

**MEMSビジネス・技術ロードマップ
調査報告書**

**東北経済産業局
平成18年6月**

はじめに

日本の製造業の国際競争力を高め、更に高付加価値型へ転換させていくための産業の一つにMEMS産業がある。MEMSは半導体やディスプレイに続く、第3の波とも言われ、自動車部品、電機機械、精密機器・機械、化学、医療・バイオなどアプリケーションは多岐に渡り、次世代の産業基盤として世界的に注目されている。MEMSの実用化を促進し、我が国製造業の国際競争力を高めるためには半導体大手企業はもとより中堅、中小・ベンチャー企業のMEMSへの参入を高めることがカギとなり、そのための対応策が切実に望まれている。

東北地域では、一昨年10月に「MEMSパークコンソーシアム」が発足し、我が国MEMS産業の競争力の強化とMEMS産業の拠点形成に向け、中堅・中小・ベンチャー企業でも製品アイデアをもって、容易にMEMS開発に取り組める環境を整備するための活動が展開されている。

このような活動に資するため、本調査「東北地域ものづくり産業を支える技術ロードマップ作成調査(MEMS産業分野)」を、自動車、情報通信、家電、バイオ・医療、エネルギー、産業機械、福祉、その他(セキュリティ)の各分野について、今後MEMS搭載可能性のあるアプリケーションの一例を提示することにより、東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業がMEMS産業に参入するに際してのヒントとなることを目的として、平成17年11月から平成18年3月にわたって実施した。

本調査の構成について、第1章では、MEMSの概要とその応用技術、東北地域でのMEMS産業への取組について整理した。第2章では東北地域の企業のMEMS産業への参入状況や企業が自社で保有していると考えられる技術について把握するために行った企業アンケート調査結果とMEMS参入/未参入企業およびMEMSユーザー企業におけるヒアリング調査結果、第3章では、本調査とも関連が深いと思われるEUのNEXUSにおけるロードマップについて報告している。第4章ではMEMSユーザー、メーカー双方のヒアリングを参考にしたロードマップを提示し、第5章ではMEMSの事業化に向けた環境整備について検討を行っている。

本調査のロードマップを一つの手がかりとして東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業のMEMS産業参入が促進されることを期待する。

実施体制

本調査報告書を作成するにあたり、有識者で構成する以下の検討委員会を設置し、検討を行った。

【委員長】 桑野 博喜 東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻教授

【委員】

宮崎 勝 株式会社ムス・コア取締役 技術開発部長

池田 修 NECトーキンテクノサービス株式会社 技術調査部長

戸津 健太郎 東北大学大学院工学研究科ナノメカニクス専攻助手

【アドバイザー】

出川 通 株式会社テクノインテグレーション 代表取締役社長

目 次

第1章 MEMSの概要および東北地域におけるMEMS産業の現状	4
(1) MEMSとは	4
(2) MEMS応用例.....	5
(3) 東北地域におけるMEMS産業の現状.....	9
第2章 企業アンケート、ヒアリング調査結果	16
(1) アンケート調査概要.....	16
(2) アンケート結果概要.....	16
(3) アンケート結果.....	18
(4) ヒアリング調査結果.....	74
第3章 NEXUSのロードマップについて	81
(1) NEXUS (NETWORK OF EXCELLENCE IN MICROSYSTEMS TECHNOLOGY) とは.....	81
(2) ロードマップの内容.....	83
(3) まとめ.....	87
第4章 技術ロードマップと東北地域におけるMEMSへの参入課題	89
(1) 作成方針と各項目について.....	89
(2) ロードマップの内容.....	90
(3) 東北地域における中小・ベンチャー企業におけるMEMSの参入課題.....	97
(4) 域における中堅・中小・ベンチャー企業におけるMEMS参入分野の検討.....	102
第5章 MEMSの事業化に向けた環境整備について	104
(1) MEMSビジネスを取り巻く課題.....	104
(2) MEMS産業の事業化に向けた支援環境整備について.....	106

第1章・MEMSの概要および東北地域におけるMEMS産業の現状

(1) MEMSとは

1) MEMSの定義

MEMS (Micro Electro Mechanical systems) の基本的な考え方として、例えば経済産業省「技術戦略ロードマップ」(平成17年)では、「電気回路(制御部)と微細な機械構造(駆動部)を一つの基板上に集積させた部品をいい、半導体製造技術やレーザー加工技術等各種の微細加工技術を用いて製造される」と示されている。このように一般的な捉え方としては「半導体微細加工技術を用いて、機械、電子、光、化学などに関するさまざまな機能を集積したデバイス」を指す。しかしながら現在、「MEMS」の明確な定義はなされていない。

本調査との関連が深い「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」(東北経済連合会・東北経済産業局・情報・生命未来型ものづくり産業クラスター協議会、平成17年)では、MEMSを「半導体製造技術や3次元加工技術を駆使して小さなスペースに微小な異種要素(電子、機械、その他)を集積したシステム」と定義づけていることから、本調査における「MEMS」についても、そのように定義することとする。

2) MEMSのメリット

「MEMS」は米国でよく使われている名称であり、欧州では「MST (Micro System Technology)」、日本では一般に「マイクロマシン」と呼ばれることが多かったが、最近は「MEMS」もよく用いられる名称である。

MEMSは小型化を追求するために用いられる技術であることから、例えば、小型化によって駆動する部品も小さくなり、軽量化が図られ、その分、低消費電力化を実現でき、また感度も高くなるといったことがメリットとしてあげられる。

もう一つのメリットとしては、シリコン単結晶などの安定した素材を使用するため、製品の信頼性が向上することがあげられる。また、複数の機能を集積化できるなどのメリットもあり、MEMSにより、製品の小型化、高性能化、高機能化、省エネルギー化等が実現可能である。

3) MEMSの可能性

経済産業省の技術戦略マップ(平成17年)によれば、各種のMEMSによる将来的な可能性として以下のことが想定されている。

【光MEMS】

MEMS技術を用いることにより、光通信網で用いられる小型、高性能の光スイッチが実現し、従来の光電変換型のスイッチに比べ、省スペース、省エネルギー、低コスト化の効果が得られる。

【RF-MEMS】

携帯電話等のモバイル機器に用いられている高周波部品がすべてMEMS部品に置き換わることにより、低消費電力、低コストでの数十GHzの通信帯域が利用可能になり、有線LAN並みの情報伝達能力が得られる。また、同時に高周波部品の一体化製造が可能になり、携帯電話の省電力化、省スペース化、高機能化が図られる。

【センサMEMS】

自動車のエアバッグ作動スイッチとして既に用いられている加速度センサ等のMEMSが、より小型化、低コスト化、高機能化することで、現状では高級車にしか採用されていないようなセンサ（各種姿勢制御センサ、赤外線センサアレー、障害物探知用のレーザーレーダー等）の小型一般車への採用が可能になることにより、交通のより一層の快適性、安全性の向上につながる。

【バイオMEMS】

携帯可能な安価で小型の人体の体液、人体のにおいセンサ等の検査キットが開発され、在宅での診断や予防医療が可能になる。

（出所：経済産業省「技術戦略マップ」（平成17年））

（2）MEMS応用例

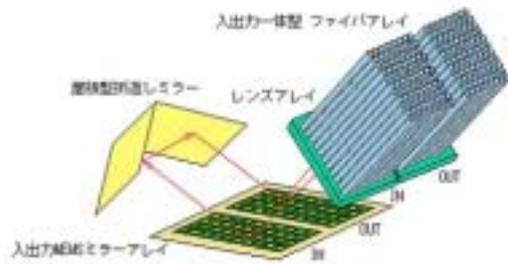
今までは、MEMS開発者の大多数が電気・電子分野、機械分野出身の技術者であったため、MEMS技術の多くは、電子部品やセンサ、アクチュエータ（電気量を物理量に変換する部品）など、機械、電子の分野に応用されてきたが、最近では「バイオMEMS技術」、「ケミトロニクス」等バイオや化学の分野とMEMSが融合した技術で、現在さまざまな研究が行われている。

MEMS応用例の分類については、一般的には、「光MEMS」、「センサMEMS」、「RF-MEMS」、「バイオ・化学MEMS」、「熱流体素子MEMS」、「マイクロ・アクチュエータ」に分けられる。

1) 光MEMS < (株)富士通研究所 富士通(株)の光スイッチファブリック、高速切替技術 > の例:

多チャンネル光スイッチとしては世界最高(2003年9月現在)となる1ミリ秒の切替え速度を達成。本光スイッチの適用により次世代の光通信ネットワークに不可欠である光クロスコネクト装置の実現が可能になると期待されている。

(光スイッチファブリックの光学系)



(光スイッチファブリック)

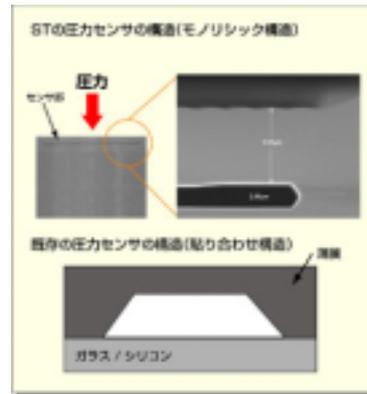
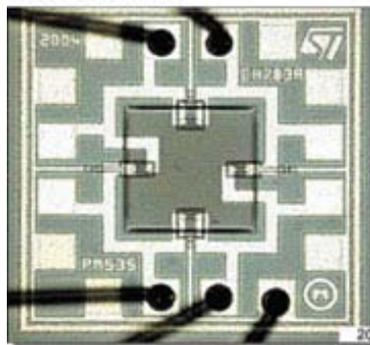


(出典: 富士通(株)ホームページ <http://fujitsu.com/jp/news/2003/09/29.html>)

2) センサMEMS < STマイクロエレクトロニクス社 > の例:

STマイクロエレクトロニクス社の圧力センサは、高い信頼性、耐衝撃性を実現するために独自のモノリシック構造を採用している。タイヤ空気圧監視システム、気圧計・高度計(携帯電話向け)、エア・コントロール(エアコン、掃除機等向け)、水位検知等の分野への応用が見込まれる。

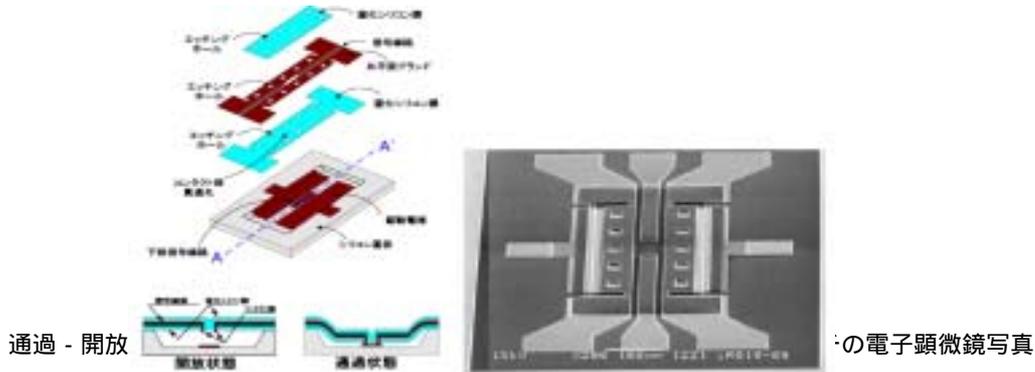
圧力センサ上面写真



(出典: STマイクロエレクトロニクス(株)ホームページ http://www.st-japan.co.jp/99_07_event/ceatec2005/mems.html)

3) RF - MEMS <三菱電機、高周波数帯域用通過/開放切り替え型MEMSスイッチ>の例：

高周波信号を通過状態と開放状態に切り替える「RF - MEMSスイッチ」を開発。直流から100GHzまでの広範囲に渡って通過時には低損失で開放時には高い遮断性能を実現するために、スイッチの駆動電極と信号線路を分離し、通過状態で交流抵抗を抑制する設計としている。



(出典：三菱電機(株)ホームページ
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news-data/2005/pdf/0215-i.pdf>)

4) バイオ・化学MEMS <日立製作所・遺伝子検査デバイス>の例：

遺伝子検査は今後、医用における確定診断や、各種感染源の特定、食品検査・個人認証など、その用途は急激に拡大すると見込まれており、手軽に短時間で検査可能な装置が必須になる。そこで、遠心力を利用したカートリッジ型の前処理デバイス(写真1)や、現場での試薬操作を飛躍的に簡便化するマイクロ検査チップ(写真2)を試作。これらによって従来では半日を要した複雑な検査工程を1時間程度で済ます見通しが得られている。

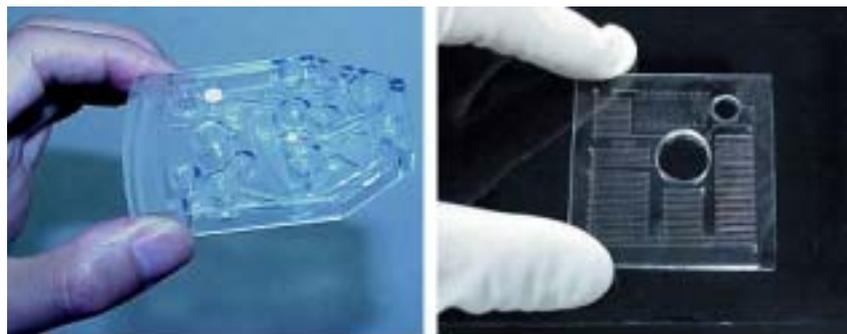


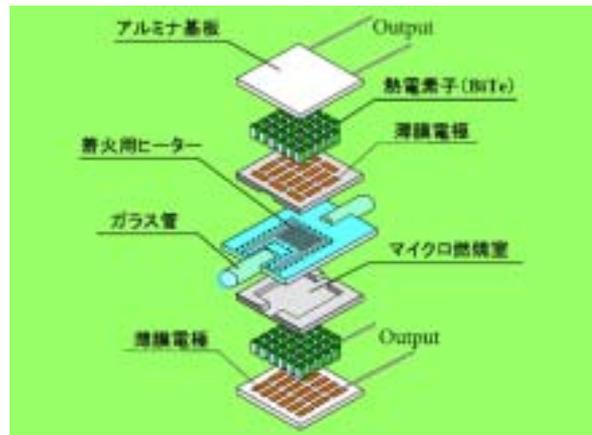
写真1 カートリッジ型前処理デバイス

写真2 マイクロ検査チップ

(出典：(株)日立製作所ホームページ
<http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2003/06/0619c.html>)

5) 熱流体素子MEMS <松下電工・熱電発電型マイクロパワー源>の例:

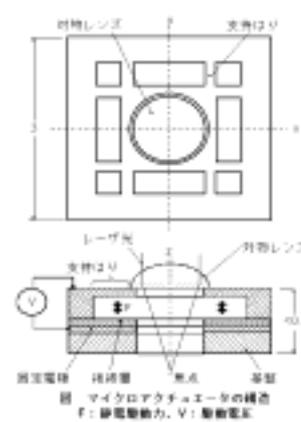
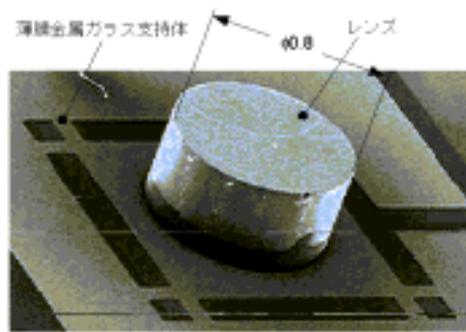
近年の携帯機器や小型自律ロボットなどの研究開発のために、エネルギー源の小型化にニーズが高まっており、この分野を総称してパワーMEMSと呼んでいる。パワーMEMSとして研究されているものに、携帯型燃料電池を構成する各種部品(バルブ・ポンプ・燃料改質器等)と、マイクロ燃料電池、超小型ガスタービン、マイクロ発電機、マイクロ電池、超小型人工衛星用スラスタ等がある。



(出典: 松下電工(株)ホームページ
<http://www.fed.or.jp/salon/mems/mems03-tomonari.htm>)

6) マイクロ・アクチュエータ <東京工業大学・富士通・光ディスク装置用マイクロ・アクチュエータ>の例:

光ディスク装置の対物レンズを精密に駆動するためのMEMSマイクロ・アクチュエータで、MEMSの構成材料としてパラジウム基薄膜金属ガラスを用いている。微小なメカニズムで大きな変位を実現するのはシリコン製MEMSでは難しいが、このアクチュエータでは、対物レンズを実用化に必要と言われる約1ミクロン変位させることに成功している。



(出典: 富士通(株)ホームページ <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2001/10/1-1.html>)

(3) 東北地域におけるMEMS産業の現状

1) 東北6県におけるMEMS産業への取り組み概況

東北地域では、大学や公設試等が中核となってMEMSの産業化に向けた取り組みが進展している。各県ごとの状況を見てみると、例えば青森県では弘前大学が中心となり基礎研究が進められており、岩手県、宮城県、山形県の各公設研が共同でMEMSに係る研究会を発足している。また、秋田県、山形県では、東北大学の江刺正喜教授の技術協力のもと、様々な活動を展開している。具体的には、秋田県高度技術研究所ではマイクロアクチュエータの開発、山形県工業技術センターでは試作設備を設置して県内外の企業と共同研究開発などが進められている。また、福島県では郡山市の福島県ハイテクプラザにMEMS試作設備が設置され、研究開発が行われている(図表1-1)。

図表1-1 東北6県におけるMEMS産業への取り組み

県	主な取り組み
青森県	・ 弘前大学を中心に基礎研究が進行中。
岩手県	・ 岩手県工業技術センターでは、戦略的技術開発推進事業においてMEMS関連施設を整備し、酸化亜鉛の単結晶基板の応用製品開発に取り組んでいる。
宮城県	・ 仙台・泉地域を中心とした、企業と東北大学との連携による研究開発 ・ 泉パークタウンにおける、21世紀プラザ研究センター、宮城県産業技術総合センター等支援機関の整備 ・ 超精密加工技術やMEMSへの取り組みの強化に向け、基盤高度化支援センターを設立(2005年6月) ・ 仙台市では平成17年7月、MEMS技術をはじめとする先端技術の産業化研究に関して実績のあるドイツの「フラウンホーファー協会」()と協力合意書を締結し、今後研究開発分野における交流を促進していく。
秋田県	・ 秋田県高度技術研究所におけるマイクロアクチュエータ等の開発(東北大学・江刺教授の協力による)。
山形県	・ 山形県工業技術センターにおいては、1992年からMEMS/マイクロマシン技術研究に取り組んでおり、現在、県内外の企業9社と共同研究を実施している。これまで東北大学・江刺教授の協力により静電容量型3軸加速度センサや高周波水晶振動子などを開発している。
福島県	・ 福島県ハイテクプラザ(郡山市)における研究開発が進行中。研究開発プロセス技術グループは、赤外線を利用したマイクロデバイスをはじめ、マイクロ構造を持つプラスチック成形技術や微細配線とマイクロ構造体を利用した平面的な微細センサの開発に取り組んでいる。

(東北経済連合会、東北経済産業局、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスター協議会「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」(平成17年)より作成。)

フラウンホーファー協会(Fraunhofer Gesellschaft)

1949年に設立されたドイツの半官半民の応用研究機構(本部はミュンヘン)。ドイツ国内に58の研究所を有するほか、欧米・アジアの主要都市に事務所や研究所を設置(日本では、東京に日本代表部を設置)。

2) 東北地域の大学等の取り組み

東北地域においては、国内外の有数の研究機関等とのネットワークを持つ東北大学をはじめとして、MEMS分野における世界レベルの研究者による研究開発が進められている。

東北大学では、1999年に東北大学未来科学技術共同研究センター（NICH e）を設置し、産学連携が活発に行われているが、この東北大学を中心に、各大学でも産学連携によるMEMSに関する研究がなされている（図表1-2）。

図表1-2 東北地域の大学のMEMS研究

大学	主な取り組み
東北大学	<ul style="list-style-type: none"> ・ 狭所作業用メンテナンスシステム（能動カテーテル、光ファイバ型血圧センサ等）やマイクロエネルギー源（携帯情報機器用の充電不要で長時間使用可能な小型燃料電池、ロボットや、電動車椅子用大容量・高出力ガスタービンエンジン発電機等）の開発（江刺正喜教授） ・ マイクロ・ナノ電気機械システムにおけるマルチプローブデータ記録装置の研究（小野崇人助教授） ・ マイクロマシニングによる「小形エネルギー源」「過酷環境用デバイス」の研究（田中秀治助教授） ・ 「マイクロ・ナノマシニングを用いた水晶振動子型分子認識チップ」の創製、「水晶、ガラスマイクロマシニング」「MEMS用配線ガラス」の製作（安部隆助教授） ・ JSTの新規事業指向型研究開発成果展開事業（2001年下期～2004年上期）を活用し、2004年10月に能動カテーテルの事業化を目指す大学発ベンチャー企業「メムガス（株）」を設立（芳賀洋一助教授） ・ 「短ミリ波・サブミリ波帯の計測」「短ミリ波・サブミリ波帯の光源の開発」「ミリ波帯イメージング・レーダーの研究開発」、リコーとのRFアンテナ等の共同研究（水野皓司客員教授） ・ 「原子レベルの材料ハンドリングとその計測技術」「MEMSによる高速センシング」「MEMSの情報制御技術とネットワーク化形成」（医療やインフラ分野への応用）（桑野博喜教授） ・ 「低損失軟磁性材料」「マイクロ磁気デバイス」「マイクロ磁気アクチュエータ」の開発（荒井賢一教授） ・ 「スピニクRF-MEMS」「高周波電磁計測技術」「超高周波マイクロ電磁界プロービング技術」の研究や、日本電気やNECトーン等との磁気デバイス開発の共同研究（山口正洋教授） ・ 「マイクロ電極による電気化学分析の研究」「細胞・組織デバイスの開発研究」「マイクロ生物燃料電池」（西澤松彦教授） ・ 「マイクロ・ナノバイオセンシングシステム」「生体情報化学」（末永智一教授） ・ IT社会を支える各種機能デバイス、MEMS等のナノ・マイクロ構造体の機能や信頼性の発現メカニズムを原子レベルの結晶構造から最終製品形態までを考慮して定量的に解明し、適切な構造・材料・プロセス設計を実現するための解析・計測・評価技術の開発を推進（三浦英生教授） ・ 「立体的マイクロマシニング」「光マイクロマシニング」「機能的フォトダイオード」の研究（羽根一博教授・佐々木実助教授）

大学	主な取り組み
	スイスのCSEMをはじめ、MEMSについての国内外の科学技術政策面からの研究(原山優子教授)
東北学院大学	・ 倉元製作所やメムス・コア等との共同による温度湿度センサの開発(木村光照教授)
東北工業大学	・ 生体・電子計測、生体情報処理の専門に生体・電子計測系インターフェースに関する電極等の研究(田頭功教授)
石巻専修大学	・ 圧電振動ジャイロや電気接点、振動子などの研究等(若月昇教授)
弘前大学	・ 理工学部知能機械システム工学科では、「半導体検査用高機能マイクロプローバの開発」等(牧野英司教授)、「能動カテーテル」(峯田貴助教授)などに取り組む。
日本大学工学部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 触覚・弾力センサ技術をベースに肌年齢を計測するピーナストロン、筆跡を分析しサインの本人確認を行うデジタルペン等の開発を行う尾股定夫教授を中心に研究が進められている。 ・ 尾股教授は自ら(株)ダウザー研究所を立ち上げたほか、関連するベンチャー企業として1998年に会津若松にピーアンドエムを設立、福島県知的クラスター形成事業でバイオセンシング用アクチュエータを開発。 ・ 2002年に次世代工学技術センターを設立し、医工連携に取り組んでいる。(最先端の医療設備を持ち、日本で初めて工学部内に医療設備を置いたセンターとして高い注目を集めた。) ・ 1999年に埼玉県に設立され2004年に本社を郡山に移したアイアールメディカル工房との連携を更に強化。 ・ 平成17年度 地域新生コンソ - シアム研究開発事業(他府省連携枠)採択プロジェクト(1)において、尾股教授をプロジェクトリーダーとする「MEMSによるハプティック(触覚)型超音波診断システムの開発」が選定を受ける。

経済産業省、文部科学省の都市エリア産学官連携促進事業から生まれた技術シーズを活用するプロジェクト
 東北経済連合会、東北経済産業局、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスター協議会「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」(平成17年)より作成

3) MEMSへの取り組みにおける産学官連携

2002年、仙台地域は文部科学省の知的クラスター創成事業に指定され、現在、インテリジェント・エレクトロニクス分野でMEMSに関わりを持つ9つのテーマに取り組んでおり、そのなかで、東北大・江刺教授とメムス・コアによるパッケージングの研究開発(2003年より始動)等の取り組みが行われている。

一方で地域経済界及び国の出先機関の取り組みを見てみると、東北経済連合会ではマーケット志向のもと地元企業と大学とのマッチング・共同研究の立ち上げを行うことを目的とする産学連携マッチング委員会を設置し、東北大学の江刺研究室とNECトーキンによる「圧電セラミックモノリシックステージ」、リバーエレテックとメムス・コアによる「MEMSを応用したウェハレベルパッケージング小形水晶振動子の開発」等の共同開発が行われている。

このような動きを受け、国の出先機関等の取り組みも徐々に活発になっている。東北経

済産業局では、産業クラスター計画の一環としてMEMSを重点プロジェクトに位置づけてプロジェクトチームを発足させ、企業からの情報収集やプロジェクト企画に取り組んでいる。また、産業技術総合研究所東北センターにおいても、東北大・江刺教授の指導のもと、マイクロリアクターの開発が進んでいる（図表1-3）。

図表1-3 地域経済界及び国の出先機関等の取り組み

団体等	主な取り組み
東北経済連合会	<ul style="list-style-type: none"> ・産学官連携マッチング委員会を設置。MEMSの産業化支援に重きを置く。 ・地元企業と大学とのマッチング・共同研究の立ち上げ ・東北大学ベンチャービジネスラボラトリー、江刺研究室、メムス・コアへの見学会の実施等
東北経済産業局	<ul style="list-style-type: none"> ・産業クラスター計画の一環としてMEMSプロジェクトチームを発足。企業からの情報収集やプロジェクト企画に取り組む。 ・EUの研究機関・企業の関係者などを招聘し、インダストリアルツアーや地域企業とのビジネスマッチングを通じて、MEMS関連外資系企業の東北地域への投資を促進。
産業技術総合研究所東北センター	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクロリアクターの開発（東北大・江刺教授の指導による）

東北経済連合会、東北経済産業局、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスター協議会「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」より作成

4) MEMSパークコンソーシアム

東北地域においては、国内外の有数の研究機関等とのネットワークを持つ東北大学をはじめ、地元自治体（宮城県、仙台市）地元経済界（東北経済連合会）東北経済産業局、産業技術総合研究所、地元金融機関（日本政策投資銀行、東北インキュベーションファンド等）及び地元産業支援機関等が、産学官ラウンドテーブルを契機とするMEMSパークコンソーシアムの設立等を通じて連携を強め、東北域内企業のMEMS産業への参入を促進する土壌の整備が進んでいる（図表4）。

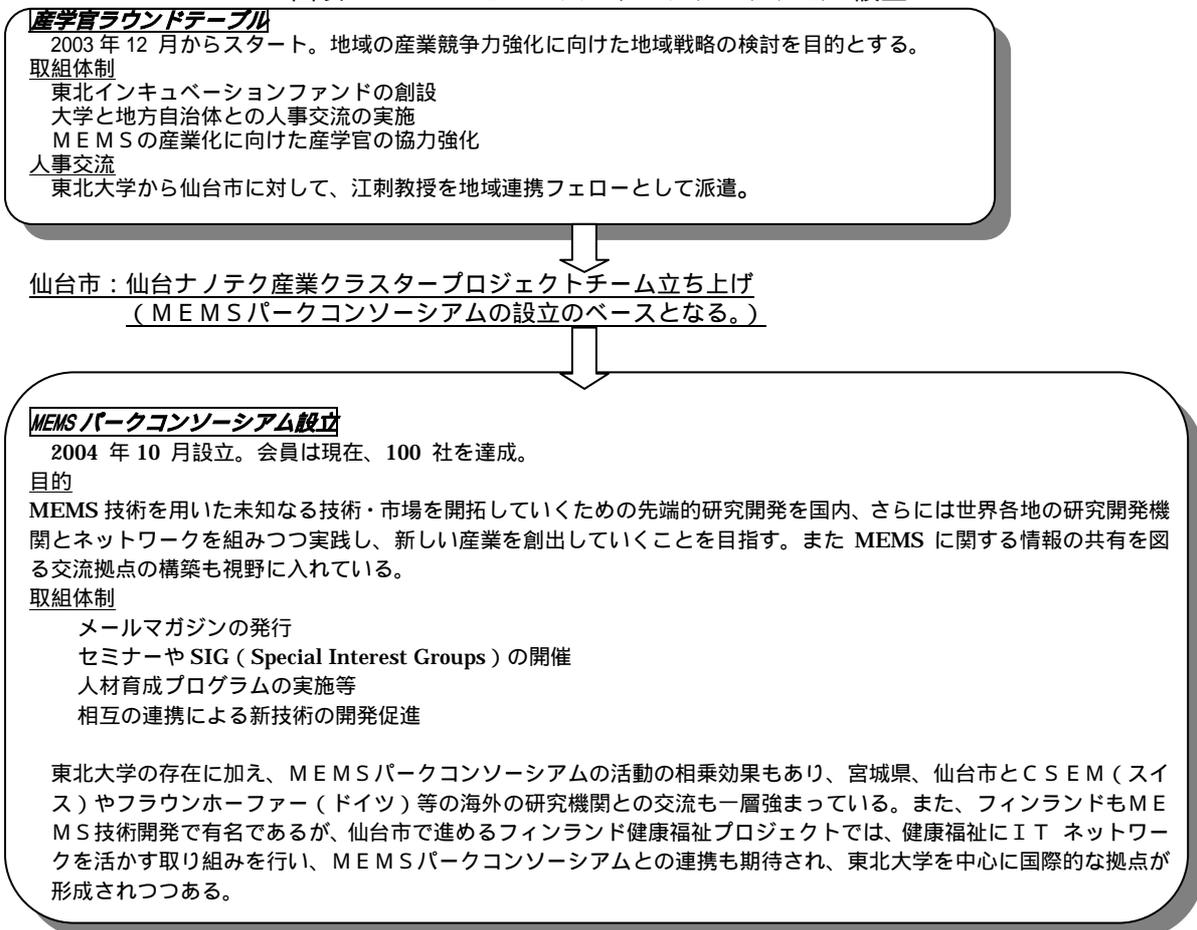
平成16年10月に設立されたMEMSパークコンソーシアムは、既に入会企業は100社を超えている。会員企業はMEMSに精力的に取り組んでいる我が国の主要な大手企業、中堅企業となっており、域内のみならず域外の主要な企業との連携を図ることが可能になる環境が徐々に整いつつある。

このような状況の中、MEMS製品の開発の設計から試作まで幅広いサービスを提供する（株）メムス・コアや、MEMS技術を活用し医療機器の開発、販売を行うメムガス（株）などの大学発ベンチャーが既に創出されており（例えば2005年の動きとしては、メムガス（株）では、かねてから開発していた「能動屈曲チューブ」について実用化が進み、共同開発先の医療機器メーカーから厚生労働省に対して医療機器としての認可申請を行っている。）大学発ベンチャーの取り組みも徐々に進展している。

また、大学と企業を繋ぐ技術開発サポート機関として、公設研究機関の果たす役割は大

きいが、産業技術総合研究所東北センターの働きかけもあり、東北各県の公設研究機関においてはMEMS分野への取組意識が高まっており、そのネットワークも構築されつつある。

図表1 - 4 MEMSパークコンソーシアムの設立



東北経済連合会、東北経済産業局、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスター協議会「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」より作成

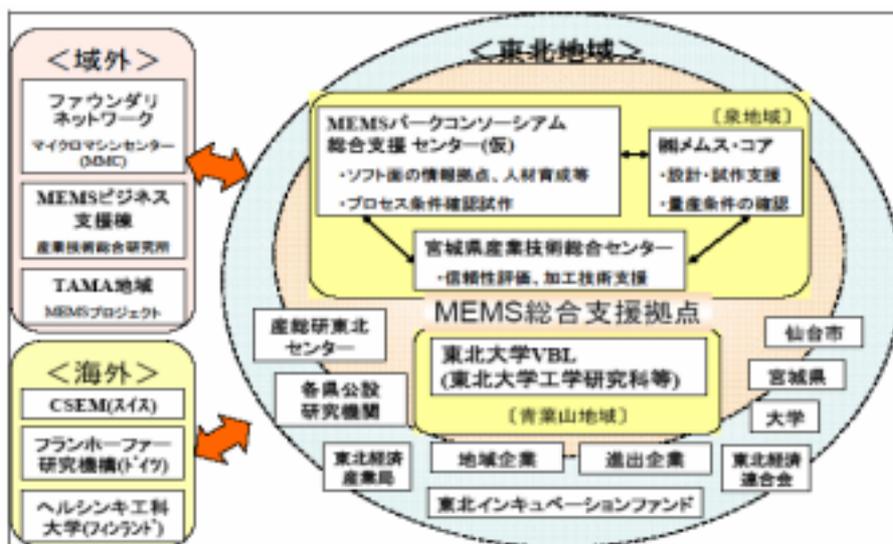
こうしたMEMS分野におけるクラスター形成に向けた環境整備として、既に宮城県、仙台市及び東北経済連合会、東北経済産業局等が中心となり、MEMSパークコンソーシアムを中核として、東北大学、「先端・基盤技術高度化支援戦略」を進めている宮城県産業技術総合センター、マイクロマシンプロジェクトを進めている山形県工業技術センター等の東北各県の公設研究機関、及び環境・エネルギー分野でのデバイス開発が期待される産業技術総合研究所東北センターなどとの連携体制の構築に向けての取り組みが進められている。

また、国・NEDO主導の技術研究開発プロジェクトの中核機関であるマイクロマシンセンター (2005年6月現在、賛助会員37団体) との連携を深めており、東北地域におけるMEMS産業育成の環境づくりに向け、国内関係機関相互のネットワークが構築され始

めている。さらに、技術開発支援及び人材育成を目的とした産総研つくばのMEMSビジネス棟、多摩地域の「TAMA-MEMS プロトタイプセンター」等との交流など、今後、東北地域外の支援拠点との交流も進める予定である。

このようなMEMSパークコンソーシアムをはじめとする一連の動きは、スイス・ドイツ・フィンランド等からの視察が相次ぐ等、国内のみならず国際的にも注目されている。

図表1-5 MEMSパークコンソーシアムの連携図



(出所：MEMS 産業クラスター形成戦略検討委員会報告書)

5) 東北地域の企業におけるMEMS産業参入の現状

以上のように、東北地域では、東北大学を中心とした産学官の連携により、国からの研究開発費も受けてMEMSの技術開発が着々と進展している。しかしながら、東北地域のMEMS関連企業の立地は仙台市、山形地域に集中していることからわかるように(図表1-6)、MEMSへの取り組みが進展しているのは限られた地域のなかであり、東北地域全体で見た場合、その取り組みはまだこれからというのが現状である。

そこで今後の課題としては、東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業をいかにして取り込み、東北地域全体においてMEMSへの取り組みを浸透させていくかということがあげられる。地域に根ざした大学発ベンチャーや地域企業の参画のさらなる強化、そのための環境形成が望まれるところであり、それに向けた有効な方策、提言が必要となろう。

今までに出されている報告書等では、例えば、東北経済連合会、東北経済産業局、情報・生命・未来型ものづくり産業クラスター協議会による「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会報告書」(平成17年)があり、中核となる大学や研究機関へのインフラ整備のための投資が、欧米と比較した場合、十分とは言えないことが課題として指摘されている。また、中堅・中小・ベンチャー企業の参入促進に次いで、先行する欧米企業のビジネス展開に対抗していくためには、ローカル・グローバル双方の活動、いわゆる「グローバル」な視点を持ち、地域に根ざして貢献をしながら国内外にも積極的にアンテナを張り巡らせることの必要性が示されている。

一方で、文部科学省の「平成 16 年度 知的クラスター創成事業中間評価報告書」では、MEMSパークコンソーシアム計画、高精度計測通信機器等に関わるフィンランド健康・福祉センターとの連携プロジェクト等、既に地域企業との連携実績の出ているテーマを中軸として、研究統括や中核機関のリーダーシップ、地方自治体の支援措置等により、他の領域にも波及させていくことの必要性も指摘されている。

MEMS分野について企業の参入が進んでいるとは言いがたい東北地域の現状においては、その環境整備とともに、東北の企業がMEMS産業への参入を検討するにあたってその指針となる基礎材料が今後求められるところである。本調査のロードマップ作成にあたっては、東北の企業のMEMS産業参入へのヒントとなることを目指し、それが東北地域におけるMEMS産業の発展の契機の一つとなることを期待したい。

図表 1 - 6 東北地域の主なMEMS企業（出所：東北経済産業局資料）

県	社名・機関名	主要製品・業務
宮城県（仙台市周辺）	（株）メムス・コア	MEMSデバイス開発・製造販売
	メムガス（株）	医療・福祉機器
	NECトーキン（株）	薄膜センサ・角速度センサ
	東北セミコンダクタ（株）	圧力センサ・加速度センサ
	アルプス電気（株） プロセス技術開発センター	微細加工技術・金型加工技術
	（株）アドバンテスト研究所	MEMSリレー
	北日本電線（株）	光デバイス
	東北リコー（株）（株）リコー応用 電子研究所	電子関連
	宮城沖電気（株）	電子関連
秋田県	秋田オリエント精密（株）	インクジェットヘッド・水晶振動子
山形県	山形電子（株）	半導体製造
	ミツミ電気（株）	総合電子部品
	テクノクオーツ（株）	半導体製造装置
	（株）東北クリスタル	高周波水晶発振器
	（株）山形チノー	民生用センサー
福島県	（株）アイアールメディカル工房	医療用カテーテル

第2章．企業アンケート、ヒアリング調査結果

(1) アンケート調査概要

1) 調査目的

- ・ 東北地域のMEMS企業が、自社で保有していると考えられる技術ポテンシャル、及び今後の技術開発・事業展開等を把握する。

2) 調査対象

- ・ 東北6県において、MEMSパークコンソーシアム参加企業、および一般企業（産業クラスター会員企業、秋田県工業技術センター、山形県工業技術センター、岩手県工業技術センター、福島県ハイテクプラザ等のMEMS研究機関の情報よりMEMSに関心がある東北地域を中心とした企業を選定）を調査対象事業所として実施した。MEMSパークコンソーシアム参加企業のアンケート配布にあたっては、東北域外の参加企業にも配布した。

3) 調査方法

- ・ 調査対象企業に直接アンケート調査票を郵送し、回収した。またそれと同時にMEMSパークコンソーシアムのメールマガジンでも回答を呼びかけた。

4) 調査実施時期

- ・ 平成17年12月

5) 発送数と回収数

- ・ 発送した調査票数は、MEMSパークコンソーシアム参加企業106社、MEMS分野へ既に参入している企業37社、合計143社であった。
- ・ メールマガジン経由を含む全体の回収数について、MEMSパークコンソーシアム参加企業から64社、MEMS参入企業から7社、合計71社の回答を得た。
- ・ 東北地域の企業からの回答は、MEMSパークコンソーシアム参加企業では14社、一般企業からの回答は7社であった。
- ・ 全体の回収率は49.7%である。

(2) アンケート結果概要

1) 各企業における現在のMEMS分野について

全体、東北域内、域外ともに「将来的な有望事業分野として位置付け、準備を進めている」と回答した企業が最多となった。「有望事業分野として位置付け、事業展開している」の回答を合わせると、全体、東北域内、東北域外ともにMEMS分野を有望事業分野として位置付け、何らかの取り組みを行っている傾向がうかがえる。

2) MEMSに興味を持った理由について

MEMSに興味を持った理由について、全体、東北域内、域外ともに「自社の保有技術を応用できるため」が最多となった。それに次ぐ理由としては「自社の保有技術だけでは将来的な不安があるため」、「自社の保有設備を活用できるため」があげられた。

3) MEMSに関する取り組み

現在行っている取り組みでは、全体、東北域内、域外ともに上位3項目は「MEMS部品の企画(商品開発)・販売」、「MEMS部品の設計(設計受託含む)」、「MEMS部品の試作(試作受託含む)」となっている。東北地域では、「MEMS設計・開発支援(コンサルティング)」への回答が全体、域外より比較的目立っている。

今後行いたい取り組みにおいても現在行っている取り組みと同様の傾向が言える。

4) MEMSへの取り組みに係る課題について

MEMSへの取り組みに係る課題について、全体、東北域内では「技術開発・製品開発にコストがかかる」が最多となっている。東北域外では「投資設備にコストがかかる」が最多となった。

5) MEMSへの取り組みに係る課題を解決するために必要な取り組みについて

MEMSへの取り組みに係る課題を解決するために必要な取り組みについて、全体、東北域内、域外とも「MEMS全般の技術的知識・ノウハウの蓄積」、「MEMS関連の独自技術の構築」、「大学・公設試等との連携強化」へ回答が集まっているが、東北域内では全体、東北域外と比較して「部品ユーザーとの連携強化」への回答が集まっている。

6) ファウンドリサービス利用の有無について

「利用したことがある」、「利用したことはないが、今後利用したい」をあわせると41社であり、全体の6割程度にのぼっている。東北域内、域外別に見た場合でも同様の傾向となっている。

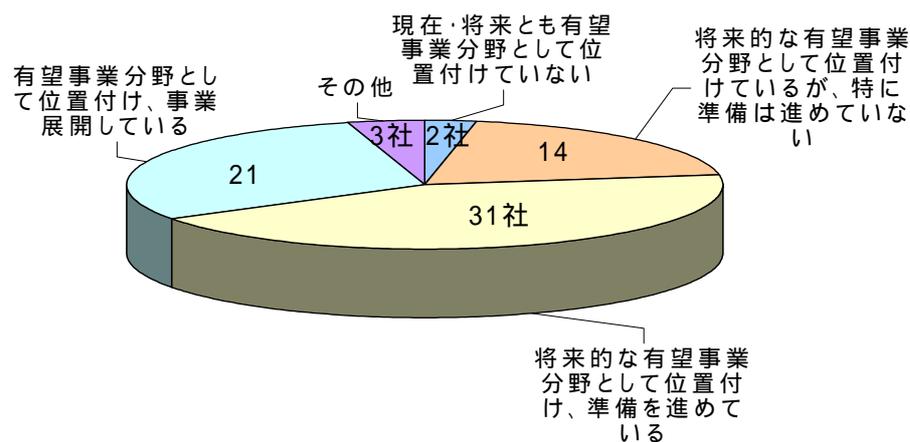
7) 技術戦略マップを利用しやすくするために必要な取り組みについて

「機能別MEMS技術戦略ロードマップの作成」が最多となつてはいるものの、「産業分野別MEMS技術戦略ロードマップの作成」、「MEMS技術要素のロードマップの作成」への回答も多くなっており、回答が分散した。

(3) アンケート結果

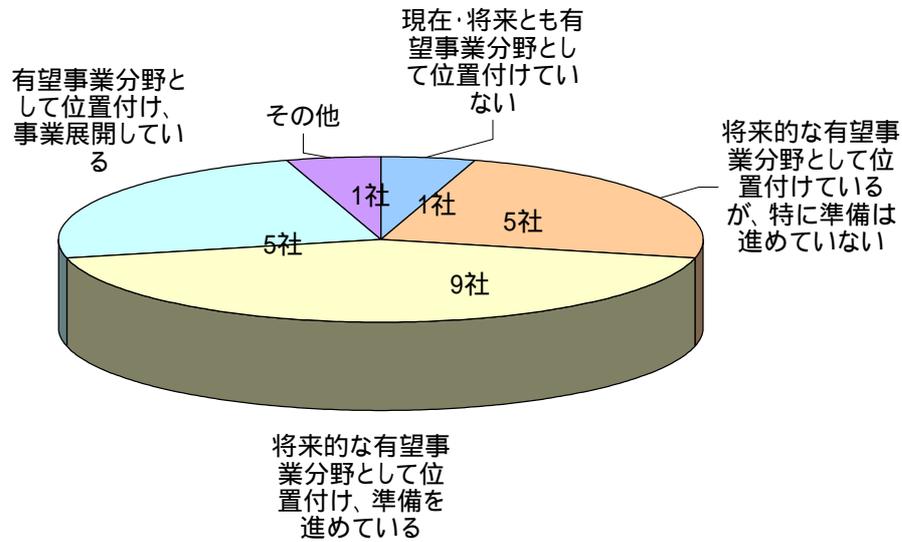
1) MEMS人材、MEMSビジネス・技術ロードマップ共通シート

Q1. 現在のMEMS分野の位置付け (回答企業数 71社)

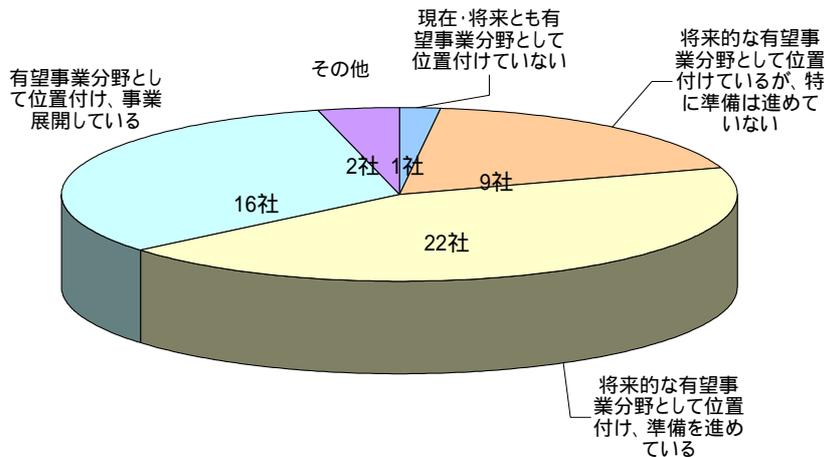


現在のMEMSの位置付けについて、「将来的な有望事業分野として位置付け、準備を進めている」と回答した企業は31社で最多となった。次いで、「有望事業分野として位置付け、事業展開している」(21社)が続いており、MEMS分野を有望事業分野として位置付け、何らかの取り組みを行っている企業は合わせて回答企業71社中、52社にのぼる。

Q1 . 現在のMEMS分野の位置付け(東北域内) (回答企業数 21 社)



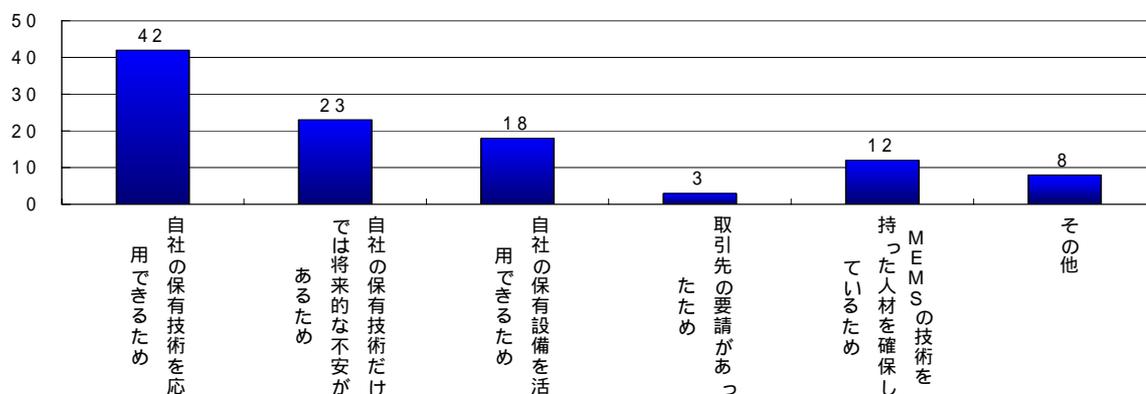
Q1 . 現在のMEMS分野の位置付け(東北域外) (回答企業数 50 社)



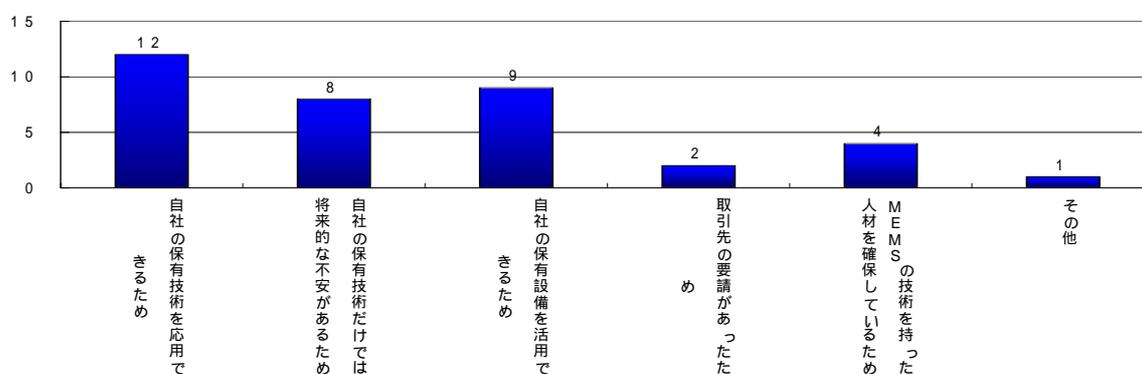
現在のMEMSの位置付けについて、東北域内、域外とも「将来的な有望事業分野として位置付け、準備を進めている」と回答した企業が最多となった。次いで、「有望事業分野として位置付け、事業展開している」(東北域内では「将来的な有望分野として位置付けているが、特に準備は進めていない」が同数となっている)が続いており、東北域内、域外の企業ともMEMS分野を有望事業分野として位置付け、何らかの取り組みを行っている傾向にある。

Q2. MEMSに興味を持った理由

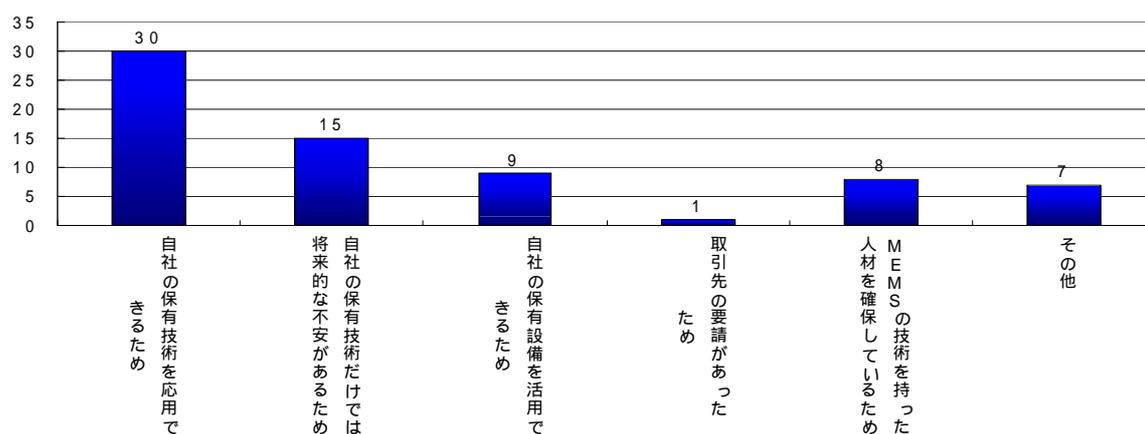
全体（複数回答、回答企業数 69 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 20 社）（単位：社）

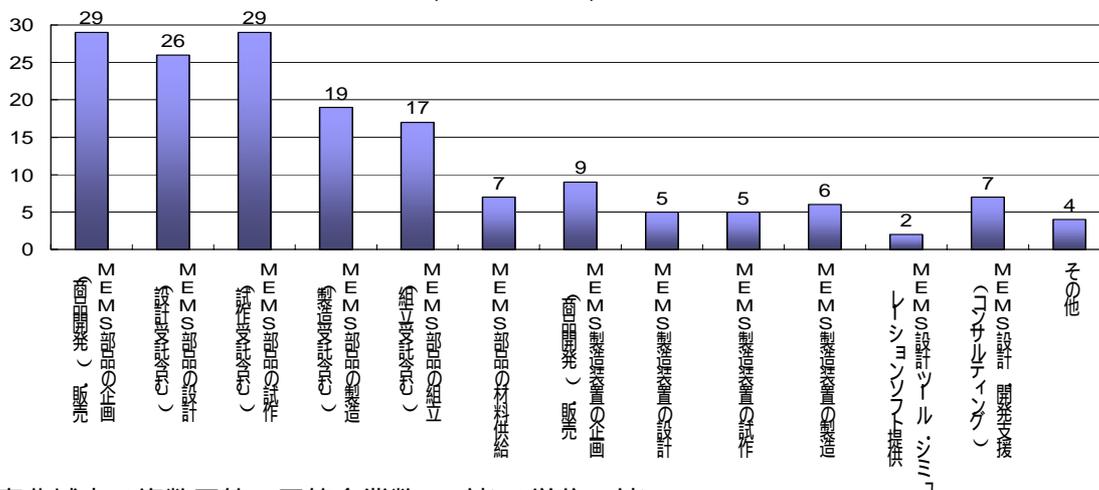


東北域外（複数回答、回答企業数 49 社）（単位：社）

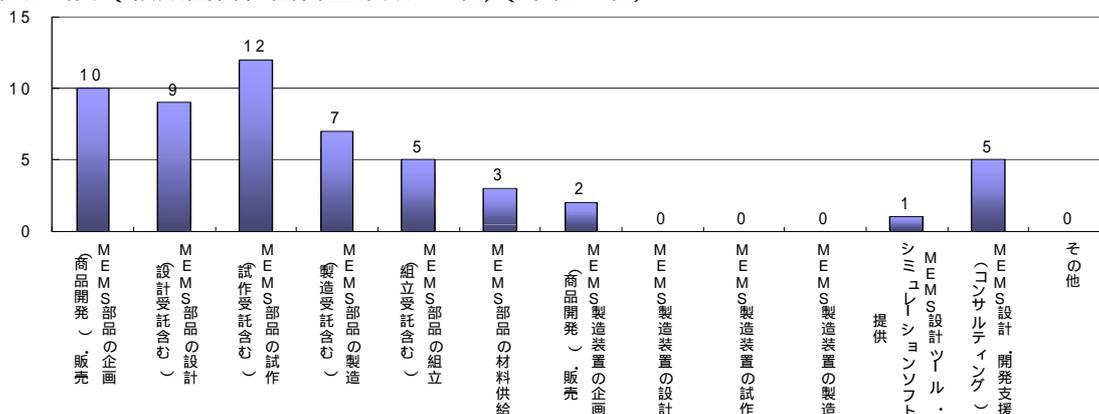


MEMSに興味を持った理由について、全体では、「自社の保有技術を応用できるため」（42社）が最多となり、以下、「自社の保有技術だけでは将来的な不安があるため」（23社）、「自社の保有設備を活用できるため」（18社）と続いた。域内、域外別では東北域内、域外とも「自社の保有技術を応用できるため」が最多となったが、次いで東北域内では「自社の保有設備を活用できるため」が、東北域外では「自社の保有技術だけでは将来的な不安があるため」が続いた。

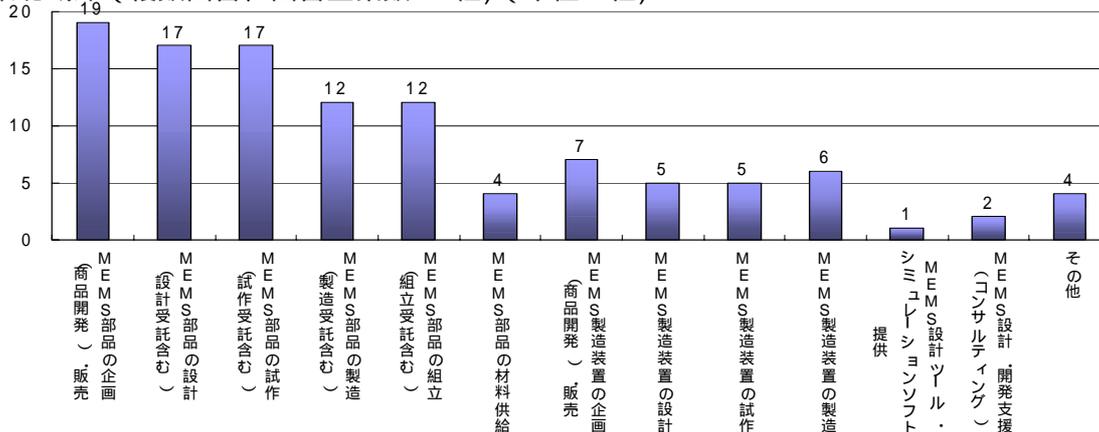
Q3. MEMSに関して現在行っている取り組み
 全体（複数回答、回答企業数 46 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 13 社）（単位：社）

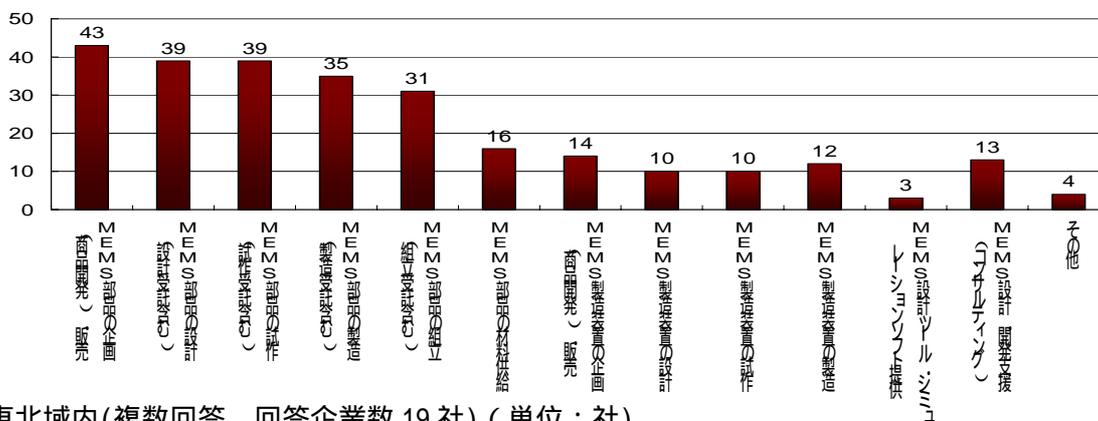


東北域外（複数回答、回答企業数 33 社）（単位：社）

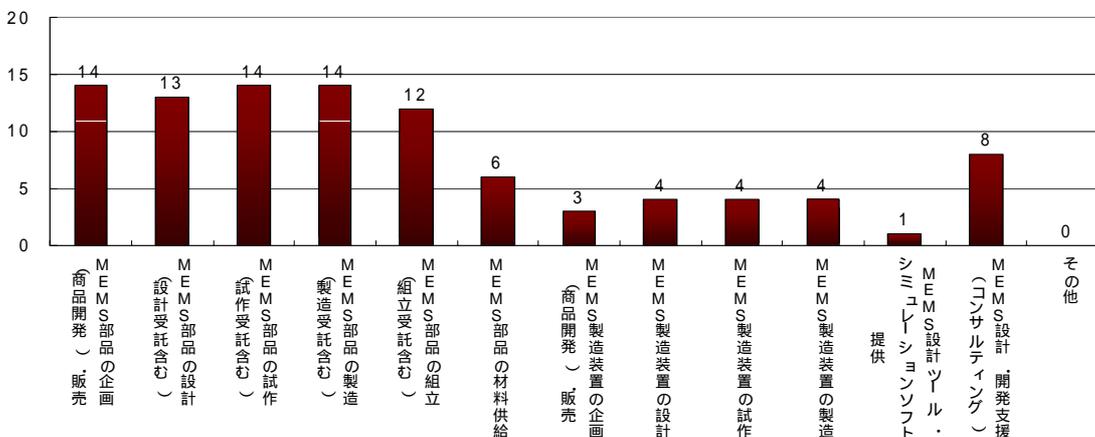


全体では、「MEMS 部品の企画（商品開発）・販売」「MEMS 部品の試作（試作受託含む）」（ともに 29 社）が最多となり、「MEMS 部品の設計（設計受託含む）」（26 社）が続いた。域内、域外別に見ると東北域内では「MEMS 部品の試作（試作受託含む）」（12 社）が最多となり、次いで「MEMS 部品の企画（商品開発）・販売」（10 社）が続いた。東北域外では、「MEMS 部品の企画（商品開発）・販売」（19 社）が最多となり、「MEMS 部品の設計（設計受託含む）」、「MEMS 部品の試作（試作受託含む）」（それぞれ 17 社）が続いた。

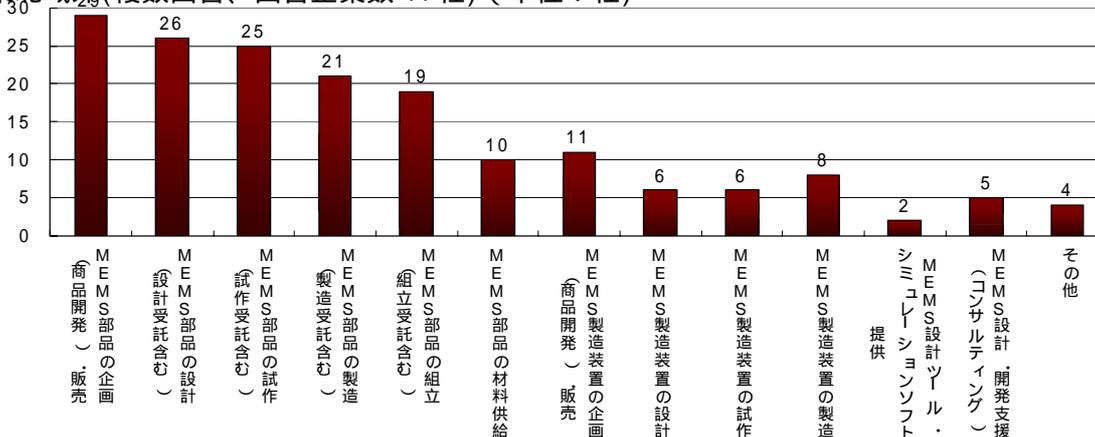
Q3. MEMSに関して今後行いたい取り組み
全体(複数回答、回答企業数 63 社)(単位:社)



東北域内(複数回答、回答企業数 19 社)(単位:社)



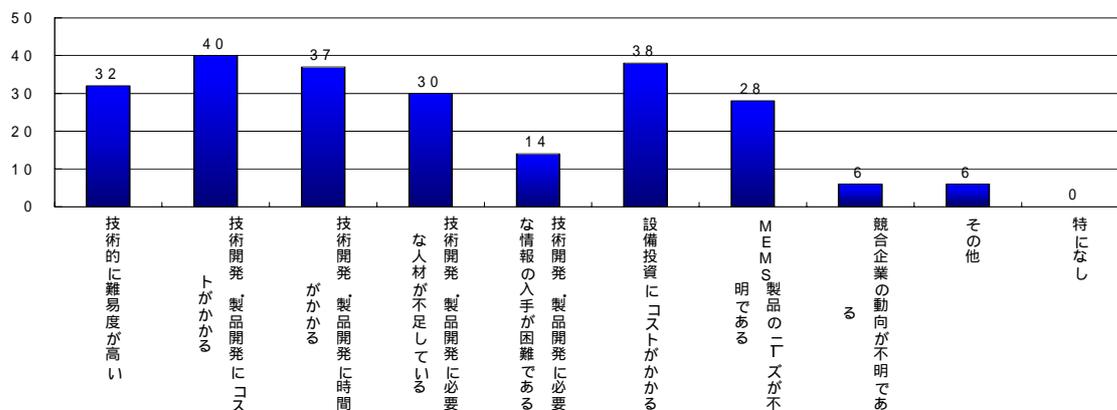
東北域外(複数回答、回答企業数 44 社)(単位:社)



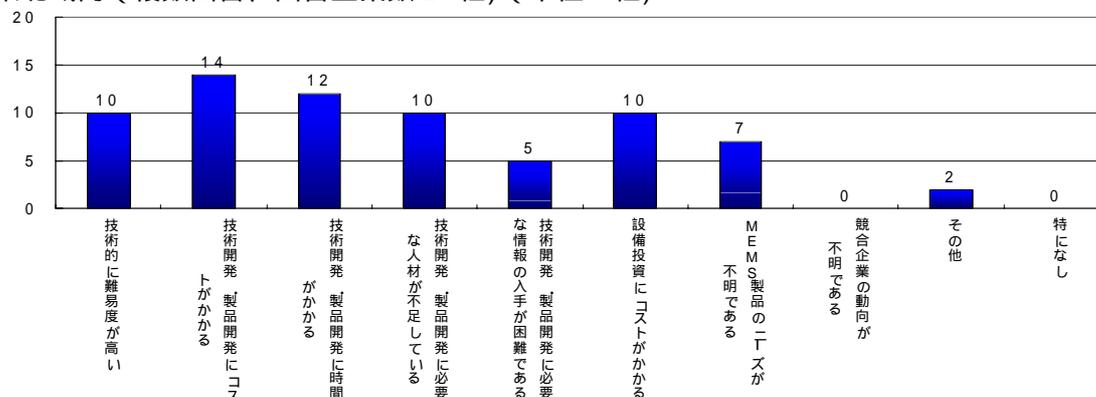
MEMS に関して今後行いたい取り組みについて、「MEMS 部品の企画(商品開発)・販売」(43 社)が最多となり、「MEMS 部品の設計(設計受託含む)」、「MEMS 部品の試作(試作受託含む)」(ともに 39 社)と続いた。域内、域外別に見ると、東北域内では「MEMS 部品の企画(商品開発)・販売」、「MEMS 部品の試作(試作受託含む)」、「MEMS 部品の製造(製造受託含む)」がそれぞれ 14 社で最多となった。東北域外では、「MEMS 部品の企画(商品開発)・販売」(29 社)が最多となり、「MEMS 部品の設計(設計受託含む)」(26 社)、「MEMS 部品の試作(試作受託含む)」(25 社)と続いた。

Q4. MEMSへの取り組みに係る課題

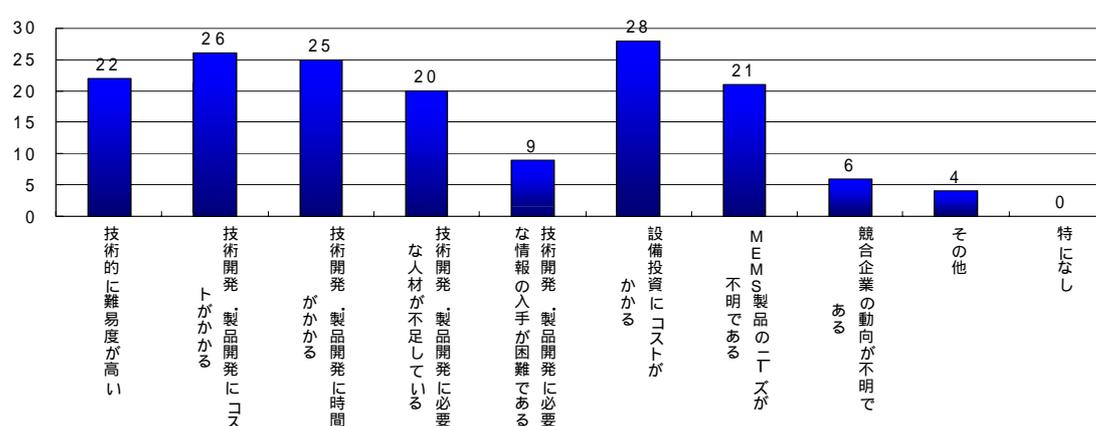
全体（複数回答、回答企業数 70 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 21 社）（単位：社）

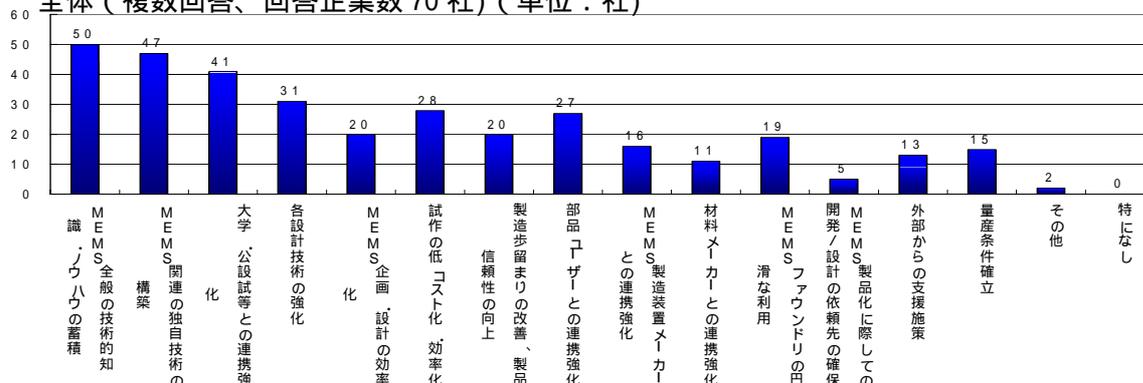


東北域外（複数回答、回答企業数 49 社）（単位：社）

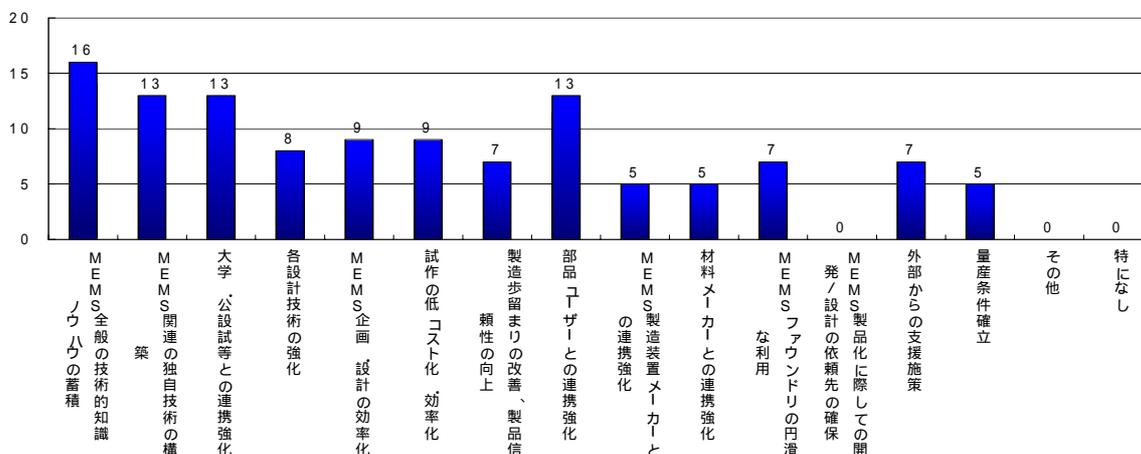


MEMSへの取り組みに係る課題について、全体では「技術開発・製品開発にコストがかかる」(40社)が最多となり、次いで「投資設備にコストがかかる」(38社)、「技術開発・製品開発に時間がかかる」(37社)が続いた。域内、域外別に見ると、東北域内では「技術開発・製品開発にコストがかかる」(14社)が最多となっており、「技術開発・製品開発に時間がかかる」(12社)が続いている。域外では「投資設備にコストがかかる」(28社)が最多となり、次いで「技術開発・製品開発にコストがかかる」(26社)が続いている。

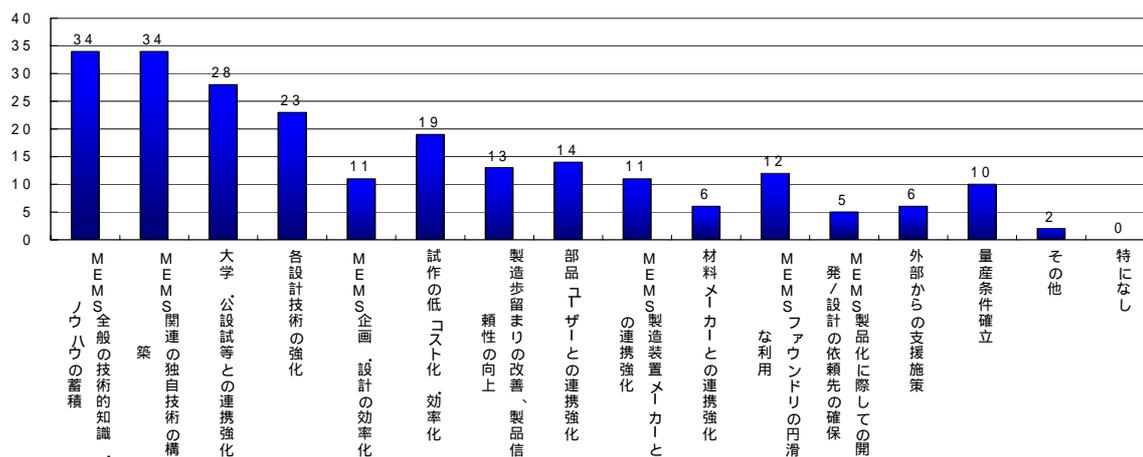
Q5. MEMSへの取り組みに係る課題を解決するために必要な取り組み
全体（複数回答、回答企業数 70 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 21 社）（単位：社）



東北域外（複数回答、回答企業数 49 社）（単位：社）



MEMSへの取り組みに係る課題を解決するために必要な取り組みについて、全体、東北域内、域外ともに「MEMS全般の技術的知識・ノウハウの蓄積」、「MEMS関連の独自技術の構築」、「大学・公設試等との連携強化」に回答が集まっている。東北域内では「部品ユーザーとの連携強化」への回答が全体、域外と比べると比較的多くなっており、東北域内の企業においては、部品ユーザーとの連携強化が進んでいないことを示唆する結果となっている。

Q6．現在、事業として取り組んでいる分野と機能部品(または製造装置)について、また、今後取り組みたいと考えている分野と機能部品について

回答分布

全体（複数回答）（単位：社）

	光MEMS		センサMEMS		RF-MEMS		バイオ・化学MEMS		熱流体素子MEMS		マイクロアクチュエータ		その他	
	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後
自動車	2	8	11	27	1	12	0	0	0	1	2	7	0	2
情報通信	6	14	8	18	6	22	0	2	2	2	5	10	2	5
家電	6	11	5	8	0	6	0	0	0	3	0	4	0	0
バイオ・医療	1	5	2	7	0	2	6	15	2	3	0	3	0	2
エネルギー	1	3	2	8	0	2	0	3	1	5	0	7	0	2
産業機械	3	10	12	25	1	9	0	1	2	2	2	9	0	3
エンターテインメント	2	6	5	14	0	4	0	0	0	0	1	4	0	2
その他	1	2	1	4	3	5	0	1	1	1	1	4	0	2

現在、事業として取り組んでいる分野と機能部品（または製造装置）については、「産業機械 - センサMEMS」（12社）が最多であり、「自動車 - センサMEMS」（11社）「情報通信 - センサMEMS」（8社）が続いている。また、今後取り組みたいと考えている分野と機能部品については、「自動車 - センサMEMS」（27社）、「産業機械 - センサMEMS」（25社）、「情報通信 - RF-MEMS」（22社）「情報通信 - センサMEMS」（18社）の順で続いている。

東北域内（複数回答）（単位：社）

	光MEMS		センサMEMS		RF-MEMS		バイオ・化学MEMS		熱流体素子MEMS		マイクロアクチュエータ		その他	
	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後
自動車	0	3	3	5	0	2	0	0	0	1	1	2	0	1
情報通信	2	5	2	4	1	5	0	0	1	1	2	4	1	1
家電	2	3	1	2	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0
バイオ・医療	0	2	0	3	0	2	1	3	0	1	0	2	0	1
エネルギー	0	1	0	3	0	1	0	2	1	2	0	3	0	1
産業機械	1	3	3	6	1	2	0	0	1	1	2	3	0	0
エンターテインメント	1	3	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1
その他	1	2	1	2	2	2	0	1	1	1	1	2	0	1

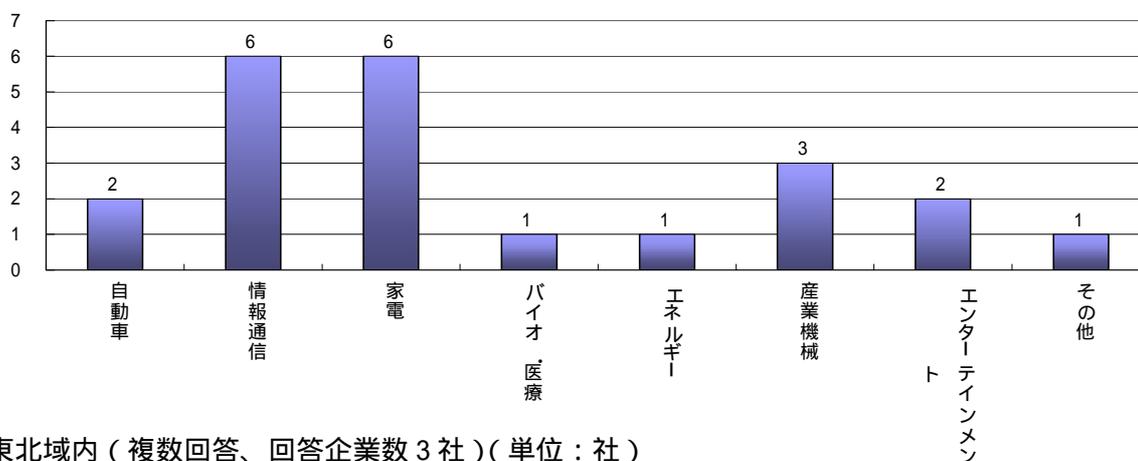
現在、事業として取り組んでいる分野と機能部品（または製造装置）については、「自動車 - センサMEMS」、「産業機械 - センサMEMS」（3社）が最多である。また、今後取り組みたいと考えている分野と機能部品については、「産業機械 - センサMEMS」（6社）が最多であり、「自動車 - センサMEMS」、「情報通信 - 光MEMS」、「情報通信 - RF-MEMS」（ともに5社）が続いている。

東北域外（複数回答）（単位：社）

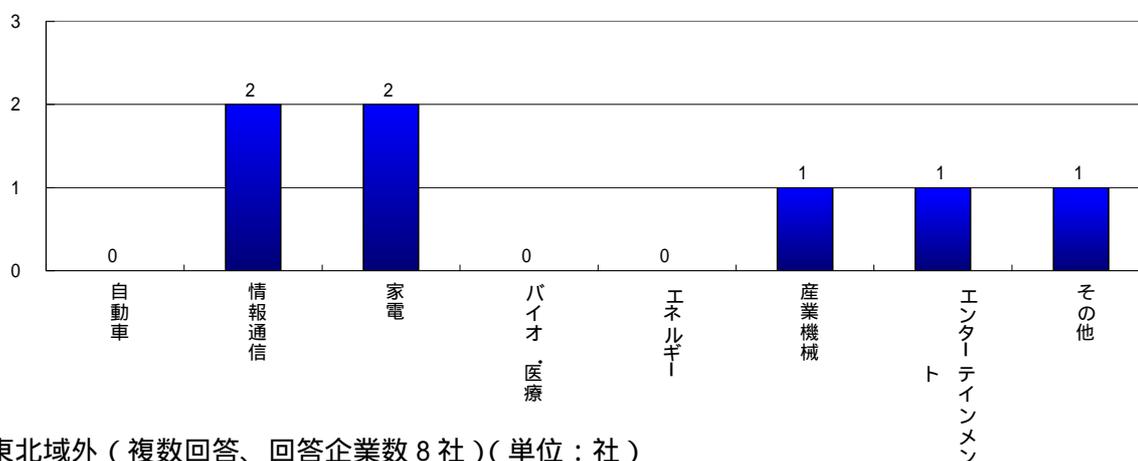
	光MEMS		センサMEMS		RF-MEMS		バイオ・化学MEMS		熱流体素子MEMS		マイクロアクチュエータ		その他	
	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後
自動車	2	5	8	22	1	10	0	0	0	0	1	5	0	2
情報通信	4	9	6	14	5	17	0	2	1	1	3	6	1	4
家電	4	8	4	6	0	4	0	0	0	2	0	2	0	0
バイオ・医療	1	3	2	4	0	0	5	12	2	2	0	1	0	1
エネルギー	1	3	2	5	0	1	0	1	0	3	0	4	0	1
産業機械	2	7	9	19	0	7	0	1	1	1	0	6	0	3
エンターテインメント	1	3	4	12	0	4	0	0	0	0	0	2	0	1
その他	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	2	0	1

現在、事業として取り組んでいる分野と機能部品（または製造装置）については、「産業機械 - センサMEMS」（9社）が最多であり、「自動車 - センサMEMS」（8社）が続いている。また、今後取り組みたいと考えている分野と機能部品については、「自動車 - センサMEMS」（22社）が最多であり、「産業機械 - センサMEMS」（19社）、「情報通信 - RF-MEMS」（17社）が続いている。

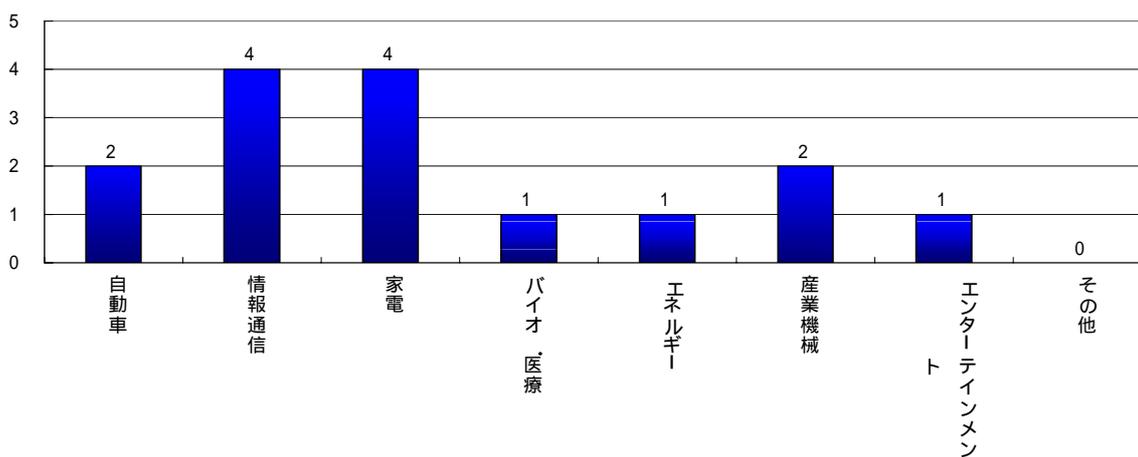
Q6. 光MEMSを選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数11社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数3社）（単位：社）

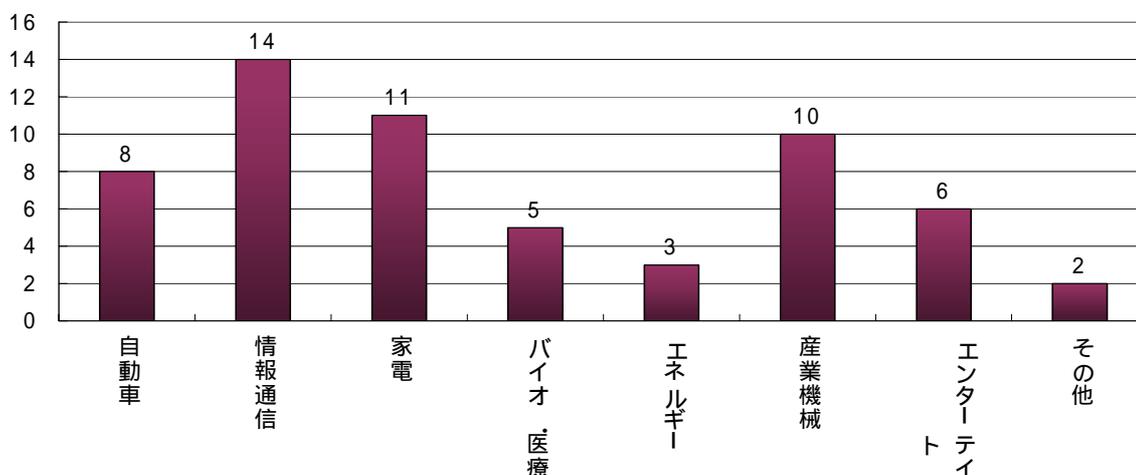


東北域外（複数回答、回答企業数8社）（単位：社）

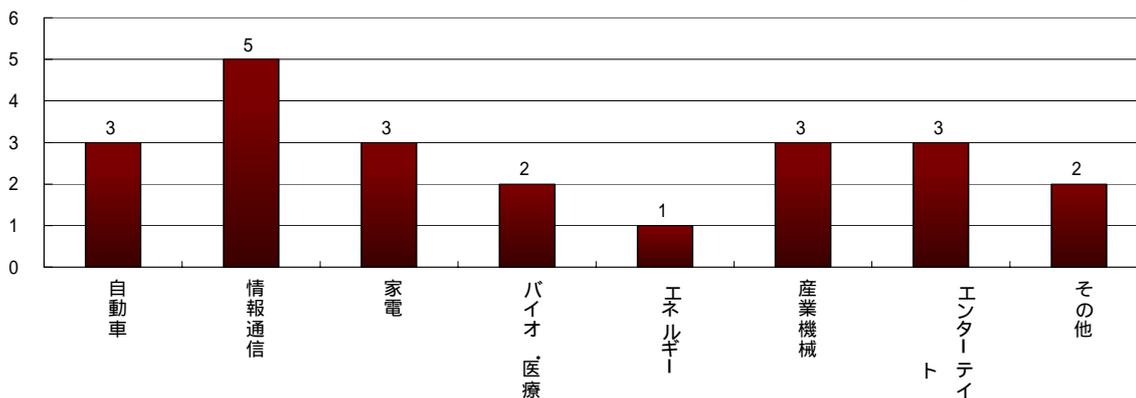


機能部品で「光MEMS」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、全体、東北地域、東北域内ともに情報通信、家電が最多となった。また、東北域内では「自動車」への取り組みが見られなかった。

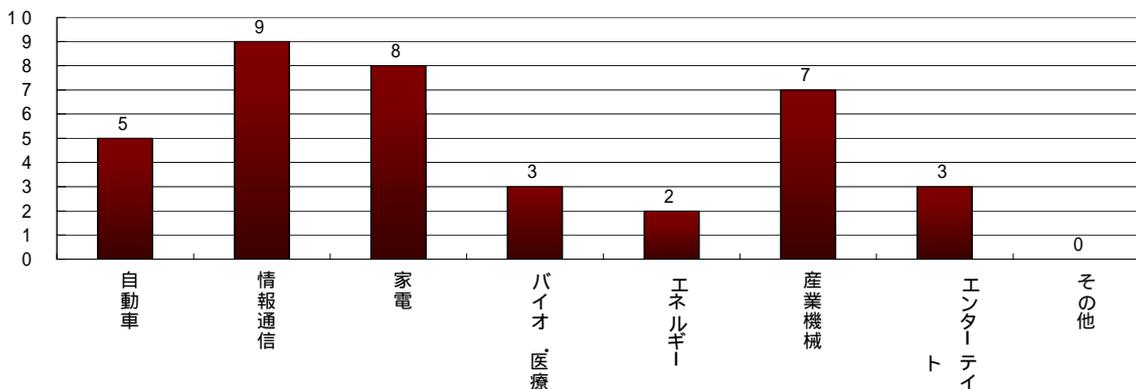
Q6. 光MEMSを選択した企業の今後取り組みたい分野
全体（複数回答、回答企業数26社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数7社）（単位：社）

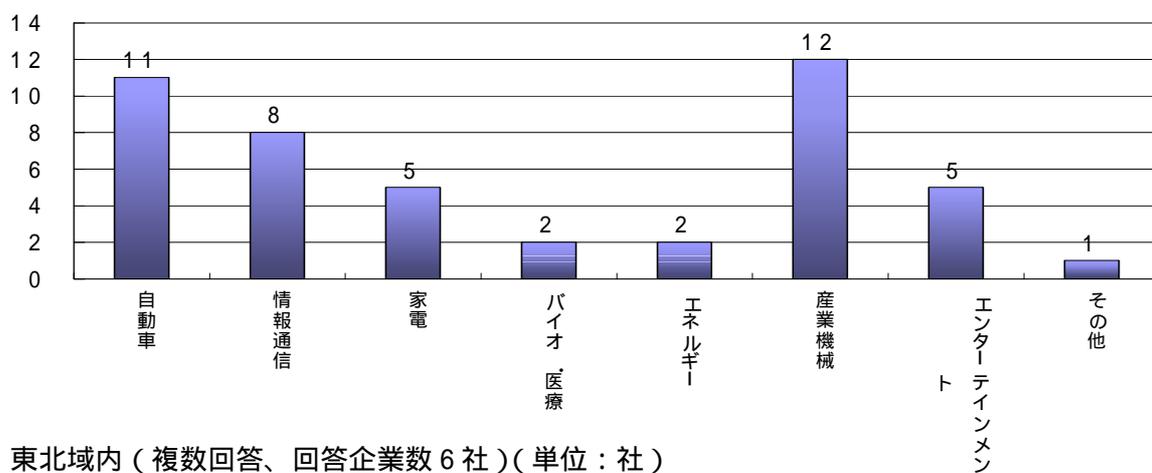


東北域外（複数回答、回答企業数19社）（単位：社）

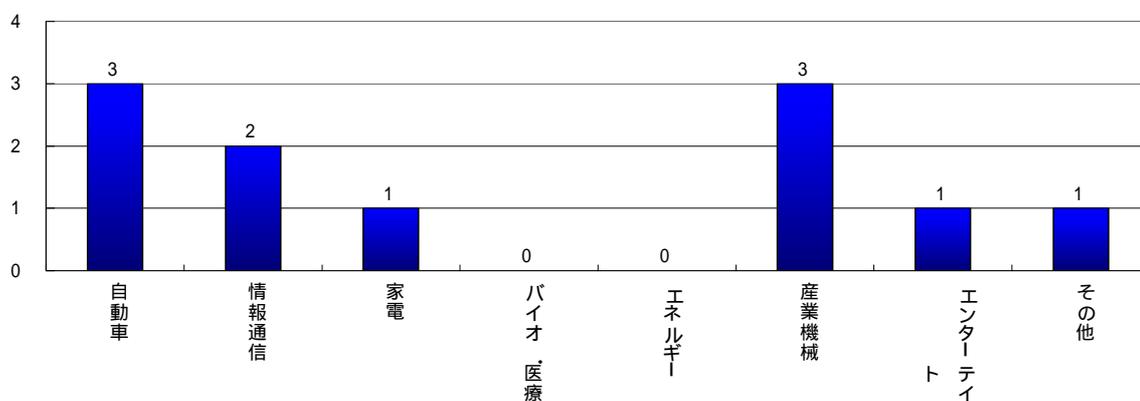


機能部品で「光MEMS」を選択した企業が、今後取り組みたい分野について全体、東北域内、域外とも「情報通信」が最多となった。一方で「エネルギー」は、全体、東北域内、域外とも最少となり、回答の集まりについては全体、域内、域外ともほぼ同様の傾向となった。

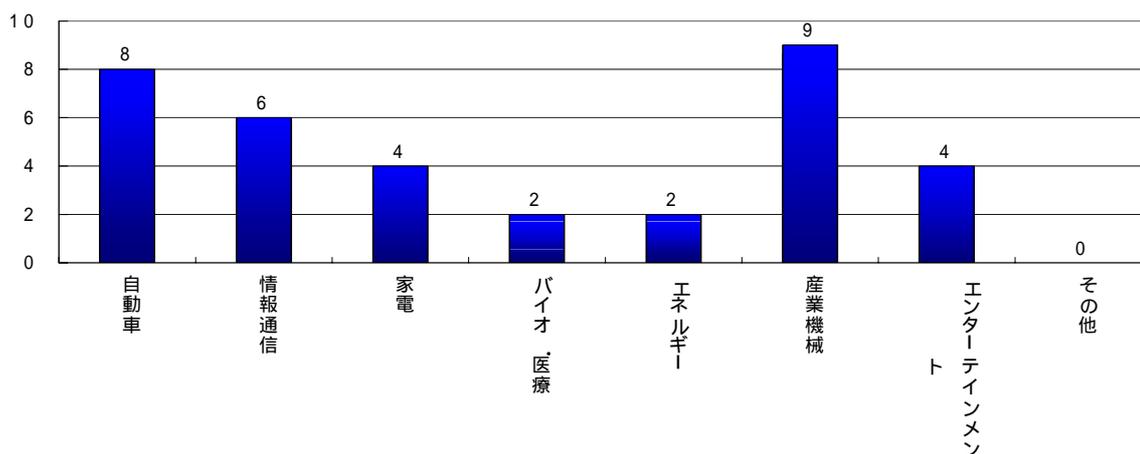
Q6. センサMEMSを選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数 21 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 6 社）（単位：社）

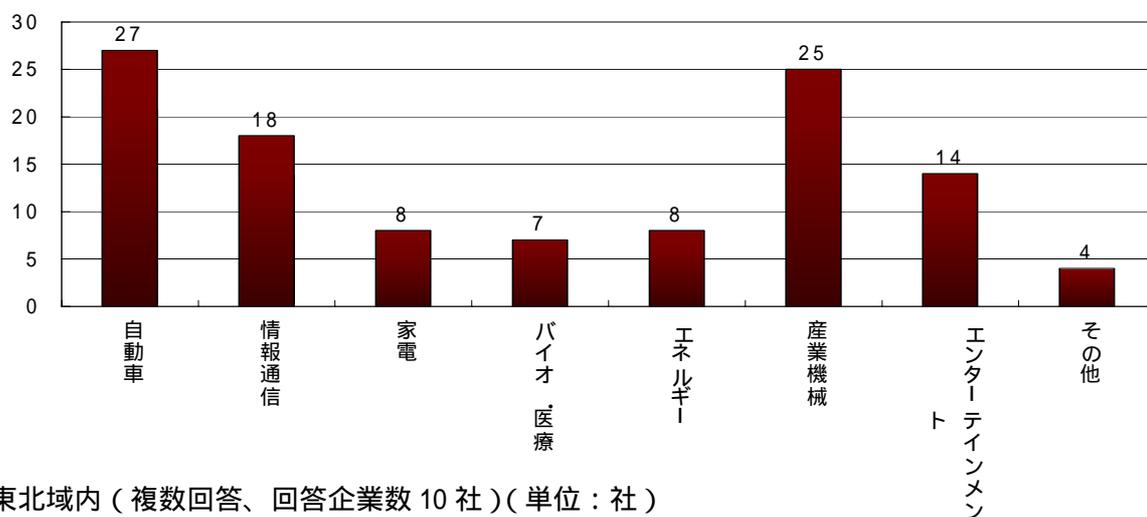


東北域外（複数回答、回答企業数 15 社）（単位：社）

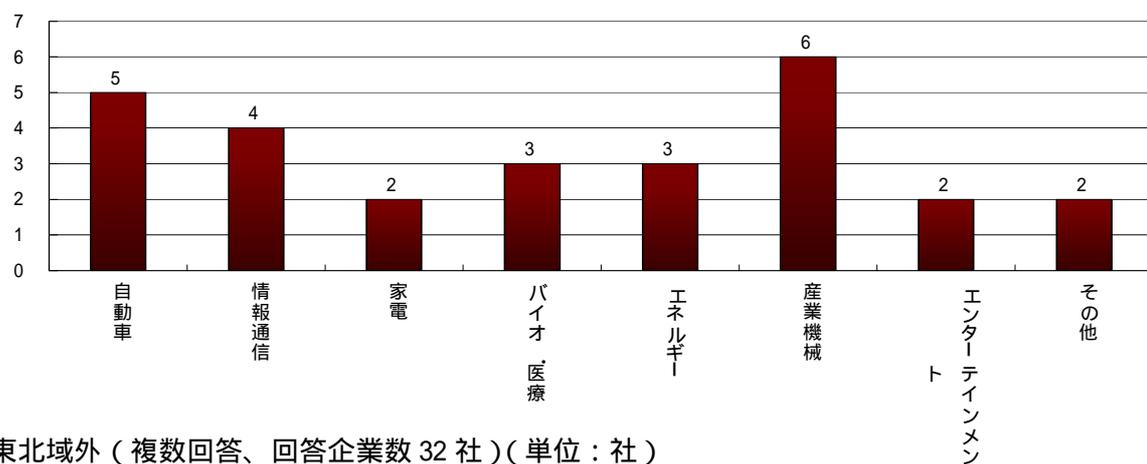


機能部品で「センサMEMS」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、全体、東北域内、域外ともに「産業機械」、「自動車」、「情報通信」が上位に入っている。

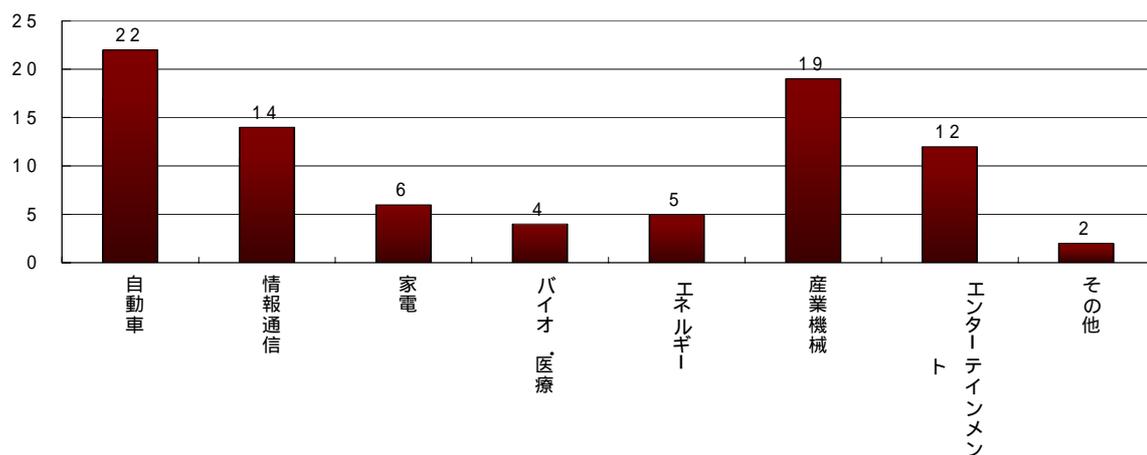
Q6. センサMEMSを選択した企業の今後取り組みたい分野
 全体（複数回答、回答企業数42社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数10社）（単位：社）

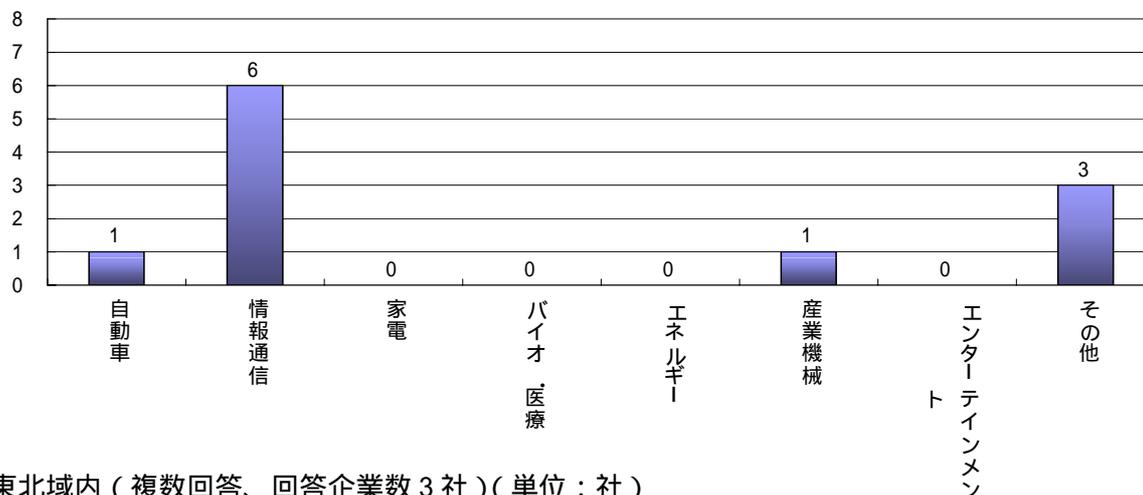


東北域外（複数回答、回答企業数32社）（単位：社）

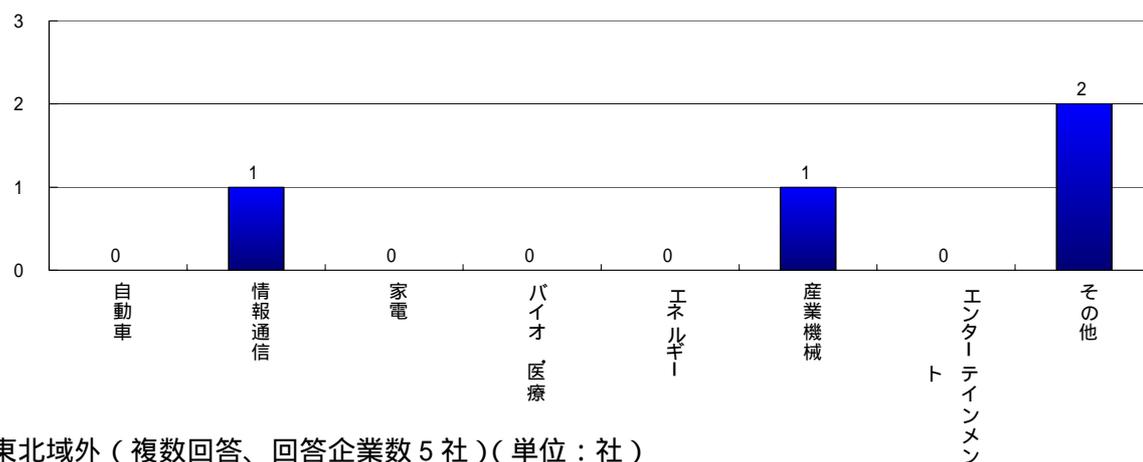


機能部品で「センサMEMS」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、東北域内では「産業機械」が最多であるのに対し、全体、東北域外では「自動車」が最多となっている。

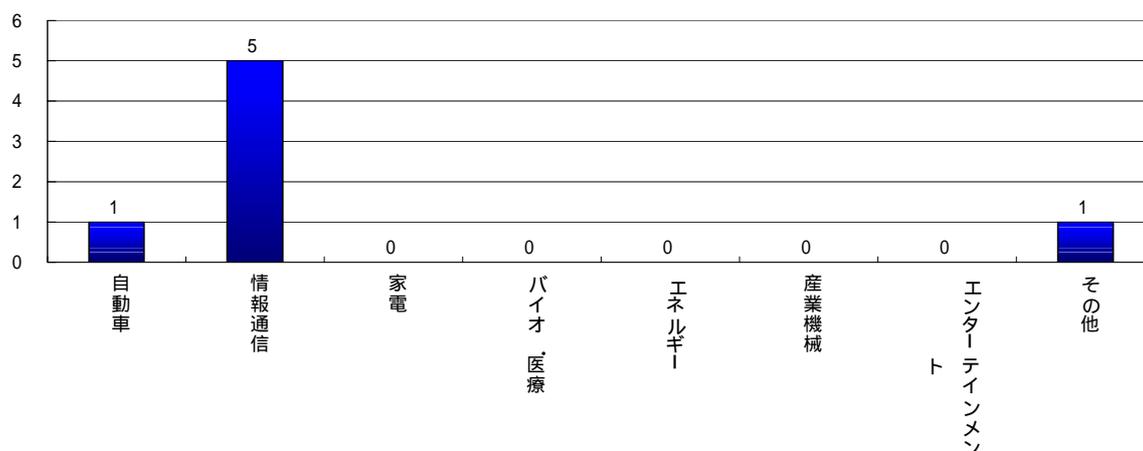
Q6. R F - M E M S を選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数 8 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 3 社）（単位：社）

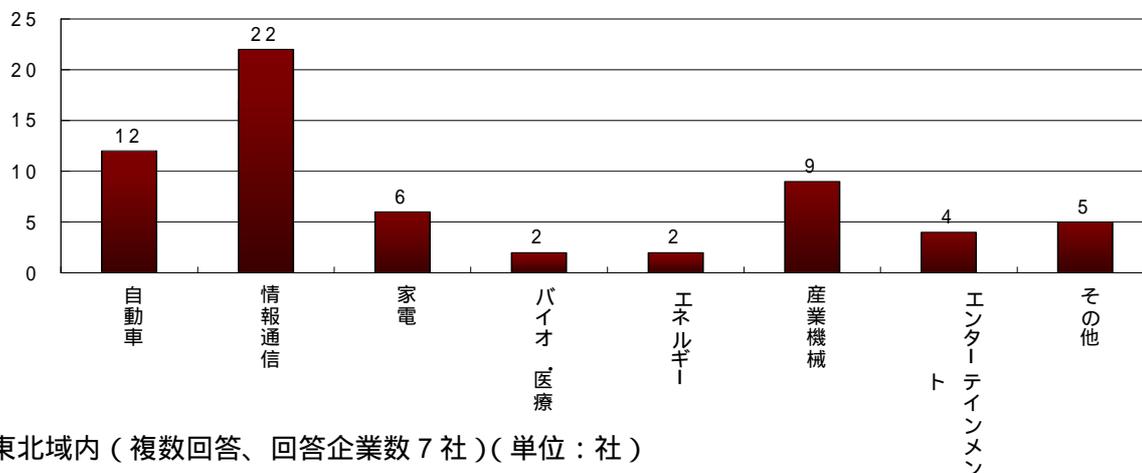


東北域外（複数回答、回答企業数 5 社）（単位：社）

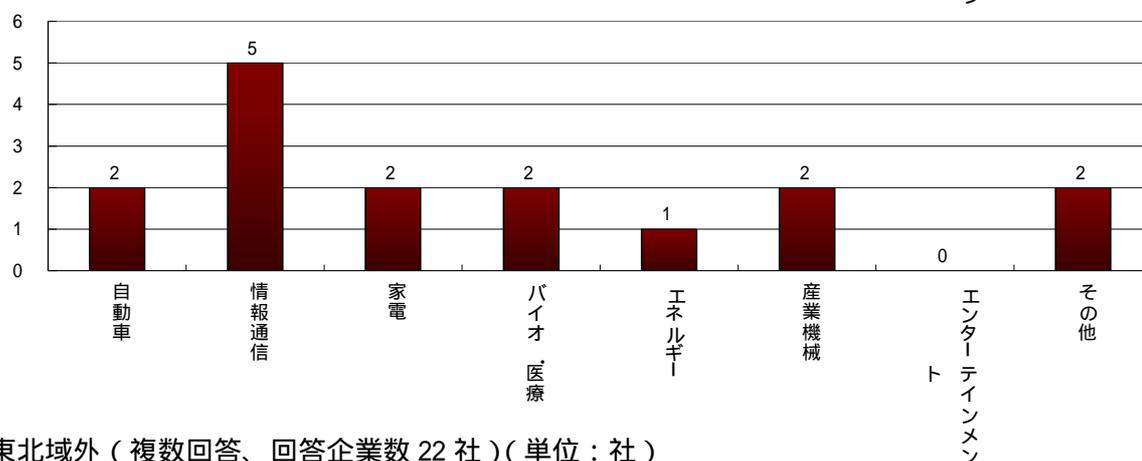


機能部品で「RF-MEMS」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、東北域内、域外ともに「情報通信」への回答が見られたほか、東北域内では「産業機械」、東北域外では「自動車」への回答が見られた。

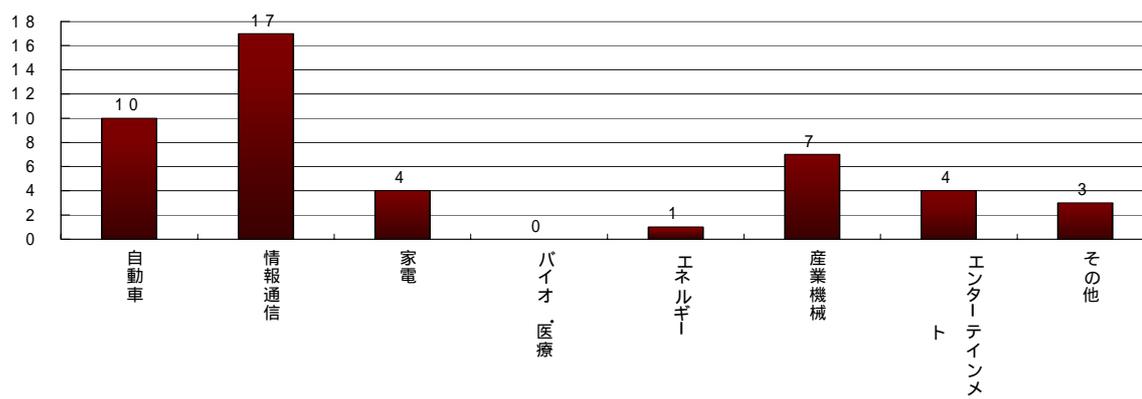
Q6. 「RF - MEMSを選択した企業」の今後取り組みたい分野
 全体（複数回答、回答企業数7社）(単位：社)



東北域内（複数回答、回答企業数7社）(単位：社)



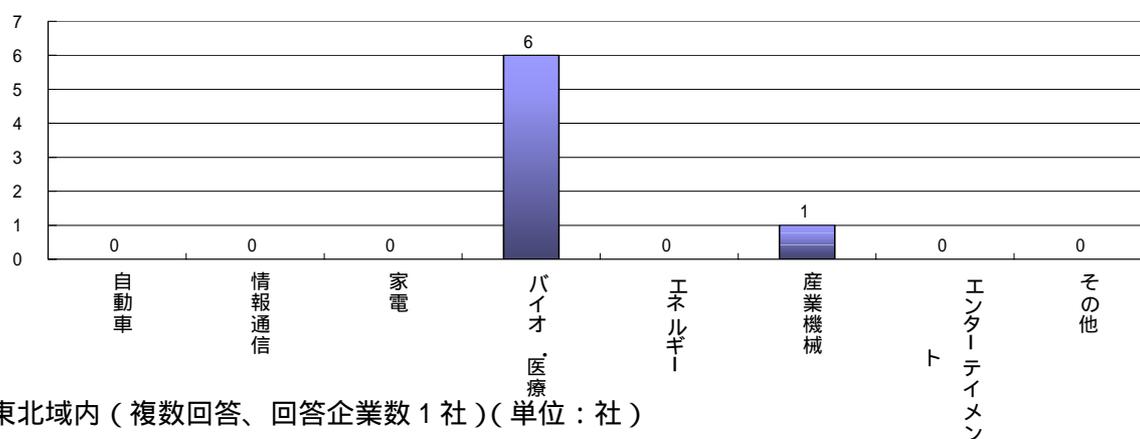
東北域外（複数回答、回答企業数22社）(単位：社)



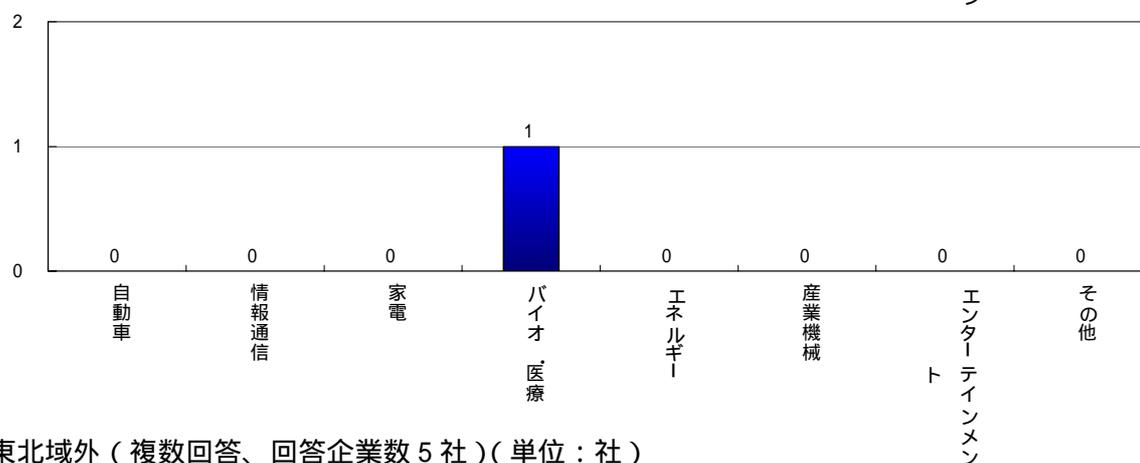
機能部品で「RF - MEMS」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、東北域内、域外ともに「情報通信」が最多となっている。東北域内では「バイオ・医療」への回答が見られる一方、「エンターテインメント」への回答が全く見られないのに対し、東北域外の場合はこれと反対の傾向を示している。

Q6. バイオ・化学MEMSを選択した企業の現在取り組んでいる分野

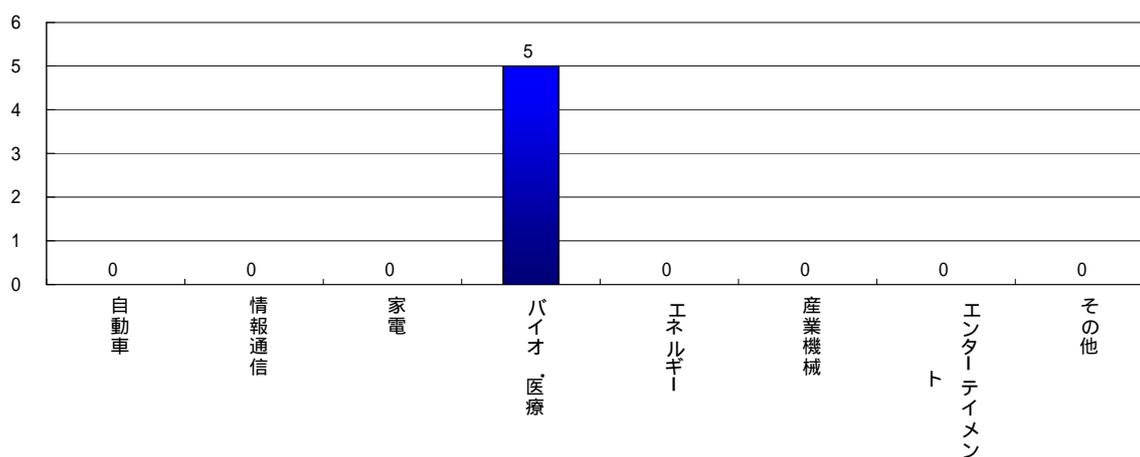
全体（複数回答、回答企業数6社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数1社）（単位：社）

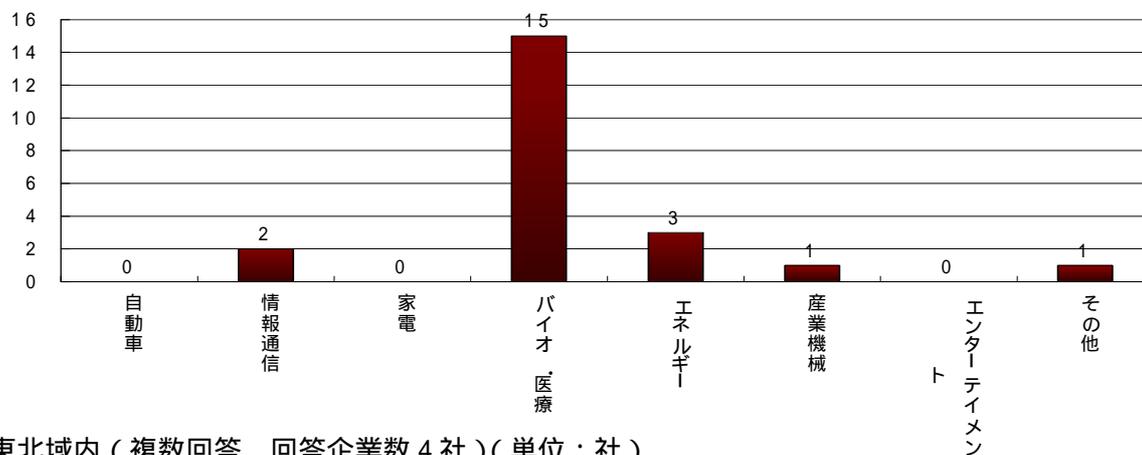


東北域外（複数回答、回答企業数5社）（単位：社）

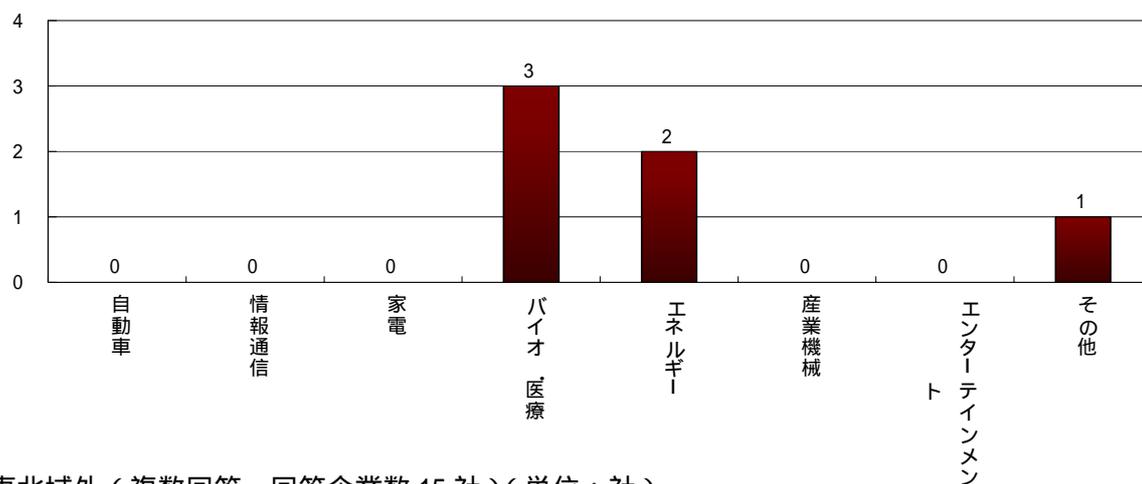


機能部品で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、全体、東北域内、域外ともに「バイオ・医療」に回答が集まっている。

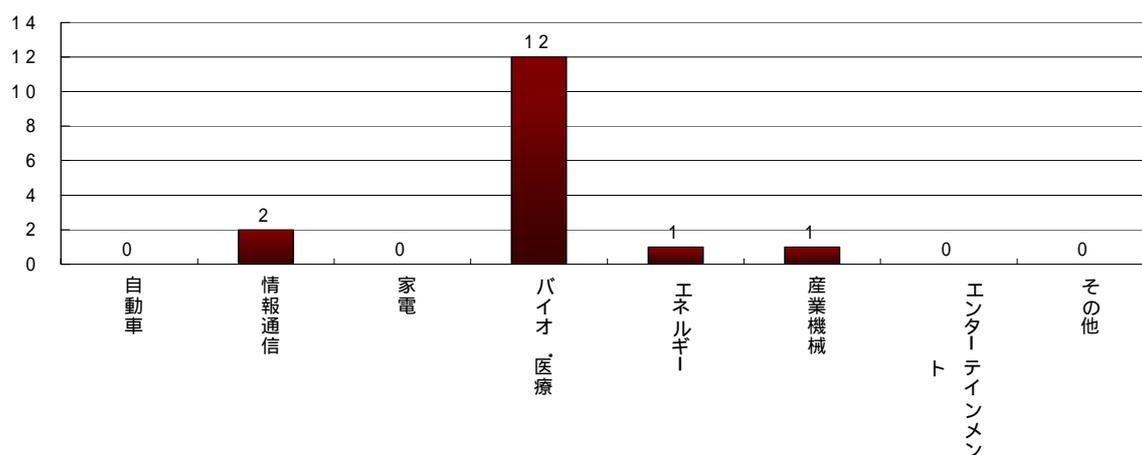
Q6. バイオ・化学MEMSを選択した企業の今後取り組みたい分野
 全体（複数回答、回答企業数 19社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 4社）（単位：社）

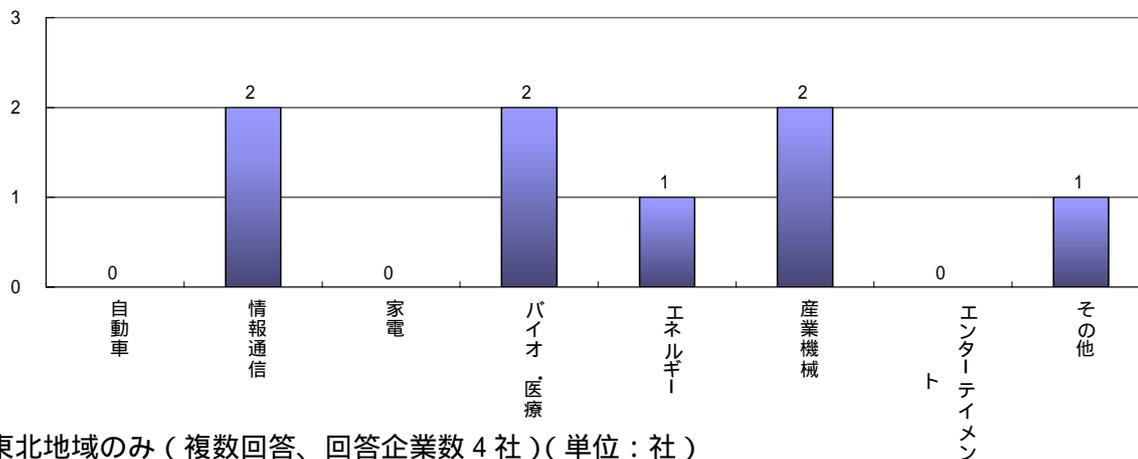


東北域外（複数回答、回答企業数 15社）（単位：社）

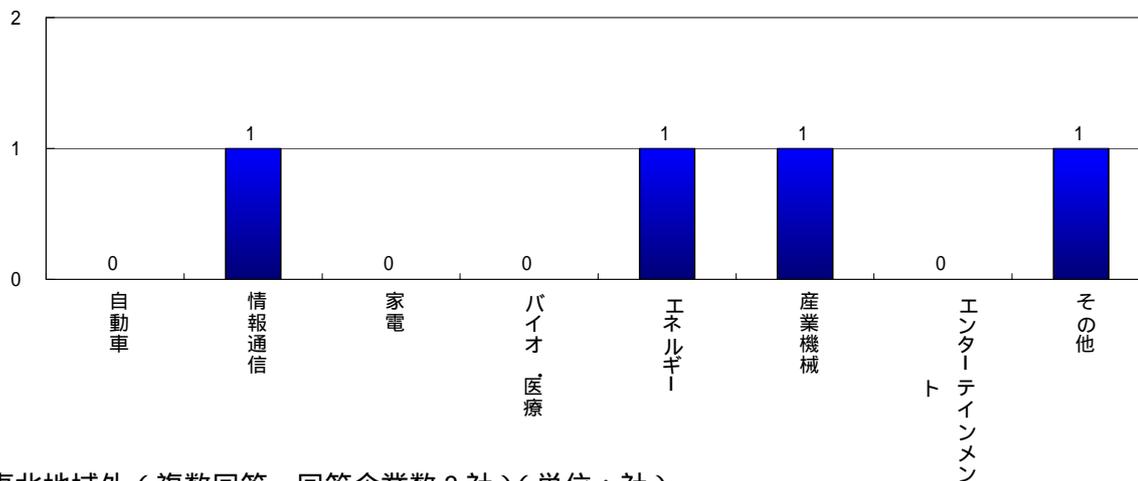


機能部品で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、
 全体、東北域内、域外ともに「バイオ・医療」への回答が最多となっている。

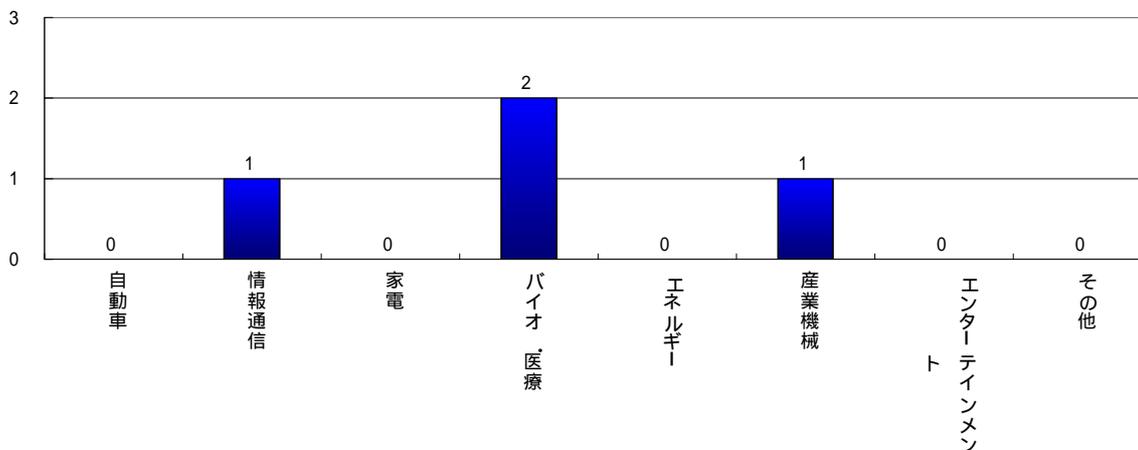
Q6. 熱流体素子を選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数7社）(単位：社)



東北地域のみ（複数回答、回答企業数4社）(単位：社)

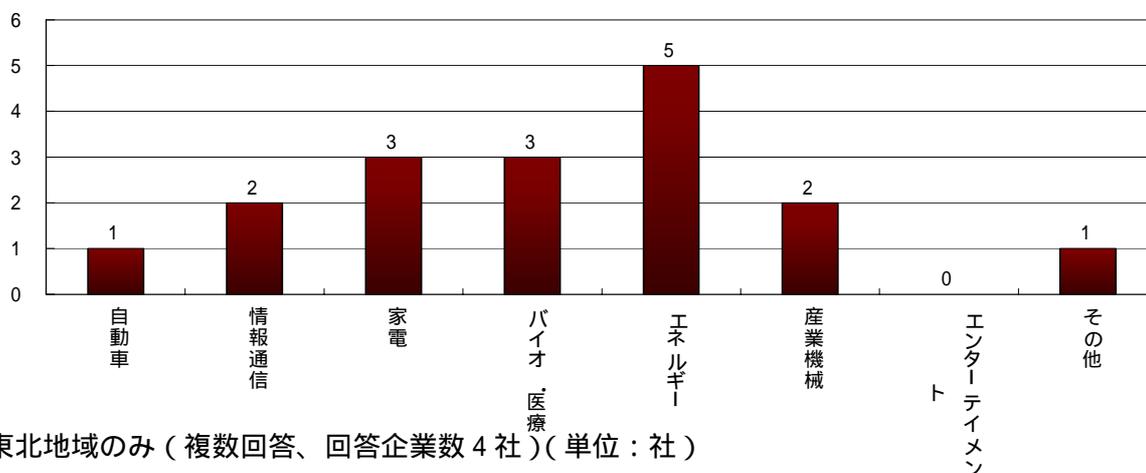


東北地域外（複数回答、回答企業数3社）(単位：社)

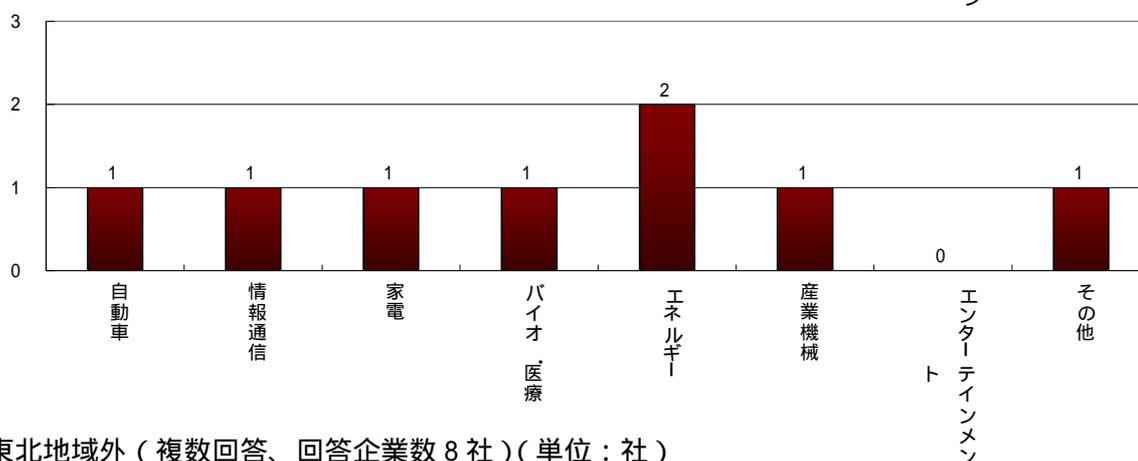


機能部品で「熱流体素子」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、「情報通信」、「バイオ・医療」、「エネルギー」、「産業機械」等への回答が見られた。自動車、家電、エンターテインメントについては、全体、域内、域外とも全く回答が見られなかった。

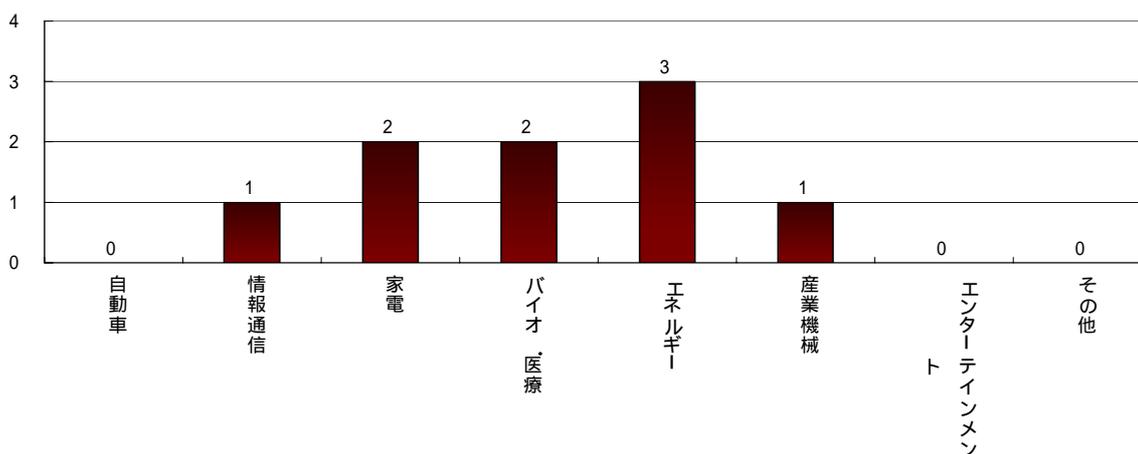
Q6. 熱流体を選択した企業の今後取り組みたい分野
 全体（複数回答、回答企業数 12 社）（単位：社）



東北地域のみ（複数回答、回答企業数 4 社）（単位：社）

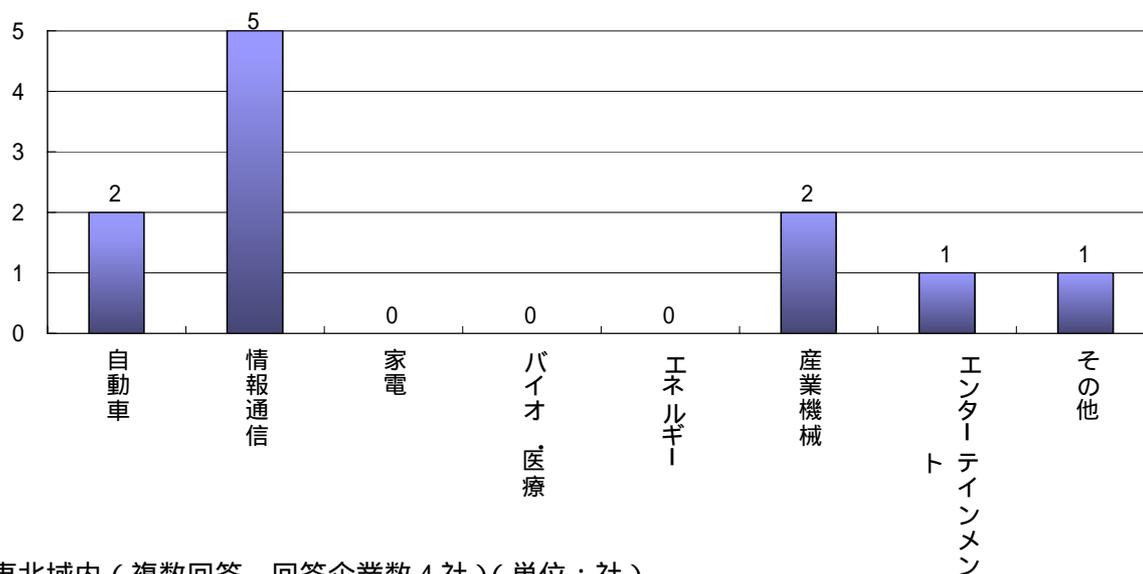


東北地域外（複数回答、回答企業数 8 社）（単位：社）

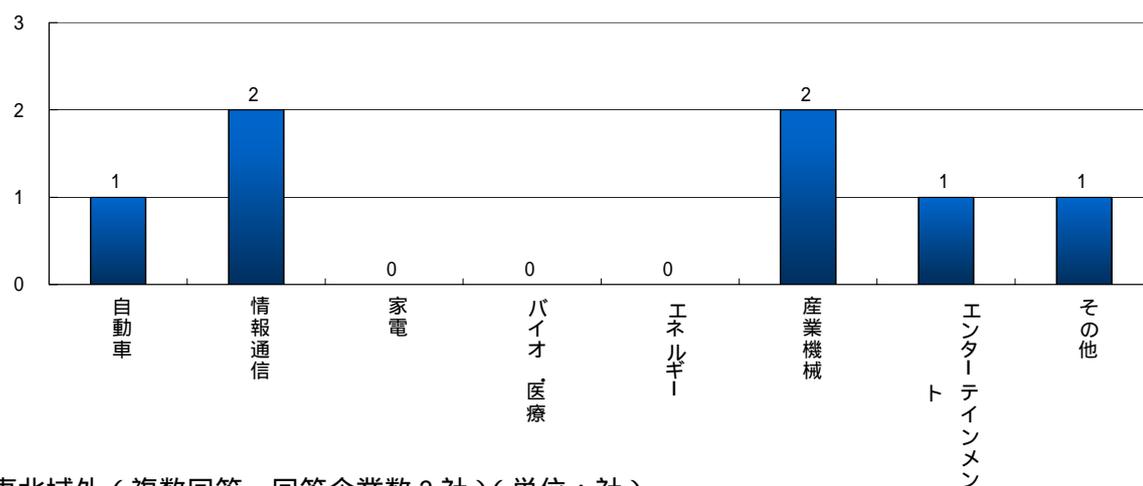


機能部品で「熱流体素子」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、全体では「エネルギー」への回答が最多となった。エンターテインメントについては、全体、東北域内、域外とも全く回答が見られなかった。

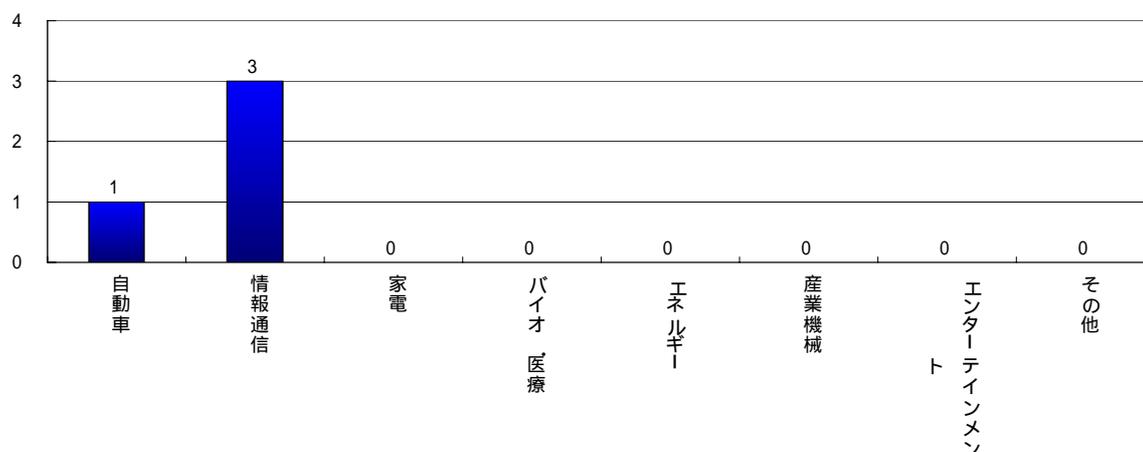
Q6. マイクロアクチュエータを選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数7社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数4社）（単位：社）

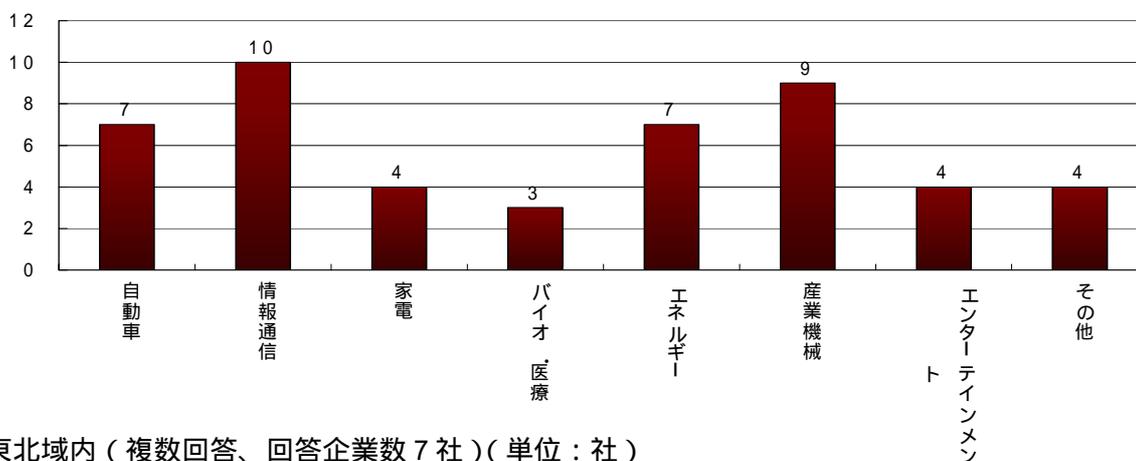


東北域外（複数回答、回答企業数3社）（単位：社）

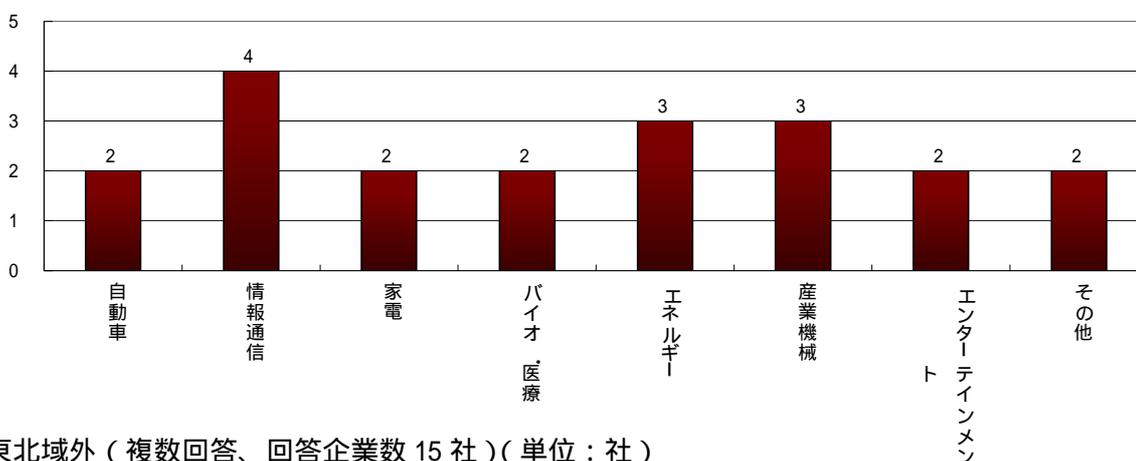


機能部品で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、全体では「情報通信」への回答が最多となった。

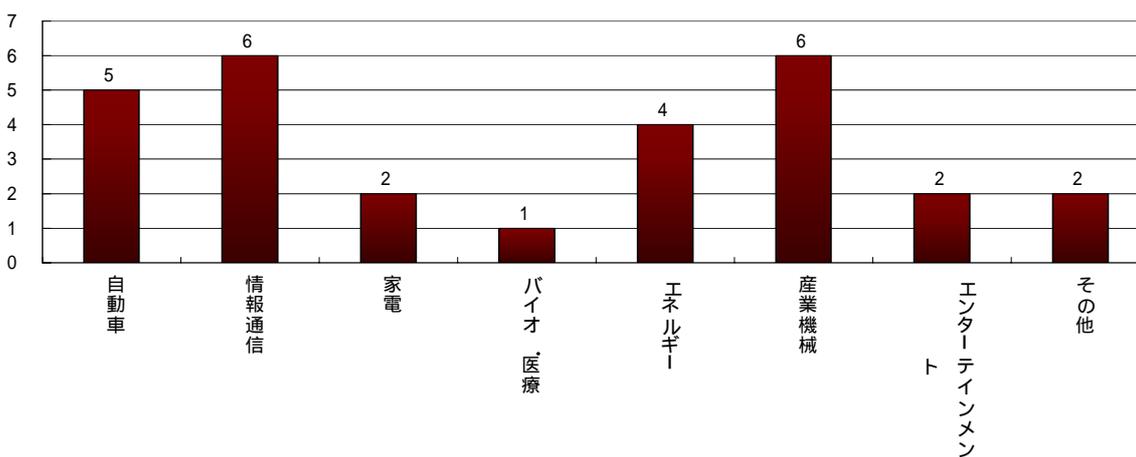
Q6. マイクロ・アクチュエータを選択した企業の今後取り組みたい分野
 全体（複数回答、回答企業数 22 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 7 社）（単位：社）

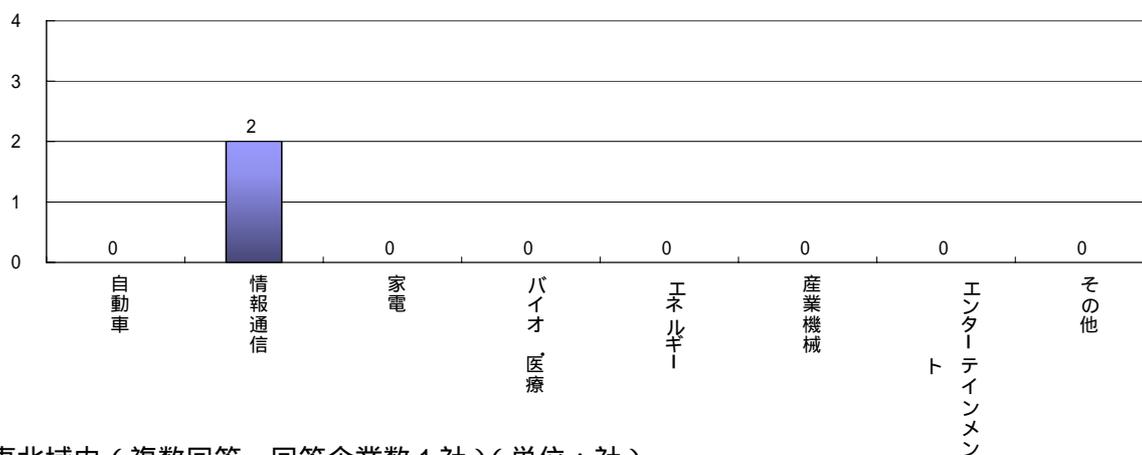


東北域外（複数回答、回答企業数 15 社）（単位：社）

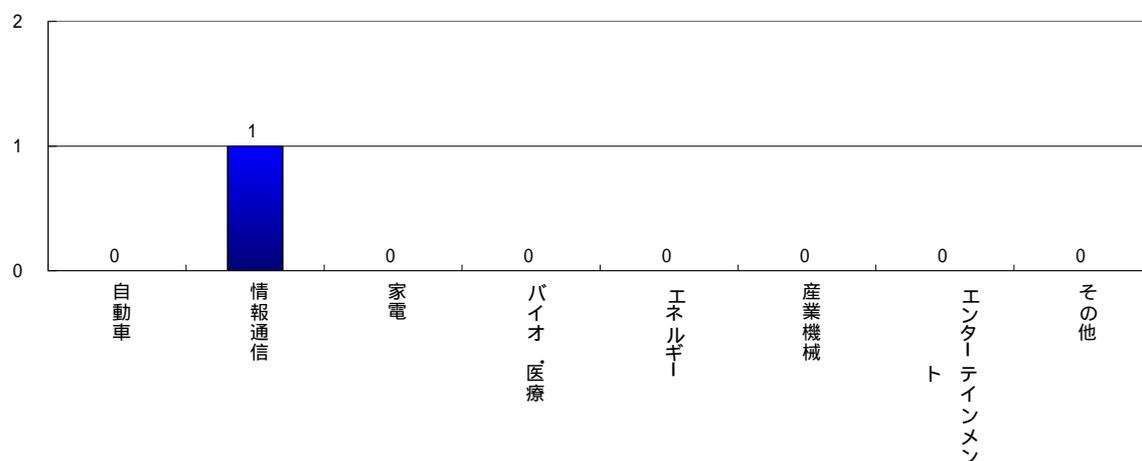


機能部品で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、全体、東北域外では「情報通信」、「産業機械」、「自動車」、「エネルギー」への回答が多かったが、東北域内ではそれぞれの項目に回答が分散した。

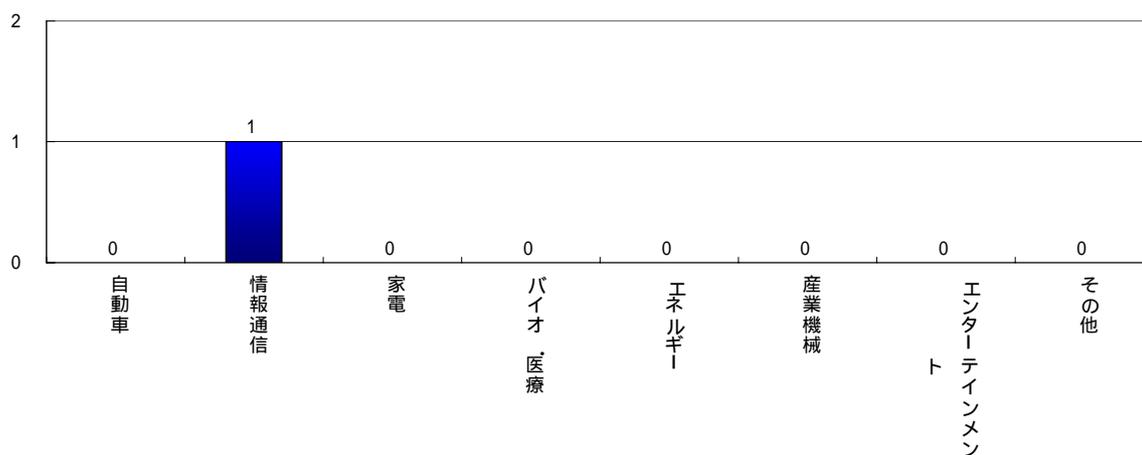
Q6. その他を選択した企業の現在取り組んでいる分野
 全体（複数回答、回答企業数 2 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 1 社）（単位：社）



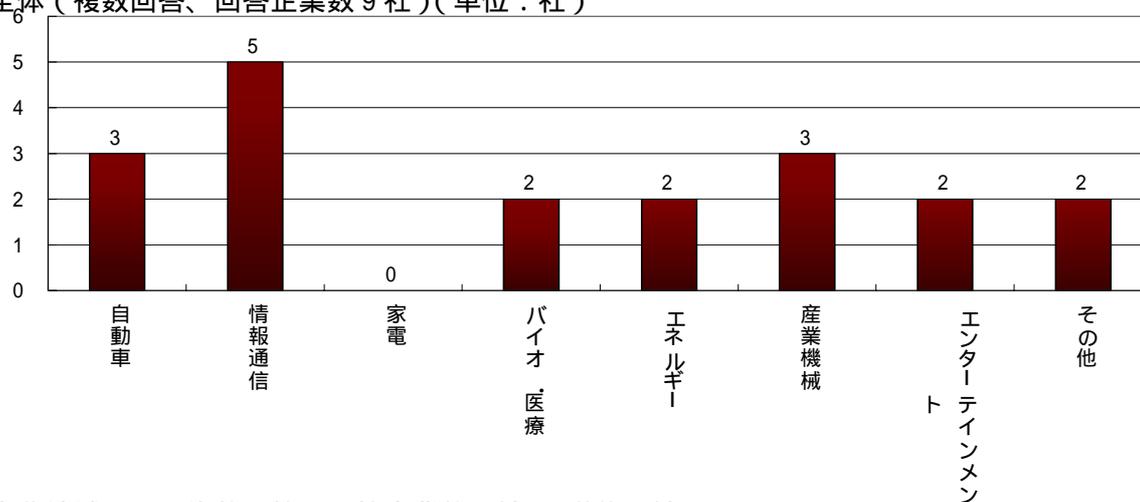
東北域外（複数回答、回答企業数 1 社）（単位：社）



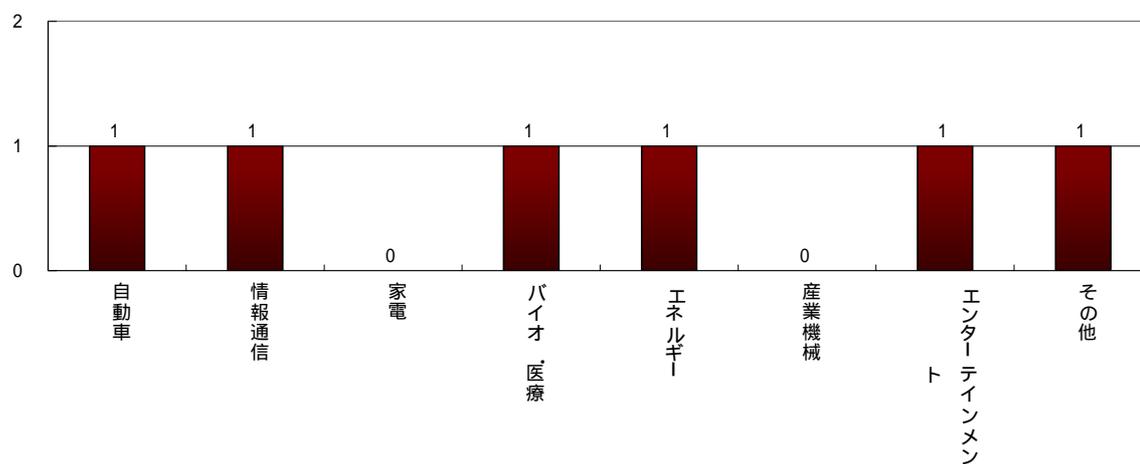
機能部品で「その他」を選択した企業が現在取り組んでいる分野について、全体、東北域内、東北域外ともに「情報通信」のみへの回答となった。

Q6. その他を選択した企業の今後取り組みたい分野

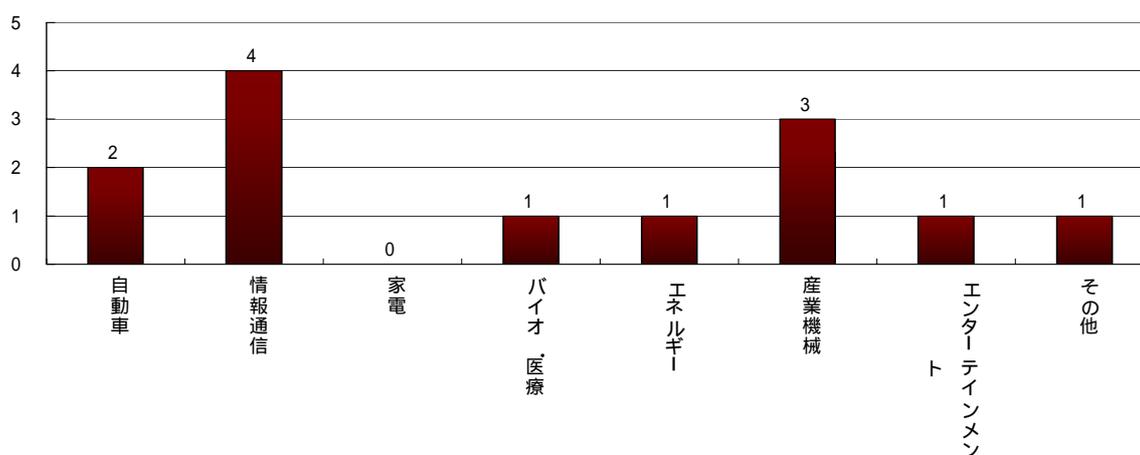
全体（複数回答、回答企業数9社）(単位：社)



東北地域のみ（複数回答、回答企業数3社）(単位：社)



東北地域外（複数回答、回答企業数6社）(単位：社)



機能部品で「その他」を選択した企業が今後取り組みたい分野について、全体、東北域外では「情報通信」が最多となっている。一方で全体、東北域内、東北域外ともに「家電」への回答は見られず、全体的に各項目に回答が分散した。

Q7 . Q6 でいずれかに回答した企業が今後取り組みたい具体的なMEMS機能部品
(自由記述)

(東北域内)

企業	今後取り組みたい具体的なMEMS機能部品
A社	<ul style="list-style-type: none"> ・磁気センサ(高感度、高精度) ・加速度センサ(車載用各種)
B社	<ul style="list-style-type: none"> ・当社の技術を生かしたMEMSジャイロ
C社	<ul style="list-style-type: none"> ・警備サービスに使えるセンサを調査中
D社	<ul style="list-style-type: none"> ・RF-MEMS分野 ・環境関連のMEMSデバイス ・センサ/アクチュエータ関連のMEMSデバイス
E社	<ul style="list-style-type: none"> ・小型エンコーダ部品
F社	<ul style="list-style-type: none"> ・スフィア光源を用いた用途開発
G社	<ul style="list-style-type: none"> ・RFスイッチ(小型、高速切替、高耐久性)
H社	<ul style="list-style-type: none"> ・車等の姿勢制御等の加速度センサなど
I社	<ul style="list-style-type: none"> ・加速度センサ ・車載用の空気圧センサ ・ゲーム機用の入力機器

東北域内の企業が今後取り組みたい具体的なMEMS機能部品としては、2社で磁気センサ、加速度センサ、空気圧センサ等を挙げており、センサ関係が多くなっている。また、RF-MEMSに関する記述も2社で見られた。

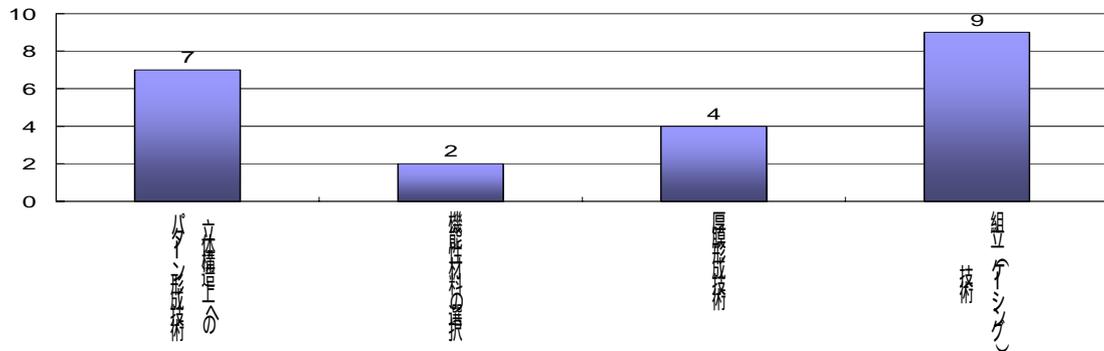
(東北域外)

企業	今後取り組みたい具体的なMEMS機能部品
a社	・ユビキタス・ネットワーク市場で活用されるセンサ及びRF-MEMSの半導体とMEMS素子を融合した製品の企画、開発
b社	・真空パッケージングを必要とするMEMS
c社	・RF-IDとMEMSを融合した小型無線チップの開発
d社	・把握力モニタリングセンサとしてのMEMS
e社	・当社の加工技術とMEMSの融合
f社	・高精度振動センサ
g社	・高精度、高分解能な位置センサやトルクセンサ
h社	・Photo resist を使用した技術を応用できるMEMS parts
i社	・高感度小型圧力センサ ・小型パイプ、小型流量計
j社	・二次電池コンデンサ等をMEMSに組み込みたい。
k社	・携帯端末用RF-MEMS ・燃料電池のポンプ、流路等補器 ・光MEMS ・加速センサ等のエンターテインメントへの応用
l社	・産業用物理量センサーのニーズへの対応
m社	・分析用部品の製造
n社	・自動車用圧力センサ、温度センサ
o社	・赤外線センサあるいは画像センサ ・センサと組み合わせたアクチュエータ ・センサ用の電力供給システム
p社	・センサ全般
q社	・レーザー表示器への応用 ・車載センサーへの応用 ・RF-MEMS分野
r社	・マイクロマシン必要なマイクロパーツ
s社	・新材料の開発を加速するためのツールとしての化学MEMS
t社	・超小型慣性センサ ・高精度慣性センサ

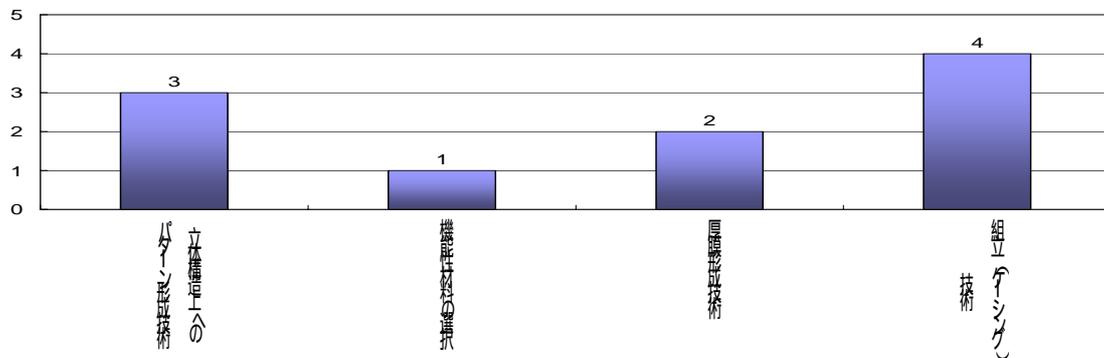
東北域外の企業が今後取り組みたいMEMS機能部品としては、搭載分野は多岐に渡るものの東北域内と同様、センサに関連したものが多くなっている。

(2) MEMSビジネス・技術ロードマップシート

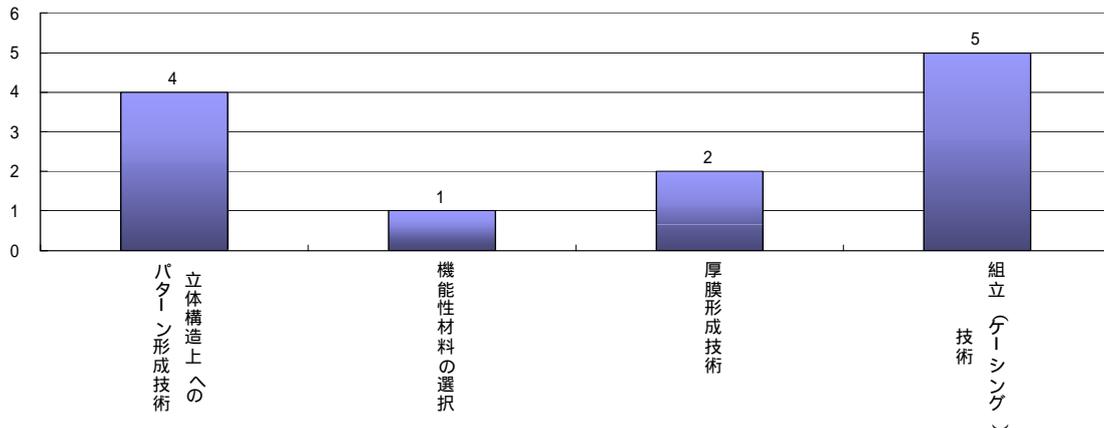
Q8・Q6で「光MEMS」を選択した企業が現在手がけている技術全体（複数回答、回答企業数14社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数4社）（単位：社）



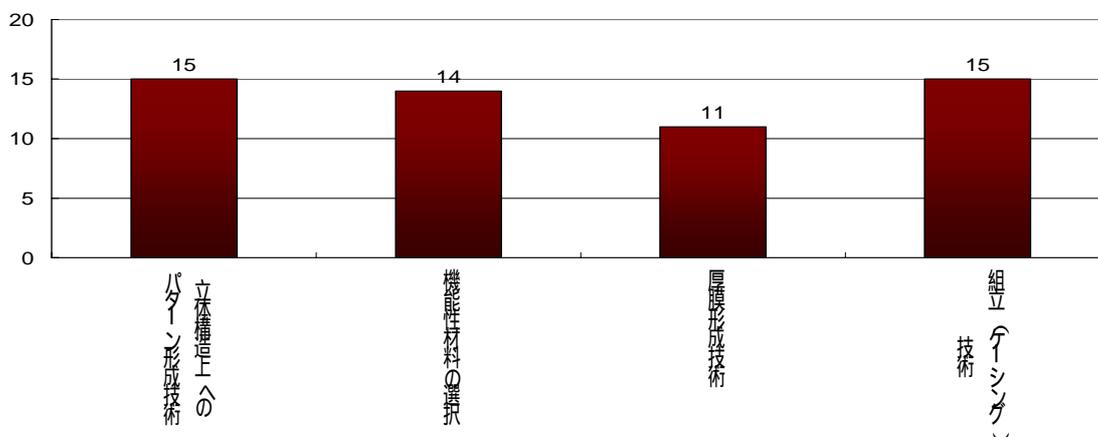
東北域外（複数回答、回答企業数10社）（単位：社）



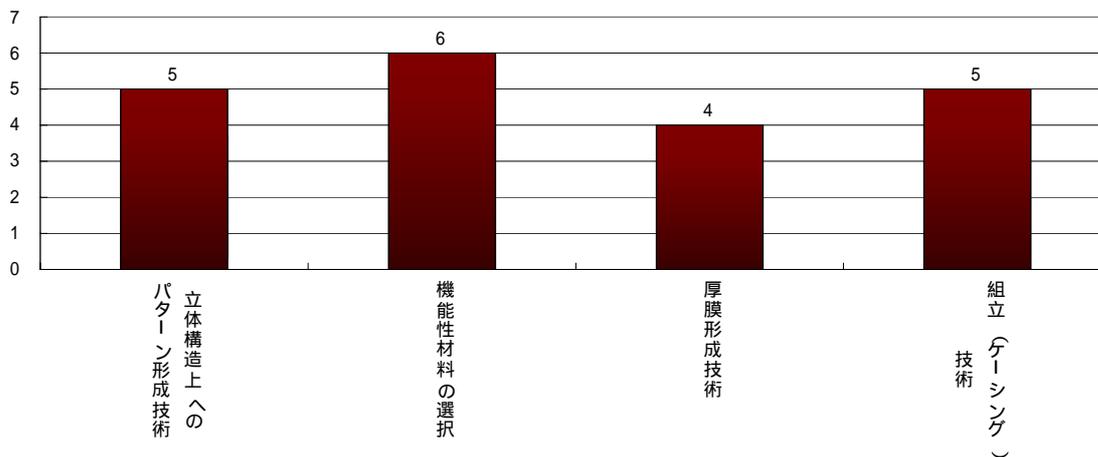
Q6で「光MEMS」を選択した企業が手がけている技術については、「組立(ケーシング)技術」(9社)、「立体構造上へのパターン形成技術」(7社)が主な意見となっている。

域内、域外別で見ると、東北域内、域外ともに「組立(ケーシング)技術」が最多となり、第2順位以下も同様の傾向となっている。

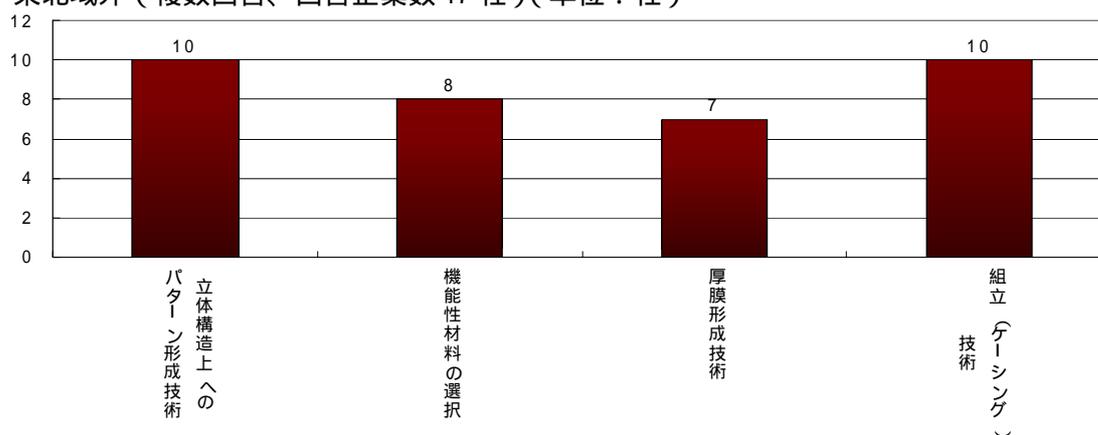
Q8. Q6で「光MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術全体（複数回答、回答企業数24社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数7社）（単位：社）



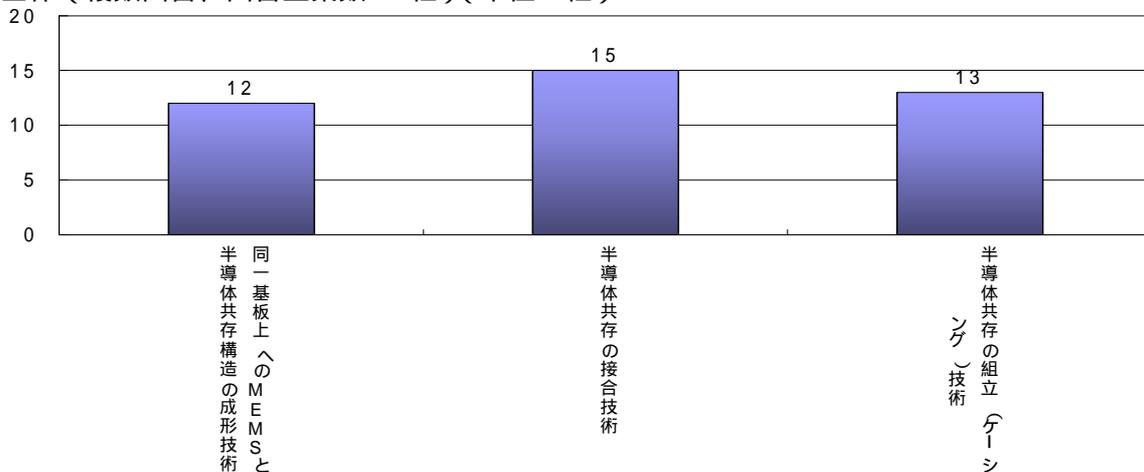
東北域外（複数回答、回答企業数17社）（単位：社）



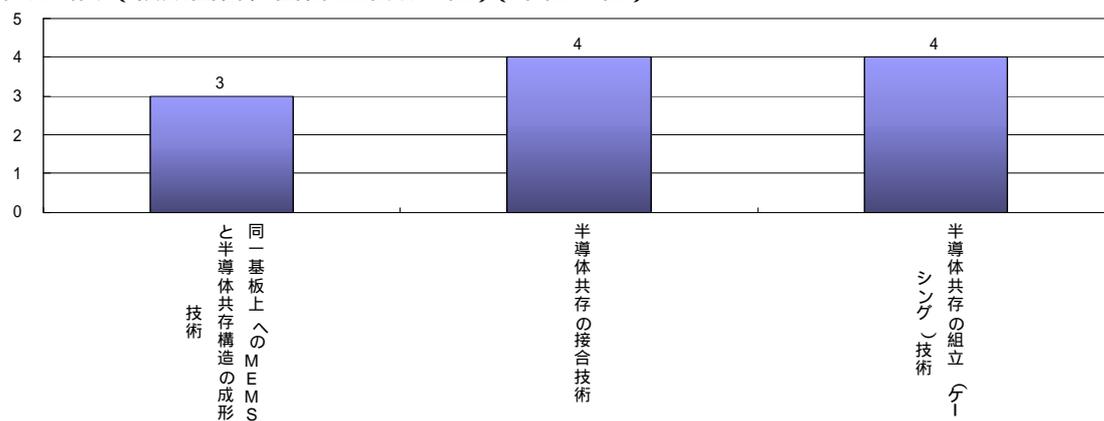
Q6で「光MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術については、「立体構造上へのパターン形成技術」（15社）が最も多いものの、どの項目もほぼ同数となっている。

域内、域外別に見ると、東北域内では「機能性材料の選択」（6社）、東北域外では「立体構造上へのパターン形成技術」、「組立(ケーシング)技術」（ともに10社）が最多となったものの、どの項目もほぼ同数となっており、同様の傾向となっている。

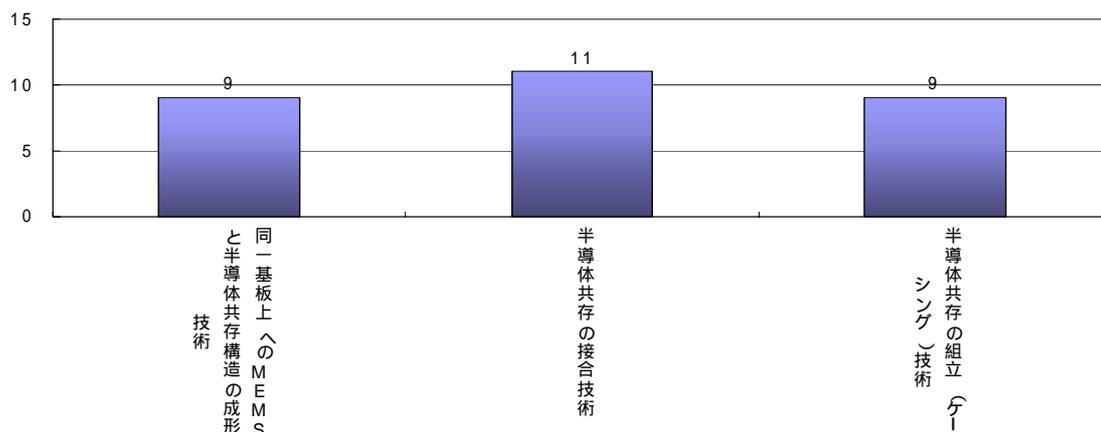
Q9 . Q6 で「センサMEMS」を選択した企業が、現在手がけている技術
 全体（複数回答、回答企業数 22 社）(単位：社)



東北域内（複数回答、回答企業数 6 社）(単位：社)



東北域外（複数回答、回答企業数 16 社）(単位：社)

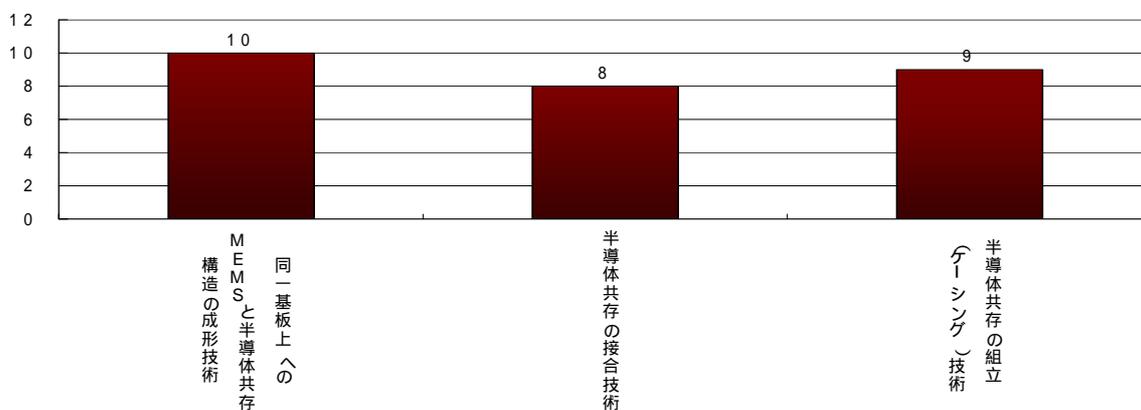


Q6 で「センサMEMS」を選択した企業が、現在手がけている技術については、どの項目もほぼ同数となっており大きな差異は見られない。域内、域外別に見ても同様の傾向を示している。

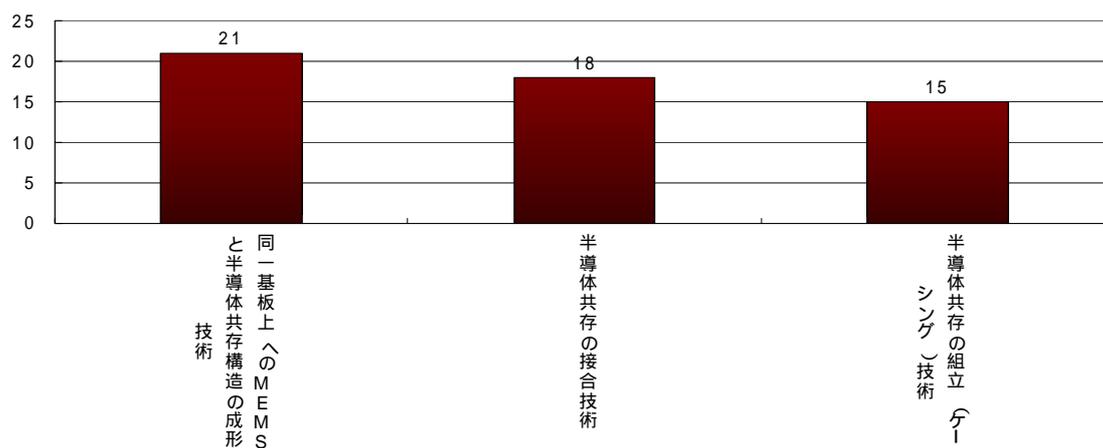
Q9. Q6で「センサMEMS」を選択した企業が課題と考えている技術
 全体（複数回答、回答企業数 37社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 12社）（単位：社）

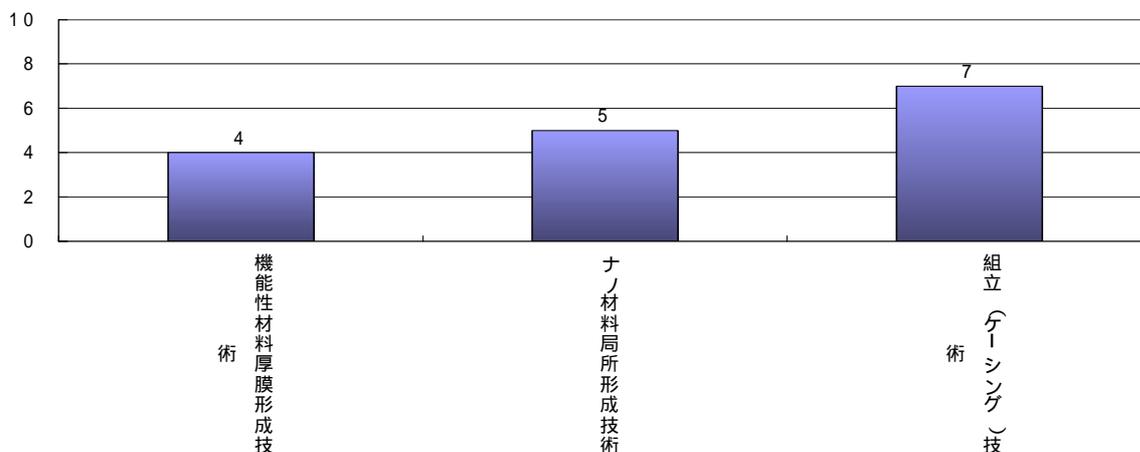


東北域外（複数回答、回答企業数 25社）（単位：社）

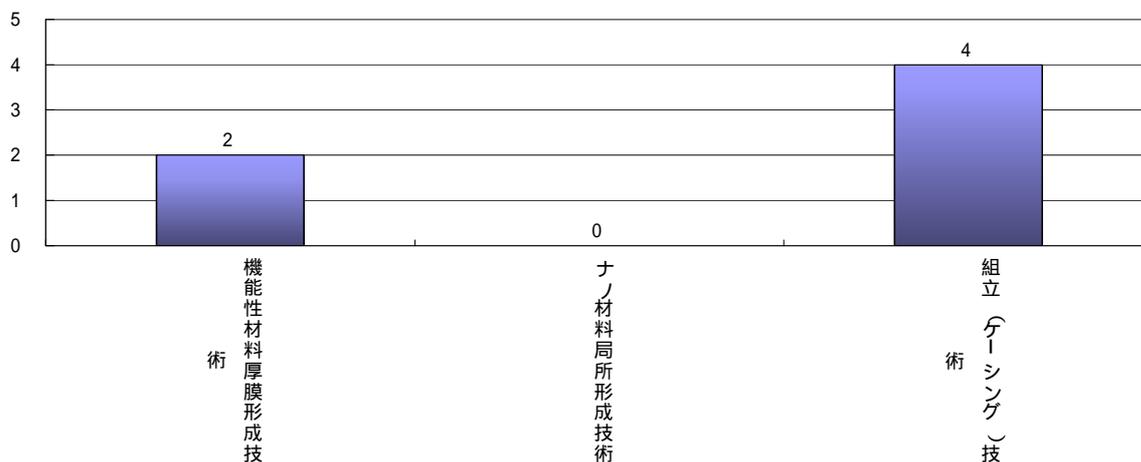


Q6で「センサMEMS」を選択した企業が、課題と考えている技術については、全体では「同一基板上へのMEMSと半導体共存構造の成形技術」（31社）が最多であり、域内、域外別でも同様の傾向となった。

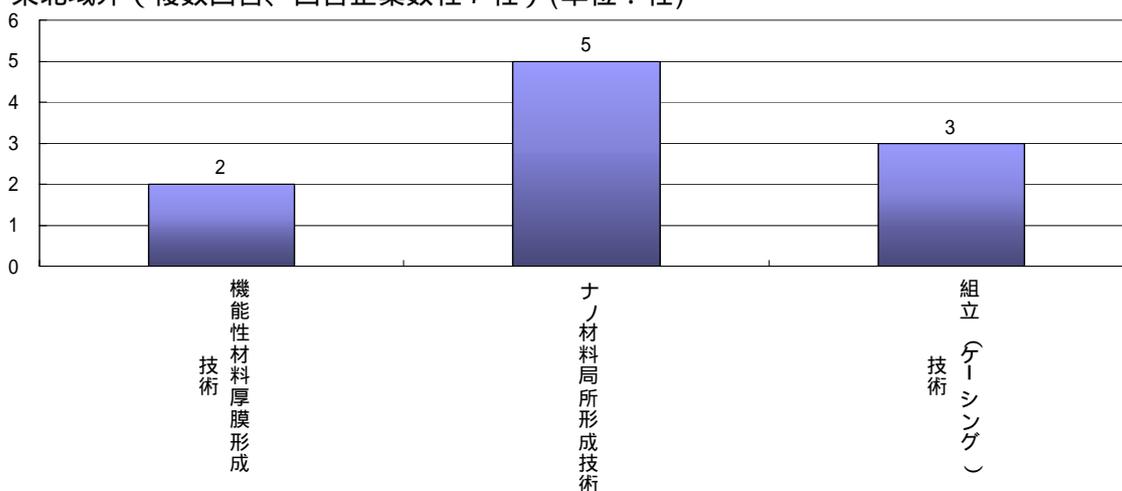
Q10. Q6で「RF - MEMS」を選択した企業が現在手がけている技術
 全体（複数回答、回答企業数11社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数4社）（単位：社）



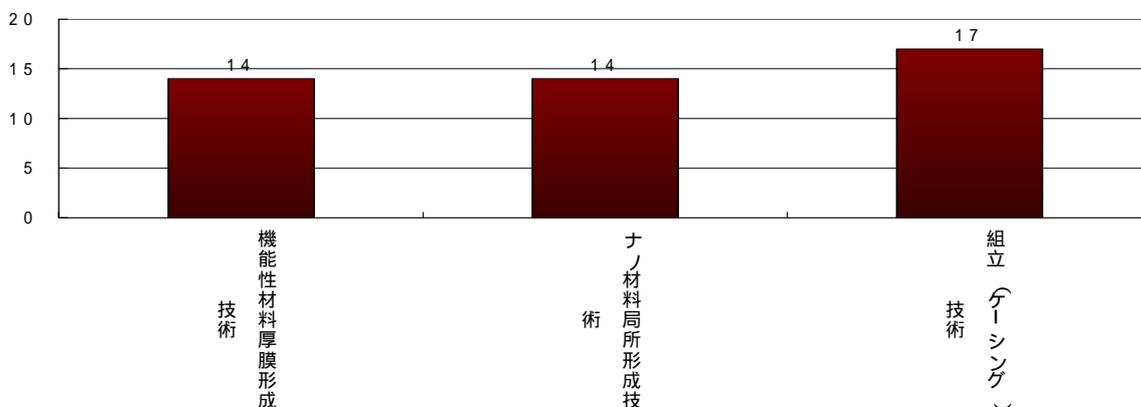
東北域外（複数回答、回答企業数社7社）（単位：社）



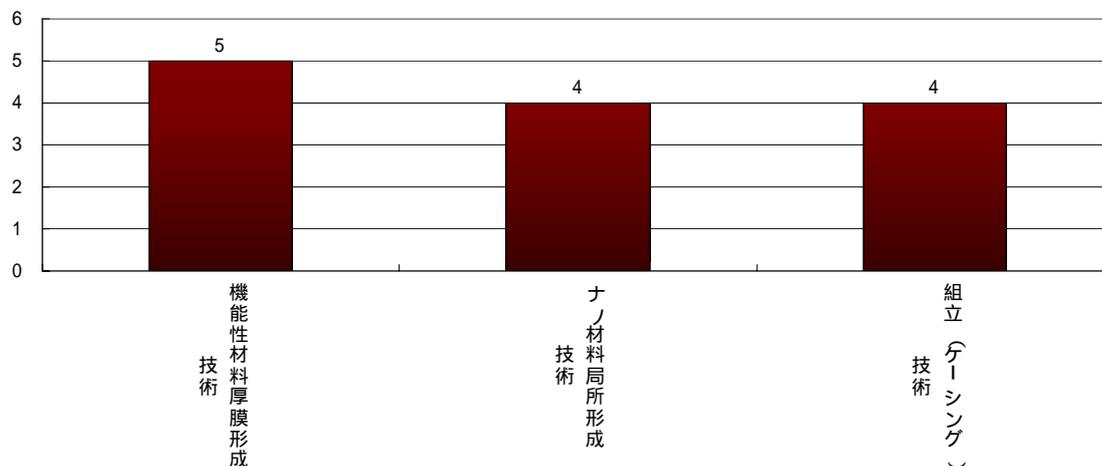
Q6で「RF - MEMS」を選択した企業が現在手がけている技術について、「組立(ケーシング)技術」(7社)が最多となっている。

域外、域内別に見ると、東北域内では「ナノ材料局所形成技術」への回答が全く見られなかったのに対し、東北域外では5社と最多になっている。

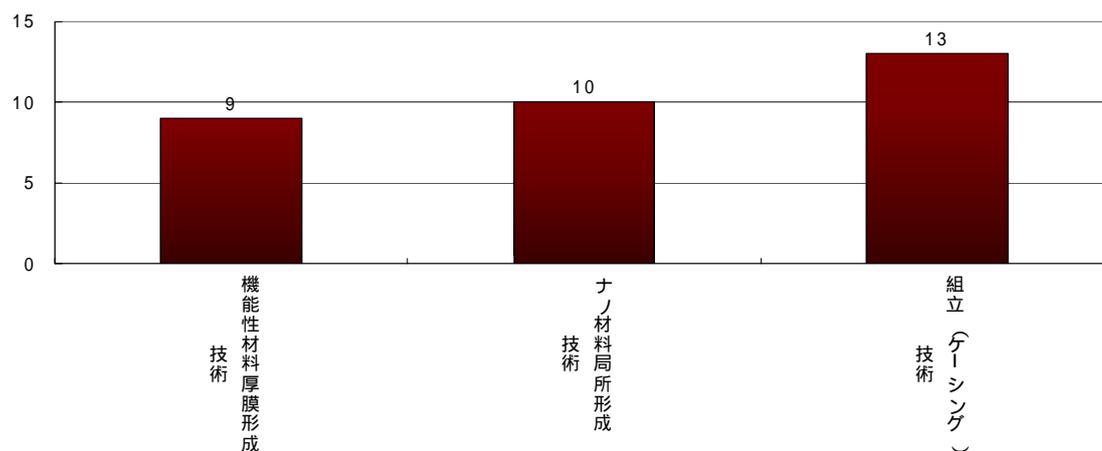
Q10. Q6で「RF - MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術全体（複数回答、回答企業数 25 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 8 社）（単位：社）

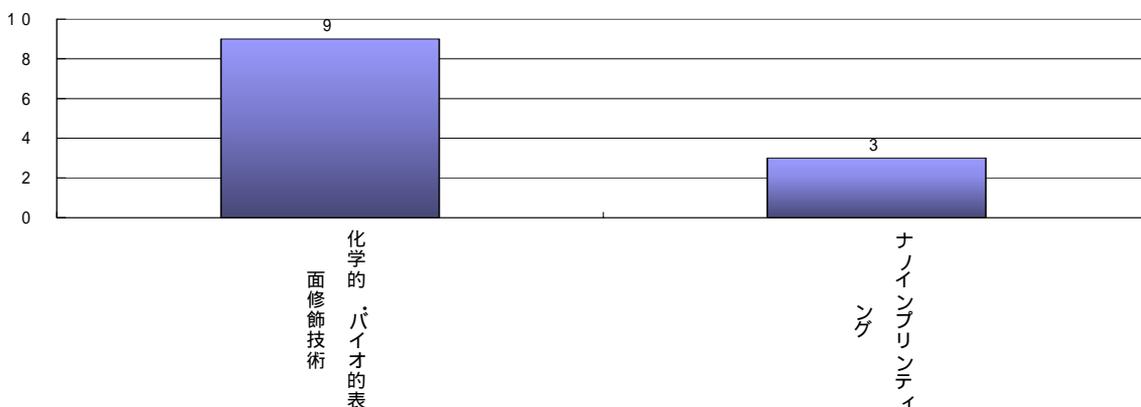


東北域外（複数回答、回答企業数 17 社）（単位：社）

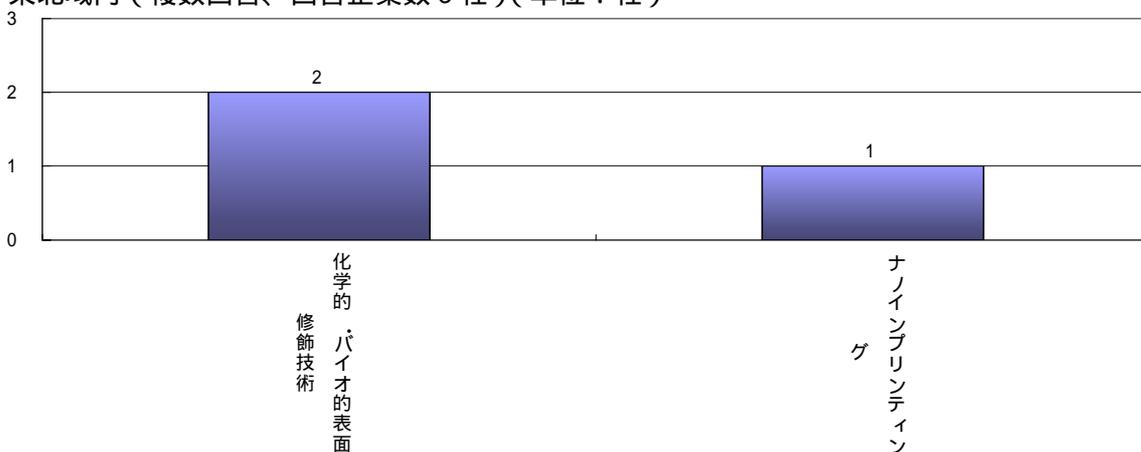


Q6で「RF - MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術について、全体では「組立（ケーシング技術）」が17社と最多であるが、どの項目もほぼ同数となっている。東北域内、域外別に見てもほぼ同様の傾向となっている。

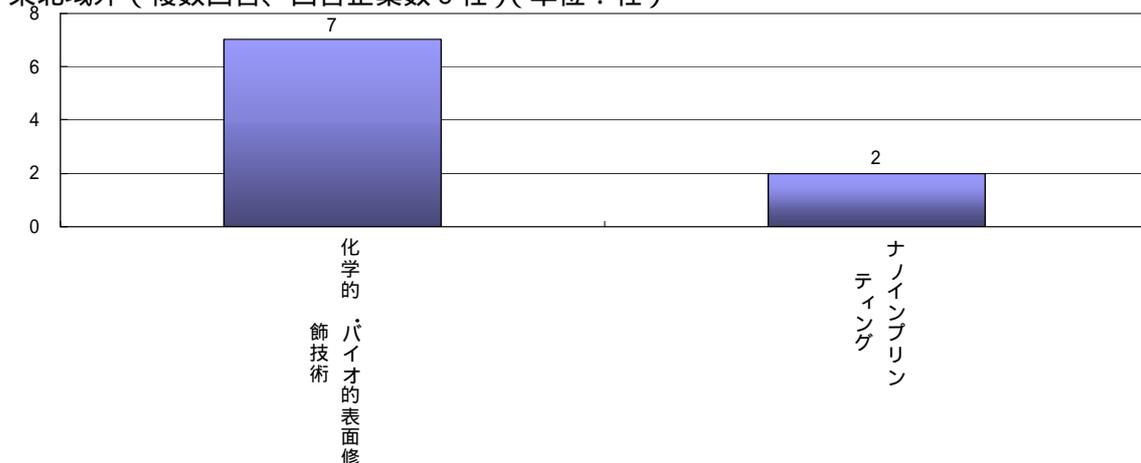
Q11. Q6で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が現在手がけている技術全体（複数回答、回答企業数11社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数3社）（単位：社）



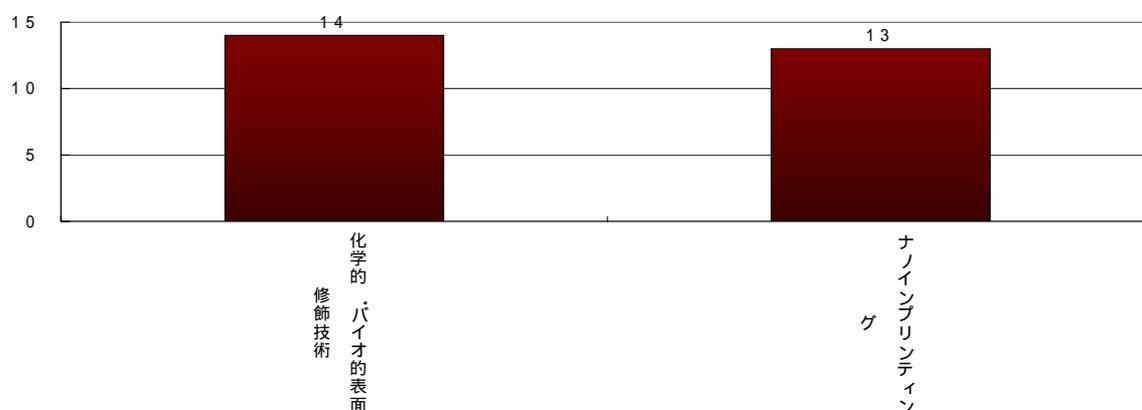
東北域外（複数回答、回答企業数8社）（単位：社）



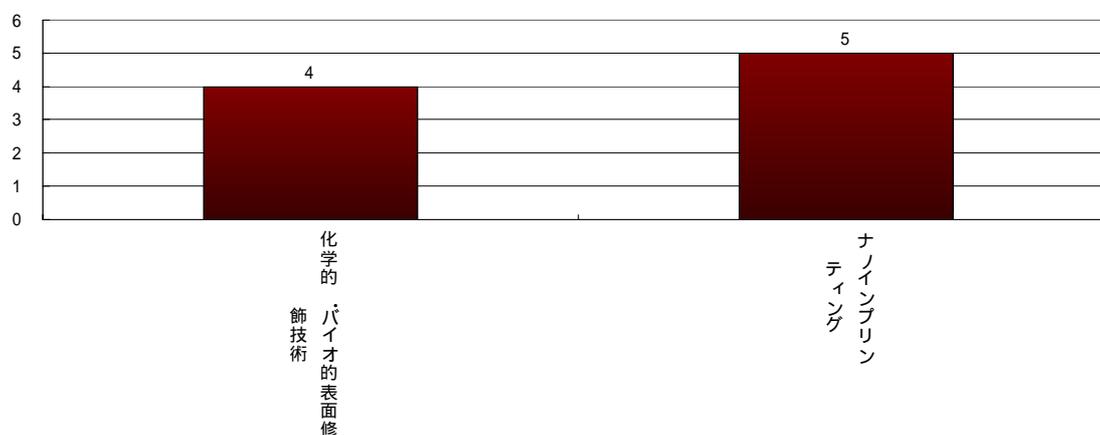
Q6で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が現在手がけている技術について、全体では「化学的・バイオ表面の修飾技術」が9社、「ナノインプリンティング」が3社となっている。

域内、域外別に見ると、東北域内では全回答企業数が3社のため、項目間での差を見出すのは難しいが、東北域外では「化学的・バイオ表面の修飾技術」と回答した企業の方が多くなっている。

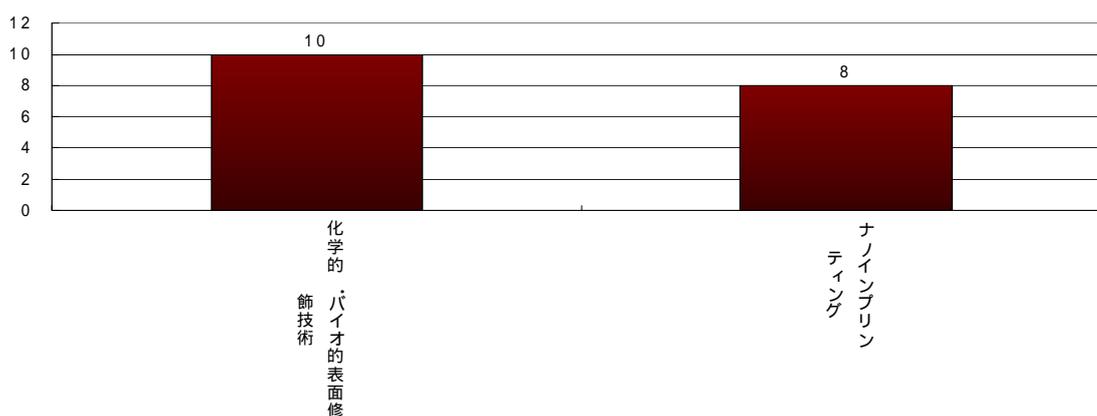
Q11. Q6で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術全体（複数回答、回答企業数 19社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 7社）（単位：社）



東北域外（複数回答、回答企業数 12社）（単位：社）



Q6で「バイオ・化学MEMS」を選択した企業が課題と考えている技術について、全体では「化学的・バイオ表面的修飾技術」が14社、「ナノインプリンティング」が13社とほぼ同数となっている。域内、域外別に見ても、ほぼ同数となっており、同様の傾向を示している。

Q12 . Q6 で「熱流体素子MEMS (パワーMEMS)」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答なし)

Q12 . Q6 で「熱流体素子MEMS (パワーMEMS)」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域外)(自由回答、回答企業数3社)

- ・インクジェット

Q12 . Q6 で「熱流体素子MEMS (パワーMEMS)」を選択した企業が課題と考えている技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答企業数2社)

- ・量産化技術

Q12 . Q6 で「熱流体素子MEMS (パワーMEMS)」を選択した企業が課題と考えている技術(一部掲載)
(東北域外)(自由回答、回答企業数6社)

- ・精度
- ・安定性、耐久性
- ・マイクロポンプ、流路等の小型化、薄型化
- ・センサ等への電力供給技術。必ずしも大きな電力ではないが電池レス化をはかりたい。

Q13 . Q6 で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答企業数 4 社)

- ・ 静電アクチュエータ
- ・ 圧電アクチュエータ
- ・ 医療用

Q13 . Q6 で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域外)(自由回答、回答企業数 6 社)

- ・ ナノ精度加工技術
- ・ 静電アクチュエータ
- ・ インクジェットプリンタ用ヘッド
- ・ 流体制御(インクジェット)
- ・ 薄膜圧電アクチュエータ

Q13 . Q6 で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が課題と考えている技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答企業数 7 社)

- ・ 精度
- ・ 微細化技術

Q13 . Q6 で「マイクロアクチュエータ」を選択した企業が課題と考えている技術(一部掲載)
(東北域外)自由回答、回答企業数 11 社)

- ・ より一層の微細化
- ・ 接点信頼性技術
- ・ インクジェットヘッドの低コスト化、高精度化
- ・ アクチュエータのパワー、ストローク増大
- ・ 機能性材料形成

Q14 . Q6 で「その他」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答企業数 2 社)

- ・ 接合技術
- ・ 高アスペクトチャネル形成技術

Q14・Q6で「その他」を選択した企業が現在手がけている技術(一部掲載)
(東北域外)(自由回答、回答企業数1社)

- ・MEMS加工一般で特殊技術無し

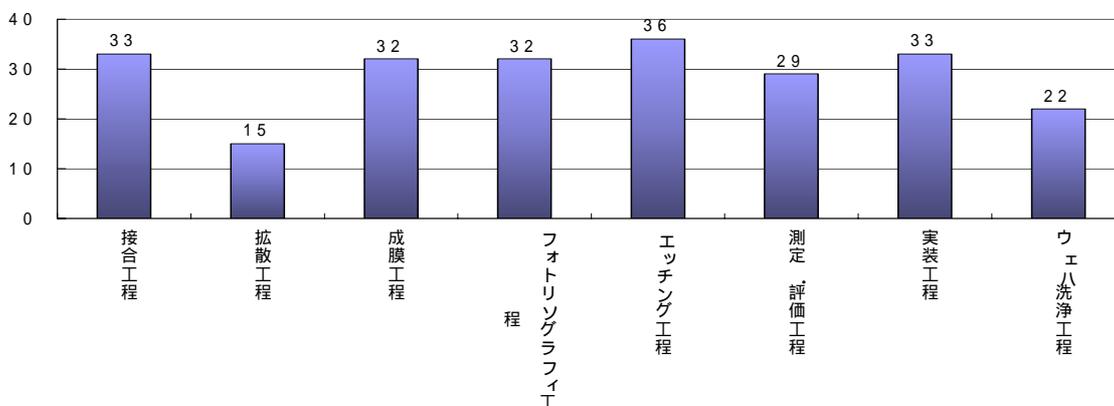
Q14・Q6で「その他」を選択した企業が課題と考えている技術技術(一部掲載)
(東北域内)(自由回答、回答企業数2社)

- ・異様材料の高精度接合
- ・すべての複合化技術

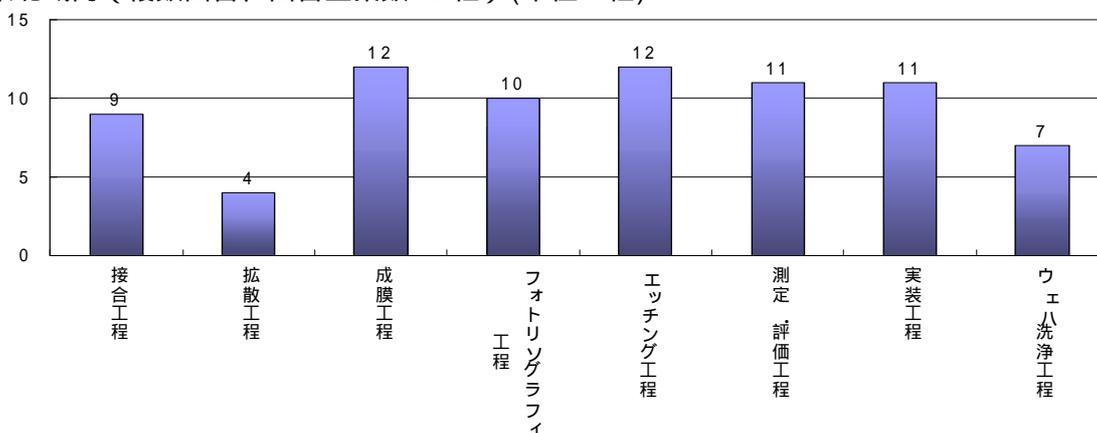
Q14・Q6で「その他」を選択した企業が課題と考えている技術技術(一部掲載)
(東北域外)(自由回答、回答企業数3社)

- ・マイクロパーツの開発

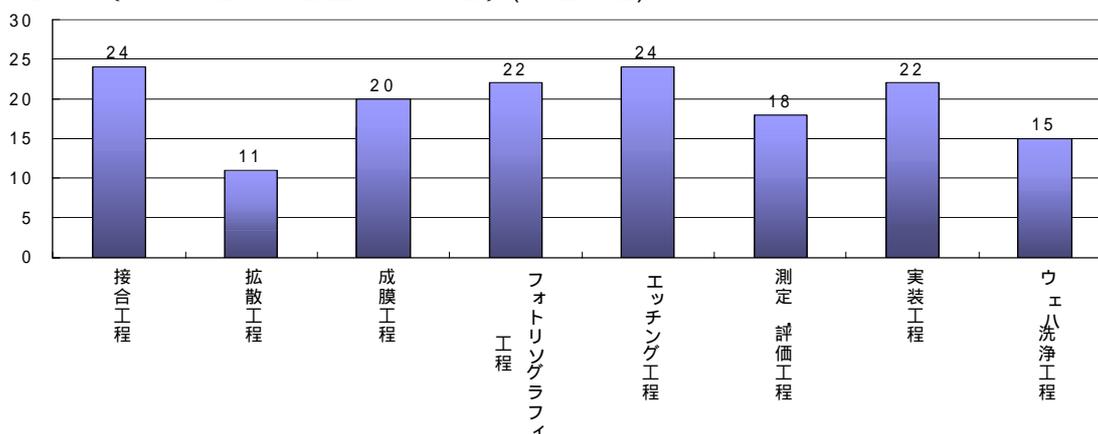
Q15. MEMS (微細加工)に関連した工程について、現在手がけている技術全体 (複数回答、回答企業数 46 社) (単位: 社)



東北域内 (複数回答、回答企業数 16 社) (単位: 社)



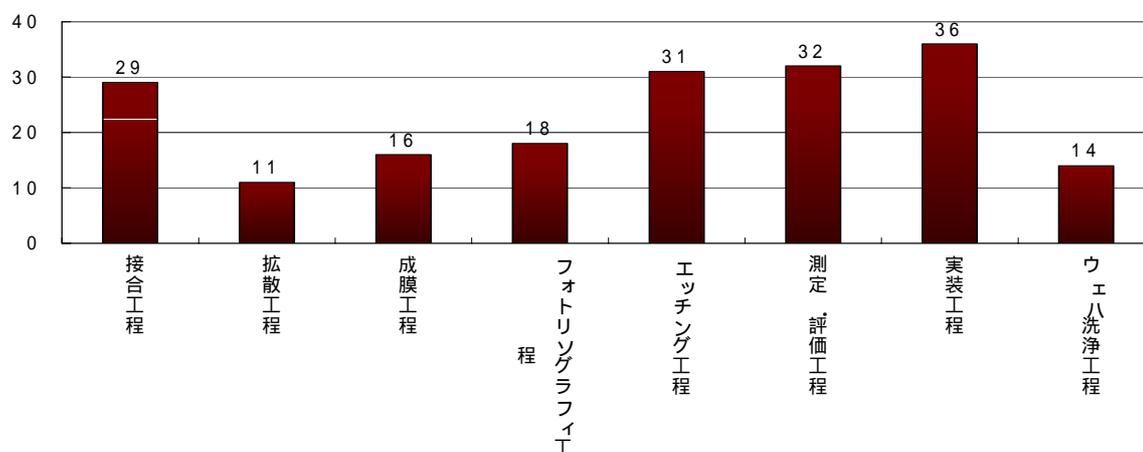
東北域外 (複数回答、回答企業数 30 社) (単位: 社)



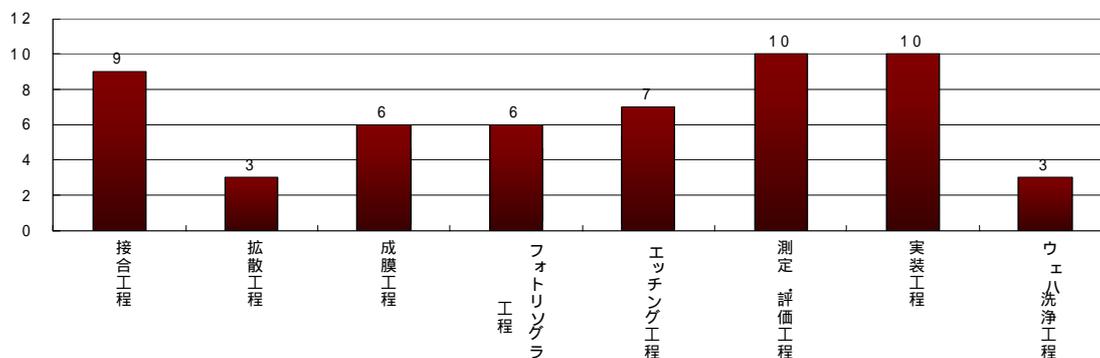
MEMS (微細加工)に関連した工程について、現在手がけている技術では、「エッチング工程」(36社)が最多であるが、「接合技術」、「実装工程」(ともに33社)、「成膜工程」、「フォトリソグラフィ工程」(ともに32社)もほぼ同数で並んでいる。

域内、域外別に見ると、上位項目の傾向は「エッチング工程」、「実装工程」等、東北域内、域外ともほとんど同様の傾向を示しているが、東北域外においては「接合工程」が「エッチング工程」と並んで最多となっているのに比し、東北域内では比較的順位が低くなっている。

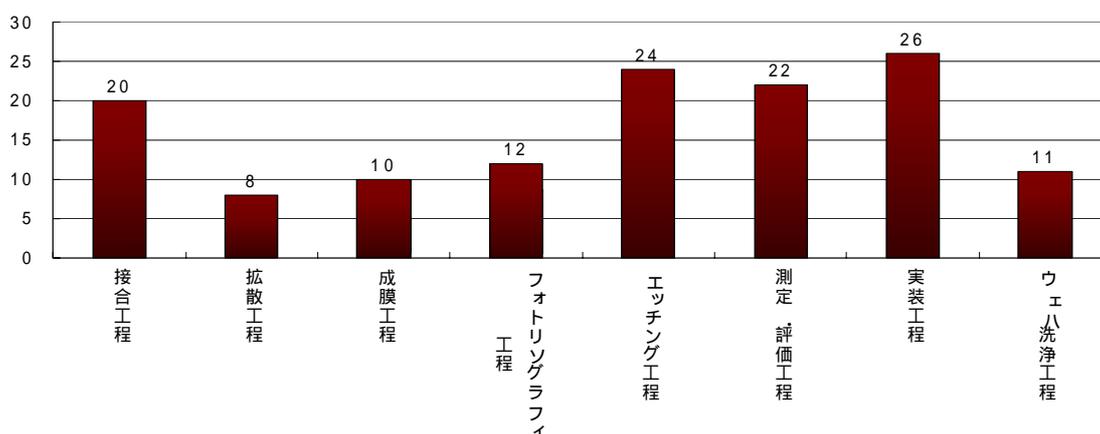
Q15. MEMS (微細加工)に関連した工程について、課題と考えている技術
 全体 (複数回答、回答企業数 50 社) (単位: 社)



東北域内 (複数回答、回答企業数 14 社) (単位: 社)



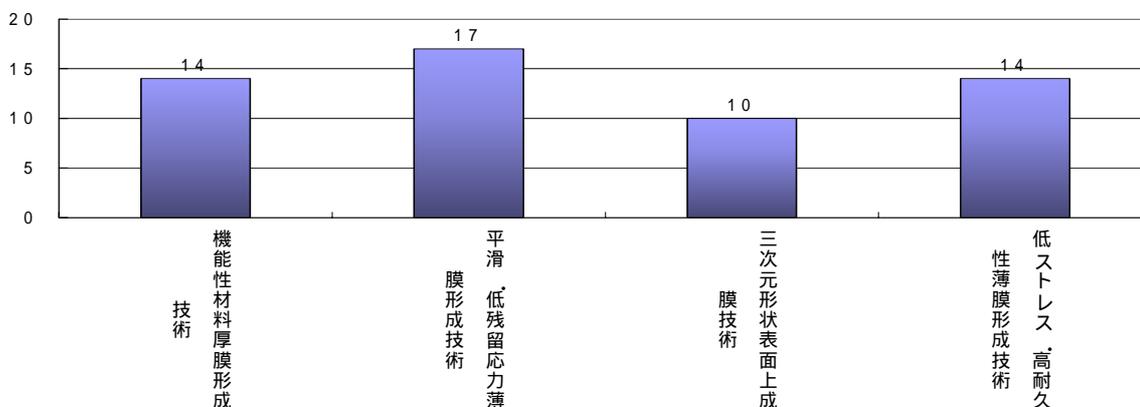
東北域外 (複数回答、回答企業数 36 社) (単位: 社)



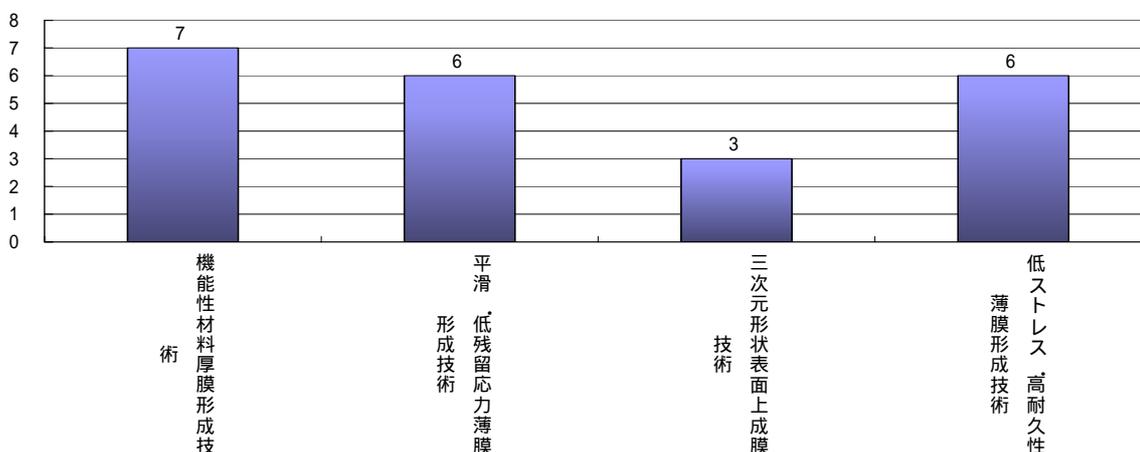
MEMS (微細加工)に関連した工程において、課題と考えている技術では、全体については「実装工程」(36 社)、「測定・評価工程」(32 社)、「エッチング工程」(31 社)、「接合工程」(29 社)に回答が集まっている。

域内、域外別に見ても、上位項目は順位に多少の差はあるものの、東北域内、域外ともに全体と同様の傾向を示している。

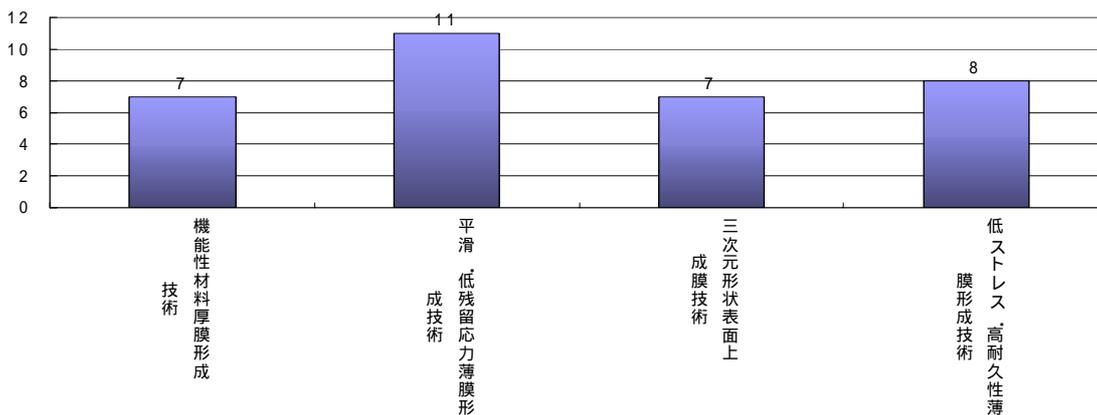
Q16. Q15で「成膜工程」を選択した企業が、現在手がけている技術全体（複数回答、回答企業数 27 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 11 社）（単位：社）



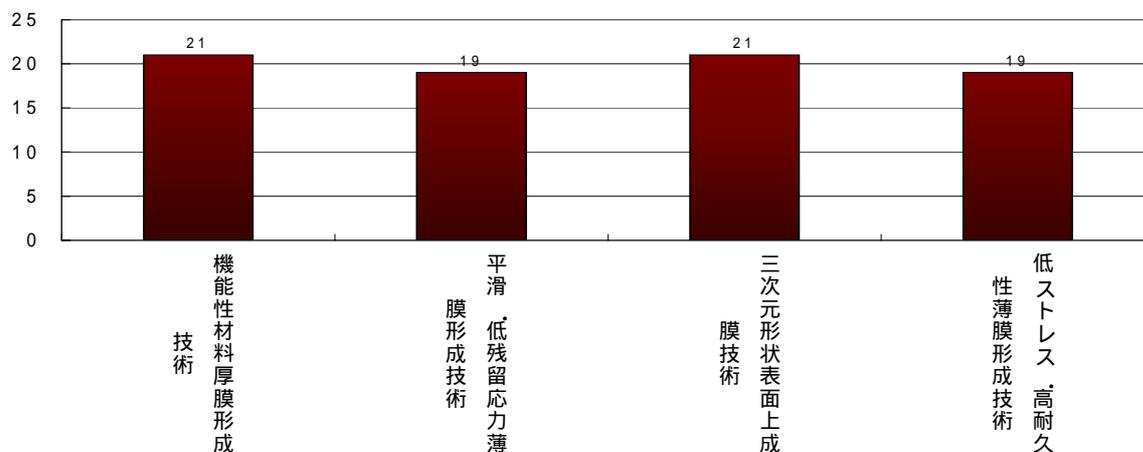
東北域外（複数回答、回答企業数 16 社）（単位：社）



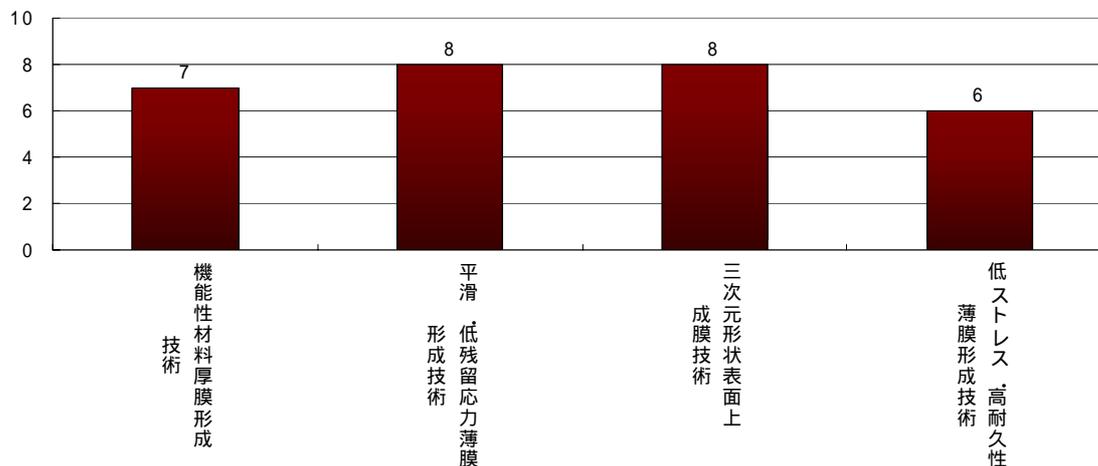
Q15で「成膜工程」を選択した企業が、現在手がけている技術については、「平滑・低残留応力薄膜形成技術」（17社）が最多であり、次いで「機能性材料厚膜形成技術」、「低ストレス・高耐久性薄膜形成技術」（14社）と続いている。

域内、域外別に見ると、東北域内では「三次元形状表面上成膜技術」が他の項目と比し回答が少なくなっている。東北域外では他の項目と比し、「平滑・低残留応力薄膜形成技術」への回答が若干多くなっている。

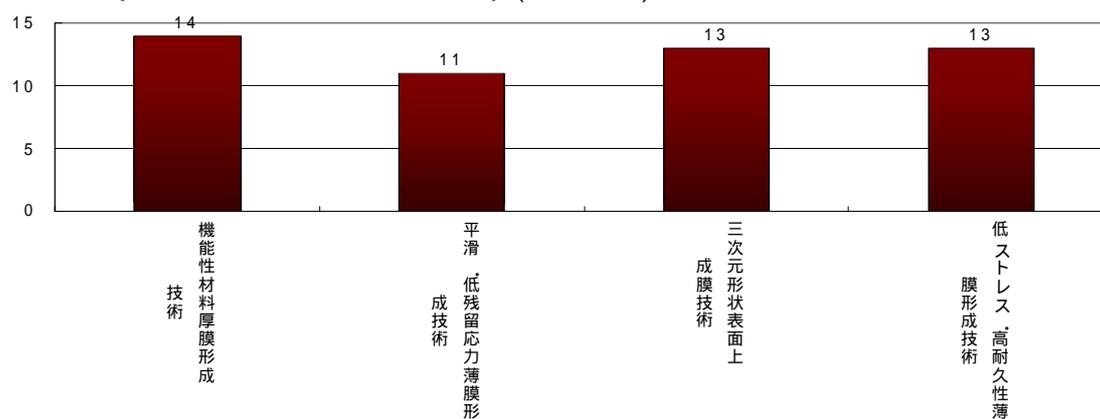
Q16. Q15で「成膜工程」を選択した企業が、課題と考えている技術全体（複数回答、回答企業数 31 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 12 社）（単位：社）

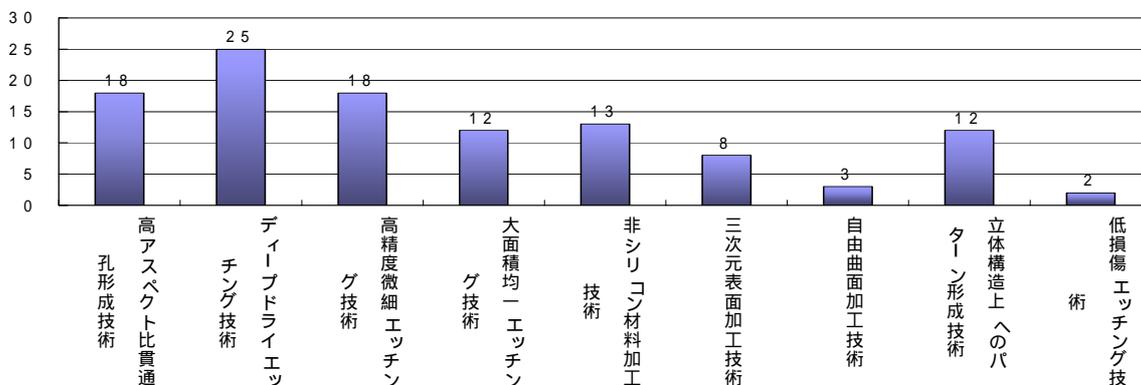


東北域外（複数回答、回答企業数 19 社）（単位：社）

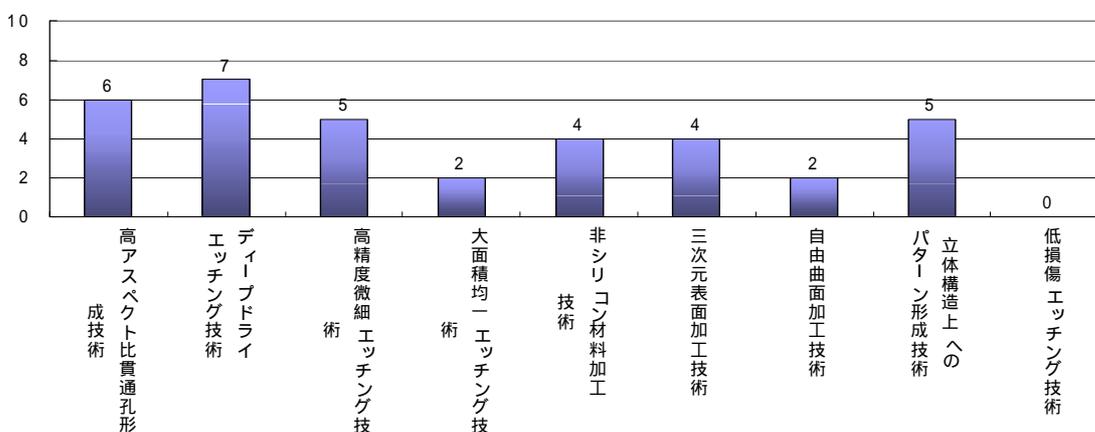


Q15で「成膜工程」を選択した企業が、課題と考えている技術については、全体ではどの項目についても、ほぼ同数となっている。域内、域外別に見ても同様の傾向となっている。

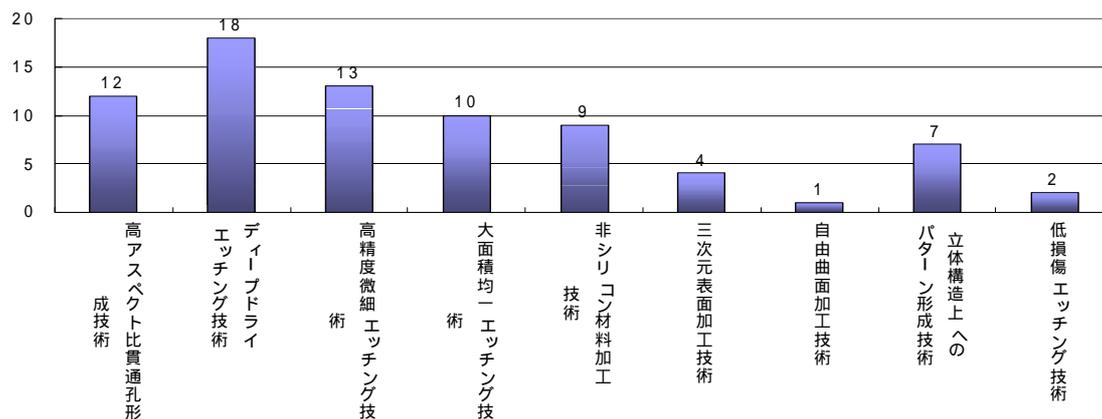
Q17. Q15で「エッチング工程」を選択した企業が現在手がけている技術
全体（複数回答、回答企業数 37 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 12 社）（単位：社）



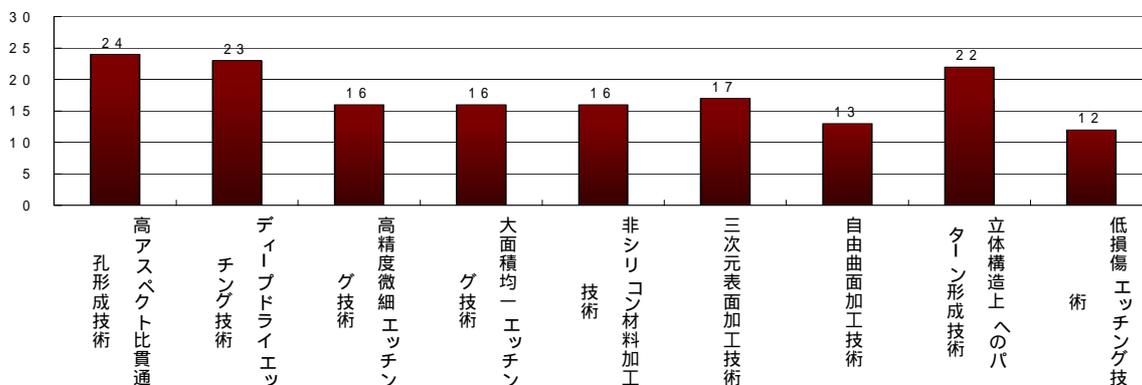
東北域外（複数回答、回答企業数 25 社）（単位：社）



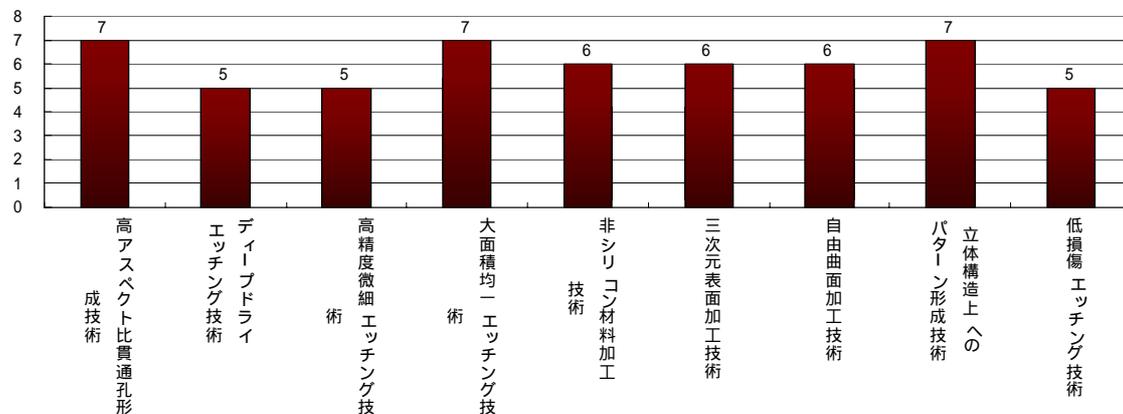
Q15で「エッチング工程」を選択した企業が現在手がけている技術について、全体では「ディープドライエッチング技術」（25社）、「高アスペクト比貫通孔形成技術」（18社）、「高精度微細エッチング技術」（18社）等の回答が多くなっている。

域内、域外別に見ると、東北域内、域外とも最多の「ディープドライエッチング技術」を始めとして上位3項目は同様の内容であるが、東北域外では「大面積均一エッチング技術」が比較的上位に来ているのに対し、東北域内では下位の回答となっている。

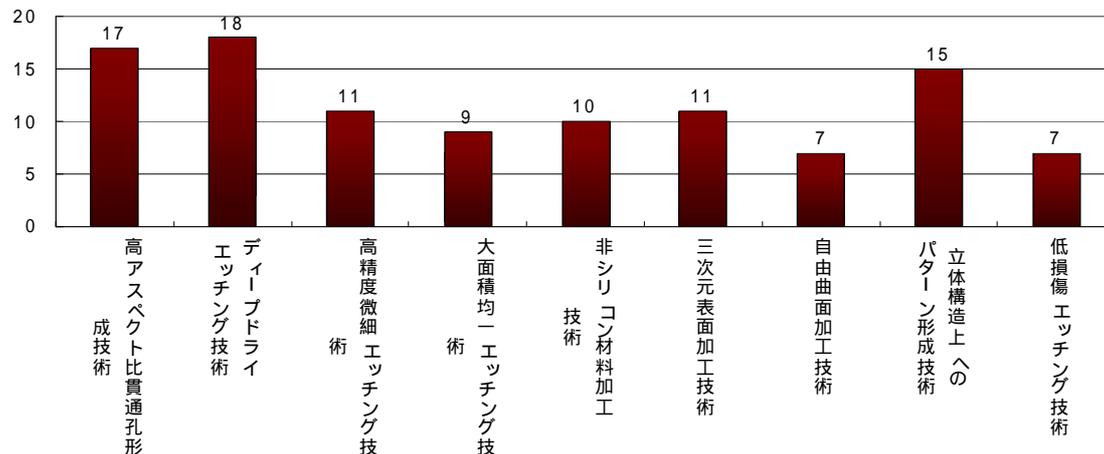
Q17. Q15で「エッチング工程」を選択した企業が課題と考えている技術
 全体（複数回答、回答企業数 38 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 10 社）（単位：社）



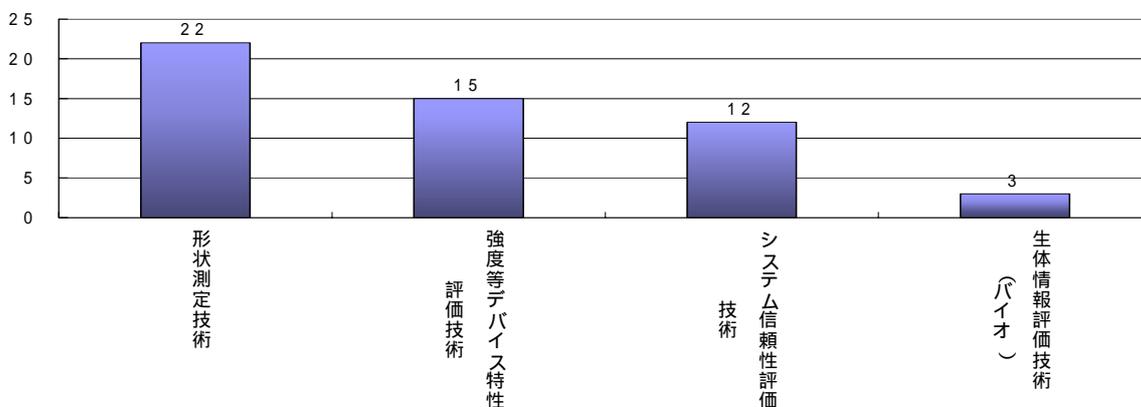
東北域外（複数回答、回答企業数 28 社）（単位：社）



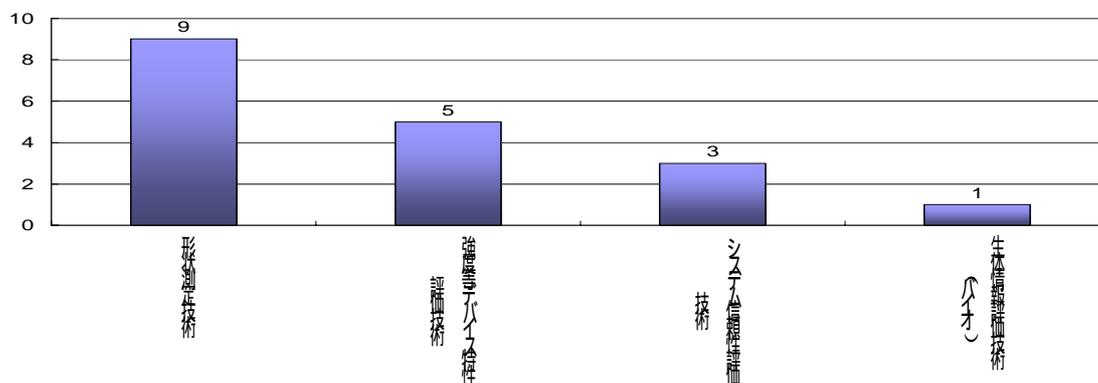
Q15で「エッチング工程」を選択した企業が課題と考えている技術について、全体では、「高アスペクト比貫通孔形成技術」(24社)が最多となっており、次いで「ディープドライエッチング技術」(23社)、「立体構造上へのパターン形成技術」が続いている。

域内、域外別に見ると、東北域内ではどの項目もほぼ同数の回答となっているが、域外では「高アスペクト比貫通孔形成技術」、「ディープドライエッチング技術」、「立体構造上へのパターン形成技術」への回答が若干目立っている。

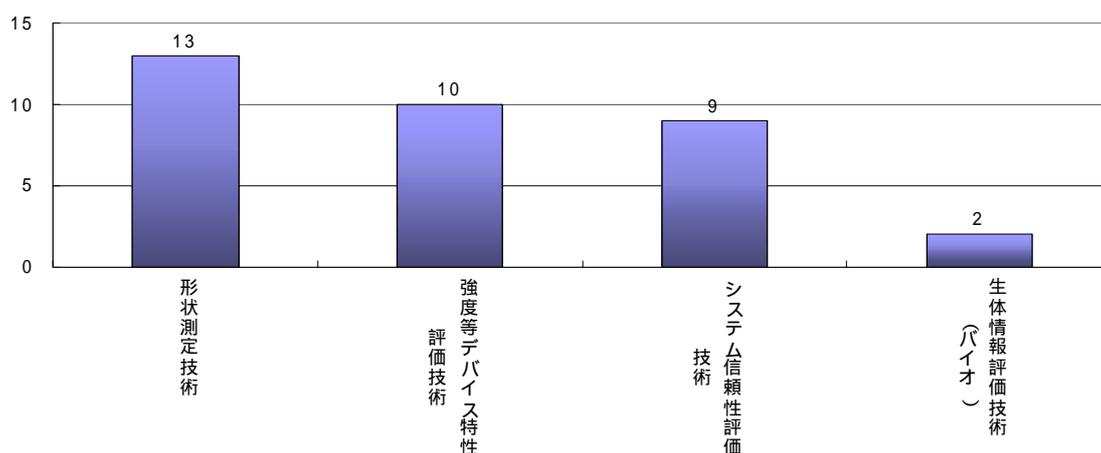
Q18. Q15で「測定・評価工程」を選択した企業が現在手がけている技術全体（複数回答、回答企業数 29 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 11 社）（単位：社）



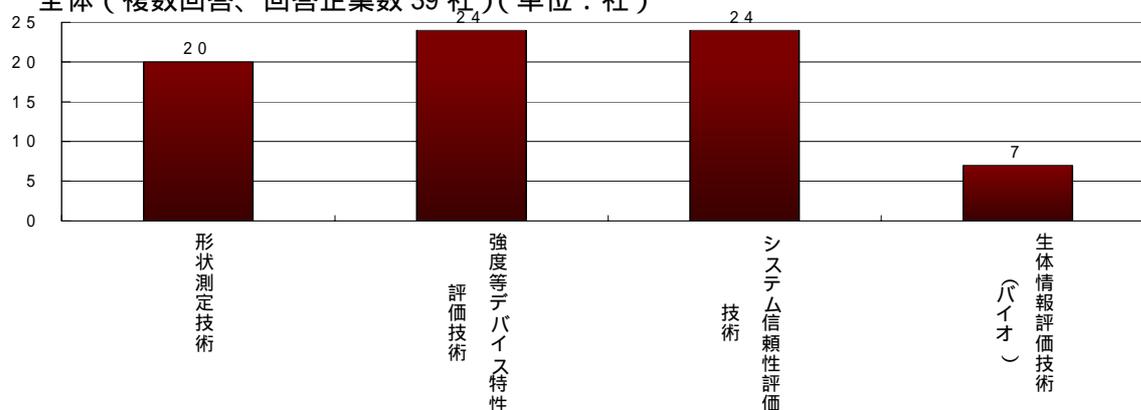
東北域外（複数回答、回答企業数 18 社）（単位：社）



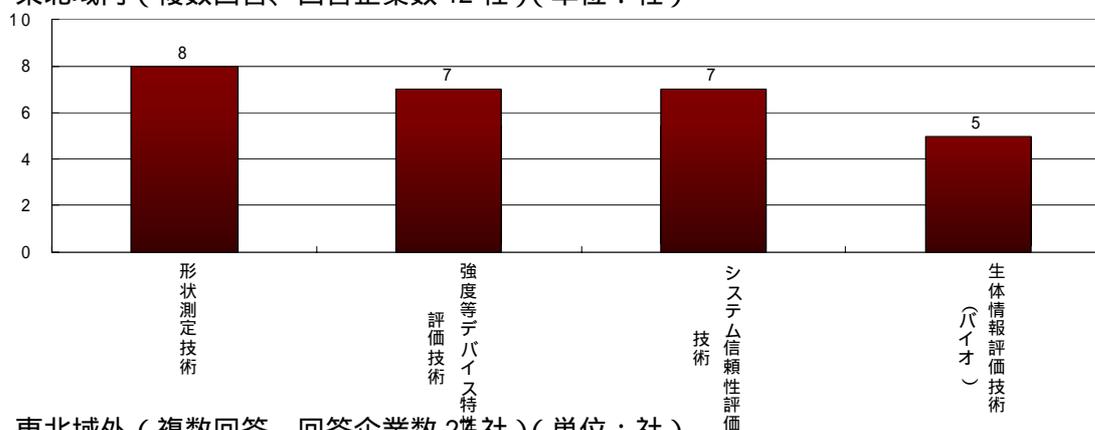
Q15で「測定・評価工程」を選択した企業が現在手がけている技術について、全体では「形状測定技術」（22社）が最多となっており、次いで、「強度等デバイス特性評価技術」（15社）が続く。「生体情報評価技術（バイオ）」への回答は3社と全体的に少ない。

域内、域外別に見ると、東北域内、域外とも「形状測定技術」が最多となっており、以下の順位も同様となっている。

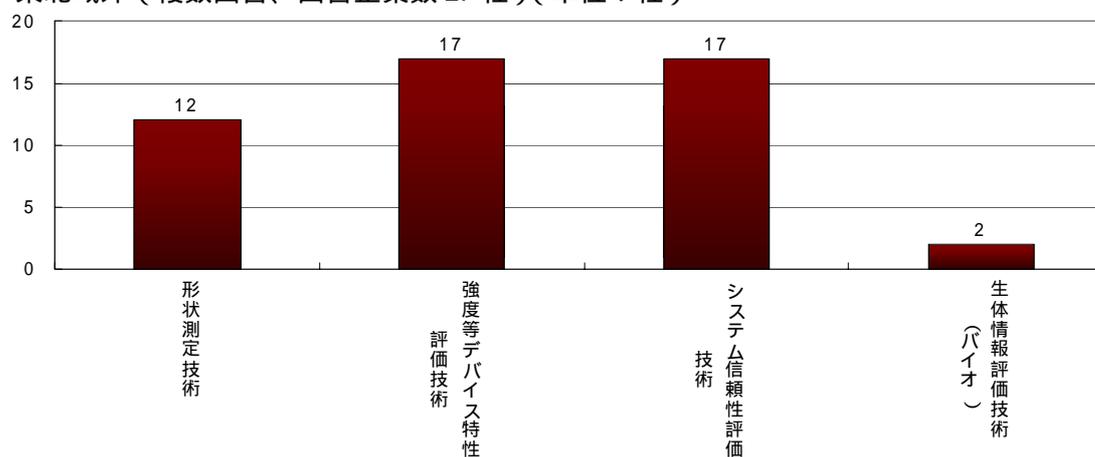
Q18. Q15で「測定・評価工程」を選択した企業が課題と考えている技術
 全体（複数回答、回答企業数 39 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 12 社）（単位：社）



東北域外（複数回答、回答企業数 27 社）（単位：社）

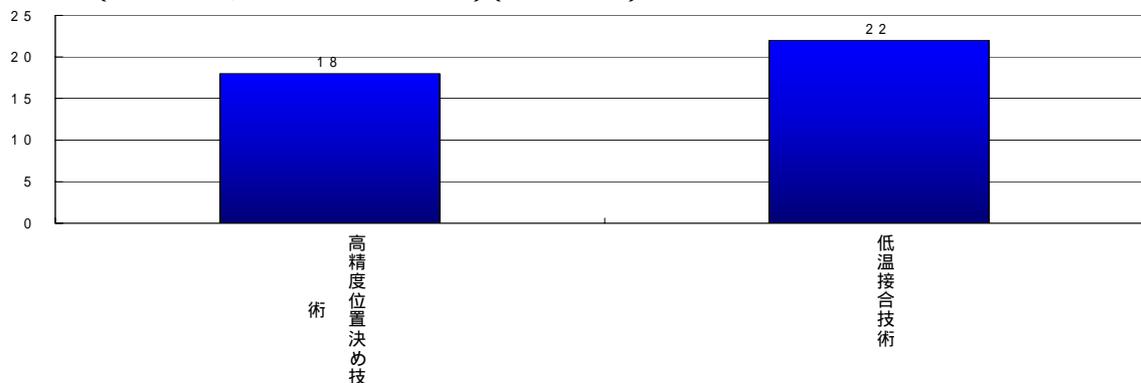


Q15で「測定・評価工程」を選択した企業が課題と考えている技術について、全体では「システム信頼性評価技術」、「強度等デバイス特性評価技術」（ともに 24 社）が最多となっている。次いで、「形状測定技術」（20 社）が続いている。「生体情報評価技術（バイオ）」への回答は 7 社と全体的に少ない。

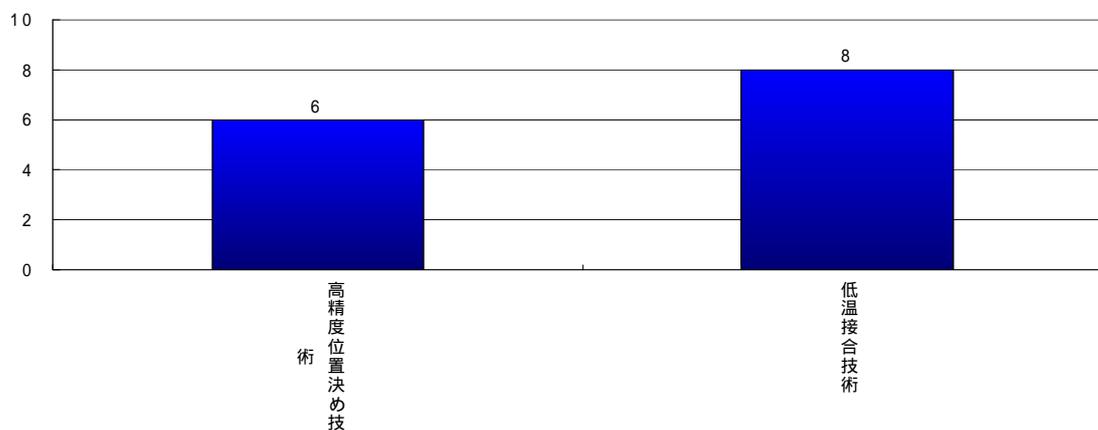
域内、域外別に見ると、「生体情報評価技術」（バイオ）は、東北域内では 5 社と他の項目とほぼ同数の回答を集めているのに対し、東北域外では他の項目に比し、かなり少なくなっている。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術
接合技術

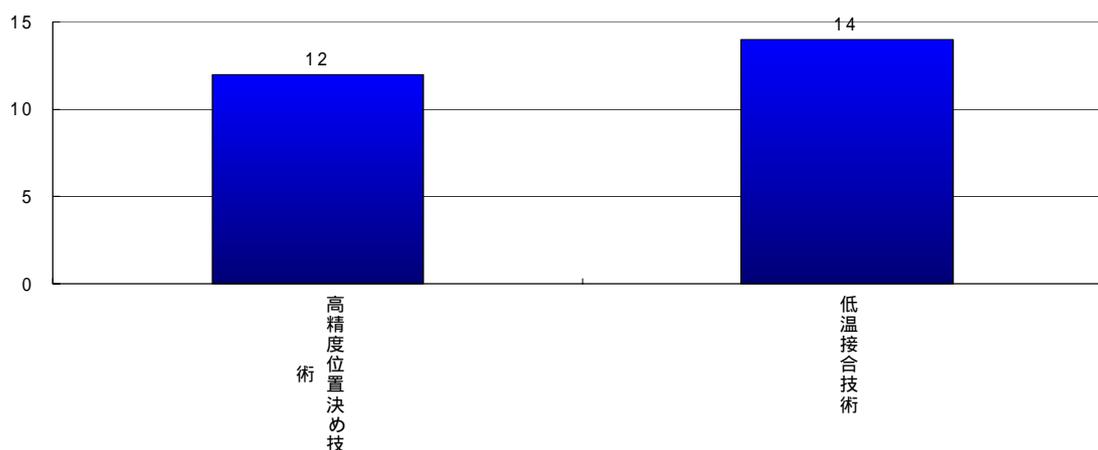
全体（複数回答、回答企業数 26 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 9 社）（単位：社）



東北域外（複数回答、回答企業数 17 社）（単位：社）

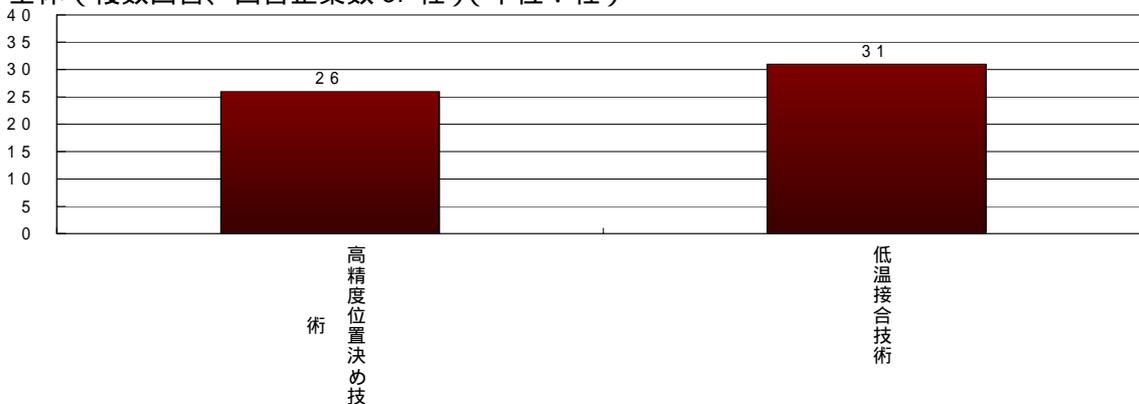


Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術について、接合技術の場合、全体では、「低温接合技術」が22社、「高精度位置決め技術」が18社となっている。

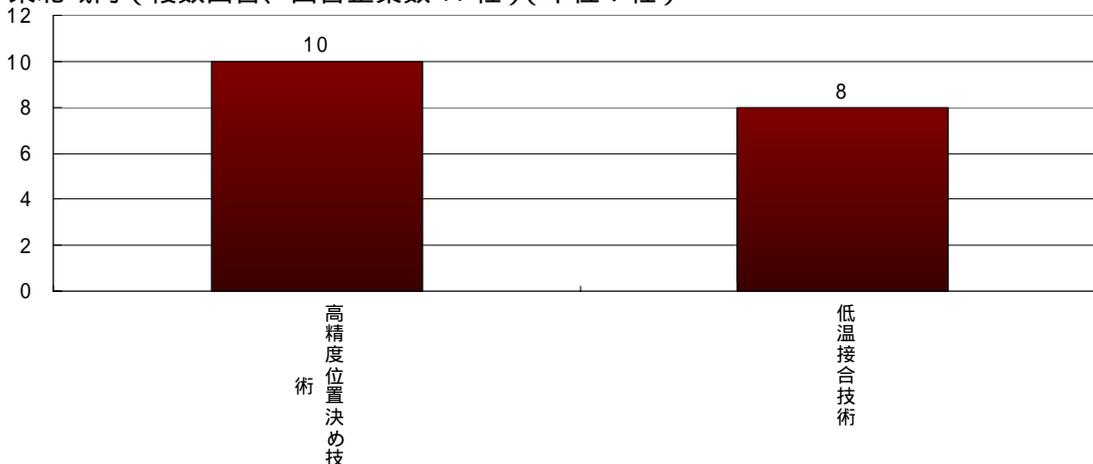
域内、域外別に見ると東北域内、域外とも、「低温接合技術」への回答が若干多くなっている。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術
 接合技術

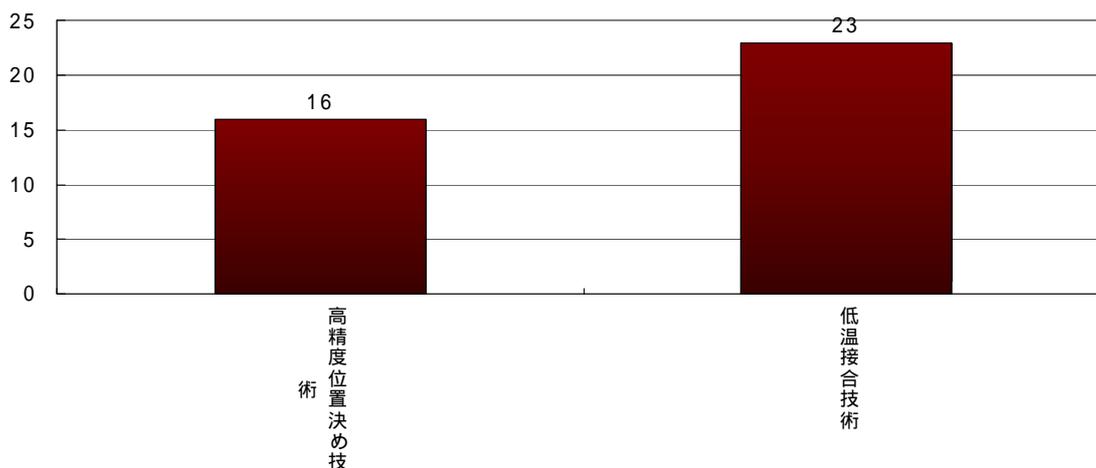
全体（複数回答、回答企業数 37 社）(単位：社)



東北域内（複数回答、回答企業数 11 社）(単位：社)



東北域外（複数回答、回答企業数 26 社）(単位：社)

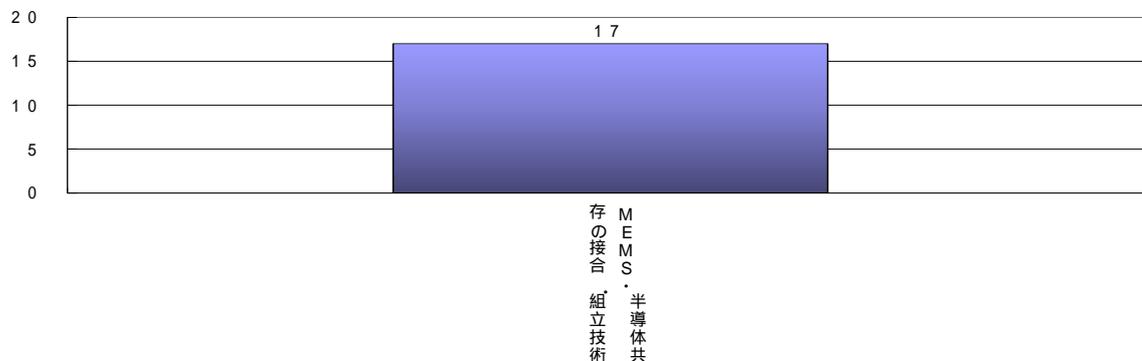


Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術について、接合技術の場合、「低温接合技術」が31社、「高精度位置決め技術」が26社となっている。

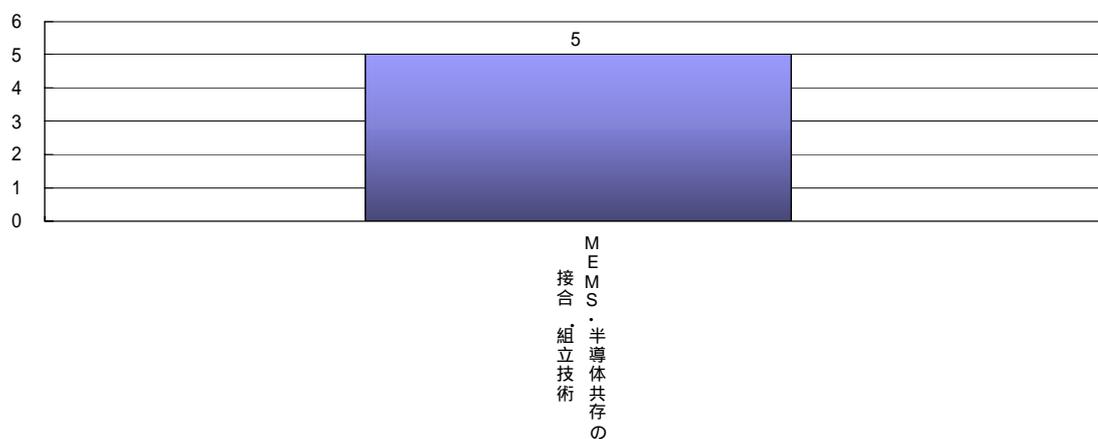
域内、域外別に見ると、東北域内では「高精度位置決め技術」が10社、「低温接合技術」が8社となっているのに対し、東北域外では「低温接合技術」が23社、「高精度位置決め技術」が16社と、回答の集まりについて反対の傾向を示している。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術
組立技術

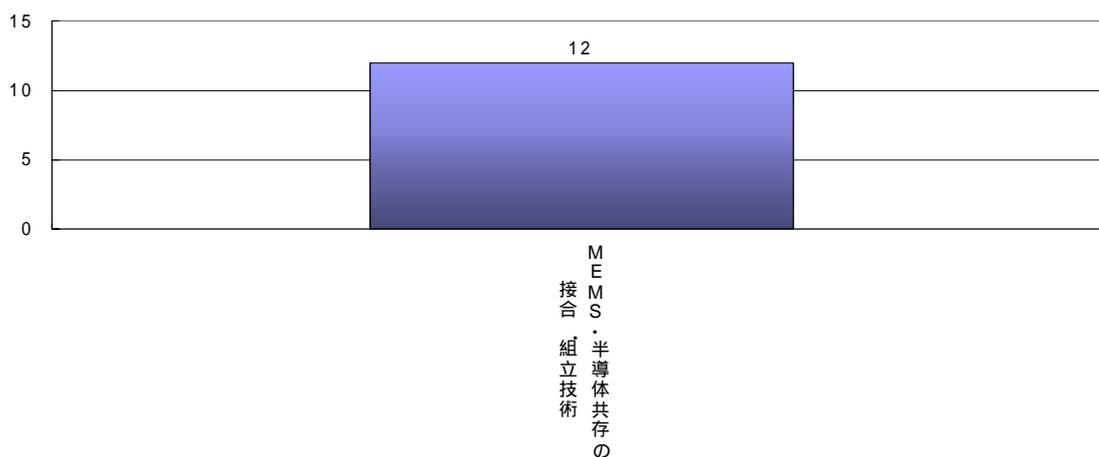
全体（複数回答、回答企業数 17 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 5 社）（単位：社）



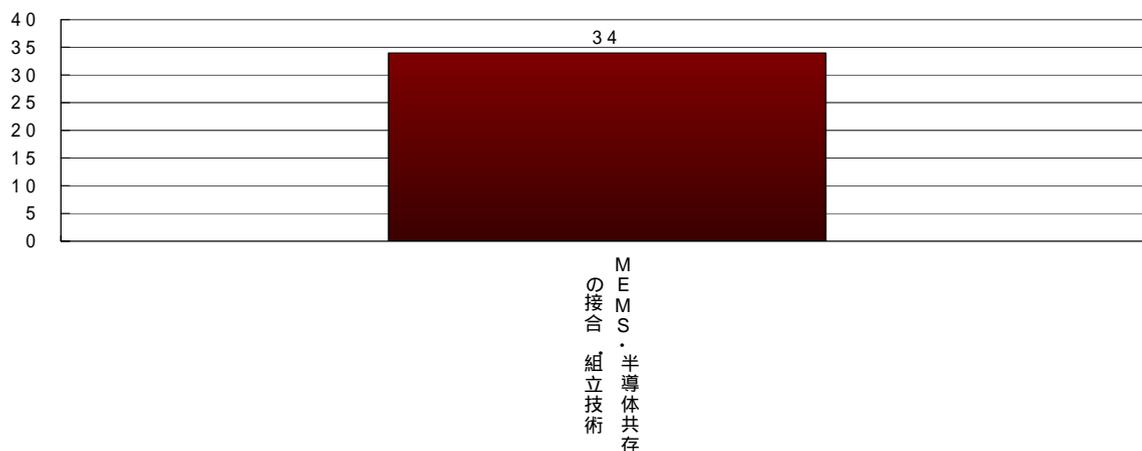
東北域外（複数回答、回答企業数 12 社）（単位：社）



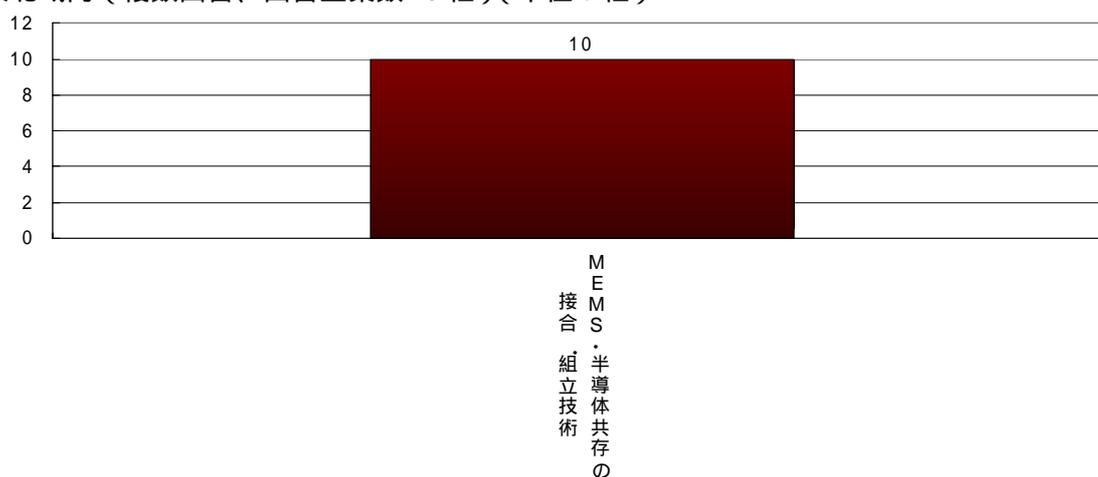
Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術について、組立技術の場合、17社が「MEMS・半導体共存の接合・組立技術」と回答した。域内、域外別に見ると、東北域内では5社から、域外では12社から「MEMS・半導体共存の接合・組立技術」への回答があった。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術
組立技術

全体（複数回答、回答企業数 34 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 10 社）（単位：社）



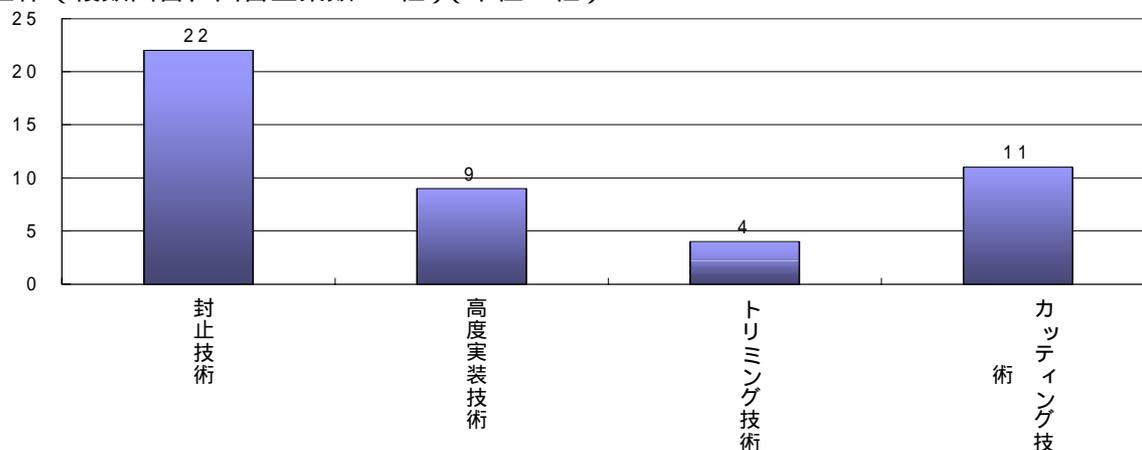
東北域外（複数回答、回答企業数 24 社）（単位：社）



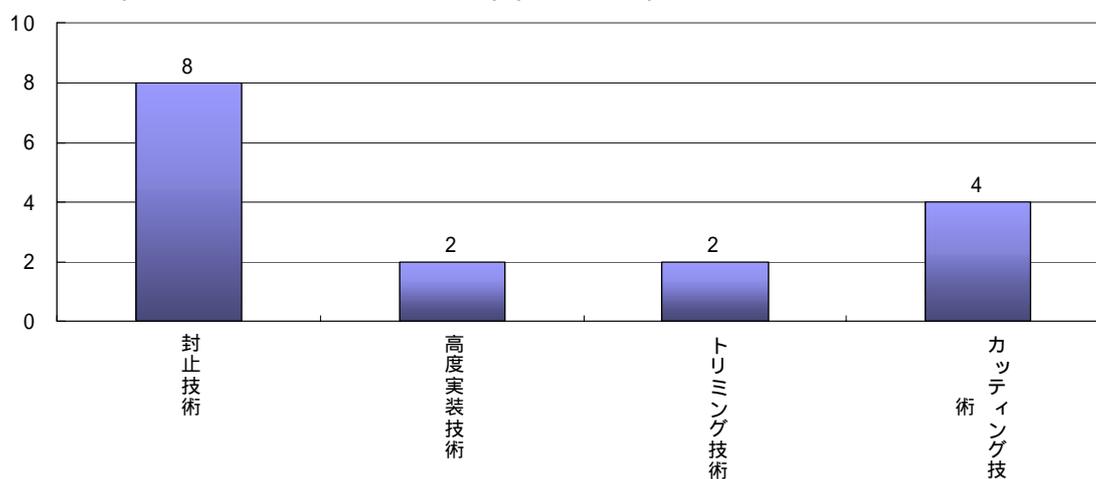
Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術について、組立技術の場合、全体では、34社が「MEMS・半導体共存の接合・組立技術」と回答した。域内、域外別に見ると、東北地域では10社から、東北域外では24社から「MEMS・半導体共存の接合・組立技術」への回答があった。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術
パッケージ技術

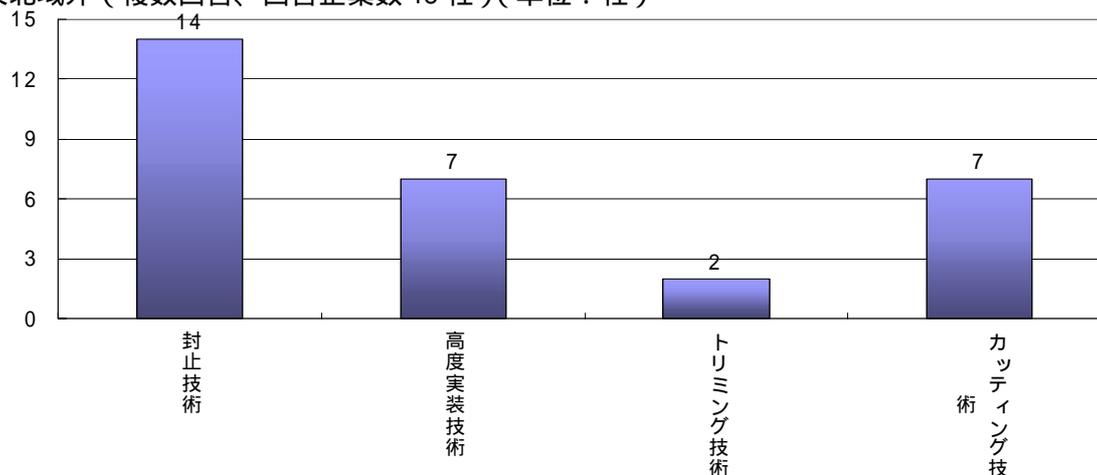
全体（複数回答、回答企業数 28 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 10 社）（単位：社）



東北域外（複数回答、回答企業数 18 社）（単位：社）

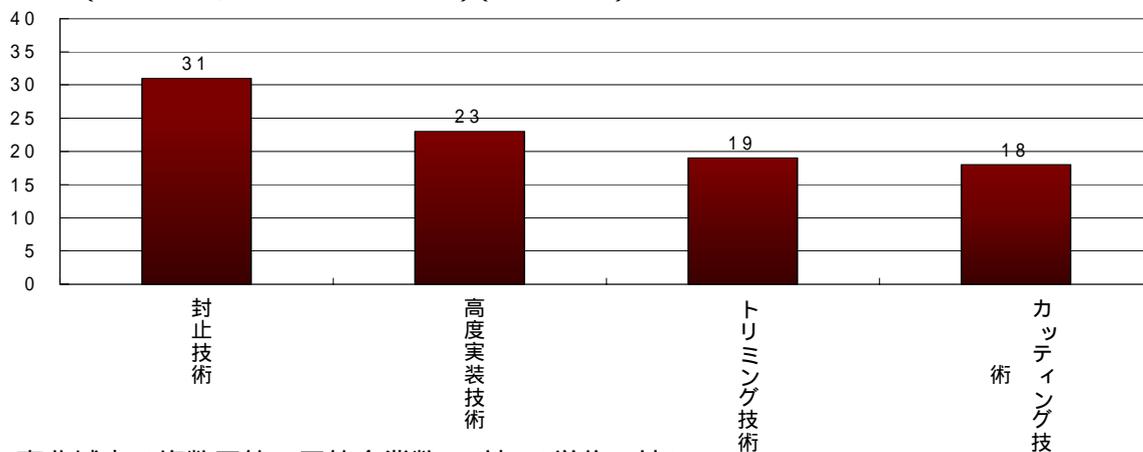


Q15で「実装工程」を選択した企業が現在手がけている技術について、パッケージ技術の場合、全体では「封止技術」が22社、「カッティング技術」が11社、「高度実装技術」が9社、「トリミング技術」が4社となっており、「封止技術」に回答が集まった。

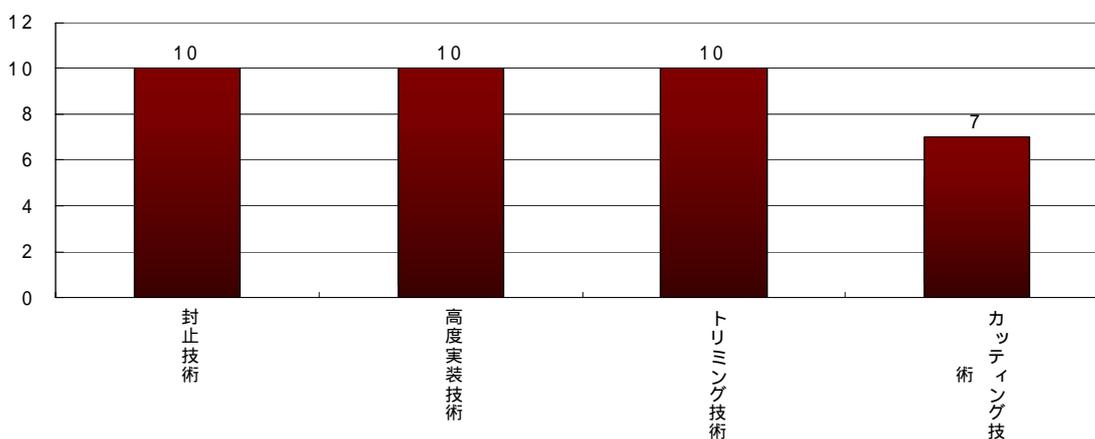
域内、域外別に見た場合、東北域内、域外とも「封止技術」が最多となった。

Q19. Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術
パッケージ技術

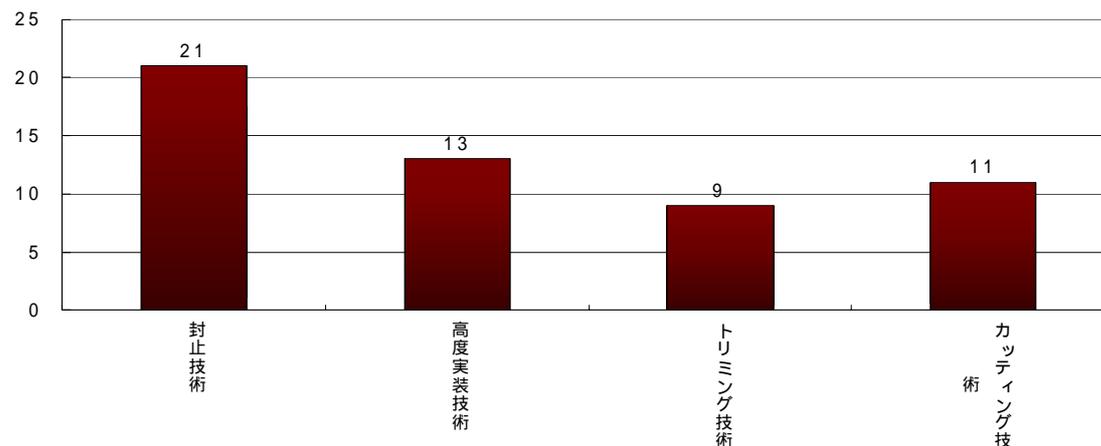
全体（複数回答、回答企業数 42 社）（単位：社）



東北域内（複数回答、回答企業数 14 社）（単位：社）



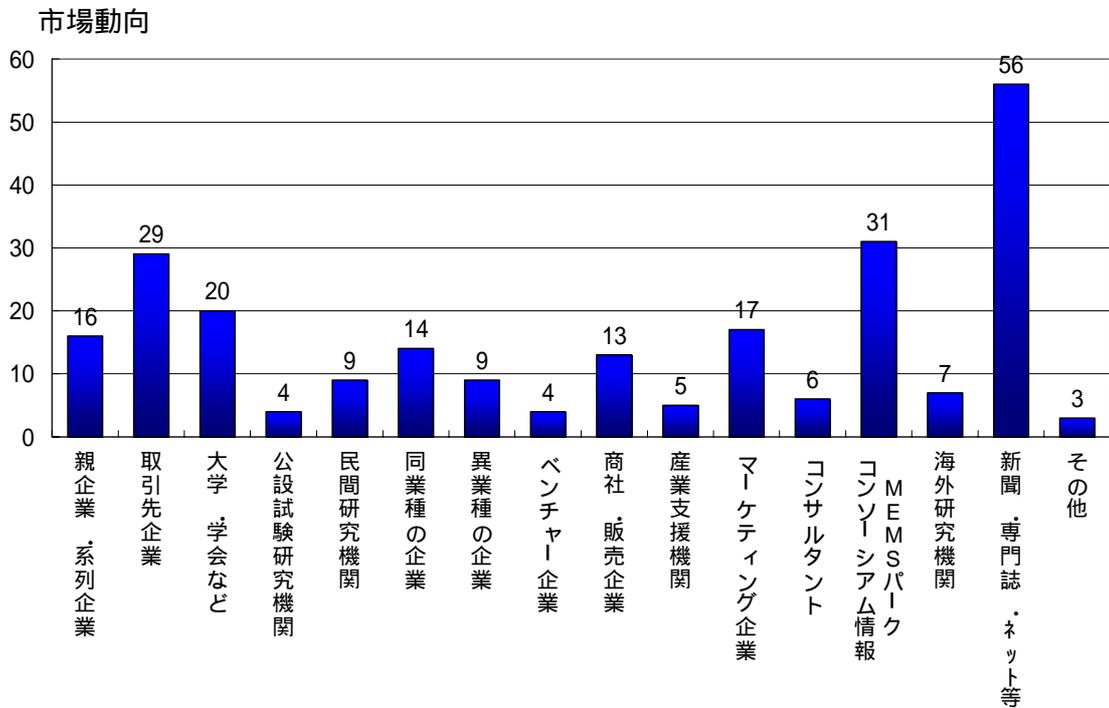
東北域外（複数回答、回答企業数 28 社）（単位：社）



Q15で「実装工程」を選択した企業が課題と考えている技術について、パッケージ技術の場合、「封止技術」が31社、「高度実装技術」が23社、「トリミング技術」が19社、「カッティング技術」が18社の順となっている。

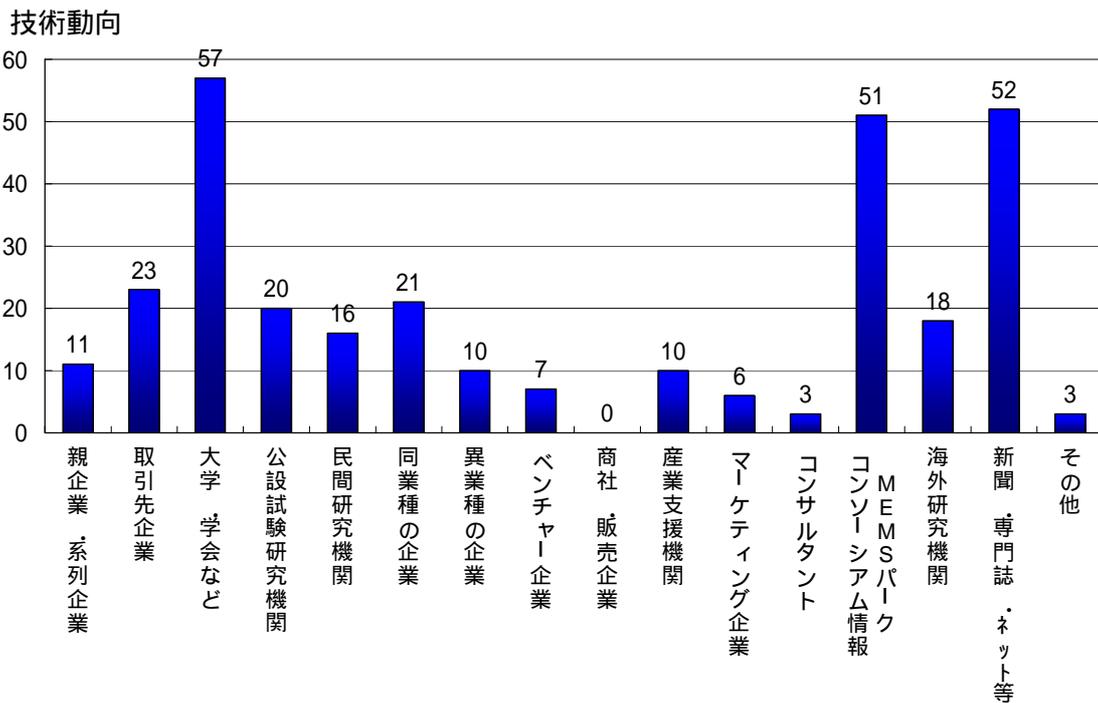
域内、域外別に見ると、東北域内ではどの項目においてもほぼ同数の回答となったが、東北域外では「封止技術」(21社)に回答が集まった。

Q20. MEMS技術・研究開発に必要な市場動向や技術動向の入手先
 (複数回答、回答企業数 65社)(単位：社)



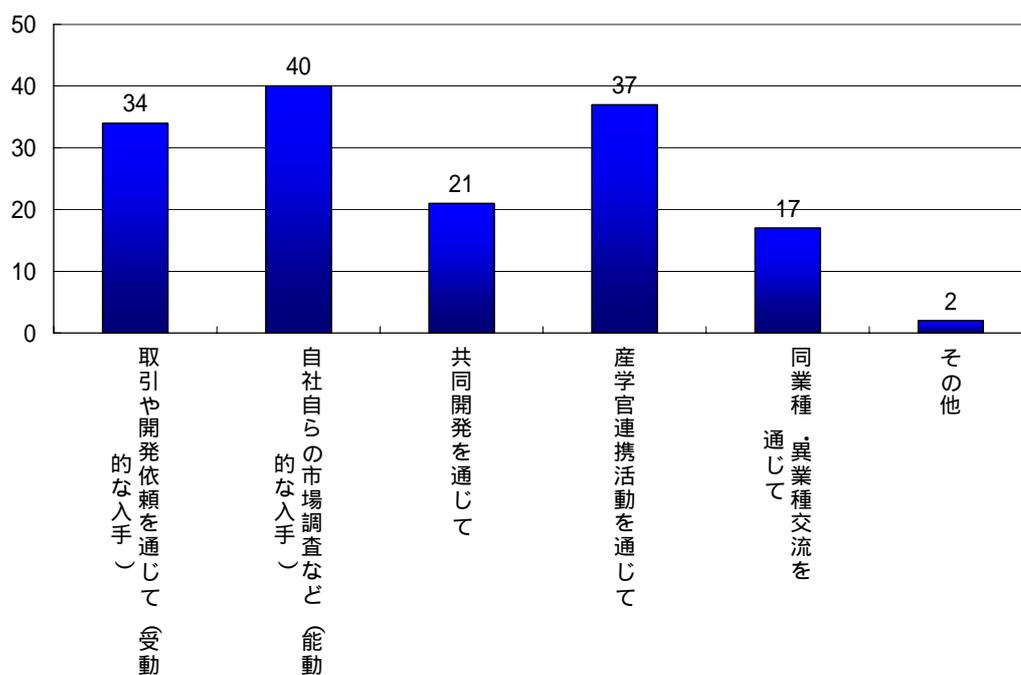
MEMS技術・研究開発に必要な市場動向の入手先については、「新聞・専門誌・ネット等」(56社)が最多となっている。次いで、「MEMSパークコンソーシアム情報」(31社)、「取引先企業」(29社)と続いている。

Q20. MEMS技術・研究開発に必要な市場動向や技術動向の入手先
 (複数回答、回答企業数 69社)(単位：社)



M E M S 技術・研究開発に必要な技術動向の入手先については、「大学・学会など」(57社)が最多となっている。次いで、「新聞・専門誌・ネット等」(52社)、「M E M S パークコンソーシアム情報」(51社)と続いている。

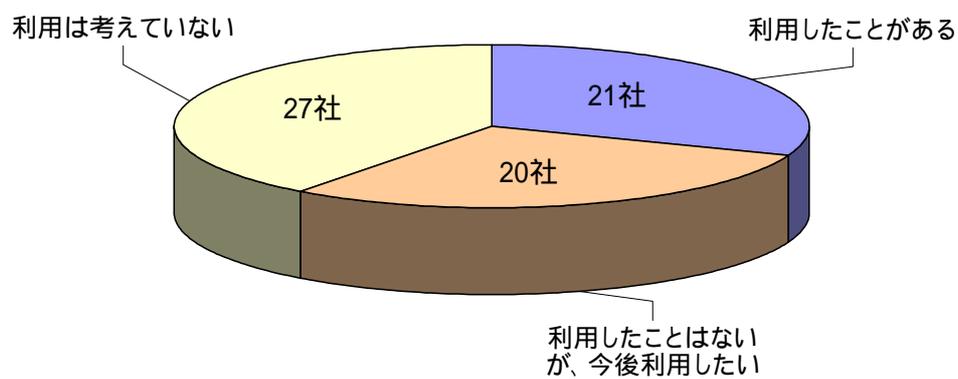
Q20 . M E M S 技術・研究開発に必要な市場動向や技術動向の入手方法
(複数回答、回答企業数 66 社)(単位：社)



M E M S 技術・研究開発に必要な市場動向や技術動向の入手方法では、「自社自らの市場調査など(能動的な入手)」(40社)が最多となっている。次いで、「産学官連携活動を通じて」(37社)、「取引や開発依頼を通じて(受動的な入手)」(34社)と続いている。

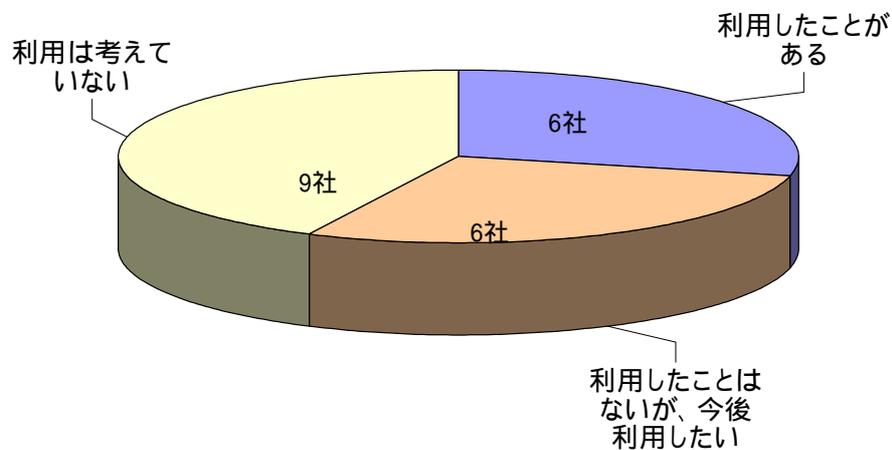
ファウンドリサービスについて

Q21. ファウンドリサービス利用の有無
全体（回答企業数 68 社）

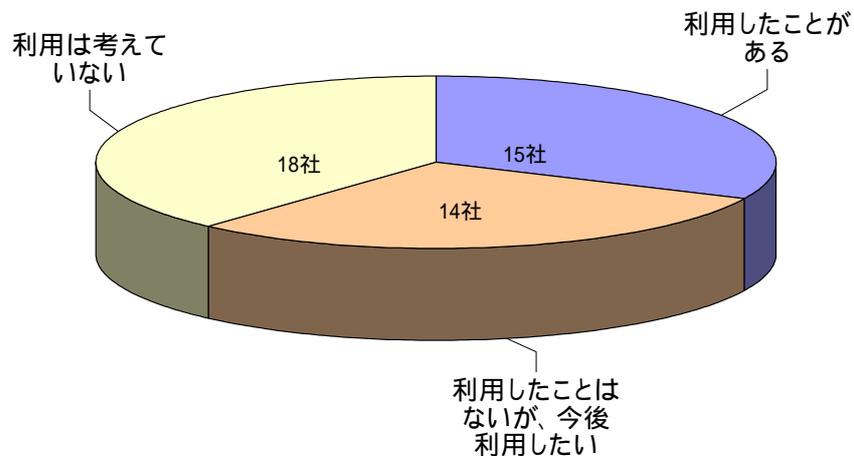


ファウンドリサービス利用の有無については、「利用したことがある」、「利用したことはないが、今後利用したい」を合わせると全体の6割程度にのぼっている。

Q21. ファウンドリサービス利用の有無
東北域内（回答企業数 21 社）



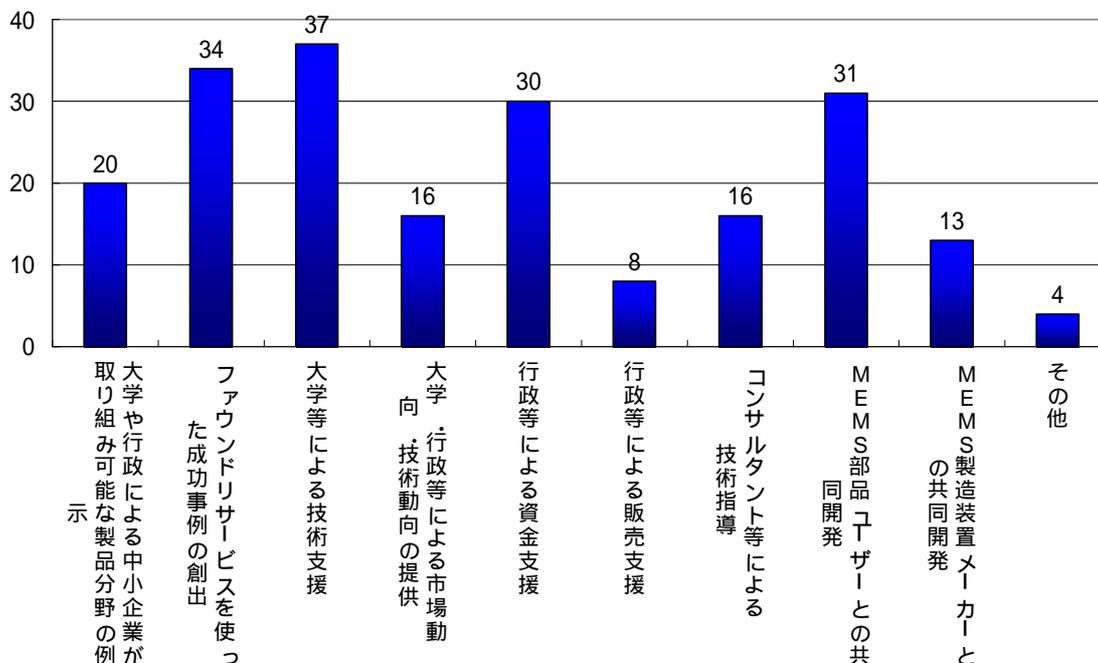
東北域外（回答企業数 47 社）



ファウンドリサービス利用の有無については、東北域内、域外とも「利用したことがある」、「利用したことはないが、今後利用したい」を合わせると全体の 6 割程度にのぼっている。

Q22. ファウンドリサービスを使って、MEMS中小企業がデバイスの企画・製造を行うために必要なこと

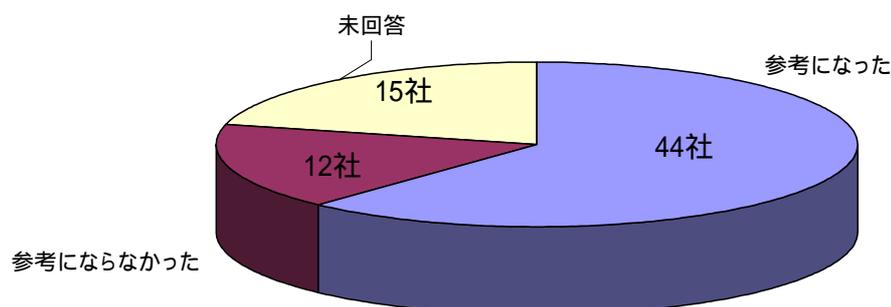
(複数回答、回答企業数 65 社)(単位：社)



「大学等による技術支援」(37社)が最多となっている。次いで、「ファウンドリサービスを使った成功事例の創出」(34社)、「MEMS部品ユーザーとの共同開発」(31社)と続いている。

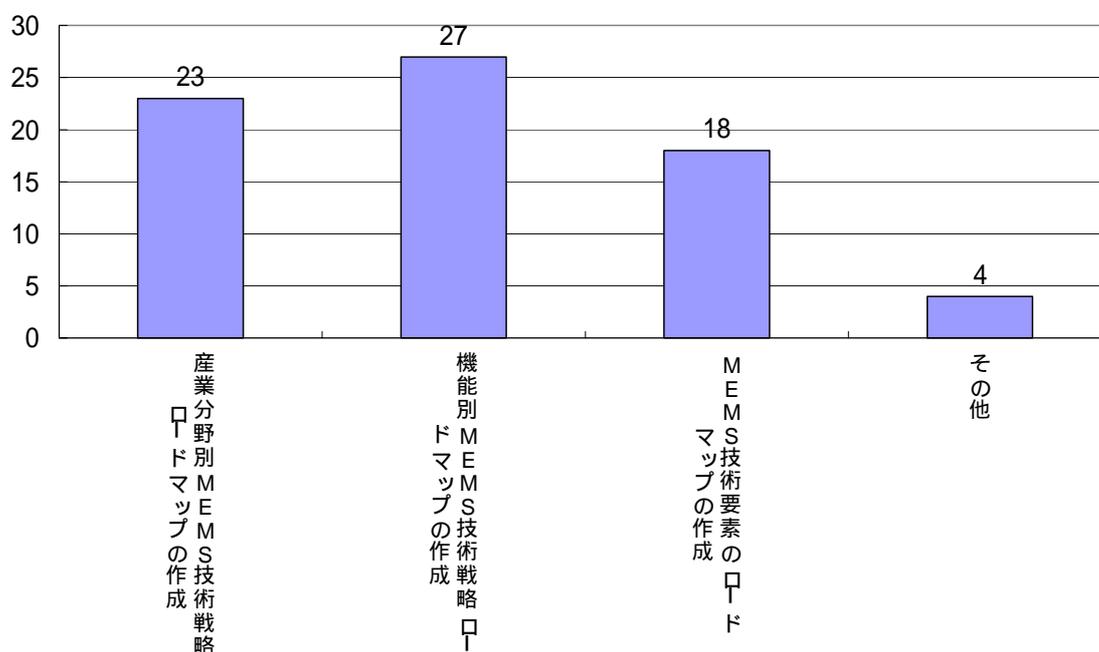
Q23. 技術戦略マップについて

(回答企業数 71 社)



技術戦略マップについて、「参考になった」とした企業は44社、「参考にならなかった」とした企業は12社であった。

Q24．技術戦略マップを利用しやすくするために必要な取り組みについて
 (複数回答、回答企業数 57 社)(単位：社)



技術戦略マップを利用しやすくするために必要な取り組みについて、「機能別MEMS技術戦略ロードマップの作成」(27社)、「産業分野別MEMS技術戦略ロードマップの作成」(23社)「MEMS技術要素のロードマップの作成」(18社)となっており、「機能別MEMS技術戦略ロードマップの作成」が最多となつてはいるものの回答が分散した。

(4) ヒアリング調査結果

東北地域を中心に、MEMS未参入企業、MEMS参入企業、MEMS実用化企業を対象に、各社のMEMSにおける取り組み状況、MEMS技術ロードマップの内容への意見についてヒアリングを行った。

1) ヒアリング実施企業

ヒアリング企業の区分は、東北地域のMEMS未参入企業8社、東北地域のMEMS参入企業4社、東北地域外のMEMS参入企業2社、東北地域のMEMS実用化企業が1社、東北地域外のMEMS実用化企業1社となっている。また、MEMS技術ロードマップへのアドバイスについて企業2社および関連研究機関1機関にヒアリングを行った。

No	ヒアリング企業 MEMS区分	企業・機関数
1	東北地域のMEMS未参入企業	8社
2	東北地域のMEMS参入企業	4社
3	東北地域のMEMS実用化企業	2社
4	東北地域外のMEMS参入企業	2社
5	東北地域外のMEMS実用化企業	1社
6	MEMS技術ロードマップについてのアドバイス	2社および 1機関

2) ヒアリング内容

ヒアリング内容を下記に示す。

* 東北地域のMEMS未参入企業

No	ヒアリング内容
1	企業グループとしてはMEMS製品の開発に取り組んでいるが事業化には至っていない。今後、MEMS製品を開発した際、グループ企業としてMEMS製品を量産化する可能性あり。その際、対応が取れるようにMEMSを研究していきたい。 [MEMS技術ロードマップ関連について] 現在MEMSには取り組んでいないため、MEMS技術ロードマップについては、特に具体的な意見はなかった。
2	MEMSは、事業化するという立場ではなく、MEMSユーザーとしての立場である。 [MEMS技術ロードマップ関連について] 経済産業省のMEMSロードマップは非常に参考になった。産業別MEMS技術戦略ロードマップを希望する。
3	MEMSには、まだ取り組んでいないが地域コンソーシアムにてあるセンサ分野の開発のメンバーになっている。またMEMS技術については非常に興味を持っており、今後センサMEMSの分野に進出したいと考えている。 [MEMS技術ロードマップ関連について]

No	ヒアリング内容
	MEMSに参入できる分野を探しており、産業別技術戦略マップ、機能別技術戦略マップに期待を持っている。特に中小企業におけるMEMSの参入分野に関する商品、および技術分野が示されているものを望んでいる。
4	MEMSに未着手であるがグループ企業ではMEMS製品を開発中である。グループにおけるMEMSの分担は未定である。 [MEMS技術ロードマップ関連について] MEMSに未着手であるため、特に具体的な意見はなかった。
5	MEMS関連は、企業内グループにて行っている。今後のMEMSに関する開発ターゲットは、車載用センサやHDD搭載機器用センサ等である。MEMS開発については、グループの他部門が主体で開発を行っており、製造にまわる可能性が高いが、MEMS技術にはいつでも対応できるようにしておきたい。 [MEMS技術ロードマップ関連について] MEMSロードマップに関しては、産業別、機能別、技術要素別すべて必要との要望あり。またMEMSの市場規模のマップも必要ではないかとの指摘あり。デバイス開発部では、現在MEMS開発は行っていないため、技術的内容の話はなかった。
6	当社で取り組んでいる製品について、他社から超小型のものが発売されていることから、MEMS技術を用いた開発が急務となっている。MEMSに活かせると思われる技術を保有しており、現在はセンサMEMS、RF-MEMS等に興味を持っている。それらの開発に向け、大学等の支援を望んでいる。 [MEMS技術ロードマップ関連について] MEMSの技術戦略マップについては、機能別MEMS技術戦略マップ、および技術要素のロードマップを希望している。
7	現在、MEMSの開発には着手していない。親会社の研究所では、MEMSに取り組んでおり、今後、共同でMEMSに取り組む可能性はある。ビジネスチャンスがあれば参入したいとのこと。その際は、参入分野としてセンサMEMS、マイクロアクチュエータを考えている。 [MEMS技術ロードマップ関連について] 特に具体的な希望はないが、機能別MEMS技術戦略マップには興味がある。
8	現在MEMS技術を用いた製品は開発を行っていないが、ファイバーを使ったセンサMEMSを将来開発したいと考えている。 [MEMS技術ロードマップ関連について] 技術ロードマップについては、機能別技術戦略ロードマップを望んでいる。

***東北地域のMEMS参入企業**

No	ヒアリング内容
1	現在MEMSの研究者は事業開発本部以外に、他事業所等に5名程度いる。MEMSの適用商品としては、センサ、アクチュエータ等に注力している。

	<p>今後に向けセンサMEMSに取り組んでいるMEMSは、車載用センサ、高性能・高精度磁気センサ等である。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>経済産業省のMEMS技術マップは非常に参考になった。MEMSの技術戦略マップは「MEMS技術要素のロードマップ」が必要である。</p> <p>自社でも開発に関する技術ロードマップを作成しており、ユーザーの情報を基にしたかなりのレベルのものを望んでいるようだ。</p>
2	<p>当社はMEMSを半導体デバイスとして位置付け、1995年より圧力センサ、加速度センサの開発に取り組んだが会社の事情により、2000年にはこの事業を中止した。現在は、センサMEMSデバイスの開発を進めている。現在販売している製品の分野において、MEMS技術を用いた超小型のものが開発されつつあり、MEMSを用いた開発が急務となっている。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>MEMSの技術戦略ロードマップについては、自社に必要な分野のマップを作成しており、産業別、機能別、要素別以外に、現時点でのMEMS技術の把握が必要であるとの認識に立っている（既にコンペチタとの競争レベルに入っているとの認識である。）</p>
3	<p>企業グループの方向としてはMEMSの組織を組むことはないが、MEMSを研究している部署があり、事業として捉えてはいる。本社も東北地域の貢献を考えおり、MEMSユーザーの立場もありうる。</p> <p>ファンドリー調査を行っているが、あまりよい結果は得られていない。人材がいれば、ファンドリーは使いたくない。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>MEMSロードマップは自社でも作っている。会社のビジョンを達成するために、経営方針に反映させていく予定である。（自社以外の）ロードマップに対する要求は特になかった。</p>

***東北地域MEMS実用化企業**

No	ヒアリング内容
1	<p>加速度センサ、圧力センサ等、MEMS技術によるセンサを製造している。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>特に具体的な希望はなかったが、既にMEMSを実用化しており、参入している分野の技術に対する情報は既に所有していると考えられる。</p>
2	<p>MEMSの取り組みは、1997年よりスタートし、2000年より発売している。開発製品はセンサ関連のものである。</p> <p>現在はファンドリーを目指しており、特にMEMS製品の開発は行っていない。</p> <p>MEMSの市場については、少量多種の分野を狙っていきたい。またMEMS部品ユーザーとの共同開発を望んでいる。</p>

	<p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>MEMSパークコンソーシアムでは、MEMSの市場規模等の情報を無償で提供していないことが残念である。産業分野別MEMS技術戦略マップを望んでいる（特にユーザーも含めた内容のもの）。</p>
--	---

***東北地域外のMEMS参入企業**

No	ヒアリング内容
1	<p>MEMS技術を用いた製品（内容は公表せず）を開発中である。現在、MEMSに関する組織はないが、各部署にMEMSのメンバーがいる。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>技術戦略ロードマップは、機能別技術戦略マップを望んでいる。</p>
2	<p>現在、バイオ化学MEMS分野、センサMEMS分野、熱流体素子MEMSの分野での研究開発を行っている。</p> <p>バイオ化学MEMSの分野において、現在注目されているのは、生体検査の分野であり、特に血液中の検査である。MEMSを使って製品に適用するには、ある程度の数量が出ないと投資と回収ができない（4,000～5000台）。但し消耗品の場合はその限りではない（それを使用する装置さえあれば、ある程度の期間は確実な需要を見込むことが可能であるため。その場合は、コストをいかに安くするかが課題）。また装置本体に搭載する場合は、MEMS製品の価格が高くともそれほど問題はない。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>特に具体的な意見はなかった。</p>

***東北地域外のMEMS実用化企業**

No	ヒアリング内容
1	<p>当社では光MEMSにおける開発・製品化に関わっている。</p> <p>[MEMS技術ロードマップ関連について]</p> <p>現在、光MEMSの情報、家電分野における開発に取り組んでいるが、今後は自動車、産業機器、エンターテインメントの分野に進出したい。またRF-MEMSの分野にも広げていきたい。</p> <p>MEMS技術戦略マップは、客先動向と合わせて開発の方向性が見えてきて参考になった。</p> <p>技術戦略マップは、特に機能別MEMS技術ロードマップを希望している。</p>

*MEMSロードマップについてのアドバイス

No	ヒアリング内容
1	<p><パワーMEMSについてのアドバイス></p> <p>1. MEMSロードマップにおいて、特にMEMSデバイスについては、過度の期待を持たせる表記が多い。例えば、MEMSデバイスのニーズが現在ほとんどないものを、いかにも「ニーズがある」ように記述している。 市場のニーズがあり、MEMS技術を用いないと設計が可能ではないMEMSデバイスを「技術ロードマップ」として提供することが必要ではないか。</p> <p>2. パワーMEMSの対応部品例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メタノール直接型燃料電池(DMFC) 携帯電話やノートパソコン等のモバイル機器の普及とともに、より小型で大容量な電池・電源が求められおり、次世代のモバイル電源として最も期待されているのがメタノール直接型燃料電池(DMFC)であり、燃料として水素の代わりにメタノール水溶液を供給し、空気極で起こる酸素還元反応を利用したものである。 マイクロバルブ・マイクロポンプがMEMSの対応部品であり、「メタノール濃度センサ」、「薄型セパレータ」、「低消費電力化」、「詰まりや漏れの信頼性」が主要な課題である。 ・燃料改質器付燃料電池 炭化水素系燃料を改質して水素を発生させ、その水素をセルに供給して発電するシステムであり、「メタノール改質マイクロリアクタ」、「一酸化炭素除去マイクロリアクタ」がMEMSの対応部品である。「マイクロ触媒燃料器」、「マイクロバルブ」、「マイクロポンプ」、「流体パッケージング」、「システム化」、「信頼性」が主要な課題である。 <p>3. 東北地域における今後のMEMSデバイスのターゲットについては、MEMSを設計できる企業が、自社で製造しなくともよいMEMS部品を東北地域の中小企業にアウトソーシングする例が考えられる。 また、大企業では市場規模が小さく参入しないMEMS部品をターゲットにすることも有効ではないか。</p>
2	<p><通信分野におけるMEMSデバイス></p> <p>パッシブ(電圧等を印加しない)な歪センサとその歪量をRF-IDタグ等により、送受信を行う。</p> <p>ストレインゲージは、例えば誘電体のような、歪に対して相転位を用いて信号を取り出すような材料を考えている。従来用いられているストレインゲージは、電圧を印加し、歪に対して抵抗値の変化を、電圧を印加して検出している。これをパッシブなセンサを建築物の壁等の中に埋め込み、RF-IDタグを用いて外部より電源を供給することで、歪量をRF-IDより送信させ、受信ターミナルで監視し、地震等による歪が生じた場合、その信号を検出する。</p>

	<p>WDM、TDMに用いられる光スイッチであるが、非常に価格が高いため、一般的には使用できない。安価なものがあるとよい。</p> <p><通信分野で今後必要となる技術></p> <p>「ユビキタスネットワーク」においてRF-IDを実用化する方法であり、それと関連して気象センサ（温度センサ、湿度センサ、等）、環境センサ（O₃センサ、CO₂センサ、NO₂センサ等）のデータをRF-IDにて送受信するユビキタスセンサネットワークが今後有望である。</p> <p>「ユビキタスネットワーキングフォーラム」、「Live E プロジェクト」等で上記の技術が検討されている。</p> <p><その他のMEMS></p> <p>マイクロMEMS電源 MEMS指紋センサ セキュリティの分野でエントリキー（イモビライザ） ネットワークロボット 等が考えられる。</p>
3	<p><バイオ、医療分野におけるMEMSデバイス></p> <p>バイオ化学MEMSの「DNAマイクロチップ」等に関しては、DNA治療等が必要にならない限り、DNAマイクロチップは少量しか実用化できない。バイオMEMSが実用化される条件としては、治療に用いられる製品であることがあげられる。従って、現在注目されるバイオ化学MEMSは、血液の検査（糖尿病等）関連であり、現在血液を20ml採取し、検査機関に持ち込む方法がとられているが、1.5μlの採取で、1.5secで判定するバイオ化学MEMS（マイクロ流路）が有望と考えられる。</p>

技術ロードマップへの意見について

東北地域のMEMS未参入企業

東北地域のMEMS未参入企業のMEMS技術ロードマップに対する意見は、機能別技術ロードマップ、産業別技術ロードマップどちらも望む企業もあった。その他には、技術要素ロードマップ、中小企業におけるMEMSの参入分野に関する商品、技術分野が示されているものを望む企業もあった。

東北地域のMEMS未参入企業は、親会社、グループ企業においてMEMSに取り組んでいる企業が4社、親会社やグループ会社を持たない独立系の企業が3社、非製造業が1社であり、親会社、グループ企業においてMEMSに取り組んでいる企業については、技術ロードマップに対する考え方は実質的にMEMS参入企業と類似すると思われる。独立系の企業は、MEMSにこれから参入するという場合が多く、現段階では特にMEMS技術ロードマップに対して意識を持っているという企業は少なかった。

東北地域のMEMS参入企業

東北地域のMEMS参入企業については、MEMS開発に関する技術ロードマップを作成している企業もあり、既にコンペチタとの競争レベルであると考えられる。特にユーザーの情報をもとに具体的な特性レベルの技術ロードマップを要求した企業もある。

東北地域MEMS実用化企業

1社は現在、量産中であり、ユーザーの情報等は既に入手済みであるため、特に技術ロードマップに対する関心度は低かった。他の1社は、実用化したが見、用途開発が必要であり、また他の分野への参入を考えているため、産業分野別ロードマップを希望している。

東北地域外のMEMS参入企業

東北地域外のMEMS参入企業については、既に参入している分野におけるMEMS技術ロードマップには興味を示さず、今後参入希望の分野へのMEMS技術ロードマップを望んでいる。1社は、機能別ロードマップが希望であった。

東北地域外のMEMS実用化企業

東北地域外のMEMS参入企業は、特に機能別MEMS技術ロードマップを希望しているとの意見であった。

第3章．NEXUSのロードマップについて

ユーザーとサプライヤーの擦り合わせによりMST (MEMS) ロードマップを作成している EU のNEXUS(Network of Excellence in Microsystems Technology)におけるその活動については、本調査と関連する部分が大いと思われることから、NEXUS のロードマップの詳細について整理する。

(1) NEXUS (Network of Excellence in Microsystems Technology)とは

欧州委員会 (European Commission) の資金援助を受け、各産業界のMEMSユーザー企業とMEMSサプライヤー企業を結びつけるネットワーキング活動を展開している非営利団体である。1998年10月に組織としての活動をスタートしており、MEMSユーザーとサプライヤーが効果的に情報交換できる場を提供している。

1) ユーザー・サプライヤー・クラブとロードマップ

様々な産業分野ごとにMEMSのユーザー・サプライヤー・クラブ(USC)及びワーキンググループ(MWG)が組織され、効果的に情報交換が行われており、NEXUSの活動の中心を担っている。これらの場における情報交換により、サプライヤーはユーザーのニーズを把握することができ、また、ユーザーはMEMS技術やデバイスの最新の動向を掴むことが可能となる。

ユーザー・サプライヤー・クラブの産業分野は、自動車、情報通信、家電、工業プロセス制御、医療・薬品など多岐に渡る。ワーキンググループにおいては、それぞれの事業領域ごとに共通して影響を及ぼすMEMSの設計モデルシミュレーション、MEMSのパッケージング等について、技術的、ビジネス的問題を論議し、その内容を周期的な市場分析及び、アプリケーション・技術ロードマップの作成に反映している。

NEXUSのロードマップ作成活動にあたっては、マイクロ・ナノテクノロジー産業の様々な領域を代表する120人以上の専門家が参加している。

2) ロードマップ作成の流れと特徴

NEXUSの技術ロードマップは、以下の5つを狙いとして作成されている。

MST (MEMS) ユーザー企業、メーカー企業、装置製造企業に経営戦略の指針とビジネス情報を提供する。

MST開発者と設計者のために、最新の研究トピックスを特定する。

最新の研究プログラムの範囲を明示することにより、資金援助を受けやすくする。

将来の研究プロジェクトにおける連携パートナーを見つけやすくする。

異なる産業分野の企業に、MSTの自社の製品に対する有効性を理解してもらうことにより、組織運営を円滑にする。

また、NEXUSでは、以下の手順に従って、ロードマップが作成されている。

ユーザー・サプライヤー・クラブ(USC)による機能のトレンド、要求の特定
 関連MST(MEMS)デバイスの特定
 デバイス開発トレンドの予測
 要求されている機能を達成するために必要となる技術開発

(THE NEXUS「Product - Technology Roadmap For MicroSystems」より作成)

NEXUSのロードマップは、市場の発展動向、機能・アプリケーションのトレンド、製品のトレンド、技術開発動向、製品開発動向を考察し、また、それらの相互作用をシミュレートすることにより製品動向と技術計画を連関させているが、この方法はフィリップス社のロードマップと類似しており、SIA(米国半導体工業会)による半導体と光電子工学、パッケージング技術のためのロードマップのような、技術要素にフォーカスしたものは形式が異なっている。ロードマップの期間としては、短いもので5年以内、長期ビジョンになると5~8年、ある分野においては15年のものもある。

分析報告の冒頭では、MEMS産業を取り巻く状況を俯瞰するため、現代社会の様々な問題や趨勢(人口増加、移動需要の増加、ユビキタス/知能環境への需要増加、自然資源の枯渇など)が「メガトレンド」として挙げられ、それに伴って想定される結果、潜在的な要求とともにそれに対してのMEMS・MSTの適用可能性、あるいは脅威が示されている。

このように視点をMEMSの技術要素から一歩発展させ、社会の潮流とMEMSをリンクさせている点に特色が見られる。

メガトレンド(現代社会の潮流)(一部)

現代社会の潮流	想定される結果	潜在的な要求	MEMS、MSTへの機会、脅威
人口増加 (2010年までには70億人、2050年までには90億人になると予想)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 飢餓、欠乏 ・ 紛争、対立 ・ 病気(新型・伝染性) ・ 住宅の不足 ・ ヘルスケア ・ バイオタグ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 食料供給の増加 ・ 新たな水源 ・ より効率的な農業 ・ 新たな産業と雇用 ・ 新たな健康診断法 ・ 新薬 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサ ・ バイオセンサ ・ ナノテクノロジー
移動需要の増加	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動車の増加 ・ 航空機の巨大化 ・ 高度な安全性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 効率的な燃料 ・ 低コスト輸送機器 ・ インフラの進歩 ・ グローバルな交通管理 	<ul style="list-style-type: none"> ・ センサ ・ IMU(慣性センサユニット) ・ GPS ・ 燃料電池
ユビキタス/知能環境への需要増加/	<ul style="list-style-type: none"> ・ あらゆる人、あらゆるものがネットワークに接続可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ インターフェースの標準化 ・ インフラのネット 	<ul style="list-style-type: none"> ・ RF-MEMS ・ MOEMS ・ センシングデバイ

	な状況 ・メディア、情報にすぐアクセスできる状況	ワーク化	ス ・アクチュエータ ・ディスプレイ
セキュリティ意識の高まり(9.11以降)	・国防意識の高まり ・持続的な監視システム ・パーソナルID	・探知、モニタリングシステムの増加 ・バイオ検知システム	・センシングシステム ・バイオセンサ
自然資源の枯渇	・新しいエネルギー源 ・資源を巡る世界的、地域的争い ・より効率的な生産活動 ・リサイクル ・二酸化炭素削減	・効率的なエネルギー炉 ・代替エネルギー資源(太陽、風、波)	・低電力MEMS/MST ・エネルギー源 ・モニタリング/センシングシステム(リモートセンシングを含む)

(THE NEXUS 「Product - Technology Roadmap For MicroSystems」の分類による)

(2) ロードマップの内容

分析報告書 (THE NEXUS 「Product - Technology Roadmap For MicroSystems」) では、産業分野は「自動車」, 「マルチメディアと周辺機器」, 「通信」, 「製薬」, 「医療デバイス」, 「航空・防衛・宇宙」, 「ライフスタイル」(レクリエーション、リラクゼーション、エンターテインメント等)で区分され、それぞれの分野ごとにセクションで分けられている。

まず、各産業分野の冒頭では、アプリケーションの機能動向や業界構造が示される。例えば自動車分野では、エンジン駆動部、車台部分、車体部分と部位別にアプリケーションが区分され、さらにそれぞれのセクションにおいて、そのアプリケーションの機能のトレンド、MEMSデバイス搭載の可能性、MEMS技術の現状、開発動向が示され、市場の動向とMEMSデバイスの可能性について知ることができるようになっており、それを受けてロードマップが作成されている。

また、マルチメディアと周辺機器では、アプリケーションとしてインクジェット、データストレージ、マイクロディスプレイがあげられており、同様にそれぞれのアプリケーションのセクションごとに現在のMST技術動向と採用動向が示されている。

ここでは、ロードマップ作成の流れとして、アンケート結果において「今後取り組みたいと考えている分野」として回答の多かった自動車、通信分野を例にとって、NEXUSのMEMS市場予測の方法について整理していきたい。

1) 自動車

自動車分野は、エンジン駆動部、車台部分、車体と部位別にアプリケーションが分類されており、それぞれについて、機能のトレンド、MEMSデバイス搭載の可能性、MEMS技術の現状、開発動向が示され、市場の動向とMEMSデバイスの可能性が提示されているが、ここでは、自動車全体における今後の動向、アプリケーションのトレンド、技術課題、MEMSの搭載状況について整理した。

自動車産業における今後の動向

今後の開発にあたってのキーワードとしては、「排気ガスの削減」、「燃費の向上」、「安全性」、「セキュリティ」が挙げられている。

その根拠のひとつとしては、ヨーロッパの自動車メーカーが2008年までに二酸化炭素の排出量を1kmあたり平均180gから140gに削減することを義務付けられていることがある。

42V電圧システム(自動車の電源電圧を現行の12Vから42Vに上げることで電源不足の解消や省燃費化、高電圧駆動の新機能を付加することが可能になる)は2008年あたりから本格化すると見られているが、この義務付けによりその搭載が加速されると見られる。2012年までには、アメリカの3分の1の自動車が42Vシステムを採用するとの予想がなされている。

自動車アプリケーションのトレンド

自動車のアプリケーションにおける最も顕著なトレンドとしては以下のものが挙げられている。

- 安全性、信頼性の向上
- 燃費の向上
- さらなる快適性とドライビングの楽しみの提供
- 環境問題への対応

技術的機能課題

自動車の技術課題としては以下の要素が挙げられている。

- コスト削減、小型化、コンポーネントの信頼性向上
- 電気制御ユニットの複数機能化(そのためにはモジュール間の高度なネットワーク化が必要)
- モジュールの高度複合化
- モジュールのさらなる集積化(そのためには熱耐性が必要)
- 42V電源システムの導入に向けた新しい試み

これらの問題を解決するにあたり、小型で機能集積が可能なMEMSの技術が役立つと考えられる。

また、さまざまな報告では将来的にセンサを含む自動車の電気部品は車輻コストの30%程度を占めると予測されているが、MST(MEMS)が使われている車載用センサ等のアプリケーションについても、そのマーケットが広がる可能性がある結論付けられている。

MEMSの搭載の状況

MEMS技術の自動車への採用状況としては、エンジンの圧力部分のセンサに既に作用されている。また、シリンダープレッシャーセンサでは今後大きなMST(MEMS)の採用が見込まれており、MEMSの対応可能性も十分に考えられる。また、MAF(Mass Air Flow)センサは燃費の向上と排ガス規制によるディーゼルエンジンの需要の高まりとともに成長が見込まれているが、省電力と短い反応時間が要求されることからMEMSの採用可能性が大きくなり、将来的にはMEMSが市場で大きな位置を占めるようになると予想されている。

また、車台部分では、ブレーキの低圧力センサにMEMSが採用されている。ただ、ブレーキ温度のセンサについては、MEMSはブレーキ近くの凸凹で汚れが多い環境には不向きなことから、少なくとも近い将来においてはMEMSは適さないと考えられている。

2) 通信分野

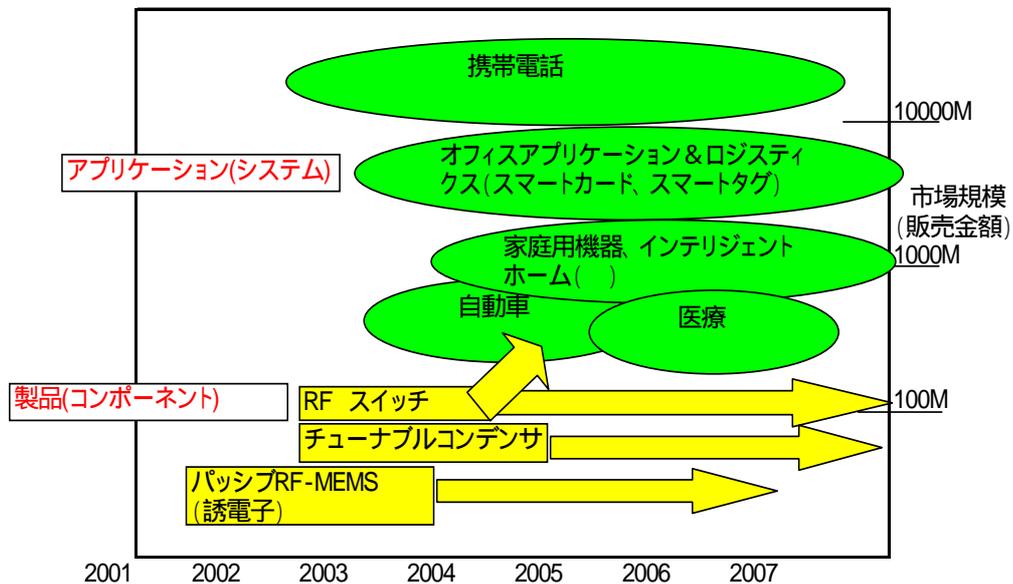
通信分野においては、「RF・モバイルシステム」、「光学システム」、「衛星通信と宇宙システム」、「自動車通信」でセクションが分類されているが、全体の動向では、MEMS/MST技術に関連するところが大きい三大重要分野としてRF・モバイルシステム、光学システム、衛星コミュニケーションが特定されている。ここでは、「RF・モバイルシステム」を例にとってそのロードマップ作成までの流れを見ていきたい。

RF・モバイルシステムにおけるMEMSの可能性と開発動向

RF-MEMS部品の情報通信分野への導入にあたっては、まだ明らかでないところがある。機能的な問題とともにその価格(例えば携帯電話・GPS等では30セント以下が理想とされている。)も搭載にあたっての重要な鍵となっているが、MEMS部品のもつ小型で低消費電力といった特性は他の競合技術に対して優位性が高いと予想されており、フィルター、マイクロスイッチ、アンテナ等のRF部品の小型化に向けた開発が行われている。

NEXUSのロードマップによれば、部品ではスイッチ要素のようなより複雑な構造体に先んじて、パッシブRF-MEMSが最も商品化の可能性があり、また、アプリケーションでは携帯電話が最も需要が高くなると予想されている(図表3-1)。

図表 3 - 1 通信分野とデータ変換アプリケーションにおける RF - MEMS のロードマップ



インテリジェントホーム

セキュリティシステム、家電など家庭内の様々な機器をインターネットに接続した高度情報通信型住宅

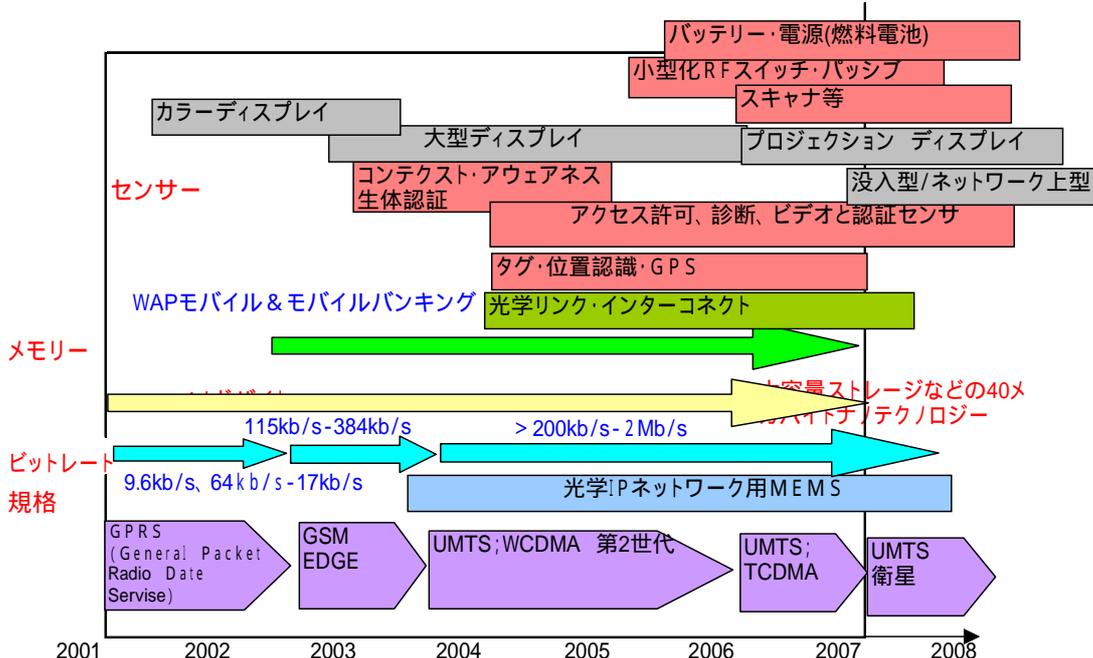
(出典：THE NEXUS 「Product - Technology Roadmap for Microsystems」)

また、例として携帯電話の今後の機能トレンドでは、以下が挙げられている。

- ・ 指向性マイクロフォン、マイクロスピーカの搭載
- ・ 高感度センサ (音、圧力、気温、湿度、明度)
- ・ ユーザー ID (指紋) と本人認証センサ
- ・ 診断・健康モニタリングセンサ
- ・ マルチ周波数帯域操作作用・自動車内用スイッチ
- ・ レンズ、ディスプレイ、ビデオ等の新機能
- ・ 従来のものに代わる新たな電源 (燃料電池、マイクロ燃料装置)

このような将来的な開発と関連する視点として、次のような図が示されている(図表 3 - 2)。

図表3 - 2 モバイルシステムの発展と関連MST技術



(出典: THE NEXUS 「Product - Technology Roadmap for Microsystems」)

NEXUSによれば、将来の携帯電話は、個々のユーザーごとにそれぞれが必要とする機能を提供するというような仕組みになると予想されている。個人対応の携帯電話には、高度に個人化され、知的でワイヤレスなデバイスが必要となるが、例えば医療診断（健康チェック）、ライフスタイル、コミュニケーションインターフェースや通信などの分野のアプリケーションは、セキュリティ、安全性、安定性、利便性を高めるために設計されたセンサとアクチュエータの配列により実現可能となる。ユーザーそれぞれの嗜好に対応した携帯機器、つまり持ち運び可能な情報基地を使って通信、情報の入手が可能になると予想されているが、RF-IDはそのようなプラットフォームの基本となると考えられている。

スマートタグを含む、タグ・RF-IDは、MEMS/MSTにとって大きな市場の機会となり得、MEMS/MSTのメリットである小型化、低消費電力、集積化が生かせるアプリケーションであると考えられている。

RF-IDとタグシステムは製品のラベリングや物流コントロールの分野で広がると見られるが、その場合、低消費電力、高精度な信号処理と高度に集積した設計が求められる。

(3) まとめ

NEXUSのロードマップにおいては、分析報告の冒頭にイントロダクションとして、我々を取り巻くいくつかの重要な「メガトレンド」とMEMS/MSTへの影響を明確に提示している。このように現代社会の潮流との関係という大きな枠の中でMEMSの可能性をとらえることにより、様々な世界的規模の問題においてMEMSがいかに有効な解決手段であるかを具体的に示し、MEMSの可能性をより身近なものとして考えることが可能になっている。

各産業界には製品化企業、装置・部材メーカー、研究機関等、それぞれの役割を担う各「プレイヤー」(企業)が存在するわけであるが、一般的に技術ロードマップは少数のプレイヤーの意見を反映したものになりがちであるところ、NEXUSのロードマップの場合は、技術サプライヤーとともにユーザーも議論に加わることによって、ビジネス領域を横断し、幅広いプレイヤーの目から見たロードマップの作成が可能になっており、それがアプリケーション主導のビジョンを示すことにつながっている。

わが国の現状では、MEMSにおいて少品種大量生産型の大規模市場は限られた一部の大手企業が占めているが、アプリケーション側の企業の要求は多種多様である。また、MEMSは標準化、共通化が難しくデバイスごとにプロセスを開発する必要があり、その領域も自動車、情報、通信、医療・健康福祉、バイオ、家電、社会環境支援、測定機器等多岐に渡っている。そのため、将来性が期待されるMEMSアプリケーションの方向性を示唆することで、東北の中堅・中小・ベンチャー企業の参入を促進していくことを目的とする本調査の場合には、MEMSが実際にどのような製品に搭載される可能性があるかということが重要な情報であり、出口(アプリケーション)を明確に意識することが必要になる。しかしながら、ロードマップ作成において、MEMS製品化企業など限られたプレイヤーの視点にもとづいた場合、どうしても技術スペックに比重が移ってしまい、出口の明確化に必ずしも直結しないことが想定される。その場合、ユーザーの視点をも取り入れたNEXUSの作成方針は、本調査において意義深いものであり、ロードマップ作成においてはその手法が大いに参考になると思われる。

また、中期のロードマップはできるだけ短期間での開発を望むマーケット、アプリケーション側から、長期のビジョンは技術側(有識者、研究者)から打ち出されているが、そのような相互補完的な役割分担も、ロードマップの精度を高める上で重要な要素となりうると考えられ、その点も本調査にあたっての有効なヒントとなる。

第4章．技術ロードマップと東北地域におけるMEMSへの参入課題

(1) ロードマップ作成方針と各項目について

1) ロードマップ作成方針

本調査における技術ロードマップ(別添)については、アンケート調査結果において作成を期待するロードマップの種類として「機能別MEMS技術戦略ロードマップ」(27社)、「産業分野別MEMS技術戦略ロードマップ」(23社)、「MEMS技術要素のロードマップ」(18社)となっており、「機能別MEMS技術戦略ロードマップ」が最多となったが、回答が分散していること、また、ヒアリング調査結果においても、「産業分野別MEMS技術戦略ロードマップの作成」の要求が多かったこともふまえ、産業分野別ロードマップに機能別MEMS技術戦略ロードマップの性格を併せ持ったロードマップを作成するものとする。

産業分野別に幅の広い記載となっているが、これは東北の企業がそれぞれの方針に基づいて判断し、最適と思われるアプリケーションを選定するためのヒントとなり得るメニューを提示することを目指したためである。

現在、MEMSに関する技術ロードマップについては、経済産業省、NEDOによる「技術戦略マップ」(平成17年)等があり、その形式としては、MEMSの高機能化または低コスト化に大きく貢献する技術、MEMS全般に広く貢献する基盤技術など、MEMS重要技術課題を掲げ、技術マップにおいてその技術課題を大別したうえで、それぞれについて詳細に示すという、技術スペックにフォーカスした内容となっている。

ただ、MEMSメーカー側で目標技術が確立できたとしても、MEMSが最終的にアプリケーションに搭載されなければ、MEMS市場の成長は難しい。そのため、本調査では、実際のMEMS製品のニーズの把握をロードマップ作成の視点の中心に据えることで、東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業が、自社において参入可能なアプリケーションを考える上でより実状に即した参考資料となることを目標とした。

2) 各項目について

項目は「サービス(開発コンセプト)」、「ユーザーの製品・技術・サービス課題」、「アプリケーション」、「MEMS部品例および技術課題」、「今後の技術開発課題と目標時期」から構成されている。

産業分野については、NEXUS作成の技術ロードマップを参考にしながら、MEMSの主要適用分野として「自動車分野」、「情報通信」、「バイオ・医療」、「エネルギー」、「産業機械」、「福祉」、「その他(セキュリティ)」を取り上げた。

アプリケーション内容については、企業および研究機関へのアンケートにおいて回答が寄せられた今後取り組みたい具体的なMEMS機能部品を参考にしながら、各産業分野における大手企業の開発担当者や東北大学のMEMS関連研究者へのヒアリングをベースに、今後実用化の可能性があると考えられるアプリケーションを選定し記載している。

(2) ロードマップの内容

ここでは、ロードマップの項目と各産業分野におけるアプリケーションのサービス（開発コンセプト）およびについて説明する。

1) ロードマップの項目について

「サービス（開発コンセプト）」について

MEMSユーザー企業、あるいはこれからまさにMEMSに取り組もうとする企業が具体的にMEMSの可能性をイメージしやすいように、「安心」、「セキュリティ」、「安全」、「快適」、「環境」、「健康」、「利便性」といったキーワードを設定し、各産業分野内でこれらのワード別にアプリケーションの分類を行った。

「ユーザーの製品・技術・サービス課題」について

MEMSに関連したユーザー側の企業の要求は多種多様である一方、MEMS技術の適用可能な分野は非常に広範囲であることから、MEMS市場の可能性は大きいものと期待される。その反面、MEMSの特性が活かされ、高い付加価値が実現されるような有望市場をいかに的確に把握するかが大きな課題となっており、そういった有望市場につながる出口(アプリケーション)を明確にするには、ユーザーからの情報収集により、製品・サービス・技術開発等、各産業界の今後の動向を認識し、ユーザーニーズをとらえることが重要となる。

「アプリケーション内容」について

「ユーザーの製品・サービス・技術開発課題」を受けて、今後ユーザーのニーズに対応するであろう、MEMS搭載可能性のあるアプリケーションを提示している。

「MEMS部品例および技術課題」について

「ユーザーの製品・サービス・技術開発課題」を受けて提示された「アプリケーション」において搭載可能性のあるMEMS部品、またその技術的課題について掲示している。

「今後の技術開発課題と目標時期」について

全項目で示されたMEMS部品の技術課題について、その課題解決の目標時期を線表で指し示している。

2) 各産業分野におけるアプリケーションおよびMEMS部品例および技術課題

自動車分野

1) 安全

事故を未然に防ぎ、安全なドライビング（アクティブセーフティ）を確保するため、車体の様々な箇所にセンサを設置し、各機能を制御することが考えられるが、課題としては、小型、信頼性、低価格が要求事項として挙げられる。

「タイヤ空気圧監視システム」

「タイヤ空気圧監視システム」においては、圧力センサと無線部でのMEMS部品の搭載可能性が考えられるが、それには高温多湿な環境における信頼性、低価格、パッシブ動作、

自己発電等が課題となる。

研究開発時期については、現在開発が進んでいる最中であるが、自己発電は、これから研究開発が進められるという段階であり、自己発電によってシステムの利点が見出せるかは現在のところ不透明な状況である。また、その検証には3年程度を要すると考えられる。

商品化時期については、2年以内と予想される。また、自己発電に関しては原理検証から2年後に商品化の目途がつくと予想されている。

E S C (横滑り防止装置)

アクティブセーフティ車の向きおよび横方向の加速度を計測し、これをステアリング角検出センサによって示される、ドライバーの運転による進行経路と比較することで動作する装置である。

ステアリング角センサには、シリコンベースのヨーレート・センサが用いられる。主な課題としては、横加速度計とヨーレート・センサのモジュール化、耐環境性が求められることである。

ヨーレート・センサについては、既存のMEMS部品より高性能・低コストが達成できないと新規参入は難しいと考えられる。

E S P (電子制御スタビリティ・プログラム)

E S Pは、四輪のブレーキを個々に自動的に使用することで方向性や安定性をコンピュータで自動的に制御するシステムである。

使用されるセンサは、「ヨーレート・センサ+横加速度センサ」であり、主な課題は、モジュール化、小型化、低価格化である。

ヨーレート・センサについては、E S Cと同様、既存のMEMS製品より高性能・低コストのものができないと新規参入は難しいと考えられる。

) 快適

交通事故、渋滞などといった道路交通問題を解決し、快適なドライビングを実現するため、センサを用いて道路情報を管理するシステムとして、I T S (高度道路交通システム)へのニーズが高まると見られる。

I T S (高度道路交通システム)

I T Sは、情報技術を用いて、人とクルマと道路を結び、渋滞や交通事故などの道路交通問題の解消を図るという最先端の交通システムであり、リアルタイムの渋滞情報と連動した高度なナビゲーションシステムや、自動料金収受システムであるE T Cなど、9つの開発分野で構成されている。新カーナビゲーションシステムにはジャイロ・センサの搭載可能性が期待される。

ジャイロ・センサの主な課題としては、角速度精度、小型化、低価格化が求められる。ジャイロ・センサの商品化については、既存のMEMS製品より高性能・低コストのものができないと新規参入は難しいと考えられる。

) 環境

今後、世界的な問題として環境意識が高まるにつれて、自動車メーカーにおいても環境対策として、適正な燃料噴射技術が求められるようになると考えられるが、その該当アプリケーションとして、排出ガスのクリーン化・燃費向上のための電子燃料噴射シス

テムが挙げられる。電子燃料噴射システムにおけるMEMSの搭載可能性がある部品としてはフロー・センサがある。

電子燃料噴射システム

電子燃料噴射システムは、エンジン燃焼に必要な吸入空気量をエアフローメータで計測し必要燃料量をコントローラが決定、一定燃料圧力で制御された噴射弁の開弁時間制御をすることで空気燃料比の形成、最適噴射量の供給を行い、燃焼排気ガス浄化を行うシステムである。

電子燃料噴射システムに用いられるフロー・センサの主な課題は、マイクロバルブである。

フローセンサについては、既存のMEMS製品より高性能・低コストのものができないと新規参入は難しいと考えられる。

情報通信分野

）安心・セキュリティ

機密情報流出の防止のため、限られた人だけがデータ見ることができるシステムの必要性が高まると見られる。該当アプリケーションとしては、携帯電話機、PC認証システムがあり、指紋認証センサにMEMS搭載可能性が考えられる。

携帯電話機、PC等の指紋認証システム

指紋認証システムについては、携帯電話機、PC等の使用時のパスワード認証を指紋認証にすることで、従来のパスワード認証よりも高いセキュリティを確保できる。

指紋認証センサの技術課題としては、認証用ソフトウエア、認証アルゴリズムの精度向上が挙げられる。

MEMS指紋認証センサは現在も開発が進められているが既存のものより高性能・低コストのものができないと新規参入は難しいと考えられる。

）快適（環境）

快適なコミュニケーション環境の構築のための高速通信技術の確立、生活環境の快適化を図るためのネットワークによる環境情報の共有化の実現が待たれるが、その代表的なシステムとしては、光通信、ユビキタスネットワークサービスが挙げられる。

光通信に用いられる多チャネル光クロスコネクタ装置

多チャネル光クロスコネクタ装置においては、MEMSミラーに光を反射させて、ミラーを偏向することで光路を立体的に切替える3次元型MEMS光スイッチにより、信号切替え時間の高速化の実現が可能になる。

多チャネル光クロスコネクタ装置に用いられるMEMS光可動ミラーの主な課題としては、光可動ミラーの加工要素技術、可動ミラーモジュールの加工技術、また、可動回数を100億回以上とした場合、それに耐え得る信頼性があげられる。

ユビキタスネットワーク

ユビキタスネットワークにおいてRF-IDを実用化する方向であり、それと関連して気象センサ（温度センサ、湿度センサ、等）、環境センサ（O₂センサ、CO₂センサ、NO₂センサ等）のデータをRF-IDにて送受信するユビキタスセンサネットワークが今後有

望であると考えられる。「ユビキタスネットワーキングフォーラム」、「Live E プロジェクト」(注)等では上記の技術が検討されている。

ユビキタスネットワークは、ネットワークコンピュータ、低消費電力を実現した温度センサ搭載子機、データ収集・表示を行うホストで構成され、これまで煩雑だったネットワーク設定を容易にする、複雑な配線を極力減らしたセンサネットワークシステムであり、屋内外の温度管理や物品の位置管理を実現するものである。

センサネットワークシステムに用いられるMEMSセンサ・モジュールは、「複数センサ・モジュール+無線部」であり、主な課題は、省電力(パッシブ動作)、センサ・モジュール化である。

商品化時期については、単純なものは部分的に2010年頃に実用化の可能性があると考えられているが、本格的なものは当分先と予想される。

(注)「Live E プロジェクト」

2005年5月設立。個人や組織により設置運営される「デジタル百葉箱」等が自律的に生成・取得する、気象情報や都市活動に関する情報など、広義の地球(Earth)に関する生きた(Live)環境(Environment)情報が自由に流通し共有される電子(Electronics)情報基盤を形成発展させ、自律的で自由な環境情報の利用法、安心安全で効率性の高い活動空間(=環境)の創造を目指すプロジェクト。地球温暖化対応のような環境保護対策での利用をはじめ、教育、公共サービス、ビジネスアプリケーションなどの分野での自由で自律的な利用法について、積極的な働きかけを行う。

) 利便性

携帯電話の機能進化、さらなる可能性の開拓のため、小型化、情報容量増大、低消費電力化等を進めることが課題となる。それに資するアプリケーションとして機械式、半導体式スイッチに変わる小型の携帯電話スイッチ(RF-スイッチ)、高容量データ・ストレージ、アクティブ型DMFCが挙げられ、そこにMEMS部品の搭載可能性が考えられる。

携帯電話用RFスイッチ

携帯電話に使われる高周波信号に充分対応する機械式、半導体式スイッチに変わる超小型の新しいスイッチであり、MEMS技術を用いることにより、超小型のRF-スイッチの実現が可能になる。

RF-スイッチの主な課題は、高精度3次元加工技術、10億回に及ぶ開閉回数に耐えうる信頼性に加え、高周波回路との集積化が課題である。フィルタでは、伝送パワー向上(抵抗減少)、振動子では温度安定性が課題である。

注意点としては、RFスイッチは既に実用化済みであるが、必ずしも携帯電話に搭載されるものではないのでニッチなアプリケーションという面があることである。また、水晶振動子置き換えのMEMS発振器は、米ベンチャー企業が実用化中だが、主流になるかは不明である。また、圧電薄膜共振器(FBAR: Film Bulk Acoustic Resonator)はアジレント・テクノロジー社によって実用化がなされている。シリコン振動子についてのフィルタは、まだ技術的に未実証の部分があり、実用化に達するかは不透明な状況である。

高容量データ・ストレージ

HDDに替わる高容量データ・ストレージとして、現在の100倍にあたる1Tbit/inch²の記録密度の実現が目標となる。MEMSプローブメモリは、メディア(ポリマー層、相変化材料層、磁性層、強誘電体層等)にカンチレバーを用いて記録するマルチプローブメ

メモリである。将来の大容量・高速・低消費電力のモバイルストレージとしての実用化が期待される。

大容量データ・ストレージに用いられる強誘電体記録メディアの主な課題は、強誘電体材料、超微細ヘッド、ヘッドとメディアの位置決め、信頼性確保である。

アクティブ型DMFC

携帯情報機器用燃料電池において、アクティブ型DMFCにおけるメタノール濃度制御を行う。その燃料電池部品においてMEMSの搭載可能性が考えられ、主な課題としては、燃料電池流路、燃料電池ポンプ・バルブ、低省電力化、信頼性が挙げられる。

家電分野

）利便性

薄型大画面ディスプレイの低コスト化や携帯型プロジェクタを実現し、ユーザーが高品質な画像、文字情報を快適に入手するための方法として、センサ、アクチュエータの配置により製品機能を高めることが今後のユーザー課題として考えられる。アプリケーション（システム）としては携帯型プロジェクタ、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオの手ぶれ補正機能システム、高速インクジェットのリニアプリンタがあり、搭載される可能性のあるMEMS部品としては、光スキャンミラー、ジャイロセンサ、リニアプリンタ用ヘッドが考えられる。これらの技術課題としては小型化、低価格化、高速化が挙げられる。

携帯型プロジェクタ

光ミラー（アレイ）による動画表示する薄型大画面ディスプレイや携帯型プロジェクタのための光ミラー（アレイ）では、光学的な性質を、透明な状態と鏡の状態及びその中間状態に自由にコントロールすることのできる新しい薄膜材料を用いる。

光スキャンミラーの主な課題としては、マイクロミラーアレイ、テキサス・インスツルメンツ社のDMD（Digital Micromirror Device）に対するコスト競争力が挙げられる。

デジタルスチルカメラ、デジタルビデオの手ぶれ補正装置

デジタルスチルカメラ、デジタルビデオの手ぶれ補正機能システムにおいて、従来のジャイロと比較して、MEMS技術を用いて小型、低価格を実現することが目標とされる。

MEMSジャイロ・センサの主な課題は、センサ・回路一体型、小型化、低価格化である。

MEMSジャイロ・センサは現在、開発が進められているが、商品化については、既存のMEMS製品より高性能・低コストのものができないと新規参入は難しいと考えられる。

高速インクジェットリニアプリンタ

高速インクジェットのリニアプリンタの実現には、超小型で消費電力量が少ないヘッドに対してMEMS技術を用いる可能性が考えられる。

リニアプリンタ用ヘッドの主な課題としては、超小型、省電力、駆動方式があげられる。

バイオ・医療分野

）健康

バイオ・医療MEMSを活用した様々な検査システムの開発が進んでいるが、診断・治療用バイオ・医療MEMSが実用化される条件は、治療法が確立している疾患の診断に用

いられることであり、バイオ・医療MEMS分野において、現在注目されているのは生体検査、特に血液検査の分野であるが、患者の負担（痛み）の軽減と診断コストの削減のため、検体量の圧縮が課題であり、少量の検体でも解析可能な装置が求められる。

前記の診断・治療とともに期待されているMEMS応用として、生活習慣病予防のための携帯用健康管理機器がある。例えば腕時計型の機器により日常的に血圧、脈拍、血糖値、尿酸値などを測定することにより発病や重病化を防ぐことができる。このための機器として非侵襲、経済性、小型・軽量などが多くの場合、必要条件となる。このような機器はスタンドアロンのように用いられるのではなく、無線通信ネットワークを介してデータベース、病院、介護施設などにつながり、バイタルデータを頻繁に送受信することにより必要な時に必要な措置を講じることが可能となる。

血糖値測定装置

血液採取により糖尿病の血糖値を検知するもので、MEMS技術を用いてマイクロ流路を作り、センサを用いて採取する血液の量を最小にして短時間で血糖値を判定する血糖値測定装置が求められる。

マイクロ流路の主な課題は、血液付着防止膜、データ伝送、その他情報同時計測である。

血液検査装置

血液検査の主流である遠心分離法ナノフィルターを用いて、検体が約1ccで済み、コストが5分の1以下、検査時間も大幅に短縮できる血液検査装置が求められる。

ナノフィルタの主な課題は、血液付着防止膜である。

バイオ・医療MEMS全体における注意点としては、MEMSを使って製品にするにあたり、ある程度の数量が見込めないと初期投資に莫大な費用がかかるため、投資とその回収が難しいことがあげられる。ただしチップ等の消耗品はそれを使用する装置さえあれば、ある程度の期間は確実な需要を見込むことが可能であり、その場合は、コストをいかに安くするかが課題となる。装置本体に搭載する場合は、MEMS製品の価格は高くともそれほど問題はないと考えられる。

エネルギー分野

）利便性・環境

自然資源の枯渇、環境汚染等への対策として、環境負荷が低く効率的なエネルギーシステムの開発の要求が高まると見られるが、それを実現するための一つとして、燃料装置の小型化への必要性が高まると予測される。

リチウムイオン電池の性能向上は限界が近づいており、今後大幅な高容量化が見込めない段階に来ているが、その一方で更なるバッテリーの高容量化が求められている。そのアプリケーション（システム）としては、メタノール直接型燃料電池（DMFC）、燃料改質器付燃料電池が考えられる。

メタノール直接型燃料電池（DMFC）

携帯電話やノートパソコン等のモバイル機器の普及とともに、より小型で大容量な電池・電源が求められている。次世代のモバイル電源として最も期待されているのがメタノール直接型燃料電池（DMFC）であり、これは燃料として水素の代わりにメタノール水

溶液を供給し、空気極で起こる酸素還元反応を利用したものである。

マイクロバルブ・マイクロポンプの主な課題は、メタノール濃度センサ、薄型セパレータ、低消費電力化、詰まりや漏れの信頼性である。

燃料改質器付燃料電池

燃料改質器付燃料電池は、炭化水素系燃料を改質して水素を発生させ、その水素をセルに供給して発電する装置である。

燃料改質器付燃料電池に用いられる「メタノール改質マイクロリアクタ」、「一酸化炭素除去マイクロリアクタ」の主な課題は、マイクロ触媒燃料器、マイクロバルブ、マイクロポンプ、流体パッケージング、システム化、信頼性である。

産業機械分野

）利便性

産業機械は、各ユーザー企業による個別性が強く、ユーザーによりその仕様が様々であるため、いわばオーダーメイド的な製品であり、具体的なアプリケーションの例として、高温高圧下の圧力センサ、流量センサ、ナノレベルの超微細位置決め装置、ナノインプリント、ナノプレスモールドニング、マイクロ射出成形などのマイクロオプティクス用、マイクロチャンネル用があげられる。

高温高圧下の圧力センサ、流量センサ

高温、高圧で今まで計測が難しかった箇所、例えば蒸気タービン内部などで圧力や流量を測定する圧力センサ、流量センサが求められる。

圧力センサ・流量センサの主な課題は、耐熱材料、センサ・回路一体化、無線化である。

ナノレベルの超微細位置決め装置

ナノレベルの超微細位置決め装置に用いられるXYZステージにおいて、MEMS技術を用いたマイクロ・アクチュエータにてナノレベルの位置決めを実現する。

XYZステージ用マイクロ・アクチュエータの主な課題は、ストローク、速度、分解能、精度のバランス、各軸干渉の抑制である。

ナノインプリント、ナノプレスモールドニング、マイクロ射出成形などのマイクロオプティクス用、マイクロチャンネル用マイクロ・ナノモールド

マイクロ・ナノ形状を転写加工によって低コストで製作し、特にマイクロオプティクスに重要だが、マイクロチャンネルにも適用できる産業機械として、光ノ機械加工など種々の微細加工法により機械強度・耐熱性・耐酸化性に優れる材料でモールドを作製し、2次元形状だけではなく3次元形状にも対応するナノインプリント、ナノプレスモールドニング、マイクロ射出成形が考えられる。各種複合光学素子による場合、また、マイクロTASバ イオチップ関連への応用も考えられる。

MEMS部品としてはマイクロ・ナノモールドが挙げられ、その主な課題は、樹脂以外への転写加工、ショット数向上である。

LSIプローバ

プローブピンを超並列化し、LSIのウエハレベル検査を高速化するLSIプローバにおいて、Low-Kの導入によって、プローブ押し付け圧低下、300mmウエハ面内に1万本

を超えるプローブを作るため、プローブ製作の歩留まり向上、および不良プローブの補修、バーンイン時の熱膨張をクリアする必要がある。

MEMS部品としてはLSIプローブカードが挙げられ、その主な課題は、プローブの狭ピッチ化、超並列化、耐久性向上である。

福祉分野

）健康

高齢者を支援し、安心・快適に生活できる社会を創出するため、ロボットによりサステイナブル(持続的発展可能)なライフスタイルを確立することが求められる。

ロボット技術

介護機器としてのロボット技術においては、MEMSセンサや高性能モータ、高度機構を含む機械技術や電気・制御技術に加え、神経・脳から認知におよぶ生物学的な科学技術、超高速コンピューティングや柔軟なネットワークや膨大なデータベースなどを扱う情報通信技術などの技術の高度化や融合化、人を支援する知能化がイノベーションの核となる。ロボットには、力センサ、姿勢制御センサが用いられ、特に姿勢制御センサにはMEMS技術が用いられると考えられる。

姿勢制御センサは加速度センサと角速度センサのモジュール化からなり、主な課題は、超小型6軸モーションセンサである。

その他分野

）安心・セキュリティ

次世代ホームセキュリティにおいては、侵入者の有無だけでなく、その行動を感知、把握できるシステム、ドアの開閉の程度を検知するシステム、煙探知機に代わる新たな炎検知システム等、より高精度な情報把握が可能なシステムが求められると考えられる。

次世代セキュリティシステム

次世代セキュリティシステムでは、MEMS技術を用いてチップを小型化することで一部屋に多数配置可能となるセンサ・モジュールから、無線によってデータを伝送し、セキュリティを向上させることが求められる。

侵入者の動きを細かく監視するために、小型化により一部屋に多数設置可能なセンサ(赤外線センサ)磁気スイッチに代わり、開閉の程度を感知できるセンサ(ジャイロ・センサ)煙センサに代わる炎センサ(紫外線C領域センサ)等が考えられ、そこにMEMSの搭載可能性が予想される。

「MEMSセンサフュージョン+無線部」の主な課題は、センサ・モジュール、非接触給電、小型化、低価格化である。

(3) 東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業におけるMEMSの参入課題

東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業がMEMSへの参入を検討するにあたっての課題を市場規模および業界動向等をもとに整理すると以下の通りとなる。

1) MEMSの国内市場規模

MEMS技術の国内市場規模について、(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」(平成16年)を参考に、本調査のロードマップの産業分類に沿って2002年市場規模推定額、および2010年市場規模予測額を算出した(図表4-1)。

図表4-1 MEMS市場規模推定額及び市場規模予測額

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」)

2) MEMSアプリケーションへの参入課題

自動車分野

自動車分野におけるMEMS市場は、2002年において1,351億円(推定)の市場が形成され、2010年には2,467億円との予測がなされている。

そういったMEMSの適用分野のターゲットの一つである自動車産業における今後の開発動向のキーワードとしては、「環境対策」、「安全性向上」が挙げられる。

「環境対策」に関しては、環境負荷の低減には二酸化炭素排出量の削減、つまり

は燃費向上が求められ、それには車輛の軽量化が必要となるが、その場合、ME

MSの果たすことのできる役割が大きいと考えられる。

自動車分野におけるMEMS対応部品は、センサMEMS(圧力センサ、加速度センサ、角速度センサ等)が主力であるが、一方で、これらは量産化されており、既に成熟した感があることも事実である。また、今後自動車関連のMEMSにおいて期待されるもののひとつに、生体計測分野(キャビンの中の環境を最適にし、ドライバーの負荷を軽減する等、快適性、利便性の向上に資するもの)があるが、現在開発が進んでいる段階である。

今後のMEMS対応部品については開発ターゲットも比較的明確になっているが、自動車部品には信頼性、低コストが求められ、参入する企業は既に自動車部品の納入実績のある企業が非常に有利な状況となっており、新規参入に対しての障壁は非常に高い。従って、東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業が自動車分野へ参入するには、自動車部品の納入実績のある企業との連携がひとつの方策として考えられる。

また、自動車のコストは非常に厳しく抑えられるものの携帯等に比べると出荷台数が少ない一方、製品サイクルが長いので「長くて(利益が)薄い商売」であり、東北地域の有力産

業である電子部品のサイクルと自動車の製品サイクルが合わないことも問題のひとつとしてあげられる。

情報通信分野

総務省の情報通信白書(平成 17 年版)によれば、我が国の情報通信産業の市場規模(国内生産額)は、平成 15 年に 126 兆円(対前年比 6.3%増)となり、平成 13 年と比べても 5.7%の増加となった。全産業の市場規模総額に占める情報通信産業の市場規模の割合も、平成 15 年には 12.7%(対前年比 0.5 ポイント増)と増加した。

我が国の情報通信産業の根幹を担う携帯電話(携帯電話、自動車電話、PHS)の平成 18 年 2 月の国内出荷台数は、前年同月比 +16.0%と 6 か月連続の増加となっている。3G(第 3 世代携帯端末)出荷台数は初めて 400 万台を超え、3G 出荷比率も 3 か月連続で 80%を突破しており、台数、比率とも過去最高を記録するなど、好調に推移している。(出所：(社)電子情報技術産業協会)。

国の取り組みにおいては、総務省では、「いつでも、どこでも、何でも、誰でも」ネットワークにつながり、情報の自在なやりとりを行うことができるユビキタスネット社会(u-Japan)を 2010 年を目途として実現すべく、そのために必要となる政策を「u-Japan 政策」として取りまとめるなど、ユビキタス社会に向けた取り組みが進展している。

以上のような我が国の情報通信産業を取り巻く状況を見てみると、そのキーワードとしては「モバイル」、「ユビキタス」が挙げられる。

このような情報通信分野における MEMS 市場は、2002 年において 1,131 億円(推定)の市場が形成され、2010 年には 2,476 億円との予測がなされている。

情報通信分野における MEMS 対応部品は、光 MEMS、RF-MEMS 等が主力であると考えられる。既に国内においても光 MEMS 部品は、光スキャナ、光マイクロエンコーダ等が量産化されており、海外では、波長可変フィルタ、VOA(Variable Optical Attenuator)、DMD(Digital Micromirror Device)等が量産化されている。RF-MEMS に関しては、研究開発中である。

情報通信分野は、MEMS に特有の「少量多品種型」ではないこと、また、比較的大企業の参入が多いことから、中堅・中小・ベンチャー企業が単独で参入するのは難しい可能性が高い。従って、東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業における情報通信分野への参入は、研究・開発力のある大企業との連携が必要となる。

家電分野

家電分野の業界動向としては、デジタル化・ネットワーク化の流れは今後より一層強まることが見込まれ、薄型テレビ、DVD プレーヤーなどのデジタル家電機器の世界需要は引き続き拡大することが期待される。特に、液晶テレビやプラズマテレビは、低価格化の進行により、普及期に入りつつある。

家電分野(アミューズメントを含む)における MEMS 市場は、2002 年では 1,481 億円(推定)であるが、2010 年には 6,252 億円と予測され、MEMS 分野では最も市場が拡大すると考えられている。

MEMS の適用製品としてはデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等の手ぶれ防止装置に用いられているジャイロ・センサがあるが、本格的な MEMS デバイスではなく、今後、回路搭載の小型ジャイロが近々開発され、量産化されると考えられる。またその他の MEMS 適用アプリケーションとしては、オーディオ関連では、CD プレーヤー、ハイエンドオーディオ、ホームシアター等が期待されており、電子ゲーム関連では、コン

トローラ、バーチャル・リアリティ（データグローブ、ヘッドマウントディスプレイ）、A/V機器関連では、カムコーダ、デジタルビデオカメラ、DVDプレーヤー、ホームシアター等にMEMS部品が搭載されると期待されている。

市場規模から見た場合、大手企業との競争が考えられるが、市場成長度を考慮するならば東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業における家電分野への参入は、他の分野よりも比較的参入可能性が高いと考えられる。

バイオ・医療分野

バイオ・医療を取り巻く現状としては、我が国をはじめとする先進国だけでなく途上国でもヘルスケアに対する消費者の意識が高まると予測されており、テクノロジーの発展によって新しい臨床治療法が生み出されることで、より多くの疾病に関する問題が解決され、早期診断と予防が促進されることが期待されている。

また、近年、人々のニーズが多様化するとともに、患者のQOL（注）を重視する傾向は強まり、それまでの検査・診断・治療等を主眼とした医療にととまらず、予防医療への関心も高まっており、セルフケア、プライマリーケアの重要性は増大するものと考えられる。

そういったバイオ・医療分野におけるMEMS市場は、2002年では263億円（推定）であるが、2010年には872億円と予測されている。

バイオ・医療分野においては、自動車、情報通信分野等と比較すればそれほど大きくはない市場規模や今後の長寿命・健康への意識の高まりを考慮すれば、中堅・中小・ベンチャー企業の参入可能性は比較的高いと思われるものの、人間の生命に直接関わる部分であるので「安全性」の確認・保証等が大きなネックとなること、また、この分野の企業が既に存在することから、参入障壁は高いと考えられる。

ただ、医療分野の場合でも、疾患治療を目的とし、高精度、高安全性を要求される製品については条件的に厳しいかもしれないが、予防医療としてのセルフケア、プライマリーケアに関連した家庭用医療機器については、今後の需要の増加が予測されることに加え、疾患治療目的の製品ほどの厳格な信頼性は要求されないと考えられることから、参入の可能性は期待できると予測される。

（注）QOL：Quality of life の略。一般的には、人間が日常生活上で必要とされている満足感、幸福感、安定感を規定している様々な要因の質のことをいう。

エネルギー分野

世界的なエネルギー需要が増大するなか、地球温暖化、将来的なエネルギー資源の枯渇が懸念される状況において、水や炭化水素などの構成原子として豊富に存在する水素をエネルギー源とする次世代のエネルギーシステムとしての燃料電池への期待が高まっている。

燃料電池は、経済産業省による「新産業創造戦略」（2004年5月）においても、戦略7分野の一つに掲げられ、現在、定置用（家庭用、産業用）、自動車用、携帯機器用電源として広範な業界において、実用化に向けた取り組みがなされており、携帯機器用からオフィスビルや工場の発電装置まで、幅広い分野での導入が見込まれている。

携帯用燃料電池（1～15W程度）については、今後のユビキタス社会に向けて、携帯機器の利用増大に伴う電池容量の一層のニーズ拡大に対応する技術として期待されており、電気メーカーに加えて、携帯電話会社が実用化に向けた研究開発に取り組んでいる。

ただ、製品化の先行事例としては、産業用のりん酸型燃料電池があるものの、コスト面等の課題から普及は進んでいない。

このように、エネルギー分野については、国をあげて技術開発に取り組んでおり、将来的な導入の可能性は幅広く存在するものの、現在、実用化、普及の道を開拓している段階である。

エネルギー分野においては、マイクロDMFC、燃料電池の研究開発が主であるが、マイクロDMFCについては、2007年頃にニッチな分野で実用化されるとの予想がされているが、本格的な実用化の目途は立っていない。また、燃料改質器付燃料電池については近々研究開発を完了し、量産化への可能性が出てきたところではあるが、それでもDMFCよりさらに開発に時間がかかり2010年以降と予想されている。

エネルギー分野におけるMEMS市場は未だ実績がなく、本格的な普及にあたっては大規模な実証事業や技術開発が今後必要であり、参入を具体的に検討できる段階にはまだ到っていない。

産業機械分野

平成17年度上半期の産業機械受注は、内外需とも増加し、対前年同期比25.2%増の2兆9,596億円となっている。内需は、官公需の減少が続いたものの、民需製造業の増加により、対前年同期比6.5%増の1兆6,481億円となった。外需も、中東、ヨーロッパ、北米向け等が増加し、特に化学・石化プラントを複数受注した中東向けが大幅に増加したことから、対前年同期比60.6%増の1兆3,114億円となった（出所：社団法人日本産業機械工業会）。業界自体は好調期を迎えているが、これを維持していくためにはさらに付加価値を高める製品が必要になると考えられる。その場合、小型化、軽量化によって付加価値を高められるMEMSの果たす役割は大きいものと考えられる。

このような産業機械分野におけるMEMS市場は、2002年では116億円（推定）であるが、2010年には575億円と予測されている。

マイクロファクトリ分野におけるMEMS適用製品としては、産業用ロボットの姿勢制御用センサ、金属工作機械、半導体製造装置のXYZステージに用いられるアクチュエータ等がある。計測機器分野では、SPM、クロマトグラフィ、一般科学機器等に用いられている。

産業機械分野においては、MEMSの特徴でもある多品種少量が一般的であり、東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業における産業機器分野への参入は、比較的参入障壁が低いと考えられる。ただし、ユーザーよりの情報（ニーズ）が一般的には入手しにくい分野であり、取引関係その他による情報収集・分析が求められる。

福祉

内閣府の高齢社会白書（平成17年版）によれば、特に高齢者人口のうち、前期高齢者人口（65歳～74歳）は平成28（2016）年をピークにその後は減少に転ずる一方、後期高齢者人口（75歳以上）は増加を続け、30（2018）年には前期高齢者人口を上回るものと見込まれており、増加する高齢者数の中で後期高齢者の占める割合は、一層大きなものになるとみられている。このような高齢化に伴い、福祉関連のアプリケーションにおいては今後の需要が増加するものと考えられる。

参考までに都道府県別の高齢化率の推移を見てみると、東北地域においては、平成37（2025）年には全国で最も高い秋田県の35.4%を始めとして、宮城県を除き軒並み全国平均を上回る高い高齢化率が予測されている。

介護機器としてのロボットは、特に高齢化の進む東北地域のようなところにおいては、その重要性が高まると予想され、地域でその高機能化に寄与するような産業に取り組んでいく意義も大きいのではないかと考えよう。ただ現実的に考えた場合、現在研究開発が進んでいる状況で実用化、普及はまだ先と思われ、参入を具体的に検討できる段階にはまだ到っていない。

その他(セキュリティ)

その他としては、セキュリティ関連の製品にMEMSを搭載する可能性が考えられる。

侵入者の動きを細かく監視するために、小型化により一部屋に多数設置可能なセンサ(赤外線センサ)、磁気スイッチに代わり、開閉の程度を感知できるセンサ(ジャイロ・センサ)、煙センサに代わる炎センサ(紫外線C領域センサ)、ガラスを割って侵入するのを防ぐための振動(衝撃)検知センサ等は、市場規模もそれほど大きくないと考えられることからすれば、大企業よりも東北の中堅・中小・ベンチャー企業の方が比較的参入しやすい分野であると言える。ただし、実用化については、単純なものについては部分的に2010年頃に実用化されるかもしれないが、本格的なものについては当分先ではないかと予測されており、事業性を具体的に検討できる段階にはまだ到っていないというのが現状である。

(4) 東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業におけるMEMS参入分野の検討

第2章のアンケート結果では、東北地域と東北域外地域を比較した場合に、MEMSに対する姿勢、取り組み状況において東北地域の特徴を導き出すことが全体的に見て難しい結果となった。これは現段階では東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業におけるMEMSへの取り組みが始まったばかりであり、まだこれからの段階であることから東北地域の産業構造や企業の経営戦略が表れていないためと考えられる。今後、MEMS産業の市場伸展が期待される場所であり、東北地域において参入促進のための環境整備が望まれるところである。現状において参入可能性のあるMEMSアプリケーション分野を特定することは難しい状況であることを留意しつつも、ここで東北地域の中堅・中小・ベンチャー企業が今後どのMEMSアプリケーションに参入可能性があるのかを考えた場合、その有望分野について「家電分野(アミューズメントを含む)」と「産業機械分野」を候補とした。その理由等について以下に示す。

家電分野

「家電分野」におけるMEMS部品は、MEMSロードマップに記載の光スキャンミラー、MEMSジャイロ・センサ、ラインプリンタ用ヘッド以外にも、アプリケーションとしては、オーディオ関連では、CDプレーヤー、ハイエンドオーディオ、ホームシアター等が期待されており、電子ゲーム関連では、コントローラ、バーチャル・リアリティ(データグローブ、ヘッドマウントディスプレイ)、AV機器関連では、カムコーダ、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、DVDプレーヤー、ホームシアター等にMEMS部品が搭載されると期待されている。

東北地域は、電気機械工業(電気機械、情報通信機械、電子部品・デバイス)および精密機械等、本ロードマップにおける「家電分野」と関連の深い産業を中心に、国内生産拠点の機能を担う大企業の製造工場と、これに関連した協力工場から発展した中堅・中小企業等の集積が発達している。特に電子機械工業は、東北における製造業全体の製造品出荷額の約3分の1を占める東北の基幹産業となっており、全国の電気機械工業に占める割合をみると、事業所数は平成9年以降減少傾向、従業者数も13年大幅に減少したものの、14年からは増加しており、製造品出荷額及び付加価値額も増加傾向で推移している。

また、精密機械についても、全国に占める東北の割合をみると、最近の動向としては、事業所数、従業者数は減少傾向であるが、製造品出荷額は持ち直し、付加価値額も上昇傾向となっている。以上のような東北の産業構造の特徴をふまえると、家電分野についてはMEMSに適した分野のひとつとしての可能性があると考えられる。

また、家電分野を参入可能性のある分野とするにあたっては、市場成長度も一つの要因

である。DVD プレーヤー、デジタルカメラを始めとするデジタル家電を含む「家電分野」は、高機能かつ高付加価値製品として我が国の産業が国際競争力を有する分野であり、大手企業が参入する可能性もそれだけ高いと考えられるが、市場成長度の観点から見た場合、大手との競争を考慮しても参入の可能性が比較的高いと考えられる。また、参入が可能となった場合は、高付加価値製品として国際競争力を有するものであるだけに、その分だけ期待できる効果も大きくなると予想される。

産業機械

「産業機械分野」におけるMEMS部品は、MEMSロードマップに記載の高温、高圧下での圧力センサ、流量センサ、XYZステージ用マイクロアクチュエータ、マイクロナノモールド、LSIプローブカードがあり、その他のアプリケーションでは、マイクロファクトリ分野、産業用ロボット、金属工作機械、半導体製造装置にMEMS部品が使用される予定である。また計測機器分野では、SPM、クロマトグラフィ、一般科学機器等にMEMS部品が用いられる可能性が高い。

東北地域では、北上川流域地域および山形・米沢地域に代表されるような産業集積地域が存在し、これらの地域では一定規模の開発生産機能を担った大企業と、中堅・中小のものづくり企業が企業群を形成している。当該地域においては、それぞれ独自の産学官連携による地域産業システムが効果的に機能しており、企業の生産活動において地域間連携も見られる。このような産業集積地域においては、産業機械分野への参入を検討するにあたってのポイントとなる「ユーザー産業との近接性」の観点から見た場合、取引関係においてユーザーからの情報を直接入手できる機会が期待できる等、大きなアドバンテージを有するものと考えられる。オーダーメイド的要素、ユーザーの個別性が強く、取引関係等によるユーザーからの情報収集、分析が他の分野に比べ重要となる産業機械においては、東北の産業集積の利点を生かせる分野であると言えよう。また、「産業機械分野」の場合は、いわゆる多品種少量の分野であり、前述のようにオーダーメイド的な側面が強いことから、大手企業が参入する他の分野に比べて確率は低いと考えられ、東北地域における中堅・中小・ベンチャー企業におけるMEMSの有望分野となり得ると考えられる。

第5章・MEMSの事業化に向けた環境整備について

(1) MEMSビジネスを取り巻く課題

MEMSは高付加価値を産む次世代の産業基盤技術として世界的に注目されている。

半導体やディスプレイに続く、第3の波とも言われ、日本の産業の大きな柱である自動車、電機機械、精密機器・機械、化学、医薬品などの基盤技術として浸透すると見られている。

こうした中、欧米及び台湾等のアジア各国においては政府・行政が積極的にMEMS製品開発のための政策・支援を実施し、それらを基盤に業界組織活動やMEMS関係組織のネットワーク化が進んでいる。第3章で紹介したEUのNEXUSの活動もその一つである。世界を取り巻くMEMSビジネスの現状や、諸外国における国を挙げての支援体制の状況を踏まえると、日本においてもMEMSビジネスの進展に向けて、更なる支援体制が求められるであろう。日本における対応の遅れは、製造産業の屋台骨を支える地域中小・中堅企業にとって大きな脅威となり、また今後さらに裾野が広がっていくMEMS産業への参入の道を閉ざしてしまうことになりかねない。

次世代の産業基盤技術として注目されるMEMSも少品種大量生産型の大規模市場は限られた一部の大手企業が占めているというのが現状である。大手半導体企業を巻き込み、今後、システムLSIと融合した大量生産型の主流製品に組み込まれるMEMS市場が期待される一方で、少量多品種型のアプリケーションが多種多様にあると言われ、未開拓の市場が数多く存在すると考えられるが、参入当初期待される市場規模は年商数十億円規模程度のものが多い。個々の製品市場は小規模であっても製品に差別化が図られ利便性等の価値を付加することが出来れば、中堅・中小・ベンチャー企業の参入による事業化の可能性が生まれる。これはまさにクリステンセンの「イノベーションのジレンマ論」が指摘する破壊的技術のケースであり、破壊的技術の産業化の主たる担い手は中堅・中小・ベンチャー企業であることにほかならない。

しかしながら、その市場の把握は困難であり、また実用化に向けた道のりには、開発人材の不足、市場規模に対し初期投資が大きいなど、多くの課題が山積である。その中で新しいデバイス開発を手がけている企業も多いが、製造技術の確立の難しさに加え、想定される市場規模が小さく、経営資源を本格的に投入する見極めがつかないなどの理由から、事業化の一手手前で苦労しているケースが少なからずある。将来の市場の不透明性が軽減されなければ、技術開発の取組が抑制され、結果的に我が国製造業の競争力が制約されることが懸念される。

MEMS技術は、それ自身が最終製品とはならず、完成品（最終製品）に組み込まれることによって所定の機能を発揮するものであることから自社製品のコア部品として自社でMEMSデバイスを製造し組み込む、ごく一部の大手セットメーカーを除き、最終製品を製造・販売する「川下企業（ユーザー企業）」と「川上企業（MEMSサプライヤー）」との緊密なコミュニケーションとアライアンスが不可欠になる。最終製品の顧客は、その製品にMEMSが適用されていることは通常、認識しておらず、MEMSサプライヤーは最適なパートナーとなるユーザー企業と共に、MEMS技術を付加することにより最終消費者の想像を超えるサービス・機能の実現させるものである。

本調査事業におけるMEMSロードマップは、こうしたMEMS技術の特質性から最終ユーザーに提供される「サービス（開発コンセプト）」、それを実現するための「ユーザーの製品・技術・サービス課題」を頭に据え、そこからMEMSサプライヤーが開発すべき

「アプリケーション」, 「MEMS 部品例および技術課題」を探る構成とした。

しかしながら、既述のとおりMEMSのアプリケーションは多種多様であり画一的なロードマップは描きづらく、さらにクリステンセンの「イノベーションのジレンマ論」が指摘する破壊的技術のケースでは、適切な市場と正しい戦略は事前に把握は困難であると言われている。ロードマップを作成するうえで「新たなジレンマ」が生じるものではあるが、こうした特質を踏まえたうえで、提供されるサービスから現在想定されるニーズ及び課題を取り纏めた本調査事業によるロードマップがユーザーと中堅・中小企業のMEMSサプライヤーに対し、新たな市場の開拓と創出を図っていくうえでの戦略を示唆するものと期待する

破壊的技術の市場は試行錯誤の中で形成されるものと言われているが、中堅・中小・ベンチャー企業においては、MEMSの開発・設計・製造を包括的に遂行するために必要なすべての設備や技術を単独で有する企業は数少ない。更に多品種少量生産型であり標準化しにくいMEMS技術は、生産効率が低くなるため、コスト高になりやすい。

つまり、多くの企業は、自分とは機能の異なるリソースを持つ大学や公的機関、企業、ファウンドリ等と何らかの形で連携を組むことがMEMSの製品化には不可欠であり、開発、試作、量産のあらゆるフェーズでのアライアンスと生まれたアイデアを速やかに具現化するための試作・開発のトライが出来る環境整備が求められる。

(2) MEMS 産業の事業化に向けた支援環境整備について

第1章で既述のとおり、東北地域においては、国内外の有数の研究機関等とのネットワークを持つ東北大学をはじめ、地元自治体(宮城県、仙台市)、地元経済界(東北経済連合会)、東北経済産業局、産業技術総合研究所、地元金融機関(日本政策投資銀行、東北インキュベーションファンド等)及び地元産業支援機関等の各アクターが、MEMSパークコンソーシアムの設立等を通じて連携を強め、イノベーションを誘発する土壌の整備が進んでいる。

本項では、この東北地域に胎動し始めたイノベーションのダイナミクスを加速させ、中堅・中小・ベンチャー企業がMEMS技術の研究開発・試作から事業化へと繋げるためにMEMSパークコンソーシアムを中心に検討及び取組みが始められている具体的な方策について紹介する。

1) ネットワーク形成活動の促進

MEMSの分野では、研究開発ステージから事業化ステージまでスムーズに事業を展開していくために、各段階に応じた連携が非常に重要である。

MEMSパークコンソーシアムのネットワーク活動をより強化し、内外の大学・研究機関の研究者をシーズ会員として巻き込みを図るのみならず、「東北ものづくりコリドー産業クラスター」の重点産業分野として取り上げられている「自動車」、「医工連携」、「半導体・光」、「環境産業」のクラスターとの連携を深め、アプリケーション側企業も含めたオープンコラボレーション又はクローズドな交流の場を提供する。

MEMSパークコンソーシアムのコーディネータ活動を通じ、アプリケーション分野ごとに製品出口を目指した共同研究、研究会活動に発展するようなマッチング及び調査、研究開発補助を行う。

この活動の過程で国内外のMEMSに関連する技術、設備、人材から市場、金融までの各種情報を蓄積し情報発信できるワンストップサービスを提供する。

2) 中堅・中小・ベンチャー企業に対する支援環境の整備

新たに参入する企業がMEMSデバイスの開発を行うにあたっては、設計から量産に至るまで、企業は大学、ファウンドリ等と連携を組み合わせながら、原理確認、プロセス確立、量産条件確立の各段階で設計、試作を繰り返す必要がある。しかしながら、現状ではMEMS装置を持たない中堅・中小・ベンチャー企業がMEMSの試作開発・製品開発を実施するうえで必要とされるプロセス条件確認を請け負う施設の整備が不十分であり、大学・研究機関の原理確認試作の段階から産業化への移行を困難なものにしている。

これらをカバーするためのMEMSファウンドリ・サービスが望まれる。MEMSパークコンソーシアムでは、民間ファウンドリとのネットワークを構築する他、中堅・中小企業単独では負担困難な設計・試作開発設備を大学及び公設試験研究機関等との連携により共有化し、中堅・中小・ベンチャー企業がアイデアを試作できるよう平成18年度実施に向け「設計・試作センター」の整備を図る。

3) MEMS産業関連人材の育成

日本のMEMS技術における体系的な人材育成スキームが十分に整備されているとは言えず、MEMSに参入している企業においても社内に十分なノウハウの蓄積がないなどの問題を抱えている。こうした状況のなか、新規参入しようとする企業も含めMEMS技術に抵抗なく参入できる土壌を醸成するための「MEMS産業人材育成システム」の構築・支援が不可欠となっている。

そのため、東北大学の協力のもと、MEMSに取り組む中堅・中小・ベンチャー企業の技術者を企業内で中核的な役割を果たすことができるプロフェッショナルな人材として育成することを目的として、企画、設計、試作、評価の実践的な知識及び技術的ノウハウを習得させためのMEMS人材育成事業を平成18年度から実施する。

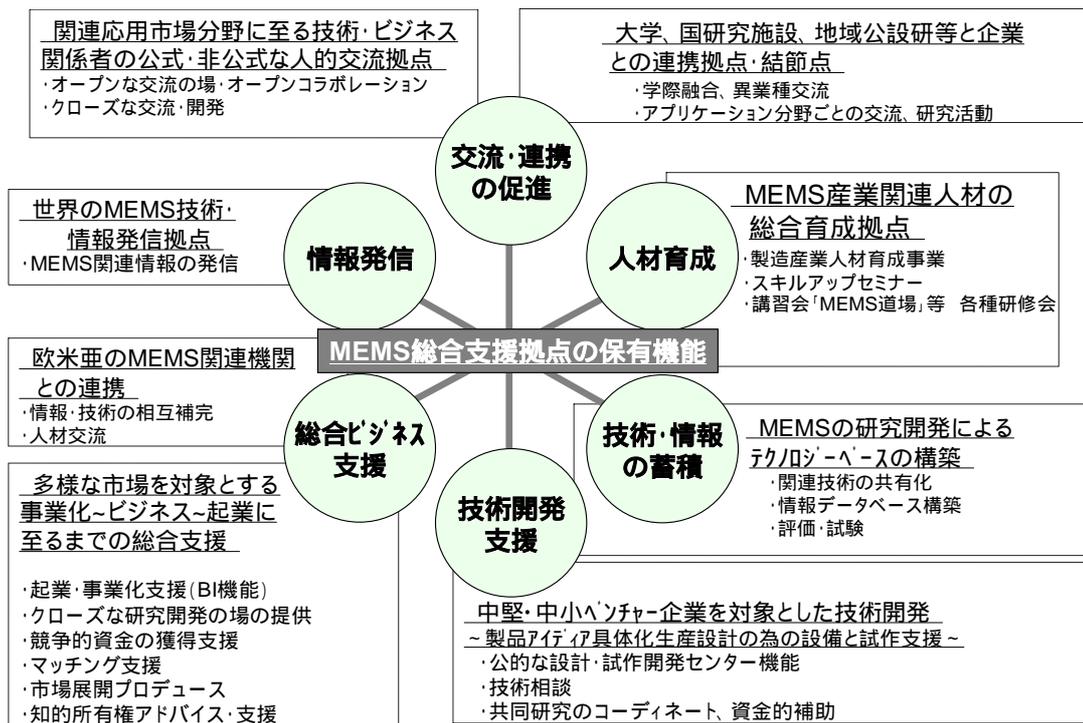
4) MEMS関連情報の発信と共有化

仙台、山形をはじめ東北各地にMEMS関連技術のポテンシャルを持つ半導体・電子機器の企業が存在するが、現在のところ、それほど多くの参画は得られていない。その中には、MEMSの参入を検討しているものの、技術情報の不足と市場を十分に認識するに至っていないため踏み切れない企業もいる。

WEBサイト、メーリングリストの構築により関連情報を提供している他、特定分野に絞ったセミナーを継続的に開催する。また、MEMS参入の可能性のある企業に対しコーディネータ等が直接訪問し、企業情報を収集し、MEMS産業に関する情報を提供及びアライアンスの仲介を実施する。

こうしたハード・ソフトの一体となった機能を備えたMEMS総合支援機能を東北地域が集結させることが出来れば、MEMSが抱える課題を一括的、効率的に解決出来るものと考えられる。

以下に、MEMS総合支援拠点が持つべき機能を示す。



平成16年度「MEMS産業クラスター形成戦略検討委員会資料」

MEMSはラジカルなイノベーションをもたらす基盤技術であることから、裏を返せば、既存の産業に対しては極めて破壊的な側面を有する。例えば、従来型のセンサ・デバイスはそのシェアを奪われることも想定され、国内のアナログセンサやデバイス市場が海外先進企業のMEMS製品によって徐々に駆逐されていく可能性も示唆される。

こうしたなか、東北産業のみならず、我が国の産業競争力の向上を図るためには、次世代の産業基盤技術として期待されるMEMS産業のイノベーション促進を図ることが重要なカギとなる。

その種がすでに東北地域で芽生えている。この芽を成長させることにより、MEMS技術の研究開発、事業化が成功する確率を高める環境を整え、ひいては、世界に通じる日本の次世代型製造産業の基盤強化へとつなげていくことが望まれる。