

垂直統合および水平分業を通じた MEMS 技術の知的財産・ 標準化戦略の実証的研究

小森洋介[†] 平松 幸男[‡]

^{†‡}大阪工業大学大学院 知的財産研究科 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号
E-mail: [†]m1107p19@eng.oit.ac.jp, [‡]hiramatsu@ip.oit.ac.jp

あらまし 本稿において、次世代産業として期待される MEMS を事例に、市場動向、特許出願動向、標準化動向などを多面的に調査し、「知的財産と標準化」、「垂直統合と水平分業」、「ニーズ・シーズ」、「マーケティング」、「産学連携」の視点から MEMS 産業活性化に向けた私案を示した。

MEMS が今後、産業として花開くためには、ニーズに対応できるデバイスの開発が課題であり、MEMS 技術+ α の視点、つまり、ビジネスモデルに沿った事前のテーマ の選定が重要であると判断し、「知的財産と標準化」および「垂直統合と水平分業」に重きを置いて、今後、政府、企業、研究機関がどのように行動すべきかについての提言を示した。

キーワード MEMS、垂直統合、水平分業、知的財産、標準化

Consideration for Intellectual Property and standardization of MEMS ～ perspective of vertical integration and horizontal division of labor ～

Yosuke KOMORI[†] Yukio HIRAMATSU[‡]

^{† ‡} Graduate School of Intellectual Property, Osaka Institute of Technology (OIT)
5-16-1, Ohmiya, Asahi-Ku, Osaka-Shi, Osaka-Fu, 535-8585, Japan
E-mail: [†] m1107p19@eng.oit.ac.jp, [‡] hiramatsu@ip.oit.ac.jp

Abstract

This paper investigates and analyses the trends of market forecast, patent application and standardization regarding Micro Electro Mechanical Systems, and provides a suggestion for activating MEMS industry, from the viewpoint of intellectual property and standardization, vertical integration and horizontal division of labor, needs and seeds, marketing, and industry-academia collaboration. In particular, in order to expand the MEMS industry in the future, development of MEMS devices corresponding to the needs remains to be solved. It is important to make the view of MEMS + α , in other words, to select the theme in align with the business model.

With those considered, it points out what the next action would be for each organization, such as governments, companies, and research institutes in this field.

Keyword MEMS、Vertical integration and horizontal division of labor、Intellectual property、Standardization

1. はじめに

アナログからデジタルへの移行によって、企業の取扱う事業範囲が複雑化し、経済および産業発展が急速に進展している。特定の事業領域を捉えた戦略立案・実施だけではなく、融合分野への参入や他社との連携などを含む戦略の策定・実施が必要となってきた。

そうした産業構造の変化に伴い、企業は、研究開発および製品サイクルの短期化、グローバル展開の促進、企業間連携といった様々な観点から組織運営を考え、いかに他社との差別化を図るかについて、これまで以上に検討を行い、実践していく必要がある。

本稿では、MEMS という特定領域における、事業、

技術、知的財産といった客観的データを用い、経営的視点から分析を加えることにより、MEMS 産業の活性化に向けた課題と解決策について研究する。

2. MEMS

MEMS とは、「微小な機械要素、電子回路、光学素子などの機械構造を有し、かつ、三次元に創製する技術・製品(部品)のこと。」である。マイクロメートル($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$)オーダーの超微細加工であり、世界的には、半導体技術の延長線上にある技術として捉えられるが、日本の微細加工は世界でも上位に入る技術水準である。そのため、技術史としては、半導体と微細加

工の両方の潮流から派生しており、世界における MEMS の潮流と日本における MEMS の潮流には若干の誤差がある。

MEMS の技術的特性としては、電気的特性と機械的特性があり、それぞれ長所と短所を有するため、両特性の技術をいかに組み合わせるかを考慮した研究が必要となる^[1]。

電気的特性として、LSI などの部品単体ごとに ISO や IEEE などの規格が定められており、独立する電子回路を組み合わせることで総合的なシステムとして機能させることが可能である。摩擦などの物理的現象が生じる率が機械的特性に比べると少なく、寿命などの予測および評価を行うことができる。

機械的特性として、機械装置や部品は顧客ごとのオーダーメイドで調整することが多く、理論的・物理的に予測・評価が困難である。さらに、電気的特性とは異なり、物理的に磨耗部への負担が生じ、材料の選択や軽量化などの作業の必要性が生じる。

そうした電気的特性と機械的特性を併せ持つ MEMS は、課題があるものの、今後、量産体制を構築することができれば、産業基盤として有意義な技術であるといえる。

MEMS 技術の分類としては、主に、表面マイクロマシニングとバルクマイクロマシニングに分けることができる(図1)。表面マイクロマシニングは、基板表面に異種材料の薄膜をパターンニングしながら積層し、最後に特定の膜だけを選択的にエッチングして基板から一部の構造を分離する。この結果、薄膜材料で可動構造体ができる。バルクマイクロマシニングは、単結晶シリコン基板をエッチングして三次元構造を得る。

表面マイクロマシニングとバルクマイクロマシニングそれぞれに特徴があり、製品によって、どのようなプロセスを選択するか検討する必要がある。

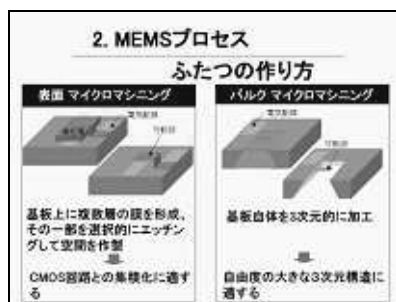


図1 表面マイクロマシニングとバルクマシニング
(出典：財団法人マイクロマシンセンター HP^[2])

3. 市場動向

MEMS の市場規模としては、2010 年には 1 兆 1700 億円の国内市場になると推測されており^[2]、ナノテク

ノロジーが 2010 年で 5 兆 6,498 億円の市場になる^[3]という推測と比較すると規模は小さいものの、MEMS とナノテクノロジー市場は重複する領域もあり、市場として参入する価値は大きい。なお、MEMS 市場の算定方法としては、「製品生産額×MEMS 関与率×MEMS 化率」が用いられている^[2]

『MEMS 関連市場の現状と日本の競争力分析に関する調査研究』^[4]によると、自動車、情報通信、家電、バイオ、エネルギー、産業機械といった産業分野別に市場予測がされている(表1)。以下に、該調査を参考に、分野別市場予測について記載する。

自動車分野における市場は、2002 年時点で 1,351 億円の市場が形成され、2010 年には 2,467 億円の市場に発展すると予測している。CO2 の削減や燃費向上などを課題とする環境対策や安全性向上に貢献する可能性が示唆されている。さらに、自動車産業では新規参入に対する障壁が高く、各種クライアントとの連携・提携関係を結ぶ必要があること、自動車の製品サイクルは家電製品と比べて長期にわたることが指摘されている。

情報通信分野における市場は、2002 年時点で 1,131 億円の市場が形成され、2010 年には 2,476 億円の市場に発展すると予測している。「モバイル」や「ユビキタス」といった概念・言葉が盛んに用いられ、情報通信産業自体が上昇傾向にある産業であり、通信網の普及、携帯電話などの移動体通信産業にマッチする製品を提供することができれば、大きな市場となる。ただし、情報通信分野においては、携帯電話の例から判断するとわかるように、量産体制を構築できていなければ、通信網および移動体通信と並行した形での売上げの確保が困難となる。つまり、情報通信分野においては、大手企業がシェアを争っており、中小企業・ベンチャー企業にとっては、大手との提携が必要となる。

家電分野における市場は、2002 年時点で 1,481 億円の市場が形成され、2010 年には 6,252 億円の市場に発展すると予測している。家電分野におけるデジタル化およびネットワーク化の潮流は今後も加速することが考えられ、薄型テレビ(液晶・プラズマ)や DVD プレーヤーなどの需要は今後も拡大することが期待できる。そうした製品に MEMS 技術または製品を搭載することができれば、大きな市場を獲得することができる。さらに、電子ゲームやオーディオ関連製品にも MEMS 技術または製品が適用される可能性が高く、現在は「iPod」、「iPhone」、任天堂「Wii」などの製品に搭載されている。

バイオ分野における市場は、2002 年時点で 263 億円の市場が形成され、2010 年には 872 億円の市場に発展すると予測している。少子高齢化に伴い、国民のニー

ズに対応する医療制度の確立はもちろんのこと、薬品および医療機器の充実が今後必要不可欠であり、ナノテクノロジーなどの発展による医療方法の改善に貢献することができれば市場拡大の可能性は高い。ただし、バイオを始めとした医療分野は人間の命を扱う分野であるため、参入障壁は高く、製品として製造・販売する際の基準は、自動車、情報通信、家電などの分野よりも高くなる。

エネルギー分野における市場は、2002年時点で市場は形成されていないものの、2010年には371億円の市場に発展すると予測している。近年の燃料電池に対する需要の拡大に伴い、将来的なエネルギーの確保が世界単位でのテーマとなっており、そうした分野とマッチすることができれば市場は発展しうる。

産業機械分野における市場は、2002年時点で116億円の市場が形成され、2010年には575億円の市場に発展すると予測している。2007年までの産業機械分野は、中東や南米への市場拡大が盛んであったが、2008年夏に起こったサブプライムローン問題をきっかけにした経済状況の悪化に伴い、研究開発コストおよび人員の削減が頻繁に行われている。

そのため、マイクロファクトリを各企業が構築することによって、上記の課題を多少なりとも解決することができる。ただし、産業機械分野はオーダーメイドで製品を受注する企業が多く、いかにMEMS技術または製品の部分的標準化を実現するかが鍵となる。

表 1 MEMS 市場規模推定額および市場規模予測額

産業分野	MEMS市場規模推定額(2002)(億円)	MEMS市場規模予測額(2010)(億円)
自動車	1,351	2,467
情報通信	1,131	2,476
家電	1,481	6,252
バイオ・医療	263	872
エネルギー	0	371
産業機械	116	575
福祉	-	-
その他	-	-

(注) 福祉、その他は該当データなし。
 (参考: (財) 産業研究所 「MEMS 関連市場の現状と日本の競争力分析に関する調査研究」)

(出典: 『MEMS 関連市場の現状と日本の競争力分析に関する調査研究』^[4])

4. 特許出願動向

国内外において、総件数は少ないものの、MEMSの出願は増加傾向にある。国際出願の累計件数を見ると、1997年～2001年では、米国の出願が七割以上を占めていたのに対し、2002年～2006年には、欧州およびアジアの出願件数の割合が増加している。さらに、1997年～2001年から2002年～2006年の出願件数は、三倍になっており、特に、2001年以降の出願件数の伸びが大きいことがわかる(図2)。

また、日本におけるMEMS特許の出願人はソニー、

セイコーエプソン、日本電気、が上位を占めるが、件数の開きはない。電気・機械業界において、特許を取得してから製品に活用(実用化)できるまで、平均的に七年間かかるとされており、このままの出願件数では、知的財産の保護度合いは低い(図3)。

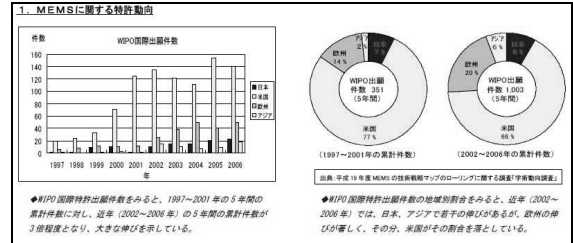


図 2 海外における MEMS の特許出願

(出典: 財団法人マイクロマシンセンター HP^[2])

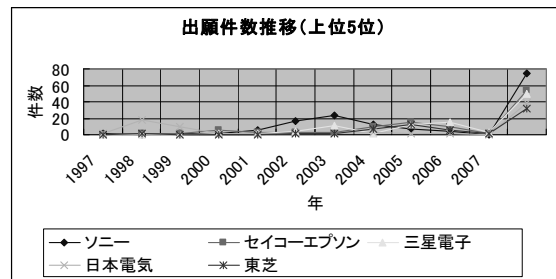


図 3 出願件数推移(上位5位)(MEMS全体)

(Hypat-i^[5]を用いて作成)

また、出願件数だけでなく、請求項数を比較してみると、2003年を境にMEMSの出願の請求項数が増加している。つまり、件数は少なくとも、一件当たりに記載される請求項数が多い傾向があり、LSIやNanoと比較して、特許一件の価値が高い(図4)。

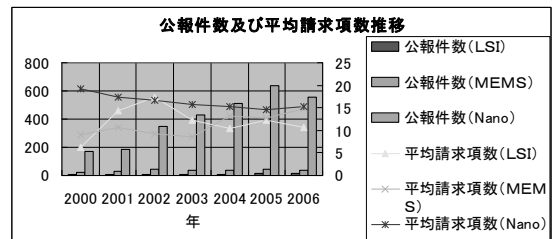


図 4 MEMS の特許出願件数推移

(JP-NET^[6]を用いて作成)

現段階において、チップや半導体プロセスの微細化の進展に伴って、発明足りうる技術の特許として保護する場合が増加しているためであると推測できるが、製造工程段階の技術はノウハウとしてクローズドな技術であることが多く、特許件数だけで技術的なことを

推し測ることは困難である。しかし、特許出願によってオープンな技術となることによって、競争領域と協調領域の境目を明確にする必要が生じ、出願はしたものの防衛特許である場合、独占的に技術として使用する場合、登録はしたものの技術ライセンスを行うことでロイヤルティ収入を得る場合など、組織内で特許の戦略的な経営判断が必要となる。

現に、MEMS の成功事例とされている米 Texas Instruments の DMD は、1984 年 9 月 31 日、「米国特許 4596992」(Linear spatial light modulator and printer)において、プリンター関連の請求項を有していたのに対し、継続出願の 1990 年 9 月 13 日、「米国特許 5061049」(Spatial light modulator and method) に際し、プリンターから DMD への内容の変化を見ることができ、日本においても出願・権利化戦略は検討の余地がある。

5. 標準化動向

MEMS 技術および製品の標準化について、2001 年のロンドンでの MEMS 標準化ワークショップを端に、定期的に日米欧での MEMS 技術および製品の標準化について検討がされており、近年、中国、韓国の動きが活発化してきている(表 2)。

IEC TC47/WG4 においても、MEMS 技術および製品に関する審議が定期的に行われている(表 3)。該活動は、1995 年に IEC の未来技術会長諮問委員会が MEMS 技術を標準化項目として取り上げることを提案したことを端に、設立期、停滞期を経て、2002 年～2004 年に日本の活躍が顕著になり、近年では、MEMS 標準化ワークショップ同様に、韓国の活動が盛んになってきている。

日本の標準化活動としては、2002 年に「MEMS 専門用語集」が規格として認定されており、その後、MEMS の試験法に関する規格を提案している。それに対し、韓国は 2004 年の MEMS 通則を皮切りに、2005 年には RF-MEMS スイッチの規格を提案しており、日本が基本標準および方法標準に関する提案をしている最中に、既に一步先の製品標準を規格として認定させ、自国の利益に繋げようとしていることが推測できる(表 4,5)。

表 2 MEMS 標準化ワークショップ

	開催年、開催地	参加国	テーマ
第1回標準化ワークショップ	2001年 ロンドン	日本、英、米、独、仏、 デンマーク、	専門用語と測定法
第2回標準化ワークショップ	2002年 東京	米、独、韓、スイス、 日本	薄膜材料引張り試験法
日韓中標準化ワークショップ	2005年 東京	日、韓、中	日韓中のMEMS標準化取組状況

(出典：『MEMS における規格化戦略に関する調査報告書』^[1])

表 3 日本の IEC 文書提案とその後の審議状況

日本提案文書	提案時期	現在の状況	備考
MEMS 専門用語集	2002年	国際規格	2005年9月発行
薄膜材料引張り試験法	2003年	CDV	FDIS 回付待ち
引張り試験用標準試験片	2003年	CDV	FDIS 回付待ち
薄膜材料疲労試験法			2006年提案予定

(出典：『MEMS における規格化戦略に関する調査報告書』^[1])

表 4 韓国の活動状況と今後の予定

提案時期	提案文書	現在状況・今後の予定
2004年	MEMS 通則	NP
2005年	RF MEMS スイッチ	NP
2006年	ボンディング法とパッケージ評価法	提案予定
	MEMS フィルタと FBAR	提案予定
	ストリップボンディング試験	提案予定

(出典：『MEMS における規格化戦略に関する調査報告書』^[1])

表 5 IEC TC/47/WG4 の審議動向

年	時期	審議動向
1997	設立期	1995年：IEC の未来技術会長諮問委員会(PACT)が MEMS 技術を IEC の標準化項目として取り上げることを提案
		1997年：TC47 ツル会議で設立決定、初代主査：ドレー教授
1998～2001	停滞期	新規提案なし、主査ターナー氏に交代 この期間開催は1度のみ(2000年ロンドン会議)
2002～2004	日本活躍期	日本が3件新規提案し、日本の活躍が顕著
2005～	韓国勃興期	日本の活躍は継続しているが、韓国の活動が活発化

(出典：『MEMS における規格化戦略に関する調査報告書』^[1])

標準化の段階には、言語の統一、評価および計測、製品の三段階がある。MEMS 技術は機械特性と電気特性を有し、複合領域に跨るため、統一的な評価および測定が困難であることも影響し、MEMS 技術は現状において、言語の統一段階と評価および計測段階の間の時期にある。

今後、日本が標準化を牽引していくためには、最終製品に関する標準も時期尚早とせず、提案し、規格の量および質を向上させていく必要がある。

6. 考察

MEMS 産業は、創始期にあるといえる。そのため、今後も継続的に螺旋的イノベーションを繰り返す必要があり、そうした流れを加速させるためには、各ベンダーが産業発展およびそれぞれの事業に対するストーリーを持って MEMS 事業に取り組む必要がある。シーズ指向先行を改め、ニーズ指向との共存を推し進めていく必要がある。

MEMS 技術は、決して目新しいものではなく、これまでの半導体技術および微細加工技術の応用であり、技術の発展といった意味では、バイオ分野での MEMS

技術および製品の適用など、ナノテクノロジーの分野との関連性を強くし、分子単位の目に見えない範囲での研究開発を行い、ビジネスとして採算の合う事業に結び付けていく必要がある。その際、知的財産の取得・保護・活用はもちろんのこと、代替性を持たせるために、特定の規格として成立させることによって、グローバルな展開が可能になり、海外市場を見据えた戦略立案および実施が鍵となってくる。

従来、日本におけるイノベーションはプロセスイノベーションが大半で、製品イノベーションは少ない。現段階の MEMS 産業においても、同様であり、今後、いかに MEMS 事業を採算の取れる事業にしていくかは、各組織の戦略および事業手法に掛かっている。

産業として、技術の変遷としても半導体産業の延長線上にあり、いかに市場の π を広げ、獲得していくかが課題である。つまり、MEMS 技術は、半導体関連の既存の事業の中での応用分野であり、事業の π に限界がある。しかし、市場予測では、「製品生産額×MEMS 関与率×MEMS 化率」という方程式が用いられており、あくまで製品が売れたという前提があり、その中で MEMS の関連率を基にして計算しているため、必ずしも MEMS 産業の規模が拡大しているとはいえない。市場として製品に組込まれ、該製品が売れた場合には、大きな利益を齎す可能性があるが、そうでない場合に、多額のコストだけが残るといった可能性も否めない。さらに、電気・機械分野において、産業規模と、知的財産の確保および標準化は、発明の創出の数に比例する。つまり、まだ産業としての規模が小さいと判断できる。

しかし、韓国は、日本が言語や測定の規格を提案している段階で、既に製品自体の規格を提案しており、ビジネスの観点を持って政策を運営しているか否かはわからずとも、結果的に利益の大きな部分に注力しており、日本が、産業創出段階にある MEMS 産業を今後より推進していくためには、知的財産や標準化のあり方を更に変えていくべきである。

そこで重要なのが、シーズ指向とニーズ指向の共存を始め、ビジネスモデルなどの上位概念的な思想、アイデアベースで物事を発想することである。以降、特に、知的財産と標準化、垂直統合および水平分業の視点から、検討し考察・提言を行う。

7. 知的財産と標準化の視点からの考察

戦略的な知的財産経営の側面から考えた場合、知的財産の取り扱いに関し、管理からマネジメントへの転換の必要性が叫ばれているが、MEMS においても同様である。つまり、これまでは管理中心であったのが、今後は、経営(マネジメント)を考慮した管理職(人材)

の育成および確保が必須になってきており、経営層への知財教育がこれまでの出願や権利化段階の知識だけでなく、いかにして経営に結び付けていくかを検討していく必要がある。

従来のように、研究開発後に知的財産戦略を立て、製品化・実用化を図るのではなく、予め、戦略立案の際に、知的財産戦略を取り込めるように、アイデアの創出に重点を置いた活動を継続していく必要がある。つまり、テーマの選定段階における知的財産戦略の立案を行い、その後、研究開発と知的財産に関する業務を同時並行的に行う組織体制の構築が求められる。

発明は研究者だけが行えば良いといった風潮があるが、本来、アイデアの創出は、研究者である必要はない。アイデアは様々な視点を案件ごとに適用し、その中で最も適するものを採用し、採算の見合う事業として展開していくべきである。

特に、中小企業やベンチャー企業においても文理一丸となってアイデアの創出を行い、具体的な方法論については、研究開発を行う者に一任する必要がある。

そうして権利として発明が権利化されると同時に、事前に規格として有効であると考えられる技術については、人員、時間、コストなどの負担すべき要因は発生するが、標準化に対する意識の向上および海外を飛び回る人材の確保、教育が必要である。

これまでは日本における標準化は、大手企業が地位を独占してきた感が否めないが、ドイツなどのように中小企業であっても、標準化に携わることができるような体制を企業として、さらには国家として、整備していく必要がある。

8. 垂直統合および水平分業の視点からの考察

垂直統合および水平分業の側面から考えた場合、現代において、業界構造が変化し、特定の事業領域だけを考えて戦略を立てる時代は終結したといえる。そのため、これまでの日本における従来の垂直統合のみを進めるだけでは今後生き残ることは困難である。垂直統合、水平分業それぞれに利点はあるが、新規の事業として MEMS を再度検討するのであれば、市場に参加する一組織が独立していることを前提として、垂直統合による甘えおよび利権を排除する必要がある。一組織における特異なコアコンピタンスを重視し、専門的な柱の数を増やす作業を徹底し、これまでの何となく参入していた、他社が参入しているからわが社も参入しているといった事業をなくすべきである。つまり、初期段階として、水平分業の視点を重視し、各組織における不要な事業から撤退し、経営資源の集中および強化を図る必要がある。

そうした前提の上で、他社との連携を考え、お互い

が目標とする利益が得られると判断した場合には、垂直統合の場合を検討すべきであるが、原則、水平分業で産業を展開すべきである。事実、半導体産業における参入企業の形態は水平分業型であるにも関わらず、垂直統合型の企業が参入し続け、利益を半減させており、役割分担を考えた市場作りを政府、企業、研究機関が一丸となって、行っていく必要がある。

時代の潮流は垂直統合から水平分業へ移行しており、今後、専門に特化した企業が増加し、他者との連携やソリューションといった言葉が今まで以上に用いられることとなる可能性が高い。研究開発期間の短縮や製品サイクルの短期化に伴い、他社に先んじた活動が求められる中、組織として新しいことをしようと思えば、トップダウンで迅速な対応を行うのが好ましい。

そうした状況を鑑みると、水平分業に加え、政府や各企業のロードマップに沿った組織作りを行い、幅広く多角化するだけでなく、事業に参入するリスクを考慮した専門化事業を推し進めていく必要がある。

9. 提言

本稿において、知的財産と標準化、垂直統合と水平分業の視点に重きを置いて考察を行った。該考察から、

水平分業の徹底および政府や各企業のロードマップに沿った組織作りを行い、幅広く多角化するだけでなく、事業に参入するリスクを考慮した専門化事業を推し進めていくべきであること、

知的財産および標準化の近視眼的な活用だけでなく、事業を第一とする技術マーケティング、研究開発、製品化といった一連のプロセスを意識する必要があり、独自のビジネスモデルの追及により、収益の見込める組織体制の構築・継続を図ることが重要であること、の二点を提言する。

上記提言に基づき、具体的に政府、企業、研究機関がすべき対策を以下に述べる。

政府がすべきこととしては、これまでの複数技術を跨ぐ産業領域における複数省庁による管理体制および金銭的な支援額を見直すことである。海外においては、日本における研究開発に対する支援よりも多額の支援がされている。研究開発を行う際には、数十億単位の支援がなければ、ダイナミックな研究は展開できない。景気対策が叫ばれている昨今において、企業および研究機関側の研究開発費は低減しており、より一層の支援を国家政策として戦略的に行っていくべきである。

企業がすべきこととしては、各企業がグループ体制による癒着や慣行の意識を低減することができるように企業としての自立・独立の感覚を社内教育によって成熟させること、および、アイデアベースの思考を尊重し、ハードだけでなくソフトの面を重視する体制を

構築すること、である。技術は企業における経営資源の中で根幹を成すものであるが、技術は活用されなくては意味がない。グローバル企業と対等に争おうと思えば、理念やアイデアに基づいた研究開発を行い、効率的に成果を挙げる必要があり、日本の世界有数の技術を活用できるモデル構築および人材教育が急務である。

研究機関がすべきこととしては、研究に没頭するのも良いが、研究開発費が今後より限られてくる可能性を考慮し、テーマの選定を事前に十分に行うこと、が必要不可欠である。基礎研究は重要ではあるものの、組織運営ができなければ研究開発は継続できない。知的財産などの情報をいち早くキャッチし、産業および技術動向を考慮した上での研究を行っていくべきである。

10. 終わりに

本稿は、MEMSを事例に、知的財産および標準化戦略について市場動向や事業の観点に重きを置いて、今後どのようにすれば産業として花開くのか、また、今後自らが企業で働くに際して、社会人として抑えておくべき視点をできる限り多く含めて研究したものである。

今後の課題としては、他の事例における産業創出期との比較や産業の黎明期、衰退期における知的財産および標準化のあり方を体系化することを挙げることができ、垂直統合と水平分業を始めとする各視点の議論を更に深める必要があると考えている。

参考文献

- [1] 日本機械工業連合会(2006)、『MEMSにおける規格化戦略に関する調査報告書』日本機械工業連合会
- [2] 財団法人マイクロマシンセンター
(URL) <http://www.mmc.or.jp/>
- [3] 野村総合研究所
(URL) <http://www.nri.co.jp/news/2006/060720.html>
- [4] 財団法人産業研究所(2004)、『MEMS関連市場の現状と日本の競争力分析に関する調査研究』、財団法人産業研究所
- [5] Hypat-i
(URL) <https://ws1u.hatsumei.co.jp/invent/top.php>
- [6] JP-NET
(URL) <http://www.jprom.co.jp/>
- [7] 産業競争力懇談会(2007)、『MEMS フロンティア・未来デバイス技術の提唱』、産業競争力懇談会