

ナノテクノロジー・材料分野

1. 重点戦略と推進方策

時代認識

近年、エレクトロニクスや材料、バイオテクノロジー等の最先端研究領域においては、ナノオーダーでのブレークスルーに向けて、激しい国際科学技術競争が繰り広げられている。基礎研究においては、強相関電子系の巨大磁気抵抗効果など、革新的な発見がなされる一方、光触媒などナノ材料が製品として普及しつつあるなど、先端産業の死命を制する科学技術となりつつある。

これまで我が国は、ナノテクノロジーの研究開発において世界に先行してきたが、欧米は、大型の研究開発投資とベンチャー主導の産業化によって、その差を急速に狭めつつある。

材料は研究水準、技術力、産業競争力でトップレベルにあり、ものづくり産業の強みの源泉となっているが、中国、韓国が急迫しており、さらなる高付加価値化による差別化が必須となってきた。

ナノテクノロジーの責任ある推進として、社会受容や標準化、教育、人材育成がグローバルな問題として急速に注目されている。

選択と集中の戦略理念

産業や科学技術における国際競争の中、さらに高いレベルの技術の実現や実用化が強く求められているにもかかわらず、現在の技術の延長では達成困難な課題であるが、これまでの研究蓄積から、『True Nano』（不連続な進歩や大きな産業応用が見込める、ナノ領域特有の現象・特性を活かすナノテクノロジー）や革新的な材料技術によって、ブレークスルできることが十分に期待され、資源を集中した重点的な推進なくしては我が国の優位が確保できないおそれのあるもの

現在、社会が大きく変革しており、これからの5年間で、新たな社会構造や社会的価値が産まれると予測されているにも拘わらず、それに応える科学技術の進展が停滞しており、その解決策が『True Nano』や革新的な材料技術の領域にあると判断できるもの

ナノテクノロジー・材料分野においては、成果を実際のイノベーション創出に繋げることが喫緊の課題であり、イノベーションの加速を促す推進基盤の整備、拡充もまた喫緊の課題となっている。この目的で、特に資源を集中して重点的に進めるべきもの

推進方策のポイント

各セクターが連携した人材育成
分野融合的取組推進のための幅広い視野をもった人材の育成
大学と民間企業が連携した実践技術教育

研究開発の拠点形成
異分野の研究者が融合する場の整備・提供
大学、公的研究機関、民間企業からのオープンな参加を可能にする拠点

研究資金配分制度の見直し
失敗をおそれない挑戦的な基礎研究のサポート
ナノテク・材料分野のイノベーション創出に繋がるしくみ

産学官・府省の連携
成果を産業化に結びつける産学相互からの積極関与
関係各省の連携による研究開発の円滑な推進

責任ある研究開発の推進
ナノテクノロジーの社会受容を促す諸施策の推進

国際協調、標準化、知財戦略による成果の保護と活用
アジア諸国との積極的な協調の推進
『True Nano』（真のナノ）の成果産業化に向けた知財戦略

2. 戦略重点科学技術

選定の考え方

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』(真のナノ)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

戦略重点科学技術と研究開発の具体例

『True Nano』(真のナノ)や革新的材料で困難な社会的課題を解決する科学技術

イノベーションを生む中核となる革新的材料・プロセス技術
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
国民の健康と生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術

『True Nano』で次世代のイノベーションを起こす科学技術

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実現と一体化を目指す先端のナノバイオ・医療技術

『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する推進基盤

ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発
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
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

3. 戦略重点科学技術の成果目標例

戦略重点科学技術	計画期間中の研究開発目標	最終的な成果目標
<戦略理念1> 『True Nano』や革新的材料で困難な社会的課題を解決する科学技術		
イノベーションを生む中核となる革新的材料・プロセス技術	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、異種材料・異種金属間のナノスケール界面に関する知見を蓄積し、制御技術の基盤を構築する【文部科学省】 2015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】 	<ul style="list-style-type: none"> 粒界、構造、界面、接合などの制御により、材料物性を飛躍的に向上させる革新的材料およびその創成・加工技術の開発、および、ミクロ～マクロスケール領域での最適構造化が可能な加工技術を2015年頃までに開発することにより、他国が追従できない先端ものづくり技術を進化させ、世界で勝ち抜く産業競争力を形成してゆく。
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	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、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】 2009年度までに、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,OT)を達成するとともに、イットリウム系超電導線材を電力機器に応用する。【経済産業省】 2010年度までに、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 高効率燃料電池、超電導技術を利用した機器、廃熱利用のための熱発電(技術)等のエネルギーの利用を具現化する材料技術を2015年頃までに開発する。これにより、クリーンなエネルギー利用の実現を図り、我が国のエネルギー自給に向けて貢献する。
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	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、希少元素の使用量を大幅に低減しながら機能を発揮する技術を開発する。【文部科学省】 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料電池用の貴金属触媒、透明電極用のインジウムや高保磁力磁石のディスプロシウムなど、産業応用で重要な材料機能を担う希少・不足資源元素を、豊富に存在する(クラーク数が大きい)元素で環境低負荷な毒性の問題ない元素を用いて代替(省使用)する材料の開発や、これらの元素に対して、2005年水準よりも50%程度高い効率の製造・リサイクルプロセス技術を2015年頃までに開発することにより、希少資源・不足資源枯渇の影響のない持続可能な社会の確立に貢献する。
国民の健康と生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術	<ul style="list-style-type: none"> 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)】 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】 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】 2010年度までに、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】 2015年度までに、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 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ための材料を2015年頃までに開発し、あわせて、それらの検査・評価・利用技術の飛躍的な向上を目指すことにより、国民の社会生活における安心・安全に貢献する。 ナノバイオテクノロジーを活用した機能性成分を向上した食品を開発することで、国民が生産健康な生活を送ることができるようになると共に、食品物性制御技術やナノテクノロジーを活用して、消費者ニーズの高い食品や食品栄養成分の長期安定保存システムを開発することにより、国際競争力が高く、安全で高品質な食料を安定して供給するための体制を確立する。これらにより、2015年度までに食料自給率を45%まで向上させることに資する。
<戦略理念2> 『True Nano』で次世代のイノベーションを起こす科学技術		
デバイスの性能の限界を突破する先端的エレクトロニクス	<ul style="list-style-type: none"> 2011年頃に、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】 2010年度までに、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立する。【経済産業省】 	<ul style="list-style-type: none"> 2015年頃までに、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して、現在の半導体技術をさらに発展させるデバイス技術を実現するとともに、従来の半導体の動作原理を打破する新デバイス技術開発を目指す。これらにより、デバイス性能を飛躍的に高め、世界を魅了するユビキタスネット社会を実現させるとともに、日本の強い情報家電等の具体的アプリケーションに特化して行うことで、日本のこの分野における国際競争力をさらに高め、世界においてリーダーシップを発揮する。
超早期診断と低侵襲治療の実現と一体化を目指す先端的ナノバイオ・医療技術	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、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】 2010年度までに、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】 2010年度までに、がんや中枢神経系疾患、脳血管疾患等の超早期診断及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】 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、DDS技術、イメージング技術を核として、国民を悩ます重要疾患(がん、循環器疾患、糖尿病、認知症等)の超早期診断と副作用が少なく、治療効果の高い医療技術を開発する。
<戦略理念3> 『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する推進基盤		
ナノテクノロジーの社会受容のための研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、ナノ粒子の特性やリスクの評価手法、管理手法を確立する。これに加え、リスク管理に必要な制度的課題、標準化やリスクガバナンスのような産業的課題、及び倫理や教育のような社会的課題を解決することにより、新しい科学技術であるナノテクノロジーの社会受容を促進する。
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	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに最先端のユーザー・ファシリティー・ファウンダー機能や、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、研究開発基盤を提供するユーザー・ファシリティー・ファウンダー機能の整備や、研究拠点の形成、データベースの構築、産業化支援策の拡充を図ることにより、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目指す。
ナノ領域最先端計測・加工技術	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、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】 2010年度までに、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、ナノ計測技術ではナノサイエンスに基礎を置いた新しい計測原理に基づく技術シーズの創出を、ナノ加工技術ではフォトリソグラフィー技術の高度化の補完とともに新たな独自の発展が可能なナノ集積化技術の確立を、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技術を重点的に行う。あわせて、国際標準の取得に向けた取り組みやデータベースの構築を行うことにより、ナノテクノロジー・材料分野の基盤技術としての底上げがなされ、マテリアル革命の源泉となり、日本のものづくり技術や産業競争力の強化に貢献する。
X線自由電子レーザーの開発・共用	<ul style="list-style-type: none"> 2010年度までに、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】 	<ul style="list-style-type: none"> 日本の強みである電子顕微鏡技術、放射光施設、高強度中性子線源、イオンビームなどの量子ビーム技術を生かして、新しい技術及び観察領域対応の電子顕微鏡技術やX線自由電子レーザー(XFEL)などの新しい分析・計測技術を2010年度までに開発することにより、材料やデバイスの内部ナノ構造や反応のメカニズムなどの精密な分析・計測が可能となり、新しい知見を得るとともに、マテリアル革命に貢献する。

【目標4 イノベーター日本】
-10 ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

【目標3 環境と経済の両立】
-3 世界で利用される新たな環境調和型のエネルギー供給を実現する

【目標3 環境と経済の両立】
-8 3R(発生抑制・再利用・リサイクル)や希少資源代替技術により資源の有効利用や廃棄物の削減を実現する。

【目標6 安全が誇りとなる国】
-1 災害に強い新たな減災・防災技術を実用化する

【目標5 生涯はつらつ生活】
-4 予防医学と食の機能性を駆使して生涯健康な生活を実現する。

【目標4 イノベーター日本】
-5 現在の半導体の動作限界を打ち破る革新的デバイスを実現する

【目標5 生涯はつらつ生活】
-3 バイオテクノロジーとITやナノテクノロジー等を融合した新たな医療を実現する

【目標4 イノベーター日本】
-22 ナノテクノロジーの社会受容の促進と普及を図る

【目標4 イノベーター日本】
-10 ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する

【目標4 イノベーター日本】
-10 ナノテクノロジー・革新部材を駆使して今世紀のマテリアル革命を先導する
-5 ナノ領域特有の現象や特性を活かし、新たな動作原理による革新的機能を創出する

【目標1 飛躍知の発見・発明】
-5 ナノ領域特有の現象や特性を活かし、新たな動作原理による革新的機能を創出する

【参考】 重要な研究開発課題

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
電子・光制御
ナノエレクトロニクス技術
ナノスケールに対応した
エレクトロニクス製造技術
ナノエレクトロニクス部材の
低価格化技術
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
セキュリティエレクトロニクス技術

材料領域

【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
高効率なエネルギー利用のための革新的材料技術
【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
希少資源・不足資源代替並びに効率的利用技術
環境改善・保全のための材料技術
【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
【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
国際競争力のある輸送機器のための材料技術
次世代を担う革新的部材・材料の創製技術

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
分子イメージング技術
生体内の分子を操作する技術
DDS・イメージング技術を核とした
診断・治療法
超微細加工技術を利用した機器
極微量物質を検出する技術
生体に優しい高安全・高機能性
生体デバイス
再生誘導用材料
ナノバイオテクノロジーを
応用した食品

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
量子ビーム高度利用計測・加工・創製技術
物性・機能発現指向のシュミレーション・デザイン技術

【推進基盤】

ナノテクノロジーの責任ある研究開発
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

ナノサイエンス・物質科学領域

「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