

# 「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」

## 事後評価分科会資料6

—プロジェクト概要説明—  
事業の位置付け・必要性及び研究開発マネジメントについて

平成25年5月24日

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
技術開発推進部

### I. 事業の位置付け・必要性について (1)NEDOの事業としての妥当性

## 事業の背景



## BEANS プロジェクトの概要

### 【背景】

「環境・エネルギー」、「医療・福祉」、「安全・安心」分野で新しいライフスタイルを創出する革新的デバイスを創製することが急務  
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

### 【目的】

本プロジェクトでは、将来の革新的次世代デバイス(BEANS)の創出に必要な異分野融合コンセプトに基づいた基盤的プロセス技術群を開発し、プラットフォームを構築する

### 【期間】

平成20年度～平成24年度（5年間）

### 【予算】

平成20年度：11.5億円 平成21年度：11.5億円  
平成22年度：8.0億円 平成23年度：7.1億円  
平成24年度(平成23年度3次補正)：8.2億円  
**累計：46.3億円(除く加速予算)**

### 【参画機関】

19企業、8大学、1独法、3団体（平成24年度）

## 国のプログラムにおける位置付け

### 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。

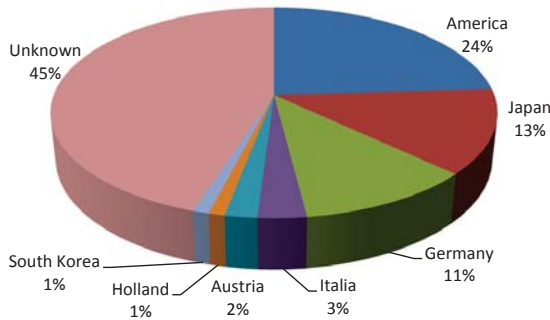
上位プログラムの目標達成に貢献できる

異分野を融合し、MEMS技術に革新性をもたらすことを目指して、基盤技術を整備する事業目的は公共性が高い。我が国が得意とする製造技術をさらに発展すべきMEMSやナノ技術を基盤とした製造技術を確立し、種々の産業分野へ展開する基礎としても重要な国家事業である。

# 海外の動向

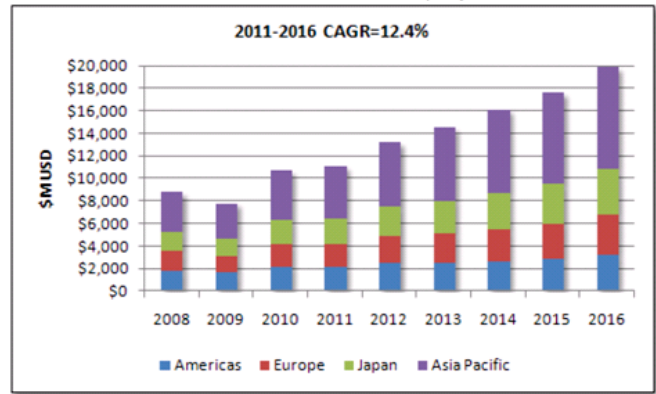
- ▶ 日本は、センサ・MEMSでは、世界トップクラスのシェアを占めつつも、欧米各国と激しい競争が行われている。
- ▶ センサ・MEMSの世界市場は今後も大きく成長すると予想されている。

世界シェアTop20のメーカの占める世界シェアを国別に整理 (2010)



Databeans の資料をもとにNEDOが作成

Worldwide Sensors and MEMS Revenue Forecast by Region



Databeans Estimates

革新的な次世代デバイス実現のためのMEMS製造技術とナノ・バイオ等の異分野技術融合プロセス技術を活用し、成果をいち早く創出することで国際競争力の向上に資する。

# 海外の動向(国際会議IEEE/MEMSにおける技術動向)

## ▶ 技術分野毎の発表件数比率の推移

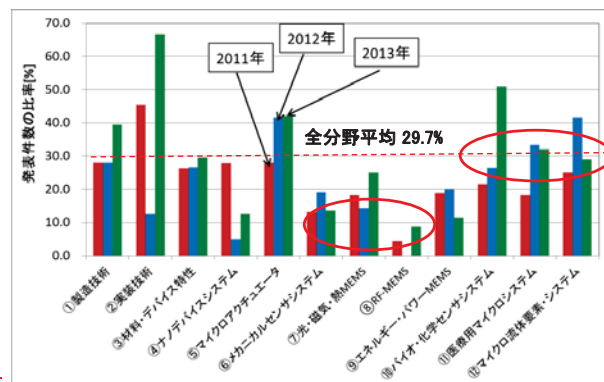
- 発表件数が増加傾向の技術分野
  - ⑩ バイオ・化学センサシステム
  - ⑪ 医療用マイクロシステム
  - ⑫ マイクロ流体要素・システム

⇒ BEANSプロジェクトの方向と一致

## ▶ 技術分野毎の日本が占める比率の推移

- 日本の比率が高い技術分野(第3世代)
  - ⑩ バイオ・化学センサシステム
  - ⑪ 医療用マイクロシステム
  - ⑫ マイクロ流体要素・システム
- 日本の比率が低い技術分野(第2世代)
  - ⑥ メカニカルセンサシステム
  - ⑦ 光・磁気・熱MEMS
  - ⑧ RF-MEMS

⇒ 日本は次世代MEMS分野の研究で先行





# BEANS プロジェクト研究開発項目

## ①-A バイオ材料融合プロセス技術の開発

- (1A) バイオ・ナノ界面融合プロセス技術
- (2A) バイオ高次構造形成プロセス技術

成果促進事業(平成24年9月19日～)  
⇒BEANS成果の実用化促進に向けた事業

## ①-B 有機材料融合プロセス技術の開発

- (1B) 有機材料・ナノ界面融合プロセス技術
- (2B) 有機材料高次構造形成プロセス技術

成果促進テーマ追加  
(赤外共鳴アンテナ応用)

## ② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

- (1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術
- (2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術
- (3) 宇宙適用3次元ナノ構造形成技術

スピニアウト(平成22年度)  
(超臨界製膜、宇宙適用)

## ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

- (1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術
- (2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術

## 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

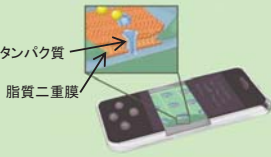

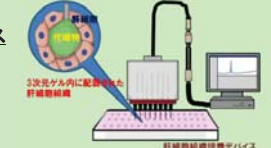
## ⑤ 高性能センサネットシステムと低環境負荷型プロセスの開発(Gデバイス) 完了(平成22年度)

# 研究開発項目別目標(1/5)

## ①-A バイオ材料融合プロセス技術の開発

### ●目標設定の狙い

- ・次世代の健康・医療分野に向けたデバイス開発には、従来のシリコンやガラス材料に加え、生体分子、細胞組織、及び微生物などのバイオ材料の持つ特異的な機能を活かす融合プロセスが不可欠である。
- ・本研究開発項目では、バイオ材料をデバイス内で機能する素子として扱えるように加工する基盤プロセスを確立する。
- ・具体的には、バイオ材料のナノ界面融合プロセス技術、及び高次構造形成プロセス技術に着目して、**想定した出口デバイスに要求される仕様等を目標値に設定し**、デバイス試作・機能検証を通してプロセス開発を行う。





研究開発テーマ	最終目標 (●基本計画、○自主)	想定出口デバイス
(1A) バイオ・ナノ界面融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●脂質二重膜センシングモジュールを試作</li> <li>●24時間以上の生化学的な機能発現を実証</li> <li>○ガンマー(VEGF)と結合する膜タンパク質精製、動作確認</li> </ul>	<p>★脂質二重膜一分子検出センサ</p> <p>デバイス内に人工的に脂質二重膜を長期安定形成し、機能性タンパク質を導入することで、化学物質を高感度、且つ選択的にセンシング</p> 
(2A) バイオ高次構造形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●埋込み型血糖値検出デバイス試作</li> <li>●生体内において3ヶ月間、機能することを実証</li> <li>○血糖値連続モニタリング可能な装置の試作</li> <li>●毛細管構造の再構築するプロセスを開発 (定量可能な代謝物を抽出できる細胞の配置や添加物、培養日数を決定)</li> <li>○微細組織の代謝酵素およびトランスポーターの遺伝子量を明らかにする</li> </ul>	<p>★埋込み型血糖値センサ</p> <p>蛍光強度を皮膚表面より測定することにより、連続的に血糖値をセンシング</p>  <p>★胆管代謝物抽出・分析デバイス</p> <p>制御した位置や形状の胆管を備えた疑似肝組織を少数の細胞から短い期間で形成</p> 

## 研究開発項目別目標(2/5)

### ①-B 有機材料融合プロセス技術の開発

●目標設定の狙い

- ・次世代の環境・エネルギー分野に向けたデバイス開発には、従来のシリコンを中心とする無機材料に加え、有機半導体等の合成有機分子に代表される有機材料の持つ特異的な機能を活かす融合プロセスの研究開発が不可欠である。
- ・本研究開発項目では、分子配向制御、結晶制御など、有機材料を分子レベルで加工する基盤プロセスを確立する。
- ・具体的には、有機材料のナノ界面融合プロセス技術、及び高次構造形成プロセス技術に着目して、**想定した出口デバイスに要求される仕様等を目値に設定**、デバイス試作・機能検証を通してプロセス開発を行う。

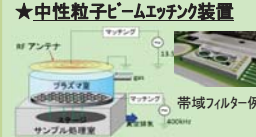
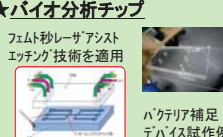
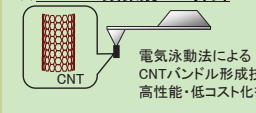
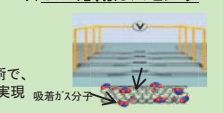
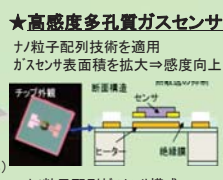
研究開発テーマ	最終目標 (●基本計画、○自主)	想定出口デバイス
(1B) 有機材料・ナノ界面融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●キャリア拡散距離<b>200nm以下</b>の間隔で低分子材料の配向・高分子材料の被覆</li> <li>●分子配向制御プロセスにて、光電変換デバイスの変換効率<b>20%向上</b></li> <li>●有機薄膜のデバイス特性低下<b>10%以下</b>に抑える中性粒子ビームエッチングを開発</li> <li>○開発した有機薄膜の分子配向制御等により、変換効率を<b>30%向上</b></li> <li>○タンデム型太陽電池にて、単層比<b>2倍以上</b>の電圧、効率<b>20%向上</b></li> </ul>	<p>★高効率有機薄膜太陽電池</p>  <p>フレキシブル基材に有機太陽電池薄膜を形成 可搬型、局面貼り付け型に展開 折畳み型モバイル太陽電池</p>  <p>太陽電池ウインドウ</p>
(2B) 有機材料高次構造形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●<b>径50 nm以下</b>のナピラー構造、<b>径100 nm以下</b>のナポラス構造を自己組織的に形成するプロセスを開発</li> <li>●陰極上ナノ構造形成プロセスにて、発光デバイスの光取出効率<b>20%向上</b></li> <li>○将来のディスプレイ用途向けに、分子配向性発光材料の多色化</li> <li>●ライン・アンド・スペース(L/S)=<b>100 nm以下</b>の網目や直線構造等を自己組織的に形成するプロセスを開発</li> <li>●開発したナノ構造にて、熱電変換デバイス特性<b><math>P = 10 \mu Wm^{-1}K^{-2}</math>以上</b></li> <li>○垂直型の熱電デバイス構造を検討、水平型と同等のパワーファクターを実現</li> <li>○パワーファクター(<b>ZT</b>)=<b>1.0</b>を超えるフレキシブル熱電半導体デバイスを作製</li> </ul>	<p>★高効率有機EL照明パネル</p> <p>照明用消費電力を削減 壁面貼り付け型照明・ディスプレイに展開</p>  <p>有機EL照明パネル</p> <p>★高効率有機熱電変換フィルム</p> <p>低温領域での発電可能デバイスを実現し、低コスト・大面積化により普及拡大</p>  <p>熱電変換ウインドーフィルム</p>

## 研究開発項目別目標(3/5)

### ② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発

●目標設定の狙い

- ・安全・安心・健康な社会を実現する上で、様々なマイクロデバイスの感度向上、省電力化、自立電源化、及び情報通信・記録の大容量化が求められている。
- ・本研究開発項目では、シリコン・ガラス等の3次元構造にナノ構造材料を集積し、特異的な機能を発現させる基盤プロセスを確立する。
- ・具体的には、ナノレベルでのエッチング、粒子配列、ナノ構造修飾・被覆、及びナノ構造形成等の加工技術に着目し、**想定した出口デバイスに要求される仕様等を目値に設定**、デバイス試作・機能検証を通してプロセス開発を行う。

研究開発テーマ	最終目標 (●基本計画、○自主)	想定出口デバイス/装置
(1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●超低損傷シリコンナノ構造をエッチング速度<b>0.3 <math>\mu m/min</math>以上</b>で形成</li> <li>●超低損傷エッチング技術にて300MHz帯で動作する高周波デバイスの試作</li> <li>○キャップ0.2 <math>\mu m</math>、深さ2 <math>\mu m</math>の低損傷垂直エッチングを実現、優位性を検証</li> <li>●フェムト秒レーザーアシストエッチングで、水平/垂直<b>アスペクト比10000/100</b>を実現</li> <li>○本技術を用いたバイオチップのプロトタイプを試作</li> </ul>	<p>★中性粒子ビームエッチング装置</p>  <p>★バイオ分析チップ</p> <p>フェムト秒レーザーアシストエッチング技術を適用</p>  <p>パクリータ補足デバイス試作例</p>
(2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●先端電極部を<b>30 nm以下</b>まで微細化した耐摩耗マルチプローブを試作</li> <li>●プローブ先端におけるナノライボロジーモデルを構築</li> <li>●メトリック調整後のプローブ接触抵抗値が<b>1M<math>\Omega</math>以下</b>を実証</li> <li>●金属・半導体表面とナノ材料との2重認識バインダ分子を構築</li> <li>●ナチューブ修飾により、無修飾時に比べ<b>摩擦抵抗値を1/10</b>を実現</li> <li>●<b>径100 nm以下</b>のナチューブバンドルを<b>均一性10%</b>でプローブ尖頭に修飾</li> <li>○<b>アスペクト比5以上</b>の表面段差測定を実施</li> <li>○マルチプローブへの適用性、機能分子修飾CNTセンサの可能性提示</li> <li>●<b>径100 nm以下</b>のナノ粒子・自己組織化ドットを配置、間隔・密度を制御</li> <li>●ナノ粒子配列技術適用のガスセンサにて、エタノール濃度<b>500ppm</b>に対し<b>抵抗変化比5</b>を実現</li> <li>●VOC、SOX、NOX等のガス検出を確認</li> </ul>	<p>★プローブ顕微鏡CNT探針</p>  <p>電気泳動法によるCNTバンドル形成技術で、高性能・低コスト化を実現</p> <p>★CNT応用ガスセンサ</p>  <p>★高感度多孔質ガスセンサ</p> <p>ナノ粒子配列技術を活用 ガスセンサ表面積を拡大⇒感度向上</p>  <p>ナノ粒子配列ガスセンサ構成</p>

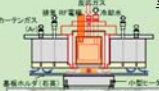

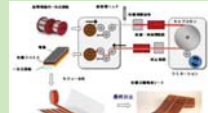




## 研究開発項目別目標(4/5)

### ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

●目標設定の狙い

・環境・エネルギー、健康・医療分野では、3次元自由曲面に装着可能な大面積フレキシブルシートデバイスの実現が望まれているが、その製造では、真空プロセス装置の大型化の限界、基板の大面積化の限界など、コスト・機能面での問題が顕在化してきている。  
 ・本研究開発項目では、大型真空装置や大面積基板を用いずに高性能メーター級デバイスを製造する基盤プロセスを確立する。  
 ・具体的には、非真空装置による機能膜形成プロセス技術、繊維状基材連続微細加工、及び製織による集積化プロセス技術に着目し、**想定した出口デバイス(装置)に要求される仕様等为目标値に設定**、装置試作・デバイス検証を通してプロセス開発を行う。

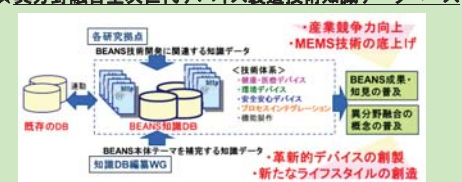

研究開発テーマ	最終目標 (●基本計画、○自主)	想定出口デバイス/装置
(1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●非真空薄膜堆積プロセスにより<b>電子移動度<math>1\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>以上の機能膜を形成可能とする塗布ヘッドを開発し、膜厚<b>均一性<math>\pm 10\%</math>、成膜速度<math>60\text{ nm}/\text{min}</math>を実現</b></b></li> <li>○大気圧プラズマ成膜で荷電子制御プロセスを開発、光電変換や歪抵抗効果デバイスにて検証</li> </ul>	<p>★大面積シリコン機能膜形成装置</p> <p>開発した大気圧Si成膜技術を適用し、従来装置で限界に達しつつあるデバイスの大面積化を低コストで実現</p>  <p>開放型プラズマSi成膜装置構成</p> <p>Si以外の機能膜形成、半導体表面処理等に展開</p>  <p>大面積シリコンデバイス例</p>
(2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●繊維状基材上に、有機薄膜等を連続的に<b><math>50\text{ m}/\text{min}</math>以上</b>で形成</li> <li>○ダイコーティングにより繊維状光電変換素子を<b><math>50\text{ m}/\text{min}</math></b>で連続形成</li> <li>●センサシート向けの製織ガイド構造を<b><math>20\text{ m}/\text{min}</math>以上</b>で加工</li> <li>○成形パターンのシームレス化を実現</li> <li>○<b>線幅<math>2\text{ }\mu\text{m}</math></b>パターンを形成する3次元露光プロセスを開発し、抵抗型温度センサを試作</li> <li>○基材内パターン形成プロセスにて<b><math>100\text{ dpi}</math>相当</b>の素子密度、寸法<b><math>2\text{ cm}</math>角以上</b>のシート型表示デバイスを試作</li> <li>●<b><math>1\text{ m}\times 1\text{ m}</math>以上</b>で<b>5種類</b>以上の素子が集積されたセンサアレイを実現</li> <li>○<b><math>10\text{ }\times 10</math>本</b>のシートにて接触圧力<b><math>100\text{ MPa}</math></b>のもとで、比摩耗量が<b><math>10^{-4}\text{ mm}/\text{N}\cdot\text{m}</math>以下</b>、繊維間の抵抗値は<b><math>1\text{ }\Omega</math>以下</b>(初期値)の接点構造を実現</li> <li>○ミニシートの許容曲率半径を<b><math>1\text{ cm}</math></b>を可能とする繊維基板を実現</li> </ul>	<p>★繊維状基材への連続成膜装置</p>  <p>★フレキシブル集積デバイス</p>  <p>製織による繊維状機能材料の集積化技術を適用し、多機能フレキシブルデバイスを実現</p> <p>★リールツールリール連続インプリント装置</p>  <p>ファイバ表面への高速転写例</p>

## 研究開発項目別目標(5/5)

### 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

●目標設定の狙い

・異分野融合型次世代デバイス製造技術の開発の成果、及び関連する新たな知見については、これら革新的MEMSの開発を目指す企業研究者・技術者が容易に利用できるようにすることにより、新製品開発・実用化や新たな産業の創造に資することが期待される。  
 ・本研究開発項目では、異分野融合型次世代デバイス製造技術の研究開発項目に関わる成果やこれに関連する新たな知見(文献情報等)を系統的に蓄積して、データベース化するとともに、関連技術者が容易に利用、閲覧可能なデータベース・システムを構築する。

研究開発テーマ	最終目標 (●基本計画、○自主)	想定出口システム
(1) BEANS知識データベースシステムの機能構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>●異分野融合型次世代デバイス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、及び研究成果を含めて)を系統的に蓄積してデータベース化する。</li> </ul>	<p>★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</p>  <p>～産業競争力向上～ MEMS技術の応用</p> <p>～革新的デバイスの創製～ 新たなライフスタイルの創造</p> <p>知識データベースの構成と狙い</p>  <p>知識データの記載内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● カテゴリ: データがどのような技術分野に属しているかを表示</li> <li>● 類似記事表示: 内容が類似する記事を自動検索し、リンク表示</li> <li>● 項目の説明(概要): 技術開発の内容とともに技術開発の背景、進捗状況、優位性等を簡単に記載</li> <li>● 詳細説明: 必要に応じて、図・表等を用いて、技術開発の詳細を記載</li> <li>● 参考文献: データの作成の際に参照した文献に関する情報を提示</li> </ul>
(2) BEANS知識データの蓄積、充実化と編集	<ul style="list-style-type: none"> <li>●蓄積するデータ数は<b>1,500件以上</b>とし、現在運用中のMEMS用設計・解析支援システムで活用できるようにする。</li> <li>○記事内容への最新研究動向の反映、キーワードリンク機能を利用した知識データの充実化等を実施し、知識データベースの質的向上を実現する。</li> </ul>	

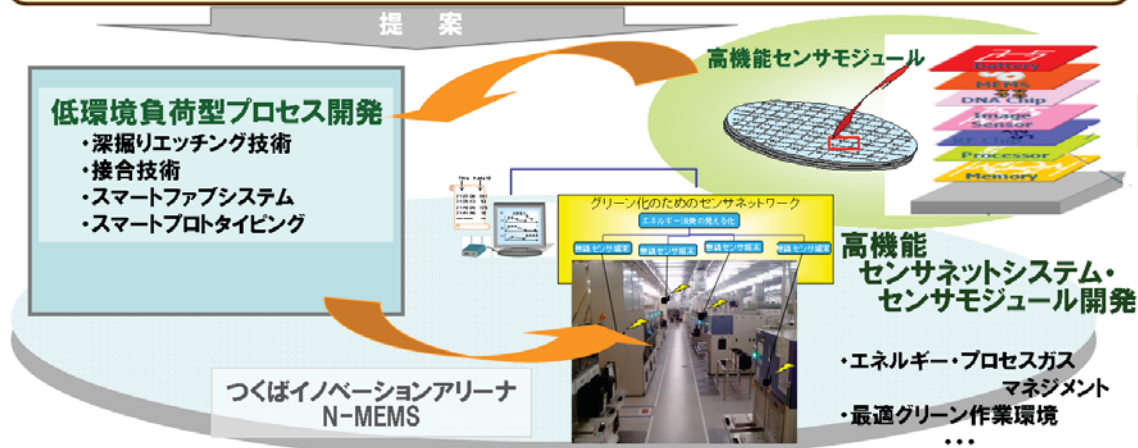
## 研究開発項目⑤ 高機能センサネットワークシステムと低環境負荷型プロセス

### 1. 高機能センサネットワークシステム開発:

- ・大口径MEMS用クリーンルームにおける消費エネルギー、温度、圧力、風量、異物粒子、ガスなどをセンシング。省エネルギー、低炭素化などに関する効果を分析するための、センサネットワークシステムを試作。
- ・高機能集積化センサチップの開発に向け、ワイヤレス通信、エネルギーのワイヤレス自立、小型・薄型化、高感度センシング機能や新たなセンシング原理を開発。

### 2. 低環境負荷型プロセス開発:

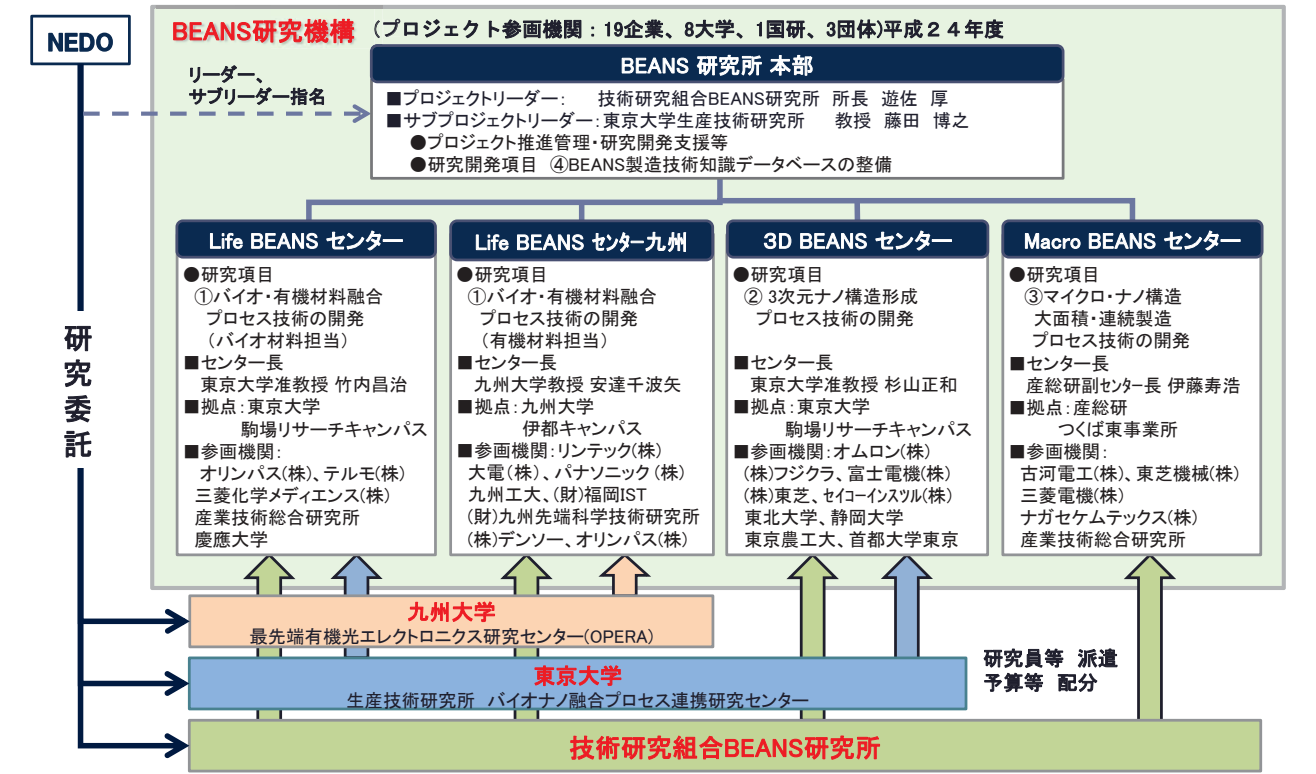
- ・シリコン貫通深掘り加工でのSF6 から代替ガスなど環境負荷の小さい高効率なエッチングプロセス。
- ・様々な異種デバイスをウェハレベルで一括集積化 ・ポリマーMEMS化による環境負荷低減プロセス・デバイス。
- ・大口径TEGのデバイス・プロセス設計及び試作と設計-検査間の情報共有化、検査計測データを設計にフィードバックによる、歩留まり・品質、スループットの向上 ・デバイス設計時から環境負荷を考慮した情報共有化。



## 研究開発計画

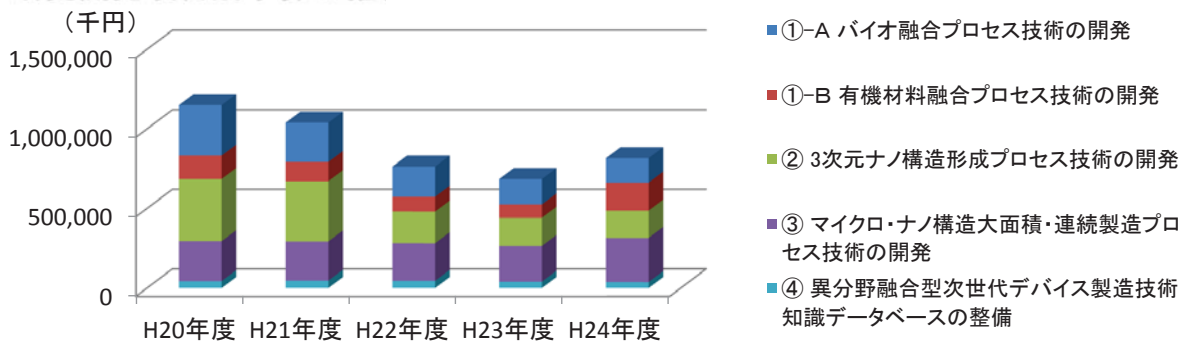
研究開発項目	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	事後評価	
<b>BEANSプロジェクト</b>	<b>要素研究(プロセス/材料等)</b>			<b>実証研究(デバイス/装置)</b>			
①-A バイオ材料融合プロセス (1A)バイオ・ナノ界面融合プロセス (2A)バイオ高次構造形成プロセス	脂質二重膜安定形成プロセスの確立	生体適合性蛍光ゲル作成法の確立	体外胆管誘導法の確立	脂質二重膜一分子検出センサ実証	埋込み型蛍光ゲル血糖値センサ実証		胆管代謝物抽出・分析デバイス実証
①-B 有機材料融合プロセス (1B)有機・ナノ界面融合プロセス (2B)有機高次構造形成プロセス	低分子有機半導体の配向制御法確立	有機半導体のナノドット・ピラー作製法確立	高分子材料のナノポラス構造作製技術確立	有機薄膜太陽電池高効率化実証	有機EL光取り出し高効率化実証		有機-無機ハイブリッド熱電変換実証
② 3Dナノ構造形成 (1)超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成 技術 (2)異種機能集積3次元ナノ構造形成技術	中性粒子ビームエッチングの低損傷性検証	フェムト秒レーザー改質 ナノ流路形成技術確立	超臨界製膜 3次元ナノ構造埋込み技術確立	MEMSトランジスタ基本性能実証	バイオチップ流路デバイス基本性能実証		トレンチキャパシタ基本性能実証(H22年度完了)
③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続形成 (1)非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス (2)繊維状基材連続微細加工集積化プロセス	電気泳動 CNTバンドルの架橋修飾技術確立	耐摩耗マルチプローブの並列描画の実証	自己組織化によるナノ粒子配列プロセス確立	CNTプローブ/センサ基本性能実証	耐摩耗ナノマルチプローブ基本性能実証		ナノ粒子配列ガスセンサ高感度化実証
④ 知識データベースの整備	大気圧下でのシリコン成膜技術確立	繊維状基材への連続機能薄膜形成法確立	ファイバ状基材への高速微細転写法確立	大気圧プラズマ成膜シリコンデバイス実証	ダイコーティング フレキシブルデバイス基本性能実証		フレキシブル集積デバイス動作実証
	システム機能設計・試行	知識データの集積・編集		公開用システム機能搭載	知識データ1500件以上登録・質的向上		

# プロジェクト推進体制

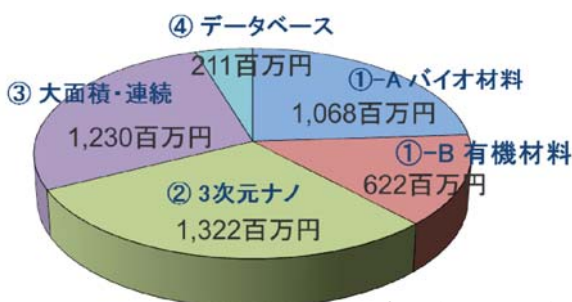


# プロジェクト予算

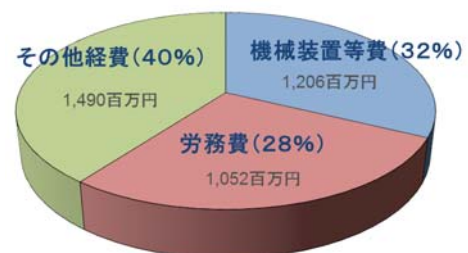
## 研究開発項目別予算の推移



## 研究開発項目別累計予算



## 費目別累計予算

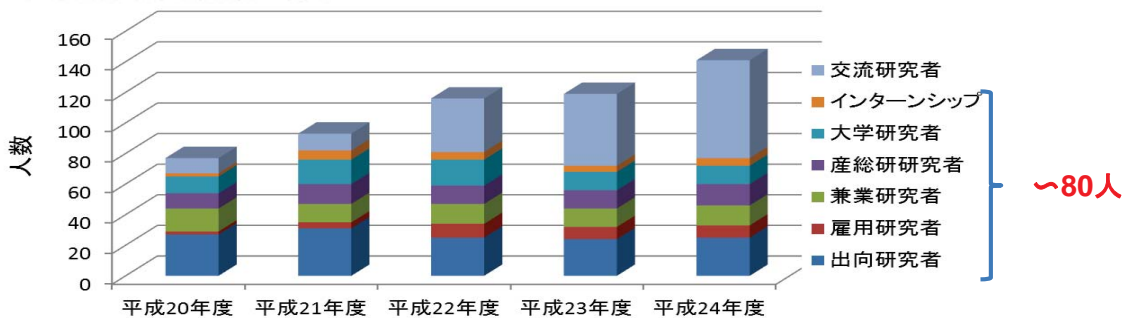


(注) 年初予算ベース(一般管理費、税込)、知識BD関連費用以外の本部予算は各センターに案分

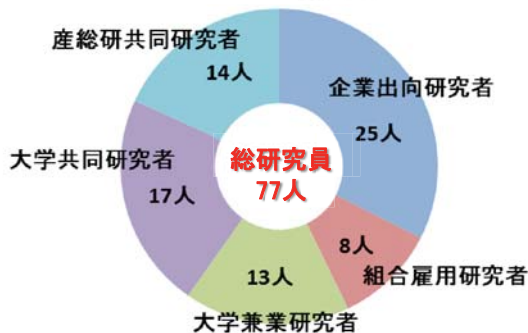


# プロジェクト登録研究者

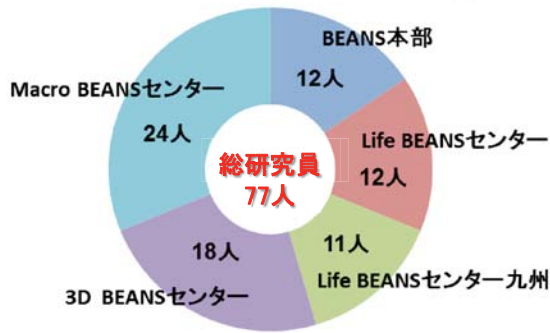
区別別研究者数の推移



区別別研究者数(平成24年度)



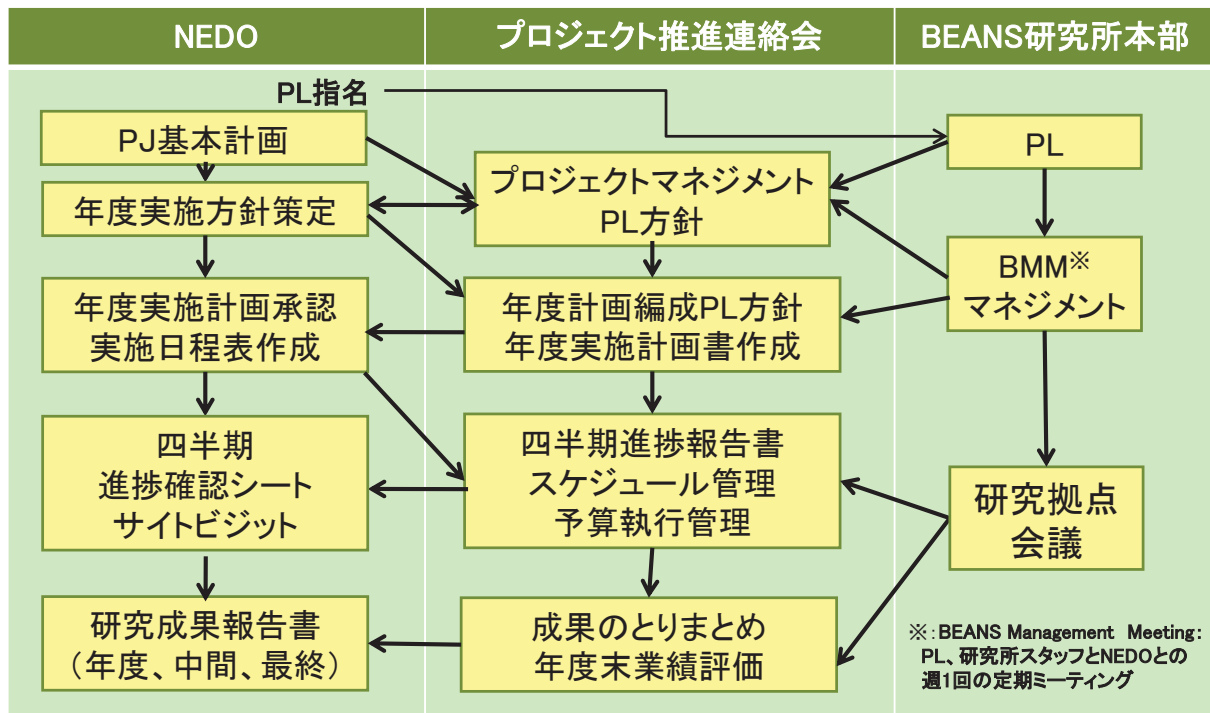
センター別研究者数(平成24年度)



# プロジェクトの運営・管理

H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25
立上げ	METI直執行	プロセス要素研究		デバイス・装置実証研究		
PLとの密な連携(週1回)						
<ul style="list-style-type: none"> <li>調査委員会立ち上げ</li> <li>パブリックコメント吸収</li> <li>全体目標の設定</li> <li>⇒プロジェクト基本計画策定</li> <li>採択委員選定</li> <li>⇒実施者公募と採択委員会</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PL,METIと連携し、プロジェクト運営体制構築</li> <li>実施計画照査</li> <li>NEDO移管後の実施体制</li> <li>実施方針の策定</li> <li>⇒技術研究組合化</li> <li>スムーズなNEDO移管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>進捗確認と加速テーマ抽出</li> <li>⇒実用化加速のためのスピナウト(宇宙適用)</li> <li>補正予算によるBEANS成果活用した研究開発項目の追加</li> <li>⇒プロセス有効性検証のため、実証研究(センサネットワーク)</li> </ul>	<p><b>中間評価</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒基本計画変更</li> <li>各社ヒアリング</li> <li>開発テーマ統合</li> <li>デバイス実証研究に資源の重点投入</li> <li>実用化加速のためスピナウト(超臨界成膜)</li> </ul> <p>高機能センサネットワークシステム開発(1年間)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>知財マネジメント強化</li> <li>⇒BEANS成果利用ガイドラインの策定</li> <li>プロジェクト成果の積極的発信</li> <li>⇒各種受賞実績増加</li> <li>テーマの事後評価済み(「優良」評価)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発成果促進(赤外共鳴アンテナ)</li> <li>新規組合員企業加入による実証研究加速(有機材料)</li> <li>プロジェクト終了後の各社意向確認(成果懇談会)</li> <li>⇒プロジェクト終了後の実用化促進</li> <li>⇒知識データベース登録</li> <li>1562件</li> </ul>	事後評価

## プロジェクトの運営・管理



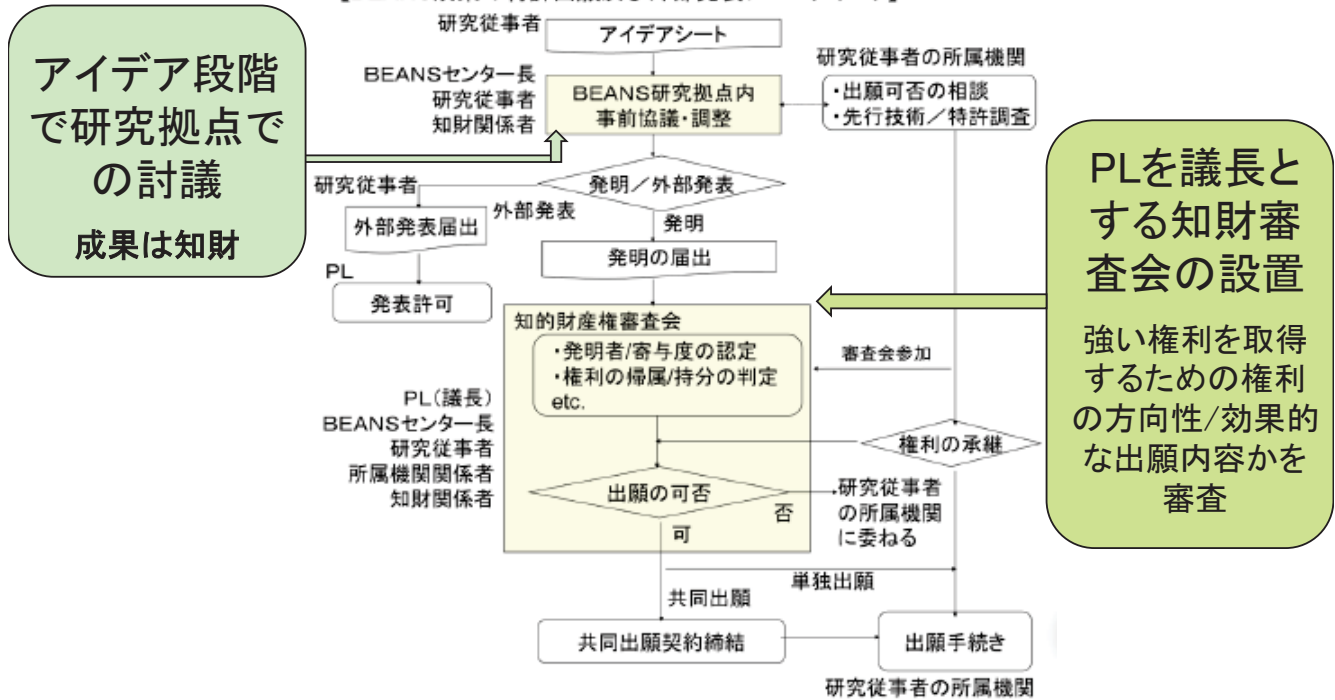
## プロジェクト運営・管理(各種委員会活動)

- 研究開発項目を横通しする形で各種委員会を設置し、プロジェクト全体の運営管理、項目間の情報の共有、技術の連携・融合を推進

研究開発項目	①-A パイオ材料融合プロセス技術開発	①-B 有機材料融合プロセス技術開発	② 3次元ナノ構造形成プロセス技術開発	③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術開発	④ 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識DB整備
<b>プロジェクト推進連絡会</b>	NEDOが指名したPLを委員長とするプロジェクト最高会議として、円滑な事業推進を図るために、研究開発項目毎の進捗状況の確認、研究開発項目間の調整、及び本連絡会の下に設置する以下各委員会の運営状況の把握と決議事項の承認等を行った。				実績 20回
<b>技術研究委員会</b>	プロジェクトへ出向研究員を派遣している企業の研究管理者とプロジェクト推進責任者から構成し、企業ニーズを踏まえた研究の推進を目的とし、その方策を検討した。				実績 19回
<b>知財委員会</b>	参画企業の知財担当者、技術管理者、及びプロジェクト推進責任者等から構成し、BEANSプロジェクトの成果である知財の成果展開に向けた制度構築を目的として、サブライセンス業務を行う際の基準となるBEANS 成果利用ガイドラインを策定した。				実績 13回
<b>知識DB編集委員会</b>	プロジェクトの外部有識者とプロジェクト推進責任者から構成し、知識データベースの付加価値向上に向けた具体的方策の検討、及び登録知識データに関する情報交換等を行った。				実績 17回
<b>シミュレーション委員会</b>	シミュレーションを共通のプラットフォームとし、各研究テーマ間の連携を進めることを目的として、各テーマの研究者とシミュレーション担当者等によって、課題解決に向けた議論を行った。				実績 17回
<b>標準化委員会</b>	異分野融合の先端技術領域における国際標準化の一環として、BEANS標準化用語集の作成について検討した。平成22年度以降、マイクロマシセンタに設置した「MEMS用語標準化委員会」に承継し、用語の絞り込み、IECへの規格案作成等、具体的作業を行った。				実績 10回

## 強い知財を生み出すマネジメント

【BEANS成果の特許出願及び外部発表フローチャート】



## 中間評価への対応 基本計画の変更

### 【中間評価結果】(平成22年9月10日実施)

1. 評点 位置付け 2.3 マネジメント 1.9 成果 2.0 実用化 1.4

#### 2. 評価のポイント

・今後はプロジェクトの目標であるプラットフォーム構築に向けた全体のポリシーを明確化し、その線に沿った制約条件と達成目標の定量的記述および目標とする機能の具体的記述が望まれる。

### 【中間評価への対応】 基本計画を一部変更し実施

・産業上有用/有望な検証デバイスの想定 ・テーマ目標の意義付けと可能な限りの定量化・数値化

#### ②バイオ・有機高次構造形成プロセス技術 の変更例

##### (旧基本計画)

バイオ・有機異種材料による3次元組立プロセス技術を開発する。また、径50 nm以下の有機分子ナノピラー構造、100 nm以下の均一ポアを有する有機分子ナノポーラス構造、ライン・アンド・スペース(L/S)=100 nm以下の網目や直線構造などのナノ構造を自己組織的に形成するプロセスを実現する。さらに、バイオ・有機高次構造形成プロセスのモデルを構築する。

##### (新基本計画)

ハイドロゲルの高次構造形成プロセスを開発し、血糖値観察が可能な埋め込み型デバイスへ適用し、生体内において3カ月の機能確認を実証する。毛細胆管構造などの微細組光度等を用いて測定し、定量可能な代謝物を抽出できる細胞の配置や添加物、培養日数を決定する。また、径50 nm以下の有機分子ナノピラー構造、100 nm以下の均一ポアを有する有機分子ナノポーラス構造、ライン・アンド・スペース=100 nm以下の網目や直線構造などのナノ構造を自己組織的に形成するプロセスを開発する。開発されたナノ構造を熱電変換デバイスおよび光電変換デバイスに適用し、熱電特性 $P = 10 \mu\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-2}$ 以上、および光電変換効率従来比20%向上することを示す。



## 中間評価への対応 実施者ヒアリング

PLと共同で、実施者と徹底議論のうえテーマ再設定を行った

### (1) 市場性

市場性の高いアプリケーションが設定できるか

### (2) 定量目標値

アプリケーションに対する具体的で定量的な目標が設定できるか

### (3) 産業政策有効性

産業競争力向上に資する、代替技術に対する優位性が高いなど、産業政策的に有効であるか

### (4) 汎用性

業界共通の課題を解決するための汎用性の高い基盤技術であるか

#### ・開発テーマ数

26→14

#### ・実用イメージ明確化

検証デバイスの設定

#### ・技術と事業の相関を読む

プロジェクトでの成果と会社としてのビジネスの方向性との関連性を見極め

## 実用化・事業化のイメージ

### ①-A「バイオ融合プロセス技術の開発」

研究開発テーマ	検証デバイス	実用化・事業化製品イメージ
(1A) バイオ・ナノ界面融合プロセス技術	脂質二重膜一分子検出センサ 埋込み型蛍光ゲル血糖値センサ	超高感度ガン検知センサ (カプセル内視鏡搭載) 装着型血糖値連続計測デバイス (血糖値コントロール)
(2A) バイオ高次構造形成プロセス技術	胆管代謝物抽出・分析デバイス	ヒト胆汁排泄予測試験 ヒト幹細胞薬物代謝分析サービス

### ①-B「有機材料融合プロセス技術の開発」

研究開発テーマ	検証デバイス	実用化・事業化製品イメージ
(1B) 有機材料・ナノ界面融合プロセス技術	有機光電変換デバイス	有機太陽電池システム
(2B) 有機材料高次構造形成プロセス技術	有機ELデバイス 有機熱電変換デバイス	有機EL照明パネル 有機熱電変換ウインドー

### ②「3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発」

研究開発テーマ	検証デバイス	実用化・事業化製品イメージ
(1) 超低損傷・高密度3次元ナノ構造形成技術	MEMSラジエータ ハイパワーストリーム用流路	チューナブルバンドパスフィルタ バクテリア捕捉・培養デバイス
(2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術	CNTアローブデバイス 耐摩耗ナノアローブ ナノ粒子配列デバイス	CNTカンテーパー/ガスセンサ ナノローブ描画装置/記録装置 超高感度環境モニタリングセンサ

### ③「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」

研究開発テーマ	検証デバイス	実用化・事業化製品イメージ
(1) 非真空高品位ナノ機能膜大面積形成プロセス技術	大面積シリコンデバイス (光電変換等)	大面積シリコンデバイス 大面積シリコン成膜装置
(2) 繊維状基材連続微細加工・集積化プロセス技術	フレキシブル太陽電池 フレキシブル集積デバイス	繊維状基材連続成膜装置 アンビエントデバイス フレキシブルデバイス製造装置

# 情勢変化への対応(成果促進テーマの提案・推進)

<b>成果促進テーマ</b>	<b>赤外共鳴アンテナ構造を持つ赤外線センサ</b>
<b>活用するBEANSプロジェクト成果</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●研究開発項目①(2B)-1「有機分子の構造・結晶制御による高次構造形成技術」基板の表面エネルギー制御、及びナノマーキング形成技術を確立し、世界最小の有機ナノピラー(直径φ30 nm、間隔50 nm、高さ100 nm)の自己組織化による形成に成功</li> </ul>
<b>研究体制</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Life BEANSセンター九州の分室を東大(本郷)に設置</li> <li>参画機関: 東大、株式会社デンソー、オリンパス株式会社、マイクロマシンセンター</li> <li>●東大(本郷)拠点にて素子設計・評価、光学シミュレーション、デバイス化検討、LBC九州にてナノピラー試作・提供、デンソーにて事業化検討</li> </ul>
<b>研究開発内容</b>	<p>BEANSプロジェクトにて培われた有機高次構造形成プロセス技術を利用し、Si基板に形成されたダイオード上にナノピラーやナノホールを自己組織的に配置、赤外共鳴アンテナとしての動作評価を通して、邦楽センサの分野への展開を模索する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>&lt;研究開発成果&gt;</b></p> <p><b>ナノピラー形成</b></p> <p>有機ナノピラー</p> <p>80°C 成膜 250°C 成膜 有機ナノピラー</p> <p>1.M. Hirata et al., Appl. Mat. Int. 3, 80 (2011) 2.M. Nakata et al. Appl. Phys. Exp. 3, 065011 (2010)</p> <p>PTCDAの配向制御層を利用し、CuPcナノピラー構造の構築に成功 成膜時基板加熱温度制御により、ピラーの疎密を制御</p> <p><b>ナノホール形成</b></p> <p>三コロ相分離構造</p> <p>作成したポーラス構造体と配向イメージ</p> <p>有機半導体ユニットを含むBCPの精密重合に成功 100 nmスケールでのシリンドラー構造体の作製に成功</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>有機ナノピラーを利用 金シェルピラー構造 (アンテナとして機能)</p> <p>入射光によりプラズモン共鳴 ピラーが赤外光を吸収する</p> <p>Near-IR light</p> <p>プラズモン共鳴により発生した キャリアにより、解放電圧 Vocが発生⇒近赤外検出</p> </div> </div>

## 

# 「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」

## 事後評価分科会資料6

### プロジェクト概要説明 研究開発成果及び実用化の見通し

平成25年5月24日

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
技術開発推進部

# プロジェクト総括

- プロジェクト全テーマが前期の中間目標を達成した。後期は出口イメージをより鮮明にした研究テーマに再構築し、想定デバイスによるプロセス実証を加速し、最終目標(プロセス技術群の開発・プラットフォームの構築)をほぼ達成した。
- 実用化促進にむけて、3D BEANSの超臨界製膜技術、同じく宇宙適用マイクロナノの2テーマは前倒しで目標を達成し、研究を完了した。
- Transducers、MEMS、センサシンポをはじめとする国内外のMEMS主要会議に多数採択されるなどBEANSプロジェクトの成果を普及させた。  
**論文 71件、学会発表 460件**
- BEANSプロジェクトセミナー、ホームページ、ブログ、及び広報発表等でBEANSプロジェクトの広報普及を積極的に推進した。  
**セミナー・講演会 61件、刊行物・雑誌等 27件、マスメディア 78件**
- 成果展開のため BEANS特許を出願し、その利活用の仕組みとしてワンストップライセンシング制度を構築した。  
**国内出願106件、海外出願21件**
- BEANS関連技術の調査結果や研究成果を知識データベースとして整備し、WEB上で公開した。  
**登録件数1562件**

# 研究開発項目別目標と達成状況(1/8)

## ①-A バイオ材料融合プロセス技術の開発 (◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成、△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(1A) バイオ・ナノ界面融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●脂質二重膜センシングモジュールを試作</li> <li>●24時間以上の生化学的な機能発現を実証</li> <li>○ガンマー(VEGF)と結合する膜タンパク質精製、動作確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●電極機能付きデバイスを開発し、<math>\alpha</math>ヘモリシンの電流計測に成功。さらに、イオンチャネルであるKcsAを脂質二重膜に導入し、電流計測に成功した。</li> <li>●24時間の脂質二重膜形成とナノポアタンパク質である<math>\alpha</math>ヘモリシン有無における蛍光退色の差異を蛍光計測にて確認した。</li> <li>○ガンマーVEGFとの結合領域を付加したイオンチャネルKcsA変体の精製方法を確立、精製したKcsA変体を脂質膜デバイスへ導入し、電流計測によってイオンチャネルとしての動作の検出に成功した。</li> </ul>	<p>ガラス製デバイス試作品と構造</p> <p>脂質二重膜24時間後 <math>\alpha</math>ヘモリシン電流計測データ</p>	○
(2A) バイオ高次構造形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●埋込み型血糖値検出デバイス試作</li> <li>●生体内において3ヶ月間、機能することを実証</li> <li>○血糖値連続モニタリング可能な装置試作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●マイクロ流体デバイスを利用して開発した蛍光ゲルファイバをマウスやラットへ埋め込み、それによる血糖値観察に成功した。</li> <li>●生体内で目標を上回る140日間、機能維持することを実証した。</li> <li>○LED・PDを使った実用的な構成の連続測定用デバイスを開発し、血糖値の連続測定に成功した。</li> </ul>	<p>埋込み蛍光ゲルファイバ 血糖値測定結果(40日後)</p> <p>連続測定デバイス試作品 覚醒下連続測定結果</p>	◎
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●毛細管構造の再構築するプロセスを開発(定量可能な代謝物を抽出できるプロセス条件を決定)</li> <li>○微細組織の代謝酵素、及びトランスポートの遺伝子量を明らかにする</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ガス透過性膜、及びコーラーゲンゲル表面に形成した直径約70 <math>\mu</math>mの円柱窪みに肝細胞を配列し、マトリゲル添加の培養培地中で2日間培養することにより、3次元的な肝細胞組織の再構成が可能となった。</li> <li>○肝細胞組織の薬物トランスポーター84種類、薬物代謝酵素168種類の遺伝子発現量を定量し、開発した手法が従来法よりも生体に近いことを確認した。</li> </ul>	<p>肝細胞組織再構成プロセス 胆汁の抽出例</p>	◎



## 研究開発項目別目標と達成状況(2/8)

### ①-B 有機材料融合プロセス技術の開発(1/2) (◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成、△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(1B) 有機材料・ナノ界面融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●キャリア拡散距離<b>200nm以下</b>の間隔で低分子材料の配向・高分子材料の被覆</li> <li>●分子配向制御プロセスにて、光電変換デバイスの変換効率<b>20%向上</b></li> <li>●有機薄膜のデバイス特性低下<b>10%以下</b>に抑える中性粒子ビームエッチングを開発</li> <li>○開発した有機薄膜の分子配向制御等により、変換効率を<b>30%向上</b></li> <li>○タンデム型太陽電池にて、単層比<b>2倍以上</b>の電圧、効率<b>20%向上</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●真空蒸着での低分子有機半導体の配向メカニズムの解明を通して配向制御法を開発し、電子移動度を2桁向上させることに成功した。また、材料充填、表面平坦化に関しては、50nm間隔への低分子有機半導体の充填、<b>200nm間隔</b>への高分子有機半導体の充填に各々成功した。</li> <li>●従来の変換効率5.25%に対し、配向性分子であるDBPとC70のバルクヘテロ型有機太陽電池により6.4%を実現し、<b>22%の効率向上</b>を達成した。</li> <li>●有機ELデバイスの陰極(金属電極)をマスクとし、中性粒子ビームにてエッチングすることで、デバイス特性の低下を<b>約7%</b>に抑制できることを示した。</li> <li>○水平配向性を示すDBPを結晶性C70Iに混合させるバルクヘテロ型有機薄膜太陽電池により、光電変換効率7.0%を実現した。さらに、BCP/PCTBIを陰極側に導入することで、BCPのみの場合に比べ効率を1.145倍に高めることに成功した。</li> <li>⇒両手法の組み合わせで、計算上7%×1.145=8.015%と効率が<b>30%向上</b>することを示した。</li> <li>○DBP/C60バルクヘテロ構造を光電変換層に持つタンデム型有機薄膜太陽電池において、中間層である電荷再結合層の材料にドープ型電子輸送材料を用い、<b>2倍のV<sub>oc</sub></b>、同一光源による出力<b>1.85倍</b>を達成した。</li> </ul>	<p>配向制御による有機ナノワイヤ形成(下)</p> <p>有機ナノワイヤ形成例</p> <p>有機ナノワイヤ太陽電池構造と試作品</p> <p>開発したタンデム型(多層)太陽電池の構成</p>	○

## 研究開発項目別目標と達成状況(3/8)

### ①-B 有機材料融合プロセス技術の開発(2/2) (◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成、△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(2B) 有機材料高次構造形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●<b>径50 nm以下</b>のナノワイヤ構造、<b>径100 nm以下</b>のナノポラス構造を自己組織的に形成するプロセスを開発</li> <li>●陰極上ナノ構造形成プロセスにて、発光デバイスの光取出効率<b>20%向上</b></li> <li>○分子配向性発光材料の多色化</li> <li>○開発済の材料を改良し、<b>PL量子効率80%</b>(従来比1.6倍)を実現する。</li> <li>●ライン・アンド・スペース(L/S)=<b>100 nm以下</b>の網目や直線構造等を自己組織的に形成するプロセスを開発</li> <li>●開発したナノ構造にて、熱電変換デバイス特性<b>P=10 μWm<sup>-1</sup>K<sup>-2</sup>以上</b></li> <li>○パワーファクター(ZT)=<b>1.0</b>を超えるフレキシブル熱電半導体デバイスを作製</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●基板温度、及び蒸着膜厚を制御することにより、真空蒸着法を用いて<b>径30nm</b>、長さ100nmのナノワイヤの形成を実現、プロセス雰囲気における温度を制御することでナノレベルの水分子クラスターを形成し、<b>直径80nm</b>のナノポアの形成に成功した。⇒本成果を基に成果促進の取組みを実施し、赤外線共鳴アンテナに適用できることを示した。</li> <li>●凹凸ピッチ720nm、深さ70nmの井形構造テンプレートを用いて作製した鏡面微細凹凸基板上に有機ELデバイスを作製し、光取り出し効率<b>31%向上</b>を達成した。</li> <li>○新たな配向性白金錯体の母骨格である、ビス(フェニルピリジル)フェニレン配位子について、赤色、青色の発光を示す分子設計を行った。</li> <li>○配向性を示すために導入したブチルピフェニル部位の先の白金錯体部位を、従来のアセチルアセトナトフェニルピリジル型から、N架橋されたビス(フェニルピリジル)アミノ型にすることで、<b>PL量子効率85%</b>を達成した。</li> <li>●陽極酸化アルミナによるナノポラス構造を形成し、<b>100nm以下</b>の網目構造を形成した。</li> <li>●高分子系熱電変換デバイスにて分子の規則的なナノ構造を壊すことなくドーピングを行い、<b>P=27 μWm<sup>-1</sup>K<sup>-2</sup></b>を達成した。</li> <li>○単層のポーラスフィルム上にアークプラズマガンで熱電薄膜を成膜することでp,n-Bi2Te3とも<b>ZT&gt;1</b>を超えるナノ構造熱電材料の作製に成功した。</li> </ul>	<p>(a)基板温度180°C (b)基板温度250°C</p> <p>ナノワイヤサイズの成膜時基板温度依存性</p> <p>鏡面微細凹凸構造を導入した有機ELの構造</p> <p>EL効率50% → EL効率85% 改良した白金錯体構造</p> <p>アルミナによるポーラス構造</p> <p>ZT = 1.47(相分離)</p> <p>有機-無機ハイブリッド材料</p> <p>ナノ構造熱電材料</p> <p>フレキシブル熱電変換デバイス試作品</p>	○

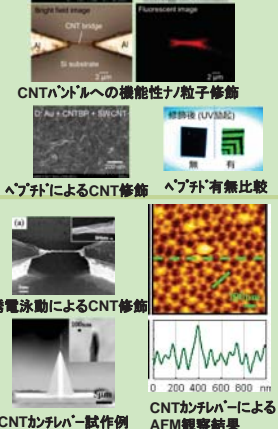
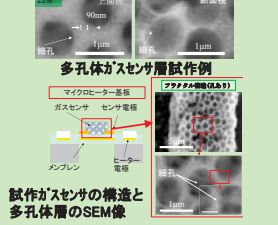
## 研究開発項目別目標と達成状況(4/8)

### ② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発(1/2) (◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成、△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(1) 超低損傷・高精度3次元ナノ構造形成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●超低損傷シリコンナノ構造をエッチング速度<b>0.3 μm/min以上</b>で形成</li> <li>●超低損傷エッチング技術にて<b>300MHz帯</b>で動作する高周波デバイスの試作</li> <li>○ギャップ0.2 μm、深さ2 μmの低損傷垂直エッチングを実現、優位性を検証</li> <li>●フェムト秒レーザーアシストエッチングで、<b>水平/垂直アスペクト比10000/100</b>の流路を実現</li> <li>○本技術を用いたバイオチップのプロトタイプを試作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●超低損傷シリコン3次元ナノ構造(開口アスペクト比が約20)を、エッチング速度<b>0.1 μm/min</b>で形成するプロセスを実現した。なお、実験に基づいたシミュレーションにて、開口アスペクト比100、エッチング速度<b>0.3 μm/min</b>を実現するための課題を導き、実用化に向けた指針を得た。</li> <li>●平行平板型、及びディスク型高周波デバイスを作製し、MEMSとトランジスタが集積化された独自のフィルター特性が発現されることを確認した。</li> <li>○従来プロセス、及び超低損傷エッチングにて、デバイスを作製・評価した結果、振動特性(Q値)が<b>約50倍</b>、電気特性(I-Vカーブ)が<b>約10%向上</b>し、優位性を実証した。</li> <li>●水平方向は短径90 nmで<b>アスペクト比25000</b>、垂直方向はトレンチ構造にて<b>アスペクト比1000</b>を達成、長径は石英ガラスで1 μm、ホウ珪酸ガラスで500 nmを達成した。</li> <li>○ナノ流路を介してバクテリア単体を安定(72時間以上)に捕捉できることを確認した。また、ナノ流路を用いてドロプレット作製デバイスを考案し、直径1 μm程度の微粒子を大量かつ安定的に作製できることを実証した。</li> </ul>	 <p>超低損傷エッチング例 振動デバイス試作比較</p>  <p>断面 超高速アスペクト比ナノ流路試作例</p>  <p>バクテリア捕捉デバイス ナノ液滴作製デバイス マルチプローブ試作品 マルチプローブの構造 マルチプローブ描画例</p>	△
(2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●先端電極部を<b>50 nm以下</b>まで微細化した耐摩耗マルチプローブを試作</li> <li>●プローブ先端におけるナノライボロジ-モデルを構築</li> <li>●<b>ナノレベル</b>振動後のプローブ接触抵抗値が1MΩ以下を実証</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●先端電極幅が<b>30nm以下</b>の耐摩耗マルチプローブを量産対応プロセスにて試作し、ブロープリングラフィーにより<b>2 m</b>の摺動後にも描画精度を維持できることを実証した。</li> <li>●プローブ先端における『接触抵抗低減』『摩擦係数安定化』『耐摩耗性向上』の各種トライボロジー現象のモデルを構築し、3項目を同時に実現するため方策を提示した。</li> <li>●Ru膜上RuOx膜媒体を用いて、<b>0.3 m</b>の摺動試験の過程で平均接触抵抗値を<b>1 MΩ以下</b>に抑えられることを実証した。</li> </ul>	 <p>マルチプローブ試作品 マルチプローブの構造 マルチプローブ描画例</p>	◎

## 研究開発項目別目標と達成状況(5/8)

### ② 3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発(2/2) (◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成、△:条件付き達成、×:未達成)


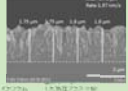
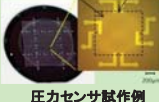

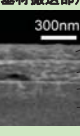
研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(続き) (2) 異種機能集積3次元ナノ構造形成技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>●金属・半導体表面とナノマテリアルの2重認識バインダ分子を構築</li> <li>●ナチューブ修飾により、無修飾時にくらべて<b>摩擦抵抗を1/10</b>を実現</li> <li>●<b>径100 nm以下</b>のナチューブバンドルを<b>均一性10%</b>でプローブ尖頭に修飾</li> <li>○アスペクト比5以上の表面段差測定を実施</li> <li>○マルチプローブへの適用性、機能分子修飾CNTセンサの可能性提示</li> <li>●<b>径100 nm以下</b>のナノ粒子・自己組織化ドットを配置、間隔・密度を制御</li> <li>●ナノ粒子配列適用のガスセンサにて、エタノール<b>濃度500ppm</b>に対し<b>抵抗変化比5</b>を実現</li> <li>●VOC、SOX、NOX等のガス検出を確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●同定したCNT結合性ペプチドアダプターについて2重認識バインダ分子を設計し、CNTセンサ構造上への自律的な機能性ナノ粒子配列、ならびに、バインダ分子を介した各種基板表面(金、酸化亜鉛、シリコン酸化膜)へのCNTの修飾(薄膜形成)に成功した。</li> <li>●CNT修飾表面の摩擦特性評価の結果、30%程度の摩擦抵抗の低減を確認したが、表在する生体材料の効果により劇的な低下は見込めないことを明らかにした。</li> <li>●誘電泳動法を用いて市販のシリコンカンチレバーの先端に<b>均一性10%以上</b>で<b>直径100nm</b>程度のCNTバンドルを形成することに成功した。</li> <li>○作製したCNTカンチレバーを用いて多孔質アルミニウム基板のAFM観察した結果、従来のカンチレバーと同等レベルの高分解能観察が可能であることを実証した。</li> <li>○マルチ尖頭電極間にCNTバンドルを架橋させ、半導体・金属の電気特性の測定や、DNAやペプチド分子を用いたCdSeナノ粒子の修飾に成功した。</li> <li>●有機樹脂により基板上にパターンニングされた3次元トレンチ構造中に、<b>100 nm以下</b>の金属酸化物粒子、及びポリマー粒子を高密度に充填し、ポリマー粒子を除去する事によりガスセンサに適用する多孔体センサ層を形成した。</li> <li>●マイクロヒーターを形成した基板上にナノ粒子配列プロセスを利用した多孔体ガスセンサ層を形成し、エタノール<b>濃度100 ppm</b>のガス存在下の<b>抵抗変化比136</b>を達成した。</li> <li>●VOCであるトルエンガス検出を行い100ppmガス存在下で感度43を達成した。</li> </ul>	 <p>CNTバンドルへの機能性ナノ粒子修飾 ヘパイトによるCNT修飾 ヘパイト有無比較 誘電泳動によるCNT修飾 CNTカンチレバー試作例 CNTカンチレバーによるAFM観察結果</p>  <p>多孔体ガスセンサ層試作例 試作ガスセンサの構造と多孔体層のSEM像</p>	△
			○	
			◎	



## 研究開発項目別目標と達成状況(6/8)

### ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発(1/2)


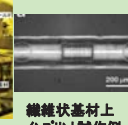

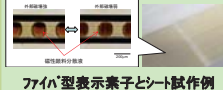


(◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成  
△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(1) 非真空高品位 ナノ機能膜大面積 形成プロセス技術	<p>●非真空薄膜堆積プロセスにより<b>電子移動度<math>1\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>以上</b>の機能膜を形成可能とする塗布ヘッドを開発し、<b>膜厚均一性<math>\pm 10\%</math>、成膜速度<math>60\text{ nm}/\text{min}</math></b>を実現</p> <p>○大気圧プラズマ成膜で荷電子制御プロセスを開発、光電変換や歪抵抗効果デバイスにて検証</p>	<p>●大気圧プラズマ成膜に用いる電源の高周波化(<math>13.56\text{ MHz} \Rightarrow 150\text{ MHz}</math>)、構成材の低誘電率化と下部電極GND強化により高電力密度下での安定放電を実現可能にし、<b>膜厚均一性(<math>\pm 10\%</math>以下)、電子移動度<math>1.3\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math>、及び成膜速度<math>118\text{ nm}/\text{min}</math></b>を確認した。また、雰囲気制御開放系装置にて密閉型機と同等の多結晶シリコン膜の形成を実現し、<b>電子移動度<math>1\sim 3\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}</math></b>を確認した。</p> <p>○大気圧プラズマSi膜中のドーパント(リン、ボロン)濃度が、成膜に用いる固体ソース中の濃度に比例することを確認した。P(B-doped)/N(P-doped)型の何れも電子デバイスに適用可能な導電率<math>10^{-1}\ \Omega\text{ cm}</math>を達成した。本プロセスを用いて成膜したシリコン膜を機能膜とした光電変換デバイスと歪抵抗効果デバイス(圧力センサ)を試作し、動作を検証した。</p>	<p>大気圧プラズマ装置(150MHz)</p>  <p>大気圧プラズマによるSi成膜例</p>  <p>圧力センサ試作例</p> 	○
(2) 繊維状基材 連続微細加工・集積化プロセス技術	<p>●繊維状基材上に、有機薄膜等を連続的に<b><math>50\text{ m}/\text{min}</math>以上</b>で形成</p> <p>○ダイコーティングにより繊維状光電変換素子を<math>50\text{ m}/\text{min}</math>で連続形成</p>	<p>●基材搬送、前処理、溶液塗布、熱処理の一連のプロセスを含むリールツーリールの連続成膜システムを構築した。このうちダイコートに応用した塗布ヘッドには基材の厚さ変動にリアルタイムに対応する膜厚制御機構を組み込んだ。これを用いて圧電薄膜(PVDF)、電極薄膜(PEDOT:PSS)、絶縁薄膜(PMMA)、半導体膜(P3HT:PCBM)について、各々連続的に<b><math>50\text{ m}/\text{min}</math>の線速</b>での薄膜形成を実現した。</p> <p>○確認できた電極薄膜(PEDOT:PSS)、半導体膜(P3HT:PCBM)を用い、幅<math>5\text{ mm}</math>の基材上に繊維状有機薄膜太陽電池を作製することに成功した。</p>	<p>リールツーリール連続成膜装置(基材搬送部)</p>  <p>300nm</p>  <p>P3HT:PCBM PEDOT:PSS ITO PET</p> <p>有機薄膜太陽電池試作例</p>	○

## 研究開発項目別目標と達成状況(7/8)

### ③ マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発(2/2)

(◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成  
△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度	
(続き) (2) 繊維状基材 連続微細加工・集積化プロセス技術	<p>●センサシート向けの製織ガイド構造を<b><math>20\text{ m}/\text{min}</math>以上</b>で加工</p> <p>○成形パターンのシームレス化を実現</p> <p>○線幅<math>2\ \mu\text{m}</math>パターンを形成する3次元露光プロセスを開発、抵抗型温度センサを試作</p> <p>○基材内パターン形成プロセスにて<b><math>100\text{ dpi}</math>相当</b>の素子密度、寸法<b><math>2\text{ cm}</math>角以上</b>のシート型表示デバイスを試作</p> <p>●<b><math>1\text{ m} \times 1\text{ m}</math>以上で3種類以上</b>の素子が集積されたセンサアレイを実現</p> <p>○<b><math>10 \times 10</math>本</b>のシートにて、許容曲率半径を<b><math>1\text{ cm}</math></b>を可能とする繊維基板を実現するとともに、<b>接触圧力<math>100\text{ MPa}</math></b>のもとで、比摩耗量が<math>10^{-4}\text{ mm}/\text{N}\cdot\text{m}</math>以下、繊維間の抵抗値は<b><math>1\ \Omega</math>以下</b>(初期値)の接点構造を実現</p>	<p>●高速荷重制御機構を有する繊維状基材への微細形状転写システムにて、センサシート向け製織ガイド構造を<b>送り速度<math>20\text{ m}/\text{min}</math></b>で繊維状基材に高速・連続インプリント加工した。</p> <p>○高精度化した円筒型モールドにより、成形パターンのシームレス化を実現した。</p> <p>○3DLレーザーリソグラフィシステムによるパターンニングプロセスを提案し、3次元形状表面に<b>最小線幅<math>2\ \mu\text{m}</math></b>のクロムパターンを形成可能であることを実証し、繊維状基材上への抵抗型温度検出デバイスの作製に成功した。この抵抗温度係数は<math>0.00384\text{ }^\circ\text{C}</math>であり、従来の抵抗型温度センサより高い感度が得られた。</p> <p>○内径<math>100\ \mu\text{m}</math>のPC樹脂製中空繊維状基材内に磁気駆動可能なセル構造を<b><math>90\text{ dpi}</math>相当</b>の密度で均一連続形成した反射型表示素子、及びこれを集積した<b><math>2\text{ cm}</math>角</b>のシート型デバイスを試作し、公差を確認した。</p> <p>●P3HTとPCBMをダイコーティングした光電変換ファイバー、PVDFを成膜した圧電ファイバー、リボン状フレキシブル基板にLEDを装着したデバイス、PEDOTをパターンニングした圧力検出デバイス、及びファイバー上への3次元リソグラフィ技術により作製した温度センサデバイスの<b>5種類</b>の繊維状素子を面積<b><math>1\text{ m} \times 1\text{ m}</math></b>に製織し、集積化するプロセスを開発した。</p> <p>○<b><math>15\text{ 本} \times 15\text{ 本}</math></b>の模擬シートにおいて、曲率半径<b><math>1\text{ cm}</math></b>の曲げ変形まで基材間の安定的な接触を維持できる導電性ポリマーを被覆したエラストマー可動接点構造を開発した。<b>接触圧力<math>100\text{ MPa}</math></b>のもとで<b><math>100\text{ 万回}</math></b>の繰り返し接触試験を実施し、接点摩耗はほとんど無く、導電性繊維間の抵抗値は<b><math>1\ \Omega</math>以下</b>となることを確認した。</p>	<p>円筒型モールドインプリント機構</p>  <p>繊維状基材上インプリント試作例</p>  <p>2μmパターン形成例</p>  <p>ファイバ型表示素子とシート試作例</p>  <p>メーター級デバイス集積化シート試作例</p>  <p>エラストマー可動接点試作例</p> 	○



# 研究開発項目別目標と達成状況(8/8)

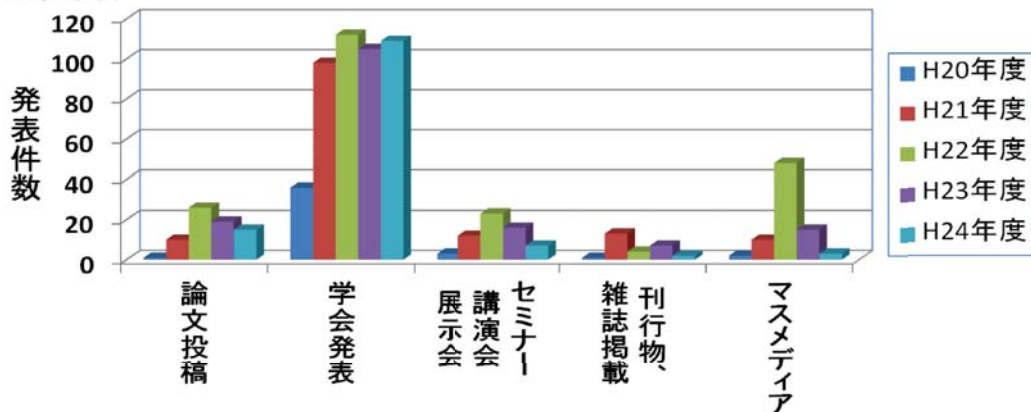
## ④ 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備

(◎:目標を上回る達成、○:計画通り達成  
△:条件付き達成、×:未達成)

研究開発テーマ	最終目標 (●基本、○自主)	研究開発成果	達成度
(1) BEANS知識データベース・システムの機能構築  (2) BEANS知識データの蓄積、充実化と編纂	<p>●異分野融合型次世代デバイス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、及び研究成果を含めて)を系統的に蓄積してデータベース化する。</p> <p>●蓄積するデータ数は<b>1,500件以上</b>とし、現在運用中のMEMS用設計・解析支援システムで活用できるようにする。</p> <p>○記事内容への最新研究動向の反映、キーワードリンク機能を利用した知識データの充実化等を実施し、知識データベースの質的向上を実現する。</p>	<p>●ユーザが閲覧している記事と類似した記事の検索・表示機能の改良など機能の強化を行った。また、公開に向けては、利用ガイドの整備、問合せ窓口へのリンク、ユーザ管理機能等、公開後の運用を念頭においたシステムの機能を追加した。</p> <p>●本研究開発事業の各BEANSセンターにより5年間の累計で784件、知識データベース編集委員会の4つのワーキング・グループにより累積778件の知識データを収集し、合わせて<b>1,562件</b>と目標の1,500件を上回る知識データを登録した。</p> <p>○技術分類の見直し等による分野的なバランス向上を実現した。また、知識データの利用価値を想定した上で知識データが提供すべき情報の見直しを行い、それに基づき知識データの修正を行った。</p>   <p>公開用メインページの画面</p> <p>登録目標件数 1,500件</p> <p>累計登録件数</p>	◎

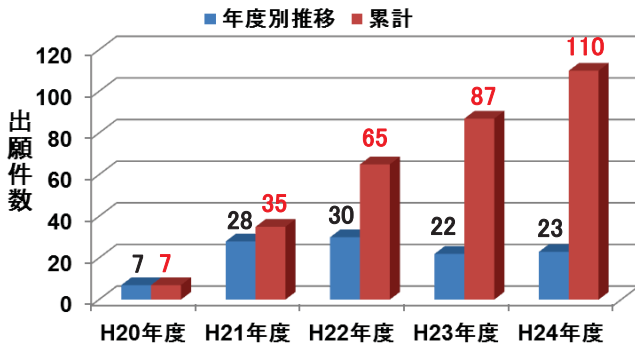
# BEANS成果(外部発表)

## 年度別成果集計

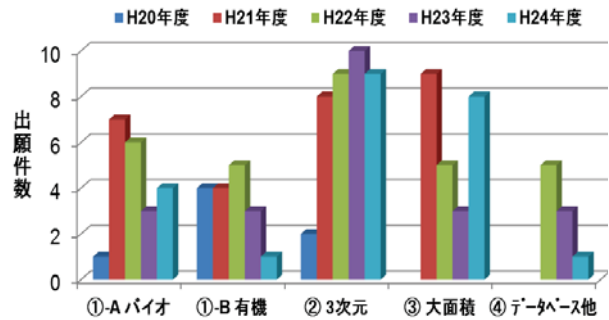


# BEANS成果(特許出願)

出願件数(国内)推移と累計(PJ全体)



研究開発項目別出願件数推移

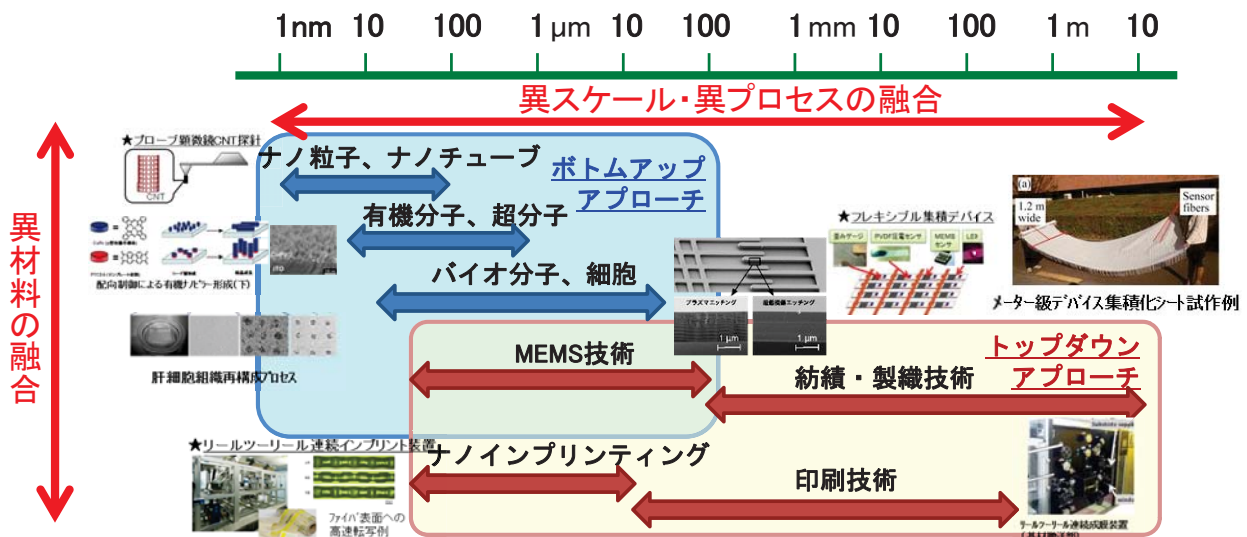


研究開発項目別出願件数推移(国内(外国))

研究開発項目	H20年度	H21年度	H22年度	H23年度	H24年度	計
①-A バイオ材料	1 (1)	7 (1)	6 (2)	3 (0)	4 (0)	21 (4)
①-B 有機材料	4 (0)	4 (0)	5 (2)	3 (0)	1 (0)	17 (2)
② 3次元ナノ構造	2 (0)	8 (4)	9 (5)	10 (3)	9 (0)	38 (12)
③ 大面積・連続	0 (0)	9 (1)	5 (1)	3 (0)	8 (0)	25 (2)
④ データベース・Gデータベース他	0 (0)	0 (0)	5 (0)	3 (1)	1 (0)	9 (1)
計	7 (1)	28 (6)	30 (10)	22 (4)	23 (0)	110 (21)

# BEANSにおける異分野融合

- ナノからマクロまで異スケールの融合
  - バイオ・有機から半導体まで異材料の融合
  - ボトムアップからトップダウンまで異プロセスの融合
- ⇒ 具体的な研究成果を基に異分野融合の体系を確立



## 人・生活・地球を豊かにするBEANSプロジェクト (1/2) ～異分野融合によるプロセスイノベーションの創出～

- **人: 体内環境を測る・造る**
  - 体内埋込デバイス
    - ・生活習慣病の予防・癌の治療に活躍
  - 薬物動態の長期連続計測
    - ・動物実験せずに個人の体にあつた創薬を実現
  - シート型健康管理デバイス
    - ・体に貼るだけで体内の様子観察可能
  - ヘテロ細胞の3次元自動組立
    - ・組織・臓器の再生医療の実現
- **生活: 人を見まもり、快適で安心・安全な社会を実現**
  - 環境物質センシング
    - ・超小型センサが生活空間や食の安全でウィルスや環境物質をチェック
  - トレンチ埋込型高感度ガスセンサ
    - ・超高感度センサが住宅内やクリーンルーム内の空気をモニタリング
  - アンビエントデバイス
    - ・大面積の壁紙型デバイスで人を見守り快適で安全な生活を実現
- **地球: 環境に優しいエネルギーハーベスティング**
  - エネルギーハーベスティング
    - ・周囲環境から光・熱等のエネルギーを吸収
  - 超臨界製膜によるスーパーキャパシター
    - ・環境発電電力を超小型キャパシターで貯蔵、センサ用自立電源として利用

## 人・生活・地球を豊かにするBEANSプロジェクト (2/2) ～異分野融合によるプロセスイノベーションの創出～

体内環境を測る・造る

**Human**

- 体内埋込型血糖値センサ
- 高感度センサ搭載カプセル内視鏡
- 薬物動態の長期連続計測
- シート型健康管理デバイス
- ヘテロ細胞3次元組立

～ BEANSプロジェクトの目指すもの～

BEANSプロジェクトは、新しいライフスタイル実現に欠かせない革新的デバイスの鍵となる、異分野融合によるプロセスイノベーションを創出します。

**BEANS**

**生活** Life

人を見まもり、快適で安心・安全な社会を実現

- 環境物質高感度センサ
- トレンチ埋込型高感度ガスセンサ
- 環境物質センシングテープ
- 動物体内埋込型センサ
- 深紫外高効率発光デバイス
- アンビエントデバイス

The Earth

環境にやさしいエネルギーハーベスティング、オンサイトCO<sub>2</sub>固定

**地球**

- エネルギーハーベスティング
- 超臨界製膜によるスーパーキャパシタ
- オンサイトCO<sub>2</sub>固定化デバイス

BEANS 研究開発項目①-A

BEANS 研究開発項目①-B

BEANS 研究開発項目②

BEANS 研究開発項目③



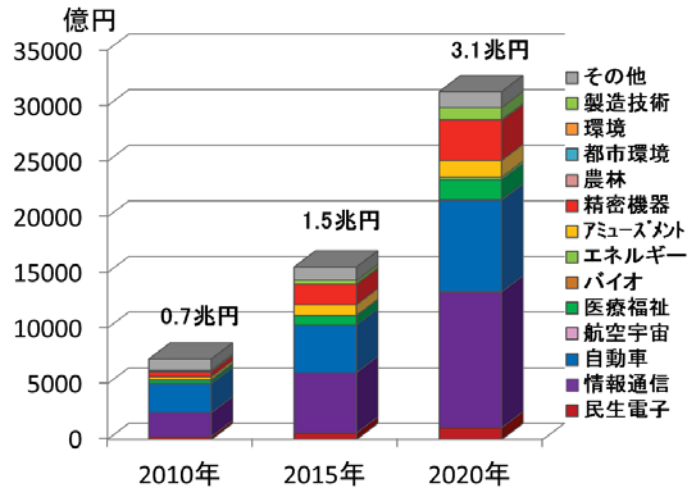
# MEMS市場動向

## 産業分野別市場規模予測 (億円)

産業分野	2010年	2015年	2020年
民生電子	260	578	1,046
情報通信	2,154	5,443	12,231
自動車	2,599	4,266	8,229
航空宇宙	0.23	7.2	47
医療福祉	337	833	1,803
バイオ	2.0	5.3	14.2
エネルギー	21	33	222
アミューズメント	265	952	1,494
精密機器	456	1,834	3,600
農林	6.5	9.2	20
都市環境	2.5	7.6	18
環境	2.4	9	31
製造技術	117	326	1,090
その他	1,004	1,199	1,418
<b>合計</b>	<b>7,227</b>	<b>15,502</b>	<b>31,263</b>

- MEMS市場は、5年で倍増のペースで拡大
- 情報通信、自動車、精密機器分野に加え、2020年には医療福祉分野が第4位に成長

⇒BEANS製造技術は、成長分野(第3世代)の市場拡大に貢献



(一財)マイクロマシンセンター市場動向調査(2011年版)より

# 世界基準の最先端技術領域

研究開発項目	世界初、又は最高水準の達成	新たな技術領域の開拓
①-A バイオ材料融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>★24時間以上の生化学的な機能を発現する脂質二重膜センサ</li> <li>★生体内で4か月間機能する埋め込み型血糖値検出センサ</li> <li>★試験プレート上で薬物動態評価を可能とする毛細血管構造を再構成するプロセス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★バイオ材料の特異的な性質をマイクロデバイスの機能として生かす融合プロセス技術領域</li> </ul>
①-B 有機材料融合プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>★有機デバイスの電子移動度を2桁向上させる分子配向制御法</li> <li>★分子配向プロセスにより有機太陽電池の光電変換効率 7%</li> <li>★タンデム型有機太陽電池にて、電圧2倍、出力1.85倍</li> <li>★径30 nmの有機ナノピラーを自己組織的に形成するプロセス</li> <li>★白金錯体構造の改良により、PL量子効率 85%(従来比1.6倍)</li> <li>★有機熱電変換デバイスにて熱電変換特性 <math>P=27 \mu\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-2}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★有機材料の特異的な性質をマイクロデバイスの機能として生かす融合プロセス技術領域</li> <li>・自己組織化利用ナノ加工</li> <li>・ナノマーキングによる配向制御</li> </ul>
②3次元ナノ形状形成プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>★中性粒子ビームによる機械・電気的超低損傷エッチング</li> <li>★中性粒子ビームエッチングにおける中性化過程から加工形状に至るトータルシミュレーション技術</li> <li>★レーザ改質による超高アスペクト比(～25000)流路の形成</li> <li>★先端電極幅30 nmのメータ級摺動 耐摩耗マルチプローブ</li> <li>★自己組織的CNTバンドル化技術によりCNTカンチレバー作製</li> <li>★生体分子による選択的CNT修飾技術</li> <li>★自己組織的微粒子配列技術により、超高感度ガスセンサ作製</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★3次元ナノ構造の特異的な性質をマイクロデバイスの機能として生かすナノ構造形成プロセス技術</li> <li>・中性粒子ビームによるナノ加工</li> <li>・レーザ改質によるナノ加工</li> <li>・生体分子利用ナノ修飾</li> <li>・自己組織化利用ナノ加工</li> </ul>
③マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>★完全開放型装置にて電子的機能を有するSi薄膜の形成技術</li> <li>★nmオーダーの機能性薄膜を連続形成するダイコートプロセス</li> <li>★繊維状基材に連続ナノインプリントにてパターン形成する技術</li> <li>★複数のデバイスを織り込んだメータ級のフレキシブルセンサ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>★真空装置の大型化の限界を打破し、スケールアップ可能な大面積デバイスの製造を可能とする非真空プロセスや製織プロセス技術領域</li> </ul>

# BEANS基盤プロセス技術群の展開可能性

● 想定デバイス ● 展開可能デバイス

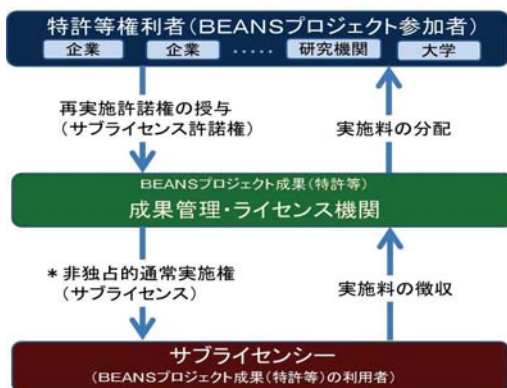


# BEANSプロジェクト終了後の知財成果展開

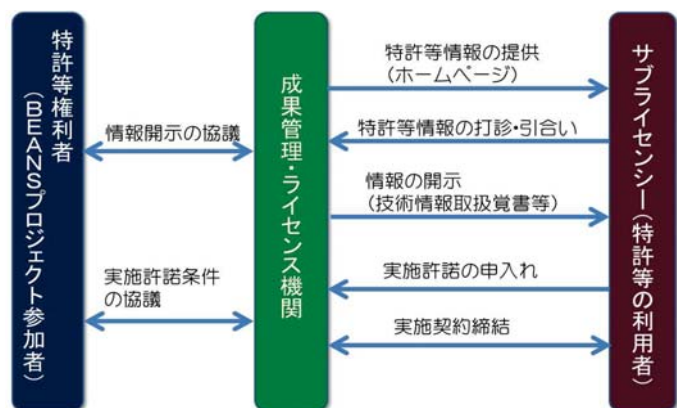
## ➤ BEANS 成果利用ガイドラインを策定

サブライセンス方式、サブライセンス情報管理、実施料算定方法、実施料の優遇措置、実施料の配分方法、特許権等実施契約書(サブライセンス契約)のモデル契約書など、サブライセンス業務を行う際の基準を策定

### ◆BEANS成果(特許等)利用の仕組み



### ◆サブライセンス契約までの流れ



## マスメディアによる紹介

■ 「肝細胞、立体的に培養」	日経産業新聞	2008/11/21
■ 「身長5ミリ!? ～階層化された細胞組織の立体形成に成功～」	日経新聞他、8社	2009/ 1/22
■ 「光る耳!? ～体内で光る血糖値センサーの開発～」	NHKニュース	2009/ 6/19
■ 「MEMS 『生活習慣病を改善!?世にも奇妙なビーズが登場!』」	BSジャパン	2009/ 9/13
■ 「人間は生物を創れるのか? 試験管の中の人工細胞」	東京MXテレビ 「ガリレオチャンネル」	2010/ 4/17
■ 「細胞ビーズでセンチメートルオーダーの厚さの3次元組織(指)を形成することができた(人類の最先端の挑戦)」	日本テレビ 「世界一受けたい授業」	2010/ 7/17
■ 「匂いに反応するロボット開発」	NHKニュース他、9社	2010/ 8/24
■ 「熱電変換材料 わずかな温度差で発電。九工大など衣服家電に應用へ」	日経産業新聞	2010/ 8/27
■ 「体内埋め込み型連続血糖値センサ開発」	日経新聞他、4社	2010/10/ 4
■ 「胆管作製技術を開発。ばらばらの肝細胞から薬の安全評価に利用」	日経産業新聞	2010/12/ 6
■ 「大気中で製造、コスト10分の1 太陽電池用シリコン薄膜」	日経産業新聞	2010/12/27
■ 「ナノ粒子、自在に貼り付けペプチドで接着。顕微鏡部品に應用へ」	日経産業新聞	2011/ 1/ 7
■ 「ハンカチが太陽電池に。電気通す布。」	日経産業新聞	2011/ 1/ 7
■ 「静電を検知する布、産技研らが開発成功。介護シーツなどに應用」	寝具新聞	2011/ 1/15
■ 「シリコン基板上に微小な蓄電部品」	日経新聞	2011/ 1/17
■ 「たためる薄膜太陽電池「シリコン並み」発電効率にメド」	日経産業新聞他、2社	2011/ 1/24
■ 「次世代半導体向け 微細回路、繰り返し描く」	日経産業新聞他、2社	2011/ 1/26
■ 「細胞の3D形成に成功 —高速かつ正確、再生医療にも—」	NHKニュース他、4社	2011/ 3/ 2
■ 「血糖値、続けて計測 東大など、センサー使い4カ月 糖尿病の治療に活用へ」	日経新聞他、12社	2011/ 8/ 3
■ 「次世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm線幅プローブで数百倍の描画耐久性向上を実現～」	日刊工業新聞他、2社	2012/ 7/10



「身長5ミリ!? ～階層化された細胞組織の立体形成に成功～」



「匂いに反応するロボット開発 (Robonable; <http://robonable.typepad.jp/news/2010/08/24takeuchi.html> より引用)



「血糖値、続けて計測 東大など、センサー使い4カ月 糖尿病の治療に活用へ」



## 受賞実績

■ 第26回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 五十嵐賞	「膜タンパク質を選択的に発現させた細胞による多チャンネル化学量センサ」
■ 第6回日本学術振興会賞	「マイクロ流体デバイス技術によるナノバイオ研究」
■ 第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム」若手研究者優秀発表賞	“In Vivo Glucose Monitoring with Hydrogel Fibers”
■ 読売テクノフォーラム21 ゴールド・メダル賞	「生体と機械の融合に関する先駆的研究」
■ 第13回韓国MEMS学会 優秀論文賞	“Fluorescence-based Glucose-responsive Hydrogel Fibers for in Vivo Glucose Monitoring”
■ 第2回国際バイオファブリケーション学会 若手研究者賞・銀賞	“Fabrication of multicellular heterospheroids by a dispenser robot system”
■ Appl. Phys. Lett, ダウンロード TOP20 (October 2011)	“Small molecular organic photovoltaic cells with exciton blocking layer at anode interface for improved device performance”
■ A-COE ベストポスター賞	“Investigation of organic thermovoltaic devices by utilizing a hole induced self-assembly monolayer”
■ Top 10 Most Read Articles for Q1 2011 for ACS Applied Materials & Interfaces	“Formation of Organic Crystalline Nanopillar Arrays and Their Application to Organic Photovoltaic Cells”
■ 日本機械学会賞(論文)	「ナノスケールプローブ先端の電気的コンタクト特性」
■ ICEP2011 Award(ICEP2011 Outstanding Technical Paper Award)	“Silicon Microparticle Ejection Using Mist-jet Technology”



第26回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 五十嵐賞(三澤宣雄研究員)表彰風景(上)と受賞テーマで作製したデバイスの写真(下)



第27回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム」若手研究者優秀発表賞(許允楨研究員)表彰風景



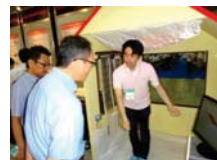
読売テクノフォーラム21 ゴールド・メダル賞(竹内昌治センター長)表彰風景。写真はERATOホームページより引用





# 広報普及活動

■ 第1回BEANS 세미나、2008/7/14	セミナー開催	2008/7/14
■ NANO KOREA2008-Microtech World、2008/7/27-29	パネル展示	2008/7/27-29
■ 第19回マイクロマシン/MEMS展	展示会出展	2008/7/30-8/1
■ 第25回センサ・マイクロマシンと応用システムシンポジウム	展示会出展	2008/10/22-24
■ 第2回BEANSセミナー、2009/5/29	セミナー開催	2009/5/29
■ 「光る耳！？～体内で光る血糖値センサーの開発」	プレス発表	2009/6/19
■ 第20回マイクロマシン/MEMS展、2009/7/29-31	セミナー開催&展示会出展	2009/7/29-31
■ 第26回センサマイクロマシンと応用システムシンポジウム	パネル展示	2009/9/15-1
■ Hannover Messe2010	パネル展示&講演活動	2010/10/14-15
■ 第21回マイクロマシン/MEMS展	セミナー開催&展示会出展	2010/7/28-30
■ 第27回センサマイクロマシンと応用システムシンポジウム	パネル展示	2010/10/14-15
■ ICEP (International Conference on Electronics Packaging) 2011	講演活動	2011/4/14
■ Electronic Journal 2011年6月号 (BEANSプロジェクト全般に関する紹介)	取材記事掲載	2011/6/18
■ 第22回マイクロマシン/MEMS展	セミナー開催&展示会出展	2011/7/12-14
■ 「血糖値、続けて計測 東大など、センサー使い4カ月 糖尿病の治療に活用へ」	プレス発表:	2011/8/2
■ 第28回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	パネル展示	2011/9/26-27
■ 技術研究組合50周年シンポジウム(プロジェクト活動全般の紹介)	パネル展示	2012/3/27
■ 産総研シンポジウム「日本の競争力を創造する化学産業の将来展望」	パネル展示	2012/7/25
■ 世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm線幅プローブリソで数百倍の描画耐久性向上を実現～	プレス発表	2012/7/8
■ 日経産業新聞(プロジェクトの成果利用に関して取材対応した記事の掲載)	取材記事掲載	2012/8/23
■ 第23回マイクロマシン/MEMS展	セミナー開催&展示会出展	2012/7/11-13
■ 第29回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム	パネル展示	2012/10/22-24
■ INPITシンポジウム「日本産業を元気にするための産学官連携プロジェクト～課題と将来展望～」(プロジェクトの研究開発活動、および知財マネジメントの仕組みを紹介)	講演活動	2012/12/7



第23回マイクロマシン/MEMS展におけるBEANSブース展示全体(上)とブース内での説明の様子(下)。シートデバイス等を住居模型の中に配置した展示(Macro BEANS)など、各センター工夫を凝らした展示内容を用いて、技術成果の説明を行った。



第23回マイクロマシン/MEMS展におけるBEANSセミナー会場の様子(写真は遊佐PLの挨拶時のもの)



# BEANS成果の実用化に向けた方針

- 平成22年度中間評価結果を基に、デバイス実証研究に資源を重点的に投入し、平成23年度よりBEANSプロセスの実証を加速する。
- 基盤技術研究は継続して取組み、成果を実用化研究に利用する。
- 平成24年度プロジェクト終了後は、プロジェクト成果を企業持ち帰り研究や次期プロジェクト等へ繋げて、実用化開発へ移行する。
- BEANSで得られた知的財産は、一元的に管理・ライセンスする機関を組織し、プロジェクト終了後、利用希望者にサブライセンスする制度を構築する。
- BEANS、及び関連技術の文献など、知識情報を分野別にデータベースに登録し、プロジェクト終了後、広く一般に公開する。

