

## 「科学技術イノベーション総合戦略 2014」(平成 26 年 6 月閣議決定) 〔ナノテクノロジー関連抜粋〕

### 第 1 章 科学技術イノベーション立国を目指して (略)

### 第 2 章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題

総合科学技術・イノベーション会議は、平成 25 年 6 月に閣議決定した科学技術イノベーション総合戦略に基づく政策運営を進め、新次元日本創造への挑戦を行ってきた。この中で、現下の喫緊の課題である経済再生を強力に推進するため、科学技術イノベーション政策が当面特に取り組むべき 5 つの政策課題（Ⅰ. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現、Ⅱ. 国際社会の先駆けとなる健康長寿社会の実現、Ⅲ. 世界に先駆けした次世代インフラの整備、Ⅳ. 地域資源を‘強み’とした地域の再生、Ⅴ. 東日本大震災からの早期の復興再生）を設定し、この解決に資するよう資源配分の最適化を主導した。具体的には、司令塔機能として予算戦略会議を立ち上げ、各府省が概算要求する前に府省間の施策の大括り化を行い、重複排除をしつつ府省間の事業調整による実施内容の適正化、実用化につなげるための府省連携施策の構築を行い、これらに詳細工程表を付けてアクションプラン対象施策として特定を行った。

また、これらの施策誘導に関連付けて、内閣府が予算を持ちトップダウンで施策を先導していく戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）を立ち上げ、政策課題解決に向けた府省横断の強力な体制を構築した。これらにより予算と直結した年間のPDCAサイクルが構築されたが、今後は詳細工程表を用いてPDCAサイクルを回し、研究開発成果が民間企業のイノベーションを引き起こし、5 つの政策課題の解決を通じて産業競争力強化に確実につながるよう取組の一層の加速化、新たな視点での取組の追加を行い、「成長の好循環」につなげていくことが必要である。

このため総合科学技術・イノベーション会議においては、政策課題解決に向けた取組の加速化に向けて以下に示す 3 つの視点を踏まえ、科学技術イノベーション総合戦略を策定する。

(1) 〔略〕

(2) 分野横断技術の深掘り

現在、総合戦略が取り組むべきとして掲げる 5 つの政策課題に資源配分を重点化しているが、情報セキュリティ・ビッグデータ解析・ロボット・制御システム技術等の ICT、デバイス・センサや新たな機能を有する先進材料を開発するためのナノテクノロジー、地球観測技術や資源循環等のための環境対策技術など、各課題に共通基盤的に適用されていく分野横断技術の重要性については明言されていない。これらの分野横断技術は、これまで日本が強みとしていた領域であり、また 5 つの政

策課題に対して日本独自のイノベーションを創造するための基盤技術であることから、産業競争力強化において将来的にも大きなアドバンテージを生み出す源泉となる。

したがって、分野横断技術は課題解決に向けた利活用の強化・加速化のみに目を向けるのではなく、技術そのものの深掘りを強力に進める必要がある。

(3) [略]

## 第1節 政策課題について

- I. クリーンで経済的なエネルギーシステムの実現 (略)
- II. 国際社会の先駆けとなる健康長寿社会の実現 (略)
- III. 世界に先駆けした次世代インフラの構築 (略)
  - . 地域資源を活用した新産業の育成 (略)
- V. 東日本大震災からの早期の復興再生 (略)

## 第2節 産業競争力を強化し政策課題を解決するための 分野横断技術について

### 1. 基本的認識

第1節で掲げた5つの政策課題に対して、分野横断的に取り組むことによって新たな視点が浮き彫りとなり、この視点とともに課題解決を図ることで、産業競争力強化において将来的にも大きなアドバンテージを生み出す源泉につながるものと考えられる。例えばナノテクノロジーにより薬を患部のみに必要な量だけ届けることで体への負担を減らすドラッグデリバリーシステムのように、従前の課題分野を超えて様々な技術を取り入れることで科学技術イノベーションを誘起し、産業競争力を高めた課題解決につながっていく。

米国では、連邦予算教書における科学技術イノベーション関連予算のうち、国家科学技術会議が情報通信、ナノテクノロジー、環境技術の予算について省庁間を横断して戦略的に取りまとめしていくものと位置づけている<sup>1</sup>。また欧州連合では、第7次研究開発フレームワークプログラムにおいてエネルギー、健康医療、農業等の課題ごとの予算集計に加え、情報通信、ナノテクノロジー、環境技術を主要なカテゴリーとして集計している<sup>2</sup>。

これらの分野はこれまでも日本において研究開発成果や人材が蓄積され、日本が強みとしていた領域であり、その技術を先鋭化させて単品としての性能を追求してきたものであるが、世界的な製造におけるコスト競争、システムとしての全体最適化の流れの中で次第に競争力を失う可能性がある。

今後はこれらの分野横断技術について5つの政策課題解決にどのように役立てていくのか明確な出口戦略を描きつつ、分野横断技術がゆえに課題分野を超えて科学技術イノベーションを誘起するようコア技術に磨きをかけて、中長期に渡ってその強みを維持し競争力の源泉を生み出していくことが重要である。また、この際、分野横断技術を下支えする数理科学やシステム科学、光・量子科学の活用を十分に図る必要がある。

なお、分野横断技術への取組は政策課題解決に確実に結びつけていくことが重要であり、年間のPDCAサイクルを回すにあたってはこれを確認していくことが重要である。

以下、それぞれの分野横断技術について基本的認識を記す。

#### <ICT> [略]

#### <ナノテクノロジー>

様々な政策課題解決に共通に必要な新たな部素材を生み出すためには、デバイスや材料をナノレベルで設計、加工する必要がある。物質を原子・分子レベルで解析、制御し、求める特性や機能を持った材料やデバイスを創り出すナノテクノロジーは、我が国のものづくり産業の根幹を成す基盤的な技術として、重要な役割を担っている。

例えば、エネルギーの効率的な利用のため、実用化・普及が期待されていた次世代自

<sup>1</sup> The 2014 Budget: A World-Leading Commitment to Science and Research , White House Office of Science and Technology Policy, USA (<http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/rdbudgets/2014>)

<sup>2</sup> Research & Innovation , European Commission ([http://ec.europa.eu/research/fp7/index\\_en.cfm?pg=budget](http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm?pg=budget))

自動車や情報機器実現のため、ナノテクノロジーはこれまでも様々な技術で期待に応えてきた。ハイブリッド自動車用の高エネルギー密度のバッテリー材料、レアメタルを大幅に削減した触媒、情報機器のパネルに利用される有機EL材料やタッチパネルに利用される透明導電体等である。これらの材料やデバイスは、ナノレベルでの現象・構造・組成の可視化・理解のための計測・分析や、機能を実現するためのナノレベルの材料設計、及びそれらをデバイスやシステムに作り込む加工技術等がなければ実現していない。

現在我が国のナノテクノロジー・材料分野の研究は、これまでの官民の取組により、国際的に優位な立場にある。今後も新たな機能を発揮する材料創製や幅広い分野に応用可能なデバイス等の開発のために、政策課題の解決を支える分野横断技術として、我が国の産業競争力の源泉となることが求められている。

### <環境技術>〔略〕

## 2. 政策課題解決への視点

政策課題解決にあたって分野横断的に適用するICT、ナノテクノロジー、環境技術を以下の視点から捉えることとする。

### <ICT>〔略〕

### <ナノテクノロジー>

エネルギーの効率的な利用、資源リスクの軽減、環境負荷低減など、様々な政策課題解決のためには、パワー半導体のウエハにおける結晶成長や薄膜形成のようなナノレベルの積層技術により実現するデバイスや、レアメタルを削減した触媒を原子・分子レベルの解析・制御により実現する材料創製が重要と考えられる。そこで、以下の2つの政策課題解決への視点を設定する。

まず、最終的な出口を見据えた上で重要となる具体的な課題を特定し、新たなデバイス・システムで政策課題を解決する「新たな社会ニーズに応える次世代デバイス・システムの開発」の視点である。この視点では、新規の技術を開発するだけでなく、有用な既存技術の組み合わせを含めてシステムとして最適化することが重要となる。その際に、分野横断的な技術として蓄積された材料技術や微細加工技術、そしてナノレベルの解析、評価技術等が、政策課題を解決する応用技術と重なり合うことで、産業競争力のある新たなデバイス・システムを生み出す可能性がある。

この視点の具体的な取組として、パワーエレクトロニクスがあり、高効率の輸送機器の実現によるエネルギーの政策課題への貢献や、新たな送配電網の構築によるインフラの政策課題への貢献が期待される。また、バイオセンシングデバイス・システムや生体との相互作用を持つバイオデバイスの開発及びその利活用により、健康長寿社会の実現や地域資源を活用した新産業の育成等の政策課題への貢献も期待される。

次に、要素技術の深化や研究者の自由な発想から生まれる新たな材料で、政策課題解決をする「新たな機能を実現する材料の開発」の視点である。この視点では、希少元素

を代替する材料の開発や、強く・軽く・熱に耐える革新的材料の開発など新たな機能を創製することが重要である。さらに生産へと展開するための欠陥制御・高信頼化等の技術開発や、ナノシミュレーションやデータベース、計測、解析、評価、加工技術、マテリアルズ・インフォマティクス等の基盤的な技術を、材料開発と一体で強化することが重要となる。また、ナノテクノロジー・材料領域の研究では、偶然とも言える予期しなかった現象から新たな発見が生まれること(セレンディピティ)が多く、研究者の自由な発想を生かす、セレンディピティを生み出し易い環境を整え、新たな発想で世の中を大きく変え、次代を切り拓く芽を育てることも必要である。

この視点の具体的な取組として、革新的構造材料の開発による効率的エネルギー利用や革新的触媒によるシェールガス革命への対応などがあり、エネルギーの政策課題への貢献が期待される。また、新たな構造材料による構造物の耐久性向上など、インフラ構築などの政策課題に貢献することが期待される。その他、従来にない材料創製による新たな政策課題への貢献等、波及効果拡大の可能性を秘めている。

## <環境技術> [略]

### 分野横断技術

分野横断技術	政策課題解決への視点	貢献する政策課題
ICT	(1) 社会経済活動へ貢献するための知の創造	・健康長寿 ・次世代インフラ
	(2) 個々人が社会活動へ参画するための周囲の環境からの支援	・健康長寿 ・次世代インフラ ・地域資源
	(3) 新たな価値を提供するためのより高度な基盤・ネットワーク	・エネルギー ・次世代インフラ
ナノテクノロジー	(4) 新たな社会ニーズに応える次世代デバイス・システムの開発	・エネルギー ・健康長寿 ・次世代インフラ ・地域資源
	(5) 新たな機能を実現する材料の開発	・エネルギー ・健康長寿 ・次世代インフラ ・地域資源
環境技術	(6) 持続可能な社会の実現に寄与するためのモニタリングとその利活用	・エネルギー ・健康長寿 ・次世代インフラ ・地域資源
	(7) 持続的な成長に貢献する資源循環・再生	・次世代インフラ ・地域資源

### 3. 取り組むべきコア技術 [別表 工程表 分野横断技術]

先に示した政策課題解決の視点において、取り組むべきコア技術を以下に示す。

なお、これらの取組においては、5つの政策課題の解決にどのように役立てていくのかを明確に出口戦略を描くとともに、工程表による年間PDCAサイクルを回すにあたってこれを確認していくことが必要である。

(1) [略]

(2) [略]

(3) [略]

#### (4) 新たな社会ニーズに応える次世代デバイス・システムの開発

[工程表 分野横断(4)]

##### ① コア技術

政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、エネルギー変換デバイスや超低消費電力パワーデバイス、希少元素使用量を大幅に低減させたモーターなど、省エネルギーを実現する「パワーエレクトロニクス」や、バイオセンサやマイクロセンサなど生体情報を集め健康長寿を支える「高機能センシングデバイス」等の開発を推進する。また、高効率・高信頼の回路設計・熱設計やモジュール化、精密加工などデバイス周辺の技術開発を行い、社会ニーズに応えるシステムとして開発することも合わせて推進する。

加えて、近年は生物の持つ機能や仕組み・形態を模倣した生体模倣(バイオミメティクス)デバイス・システムや、薬を患部のみに必要な量だけ届けるドラッグデリバリーシステム、生体との相互作用を持つバイオデバイスのような「ナノバイオデバイス・システム」など、従来とは異なるアプローチで開発されたデバイス・システムが注目を集めている。これらの革新的なデバイスを次世代デバイス・システムとして活用する取組は、分野横断的に大きな波及効果を期待できる。

なお、これらをグローバルに展開するためには、技術開発段階からの標準化や認証システムを推進する戦略や、知的財産を守る知的財産戦略の構築が必要である。またコア技術を支える人材育成・人材確保・持続的研究推進等を効果的に行うための研究開発拠点・共用ネットワークの整備も行っていくべきである。

##### ② 政策課題解決における産業競争力強化策(2030年までの成果目標)

- ・ 超低消費電力デバイス・システムの利活用による低消費電力社会の実現  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・ エネルギー変換デバイスの利活用による高効率なエネルギー利活用システムの構築  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・ エネルギー効率の高い省エネ型モーターの実現

- ・高機能センシングデバイスやその利活用システムの普及による健康長寿社会の実現  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・生体模倣の小型・高効率の新たなデバイスの実現  
【健康長寿、地域資源への貢献】
- ・様々な病気に対してドラッグデリバリーシステムが普及・拡大  
【エネルギー、健康長寿、次世代インフラへの貢献】
- ・健康長寿への貢献

## (5) 新たな機能を実現する材料の開発

[工程表 分野横断 (5)]

### ① コア技術

政策課題解決における産業競争力強化策を実現するためのコア技術として、高強度・軽量・耐熱といった過酷な要求を満たす金属・樹脂・複合材料・炭素系材料等の「構造材料」、シェールガス革命や環境・エネルギー問題を解決する「革新的触媒」等の新たな機能を実現する材料の開発を推進する。

また、材料の開発に必要な要素技術の深化の取組や、開発材料を生産に展開するための実用化に向けた技術開発の強化として「ナノカーボン材料」、そして、ナノシミュレーションやデータベース、計測、解析、評価、加工技術、マテリアルズ・インフォマティクスなどナノテクノロジーを支える「基盤技術」を推進する。

また、近年は異分野間の技術融合や分子設計技術、ハイブリッド化合物、空間空隙構造制御、自己修復機能など、従来法とは異なるアプローチが注目を集めている。これらの革新的なアプローチを材料創製に活用・実用化する技術開発は、分野横断的に大きな波及効果を期待できる。

なお、新たな材料を開発する際には、その生産過程で生み出される廃液・排水・排ガス等の有害な廃棄物の回収処理技術の開発や、材料の安全性に対する評価や管理、基準作成など社会受容を進めるための制度面の整備も同時に行う必要がある。またコア技術を支える人材育成・人材確保・持続的研究推進等を効果的に行うための研究開発拠点・共用拠点プラットフォームの構築、加えて、スーパーコンピューター「京」やSPRING-8等の最先端大型研究施設等の積極的活用体制の構築も行っていくべきである。

### ② 政策課題解決における産業競争力強化策（2030年までの成果目標）

- ・航空機・発電機器産業等の強化に資する革新的構造材料の実現  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・革新的構造材料の実機適用に向けた異種材料接合技術等プロセス技術の高度化  
【エネルギー、次世代インフラ、地域資源への貢献】
- ・軽量高強度構造材料等による次世代高速・低消費電力輸送機器の実現  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・生体適合性の高い生体用構造材料の開発  
【健康長寿への貢献】
- ・希少元素の代替やリサイクル等に関する技術の普及による資源制約からの解放

- ・シェールガスから効率的にエネルギーや化学製品を生産する革新的触媒の普及  
【エネルギーへの貢献】
- ・ナノカーボン材料の商業化  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】
- ・材料特性の発現機構解明に基づく新機能材料創製技術の確立および新機能材料の製品化  
【エネルギー、次世代インフラへの貢献】

〔以下略〕