資料5

ナノテクノロジー・材料分野推進戦略（骨子案）

平成13年6月8日
総合科学技術会議重点分野推進戦略専門調査会
ナノテクノロジー・材料プロジェクト

1．当分野に対する国家的・社会的要請

(1) 産業競争力の強化と経済社会の持続的発展

我が国の経済は、経済のグローバル化と激化する国際的な競争の中で、産業競争力の低下、雇用創出力の停滞等の課題が存在。これに対処していくため、21世紀型の新しい基盤技術体系及び製造技術体系の構築を通して、我が国の産業競争力を強化し経済社会の発展の礎を着実に築いていくことが不可欠。

当分野においては、新しいパラダイムへの転換、新機軸の発想の実現に対し急速に展望可能。現下の経済社会の課題を技術革新により克服していく上で、当分野における技術革新は様々な分野の命運を制するともいえる状況。また、現下の経済社会が有する課題に対する対症療法的対応にとどまらず、将来に向けた持続的な成長基盤の確立と更なる飛躍のため、その基盤をなす当分野も将来に備え足腰を固めておくことが不可欠。

(2) 環境・エネルギー対応、少子高齢化への対応を通した豊かな国民生活の実現

地球環境問題並びに資源、エネルギー等の不足への対応など、かつて経験したことのない難問に直面。また、国土も狭隘で資源の多くを海外に依存している我が国において、生活環境の保全、資源の効率的利用が不可欠。

このような物質文明がもたらしてきた諸問題の抜本的解決に向けて、多量消費型の社会システムからの抜本的変革が必要。事後的対応のみならず、初期段階からの環境配慮が必要であり、それを、製品を構成する材料レベルから実現していくことが必須。

また、やはり我々が21世紀に本格的に直面する少子高齢社会で生き甲斐を持って安心できる暮らしを実現するため、疾病の早期発見・治療・予防の水準を向上させ健康寿命を高めることにより、自律した生活、自助的対応も可能にしていくための社会システムの構築が必要。

こうした課題に対応する際、生命のメカニズムの解明の余地が大きく、そのための科学技術のブレークスルーが期待。同時に、解明された成果を我々の日常生活の中に人間及び社会に親和性の高い形で取り入れていくことも必要であり、そのためには、生体を構成する分子レベルで必要な観察を可能としたり、人間の体内の必要な場所に必要な量のものを運び、必要な範囲での処置を施したり、生体に適合した材料、システムの形で実現していくことが必要。

(3) 国民の安全・安心な生活の確保、戦略的技術の保有等安全保障的な観点からの国の健全な発展の実現

科学技術の発展を背景とした、生物機構、新規創製物質を使用したテロの脅威、有害化学物質等によるリスク、海外からの感染症等への対応の必要性の認識が高揚。これに対処するため、事後的対処等のみならず、生活の各局面で検知可能とし国民が安心して管理・リスク軽減できることが必要。そのため、微量な物質等に対する高度なセンシングとそれによるリスク削減・除去対策の実現、当該システムの実社会への適用などが不可欠。

また、昨今、国境を越えた合従連衡、研究開発等の連携などが日常的となる中、今後キーテクノロジーとなりうる技術領域において高度な技術を我が国に保有し、またそれを生み出しやすい環境

を整備することにより、産業や社会全体への波及を他国に先駆けて容易に達成できる可能性が高め、競争力として活かしていくことにより、国の優位性を保っていくことも必要。

2. 当分野の特徴

当該分野の特徴は、例えば以下の通り。

①最終需要財の「ものづくり」にとって欠くことのできない基盤」を形成

②ある目的を達成するために存在する多様な可能性の中からの絞り込み過程において大きな技術的改良が施される可能性大

③技術が実用に至るまでに要する期間は一般的に長いが、基盤的な研究開発が最終製品としての実現に直結する機会が最近とみに増大

④当該分野の中でも基盤をなす加工・計測技術でのブレークスルーは分野全体に大きく影響

⑤如何なるステージにおいても大発見の可能性が存在。ある発見が財・サービスに対する考え方までも大きく変更しうるものとなり得る。

3. 重点領域の設定

(1) 考え方

研究者の自由な発想による研究に一定の資源を配分するという科学技術基本計画に別掲されていることを前提とした上で、国家的・社会的課題を克服していくための研究開発の重点化という当プロジェクトのミッションにかんがみ、以下のような考え方に従い重点領域を設定。すなわち、上記1.に示した当分野に対する

① 新しい製造技術体系の構築を通じ、産業競争力を強化し経済の持続的成長の基盤の形成

② 環境・エネルギー問題、少子高齢化への対応などにより豊かな国民生活の実現

③ 国民の安全・安心な生活の確保、戦略的技術の保有等安全保障的な観点からの国の健全な発展の実現

といった国家的・社会的要請に対応し、5～10年後の実用化・産業化を目指した研究開発、10～20年先を展望した研究開発を明確にするとともに、これらの実現にとって不可欠な基盤技術、材料技術を重点的に取り組むこととする。

(2) 重点領域と推進に当たっての考え方

上記の考え方に従い、5領域を重点領域として設定（別紙参照）。具体的な推進に当たっての考え方は以下の通り。

①次世代情報通信システム用ナノデバイス・材料

半導体技術、情報ストレージ技術等は、5～10年後の実用化・産業化を目指し、スピードと市場へのインパクトを重視した対応が不可欠。そのため、産学官が密接に連携した集中的な研究開発を実施。デバイス・材料、生産設計、生産技術について特に重視。

同時に、10～20年先を展望し、新原理を用いたデバイス技術の礎を確立。技術の実際の使い方、他の手法のロードマップとの関係を十分に意識した目標設定及び推進が必要。そのため、基本的には競争的資金を活用し、次世代のデファクトスタンダードを獲得するための競争を促進。また、単にデバイスレベルにとどまらず、それらを配線する技術などシステムを意識した研究開発が不可欠。

②環境保全・エネルギー利用高度化材料

新材料開発に際しては、開発段階初期の段階において既存材料の環境リスクに対する基本的なデータも取り込んで計算機等を最大限活用した予測先導型のスピードある研究開発が望まれ

る。また、研究開発評価にあたっても、特に広い観点からの評価が必要。
　さらに、新規に創製された物質を用いた国民の生命・身体を脅かす行為に対応するため、我々の生活のあらゆるフェーズにおいてリスクを評価し同時に削減できるシステムを早期に実現し、国民も含めて納得して管理できる体制を構築していくことが不可欠。

③医療用極小システム・材料、生物のメカニズムを活用し制御するナノバイオロジー
　医療用用極小システム、生体適合材料の研究開発に当たっては、医学と工学・理学の架け橋を作ることが不可欠。10～20年先の本格的な実用化を展望し、当面はこれら連携が有機的にできるよう環境整備が必要（医療への応用の側からもナノテクノロジー・材料分野に対する要請を提示することをはじめとして融合的取組が必要。）。このため、人材の確保、実現に向けた産学官の早い段階からの連携、実用段階前の社会実証的研究開発を重視。
　ナノバイオロジーについては、当面は生物現象をナノレベルで観察し、そのメカニズムを活用し一分子レベルで制御する技術などを重視。将来のデバイス化等を念頭におき、初期段階からの産学官の有機的連携が必要。研究者・研究支援者の確保が特に必要。

④計測・評価、加工、数値解析・シミュレーションなどの基盤技術
　ナノテクノロジー・材料分野においては、計測・加工等の限界への追求が必要とされ、かつ、そこでの成果が基礎から実用に至るまでのあらゆる段階において大きな波及効果を有することから、着実な資源配分が必要。
　産学官の責任と役割分担の整理、その上での連携の在り方についての整理が必要。

⑤革新的な物性、機能を付与するための物質・材料技術
　ナノレベルで構造と機能を制御するのみにとどまらず、研究開発成果を人工物の生産技術にまで高めるような対応が必要。すなわち、部材化、新システム、これらを使ったソリューション提供等社会ニーズへのスピーディな対応についても精力的な対応が必要。
　金属・無機・有機といった従来の材料分類の垣根を越えた対応により、従来にない機能を実現していく取組を重視。経験知に頼る材料開発だけでなく、計算機等様々な支援ツールの開発とその積極的活用を重視。また、新材料の評価、物性等に関する知的基盤の整備についても計画的かつ着実に対応。

4．施策のあり方、推進方策

(1) 研究開発現場における競争の活性化とそのための環境整備

①独創性発揮のための競争的資金の重視
　大半の領域においては、国家的・社会的要請に呼応した研究開発目標に向かって個々の研究開発が競う形で研究開発を推進していくことが必要。このため、研究開発資金としては、戦略的テーマ設定に基づく競争的資金の積極的活用が望ましい。

②技術のユーザの評価への参画の徹底
　研究開発の評価においても、領域の専門家のみならず当該技術のユーザサイドの視点が評価に加味されるよう、こうした者の参画を徹底していくべき。

③知的財産権、国際標準の戦略的獲得、知的基盤整備の重視
　大学等の公的研究機関においては、知的財産権の取得・維持に対して競争的資金の間接経費、プロジェクト研究費の管理用費用を積極的活用し戦略的獲得に努めるべき。
　材料の組成分析等に必要な標準物質、これらの試験評価方法等について、知的基盤を計画的

に整備するとともに、新材料開発や研究開発成果の円滑な市場化を促進するため、国際標準の積極的獲得が必要。

知的基盤の整備に際しては、科学的現象解明に立脚した生産プロセスをも集積することにより学術的研究や産業展開を支援することを目的として整備すること、ユーザ側にたって利用しやすい環境を併せて整備すること、メンテナンス手法・体制についても十分に留意した整備を行うことが重要。

(2) 異分野間や研究者間の融合の促進

①融合的・学際的取組に対する促進策の実施

科学技術の発展による知識の細分化に伴い、異分野で培われてきた知見、技術に触発され新たな成果が創出され、更には新たなフロンティアも開拓される。ナノテクノロジーについては、共通して原子・分子レベルにアプローチするため、既存の材料分野の枠にとらわれないネットワークを構築し、異分野の議論を取り込んで研究開発を進めることが必要。競争的資金を活用する場合において、具体的な研究開発課題の採択に当たっては、手段、体制面において複数の学問領域の考え方を融合させるアプローチ、異分野間の研究者が共同して行う取組を促進。

②組織的な人事交流とその成果の人事考課等への反映

機関間の人事交流を組織的に実施し、相互に新しい「知」の取り入れに尽力するとともに、人事交流により得られた知見等を研究開発活動へ積極的に取り入れていく研究者のアプローチ、成果に対して、研究機関における人事考課等においても積極的に反映すべき。

大学等において異分野の教官が集まった教育研究組織を作ることも大きな意義を持つ。

③創造的な研究開発システム実現のための研究開発拠点の整備

当分野においては、他分野に比して一つ一つの研究開発単位が小さいものが多く、1ヶ所に拠点を集中させることにより成果の創出が促進されるタイプの研究開発は稀であり、適当に拠点間に緊張関係、競争関係が必要。

拠点を整備する場合には、科学技術システムの諸改革の実践等とペアにするなどの取組により、効果的・効率的な研究開発システムへの改革を他分野、他領域に先駆けて実施すべき。また、融合的アプローチが活かせられる組織運営、研究開発管理が不可欠。

(3) 産業化に結びつけていく仕組みの構築、産学官の責任と役割の分担、連携

①産業化に結びつけていく仕組みの構築

当分野の研究開発成果が着実に社会に還元されるためには、産業化への仕組みを強化していくことが必要。実用化を加速し、また社会との対話の中で研究開発内容へのフィードバックも可能な小規模なシステムでの社会的な実証等を積極的に活用すべき。

特に、個別プロジェクト等の事前評価においては、広く一般から評価を求めるスキームを導入するなど研究開発が閉じた世界で完結しないように対応することが必要。

②産学官連携の促進

経済のグローバル化、技術革新の加速化による環境変化に伴い、産業界にとって「知」と「人材」の最大の供給源である大学との連携の重要性が増大。大学等についても、研究開発成果の社会への還元を十分に果たしていくため、双方にとって産学連携の必要性は増大。このため、産学官連携により、学問に裏打ちされた生産技術等の開拓、実用化を目指した取組に対する支援策を充実させるべき。

産学官で共同研究を進めようとする場合、利益相反の問題、研究開発成果の取扱等には十分に留意することが重要である。また、産業界側にとってもリスク負担とインセンティブの付与が重

要であり、応分の費用負担を伴う形での推進が望まれる。

(4) 人材の確保・養成

①研究者の確保・要請

世界トップレベルでの研究開発が可能となる人材の確保は急務。とりわけ、融合的な領域に対応するための人材確保・養成に傾注すべき。

また、大学院学生、ポスドク、若手研究者が質の高い研究開発活動に専念できるよう支援を充実することが必要。同時にこうした研究者に対する知的財産面、処遇面でのインセンティブを付与していくことが重要。

②研究支援者等の拡充

研究支援者の確保に向けた対応を抜本的に強化すべき。

ただし、強化が総花的とならないように、例えば競争的資金の間接経費の中から支援部門に要する費用を確保する等真に必要な箇所にのみ手当できるよう考慮すべき。

③研究評価・マネジメント能力のある人材の養成

研究評価やこれに基づく資金の配分、研究開発のマネジメントに対する責任体制を強化していくことが重要。このため、専任で研究評価に従事する者や研究開発と経営・管理の経験を有するマネジメント能力のある者の養成が必要。

(5) 推進に当たっての配慮事項

①状況の変化に対する柔軟かつ機動的な対応

技術革新の急速な進展に伴い、常に新しい技術を取り込む柔軟性、機動性が必要。さらに、国家的・社会的要請等外部の環境変化を迅速に察知し柔軟に対応するすべを準備しておくことが必要であり、国自ら調査研究その他の方法を充実させることが必要。

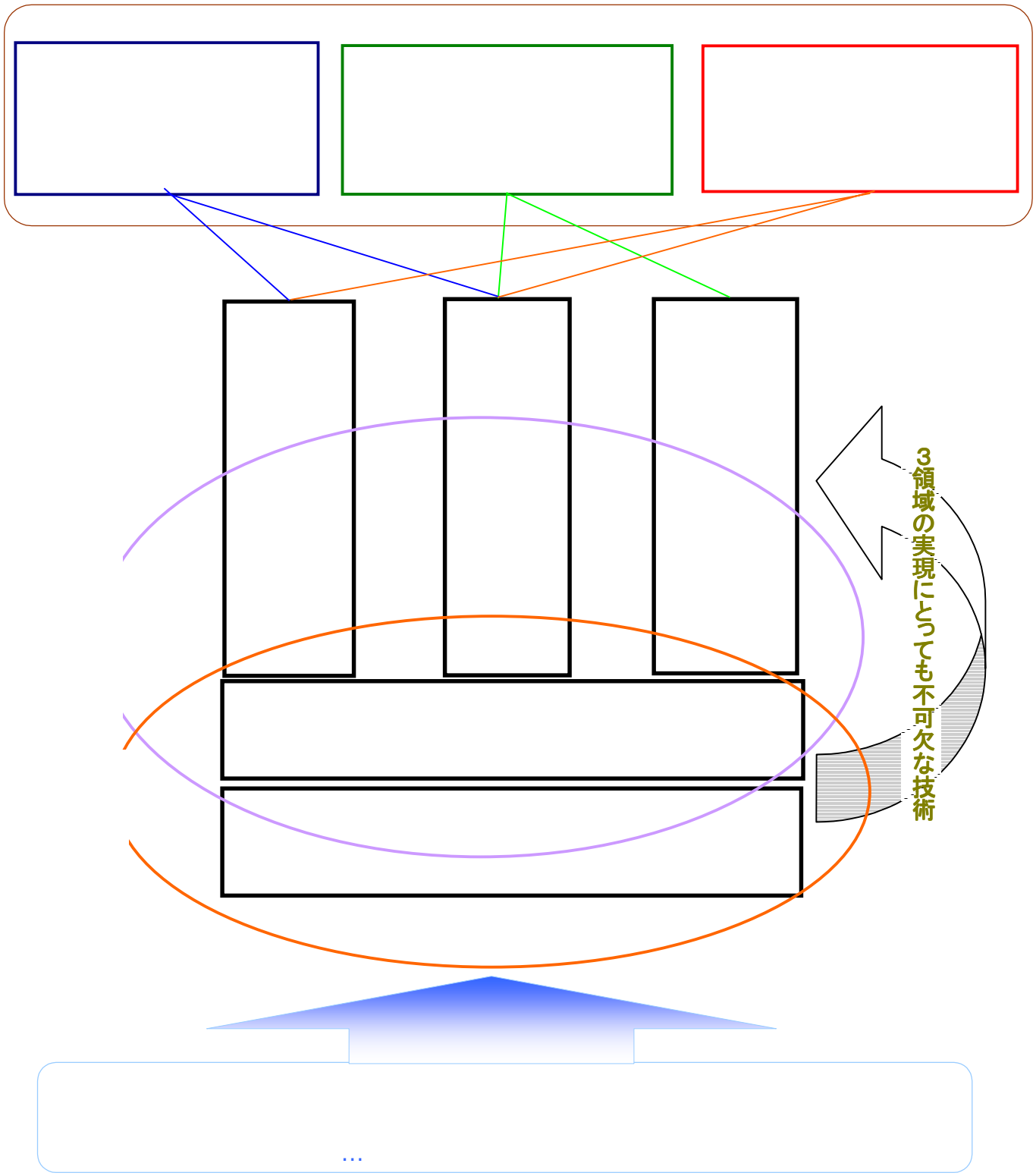
②国際協力の推進

研究者の確保や、我が国の技術の補完、研究開発のスピード向上などを目的にグローバルな協力体制の構築も検討すべき。

③研究者・技術者或いは事業者の社会的責任、説明責任

研究開発成果としての新材料、新素材等は、自然環境や生態系にも浸透するものであり、我々の生活にも直接的に影響を及ぼす。したがって、研究者・技術者或いは事業者レベルでの日常的対応はもちろんのこと、研究開発機関としても、既に得られている物質管理の知見も最大限に活かしつつ、その社会的影響の評価及び対処法或いはその情報公開を徹底し、将来起こり得るリスクを想定した社会的な対応の在り方の検討に関して、研究開発に並行して資源を配分して進めるべき。

研究開発は、納税者に対する説明責任を全うすることなくして成り立たず、社会に対する説明責任を全うすべく、研究者、研究機関とも国民とのコミュニケーションを充実すべき。

（別紙）

重点領域の設定