

「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト／
高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」
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）	7
評点結果	10

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

「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト／

高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」(事後評価)

分科会委員名簿

(平成23年11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	はっとり ただし 服部 正	兵庫県立大学 高度産業科学技術研究所 特任教授
委員	いしだ まこと 石田 誠	豊橋技術科学大学 工学部 電気・電子情報工学系 教授 副学長(研究担当)
	さわだ れんし 澤田 廉士	九州大学大学院 工学研究院 機械工学部門 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
	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

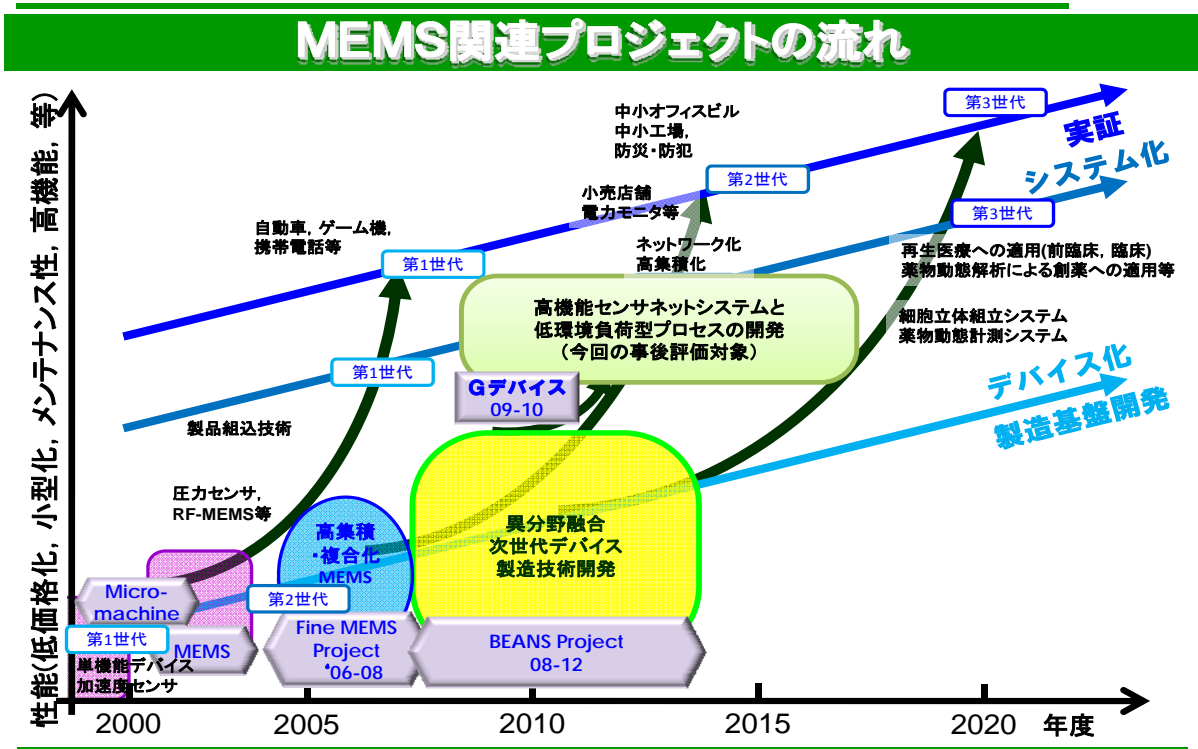
		最終更新日	平成 23 年 11 月 15 日
プログラム(又は 施策)名	ロボット・新機械イノベーションプログラム		
プロジェクト名	異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト/高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発	プロジェクト番号	P09008
担当推進部/担当者	技術開発推進部 奥谷 英司 (平成 23 年 11 月現在) 技術開発推進部 渡辺 秀明 (平成 22 年 3 月～平成 23 年 3 月)		
0. 事業の概要	<p>2015 年以降 2025 年に向けて革新的イノベーションを起こし、更なる市場の拡大を図るには、従来電子・機械製造技術と完全に異分野とされてきた技術とを融合させる等により、これまでの製造技術の概念・常識を打ち破った技術を創出することが肝要である。このため、「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」では、MEMS 製造技術とナノ・バイオ等異分野技術の融合による以下①～④の研究開発項目により新たな共通基盤製造技術を開発する。①バイオ・有機材料融合プロセス技術、②3 次元ナノ構造形成プロセス技術、③マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術、また、開発成果の産業界への普及促進に向けた環境整備のため、④異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備を行う。</p> <p>今回の事後評価対象テーマ「高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」は、「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」の研究開発項目⑤として、平成 21 年度補正予算で約 1 年間実施されたものであり、本テーマでは、「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」で開発したプロセス技術等を活用しつつ、高機能センサネットシステム・センサモジュールの事業化と、低環境負荷型製造プロセスの確立に向けた開発・実証研究を行う。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>工場等の製造現場において、原材料や使用資源のきめ細かい状況モニタリングと制御を行う微細・極小、高機能なセンサの実用化により、製造プロセスの省資源化、高効率化の実現が期待されている。小型で低コスト、かつ信頼性の高いワイヤレスセンサとすることで、設置にあたっての大きかりな工事を必要とせず、既存施設にも低コストでの導入が可能となる。合わせて、センサの製造において低環境負荷型の製造プロセス技術の開発を行うことで、生産システムの低炭素化にも貢献が可能となる。</p> <p>本テーマは、上記背景に加え、全世界的課題として環境エネルギー問題への対応が国や産業毎に強く要請されている中、平成 21 年度補正予算 (第 2 号)「明日の安心と成長のための緊急経済対策」を実施するために措置された「環境・エネルギー技術への挑戦」に位置付けられた事業であり、NEDO はこれに早期に対応すべく「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」に追加して緊急に実施した。</p>		
II. 研究開発マネジメントについて			
事業の目標	<p>①高機能センサネットシステム開発 検証用のクリーンルームにおいて、従来比 (1990 年比) CO2 削減 60%のセンサネット制御システムを開発する。また、一辺 30mm、厚み 10mm 以内に複数の MEMS センサと処理回路、無線回路、エネルギーデバイスとの融合を想定したセンサモジュールプラットフォームを作製する。</p> <p>②低環境負荷型プロセス技術開発 現状の SF6 ガスに対し、複数の代替候補ガスを調査・検討し、温暖化ガス排出量を 90%以上削減可能とする最適代替ガスの選定指針を得る。また高機能デバイス薄膜の集積化に関し、250℃以下で大気圧付近から真空中で封止できる接合方式を決定する。さらに生体適合性ポリマーを用いた MEMS 製造プロセスにおいて、シミュレーションを用いて機械特</p>		

	<p>性などの機能数値を具体的に示す。</p> <p>大口径 MEMS 用試作ラインにて、センサ用途等 TEG の設計および試作を複数種類行い、歩留まり、生産性、効率性のデータとデバイスの動作を妨げる製造装置、製造プロセス、デバイス構造起因の欠陥・ばらつき等の課題を抽出する。研究開発項目②「3次元ナノ構造形成プロセス技術開発」の成果である中性粒子ビームエッチングをセンサ TEG に適用し、デバイス性能への効果を検証する。</p> <p>設計・計測・ファブ環境情報において共有化する情報を類型化し、データ共有化のためのデータフォーマット、それに付随する基本ソフトウェアの開発を行い、MEMS-TEG を用いてデータ交換および設計手法の検証を行う。また、クリーンルームおよび製造・検査装置に関わる消費エネルギー、二酸化炭素排出量など環境情報の収集管理の方法を決定する。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	H20fy	H21fy	H22fy	H23fy	H24f	
	⑤高機能センサネットワークシステムと低環境負荷型プロセスの開発	(異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト 研究開発項目①～④)					
開発予算 契約種類： (委託(○))	会計・勘定	H20fy	H21fy	H22fy			総額
	補正予算(一般)		3,310(百万円)				
開発体制	経産省担当原課	製造産業局産業機械課、産業技術環境局研究開発課					
	プロジェクトリーダー	<p>「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」 技術研究組合 BEANS 研究所 所長 遊佐 厚</p> <p>⑤高機能センサネットワークシステムと低環境負荷型プロセスの開発 テーマリーダー 独立行政法人 産業技術総合研究所 前田 龍太郎 (「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」サブプロジェクトリーダー)</p>					
	委託先 (平成 22 年度時点)	<p>技術研究組合 BEANS 研究所 【オリンパス、オムロン、デンソー、三菱電機、大日本印刷、パナソニック電工、日立製作所、日立ハイテクノロジーズ、日立プラントテクノロジー、東芝、富士電システムズ、セイコーインスツル、アルバック、みずほ情報総研、堀場製作所、産業技術総合研究所、立命館大学、マイクロマシンセンター】</p>					
Ⅲ. 研究開発成果について	<p>本事業は、大きく二つのカテゴリーとして、「高機能センサネットワークシステム」と「低環境負荷型プロセス開発」に分けられる。前者は、高機能センサネットワークシステムの実験場としての 8 インチ MEMS 一貫プロセスライン(クラス 1000 クリーンルームとプロセス装置群)の構築と、そこでの空調オンデマンド制御に連動したセンサネットワークシステムの設置による CO2 削減目標の検証を実施し、後者は、MEMS 製造プロセスとして特徴的な Si 深堀エッチングと接合におけるプロセスの低環境不負荷化、前述の 8 インチ MEMS 一貫プロセスラインでの MEMS 基本プロセスレシピとして 7 種類の MEMS デバイスのテストエレメントグループ(TEG)の開発を行い、いずれも目標を達成した。</p>						
	投稿論文	「査読付き」9 件					
	特 許	「出願済」5 件(3 件手続き中)(うち国際出願 0 件)					
	その他の外部発表 (プレス発表等)	「学会発表」6 件、「セミナー講演会・展示会」3 件					
Ⅳ. 実用化の見通しについて	<p>それぞれの研究開発課題を担当した研究員の所属する企業において、例えば半導体クリーンルーム用センサネットワークシステム事業や、植物工場への事業、各種低環境負荷型プロセスの自社事業などにおいて、それぞれ展開されつつある。</p> <p>また、世界的にも例を見ない低環境負荷化を実現できる高機能センサネットワークシステムを完備した MEMS 一貫プロセス開発・試作施設は、我国有数の 8 インチという MEMS とし</p>						

	<p>ては大口径ウェハを扱える先端的な装置群を完備した研究開発拠点となりうる。これらについては、我が国の研究拠点 TIA-NMEMS への展開を想定し、MEMS 協議会にマイクロナノイノベーションセンター (MNOIC) を研究・開発から量産試作まで踏まえた研究開発の実行部隊として組織し、平成 23 年 7 月に設置された。本事業により設備が構築された AIST 集積マイクロシステム研究センターと共同で MNOIC は研究開発試作機能の構築と継続的運営を図るべく取り組みを進めている。</p>	
V. 基本計画に関する事項	作成時期	平成 21 年 3 月 作成
	変更履歴	<p>平成 21 年 3 月 改訂 (NEDO へ移管されることに伴う根拠法等の変更)</p> <p>平成 21 年 12 月 改訂 (研究開発項目⑤「高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」を追加)</p> <p>平成 22 年 3 月 改訂 (研究開発項目②(3)宇宙適用 3 次元ナノ構造形成技術」の研究開発の目標を産業化の進展を踏まえ変更)</p>

技術分野全体での位置づけ

(分科会資料6より抜粋)



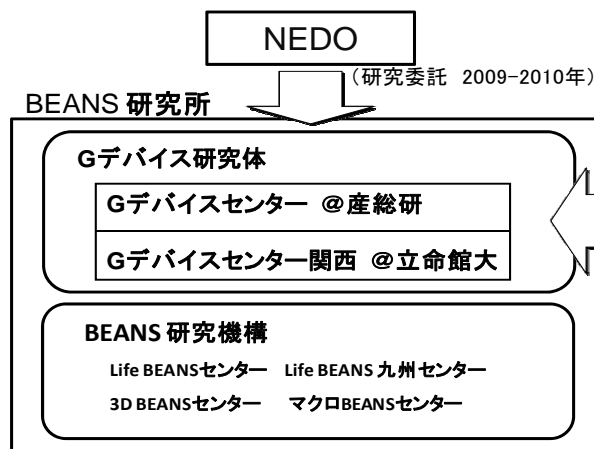
「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」

高機能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発」

全体の研究開発実施体制

推進体制

Gデバイスは、BEANSの下に追加実施されたものであり、BEANSの推進体制の中で取り組んだ。



参加メンバー(組員)

オリンパス
オムロン
デンソー
三菱電機
大日本印刷
パナソニック電工
日立製作所
日立ハイテクノロジーズ
日立プラントテクノロジー
東芝
富士電機システムズ
セーコーインスツル
アルバック
みずほ情報総研
堀場製作所
産業技術総合研究所
立命館大学
マイクロマシンセンター

「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト／
高機能センサネットワークシステムと低環境負荷型プロセスの開発」

(事後評価)

評価概要 (案)

1. 総論

1) 総合評価

BEANS (異分野融合型次世代デバイス) プロジェクトの進展を加速するという意味で非常に有効な短期プロジェクトであり、近い将来その相乗的な効果による成果が期待できる。特に BEANS で先行的に行っていたテーマをいくつか取り上げて短期間で成果を示した点は評価できる。

また、MNOIC (マイクロナノオープンイノベーションセンター) 運営による 8 インチラインの有効活用により、ファブレスメーカーの製品開発支援、少量生産の製造設備として今後、日本の MEMS 開発の拠点になることを期待する。

しかし、デバイス開発からセンサネットワークのシステム開発まで幅広い成果が得られた反面、センサネットワークの検証に選ばれている 2 つのテーマは効果の判断が難しく、個々のテーマについて選定に工夫が必要であった。また、8 インチ MEMS プロセスライン設置に重点を置き、クリーンルームの面積を増やすなどに予算をつけた方が良かった。

2) 今後に対する提言

本プロジェクトで実施したクリーンルーム空調制御システム、植物工場センサネットワークシステム、低消費電力 LSI、新センサデバイス原理、低環境負荷型プロセス技術など、研究開発の着実な継続実施と実用化、事業化が進むように NEDO として今後の活動を強力にフォローアップして欲しい。

また、8 インチ MEMS プロセスラインの有効利用について、MNOIC 運営による産学連携共同研究用インフラ設備として活用し、研究用設備貸与や少量試作サービス事業を展開する実用化スケジュールが計画されており、今後、日本の誇れるマイクロナノ・オープンイノベーションセンターとして、さらなる拡充が望まれる。

本プロジェクトは短期間で終了しているが、今後、明らかになった問題点を抽出しそれを解決することが重要である。また、本プロジェクトはセンサネットワークによる省エネのシステムや低環境負荷のプロセス開発などグリーン・テクノロジーの基礎となる技術が多く、これらを日本中に水平展開できるように応用技術開発も継続的に進めて欲しい。

2. 各論

1) 事業の位置付け・必要性について

センサ・MEMS 分野の世界市場の動向を見ると、日本は世界トップクラスのシェアを占めているが、欧米各国と激しい競争を行っており、高機能センサネットワーク開発および MEMS デバイスの製作技術の低環境負荷化はいずれも日本の国際競争力維持のために重要なポイントである。本プロジェクトを実施することにより、その成果をいち早く創出することで国際競争力の向上を図ることができることから産官学一体とした推進は不可欠で、NEDO のプロジェクトとして妥当である。

一方、1年間という限られた期間内に 8 インチ MEMS プロセスラインを構築した点は評価できるが、テーマの中にはその有効性についてまだ検証が十分ではないものもあり、今後の課題として BEANS プロジェクト等で引き続き検討することが望まれる。

2) 研究開発マネジメントについて

補正予算による 1 年間のプロジェクトであることを踏まえ、効率的できめ細かいマネジメントが実施され、BEANS プロジェクトとの連携も良く機能していた。

さらに、研究開発実施者はそれぞれの要素技術を実施する上で十分な技術力と事業化能力を有する企業であり、これらの企業は成果の受け取り手でもあることから、ユーザとしての意見は十分に反映される体制であった。また、成果の実用化につなげる戦略として、各参加企業での実用化、つくばイノベーションアリーナへの展開、最先端設備の効率的活用が明確になっていた。

一方、国として広範な研究者が利用できる 8 インチ MEMS ラインを構築した点は評価できるが、導入された設備はイオン注入装置が無いなど十分なものではなく、今後欧米と対抗していく上では迅速な設備増強が望まれる。

3) 研究開発成果について

1年間という限られた期間内に 8 インチ MEMS プロセスラインの構築、センサデバイス開発、センサネットワークのシステム開発を行い、ほぼすべての項目において当初設定した目標を達成したことは評価できる。

また、高機能センサモジュール小型化の達成レベルは高く、ポリマーMEMS プロセス、深堀エッチングガス、低温接合、3 次元設計・検査情報共有化フレームワーク等、本プロジェクトで開発された技術は低環境負荷型プロセスの実現にキーとなるプロセス技術であり、MEMS 生産システムの低環境負荷化への多大な貢献が期待できる。

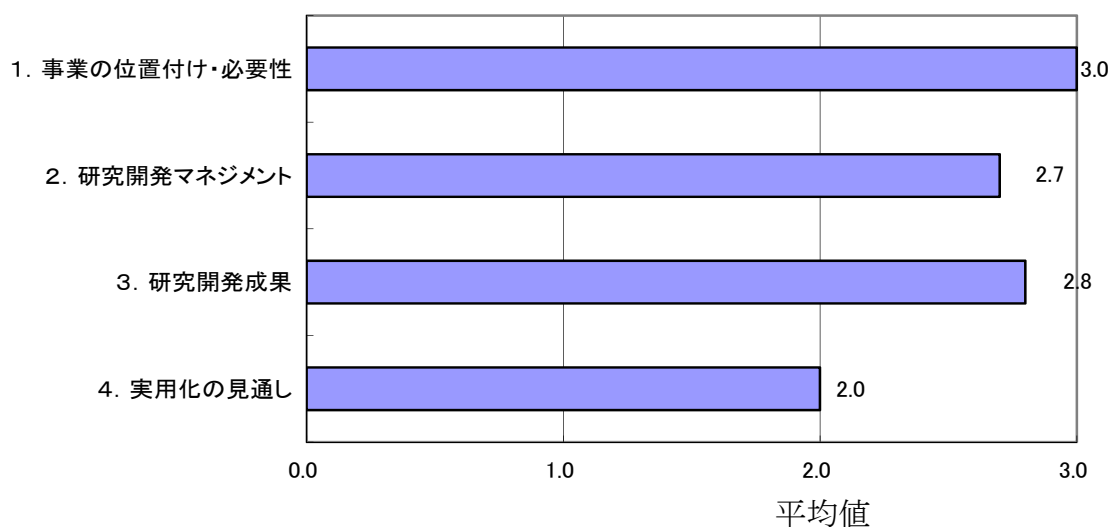
今後、開発成果についてさらにデータを蓄積して、よりわかりやすい形にすることで普及を加速すべきである。

4) 実用化の見通しについて

8 インチ MEMS プロセスラインについては、MNOIC 運営による産学連携共同研究用設備として活用し、研究用設備貸与や少量試作サービス事業を展開する実用化スケジュールが明確になっている。また、センサデバイスやセンサネットワークの開発については最終的には、各メーカーが製品化するということが基礎技術確立により実用化への道筋ができたと考える。特にクリーンルーム管理は時機を得たものであり、今後、店舗・工場への展開を期待したい。

但し、8 インチ MEMS プロセスラインについては欧米に対抗するレベルに達するにはまだ多くの課題がある。また、センサデバイスやセンサネットワークについても実用化の鍵である低価格化と信頼性確保の課題が残されており、引き続き課題をブレークダウンしてプロジェクトを継続していくことが望まれる。

評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.7	A	A	A	A	B	B
3. 研究開発成果について	2.8	A	A	A	B	A	A
4. 実用化の見通しについて	2.0	B	A	B	B	C	B

(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