

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
プロジェクト概要	2
評価概要（案）	2 3
評点結果	3 1

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成 21 年 10 月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	おおわだ くにき 大和田 邦樹	帝京大学 理工学部 情報科学科 教授
分科 会長 代理	いしだ まこと 石田 誠	豊橋技術科学大学 工学部 副学長 / 電気・電子工学系 教授
委員	あさの たねまさ 浅野 種正	九州大学 大学院 システム情報科学研究院 電子デバイス工学部門 教授
	いわた あつし 岩田 穆	株式会社エイアールテック 代表取締役 / 広島大学大学院 先端物質科学研究科 特任教授
	しょうじ しゅういち 庄子 習一	早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 電子光システム学科 教授
	みなみ かずゆき 南 和幸	山口大学 大学院 医学系研究科 応用医工学系学域 教授
	むろ ひでお 室 英夫	千葉工業大学 工学部 電気電子情報工学科 教授

敬称略、五十音順

プロジェクト概要

概要

	作成日	平成 21 年 9 月 17 日	
制度・プログラム名	ロボット・新機械イノベーションプログラム		
プロジェクト名	高集積・複合MEMS製造技術 開発プロジェクト	PJコード	P06022
担当推進部・担当者	機械システム技術開発部 犬塚肇		
0. 事業の概要	<p>我が国のMEMS (Micro Electro Mechanical Systems : 微小電気機械システム) 産業の国際競争力を確保することを目的として、MEMSデバイスの高集積化・高密度化を実現する高度で先進的な製造技術を開発する。上記の目標を達成する為、①MEMSとナノ機能との融合、②MEMSと半導体との一体化及び、③異なるMEMSの結合といったMEMSの集積・複合化に向けた技術課題に取り組むと同時に、開発成果の産業界への普及促進に向けた環境整備の為、④成果の知識データベース化と⑤高集積・複合MEMS用設計開発ツールの開発を並行して行う。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>我が国には、材料産業や機能性部品産業といったものづくり産業を基盤とした「高度部材産業集積」があり、これが、我が国の製造業の国際競争力を支えてきた。新産業創造戦略にも指摘があるように、我が国がこうした高度部材産業集積を形成していることが、ものづくりに不可欠な要素技術（精密微細加工や特殊素材合成等）のネットワーク化を通じた、迅速かつ高度な摺り合わせを実現してきたといえる。また、川下（最終製品）、川中（材料・部品・装置）、川上（素材、原材料）の分厚い産業集積に育まれた摺り合わせのネットワークが、新技術の素地となり、次のイノベーションにつながってきたのである。他方、近年、韓国、中国、台湾を初めとする東アジア諸国の技術力向上を背景として、製造技術における国際競争が、ますます激化している。こうした中、経済面では、我が国の景気は、100年に一度と言われる昨年来の世界同時不況により、多くの企業で業績の急激な低下が見られたものの政府による一連の景気対策や在庫調整の一巡などの効果により緩やかに回復しつつあり、エコカー関連など一部の製造業は生産を伸ばしてきている。しかしながら、製造業の中核の一つである電子部品・デバイス産業は、その業績が半導体や液晶の景気サイクルに左右されがちであるとともに、先端技術であるが故に国際的開発競争が熾烈であり、先行きが不透明等、予断ならない状況にある。その一方で、電子部品・デバイス産業は高性能機械の重要な構成要素であることから、同産業の業績が、我が国製造業の今後の業況に大きな影</p>		

	<p>響を及ぼしうると考えられる。</p> <p>近年の電子部品・デバイスの小型化・高性能化に大きく寄与している技術が、MEMSである。MEMSとは、微細な電気要素と機械要素を一つの基板上に組み込んだ部品をいい、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。情報通信、医療・バイオ、自動車など多様な分野における小型・高精度で省エネルギー性に優れた高性能のキーデバイスとして期待されている。このため、我が国の製造業の競争力維持・強化を目指す経済産業省の「ロボット・新機械イノベーションプログラム基本計画」においても、MEMSは、我が国製造業の「川中」の一角をなす基幹部品の国際競争力強化等の観点から、重要な分野と位置づけられている。</p> <p>現在、MEMSが既に実用化されている自動車用のセンサやインクジェットプリンタヘッドでは日本企業が健闘しているものの、光MEMSやバイオMEMSの分野では欧米企業が一部先行しており、今後成長が期待されるMEMS産業の国際競争力を確保するためには、製造技術の一層の高度化（高集積化・複合化）によりMEMSの更なる小型化・高性能化を図ることが必要である。実際、欧米の一部では、既に、従来型のMEMSにLSI演算処理回路を集積したり、MEMS間を結合する高集積・複合MEMSの開発が着手されており、研究開発促進の時期を逸すると、MEMS関係市場（2015年で国内市場2.4兆円）を海外メーカーに席卷されるおそれがある。</p> <p>このため、MEMSの「技術戦略マップ」を踏まえ、ロボット・新機械イノベーションプログラムの一環として、次世代の基幹部品を支える高集積・複合MEMSを開発すべく、重要な技術課題に対して、選択的・集中的に取り組むべく、本事業を行う。さらに、本事業の成果に基づき、高集積・複合MEMSの新たな産業化を促進するための環境整備を行う。</p>
--	---

II. 研究開発マネジメントについて

<p>1. 事業の目標</p>	<p>[全体の目標]</p> <p>今後成長が期待される市場である自動車、情報通信、安全・安心、環境、医療等において必要不可欠となる、小型・省電力・高性能・高信頼性の高集積・複合MEMSデバイスを製造する技術を開発する。また、上記技術開発を通じて得られた製造技術に関わる知識を集約し、データベースを整備し公開する。</p> <p>[研究開発項目別の目標]</p> <p>研究開発項目① 「MEMS／ナノ機能の複合技術の開発」</p> <p>(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術</p> <p>L/S：50nm以下、縦方向：80nm以上、可動部を擁する場合は15</p>
-----------------	---

0 nm以下のギャップを保持するナノ機械構造体を所定の領域（位置精度： $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下）に選択的に形成できる技術を確認するとともに、それがナノ機能を発現することを示す。さらに、構造体の形状・寸法やその動きと発現するナノ機能の関係も明確にする。

(2) バイオ材料（タンパク質など）の選択的修飾技術

2種類以上のバイオ材料（改変されたタンパク質など）を、その配向性が制御された状態で、複雑構造体の所定の領域に選択的に形成する技術を確認するとともに、そのバイオ材料が生体機能を模倣したメカニズムで疾患関連などの生体物質を認識できることを示す。

(3) ナノ材料（CNTなど）の選択的形成技術

サイズ直径： $1 \mu\text{m}$ 以下或いは厚み精度： $0.1 \mu\text{m}$ 以内のナノ材料を所定の領域（位置精度： $\pm 1 \mu\text{m}$ 以下）に選択的に形成する技術を確認するとともに、それがナノ機能を発現することを示す。特に、CNTの選択的形狀制御においては、高アスペクト比（1:10以上）、高密度充填（充填率：50%以上）の数 μm から数百 μm スケールのMEMS向け配向CNT構造体を製造するCNT成長技術を開発する。直線形状で架橋させた場合には、架橋率：70%以上を目指す。また、その機械的、化学的特性を評価、改善し、具体的デバイスへの適応を目指す。

(4) ナノ機能を組み込んだMEMSデバイスの製造技術

少なくとも、プロセス温度が 400°C 以下で、ナノ機能を所定の領域に選択的にウェハレベルで形成し、かつナノ機能形成プロセスによりMEMSが損傷を受けることなく、逆にMEMS形成プロセスによりナノ機能が劣化することがないMEMS一貫プロセスを確認するとともに、MEMS一貫プロセスにより試作されたナノ機能付加MEMSデバイスが、従来よりも優れた性能を発揮することを示す。

研究開発項目② 「MEMS／半導体の一体形成技術の開発」

(1) MEMS - 半導体プロセス統合モノリシック製造技術

MEMS製造プロセスとして、180 nm技術ノードCMOS・LSI材料プロセス互換を目指す。MEMS製造技術ロードマップに基づく統合プロセスによるMEMSの加工目標として、最小加工寸法： $0.5 \mu\text{m}$ 以下、アスペクト比：20以上、残留応力： 0.1GPa 以下（膜厚： $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ ）、MEMSと複数種類の異なった機能要素（電子回路、受動素子など）の多層・モノリシック集積化を目指す。

半導体センサの微細化により発現する新たなMEMSセンシング原理の探索については、製造プロセスは問わないが、1つ以上の新たなMEMSセン

シング原理を見出すことを目指す。

(2) MEMS - 半導体縦方向配線技術

将来の65nmルールまでのCMOS・LSIとMEMS（バルク型も含む）を多層に集積するために、穴径：5μm以下、アスペクト比：50以上の貫通孔配線を形成するとともに、CMOS・LSIとMEMSを3層以上に渡って接合し、確実な電氣的接続を実現する。

インターポーザルについては、インターポーザル内の貫通配線構造に従来にない分岐構造を導入し、インターポーザル内部での三次元インターコネクションを実現する。そのサイズとしては、インターポーザル厚：300μm以下で、貫通配線（穴径：100μm以下）の横方向へのシフト量：500μm以上を達成する製造技術を目指す。

(3) MEMS - 半導体横方向配線技術

L/S：1μm/1μm以下の微細配線を形成し、CMOS・LSIとMEMSの間の確実な電氣的接続を実現する。さらに、横方向集積型MEMSパッケージの薄型化（厚さ：100μm程度）を目指す。

この他、三次元表面上への高密度配線パターンの低温で高速な直接微細描画技術と受動部品の高密度な低温積層一体化実装技術を確立する。高密度配線パターンとして、垂直乗り越え段差：100μm以上、パターン寸法：5～10μm、成膜温度：400℃以下、成膜速度：10μm/min以上および描画速度：1cm/min以上を目指す。

研究開発項目③ 「MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発」

(1) 異種材料多層MEMS集積化技術

ウェハサイズ：直径100mm以上、3層以上、異種材料（シリコン、ガラス、樹脂など）をウェハレベルで接合し、面方向：±1μm以下の位置決め精度、垂直（z）方向：±0.5μm以下の組立精度で、複数回の接合に耐えられることを目指す。

(2) ビルドアップ型多層MEMS集積化技術

各ウェハ（直径100mm以上）の接合精度および加工精度は、面方向：±1μmを目指すとともに、各ウェハ接合工程の間に加工工程（エッチング、実装、機能部材・異種材料形成、など）を設けながら、ダメージを与えることなくウェハ3層以上を順次接合できることを目指す。

化合物半導体チップの高精度位置決め接合技術については、位置決め精度：±1μm以下、傾き精度：0.05deg以下を目指す。

(3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術

多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシングについては、異種材料で構

	<p>成される3層以上のウェハレベル接合体（直径100mm以上）に対して、チッピング、層間剥離およびMEMS可動部破損などの破損率について、トータルで1%以下を目指す。</p> <p>研究開発項目④ 「高集積・複合MEMS知識データベースの整備」 高集積・複合MEMS製造技術の研究開発項目①～③にかかわる新たな知見（文献情報、特許情報及び特に委託事業を中心としたプロジェクトの研究結果も含めて）を系統的に蓄積してデータベース化するとともに、MEMS用設計・解析支援システム開発プロジェクトで開発が行われているMEMS用設計解析支援システムに付加する。</p> <p>研究開発項目⑤ 「高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発」 研究開発項目①～③及びその周辺に関わる高集積化MEMS設計プラットフォームとしての等価回路モデルに関する情報を整理し、Web閲覧システムとして構築する。また、MEMS用設計解析支援システムの回路シミュレーション・モデルを高集積・複合MEMSに適用される等価回路モデルに拡張し、その内容をWeb閲覧システムに掲載する。</p>
--	---

2. 事業の計画内容	主な実施事項		平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	備 考
	①MEMS/ナノ機能の複合技術の開発				→	
	②MEMS/半導体の一体形成技術の開発				→	
	③MEMS/MEMSの高集積結合技術の開発				→	
	④高集積・複合MEMS知識データベースの整備				→	
	⑤高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発				→	平成 19 年度より開始
【開発予算】 助成事業の助成率：1/2	(単位:百万円)		平成 18 年度	平成 19 年度	平成 20 年度	
	一般会計	助成	451	518	352	
		委託	626	598	410	
	特別会計		0	0	0	
総予算額 2,956		1,077	1,116	762		
【開発体制】	経済省担当原課	製造産業局産業機械課				
	運営機関	新エネルギー・産業技術総合開発機構				
	プロジェクトリーダー	東京大学 大学院情報理工学系研究科 研究科長 教授 下山 勲				

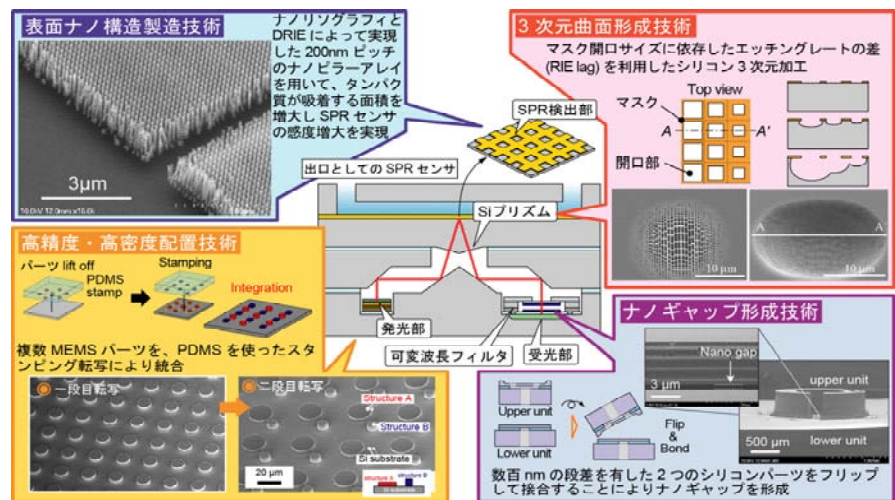
	<p>委託先/助成先 (*委託先が 管理法人の場 合は参加企業 数も記載)</p>	<p><委託先> 国立大学法人東京大学、独立行政法人産業技術総合研 究所、学校法人立命館大学、国立大学法人東北大学、 財団法人レーザー技術総合研究所、財団法人マイクロ マシンセンター</p> <p><助成先> 三菱電機株式会社、株式会社日立製作所、オムロン株 式会社、株式会社フジクラ、株式会社東芝、オリンパ ス株式会社、パナソニック電工株式会社、横河電機株 式会社</p>
<p>【情勢変化への 対応】</p>	<p>プロジェクト開始後、米国を中心として設計プラットフォームを用いた 表面集積化の動きが活発化し、MEMSに関わる製造技術、設計技術の 両面を備えたトータルな研究開発により、MEMS製品の成功事例が増 加して来た。しかしながら、高集積・複合MEMS製造技術の研究開発 項目であるMEMS／ナノ機能の複合、MEMS／半導体の一体形成技 術、MEMS／MEMSの高集積結合技術に共通する統一的な設計手法 の開発はほとんど行われていなかった。高集積。複合MEMSの開発か ら実用化までの期間を大幅に短縮し、国内市場の更なる活性化と国際的 な優位性の確保する為、MEMS構造体と異種材料との複合化や集積化 に対応する高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームに関 する開発を平成19年度より開発項目に加えた。</p>	

Ⅲ. 研究開発成果について

①MEMS/ナノ機能の複合技術の開発

(1) 選択的ナノ機械構造体形成技術 (東京大学)

SPR センサを構成する要素として、3 つのナノ構造形成技術、および、センサパーツ配置技術の開発を行った。まず、金膜ナノ格子構造を最小 50nm の線幅で構成し、SPR センサの光学系の設計自由度を高め、センサの小型化をはかる基礎技術を確立した。次に、マスク開口面積依存性のシリコンエッチングレート差を利用して、最大 51° のスムーズな斜面を形成する技術を確立した。また、スタンピング技術を用いて、シリコンのナノギャップ構造を形成し、近赤外光用 Fabry-Perot 干渉器を開発した。さらに、スタンピング技術を応用し、複数の MEMS パーツを集積対象の基板に高精度に配置する技術を開発した。

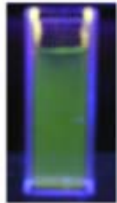


(2) バイオ材料 (タンパク質など) の選択的修飾技術 (産総研)

①MEMS 基板上において、癌細胞の増殖・転移、更には種々の生活習慣病と密接に関係する血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) などの疾病関連マーカータンパク質、ヒドロキシリノール酸 (HODE) などの酸化傷害バイオマーカーなどの生体分子を特異的に認識し、光学特性の変化といった物理的シグナルを用いて検出するための分子認識素子の構築、②MEMS 基板などの担体上への分子認識素子の固定化法の開発および③微細加工プロセスと融合し、MEMS の技術を利用したバイオセンサーへの適応の可能性を示した。

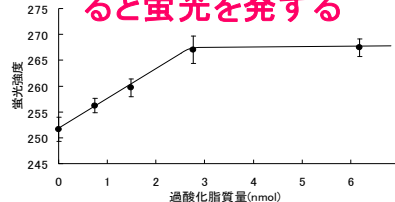
①分子認識素子の開発

血管内皮細胞増殖因子(VEGF)と過酸化脂質の検出を実証



分子認識素子 + VEGF

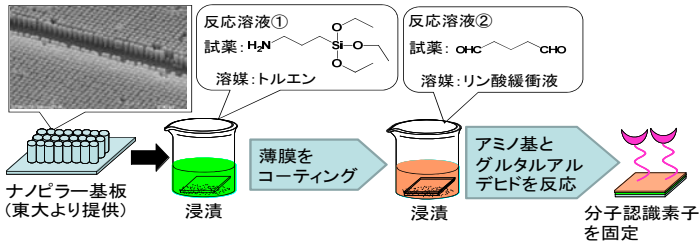
生体関連物質と反応すると蛍光を発する



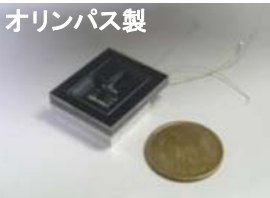
過酸化脂質検出の検量線

②固定化方法の開発

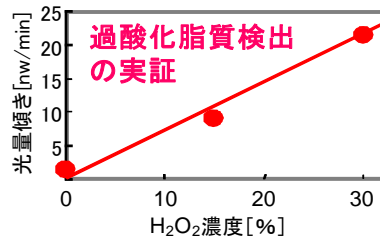
分子認識素子を基板に固定する技術
VEGF検出用分子認識素子のナノピラー基板への固定化



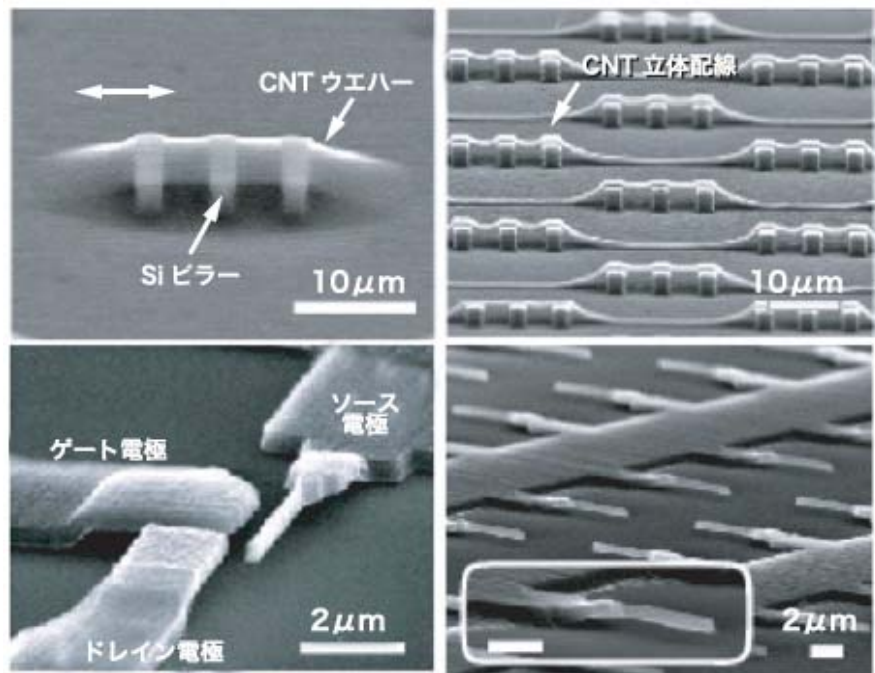
③バイオMEMSセンサへの適用



光学式バイオセンサ

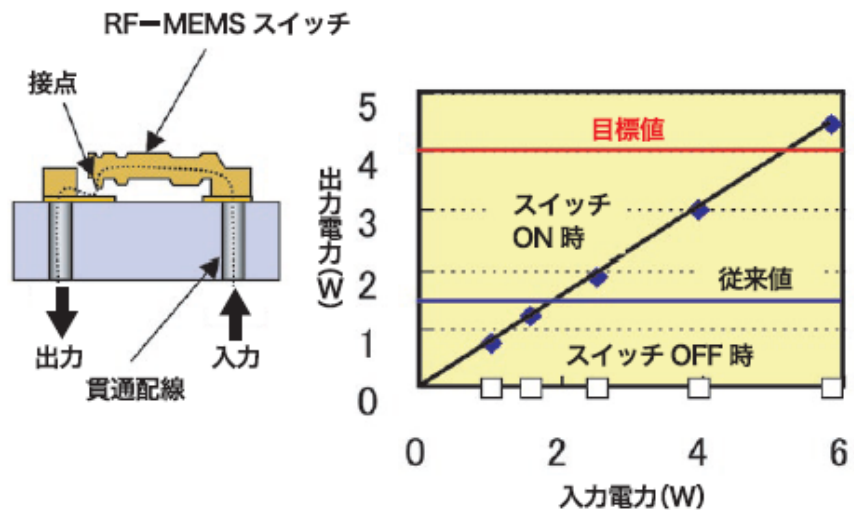


(3) ナノ材料 (CNT など) の選択的形成技術 (産業技術総合研究所) カarbonナノチューブ (CNT) の持つ優れた電気、機械的特性に注目し、MEMS デバイスへの応用展開が可能な CNT ウエハーの作製と微細加工技術を開発した。基板上に CNT が多数配向集合したバルク材料 (CNT ウエハー) を作製し、この素材から微細加工技術により、CNT のカンチレバー、立体配線、リレーを作製することに成功した。



(4) ナノ機能を組み込んだMEMS デバイスの製造技術
(三菱電機株式会社)

本開発では新たな接点材料としてカーボンナノチューブ(CNT)に着目し、CNTが均一に分散された金メッキ膜を形成する技術の開発に成功した。CNT分散金メッキ膜を貫通配線が形成されたRF-MEMSスイッチの接点に適用することで、電力が常に印加された状態でのスイッチング試験において当社従来比3倍となる4.5Wでのスイッチ開閉動作を実現した。



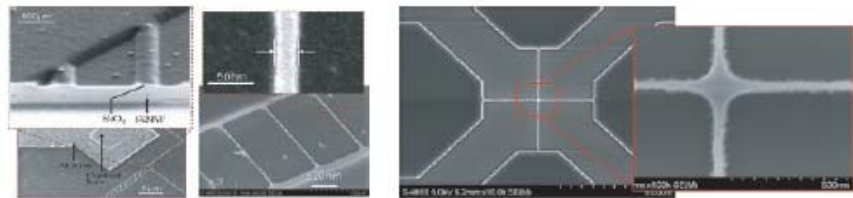
CNT を用いた RF-MEMS スイッチの耐電力性試験結果

②MEMS /半導体の一体形成技術の開発

(1) MEMS-半導体プロセス統合モノリシック製造技術

・新たなセンシング原理の探索 (立命館大学)

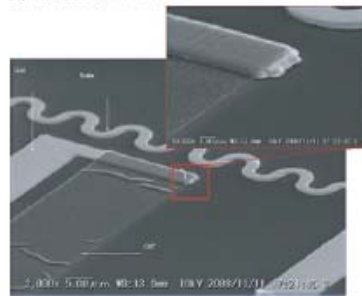
LSI 素子材料の Si、LSI 配線材料の WSi、さらには、カーボンナノチューブに着目し、超微細加工技術で形成したナノスケール構造体について、センサとしての機能・特性を解明した。WSi ナノメカニカル構造の機械的性質 (ヤング率、高サイクル疲労特性)、ナノスケール Si やカーボンナノチューブの piezo 抵抗効果などを実験的に明らかにして試験デバイスを製作したほか、電子状態計算に基づく piezo 抵抗物性解析理論により、ナノスケール Si の piezo 抵抗効果面方位依存性を予測した。



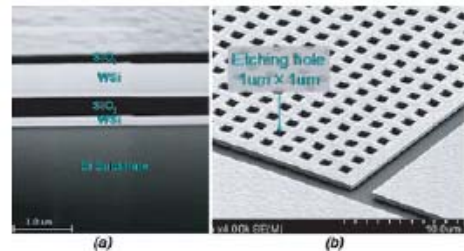
2端子 Si ナノワイヤ piezo 抵抗素子 (SiNW) :

(a) 酸化層によって保護された SiNW
(b) 酸化層除去後の SiNW

4端子ナノ Si piezo 抵抗素子



CNT のゼーベック効果測定用デバイス

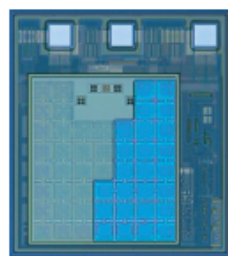


WSi 薄膜の特性測定用デバイス製作 :

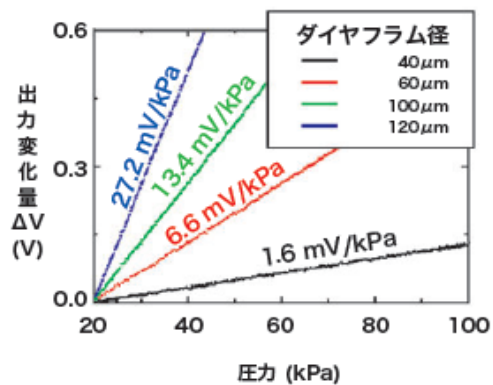
(a) WSi 薄膜の多層構造
(b) リリースされた WSi ダイアフラム

・半導体モノリシック集積化基盤技術開発 (日立製作所)

LSI の配線層に MEMS を集積化する“配線 MEMS 技術”を開発し、圧力センサのプラットフォームを構築した。開発成果を基に MEMS を LSI の配線上に集積化した 1chip 超小型圧力センサを試作した。



1chip 圧力センサ
0.72mm²



チップ写真および圧力応答特性

(2) MEMS-半導体縦方向配線技術

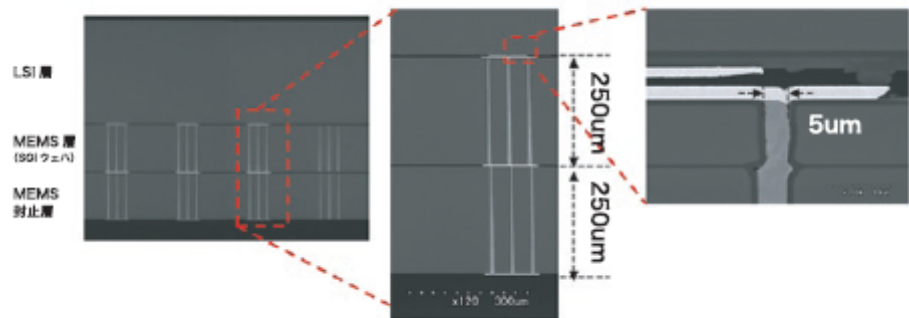
・縦方向集積MEMS デバイス製造技術の開発 (オムロン)

次世代MEMS の高集積化技術として、高アスペクト TSV (Through Silicon Via) 形成 と高精度ウェハ接合に取り組み、下記の仕様を実現した。

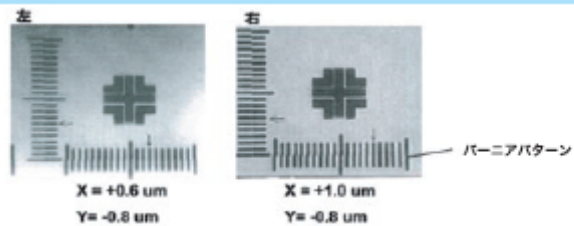
① TSV : $\phi 5\mu\text{m}$ アスペクト比 50

② ウェハレベル接合 : 常温接合、位置精度 $\pm 1\mu\text{m}$

LSI 層 / MEMS 層 (SOI ウェハ) / MEMS 封止層 断面 SEM 写真

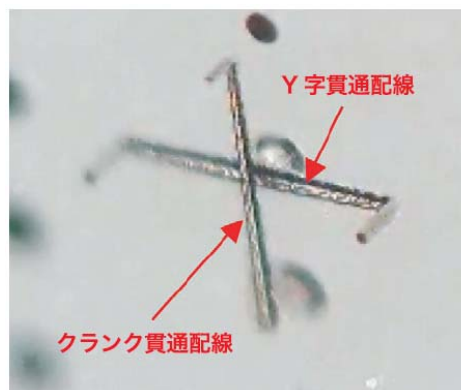


アライメントマーク位置精度



・配線の自由度を向上できる 3 次元配線構造を持つ高信頼性インタポーザル技術の開発 (フジクラ)

3 次元貫通配線を実現するために、フェムト秒レーザー改質/ ウェットエッチングによる微細孔形成技術と、熔融金属吸引法による金属充填技術を開発した。本技術により、厚さ 300 μm の石英基板内部に、クランク形状及び Y 字分岐形状を有する 3 次元貫通配線を世界に先駆けて作製することに成功した。



(3) 半導体横方向配線技術

・高集積MEMS 擬似 SOC 製造技術の研究開発 (東芝)

異種デバイス集積を実現するハイパーシステムインテグレーション技術を開発した。

1) ウエハ再構築技術

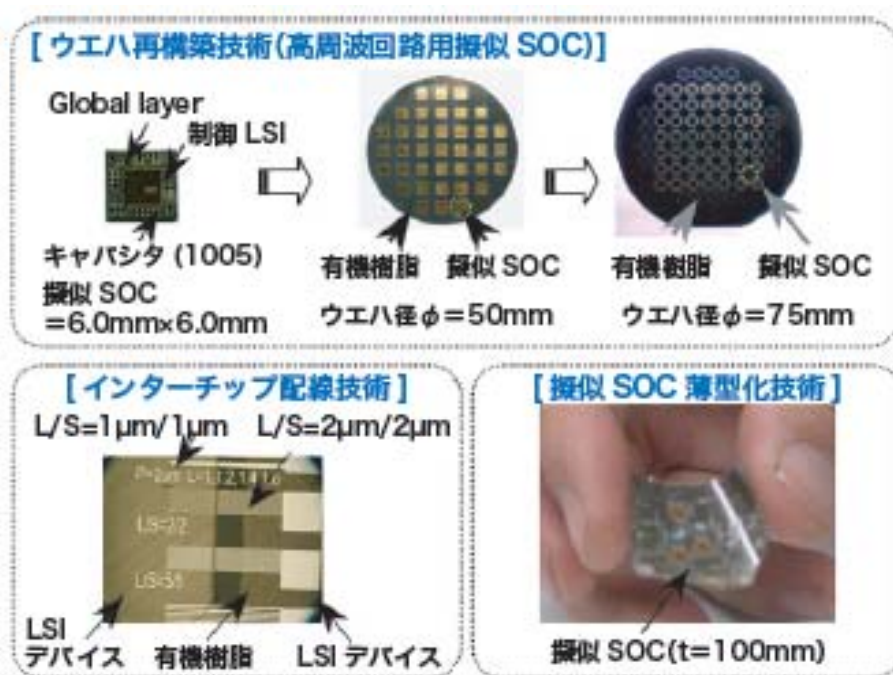
再構築ウエハの大口径化を異種デバイスを精密再配置して、全体に有機樹脂を充填することを真空印刷技術により達成 (擬似 SOC ウエハ径 $\phi = 75\text{mm}$)

2) インターチップ配線技術

グローバル配線の微細化を有機樹脂表面の凹凸制御技術により達成 (配線幅 Line/Space= $1\mu\text{m}/1\mu\text{m}$)

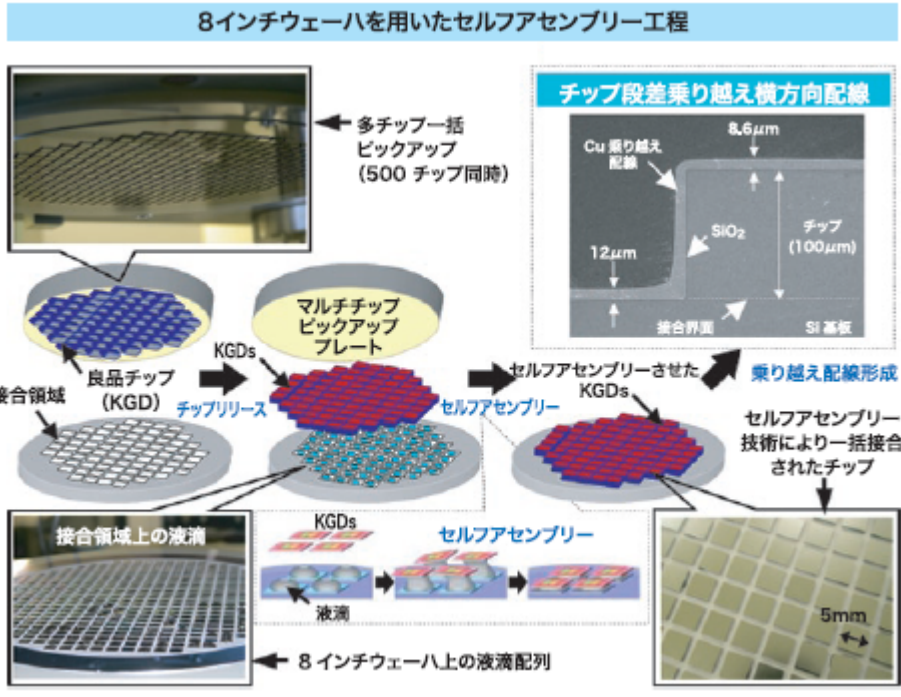
3) 擬似 SOC 薄型化技術

擬似 SOC 薄型化をMEMS 薄膜封止により実現 (デバイス厚 $t=100\mu\text{m}$)



・MEMS - 半導体の低温高密度一体化実装技術 (東北大学)

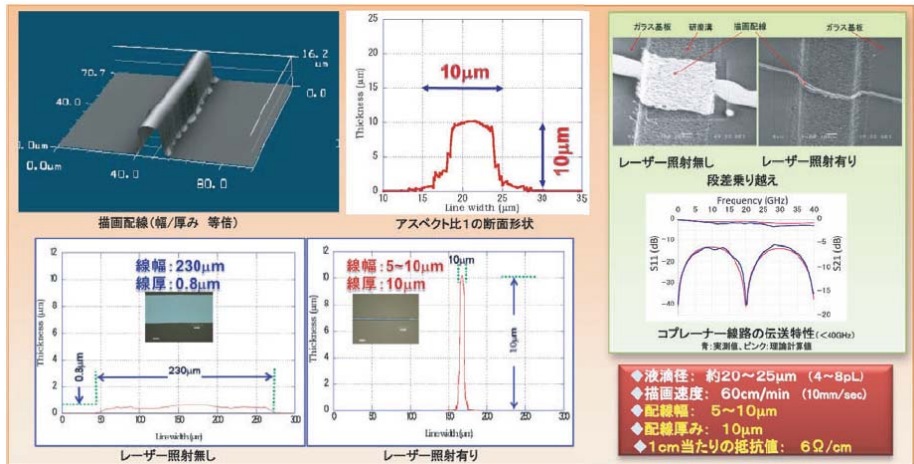
液体の表面張力を利用して、500 個以上のチップを 8 インチウエーハ上へ一括搭載するための自己組織化実装装置を開発した。また、平坦化リフトオフ法を用いて、フレキシブル基板上に $5\mu\text{m}$ 角のマイクロバンプを狭ピッチで形成する技術を開発した。さらに、チップ上にコンデンサやインダクタ等の受動素子を形成する技術を開発し、Cu 配線間に磁気ナノドットを充填することにより、自己インダクタンスを約 20% 増大させた。また、キャビティ構造の導入により、周波数特性を大幅に改善させた。



・高速微細配線描画技術（産業技術総合研究所）

フレキシブルな樹脂部材や低コストな金属部材上とチップの3次元的表面上に高密度な配線や膜状受動部品を積層一体化できる高速実装プロセス実現の為、下記の技術を開発した。

- 1) レーザー援用インクジェットによる高速微細配線描画技術
- 2) ガスデポジション法で形成した錐形バンプによる低ストレス実装技術
- 3) ケミカル・フリップチップ接続法による低温・無加圧ウェハスケール実装技術

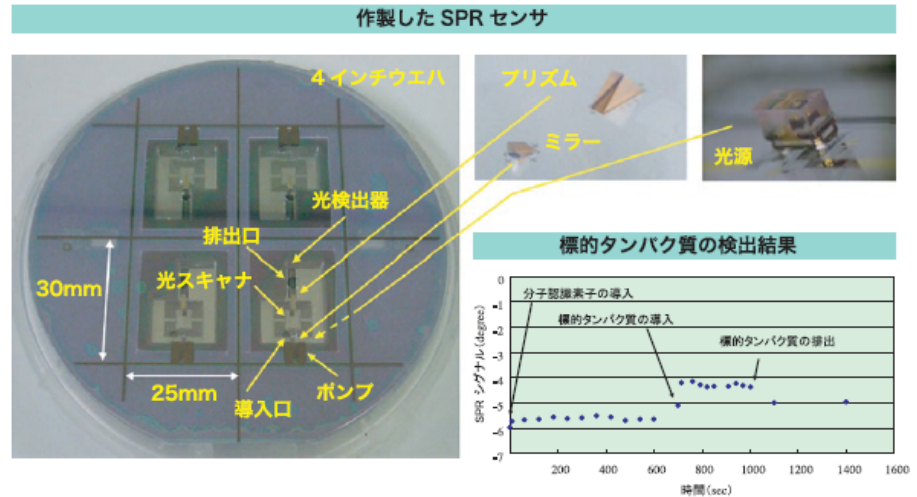


レーザー援用インクジェットによる高速微細配線描画技術

③ MEMS/MEMS の高集積結合技術の開発

(1) 異種材料多層MEMS集積化技術 (オリンパス)

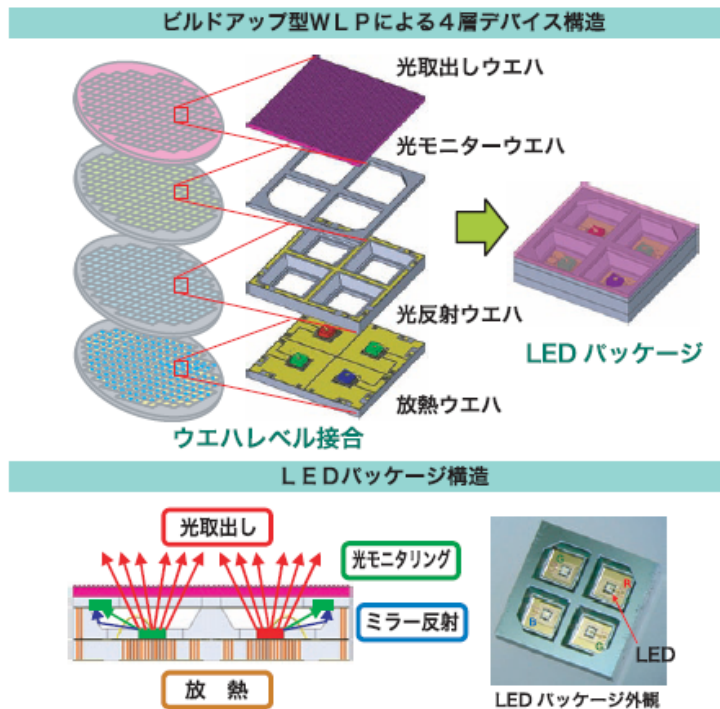
チップレベル接合とウエハレベル接合を組み合わせ、電気、流体、光学等の機能を搭載した SPR センサを開発した。



(2) ビルドアップ型多層MEMS集積化技術

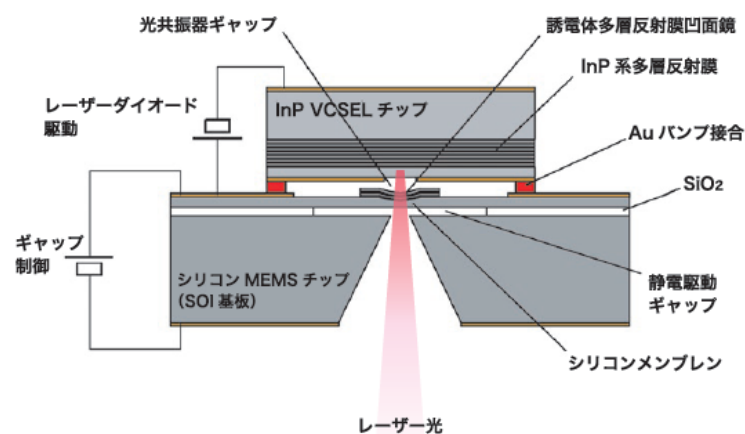
・機能集積化MEMS デバイスを実現するビルドアップ型ウエハレベルパッケージング技術の開発 (パナソニック電工)

ウエハ接合→ 3次元加工→ 研磨→ チップ実装などを繰り返すビルドアップ型ウエハレベルパッケージングを実現し、半導体 I C (電子回路)、MEMS (センサ、光)、インターポーザ (配線、放熱) をウエハレベルで積層薄型集積化することに成功した。



・光化合物半導体の高精度接合技術（横河電機株式会社）

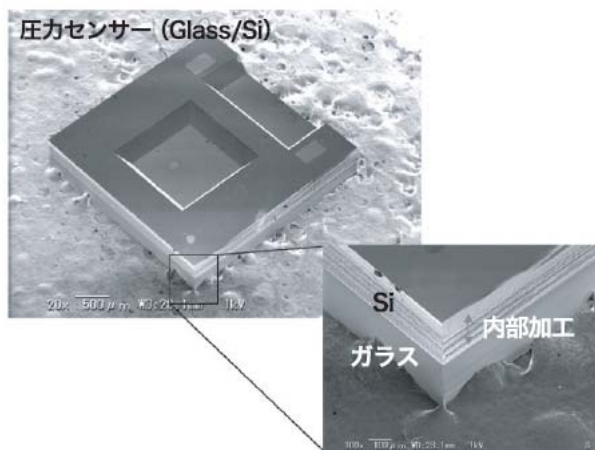
開発した波長可変 VCSEL（面発光レーザー）の構造を示す。InP 系の化合物半導体チップとメンブレンを形成したシリコン MEMS チップを Au バンプで高精度に接合した構造となっている。静電駆動ギャップにギャップ制御電圧を印加することによりメンブレンを動かし波長を変化させることができる。波長可変幅が約 50nm と広く、1 個の電圧による単純な波長制御と、高速に連続波長掃引が可能であることが特長である。



(3) 多層ウェハレベル接合体の低ストレスダイシング技術

(レーザー技術総合研究所／東北大学)

MEMS 素子は内部に可動機構やダイヤフラムなどの脆弱構造を有しており、半導体集積回路の様に水を掛けながら回転刃でウェハを切断すると素子が破損しやすい。そこで、パルスレーザーによるウェハの内部加工に着目し、工業的に広く用いられている高繰り返し Nd:YVO4 レーザーやファイバーレーザー、CO₂ レーザー等を用いて低コストにドライで切削粉の出ないダイシング技術を開発した。従来のダイシング技術に比べて、製造工程の簡素化、歩留まりの向上を可能とする。



④ 高集積・複合MEMS 知識データベースの整備 (マイクロマシンセンター)

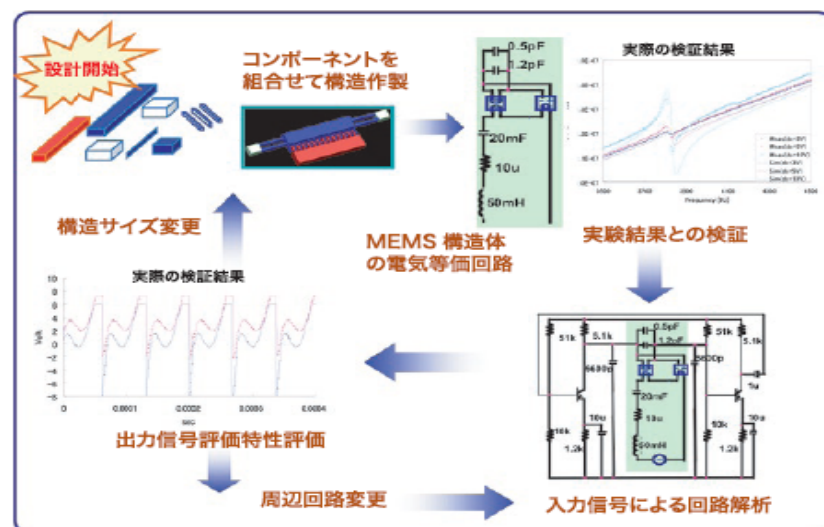
ファインMEMS開発・製造に係わる研究者・技術者の支援、裾野拡大を図ることを狙いとして、ファイン MEMS プロジェクトの一環として整備したファインMEMS知識データベースを、ウェブを通じてわが国産業界に広く公開した。



⑤ 高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発

(マイクロマシンセンター)

コンポーネントで構成されるMEMS 構造体の電気等価回路抽出方法を世界に先駆けて開発、実験的に検証した。成果は、Web ライブラリーシステムとして、サービスの提供を開始した。



	【発表・特許出願、その他の指標】				
		論文	口頭発表	特許出願	学会賞
	①MEMS／ナノ機能の複合技術の開発	7	32	19	2
	②MEMS／半導体の一体形成技術の開発	18	95	48	9
	③MEMS／MEMSの高集積結合技術の開発	7	33	41	2
	④高集積・複合MEMS知識データベースの整備	0	2	0	0
	⑤高集積・複合MEMSシステム化設計プラットフォームの開発	8	3	1	0
	合 計	40	165	109	13
IV. 実用化、事業化の見通しについて	<p><u>①実用化研究（助成）</u> 本プロジェクトの開発成果を応用したデバイスを各社の事業戦略に沿って2011～2015年を目処に量産化する計画である。例えば、横河電機は、今回、開発した可変波長レーザーを用いた多成分分析計の開発がNEDOのイノベーション推進事業に採択され、その製品化を目指している。</p> <p><u>②基礎的・基盤的研究（委託）</u> 。東大－産総研－オリンパスの3者によるSPRセンサ開発に代表される様に、主として、今回のプロジェクトで培われた関係を活かし、共同開発を継続し、実用化を目指す。また、東北大のセルフアセンブリー技術の様に設備メーカーとの共同開発による設備としての実用化の動きも有る。</p> <p><u>③知的基盤・標準整備などの研究開発（委託）</u> 知識データベース、設計プラットフォームともに09年6月よりマイクロマシンセンターのホームページにて公開を開始した。知識データベースはマイクロマシンセンターの自主事業としてデータ更新等を継続する。設計プラットフォームは、日本機械学会と電気学会に関連研究会を発足し、成果の普及と今後の開発ニーズの把握を行う。</p>				
V. 評価に関する事項	事前評価	平成17年11月			
	評価予定	平成21年度 事後評価実施予定			

VI. 基本計画に関する事項	策定時期	平成 18 年 3 月 策定
	改訂履歴	平成 19 年 5 月 及び 平成 20 年 7 月 改訂

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料5-2より抜粋)

2-2. 国のプログラムとの関連性 公開

ロボット・新機械イノベーションプログラムとの整合性

経済産業省「ロボット・新機械イノベーションプログラム」

1. 目的
我が国の製造業を支えてきたロボット技術・機械技術を基盤とし、IT技術・知能化技術などの先端的要素技術との融合を促進することにより、家庭、医療・福祉、災害対応など幅広い分野で活躍する次世代ロボットや新機械技術の開発・実用化を促進し、生産性の向上と人間生活の質の向上を実現するとともに、我が国経済社会の基盤である製造業の競争力の維持・強化を目指す。

2. 達成目標
(1) 我が国製造業の高度化に必要な基盤技術である機械分野においては、バイオ技術やIT技術などの異分野技術を活用した従来の機械の概念を超えた**新しい機械の創造**及びその計測技術の確立を図ることを目標とする。例えば、**2015年頃に革新的MEMSの本格普及**を目指すことにより、**安全・安心な社会**の構築に貢献する。

高集積・複合MEMS製造技術開発プロジェクト

① 新しい機械→高集積・複合化による革新的MEMS
② 2015年→実用化研究(助成)を中核とした計画
③ 安全・安心→健康・医療、自動車安全への応用

↑
上位プログラムの目標達成に貢献できる

事業原簿-26~28 NEDO 15/48

2-1. 事業の位置付け・必要性 公開

MEMS分野基本戦略、技術動向との整合性

— 経済産業省資料よりNEDOが作成 —

2004 2007 2010 2015 2025

実用化環境整備 | プレ普及段階 | 本格普及段階

市場
単機能MEMS: スイッチ(光、圧力)、センサ(圧力、加速度、ジャイロ)、インクジェットヘッド、DNAチップ
高度化単機能MEMS: DMD(プロジェクター)、RFデバイス、スキャナ、スイッチ用ミラー、SIPセンサ
複合機能MEMS: 高機能複合化通信機器、安全保障機器、検査機器、生体センシング機器 など

事業支援
単機能MEMS製造
MEMSデバイスの高精度化
MEMSファウンドリーサービス提供
MEMS専用パッケージサービス提供

国際標準
専門用語のIEC規格化
材料の基本特性評価法のIEC規格化
デバイス特性・耐久性の評価・仕様IEC規格化

先行用途開発
MEMS-ONE 開発 (04~06) → 地域拠点の整備、MEMS-ONEの普及
MEMSプロジェクト (03~05)

基盤技術開発
「技術戦略マップ」の策定・更新
市場規模調査
標準化 等
MEMS分野基本戦略に基づいた対象選定
異分野融合型次世代製造技術開発プロジェクト(BEANS) (08~12)

技術の応用・市場の創出
共通基盤の普及・高度化

事業原簿-26~28 NEDO 14/48

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」

全体の研究開発実施体制

2-2. 研究開発の実施体制③

プロジェクトリーダーの選任と指導体制 公開

プロジェクト開始時の運営体制	項目	内容	助成先	委託先
PL 東京大学 教授 下山勲 サブPL 立命館大学 教授 杉山進	MEMS/ ナノ	ナノ機械構造体		東京大学
		選択的バイオ修飾		産総研
		選択的ナノ材料修飾		産総研
		ナノ機能デバイス	三菱電機	
	MEMS/ 半導体	プロセス統合モノリシック	日立	立命館大学
		縦方向配線	オムロン	
			フジクラ	
	横方向配線	東芝	産総研 東北大学	
	MEMS/ MEMS	異種材料多層集積	オリンパス	
		ビルドアップ多層集積	パナソニック電工	
横河電機				
低ストレスダイシング		レーザー総研・東北大		
知識データベース			マイクロマシンセンター	

きめ細かい指導が出来る様に、PLの他にサブPLを選任し、テーマを分担
 青字: 下山PL
 赤字: 杉山SPL

事業原簿-37 NEDO 23/48

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト」(事後評価)

評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

本プロジェクトは、革新的な高集積・複合 MEMS 製造技術を 3 年間で開発する事業であり、「ロボット・新機械イノベーションプログラム」の目標達成に寄与する重要事業である。また、今後の製造業における国際競争力を左右する可能性のある MEMS 技術についての高度な研究開発は公共性が高く、民間単独では取組み困難なテーマであることから、本プロジェクトは NEDO 事業としての妥当性がある。さらに、MEMS/ナノ、MEMS/半導体、MEMS/MEMS の 3 テーマについて高集積・複合 MEMS 製造技術を開発し各種デバイスを試作するなど、各研究テーマでの目標は達成されている。成果の中には、「世界初」や「世界最高レベル」の技術も多く含まれ、成果の意義も高い。

今後は、海外、特にアジアの国の追い上が急であるので、高い技術を開発し、差別化できる製品にすることが重要である。また、開発した技術をいかに産業化していくか、また大きなマーケットへ展開していくかを現存の自社製品に限らず、広く開拓していくことを望む。

2) 今後に対する提言

委託事業は各々、要素技術において先進的な成果を達成しているが、その成果の受取手が明確に想定できていないものが散見される。今後のフォローアップによる支援を継続して行い、本成果が我が国の MEMS 産業競争力の維持発展に真に貢献することを望む。

知識データベースと設計プラットフォームについては、価値を高めるために、グローバル戦略の一環として、世界から MEMS の知見が集約されるセンターのようなものに発展させることなどを検討して頂きたい。

今後は、市場として中国を意識したプロジェクト課題設定や材料、部品、システム、応用という幅を持った事業の実施も望まれる。

最後に、本プロジェクトの成否は実用化・事業化の達成に掛かっているので、実用化、事業化をより推進するための組織的・体制的な工夫がもっと必要であり、NEDO としても今後の活動を強力にフォローアップして頂きたい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

本プロジェクトは、革新的な高集積・複合 MEMS 製造技術を 3 年間で開発する事業であり、新しい機械の創造およびその計測技術の確立を図ることを目的とする「ロボット・新機械イノベーションプログラム」の目標達成に寄与する事業である。また、MEMS はポスト半導体産業の重要な有力候補であり、自動車、通信、医療などで需要が増加していること、欧米・アジア諸国での研究開発の動きが活発化していることから、我が国の産業競争力を維持、発展させるために本プロジェクトを実施することは妥当であり、公共性が高い。さらに、MEMS はその基礎となる要素技術の範囲が多く分野にまたがるため、単独の企業による研究開発のみでは革新的な技術開発を実施し難い。そのため、NEDO の支援によって大学や公的研究機関の知恵と人材を活用し、系統的、総合的な取組を実施することが必要と認められる。

なお、アジアの国々の技術動向の把握がやや不足しており、これらの国の追い上げに対して優位を確保するため、特に製造技術ではコストに対してデバイスの性能の点での優位性を意識したプロジェクト設定が望まれる。

2) 研究開発マネジメントについて

目標設定は戦略マップの 2009 年時点を目安に定量的に設定されている。また、我が国が技術的優位にある技術についてバランス良く網羅して集積化複合化に取り組んだ点は評価される。テーマ構成として、さらに、個々の研究開発においては適切な研究チームが編成され、PL と SPL の 2 名で行うきめ細かい研究指導体制が研究遂行上機能しリーダーシップが発揮されていたことは評価できる。

一方、個別テーマ内の各サブテーマが、必ずしも関連性の高いものになっておらず、全体としての方向、成果が見え難い。特に、助成事業については、我が国全体の技術力アップ及び高集積・複合 MEMS を製造するための製造技術自体を実用化に持っていくことが必要と考えられる。これらは本プロジェクトの枠組みの中で全体として達成すべき課題であり、組織的・体制的な工夫が望まれた。また、委託研究については特に、成果の受取手が見え難いものも散見される。

3) 研究開発成果について

それぞれの研究・開発においては世界初、世界最高水準と言える成果が多く、目標を十分達成している。また、成果発表や特許出願、一般に向けての情報発信なども十分成されていると評価できる。

一方、委託研究による基礎的・基盤的研究開発の役割は、先進技術開発で得た確実な知見を残すと共に、実用化の観点をもっと強く意識して解決すべき課

題を正確に見定めて伝えることが重要である。その点で、委託事業の成果が見え難い。また、全体に総花的であり、MEMS 集積加工技術としての独創技術への絞り込みが弱いことは改善すべきである。

4) 実用化、事業化の見通しについて

助成事業については、産業技術としての見極めや実用化に向けた課題の明確化は出来ている。助成事業の一部には、NEDO の別事業で実用化に向けた研究開発に取り組んでいるものもあり高く評価できる。また、委託事業の知識データベースと設計プラットフォームは当該分野の研究開発に有益であり、技術領域形成、産学協同の人材育成ができたことの意義は大きい。

一方、MEMS/ナノ、MEMS/半導体、MEMS/MEMS の 3 テーマの委託事業については、実用化に向けた課題の明確化の段階までは到達していないものも散見される。今後の共同開発企業や設備メーカーとの活動の中で達成することを望む。また、実用化がうまくいくためにはコスト競争力が極めて重要だが、その見通しや個々の製品におけるベンチマークが十分には明確になっていないものも有る。

今後は、出口の製品をさらに深く考え、製品化まで結びつけることを念頭に、世界に対する差別化し優位な製品を市場、ユーザに結びつけて頂きたい。

個別テーマに関する評価

2. 1 MEMS／ナノ機能の複合技術の開発

	成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言
委託事業	<p>我が国が国際的な競争力を獲得する上で極めて重要な分野である分バイオセンサやナノ材料はにおいて、基盤的要素技術として新たな取り組みを行い、総合的に目標を達成できている。特に、CNT-MEMS については世界初の成果が得られ、新たな技術領域を開拓することが期待できる。</p> <p>一方、学術的な位置づけは明確であるが、代替技術との比較、さらに応用面での技術の位置づけ、目的を明確にした研究計画と協力体制をより強化すべきである。</p> <p>実用化の見通しについて、バイオ材料においては助成先との共同開発の中で実用化の進展が期待できる。一方、CREST のプロジェクト参加による開発を継続するナノ材料においては、実用化に向けた企業との連携を図って頂きたい。また、企業との共同開発が決まっていないテーマにおいては、実用化に向けた企業との連携を図って頂きたい。</p>
助成事業	<p>基本計画目標および自主目標をいずれも達成している。成果では特に、RF-MEMS スイッチへの適用技術で世界最高レベルの耐電力性を実現したのは評価できる。また、製品化を意識した上で到達目標を設定しており、製品化につながる非常に実践的な研究である。</p> <p>一方、社内の応用に着眼するのはまず良いとしても、市場の大きな分野への応用を戦略的に計画することが望ましい。また、差別化をはかるため、最新の海外研究動向の把握が望まれる</p> <p>事業化の見通しについては、信頼性向上やデバイス高機能化などの課題を着実に解決して実用化を実現して頂きたい。</p> <p>今後は、加速度センサ、検査プローブ針等へのデバイス応用も期待が大きいのでこれらについても技術の展開を図って頂きたい。</p>

2. 2 MEMS／半導体の一体形成技術の開発

	成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言
委託事業	<p>一部の自主目標を除いて目標を達成している。成果では特に、世界最小クラス MEMS 機械量センサ、世界初の多チップ一括実装、乗り越え配線技術を用いたマルチチップモジュール試作、世界初のアスペクト比 1 を持つインクジェットフレキシブル微細配線を実現したのは評価できる。</p> <p>一方、MEMS／半導体の一体形成技術の優位性をさらに明確化する必要があり、世界の研究・開発動向との比較の観点がやや不足している。また、本テーマのような実装の基本技術は信頼性が重要であり、デバイスとして実用化する際には、使用目的に応じた信頼性の評価（例えば温度サイクル試験）を実施することが望まれる。</p> <p>実用化の見通しについて、MEMS－半導体横方向配線－1 と MEMS－半導体横方向配線－2 においては、出口イメージが明確であり、メーカーとの共同研究開発体制が進められ、実用化への課題と対応が明確になっている。一方、MEMS－半導体プロセス統合モノリシック製造技術においては出口イメージが明確でない。</p> <p>今後は、基本的加工技術として普及を目指して、有用な技術については企業と連携した具体的アプリケーション開発の積極的な実施を望む。また、MEMS－半導体横方向配線－2 においては医療用カテーテル、医療用マイクロカプセル、太陽電池パネル、FDP など幅広い分野への適用を図って頂きたい。また、シリコンナノワイヤーの電気機械係数については科学的理解に向けて引き続き研究を進めて頂きたい。</p>
助成事業	<p>目標を達成している。成果では特に、世界最高の高アスペクト比貫通孔配線形成技術や世界に先駆けた 3 次元貫通配線技術を実現した点や他社製品を圧倒する圧力センサを開発した点は評価できる。</p> <p>一方、開発された成果において実用化を想定しているデバイスが全て明確になっているとは言い難い。特に、MEMS－半導体横方向配線技術については、本技術でないと達成できないアプリケーションを明確にし、実用化を進めて頂きたい。また、デバイスとして実用化する際には、使用目的に応じた信</p>

	<p>頼性の評価（例えば温度サイクル試験）を実施することが望まれる。</p> <p>事業化の見通しについて、実用化に向けた課題や課題解決の方針は明確になっている。</p> <p>今後は、応用を想定して利点・欠点の整理を行い、次世代一体形成技術としての汎用性を明確化することが望まれる。また、長期信頼性の確保など実用化に向けた課題を解決した上で、ばらつき、量産性なども評価し、実用化を推進して頂きたい。</p>
--	--

2. 3 MEMS/MEMS の高集積結合技術の開発

	成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言
委託事業	<p>開発されたレーザ・ダイシング技術はシリコン/ガラス接合ウエハのダイシングに有効であり、ステルスダイシング（SD 技術）とは違う新しい知見が得られた点は評価でき、当初の目標を達成している。</p> <p>実用化の見通しについては、既存装置が適用できないアプリケーションに特化して差異化を図る必要がある。</p> <p>今後は、MEMS では多種多様な層構造の切断が要求される可能性があるため、本技術の適用範囲、適用範囲拡大のための課題などを提示できるよう、引き続き研究を進めて頂きたい。</p>
助成事業	<p>目標を達成している。成果では特に、世界最高レベルの機能化 MEMS ウエハ形成技術・接合技術、世界初のビルドアップ型ウエハレベルパッケージング、世界最速のレーザ連続波長掃引速度を実現した点や SPR センサを試作してバイオセンシングを実証している点は評価できる。</p> <p>一方、特定のデバイス開発に集中しているため、今回成果として得られた MEMS 製造技術を多様なデバイスへ展開可能であるか明確でない。MEMS 製造技術の多様なデバイスへの展開は低コスト化に不可欠であり、特定のデバイスに限定されることなく、他のデバイス応用においても優位性を確保できる MEMS 製造技術の汎用化への対応が望まれる。</p> <p>事業化の見通しについて、実用化に向けた課題や課題解決の方針は明確になっている。事業化までのシナリオは、会社間で差異があるが、ほぼ企業内での研究開発を進めることで</p>

	<p>明確になっている。</p> <p>今後は、技術の普及、事業化の計画は自社のみでなく、多くの企業と共同して、ニーズやシーズを組み合わせた新しい製品開発、市場開拓が望まれる。</p>
--	--

2. 4 高集積・複合 MEMS 知識データベースの整備

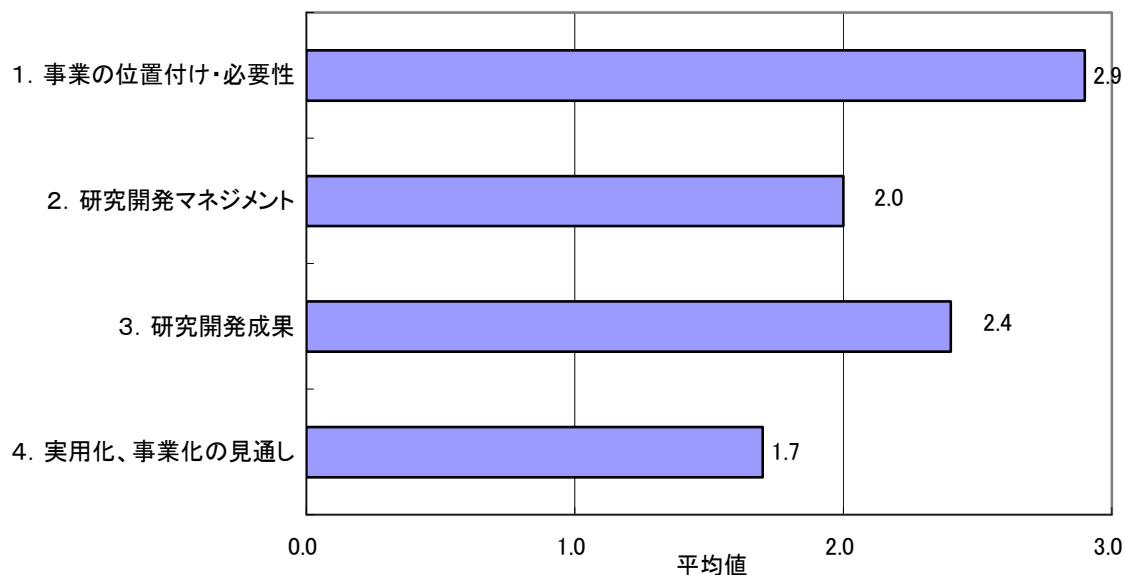
	<p>成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言</p>
委託事業	<p>目標を達成しており、HP 上での一般公開や、成果発表会により成果の普及は適切に行なわれている。また、データベースはユーザに利用されることで意味があるが、利用しやすいようにする工夫が成されているため、アクセス数も多く今後の波及効果が期待される。</p> <p>一方、情報ソースがやや限定的で、分野・項目間の情報量のバランス等も考慮することが望まれる。</p> <p>今後は、さらに MEMS の研究者・技術者が利用できるよう、データベースの蓄積と拡大を進めて頂きたい。また、構築したデータベースを元に、世界的な情報発信基地としての地位構築に向けた取組の検討が望まれる。そのためには、海外の情報ソースを取り込む方法を探査することが必要であり、今後海外からのアクセスや情報インプットに対応することが重要と考えられる。</p> <p>なお、Wikipedia のように最初に辞書的解説があり、そこから個別アイテムへリンクが張られていると検索が容易になるので検討頂きたい。また、現在マイクロマシンセンターでは MEMS 関連の技術用語の国際標準化も行っているのでデータベースはそれともリンクする形で進めて頂きたい。さらに、初めて情報を得ようとするメーカーの管理職、技術職の人が、MEMS の市場動向や利点などの情報の概要を簡単に取得できる入門的なページを新設も望まれる。</p>

2. 5 高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発

	<p>成果に関する評価 実用化、事業化の見通しに関する評価 今後に対する提言</p>
--	--

委託事業	<p>目標を達成している。本テーマはこれまで MEMS 分野で抜け落ちて部分であり、本開発に取り組んだ着眼点が大いに評価できる。また、当初計画に無かった MEMS 設計プラットフォームを極めて短期間で開発し、MEMS 機構開発者と回路設計者の共通言語として、MEMS システム全体の設計が可能となったことは評価に値する。このような等価回路解析は振動ジャイロなど複雑なメカトロニクスでは非常に有効であると考ええる。</p> <p>一方、使用方法が多少複雑な印象を受けた。いろいろなパラメータ入力が必要であり、普及させるためにはそれらをデフォルト設定して簡単に使えるようにして頂きたい。</p> <p>今後は、さらに MEMS の研究者・技術者が利用できるよう、設計プラットフォームの普及、改良を進めて頂きたい。ただし、汎用性を目指した設計プラットフォーム開発は重要であるがすべてを満足するシステムは難しい。今後、実用性（使い勝手）・精度等の評価システムの構築が必要である。また、既存の LSI 設計ツールとの互換性を考慮した開発を望む。</p> <p>なお、まだ線形解析だけのようであり、今後は非線形解析や過渡解析にも拡張すればプルイン現象など MEMS 固有の幅広い現象解析に対応でき、等価回路解析の国内標準になる可能性もある。また、実際に使うと問題がでることを考えて、システムのサポート体制の実質化を図って頂きたい。</p>
------	---

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素 点 (注)							
		B	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.9	B	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.0	B	B	B	A	C	B	B	B
3. 研究開発成果について	2.4	B	A	B	A	A	B	B	B
4. 実用化・事業化の見通しについて	1.7	B	C	B	B	B	B	B	C

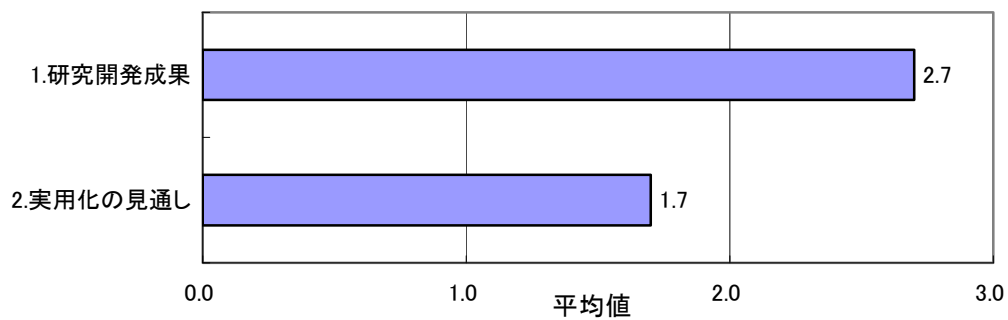
(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

<判定基準>

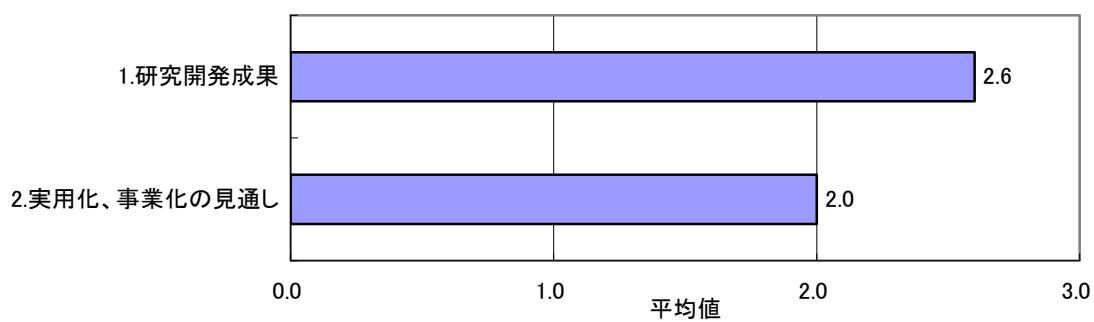
- | | |
|---------------------|---------------------|
| (1) 事業の位置付け・必要性について | (3) 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた→D | ・妥当とはいえない →D |
| (2) 研究開発マネジメントについて | (4) 実用化、事業化の見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当であるが、課題あり →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

評点結果〔個別テーマ〕

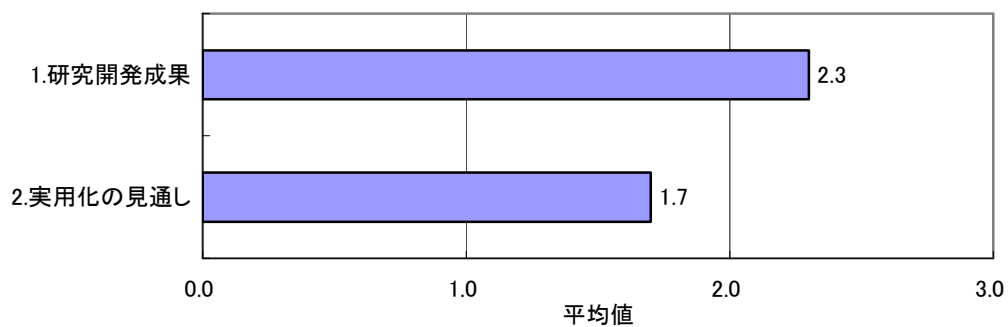
MEMS／ナノ機能の複合技術の開発（委託事業）



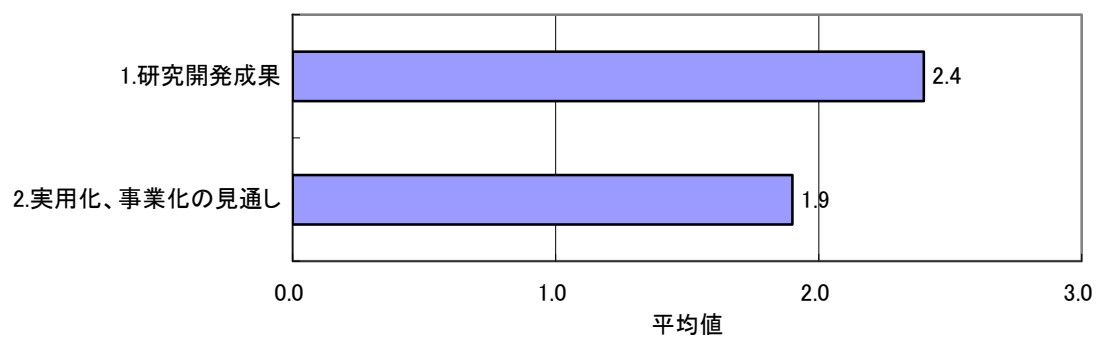
MEMS／ナノ機能の複合技術の開発（助成事業）



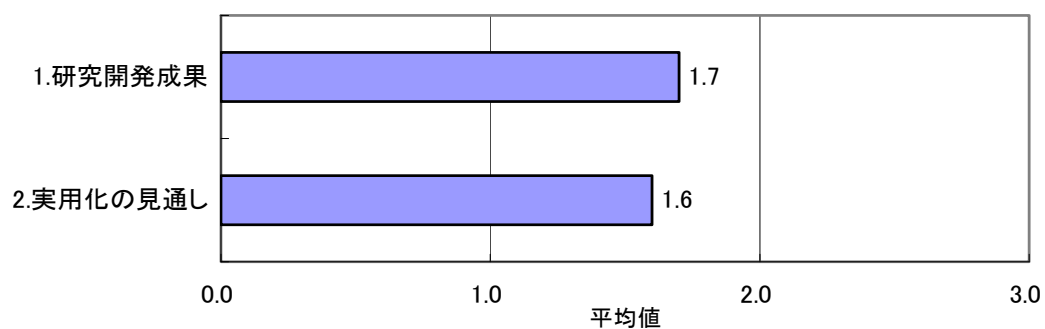
MEMS／半導体の一体形成技術の開発（委託事業）



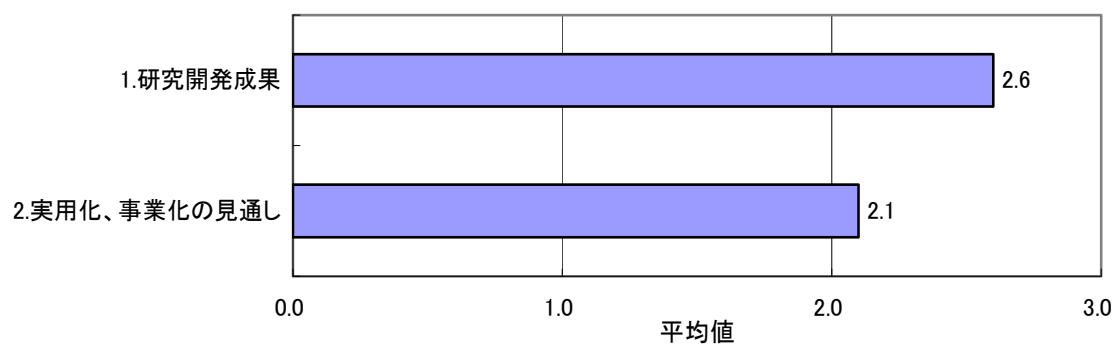
MEMS／半導体の一体形成技術の開発（助成事業）



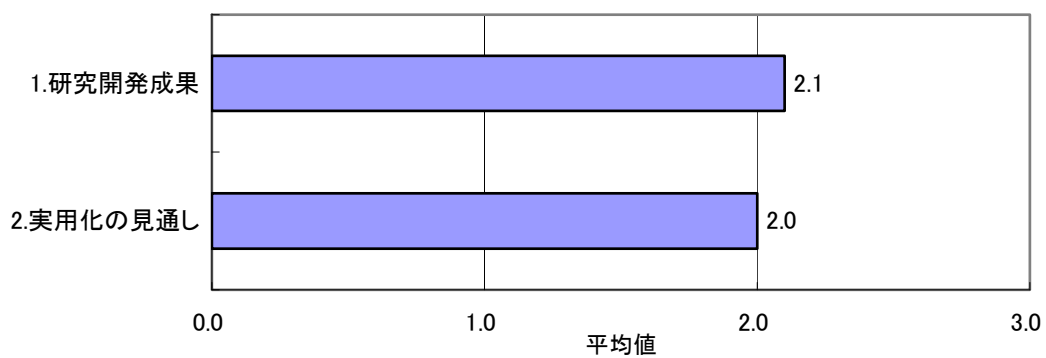
MEMS／MEMS の高集積結合技術の開発（委託事業）



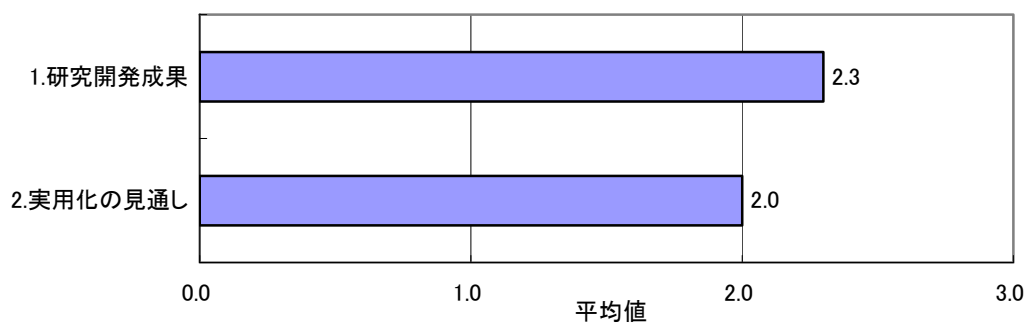
MEMS／MEMS の高集積結合技術の開発（助成事業）



高集積・複合 MEMS 知識データベースの整備（委託事業）



高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発（委託事業）



個別テーマ	平均値	素点(注)							
3. 2. 1. 1 MEMS/ナノ機能の複合技術の開発 (委託事業)									
1. 研究開発成果について	2.7	B	B	A	A	A	A	A	A
2. 実用化の見通しについて	1.7	C	B	C	B	B	B	B	B
3. 2. 1. 2 MEMS/ナノ機能の複合技術の開発 (助成事業)									
1. 研究開発成果について	2.6	B	A	B	A	A	B	B	B
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.0	B	A	B	B	B	B	B	B
3. 2. 2. 1 MEMS/半導体の一体形成技術の開発 (委託事業)									
1. 研究開発成果について	2.3	B	B	B	A	A	B	B	B
2. 実用化の見通しについて	1.7	C	B	C	A	B	B	B	C
3. 2. 2. 2 MEMS/半導体の一体形成技術の開発 (助成事業)									
1. 研究開発成果について	2.4	B	A	A	A	A	B	C	C
2. 実用化、事業化の見通しについて	1.9	B	C	B	B	B	B	B	B
3. 2. 3. 1 MEMS/MEMS の高集積結合技術の開発 (委託事業)									
1. 研究開発成果について	1.7	C	C	B	B	B	A	C	C
2. 実用化の見通しについて	1.6	C	C	C	B	A	B	C	C
3. 2. 3. 2 MEMS/MEMS の高集積結合技術の開発 (助成事業)									
1. 研究開発成果について	2.6	B	A	A	A	B	B	A	A
2. 実用化、事業化の見通しについて	2.1	B	B	B	A	B	B	B	B
3. 2. 4 高集積・複合 MEMS 知識データベースの整備 (委託事業)									
1. 研究開発成果について	2.1	C	B	A	A	B	B	B	B
2. 実用化の見通しについて	2.0	C	B	B	B	A	B	B	B
3. 2. 5 高集積・複合 MEMS システム化設計プラットフォームの開発 (委託事業)									
1. 研究開発成果について	2.3	C	B	A	A	A	B	B	B
2. 実用化の見通しについて	2.0	C	B	C	B	A	B	A	A

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

〈判定基準〉

1. 研究開発成果について

- ・非常によい
- ・よい
- ・概ね適切
- ・適切とはいえない

2. 実用化の見通しについて

- A ・明確
- B ・妥当
- C ・概ね妥当であるが、課題あり
- D ・見通しが不明