

## ナノテクノロジー・材料分野産業発掘戦略

～限界を超えた新しい産業の創造と社会生活の変革に向けて～

平成14年12月5日  
「ナノテクノロジー・材料」  
戦略策定TF

# 「ナノテクノロジー・材料」産業発掘戦略

～限界を超えた新しい産業の創造と社会生活の変革に向けて～

1 . 戦略的意義 .....	2
2 . ナノテクノロジー・材料分野の現状認識 .....	3
( 1 ) 各国の取組み状況.....	3
( 2 ) 研究開発 .....	3
( 3 ) 産業 .....	4
3 . ナノテクノロジー・材料分野の進展により実現される社会像 .	5
4 . 将来のナノテクノロジー・材料の産業 .....	8
( 1 ) ネットワーク・ナノデバイス産業 .....	8
( 2 ) ナノバイオニック産業 .....	9
( 3 ) ナノ環境エネルギー産業 .....	10
( 4 ) 革新的材料産業.....	11
( 5 ) ナノ計測・加工産業.....	12
5 . 産業発掘の戦略目標と具体的行動計画 .....	13
( 1 ) 分野横断的な行動計画 .....	14
( 2 ) 各産業別の行動計画 .....	15

## 1. 戦略的意義

ナノテクノロジー・材料分野は、IT、BT、環境・エネルギーなど、およそあらゆる産業に変革をもたらす重要分野であり、従来型（20世紀型）技術・工学の限界を超える産業技術のパラダイム転換（「21世紀の産業革命」）、ひいては、社会生活の変革をも引き起こす可能性を秘めた戦略的技術分野である。また、基礎的な研究成果が多様な事業へ応用展開され、技術革新がもたらす波及効果も大きい分野である。

この技術分野がもたらす市場・社会へのインパクトを見据えて、欧米をはじめアジア諸国も国家戦略として、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発に集中的に資源を投入している。また、米国を中心に、研究開発成果の産業化が急速に進んでおり、現在は、ナノテクノロジー・材料技術を活用した産業の黎明期であると言える。

我が国の本分野の研究開発能力や基盤的な産業は、総じて言えば比較優位にあり、将来の新たな産業・市場においても、この優位性を確保・維持していることが期待されている。産業発掘にあたっては、我が国の有する優位性を活かしつつ、技術革新を効率的・効果的に産業へ結びつけていくことが極めて重要である。

こうした状況を踏まえて、これからの3～5年程度の間には政府が一丸となって集中的・計画的に実施すべき計画を含む戦略を策定する。この戦略は、従来から推進している長期的視点に立脚した研究開発への取組みに加え、特に、研究開発成果を産業化へつなぐ橋渡しを戦略的に進めることに重点をおく。この戦略に沿い、政府全体で、既存の各省の壁を取り払い、強力かつ弾力的な予算措置、制度見直し等を進めることとする。

以下、3. から 5. にナノテクノロジー・材料分野が我が国の経済社会に与える影響として、3. に実現される社会像、4. に将来の産業イメージ、5. に戦略目標及び行動計画を記す。

## 2. ナノテクノロジー・材料分野の現状認識

### (1) 各国の取組み状況

我が国においては、「ナノテクノロジー・材料分野戦略」(2001年9月)を定め積極的に研究開発を推進している。政府研究開発予算は、2001年度:1088億円、2002年度:1232億円、2003年度においても増加の方向である。

当分野の研究面では我が国が競争力を保持していると言われているが、米国を筆頭に諸外国においても研究開発戦略が推進され、追い上げが急である。

- ・ 米国
  - 国家ナノテク戦略(NNI 2000年1月)を決定、省庁を越えた枠組みで広範な研究開発に対して積極的な予算措置を図るとともに民間への成果移転の加速、社会的な影響に関する調査なども推進。
  - 2003年度要求額710百万ドル(2000年度に比して、2.6倍増加)。
- ・ 欧州
  - EU(欧州連合):第6次研究計画で2002年より、ナノテクを重点分野に。予算:1300百万ユーロ(約1500億円、2002年~2006年の総計)
  - スイスのTopNano2 1、ドイツのナノコスモプロジェクト、英国のIRC(学際的な大学間連携)等、欧州各国で積極的に国家戦略を展開。
- ・ アジア
  - 韓国:ナノテクファブセンターの設立を発表(約253億円)し、体制整備
  - 中国:既存を含めて国内に約40ヶ所のナノテクセンターを建設する計画。

### (2) 研究開発

ナノテクノロジー・材料分野において我が国は、応用開発のみならず、カーボンナノチューブの発見、導電性高分子の開発等の革新的成果を上げている。また、「ナノテクノロジー」という言葉が一般化する以前からナノ組織制御材料や単原子分子操作に関する研究を進めている。

その結果、この分野の研究開発は我が国が先行しており、諸外国に対して総じて優位性を有すると言われている。また、物質科学における論文の被引用件数ランキングにおいて東北大学が1位にランキングされるなど、特に無機・金属系の先端材料を中心に競争力を有している。<sup>1</sup>

しかしながら、近年、各国とも積極的な取組みを行っており、従来有していた優位性は急速に縮小している。特に、ナノテクノロジーの主要な領域の一つであるバイオテクノロジーとの融合領域や分子素子に代表されるシステムを指向した研究開発が求められる領域等においては欧米諸国が優位な状況にある。

<sup>1</sup> 出所: ISI Thomson Scientific

- ・ 1997年～1999年におけるナノテク関連文献数の国別割合は、米国24%、EU34%に対して我が国は12%である。<sup>2</sup>
- ・ 最近10年間の学術論文数による日米のナノテク科学競争力の比較によると我が国は自己組織化、タンパク質工学、バイオ・DNAチップ、分子デバイス等の研究において米国に比べて劣位にある。<sup>3</sup>
- ・ 2001年以降、IBM社を中心としたグループによるカーボンナノファイバー素子の開発やヒューレッド・パカード社による64ビット分子メモリ素子の開発等、次世代デバイスに関する先端的な研究開発成果が報告されている。

ナノテクノロジーはその性格上、旧来の枠組みを越えた分野の融合において革新的な成果が生み出される。材料分野に関しても、用途を見据えたシステム指向の研究開発を実現するために異分野が融合した研究体制構築が必要とされている。従来、我が国においては、研究者の流動性の低さ、大学の閉鎖性ならびに産学官連携に関する取組みの遅れ等により、融合研究は必ずしも活発ではなかったが、近年、その改善に向けた取組みが認められる。

### (3)産業

ナノテクノロジー関連産業の国内市場規模は、2010年には20～26兆円に達すると予測される。<sup>4</sup>

ナノカーボンの大量生産に代表されるように、ナノテクノロジー分野の多くの技術は産業化に向けて大きく動き始めている。また、産業化の基盤の一つである特許動向を見ても、ナノテクノロジーの主要領域で多くの特許を出願している。

ナノテクノロジー産業の振興には産学官の連携による基礎・基盤研究成果の早期実用化が重要である。しかしながら、20年以上前から産学官連携促進に取り組んで来た米国に比べ、我が国の取組みは緒に付いたばかりである。さらに、革新的な研究成果の実用化において大きな役割が期待される研究開発型ベンチャー企業の数我が国においては絶対的に不足している。

材料分野は、我が国を支える基幹産業のひとつであり、先端材料分野においては研究開発および産業両面において高い競争力を有しており、圧倒的な市場シェアを有する製品も少なからず存在する。

<sup>2</sup> 出所：EC、Indinews No.2 2001 (<ftp://ftp.cordis.lu/pub/rtd2002/docs/indinews2.pdf>)

<sup>3</sup> 出所：三菱総合研究所調査、2001年

<sup>4</sup> 以下、この戦略で示す市場規模はタスクフォースにて試算

### 3. ナノテクノロジー・材料分野の進展により実現される社会像

ナノテクノロジー・材料技術を核とした「21世紀の産業革命」により、かつては“夢”に過ぎなかった社会が今後10年程度の間の実現する。

(1) ナノテクを駆使した使いやすいインターフェイスを持つ端末により、いつでもどこでも誰でも情報通信が簡単・安全にできる社会が実現

”いつでも”、”どこでも”、”誰でも”、必要な情報を受信

- ・ ナノテクノロジーを応用したデバイス技術等の進展により、超高速 超大容量のコンピュータ、通信機器等が実用化され、いつでもどこでも、ネットワークを意識せずに容易で安全に多様な情報の入手・発信が可能となり、空間的制約から開放された個人の情報利用が実現する。
- ・ 様々な利用者のニーズに即した使いやすいヒューマン・インターフェイス(高度な音声、文字、画像等の認識システム等)の実現により、多言語自動翻訳端末やホームショッピング等が普及し、より便利に、また高齢者や障害者が安心して暮らせる社会環境が実現する。

楽しみの倍増による日常生活の充実

- ・ ナノテクノロジーを応用した材料、システム技術等により、超薄型大画面テレビ、シートディスプレイ等が広く普及するとともに、長時間充電のいらぬ携帯電話やパソコンが実現し、余暇時間の増加、価値観の多様化による本格的な娯楽・趣味のニーズが満たされる。

(2) 簡便な健康管理と高度な治療により、健康・高齢化に万全の対応をした安心・安全な社会が実現

国民一人一人に適合した健康管理・医療サービスの充実

- ・ ナノテクノロジーを用いたマイクロチップ等の種々のセンサなどにより、高齢者・生活習慣病患者の日常健康チェック、アレルギー体質を持つ人の花粉・ハウスダストや食品の原材料等のアレルゲンチェック、シックハウスや残留農薬等の化学物質等のチェックを手軽にいつでもどこでも個人レベルで行うことが可能となる。
- ・ ナノテクノロジー、ITを駆使し、高速 高分解能なDNA解析・診断に基づく治療(テーラーメイド治療)、携帯することにより任意の場所・少量の検体で疾病の指標となるマーカー(血糖値等)が測定でき、その結果を用いて、疾病を事前に予防し、国民一人一人に適合した高度な医療サービス社会が実現する。



### 簡便かつ安全な方法による疾病克服

- ・ マイクロチップ等の種々のセンサを用いて、身体組織を傷つけることの無い各種の計測・分析・診断機器が実現し、無痛で高感度の検査を受けることが可能となり、安価で簡便に疾病診断が実現する。
- ・ ナノテクノロジー、IT、新材料技術を活用した微細な治療・手術器具等の遠隔操作手術が実用化され、身体への影響が少ない治療が実現する。
- ・ ナノテクノロジーを応用した薬のカプセルにより、拒絶反応を誘発することなく、病巣に効果的に薬を集中させ、大幅に副作用を軽減するDDS(ドラッグ・デリバリー・システム：薬物送達システム)が実現する。

### 人体組織を人工的な組織により代替

- ・ ナノメーターレベルで微細組織を制御した材料等により、生体骨と同じように骨を形成・自己修復する人工関節・人工骨、人工網膜やハイブリッド型人工臓器が実用化される。また、超低消費電力のチップと超小型のバイオ燃料電池等を用いた、自己制御型の人体埋め込み装置が実用化される。これらにより、高度な治療を行う最先端医療が実現する。

## (3)エネルギーの効率的利用と環境モニタリングの高度化により、豊かで美しい環境を持つ社会が実現

### 環境負荷が少ない社会

- ・ 現行ガソリン自動車の3倍、家庭エネルギーの1.5倍の効率をもつ低コスト・高性能の燃料電池が実用化され、燃料電池自動車や住宅用等定置用燃料電池・モバイル型燃料電池が普及していくことにより、有害物質やCO<sub>2</sub>による環境負荷の少ない社会が実現する。
- ・ ナノテクノロジーを応用した高強度・超軽量材料を自動車・航空機等輸送機器の構造材に適用することにより、大幅な軽量化を図り、燃費の飛躍的な向上を実現し、排気ガスから放出されるCO<sub>2</sub>を削減する。
- ・ 超電導材料を用いた送電線や電力貯蔵機器、超耐熱材料を用いた高効率発電等が実用化され、超高効率電力供給体制が実現するとともに、高効率な電力貯蔵により、風力、太陽光発電等の発電の不安定性が克服され、自然エネルギー発電の拡大等によるクリーンな電力エネルギー供給社会が実現する。

### 環境モニタリング等の高度化によるクリーンな社会

- ・ 大気、水質中の環境汚染物質の計測・分析を容易かつリアルタイムで行う超小型環境モニタリング機器が実用化され、市民の環境保全に関する意識改革と企業の自主的な管理体制強化が進む。あわせて、行政における環境汚染防止のための適切な施策の立案・実施等が可能となる。
- ・ 化学物質の生体影響を迅速かつ低コストで包括的に評価できるチップ(環

ップ)が実用化され、環境配慮型製品の製造・普及が進む。

- ・ 有害物質を除去する膜等により、低コストで有害物質の環境への放出の抑制・遮断が可能となり、工場排水等の環境汚染の防止が強化される。

(4)新構造材料等の革新的材料により、生活基盤の信頼性が一層向上し安全で安心できる社会が実現

- ・ ナノテクノロジーと新材料製造技術による高強度・高耐食・軽量材料を用いて、高架橋、橋梁等の構造物の信頼性、耐震性等を格段に向上させる。これにより、長期使用による疲労クラックの発生や腐食による損傷が防止され、阪神・淡路大震災級の大規模地震がおきても想定される被害は大幅に減少され安全で安心できる社会が形成される。
- ・ 材料自ら亀裂等の欠陥をモニタリングし自己修復するスマートな材料等を使用した高度で多様な需要に応える建築物、橋梁等が実現し、市民の社会基盤保全に関する意識改革と自主的な管理体制強化が図られる。
- ・ 長寿命でリサイクルが容易な構造材料により、構造物の維持管理コスト縮減が可能になる。

(5)ナノレベルの計測・分析・加工技術の高度化が我が国で実現されることにより、最先端の科学技術・新産業が生まれ発展する社会が実現

- ・ MEMS(微小電気機械システム)技術の高度化やナノレベルでの設計・加工・システム化を請け負うファウンドリーサービスの本格化により、多様な業種におけるMEMSを用いた製品が一般化する。
- ・ 生体機能を活用した微細加工プロセスなど、新規加工・製造プロセスが我が国において開発され、そのための製造装置とともに国際標準となり、新たな製造システムを我が国から発信する。
- ・ 原子・分子レベルの計測・操作を高速に行う計測・加工装置が開発され、研究開発や製造プロセスで新たなブレークスルーをもたらす。
- ・ 国際的な標準となる生体機能の高度計測装置やDNA、タンパク等の高速解析装置等が国内で実現され、化学・バイオ分野における国際競争力の向上や医療分野への応用が進む。



## 4. 将来のナノテクノロジー・材料の産業

3. に示した新しい社会は、活発な企業活動とその集合体である産業活動の発展によって実現される。ナノテクノロジー・材料の革新技术を最大限に利用した新製品・サービスにより市場で優位な地位を占めるべく、既存の各種産業が異分野の産業と垂直方向、水平方向に連携・融合するアライアンスが進む。また、個々の企業が自らの持つ能力、技術をナノテクノロジーによってさらに高め、高付加価値商品、プロセスを生み出すことにより、各種産業全体の競争力が強化される（既存産業の高度化）。

アライアンスによる融合及び既存産業の高度化が進む中で、我が国が創出していくべき産業は以下のとおりである。

### (1) ネットワーク・ナノデバイス産業

戦略的視点（強みをさらに強化する産業）

#### 国際競争力

半導体、ディスプレイ、情報家電、光通信関連等は、材料からシステムまで、技術・産業の国際的なプレゼンスは高い<sup>6</sup>。一方で、DRAM や液晶ディスプレイのように、確立した技術をベースにコスト競争が主となった事業分野では劣位に立たされ、強みを持つ分野への選択と集中が進行中である。

#### 将来のポテンシャル

競争力の高い事業や技術を基盤として融合する新たな産業は、強い競争力を有する十分なポテンシャルがある。エレクトロニクスメーカーを始めとして、最先端の研究開発を担う優秀な人材の蓄積がある。

#### 我が国市場の動向

我が国の市場は、モバイルや家電分野を筆頭に、高い水準の新たなシステムやサービスの導入が進みやすい。また、光ネットワーク、高速無線、ストレージ、ディスプレイ関連の市場が拡大し、将来の市場規模は、約 17～20 兆円（2010 年）と想定される。

#### 国としての取組みの必要性

ナノデバイス・材料は、半導体、ディスプレイ、情報家電、ネットワーク等電気・電子・情報通信関連産業の基盤となる技術分野であり、国として積極的に取り組む必要がある。

### 本産業を形成する事業群

#### 次世代半導体関連

超高速半導体用材料、プロセス、デバイス化等の半導体技術の高度化を図る

<sup>5</sup> なお、ここでの「産業」は、将来の融合の進展を前提にしており、現在一般的に使われている産業の単位ではなく、関連する周辺の事業や産業を含んだクラスターとしての産業を表している。

<sup>6</sup> 半導体関連材料は、封止材が9割、フォトリソが7割と世界的に高シェアを有している。ディスプレイは、現時点では技術的にも産業的にも我が国がトップクラスにある。光通信関連は、光ファイバー、半導体レーザー等で高いシェアを持っている。

ため、素材、デバイス、システムメーカーの垂直連携により、新たなニーズを満たす各種デバイスが実現し、次世代半導体関連事業が強化される。

#### センサ等部品関連

システムの高度化にあわせ、ヒューマン・インターフェイスの改善等に必要  
なセンサや各種部品の技術革新が進み、関連事業が成長する。

#### ストレージ関連

従来のパソコン等に加え、モバイル、情報家電の分野で記憶装置の新しい応用  
分野の実用化が進み、ストレージ関連事業が発展する。

#### 光ネットワーク関連、高速無線関連

通信需要の増加及びニーズの多様化に伴い、光ファイバーや光送受信機等の  
光ネットワーク関連事業や高速無線関連事業が発展する。また、フォトニックデ  
バイス等の新技術の実用化が始まる。

#### 次世代ディスプレイ関連

携帯型情報端末やホームシアターの発展に伴い、高機能ディスプレイ需要が増  
加し、薄型軽量あるいは大型・高輝度・長寿命の次世代ディスプレイに不可欠な  
革新的技術を活用したディスプレイ関連事業が成長する。

### (2)ナノバイオニック産業

戦略的視点（劣位にあるが、将来の市場拡大に対応して取り組む産業）

#### 国際競争力

技術的には競争力を有する分野が一部にある。しかし、産業としての競争力は、  
医療関連審査制度の抱える問題と産学官の取組みが十分でない等の理由によ  
って、バイオテクノロジーなど劣位にある事業群もある

#### 将来のポテンシャル

技術的に強みを持つ分野と、材料や微細加工の競争力のある分野が融合した  
DDS、バイオチップ、マイクロマシン等の事業においては、戦略的な資源投入に  
より高い競争力を有するポテンシャルがある。

#### 我が国市場の動向

健康・医療への我が国の市場ニーズは極めて大きい。また、国民の健康維持  
に投じる費用は増大する傾向にあり、将来的にも大きな市場をもつ産業分野で  
ある。将来の市場規模は、約0.6～0.8兆円（2010年）と想定される。

#### 国としての取組みの必要性

高齢化の進展やアレルギー患者の増大等への対応は、国として取り組む必要  
がある。

本産業を形成する事業群

#### バイオチップ関連

国民一人一人に対応した健康管理・やテーラーメイド医療の進展に対応して、  
バイオチップ事業が発展する。また、これに対応したシステムやサービス事業  
が創出される。

### DDS、医療用マイクロマシン関連

素材、化学等のメーカーが協力してDDSに必要なナノカプセル等の量産が進む。また、微小メス、レーザー等を組み込んだカテーテルといった医療機器のマイクロマシン化による低侵襲化、無侵襲化も進む。高度な技術に対応するため、DDSやマイクロマシン医療機器のメンテナンスに特化した専門企業等が現れ、多様な事業群が創出される。

### 生体適合材料関連、人工臓器関連

高齢者層の増加に伴う需要の増加とともに、医師・医学界と素材・医療機器メーカーの医工連携により、人工骨、人工関節等の生体適合材料関連事業が発展する。個々人の体質に応じて、最適な生体適合材料の選択を支援する検査・コーディネート事業が創出される。

## (3)ナノ環境エネルギー産業

戦略的視点（持続的な社会経済システムの形成に不可欠な産業）

### 国際競争力

燃料電池、光触媒、超電導等において、我が国が技術優位性を有している。しかし、燃料電池のように世界のトップを争っている産業分野もあるが、産業としての立ち上がりが遅れている面もある。

### 将来のポテンシャル

比較的優位にある産業界の省エネルギー・環境対策技術と、燃料電池や光触媒等の新技術が融合し、競争力を向上させていくポテンシャルがある。

### 我が国市場の動向

環境・エネルギー分野は、持続的な社会・経済システムの形成に不可欠な分野として、我が国のみならず国際的にも将来の大きな需要が見込める。例えば、自動車部門では軽量化ニーズなど研究開発で掘り起こせる大きな潜在ニーズがある。将来の市場規模は、約0.9～1.7兆円（2010年）と想定される。

### 国としての取組みの必要性

21世紀の国民生活・産業の基本となる重要分野であり、国民の安心と安全を守る観点から、国として積極的に取り組む必要がある。

## 本産業を形成する事業群

### 燃料電池関連

燃料電池自動車及び住宅用等定置用燃料電池の本格的普及が始まり、素材、電気機器、自動車、住宅、ガス・電力などのエネルギー分野等を含む燃料電池関連事業が大きく伸びる。また、燃料電池向け燃料供給事業が創出される。

### 革新的材料を用いた輸送機器、発電等関連

輸送機器のエネルギー利用効率向上のため、素材と自動車・航空機メーカーの垂直連携により、輸送機器用軽量素材事業が発展する。また、超摩擦熱材料や耐環境材料等の性能革新により、省エネルギーに寄与する高効率発電や精密工

作機械等が発展する。さらに、電力分野の超電導送電・電力貯蔵の実用化が始まり、超電導関連事業が開花する。

#### 環境モニタリング関連

超小型・高機能環境モニタリング機器の開発と普及により、機器事業が発展するとともに、機種加性が高く、きめ細かなサービスを行う分析事業が発展する。

#### 有害物質除去関連

有害物質除去膜の製造において、繊維・素材産業等が従来のノウハウを活かした優位性を維持しつつ、周辺の製造業の活性化も図られる。

#### 環境改善関連

さらなる環境の改善を求めて、住宅分野における光触媒のニーズが増加するなど、光触媒事業等の環境改善事業が大きく成長する。

### (4) 革新的材料産業

戦略的視点(強みを活かしてさらに強化する産業)

#### 国際競争力

新構造材料等の革新的材料の研究開発、製造技術力は実績からも世界のトップである。また、品質管理の面でもトップクラスにある。ただし、非鉄分野ではメジャーとの格差が存在する事業もある。

#### 将来のポテンシャル

この分野での技術は、横方向の他素材産業への普及、材料周辺の新産業発掘(接合技術、性能密着等)につながる。また、最先端の技術開発に取り組んでいる人材の蓄積がある。

#### 我が国市場の動向

市場は成熟していると見られているが、建築・土木部門でも高強度化や長寿命化によるコスト削減ニーズがある<sup>7</sup>。将来の市場規模は、約 0.6~1.4 兆円(2010年)と想定される。

#### 国としての取組みの必要性

安心な社会インフラを整備することは国としての責務である。また、環境・エネルギーの観点からも、国として積極的に取り組む必要がある。

本産業を形成する事業群

#### 高信頼性(高強度、耐熱、耐食)構造材料関連

高強度、高耐食性等の材料を必要とする高架橋、橋梁、建築物や海洋構造物に加え、極限環境下の構造物への需要が増加し、高付加価値の構造材料関連事業が成長する。

#### 維持・補修・メンテナンス関連

建築物や航空機等の構造物の劣化・損傷の早期検出、診断、補修及び長寿命

<sup>7</sup> 高度成長期時代に形成された社会インフラの更新及び大規模補修の時期を控えて更新に合わせたこれら社会インフラの長寿命化及び補修による延命化、都市再生に合わせて狭い空間での社会インフラ整備に必要な泥水・残土などの産業廃棄物が出にくい環境適合性の良好な設計方法の開発、施工方法など



化に対する需要が増加し、維持・メンテナンス事業が発展する。また、スマートマテリアルの需要が増大し、素材、製造、計測・分析、ネットワーク等の関連事業が活性化する。

### (5) ナノ計測・加工産業

戦略的視点（我が国の産業・研究開発基盤として一層強化する産業）

#### 国際競争力

- ・ MEMS 分野は、要素技術で世界のトップレベルにあり、既存のMEMS製品では競争力を有しているが、欧米が一部の研究開発で先行しているとの指摘もある。台湾などではMEMS ファウンドリー事業が活発化している。
- ・ コンビナトリアル手法の材料開発への応用は、我が国が優位な位置にある。
- ・ 計測分野は、多品種少量生産であるため、大企業にとっては投資効率が悪く、一部の機器で世界のトップシェアに迫るものの、研究レベルの高さに比して産業化の面では必ずしも世界トップに立っていない。
- ・ 我が国の研究開発投資の多くが海外の計測装置購入により、海外に流出しているとの指摘がある。

#### 将来のポテンシャル

MEMS は、我が国が保有する最先端の微細加工技術、メカトロニクス技術を活用できる分野であり、高い競争力を確保できるポテンシャルがある。また、コンビナトリアル手法は、高速合成・評価という特徴を活かして、開発のスピードを加速が期待できる。

#### 我が国市場の動向

MEMS 分野は、自動車やIT機器などに加え、光や無線通信さらにはバイオ、化学分野への展開が期待されている。また、ナノ計測分野の関連特許は、今後、単に計測機器に留まらず、関連製品に波及すると予想される。将来の市場規模は、様々な分野とナノテクノロジーとの融合の進展により、約0.8～2.2兆円（2010年）に拡大すると想定される。

#### 国としての取組みの必要性

MEMS 技術や極微細計測・評価機器等の革新的な技術は、ライフサイエンス、IT、環境等の広範な産業や科学技術の発展を支えるものであり、国産技術の進展により、広範な研究開発及び製造業の国際競争力が大きく強化される。我が国の経済活性化の観点からも、国として積極的に取り組む必要がある。

### 本産業を形成する事業群

#### MEMS関連 ナノ加工関連

IT 機器や自動車向けに加え、バイオや化学関連デバイスの製造手段としてのMEMSが産業として定着するとともに、MEMS装置製造業が成長する。また、多様な産業を顧客とするMEMSファウンドリーサービス業等が発展する。

#### マイクロリアクター関連

高機能化学物質の多品種少量生産を効率的に行う用途が拡大すると予測され、



マイクロリアクター関連事業が発展する。

#### ナノ計測・評価関連

最先端の研究開発に加え、製造業の現場において、極微細及び超高性能の革新的な先端計測・評価装置等が汎用的なツールとなるとともに、個々人にあった医療を提供する計測機器・装置等への需要が高まる。これらにより、ナノ計測・評価関連事業が成長する。あわせて、最先端計測機器を備えた分析サービス業が発展する。

## 5. 産業発掘の戦略目標と具体的行動計画

上記3. で示した社会像を実現するため、民間が主導的に取り組むことを前提に、上記4. の産業を我が国に創出すべく、産学官の連携により取り組む必要がある。そこで、産学官の関係者が取り組むべき全体の目標を下記とする。

### 「10年後に、世界市場を主導できる我が国発の企業群を将来のナノテクノロジー・材料分野の5つの産業<sup>8</sup>で創出する。」

この目標の達成に向けて、研究開発成果の産業化へのスピードを加速することを主眼に、下記の点を踏まえた計画とする。

- ・意識的な競争環境の創出や関係者のインセンティブの向上。
- ・独創的で最先端の技術シーズを創出する有能な研究者、技術シーズを産業化へ繋ぐ目利きやコーディネータ等の人材育成。
- ・産学官によって形成される地域クラスター、インキュベーション、知的財産、標準など産業の創出・発展に不可欠の機能・要素の整備。
- ・我が国で先駆けて研究開発成果の市場化が進むよう、先端的な市場の創出、規制緩和などによる環境の整備。

また、ナノテクノロジー・材料は、技術革新性の高さゆえ、基本・周辺特許の取得者あるいはデファクト達成者が独占（寡占）的に利益を享受する可能性が高い分野であること、企業にとっても先行的な技術の開発と事業化の達成により極めて高い収益源となり得る戦略分野である。これらの可能性に向けて、世界各国がこの分野への重点的な施策の拡充を進めており、まさにグローバルな市場における時間的な戦いと言う色合いが濃くなっている。上記目標を達成するためには、これからの3～5年に産業として芽を出していくことが必要不可欠である。

こうしたことを踏まえ、政府として、財政事情を勘案しつつ、3～5年程度の間産

<sup>8</sup> ネットワークナノデバイス産業、ナノバイオニック産業、ナノ環境・エネルギー産業、革新的材料産業、及びナノ計測・加工産業

業化が加速されるよう集中的に取り組む行動計画を、「分野横断的な行動計画」と4. で示した産業ごとの戦略目標・行動計画のポイントを示した「各産業別の行動計画」とに分けて、以下に示す。

### (1) 分野横断的な行動計画

#### 融合を加速する戦略的プロジェクトの推進

研究開発投資の大幅拡充・戦略的重点化とともに、様々な分野の融合を促すことにより、研究開発成果の産業化を加速することが必要である。

ア) 連携プロジェクト	基礎から実用化に向けた研究開発と環境整備、革新的技術と周辺技術の研究開発等を、関係府省の壁を越えて一体的に実施。これを、内閣府が中心となってプロジェクトの企画立案(目標、基本的な体制等)、全体管理を行う。計画に基づき、各省が役割分担を踏まえて施策を提案・実施する。(内閣府、関係省)
イ) 実証プロジェクト	システムとして満たすべき機能・性能を目標として定め、公募により複数の技術提案を受け、試作システム開発等を競争的に行う。研究開発の中間又は終了まで競争環境を維持し、オープンな評価等により研究開発を推進する(経済産業省)
ウ) ナノテクノロジー商品化推進ファンド	世界に先駆けて商品化を行うことにより、世界トップのシェア獲得、デファクト標準の獲得を促進するため、3年以内にナノテク製品を市場投入するものへの助成を行う。(経済産業省)
エ) 融合研究を加速する研究開発環境整備	異なる技術分野、産学官、川上・川下産業等の融合研究の取組みを促進するオープンな研究開発拠点、研究開発に利用可能なネットワーク、超高速の計算処理能力を持つグリッド・コンピューティング環境等の整備。(経済産業省、文部科学省、総務省)

#### 即戦力となる幅広い視野を持つ人材の育成(文部科学省、経済産業省)

ア) 専門的・学際的な知識を有する人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・医学・工学の双方の知識を有する人材育成</li> <li>・ナノテクノロジーのビジネス化を促進する目利き人材の育成</li> <li>・研究と一体となった人材育成</li> <li>・大学院生、社会人等に対する最先端の知見・手法の修得のための高度なトレーニングコースやセミナー等の設置・充実等</li> </ul>
イ) 大学と産業との間の研究者人材の流動化	
ウ) 優れた技術者・技能者の養成及び確保	
エ) 産学官連携等を促進するコーディネータの充実	

## 市場化を促進する環境整備

ア) 事業化支援 (試作機能、ベンチャー設立等)の充実	ナノテクノロジーの技術シーズの円滑な市場化を促進する民間のファウンドリーに対する支援を充実(経済産業省)。ベンチャー等を活用した新技術の事業化を促進するため、試作機能整備等のサポート体制等の充実。(経済産業省、厚生労働省)
イ) 制度見直しの推進	新技術の普及を加速する視点から、政府の行う許認可制度等の見直しを推進。(厚生労働省、国土交通省、総務省)
ウ) 知的財産戦略の強化	基本特許や周辺特許等を重視した研究開発投資とますます複雑化し、コストアップする知的財産権の取得・活用に対する支援。(経済産業省、関係府省)
エ) 標準化戦略の強化	トップランナー技術のデファクト化、デジュール化の早期の見極め及び官民の協力による積極的な国際標準の提案(経済産業省)。国際標準化を視野に入れた、産学官の連携、国際協調等による研究開発の推進(総務省、経済産業省)。試験方法、評価方法等の国際規格提案を考慮した新材料等の研究開発の推進(経済産業省、文部科学省)
オ) データベース構築支援	ナノレベルで解明した物質・材料の構造・特性に関するデータベース等の構築と支援(文部科学省、経済産業省、厚生労働省、国土交通省)
カ) ネットワーク整備	産学官の研究者ネットワークの強化とともに、ビジネスベースでのネットワークを整備。このため、国内、アジア域内、グローバルのネットワークを我が国中心で整備し、世界のナノテク研究・ビジネスハブになる。(文部科学省、経済産業省、総務省)
キ) 基盤的な研究開発等の充実	将来の競争力の強化を図るため、ナノカーボン等のナノテクノロジー固有材料の研究開発、計算科学技術を活用したナノシミュレーションの研究開発等の基礎・基盤的な研究開発や様々な可能性を追求する研究開発を充実(文部科学省、関係府省)。
ク) 社会・産業に与える影響調査	ナノテクノロジー・材料分野の進展に伴う、社会・産業に与える影響に関する調査を推進。(関係府省)

### (2) 各産業別の行動計画

#### ネットワーク・ナノデバイス産業

##### 戦略目標 - 1

- ・ 45～65 nmノードの半導体デバイスを用いた情報通信機器、多言語自動翻訳システムや画像・音声を用いたコンピュータとの入出力技術を採用した情報端末等を市場に投入する。また、我が国独自技術による次世代デバイスの市場開拓を目指す。

- ・大容量、超小型、低消費電力の記憶装置等を実用化する。

#### [行動計画]

- ・半導体デバイスは、目的の機能を発揮するよう、多様な技術のハードルを克服し、かつ統合して適用されて実現するシステムであり、デバイスメーカー、装置メーカー、材料メーカー、大学等が連携して研究開発を進め、次世代半導体関連技術のデファクト標準を獲得する。(経済産業省、文部科学省)
- ・大容量、超小型、低消費電力の記憶装置等を実現するための研究開発を行うとともに、新たな記憶装置等などの市場化を促進するために、記憶装置等の規格の統一を推進する。(経済産業省、文部科学省)
- ・音声自動翻訳技術、利用者に応じた音声認識・音声合成技術等の研究開発を推進するため、産学官が研究開発に利用可能なネットワークやオープンな研究開発拠点等を構築・活用する。(総務省)

### 戦略目標 - 2

- ・光ネットワーク、及びそれと統合可能なブロードバンドワイヤレス通信システム等を構成するフォトニック技術と高速無線デバイス技術を連動する形で市場に投入する。
- ・情報通信の信頼性等を高めるために必要な送受信装置を実現し、信頼性・安全性の高い情報通信システムを市場に投入する。

#### [行動計画]

- ・民間企業、大学等との連携を図りつつ、推進すべき研究開発課題、産学官の役割分担等、将来の研究開発の方向性や推進方策の検討等を推進する。(総務省、経済産業省)
- ・ナノオーダー高精度制御技術等により高速、大容量対応のプラスチック光ファイバーを開発し、光ホームネットワーク市場でデファクトスタンダード化を進める。(総務省、経済産業省)
- ・高速・高機能ネットワークや量子暗号システムの実現に必要な関連技術の研究開発を推進するため、実環境での適合性等を確認するためのネットワークや研究開発拠点等の構築や国際標準化を推進する。(総務省)

### 戦略目標 - 3

- ・省電力・省スペース・高画質・大画面の壁掛けTVを実現するとともに、2006年を目途に中小型の高解像度のシートディスプレイを市場に投入する。

#### [行動計画]

- ・FEDの製品化に際し、電子源として用いるカーボンナノチューブの機械的特性、電気的特性に係る試験方法等の標準化を図る。(経済産業省)
- ・高効率に発光する高分子材料、高精細フルカラー電子ペーパー等を開発し、ディスプレイとして製造するプロセスの評価を行う。(経済産業省)



## ナノバイオニック産業

### 戦略目標 - 1

- ・ 人体への影響が極めて低い各種計測・分析・診断用マイクロチップ等を市場に投入する。健康診断等に用いる各種ナノバイオデバイスを製品化し、医療機関での使用を開始する。
- ・ 各種計測・分析・診断用マイクロチップ等で医療機器の治験を進める。また、医療用マイクロマシン技術等を用いた低侵襲カテーテル・内視鏡等の医療機器の治験を開始する。

#### [行種計画]

- ・ 健康・医療分野での工学技術の活用が拡大しており、医学と工学の知識を有する人材の育成等医工連携を推進する。(厚生労働省、文部科学省、経済産業省)
- ・ 医療機器の審査システムを充実する。(厚生労働省)
  - 審査期間の短縮化、審査プロセスの透明化
  - 審査官として、医学、薬学、工学等の専門家の採用、増員
  - 「ファスト・トラック制度」(優先的な治験相談)の導入
  - 医療上有用性の高い製品に対する「優先審査体制」の拡充
  - 医療機器に係る申請前相談制度、治験相談制度の開始、事務処理期間の改善等
- ・ 画期的・革新的な新規医療機器については、開発のインセンティブを与えるため、保険償還価格決定の際に加算を行える仕組みとしたところであり、本制度の適切な運用を図るとともに、今後の実績等を踏まえつつ、その運用について必要に応じ見直す。(厚生労働省)
- ・ 体内埋込型の医療機器等の技術的、社会的にリスクの高い医療機器については、我が国企業が積極的にこのような医療機器の開発・製品化に取り組むための環境整備について所要の措置の検討を行う。(厚生労働省、経済産業省)
- ・ 各種計測・分析・診断用マイクロチップ等の製品化を促進するため、実装方法の標準化、標準的なプロトコルの公開等を進める。(経済産業省)
- ・ 先端的な医療機器の市場は必ずしも大きな市場とは言えないことから、中堅、中小、ベンチャー等における研究開発や事業化を促進する(厚生労働省、文部科学省、経済産業省)。
- ・ 医療機器開発において、関係府省による研究開発の更なる推進を行うとともに、治験の申請段階から、承認申請まで一貫した指導・審査体制を整える。(厚生労働省、関係府省)

### 戦略目標 - 2

- ・ 癌治療用DDSなど一部のDDSを臨床に導入し、各種のDDSの治験も開始する。



### [行進計画]

- ・医薬品開発において、関係府省による研究開発の更なる推進を行うとともに、治験の申請段階から、承認申請まで一貫した指導・審査体制を整える。(厚生労働省、関係府省)
- ・臨床試験を実施するための非臨床に関する基礎データを整備する。(厚生労働省)
- ・ナノ微粒子スクリーニング技術、製剤化材料技術を開発し、これを用いた関連データベースを整備する。(経済産業省、文部科学省)

### 戦略目標 - 3

- ・インプラントチップや生体適合材料を用いた治療を始める。ナノレベルで組織制御を行った生体にやさしい材料を実現し、より強力な人工骨・靭帯・低磨耗人工関節や安全な人工角膜・高酸素透過率コンタクトレンズなどの生体適合材料の産業化を進める。

### [行進計画]

- ・材料開発・部材開発を進めるに当たって、ISO規格との整合性または新規規格提案(新評価法、新材料)を考慮して進める。(経済産業省)
- ・産学官の強力な連携による研究開発体制を整備するとともに、今後の生体材料特許戦略の基礎となる細胞-材料間の相互作用を解明するマテリアルゲノミクスのデータベースを構築する。(文部科学省)

## ナノ環境エネルギー産業

### 戦略目標 - 1

- ・膜材料や電極・触媒材料の技術革新により高性能なモバイル型燃料電池、住宅用等定置用燃料電池、燃料電池自動車等を製品化する。また、白色LED照明器具の利用を進める。

### [行進計画]

- ・燃料電池自動車や住宅用等定置用燃料電池及び、水素の製造・輸送・貯蔵技術等周辺技術について、産学官の適切な役割分担の下、戦略的技術開発、実証試験、基準・標準等整備事業、普及啓発等関連施策の強化を図る。(経済産業省、文部科学省)
- ・固体高分子形燃料電池普及基盤整備等事業における安全性・信頼性等の試験評価方法の確立、国際標準化に係る活動の強化を図る。(経済産業省)
- ・関係府省において、2005年を目途に、燃料電池の安全性の確保を前提とした規制(高圧ガス保安法、消防法、道路運送車両法、道路法、建築基準法、電気事業法)の再点検を実施する。具体的には、関係府省による「燃料電池に関する関係省庁連絡会議」において燃料電池自動車・水素供給ステーション・定置用燃料電池の規制の再点検スケジュール等を取りまとめ、対策を実施する。(経済産業省、関係府省)
- ・省エネ型LED照明を公共建築でグリーン調達する。(経済産業省、関係府)

省)

### 戦略目標 - 2

- ・ 超耐熱材料、電磁気材料、超電導材料等の性能革新により、高効率の発電・送電・変換等を実現する。
- ・ 高強度材及び軽量材の活用により、エネルギー効率が向上した自動車、航空機等の輸送機器が市場に普及する。

#### [行進計画]

- ・ 超耐熱材料の開発から実機タービンでの実証等を行う。(文部科学省、経済産業省)
- ・ 耐熱性等を著しく向上させるセラミックス膜を金属等基板上にコーティングした材料の界面特性評価試験方法の標準化を図る。(経済産業省)
- ・ 異種材料界面を中心とした材料ナノテクノロジーの体系化を進めるために、コーティングの特性、合成、設計技術等に関連したデータベースを構築する。(経済産業省)
- ・ 産学官連携、材料とユーザーの垂直連携、官民連携等による利用技術の開発を進める。(経済産業省)
- ・ 鉄、アルミニウムを適切に組み合わせた車軽量化材料、分子構造を精密に制御した高強度・軽量高分子材料の開発を推進し、デファクトスタンダードの獲得を目指す。(経済産業省)
- ・ 高温超電導ケーブルの実線路実証試験を行う。(経済産業省)

### 戦略目標 - 3

- ・ 選択性の高い分子認識機能をもつナノ構造認識膜を開発し、有害物質を含む排水の発生源に設置する。また、光触媒応用環境浄化機器・住宅用部材の製品化を進める。
- ・ 緻密な環境モニタリングを開始する。また、これにより、リアルタイムでの環境測定が可能となる機器の製品化を進める。
- ・ 有害物質等による影響の包括的な評価、環境汚染の未然防止対策を進める。

#### [行進計画]

- ・ 有害物質の高効率除去膜を排水源に設置してその効果の実証試験と評価を行う。(環境省)
- ・ コンビナトリアル手法の応用等により、有害化学物質を除去する新規光触媒の開発及び既存光触媒の高度化を行うとともに、光触媒による環境浄化建材・その性能評価方法の国際標準化(ISO)に向けて試験方法の開発を行う。(文部科学省、経済産業省)
- ・ 環境中の有害物質に関するリスク管理を民間、個人レベルでも推進し、自主的な管理体制整備や環境配慮型の行動様式への転換を図るため、環境モニタリング機器の導入について検討する。(環境省)

- ・ 環境チップを作成するとともに、これを用いた化学物質のリスク評価を行い、既存の手法によるリスク評価結果と比較し、有効性を検証する。(環境省)

## 革新的材料産業

### 戦略目標

- ・ 超微細粒鋼、高耐食鋼、スマートマテリアル等により、リサイクル性の高い新構造材料の実用化目途をたて、モデル事業を通じて、橋梁リプレース、都市再生計画等にあわせて社会資本整備市場において、新構造材料や極限環境下材料の適用を順次拡大する。

### [行動計画]

- ・ 超微細粒鋼を始めとした新構造材料の強度等の材料特性とその溶接性能等の施工性に関する技術開発が一体となったモデル事業を行い、技術課題の効率的な抽出と開発技術の実証を官民の強力な連携により行う。(文部科学省、国土交通省、経済産業省)
- ・ 新構造材料の製造技術の開発を進めるとともに、その市場化に向けた損傷劣化モニタリング技術、構造性能診断技術、補修・メンテナンス・防食技術等の周辺技術開発を並行して進める。(文部科学省、国土交通省、経済産業省)
- ・ 公共工事における技術活用システムによりパイロット事業等を実施するとともに、新構造材料に対応した設計基準や許認可に係わる基準等の見直しを進め、政府調達のみならず民間における新構造材料の普及を促進する。(国土交通省)
- ・ 新構造材料を利用しやすい環境を作るため、性能評価の基準、新構造材料の特性に係わるデータベース化等の環境整備を進める。(文部科学省、国土交通省、経済産業省)
- ・ 消防法令における技術基準の性能規定化を図り、消防分野における新材料の円滑な導入を可能とする。(総務省)

## ナノ計測・加工産業

### 戦略目標 - 1

- ・ 高度なMEMS製造技術を確立し、競争力のあるMEMS製品を多様な分野で市場に投入する。また、利便性の高い(低コスト、高スループット等)高度なMEMS試作・量産ファウンドリーを充実させ、MEMS関連産業発展の基盤を整備する。
- ・ 機能性化学品の製造や計測・分析機器等、マイクロ化学プロセス技術の幅広い分野における応用を実現する。

### [行動計画]

- ・ MEMSの市場化を促進、本格化するため、MEMS製品開発を促進するとともに、ファウンドリーなどの高度なMEMSの製造拠点の整備等、多様な産

- 業における MEMS 開発を可能とする環境整備を行う。(経済産業省)
- ・プロセスの標準化や MEMS 開発支援ツール(設計・シミュレーションソフト等)の開発を検討する。(経済産業省)
- ・MEMS 評価手法標準化の検討を進める。(経済産業省)
- ・マイクロ分析・生産技術の基盤技術を確立するとともに、規格化、標準化等を含め、実用化への取組みを促進する。(経済産業省)

## 戦略目標 - 2

- ・インクジェット造形技術やナノ鋳型技術等を利用した低コストナノ加工技術を実用化し、装置を市場に投入する。
- ・コンビナトリアル手法を利用した種々の材料への適用可能な合成・評価装置を開発し、研究開発での一般的な利用を進める。

### [行進計画]

- ・高額な設備が必要な評価・分析や微細加工サービスを研究開発用途に提供するナノテクノロジー総合支援プロジェクト等のナノテクセンターを整備・充実する。また、試作ライン構築等を支援することにより、実用化を促進する。(文部科学省、経済産業省)

## 戦略目標 - 3

- ・走査速度の向上やマルチプローブ化等により、リアルタイム測定や高スループット原子・分子操作が可能な走査プローブ顕微鏡を開発し、研究開発や一部産業で活用を始める。
- ・タンパクの構造等を高速かつ精密に解析を実現する NMR や電子顕微鏡といった計測機器、生体材料等を 3次元で高解像度で計測する機器等の次世代計測機器が開発され、研究開発や一部産業で活用を始める。
- ・放射光、中性子、量子ビーム等を利用した加工・計測が研究開発において一般化し、一部製造プロセスにおける利用を始める。

### [行進計画]

- ・我が国の技術シーズをもとに、ユーザー・メーカーが一体となって計測・分析・評価機器の開発を進め、開発された最先端の機器について、実用化・市場化に向けた取組みを行う。(文部科学省、経済産業省)
- ・世界最高水準の性能を有する分析、評価、加工装置の研究開発及び装置開発にあたっては、普及機器への技術波及が期待でき、かつ、新たな研究領域の開拓につながる可能性もあるためシミュレーション技術の活用を積極的に進める。(文部科学省、経済産業省)
- ・計測技術の積極的な国際標準化、計量標準を供給する。(経済産業省)



## (別添： 行動計画に関する具体的施策)

戦略目標を達成するために、各府省がそれぞれ必要と考えている具体的な施策を列挙する。

### 横断的事項

- ・ 研究環境の整備：
  - 様々な技術分野や産業分野の共通基盤となるナノテクノロジーでは、異なる技術分野間の融合、大学と産業界の融合、川上産業と川下産業といった業種間の融合が実用化の鍵となっているが、我が国の融合研究は不十分な状況にある。ナノテクノロジーの実用化を目指し融合研究を進める先進諸国に太刀打ちするため、産業界や大学における融合研究を促進し、その取組みを支援する研究開発施設等を速やかに整備する。(経済産業省)
  - 世界最速の研究ネットワークであるスーパーSINETを活用し、分散したコンピュータを高速回線で結び、超高速の計算処理能力を持つグリッド・コンピューティング環境を構築することにより、高度なナノシミュレーションの実現に資する。(文部科学省)
  - 高速・高機能ネットワーク関連技術の研究開発等を行うため、産学官が研究開発に利用可能なネットワークやオープンな研究開発拠点等のテストベッドを構築・活用する。(総務省)
- ・ 人材育成：
  - 21世紀COEプログラムの化学・材料科学分野、学際・複合・新領域分野等において、我が国の大学に世界的研究教育拠点を形成するための重点支援を行う。これにより、教育及び研究の水準の向上や、世界をリードする創造的な人材育成を図る。(文部科学省)
  - 科学技術振興事業団の戦略的創造研究推進事業の戦略創造プログラム及びさがけプログラムにおいて、若手個人研究者の独創性を活かした基礎的研究を推進する。(文部科学省)
  - 科学技術振興調整費「新興分野人材養成」では、人材の養成・拡充が不可欠な研究分野において、一元的かつ機動的に研究者を早期に育成するための人材養成ユニットを設置するための経費を支援し、新たな分野への対応、新たな人材養成手法の導入等の充実を図る。(文部科学省)
  - 科学技術振興調整費の「若手任期付研究員支援」において、研究員の任期制の広範な定着を目指し、若手の任期付研究員が任期中に自立的研究に専念できるよう、特に優秀な任期付研究員に対して任期中における研究を支援する。(文部科学省)
  - ナノテクノロジー総合支援プロジェクトにおいて、特殊な技術を要する機器・設備を有する機関への技術者の派遣、融合分野対応型人材育成のためのセミナー開催等を行う。(文部科学省)
  - 科学技術振興事業団の能力を活用し、大学、公的機関、TLO等の研究成果の特許化を推進するため、今まで十分な対応が図られていない海外特許の取得支援を含む特許出願等を総合的に支援する体制を整備するとともに、目利き人材の育成、総合的な技術移転相談窓口機能等を集中化し、新たに技術移転支援センター機能を整備する。(文部科学省)
  - NEDO等によるコーディネート機能充実(経済産業省)
- ・ ネットワーク整備：
  - ナノテクノロジー総合支援プロジェクトにおいて、産学官の研究者に対し、ナノテクノロジーに関する情報の収集・発信、シンポジウムの開催等の支援を行うとともに、大型・特殊の施設・設備に関し、外部研究者に対する利用機会の提供及び技術的な支援を行うことにより、研究者間のネットワークをさらに強化する。(文部科学省)
  - 産業創出環境の整備のため、ビジネスベースでのネットワークの整備を図ることが重要。先ず国内ネットワーク、アジア域内ネットワーク、グローバルネットワークを我が国中心で整備し、日本を世界のナノテック研究ハブ、ビジネスハブに育てる。(経済産業省)



- 産学官が研究開発に利用可能なネットワークやオープンな研究開発拠点等のテストベッドを活用することにより、産学官の研究者間のネットワークの強化を図る。（総務省）

## ネットワーク・ナノデバイス産業

### <戦略目標 - 1の行動計画>

#### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 基盤整備により、次世代半導体関連材料のデファクト標準を獲得する（経済産業省）。
- ・ 研究開発プロジェクトを通じて基本特許から知的財産を取得することにより、本分野におけるイニシアティブを獲得する。具体的には、知的財産権の取得に係る経費を、研究開発プロジェクトの経費の中に位置づけ、研究開発を進めるのと並行して、その成果に係る知的財産権（基本特許から関連特許まで幅広く）の取得のための取組みを行う。（文部科学省）
- ・ 音声自動翻訳技術、利用者に応じた音声認識・音声合成技術等の研究開発を行うため、産学官が研究開発に利用可能なネットワークやオープンな研究開発拠点等のテストベッドを構築・活用するとともに、新産業の創出等に寄与する。（総務省）
- ・ 光メモリなどの市場化を促進するために、メモリ装置等の規格の統一を推進する。（経済産業省）

#### 研究開発関連

- ・ 材料メーカーによる半導体材料開発効率の抜本的向上（開発期間半減）を目指し、高機能半導体に必要となる数十種類にのぼる材料を最終ユーザー用途（移動通信、画像処理等）に応じて指適な材料セット（統合部材）として一体的に開発できる基盤（統合部材開発基盤）を構築する。具体的には、材料トップメーカーを集結し、開発のネックとなっている微細環境下でのナノレベルの材料間の相互影響（例えば配線材と層間膜材、絶縁材、バリアメタルなど）まで一体的に評価可能な支援ツール（統合部材開発支援ツール；High Performance TEG(Test Element Group))を開発し、従来の個別単体材料開発に比べて抜本的な開発効率向上及び高性能実用部材を実現する。（経済産業省 次世代半導体ナノ材料高度評価 PJ(F21)）
- ・ 現在一つの実装配線板上に半導体（メモリIC、高速ロジックIC等）や受動部品（抵抗、コイル等）を並べているものを、一つの実装配線板上に半導体のみを並べ、受動部品を低誘電率有機層間絶縁材料等に埋め込み、配線長さを極力短くすることにより高速信号処理を実現する為の実装システムを開発する。（経済産業省 次世代半導体デバイス用高密度化実装部材のための基盤技術開発）
- ・ 国際半導体ロードマップ（ITRS）で示されている65 - 45 nm以下の極微細な半導体デバイスの製造に必要な高誘電率、低誘電率材料の形成技術開発、プロセス・デバイス・配線構造評価技術、トランジスタ・回路技術の実証、リソ・マスク関連新計測法の開発等、次世代半導体材料・プロセス基盤技術の開発を行う。（経済産業省 次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発）
- ・ 100倍の高速処理が可能でありながら、消費電力は100分の1のコンピュータを実現すると共に、素子の製造にあたっては、現在の大型電子ビーム露光装置やクリーンルームを要する大規模な半導体製造工場をピーカーレベルでの小回りのきくセル生産へと一変させ、環境に優しい工場を実現する。具体的には、バイオテクノロジーとの融合により、タンパク質の自己組織化を利用したまったく新しいシステムにより、超小型、超省電力デバイスのための素子を開発する。（文部科学省 ナノテクノロジーを活用した新しい原理のデバイス開発（バイオテクノロジーを活用したナノ集積テクノロジーの世界標準創製への挑戦））
- ・ あらゆる機器の基盤である半導体デバイスの高度化に必要な微細加工技術の開発を行う。具体的には、経済産業省、文部科学省が連携し、次世代半導体デバイス製造に不可欠なリソグラフィ用極端紫外（EUV）技術の開発を行い、LSIの細線化（線幅を現在の130 nmを本技術で50 ~ 25 nm）のための露光装置開発を行うなどにより、半導体デバイスの高度化を図る。（経済産

業省 極端紫外線 (EUV) 露光システム技術開発、文部科学省 極端紫外 (EUV) 光源開発等の先進半導体製造技術の実用化)

- ・ 2007年までに、携帯電話等の様々な情報通信端末を用いた多言語自動翻訳システム等を開発する。(総務省)
- ・ 量子デバイス技術の基礎的研究を競争的環境下で並行して行い、必要となる技術的基盤を確立し、既存のコンピュータでは数万年もかかる複雑な計算をわずか数秒で処理できるコンピュータ、より人間の思考に近いコンピュータ(確率的な判断ができるなど)を実現する。(文部科学省 量子情報処理プロジェクト)
- ・ ナノテクノロジーを活用し、革新的な情報処理システムに必要なデバイス開発に必要な新材料を開発する。(文部科学省)
- ・ 機能性ナノ粒子の粒径制御、微細化技術を確立し、高密度磁気記録媒体向け、極微細配線向け、発光素子向け、傾向素子向けナノ粒子を合成し、機能の評価及び薄膜化技術に応用する。2006年に半導体デバイス、ストレージ装置、有機ELディスプレイなど性能を高度化するための部材として一部が使用される。(経済産業省 ナノ粒子の合成と機能化技術PJ)
- ・ 大容量の記録材料としてホログラフィックディスクが有望視されているが、高速記録と安定性の両立する材料が未開発であり、これを実現するため、研究開発体制の整備が早急に必要。なお、ホログラフィックディスクは、2005年以降、急激に市場が立ち上がり、2010年には、広く普及し、数兆円(現在のハードディスクとビデオテープをあわせた規模)の市場となると予想。(経済産業省)

#### <戦略目標 - 2の行動計画>

##### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 高速・高機能ネットワーク関連技術の研究開発等を行うため、産学官が研究開発に利用可能なネットワークやオープンな研究開発拠点等のテストベッドを構築・活用するとともに、新産業の創出等に寄与する。(総務省)
- ・ 民間企業、大学等からなる高速・高機能ネットワーク等の関係団体との連携を図りつつ、将来の研究開発の方向性や推進方策の検討等を推進する。(総務省)
- ・ 量子暗号通信等の早期実現に向けて、実環境での適合性等を確認するための、量子情報通信の研究開発用テストベッドを構築し、実用化に近い環境での実証実験を行う。(総務省)
- ・ 民間企業、大学等からなる「量子情報通信研究推進会議」との連携を図りつつ、将来の研究開発の方向性や推進すべき研究開発課題、産学官の役割分担等の推進方策の検討等を推進する。具体的には、2005年までに、盗聴の検出可能な量子暗号鍵配布技術等、量子暗号通信の要素技術を確立するとともに、2010年までに、光通信を超える超高速通信が可能な量子通信のプロトタイプを実現する。(総務省)

##### 研究開発関連

- ・ 2004年までに、テラビット情報通信用の超高速光源・スイッチ等の時間多重型超高速光デバイスを開発する。(経済産業省 フェムト秒テクノロジーの研究開発)
- ・ 2006年までに、超高速・大容量光ネットワークを実現する上でコアとなる、電子制御型波長多重光スイッチノードデバイス及び次世代全光スイッチノード実現技術を開発する。(経済産業省 フォトニックネットワーク技術の開発)
- ・ 2006年までに、半導体素子を用いたルータやサーバの限界をブレイクスルーするために、半導体と異なる原理で動作する単一磁束量子(SFQ)を用い、より大量の情報をより高速に処理するためのルータやサーバ用デバイス技術を開発する。(経済産業省 低消費電力型超電導ネットワークデバイスの開発)
- ・ 2005年までに、オール光ネットワーク化を実現するため、大規模光ルータや高密度光多重化技

術等の要素技術を開発する。(総務省)

- ・ 2010年までに、エンド-エンド間のオール光ネットワーク化のための超大規模高信頼光ルータ等の研究開発を行う。(総務省)
- ・ 2007年までに、高速無線デバイス技術等の要素技術を基に、上記のテラビットクラス容量のオール光ネットワークと統合可能な、ブロードバンドワイヤレス通信システムを実現する。(総務省)
- ・ 2012年までに、高速無線デバイス技術等の要素技術を基に、上記のペタビットクラス容量のオール光ネットワークと統合可能な、超ブロードバンドワイヤレス通信システムを実現する。(総務省)
- ・ ナノオーダー高精度制御技術により高速、大容量対応のプラスチック光ファイバーを開発する。(経済産業省)
- ・ 2005年までに、量子暗号を実現するため、量子暗号鍵配布技術等の要素技術を実現する。(総務省)
- ・ 2010年までに、量子通信を実現するため、超高速量子通信のプロトタイプを開発する。(総務省)

#### <戦略目標 - 3の行動計画>

市場化を促進するための環境整備

- ・ FEDの製品化を図る際に、電子源として用いるカーボンナノチューブの機械的特性、電気的特性に係る試験方法等の標準化を図る。(経済産業省)

研究開発関連

- ・ 2006年までに、軽量・薄型の大画面ディスプレイや紙のように柔らかいシートディスプレイを実現するために、高効率有機デバイスを開発する。(経済産業省 高効率有機デバイスの開発)
- ・ 高効率で三原色を発光する高分子材料を開発するとともに酸素バリア性、耐水性に優れた基盤封止剤を開発し、発光材料、デバイス化のプロセス評価を行う。2006年を目処に小型の有機ELディスプレイから市場に出始める。(経済産業省 高分子有機EL発光材料PJ(F21))
- ・ カーボンナノチューブ(CNT)の電子放出特性の均質化のための微細エミッタ作製技術等を開発し、CNTを用いた薄型、低消費電力、高輝度、高画質のフィールドエミッションディスプレイ(FED)を実現する。(経済産業省カーボンナノチューブFEDPJ(F21))
- ・ 機能性カプセル作成技術、カプセル配列技術を開発し、高精細フルカラー表示で書き換え可能な電子ペーパーを開発する。2006年を目処にカラー表示で書き換え可能な中小型サイズの電子ペーパーが上市される。(経済産業省 機能性カプセル活用フルカラーリライタブルペーパーPJ(F21))
- ・ ダイヤモンド半導体を実用化するため、ナドーピングやナノ界面制御の伝導制御技術、デバイス試作評価技術を開発する。これにより、液晶バックライト放電灯等への応用につながる基盤を確立する。(経済産業省ダイヤモンド極限機能PJ(F21))

### **ナノバイオニック産業**

#### <戦略目標 - 1の行動計画>

人材育成

- ・ 健康・医療分野での工学技術の活用が拡大しており、医学と工学の知識を有する人材の育成等、医工連携を推進する(文部科学省、経済産業省、厚生労働省)。
- ・ 新たな医療技術に対応するため、医学と工学の連携により、診断・治療に必要な要素技術等について研究開発を推進する。(文部科学省)
- ・ 先端的な医療機器の市場は必ずしも大きな市場とは言えないことから、中堅、中小企業、ベンチ



- ヤー等における研究開発や事業化を促進する。(厚生労働省、文部科学省、経済産業省)
- ・「独立行政法人医薬品医療機器総合機構」の設置と、人員・組織強化、質の向上、効率化等の体制設備により、医療機器等の審査業務の総合的な実施と、治験前段階から承認まで一貫した指導・審査体制の構築を行う。具体的には (厚生労働省)
    - ◇ 審査期間の短縮化、審査プロセスの透明化
    - ◇ 審査官として、医学、薬学、工学等の専門家の採用、増員
    - ◇ 「ファスト・トラック制度」(優先的な治験相談)の導入
    - ◇ 医療上有用性の高い製品に対する「優先審査体制」の拡充
    - ◇ 医療機器に係る申請前相談制度、治験相談制度の開始、事務処理期間の改善 等
  - ・画期的・革新的な新規医療機器については、開発のインセンティブを与えるため、保険償還価格決定の際に加算を行える仕組みとしたところであり、本制度の適切な運用を図るとともに、今後の実績等を踏まえつつ、その運用について必要に応じ見直す。(厚生労働省)
  - ・世界的に大きな成長が見込まれる医療機器産業の国際競争力強化のため、その現状及び今後の課題等を分析した上で、医療機器の研究開発から販売、保守管理に至るまでの総合的な支援策を検討し、「医療機器産業ビジョン」(仮称)を平成14年度中に策定する。(厚生労働省)
  - ・医療機器における治験基盤を確立すべく、平成17年度以降、医療機器に関する医師主導の治験を大規模治験ネットワークで実施する。(厚生労働省)
  - ・体内埋込型の医療機器等の技術的、社会的にリスクの高い医療機器については、我が国企業が積極的にこのような医療機器の開発・製品化に取り組むための環境整備について所要の措置の検討を行う。(厚生労働省、経済産業省)

#### 研究開発関連

- ・材料ナノテクノロジーやナノ微細加工技術等の我が国が強みを有するナノテクノロジーを、バイオ分野において活用し、画期的に高速・高感度な分析機器などの開発を実施。これにより、2008年度を目途に、少量試料・短時間・同時多項目の分析を可能にする超小型マルチセンサや1分子DNA計測システムなど、高速、高感度な分析機器を開発する。(経済産業省 先進ナノバイオデバイスプロジェクト)
- ・2006年までに昆虫の感覚機能生体分子を基板への固定化技術等を開発し、多機能レセプター型バイオセンサを構築する。(農林水産省)
- ・身体内部機能を代替する人工インプラント等、日本の国際競争力が弱い分野での医療機器研究開発を推進する。(厚生労働省)

#### <戦略目標 - 2の行動計画>

##### 市場化を促進する環境整備

- ・「独立行政法人医薬品医療機器総合機構」の設置と、人員・組織強化、質の向上、効率化等の体制設備により、医療機器等の審査業務の総合的な実施と、治験前段階から承認まで一貫した指導・審査体制の構築を行う。(厚生労働省)
- ・ナノテク技術を応用した計測・分析・診断用機器、DDS、医療用マイクロマシン、微小用鉗子カテーテル、人工骨・靭帯・低磨耗人工関節等の基礎研究を進め、臨床試験を実施するための非臨床に関する基礎データを整備する。(厚生労働省、文部科学省)
- ・ナノ微粒子を用いて、莫大なタンパク質や化学物質の中から産業上有用な物質を高速・高度に選別する技術の開発を実施。さらに、ナノ微粒子スクリーニング技術のロボット化や関連データベースの整備を2008年度を目途に実施する。これにより、画期的な新薬開発や診断・治療などへの応用につながる基盤を構築する。(経済産業省 ナノ微粒子スクリーニングプロジェクト)

#### 研究開発関連



- ・ ナノカプセル技術を用いることにより、廃棄血液の有効成分を活用し、長期保存可能で、過誤輸血やウィルス感染などの心配のない「人工赤血球」を製造する技術の開発を実施。2005年度までに人工赤血球の製造技術を確立し、2007年度までに人工赤血球を実用化レベルで供給する計画。（経済産業省 ナノカプセル型人工酸素運搬体製造プロジェクト）
- ・ 2006年までに微細加工技術によるマイクロチャネル及びナノチャネルの製法を確立し、DDS等へ利用可能な粒径のばらつき（標準誤差/平均粒径）が1%以下で平均
- ・ 粒径500nm以下のエマルジョン粒子作成を実用化する。（農林水産省）
- ・ 無機有機複合材料ナノ粒子作成技術を活用して、タンパク製剤、ホルモン、遺伝子などを効率的に細胞内へ導入する技術を実用化するとともに、材料・薬剤・生体の総合作用を解析し、体系化する。（文部科学省）

#### <戦略目標 - 3の行動計画>

##### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 研究開発プロジェクトの実施体制の中に、産業界と開発者の意見交換の場である産業ハイウェイ委員会（仮称）を設け、実際に市場でなにが求められているのかなどについての的確に把握し、適切にフィードバックしてプロジェクトを推進する。（文部科学省）
- ・ 材料開発・部材開発をISO規格との整合性または新規規格提案（新評価法、新材料）も考慮して進める。具体的には、機械的特性、生体活性、長期信頼性を加味した評価技術を開発し、材料開発を支援するため、臨床学的な使用条件を考慮した評価方法、細胞を用いた評価方法の開発等を行う。（経済産業省）

##### 研究開発関連

- ・ 2006年までに半導体微細加工技術によって加工した立体構造を表面に有する細胞培養プレートによる、細胞培養制御技術を開発する。また、生体適合性及び生分解性高分子による体内埋め込みが可能な素材を開発する。（農林水産省）
- ・ 2006年までに生体親和性が高く強度を有する素材である絹フィブロインタンパク質等を利用した骨・軟骨再生マトリックス材料を開発する。（農林水産省）
- ・ 生体適合材料、五感センサ、知覚デバイス等の要素技術を組み合わせ、人の生体機能を代替・補助する新規人工臓器・五感センサ・ナノ診断材料や生体を代替する装置・機器を開発し、小型で人体に優しい人工臓器・感覚器の実現により、患者が移植医療や大型医療機器等に頼らざるを得ないという行動上の制約の大きい現状を打破し、通常と変わらない生活を可能とする。（文部科学省 ナノテクノロジーを活用した人工臓器・人工感覚器の開発 - ヒューマンボディービルディング - ）
- ・ 遺伝子発現パターンの解析とそのデータベース化で材料の生体適合性を個体差をも考慮して評価できるシステム（マテリアルゲノミクス）を構築することにより次世代生体材料の基本特許を取得・蓄積する。（文部科学省）

## ナノ環境エネルギー産業

#### <戦略目標 - 1の行動計画>

##### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 固体高分子形燃料電池の実用化・普及のための基盤を整備するため、安全性、信頼性等の評価試験を通じたデータ収集、評価手法の確立、評価供試体、試験装置の制作を行うとともに、国内外の基準・標準の作成・提案を行う。（経済産業省）
- ・ 燃料供給ステーションの実証を含む燃料電池自動車の公道走行試験、定置用燃料電池コージェネレーションシステムの実使用条件下で運転試験を行う。（経済産業省）

- ・ 2005年を目途に、安全性の確保を前提とした規制の再点検を実施する（高圧ガス保安法、消防法、道路運送車両法、道路法、建築基準法、電気事業法）。具体的には、関係府省による「燃料電池に関する関係省庁連絡会議」において燃料電池自動車・水素供給ステーション・定置用燃料電池の規制の再点検のスケジュール等を取りまとめたところであり、今後、高圧水素容器の例示基準化、水素供給ステーションの保安距離の緩和、定置用燃料電池を一般電気工作物扱いにすることにより電気主任技術者等の不要化などを検討する。（経済産業省、関係府省）
- ・ 省エネ型LED照明の公共建築へのグリーン調達を行う。（経済産業省、関係府省）

#### 研究開発関連

- ・ 固体高分子形燃料電池の実用化・普及を図るために必要な高性能化、高耐久化、桁レベルのコスト低減を実現しうる、電解質膜、電極触媒、電極糊接合体（MEA）、セパレータ等の要素技術、劣化機構解明等に係る研究開発を行うとともに、電極触媒の低白金化、電極膜合体の連続製作、金属セパレータ製造等のコスト低減のための生産技術に関する開発を行う。（経済産業省、文部科学省）
- ・ 燃料電池の初期段階の普及を睨み、安全かつ低コストな水素の製造・利用に係る技術を確立するため、水素の安全性の検証に必要なデータの取得等安全技術の確立、水素燃料インフラに必要な圧縮機等の関連機器の開発、水素の製造・輸送・貯蔵等の革新的かつ基礎的な研究開発を行う。（経済産業省）
- ・ 電池効率20%アップ、膜材料と白金触媒面積1/10以下の高性能・低コストの高温運転型次世代燃料電池を実現する革新的材料開発と電池性能の実証を行い、低コスト・高性能の燃料電池の実用化により、自動車用、定置用（家庭用・小規模事業用）、携帯情報機器用などの用途への燃料電池の早期導入・普及及び市場自立化を実現する。（文部科学省 次世代型燃料電池プロジェクト）
- ・ ナノカーボン材料の量産・構造制御技術を開発するとともに、触媒担体機能等の化学的機能の応用を図る化学的機能制御技術、並びにナノカーボンデバイス等への応用を図る電氣的機能制御技術を開発する。これにより、ナノカーボン材料を用いた燃料電池電極等への応用につながる基盤を構築する。（経済産業省ナノカーボン応用製品創製PJ(F21)）

#### <戦略目標 - 2の行動計画>

##### 市場化を促進するための環境整備・研究開発関連

- ・ 超耐熱材料の開発、タービン翼の製作、実機タービンの作製、実証試験まで一貫して行う。これにより、火力発電の熱効率（現行平均40%）を60%以上に向上させて、発電関連排出CO<sub>2</sub>の大幅な削減を実現する。また、コージェネレーション（熱云供給）、ジェットエンジンにも応用し、高効率化を図る。これらを合わせ、地球温暖化問題の解決に向けて大きく貢献する。（文部科学省 エネルギー起源CO<sub>2</sub>削減のための超耐熱材料イニシアティブ）
- ・ 耐熱性等を著しく向上させ、ナノ構造制御したセラミックス膜を金属等基板上にコーティングした材料の界面特性評価試験方法の標準化を図る。（経済産業省）
- ・ 鉄、アルミニウムを適切に組み合わせた日本発の自動車軽量化材料開発を推進し、デファクトスタンダードを確立する。（経済産業省）
- ・ 加熱工程を経ない複合材や耐腐食性を有するマグネシウム等を航空機の構造材として利用し軽量化等をはかるための技術開発を行う。また、航空機の全体構造についての実証を行う。（経済産業省）
- ・ 高温超電導ケーブルの実線路実証試験に着手する。（経済産業省）
- ・ スクラップ（低品位）鉄に含まれる不純物元素を積極的に利用することによるリサイクル鉄の超鉄鋼化及び金属を始めとする材料についての資源循環型社会に向けた現状・動向の調査・課題抽出を行う。（文部科学省）

#### 研究開発関連

- ・ 変圧器に使用される最高級の電磁鋼板について、薄膜コーティング技術を用いて、その特性（低エネルギー損失）を画期的に向上させた材料を開発する。（2004年度達成予定）（経済産業省 変圧器の電力損失削減のための革新的磁性材料の開発）
- ・ 自動車の変速機、水圧ポンプ、タービン軸受け等の駆動システムにおける省エネルギーを図るため、摩擦に係る圧力等諸条件に最適な材料表面と潤滑膜を開発することにより、摩擦損失を大幅に低減する材料表面制御技術を確立する。（2006年度達成予定）（経済産業省 低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術の開発）
- ・ 高分子の構造を分子レベルで精密に制御し、3次元・表面・界面構造を制御する技術を開発することにより、易加工性樹脂、耐熱性樹脂、高強度繊維等の高強度化、軽量化を達成することで車両用タイヤなどの部材として使用される。（経済産業省 精密高分子技術PJ）
- ・ イットリウム系高温超電導材料について、長尺化、高性能化を進め、実用化をより意識した基盤技術開発を行う。これにより、電力事業のみならず、情報通信、運輸、医療福祉等幅広い分野において、従来技術では実現しえない革新的機器の実現や、従来機器の飛躍的な性能向上が可能になる。（2008年度達成予定）（経済産業省）
- ・ MGC（液蝕成長複合材料）を工業炉・ジェットエンジン等の超高温用部材として利用するための技術開発を行う。（経済産業省）

#### <戦略目標 - 3の行動計画>

##### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 通信インフラを有する通信事業者等と連携し、超小型・高機能環境モニタリング機器の普及に向けた検討を行う。また、環境中の有害物質に関するリスク管理を民間、個人レベルでも推進し、自主的な管理体制整備や環境配慮型の行動様式の転換を図るため、環境モニタリング機器の導入について検討する。（環境省）
- ・ 環境チップを作成し、これにより環境中の有害化学物質のリスク評価を行い、動物や微生物を用いた既存の化学物質リスク評価手法と結果を比較することにより、環境チップの有効性を検証する。（環境省）
- ・ 有害物質の高効率除去膜を、排水の発生源に設置するとともに、これに捕捉された化学物質の脱離・回収を容易にするための方策を検討し、システム全体としての効果の実証試験と評価を行う。（環境省）

#### 研究開発関連

- ・ 環境リスクの高い大気汚染物質等を測定するために、ナノテクノロジーの成果を広く活用・駆使した超小型センサの研究開発を行い、これらセンサ群とIT技術を融合し、個人、家庭等のレベルで環境汚染を把握できる超小型環境監視装置を開発する。併せて、これにより得られる高密度・多量の環境データを処理・解析するとともに、解析データ等について地域間相互利用を可能とし、また、各利用者にも配信できるネットワークシステムを開発する。（2007年度達成予定）（環境省 超小型・高機能環境モニタリング技術の開発）
- ・ 健康・生態系評価に適したDNA、抗体、細胞・組織等をのせた環境チップの作製を行う。具体的には、以下の技術を開発する。（環境省 健康・生態影響の多角的評価システムの開発）
  - 遺伝子レベルでの影響把握 遺伝子やタンパクの発現情報から有害化学物質による影響等に関わるDNAやタンパクを選抜しチップ化する。
  - 細胞レベルでの影響把握 有害化学物質に対し特異的に応答する人工組織（培養細胞等）とセンサを備えた超高感度健康・生態影響センサを開発しチップ化する。（2007年度達成予定）



- ・ 環境中に存在する環境ホルモンやダイオキシンなどの低濃度で強毒性の有害物質を選択的に認識捕捉するナノサイズの構造体を化学的に構築する技術（分子鋳型技術）を産学官のプロジェクトで完成させ、5年後を目標に製品化する。（2007年度達成予定）（環境省 有害物質の高効率除去膜の開発）
- ・ 光触媒の性能評価方法については、欧米企業に比べ、圧倒的に多い日本企業の光触媒分野での出願状況を踏まえ（日：米：欧＝2860：409：390）、現在日本発のISO規格（標準化）とすべく、試験方法の開発を行う。（経済産業省）
- ・ 建築物におけるエネルギー消費の抑制を図るため、光触媒を利用した放熱部材及び放熱部材と散水装置を組み合わせた冷房負荷低減システムを開発する。また、室内環境汚染物質の浄化を図るため、可視光でもシックハウス原因物質等を分解することができる室内環境浄化部材を開発する。（経済産業省 光触媒利用高機能住宅用部材PJ(F21)）
- ・ ダイオキシンの除去を目的とした高性能光触媒をコンビナトリアル手法を用いて開発するとともに、コンビナトリアル手法を用いた高速・高効率の合成・特性評価の開発システムを確立する。（文部科学省）

## 革新的材料産業

### <戦略目標 の行動計画>

#### 市場化を促進するための環境整備

- ・ 新構造材料を利用するための、高剛性設計法、特に耐震設計を行い、新しい接合技術と合わせて小規模な実体建設物を製作。これを、「三次元振動台」、「動的負荷装置」による試験を通じて、その使用方法の確立を図る。（文部科学省、国土交通省、経済産業省）
- ・ 都市再生に向けた、環境調和型の建築物施工法（特に環境に配慮した基礎工事の施工法：<エコパイルをイメージ>や、狭い空間での施工法、及び鋼橋などの環境調和型メンテナンス方法（特に防食処理技術）を開発。あわせて鋼製建築物の劣化診断技術も開発しモニタリングシステムとしての性能確認試験も含めて開発する。（国土交通省、経済産業省）
- ・ 産業基盤・社会基盤の長寿命化技術開発事業。産業基盤・社会基盤の長寿命化を図るとともに、廃棄物の発生抑制などに貢献するため、建築物や航空機等構造物の劣化・損傷の検出技術の開発、検出された劣化損傷などの診断・評価技術の開発、並びに長寿命化材料・設計及び補修技術の開発に平行的に取り組む。（国土交通省、経済産業省）
- ・ 公共工事に関連する技術開発を促進するとともに開発された技術を公共工事で活用するため、技術を実際の現場で施工し、その結果を評価し公共事業での活用を図っていく制度。（国土交通省）
- ・ 新材料の円滑な導入が可能となるよう、消防法令の技術基準の性能規定化を図る一環として、総合防火安全評価基準に関する研究を実施する。（経産省）
- ・ 超鉄鋼研究で生みだされてきた成果をボルト、鉄筋等の部材として実用化するため、従来の超鉄鋼研究にリエゾン機能を付与し、関連メーカーとの共同研究として製品化のための技術開発を行う。（文部科学省）

#### 研究開発関連

- ・ 超微細粒鋼について、自動車材料等の幅広く使用されている鋼材への適用を図るため、2006年度末までに、超微細粒化を可能とする高度大歪み加工などの成形・加工技術の開発を行うとともに、その接合技術の開発に取り組む。（経済産業省）
- ・ 我が国の社会基盤、特に大都市構造を、環境に優しい、トータルライフコストが低い、震災に強い、接続可能な安全・安心社会へと再生するために必要な超鉄鋼総合技術を研究する。産学官の優秀な人材を結集して、実用強度が2倍でかつ構造物寿命が2倍以上（ファクター4以上）の性能を



総合的に具体化するために必要な基礎研究を行う。研究推進の外部有識者による助言体制をもとに、成果の普及と利用を促進するための事業を積極的に推進する。(文部科学省 安全で安心な社会・都市新基盤実現のための超鉄鋼研究)

- ・ モデル事業による新構造材料の利用技術(接合、疲労モニタリング)を開発し、長期観察による性能確認試験を行う(例えば、道路橋や歩道橋のジョイント部に新材料を適用し、疲労亀裂の進展具合を長期観察する等)。(経済産業省)

## ナノ計測・加工技術

### <戦略目標 - 1の行動計画>

市場化を促進するための環境整備・研究開発関連

- ・ 今後の成長が特に期待される情報通信MEMS等の実用化に必要な高精度三次元加工技術の研究開発を支援し、我が国のMEMS産業競争力強化の拠点を形成する。また、流体制御や多様な材料の利用、パッケージング技術の高度化など、MEMSの基盤的製造技術の開発を推進し、2006年度頃を目途に実現する。(経済産業省 高度なMEMS製造技術の確立及び製造拠点の整備及びMEMS産業の基盤となる技術開発の推進)
- ・ MEMSの市場化を促進、本格化するため、ファウンドリー等高度なMEMSの製造拠点を整備する。(経済産業省)
- ・ プロセスの標準化やMEMS開発支援ツール(設計・シミュレーションソフト等)の開発を検討する。また、MEMS評価手法標準化の検討を進める。(経済産業省)
- ・ 数百ミクロンからナノスケールの微小空間を化学反応に使用するマイクロ分析・生産技術により、工業的物質生産や計測・分析への幅広い応用に向けた基盤技術が確立する。さらに、2年後には、マイクロ化学プラントで有利な触媒反応により製造された機能性化学品、マイクロ化学チップを用いた計測・分析機器等の各分野への幅広い応用が期待される。(経済産業省 マイクロ分析・生産システムPJ)

### <戦略目標 - 2の行動計画>

市場化を促進するための環境整備

- ・ ナノテクノロジー総合支援プロジェクトの機能をさらに強化するとともに、高額な設備が必要な評価・分析や微細加工サービスを研究開発用途に提供するナノテクセンターを整備する。試作ライン構築等を支援することにより、実用化を促進する。(文部科学省、経済産業省)

研究開発関連

- ・ 2007年までにチップ内で培養した細胞によって細胞の持つ機能を最大限に発揮させるマイクロバイオリアクターを構築し、生体内では極微量しか生産されない機能性物質などを大量製造する技術を開発する。(農林水産省)
- ・ 従来法では100年かかる新物質・材料の探索を1ヶ月に圧縮し得るコンビナトリアルケミストリー概念を、金属、セラミックス、半導体、有機物を問わず、広範な固体の構造と機能、応用デバイス探索、プロセスを最適化できる画期的な物質設計、合成、評価システムに適用し、各分野のコンビナトリアル科学技術を開発する。(文部科学省)

### <戦略目標 - 3の行動計画>

市場化を促進するための環境整備

- ・ 機器の開発者たる研究者・メーカーとユーザーが意見交換する場を設け、開発された最先端の計測・分析機器の実用化・市場化のための検討を行う。また、新たに機器の開発を行う際には、ユーザーとなる研究者の意見をあらかじめ採り入れることにより、より実用化に近い機器の開発

を行う。(文部科学省)

- ・計測技術の積極的な国際標準化、計量標準の供給を図る。(経済産業省)
- ・ナノ微粒子を用いて、莫大なタンパク質や化学物質の中から産業上有用な物質を高速・高度に選別する技術の開発を実施。さらに、ナノ微粒子スクリーニング技術のロボット化や関連データベースの整備を2008年度を目途に実施する。これにより、画期的な新薬開発や診断・治療などへの応用につながる基盤を構築する。(再掲：経済産業省 ナノ微粒子スクリーニングプロジェクト)

#### 研究開発関連

- ・世界最高水準の性能を有する分析、評価、加工装置の研究開発及び装置開発に不可欠なシミュレーションの研究開発は、普及機器への技術波及が期待でき、かつ、新たな研究領域の開拓につながる可能性もあるため、研究開発を積極的に進める。(文部科学省 経済産業省)
- ・機能を保持した形で発現させることが困難であった膜タンパク質を、ウイルス表面に機能を保ったまま発現させる技術や、薬剤候補物質等の結合により生ずる信号伝達に関するタンパク質の相互作用を光で検出する技術等を開発し、ナノテクノロジーとバイオテクノロジーとの融合により、高速・高感度なタンパク質相互作用解析等を可能とするタンパク質ナノバイオチップの開発を実施。2005年度までに、膜たんぱく質を発現したウイルスの作製及びチップ化のための技術を開発し、産業界においてチップに用いる多種多様なタンパク質の作製及びナノバイオチップの製品化を検討。(経済産業省 タンパク質ナノバイオチッププロジェクト)
- ・材料ナノテクノロジーやナノ微細加工技術等の我が国が強みを有するナノテクノロジーを、バイオ分野において活用し、画期的に高速・高感度な分析機器などの開発を実施。これにより、2008年度を目途に、少量試料・短時間・同時多項目の分析を可能にする超小型マルチセンサや1分子DNA計測システムなど、高速・高感度な分析機器を開発する。(経済産業省 先進ナノバイオデバイスプロジェクト)
- ・生体組織の構築・機能発現の基となる細胞内生体分子のネットワークを解明するため、情報伝達をつかさどる生体分子の時間的・空間的な動的変化(局在性、移動、存在形態の変化)を効率的に計測し機能解明を可能とする技術を確立し、これまで行われてきた個々の遺伝子・タンパク質分子レベルの機能理解から、生体分子の複雑なネットワークによって維持されている生命機能の解析を行うシステム生物学に向けた解析技術の開発に着手。2006年度までに、これまで解析が不可能であった複数生体分子の時間的・空間的な動的挙動を同時解析する手法・装置を開発する。(経済産業省 細胞内のネットワークのダイナミズム解析技術開発)
- ・我が国が優位な超伝導や低温分野の技術を活かし、ナノやバイオをはじめとする幅広い研究開発の進展や産業の技術革新のための基盤技術を提供する。また、医療分野において、さまざまな疾患遺伝子や生活習慣病の解明に資するほか、交通や将来的な原子力の分野において、金属疲労やクラック検査技術の向上により、安心・安全で質の高い生活を実現する。具体的には、感度10倍のNMR、微小磁気検出技術(SQUID技術)を応用した携帯可能な小型非破壊検査機器、タンパク質などを観察する極低温電子顕微鏡を開発する。(文部科学省 次世代の科学技術をリードする計測・分析・評価機器の開発)
- ・化合物半導体や磁性材料等の加工対象に欠陥を与えることなくナノレベルの精度で加工できる次世代イオンビーム加工技術を開発し、2006年度までに、磁気デバイス等に利用される磁性材料や、半導体デバイスとして利用される化合物半導体等を無損傷で加工するための技術を確立する。(経済産業省 次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス技術開発プロジェクト)
- ・セラミックス微粒子の衝撃固化現象を利用した、機械、光学、電気特性等に優れたナノ組織セラミックス材料成形技術を開発し、2006年度までに、高周波素子、光機能素子等への応用を図る。(経済産業省 ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術開発プロジェクト)
- ・DNAやタンパク質の一分子操作、自己組織化等のボトムアップ型のナノテクノロジー研究等に利用可能な走査型プローブ顕微鏡を活用した技術を実現する。(経済産業省)

- ・ 多様な材料をナノレベルの精度で非熱的に3次元微細加工できる次世代レーザー加工装置を実現する。(経済産業省)