

「ナノテクノロジー・材料プロジェクト会合」 （第2回） 議事概要

日 時：4月23日（月） 16：30～19：30

場 所：虎ノ門パストラル 新館6階 藤の間

出席者（敬称略）：

議員：白川 英樹、桑原 洋

重点分野推進戦略専門調査会専門委員：中島 尚正

招聘者：石原 直、井上 明久、小野田 武、亀井 信一、茅 幸二、
川合 知二、岸 輝雄、北澤 宏一、中村 道治、柳田 敏雄

○議事概要

1. 開会および初参加者の紹介

（配付資料の確認、初参加者の紹介。）

2. 産業界の取組・考え方の把握

（経団連のナノテクノロジー・材料に対する取組に関して中村委員より説明の後、議論。概要は以下の通り。）

【白川】説明の中でのライフサイエンス分野に占めるナノテクノロジーの割合が低いように感じる。

【中村】ライフサイエンス分野におけるナノテクノロジーの範囲を狭く定義している。ライフサイエンス分野におけるセンサー技術とか加工のみを考えておりタンパク質科学などは含んでいない。このためナノテクノロジーの割合が低くなっている。

【井上】説明の中で提示されたナノテクノロジー関連産業の我が国の市場規模というのは、我が国企業の生産分なのか、それとも輸入品を含んだ全消費なのか。

【中村】日本のGDPへの寄与が27兆円で、我が国企業の生産分である。

【井上】消費される金額で考えると輸入分が増えるために、ナノテクノロジーの需要はさらに大きいということか。また、国内生産分と輸入の比率はどの程度になるのか。

【中村】全消費で考えると、輸入の分だけ金額が増える。国内生産と輸入の比率は厳密に検討してはいないが、ナノテクノロジーの波及効果を考えると、全体で国内生産の倍程度になると推測している。

【中島】これからの社会を考えていく上で、循環型社会の実現に向けての対応が不可欠。こうしたことも含めてエネルギー・環境への配慮についてのトーンが弱い印象を受けた。ここでとりあげているナノテクノロジーに関する個々の研究開発がエネルギー・環境へどのように貢献するかは考えているか。

【中村】エネルギー・環境に対して、3つの切り口がある。一つはエネルギーシフトをもたらすような新規高効率エネルギー発生を可能にする材料の開発。二つ目が低消費電力を実現する材料開発で、ITの進展のためにも必要。モバイル時代には機器が低電力でなければならない。三つ目として、広く環境を取り上げた場合に消費型から循環型、あるいは工業製品

を長く使うため、循環可能、もしくは長寿命の材料をもたらす技術、例として自己修復型材料があるが、それについても議論されている。

3. 関係省庁の取組・考え方

(関係省庁の取組・考え方説明に関する説明の後の質疑。概要は以下の通り。)

(警察庁説明に関する質疑)

【川合】 放射光を使った研究を紹介されたが、放射光を利用したナノテクノロジーというタンパク質結晶のように長周期構造の解析もあるが、それはやられていないか。

【鈴木】 紹介したのは微量元素分析で長周期の解析は含んでいない。

【川合】 長周期の解析は放射光により初めて可能になった技術で重要なものである。そちらにも着目して頂きたい。

【小野田】 司法サイドなどの要求の高度化により分析手段がより先端的な科学を必要とするようになる。すべてを、自分の機関で行うのは困難だろう。アウトソーシングを積極的に考えて行くべき。例えば、他の研究機関との共同研究が重要になるのではないか。

【鈴木】 ご指摘のとおりと認識している。

(総務省説明に関する質疑)

【中村】 光通信の歴史を振り返ると、低損失ファイバーや、半導体レーザーといった要素技術が完成した10年程度後に、遅い速度の光通信で一応の実用化が始まり、それから、だんだんと今日のように早い通信に成長した。その経験からするとナノテクノロジーに関しても、要素技術の開発後10年程度で産業化のマイルストーンがないと、研究開発の継続が困難になる気がする。量子通信などで10年程度の実用化目標はないのか。

【松井】 昨年前半に専門家で量子情報通信等の研究会をおこなった。その時点での技術レベルと研究者数から技術開発に対するロードマップは作成できたが、産業化まで含めたマップはまとまっていない。研究開発のための研究開発ではなく、成果が出たらそれを実用につなげていくことが必要。今年度からの研究を踏まえて、その成果を実用化することを意識していきたい。

(文部科学省説明に関する質疑)

【柳田】 ナノテクノロジーという新しい研究分野を推進するのに研究費を重点的に投下することは重要だが、それ以上に人材を育てることが重要。人材育成の責任は文部科学省にあると思う。大学院生の教育研究環境の整備について意見はあるか。

【藤嶋】 チャレンジ型の競争的資金がポスドクの雇用に使えるので、研究者レベルではその活用が可能である。組織レベルでは今年度から振興調整費で、急速に発展して既存の組織では対応できない分野に対して、組織として新たな対応を計画することへの予算が用意されており、人材育成にも資すると考えている。

【岸】 個人の独創的研究や共通基盤技術に対する配慮が記されていたのは結構だが、そのレベルから実用化レベルとの間が不連続になりやすいので注意して頂きたい。

【藤嶋】 ご指摘の点は認識しており、今回の総合科学技術会議を中心とした改革を進めるた

めにも省庁を越えて、個人的な独創プロジェクトや共通基盤技術の成果を実用化していくための協力が必要であると認識。総合科学技術会議のイニシアティブを期待している。

【小野田】 競争的資金である未来開拓とCRESTを一つにまとめているが、これらは本来、性格の異なる資金であったのではないか。

【藤嶋】 ご指摘の要素はあるが省庁再編により融合して一つになる時に、多く存在している出資金による研究推進を整理せよという指導があり、整理した結果である。

【川合】 基礎研究と実用化のつながりに関して、通信総研などは基礎から実用まで一つの組織で行っており、組織により重点を置く研究ステージはあるが、そこを中心に基礎よりも実用化よりも研究分野を広げられる。文部科学省が示した図の横線はそこで研究ステージが切れているのではなく便宜的に図を見やすくしたものと理解しているが、それでよいのか。

【藤嶋】 ご指摘の通りで、図に横線はあるが、それは切れていることを示しているわけではない。下から上まで通してやるような研究を一つの研究所でやることは十分にあり得る。線は概念的な役割分担を整理するためのものである。

(厚生労働省説明に関する質疑)

【柳田】 厚生労働省は莫大なお金を医療研究に投下しているが、その金額の割にナノテクノロジー関連研究の金額が小さく、重きをおいていないように感じる。ナノテクノロジー関連研究への投資は将来的に増えるのか。

【本間】 投資が少なくなっているのはナノテクノロジー領域の定義の違いによる。タンパク質科学なども含めナノテクノロジーを広く捉えると、より多くの研究が行われている。それらをすべて紹介すると焦点が定まらないので、今回は技術開発的な研究に限定した。実際にはナノバイオロジーも含めてナノテクノロジー関連研究テーマは多い。厚生労働省以外が行っている研究も含めて、関連する研究成果を如何に医療の現場に活用するかが重要であり、その時に厚生労働省が何を出来るかを考えながら進めたい。

【柳田】 海外ではスタンフォード、オックスフォード、ペンシルバニア大学などでナノテクノロジーと医学を組み合わせる研究をやっておりNIHが資金を提供している部分もある。厚生労働省もこれから、ナノテクノロジーとバイオテクノロジーを結びつけるような方向にも予算を出して欲しい。医学と工学・物理の橋かけを推進して欲しい。

【本間】 ご指摘の点について努力していきたい。

【北澤】 厚生労働省の主張する競争力評価ではNIHが取組を始めたばかりと書いてあるが、NIHは既に大量の資金を投入して多くの研究を進展していないか。バイオマシナリやナノマシナリ分野の研究は、米国では盛んで日本は徹底的に遅れていると私は考えている。NIHの取組についての認識に問題はないか。

【本間】 NIHが大きな仕掛けをかけているのに対して、提示した資料で「こうやって頑張るつもりです」と申ししていると受け取って頂きたい。

【北澤】 私はNIHが徹底的にナノテクノロジーに取り組んでいると判断している。NIHの取組が本気でなくまだ日本は追いつけるという程度の認識だったら、それは甘いと思

う。あの書き方になったのは、文書上の問題か、それとも、N I Hの対応の進展に対する情報が足りないのか。

【本間】 両方の要素がある。不適切なところは訂正する。

【柳田】 N I Hで大きな予算が動いていることは事実である。しかし、ナノバイオロジーすべての分野においてN I Hが進んでいるわけではない。細胞という複雑で大きなシステムをきちんと研究する分野はまだ進んでいない。1分子計測や1細胞診断をN I Hが始めたのは昨年からであり、N I Hもまだ研究を始めた程度でしかない。しかし、こうしたテーマは世界中でやりたがっているものである。それに対して日本では個別に、N I Hより早くからこうした研究を行っているグループがあり、決して取り返しのつかない遅れをとっているわけではない。これらの領域を重点的にやれば十分にN I Hに対抗できる。

(農林水産省説明に関する質疑)

【茅】 ナノテクノロジーとして基礎的な部分を含み夢があることは理解した。しかし、テーマに対して予算が少なすぎないか。説明にあった水クラスターに関しても、化学者の間では研究の歴史が長く、解明が困難で大規模な研究が必要なものと認識されており数十億円規模のプロジェクトが動いている。このような研究に対して2千万円程度の予算で何ができるだろうか。単独で研究を進めるのではなく他省庁との共同研究が必要だと思うが、組織作りなどを考えているか。どうやって進めていこうと考えているのか。

【塩田】 本日の説明は農林水産省の研究所の中で考えていることを示したものの、実際の取組はこれから。共同研究が必要であるという認識は持っている。種子の発芽など農林水産省に独自な部分はあるが、研究の連携をこの場で皆様にお願ひするとともに、内部でも調整していきたい。

(経済産業省説明に関する質疑は特になし)

(国土交通省説明に関する質疑)

【岸】 国土インフラの整備に関して、将来的には新たなインフラ構築の必要がなくなるのではないか。そうなると既存インフラの寿命評価が中心になる。寿命評価とナノテクノロジーが結びつくかを考えて欲しい。

【山尾】 トンネルの剥落事故などから、ご指摘の点には着目している。近年建造された物のデータはあるが、建造後時間が経過して寿命評価が必要なもののほどデータがない。寿命の推定法も視野に入れて研究開発を進めたい。

4. 討議

(経団連と関係省庁の取組に関する説明全体を踏まえての討議、概要は以下のとおり)

【桑原】 各省庁の説明を聞いた範囲では、全体が多岐に渡っており、一言で言うと関連するような研究が独立にパラパラと行われている。総合科学技術会議はこれらの統括を行うべきであり、経団連予測の27兆円という市場規模の正確性はともかく、大きな市場があることは間違いないので各分野での重要性和国家的見地から見ての整理が必要。研究を①ピュアサイエンス、②ハンドリングする基本技術分野、③実用化レベルでのナノテクノロジーの活

用の3つに分けると、かなりの重なりが見られる。重なりをまったく無くすと研究の進展を阻害する面があるが、重複が多すぎるものは整理すべきであり、この会議ではナノテクノロジーの基礎から応用までの研究開発推進体制を議論して頂きたい。文部科学省が提示した資料の中に、文部科学省内に限定して、これに近いものが出ていた、これを国家的レベルで考える必要がある。

総務省の資料で日本が遅れているというものがあり、それに同感。国家としての研究開発体制の構築を議論すべき。その中で各研究レベルでの競争力について確認する必要がある。全てにおいて勝てるわけではないので、勝っている所と負けている所を認識することが推進戦略上重要。さらに、市場予測のデータも示されているが、経済上インパクトのあるところについては産業界と連携して日本として確保していくべき分野を決めることも必要。確保していく分野は、常に、勝ち負けをチェックしながら進めるべき。ご賛同いただけるなら、そうすめたい。

【石原】 ご指摘のように基礎から応用まで横断的な研究体制を組むことは重要。そこで、忘れてはならないのは、研究開発のリソースは金もあるが人が重要であること。ヒアリングに関する事務局要望には研究者数が含まれていたが、各省庁の説明で人数が明記されているのは2～3で多くのテーマは何人でやっているか不明。現場では研究者が足りないのが深刻な問題。ナノテクノロジーのプロジェクトをすすめるには、研究者の分布を明確にして議論する必要がある。

【小野田】 国家産業技術戦略においては技術を軸としており、実行組織がどこの省庁であるかという点は問題ではない。その技術をきちんと開発できるかが重要。本日の説明の印象として、技術を軸とした場合の各省庁のミッションが明確でない。それを明確にして、さらに石原さんご指摘の人の問題を組み合わせないと戦略は出せない。

【亀井】 ナノテクノロジーの研究開発に関しては従来のモデルが成立しない印象がある。従来は国の投資により公的な知的ストックが増え、これが民間を刺激し民間の活動が活性化するというインフラ型だった。ナノテクノロジーに関しては省庁の取組で知的ストックは増えそうだが、それで製品というゴールまで行き着くかは疑問。ナノテクノロジーに関して民間企業のコンサルタントをやっている印象では、ナノテクノロジーを進める上での難点は出口製品が見えないこと。このため、基礎から製品までのつながりを一企業で抱えるのが不可能という意識がある。同じ困難は国の研究にも当てはまり、知的ストックを増やせば出口が見えるというのは安直。ナノテクノロジーに関しては知的ストックより、技術の組み合わせにより新しいものを作り、さらに、技術移転をうまくやるシステム、いわば、知的フローを作ることが重要。例えば茅さんと柳田さんが結びつく新しいものが出来るというように。単に一つの分野や組織でのストックを増やすという推進の仕方は効率が低い。そういう意味で桑原議員の体制作りという意見に賛同する。

【茅】 ナノテクノロジーはナノサイエンスの応用であり、いろいろな分野の人が協力しないと負けてしまうということを認識すべき。ナノというのは科学の中でも新しい領域で、そこで、一つの原子やバルクでは見られない、新しく初めてのものが出てくるということが分

かってきた領域。それが、さらに応用に続くことが認識されてきた。分子研でも生物系との結びつきを始めており、基礎科学を含めて科学・技術の全体像を再構築しないとアメリカに負けてしまう。テクノロジーとして勝つことと、次の時代に輝く科学や技術を残すことをこの会議で考えて欲しい。

【川合】 産業と基礎とどちらが重要かの議論があったが、アメリカでは基礎をやっている、ベンチャーを巧く利用して産業化を実施している。これができるいないのが日本の弱いところ。この会議は日本全体としてナノテクノロジー・材料の研究戦略を決めるもの、この点から、今日の省庁説明を振り返ると、重なっているところやリンクージュすべきなのにしていないところがあることが明らかになった。ニーズ指向的なものと萌芽的なものを日本でどう結びつけるのが次のステップ。文部科学省が提示した研究ステージと資金の図は、文部科学省内のものだが、実用化レベルでは経済産業省のNEDOの競争的資金があるので、それをどのように組み合わせるかを議論すればよい。それには、科学技術会議のナノテクノロジー懇談会報告にあるマップと亀井さんの分析を取り入れてまとめればよいだろう。ただし、これらの分析には分野の大小のばらつきがあるので、まとめにあって、それは留意すべき。

【井上】 中村委員から出された市場規模予測が正しいとすると、総花的に資源を投入するのではなく、市場分野ごとの規模を参考に資源の分配を考えるとよい。それとは別に、文部科学省が将来を見越して、将来の日本における産業の「米」となりうる分野への投資を考えるとよい。

【北澤】 省庁間連携プレーの一つの方策として、ナノテクノロジーに関して、よりユーザーサイドにある省庁がナノテクノロジーに関する「戦略調達」を作ることが考えられる。研究者サイドからすると、そうしたユーザー側の省庁が戦略調達を考えていくことにより技術のマイルストーンができることに意味がある。米国ではDOD（国防省）が、その役割を果たしている。日本にその機能がないので、研究成果が商業化できるところまでいかないと研究が停止してしまう。日本でも厚生労働省や国土交通省が明確な目標の中に戦略調達を作ると、他の組織との共同研究ができるのではないかな。戦略調達に従って開発された商業化以前の技術をデモ的に使ってみるという観点も重要。スポーツでも直接オリンピックに行くのではなく地区大会やら国体があるのと同様に早い段階から多くの技術を競わせて、鍛えて行くべき。

どこまでをナノテクノロジーの研究分野に含めるかは問題。何故ナノテクノロジーの戦略を考えるかという、21世紀の日本のライフラインをどこにするかを定めるためである。ナノテクノロジーの研究成果の上に日本の将来があるから。半導体の工場を立ち上げるのに1ラインあたり500億円程度かかる。現在の日本のナノテクノロジー予算はその程度であるが、ナノ加工に関しては莫大な金を要する研究もある。半導体の工場を立ち上げる程度の数百億でナノ加工まで含めて研究を展開することは不可能。数千億円規模の予算があればナノテクノロジーをある程度広く捉えてシーズを含めて探ることが出来る。数百億ではかなり限定して研究をする必要がある。Inputとoutputとの関係、将来の影響の大きさを考えて投資規模を決めるべき。

【岸】 米国でナノテクノロジーに関して調査した印象では、ナショナル・ナノテクノロジー・イニシアティブという形でナノテクノロジーが取り上げられたのは製造業の復権を意図したもので、戦略で結果として基礎的な分野が重視されているのはナノテクノロジーが製造業の原点にあることが認識された結果という印象も持っている。日本において、科学技術基本計画にはあくまで「ナノテクノロジー・材料」と記してあるのであり、決して「ナノサイエンス・物質」と記されているわけではない。人間の役に立つテクノロジーと材料へ向かう方向であることを我々の検討では意識していかなければならない。

【桑原】 現在日本では500億の予算をナノテクノロジーに使っている。しかし、もっと使わないといけないくらい、ナノテクノロジーへの期待は大きい。どこに消えていったのかとか、研究に重なりがあると財務省に文句を言われて予算を削られてしまわないような裏付けが欲しい。それには、論理的な整理が必要である。現在ライフサイエンスは莫大な金を使っているが、ナノテクノロジーの方が将来的な効果は大きいと思う。皆さんと是非、ナノテクノロジーの重要性が分かってもらえるものを作りたい。

【川合】 米国をみても、ナショナル・ナノテクノロジー・イニシアティブの実質的なとりまとめをしたダンカン・ムーアは国民に分かるようにチャレンジ型課題として、非常に分かりやすいものを示した。最終的な研究の方向は基礎的なものに重心があるが、基礎研究がどのように国民生活に反映するのかを明確に示している。この会議も産業技術会議ではなく、総合科学技術会議の下にあるのだから産業へのインパクトだけでなく国民にも理解をして頂くことも考えるべき。

【柳田】 大学にいと石原さんのご指摘の通り研究をする人が必要ということが実感される。大学では学生を育てるのが大変。ポスドクやら学生の環境整備をどこかに入れて欲しい。ほとんどの国立大学では研究室は年予算500万程度ですべてをまかなっている。そのことを認識して人材育成にも留意して欲しい。

5. 次回会合について

【白川】 本日頂いた議論をもとに次回以降で戦略の検討を行いたい。
(事務局より次回会合に関する連絡)

6. 閉会