

MEMS 産業：社会ニーズ・課題と貢献すべき重点分野

日本の産業振興のためには、社会ニーズを実現する産業を振興する視点と、現状日本が強みとする産業を更に強化する視点とを、検討すべきである。本節では、これら 2 つの視点にて、将来の日本の産業振興に向けて着目すべき産業とその課題を示し、MEMS 産業の目指すべき方向性を提示する。

社会のマクロ的なニーズは、様々な取り組みの中で論じられているが、中でもニーズを踏まえて実現手段まで提示したものとして、総合科学技術会議の重点分野や新産業創造戦略などが代表的例として挙げられる。

総合科学技術会議では、国際競争力の維持・強化、少子高齢化や地球環境問題などを考慮し、我々が豊かで安心・安全な社会を構築及び維持できる社会を実現するための、技術開発の重点分野を設定している。具体的には、ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料などの分野の技術開発が注目されている。

- ライフサイエンスでは、今後日本で本格化する少子高齢化社会に向けて、健康且つ安心できる生活を実現するために、プロテオミクスをはじめとするゲノム科学、再生医療、トランスレーショナルリサーチ（基礎研究で得られた成果を臨床に応用すること）、食品化学、脳機能の解明、膨大な遺伝子情報を解析するための情報通信技術とバイオインフォマティクスが求められている。
- 情報通信では、誰もが自由な情報を発信・共有を通じて個々の能力を創造的且つ最大限に発揮することが可能となる高度情報化社会の実現が求められている。ネットワーク上であらゆる情報をストレス無く時間や場所を選ばずに安全に送受信できる技術や、誰もが複雑な操作やストレスを感じることもないヒューマンインタフェース技術、そしてこれらを支える共通基盤となるハードウェア、ソフトウェア技術が必要となる。
- 環境では、資源の投入や廃棄物等の排出の極小化を実現するシステムを導入し、人の健康や生態系に有害な科学物質のリスクを極小化する技術が求められている。
- ナノテクノロジー・材料では、情報通信、医療、環境などの分野への要素技術として原子、分子サイズでの物質の構造及び形状の解明・制御等の技術開発が求められている。

また、新産業創造戦略では、日本産業の発展を支え、社会的なニーズが強い分野として、健康福祉機器・サービス、環境・エネルギー機器・サービス、ビジネス支援サービスが挙げられている。

- 健康福祉機器・サービスでは、健康な長寿社会を実現するため、IT 及びバイオ技術の展開が求められている。

- 環境・エネルギー機器・サービスでは、きれいな水や空気、土壌を実現し、環境負荷が小さく高効率なエネルギー社会を実現するために、IT 及びエネルギー技術の展開が求められている。
- ビジネス支援サービスでは、今後更に多様化していくビジネスにて、人事育成や品質・生産性向上に向けて、IT 技術を中心とした展開が求められている。

更に、昨今では世界的なテロをはじめとする犯罪による人災、スマトラ沖地震などの天災に対して備えとしてのニーズも強く、これらに関連した産業も着目されている。

こうした社会ニーズをまとめると、健康維持や介護などの高齢化社会に対応した「医療福祉」産業、限られた資源を効率的に活用し、且つ環境負荷を低減する「環境エネルギー」産業、そして身の回りの安全や安心を確保するため必要となる「安心・安全」産業が導出され、将来日本の産業振興に向けて重要な分野といえる。また、これら産業では、今後情報通信技術が不可欠であることから、「情報通信」産業も今後需要が大きく増加する分野の一つといえる。

一方で、日本の内需だけではなく、既に日本が国際競争力を持つ産業を更に発展させることも、日本の産業力強化という視点で重要である。自動車産業は国際的に日本の競争力は強く、今後更なる発展も期待されており、「自動車」産業の分野にも着目するべきである。

以上より、日本の産業振興に向けて取扱うべき分野としては、「安全・安心」、「情報通信」、「医療福祉」、「環境エネルギー」、「自動車」が挙げられる。これらの分野での産業展開に向けた課題及びそれらを克服するための MEMS の位置付けについて図 2-15～図 2-19 に分野別に示す。

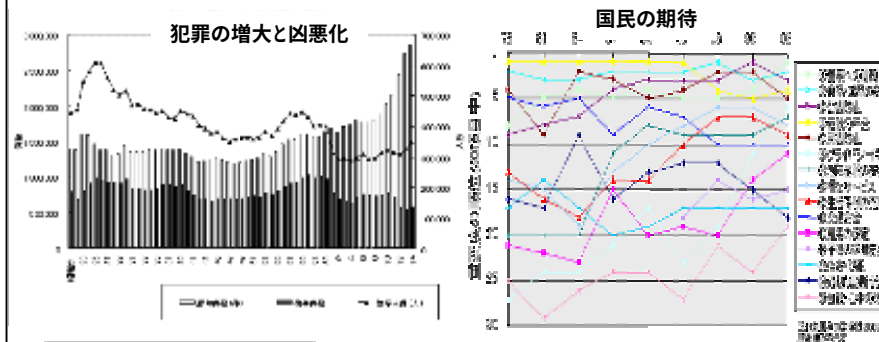
これら 5 分野に共通して、様々な情報を収集し、それらを適切な場所に送信・解析し、次のアクションに繋げる、センシング/情報通信・解析/フィードバックのサイクルが重要となる。このサイクルで、MEMS がより高い付加価値を提供できるのは、小型化や機能集積を活かしたセンシング及び情報通信・解析技術といえる。つまり、小型化と機能集積のための技術が、将来の MEMS 産業に共通する技術課題となる。

安全・安心

(1) 社会ニーズ／ありたい姿

安全・安心の確保に意識と投資が必要な時代へ

地震や台風による大災害、世界的テロ、犯罪凶悪化、新ウイルスなどによる個人の生活基盤や社会、経済の基盤が揺らぐ質的・量的な大きな影響の顕在化。



(2) 現状と課題

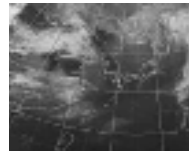
○安全・安心を脅かす懸念の増大や情勢の変化に対し、インフラや制度面の施策強化を行ってきた。



路上カメラ



空港セキュリティ



巨視的観測

マクロ／インフラから、「個人」や「地域」の国民の身の回りの安全・安心をダイレクトに確保していく視点へ

(3) ファインMEMSによるイノベーション

○センシング能力の飛躍的向上や機能融合の価値を、超小型、薄型に統合実現することにより、個人やモノに大きく普及して安全安心確保に大きく貢献。

- ・アルゴリズムや出力までも機能統合し、危険の予知と回避、発生後の的確な状況把握と発信が可能。
- ・MEMSにより温度、煙、ガス、音、振動、圧力、位置、化学物質などの検知性能を飛躍的に向上。
- ・通信機能の融合で、デバイス間の協調が可能となり、対象（物、人）の状態を高度に検知。
- ・機能書換や、アクチュエート機能との融合で、センシング項目の変更や、薬剤投与も可能。要求に応じた柔軟なシステムデバイスやデバイスネットワークが実現。
- ・以上を、ICサイズやフィルム厚に集積して実現することで、人や環境に影響や違和感が無く、大きく普及。

(4) 効果と影響

効果：個人の生命、国家の安全など、我が国の社会基盤全体の根幹にかかわる整備の推進。

市場：関連機器市場としても、2010年に1.2兆円の市場が見込まれる産業分野。

図2-16 重点貢献分野 安心安全

情報・通信

(1) 社会ニーズ／ありたい姿

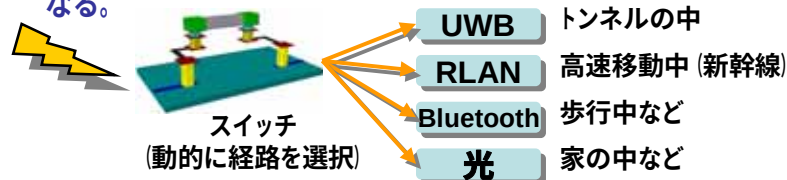
・情報通信分野では、情報の質の変化や最適な通信環境をもたらす社会が展開すると想定される。従来ユビキタス社会にて実現可能と言われてきた機能の中でまだ実現できていないものに着手すべき。

I 人、自動車、機械、RF-IDなど様々な媒体間 (M2Mも含む) にて常時連続的な最適通信環境の構築が必要。

II 人を中心とした通信では、3次元画像や触覚などの新しいコンテンツ (情報の質向上) 通信の実現により、現実に近い環境を遠隔地にて再現する通信が期待される。

(2) 現状と課題

I 常に最適な通信状態を実現するために、状況に応じた臨機応変な回線のスイッチングなどの機能が必要となる。



II 従来伝送が難しかった情報 (臨場感をもたらす触覚など) を人にフィードバックするセンサ及び出力機器が必要となる。



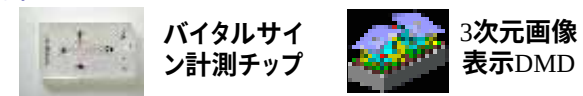
(3) ファインMEMSによるイノベーション

I 臨機応変な回線のスイッチングの実現に向けて、リコンフィギュラブルIC(RCD)にて対応可能。RFのスイッチをはじめ、各種MEMS機能が適用される。



II 3次元画像や触覚の入出力に向けて、超小型で複数の情報をセンシング、出力できる機器が必要。

AR(Argumented Reality) /VR(Virtual Reality)に繋がる技術となる。



(4) 効果と影響

I及びIIに関連した市場は、今後大きく広範に展開し、ファインMEMSの波及効果は大きい。

I リコンフィギュラブルICのアプリケーションとして、まずは携帯電話などのモバイル向けの用途が有望。先の情報通信機器向けの市場予測の中での、2010年の携帯電話市場への波及効果は約1.5兆円と見積もられる。

II 新しい情報の伝送は、ゲーム機や情報家電をはじめTV会議システム等への展開が期待できる。こうした市場は2010年で約6兆円の波及効果があると見積もられる。
(共に出所は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)

医療福祉

(1) 社会ニーズ／ありたい姿

戦後、我が国は高い経済成長に支えられ、国民1人1人の生活水準が向上し、公衆衛生、医療技術の進歩によって**世界最高レベルの長寿国**となった(表1)。その一方で、高齢者の人口比率の高まりによって、**医療費の増大が深刻な社会問題**となっている。65歳以上の高齢者の外来受診の割合は55歳以下の就業者年齢層に比較して非常に多い(図2)。もちろん、

疾病そのものの発生割合が高いこともあるが、健康診断などを通じた日常の健康管理が十分でないことも一因と考えられる。**日常の健康管理による疾病の予防**を行うことにより、特に**高齢者の医療費抑制に効果がある**と考えられる。

表1 国別平均余命

	男	女	作成期間
日本	78.32	85.23	2002
アイスランド	78.10	82.20	2000～2001
スウェーデン	77.73	82.11	2002
スイス	76.90	82.60	1999～2000
イギリス	75.33	80.13	1999～2001
フランス	74.90	82.50	1999
ドイツ	74.78	80.82	1998～2000
アメリカ合衆国	74.10	79.50	2000

図1 年齢階層別に見た一人当たり外来受診日数

平成13年度社会保険庁「事業年報」、国民健康保険事業年報」等による保険局推計

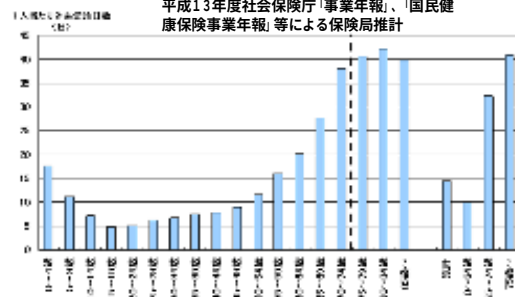
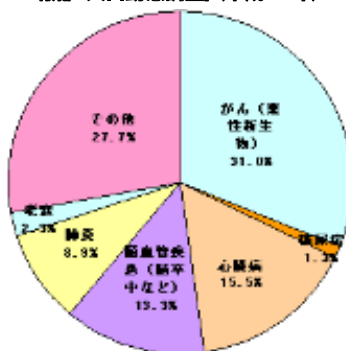


図2 厚生労働省大臣官房統計情報部「人口動態調査」(平成14年)



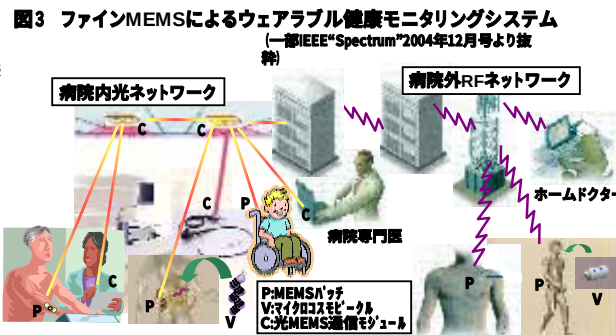
(2) 現状と課題

長期の外来や入院を伴うことになる死亡原因としては、**がん、心臓病、脳血管疾患**があり、これで**全体の60%近くを占めている**(図2)。これらの疾病に特徴的なのは、その因子となる**兆候を早期に発見することが発病の防止**につながり、また、発病後でも**早期発見がその治療に有効に働く**ことである。早期発見・診断のためにはこれまでの健康診断の枠にとらわれず、病院と自宅の双方でさまざまな健康パラメータ(血圧、体温、血糖値、血流などを含む)を体の内外から継続的に取得し、それを総合的に診断するような仕組みが必要であると思われる。

(3) ファインMEMSによるイノベーション

早期診断に有効な健康パラメータを体の内外から、しかも継続的に取得するには超小型で通信機能を備えたウェアラブルなセンシングシステムが必要である。これを実現するためには**ファインMEMS技術によってセンシング、診断、通信を可能にするデバイス(MEMSパッチ、マイクロモビークル)**の実現が不可欠である。センサについてはナノ材料による感度の向上や、さまざまな波長の光を用いてこれまで不可能であった領域の**診断・治療**などの機能獲得を目指す。さらに、LSIの集積化によってデータを加工、それを**診断に繋げる**ことによって**治療処置(DDS、腫瘍切除)**なども期待される。また、光MEMSによって近年ますます病院内に増えつつある電子機器との混信がない空間光通信が可能となり、これとRF無線通信を組み合わせた**光/RFリコンフィギュラブルな通信環境**を実現できる。

これにより場所を選ばず病院と自宅あるいは屋外での継続的な健康パラメータを体の内外から取得することを可能にした総合的健康管理ネットワークを構築するものである(図3)。



(4) 効果と影響

厚生労働省によれば2010年時点で医療費は42兆円となると推計されている。しかし、健康モニター機器などを用いた健康診断を受けられるような継続的かつ適切な健康管理による健康増進活動の推進によって2010年時点で約1割の抑制が可能という試算もある。同時にこのような社会システムは多くの雇用を生み出し、新しい市場を創出できる可能性を有している(表2)。

表2 健康サービス産業における雇用・市場規模・医療費抑制効果

(日本総合研究所推定)

推定量	2001年	2010年
市場規模	1.2兆円	2.0兆円 (×1.6倍)
雇用者数	200万人	300万人規模 (×1.5倍)
医療費抑制	3.0兆円	4.5兆円 (増進活動等による医療費抑制効果)

環境・エネルギー

(1) 社会ニーズ／ありたい姿

伸び続けるエネルギー消費/廃棄物量を抑えるには
地球規模での環境技術革命が不可欠

下記4分野での技術革命が環境・エネルギー危機を好転させるカギ！

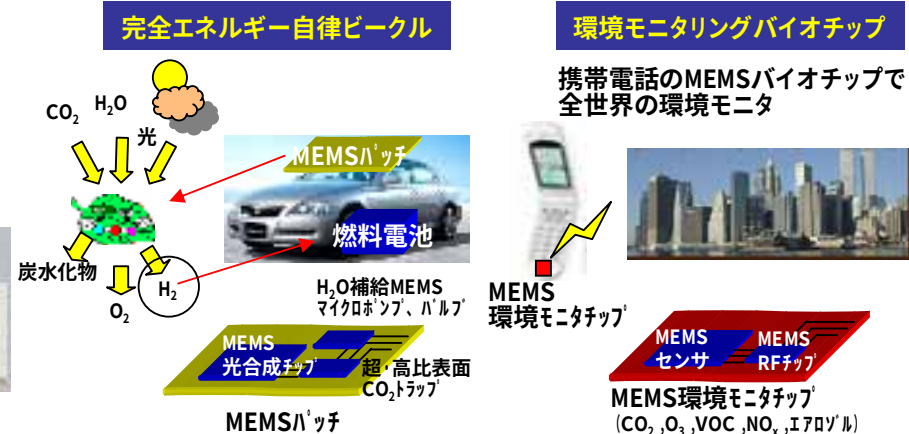
1. 『自然』 自然生態系で循環する素材を高度に利用
2. 『分散』 集中型発電から自然エネルギー活用の分散型発電に転換
3. 『全体最適』 高度情報ネットワークを活用した、都市機能の効率化
4. 『クリーンプロセス』 造・壊・維持、全てのプロセスで有害成分出さない（浄化する）



(2) 現状と課題

地球温暖化防止	自然	CO ₂ 吸収源拡大技術
オゾン層保護	課題	CO ₂ を吸収しエネルギーや有機物への分解 ・光合成機能を持つナノレベルの超微細材料 ・高効率CO ₂ トラップ構造
酸性雨対策	分散	CO ₂ 発生抑制発電技術
砂漠化防止	課題	再生可能な自然エネルギー利用 ・高効率薄膜太陽電池(変換効率20%以上) ・バイオマスブランテーション ・温度差発電
海洋・大気環境保全	全体最適	ライフスタイルの変化等による省エネルギー
廃棄物・リサイクル対策	課題	・利便性を落とさない省エネルギーライフスタイル支援 ・携帯端末分散型ネットワークシステム活用の自動省エネシステム ・超小型RFデバイス ・フレキシブル簡易光伝送システム
化学物質対策	グリーンプロセス	CO ₂ 回収・貯留技術
自然・生態系保全	課題	大規模CO ₂ 発生源からのCO ₂ 高効率分離・回収・貯留 ・CO ₂ トラップ材料/構造技術

(3) ファインMEMSによるイノベーション



(4) 効果と影響

地球温暖化防止がもたらす市場
CO₂削減コスト：(約1億t/年) × (93US\$/t) = 93億US\$/年(約1兆円/年)

市場拡大するためのキーテクノロジー

1. 「分散型エネルギーシステム」
エネルギー貯蔵技術
2. 「再生可能エネルギー」
・バイオマスブランテーション、
・海洋温度差発電、
・変換効率3%以上の人工光合成技術
3. 「化石資源のクリーン利用技術」
石炭のガス化、液化技術、
CO₂回収・隔離・貯蔵技術

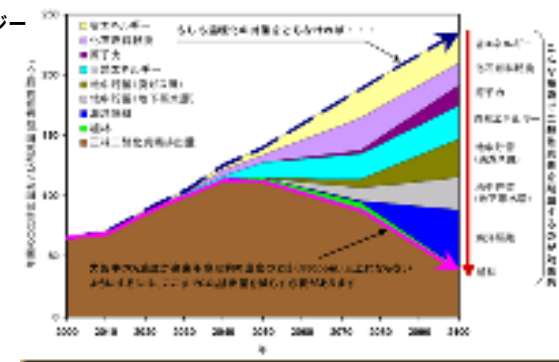


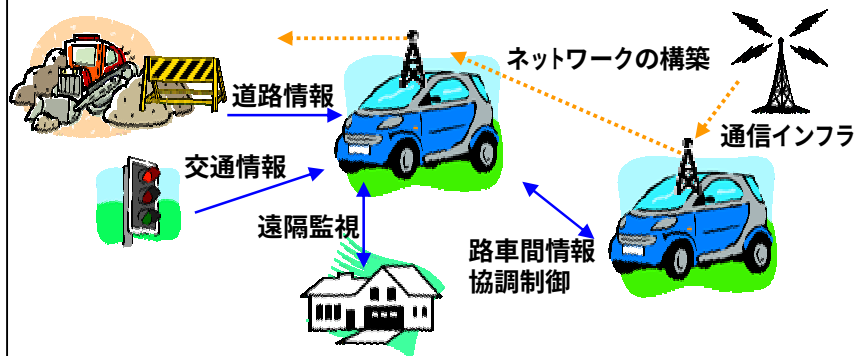
図2-18 重点貢献分野 環境エネルギー

自動車分野

(1) 社会ニーズ／ありたい姿

安全、安心、快適な自動車、環境、社会にやさしい自動車

- ・自動車による運転支援（車と人のチームワーク）
ABS、VDC、TPMS等の車体状況のセンシングと制御
- ・自動車間の協調（隣接する路車間のチームワーク）
衝突防止等の隣接自動車間のセンシングと協調制御
- ・自動車とインフラの協調（車、人、インフラのチームワーク：下図参照）
交通管理システム、情報インフラ等との連携・協調、自動車を一情報拠点（移動式基地局等）とするネットワークの構成



(2) 現状と課題

- ・ABS、VDC、TPMS等、車体状況のセンシング、車内通信、制御は一部実用化され、さらに進化中（自動車による運転支援は進化中）
- ・ITS等の外部情報を利用した車外との協調制御の開発が開始（自動車間の協調、自動車とインフラの協調は開発開始）
- ・自動車の車外協調制御、システム構成をするためには、個々の自立機能が不可欠、すなわち、個別のセンシングと状況判断できる知能
- ・現状では上記コンセプトを実現するデバイスが不足、開発が急務（苛酷環境における高い信頼性、知能、通信手段などの自立機能）

(3) ファインMEMSによるイノベーション

ファインMEMSによって高度なセンシング機能、知能、通信機能を有する超小型センサとネットワークが実現し、その結果

- ・自動車が車体の情報（車体姿勢、速度、位置、故障、寿命・・・）を判断し、適切な運転支援を行う（車と人のチームワーク）
- ・自動車間で情報（位置、速度・・・）を交換、判断し、衝突防止などの協調制御を行う（隣接する路車間のチームワーク）
- ・自動車が一種の通信基地となり、通信インフラとネットワークを構築し、道路情報の受発信、自宅の遠隔監視、フレキシブルな通信ネットワークの構築を実現する（車、人、インフラのチームワーク）

(4) 効果と影響

- ・自動車のMEMSデバイス
1500億円@07年
(右図、出展In-Stat7/03)。
- ・ITS(高度ナビ、ETC、安全運転支援)事業効果の合計
50兆円
(出展 国交省 VERTIS試算)

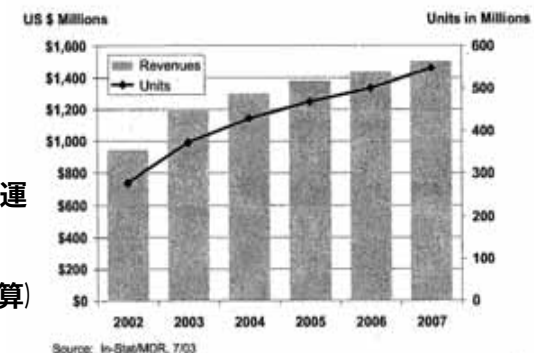


図2-18 重点貢献分野 自動車