	85
2)	主要なアプリケーションにおけるニーズ	87
4-2-5	自動車分野	88
1)	自動車分野におけるマイクロマシン技術の応用	88
2)	圧力センサ	89
3)	Gセンサ	89
4)	高性能ヘッドアップディスプレイ（HUD）	89
第5章	経済効果予測のケーススタディ	91
5-1	予測アルゴリズムの構築	92
1)	技術導入の形態、アプリケーションの設定	92
(1)	既存製品代替型アプリケーションの定義	92
(2)	新規市場創出型アプリケーションの定義	92

2) 関連市場規模の設定	92
(1) 既存製品代替型アプリケーションの市場規模	92
(2) 新規市場創出型アプリケーションの市場規模	92
3) マイクロマシン技術の関与率の設定	96
(1) 「既存製品代替型アプリケーション」の関与率の定義	96
(2) 「新規市場創出型アプリケーション」の関与率	96
4) マイクロマシン化率の設定	96
(1) 「既存製品代替型アプリケーション」のマイクロマシン化率	96
(2) 「新規市場創出型アプリケーション」のマイクロマシン化率	97
5-2 既存製品代替型アプリケーションの経済効果予測のケーススタディ	98
5-2-1 情報通信機器分野	98
1. OA機器	98
1) 検討対象とするアプリケーション	98
(1) 記録装置	98
(2) オフライン出力装置／出力部（プリンタ、コピー、ファクス）	99
(3) オンライン出力装置（ディスプレイ）	100
(4) 用紙ハンドリング機構のコンパクト化	100
(5) 入力装置（スキャナ、OCR、マウス等）	100
2) 関連市場規模の設定	101
(1) 記録装置	101
(2) オフライン出力装置／出力部（プリンタ、複写機）	101
(3) オンライン出力装置（ディスプレイ）	101
(4) 入力装置	101
(5) OA機器全体の市場成長について	101
3) 関与率の設定	103
4) マイクロマシン化率の設定	104
2. AV機器	105
1) 検討対象とするアプリケーション	105
(1) 記録装置／記録部	105
(2) 出力部	106
(3) 入力部	106
2) 関連市場規模の設定	106
(1) 記録部	107
(2) 出力部	107
(3) 入力部	107
(4) AV機器全体の市場成長について	108

3) 関与率の設定	109
4) マイクロマシン化率の設定	110
3. 通信機器	111
1) 検討対象とするアプリケーション	111
(1) 光の接続技術	111
(2) 光コンポーネント	111
(3) 光部品	111
(4) ファクシミリ	111
2) 関連市場規模の設定	111
(1) 光の接続技術	111
(2) 光部品	111
(3) その他の光部品	112
(4) ファクシミリ	112
(5) 通信機器全体の市場成長について	112
3) 関与率の設定	113
4) マイクロマシン化率の設定	114
5-2-2 精密機器分野（カメラ、時計）	115
1) 検討対象アプリケーション	115
(1) カメラ	115
(2) 時計	115
2) 関連市場規模の設定	116
(1) カメラ	116
(2) 時計	116
(3) 精密機器の市場成長について	116
3) 関与率の設定	117
4) マイクロマシン化率の設定	118
5-2-3 医療応用分野	119
1) 検討対象とするアプリケーション ⁹⁾	119
(1) マイクロサージェリー／マイクロテレオペレーション機器	119
(2) 低侵襲腹腔内外科手術システム	119
(3) ヘルスケア	119
(4) 埋め込み型治療器（人工器官、人工臓器）	120
2) 関連市場規模の設定	121
3) 関与率の設定	122

4) マイクロマシン化率の設定	123
5-2-4 計測分野	124
1) 検討対象とするアプリケーション	124
(1) マイクロマシンセンサ	124
(2) 走査型プローブ顕微鏡 (SPM)	124
(3) 精密計測装置	124
2) 関連市場規模の設定	124
(1) マイクロマシンセンサの関連市場	124
(2) 精密計測装置の関連市場	124
3) 関与率の設定	125
(1) マイクロマシンセンサの関与率	125
(2) 精密計測装置	125
4) マイクロマシン化率	126
5-2-5 自動車分野	127
1) 検討対象とするアプリケーション	127
(1) センサ	127
(2) 透過型ヘッドアップディスプレイ (HUD)	127
2) 市場規模の検討	127
5-2-6 既存製品代替型アプリケーションの市場規模の試算	129
5-3 新規市場創出型アプリケーションの経済効果予測のケーススタディ	130
5-3-1 情報通信機器分野	130
1) 検討対象とするアプリケーション	130
(1) インテリジェント光コネクタ	130
(2) 入出力インターフェイスデバイス	130
2) 関連市場の設定	130
(1) インテリジェント光コネクタ	130
(2) 入出力インターフェイスデバイス	130
5-3-2 精密機器分野	131
1) 検討対象とするアプリケーション	131
(1) 超小型カメラ	131
(2) 生体情報機器端末 (リモートドクタ、ヘルスマニタ)	131

2) 関連市場の設定	131
(1) 超小型カメラ	131
(2) 生体情報機器端末	131
5-3-3 医療応用分野	132
1) 検討対象とするアプリケーション	132
(1) DDS	132
(2) マイクロマシンピル	132
(3) リモートドクター（病状監視、老人介護支援システム）	132
2) 関連市場の設定	132
5-3-4 計測分野	133
1) 検討対象とするアプリケーション	133
2) 関連市場の設定	133
5-3-5 新規市場創出型アプリケーションの市場規模の試算	134
5-4 市場規模の試算	135
第6章 今後の課題	137