

「連携プロジェクト」に係わる専門委員の意見

安宅	専門委員意見	・・・	1	ページ
大橋	専門委員意見	・・・	3	ページ
北村	専門委員意見	・・・	6	ページ
黒川	専門委員意見	・・・	11	ページ
小林	専門委員意見	・・・	13	ページ
榊	専門委員意見	・・・	14	ページ
佐野	専門委員意見	・・・	15	ページ
穴戸	専門委員意見	・・・	19	ページ
田中	専門委員意見	・・・	24	ページ
松重	専門委員意見	・・・	25	ページ
山田	専門委員意見	・・・	26	ページ

「連携プロジェクト」について

2003 年 3 月 24 日
セイコーインスツルメンツ株式会社
安宅 龍明

1. 「連携プロジェクト」を設定する上でのいくつかの視点

1 - 1. 産業発掘を考える上で、規模と成長という 2 つの視点を持つことが重要です。

ナノテクノロジーによって

- ・既存産業の高度化・競争力強化（主に規模）
- ・新産業の創出（主に成長）

1 - 2. 出口、製造業というこれまでの見方から

- ・研究開発（知的財産）で武装された製造業
- ・サービス、メンテナンス、ネットワークという機能・役割をも合わせたトータルな事業 / 産業

1 - 3. ナノテク関連産業の基盤となる技術開発

- ・マクロな材料、構造体をナノレベルで診断・評価できる技術
- ・分子・原子レベルで、分析・計測・操作・加工する技術

2. 分野と連携プロジェクト候補例

2 - 1. 既存産業の高度化・競争力強化

（候補例）

「新構造材料」

（期待される効果）

安全性を維持しつつ、長寿命化を図り社会資本整備のトータルコストを減らしていく、メンテナンスと合わせた産業形態を実現する。

（環境整備）

・余寿命診断、予知保全という視点から、非破壊検査システムや超高感度分析システムの技術開発が必要である。

2 - 2. ナノテクゆえに実現できる新産業

（候補例）

「新型燃料電池」

（期待される効果）

触媒や電極材料そのものがナノテクであり、その性能により、世界的な競争に勝ち、環境問題の解決にも貢献できる。

（環境整備）

利用形態、規模によって、異なるモデル事業を設定し、利用促進を図り、燃料電池利用先進国を目指す。

2 - 3 . 融合により実現する新産業（タテの融合）

（候補例）

「DDS」

（期待される効果）

医療における QOL の向上（副作用の低減、予後の改善等）を実現し、医療費の削減を目指す。

（環境整備）

材料、治療薬、機器、評価のタテの融合による事業開発
審査体制のコンカレント化 / 迅速化

2 - 4 . 融合により実現する新産業（バイオ / ナノ / IT の融合）

（候補例）

「分析・診断チップシステム」

「環境モニターチップシステム」

（環境整備）

DNA、タンパク、ホルモン等のバイオ材料技術、小型化 / デバイス技術、通信技術、の融合、さらに医療・医学等との広範囲な連携を行える研究開発体制の整備が必要となる。

3 . ナノテク関連産業を支え、研究開発を高度化する基盤技術としてのナノ計測・加工技術は、それを連携プロジェクトとして切り出して産業化を促進するというアプローチのほかに、個々の連携プロジェクトの中でもその開発を加速し、高度化するというねらいでも組み込むべきであります。

4 . 「連携プロジェクト」推進にあたっては、異分野の研究者が日常的に交流できるような場の設定についても、検討を行うべきだと考えます。

5 . 出口（ゴール）の実現性、効果は、始めにどれぐらい、このゴールのイメージを具体的にできるかによるので プロジェクトの提案者自身が考えるほかに、この専門委員会、WG などでそのゴールイメージの議論・検討することが必要と考えます。

連携プロジェクトは、出口を明確に見据えて、それに向けて、関係省庁さらには産業界、大学が、その出口を実現するためになにをなすべきか、知恵を出し合い、挑戦的な試みを行う場として新しい取り組みであり、今後の展開が期待されます。

以上

省庁連携プロジェクトについての意見

平成 15 年 3 月 24 日

大橋徹郎

1．省庁連携プロジェクトの考え方

一般的に、材料技術は多くの技術分野を支える基盤技術であると同時に、使われて初めてその機能を発揮できるという特徴を有する技術でもあります。つまりこのことは、使う側の制約や要求があってはじめて材料としての技術が確立することでもあり、かつ、材料の特性を十二分に知ってこそ初めてその特徴をうまく引き出す使い方ができることをも意味しております。

一方、材料そのものの技術については、現在、世界的にもトップレベルにあり、加えて、最近のいろいろの解析技術の進歩や制御技術の進歩により、いま新しい技術の潮流が生まれようとしております。

ついでには、現在世界的にもトップレベルにあるこのような日本の材料技術の強みを生かし、新しい材料技術を実用化して近い将来に新しい産業分野、新しい技術分野を切り開き、日本の産業全体の活性化を果たす必要があります。そのためには、新しい材料技術の応用、利用先（出口）の開拓を、「使う側」とともに積極的に取り組む必要があります。

そのためには、材料に関する研究開発からその利用技術開発、評価技術にいたる一貫した流れのなかで、材料開発を管掌する経済産業省や文部科学省、利用技術・評価を管掌する国土交通省、及びその過程でいろいろな基礎研究成果を提供する大学や公的研究機関と材料メーカー、ユーザー産業が相互の連携を深めつつ一体となってプロジェクトを進めていく事が必要になるわけです。

2．省庁連携を進めるべき課題

上記のような観点から見た場合、このような省庁連携や産学官連携の必要性は、特に材料の中でも大きな位置を占める構造材料の開発では極めて重要になります。

構造材料では、その求められる材料性能は構造物のデザイン、安全性評価や設置環境などにより異なり、基本特性である強度及び靱性から、耐熱性、耐環境性、耐震性、耐久性にいたる諸特性が複合された性能が要求されます。また、最近では環境やエネルギーの観点からも新たな性能が要求されてきております。これらの使う側からの要求は、構造物の設計、部材製造、施工、維持メンテナンスとのかかわりが従来以上に強くなってきております。

これらのことから、構造材料の分野では材料開発の段階から、設計基準（例

えば高張力鋼を使用する際の設計基準の見直しなどのルール化）や施工基準、また標準化等の利用技術に係る省庁とも一体となって技術開発を推進することが重要であり、現在の豊かな社会を維持しつつ、近い将来に新しい産業を育成するという視点からも、省庁連携施策は最も重要な要因であると思います。

従って、今回提案のあった新構造材料に関する研究開発課題は省庁連携による効果を発揮しうる最適の課題であると思います。

つまり、提案された課題は新しい技術シーズを合目的的に発展させ実用化をめざす課題となっていること、その開発のためには材料技術を持つ材料メーカー側と利用技術を持つユーザー側の密接な連携の下で積極的に行政的な環境整備（つまり材料開発のみならず、新しい材料を使いこなす為の、建築基準等の公共基準の積極的な改正等々）が必要であること、また経済性に優れた社会インフラ整備という公共性のある目的を有していること、世界的にトップレベルである日本の材料技術を基盤として世界、特に今後発展が期待されているアジアに対して「デファクトスタンダード」となりうる課題であること、及びこれらの開発から生まれるであろう応用技術により自動車等の輸送機器や機械等の世界最強の商品技術を生み出しうる発展性を持っていることという理由から、これを産学官連携体制とともに『省庁連携体制』での研究開発を実施することができれば、従来にない政策的な技術開発のモデルケースになりうるのではないかと、思います。

一方、この開発課題の実施を加速するためには、特に省庁連携による「モデル事業」が重要に思います。このモデル事業は、よく言われているような『死の谷』を越える意味を持つことに加えて、省庁連携による新しい構造材料の設計基準整備や実際の状態での評価を行い、新材料の利用促進に向けたルール作りの促進を目的とするものです。このような実用化開発を行うことにより、社会インフラ整備について、安全性の確保と総合的な経済性の確保の両方を達成することができ、その結果としてより多くの政策を実施することができるのではないかと考えます。

加えて、この開発の過程では大学や公的研究機関による基礎研究も極めて重要であり、産学官連携による物性データの整備や新材料規格の国際標準化、利用技術の標準化・ルール化を効率的に進める必要があります。このような産学官連携の下での材料の研究は、最近社会的に問題となっているような原発用材料での亀裂発生の問題や道路橋の寿命劣化といった構造体及びその材料をめぐる問題の解決にも効果を発揮するものと期待します。さらにこのような材料及び利用技術開発に加えて、産官学連携による基礎研究の一課題として、疲労や腐食劣化等のセンシング、モニタリング技術についての基礎研究も連携して行う事ができればより安全なシステム技術として開発できると思います。

3．省庁連携プロジェクトの運営等について

省庁連携による研究開発を実効あるものにするには、今迄なぜ省庁連携が成立しにくかったのか、という視点から、何らかのインセンティブが働くような仕組みを考える必要があります。

例えば、上記のような省庁連携を特に必要としているような研究開発を迅速かつ効率的に進めるためには、財政上のいろいろの困難さはあるかと思いますが、今回の省庁連携プロジェクトのための枠的予算を確保して優先的に予算処置を行うような思い切った施策が必要だと思います。

また省庁横断的な機能を有する総合科学技術会議が、開発の各段階での多面的なフォローアップ（技術的な進捗フォロー、標準化・基準化等の施策面でのフォローアップ等）を統括的に行うことにより、その連携効果を高める必要があると思います。

以上、ご検討いただけるようお願いいたします。

ナノテクノロジー・材料研究開発推進プロジェクトチームへの意見 (国立循環器病センター 北村惣一郎)

ナノバイオニクス産業	
1. ナノテク・材料分野の産業発掘をはかるために、関係省庁「連携プロジェクト」として、国家的に推進すべき領域とその理由	
(1) 情報型治療機器開発の推進：生体情報を共有することで生体と機能的に融合し、あたかも生体の一部となって動作するナノテクノロジー・材料に基づく治療機器の開発。具体例は、バイオニクス治療機器（超小型CPUを用いた制御装置で生体制御系を置換し、人為的に心臓の制御を行う）人工臓器の生体制御系による直接制御（超小型CPUを用いて生体の制御系に直接人工臓器を制御させる）人工感覚器（視覚や聴覚の物理量を生体神経系にインターフェイスする仕組み）人工二関節（脊髄損傷などにおいて運動中枢の情報を筋肉に伝導する仕組み）人工四肢など。 国家的に推進する理由は、多くの患者が存在、我が国に世界をリードする技術基盤がある、省庁横断的な国家戦略が必要。	→
(2) 治療機器開発の推進：ナノテク・材料分野の先端工業技術の応用を含め、治療機器に関する基礎および応用研究もわが国が優れているにもかかわらず、治療用医療機器は米国からの輸入製品が主流となっている。この領域に政府が主導して「我が国は治療用医療機器を主要な国家産業に位置づける」という方針の下に、注力すれば、必ず世界をリードする産業領域を築けると考える。同時に、ゲノム解析で遺伝的な大きな疾患の可塑性が分かり、それを治療できたとしても、日常生活からくる体調の変化を修復するには、ゲノムには現れてきにくいので、ナノレベルの機能体の変動を読みとり、治療する技術が医療産業として必要である。治療対象は、現時点では対象になりにくい軽症で比較的健康な人で、その重症化予防のための治療にはナノテクが必要となるであろう。そのためには、省庁横断的な連携プロジェクトの推進が必要と考える。	→

2. そのために研究開発を行うべき事項、現在の状況、今後の課題	
(1) 情報型治療機器開発の推進：具体的には、神経インターフェイス技術（バイオニクスナプス）の開発：生体制御の中心は神経制御。我が国が世界をリードしている分野。生体内情報伝達網の開発（バイオニクスイントラネット）：情報型治療器の開発において、神経にかわる人工的な情報伝達系の開発が必要。我が国で要素的な技術検討が開始されている。電源の開発：情報型治療器は基本は電子装置であるため、電源の供給が必要になる。バイオ燃料電池は国内で開始が着手されている。生体ハイブリッド化：情報型治療器は生体に埋め込まれて使用される。そのため、生体との適合性の問題を解決する必要がある。ナノテクを用いた表面加工技術は有望な選択肢となる。センサー開発：情報型治療器では生体情報を神経インターフェイスで得るばかりでなく、生体内の物理量や微量物質を検知する必要がある。生体内で長期間安定した、ナノ技術を用いたセンサー開発が必要。 (2) 治療機器開発の推進：生体適合性、組織治癒・再生促進などを實現するオーダーレベ設計に基づく材料表面加工技術である。現在の状況：優れた抗血栓性を実現させた材料表面加工技術により、国産人工肺の製品化に成功し、現在国内シェア3位、市場規模7.8億円の成果を挙げている。また、この製品の販売会社の主要製品であった米国製の人工肺を全て置き換えて、国産製品の巻き返しができた。今後の課題：この技術を人工肺ばかりではなく、人工心臓、人工腎臓、人工血管などに展開しようと考えるおり、技術的に検討を開始している。それを実現できる研究員などの人的な支援が圧倒的に不足している。治療機器の研究には医療機関の協力は不可欠である。文科省の工学的に高度な技術と厚労省との良いコラボレーションが望まれる。	

(3) 医療器具・材料の安全性評価の確立：健康長寿社会における医療分野でのニーズが高く、我が国の有機合成技術は国際的にもトップレベルにあり、新しい高付加価値材料の開発の潜在能力は高いので、総合的かつ長期の継続的なプロジェクトが必要である。	→
(4) 在宅医療支援システム：先進技術の導入はしばしば医療費の高額化をもたらすので、これからのナノテクノロジー・材料等を応用した医療技術開発の方向性として、QOLの向上をはかる、あるいは患者の早期社会復帰による経済活動への参加、という間接的な価値を勘案したものとなる必要がある。関連省庁と連携しての総合的かつ長期の継続的なプロジェクトが必要である。	→
(5) ナノテクノロジーのDDS(医薬品送達)および遺伝子導入ベクターへの応用：ナノテクノロジーの医療への応用により、副作用を極端に減少させることが可能。厚生労働省のナノメディシンプロジェクトではDDSおよび遺伝子導入ベクターの開発のための研究費の額が少なく、研究者数も少なすぎる。産官学の連携が必須であり、そのためにはの連携が重要。	→
(6) 新たな生物computerの開発：0-1の1 bitからなる現在のcomputerでは10の何十乗もの要素の有機体であるlife scienceで起きる現象には追従出来ない。細胞や臓器の代わりになるengineered organ, cell は現在のcomputerを使う限り非常に難しい。これをovercomeするためには新たなナノテクノロジーレベルの生物機序に基づくcomputerが考えられる。	→

(3) 医療器具・材料の安全性評価の確立：研究開発の事項：生体とナノオーダー設計材料との相互作用の網羅的検証、DNAチップ、プロテインチップ。細胞チップ等。現在の状況：散発的な研究が実施されている。網羅的な検討について、国立循環器病センターと独立行政法人物質材料研究機構生体材料研究センターで共同研究策定中。今後の課題：産官学の幅広い結集が必要。	(4) 在宅医療支援システム：研究開発の事項：ナノオーダー設計材料などに基づくマン・マシン・インターフェイス(神経電極、マイクログラフト、経皮デバイスなど)、埋込型注入(注射)器、外シャント、小型透析・輸液装置、高速ネットワークインフラ、在宅医療対応住環境インフラ。現在の状況：各分野の研究者が個別に対応。在宅を主に掲げている研究者は少数。国立循環器病センターでは、神経電極、マイクログラフト、経皮デバイス、経皮電送システムなど数多くのデバイスを開発中。今後の課題：個別の研究の総合化。将来の医療のあり方として、在宅医療の重要性を国として奨励。法改正や保険の整備。
(5) ナノテクノロジーのDDSおよび遺伝子導入ベクターへの応用：抗癌剤の弱毒化と癌組織への投与のためにナノテクノロジーのDDSへの応用が行われ、臨床第1相試験が終わった。この技術の循環器疾患の診断、治療への応用が可能であり、PTCA後の再狭窄予防、心筋梗塞、脳梗塞などの診断、治療への応用が考えられる。そのためには、薬剤の作製、スクリーニング、疾患モデル動物への投与実験が必要。	(6) 新たな生物computerの開発：ここでもナノテクノロジー・材料に基づくmaterialとしての生物材料とその統合原理・機序が問題となるので基盤研究が不可欠。

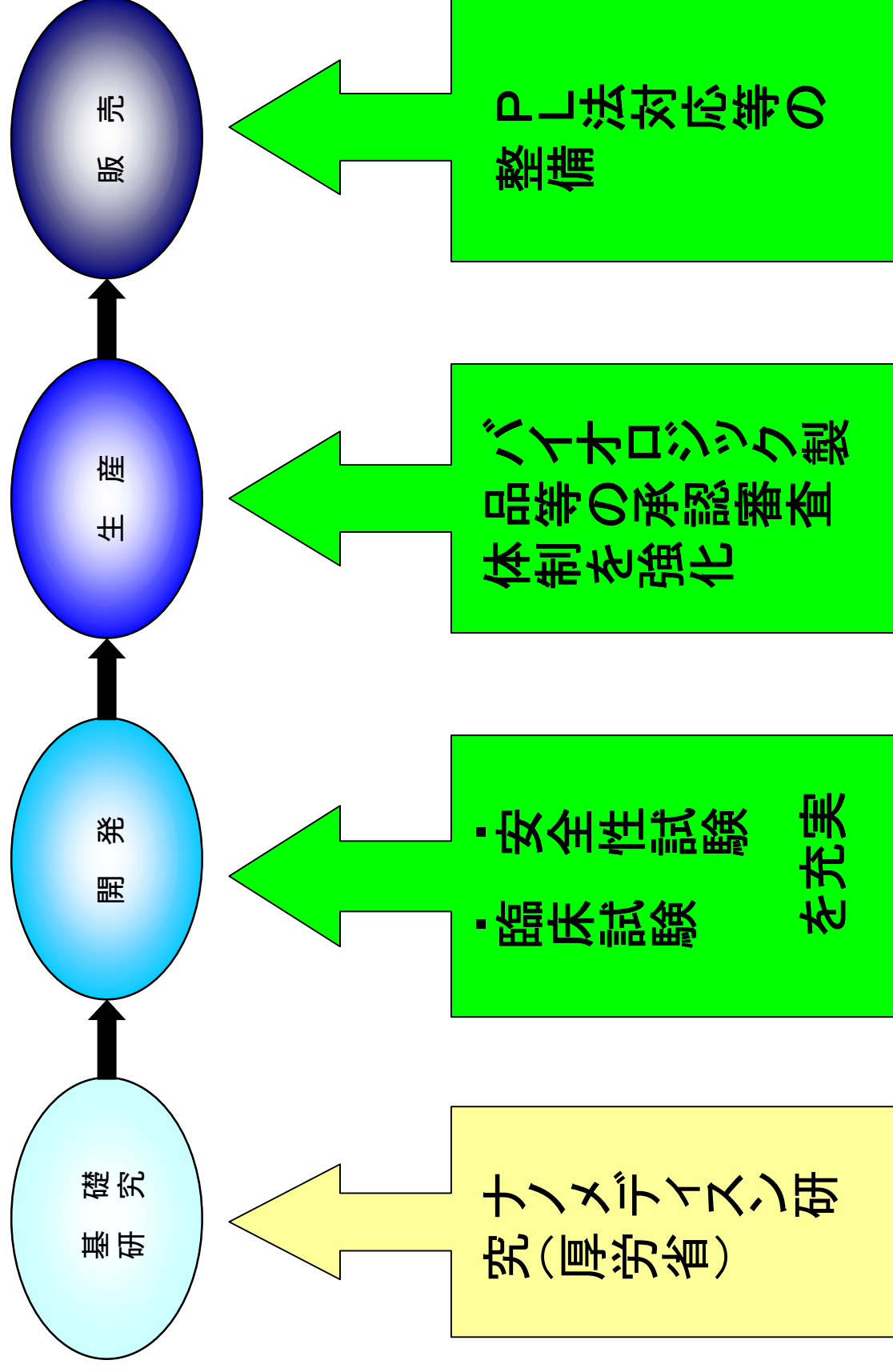
3. 得られた研究開発成果を速やかに実用化、産業化に結びつけるために必要と考えられる規制緩和などの環境整備

国による支援：企業努力だけでは内外価格差や海外での承認取得などに関して限界があるため、外交、通商などの国際交渉手段り国策として支援が必要。具体的には、知的所有権：特許は特許収入を期待するのではなく、実用化、製品化を独占的に行うた段であるという特許の本質を十分に再確認し、米国のバイドール法のように、特許は国が保有するのではなく、全てをその技術特許を戦略的に展開して行く研究開発者と、産業化を図る企業に所有させるべきである。既存企業に国際競争力：必須。産業化策：技術力を持つ大企業がリスクを回避する現状を鑑み、薬事法の改正、医師主導の治験により、製品の製作を大企業にアウトソーシングするよう新しい形態の会社の実現などが極めて重要。プロジェクト支援ベンチャー産業：立ち上げが必須であり、ベン業立ち上げへのサポートが必要。また、薬剤の許認可制度の見直し：遺伝子治療臨床応用の認可の簡略化などが必要。企業の参を高めるような工夫を考えていくべきであり、ナノテクノロジーのライフサイエンスへの応用（ナノメディシン）を産業化しうは我が国では僅少である。産学連携に広い視野を持つ人材の育成には国の支援が必要である。

医療デバイスの市場化への明確な道筋の整備と目きき人材の育成：これは規制緩和とは逆の規制強化になるが、医療機器の市場化への明確な道筋の整備がないことは、経験の無い新規業種からの医療分野への参入の大きな妨げとなっている。また、欧米のように1企業1デバイスで成り立つような資金面のハードルの低下を望む。研究成果の速やかな実用化には、研究所内に企業化を支援する事務部門の助けが必要と考える。また、特許作成に関してもより専門的な知識を有する支援体制の強化により研究者の事務的負担を低減させるべきと考える。研究者と特許庁産業界を統率しうる人材の育成が重要。

高度医療に対する保険医療の枠組みの早期策定と国民のコンセンサスの形成：国民医療については、おおむね平等感が確保されている。研究者や企業がどれだけ優れた医療機器を開発しても、経済的に見合わないケースが多々ある。特色ある医療器具の開発には受益のモチベーションがある程度必要である。

ナノメディシン医療機器開発の流れ



今後のナノメディシン領域の 重点的戦略分野について

- ・ドラッグ・デリバリー・システム(DDS)
- ・ナノデバイス

領域の医療分野応用。

・政府が主導して、臨床研究や臨床試験に入る前の安全性(動物)試験の推進が必要。

・バイオロジックを始めとした医療機器の審査体制の充実強化。

・企業の製品化の推進のため、BAA(バイオマテリアル・アクセス・アシュアランス)法等の整備。

2003 年 3 月 25 日

日経ナノテクノロジー 黒川 卓

第 3 回 NTPT 会合提案

前提：ナノテク・材料で新産業を創生して育てるための留意点

日本の“御家芸”である電子工学と材料工学が生きる分野を選択すること
体と心の健康，生命を取り巻く環境を改善する技術にビジネスチャンスあり
これまで経験的技術でやってきた領域を，ナノテクという科学的技術で進歩させる
産業化までのロードマップを頭に描き，戦略的な知的財産権（IP）を取得する
戦略的 IP を持った上で，日本の最先端技術を積極的に海外に情報公開する
再び成績上位の子供達を理工系分野に導き，将来の日本を支える技術者を育てる

- 1．関係省庁「連携プロジェクト」として，国家的に推進すべき領域と理由
- 2．そのために研究開発を行うべき事項，現在の状況，今後の課題

（1）半導体工学の知識を活用できる光情報処理デバイス

日本は，大容量データを高速で伝達させる光ファイバー（光高速回線）に関して高い技術力を持っている。次に行うべきは，受信した光信号をできるだけ光のまま情報処理する光集積回路の開発と，光集積回路と半導体集積回路との結合技術の開発。現在よりも情報処理の時間が短縮される。また，光技術は情報通信以外に医療分野にも市場を開く。

日本ではこの分野の研究開発は今のところあまり盛んとは言えない。バンドギャップを有する光の扱いには半導体の知識が生きるが，併せて大学の学部から光理工学講座の充実を図る必要がある。関係する省庁は，総務省，経済産業省，文部科学省など。

〔補足〕光で送受信する情報を光（ディスプレイ）で表示して「電子メール」と呼ぶ。受信した光を電子に変換してから情報処理するため，その律速段階に由来した言語だろうか。

（2）科学的技術を活用する新医療

医療は長年の経験的技術のおかげで発展した。ここに科学的技術であるナノテクが加われば，これまで解決できなかった病気の治療に道が開けるはずである。代表的な技術は，ドラッグ・デリバリー・システムなど。ゲノムを活用する「ナノバイオ」は別のチームに任せ，本チームでは半導体，機械，材料の技術が生きる「ナノ医療」を選択すべきである。関係する省庁は，厚生労働省，経済産業省，文部科学省など。

（3）超小型・高性能環境モニタリング技術

環境は医療とともに非常に重要な分野。生活を豊かにする物を過剰生産し続けるより，今は環境問題の改善を優先すべきと言える。現状，環境中の成分を in-situ で瞬時に測定す

る技術はあまりない。あらゆる場所に各種の環境センサーを取り付け、あるいは持ち歩き、そこからの情報を無線や光ファイバーで監視センターに送信して常にモニタリングされるようにする必要がある。当然ながら、環境の状態に対処する技術の開発も必要となる。全体的に幅広い産業を生み出す。また、科学的データを見せることで環境問題に対して意識を高める国民の教育も必要。関係する省庁は、環境省、経済産業省、文部科学省など。

３．得られた研究開発成果を速やかに実用化、産業化に結びつけるために必要と考えられる規制緩和などの環境整備

産業化に携わる産学官すべての研究者に対し、産業化の意識を持たせること

「産業化を阻害するのは規制緩和」とよく言われる。正しい場合もあるが、産業化を真剣に考えていない人の言い訳である場合もある。規制の中で安定している自分のポジションを守りたい人、変化に対応する自信と意欲の無い人がそれを言う。また、大学や公的研究機関だけでなく、民間企業の技術者でさえ、産業化より自分が行っている研究が面白く、干渉されずにこのまま続けたいと思う人が見受けられる。

対策の一つは、産業化を強く意識している技術者“個人”の仕事の過程と成果を自薦他薦で国が「将来の国内産業を任せる技術者」として表彰し、所属する機関には研究開発補助金、個人には「産業化奨学金」を与えて応援すること。その技術者にスカウトの声がかかった場合、当人の気持ちを最も尊重して転職を妨害しないことを所属機関に義務付ける。特に民間企業の技術者を対象とするが、学官の技術者でも産業化に貢献すれば適用する。

海外の理工系国費留学生、トップクラス技術者を日本にこれまで以上に迎え入れる

米国の産業発展は海外の優秀な留学生、技術者、研究者が支えてきた。自国民はあまりその方面に進まず技術経営や投資家あるいはサービス産業に進む。日本は国内の理工系教育と技術者養成を続けながら、米国のように海外の優秀な理工系の人材を引き付ける魅力ある国にする必要がある。これがうまくいけば、次の利点がある。

- １）海外のトップクラスの技術者が日本の技術者に刺激を与える
- ２）日本の技術力がこれまで以上に高まる
- ３）海外の技術者は日本の最先端技術を海外に伝える媒介となり、国際交流が促進される

海外から見ると、「日本は、行くことは可能だが歓迎されない国」と写る。高賃金、快適な住居、子息のための教育機関などの充実が必要で、それらを阻む規制を緩和する必要がある。地方の理工系大学を核として地域で試みれば、日本全体に産業化と海外交流が進む。

民間技術者の海外派遣制度（ の反対）

産学の技術者の人事交換、省庁間の技術者の人事交換

経営感覚を持つ技術者の養成（提携を視野に入れて米国、中国の大学に学ぶ）

意 見

小林 弘明

1 . ナノテク・材料分野で関係省庁が連携して推進すべき領域

- (1) 全体的にナノテクを活用して既存素材を抜本的に改良し素材・材料のパラダイムを変えて行くという視点が乏しい。カーボンナノチューブとか半導体関連先端材料も重要ではあるがやや偏りすぎな面はないか。関係省庁が連携して基礎素材の国際競争力を向上させ、全産業への波及力を強化することが重要。
- (2) 特に繊維やプラスチックなどの有機系の基礎素材分野の革新的改質（高い機械的熱的特性とか非石油系材料への転換など）がもっと強調されて良い領域であり、経済効果も大きい。（特に対中国など）
- (3) 次世代素材としての複合材料（特に軽くて長寿命の炭素繊維複合材料）や分離膜などの領域はもともと日本が大きくリードしており、これをさらに発展させる革新技術を研究開発することは産業や社会全体に与える波及効果は計り知れない。

2 . 研究開発を行うべき事項

- (1) 非石油系原料由来の基礎素材
（文科省、農水省、経産省）
- (2) 先進水処理用透過膜システム
（文科省、総務省、経産省）
- (3) 超低コスト複合材料と土木建築・輸送機器新材料
（文科省、国土交通省、経産省）

3 . 速やかに実用化、産業化に結びつけるため必要なこと

- (1) 技術開発、材料開発だけでなく開発された技術、材料を使ってどのようなシステムを考え産業化、事業化するか等提案時にもっと事業化の視点を重視する。そのため審査員にもっと産業界の人材を起用したり、大学人が一時的に企業で研究するなど一歩踏み込んだ産学連携が必要である。
- (2) 新材料、新素材の土木建築・輸送機器分野への導入の障壁を緩和する。欧米に比べ日本は建築基準法などで新材料の採用がかなりむずかしい状況にある。

以 上

ナノテク・材料分野の産業発掘のための戦略に関する意見

榊 裕之（東京大学）

1. 産業発掘のために関係省庁「連携プロジェクト」として推進すべき領域

イ）現在国際的に競争力を備えているが、これを維持するためには卓越した新技術の総合的な開発が必要とされる研究領域

例えば、「情報通信機器用の電子部品・デバイス」領域

ロ）現時点では探索的研究の色彩が強いが、発展次第でわが国のライフラインの安全確保に影響を及ぼすことの予測される研究領域

例えば、「量子情報技術関連分野」

ハ）２１世紀社会の質的な向上に不可欠なトータル社会システムの構想作り

とそれを可能とする要素ナノ技術の有機的研究開発

例えば、高齢化社会での自立支援・相互支援のための技術・インフラ

2. そのために研究開発を行うべき事項、現在の状況、今後の課題

既に、ナノ技術・ナノ科学の関連では、個別の要素技術に対して集中的に研究開発投資がなされてきたが、要素間の相互関連を強める研究連携が、必ずしも十分ではない。今後は、二つの研究グループを往来するポスドク制度や二つの組織（大学）にポストを持つ研究者の制度、複数の学部（学術領域）の研究者が共同運営する組織体などの推進が望まれる。

3. 研究開発成果の実用化・産業化のため要する環境整備

産学協力の基幹部分は、該当分野で世界をリードできる高度な人材育成を目指す各種の協力、産業的技術課題に関わる学術的要素に関する共同研究やコンサルテーションの推進、などに置くべきと考える。個別発明や特許のライセンス契約、それらの事業化や起業については、研究者自身が取り組むべき事項と、ビジネス・パートナーが対応すべき事項との分担の多様な仕組み作りが重要ではないか。

「連携プロジェクトの提案」

イノベーション・エンジン株式会社

佐野 睦典

．ナノテク基盤技術の産業化

- 1．ナノ計測、ナノ制御、ナノ設計、ナノ加工などのナノテク基盤技術は、世界的に見て日本が強い領域である。それらの研究開発を国家プロジェクトとして推進し、大学や独法研究機関と産業界（大企業とベンチャー企業）とが連携して事業化を推進する。その結果として、世界最先端の装置を相次いで開発し、実用化・市場化を展開する。特に現在世界的スケールで、ナノテク研究が推進されているため、日本で開発された最先端装置を世界の研究機関にも官民挙げて提供する営業活動が望まれる。

- 2．研究開発領域としては、例えば以下のようなものが挙げられる。

原子・分子レベルでの計測可視化が可能な走査型プローブ顕微鏡の高機能化により、世界最高水準の原子・分子計測・評価・操作装置を開発する。用途としては、半導体、有機分子、生体分子など幅広くあり、それぞれのマーケット可能性は相当に大きい。

蛋白質などの生体分子を三次元で計測する装置の開発

シンクロトロンを利用した加工・計測装置を、積極的に研究開発に活用し、新規のナノ材料の開発プロセスやがん治療などに応用する。

コンビケムによる各種材料などの合成・評価装置の開発

これらは、大学の内部で開発される場合があるが、それらが実用化・市場化するケースは稀である。また、ナノテク研究において外部から買い入れる場合には海外企業からの購入となっているケースが多い。積極的に日本の最先端研究資源を活用した実用化を推進すべきである。

- 3．より一層産業化を早める工夫としては、以下の諸点が挙げられる。

大学などでの開発した装置の事業化をより一層スムーズに進められるような仕組みが必要である。特に、大学内において、事業化するのを支援するインキュベーションスペースを設置することである。そこでは、具体的に大学発ベンチャー企業（既に企業と組んでいても可能にする）が本社を置けるようにすべきである。それにより、大学の研究者との関わりを保ちながら事業化を進めることができる。

国家プロジェクトの予算として、大学とともに、企業（ベンチャー企業を含む）への発注を増やすことにより、企業において先端技術製品の開発が推進しやすくなる。特に、ベンチャー企業に対しては、国が発注しにくい制度があるためその改善が求

められる。

先端のナノテク機器をナノテク総合支援センターで購入し、公私の研究者が活用しやすくする。現在、米国ではナノテク共同センターが全国 7 ヶ所あり、そこが共同利用施設として機能していると言う。日本でも全国数ヶ所に同様の施設を創るとともに、中国や欧米のナノテク研究拠点にも日本国を挙げて積極的に営業活動を推進する。日本のナノテク関連機器が世界に広がれば、デファクトをとることができるため、それに付随する様々な関連機器や消耗品、デバイスなどの市場も獲得することが可能になる。

・ユビキタスネットワークのためのシステムとデバイス開発

1. 次世代通信システムの研究開発を世界に先駆けて推進し、世界のデファクトを取ることで、システムとデバイスの市場を制覇する。特に、5～10年先のユビキタスネットワーク社会を睨み、光ネットワークとワイアレスネットワークの統合化を目指した研究開発を推進すると共に、これらを構成するフォトリックデバイスと高速無線デバイスの開発を進める。

特に日本人は、人とのコミュニケーションにおいて極めて繊細で高水準のニーズを持っている。また一方で、日本における光通信や携帯電話の普及率に見るように次世代通信インフラの基盤整備の可能性においても世界をリードする存在である。

幸い現在は、光ネットワークバブルがはじけており、大きな悲観論が米国を中心に世界を覆っている。この時期を絶好のチャンスと捉え、中期的観点での国家レベルでの R&D を推進する必要がある。

2. 光ネットワークでは、超多重化技術、光ノード技術、光ネットワーク技術、光源やアンプ、フィルターなど光デバイス技術などの研究開発が求められる。

また、ワイアレスネットワークにおいては、超多重化技術、低消費電力化技術、動画伝送技術、セキュリティ技術などの開発課題がある。

更にそれらの二つのネットワークを融合する ROF(Radio On Fiber)などのインターフェース技術が必要であり、それらを統合したユビキタスネットワークを実証的に研究開発してゆくことが望まれる。

日本において、光ネットワークとワイアレスネットワークの融合を率先して展開することにより、世界のデファクトを獲得することが期待される。

3. ユビキタスネットワークの実現には、システムやデバイスの研究開発に加え、コンテンツや活用方法の工夫がより一層重要であり、そのためには、実証実験を行いながら研究開発を進めることが望まれる。そこで、日本で最も情報ニーズが高い東京を中心とする首都圏を最適の候補とする。また、海外の主要都市とのネットワークも意識して実験に加える。そこにおいて、企業間、企業と個人間、学校や病院、ホットスポットと個人間など、様々な可能性が生まれることを想定して大々くりの参加者を巻き込み実証実験がなされることが有効と考える。

・産学連携から産学融合へのパラダイムシフト

1. 産学連携の考え方から一歩踏み出し、産学融合の考え方に立脚して研究開発の事業化を推進する。
2. 近年、産学連携活動が活発化しているが、それでもなお産業界と大学との間に大きな壁が存在し、それが大学の研究技術シーズの事業化にとってネックになっている。

例えば産学連携の最も進んでいる仕組みである TLO の活動を見ても、その多くは人材の知識不足と経験不足により十分な役割を果たせていない。また、TLO は中長期的にしか採算の合わない事業であるにもかかわらず、株式会社で設立し少額の資本金でスタートするケースが多い。その場合は、技術移転活動自体が、資金面での制約で動きが取れなくなっている。また、そもそも、大学と産業界では、技術事業化に対する意識や制度が全く異なるため、呉越同舟の状況になっていることも多い。

また、JST や発明協会、中小企業総合事業団などで、技術移転や知的財産権戦略のためのコーディネーター、アドバイザー、専門家などの制度が多く存在している。彼らの多くは企業で技術や事業化に関わってきた経験者が多くいる。ただ、この場合も、その制度上、技術移転については、客観的なアドバイスやコーディネーションに限定していることが多く、彼らが、実際のディールに深く関わり事業化を主体的に推進しているケースは少ない。

3. この様な状況を打破するために、大学や独法研究機関の研究成果をダイレクトに事業化につなげるシステムを作ることを提案する。そのための方法として、以下のようなことを推進することが求められる。

研究成果を出した大学や独法が直接事業主体として参加できるようにする。具

体的には、大学や独法がその企業の持分を直接的あるいは間接的に取得できるようにする。

大学は独法の敷地内に、その研究成果発ベンチャー企業の本社あるいはラボをおくことを認める。

大学や独法におけるこのプロジェクトの推進役は、事業会社からヘッドハンティングで持ってくる。報酬もインセンティブスキームを導入する。

そのベンチャー企業を支援する TLO やコーディネーターにも成功報酬を提供できるようにする。

これらのベンチャー企業の立上げを助ける経理、総務、知的財産権、マーケティングなどの支援部隊を身近なところにおいておく。

研究機関の近くに研究企業団地や工業団地を作り、いつでもコワークできるようにしておく。

つくば学園都市が出来て国の研究開発の中核地域になったが、残念ながらそこから具体的な事業化がなされていない状況を鑑み、これまで述べたような抜本的なシステム、事業化環境の構築を推進することが何にも増して重要なことと考える。

以上

ナノテクノロジー・材料研究開発推進プロジェクトチーム
専門委員 穴戸 潔

1. 選定の基準：

- これらの観点より、関係省庁『連携プロジェクト』として、国家的に推進すべき領域として以下の３つを挙げ、その内２つについての提言を行う。

医薬・医療機器 → 提言2

19

提言 1：燃料電池（FC）

1. 用途

下図の通り 3 つの用途に分けられる。

用途	マーケット規模（2010 年） (Yano Research Institute)	関連産業	要素技術
A:携帯端末用	440 億円	電池メーカー	電極（触媒、膜） や、燃料貯蔵など
B:家庭用据置き型	2,650 億円	電機メーカー	
C:自動車用	725 億円	自動車メーカー	

2. 現状及び今後の課題

現状

燃料電池分野では下記の点で日本が優位に立っている。

燃料改質技術の蓄積（ナフサの改質等）

電池技術全般の実績（日本が世界の Li イオン電池市場を独占、燃料電池車納入(世界初)等）

国民の環境意識の高さ（燃料電池の普及に追い風）

今後の課題

コスト（現状：一台数千万円（家庭用据置き型）。100 万円が目標）

耐久性（現状：数千時間。10 年が目標）

燃料（水素）供給の効率化

3. 必要な環境整備

A:携帯端末用 FC

- 規格統一の為に政府の協力

規格の分散による、事業効率低下を未然に防ぐ。

B:家庭用据置き型 FC

- 補助金制度（国から消費者へ）の充実：

一般家庭への普及を促進させる為には国からの補助金が不可欠。

- 規制緩和：

現状は家庭用小型設備でも火力発電所に準じた規制を受け、設置には種々の公的手続きが必要。（ただし、東西間での規格の統一等へは政府の協力が必要。）

- 電力買い上げシステムの確立：

各家庭が燃料電池への移行する動機として、家庭からの余剰電力の売電システムの確立が重要

- 国の電力政策との整合性：

既存の火力、原子力などの発電インフラが不良資産化する恐れがある為、事前の対策が必要。さらに、燃料電池採用の国策化や、具体的数値目標の設定にまで踏み込むべき。

C:自動車用 FC

- 規制緩和

現状は、高圧ガスに関する規制により、工業地区以外への水素ステーション設置や、燃料電池車のトンネル通行が規制されている。

- 補助金制度の充実：

普及を促進させる為には、国からの消費者への補助金が不可欠。又、公用車への積極的な採用も効果的。（民間企業へは、具体的数値目標を設定。）

提言 2：医薬、医療機器

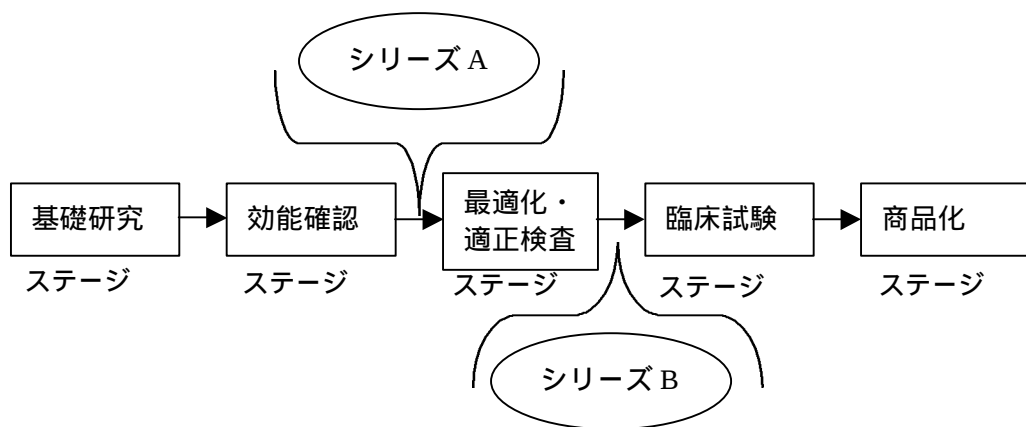
1. 用途

難病治療薬、副作用ない治療法や、それらの研究を加速する分析手法などの開発の為に、DDS(Drug Delivery System)や、ナノ医療用デバイスの研究が行われている。

2. 現状と今後の課題

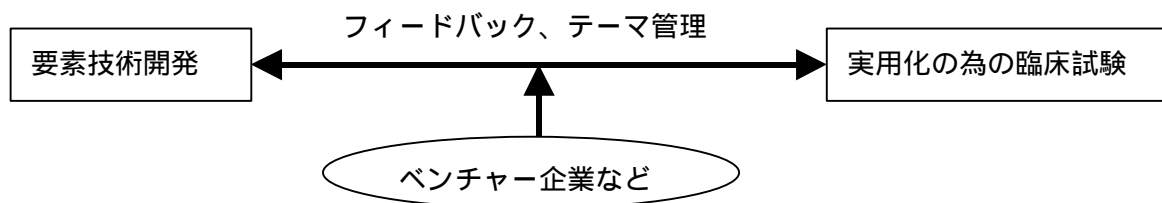
現状

要素技術開発を各社、各省庁がそれぞれ行っている（製薬会社、ベンチャー企業、文部科学省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省など）。
しかしながら、ステージ からステージ へ資金が上手く流れないのが最大の課題点（下図参照）。



今後の課題

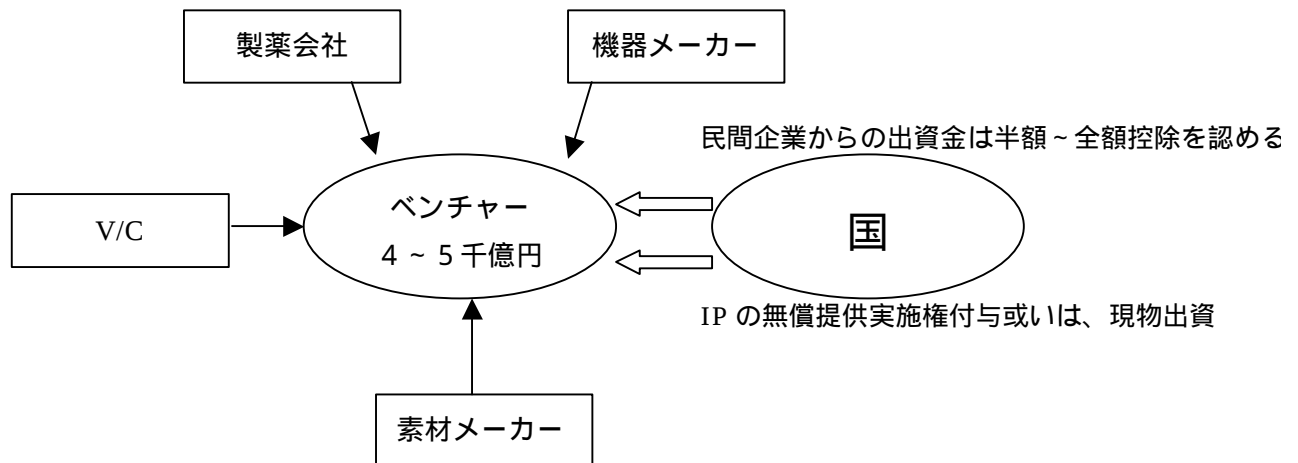
機動力のあるベンチャー企業などを有効に利用し、要素技術開発と臨床試験を積極的且つ効率的に行い、実用化を加速させる必要がある（下図参照）。



3 . 必要な環境整備

欧米との競争に勝つ為には、思い切った対応が必要。

→国策ベンチャー設立のシステム開発（下図参照）



100 億円規模の基金（応募制にし、透明性を高める事が重要）を造り、国が積極的に効能確認（ステージ ）及び最適、適性試験（ステージ ）を行う事も重要。権利は国と応募者の共有が原則。

一連のプロジェクトを高率的に進める為には、関連業種の集約など、“地域クラスター”の有効活用がポイントとなる。

第3回ナノテクノロジー・材料研究開発推進プロジェクトチーム会合用意見

田中一宜（産業技術総合研究所）

平成15年3月25日

1. 産業発掘の戦略目標は10年後に焦点。近未来の対応ももちろん必要と思うが、類似した各省の短期プロジェクトを束ねただけの「連携プロジェクト」では、産業発掘という高邁な目標達成は困難。5年、10年先を見通す努力と骨太の連携・融合プロジェクト（あるいはプログラム）のシナリオ書きが重要。
2. そのため、即効性が期待できる連携プロジェクトの議論を進めるだけではなく、より進化した各省連携による真に戦略的な今後の連携プロジェクトの作成プロセスを具体的に議論していただきたい。そのような連携プロジェクト（あるいはプログラム）のグランドデザインをどう描くのか、各省間の連携調整機能はどこがどう果たすのか、についてWGをつくれないか。米国でも各省連携は容易でないと聞くが、NNIについては、NSFを中心としたNSET（Nanoscale Science, Engineering and Technology）によるコーディネーションが高く評価されている。さらに全体を見通した戦略や調整を行うために、新たにNNAP（National Nanotechnology Advisory Panel）やNNCO（National Nanotechnology Coordination Office）の設置が、ごく最近、議会に提案された。日本が今後、少なくとも米国に肩を並べるためには、各省の連携調整を、質的に一層強化することが必須。問題は、その具体的な方法である。
3. 連携プロジェクトとして重要な領域については、以下を上げておく。
異分野融合に時間がかかるが実現すると新しい産業発掘が期待されるナノ技術として、日本の得意な「エレクトロニクス・材料技術」と「バイオ・医療技術」の融合分野、各種産業に共通の基盤であり国際標準化など戦略上も重要なナノ技術として、ナノ計測・加工技術（評価手法、分析技術の国際標準化、計測標準供給など。文科省の参加を望む）、公害先進国として国際戦略上重要なナノ技術は、ナノ環境エネルギー技術（モニタリング、有害物質除去、環境改善など提案されているが、水問題などの長期プロジェクトの可能性は）。
4. 融合と連携は、人材の流動性によって支えられる。たとえば、年金のportabilityや、退職金の一括管理など、流動性促進のための制度上の工夫に余地あり。

以上。

平成15年3月24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・材料研究開発推進プロジェクトチーム

座長 中村 道治 殿

意見書

京都大学 松重 和美

ナノテク・材料研究開発推進に関し、下記意見を申し上げます。

ご検討・ご配慮頂ければ幸いです。

1) 省庁横断プロジェクトの推進について

積極的に推進すべきものとする。単に重なりを排除するだけでなく、基盤研究から、応用・開発研究、そして事業化までをカバーするような(垂直統合的)な内容を総合科学技術会議のもと構築する事が望ましい。

その際、全体の研究推進プロジューサー的な人物を配し、ある程度の権限と責任を与えて、省庁間の壁を破ってプロジェクトを推進する方法等も検討されるべきと思う。

2) 今後、融合的に取り組むべき重点分野について

- 1) ナノテクの基盤技術としての評価・分析技術や装置の開発
- 2) 新規ナノプロセスや原子・分子操作法の開発分野
- 3) 次世代コンピューター; 量子コンピューター、分子コンピューター等
- 4) 環境対応ナノ技術

3) その他の提案事項

- 1) ナノ関連の商品開発・事業化に向けた試作工場等の設置
幾つかの地域拠点に設置、産学共同利用の促進
- 2) 産又は学主導のナノ関連産学連携プロジェクトの推進

以上、宜しくご高配の程お願い致します。

NTPT連携プロジェクトに関する意見

(財)大田区産業振興協会

専務理事 山田 伸顯

1.「連携プロジェクト」推進領域 MEMS

理由 産業化に結びつける実現性が高くなった領域であるが、具体的な事業としては今後の研究開発の課題が多い。

光通信や医療など多岐にわたる領域と関わり、関係省庁連携に適している。

中小企業が取り組む接点が多く、また可能性が高い。

2.研究開発を行うべき事項、現在の状況、今後の課題

超精密デバイスへの導入 計測技術

自動車の電子部品、コンピュータ周辺機器、バイオメディカル機器などの産業化は実現

より多様な応用分野を研究すべき

3.産業化を実現するための環境整備

広く産業界全体の認識を高めるため、MEMS技術の意義と可能性をPRする。

プロジェクト参加企業に対して開発経費等の助成により、リスク軽減を図る。

研究開発の支援を行う試験場などに対し、設備導入の補助を行う。

研究機関及び大企業の研究開発部門と中小企業の技術マッチングの機会をつくる。