

平成 18 年度「分野別推進戦略」のフォローアップについて

【ナノテクノロジー・材料分野】

1. 平成 18 年度における実施状況

(1) 「状況認識」

・各国政府の取組

主要各国におけるナノテクノロジー・材料分野に関する国家プロジェクトは近年、拡大傾向が続いているが、平成 18 年度においても引き続きその傾向が見られた。

米国では国防省ナノテクノロジープログラムにおいて、2005 - 2006 年にナノスケール現象、ナノ構造化材料、ナノデバイス関連など基礎研究からデバイス応用を目指す予算が大幅に増額された。2007 年にはナノテク計測、ナノ製造、重要研究施設、社会的側面などの予算が増額要求されており、重点政策に拡がりが見られる。

欧州では 35 億ユーロ(2007 年～2013 年)規模の第 7 次欧州研究開発フレームワークがスタートする。国家プログラムとしては、イギリス、ドイツ、フランス、スイス、オランダ、イタリアなどが充実しており、投資総額としては 1000 億円/年となり、米国、日本とならぶナノテクの世界三極の一つとなっている。

一方で、中国、韓国、台湾をはじめとするアジアにおけるナノテクノロジーへの投資は近年めざましく、今や日本を含めたアジアの公的投資は最大となっている。中国では中国科学院や清華大学、上海交通大学などにナノテクノロジー研究機関を新設し、国家重点研究室に指定し重点的な予算配分を行っている。オーストラリア、台湾、シンガポールでも積極的な取り組みが見られる。

特に、ナノエレクトロニクス分野において、米国、欧州、台湾、韓国等でシリコンを中心とした大規模な産学官の取り組みが行われた。ナノエレクトロニクス分野以外では先端エレクトロニクス分野である非シリコン系材料、オプティカル新機能部材、スピントロニクスに、またナノバイオ分野では DDS やナノメディシン関連に官民共に大規模な投資が行われている。

また、最近各国でナノテク共同利用施設、共同研究センターなどのナノテク研究拠点としてのインフラ整備が相次いでいる。平成 18 年度だけでも米国では Molecular Foundry と Nanoscale Materials Center の 2 施設、欧州ではナノエレクトロニクス分野においてヨーロッパの中核的イノベーション拠点として MINATEC、また韓国では国内第 2 の共同利用施設である KANC の開設など活発な動きが見られる。

人材育成および教育に関しては、欧米主要国や韓国、台湾などで充実したナノテク教育プログラムが重要施策の柱として立ち上がり、継続的な投資を行っている。米国では、小学校、幼稚園レベルから大学に至る体系だった教育システムが完成している。

・我が国の状況

このような世界情勢の中にあって、我が国においては世界に遅れることなく、引き続きナノテクノロジー・材料分野に資源を重点配分することが第3期基本計画で決定され、分野別推進戦略の一環としてこの分野を積極的に推進している。平成18年度はその初年度にあたる。予算規模としては米国とほぼ同額にあたる巨大なものである。

このような継続的な投資の結果、我が国のナノテクノロジー・材料分野は引き続き世界のトップレベルの地位を堅持している。中でも材料分野の基礎・基盤研究は世界トップレベルである。しなしながら、技術移転などが今後の課題である。情報発信も活発で、世界最大のナノテクシンポジウムであるナノウイークなど開催されている。

・注目される研究成果およびそのアプリケーション

近年の日本、欧米を中心とする積極的な取り組みが確実に成果に表れつつある。主要各国のナノテク文献は急増しており、特に、中国、韓国、台湾、シンガポールの躍進は顕著である。平成18年度に発表された研究成果およびそのアプリケーションの中で特に注目される例をいくつか以下に挙げる。

- ・「生物は物質を組み立てる”工場”」 M13 バクテリオファージ(6nmの細長いウイルス)を使用してナノスケールの“物づくり”を進める。
- ・スピン注入を用いた磁化反転、およびGHz帯のマイクロ波発振：それぞれ次世代のMRAMやGHz帯の低消費電力発振器を目指す。
- ・「DDS関連」 高分子ミセル：NK105、NK012、NC-6004
リポソーム：ドキシソルピシンリポソーム(ドキシル、ヤンセンファーマ)など。
- ・「材料ユビキタス元素戦略」 カルシウム、アルミニウム、酸素からなる化合物をそのナノ構造をうまく活用して、透明導電体や電子放出材料へ転化する。

・国内外の注目ベンチャー、企業の取組

ナノテクノロジーの実用化、製品化の動きが本格化しつつあり、この傾向はベンチャー振興に顕著に現れている。ベンチャー振興はナノテクノロジービジネス推進協議会等による支援体制も整備されてきた。平成18年度に設立されたベンチャーの中でも注目されるのは、量子ドットレーザー実用化を目指したQDレーザー(QDL社)である。大学・企業・官の人材及びファウンドが機能した産学官連携の実例の一つである。創晶は大阪大学発のベンチャー企業で、半導体材料からタンパク質単結晶に至るまで高品質結晶育成に特化し、結晶育成面から基礎研究を支えている。ナノテクバイオ、DDS関連でも国内ではナノキャリア、メビオファームなど、海外ではAbraxis BioScienceなどの創業が相次いでいる。

・特許動向

平成18年度における特許関連の顕著な動きとして、大学の特許が飛躍的に増大したことが挙げられる。特に大学と企業との共同出願数の伸びが顕著で、従来主流を占めた公共機関と企業の共同出願数を大幅に凌駕した。大学の知財本部が強化され技術移転が確実に進展している。また、我が国が欧米と比べて弱体であった医療・ライフサイエンス分野におけるナノテク特許出願数が2006年に前年度比44.7%増となり、我が国の振興策の効果が現れてきた。DDS関連特許は、一時期の研究のピークによる急増から一息ついた観がある。海外においては、2006年はナノテク関連特許出願数においてアジアの台頭が顕著な年であった。日本特許庁への特許出願数（日本特許庁統計）では韓国の三星SDIがベストテンの3位に入り、10位にも三星電子が入った。一方米国特許商標庁への特許出願数（米国特許商標庁統計）では、ベストテンにアジアから4機関が入ることとなった。特に韓国は、今やヨーロッパの先進国フランス、イギリスを越え、アメリカ、日本、ドイツに次ぐ4番目となり、ドイツをも越える勢いがある。

（2）「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について

1）全体的な概況

平成18年度は、第3期科学技術基本計画 分野別推進戦略の初年度であり、各「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」に関するプロジェクトが開始、推進されている。平成18年度実施状況等フォローアップにあたり、今回対象となっている「戦略重点科学技術」は、「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」「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」「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」「イノベーション創出の中核となる革新的材料技術」「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」「超早期診断と低侵襲治療の一体化を目指す先端のナノバイオ・医療技術」「ナノ領域最先端計測・加工技術」「X線自由電子レーザーの開発・共用」以上、8項目である。

平成18年度がプロジェクト初年度であり、各戦略重点科学技術においてもプロジェクト着手から日が浅いが、基礎研究や基盤技術開発などが確実に進展しつつあり、一部要素技術が確立し、実用化に向けての試作・試行段階に移行している研究課題も見られる。全体的には、目標達成に向け着実な成果が現れており、概ね計画通りに研究が進展している。

2）特筆すべき事項

国家基幹技術であるX線自由電子レーザー開発が開始している。H22年度完成、H23年度共用開始と完成まで年月を要するが、ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料分野を始めとする幅広い分野の研究に資するものと期待されている。

複数の戦略重点科学技術において、各省庁、関係（独）研究機関、大学、企業などが参画する産官学連携による取り組みが行われている。各研究機関の連携体制が整備されつつあり、シンポジウム開催などが活発に行われている。その中でも文部科学省「元素戦略プロジェクト」と経済産業省「希少金属代替材料開発プロジェクト」との連携締結は初めての府省連携プロジェクトであり、世界的に例のない日本独自の取り組みであり、注目されている。連携施策群のナノバイオテクノロジーおよび水素利用／燃料電池などにおいても府省が連携して積極的な取り組みが行われている。

（３）「推進方策」について

「分野別推進戦略」を強力に推し進めるための「推進方策」を掲げているが、今回のフォローアップにあたり、平成１８年度の実施状況を「人材育成と拠点形成」「産学官および府省の連携」「安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進」の各項目について以下に述べる。

「人材育成と拠点形成」

人材育成の取り組みに関しては、文科省「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」や科学技術振興調整費「振興分野人材育成」等により、サマースクールや二国間若手交流等を実施した。また、経産省は大学が行う基礎科学・基盤技術と企業が行う実用化技術を組み合わせることにより、人材育成拠点の形成を行った。一方、内閣府監修によりナノ冊子、DVDを制作するなど広報活動にも取り組んでいる。

研究拠点の整備に関しては、「ナノテクノロジー総合支援プロジェクト」により全国の大学、独法等が有する最先端の施設・設備を研究者に提供する支援を実施した。さらに、文科省「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」の「研究拠点形成型」により、ナノバイオ・インテグレーション研究拠点等を推進した。

「産学官および府省の連携」

府省連携プロジェクトとして、文部科学省「元素戦略プロジェクト」と経済産業省「希少金属代替材料開発プロジェクト」を推進し合同戦略会議を開催した。連携施策群のマッチングファンドとして、厚生労働省「厚生労働省科学研究費補助金事業・医療機器開発推進研究事業」の「ナノメディシン研究」と経済産業省「分子イメージング機器研究開発プロジェクト」において、医学・薬学・化学・工学等の技術を融合したナノバイオテクノロジーによる診断・治療のための研究開発を推進した。文科省の「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」においては産学官連携を、NEDOの「ナノテクチャレンジ」においては企業や大学等の連携を推進した。

「安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進」

科学技術振興調整費「ナノテクノロジー影響の多領域専門家パネル」を実施し、厚労省「化学物質リスク研究」において、ナノマテリアルの安全性に関する研究を、府

省連携テーマとして着手した。工業用ナノ粒子のリスク評価に関しては、経産省NEDOの「科学物質総合評価管理プログラム」の一環として「ナノ粒子特性評価手法の研究開発」が始まった。

2. 今後の取組について

ナノテクノロジー・材料分野においては、日本をはじめとする欧米、アジア各国などで大規模な産学官の取り組みが行われた結果、めざましい勢いで研究が進展しており、新たな発展の可能性が次々に生まれている。現在、推進されている「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」に関連して、今後推進が望まれる研究課題の例、および推進方策を以下に挙げる。

(1) 「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について

「ナノエレクトロニクス領域」

- ・ CMOS 技術の新しい潮流である More Than Moore、および Beyond CMOS の芽を育むような基礎的研究。
- ・ 革新的な効率のディスプレイ用偏光板など情報通信等に必須の基幹部材の開発。
- ・ ナノ材料とデバイス、特に Si との融合を行い、ナノ材料のもつ特性を生かしたデバイスへの研究、および Si 上に非 Si 材料を集積させたデバイスの研究。

「ナノバイオテクノロジー・生体材料領域」

- ・ 細胞環境から再生素過程を制御したナノテク構造材料の開発。
- ・ 単クローン抗体とナノテクノロジーのハイブリッドにより第二世代の DDS 製剤の創成。
- ・ 生物の物づくりに倣う自己組織性をベースとする生産技術であるボトムアップ・マニファクチャリング、更にはボトムアップとトップダウンを統合して実現する自律分散マイクロシステムであるナノロボティックスの推進。

「材料領域」

- ・ 新規ナノ物質の探索・創製：セレンディピティー的に大きなブレイクスルーにつながる期待が高く、重要課題として位置づけられる。
- ・ 早期の商品化を目指す PEFC システムにおいて、より一層のコストダウンのための触媒・吸蔵材・観察技術等のナノ材料研究の強化。

「ナノテクノロジー・材料分野推進基盤領域」

- ・ ナノ細線などのナノデバイス計測の標準化。
- ・ 異種物質間の界面機能の基礎研究（有機/無機、有機/有機金属、生体材料/無機材料を含む）：有機 EL、有機太陽電池など応用に向けて物理的理解が不可欠である。

- ・ 化学反応や高分子・生体分子などの機能的な運動を含めた励起状態およびダイナミクスを追跡する第一原理計算。

「ナノサイエンス・物質科学領域」

- ・ 固体中の電子スピン、核スピン、励起子、超伝導フラックスなどを量子ビットとして用いて量子情報処理を目指す研究：30年後のエレクトロニクスとして期待が高く、幾人かの日本研究者はノーベル賞級の実力であるので支援が望まれる。
- ・ マイクロマシンの稼働や原子・分子の操作を安定に遂行するための固体超潤滑素材の開発：産業上の要請から低摩擦条件の探索が急務となっている。

(2) 推進方策について

「人材育成と拠点形成」

欧州、米国、韓国等において見られるナノテク共同利用施設、ナノテク共同研究センターへの投資が実際の技術競争力の向上に資する一方、我が国ではこの5年ほど、研究施設（建物、研究装置）への大型投資が行われておらず、施設、装置の陳腐化など、競争力の低下が一部で懸念されている。このことから、わが国も、ナノテク共用施設、研究拠点の整備と運用に積極的に大型投資を行うことが求められる。分野融合が進む現状においては、分野横断的な新しいナノテクノロジー・材料科学としての拠点形成が望まれる。総合科学技術会議が、省庁の枠を超えた横断的コーディネーターとして率先して取り組む必要がある。また、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、高度なインフラの整備と連携した先端科学に携わる人材育成・研究支援組織の整備が必要である。質の低下も全国的に目立っており、量の拡大から質の向上への転換が望まれる。優秀な研究者を確保する一手段として、大学院に外国人若手研究者を積極的に受け入れる体制が考えられる。欧米諸国ではトップスクールの優秀な学部学生を積極的に受け入れているが日本は大きく立ち遅れている。中国では理工系大学卒業者数が急増しているが、当面は中国以外の途上国においてその優秀な人材の発掘、研究拠点の育成をはかり、アジアにおけるリーダーシップの確立と中国との良好な協調・競争関係の確立に勤めることも検討すべきである。中小・ベンチャー企業向けには、国や自治体が主体となって安価で多彩な研修制度、助成制度の整備が望まれる。

「産学官および府省の連携」

府省連携の役割が研究課題の統合からシナリオ作成段階へと移行しつつあり、総合科学技術会議としてはこの動きへの支援を行う。

産業界と学官（独）の研究者間の情報循環を推進するために、科研費を除く競争的研究資金プロジェクトにおいては、産学（独）研究者の両者がともに参画する研

究体制の更なる進展が必要である。特に、科学技術国際協力に対応するために、産学官(独)が連携して取り組むことが可能な国際協力研究課題の検討が必要である。

産学連携と、民間部門内での資金循環の流れを変えることでベンチャー企業育成を一段と進め、国内産業全体の底上げを図ることが重要である。現在、ベンチャー育成を目的としたクラスターが各地に整備されているが、業種・成長段階によってニーズが異なる点を考慮し、運用の見直し整備を進める必要がある。

「安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進」

ナノテクに関して根拠のない懸念が拡がらないようにする取組が重要である。そのため、府省連携して、リスクの評価手法や管理手法の確立に取り組むことが必要である。工業用ナノ粒子のリスク評価に関しては、18年度までに根幹となるプロジェクトが立ち上がったが、体内動態、材料/生体界面反応など、基礎・基盤研究に関してはまだ課題の抽出・整理の段階であり、19年度以降に実行段階に移行する必要がある。実際にはリスク評価研究が効果を上げるまでにまだ数年を要する。ナノテク材料の安全性を検討する研究機関の設置が求められる。国内外でナノ粒子管理手法が検討されており、政府およびその関係機関はナノ粒子に関わる研究者、技術者に適切な情報を伝え、研究者、技術者もそれを活用すべきである。またフィルタをはじめ、保護技術の性能評価に関する研究プロジェクトも併行して推進する必要がある。ナノ粒子の生体影響に関する実験結果が公にされる際、専門家による信頼性の高いコメントを社会に対して発信する体制を確立すべきである。国際的な対応(必要情報の収集と発信)が必要であり、日本の窓口的な組織の明確化が求められる。

「国際協調と知財戦略」

国の研究機関、大学が個別に行っている国際協調体制を整理し、府省連携の枠組みのなかで、国の機関と大学が共同して国際協調にあたる取り組みが求められる。各国と連携してロードマップ作り、共同研究、標準化活動、国際フォーラムの開催など国際活動を積極的に推進し、リーダーシップを取るべきである。政府研究機関のマネジャークラスによるロバスタなネットワーク設立も重要である。

知財戦略は極めて重要であり、最近では大学・研究機関と企業との共同研究成果および特許を含む知的財産に関するトラブルを防ぎ、知的財産を保護する知財防御策の整備が重要となりつつある。海外での研究拠点育成、国際共同研究体制の推進に伴い、ガイドラインを見直すなど、各大学・研究機関との認識の共通化が必要である。企業と共同出願される特許も含め、大学等で出願される基本特許を積極的に海外出願し、国際的に権利を取得することは、我が国の産業競争力を確保する上で重要である。その際、府省連携により知的財産管理や戦略等に関する能力アップ施策を推進することが重要である。

(別紙) 各戦略重点科学技術の平成18年度の状況

戦略重点科学技術の名称	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
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>石油資源に替わるクリーンなエネルギーの利用を現実的に可能にし、普及させることは、我が国が直面する大きな課題であり、当面は、燃料電池、太陽電池を重点的に、材料技術によってブレークスルーを起こしていくことが必須である。石油資源の残存埋蔵量や、急激な消費量増加を考慮して、今後5年間に集中配分をすることで、日本のエネルギー問題の克服に貢献する。さらに日本発の技術で世界のエネルギー問題解決を図っていくことは人類への貢献だけでなく、エネルギー産業において新たなビジネスモデルを作り上げていく上でも重要であり、エネルギー資源の乏しい我が国こそが先鞭をつけるべき課題である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省を中心に大学、(独)物質・材料研究機構、企業が連携して取り組んでいる。</p>	
<p>2. 進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none">・ポリイミド、ポリエーテル系電解質膜の耐久性の向上と、逆ミセル法による各種合金触媒の製法の最適化と特性評価を進めた。・電解質膜及び合金電極触媒の耐久性を当研究により開発した手法を用い評価を行った。・新型電解質膜/電極接合体を用いた小型単セル試験と最適化を行った。・天然ガスから高効率に水素製造・精製を行う触媒の実用化基礎評価試験を実施した。・中低温域で作動する長寿命燃料電池を実現するための要素材料、および高効率水素製造のための材料の開発に着手した。・国内外の大学・国立研究機関との連携体制を作り上げた。	
<p>3. 成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>高比表面積白金や燃料改質触媒箔などの触媒材料、新型ポリイミド系及びポリエーテル系電解質膜、高窒素鋼セパレータなど要素材料の開発、水素割れなどの諸問題解決が進み、耐久性能、実用性能試験が一部始まっている。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>新たに研究開発された材料を利用した燃料電池の実用化への取り組みの推進を図る。固体電解質ナノ構造に対する理論的考察、高窒素鋼の腐食メカニズム、燃料改質触媒箔の触媒機構解明、水素分離膜の耐熱寿命を向上のための表面層緻密化を推進する。</p>	

戦略重点科学技術の名称	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
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>元来資源が少ない日本においては、資源問題は我が国が直面する大きな課題である。希少資源や不足資源に対する抜本的解決策として、それらの資源の代替材料技術の革新は必須であり、省資源問題の中でも、最も材料技術に期待されているところである。日本あるいは世界で資源枯渇の影響のない持続可能な社会の確立を図ると共に、特定の産出国への依存から脱却し日本の国際競争力や産業競争力強化を図るためにも、集中配分による技術開発は必須となる。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省を中心に大学、企業が連携して取り組んでいる。(平成19年度より文部科学省と経済産業省との連携で推進する。)</p>	
<p>2．進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水素製造光触媒では、水素生成活性点(助触媒)の改良、反応温度の制御などで量子収率が2倍以上向上することが見出した。 ・コアシェル型 Pd-Au 系ナノコロイドの Pd/Au 比 75/25 で特異的な高選択率で H₂O₂ が生成することを見出した。 	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>事業を開始し、実用化に向けてのプロセス研究にも着手した。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・新規可視光応答型光触媒の量子効率向上、ゼオライトのミクロ孔物質触媒材料の適用範囲拡大などを図る。 ・水素共存下での過酸化状態からの過酸化水素生成触媒の開発、表面積の大きなルチルの液相合成などを図る。 	

戦略重点科学技術の名称	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
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>大規模地震等の自然災害、工場火災、列車事故等あらゆる災害に対する防災・減災技術、消火活動や救助活動は重要性である。そのためには、大震災に耐えうる建築物のための高強度鋼等の革新的構造材料や、突発的なテロ、災害や事故から身体等の安全を確保する材料技術やそれらの検査・評価・利用技術の飛躍的向上が必要である。また、食品分野においては、食料自給率の向上、農業・食品産業の国際競争力の強化、国民の生涯健康な生活の実現に資することが重要であり、そのためには、国産農産物を用いたナノ粒子加工技術の開発や、食品のナノ粒子の機能解明のためのナノ品質計測技術の開発により安全で高品質な食品素材を開発する必要がある。以上のように国民の安全・安心を支えるとともに国際競争力を強化する観点から今後5年間の重点的配分が不可欠である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>総務省、文部科学省、経済産業省、農林水産省、国土交通省で連携を図りつつ、関連(独)研究機関、大学企業等による産学官連携で研究を推進している。</p>	
<p>2．進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・消防用防火服の開発目標となる耐熱性能、快適性能など具体的な数値目標を設定した。 ・現存のサーマルマネキン装置を改造した。 ・耐熱性能評価シミュレーション(1次元)を開発した。 ・高強度・高延性複層鋼板の実現に向け、高強度マルテンサイト鋼と高延性オーステナイト鋼の複層化を熱延ルートおよび冷延ルートから試作を開始した。 ・生物機能とナノテクノロジーとの技術的融合により、画期的新規素材の開発と利用、ナノレベルでの生物利用活用技術の開発、マイクロバイオリクターの構築を実施。 ・新構造建築物の性能評価手法の課題分析、評価用地震動の検討を行った。 	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>ニーズ・シーズの把握と共に評価用地震動、マイクロ空間細胞培養チップ、体内輸送システムに利用可能な均一ナノ粒子作成技術等の要素技術の開発が行われている。また、その性能検証法・評価方法を検討している。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>シミュレーションによる開発防護服目標を設定。複層鋼板および複層 Ti シートの力学的特性評価(モデルと実験データの整合性)、製造プロセスの開発。新構造建築物の性能検証法・評価方法の確立・試行。農林水産分野での出口を明確にした研究重点化。</p>	

戦略重点科学技術の名称	イノベーション創出の中核となる革新的材料技術
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>『True Nano』によって不連続で飛躍的なジャンプアップが実現されても、それによって、科学技術を変革し、産業に大きなイノベーションを引き起こすためには、ナノで得られた成果をマクロスケールの実用材料にスケールアップすることが必要となる。そのためには、今後5年間において、ナノスケール構造同士を接合する界面や表面の特性・機能の制御と、スケールアップのためのプロセス技術などに集中した研究開発を進めることが必要である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省、経済産業省を中心に、(独)物質・材料研究機構、(独)理化学研究所、東工大学および複数社の企業の参画により推進している。</p>	
<p>2．進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属錯体系分子性導体の開発、分子デバイスのための基礎研究、放射光および超高感度NMRを用いた機能性分子システムの局所電子状態解析などを推進した。特に、今後の活動の基本となるインフラの整備を重点的に行った。大学関連機関と理研との連携を強化し、日本の物質科学基礎研究における基幹的連携体制の構築を目指して、シンポジウムを開催した。 ・電界紡糸法における繊維高機能化、大型装置化技術の開発、ナノ溶融分散紡糸法による炭素超極細繊維製造技術の開発を基盤技術開発として行い基本計画通り進捗している。基盤技術開発で得られた成果を、実用化技術開発として行われている。高性能、高機能電池用部材の開発、高性能、高機能フィルター用部材の開発、高性能、高機能医療衛生・産業用部材の開発に応用し基本計画通り進捗している。 	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>酸化物超電導体ジョセフソン接合やフラーレン分子の重合体などの組織化、分子性導体微小結晶をシリコン基板上で成長させ、双安定整流素子として機能させるなど基礎研究で成果が出ている。電界紡糸法、ナノ溶融分散紡糸法において高機能化、大型装置化などの基盤技術開発が計画通り順調に進展している。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>実用デバイスとして利用するために研究が今後の課題である。一部はすでに企業と連携した研究を進めている。物質設計、界面制御を加速、極限環境下(低温、強磁場など)における電子状態観測手法開発などの基礎研究や加速繊維高機能化と高機能化装置開発、炭素繊維極細化、超極細繊維不織布の接合などの基盤技術開発も重要である。</p>	

戦略重点科学技術の名称	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
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>デバイスの電力消費量・集積度・速度や機能などの性能の限界突破は、現状技術の延長では解決困難な課題であり、『True Nano』や材料革新をもってしか為し得ないことは、すでに予測されていることである。世界各国のナノテクノロジー研究開発資源（予算、人的資源）の大半がエレクトロニクスに割かれ、激しい研究開発競争を繰り広げている中で、今後5年間の集中配分は、この分野の国際競争力を強化するために不可欠である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省、経済産業省を中心に、大学、関係（独）研究機関、財団法人、企業の連携により推進している。</p>	
<p>2．進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオコアの埋め込み手法の検討、電気的特性の評価、基本デバイス構造の試作等を実施した。 ・非シリコン系材料を基盤とした3端子型の原子スイッチを開発。動作電圧の高閾値化に目途を付け、動作の信頼性確保に向けた開発を進行した。 ・超光情報メモリの基本光学系（光フェーズロック方式）を開発。ナノスケールで構造を制御した磁性フォトニック結晶を形成し、プロトタイプMOSLM素子を構築した。 ・低損失オプティカル新機能部材技術のうち基盤技術研究については、近接場光領域と伝播光領域を統合した極微小領域のシミュレーション技術の開発、光導波機能を発現する部材構造検討に着手、部材作製装置、プラズモン伝搬評価装置の導入を図った。 ・低損失オプティカル新機能部材技術のうち偏光制御部材開発については、近接場相互作用の近似モデルの開発、偏光部材の作製方法の検討に着手した。 	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>バイオナノドット大量製作と精製技術、分子選択配置・高密度配置・規則配列の実現、非シリコン系材料原子スイッチの動作確認及び低損失オプティカル新機能部材などの基盤技術開発が進捗している。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>特定デバイスの作製技術から、微細プロセスとして適用性の広い技術と捉え、技術確立に向けて研究の推進を加速させる。磁性フォトニック結晶を用いた位相変調デバイス、フェーズロック方式ホログラムメモリなどの要素技術をシステム化し、プロトタイプ装置の試作を進める。低損失オプティカル新機能部材の作成プロセス技術の開発及び試作したナノ構造体の光学特性とシミュレーションの結果の比較検討を行う。</p>	

戦略重点科学技術の名称	超早期診断と低侵襲治療の一体化を目指す先端的ナノバイオ・医療技術
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>超高齢社会において、国民の生活の質を拡大し、増加する医療費を削減するためには、がん、循環器病、糖尿病、認知症、運動器疾患等の重要疾患を超早期に診断するとともに低侵襲で治療する医療技術が必須である。生体はナノスケールの構造体であるから、生体の構造と機能をナノレベルで解明・制御することにより、超早期診断と低侵襲治療の実現とともにその一体化を目指して医療技術の飛躍的な向上が期待できる。我が国が得意とするナノテクノロジー・材料技術を医療分野に応用し、この分野の国際競争力を強化するためには、今後5年間の集中配分が不可欠である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省、厚生労働省、経済産業省を中心に、大学、関連(独)研究機関、企業の連携により推進している。</p>	
<p>2．進捗状況</p> <p>バイオインスパイアード・ナノマシンの創製、ナノバイオセンシングシステムの創製、高信頼性セル・セラピーを実現するナノテクノロジー・材料技術の創製を推進した。有機無機複合人工骨を開発した。</p> <p>高感度、高精度かつ迅速、安価で非コード領域までを検出するゲノムアレイや解析基盤技術開発を行うとともに、全自動解析システムの開発を行った。</p> <p>4つのDDS技術と外部エネルギーの組み合わせについて先導研究を行った。</p> <p>画像診断技術にプローブ剤を組み合わせた分子イメージング技術の先導研究を実施した。また、悪性腫瘍を初期段階に検出できる高感度・高精度な分子イメージング機器の開発に着手した。</p>	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>人工DNAで金属イオン配列制御、ナノキャリアによる膵臓がんの標的治療、ナノポリマーでの人工関節の寿命延長などの要素技術開発が進むと共に、人工骨の量産に向けた製造技術を確立、疾患関連蛋白質可視化解析技術、ラベル化造影剤を用いた超音波によるがんの超早期診断システム開発など重要な研究項目で進展が見られた。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>生体適合材料の開発、細胞-生体適合デバイス化技術開発および実用化に向けた医工連携的な取り組みを一層加速する。先導研究とともに、機器開発についてはプロトタイプ開発を進めていく。</p>	

戦略重点科学技術の名称	ナノ領域最先端計測・加工技術
<p>1．目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>ナノテクノロジー・材料分野のみならず、ライフサイエンス、情報通信などの最先端科学技術、環境計測、医療現場の技術進歩を可能にし、ものづくりをはじめとする産業の国際競争力を産み出すために、最先端の計測・分析技術や加工技術が重要な役割を果たしている。世界各国も技術開発にしのぎを削る中、技術の先端を切り開くためには、ナノメートルスケールの事象の解明や利用のために、新たな技術を創り出すことが求められている。このためには形状や構造の観測だけでなく、ナノメートルスケールの分解能を持つ分析・物性計測技術の開発や、加工技術の飛躍的な向上や計測との一体化を可能としていくことが必須となる。この領域の日本の優位性の維持と、波及する様々な分野における国際競争力強化のためには、今後5年間の集中配分が不可欠である。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省、経済産業省を中心に、大学、関連(独)研究機関、財団法人、企業の連携により推進している。</p>	
<p>2．進捗状況</p> <p>電子顕微鏡基本体の開発、NMR感度向上実証用の原型機を試作した。</p> <p>イオンビームによる構造制御技術では、イオン投影システム設計に関して国際連携体制を造り、イオン・レーザー複合ビーム技術に関しては3次元的析出制御に着手した。</p> <p>アト秒パルス発生のためのパルス内位相が制御可能な励起レーザー技術の開発とともに、極限的時間分解分光測定装置の開発を進めた。</p> <p>革新的ナノテクノロジーを活用し、川上と川下の連携等で行うデバイス化開発について、キーデバイスの実現を目指して新産業分野を創出することに努めた。</p>	
<p>3．成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <p>目標とするX線分光装置、NMR測定器などの高性能測定機器の開発、試作は概ね計画通り進んでいる。アト秒レーザーの極超短パルス化や中性子・X線による次世代多目的パターンフィッティング・システムや三次元可視化システム開発が進展している。</p> <p>(2) 今後の課題</p> <p>高性能測定機器の目標性能達成のための技術およびソフトウェア開発を行い、さらにナノテクノロジー・ナノサイエンスへの具体的な応用を検討する。また、開発された計測基盤技術に基づく国際標準の検討を進め、ナノ構造・物性計測の標準物質を開発する。ナノバイオ・ナノIT・環境ナノ等の複数の技術領域の組合せや横への広がりを持った異業種・異分野の連携による、新たな産業分野の創出・イノベーション等が課題である。</p>	

戦略重点科学技術の名称	X線自由電子レーザーの開発・共用
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>X線自由電子レーザーは、放射光とレーザーの特徴を併せ持つ光として、従来の手法では実現不可能な分析を可能にする技術である。例えば新たな気体吸蔵素子の開発や重要なタンパク質の構造・機能の解明により創薬・新規診断法への波及等、幅広い分野で産業や国民の生活向上に役立つ成果の創出が期待される。欧米との熾烈な国際競争の下、我が国が独自に開発した技術を駆使し、よりコンパクトで世界最高性能の研究基盤の実現を目指した開発を行う。その成果の普及と海外の研究者も含めた利用促進により、特にアジアのリーダーとしての国際貢献が期待され、我が国の国益に資する。以上から、今後5年間の資源の集中配分による研究開発の加速が必須である。</p> <p>さらに、X線自由電子レーザーは、世界最高水準の科学技術の発展基盤として、国家的な目標と戦略の下に集中的に投資すべき大規模プロジェクトであり、国主導でなければ実現できないものであることから、国家基幹技術として位置付ける。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省と(独)理化学研究所の連携で取り組んでいる。</p>	
<p>2. 進捗状況</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ X線自由電子レーザー装置を構成する入射器・加速器の装置製作を開始、及びこれらの装置を収容する建屋の施設整備事業を開始した。 ・ X線自由電子レーザー装置の完成後、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事業を開始した。 	
<p>3. 成果、今後の課題</p> <p>(1) 成果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 入射器・加速器の装置設計、及びこれらの装置を収容する建屋の調査・設計等が完了。 ・ 課題公募により共通基盤、ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料分野を中心に課題を採択。X線レーザーの利用に必要な、生体粒子試料の操作技術等に関する要素技術開発が進行。 <p>(2) 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実施課題の進捗度評価を適時行う。追加で新規課題を公募。 ・ X線自由電子レーザー装置を構成するアンジュレータ・ビームライン等の設計・製作に着手する。また、これら装置の収容建屋と計測・分析装置、実験・研究棟の設計・整備等を開始する。H22年度中の完成とH23年度からの共用開始を目指す。 	