

## 「分野別推進戦略」の平成 19 年度実施状況等フォローアップ（案）

## 【ナノテクノロジー・材料分野】

## 1. 平成 19 年度における実施状況

## (1) 「状況認識」

各国政府の取組

米国では 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。) が継続されており、2008 年度予算案において前年度比 13% 増の高い伸びを確保した。特に EHS (environment, health and safety) 予算の大幅増額が見込まれる。また、2006 年から 10 年で基礎研究費を倍増する American Competitiveness Initiative (2006 年) に沿って、NSF (National Science Foundation)、及び DOE (Department of Energy) の予算を対 2006 年度で 22% 増額の見込みである。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 の中に前段階の基礎研究から後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 1.7 倍に相当する年間予算 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が行われており、ドイツでは、平成 19 年度は景気回復に合わせる形でナノテクノロジー国家計画をコヒーレントな戦略に再構築して予算も大きく伸ばしている。

ナノテクノロジー分野への投資は近年、アジアを含めて各国で伸びている。特に、韓国、中国、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り組みが行われている。韓国では、「第 2 次科学技術基本計画 (2008 年～2012 年) が決定された。5 年間で 60 兆ウォン (約 5.3 兆円) 以上の政府研究開発投資を行うことを目標としている。基礎研究の重視を掲げ、毎年増額し 2012 年には 2006 年比で約 2 倍である年間 3 兆ウォン (約 2,600 億円) 規模に拡大を目指している。その中で、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、ナノ技術先進 3 大国への躍進を目指している。台湾は、ナノサイエンスとナノテクノロジーを国の根幹の技術エリアと定めて、スタート時から、ナノによる小中高一貫した科学技術教育 (教科書作り、カリキュラム構築、教員養成含む)、産業振興策 (優れたナノ製品には「ナノマーク」を審査の上で与える)、共用施設ネットワーク、社会受容対応、などのインフラ構築を含むトータルプランを一貫して実施してきた。その結果、市民にナノが浸透してナノマークを獲得した製品が平成 19 年に 100 を超えている。

我が国の状況

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7年が経ち、投資効果を検証しつつナノテクノロジー産業創出への期待やグローバルな展望を求める声が強くなりつつある。第3期科学技術基本計画においてナノテクノロジー・材料分野への投資は重点化され、研究投資も増額傾向にあり、平成19年度は786億円である。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。また、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も顕著に現れつつある。例えば、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がビジネスマッチング等の活動を精力的に行っている。

しかし、高い伸び率を示す欧米の予算レベルとの差は広がりつつある。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ーへの投資が、米国、欧州ともに活発である。米国の全国ナノテクノロジー・インフラ・ネットワーク（NNIN）や各種研究拠点、欧州のナノテク拠点 MINATECH (Poled' innovation en Micro et Nanotechnologies)、韓国、台湾の積極的な投資等々、国家戦略によるインフラ投資が活発に行われているのに対し、我が国は独立行政法人等の自発的努力による整備に留まっており、諸外国の後塵を拝している面もある。一方、ナノテクノロジー関連の文献に関してはアジア諸国からの文献は急増しており、特に、中国、韓国、台湾、シンガポールのこの分野での躍進は顕著である。

一方、我が国では研究拠点や共同研究ファシリティー、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の点で遅れをとっている。

## 特許動向

日本国特許庁は、米国、韓国、英国、ドイツとの間で、特許審査ハイウェイまたは同試行プログラムを実施しており、早期権利化及び質の高い審査が期待される。また、米国下院では、先発主義から先願主義への改正を主とする法案を可決し、上院でも可決されれば、米国における訴訟のリスク低減を含め企業にとってそのメリットは大きい。更に、欧州特許庁において2008年5月1日にロンドンアグリーメントが発効されることになっており、EPCの一部加盟国（フランス、ドイツ、リヒテンシュタイン、ルクセンブルク、モナコ、スイス、英国）へ移行する場合、各国言語の翻訳文の提出が不要になるなど、企業にとっては、翻訳費用を削減できる等、最近の特許を取り巻く環境は企業にとって追い風になると考えられる。

一方、日本における審査の状況に関しては、世界で最も効率の高い審査処理を実現しているとされているものの、審査請求期間が7年から3年へ短縮されたことにもなう審査請求件数の一時的な増大などを理由に、審査順番待ち件数は増加傾向にあり、2006年のファーストアクション期間は26ヶ月となっている。また、日本における審査請求期間は3年間であり、審査請求制度のない米国と比較して、対応する日本特許が遅れて登録になる可能性はある。

特許庁がまとめた、ナノテクノロジー・材料分野の平成19年度重点8分野の特許出願状況調査報告書をもとにまとめた動向は以下の通りである。

我が国特許庁に対する特許公開／公表件数、登録件数はそれぞれ40131件、12251件であり、そのうち出願人が日本国籍であるものは71%、84%である。

また、我が国特許庁における公開／公表件数を、報告書における研究区分別に見ると、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：2007.1-2007.12、米・欧：2006.9-2007.8）から、単純比較はできないものの、日本国籍の出願人が日米欧3極で公開／公表、登録された特許の総数に対してそれぞれ44%、50%を占める。なお、平成18年度の調査ではそれぞれ45%、37%である。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。

## （2）「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19年度の実施状況については、「人材育成と拠点形成」「産学官及び府省の連携」「安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進」「国際協調と知財戦略」「国民への研究成果の説明」の5つの項目に整理し、これらの項目における課題と今後推進すべき事項を「2. 今後の取組について」にまとめた。

### 1) 「人材育成と拠点形成」

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の地域拠点を形成して分野融合を推進することにより、連続的なイノベーションを創出している。また、「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を推進している。

### 2) 「産学官及び府省の連携」

平成19年度より、文部科学省の「元素戦略プロジェクト」と経済産業省の「希少金属代替材料開発プロジェクト」が連携を取って推進された。また、両省が連携して「合同戦略会議」を設置し、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。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議論を行った。さらに、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」をそれぞれ推進している。なお、連携施策群「ナノバイオテクノロジー」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」等において、民間や大学の研究者、民間企業、関係省庁との連携を図り、平成19年度はマッチングファンドとして3課題を採択した。

### 3) 「安全・安心に資する取組と責任ある研究開発推進」

平成 19 年度から、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」を設置するとともに、連携強化の観点から補完的に実施すべき課題として、標準物質、計測標準化情報、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ための調査研究を開始した。

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他領域専門家パネル」の報告がなされているが、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を実施した。

厚労省では関連の研究施策として「ナノマテリアルのヒト健康影響の評価手法の開発のための有害性評価及び体内動態評価に関する基盤研究」等を実施している。また、同省において、平成 19 年度よりナノマテリアルの安全対策に関する検討会等が設置され、ナノマテリアルの安全対策の取組みが進められている。

平成 19 年 5 月より OECD の科学技術政策委員会の下に設置された「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た。また、「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を促進した。

### 4) 「国際協調と知財戦略」

上記の 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。

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」において検討がすすめられてきた「知財フロンティアの開拓に向けて（分野別知的財産戦略）」が平成 19 年 12 月 13 日に報告され、ナノテク・材料は、この 4 つの分野別戦略の内の一つに位置づけられた。

### 5) 「国民への研究成果の説明」

ナノテクノロジーの啓蒙活動の一環として内閣府監修により、ナノ冊子、DVD、ホームページを制作するなど広報活動に取り組んでいる。平成 19 年度には、ナノ冊子を約 1 万冊、DVD 約 7 千枚を一般及び大学・研究機関や高校などの教育機関に配布した。また、最先端のナノテクノロジーの研究成果を発信することを目的として、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、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た。

文部科学省と経済産業省との連携により、元素戦略/希少金属代替材料開発の第 2 回シンポジウム（平成 20 年 1 月 23 日）を「希少資源問題の現状」及び「元素戦略プロジェクト/希少金属代替材料開発プロジェクトの進捗状況」等について、一般及び研究

者への説明を目的として開催した。また、連携施策群「ナノバイオテクノロジー」及び「水素利用／燃料電池」において成果報告会とシンポジウムを開催し、連携施策群の活動成果を広く国民へ公開した。

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 2008」（平成 20 年 2 月 13 日～15 日）において、大学や研究開発独立行政法人はナノテク関係の研究成果の展示を行った。また、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」を開催し、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。

### （3）「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 19 年度に終了した「極端紫外（EUV）光源開発等の先端半導体製造技術の実用化」「ナノ計測基盤技術」「超高感度 NMR の開発」などの施策は最終目標を概ね達成した。平成 19 年度には「ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発」及び「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」を対象とした施策が立ち上がった。各々の戦略重点科学技術毎の目標に基づき設定されている各省の個々の対象施策の目標については、殆どの対象施策で概ね順調に研究が推進されている。なお、「ナノテク消防防護服の要素開発及び評価手法の開発に関する研究」など一部の施策では、目標達成に向けて新たな技術課題が生じているものの、その解決に向け適切な対応が取られている。

#### 2) 特筆すべき事項

経済産業省「ナノテク・先端部材実用化研究開発（ナノテクチャレンジ）」において採択された「超高密度 HDD のためのナノオーダー制御高性能トンネル磁気抵抗素子の開発」では従来の 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を確立した。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。この研究は文部科学省／JST 公募型研究「さきがけ」の成果がベースとなっており、典型的な JST／NEDO の連携成功例の一つと考えられる。本成果は高く評価され、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）、平成 19 年度朝日賞を受賞した。

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、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を実施しているところである。

#### 3) 連携、分野横断・融合事例

「ナノエレクトロニクス領域」及び「ナノバイオテクノロジー・生体材料領域」は、

ナノテクノロジー・材料分野の基盤技術を活用し、将来にわたって国際競争力を持つ情報通信分野、ライフサイエンス分野の実現を目指す分野横断・融合領域として強力に推進されている。「ナノエレクトロニクス領域」では、平成19年度より文部科学省と経済産業省とが連携して「ナノエレクトロニクス合同戦略会議」を設置し、今後の研究推進について議論を開始するとともに、文部科学省/JSTと経済産業省の連携による施策につながっている。一方、「ナノバイオテクノロジー・生体材料領域」では、連携施策群「ナノバイオテクノロジー」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に代表されるような各省連携が進められている。

環境分野及びエネルギー分野に対しても、太陽電池、燃料電池、超伝導技術、光触媒などナノテクノロジー・材料分野の基盤技術を活用した機能材料の研究開発がブレークスルーをもたらすものとして期待されている。例えば、連携施策群「水素利用/燃料電池」では、今後の水素利用/燃料電池の技術開発や社会への普及にはキーとなる機能材料開発においてナノテクノロジー・材料分野からの基礎基盤的研究から実用化までのシームレスな取り組みが分野横断的に必要であるとの提言がまとめられた。なお、連携の取り組みに関するその他の事例については、上記(2)「推進方策について」2)「産学官及び府省の連携」に記載した。

## 2. 今後の取組について

### (1) 推進方策について

#### 「人材育成と拠点形成」

研究開発拠点の形成は重要であるものの、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。イノベーションの創出には、研究開発課題への直接投資だけでなく、長期的な視野に立ったインフラの整備が極めて重要である。

ナノテクノロジー・材料分野の推進で、先端的な分野への投資とともに、研究開発拠点が融合的な視野で考え研究開発できる人材の供給源となることが極めて重要である。例えば、システム生物学を実現するための産学官連携拠点ではバイオロジーとナノ工学、医療とナノ工学の両方を研究開発できる人材育成が期待でき、形成が望まれている。ただし、現在の医工連携は工学と基礎医学の融合といった側面が強く、臨床開発を推進するためには、いわゆるトランスレーショナルを行う人材及び部門が重要であり、このような人材および部門の存在により、臨床開発が加速され結果として効率よい国民への還元がもたらされ、国際競争力強化へとつながるものと考えられる。

共同利用ファシリティは、研究機器の有効活用により国の研究力を一気に引き上げる効果が期待できるが、我が国として諸外国に遅れをとっている。国際的な研究者が海外へ流出しており、日本の求心力を高める上でも、魅力的な拠点作りは重要である。これらの点については、海外のベンチマーク、特に産学共同開発の可能性を含めて的確に調査する必要がある。

#### 「産学官及び府省の連携」

連携施策群「水素利用／燃料電池」におけるナノテクノロジー・材料分野からの取り組みとして、新規材料の開発によるブレークスルーのための新規材料探索の取組や材料設計の新しい基礎・基盤技術に繋がる基礎的な研究の必要性が指摘されている。そのために、引き続き文部科学省による基礎的な取組と経済産業省／NEDO における実用化を目指した様々な取組との連携推進が必要である。

ナノテクの安全性については引き続き、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」において関係省庁間の連携を図るとともに、ISO や OECD など国際機関とも連携しながら、科学的なリスク評価を推進することが望まれる。

#### 「国際協調と知財戦略」

国際協調については、INC (International Nanotechnology Conference for Communications and Cooperation) 等の枠組みを有効に活用し、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。

知財戦略においても関係機関の連携が不可欠である。アメリカでは iPS 研究のような最先端の研究について早期に特許を申請することを目指しており、日本においても遅れることなく国としての取組を進める必要がある。研究者の知識の創造をサポートするために、資金、人材、ネットワーク、集中化（緩やかな連携も含めて）、そして特許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。

欧米に比べ特許申請に長期間を要することに関しては、企業にとっては自衛手段を講じるとともに、審査請求制度等に関する法制度や更なる審査官の増員を含む環境の整備を官民一体となって検討していく必要がある。

#### 「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。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。

#### （２）連携、分野横断・融合方策について

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、上記「１．平成１９年度における実施状況」でも記載しているとおり、連携施策群「ナノバイテクノロジー」、「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研究」や、文部科学省と経済産業省との連携による「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」などの連携が成功している取り組みを一層活用することが必要である。

また、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。



### 3. 各戦略重点科学技術の平成19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
関係する政策目標	③—2, ③—3, ③—12
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>エネルギー資源の乏しい我が国において、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て普及させるためには、特に材料技術により、燃料電池、太陽電池、次世代照明、リチウム2次電池などの技術開発分野においてブレークスルーを起こしていくことが必要不可欠であり、日本発の技術により世界のエネルギー問題解決を図るとともに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、企業が連携して実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・燃料電池については、高分散白金合金触媒を調製できるナノカプセル調製法を開発し高い酸素還元能を実証した。</li> <li>・高温で高いプロトン導電率を示す新型ポリイミド系及びポリエーテル系電解質膜を開発した。</li> <li>・燃料改質触媒箔の組織制御法を確立するとともに、触媒活性化機構を明らかにした。</li> <li>・新型電解質膜/電極接合体とセパレーターを用いた小型スタック試験と最適化の実施した。</li> <li>・固体電解質の伝導特性に負の影響を与えていたマイクロドメインの構造と組成を定量的に解析し、その生成抑止に成功した。</li> <li>・炭化水素系膜利用単セルとしては最長記録となる5000時間の運転試験に成功した。</li> <li>・次世代白色LEDについては、青緑色(500nm)に発光する蛍光体を合成し、色再現性に優れた電球色LEDの試作に成功した。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>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。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <p>燃料電池については、さらに、固体電解質の薄膜化、セパレーターの接触抵抗の低減による出力向上、改質触媒性能の向上、リアクター化に向けた接合技術の確立、水素分離膜の耐熱寿命の向上などにより、500℃以下300℃以上で大きな発電性能の達成、大流量・高分離係数を担保した分離モジュールの作製を目指すとともに、燃料電池・水素製造のシステム化に向けた取り組みを本格化させる。</p> <p>また、白色LEDのための蛍光体開発については、蛍光体中の欠陥低減による発光効率の向上、および固溶制御による発光波長チューニングを目指す。</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
関係する政策目標	③—8、④—10
<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、材料技術には最も期待されているところであり、この希少資源・不足資源の代替材料開発を行い、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ともに、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。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省と経済産業省とが共同で運営する「合同戦略会議」で議論し、産学官が連携して研究を推進して実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <p>・文部科学省「元素戦略」と経済産業省「希少金属代替材料開発プロジェクト」との連携体制を構築し、課題公募により、前者についてはアルミメモリ、水素活用、排ガス触媒、圧電材料、ITO 代替、ナノコンポジット磁石の7課題、後者については超硬工具向けタングステン使用量低減技術、透明電極向けインジウム使用量低減・代替材料開発、希土類磁石向けジスプロシウム使用量低減技術開発の5課題をそれぞれ採択した。</p> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>・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。</p> <p>・「元素戦略／希少金属代替材料開発プロジェクト」については、それぞれ課題の採択、研究体制の組み上げが終了したところであり、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。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <p>・環境機能性触媒の開発については、プロジェクト終了までに工業化を視野に入れた触媒合成法確立を目指す。</p> <p>・「元素戦略／希少金属代替材料開発プロジェクト」については、平成22年度までに利用研究への展開の可能性の明確化を図るとともに、各採択課題の要素技術の確立、研究開発マネジメントの高度化を目指した経済産業省委託事業から NEDO 交付金事業への移行を進める。</p>	

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
関係する政策目標	⑥—1、④—10、⑤—4
<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であるため、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を図る。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、国産農産物を用いたナノ粒子加工技術の開発、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る安全で高品質な食品素材の開発を目指す。</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により実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・世界で初めて純アルゴンを用いた MIG 溶接の安定化を実現できることが確かめられ、高級鋼溶接部の信頼性・寿命を大幅に向上する溶接技術の実用化の期待が高まった。</li> <li>・複相鋼板中の脆性層マルテンサイトの延性を飛躍的に向上させた。</li> <li>・微粉碎された穀物微細粒子において硬度の異なるナノサイズのクラスタ構造の存在を確認した。</li> <li>・試作防火服生地耐熱・快適性試験の実施等において連携が進むとともに、食品ナノ材料の製造（食品分野）、先端計測機器によるナノレベル評価（工学分野）といった分野横断的研究が推進された。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>高強度鋼の開発等の革新的な材料開発、検査・評価・利用技術や食品ナノ材料評価などは当初の目標通り進んでいるが、チタン複相鋼板など一部ではやや計画より遅れている研究もある。また、ナノテク消防防護服は当初の目標値を満たす生地の開発は現在困難な状況にある。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防火服の開発においては、ナノテク生地の開発だけでなく、冷却装置等、防火服の装備全体で検討を行っていく必要がある。</li> <li>・ナノ組織制御構造体については、脆性層の延性向上機構を明らかにし、複層化による高強度・高延性材料設計指針を確立していく必要がある。</li> <li>・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ついては、新構造建築物の性能検証法・評価方法の確立・試行を行う必要がある。</li> <li>・これら研究成果の実用化に向けては、今後とも、企業、大学、独法等研究機関が一層連携して研究を進めていくことが必要である。</li> <li>・食品素材のナノスケール加工及び評価技術については、食品のナノ粒子に係る物理化学特性や新たな機能の解明並びにその安全性評価等に着手する必要がある。</li> </ul>	

戦略重点科学技術の名称	イノベーション創生の中核となる革新的材料技術
関係する政策目標	④—10
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>分野別推進戦略で掲げる『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ことから、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推進する。</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、東工大学及び複数社の企業の参画により実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ フラーレンを用いた 100 テラビット級の不揮発性ランダムアクセスメモリの可能性が実験的に実証された。</li> <li>・ 大学との連携による大腸菌中の蛋白質の構造解析研究や、原子スイッチの実用化へ向けた企業との連携が進められた他、東北大、大阪大、中央大および富士通(株)が連携して次世代高密度磁気記録媒体が開発され、世界初の直接ナノインプリントによる高密度パターンドメディア試作の目処が得られる見込みとなった。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 硬磁性・ナノ構造部材技術においては、現状で世界最高レベルにならぶ高密度磁気記録媒体技術が確立する見込みとなっている他、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。</li> <li>・ 高機能材料創成技術については、電解紡糸法において溶媒回収や高機能化装置開発を実施する等、当該技術の目標である大量生産・実用化に向け、基盤技術研究開発と実用化技術開発を組み合わせたハイブリッド型垂直－水平連携プロジェクトとして各種研究が順調に進んでいる。</li> </ul>	
<p>3. 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ナノ機能組織化技術については、原子スイッチを用いた脳型の新しいアルゴリズムの論理演算回路、フルラーレンを用いた 100 テラビット級メモリーデバイス、ダイヤモンド及び関連物質を用いた新しいナノ超伝導開拓、ナノスケールでの電荷とスピンの輸送を計測しうる新手法の開発等を推進する。</li> <li>・ 分子デバイス開発に向けて、新しい非線形分光計測による未解明な分子運動の場である界面における新規現象の解明、フェムト秒時間分解測定を用いた液体界面での分子の超高速ダイナミクスを観測、生体分子系における局所電子構造の解明を目指した蛋白質・酵素の構造解析、等の推進が必要である。</li> <li>・ 複合化金属ガラスについては、硬磁性・ナノ構造部材技術においては 1 平方インチ当り 1 テラビットを超える密度の磁気記録媒体技術の実現、高強度・超々精密部材技術においては直径 0.3mm の世界最小歯車作製の基礎技術の確立、等を早期に実現する。</li> <li>・ 高機能材料創成技術については、電解紡糸法においては繊維高機能化、熔融紡糸法においては各プロセスの短縮化と更なる炭素繊維極細化等、実用化検討に向けて引き続き技術開発課題をクリアすると共にハイブリッド型垂直－水平連携体制の推進が必要である。</li> </ul>	

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
関係する政策目標	④—4, ④—5
<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、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。『True Nano』や材料革新を活用することにより、これらデバイスの限界突破を目指す。</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、企業の連携により実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・遺伝子操作により、種々の特性を有するバイオナノドットの大量作製・精製技術を構築し、これらのナノドットの基板上への稠密配置、選択配置を実現した。</li> <li>・非シリコン系材料を基盤とした演算デバイスに関し、酸化タンタル系原子スイッチの動作電圧を改善した。</li> <li>・超高密度メモリのプロトタイプデバイスを作成し、光位相の連続変化を確認した。また十分な性能の TFT 素子を試作した。さらに光フェーズロック原理検証デモに成功し、ナノゲル材料を試作した。</li> <li>・高性能レーザー基盤技術と高出力・高繰り返し技術とを組み合わせ、実用光源用レーザーのモジュールとなる 5kHz, 5kW 技術を開発した。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>超高密度メモリについては素子・材料開発が進んだ結果、試作段階に到達、「低損失オプティカル新機能部材」における偏光制御部材開発については電子ビーム露光フォトリソグラフィ装置により金ナノドット構造のサンプル試作 (30 μm 角) に成功する、など目標に向け順調に進んでいる。H19年度終了課題「極端紫外 (EUV) 光源開発」では、高性能レーザー基盤技術開発等最終目標が達成されている。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・平成 19 年度終了課題「極端紫外 (EUV) 光源開発等の先進半導体製造技術の実用化」の最終報告として光源設計指針を経済産業省に提供するが、今後の活用が重要である。</li> <li>・平成 19 年度終了課題「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」の実用化には適用対象デバイスの選択が重要である。また、要素技術として研究の継続が望まれる。</li> <li>・今後も文部科学省・経済産業省連携で開催する「ナノエレクトロニクス合同戦略会議」の効果的・効率的な運営及び JST CREST との研究実施の上での有機的な連携が重要である。</li> <li>・原子スイッチ等の早期実用化を目標とした産学連携体制での取り組みが必要である。</li> </ul>	

戦略重点科学技術の名称	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
関係する政策目標	④—15, ⑤—3
<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て、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ことから、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による医療技術の飛躍的な向上を目指す。</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、企業が連携して実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <p>子宮内での胎児手術など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や等の開発において、厚生労働省と経済産業省のマッチングファンドにより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、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、染色体異常を簡単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。</p> <p>ナノバイオ分野の研究拠点形成については、分子情報ネットワーク分野において機関間の情報共有を進め先端的な連携研究の創出が加速するためのメディアーター配置が行われた。</p> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>医工連携融合による拠点形成や厚生労働省と経済産業省とのマッチングファンド等によりナノバイオ分野の研究体制が整うとともに、超早期診断と低侵襲治療に向けた優れた研究成果が出てきており、当初目標達成に向けて順調に進んでいる。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <p>DDS 製剤の開発においては、腫瘍集積性や血中滞留性等を高めるための検討等により、安全性・信頼性に優れたシステムの開発を行うことが必要である。また、部位選択的な超音波診断・治療統合システムの確立に向け、薬剤をDDS キャリアに高効率、高安定的に封入するための各種検討等を評価することが必要である。また、超音波とナノデバイス（酸化チタンやナノバブル）とのハイブリッドによる新たな治療法の創成が必要である。</p> <p>悪性腫瘍等の超早期診断については、引き続き、省庁間の連携を密にしつつ分子イメージング技術開発、染色体異常を解析するゲノムアレイ等の技術要素開発、体液中（大腸、膀胱、子宮癌由来）の少数癌細胞をオートスキャン式蛍光顕微鏡で同定できる専門医不要の在宅早期診断システム開発を検討する。</p> <p>人工臓器の開発では、生体適合材料、生体親和性材料の開発を、異分野でのさらなる連携融合により進めることが課題である。</p> <p>研究拠点形成については、例えば、国内外にネットワークを広げる等それぞれの拠点の特性に応じた展開を進めていく必要がある。</p> <p>また、引き続き、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を図ることも重要である。</p>	

戦略重点科学技術の名称	ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発
関係する政策目標	④—2 2
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>ナノテクノロジーが社会に受け容れられるため、真に有益な技術を開発することと共に、その技術が社会に与える影響やナノ物質が人体や環境に与える影響等についてナノテクノロジーの標準化も含め国際協調の下に事前に信頼性の高いデータを基にした正確な評価の確立を目指す。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省と（独）物質・材料研究機構が連携して実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ C60 ナノチューブ(C60NT)の成長機構と力学物性の解明が進み、垂直配向 C60 中空フラレンピラーの合成に成功した。</li> <li>・ AFM 探針形状精密計測のための探針形状効果の補正プログラムを開発した。</li> <li>・ フラレンナノ材料の短期的曝露によるヒト遺伝性疾患（hereditary spastic paraplegia (HSP)）の発現が生じないことを確認した。</li> <li>・ JST-RISTEX（社会技術研究開発センター）プロジェクト「先進技術の社会影響評価（テクノロジーアセスメント）手法の開発と社会への定着」が採択された。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>C60NT の成長機構と波長の合成効率依存性の解明、AFM 探針形状の精密計測を可能とする探針形状効果の補正プログラムの開発成功、ナノ物質による細胞増殖・遺伝子発現の変化を調べるためのインビトロ試験が順調に進捗するなど、概ね計画通り順調に進んでいる。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ C60、ナノチューブ(FNT)の形状制御方法の確立、フラレンナノ物質の国際標準化活動、FNT の生体影響評価の大学、国研との共同研究を進める。</li> <li>・ 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」において関係省庁間の連携を図る。</li> </ul>	

戦略重点科学技術の名称	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
関係する政策目標	④—10
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標  ナノテクノロジーによるイノベーション創出を効率的に誘発してナノテクノロジーの研究  成果を実用化まで繋げるため、研究成果による試作拠点や共同研究センターなどの拠点の  整備を推進する。また、拠点形成に際しては、個々の拠点に特徴を持たせること、既存施設  の十分な活用も図ること、我が国が保有する物理、化学、材料などの強みをさらに伸ばすこ  と等を目指す。</p> <p>(2) 推進体制  文部科学省を中心に大学、研究開発独法が連携して実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果  ・平成 14～18 年度に実施したナノテクノロジー支援プロジェクトをベースに、全国 13  拠点（26 機関）を採択してナノテクノロジー研究に資する最先端施設・設備を整備し、オ  ペレーションや技術相談などを含めた支援体制の運営を開始した。</p> <p>(2) 目標の達成状況  各実施機関における共用システムが整備されて既に実施実績が上がっており、当初目標達  成に向けて概ね計画通り進んでいる。また、課金制度の整備について実施機関の内規との整合  性などを検討して一部の機関で課金制度が開始するなど、課題の解決に向けた進展が見られ  た。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <p>今後は、地域拠点内における分野間融合を促進するための体制整備を進め、シンポジウ  ムなどの成果発表を行うとともに、拠点間のネットワーク強化の一つとして機能別グループ  の活動の活性化を図る。</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
関係する政策目標	④—11
<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などを目指した新たな計測・分析・加工技術を創り出す。</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、研究開発独法、財団法人、企業の連携により実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3次元 TEM (透過型電子顕微鏡) 像の撮影自動化及びトモグラフィ (断層撮影) 像再構成ソフトウェアを開発した。</li> <li>・ 高次高調波を用いて原子・分子アト秒ダイナミクスの新しい観測及び制御法を開発した。</li> <li>・ 革新的ナノテクを活用し川上と川下の連携に加えて、異業種・異分野連携やステージゲート方式による絞り込みを行い、部材・材料開発 (デバイス化研究開発) を推進した。</li> <li>・ ハードディスク用読み出し磁気ヘッドに新規材料 (MgO) を用いて、従来より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を確立などを行った。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>「ナノ物質・材料の創製・計測のための量子ビーム基盤技術の開発」については、当初目標より早い17<math>\mu</math>m以下の領域での測定が達成されるとともに「先端光科学研究」については、原子・分子の状態と動きをアト秒精度で観測・解明・操作する極限的時間分解分光測定装置や近接場テラヘルツ光を用いた生体高分子の新しい分析法開発など、当初目標達成に向けて概ね順調に進んでいる。</p> <p>平成19年度終了課題「超高感度NMRの開発」については、S/N感度10,000達成など最終目標を概ね達成した。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ X線反射率測定やイオン投影装置技術等の測定基盤技術では、海外の優れた研究機関との国際的な連携が必要である。</li> <li>・ メートル条約に基づき、「ナノ計測基盤技術」プロジェクトにて開発された計測基盤技術の材料計量の国際標準化に向けた整備を進める。</li> <li>・ ナノ加工技術の飛躍的な向上には、新たなナノ領域の動的な計測・分析が必要である。</li> </ul>	

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
関係する政策目標	②—4
<p>1. 目標、推進体制</p> <p>(1) 目標</p> <p>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X線自由電子レーザーについて、国家基幹技術の一つとして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。</p> <p>(2) 推進体制</p> <p>文部科学省と(独)理化学研究所による連携により実施する。</p>	
<p>2. 主な成果及び目標の達成状況</p> <p>(1) 主な成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・入射器・加速器等の装置製作、及びこれら装置を収容する建屋を整備した。</li> <li>・課題の追加公募により、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス分野を中心に8課題を新たに採択し、原子・分子・クラスターの励起状態観測に必要な電子・イオン運動量多重計測装置等の開発を目指して研究を実施した。</li> </ul> <p>(2) 目標の達成状況</p> <p>X線自由電子レーザー装置を構成する入射器・加速器等の装置製作、及びこれらの装置を収容する建屋の施設整備については、当初目標達成に向けて、順調に進んでいる。利用推進研究については、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課題が進展す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。</p>	
<p>3. 今後の課題</p> <p>引き続き平成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、平成20年度はX線自由電子レーザー装置を構成するビームライン(アンジュレータ)、計測装置を備えた共同実験棟・共同研究棟、及びSPring-8へ電子を輸送する電子ビーム輸送系等の製作・整備に着手する必要がある。また、利用推進研究については、平成20年度までの成果を踏まえ、改めて課題の絞り込みを行い、平成22年度末までに実用的な解析・計測システムを完成させる必要がある。</p>	