

2.4 ナノテクノロジー・材料分野の目次

(1) 状況認識	294
(2) 重要な研究開発課題及び戦略重点科学技術について	298
(3) 推進方策について	305
(4) 今後の取組について	310
別紙2.4.1 ナノテクノロジー・材料分野における 重要な研究開発課題の進捗状況	315
別紙2.4.2 ナノテクノロジー・材料分野における 戦略重点科学技術の進捗状況	341
別紙2.4.3 ナノテクノロジー・材料分野における 戦略重点科学技術の俯瞰図	351
別紙2.4.4 ナノテクノロジー・材料分野における 戦略重点科学技術の予算の状況	353

2.4 ナノテクノロジー・材料分野における進捗状況と今後の取組

(1) 状況認識

第3期科学技術基本計画策定時の状況

第3期科学技術基本計画の開始当時の状況として、我が国の材料技術は、過去数十年にわたる多くの研究者、研究機関の弛まぬ取組と研究成果の蓄積および産業界における事業化により、基礎研究から応用研究、素材、部材の実用化にいたるまで全ての段階において世界のトップレベルを堅持しており、我が国製造業の国際競争力の源泉となっていたほか、ナノメートルの領域にまで踏み込んだ組織制御・合成技術と、高分解能電子顕微鏡などの高精度分析・計測・解析技術を両輪として、進化を続けていた。

日本のナノテクノロジー・材料分野は、従来からの強い材料・分析・作製技術をベースに、20年ほど前からナノテクノロジー関連の研究に対する国のプロジェクトや産業界も含めた基礎研究への支援・投資が行われたことにより、カーボンナノチューブの発見、光触媒の開発、強相関エレクトロニクスの研究などに代表される世界に誇る多くの成果の創出等、ナノ材料の研究が全体を牽引していることが我が国のナノテクノロジーの特徴であり、いわば材料技術の強みがナノテクノロジーの強みの源泉となっていた。

ナノテクノロジー・材料分野は、あらゆる科学技術分野の基盤をなす技術であり、例えば、環境・エネルギー分野で期待されている太陽電池、燃料電池、二次電池などクリーンエネルギーの創製とその蓄電技術におけるブレークスルーも主に材料技術が担っている。また、疾病の超早期診断や低侵襲医療の実現に向けた技術の確立にはナノテクを活かした材料、その部品化およびエレクトロニクス技術の融合が不可欠であり、これらがバイオテクノロジーと融合することによって、健康・長寿といった国民の期待に応えることができる。このように、産業の振興や人間の豊かな暮らし、安全・安心で快適な社会などを実現する重要な技術として期待されている。

また、材料やナノテクノロジーの研究開発がイノベーションを誘発し、結果として人と社会に大きな貢献をもたらしたケースも少なくなく、社会・産業が求める技術課題としての取組と共に、「True Nano」と定義した内容にふさわしい不連続で飛躍的な成果をもたらすイノベーション促進型科学技術としてのポテンシャルも有している。

こうした状況の中で、True Nano と材料革命による社会的課題の解決期待に応えるため、ナノテクノロジーと材料の研究開発は、重点推進4分野の1つに位置付けられ、第2期科学技術基本計画以降、研究資源を重点配分することによって積極的に推進されてきた。

第3期科学技術基本計画策定以降の世界的な情勢の変化と新たな研究展開

ナノテクノロジー・材料分野への重点的な公的研究支援が開始されてから、日米では8年目を迎えたことに加え、世界各国においても公的研究支援が充実されてきてい

る中、本分野を取り巻くグローバルスケールでの状況が大きく変化してきている。とりわけ、第3期科学技術基本計画策定以降においては、以下のような顕著な情勢変化が見られる。

- () 環境、エネルギー、資源問題に世界的な関心の広がりが見られ、新世代の太陽電池等の再生可能エネルギー技術、省エネルギーのための輸送機械部材の軽量化、希少資源の節約・代替技術、高機能触媒、浄化用フィルターなど、地球温暖化、資源枯渇、水・食料問題という全地球的課題への対策に向けての関心・取組が本格化し、ナノテクノロジー・材料技術によるブレークスルーへの期待が高まってきている。
- () 米欧に加え、中国、韓国、台湾、シンガポールの競争力が一段と強化されてきているほか、インド、ロシアで新たなナノテクノロジー国家戦略が開始されるなど、ナノテクノロジーの産業化へ向けた国際競争の激化が進んできている。
- () 世界同時不況の発生によりナノテクノロジー・材料分野の主要な出口産業であるエレクトロニクス産業を始めとして、各種関連産業において2008年以降はマイナス成長へ推移しつつあり、今後の実用化推進に当たっての影響が懸念される。しかし、金融破綻を主因とした今回の世界不況の反省から、実体経済を成長の原点に据える考え方が広まり、当分野でのグローバル競争はさらに激化することが予想される。

こうした状況変化の中で、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発においては、これまでの常識を覆す鉄ニクタイト系新超伝導体の発見、第三世代の太陽電池技術として応用が期待されている量子ドット研究の進展、新概念の透明アモルファス酸化物半導体(TAOS)の開発、白金を使わない燃料電池用無機系及び有機系触媒開発、光触媒(防汚、抗菌、超親水)材料開発と応用及び市場の成長、スピントロニクス(薄膜トンネル磁気抵抗(TMR))素子の急進展等、各種課題の解決に向け、また将来的なブレークスルーに大きく寄与することが期待される様々な研究成果や不連続で飛躍的な成果をもたらすようなイノベーションの種とも言える研究成果が創出されており、我が国の今後の学術および産業の国際競争力を確保していく上での技術基盤となっていくことが期待される。

諸外国の動向

欧米各国は、この1、2年のナノテクノロジー・材料分野における商業化の兆しや、エネルギー・環境分野への浸透を期待して、公的研究支援をさらに強化する傾向が見える。

特に、米国においてその傾向は顕著であり、2001年より始まった国家ナノテクノロジー計画(National Nanotechnology Initiative、以下「NNI」という。)を着実に実施しており、2007年12月にNNI戦略プラン(2004年)を改善した新戦略プラン、そして2008年4月にはPCAST(大統領科学技術諮問会議)による3年に1回のNNIに対する評価レポートを、相次いで発表している。NNIの戦略構成要素としては、従来7項目であったPCA(Program Component Area)においてEHS(環境、健康、安全)を独立させて新しく8項目としている。

また、2009年度は\$1.5Bの概算要求であり、2001年から積算すると連邦政府の公的支援額は\$10B（約1兆円）に達している。さらに、米国連邦政府及び州政府では産学官の連携による様々な取組が積極的に行われている。

一方、欧州では2007年に第7次欧州研究開発フレームワーク（2007年～2013年）（以下「FP7」という。）が策定された。FP7の中に入口段階の基礎研究から出口段階の市場化技術までが取り込まれており、ナノテクノロジー関連予算についてはFP6の2倍近い年間予算5億ユーロ（総額35億ユーロ）が予定されている。また、EU予算に加えて、各国が独自のナノテクノロジー予算を確保して研究開発を行っている。

また、ナノテクノロジー分野への研究開発資金の投入は近年、アジア各国においても伸びている。特に、中国、韓国、台湾、シンガポール等でナノテクノロジーへの重点的な取組が行われている。

韓国においては、「第2次科学技術基本計画（2008年～2012年）が決定され、5年間で総額60兆ウォン（約5.3兆円）以上の政府研究開発資金の投入を行うことを目標としている。その中では、ナノテクノロジーを4技術分野の一つと位置付け、その中核技術に対するロードマップ（2007年～2020年）を策定し、ナノ技術の先進トップ3への躍進を目指している。

このような各国政府のバックアップもあって、ナノテクノロジー関連の論文数に関してはアジア諸国からの発表が急増しており、特に、中国、韓国、台湾、シンガポールの躍進は顕著である。中国は、ナノ材料だけでなくナノバイオテクノロジーにも注力し、最近、中国科学院の化学研究所でナノバイオテクノロジーの5年プロジェクトがスタート、蘇州にはバイオベイという国際ベンチャー拠点が形成されつつある。

さらに、ロシアが、2007年に初めて8ヵ年の国家科学技術計画を発表、2010年には1000億円を投入し、2015年までにナノ製品販売を3兆2千億円とすることを目標としている。2008年からは、ナノテク研究のインフラ整備のため、NNN（National Nanotechnology Network）計画を開始している。

我が国の動向

我が国においては重点推進4分野の一つとしてナノテクノロジー・材料分野に投資が行われ始めて8年が経ち、費用対効果を検証しつつ、科学的知見に基づくブレークスルーやナノテクノロジーの成果を活かした産業創出や材料産業のさらなる発展への期待やグローバルな競争力強化を求める声が強くなっている。第3期科学技術基本計画においてもナノテクノロジー・材料分野への投資は引き続き重点化され、研究投資も増額傾向にあり、平成20年度は865億円であり、平成21年度予算案においては、881億円が計上されている。現状の研究開発のレベルでは欧米と総じて肩を並べているが、高い伸び率を示す欧米と比較して、予算レベルでの差は広がりつつある。（参考：米国（2008年）13億5000万ドル。）

また、ナノテクノロジーを中心とした研究拠点や共同研究ファシリティへの資金投入が、米国、欧州ともに活発である。一方、我が国では研究拠点や共同研究ファシリティ、教育や人材育成、国際戦略、国民を巻き込むナノテクノロジー産業の振興策など長期的な視野や戦略的な投資、ポートフォリオの形成などの点で遅れをとって

いる。これまでの成果は、文部科学省のナノテクノロジー・ネットワークによる施設・設備の共用化や独立行政法人等の自発的努力による研究ファシリティの整備に留まっている。

一方、ナノテクノロジー研究成果の実用化、製品化の動きが本格化しつつあり、例えば、新事業創出の取組みとして、ナノテクノロジービジネス推進協議会等がビジネスマッチング等の活動を推進している。また、新しい局面として深刻化する地球環境問題の解決に向け、ナノテクノロジー・材料の果たすべき役割が一層強化されており、関連する施策等が実施され、さらに研究開発促進などの検討も行われている。実用化については、JST研究開発戦略センターの調査によると、日本国内でも2007年12月時点まで、ナノエレクトロニクスや生活関連ナノ製品を中心に386事例が確認されている。ただし、こうした製品においては、ナノ技術による有意性の真贋についても留意すべきである。

国際競争力比較

国際的な競争力の比較に当たり、共通的な指標である論文・特許に着目すると、ナノテクノロジー・材料分野の論文数は米国がトップで中国が2位、日本、ドイツと続く。しかし、中国、シンガポール、韓国、台湾のアジア勢の論文数急増は顕著である。論文の引用数については、米、EU、日本の順で上位を占め、他のアジア諸国を上回っている。

特許庁がまとめた、平成19年度のナノテクノロジー・材料分野の特許出願状況調査報告書をもとにまとめた特許の動向は以下の通りである。

我が国特許庁における公開/公表件数を、研究区別に見ると、ナノ情報デバイスが最も多く、ナノ医療、加工・合成・プロセスがこれに続く。また、登録件数においてもナノ情報デバイス、加工・合成・プロセス、ナノ医療に他の区分が続く。

また、データベースが異なること(日本特許: PATOLIS-IV)、米・欧特許: DWPI (Dialog)) 対象期間が異なること(日本: 2007年1月~2007年12月、米・欧: 2006年9月~2007年8月)から、単純比較はできないものの、日米欧3極で公開/公表、登録された特許の総数に対して日本国籍の出願人がそれぞれ44%、50%を占める。同分野が引き続き3極の中で一定の強みを有することが見て取れる。しかし、ナノテクノロジー・材料関連の日本、米国、欧州の公開/公表件数の公報発行年月(2001年1月~2007年9月)の推移を見ると日本が常に1位を維持しつつ微増しているものの伸び悩んでおり、着実に増加し続けている米国や欧州との差が狭まりつつある。

研究開発、事業化の状況

ウッドロー・ウィルソンセンターのProject of Emerging Nanotechnology (PEN) の成果の一つであるナノテク関連商品の調査結果によると、世界のナノテク関連製品数は2005年以降に急に増え始め、2006年3月の210から2008年の8月には800を超え、毎週、世界でナノテク新製品が3~4種産み出されていることになる。日本(JST研究開発戦略センター)と台湾の独自の調査では、日本国内でも2007年12月で既に386事例が確認され、台湾では200以上のナノマーク製

品が公的に認定されている。

これは、2005年以降、各国のナノテク研究開発投資が製品として結実し始めた兆候であり、ナノテク・材料分野も第一世代（個別分野の先鋭化・極限化：ナノ先鋭化）から第二世代（先鋭化した異分野のナノが融合：ナノ複合化）に移行しつつあると見られている。今後、この分野はさらに、エネルギーを含む地球環境問題などへのイノベーションドライバーとして技術の成熟を目指し、第三世代（各種ナノ技術を構成的に組み上げる：ナノ組織化）に突入すると考えられる。

ここ数年のナノテク製品数の急増を反映して、また、今後のエネルギー・環境分野への長期的な貢献への期待もあって、ナノテク産業の市場予測は大幅に上方修正されている。一例としては、ナノテク専門の調査機関（米国 Lux Research 社）によると、2007年の nanotech-based goods は既に 13 兆円（US\$147B）にのぼり、2015年には 280 兆円（US\$3.1T）に達すると予想されている。ナノテクの研究成果は、狭義のナノテク製品に活用されているのみならず、従来の素材製品に分類される諸製品へも同様に活用されており、ナノテクがその技術基盤を支える製品の市場規模はさらに大きくなるものと期待される。

（2）重要な研究開発課題及び戦略重点科学技術について

全体的な概況

ナノテクノロジー・材料分野における研究開発費は、第3期の科学技術基本計画の初年度である平成18年度に762億円であった予算は、平成19年度には786億円、平成20年度には865億円と、年々拡充されてきている。さらに、平成21年度の予算においても、881億円が計上されている。

重要な研究開発課題としては、5領域29課題が位置づけられており、従来の5倍以上の記録密度を達成可能とする次世代ヘッドの基本構造と製造プロセスの確立やこれまで想定されていなかった、磁性元素を含有する新規の超伝導体（鉄ニクタイト系超伝導体）の発見が国際的に高い評価を受けるなど、計画3年度終了時点としては概ね順調に進捗している。ただし、に記載する一部の施策については、目標達成に向けた課題も残っており、今後、一層の加速推進が必要である。

戦略重点科学技術に対する予算額は、第3期の科学技術基本計画の初年度である平成18年度に167億円であった予算は、平成20年度においては356億円へと増加しており、選択と集中による重点化が確実に図られてきている。これとともに、戦略重点科学技術に掲げられた10技術についても、着実に進捗している。

このように、計画された各テーマについては順調に進捗しているが、最近の社会状況を反映した計画の見直しも必要である。地球温暖化の問題や経済不況の中で世界的に環境・エネルギーへの関心が高まっており、各国とも環境負荷低減技術やクリーンエネルギー技術への取り組みを強化している。このため、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発についても環境・エネルギーに関係する諸課題を広角的にとらえ、かつ要素技術群をシナリオ化するなどの工夫をすることによって強化し、当初計画を前倒しすることが必要と考えられる。

重要な研究開発課題の進捗状況

ナノテクノロジー・材料分野では、「ナノエレクトロニクス」、「材料」、「ナノバイオテクノロジー・生体材料」、「ナノテクノロジー・材料分野推進基盤」及び「ナノサイエンス・物質科学」の5領域に体系化された重要な研究開発課題が推進されている。

重要な研究開発課題の研究開発目標及び成果目標については、概ね順調に進捗しているが、外部の評価等を踏まえた特記事項としては以下の通りである。

進捗が遅れている研究開発目標

以下の目標については、外部の評価等を踏まえ、目標に対しての遅れが認められたものである。これらについては、それぞれの置かれている状況を勘案し、更なる支援の強化又は研究計画の見直し等を必要に応じ図っていくことが望まれる。

- ・定置用燃料電池に関する取組においては、研究開発全体から見ると順調に進展してきているが、そのなかで、システム化におけるコスト削減は重要な課題であり、研究開発目標「2008年までに、定置用燃料電池（1kW級システム）製造価格120万円を実現する。」については、これまでの取組により、システム価格は従来の半分以下へ低減されているものの、今後とも、本目標の達成に向けて、さらなる低コスト化に引き続き取り組んでいくことが必要である。
- ・研究開発目標「2015年頃までに、従来の材料を大幅にしのぐ反応速度で有害物を効率的に分解・除去できる環境ナノ触媒材料を開発する」については、目標全体としては順調に進捗していると判断されるものの、対応する施策の一部で、表面の物理・化学反応の究明やバルク及び表面界面制御法の確立に取り組む必要がある等など、引き続き解決すべき課題がある状況である。
- ・研究開発目標「2011年までに、携帯電話に搭載可能なサイズ的环境分析センサーデバイスを実現する」については、小型多機能環境センサの開発において一定の成果が上がってはいるものの、その実用化については課題を残している。

特に進展が見られた研究開発目標

以下の目標については、当初の目標期間を前倒しして達成がなされた。

- ・2010年までに、シリコントランジスタにとってかわる炭化珪素のナノサイズの成膜技術を活用したパワーデバイスにより高効率インバータを実現し、また、炭化珪素の上にナノサイズの化合物半導体の薄膜を形成することでシリコン半導体の間接遷移型半導体とは動作原理の全く異なる直接遷移型半導体を実現し、350GHz級の高周波デバイスを実現する。（SiCスイッチング素子の基盤技術をほぼ確立。）
- ・2010年までに、情報家電の低消費電力化、高度化（多機能化等）に資する半導体アプリケーションチップを実現する。（情報家電用半導体アプリケーションチップ技術開発について、目標を達成。）
- ・2011年までに、デバイス微細化構造設計等のための長さ計測技術、ナノデバイスの熱物性、電気物性、磁気物性計測技術、半導体層間絶縁膜強度等物性の計測技術として18種類の標準物質を開発する。（18種類の標準物質の開発に成功。）
- ・2011年までに、革新的材料による高効率なナノサイズの薄膜トランジスタ・薄

- 膜発光体技術を用いた次世代大型平面ディスプレイを実現する。(新規露光装置技術における TFT 基板のアライメント方法を考案して実験検証等。)
- ・2011 年までに、従来とは全く原理の異なる近接場光の原理・効果を応用した革新的な効率のディスプレイ用偏光板を実現する。(低損失偏光制御部材を作成するための各種要素技術を開発。)
 - ・2010-20 年にかけて、航空機用炭素繊維複合材料の次世代主要機材に適用する。(複合材の損傷検知技術、複合材非加熱成形技術等の実証。ファンシステムに最適な繊維・樹脂からなる複合材を開発。)
 - ・2012 年頃までに、スピン注入磁化反転方式のメモリを実現する。(超高集積で高速な不揮発性メモリとして期待されるスピンメモリのための基盤技術を確立等。)
 - ・2012 年頃までに、増大する情報量に対応するテラビット級の大容量・高記録密度ストレージを実現する。(1 テラビット / inch² 級の高密度と記録・再生の高速性とを実現する光記録技術を開発等。)
 - ・2015 年頃までに、32nm 以降のリソグラフィ、エッチング等の半導体微細加工技術を開発する。(6 インチマスクプランクス全面を検査できる位相欠陥検査装置の機械系、光学系、光源系を作製。)
 - ・2015 年頃までに、燃費向上自動車用鉄鋼材料、アルミ系合金、マグネシウム系合金、自動車エンジン部材用 Ti 合金の実用化による自動車全体の軽量化の 20% を達成する。(加工性の高いチタン合金の創製技術を開発。)

また、下記の研究開発目標については、これまでの期間で順調に目標の達成がなされた。

- ・2007 年までに、超低温時にナノ領域で発現する単一磁束量子現象を用いた低消費電力なデバイスを実現する。
- ・2007 年までに、通信量 40Gb/s 級の高速通信機器を実現する。
- ・2007 年までに通信量 40Gb/s 級の高速通信機器を実現、2008 年までに通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現する。
- ・2007 年までに、集積化した低消費電力ディスプレイを実現する。
- ・2007 年までに、航空機用炭素繊維複合材料について健全性診断等の基本技術を確立する。
- ・2008 年までに、通信量 10Tb/s 級の光スイッチングデバイスを実現する。
- ・2008 年までに、シリコン半導体上にナノサイズの貫通電極を生成する技術を開発し、低消費電力な積層メモリを実現する。
- ・2008 年までに、ナノテク消防防護服に求められる耐熱性能、快適性能、運動性能など様々な性能・機能の評価方法を確立する。
- ・2009 年までに、加工性の高いチタン合金の創製技術を開発する。

領域毎の進捗状況としては以下の通りである。

ナノエレクトロニクス領域では、重要な研究開発課題の研究開発目標の多くが時期

を前倒して達成された又は達成に近い状況にあり、極めて順調な進捗状況であると言える。特筆すべき成果としては、従来の5倍以上の記録密度を達成可能とする次世代ヘッドの基本構造と製造プロセスが確立されている。この新技術は近い将来限界が危惧されているハードディスク用読み出し磁気ヘッドに新規材料(MgO)を用いることでブレークスルーを達成したものであり、その成果はすでに産業技術として実用化されている。本成果の研究開発責任者は平成19年度日本IBM科学賞(エレクトロニクス分野)及び平成19年度朝日賞を受賞している。

材料領域では、2008年初頭に我が国の研究グループが、磁性元素を含む新系統の超伝導材料(鉄ニクタイト系超伝導体)を発見した。この発見は、2008年に発表された科学論文の中で引用回数が世界1位となったほか、米国の科学誌「Science」が科学分野における「2008年の10大ブレークスルー」の1つに選出された。

また、内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省の府省連携プロジェクトとして平成16年度から実施されてきた「革新的構造材料を用いた新構造システム建築物の研究開発」においては、産学官の連携により震度7クラスの大地震でも建築物を無損傷に保つ長寿命の架構システム技術の開発と、同時に地球環境問題への対応として建築物生産における省資源化・省CO2技術の具現化を目標とし、ナノテクノロジーを活用した新材料である新高強度鋼材の開発及び非溶接鋼構造技術の開発が行われ、開発技術をすべて織り込んだ実大構造物で、目標機能の実証確認がなされた。

ナノバイオテクノロジー・生体材料領域では、厚生労働省と経済産業省(NEDO)が連携して進めている分子イメージング分野の研究において、がんを短時間で撮像する手法の開発や、がんへの高集積性の確認、微小がんの診断に繋がる撮像装置の検出感度の向上等が図られ、がんの超早期診断の実現に近づく大きな成果が得られてきている。各省の連携の枠組みは子宮内での胎児手術など低侵襲治療機器開発にも進展してきている。また、研究対象は医療関連分野のみならず、食品の開発や生体に各種の影響を及ぼす毒物、病因・環境物質の測定など関連する分野へと多岐にわたっており、食品素材のナノ粒子の新機能や安全性・加工適性等を明らかにするための施策が開始されるなど、新領域の創成にも寄与してきている。全体としては、当初の目標の達成に向けて順調に進捗していると言える。

ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域では、人材育成と研究環境整備に関して平成19年よりナノテクノロジー・ネットワークが開始され、全国の大学、独立行政法人等13拠点(26機関)が有する先端的な研究施設・機器の共用化を進め、分野融合を促進し、ナノテクノロジー研究基盤の整備・強化を図られ、これにより、ナノファウンドリ、電子顕微鏡、大型放射光、分子合成などの共用施設の開放が進んでいる。また、科学技術振興調整費新興分野人材養成において、若手人材の育成が図られている。

ナノ材料の安全性の議論に関しては、平成19年度後半から平成20年度にかけて、関係各省の行政施策として、ナノマテリアルに関する安全対策の取組が進められている。また、国際的なスケールで多様な議論がされており、標準化の問題とも関係して今後の動きが加速されるものと予想される中、経済産業省(NEDO)によるプロジェクトで

世界をリードする質の高い成果が出始め、国際的に高い評価を受けている。領域全体としては、当初の目標の達成に向けて順調に進捗していると言える。

ナノサイエンス・物質科学領域では、「量子計算技術」において GaAs 量子ドットを用いた光学的量子演算で超高速回転ゲート量子演算が実施された。「界面の機能解明」においては、電池高出力化研究における薄膜界面作製技術の確立など、顕著な成果が挙がってきている。また、サイアロンのナノ構造を制御することにより色純度と耐久性を兼ね備えた各色の蛍光体の開発がおこなわれ、LED 照明スペクトルの設計が可能となり、LED 照明の色再現性が向上するなど応用へ向けての研究にも進展がみられている。

国家基幹技術である X 線自由電子レーザーについては、平成 22 年度中の装置完成と、平成 23 年度からの共用開始を目指して、着実な予算措置が実施され、装置を構成する入射器・加速器等の装置製作と、これらの装置を収容する建屋の施設整備が進むと同時に、完成後、直ちに本格的な利用研究を実施する際に想定される問題の解決や、先端的成果を得るための研究開発課題の検討が行われているところである。

戦略重点科学技術の進捗状況

ナノテクノロジー・材料分野では、戦略重点科学技術の選択と集中の戦略概念として、() 社会、産業からの要請が強く、しかも『True Nano』や革新的材料でなければ解決が困難な課題、() ナノ領域特有の現象・特性を活かし、不連続な進歩や大きな産業応用により国際競争の優位を確保する課題、() 『True Nano』や革新的材料技術によるイノベーションの創出を加速し国際競争の優位を確保する推進基盤、であることを基準として上記の 3 戦略の下で 10 の戦略重点科学技術を設定している。これらの進捗状況は、中間年としては概ね順調に研究開発が進んでいるところである。

各技術の実施状況は以下の通りである。

「クリーンなエネルギーの飛躍的なコスト削減を可能とする革新的材料技術」については、平成 17 年度から平成 19 年度まで活動した連携施策群「水素利用 / 燃料電池」において、関係府省庁の連携が図られ、日本発の技術でエネルギー問題解決を目指し、燃料電池については触媒活性化機構の解明や実証運転試験、次世代白色 LED については色再現性に優れた電球色 LED の試作など優れた成果が出ており、概ね研究計画通り順調に進んでいる。

「資源問題解決の決定打となる希少資源・不足資源代替材料革新技術」については、文部科学省と経済産業省による「元素戦略 / 希少金属代替材料開発プロジェクト」が立ち上がり、それぞれ課題の採択、研究体制の組み上げを行っており、当初の計画通り目標達成に向けての研究開発体制が整った。

環境機能性触媒の開発については、エネルギー変換型光触媒の効率、選択酸化触媒の収率、固体酸触媒の選択性等の大幅な改善が見られ、高選択性実現機構についての解析も進んでおり、全体的には当初の目標どおり進んでいる。

「生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術」については、高強度鋼の開発等の革新的な材料開発において、自動車に適用可能な軽量で高強度高延性の複層鋼板の製造技術の基盤シーズを確立したほか、高級鋼厚板溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接施工・溶接材料技術及び金属組織制御技術の開発および、部材の軽量化を図るための強度、加工性等の最適傾斜機能を付与する機械部品鍛造技術の基盤技術を確立するなどの進展があった。食品素材のナノスケール加工及び評価技術については、食品のナノ粒子の物理化学特性、腸管吸収基礎特性等を解明するために必要な実験動物や評価モデル系が開発され、順調に進展している。また、防火服の開発においては、開発ナノテク防火服の優れた耐熱性能をサーマルマネキンで評価するためのバーナー装置の改造を実施するとともに、数値シミュレーションで耐熱評価が可能なプログラムを開発するなどの進展がみられた。革新的構造材料を用いた新構造物の性能評価手法の開発において、高度な耐震性能を実現するための評価用地震動の設定法や実用的な地震応答予測法等を導入した性能評価指針の策定がおこなわれ、全体的には当初の目標どおり進んでいる。

「イノベーション創生の中核となる革新的材料技術」については、ナノ構造部材技術において、新しい動作原理に基づく3端子型原子スイッチの開発とその実用化に不可欠な製造プロセスの開発に成功し、信頼性や繰り返し耐性なども確保し、原子スイッチの実用化へ向けた企業との連携が大幅に前進する等、当該技術の目標である実用材料にスケールアップするための各種研究が順調に進んでいる。高機能材料創成技術については、ナノからマクロスケール表面・空間において物質・情報変換を可能とする、新機能物質創製に不可欠な不均一錯体構築と触媒機能開発を行い、自己組織化性機能分子コンポーネントといった、機能性物質群を合成するなど各種研究が順調に進んでいる。また、超低電力消費エレクトロニクスを可能にする巨大電気磁気効果を示す系の創製に関して、円錐型らせん磁性を持つヘキサフェライト磁石を見出し、30 mTという低磁場での強誘電分極の発生と磁場による全方向制御を実証するなどの成果が得られており、概ね研究計画通り順調に進んでいる。

「デバイスの性能の限界を突破する先端のエレクトロニクス」については、バイオとナノテクノロジーの融合を目指したバイオナノプロセスの要素技術開発において、バイオ分子を用いた電子デバイスに利用可能なナノ構造を作製できることが示された。また、自己組織化技術による環境負荷の低い製造プロセスの要素技術をバイオナノプロセスにより追求し一定の成果が得られるなど、この分野での研究が順調に進んでいる。また超高密度メモリ技術に関しては、40Tb/in²級を目指す記憶媒体開発研究により、実証素子作製がおこなわれ、プロセス技術基盤の確立がなされた。また、ナノゲルフォトポリマ材料とコリニアフェーズロック技術の開発により高密度メモリの実証素子が開発され、メカニズムが検証されるなど順調な進展がみられる。

「超早期診断と低侵襲治療の実現と一体化を目指す先端のナノバイオ・医療技術」については、平成17年度から実施されてきた連携施策群「ナノバイオテクノロジー」

において関係省庁間の連携が図られ、子宮内での胎児手術などの低侵襲治療機器や超音波等を用いた分子イメージング技術等の開発において、厚生労働省と経済産業省のマッチングファンドが行われている。また、アルツハイマー病の超早期診断用装置に関し、新規プローブの臨床評価のための超小型自動合成装置を開発する等、着実な進展が見られるとともに、微小がんの超早期診断の実現に向けて、PETの装置設計や検出器の二次試作・評価、MRIの高機能化のためのコイルや撮像ソフトの開発、染色体異常を簡便に解析するゲノムアレイ等の技術要素開発、分子プローブ製剤技術開発等、高感度・高精度な分子イメージング機器の開発が進展した。ナノテクノロジーを活用した人工臓器の開発分野では、血管化技術において格段の進歩等がなされた他、人工骨のデバイス化でも進展があった。

「ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発」については、平成18年度には科学技術振興調整費における「ナノテクノロジー影響の多領域専門家パネル」の報告がなされているが、平成19年度より、関係省庁間の連携を図ることを目的とし、連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」が設置され、関係府省の研究施策、行政施策の推進に資するための情報共有を図る目的で関係者の共通理解を深めるための取組や、ナノテクノロジーの社会受容性を高めるための取組（シンポジウム、メールマガジン等による情報提供）も進展してきた。また、平成18年度以後、関係府省のファンドによるナノ材料の有害性・リスク評価に関する研究プロジェクトが実施され、第3期科学技術基本計画開始前と比較して研究費の規模は大きく増大している。それと並行して、ナノマテリアルの安全対策に関する各省の行政施策としての取組も活発化し、平成19年度末より関係各省において安全対策のための検討会等が設置され、平成20年度に各種のガイドライン等が取りまとめられた。

「イノベーション創出拠点におけるナノテクノロジー実用化の先導革新研究開発」については、日米若手研究者交流を実施して研究者の交流を促進しているほか、シンポジウムの開催やホームページ上での情報発信をおこない、ナノテクノロジー研究を戦略的に推進している。また、ナノテクノロジー・ネットワークにおいては、全国13拠点（26機関）の研究施設の共用化により、平成19年度における利用実績は1,316件を達成しており、目標の実現に向けた進展がみられた。

「ナノ領域最先端計測・加工技術」については、ナノテクノロジーに共通な構造及び機能特性に関する計測基盤技術が確立され、粒子質量計測技術、薄膜熱物性計測技術に関しては実用計測器が開発されて普及しつつある。また、ナノ材料に関する新たな標準物質として12種類の標準物質開発が行われるなどの進展がみられた。ナノサイズの金属細線を緻密に並べ、表面プラズモンを利用した金属ナノレンズが提案され、理論検証が行われた。世界最高強度の軟X線レーザーを利用して、世界ではじめてX線領域で2光子イオン化という非線形光学現象が観測され、X線領域での非線形光学において新しい扉が開かれた。また、細胞表面などの計測・分析・操作や材料・デバイスのナノ構造の計測技術が確立されるなど、概ね研究計画通り順調に進んでいる。

「X線自由電子レーザーの開発・共用」については、線型加速器収納部建屋及びアンジュレータ収納部建屋が完成し、引き続き加速器等の整備が実施され、利用推進研究18件が実施された。また、利用推進研究課題の統合・絞り込みが実施されるなど当初目標達成に向けて計画通り順調に進んでいる。

(3) 推進方策について

国の関与の必要性と官民の役割分担

民間企業の研究開発投資は、低リスクで、短期に成果が得られる部分に集中することは否めないことから、第3期科学技術基本計画の分野別推進戦略においては、基礎的段階にあり実用化までに長期間を必要とする研究開発、リスクの高い研究開発、産学官の領域を超えた知の集約や大型研究施設の利用等を必要とする大規模な研究開発、環境保全や国民の安全・安心といった社会性の強い出口を想定した研究開発等に対しては、産業的に有望な課題であっても民間の研究開発投資が及びにくく、民間のイノベーションを誘発する意味からも国の関与が必要であるとしており、これまでの計画期間中、この方針に沿った研究支援が適切になされていると言える。

一方で、世界同時不況等の近年の各種の状況変化により、ナノテクノロジー・材料分野の主要な出口産業であるエレクトロニクス産業を始めとして、各種関連産業における業績の低迷が進み、産業界の研究開発投資にも大きな影響が及んでいる。

さらには、米欧アジア各国の積極的な研究開発の強化施策により、論文、特許数等においても、我が国の優位性の後退が認められてきており、第3期科学技術基本計画の開始当時に我が国が築き上げていた世界トップレベルの技術力が大きく揺るがされつつある。このような状況を解決することが今後の課題となっている。

人材育成と拠点形成

分野別推進戦略においては、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発は、広範囲の研究分野を包含し学際的な性格を有することに鑑み、分野融合に適応し得る幅広い視野を持った研究者を育成することが重要であるとしていることに加え、研究拠点の整備は、ナノテクノロジー・材料分野の基礎研究の推進策とともに、実用化に繋げる展開を図るための推進策としても重要な役割を担うことから、異分野から様々な研究背景を持った研究者が一つの場所に集い、研究者間の交流を通してイノベーションを生み出す分野融合の場として活用すべきであると同時に、人材育成の場としても機能するよう運用に対する配慮が必要であるとしている。

文部科学省は、平成13年度から18年度までの5年間で推進した「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」における最先端機器の共有化の成果に基づき、「先端研究施設共用イノベーション創出事業(ナノテクノロジー・ネットワーク)」を開始し、全国の大学、独法等からなる13の地域拠点(26機関の参加)を形成し、それらが保有している先端的な施設・装置の共用化を通じて分野融合を推進することにより、ナノテクノロジーの研究基盤の強化を図っている。また、科学技術振興調整費新興分野人材養成において、若手人材の育成が図られている他、文部科学省の「ナノテクノロジー・材料を中心とした融合新興分野研究開発」において、ナノバイオ・インテグレーション研究拠点として、医工連携を中心とした異分野融合の促進、世界最高水準のナノバイオ研究拠点の

形成及び人材育成が推進されている。

しかしながら、研究開発拠点の形成が重要であるものの、我が国全体としてみた場合では十分な数があるとは言えない。さらには、近年の理工系大学進学者数の減少など今後の優秀な研究者不足、人材不足が懸念されており、こうした人材育成・研究支援組織の整備などを引き続き進めていく必要がある。

半導体業界を例に挙げると、海外においては、IBMやIMECなどを中心として外部連携やグローバルな研究体制構築が進んでおり、日本企業が上記研究開発連合への参加を積極的に進めているが、国内研究機関では外国籍研究者の比率が極端に小さく、また企業の研究費に占める社外委託分の比率が小さいなど、グローバル化やオープンイノベーション化で遅れている傾向が見られることから、人材育成とグローバル化の双方に繋がる国内における戦略的な研究拠点の整備は今後の課題といえる。

国の研究資源配分のあり方

分野別推進戦略においては、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発をイノベーション創出へつなげていくためには、当該分野のみならずライフサイエンス、情報通信、ものづくり技術など他の推進分野との異分野連携・垂直連携による研究開発を推進する必要があるとしている。経済産業省（NEDO）の実施する施策である異分野異業種ナノテクチャレンジ（ナノテク革新部材実用化研究開発）では、基礎・応用の段階から大学・研究機関に加えて企業チームが参加することを必須条件とし、後年に実用化のステージに進むか否かのステージゲート方式を設け、出口への展開を効率的に図る取組を行っており、今後の進展が期待される。

産学官及び府省の連携

研究開発の成果を有効に産業化につなげていくためには、大学と企業との連携を一層進める必要がある。大学が企業側のニーズを十分把握することに努める一方で、企業が研究開発課題を大学側に提示するような、相互の積極的な働きかけが必要である。特に、ナノテクノロジーは、他の技術と異なり、商品化に向けて研究開発を行うには、異分野異業種との連携等が不可欠であり、産学官との連携、異分野異業種との融合等が重要である。現在、複数の大学で進められている医工融合研究・教育の施策は、今後大きな成果が期待される。

府省連携については、第3期の基本計画期間中に着実に進展してきている。府省連携のさきがけとなり、平成16年から開始された革新的な構造材料を用いた新構造システム建造物に関する「府省連携プロジェクト」が平成20年度に成果を持って成功裏に完了した他、府省連携の継続的な枠組みとして、科学技術連携施策群（以下、「連携施策群」という。）「ナノバイオテクノロジー」、「水素利用/燃料電池」、「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」の推進により、省の壁を越えたマッチングファンドの実現などの連携の促進が図られている。

また、平成18年11月に文部科学省と経済産業省は連携して「合同戦略会議」を設置し、両省独自の「元素戦略検討会」「希少金属代替材料開発プロジェクト企画委員会」における議論を踏まえ、各プロジェクトの研究内容、効率的な推進方策や省庁連携の在り方等について意見交換を行った。これをもとに、平成19年度より、文部科学省が「元

素戦略プロジェクト」を、経済産業省が「希少金属代替材料開発プロジェクト」を、公募段階から両省連携を取って推進した。また、両省は合同で「ナノエレクトロニクス合同戦略会議」を設置し、日本の次世代ナノエレクトロニクスの在り方についても議論を行うなどしている。

安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進

ナノテクノロジー分野における国際的な動向として、平成19年5月よりOECDの科学技術政策委員会の下に「ナノテクノロジー作業部会」が設定され、ナノテクノロジーの成果を示す指標の共通化、国際共同研究開発促進のためのデータベース作成、研究インフラの利用や国際協力の有効な方法などナノテクノロジーの責任ある推進方策について議論されている他、「工業ナノ材料安全作業部会」ではISO/TC229とも連携してナノ材料の安全性評価開発支援のための、工業ナノ材料のヒト健康、環境影響に関する国際協力が促進されてきている。

こうした中、日本においては、ナノ材料の有害性・リスク評価に関する研究として、経済産業省/NEDOでは平成18年度より5年間の予定で「ナノ粒子の特性評価手法の研究開発」を、物質・材料研究機構では平成19年度から4年間の予定で標準ナノ試験物質を創製し、細胞とこれらの物質との相互作用を解明する研究が、さらには厚生労働省及び環境省では、ナノ材料の健康影響に関する研究プロジェクトが実施されてきている。

一方で、ナノ材料の有害性に関するセンセーショナルな報道も多くなってきている中、有害性に関する個々の研究成果を体系的なリスク評価として、ナノテクの責任ある研究開発に結びつけていくことの必要性が大きくなってきているが、各種の膨大な情報に科学的な側面に対応し切れていない部分もあり、まだこうした体系的な研究成果の発表には至っていない。

また、今後のナノテクノロジーの発展のためには、科学的知見に基づく基盤技術を確立し、一定の共通認識の下で、技術の方向性などを議論していくことが必要であることから、この分野の府省共通の課題として取り組むこととし、平成19年度より、科学技術連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」が設置された。当該連携施策群のこれまでの活動状況については、以下の通りである。

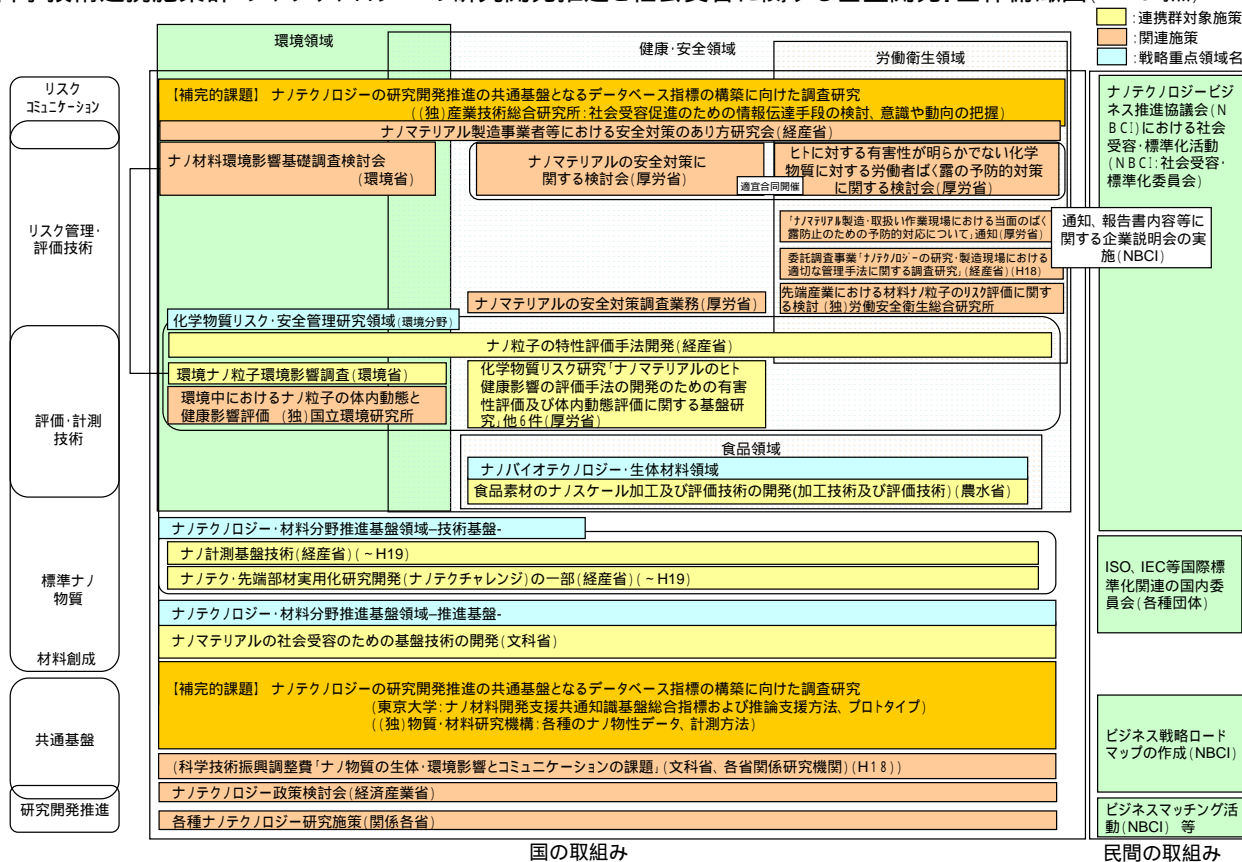
本連携群の推進に当たっては、平成19年の初頭において、関係各省の連絡会を通し、連携強化の観点から、関係各省の施策で取り扱われていない領域、即ち補完的に実施すべき研究開発課題について、関係府省間での議論を経て、総合科学技術会議で補完的課題のテーマとして「ナノテクノロジーの研究開発推進の共通基盤となるデータベース指標の構築に向けた調査研究」が決定された。補完的課題では、物性や有害性に関するデータの統合化や有機的な連結方法を検討し、データベース指標の考え方を確立すること、ユーザの目的と問題意識に応じて結果が表示され、推論および判断の支援機能をもつ知識基盤のプロトタイプ的设计と作成を行うこと、ナノテクノロジーの現状や問題点の客観的・科学的な把握を通じ、社会受容促進のための情報伝達手段がどうあるべきかを判断するための情報蓄積を行うこと、の三つを目的とし、東京大学を中心として、物質・材料研究機構、産業技術総合研究所との連携体制で開始

した。また、ナノテクノロジーの社会受容に関する取組は、国際的にも開始間もないことから、平成 19 年度においては、関係府省、関係研究者等の共通理解を促すことを目的としたタスクフォースを計 8 回開催した。

こうした中でナノ材料の安全対策に関しては、平成 19 年度末より関係各省の取組(安全対策のための検討会等)が本格化してきたことを受け、連携施策群の下に、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、環境省及び内閣府の関係府省に加え、関係研究機関の研究者、産業界をメンバーとする各省連携会議を設置した。各省連携会議においては、まずは関係府省の研究施策、行政施策の推進に資するための情報共有を図ることを第一の目的とし、ナノ物質の標準化やリスク評価等に関する国内外の活動状況の俯瞰作業を行い、関係者の共通理解を深めてきた。(俯瞰図参照。)

第 3 期科学技術計画の分野別推進戦略(ナノテクノロジー・材料分野)においても述べられているように、ナノテクノロジーの社会受容性を高めるに当たっては、社会全体への説明も重要となってくることから、平成 20 年 10 月には、関係各省の施策・安全対策への取組に加え、補完的課題も含めた連携群全体の活動報告のためのシンポジウムを実施した。また、この間にナノ材料の開発を支援するための各種ツールが作成されるなど、補完的課題の研究も進展してきている。さらに、補完的課題においては関係者への情報伝達ツールとして開始したメールマガジンは産業界を始めとした各方面で高い評価を得ている。

科学技術連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」全体俯瞰図 (H21.3時点)



国際協調と知財戦略

国際協調として、前項のOECDにおける活動の他、VAMAS（新材料及び標準に関するベルサイユプロジェクト）に中国、韓国が追加加盟することに伴い、新たに覚書に署名し、試験・評価技術の研究を各国間の共同研究で推進し、その成果を標準化機関の活動に活用している。このような国際的な協調をベースとした標準化活動の推進により、材料の安全性・信頼性に対する国際的認識の一致を推進し、新材料の社会への普及に貢献している。さらに、日米欧の産学官関係者が一同に介してナノテクの研究開発動向に関して意見交換する場であるINC（International Nanotechnology Conference for Communications and Cooperation）に、2005年の開始以降毎年参加している。3地区持ち回りで開催されるが、日本の産学官関係者が協力して2008年に第4回目のINC（INC4）を日本で初めて開催し、前日の「Nanotech in Japan」では日本のナノテク活動を紹介しアピールした。なお、第5回目となるINC5は2009年5月にロサンゼルスで開催され、ナノエレクトロニクス関連に加えて、ナノテクのエネルギー応用やナノテク分野の教育などに関する意見交換が行われる。

また、知的財産戦略本部に置かれた「知的財産による競争力強化専門調査会」において、ナノテク・材料を含む分野別の知財戦略に関する検討が行われた。検討の結果、各分野固有の課題を念頭に置きつつも、我が国として今後取り組むべき知的財産に係る基本的な戦略及び取組の在り方が示された「知財フロンティアの開拓に向けて（分野別知的財産戦略）」が同専門調査会でとりまとめられ、平成19年12月13日に知的財産戦略本部に報告された。

国民への研究開発の説明

ナノテクノロジー・材料分野の研究開発を推進することにより得られる成果は、科学技術の進歩、産業競争力の強化、社会の抱える課題の解決等を通じて国民に還元することが求められている。例えば、希少資源や不足資源を代替する材料技術において革新が生まれれば、資源枯渇問題の解決に大きく貢献できるが、こうした点を広く国民に伝えることが重要であり、文部科学省、経済産業省、環境省、内閣府の連携により、元素戦略/希少金属代替材料開発のシンポジウムが開催されているなど、国民への説明のための取組が進んでいる。

また、連携施策群「水素利用/燃料電池」、「ナノバイオテクノロジー」及び「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」においても、成果報告会やシンポジウムが開催され、活動成果の国民への説明に積極的に取り組んでいるほか、ホームページでの情報発信にも力を入れている。

さらに、ナノテクノロジーの啓蒙活動の一環として、内閣府の監修により、ナノテクノロジーを簡易に説明する冊子、DVD、ホームページの制作がなされるなど広報活動に取り組んでいる。これまでに冊子約1万冊、DVD約7千枚が一般及び大学・研究機関や高校などの教育機関に配布された。また、ナノテクノロジーの最先端研究成果を発信することを目的として、文部科学省はナノテクノロジー・ネットワーク事業の一環として、インターネットサイト「Nanotech Japan」を作成し、第一線の研究者のインタビューやメールマガジンの配信を行っている。

この他にも、世界最大の国際ナノテクノロジー総合展示・技術会議（nano tech）においても、研究開発独立行政法人や大学からナノテク関係の研究成果の展示が行われ

たほか、期間中、文部科学省 のナノテクノロジー・ネットワーク事業の一環として「ナノテクノロジー総合シンポジウム」等の各種シンポジウム等が開催され、企業や研究者への情報提供や分野を超えた研究交流を積極的に推進した。

ナノテクノロジー・材料分野における研究成果は実用化には長時間を要するため、国民にも理解が得られるように、今後もより一層の継続的な成果事例集の公表やどのように社会に貢献するかなどの情報発信が必要である。さらに、国際的な展示会や会議を利用して、日本の研究成果等を積極的に世界に向け発信し続けることが重要である。

(4) 今後の取組について

「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について

「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」については、(2)に記述の通り、基本計画の中間年度までの間、概ね順調に進捗しており、引き続き、個々の施策の実施状況を精査しつつ、分野別推進戦略に基づいた研究開発を進めていくことが重要である。良好な成果が得られている領域ではさらに積極的に研究開発を進めるとともに、一部目標成果が大きいにも拘らず研究開発が遅れている領域では、目標達成に向けた取組の加速が一層重要である。

状況認識の項目で言及したように、近年、環境、エネルギー、資源問題に世界的な関心の広がりが見られ、これらの問題の解決に向け、ナノテクノロジー・材料技術によるブレークスルーが期待されている。環境・エネルギーに関連しては、量子ドットを用いるなど新型の高効率な太陽電池技術の開発や、鉄ニクタイド系新超伝導体の発見等の成果が得られており、資源問題関連では、液晶ディスプレイのITO代替材料として、新概念の透明アモルファス酸化物半導体(TAOS)の開発、白金を使わない燃料電池用無機系及び有機系触媒開発等の新たな成果がみられる。今後、環境、エネルギー、資源関連の開発研究については、さらに強化する必要がある。

また、世界同時不況等によるエレクトロニクス産業の低迷に対しては、極低消費電力デバイスや、新規不揮発性メモリ、超高密度記録技術、有機エレクトロニクス等、新たな付加価値を生み出す革新的技術によって市場を活性化させることが重要になると考えられる。ナノテク・材料技術を活用したこれらの技術開発についても、今後強化してゆくことが必要である。

内閣府においては、基本計画のフォローアップにより、状況変化を踏まえた進捗状況を毎年把握し、必要に応じて対策を促していくことが重要である。

推進方策について

各推進方策については、これまでの取組の結果抽出された課題等をふまえつつ、各府省において柔軟に対応し、取組を進めていくことが必要である。具体的な推進方策毎に留意すべき事項は以下の通りである。

また、第3期科学技術基本計画の残期間に加え、その後の展望も含めてナノテクノロジー・材料PTが取りまとめた「ナノテクノロジー・材料分野における現状分析と今後の対応に関する取りまとめ(平成21年5月8日)」に領域ごとに今後必要な対

応方策が取りまとめられていることから、中長期的な推進に際しては、当該取りまとめ結果も踏まえての対応が必要である。

国の関与の必要性と官民の役割分担

日本の経済・産業を活性化させ強くするためにも、このナノテクノロジー・材料分野をさらに推進していき、革新的な技術の創出を図っていくことが重要である。特に、近年、地球の温暖化防止の観点から、環境・エネルギーがグローバルな課題として浮かび上がってきており、その解決に向けたブレークスルー研究を担うナノテク・材料分野の役割は極めて大きいと言える。

一方、国際的に見ると、欧米だけでなくアジア各国のナノテクノロジー関係の研究投資の伸び率が大きくなっており、論文の数や特許の数の推移からもこれまでの日本のこの分野での優位性が脅かされる状況になってきている。大幅に強化している海外の研究開発投資、拠点整備、グローバル人材育成の状況を考慮すると、日本がこのままの状況を続けていたのでは近々逆転を許してしまい、日本の優位性が失われる懸念がある。

このため、今後もナノテクノロジー・材料分野の戦略的な強化策が必要であり、一過性ではなく中長期的な視点での研究開発支援、研究拠点の整備、グローバルな人材育成の強化に国としては取り組む必要がある。

人材育成と拠点形成

人材育成については、一過性ではなく中長期的な計画を立てて、初等・中等教育での理科離れ対策などと共に、大学、大学院等、高等教育での人材育成の充実化を図ることが重要である。さらに、グローバルな俯瞰的視野、対応力及び判断力の養成、海外研究者との交流機会を増やすためのシステム構築が必要である。

ナノテクノロジー及び材料分野を支える人材は、大学院や研究開発独法などの高等研究機関で働く研究者のほかにナノ・材料技術を完成品として仕上げる産業技術者・技能者など広範な専門性を有する幅広い人材で構成されており、その育成・確保が当該分野の将来の発展に不可欠である。特にグローバル競争の激しいナノテク・材料分野で、諸外国を相手に対等に闘える若手人材、例えば大学院生や若手研究者および産業技術者を目指す大学院生らの育成が喫緊の課題である。

短期の研究プロジェクト内活動あるいは研究拠点での研究開発などの経験を積むことで育成される、現在主流の若手育成施策に対し、期間限定のプログラムではなく、中長期視点に立った一貫した育成方針施策の策定を行う必要がある。大学および大学院生、大学院生を対象とした検討から開始すべきであるが、根本は、例えば理工系学部への大学入学希望者の減少にみられるような若年層の理科離れにも連関する課題であり、理工系人材育成に関する大きな検討のフレームワーク（グランドビジョン）の中に位置づけられるべきである。

拠点形成については、ナノテクノロジー・材料分野の各領域間および異分野との連携や融合を加速できるインフラと世界をリードする研究領域・技術を有し、世界の優秀な研究人材が集まる研究拠点を構築することにより、我が国が強みを有する技術をさらに強化していき、実用化・産業化の加速を行うことが必要である。また、他の拠

点や研究機関とのネットワークを太くし、各拠点の特徴を活かして全体として効率的な研究開発が進められるようにしておくことも重要である。

例えば、ナノエレクトロニクス素子の原理実証の基礎研究から製品化につながる素子の集積化の実証といった、新機能の有用性・事業性の試作検証のフェーズまでの研究開発を可能とするナノエレクトロニクス研究拠点の構築が望まれる。このような拠点で世界に先駆けて欧米に無い新しい技術潮流を作り出せれば、海外の拠点へと流れつつある日本および海外の優秀な人材を集めることも可能になると思われる。

国の研究資源配分のあり方

近年、地球の温暖化防止の観点から、環境・エネルギー問題がグローバルな課題として浮かび上がってきており、その解決に向けた先端研究としてナノテクノロジー・材料分野の役割は大きいといえる。

研究資源の配分にあっては、様々な科学技術分野の基盤となる技術構築のような課題については、継続的に研究支援を実施していくとともに、ナノテクノロジー・材料技術の出口として、例えばグローバルな課題である環境・エネルギー問題の解決にフォーカスし、有望なナノテクノロジー・材料技術に対して研究の初期段階から戦略的に集中的な資源配分を行うファンディングシステムを構築することも重要である。

また、新しい材料・製品を早期に世に出すためには、企業や研究機関にインセンティブを与える政策面での支援も必要である。

産学官及び府省の連携

ナノテクノロジー・材料分野は、その基盤技術の活用により、ライフサイエンス分野、情報通信分野、環境分野、エネルギー分野など他分野との分野横断・融合的取り組みを推進することが重要である。具体的には、「元素戦略／希少金属代替材料開発プロジェクト」、「ナノエレクトロニクス戦略合同会議」などの取り組みや、各種連携施策群で構築された連携の枠組みを一層活用することが重要である。また、「使われてこそ材料」と言われるように、ナノ・材料の知見をその応用分野の技術と融合する府省連携（垂直型府省連携）をさらに促進すべきである。

この他、最先端の再生医療、医薬品・医療機器の開発・実用化を促進することを目的とし、ライフサイエンス分野における府省連携により創設された「先端医療開発特区（スーパー特区）」において、公募により採択された課題の中には、ナノバイオテクノロジー・生体材料領域の研究開発課題も複数含まれており、他の推進分野の取組を通じた研究課題の推進もまた期待できる。

また、連携施策群は、期待以上の成果を挙げており、終了後のコーディネーション機能の継続・充実に際し、ナノテクノロジー・材料PTが中心となって必要に応じたフォローをしていく必要がある。府省連携の取組においては、今後取り上げるべき課題の一つとして、環境分野、エネルギー分野とナノテクノロジー・材料分野の分野横断的な取り組みの推進が考えられる。

さらに、文部科学省／JSTと経済産業省／NEDOの共同連携体制による基礎・基盤研究から産業応用・製品化までの切れ目のない研究ファンディングの推進が期待

される。ナノテクノロジーは、他のテクノロジーと異なり、商品化に向けて研究開発を行うには、異分野異業種との連携等が不可欠であり、産学官との連携、異分野異業種との融合等が重要であることから、複数の大学で始まっている医工融合研究・教育の施策は、今後大きな成果が期待される。

安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進

第3期科学技術基本計画のナノテクノロジー・材料分野における分野別推進戦略においては、社会全体でのナノテクノロジーの正しい知識の普及等を行うことが重要としており、「ナノテクノロジーの責任ある研究開発」を重要な研究開発課題として位置づけている。こうした中で、例えば市民対話やアウトリーチ活動といった、ナノテクノロジーの研究成果をわかりやすく国民に発信し国民の理解を得る取組を推進していくことは引き続き重要である。アウトリーチ活動の一環としての府省連携の下でのシンポジウムの開催等を通して、ナノテクノロジーの研究成果や政府の安全対策の取組等について分かりやすく発信していく必要がある。

ナノマテリアルの社会的受容性に関するリスク評価・管理手法の開発（研究開発、基盤整備、測定）については、関係省庁の連携により引き続き推進するとともに、それらの結果をOECD等と情報交換することにより、積極的に国際貢献を行うことが重要である。また、ナノテクノロジーの社会受容性の向上のためには、ナノテクノロジーのリスクガバナンスについても検討が必要である。さらに、ナノテク材料を作製する事業者が自己の努力と見識でリスク評価をし、その結果を国民に伝え国民理解を得ていく道筋を作っていくことも必要である。それに当たり、国際標準化、国際協調等の議論に関しては、ISOを始めとし様々な動きがあるが、これらに関係者へ情報提供する仕組みも、国際対応の一つの課題として挙げられる。

連携施策群の補完的課題において当該活動の一助となる国民を含めた各種関係者への情報提供の仕組みを検討・実施していることから、これらの活動に当たっては、補完的課題の枠組みを活用していくことも効率的であると考えられる。

国際協調と知財戦略

日米欧の産学官関係者が一同に会してナノテクの研究開発動向に関して意見交換する場であるINC (International Nanotechnology Conference for Communications and Cooperation)等の枠組みを有効に活用し、戦略的な視点を持ちながらナノテクノロジー研究における国際協調等の推進にあたることが重要である。人材育成という観点からも、若手研究者の国際交流支援策を一層強化していく必要がある。

知財戦略においても関係機関の連携が不可欠であり、研究者の特許出願を支援するための資金、人材、ネットワーク、そして戦略的な特許取得への対策が重要である。特に、特許対策として研究開始段階から知財の切り口で研究開発をとらえることができる人材によるサポートが必要である。

国民への研究開発の説明

ナノテクノロジー・材料分野における研究成果は実用化には長時間を要するため、国民にも理解が得られるように、今後もより一層の継続的な成果事例集などの公表が

必要である。例えばその手段としてインターネットサイト等を活用する。また、ナノテクノロジー・材料技術が製品の中でどのように使われているか、国民にわかりやすく説明することも重要である。

今後も、国際的な展示会、会議（例えば、国際ナノテクノロジー総合展・技術会議等）を利用して、日本の研究成果等を積極的に世界に向け発信続けることが重要である。特に、国内中小企業、大学や公的研究機関の研究成果を産学官連携して、広く海外へ発信してゆく取組みを強化すべきである。これは、海外市場の捕捉と同時に、日本初のナノテク・材料技術が世界で貢献していることを国民へわかりやすく説明することにつながる。

ナノテクノロジー・材料分野は、あらゆる科学技術分野の基盤をなす技術であり、既存産業の課題解決や新産業の創出を図り、環境・エネルギー問題の解決に寄与することができるため、環境問題と経済発展の両立といった政策課題の解決に貢献することができる。

第3期科学技術基本計画策定以降の大きな状況変化として、世界的課題である気候変動問題が大きくクローズアップされ、温室効果ガスの排出量を大幅に削減することが国際社会において喫緊の課題となっている。そのため、CO₂ガス排出削減につながる二次電池、太陽電池、燃料電池などクリーンエネルギー技術が注目され、そのブレークスルーを可能とするナノテクノロジー・材料分野への期待は大きい。

このため、グローバルな課題である環境・エネルギー問題の解決にフォーカスし、二次電池、太陽電池、燃料電池等の有望なナノテクノロジー・材料技術に対して戦略的に集中的な資源配分を行うとともに、長期的に継続して研究支援を続けられるファンディングシステムを構築することや、新しい材料・製品を早期に世に出すために、企業や研究機関にインセンティブを与えることが重要である。

以上を踏まえ、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発においては、このような環境・エネルギーや世界的な経済不況等の状況を反映して、強化すべき研究テーマなどの一部見直し、要素技術のシナリオ化を行いながら、これまでの戦略を継続し、一層強化推進していくことが重要である。

別紙2.4.1 ナノテクノロジー・材料分野における重要な研究開発課題の進捗状況

本表は、各府省から提出された施策の進捗状況に関する調査結果(各府省の自己評価や当該施策に関する外部委員会等の評価結果による)を整理したものである。

「3年間の予算」

研究開発目標に対応する各府省の施策の平成18年度から平成20年度までの予算額を合計したものである。複数の研究開発目標に関連する施策の予算額については、重複して計上している。

○「研究開発目標の達成状況」

研究開発目標に対する2008年度末時点での達成水準を以下の5段階で表している。

：すでに計画期間中(2010年度末まで)の研究開発目標を達成した。

：当初計画以上に進捗しており、計画期間中の研究開発目標達成まであと一歩のところ。

：当初計画どおり、順調に進捗している。

：当初計画と比べて、若干の遅れが生じている。

：当初計画に比べて、かなりの遅れが生じている。(研究開発目標の達成が危ぶまれる状況)

重要な研究開発課題	概要	研究開発目標 (:計画期間中の研究開発目標、 :最終的な研究開発目標)	3年間の予算(億円)	研究開発目標の達成状況	目標達成のための課題
ナノエレクトロニクス領域					
従来のシリコン半導体を超える次世代シリコンベースナノエレクトロニクス技術 - 5 - 10 - 11	現在の最先端シリコンエレクトロニクスに更なる高機能化を図るために、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した他技術との融合によって、現在のエレクトロニクスを発展させるデバイス技術を開発する。【文部科学省、経済産業省】	2010年までに、45nmレベルの半導体微細化技術を実現するとともに、技術戦略マップに基づきその後の更なる微細化技術の進展も見据えつつ、高速度・低消費電力デバイスを実現する。【文部科学省、経済産業省】	155.5		・安定したhigh-k/Si界面の作製が必要である。 ・低消費電力赤外光源向けの量産プロセス技術の確立が必要である。 ・単一量子ドットの発光波長とフォトニック結晶共振器の共振波長を一致させるための波長チューニング技術を開発して、超低閾値レーザー発振を実証する必要がある。 ・半導体の微細化に関してテクノロジーノード45nmを超えるデバイスの実現に必要な微細化に伴う信頼性低下の問題解決のため、微細加工プロセス技術による誤差の発生メカニズムの解明、解析手法、標準的な解析装置、プロセス制御システムを開発する。また、中性子線等のノイズの影響下でも誤動作しない半導体デバイスモデルを完成させることを目標とする。 ・本施策の目標を達成した。(H19年度終了)
		2015年頃までに、半導体デバイスの大幅な高度化・高機能化につながる材料・構造・界面などの機能解明を行う。【文部科学省】	24.3		・耐酸化還元性能をもつゲートスタック構造の開発が必要である。 ・開発されたバイオプロセスのさらなる探求を継続し、本施策の成果を新原理半導体デバイス開発に生かす必要がある。
		2010年までに、情報家電の低消費電力化、高度化(多機能化等)に資する半導体アプリケーションチップを実現する。【経済産業省】	53.7		製品企画技術の向上に向けては、半導体メーカーに存在する優れたアイデアを引き上げることも必要であるが、アイデア自体は独創的で優れてはいるものの、財政的基盤の脆弱性等により、そのアイデアの具体化が著しく困難なベンチャー企業・大学等の支援も重要

		2008年までに、シリコン半導体上にナノサイズの貫通電極を生成する技術を開発し、低消費電力な積層メモリを実現。【経済産業省】	12		<p>多機能高密度三次元集積化技術 情報通信デバイスや信号処理デバイスの小型、低消費電力化に必要な、Si貫通ビアを用いた三次元積層システムインパッケージ(SiP)を実現するための設計技術および評価解析技術の確立を目標とする。これにより三次元集積技術を用いた異なる分野のデバイス集積化を実現する基盤技術が提供され、様々な技術分野の融合による革新的技術創出の条件が整う。</p> <p>複数周波数対応通信三次元デバイス技術 微小可動構造(MEMS)を用いたMEMS回路、制御・電源回路が積層された複数周波数・複数通信方式に対応する三次元デバイスを開発する。これにより小型でありながら複数のシステムに対応可能な無線通信デバイスが開発され、将来の携帯通信端末のより一層の小型軽量化が実現する。</p> <p>三次元回路再構成可能デバイス技術 三次元的な積層構造を利用した回路再構成可能デバイス(フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、動的リコンフィギュラブルプロセッサ等)技術を開発する。これにより回路再構成可能デバイスの小型化が実現し、今までにない革新的応用分野の創出が期待される。</p>
		2008年までに、通信量10Tb/s級の光スイッチングデバイスを実現する。【経済産業省】	22		<p>省電力動作・高機能の革新的なデバイス・装置の技術開発及びトラヒック高速回線に対する計測・制御技術開発が必要であり、我が国としてそれらの開発を企業間垂直連携や産学連携を駆使し戦略的に推進していくことが極めて重要である。このように高機能でありながら低消費電力を実現する技術は従来にない画期的な新規開発領域であり、特に光インターフェイス技術、集積化技術及び超高速LD技術、超電導回路技術等、民間企業単独で開発するにはリスクが大きい技術は、国の支援の元、産学で日本の技術開発力を結集して推進する必要がある。</p>
		2011年までに、光デバイス開発のため、ホログラムを利用したフェムト秒レーザー加工技術を確認する。【経済産業省】	11.6		<p>今後、加工システムの高度化とデバイスの試作を行うために、引き続きデバイス別ガラス組成の最適化、三次元加工システムの高精度化を行うとともに、試作デバイスの評価等を行う。</p>
		2011年までに、従来とは全く原理の異なる近接場光の原理・効果に応用した革新的な効率のディスプレイ用偏光板を実現する。【経済産業省】	14.6		<p>近接場光を利用した技術は、現在はまだ実用化にはいたっていないが、今後、さらに省エネルギーを推進していく上で、既存の技術の延長上にはない、革新的な技術開発が必要となっている。</p> <p>本技術開発は、技術の確立までには相当程度の期間が必要な全く新しい技術であり、企業単独で行うことはリスクが大きい。このため国の関与の下、産学官の共同研究体制を構築して、リスクを分散しつつ、実用化を目指し、知見を集結させ開発を行っていく必要がある。</p>
		2012年頃までに、増大する情報量に対応するテラビット級の大容量・高記録密度ストレージを実現する。【経済産業省】	6		<p>目標達成済み(H18年度終了)</p>

電子・光制御ナノエレクトロニクス技術 - 5 - 5 - 10 - 11	新しい高速大容量情報通信・情報処理技術、セキュリティ技術開発等を目指して、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料もしくは機能に対して、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に活用することにより、既存技術の原理的限界を超え、新規機能を有する加工技術、デバイス、システムを開発する。【経済産業省、文部科学省、総務省】	2012年頃にスピン注入磁化反転方式のメモリを実現する。【経済産業省】	20.1		スピンRAM開発として、先端プロセスによる微細半導体素子とスピン素子を集積化し、微細メモリアレイとしてRAM動作が実証されること。また、スピン能動素子として、複数の能動素子を駆動できるレベルの増幅動作が実証されること。
		2015年頃までに、10Tb/in ² 級の大容量メモリ・ストレージ技術を確立する。【文部科学省】	7.6		プロトタイプ作成を通じてスケールアップを図り、応用研究への移行と実用化を目指したプロセス開発を図ることが必要である。
		2015年頃までに、電子・光デバイス的大幅な高度化・高機能化につながる材料・構造・界面などの機能解明を行う。【文部科学省】	13.4		・プロトタイプメモリ作成、メカニズムの解明を通じた応用研究への移行、実用化が必要である。 ・自己組織化のメカニズムの解明と制御技術の確立が課題である。
		2015年頃までに、分子・有機などの新材料、あるいはスピンなど、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料・機能を利用した電子・光デバイス技術を確立する。【文部科学省】	4.6の内数		・素子構造と材料の最適化による素子単体の動作特性向上、ならびに集積回路のオンチップ試作を行い、実用化に必要な要素技術を確立する。 ・自己組織化のメカニズムの解明と制御技術の確立が課題である。 ・有機モットFETについては、さらなる性能向上を目指して、電流を運ぶ電子の基本的性質を明らかにするためホール効果等の測定を行う。 ナノワイヤーについては、信頼性をさらに増す多芯線化の製造手法、ワイヤー間の漏れ電流を防ぐ絶縁機能を確実にする手法、ワイヤーを結晶中で交互に直交させその交点に分子メモリを組み込み超高密度配線を可能にする手法等を検討する。 ・レンズを製作し、検証した理論を実証する。 ・実用化への展開に向け、さらなる材料の最適化、性能の安定化、動作機構の解明が課題である。
		2015年頃までに、単一量子に関わる基礎技術の高度化と多量子化に向けた基盤技術を創出する。【文部科学省】	56.7		フォトニック結晶光導波路と結合した複数のGaAs量子ドットによる、多量子ビット化を目指す。
		2010年までに、電子冷却可能なマイナス100度付近で動作する量子カスケードレーザーを開発する。【総務省】	24.8の内数		現在約-150度付近まで冷却する必要があるテラヘルツ帯量子カスケードレーザーのより高温での動作実現(摂氏-100度付近を目標)が課題。
		2015年頃までに、高感度で室温動作する ナノ構造利用したテラヘルツ検出器を開発する。【総務省】	24.8の内数		センサ構造、製造工程の設計・試作及び感度評価による更なる高感度化が課題。
		2015年頃までに、ナノ構造利用した高精度テラヘルツ光源を開発する。【総務省】	24.8の内数		超短パルス光源によりテラヘルツ帯周波数コムを発生させ、このテラヘルツ帯周波数コムを用いたテラヘルツ帯量子カスケードレーザーの周波数安定化が課題。

ナノスケールに対応したエレクトロニクス製造技術 - 11 - 10	32nm以降の半導体製造技術やナノスケールの超微細なデバイス等の実現に向けた、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用したエレクトロニクス製造技術および装置を開発する。【文部科学省、経済産業省】	2010年までに、45nmレベルの半導体微細化技術を実現するとともに、技術戦略マップに基づきその後の更なる微細化技術の進展も見据えつつ、高速度・低消費電力デバイスを実現する。【文部科学省、【経産産業省】	42.1		・EOT1.0nm以下でのリーク特性改善が必要である。 ・半導体の微細化に関してテクノロジーノード45nmを超えるデバイスの実現に必要な微細化に伴う信頼性低下の問題解決のため、微細加工プロセス技術による誤差の発生メカニズムの解明、解析手法、標準的な解析装置、プロセス制御システムを開発する。また、中性子線等のノイズの影響下でも誤動作しない半導体デバイスモデルを完成させることを目標とする。 ・本施策の目標を達成した。(H19年度に終了)
		2015年頃までに、32nm以降のリソグラフィ、エッチング等の半導体微細加工技術を開発する。【経済産業省】	9.4		平成22年度末にhp32nm技術領域におけるEUVL(EUVリソグラフィ)マスクの許容欠陥指標を構築すると共に、マスクブランクス(パターンが描かれる前のマスク)の位相欠陥検査技術(*11)を確立する。また、マスクパターン欠陥検出/修正技術において、要求精度達成の目処を付ける。さらに、EUVLマスクの搬送、保管、ファブ内検査、クリーニング技術を開発する。EUV光源に関しては、平成22年度末までにマスク、ミラーの最大反射率低下が10%以下となる汚染量を明示できる評価技術を開発し、有効性を示す。また、この汚染量抑制を実現できる高信頼化技術を開発する。hp45nm技術領域におけるマスク設計、描画、検査に要する時間においては、各工程の総合最適化技術を使わなかった場合のhp65nm技術領域における同面積のマスク設計、描画、検査に要する時間と比べ、1/2以下に短縮できることを示す。
		2015年頃までに、32nm級以下の多様な材料のナノ構造を加工・造形する技術を開発する。【文部科学省】	34.3		・非晶質メタルゲート仕事関数制御が必要である。 ・本施策の目標を達成した。(H19年度に終了)
ナノエレクトロニクス部材の低価格化技術 - 11 - 5 - 10	コスト競争力の高いナノエレクトロニクス材料・部材・デバイスを提供するために、ナノエレクトロニクス領域のすべての開発過程において、開発開始当初からコスト低減意識を徹底した材料・技術を開発する。【経済産業省】	2011年までに有機ナノファイバーの高速連続製造技術を開発する。【経産省】	24.6		研究開発の継続的实施
		2015年までに、微小領域のプリント可能なナノコンタクトプリント技術の確立とフレキシブル有機TFT部材の開発等の技術を活用し、巻き取り可能な曲面ディスプレイやシール状ICタグ等の製造技術の開発する。【経済産業省】	18.6		・製造技術の更なる省エネ・省資源化を進めて実用化に資する。
		2015年までに、高エネルギー密度のキャパシターや高パワー密度の超小型二次電池等の製造技術を開発する。【経済産業省】	11		カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクトを継続し、成果を確認する。

		<p>2008年までに、シリコン半導体上にナノサイズの貫通電極を生成する技術を開発し、低消費電力な積層メモリを実現する。【経済産業省】</p>	12		<p>多機能高密度三次元集積化技術 情報通信デバイスや信号処理デバイスの小型、低消費電力化に必要な、Si貫通ビアを用いた三次元積層システムインパッケージ(SiP)を実現するための設計技術および評価解析技術の確立を目標とする。これにより三次元集積技術を用いた異なる分野のデバイス集積化を実現する基盤技術が提供され、様々な技術分野の融合による革新的技術創出の条件が整う。</p> <p>複数周波数対応通信三次元デバイス技術 微小可動構造(MEMS)を用いたMEMS回路、制御・電源回路が積層された複数周波数・複数通信方式に対応する三次元デバイスを開発する。これにより小型でありながら複数のシステムに対応可能な無線通信デバイスが開発され、将来の携帯通信端末のより一層の小型軽量化が実現する。</p> <p>三次元回路再構成可能デバイス技術 三次元的な積層構造を利用した回路再構成可能デバイス(フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、動的リコンフィギュラブルプロセッサ等)技術を開発する。これにより回路再構成可能デバイスの小型化が実現し、今までにない革新的応用分野の創出が期待される。</p>
		<p>2010年までに、45nmレベルの半導体微細化による高速度・低消費電力デバイスを実現する。【文部科学省、経産産業省】</p>	139.7		<ul style="list-style-type: none"> ・ゲート/high-k界面の安定性の確保が必要である。 ・単一量子ドットの発光波長とフォトニック結晶共振器の共振波長を一致させるための波長チューニング技術を開発して、超低閾値レーザー発振を実証する必要がある。 ・低消費電力赤外光源向けの量産プロセス技術の確立が必要である。 ・半導体の微細化に関してテクノロジーノード45nmを超えるデバイスの実現に必要な微細化に伴う信頼性低下の問題解決のため、微細加工プロセス技術による誤差の発生メカニズムの解明、解析手法、標準的な解析装置、プロセス制御システムを開発する。また、中性子線等のノイズの影響下でも誤動作しない半導体デバイスモデルを完成させることを目標とする。
		<p>2010年までに、情報家電の低消費電力化、高度化(多機能化等)に資する半導体アプリケーションチップを実現する。【経済産業省】</p>	53.7		<p>製品企画技術の向上に向けては、半導体メーカーに存在する優れたアイデアを引き上げることも必要であるが、アイデア自体は独創的で優れているものの、財政的基盤の脆弱性等により、そのアイデアの具体化が著しく困難なベンチャー企業・大学等の支援も重要</p>

<p>環境と経済を両立する省エネルギー・環境調和ナノエレクトロニクス技術</p> <p>- 2 - 10</p>	<p>デバイスレベルでの消費電力の徹底的な低減と、システム・回路との連携による消費電力の無駄を省くことを目的とした、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用したナノデバイス技術を開発する。【文部科学省、経済産業省】</p>	<p>2015年頃までに、分子、有機などの新材料、あるいはスピンド、従来のシリコンエレクトロニクスで利用されていない材料・機能を利用した環境調和デバイス技術を確立する。【文部科学省】</p>	35.5	<p>・CPP-GMRは常温で30%を目指し、その達成にはハーフメタル、及び界面特性の改善が必至。hBN遠紫外光素子は、結晶の大口径化と適切な応用探索、ZnO結晶の透明性、ワイドギャップ特性を生かした応用を見出し、当面はトランジスタ作製に努力。また、分子とSi半導体デバイスとの融合では、耐熱性のある分子の選択とスイッチOn/Offのためのしきいち電圧の安定性が課題である。</p> <p>・蛍光体の発光効率の向上が課題である。そのために、粒子の欠陥構造を調べるとともに、粒子表面の欠陥を低減する高温ガス反応プロセスを開発する必要がある。</p> <p>・出力性能の大きな決定要因であるイオン伝導体界面をキャラクタリゼーションする手法を開発するとともに、高容量負極反応の総合性能を確認し、各種性能を高い次元で達成することが必要である。</p> <p>・自己組織化技術のメカニズムを解明し、制御技術を構築することが課題。これにより、環境負荷の低い半導体デバイス製造技術を確立することが必要である。(H19年度に終了)</p>
		<p>2007年までに通信量40Gb/s級の高速度通信機器を実現、2008年までに通信量10Tb/s級の光スイッチングデバイスを実現する。【経済産業省】</p>	22	<p>省電力動作・高機能の革新的なデバイス・装置の技術開発及びトラヒック高速回線に対する計測・制御技術開発が必要であり、我が国としてそれらの開発を企業間垂直連携や産学連携を駆使し戦略的に推進していくことが極めて重要である。このように高機能でありながら低消費電力を実現する技術は従来にない画期的な新規開発領域であり、特に光インターフェイス技術、集積化技術及び超高速LD技術、超電導回路技術等、民間企業単独で開発するにはリスクが大きい技術は、国の支援の元、産学で日本の技術開発力を結集して推進する必要がある。</p>
		<p>2012年頃までに、増大する情報量に対応するテラビット級の大容量・高記録密度ストレージを実現する。【経済産業省】</p>	6	<p>目標達成済み(H18年度終了)</p>
		<p>2007年までに、集積化した低消費電力ディスプレイを実現。【経済産業省】</p>	24.1	<p>さらに、全世界に広がる高度映像市場に国内産業界が従来の先陣を堅持し、経済発展に寄与するためには、国際競争力のある技術開発を国家規模で進めることが重要であり、国からの助成によって、低消費電力技術の開発を支援する必要がある。</p>
		<p>2011年までに、革新的材料による高効率なナノサイズの薄膜トランジスタ・薄膜発光体技術を用いた次世代大型平面ディスプレイを実現する。【経済産業省】</p>	24.1	<p>さらに、全世界に広がる高度映像市場に国内産業界が従来の先陣を堅持し、経済発展に寄与するためには、国際競争力のある技術開発を国家規模で進めることが重要であり、国からの助成によって、低消費電力技術の開発を支援する必要がある。</p>
		<p>2011年までに、従来とは全く原理の異なる近接場光の原理・効果を活用した革新的な効率のディスプレイ用偏光板の実現する。</p>	14.6	<p>近接場光を利用した技術は、現在はまだ実用化にはいたっていないが、今後、さらに省エネルギーを推進していく上で、既存の技術の延長上にはない、革新的な技術開発が必要となっている。</p> <p>本技術開発は、技術の確立までには相当程度の期間が必要な全く新しい技術であり、企業単独で行うことはリスクが大きい。このため国の関与の下、産学官の共同研究体制を構築して、リスクを分散しつつ、実用化を目指し、知見を集結させ開発を行っていくことが必要である。</p>

		2011年までに、シリコントランジスタにとってかわる、炭化珪素のナノサイズ成膜技術を活用したパワーデバイスにより高効率インバータを実現し、また、炭化珪素の上にナノサイズの化合物半導体の薄膜を形成することでシリコン半導体の間接遷移型半導体とは動作原理の全く異なる直接遷移型半導体を実現し、350GHz級の高周波デバイスを実現する。【経済産業省】	30.2		達成済み
		2007年までに、超低温時にナノ領域で発現する単一磁束量子現象を用いた低消費電力なデバイスを実現する。【経済産業省】	6.8		情報化社会の進展に伴い、家庭やオフィスを中心に情報通信機器によるエネルギー消費量が増加。高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、情報通信機器の省エネルギー化等環境問題へも配慮した情報通信技術の開発が求められている。
セキュリティエレクトロニクス技術 - 10	将来の情報セキュリティ確保のために、ナノ領域特有の物理現象・化学現象を積極的に利用した認証・通信技術開発する。【文部科学省】	2015年頃までに、解読不能な超高速通信技術を確立する。【文部科学省】	18.5		不純物準位のエネルギーと単一光子発生レートの制御、および高温動作を実現するための材料技術の開発が必要である。
ナノバイオテクノロジー・生体材料領域					
生体の構造・機能などを解明する分子イメージング - 3 - 1 - 3	ナノメートルレベルでの生体の構造と機能を正確・精密に理解するため、分子イメージング用の計測技術と解析技術を開発する。【文部科学省、厚生労働省】	2011年までに、タンパク質などの生体分子の構造を静的・動的に観察するためのX線利用イメージング技術を開発し、機能との関係をデータベース化する。特に、循環器疾患や脳神経系疾患をはじめとする各種疾患との関係を解明する。【文部科学省】	56.7		従来からの微小ビームを走査する技術がカバーできなかった動画観察、高効率スクリーニング、迅速検査等の新しい応用分野を開拓しつつあるが、従来技術を置き換える性格のものではないため、今後は、微小ビーム走査イメージングとの相補性を生かした展開を検討する必要がある。また、本格的な波及のためには、放射光利用のみならず、小型・可搬型機器で実施可能な技術を開発することも重要である。半導体材料、ナノ配線、腐食メカニズム解明、社会インフラ材料の信頼性確立等のほか、タンパク質等の生体分子への応用等、広範な応用を検討する。
		2011年までに、テラヘルツ光からX線までの各種イメージング技術を整え、生体膜や細胞内器官が機能する仕組みを解明する。【文部科学省】	2.3の内数		・イメージングのための高速なビーム走査技術・高感度な2次元検出器の開発が必要である。 ・複合計測条件の最適化と計測ソフトウェアの整備が課題。
		2011年までに、生きた細胞内部の中の一機能分子の動きを追跡する技術を開発する。【文部科学省】	2.3の内数		・励起レーザーの改良で現在得られている高調波出力を高出力化し、イメージングへの応用を図ることが必要である。 ・複合計測条件の最適化と計測ソフトウェアの整備が課題。
		2011年までに、創薬における薬効評価に資するナノレベル機能イメージング技術を開発する。【厚生労働省】	55.2		成果は着実に得られている。NEDOとのマッチング研究は本年度で終了するが、今後は実用化に向けた支援が必要と考える。
		2011年までに、in silico創薬技術等との連携により、効果的創薬を可能とするナノレベル構造・機能イメージング技術を開発する。【厚生労働省】	55.2		成果は着実に得られている。NEDOとのマッチング研究は本年度で終了するが、今後は実用化に向けた支援が必要と考える。
生体内の分子を操作する技術 - 3	生体における細胞や臓器の構造や機能を分子レベルで理解し、このレベルで直接操作する技術を開発する。【文部科学省】	2011年までに、細胞内における構造・機能分子の捕捉・イメージング基盤技術を開発する。【文部科学省】	26.6の内数		小型で安定な超広帯域フェムト秒レーザーの実現が必要である。
		2015年頃までに、生体分子イメージング技術などを併用して、細胞内生体分子などの捕捉や移動技術、細胞表面分子の操作技術を開発する。【文部科学省】	0		新しい脂質認識プローブの開発や、細胞レベルで脂質の動態を追跡する技術の確立等が必要である。

DDS・イメージング技術を核とした診断・治療法 - 15 - 3 - 17 - 8	バイオテクノロジー、IT、およびナノテクノロジーを融合させることにより、高性能・低副作用DDSキャリアを開発する。さらに、キャリア・薬物複合体の生体内動態のリアルタイム観察システムにより薬剤デリバリーの最適化を図る。また、DDSのターゲティング技術と生体分子イメージング技術の融合により、超早期に病変を診断する。加えて、長期に薬剤を担持・安定化・徐放できる徐放製剤等を開発し、効果が大きく副作用の少ない、細胞および細胞内の核・小器官などをターゲティングする治療法を確立する。【文部科学省、経済産業省、厚生労働省、農林水産省】	2011年までに、1mm程度のがんを分子レベルで診断する技術を開発する。【文部科学省】、【厚生労働省】、【経済産業省】	3.7の内数		・成果は着実に得られており、微細がん等の超早期診断などの開発については、引き続き、必要な支援を行う。 ・様々な試料に対し、有効性の検証が必要である。 ・開発したマンモ用近接撮像型PET装置の臨床評価に向けた機器開発及び臨床評価を行う。また、MRI装置においては、高磁場における高速撮像技術開発を行い、生体情報を1患者の検査時間30分以内で、躯幹部領域を撮像可能とする。また、分子プローブの開発においては、有効性・安全性等の薬効評価を行う。また、高精度眼底イメージング機器における高分解能化、高解像度化を達成すると共に、開発した機器から得た眼底情報と、生活習慣病等に合併する血管病変との相関関係を内科医により評価する。
		2011年までに、認知症を分子レベルで早期発見するイメージング技術を確立する。【文部科学省】	108.7(ライフ系予算にて充当)		・引き続き日本をリードする研究拠点としての強化を図るとともに、分子イメージング研究分野におけるオールジャパン体制を構築する必要がある。 ・引き続き、ヒト臨床に向けた橋渡し研究を推進していく必要がある。 ・引き続き、多様な研究シーズを有する大学や企業等と連携して、共同研究や人材育成をさらに充実させ、研究開発を実施する必要がある。
		2011年までに、イメージング技術を利用したキャリア・薬物複合体の生体内動態のリアルタイム観察システムを構築する。【文部科学省】	108.7(ライフ系予算にて充当)		・引き続き日本をリードする研究拠点としての強化を図るとともに、分子イメージング研究分野におけるオールジャパン体制を構築する必要がある。 ・引き続き、ヒト臨床に向けた橋渡し研究を推進していく必要がある。 ・引き続き、多様な研究シーズを有する大学や企業等と連携して、共同研究や人材育成をさらに充実させ、研究開発を実施する必要がある。
		2011年までに、薬物等伝達システム(DDS)を用いた新規性の高い治療法の開発につながる技術を開発する。【厚生労働省】	55.2		成果は着実に得られており、DDSを用いた治療法の開発については、引き続き、必要な支援を行う。
		2011年までに、高薬効・低副作用DDS技術を開発し、がん、循環器疾患、糖尿病、認知症等の治療に応用する。【文部科学省】、【厚生労働省】、【経済産業省】	94.8		・成果は着実に得られており、DDSを用いた治療法の開発については、引き続き、必要な支援を行う。 ・革新的DDSと光ファイバー技術を融合した光線力学治療システムの開発においては、膀胱がん・食道がん等の上皮系がんに対して前臨床試験(臨床試験の前段階として行う動物実験)を開始し、治療効果及び安全性を確認する。また、相変化ナノ液滴を用いる超音波診断・治療システムの開発においては、イヌなどの大動物を用いた実験での効果の検証をまで行い、前臨床試験を開始するのに必要な薬剤及び装置のプロトタイプを完成させる。 ・経肺投与は製剤のみでなく、デバイスにも画期的な改善が必要。また薬物の特性によって、技術の再構築が必要となる可能性がある。
		2011年までに、がんや中枢神経系疾患、脳血管疾患等の超早期診断および細胞特異的な治療法につながる技術を開発する。【厚生労働省】	55.2		成果は着実に得られており、がん等の超早期診断などの開発については、引き続き、必要な支援を行う。
		2015年頃までに、長期的に薬剤を担持・安定化・徐放できるナノ薬物送達システムを実現し、糖尿病の治療等への応用の道を拓く。【文部科学省】、【厚生労働省】	69.5		・成果は着実に得られており、DDSを用いた治療法の開発については、引き続き、必要な支援を行う。 ・動物実験による担体材料の更なる最適化、及び今後新しい技術の日本国内での薬事法の迅速な認可体制の構築が課題である。

		2011年までに、低コストの家畜用DDS担体を利用したワクチン等を開発する【農林水産省】	7.7の内数		・薬剤の無機カプセル粒子内への導入方法の検討。 ・カプセル粒子からの薬剤放出挙動を種々のモデル系で実験及びそれを通じた材料素材や封入法の有効性の検証。
		2015年頃までに、家畜用DDSを開発し、抗生物質使用量を著しく低減した家畜衛生管理技術を確立する。【農林水産省】	5.5の内数		・サルモネラ感染モデルの開発、DDSカプセル内への抗体、サイトカインのカプセル封入技術の開発。
超微細加工技術を利用した機器 - 15 - 3 - 9	低侵襲な診断・治療機器やバイオプロセスへの応用を目的として、半導体加工技術を基本とするナノマシンング技術を利用したNEMS、マイクロアレイ・マイクロチャネル、超微細アクチュエータ、高集積センサ、Lab-on-Chipなどのデバイスを開発する。【文部科学省、経済産業省、厚生労働省、環境省】	2011年までに、ナノバイオ融合MEMS製造における下記基盤技術を開発する。【文部科学省】、【経済産業省】 - バイオ物質の表面パターンニングを任意の形状で可能とする。 - ナノ物質の化学的修飾を精度±10nmでの位置決めを行う。	25.8		・数種類物質の同時パターンニングが可能になる技術を引き続き検討する必要がある。 ・ナノバイオ融合MEMS製造技術。
		2011年までに、デバイスやバイオセンサ等、ナノ技術を駆使して生体構造・組織への適合性を高めた医療機器の開発を進め、臨床応用が検討される段階まで到達する。【文部科学省】、【厚生労働省】、【経済産業省】	70.1		・事業を改編し、活動領域拡張医療機器開発研究として、引き続き、生体構造・組織への適合性を高めた医療機器の開発に関して必要な支援を行う【厚労省】。 ・開発したマンモ用近接撮像型PET装置の臨床評価に向けた機器開発及び臨床評価を行う。また、MRI装置においては、高磁場における高速撮像技術開発を行い、生体情報を1患者の検査時間30分以内で、躯幹部領域を撮像可能とする。また、分子プローブの開発においては、有効性・安全性等の薬効評価を行う。また、高精度眼底イメージング機器における高分解能化、高解像度化を達成すると共に、開発した機器から得た眼底情報と、生活習慣病等に合併する血管病変との相関関係を内科医により評価する。 ・実用化を目指した個別技術シーズをさらに追求する必要がある。インプラントの治験を継続し、成果を確認し、技術を向上することが課題である。
		2011年までに、臨床現場で活用できるバイオ診断機器を開発する。【経済産業省】	13.9		BACを用いた非コード領域を含む全ゲノム領域において、染色体異常が解析可能な高精度ゲノムアレイ技術等の開発が必要。
		2015年頃までに、微細加工技術により、DDSキャリアの開発や、超微細内視鏡治療システムを構築する。【文部科学省】	16.3		ナノDDSキャリアの臨床試験を継続し、成果を確認し、技術を向上することが必要である。

		2015年頃までに、体内埋め込み型ICチップ、使い捨てICチップなどを開発し、個人毎に最適な治療技術を実現する。【文部科学省】	30.6		・バイオチップ製造プロセスの簡易化、ターゲットDNAの長さの最適化、核酸抽出・増幅などの前処理の簡易化、コストなどの課題を現在検討中である。 ・バイオデバイスとIC、生体との界面設計・制御技術の機構解明と確立が課題である。
		2015年頃までに、細胞活性評価用マイクロLab-on-Chipデバイスの開発を行い、環境中有用微生物の迅速検索を可能とする。【環境省】	3.1の内数		実際の環境微生物による試験など実用化に向けた取り組み
		2015年頃までに、センシングナノ構造体上に人工組織を形成させたユニット(バイオナノ協調体)の開発を行い、環境汚染物質等による生体影響評価を迅速簡易に可能とする。【環境省】	3.1の内数		センサの改良など実用化に向けた取り組み
		2015年頃までに、超微小埋め込み型医療機器を用いた医療について、臨床実験・治験を行う段階まで到達させる。【文部科学省】	16.3		医療機器と生体との界面設計・制御技術の機構解明と確立が課題である。
極微量物質を検出する技術 - 3 - 9	生物現象に代表されるナノレベルの制御技術や、IT技術およびナノ構造加工技術を組み合わせることにより、体内における極微量物質の検出精度を飛躍的に向上し、重要疾患(がん、循環器疾患、糖尿病、認知症等)の早期診断を実現すると共に、環境モニタリングの高度化による環境リスクの最小化を達成する。【文部科学省、環境省】	2011年までに、血液や体液、尿中などのタンパク質、ペプチド、糖鎖、金属など極微量物質を検出するためのバイオセンサーやデバイスを開発する。【文部科学省】	30.6		・血中pHにおけるフェニルボロン酸のグルコースに対する選択性の向上が課題である。 ・バイオデバイスと生体との界面設計・制御技術の機構解明と確立が課題である。
		2020年頃までに、化学物質有害性評価チップ、化学物質を高感度に検出可能なナノバイオデバイスを開発する。【環境省】	3.1の内数		有害化学物質の影響評価が可能な環境ストレスDNAチップの開発において一定の成果を上げており、今後は改良と利活用のための研究開発。

生体に優しい高安全・高機能性生体デバイス - 6	多くの国民が高齢化に伴って必要とする、骨折・骨疾患治療、血栓除去、臓器外科手術等の治療をより容易に、信頼性高く享受し得る医療を提供することが極めて重要である。これを支える生体材料開発、医用デバイス設計・組み立て・制御技術の開発を行う。そのための骨・臓器再建・機能保全身用材料開発、とりわけナノテクノロジーを駆使して材料界面・表面改質、形態制御による生体に優しい医用デバイス、センサー、機能材料の基盤技術を確認し、人工骨、インプラント、人工歯根、人工心臓、人工視覚、血栓除去デバイス、手術用デバイス等を開発すると共に、治療・診断のための評価手法を開拓する。また、人工心臓、人工骨、人工視覚など失われた生体機能を再建、回復、代替するための材料、デバイス材料の開発とその設計・組み立て・制御技術を確認すると共に手術支援等のためのデバイスを開発する。【文部科学省】	2011年までに、人工腎臓、人工心臓、人工骨、人工歯根などの生体医療材料・デバイス・インプラント開発のための生体親和性、融合性ならびに安定性の高い材料開発・合金設計ならびに加工・形態制御技術、表面処理技術開発ならびにデバイス設計、制御技術を開発する。【文部科学省】	25		・本施策の20年度目標は概ね達成。今後、材料物性・積層化技術などの開発を行う必要がある。また、生体デバイス・培養基材への発展が必要である。 ・インプラントの治験を継続し、成果を確認し、技術を向上することが必要である。 ・界面設計・制御技術の構築と生体適合性の機構解明が課題。(H19年度終了)
	2015年頃までに、良好な界面適合性を有する材料・形状による生体適合性を向上させたインプラントを開発し、人工骨等の医用デバイスの国産比率を飛躍的に向上させる。【文部科学省】	6.7		界面設計・制御技術の構築と生体適合性の機構解明が課題。(H19年度終了)	
	2011年までに、様々な生物現象をナノレベルで観察し、生体組織の形成・再生と再生過程・機能評価ならびにそれを促進・誘導する機能性足場材料を開発すると共にその再生メカニズムの解明と再生誘導材料の役割を明らかにする。【文部科学省】	23		・実験的成果の理論解析を通じた界面設計・制御技術の構築と生体適合性の機構解明が必要。 ・本施策の20年度目標は概ね達成。今後、材料物性・積層化技術などの開発を行う必要がある。また、生体デバイス・培養基材への発展が必要である。 ・今後は材料の最適化をナノスケールで行なうとともに、iPS細胞の分化誘導に展開が可能であると考えられる。また、動物実験を実施することで歯のまるごと再生する技術に展開可能と考えられる。 ・最終目標を達成するためには、様々な材料特性因子の細胞機能に及ぼす寄与率を求める必要がある。また、材料特性はまず材料表面上へのタンパク質吸着に影響を及ぼすため、吸着タンパク質の種類と立体構造等の解析を行う。	
	2011年までに、臓器、器官を再生するための細胞の増殖、分化と機能改変のための培養システムならびにその周辺技術を開発し、再生医療を確認するための細胞適合性材料の開発ならびに多次元再生用足場構築技術を確認する。【文部科学省】	6.7		本施策の目標は概ね達成。ここで確立した基盤技術を応用技術に展開していく必要がある。(H19年度終了)	

再生誘導用材料 - 6	臓器移植が限定されるわが国においては、これに代わる臓器、器官の再建、機能回復を図る治療法としての再生医療の確立が重要である。臓器移植によらず腎臓、肝臓、心筋、皮膚、骨、靭帯、軟骨等の臓器、器官の再建、機能回復を可能にするために生体組織の形成・再生をナノ構造・形態と細胞の相互作用の視点から捉え、その機構を理解して生体組織再生に不可欠な再生誘導用材料開発、ハイブリッド化、多次元足場構築、組織培養システム構築、再生メカニズム解明、再生機能・過程評価等を行い、臓器・器官再生の臨床応用を目指す。【文部科学省、経済産業省】	2011年までに、患者自身の細胞の採取・培養から組織形成・治療までの評価プロセスおよび評価基準を確立し再生医療の臨床応用を可能とするための三次元化・多層化ノ組織化技術を確立する。【経済産業省】	22.3		培養した軟骨の構造について評価する技術をどこの病院や施設でも使えるようにするために、複数の施設での撮像実験を行う。また、角膜についての評価技術を簡易に使えるようにするために、キット化(簡素化した評価セット)に向けた研究開発を行う。また、開発したバイオ心筋の有効性評価において、「不整脈の有無」にかかる評価をミニブタ等大動物実験により実施する。また、三次元複合臓器構造体について、国の定めた基準(GLP:優良試験所基準)に準拠した施設にて安全性と有効性の評価試験を行う。
		2011年までに、生体内の代謝システムに組み込まれ、生体組織を修復する非生物由来材料を創製する。【文部科学省】	6.7		本施策の目標は概ね達成。ここで開発した材料の高性能化、さらに優れた材料の開拓を進める必要がある。(H19年度終了)
		2011年までに、皮膚や骨、軟骨等の組織再生を可能にすると共に、角膜の再生治療を实用段階にまで発展させる。【文部科学省、経済産業省】	29.0		・本施策における取り組みは一段落。この知見をベースに、細胞シートの角膜への適用研究を東京女子医大を中心に遂行中(H19年度終了)。 ・培養した軟骨の構造について評価する技術をどこの病院や施設でも使えるようにするために、複数の施設での撮像実験を行う。また、角膜についての評価技術を簡易に使えるようにするために、キット化(簡素化した評価セット)に向けた研究開発を行う。また、開発したバイオ心筋の有効性評価において、「不整脈の有無」にかかる評価をミニブタ等大動物実験により実施する。また、三次元複合臓器構造体について、国の定めた基準(GLP:優良試験所基準)に準拠した施設にて安全性と有効性の評価試験を行う。
		2015年頃までに、心筋や血管等の再生を可能にする再生医療技術を確立する。【文部科学省、経済産業省】	29.0		・本施策における取り組みは一段落。応用化に向けた研究推進が必要。筋芽細胞シートによる心筋再生の有用性の前臨床試験を実施中(大阪大学グローバルCOEプログラム)。(H19年度終了) ・培養した軟骨の構造について評価する技術をどこの病院や施設でも使えるようにするために、複数の施設での撮像実験を行う。また、角膜についての評価技術を簡易に使えるようにするために、キット化(簡素化した評価セット)に向けた研究開発を行う。また、開発したバイオ心筋の有効性評価において、「不整脈の有無」にかかる評価をミニブタ等大動物実験により実施する。また、三次元複合臓器構造体について、国の定めた基準(GLP:優良試験所基準)に準拠した施設にて安全性と有効性の評価試験を行う。
		2025年頃までに、肝臓等の臓器の機能の再生を可能にする。【文部科学省】	6.7		本施策により確立した要素技術の統合・応用技術への展開をいくつかの大学で推進中。(H19年度終了)
ナノバイオテクノロジーを応用した食品 - 4 - 17	ナノ粒子の物理化学的特性を利用して腸管吸収特性が高く、機能性成分の含有率の高い安全で高品質の食品を開発する。【農林水産省】	2011年までに、食品のナノ粒子の物理化学特性、腸管吸収基礎特性等を解明する。【農林水産省】	5.1億円の内数		まだ、基礎分野での研究知見蓄積が主であるため、応用・実用化段階へ施策を継続していく必要がある。
		2015年頃までに、食味を損なわずに機能性成分を食品に安定的に取り込む技術を開発する。【農林水産省】	5.1億円の内数		まだ、基礎分野での研究知見蓄積が主であるため、応用・実用化段階へ施策を継続していく必要がある。
		2017年頃までに、世界に先駆け、新しい食感や風味を持つ食品や機能性成分の腸管吸収が著しく向上した食品を実用化する。【農林水産省】	5.1億円の内数		まだ、基礎分野での研究知見蓄積が主であるため、応用・実用化段階へ施策を継続していく必要がある。

		2020年頃までに、ナノ構造を活用した食品栄養成分の長期安定保存システムを開発する。【農林水産省】	5.1億円の内数		また、基礎分野での研究知見蓄積が主であるため、応用・実用化段階へ施策を継続していく必要がある。
材料領域					
		2008年までに、定置用燃料電池(1kW級システム)製造価格120万円を実現する。【経済産業省】	308.3		<p>・低コスト化を目的とした仕様変更と運転検証、機器の信頼性・耐久性向上等に目して、情報の共有化等を通じて着実な信頼性の向上を目指すとともに、信頼性向上及び運転性能向上によって販売台数の増加、製造コストの低減を促進し、低コスト化を推進する。</p> <p>・固体高分子形燃料電池の劣化メカニズム解明などの本事業で得た基礎研究の成果を踏まえ、固体高分子形燃料電池の更なる耐久性向上、低コスト化、高効率化を実現するため、劣化メカニズムの知見とナノテクノロジーとの知見を融合した高性能セルを実現する基礎的材料開発、白金触媒の低白金化/脱白金化、アノード触媒の高濃度CO耐性、電解質膜、電極内部及びこれらの界面における水素イオン、水等の物質の移動現象の可視化とその状態分布の解析・評価の技術開発を行う。</p> <p>・電極触媒については、試作したモデル触媒/担体を用いて、白金触媒の反応メカニズムを解析し、白金触媒の劣化又は劣化を抑制する因子を特定する。電解質膜については、電解質膜中の水素イオン/水の伝導メカニズムの解明、各種ガスの挙動の解明を行い、電解質膜の性能向上、劣化抑制、耐久性向上に資する因子の特定する。セル構成要素と三層界面における物質移動現象の相関については、触媒層/ガス拡散層による水、水蒸気の挙動解明を行い、触媒層の高性能化を確立する構造/構成/材料特性の確立する。</p>
		2009年までに、固体酸化物形燃料電池(SOFC)において、低温域(650以下)で作動可能な高出力密度(2kW/L)のセラミックリアクターの実現【経済産業省】	15		セラミックリアクター開発プロジェクトを継続し、成果を確認する。
		2010年までに、定置用燃料電池の発電効率32%(HHV)、耐久性8年を実現する。【経済産業省】	308.3		<p>・低コスト化を目的とした仕様変更と運転検証、機器の信頼性・耐久性向上等に目して、情報の共有化等を通じて着実な信頼性の向上を目指すとともに、信頼性向上及び運転性能向上によって販売台数の増加、製造コストの低減を促進し、低コスト化を推進する。</p> <p>・これまで実施した固体高分子形燃料電池の劣化メカニズム解明などの基礎研究の成果を踏まえ、固体高分子形燃料電池の更なる耐久性向上、低コスト化、高効率化を実現するため、劣化メカニズムの知見とナノテクノロジーとの知見を融合した高性能セルを実現する基礎的材料開発、白金触媒の低白金化/脱白金化、アノード触媒の高濃度CO耐性、電解質膜、電極内部及びこれらの界面における水素イオン、水等の物質の移動現象の可視化とその状態分布の解析・評価の技術開発を行う。</p> <p>・電極触媒については、試作したモデル触媒/担体を用いて、白金触媒の反応メカニズムを解析し、白金触媒の劣化又は劣化を抑制する因子を特定する。電解質膜については、電解質膜中の水素イオン/水の伝導メカニズムの解明、各種ガスの挙動の解明を行い、電解質膜の性能向上、劣化抑制、耐久性向上に資する因子の特定する。セル構成要素と三層界面における物質移動現象の相関については、触媒層/ガス拡散層による水、水蒸気の挙動解明を行い、触媒層の高性能化を確立する構造/構成/材料特性の確立する。</p>

<p>【エネルギー問題の克服】未普及なエネルギー利用を具現化する材料技術</p> <p>- 3</p> <p>- 4</p> <p>- 6</p> <p>- 10</p>	<p>材料技術の革新によって、未だ普及されていないエネルギー利用の具現化を目的とする。例えば、材料がボトルネックの一因となっている燃料電池関連材料(触媒、電解質、電極等)、水素利用関連材料(高容量水素吸蔵合金、水素製造光触媒等)、超電導材料、キャパシター材料、新規の二次電池材料や熱電材料等を開発する。【経済産業省、文部科学省】</p>	<p>2010年までに、燃料電池自動車の航続距離400km、耐久性3000時間(5年)、コスト5000円/kWを実現する。【経済産業省】</p>	276.9		<p>・耐久性向上、低コスト化のような燃料電池自動車の実用化及び水素インフラの実用化に向け、フリート走行、水素消費量などの走行データ、70MPa充填時の温度、圧力等の車載水素タンク充填データ、充填時間/充填回数/水素充填量などの運転データ、信頼性/耐久性に係るデータなどの実証データ項目を取得し、最適充填圧力/充填方法、70MPa水素貯蔵タンク搭載燃料電池自動車の安全性、水素インフラの安全性などの課題抽出及び取得データの評価分析を行う。</p> <p>・これまで実施した固体高分子形燃料電池の劣化メカニズム解明などの基礎研究の成果を踏まえ、固体高分子形燃料電池の更なる耐久性向上、低コスト化、高効率化を実現するため、劣化メカニズムの知見とナノテクノロジーとの知見を融合した高性能セルを実現する基礎的材料開発、白金触媒の低白金化/脱白金化、アノード触媒の高濃度CO耐性、電解質膜、電極内部及びこれらの界面における水素イオン、水等の物質の移動現象の可視化とその状態分布の解析・評価の技術開発を行う。</p> <p>・電極触媒については、試作したモデル触媒/担体を用いて、白金触媒の反応メカニズムを解析し、白金触媒の劣化又は劣化を抑制する因子を特定する。電解質膜については、電解質膜中の水素イオン/水の伝導メカニズムの解明、各種ガスの挙動の解明を行い、電解質膜の性能向上、劣化抑制、耐久性向上に資する因子の特定する。セル構成要素と三層界面における物質移動現象の相関については、触媒層/ガス拡散層による水、水蒸気の挙動解明を行い、触媒層の高性能化を確立する構造/構成/材料特性の確立する。</p> <p>・X線・中性子回折法以外のTEM/陽電子消滅法などを用いた水素吸蔵時における水素貯蔵材料の構造解析の実施。合成した無機系ナノ複合水素貯蔵材料などを、その場TEM観察などにより、反応メカニズムの解析。X線を用いて、水素貯蔵材料原子と水素原子との結合の強さ/状態の解析。中性子線を用いた水素貯蔵材料中の水素原子の位置/状態などの解析。これらを実施することにより、水素貯蔵材料の構造解析、貯蔵メカニズムを解明し、コンパクトで効率的な水素貯蔵材料の開発指針を提供する。</p>
		<p>2015年頃までに、高温(120℃以上)で高効率運転可能(コスト1/10、効率20%アップ)な燃料電池用材料を開発する。【文部科学省】</p>	7.9		<p>・制御された材料組織が実際の使用環境中で長期的に安定であることを検証する必要がある。そのために、劣化機構を明らかにしてその改善に取り組む必要がある。</p> <p>・燃料電池の実用化に向け、本施策で得た高性能・低コスト材料について、長寿命化及びシステム化した場合のロバスト耐久性の実現に向けた研究を行う。(H19年度終了)(現在NEDOのプロジェクトにおいて実施中)</p>
		<p>2015年頃までに、実用航続距離500kmを可能とする水素吸蔵材料を開発する。【文部科学省】</p>	33.3		<p>・計算材料科学手法を最大限に活用して電極反応機構を解明するとともに、反応環境下での長期安定性を検討する必要がある。そのために、安定な触媒機能を非貴金属系触媒で達成する必要がある。</p> <p>・貴金属の役割を代替する非貴金属材料開発を進め、燃料電池への応用を推進する。</p>
		<p>2015年頃までに、燃料電池用として、非貴金属系で現状と同程度の性能を有する触媒を開発する。【文部科学省】</p>	14.5		<p>・計算材料科学手法を最大限に活用して電極反応機構を解明するとともに、反応環境下での長期安定性を検討する必要がある。そのために、安定な触媒機能を非貴金属系触媒で達成する必要がある。</p> <p>・貴金属の役割を代替する非貴金属材料開発を進め、燃料電池への応用を推進する。</p>

<p>2015年頃までに、光触媒による水素製造では太陽光量子効率で、水の電気分解のよる効率に匹敵する性能をもつ材料を開発する。【文部科学省】</p>	8.1	<p>可視光領域の変換効率と酸素発生効率が課題。最適材料の探索をさらに進める必要がある。</p>
<p>2020年までに、燃料電池自動車の航続距離800km、耐久性5000時間(10年)、コスト4000円/kWを実現する。【経済産業省】</p>	276.9	<p>・耐久性向上、低コスト化のような燃料電池自動車の実用化及び水素インフラの実用化に向け、フリート走行、水素消費量などの走行データ、70MPa充填時の温度、圧力等の車載水素タンク充填データ、充填時間/充填回数/水素充填量などの運転データ、信頼性/耐久性に係るデータなどの実証データ項目を取得し、最適な充填圧力/充填方法、70MPa水素貯蔵タンク搭載燃料電池自動車の安全性、水素インフラの安全性などの課題抽出及び取得データの評価分析を行う。</p> <p>・これまで実施した固体高分子形燃料電池の劣化メカニズム解明などの基礎研究の成果を踏まえ、固体高分子形燃料電池の更なる耐久性向上、低コスト化、高効率化を実現するため、劣化メカニズムの知見とナノテクノロジーとの知見を融合した高性能セルを実現する基礎的材料開発、白金触媒の低白金化/脱白金化、アノード触媒の高濃度CO耐性、電解質膜、電極内部及びこれらの界面における水素イオン、水等の物質の移動現象の可視化とその状態分布の解析・評価の技術開発を行う。</p> <p>・電極触媒については、試作したモデル触媒/担体を用いて、白金触媒の反応メカニズムを解析し、白金触媒の劣化又は劣化を抑制する因子を特定する。電解質膜については、電解質膜中の水素イオン/水の伝導メカニズムの解明、各種ガスの挙動の解明を行い、電解質膜の性能向上、劣化抑制、耐久性向上に資する因子の特定する。セル構成要素と三層界面における物質移動現象の相関については、触媒層/ガス拡散層による水、水蒸気の挙動解明を行い、触媒層の高性能化を確立する構造/構成/材料特性の確立する。</p> <p>・X線・中性子回折法以外のTEM/陽電子消滅法などを用いた水素吸蔵時における水素貯蔵材料の構造解析の実施。合成した無機系ナノ複合水素貯蔵材料などを、その場TEM観察などにより、反応メカニズムの解析。X線を用いて、水素貯蔵材料原子と水素原子との結合の強さ/状態の解析。中性子線を用いた水素貯蔵材料中の水素原子の位置/状態などの解析。これらを実施することにより、水素貯蔵材料の構造解析、貯蔵メカニズムを解明し、コンパクトで効率的な水素貯蔵材料の開発指針を提供する。</p>

		2020年までに、定置用燃料電池の発電効率36%(HHV)、耐久性10年、1kW級システム製造価格40万円を実現する。【経済産業省】	309.3		<p>・低コスト化を目的とした仕様変更と運転検証、機器の信頼性・耐久性向上等に目撃して、情報の共有化等を通じて着実な信頼性の向上を目指すとともに、信頼性向上及び運転性能向上によって販売台数の増加、製造コストの低減を促進し、低コスト化を推進する。</p> <p>・これまで実施した固体高分子形燃料電池の劣化メカニズム解明などの基礎研究の成果を踏まえ、固体高分子形燃料電池の更なる耐久性向上、低コスト化、高効率化を実現するため、劣化メカニズムの知見とナノテクノロジーとの知見を融合した高性能セルを実現する基礎的材料開発、白金触媒の低白金化/脱白金化、アノード触媒の高濃度CO耐性、電解質膜、電極内部及びこれらの界面における水素イオン、水等の物質の移動現象の可視化とその状態分布の解析・評価の技術開発を行う。</p> <p>・電極触媒については、試作したモデル触媒/担体を用いて、白金触媒の反応メカニズムを解析し、白金触媒の劣化又は劣化を抑制する因子を特定する。電解質膜については、電解質膜中の水素イオン/水の伝導メカニズムの解明、各種ガスの挙動の解明を行い、電解質膜の性能向上、劣化抑制、耐久性向上に資する因子の特定する。セル構成要素と三層界面における物質移動現象の相関については、触媒層/ガス拡散層による水、水蒸気の挙動解明を行い、触媒層の高性能化を確立する構造/構成/材料特性の確立する。</p>
		2009年までに、イットリウム系超電導線材について、長さ500m、臨界電流 300A/cm幅(77K,0T)を達成する。【経済産業省】	30		今後、イットリウム系超電導線材基板厚の低減と機械的強度の両立やコスト低減等の対策が必要。
		2015年頃までに、30K近傍で実用レベルの臨界電流を有する金属線材を実現する。【文部科学省】	33.3		1.線材の断面構成を工夫することにより、超伝導体の体積率を増大させる必要がある。2.熱処理条件を工夫することにより線材の超伝導転移温度を高くする必要がある。3.不純物の低減を図る必要がある。
		2020年頃までに、エネルギー・電力分野等において超電導技術を活用した機器等を順次実用化する。【経済産業省】	63		高温超電導ケーブル実証プロジェクト等を継続し、成果を確認する。
		2011年までに、CNTを用いたキャパシタをデバイスレベルで開発する。【経済産業省】	11		カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクトを継続し、成果を確認する。
		2015年頃までに、熱電材料については、性能指数ZT>1で、かつ現実的に応用可能な材料(耐久性、環境負荷、重量、材料および製造コスト等の観点からが適正なもの)の実現を目指す。【経済産業省】	2.5		熱電変換の高効率化のみならず、汎用性や経済性にも重視した検討が必要。
【エネルギー問題の克服】 高効率なエネルギー利用のための革新的材料技術 - 2 - 10	材料の革新や飛躍的な高性能化によって、エネルギー利用の大幅な高効率化を達成することを目的とする。例えば、火力・原子力発電の高効率化のための構造部材(超耐熱材料、耐食材料、高機能熱交換機器素材、高度摺動部材等)、発電機やモーターの高効率化のための磁性材料、および太陽電池材料等において革新的材料を開発する。【文部科学省、経済産業省】	2011年までに、耐熱性、耐食性に優れた超高純度Cr-Fe系材料の量産化基礎技術を確立する。【経済産業省】	11.9		発電プラント用高純度金属材料の開発を継続し、成果を確認する。
		2015年頃までに、発電ガスタービンやジェットエンジンの高効率化に必要な超耐熱材料技術(実用1060 以上)を開発する。【文部科学省】	33.3		金属資源のリサイクルを考慮したコストパフォーマンスの向上、実用化にあたっての国内メーカーとの連携のいっそうの強化が必要。
		2015年頃までに高耐食・高耐疲労、高耐熱金属材料等を開発する。【経済産業省】	38.2の内数		<p>・発電プラント用高純度金属材料の開発を継続し、成果を確認する。</p> <p>・今後、実用化に向け、実験室レベルで開発した技術の実証実験が必要である。</p>

【環境と調和する循環型社会の実現】 有害物質・材料対策に資する材料技術 - 9 - 10	有害物質の使用量を低減できる材料開発や、有害物質の検知技術および除去技術の構築する。例えば、非鉛・非ビスマス圧電セラミックス、有害物質（VOC、ダイオキシン、環境ホルモン等）センシング材料、有害イオン（ヒ素、鉛等）除去技術用材料を開発する。【文部科学省、経済産業省、環境省】	2011年までに、ダイオキシン、環境ホルモンの簡便で高感度なセンサー部材を実現する。【経済産業省】	4.4		発電プラント用高純度金属材料の開発を継続し、成果を確認する。
		2011年までに、携帯電話に搭載可能なサイズの環境分析センサーデバイスを実現する。【環境省】	13.1の内数		小型多機能環境センサの開発において一定の成果を上げてはいるが、実用化等には課題は多い。
		2011年までに、革新的な浄化性能を持つ有害物質除去膜等を実用化する。【環境省】	13.1の内数		高選択除去膜の実用化に向けた更なる取り組み
		2015年頃までに、有害物質に関して、その機能を担う代替技術を実現する。【文部科学省】	12.2		・低濃度化学物質検出に対する高感度化に関する新たなコンセプトの創出は30%ほどの進展に留まっている。有機化学物質でなく生体由来の飛散物質に対するセンサ材料の整備を行うことが必要である。 ・元素戦略のアプローチをいろいろな材料に適用し、有害元素代替技術を確立することが必要である。
【環境と調和する循環型社会の実現】 希少資源・不足資源代替並びに効率的利用技術 - 8 - 10	希少資源・不足資源の枯渇の影響のない持続可能な社会の確立を実現するために、例えば、非インジウム系透明電極材料、非貴金属系触媒、非Dy系高保持力磁石、非W、Ta、Co系工具用合金等、希少・不足資源使用材料に対して代替材料開発や効率的利用技術を開発する。【文部科学省】	2015年頃までに、希少元素に関して、その機能を担う代替技術を実現する。【文部科学省】	10.2		元素戦略のアプローチをさらに追求し、いろいろな材料に適用し、希少元素代替技術を確立することが必要である。
【環境と調和する循環型社会の実現】 環境改善・保全のための材料技術 - 10 - 11 - 12 - 10		2015年頃までに、従来の材料を大幅にしのぐ反応速度で有害物を効率的に分解・除去できる環境ナノ触媒材料を開発する。【文部科学省】	41.4		・このシーズを有害物分解に展開し、有害物無害化触媒技術の開発を推進することが今後求められる。 ・表界面の物理・化学反応の究明、バルクおよび表面界面制御法の確立に取り組む必要がある。
		2015年頃までに、組織制御技術、利用加工技術を構築し、鉄鋼等構造部材の安心使用限度向上、高強度、高靱性、高疲労強度化を実現する。【文部科学省】	54.3		・プロセスのコストダウン・最適化が課題。加えて疲労強度、耐水素性などの特性向上を目指すことが必要である。 ・希土類元素などの特殊元素を用いずに目標とする金属組織と材料特性を実現するため、大量可能生産が可能なプロセスでの特性向上に取り組む必要がある。 ・材料の強度・延性特性と信頼性における結晶粒界の影響を究明し、粒界不純物の材料力学特性への影響を検討する必要がある。

[安全・安心社会の構築] 安全・安心社会を実現する材料・利用技術 - 1 - 10 - 11	大震災対策に資する構造部材とその革新的プロセスや、突発的な災害や事故から身を守るための防具用材料の開発および利用技術等を開発する。例えば、超高層ビル用超剛材料や高強度材料開発のための革新的プロセスおよび利用技術や、耐熱性と快適性を併せ持つナノファイバー素材等の材料技術および評価技術を開発する。【文部科学省、経済産業省、総務省(消防庁)、国土交通省】	2015年頃までに、プラント・構造物等の安心使用限度の向上に資する高強度、高耐食、高靱性、高耐疲労、高耐熱、高耐水素脆性の金属材料等を開発する。【経済産業省】	11.9		発電プラント用高純度金属材料の開発を継続し、成果を確認する。
		2015年頃までに、高機能鋼材用の接合技術を確立する。【経済産業省】	23.3の内数		今後、実用化に向け、実験室レベルで開発した技術の実証実験が必要である。
		2013年頃までに、高度な耐震性等を有する建築物および新たな都市再生ニーズに対応した建築物を実現するため、高強度鋼等の革新的構造材料を活用した新しい建築構造システムの性能評価技術の開発と基準等の整備を行う。【国土交通省】	3.6		策定された指針の有効性をより確実なものとするため、事例解析等によるフォローアップ調査を行う。
		2015年頃までに、構造材料のクリープ特性データ等による時間依存型損傷評価技術を開発する。【文部科学省】	16		・実機供用環境下における超音波伝播特性評価より内部摩擦を導出して、クリープひずみ特性を求め、実部材の余寿命評価へ適用可能な技術の構築を目指す。 ・繊維強化プラスチックやセラミックスなどの内部に存在する欠陥の可視化技術の開発と、光物性による損傷評価技術の確立 ・構造材料のクリープ・疲労・腐食等の時間依存型損傷を評価し寿命を評価するために、それぞれの損傷機構を的確に解明し、材料の寿命予測と信頼性の向上を図る必要がある。
		2008年までに、ナノテク消防防護服に求められる耐熱性能、快適性能、運動性能など様々な性能・機能の評価方法を確立する。【総務省(消防庁)】	0.5		今後、ナノテク防火服開発グループが作成した消防隊員用防火服生地及び服の耐熱性能評価、快適性能評価の実験を実施する。
		2007年までに、集積化した低消費電力ディスプレイを実現する。【経済産業省】	24.1		さらに、全世界に広がる高度映像市場に国内産業界が従来の先陣を堅持し、経済発展に寄与するためには、国際競争力のある技術開発を国家規模で進めることが重要であり、国からの助成によって、低消費電力技術の開発を支援する必要がある。
		2011年までに、従来とは全く原理の異なる近接場光の原理・効果を応用した革新的な効率のディスプレイ用偏光板を実現する。【経済産業省】	14.6		近接場光を利用した技術は、現在はまだ実用化にはいたっていないが、今後、さらに省エネルギーを推進していく上で、既存の技術の延長上にはない、革新的な技術開発が必要となっている。 本技術開発は、技術の確立までには相当程度の期間が必要な全く新しい技術であり、企業単独で行うことはリスクが大きい。このため国の関与の下、産学官の共同研究体制を構築して、リスクを分散しつつ、実用化を目指し、知見を集結させ開発を行っていくことが必要である。
		2011年までに、革新的材料による高効率なナノサイズの薄膜トランジスタ・薄膜発光体技術を用いた次世代大型平面ディスプレイを実現する。【経済産業省】	24.1		さらに、全世界に広がる高度映像市場に国内産業界が従来の先陣を堅持し、経済発展に寄与するためには、国際競争力のある技術開発を国家規模で進めることが重要であり、国からの助成によって、低消費電力技術の開発を支援する必要がある。

<p>我が国の電子産業の優位性を堅固なものとするため、情報通信等に必須の基幹部材、例えば、有機・無機EL等の次世代ディスプレイ用材料、Low-k・High-k(低誘電率・高誘電率)材料等の半導体・素子関連材料、超高密度メモリ・ストレージ用電子産業用部材、巨大電気・磁気効果材料等の電子情報機器関連材料、新光通信ネットワーク構築用材料、ロボット等に用いられる高感度の次世代センサー材料等について、革新的な高性能を実現できる材料とそのプロセス技術を開発する。【経済産業省、文部科学省】</p> <p>【産業競争力の維持・強化】 世界をリードする電子機器のための材料技術 - 10 - 11</p>	<p>2008年までに、シリコン半導体上にナノサイズの貫通電極を生成する技術を開発し、低消費電力な積層メモリを実現する。【経済産業省】</p>	12	<p>多機能高密度三次元集積化技術 情報通信デバイスや信号処理デバイスの小型、低消費電力化に必要な、Si貫通ビアを用いた三次元積層システムインパッケージ(SiP)を実現するための設計技術および評価解析技術の確立を目標とする。これにより三次元集積技術を用いた異なる分野のデバイス集積化を実現する基盤技術が提供され、様々な技術分野の融合による革新的技術創出の条件が整う。 複数周波数対応通信三次元デバイス技術 微小可動構造(MEMS)を用いたMEMS回路、制御・電源回路が積層された複数周波数・複数通信方式に対応する三次元デバイスを開発する。これにより小型でありながら複数のシステムに対応可能な無線通信デバイスが開発され、将来の携帯通信端末のより一層の小型軽量化が実現する。 三次元回路再構成可能デバイス技術 三次元的な積層構造を利用した回路再構成可能デバイス(フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、動的リコンフィギュラブルプロセッサ等)技術を開発する。これにより回路再構成可能デバイスの小型化が実現し、今までにない革新的応用分野の創出が期待される。</p>
	<p>2012年頃までに、増大する情報量に対応するテラビット級の大容量・高記録密度ストレージを実現する。【経済産業省】</p>	20.1	<p>スピンRAM開発として、先端プロセスによる微細半導体素子とスピン素子を集積化し、微細メモリアレイとしてRAM動作が実証されること。また、スピン能動素子として、複数の能動素子を駆動できるレベルの増幅動作が実証されること。</p>
	<p>2012年頃までに、スピン注入磁化反転方式のメモリを実現する。【経済産業省】</p>	20.1	<p>スピンRAM開発として、先端プロセスによる微細半導体素子とスピン素子を集積化し、微細メモリアレイとしてRAM動作が実証されること。また、スピン能動素子として、複数の能動素子を駆動できるレベルの増幅動作が実証されること。</p>
	<p>2015年頃までに、半導体レーザーで動く高速光スイッチと3次元メモリ、磁場を用いず室温で動作するスピントロニクス材料を開発する。【文部科学省】</p>	18.5	<p>ホログラフィメモリは1テラビット以上を目指すには、多値化を達成しなければならないが、それには有機・無機の光メモリ用材料の新規開発が必至であり、その研究の立ち上げが課題。スピントロニクス材料はハーフメタルを用いて抵抗の小さいナノ構造トンネル接合素子の開発および低電流密度化のための素子構造など種々の施策が必要である。</p>
	<p>2007年までに、通信量40Gb/s級の高速通信機器を実現する。【経済産業省】</p>	22	<p>省電力動作・高機能の革新的なデバイス・装置の技術開発及びトラヒック高速回線に対する計測・制御技術開発が必要であり、我が国としてこれらの開発を企業間垂直連携や産学連携を駆使し戦略的に推進していくことが極めて重要である。このように高機能でありながら低消費電力を実現する技術は従来にない画期的な新規開発領域であり、特に光インターフェイス技術、集積化技術及び超高速LD技術、超電導回路技術等、民間企業単独で開発するにはリスクが大きい技術は、国の支援の元、産学で日本の技術開発力を結集して推進する必要がある。</p>

2008年までに、通信量10Tb/s級の光スイッチングデバイスを実現する。【経済産業省】	22	省電力動作・高機能の革新的なデバイス・装置の技術開発及びトラヒック高速回線に対する計測・制御技術開発が必要であり、我が国としてそれらの開発を企業間垂直連携や産学連携を駆使し戦略的に推進していくことが極めて重要である。このように高機能でありながら低消費電力を実現する技術は従来にはない画期的な新規開発領域であり、特に光インターフェイス技術、集積化技術及び超高速LD技術、超電導回路技術等、民間企業単独で開発するにはリスクが大きい技術は、国の支援の元、産学で日本の技術開発力を結集して推進する必要がある。
2010年までに、100nmオーダーのフォトニック結晶構造をガラス表面にモールド成形する技術を実現する。【経済産業省】	24.3	・近接場光を利用した技術は、現在はまだ実用化にはいたっていないが、今後、さらに省エネルギーを推進していく上で、既存の技術の延長上にはない、革新的な技術開発が必要となっている。 本技術開発は、技術の確立までには相当程度の期間が必要な全く新しい技術であり、企業単独で行うことはリスクが大きい。このため国の関与の下、産学官の共同研究体制を構築して、リスクを分散しつつ、実用化を目指し、知見を集結させ開発を行っていくことが必要である。 ・今後、モールド加工した素子の実用化開発を進めるため、引き続きガラス材料組成の最適化、ナノ加工モールドの大型化に関する基盤研究を行うとともに、高効率ハイブリッド素子、反射防止レンズ、偏光分離素子の実用化開発を行う。
2010年までに、光デバイス開発のため、ホログラムを利用したフェムト秒レーザー加工技術を確認する。【経済産業省】	11.6	今後、加工システムの高度化とデバイスの試作を行うために、引き続きデバイス別ガラス組成の最適化、三次元加工システムの高精度化を行うとともに、試作デバイスの評価等を行う。
2010年までに、45nmレベルの半導体微細化による高速度・低消費電力デバイスを実現する。【文部科学省】、【経済産業省】	139.7	・半導体の微細化に関してテクノロジーノード45nmを超えるデバイスの実現に必要な微細化に伴う信頼性低下の問題解決のため、微細加工プロセス技術による誤差の発生メカニズムの解明、解析手法、標準的な解析装置、プロセス制御システムを開発する。また、中性子線等のノイズの影響下でも誤動作しない半導体デバイスモデルを完成させることを目標とする。 ・EOT1.0nm以下でのリーク特性改善が課題である。 ・単一量子ドットの発光波長とフォトニック結晶共振器の共振波長を一致させるための波長チューニング技術を開発して、超低閾値レーザー発振を実証する必要がある。 ・低消費電力赤外光源向けの量産プロセス技術の確立が必要である。
2010年までに、シリコントランジスタにとつかわる炭化珪素のナノサイズの成膜技術を活用したパワーデバイスにより高効率インバータを実現し、また、炭化珪素の上にナノサイズの化合物半導体の薄膜を形成することでシリコン半導体の間接遷移型半導体とは動作原理の全く異なる直接遷移型半導体を実現し、350GHz級の高周波デバイスを実現する。【経済産業省】	30.2	達成済み
2010年までに、情報家電の低消費電力化、高度化(多機能化等)に資する半導体アプリケーションチップを実現する。【経済産業省】	53.7	製品企画技術の向上に向けては、半導体メーカーに存在する優れたアイデアを引き上げることも必要であるが、アイデア自体は独創的で優れているものの、財政的基盤の脆弱性等により、そのアイデアの具体化が著しく困難なベンチャー企業・大学等の支援も重要

		2007年までに、超低温時にナノ領域で発現する単一磁束量子現象を用いた低消費電力なデバイスを実現する。【経済産業省】	6.8		情報化社会の進展に伴い、家庭やオフィスを中心に情報通信機器によるエネルギー消費量が増加。高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、情報通信機器の省エネルギー化等環境問題へも配慮した情報通信技術の開発が求められている。
【産業競争力の維持・強化】 国際競争力のある輸送機器のための材料技術 - 10 - 11	強い競争力をもつ自動車産業等を、今後も世界のフロントランナーとするためには、その基盤である素材・部材産業を一層強力にするための材料開発が必須である。例えば、自動車の構造材料の軽量化に資する材料技術(軽量金属系材料の高機能化、炭素繊維強化複合材料等)や、高効率パワーデバイス等の次世代自動車用電気・電子制御系関連材料等を開発する。【文部科学省、経済産業省】	2009年までに、加工性の高いチタン合金の創製技術を開発する。【経済産業省】	2.7		課題なし
		2015年頃までに、燃費向上自動車用鉄鋼材料、アルミ系合金、マグネシウム系合金、自動車エンジン部材用Ti合金の実用化による自動車全体の軽量化の20%を達成する。【経済産業省】	2.7		課題なし
		2015年頃までに、自動車用鋼板、アルミ系合金、マグネシウム系合金、チタン系合金、構造材料等の開発および組織制御・加工利用技術により、軽量高強度化基盤技術を確立する。【文部科学省】	40.2		・希土類元素などの特殊元素を用いずに目標とする金属組織と材料特性を実現する。ため、大量可能生産が可能なプロセスでの特性向上に取り組む必要がある。 ・鋼板の性能向上を目指すとともに、プロセスの最適化を推進し、実用化を目指す必要がある。
		2012年頃までに、車体軽量化20%を実現する自動車用炭素繊維強化複合材料を開発する。【経済産業省】	9		加工の迅速性やリサイクル性が向上する新たな炭素繊維複合材料を開発するための検証を行う必要がある。
		2007年までに、航空機用炭素繊維複合材料について健全性診断等の基本技術を確立する。【経済産業省】	24.8		2007年度までの目標は達成済み。
		2010-20年にかけて、航空機用炭素繊維複合材料の次世代主要機材に適用する。【経済産業省】	24.8		2007年度までの目標は達成済み。
		2010年までに、シリコントランジスタにとっかわる炭化珪素のナノサイズの成膜技術を活用したパワーデバイスにより高効率インバータを実現し、また、炭化珪素の上にナノサイズの化合物半導体の薄膜を形成することでシリコン半導体の間接遷移型半導体とは動作原理の全く異なる直接遷移型半導体を実現し、350GHz級の高周波デバイスを実現する。【経済産業省】	30.2		達成済み

【産業競争力の維持・強化】 次世代を担う革新的材料・部材の創製技術 - 10 - 11	材料の実用化に極めて重要だがこれまで明らかに不十分であったプロセス技術、材料機能を有効に発現させるためのナノレベル領域での組織・構造・界面を制御する材料創製・プロセス技術、および物性シミュレーション手法の高度化を基盤としたマイクロあるいはマクロ領域までの最適構造化のための加工技術や高スループット材料探索・最適化手法等を確立する。【経済産業省、文部科学省】	2011年までに、精密反応場とエネルギー供給手段を組み合わせた協奏的反應場による高効率・高選択的プロセス革新と新機能材料創成技術を確立する。【経済産業省】	16.6		・マイクロ反応場を広く工業的に利用可能とするためのプラント技術の開発の加速化が必要。
		2011年までに、各製造工程における、組織や組成の状態を予測可能なシミュレーション技術を開発し、製造条件の迅速な最適化を実現することにより、素材の物性を飛躍的に向上させるようなプロセス技術の確立【経済産業省】	23.3の内数		今後、実用化に向け、実験室レベルで開発した技術の実証実験が必要である。
		23 2015年頃までに、結晶粒界制御技術の構築により、材料(高強度セラミックス、超塑性セラミックス、高強度金属材料等)強度を倍にする。【文部科学省】	6.9		鋼板の性能向上を目指すとともに、プロセスの最適化を推進し、実用化を目指す必要がある。
		2015年頃までに、異種材料・異種状態間のナノスケール界面制御基盤技術を構築し、密着強度や電気特性の向上を行う。【文部科学省】	50.8		・熱的安定性の確保と高周波応答性の検証が必要である。 ・本シーズ技術をさらに発展させるため、デバイス化を行う上で明らかにすることが求められる各特性(安定性、温度特性など)を明らかにする必要がある。
		2015年頃までに、従来のビルドアップ/ブレイクダウンプロセスの空白を埋める、ナノ～マクロスケールの全領域を同時連続で最適構造化することが可能なプロセスを確立する。【文部科学省】	25.1		・耐照射性・大面積ステンシルマスクの製造技術の向上及びイオンビーム縮小投影技術への展開を図る必要がある。また、単分子リソグラフィーはナノへのスケールダウンする技術の構築を目指す。 ・デバイス作製速度アップと集積化の手法開発が必要である。
		2015年頃までに、新機能探索シミュレーション手法を実現する。【文部科学省】	56.7		無機物、有機物を含めてナノ構造物質全般に対して、ナノ物質の構造・機能の高精度な解析・予測を可能とする解析手法の構築を目指す。
ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域					
【技術基盤】 革新的ナノ計測・加工技術 - 5 - 10 - 11	新しい原理に基づく計測・加工技術の開発により、ナノテクノロジー・材料分野における新現象の発見・機能の発現など研究レベルの向上と、新しい計測・評価・加工機器開発による同産業領域の拡大と国際的な競争力強化を目的とする。主な技術領域としては、ナノの世界のスケールに対応できるナノプローブ技術と量子ビーム技術、ナノエレクトロニクス、ナノバイオセンサーの基盤となるナノエレクトロメカニカルシステム技術、ナノ加工技術として新たな独自の発展が可能となるナノインプリント等のナノ集積化技術において、特に、ナノエレクトロニクスやナノバイオテクノロジーにつながる分野を重点的に考える。【文部科学省、経済産業省】	2009年までに、半導体集積回路装置の組み立て工程における多層配線用材料の評価技術を確立し、半導体に適用する部材の統合的ソリューションを提案する。【経済産業省】	10		接合素子の信頼性に対する材料の影響を的確に把握することが必要。
		2011年までに、物性・機能の計測において、溶液中も含むあらゆる環境下における計測をも可能とし、実時間・高速計測も可能とする。また、細胞表面・内部の計測・分析・操作や材料・デバイスの内部のナノ構造や組成まで計測可能とする技術要素を確立する。【文部科学省、経済産業省】	46.3の内数		・今後実用化に向けて要素技術の統合・応用技術への展開を図る必要がある。 ・アト秒軟X線パルスの波長域の拡大が必要。 ・実機供用環境下における超音波伝播特性評価より内部摩擦を導出して、クリープひずみ特性を求め、実部材の余寿命評価へ適用可能な技術の構築を目指す。 ・繊維強化プラスチックやセラミックスなどの内部に存在する欠陥の可視化技術の開発と、光物性による損傷評価技術の確立
		2011年までに、完成度の高いフォトリソグラフィー技術を補完し、独自の発展が可能な新しい加工技術体系の実用化に見通しを立てるとともに、ナノ機能材料を用いた新しい集積化技術の要素技術になりうる技術シーズ群を選択し、ナノエレクトロニクス分野への展開の可能性を実証する。【文部科学省】	72.5		・低消費電力赤外光源向けの量産プロセス技術の確立が必要である。
		2011年までに、デバイス微細化構造設計等のための長さ計測技術、ナノデバイスの熱物性、電気物性、磁気物性計測技術、半導体層間絶縁膜強度等物性の計測技術として18種類の標準物質を開発する。【経済産業省】	7.4		課題なし

<p>【技術基盤】 量子ビーム高度利用 計測・加工・ 創製技術 - 5 - 4 - 10 - 11</p>	<p>日本において高度な技術の蓄積がある。電子・イオンビーム、X線、中性子線の技術を、更に発展させることにより、物質・生体における新しい現象の発見・原理の解明に貢献するとともに、産業分野の高度化・競争力強化に向けて、高度な利用を可能とすることを目的とする。具体的には、電子ビーム技術では高分解能化のための収差補正等の新技術の確立、X線、中性子線技術では大型施設の維持・強化による新しい現象の発見・原理の解明と合わせて、活用システムの整備による高度な産業応用、X線ナノビームと高エネルギー分解能検出器の開発により、微小領域における極微量元素の組成分析の実現を目標にする【文部科学省、経済産業省】</p>	<p>2011年までに、収差補正電子顕微鏡技術、アトムプローブ技術を確立する。【文部科学省】</p>	17.5		<p>今後実用化に向けて要素技術の統合・応用技術への展開を図る必要がある。</p>
		<p>2011年までに、世界最短波長のX線レーザー技術により、原子レベルの超微細構造、化学反応の超高速動態・変化等の計測・分析を実現する。【文部科学省】</p>	270.7		<p>施設の整備及び利用開発を実施するための予算を確保し、平成23年度からの共用開始を目指して整備・運営を着実に推進するとともに利用促進業務を行う体制を整えることが必要。 具体的には、施設の整備に関しては、引き続き計画を着実に進める。また、より広範な分野の研究者や理論研究者との連携を図りながら、X線自由電子レーザー(XFEL)のポテンシャルを最大限活かすべく、新しい研究分野の開拓や長期的な展望に立った利用研究を検討していく。さらに、引き続きXFELの意義や状況を分かりやすく発信し、新たなユーザーの開拓という観点から、プロトタイプ機の成果等についても情報発信をしていく。運用等については、共用促進法に則した体制を構築する。</p>
		<p>2011年までに、放射光、高強度中性子線源などの大型施設の高度利用の仕組みが一般的になり、材料・部材・デバイス開発の高度化を通して産業の競争力の強化に寄与する。【文部科学省】</p>	968.3の内数		<p>・今後も研究開発を継続的に実施し、加速器においては更なる低エミッタンス化及びBLにおいてはサブミクロンビーム集光技術の高度化等を目指すとともに、高度な光源性能を活かす更なる高度利用技術の開発や利用研究への応用を図る。 ・多様な研究者等のニーズに応え、安定的な運転を実現するため、運転経費の獲得に努める必要がある。</p>
		<p>2011年までに、希ガスイオン源搭載集束イオンビームを開発する。【経済産業省】</p>	11.1		<p>実用化のための実証・評価等を行う</p>
<p>【技術基盤】 物性・機能発現指向のシミュレーション・デザイン技術 - 11 - 5 - 10</p>	<p>シミュレーションやデザイン技術によりサブミクロンサイズまでの物質の性質・機能を扱う標準理論を提供すると同時に、物性・機能の発現機構の解明を行い、新しい材料・構造開発手法をもたらす。従来の経験に基づく材料開発の非効率性を乗り越え、また、内挿法では偶然でしか発見できなかった新機能を論理的に導き出すことを可能とする。さらに、計測・加工技術と連携することにより、大きな相乗効果が期待できる。【文部科学省】</p>	<p>2011年までに、サブミクロンサイズ(100nm)までのナノ構造の第一原理計算に基づくシミュレーション・マテリアルデザインを可能にする。【文部科学省】</p>	56.7		<p>無機物質のみならず有機物質、生物物質へも適用対象を広げ、ナノ構造物質全般に適用可能な手法の構築を目指す。</p>
		<p>2011年までに、マテリアルデザインの標準的な理論として、新機能材料の開発のツールとして、一般的に利用される。【文部科学省】</p>	59.3の内数		<p>・今後も不均一錯体構築と触媒機能の開発、自己組織化性機能分子コンポーネントの創製実験を継続し、それをナノ空間・表面に展開して物質変換・刺激応答性を評価・確認する。 ・物性・機能の解析・予測能力をさらに向上させるとともに、実験との密接な連携の中で、新規な物性・機能の予測・提案を目指す。</p>

<p>【推進基盤】 ナノテクノロジーの責任ある研究開発</p> <p>- 22 - 9 - 9</p>	<p>人類がこれまで経験したことのない、ナノメートルスケールの物質制御による新材料、デバイス、システム創出は、広範の技術領域の基盤を革新する夢の技術体系となる可能性を持つ反面、不可視な人工物や生体制御が、予想できない負のインパクトを社会にもたらす可能性も指摘され始めている。期待される便益と負のインパクトを科学的に解析・比較し、社会的責任の観点から責任あるナノテクノロジーの研究開発を進め、その健全な発展を促すことが求められている。本課題は、その実現の基盤を構築することを目的とするもので、技術としての信頼性、普遍性、安全性を確保するための標準化の推進、ナノ構造材料・デバイス・システムの安全性評価手法の確立とその適用、社会全体でのナノテクノロジーの正しい知識の普及、社会に貢献する産業化の支援を総合的に推進する。【文部科学省、経済産業省、農林水産省、環境省、厚生労働省】</p>	<p>2011年までに、ナノ粒子の特性を明らかにし、リスクの評価手法や管理手法を確立する。【文部科学省】【農林水産省】【経済産業省】【環境省】</p>	27.6の内数	<p>・まだ、基礎分野での研究知見蓄積が主であるため、応用・実用化段階へ施策を継続していく必要がある【農林水産省】。 ・(1)ナノ物質中の不純物解析、分散技術、物性解明を一層進める必要がある。(2)ナノ物質の細胞レベルでの生体影響、遺伝子発現研究を、主要ナノ物質であるカーボンナノ物質、酸化チタン、金属ナノ粒子について進める必要がある。(3)ナノ物質物性計測の基準となるナノ計測の国際標準化を進める必要がある。 ・対象材料を単層カーボンナノチューブを主体としたカーボンナノチューブに移し、同様のキャラクタリゼーション、暴露評価、有害性評価を検討し、知見収集、標準的評価手法の確立を目指す。フラーレン、カーボンナノチューブに関して、得られた知見をOECD工業ナノ材料作業部会(WPMN)スポンサーシッププログラムへ展開する。消費者情報の収集、一般消費者へのアンケートの継続に加え、欧米での事業者の自主的取組、法規制の動向調査を行うことにより、リスク評価・リスク管理のための枠組みの提言を行う。</p>
		<p>2011年までに、ナノリスクガバナンス活動の連携支援体制を確立する。【文部科学省】、【経済産業省】</p>	11.9	<p>(1)有機系、金属系ナノ材料に関する調査。(2)他の参画機関との連携による知識基盤への貢献の必要がある。</p>
		<p>2011年までに、産業化を指向したナノテクノロジー・材料の標準化を推進する。【経済産業省】</p>	12.1	<p>対象材料を単層カーボンナノチューブを主体としたカーボンナノチューブに移し、同様のキャラクタリゼーション、暴露評価、有害性評価を検討し、知見収集、標準的評価手法の確立を目指す。フラーレン、カーボンナノチューブに関して、得られた知見をOECD工業ナノ材料作業部会(WPMN)スポンサーシッププログラムへ展開する。消費者情報の収集、一般消費者へのアンケートの継続に加え、欧米での事業者の自主的取組、法規制の動向調査を行うことにより、リスク評価・リスク管理のための枠組みの提言を行う。</p>
		<p>2011年までに、テクノロジーアセスメントの方法論を確立し、アセスメント設計とロードマップ化を行う。【文部科学省】、【経済産業省】</p>	11.9	<p>標準物質の合成には、計測技術を含め、世界標準を目指した開発を進める必要がある。ナノ物質の生体影響評価は、他機関と連携して進めること他に、国際的に協調した取り組みが必要である。</p>
		<p>2011年までに、市民対話、アウトリーチ活動、教育活動、人材育成のプログラム開発と運用等の活動を通して、ナノテクノロジーに関するリテラシー向上のための効果的アウトリーチプログラムの開発とその社会科学的評価を行う。【文部科学省】、【厚生労働省】、【経済産業省】</p>	12	<p>・本目標の達成には内閣府のリーダーシップに基づく府省連携した取組が必要と考える。今後とも科学技術連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」の取組に協力していく【厚生労働省】。 ・(1)社会影響評価の基本となる、利益・リスクの構造化、(2)多様な利害関係者のコミュニケーションの基盤構築、(3)国際ネットワークの活性化の必要がある。【文部科学省】 ・我が国を支える若い世代に対して、ナノテクノロジー等の重要性を理解させるための更なる実施が必要。</p>
		<p>2011年までに、ナノマテリアル等ナノテクノロジーによる材料について生体内計測法を確立し、ヒト健康影響の評価となる体内動態や影響臓器などを検証し、明らかにする。【厚生労働省】</p>	8	<p>新規素材のナノマテリアルに特異的な物理化学性状に起因する毒性メカニズムの解明等、ナノマテリアルの有害性評価手法の開発に資する研究を進める。</p>
		<p>2015年頃までに、ナノマテリアル等ナノテクノロジーによる材料のヒト健康影響の評価方法を開発する。【厚生労働省】</p>	8	<p>新規素材のナノマテリアルについては、ナノマテリアルに特異的な物理化学性状に起因する毒性メカニズムの解明等ナノマテリアルの有害性評価手法の開発に資する研究を進める。(12807再掲)</p>

<p>【推進基盤】 ナノテクノロジー・材料分野の人材育成と研究開発の環境整備</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10 - 11 - 12 - 3 - 4 	<p>ナノテクノロジー・材料分野において、基礎科学から産業展開への研究開発をシームレスに実行するための社会基盤整備を目的とする。具体的には、研究開発を担う研究者・技術者とともに、研究経営や企業化を担う産業人材を育成する。また、国全体としての研究開発の効率を高め、研究レベルの高度化と裾野の拡大を図り、研究成果の産業化を加速するために、研究拠点の形成、ユーザーファシリティ機能の整備等の環境整備を行う。【文部科学省】</p>	<p>2011年までに最先端のユーザーファシリティ・ファウンドリー機能や、大型研究開発施設の整備等、研究の基盤となる環境を整備することにより、共用促進体制を構築する。【文部科学省】</p>	35.3		<p>産業界の利用件数を増加させ、イノベーションに直接つながる成果が得られるよう、引き続き、施設の利用環境の整備や共用化を推進する仕組みの検討を行う必要がある。</p>
		<p>2015年頃までに産学のリーダーとなりうる若手研究者・技術者を養成する。【文部科学省】</p>	54.8		<p>・若手研究者・技術者の養成に資するよう、交流の在り方等を検討していく必要がある。 ・世界一のナノテクノロジー・材料研究の研究拠点として成長することを目指し、若手研究者や若手研究リーダーの育成に引き続き取り組む必要がある。</p>
		<p>2011年までに今後進めていくべき研究領域において、研究拠点の形成、ネットワークの形成、産学連携など研究の進捗状況に応じた適切な研究推進体制の整備による研究開発を迅速化する。【文部科学省】</p>	50.3		<p>・共同研究をはじめ、産学連携を強力に推進し、イノベーションに直接つながる成果が得られるよう、引き続き共用化を推進する仕組みや情報発信等の在り方を検討する必要がある。 ・現状の分析、課題、国際的な動向などを調査・整理し、進捗状況を踏まえて、プロジェクト全体のコンセプト、採択拠点の目標を明確にして行き、引き続き光・量子ビーム科学技術推進のため、ネットワーク型の研究拠点の構築と、若手人材育成を進めていく。</p>
ナノサイエンス・物質科学領域					
					<p>・CeHfAl膜の加工とCMOSとして動作の確認が必要である。そのためには、実際のLSI製造ラインを用いないと実現しないが、汚染を覚悟に使わせてくれる炉を含め、ラインが無いことが半導体材料開発の最大の課題である。生体デバイスを開発しても、使用されるためには、何を作るかが大きな課題となるとともに、現存の診断装置を如何に凌駕するかも課題となっている。 ・「界面」を2次元のみと捉えず、3次元も含めた超構造体が提供する界面や"ゆらぎ"をもつソフトマテリアルにおける界面も含め、広く界面を捉えることにより、如何に独創的な成果を創出するかが課題である。 ・蛍光体の発光効率の向上が課題である。そのために、粒子の欠陥構造を調べるとともに、粒子表面の欠陥を低減する高温ガス反応プロセスを開発する必要がある。</p>

「量子計算技術」「界面の機能解明・制御」「生体ナノシステムの機構解明」「強相関エレクトロニクス」の戦略的推進 - 5 - 3	現在は基礎研究段階にあるが、課題を設定した上で、戦略的に取り組むことが有効と考えられる研究開発の推進。出口としての社会へのインパクトが大きい課題、あるいは、ナノテクノロジー・材料分野の研究開発現場においてその解決が非常に重要とされている困難な横断的課題等対して、ナノサイエンスや物質科学において期待されるジャンプアップによってブレークスルーを目指す。【文部科学省】	2011年までに、エレクトロニクスデバイスや生体デバイス、エネルギー・環境デバイスの特性を大幅に向上に資する界面の機能性・制御性を解明する。【文部科学省】	125.8の内数	・出力性能の大きな決定要因であるイオン伝導体界面をキャラクター化・最適化する手法を開発するとともに、高容量負極反応の総合性能を確認し、各種性能を高い次元で達成することが必要である。 ・低濃度化学物質検出に対する高感度化に関する新たなコンセプトの創出は30%ほどの進展に留まっている。有機化学物質でなく生体由来の飛散物質に対するセンサ材料の整備を行うことが必要である。 ・様々な試料に対し、有効性の検証が必要。 ・前年度までに整備した研究環境を十分に活用し、超低電力消費および超高効率エネルギー変換を可能にするためのデバイス学理構築と物質・材料開発とを、整合性ある形でフィードバックをかけながら、革新的研究を遂行する。 ・量子ドット積層構造の100層までの積層化技術の開発 ・有機半導体材料によるpn接合形成技術の開発 ・III-V族窒化物薄膜による太陽電池変換効率の向上 ・色素増感太陽電池における蓄電時間の長寿命化技術の開発が必要である。
		2015年頃までに、現在の100倍以上の多量子の制御と安定化を達成する。【文部科学省】	56.7	フォトニック結晶光導波路と結合した複数のGaAs量子ドットによる、多量子ビット化が必要である。
		2015年頃までに、生体に優しい治療法や生体に学んだ微小動作機構の形成および物質形成技術を可能とする生体ナノシステムの機構を解明する。【文部科学省】	23.5	個別の基盤技術の構成要素を整理し、新たなナノマシンの設計構築と応用への展開を図ることが必要である。