

「ナノテクノロジー・材料プロジェクト会合」（第3回）議事概要

日時： 平成13年5月17日（木）16:00～19:00

場所： 合同庁舎4号館 220号会議室

出席者（敬称略）：

科学技術政策担当大臣：尾身 幸次

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：池上 徹彦、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、

榭 裕之、中村 道治、柳田 敏雄

議事概要：

1. これまでの議論経過について

【川合】資料2について今までの議論との対応がとれていない面がある。産業に対するインパクトが重要なことは認識しているが、国民に対する科学という面の重要性も前回の討議で申し上げており議論の題材として加えていただきたい。

2. 重点領域設定の考え方

（事務局による資料4「1. 重点領域設定の考え方」説明の後議論。）

【岸】重点領域設定の考えの基本が3点あるのは理解できる。しかし、それらは科学技術基本計画の大きな3つの論点とずれていないか。基本計画は、知の創造、国際競争力、安心・安全で質の高い生活を唱っているのだが、提示いただいた重点領域設定の考え方には、国家安全戦略の4つにまとめたものが入っている印象がある。科学技術基本計画と乖離があるのではないか。

【事務局】科学技術基本計画にはご指摘の3つが入っているが、基本計画15頁の重点化の章を見ると、第1点として基礎研究の推進があり、その後国家的課題に対応した研究の重点化が記されている。ここでは、15ページ冒頭部分にもあるように、経済発展、国民の安全という国家的・社会的問題が指摘されており、議論の発射台としてはこの点から始めて「基礎研究の推進」で取り上げている基礎分野とは別に、国家的・社会的課題対応で重点化をするようになっている。今回の論点もこの部分を意識している。知的資産の増大は当然のことと了解している。

【岸】最初の大項目である知的資産の増大ということが全体に通じる部分が薄いような印象をうけるので、それを忘れないでほしい。

【茅】科学技術会議としてナノテクノロジーをどうとらえるかの理念を最初に取り上げるべきではないか。事務局の示した理念を否定はしないが、もう一つの知の創造という部分が忘れられている。知の創造が重点領域設定の考え方に示された3つの理念に反映しているから、改めて書く必要がないとは理解できない。ナノの領域はサイエンスとの密接なリンケー

ジが必要で、それを作るのがこの場の役割。最後に重要な応用があるのは望ましいことだが、知の創造は非常に重要なポイントである。

【池上】今、何故重点分野について推進計画を考えているのかを意識すべき。研究開発の重点化は「科学技術のすばらしさ」を更に発展させようというものではない。この金のない時代に大きな金を投入するには重要な意味づけが必要。ここでは、あえて具体的にどのような分野に金を投入するかを議論すべきである。

【岸】社会的に重要なのはナノテクノロジーでありナノサイエンスでないのは理解している。しかし、この領域はサイエンスをきっちりやって初めてものになるという領域ではないか。

【池上】御指摘の点については、「重点領域設定の考え方」において了承され既に反映されていると思う。

【岸】私には反映されていないように感じられる。

【池上】私は個々の内容については文句があるが、ここで要求されているのはあくまで「どこを重点化するか」である。このことに関連して、事務局提示の技術マップをみると、通信や環境やライフなど多様な分野があり、ナノテクノロジーというまとまりはないのではないかという気がする。そういったことを討議すべきではないか。

【岸】知の創造に対応することが含まれているから問題ないという意見は了承するとしても、引き続き材料をどうするかの問題が残っている。科学技術基本計画においてもナノテクノロジーと材料とは分けて記述している。しかし、この資料での取り扱いは、両方をまとめた形となっており、それが全体の見通しを悪くしていないか。

【白川】ナノテクノロジーと材料については前回も問題になったが、ここではまとめているということでご理解を頂ければ幸いである。

【川合】基礎と応用の関連については議論が科学技術基本計画にあり、ここで改めて議論する必要はない。しかし、この「考え方」では後半に基礎科学に一定の資源を配分するという記述になっているが、カーボンナノチューブのように基礎科学の成果が急速に重要な応用分野になる例もあり、そのような重要なものが出現することを意識して萌芽的研究に関する記述は後ろではなく最初に記すべき。

【小野田】ナノテクノロジーと材料の関係の問題についてだが、これまで材料についての戦略が結局はできなかったから混乱があるのではないか。化学系材料屋にとって、ナノテクノロジーは、従来から物質を扱う時に用いていた概念であるので、両者の間に区別はなく、何ら抵抗はない。それに対して加工を中心とする方にはナノテクノロジーと材料の間に乖離した印象があるのかもしれない。

事務局の技術マップに「製造技術は産業界任せでいいのか」という論点があった。製造技術の研究開発は、やはり、産業界に任せるしかないと思う。ところで、製造技術には商品化技術があり、これが日本の強みのもと。これまでも、泥まみれの過程で消費者からのフィードバックを通して新しい開発が行われた。しかし、これでは、開発の効率が悪いために、産業界においてそれが許されないような状況になってきた。そこで、国は共通基盤技術として、商品開発技術に資する標準的評価手法や材料標準作成に力を入れるべきである。

【北澤】基本的な部分が一番重要な問題であり、「重点領域設定の考え方」は軽い論点ではないので、適当に妥協すべきではない。示されている3つ考え方の1番と2番は科学技術基本計画に書かれているので問題ない。3番目は記されていないので、これは外すべきではないか。その代わりに科学技術基本計画のコンセンサスが入るべき。

次の段階としてナノテクノロジーの特殊性が何かを考え、それにより、重点化で何をすべきかを考えるべき。

論理構成の一つのたたき台として資料を用意した。まず、国家的社会的要請は、我が国が資源がなく信頼性の高いハイテク材料技術に支えられた工業製品の輸出に依存している国であることを前提にすべきである。その上で科学技術基本計画の3項目を基本として、それを実現するナノテクノロジー分野の特殊性を検討して重点戦略を立てるべき。基礎とか応用といった個別の問題はその後ではないか。

【池上】「セキュリティー」という項目が唐突に出ているという指摘があったが、基本計画の項目にある「安全」という言葉の中にセキュリティーの概念が既に入っている。また、基本計画15頁にもその旨記述がある。基本計画の情報通信分野の記述の議論においても、表だって記されていないが「セキュリティー」対応の必要性の議論をした。

【北澤】「セキュリティー」の重要性には同意するが、セキュリティーは国家産業競争力と同列に並べるものではないと考える。我々が考えるべき3つは基本計画に明示的に記されているものである。

【池上】「安全で健康な生活」という書き方なら問題ないのか。

【事務局】事務局としては、池上委員のご指摘のように、この「セキュリティー」については、科学技術基本計画の「我が国が目指すべき3つの国の姿」の中では「安心・安全で質の高い生活のできる国の実現」に対応するものとして捉えている。その上でこの分野において特に取り上げるべきとして3つ目の項目として入れている。

【北澤】安全という言葉セキュリティーという言葉で置き換えた瞬間に、安全に含まれていた多くのものが失われる。ここでは、まだ安全という言葉を残すべきではないか。

【亀井】重点領域の考え方に関する議論は重要である。ナノテクノロジーは、基礎研究と工業化が非常に近い部分であり、最初に基礎と工業化のつながりを議論すべきではないかと考える。

【川合】個別の項目ではなく基礎と応用の関係に論点を絞るが、ここでは萌芽的研究について、上に記された応用と別にして記されているのが誤解を招く。ナノテクノロジーは、基礎と応用がリンクする部分が多いので、基礎的、萌芽的な部分を巧く残すべきである。これが失われると、ある目的に対応する研究のみになり、萌芽的で重要なものの芽をつぶしかねない。

【白川】基礎と応用が近い分野であることは確か。しかし、萌芽に含まれているものが、時間をかけないと応用が見えない部分もある。ナノテクノロジーとナノサイエンスをわけると、ナノサイエンスは萌芽に含まれると思う。そこが欠如すると厚みがなくなるのも確かである。基本計画との関係も含めて、事務局で再調整して次回に諮ることとしたい。

3. 重点領域の選択

(重点領域の設定に関する事務局説明の後、議論。)

【桑原】プロジェクト会合の議論はこれからも継続するが、5月23日の重点領域推進戦略専門調査会にナノテクノロジー・材料分野の中間的なとりまとめを提示しなければならない。ナノテクノロジーは重要な分野であり、この分野に金を投資していかねばならないというのは、ナノテクノロジーの特殊性や将来の楽しみをあげれば説得力はあるかもしれない。現在でも500億円程度投入されているということで、結構使っているという意識を持つ人もいるだろうが、きちんと考えて説明すれば大丈夫だと考える。

しかし、お金を投入する以上は出口論をきちんとやって投資効果を見極めなければ無責任な話になる。だから、出口の話を中心にやっていただきたい。米国の動向にも依存するが、製造技術の革新も一つの出口だし、マイクロという領域から新産業分野がでてくるのなら、それも出口となる。しかし、いつまでに、どのくらいという目安がないと、説得力のある主張ができない。だから、是非出口の議論を詰めていただきたいと考えている。

【川合】重点領域の選択は、具体的な方向がまさに国民に伝わるところなので、きっちりわかりやすくすることが必要。出口の議論も重要であり、私が持参した資料のキーテクノロジーに示したように「人に優しいIT」がナノテクノロジーにより実現可能であることを示せば国民に理解をえられると考える。人に優しいITを実現するための技術をつめていくと、トップダウンとボトムアップと言う概念に行き着く。これらは技術用語であるが、こうした技術により国民に使いやすい物を作れるという論理ができれば、国民にわかりやすい重点戦略ができるのではないかと。

事務局の考えの問題点を指摘すると、ナノテクノロジーと材料が出口のところの重要な目標にどうつながるのかが抜けているところ。例えばITに関しても最終的な応用の面から考えていない。このためナノマシンがいつの間にか抜けてしまうようなことが生じている。他の重点分野でも、最終的な重要な応用を意識して必要な技術を考えているので、ナノテクノロジー・材料に関しても委員に最終的な応用目的として何が重要かの意見を聞いてまとめる必要がある。

(尾身大臣登場。議論を中断し大臣より挨拶。要旨は以下の通り。)

総合科学技術会議においては、大車輪でいろいろな検討をいただいております。この中でナノテクノロジーは重点化して研究開発に取り組むべき4つの分野のうちの一分野となっている。こちらにくる前も、自民党においてもナノテクノロジー議員連盟を設立しようという動きがあり、私はその幹事長を務める予定だったが、このたびの組閣で科学技術政策担当大臣として直接の担当となった。

ナノテクノロジーについては、いろいろな方から聞いている範囲では、我が国が米国よりも進んでいる部分もあるきちんとした戦略を立てないと負ける可能性があるということで最重点分野とした。政策的にいったい何をしたいかということについては、政治の世界ではまだコンセンサスになっていない。そういう意味で委員会で御審議いただき、プロの皆様からの御意見をいただいた上でこの分野の科学技術発展に全力を尽くしたい。皆様のいろいろな面での助言を期待している。

今後とも、時間の許す限り委員会に出席して勉強して本当の意味での判断能力を付けていきたい。その上で、皆様の結論を政策にしっかり反映させたい。

【中島】 出口論をつめると製造技術に関連するところが大きい。製造技術という観点からナノテクノロジーを考える必要がある。商品化という観点も重要。また、イノベーションをどうやって産業に結びつけるかも重要。ここでのナノテクと製造の観点と製造の方からナノテクをどう扱うかも議論していただきたい。議論の内容を推進戦略にも反映することを希望する。

国際競争力、安心・安全という観点も重要で、これらを配慮した表現にすべき。たとえば、計測評価技術という中に「人工物の大量合成」ということがあるが、安心・安全に関連してこれからの社会モデルとして循環社会を検討しており、そこでは大量生産・大量消費・大量廃棄をはずす方向が検討されている。この大きな流れに対して上記の記述は逸脱していないか。

【白川】 人工物はナノテクノロジーの内部の話で一般的な大量生産とは異なっており、誤解されている印象がある。

【中島】 ナノテクノロジーの内部における意味は認識しているが、一般的には誤解を受けるということで、敢えてそうもとれると申し上げた。

【中村】 IT関連のプロセス開発は、非常に重要で緊急。その中で特に半導体プロセスを取り上げているが、IT技術は情報記録やネットワークと対になっているので、ストレージ、ネットワーク関連も同じだけ重要と考えていただきたい。5年から10年の産業かと10年から20年を分けると、2番目のカテゴリーは20年経たないと何も出てこないという印象を与えかねないが、これはチャレンジングなもので3年後によい製品ができることもある。そこを分かるように記述して欲しい。

【池上】 ナノテクノロジーは観測技術と加工技術がナノまで及ぶことになったのでいろいろなことができるようになった。ナノテクノロジーの中で、科学技術基本計画には書かれていないが全体に影響するという意味でナノの加工とか観測はやらなければならない。出口の議論については、出口より方向を定めることが重要という印象がある。かつてのベル研を例に

取ると基礎研究はみんなやっており、学問的に高度な成果も出しているが、その研究は、ノーベル賞目当てではなく、基礎研究ではあっても通信への応用を明確に意識したものだ。ここでの議論について、川の流れていうと、大きな土手をどのような幅を作るかということをはっきりさせないといけない。問題は土手にそってどこに出るかということを考えていくと、それが例えばITであると考えられる。情報通信分野における検討とのオーバーラップをどうするかという論点があるが。

あと、基礎研究についていうと、いろいろな議論があるが、基本計画を策定する段階では、uncommitted research を基礎研究と呼ぼうと整理してきている。関連してあとで混乱しないように申し上げると、産業界のmake money の話とコンセプトの話に分けた方がよい。Make money の話は産業界に任せて大学の先生は考えないでよい。むしろ、make money のもとになる技術をやっていけばよい。中村さんの言われたことに関連して、産業界の urgent issue を1～2年で解決して欲しいような課題があった場合にそれを大学側でも拾うような仕組みがあってもよいと思う。これはナノテクノロジーでやるのか、ITとかバイオでやるのかは議論がある。時間軸で課題の緊急なものとの先のものに分けて、それぞれに対する対応策を検討すべき論点がある。

【岸】分類については、アンケート等により委員の意見を取り入れるべきである。ナノテクノロジー・材料に関しては、基本計画に明確に記述されているが、ITやバイオの基盤となるナノテクノロジー・材料があるという書き方になっている。全体を支える基本的なものとしてマテリアルがあることを認識してまとめるべき。

【井上】重点領域として提示された7項目に関して岸委員からも指摘があったが、材料の観点からみるとこれらの項目に関して具体的な内容が見えにくい。次世代半導体プロセスについても、半導体そのものの開発とプロセス開発は異なっている。IT分野でも議論されており、そのあたりの関連のあるやなしやという点もある。材料の役割が見えにくい。また、次世代のメモリーについても材料関連で外国に先手をとられると、次のステップがないようなurgentなところもある。そうした緊急性のあるものをはっきりさせてほしい。

アメリカではナノ制御された材料を産業スケールで大量に作成する技術に注力しているという話がある。この製造技術は重要である。重点領域の選択にはこのあたりの仕掛けが明確に示されていない。ここでは加工技術は微細なものの中で、ナノレベルで制御されたものをスケールアップする技術開発が必要がある。

この場では細かい例についての発言には制約があるので、討議を進めるに当たって自由な意見を取り入れる仕掛けを考えて欲しい。

【石原】重点領域の選択の中で次世代半導体プロセスと書かれると違和感がある。技術マップとの対比で情報記録などが欠如することになる。半導体プロセスでは狭すぎる。重点領域に関しては(a)～(e)までは出口(対象物)を並べて(f)と(g)はそれを支えるものにするとうわりやすくなるように思う。

【事務局】情報通信でも議論をしているが、「推進戦略の論点」6頁に示したように、次世代半導体プロセス開発は5～10年に、量子コンピュータ10～20年先としてとして、代

替は10～20年先という設定になっている。このようなスパンでナノテク・材料の推進を捉えていくことでよいのかということについて後議論頂きたい。

【白川】和田審議官の提示された論点についてご意見があればご討議を頂きたい。

【榊】時間の問題は考え方によりどちらにも取れるものが多い。有機物質の基礎的物性研究と、有機物を応用したディスプレイ開発を考えるとディスプレイ研究開発は激しく進展している。しかし、次世代のディスプレイを考えると基礎を深く研究する人がいないと先には進めない。テーマ毎に年数を示してしまうと、抜けてしまうものがでてこないか。また、人材育成を考えると長いスパンがあるものもある。主として5～10年と10年～20年にターゲットがあるという言い方が7割程度なら問題はないが、それとは別に3割ぐらいは時間軸に縛られないものがあるという認識が重要。

【川合】時間軸に縛られないリニアモデル的でないものがある。ナノバイオで10～20年と記してあるものも、現時点で考えると、その程度のスパンが必要という認識で分類されているが、目標、出口、方向性を考えたときの目安的なものと理解すべき。その研究過程で思いがけない応用が展開することも念頭に、ばらつきがある中でおおまかにこの程度ととらえていくべき。ナノバイオに関してバイオチップが欠落しているが、これはナノテク関連で有用な物が1～2年で出ることもある。各領域でロードマップを議論する必要があるので、マップの項目についてアンケートをとるなどして、よい方向で進めるべき。

【茅】時間軸に関しては産業関連では重要。しかし、時間に対してルーズなファクターを入れることも重要。分子研では基礎研究の中から生体酵素を少し変えると医薬になる例がでてきた。それが数年後か20年後に医薬になるかはわからないが、単純な時間軸で語りにくい。こういうものを時間軸とは関係なく取り上げていただければと思う。また、マップには神経伝達物質が入っていないが、アメリカが研究を集中しており数年後には重要な発展がある可能性がある。そのときにマップに無かったとってあわてて加えるのは見苦しい。時間の不確定性は大きいですが、本当に重要なテーマに関してアンケートをとってマップに入れるべき。時間軸を決めたからといって、実際にできるわけではないし、それですべて国民が納得するわけではない。

【桑原】いまの点について色々な可能性があるときに、いつも話は可能性でとまっていて、どのくらいのボリュームになるのかという議論がぬけている。やはり政府からみると投資をしてどのくらいのリターンがあるかを考えなければならない。政府からの投資によらないものは時間軸が欠けていてよい。たとえば半導体を考えると、MIRAIとかあすかプロジェクトが走っていて、それも5年でどうすすめるかを考えなければならない。やはり、ボリューム感のみえるイメージを時系列的にとらえていく必要があるのでアンケートについても、その辺を評価して欲しい。

【柳田】10年、20年で何をするのかをきっちりすべきという議論は分かる。しかし、ナノテクノロジーを発展させてどういうものを作ったらよいかは分かっているのかという問題

がある。企業の研究所の方から、このような技術マップに記載されているような内容であれば国民に必要とされていることが分かっているのなら開発を進めるのに迷いはないが、本当に国民がそれを望んでいるかが分からない、それ以外に何かあるのではないかということと言われる。現在、国民は科学技術に必ずしも肯定的ではなく、これ以上便利なものはいらないというセンスすら持っている。国民が望むようなものを見据えて考えるべき。一例として、人間に優しい機械は生体を持っているメカニズムで働いている機械ではないかということがある。それを作る手法として生体メカによる機械が候補となる。最近読んだ本にバイオロジーはエンジニアリングそのものだという指摘があった。つまるところ、生物は40億年で精密な個体までアSEMBルするようになったというのである。それを模倣できれば、新しい展開が可能かもしれない。ナノバイオロジーはナノテクノロジーを使って生物のメカニズムを解明するものではない。生物は、40億年かけてナノ物質を構築しアSEMBルするナノテクノロジーを持っているので、それを習得することだと考えており、その先に人間に優しい技術がある可能性がある。

【北澤】バイオ的領域が問題になっているので、私はナノテクを5種にわけて定義した。1点目はトップダウン型で半導体集積産業に関わっている人が日本を守るために10年のスケールでやることである。それに対するボトムアップ型の研究は化学系の研究の中にあり、この中から新しい物が出てくる可能性がある。ナノ（構造制御）マテリアルは超鉄鋼など、ナノを制御することにより何か新しいものが出てくる可能性がある高機能材料。ナノサイズマテリアルはナノチューブなどの領域である。それぞれの領域に2つの大きさの違う丸を記したが左側は必要な投資額、右側は必要な human resourceを示している。重点化に当たっては、トップダウン型に多くが投入されることになる一方で、ボトムアップ型は多くの研究者がいることにより成果が得られると考えている。

一方、出口からの分類を考えると、「重点領域の選択」に示された(a)～(e)の項目は同列ではない。わかりやすく言おうとすると同列でなくなるのかもしれない。学問的なレベルで同列にするか出口からみてどうれつにするかという問題はあるが、同列に合わせた方がよいと考え事務局案とは精神は大きく異ならないと思うようにまとめた。出口の一つはナノを目指す領域でこれは実はナノではないが、ナノを目指すのでここに入れた。2つめが、将来の応用のために基礎を詰めなければいけないような部分で、3つ目が分子素子。これにバイオをいれるかを考えたのだが、ナノテク・材料はあくまでも応用を意識したもので、ナノテク・材料という言葉にバイオマテリアルをすべて含めるわけではない。そこで、環境・エネルギー・社会基盤・バイオマテリアルに使うバイオ材料関連という部分と基盤的な計測・加工という区分にした。バイオをどこまで入れるかだが、ナノバイオはまだ可能性でしかない基礎研究のレベルで、ナノテク・材料のレベルになっていないと考える。図の終わりの方にナノサイエンスなどがあり、ナノバイオは当面はそこに入ればいいのではないか。現状でSF的なことをあまりナノテク・材料に入れなくて良いのではないか。

【池上】20年10年の分類の話だが、リスクがどれくらいあるかを考えた見方があり、それを時間軸に展開して10年20年というものもある。また、基礎、応用を10年20年に展開するのもある。この点に関しては、リスクという発想で考える方がよいと思う。ターゲットはどんどん変わっていく。ムービング・ターゲットであるにもかかわらず、10年20年

と固定的に考えていくのはおかしい。ナノテクノロジーで米国に負けるという議論があるが、米国のように基礎研究をやりながら応用をも考えていて目線が高い研究者がリスクの高いことをやると1/1000でしかできないようなリスクの高い研究成果がぱっと生じることがある。そこで負けるのではないか。この点をどうするかを考えなければならない。そのようなマネジメントの方法で考えていった方がいいのではないか。

【白川】皆様からのご意見を集約するために議論が集積しやすい形でのアンケートを事務局にお願いしたい。

【桑原】マップは、前回、各省の取組として各省が示したものを入れたもの。したがって、抜けているところや重なっているところが多いのだが、これが、現在の実状である。これは民間が入っていない。これを見ての判断も入れていただきたい。この作業結果を次回に集約するのは不可能なので次々回となると考えている。スケジュールを考えると次回に中間とりまとめをして、その次の6月にもう一度ブラッシュアップすることとなるので、技術マップを見ていただいて、そのときに検討したい。

【川合】作業途中の仮のものが公開されて一人歩きすると心配な面があるので、本当に簡単でいいのでアンケートを急いでとってでも、反映するような道を考えて頂きたい。

【事務局】技術マップに抜けているところ、材料分野等でやるべきことについて、メールでも結構なので、明日にでもいただきたいと思う。

【白川】時間の制約があるが宜しく願います。

【池上】ナノテク・材料についてナノテクに軸足をおいているが、逆に「材料」を切り離れた場合にはうまくまとまるのか。

【岸】ナノテクがはやりというか全盛で、材料研究者もナノテクに流れ研究資金がナノテク500億円に対して材料が100億円と言われるような状況もある。分けて考えていただきたい部分がある。エネルギー・環境利用材料や、安全空間創成材料というところでもまとめられる。最初から、ナノテクノロジーの中のナノマテリアルという部分と離れた形での材料というのがないとまとめられないのではないかと考えている。

【事務局】環境・エネルギー分野に対するナノテクノロジーの寄与についての議論が活発に行われていないが、これらは今日的な問題であるので、それについてもお考えいただきたい。

また、ここまでの議論では基礎研究についての意見が多い。今回のとりまとめでは別になっているが、「基礎研究」には競争的資金の割り当てがあり、この額は基本計画においても2005年までに倍増されることになっている。基礎研究に対する資金もそこで十分に手当てされていると考えていただきたい。

【桑原】 ナノとゲノムに関して米国はスパコンでゲノムを扱おうとしているが、日本ではコンピュータ利用のナノ研究が遅れている。例えば、材料開発に関して実験をやらずに数値解析ができる例もあると聞く。このような分野で日本が遅れをとると、材料開発のスピードで欧米に負ける。そうなるから、材料開発用のスーパーコンピュータが欲しいと言われても手遅れである。コンピュータ利用に関しても是非追加して検討していただきたい。

4. 「推進方策」について

(「推進方策」の部分について事務局の説明の後、議論。事務局説明の間に大臣退席。)

【榊】 資料4の7頁に推進方策として示されている4つとも重要であるが、ナノテクノロジーの成功には特に2と4が必要。ナノテクノロジーと産業界のニーズの両方が分かる人がいるかで成果の発展が異なる。現在雇われている研究者をどう活用するかも重要だが10～15年先を考えると、今の学生をどうやってスケール大きく育てるかが重要。今のように浮き足立って就職活動をしているようでは駄目。

推進方策に関する質問として、競争の活性化が方策に取り上げられているが、これは、研究の活性化が目的か競争それ自体が目的か。

【事務局】 競争を通して研究の促進を目指すことを意図している。

【川合】 推進戦略に関して、何人かの委員からも話を伺ってまとめたものをもとに申し上げると、投資額に関して、具体的に科学技術予算全体の5%にするとか、ナノテクノロジー関連予算を当面は前年比で毎年50%UPするなど、国民に見えるような指針を議論して頂きたい。

方策の2)と3)はシステムに関する内容なので研究組織で軸足を保つのか、組織間で融合するのかなどで研究タイプを振り分けられるか議論して頂きたい。また、リスクという観点からの議論は重要。リスクがないものとか、リスクがあるけれども短期的にも何らかの成果が出る可能性があるものを明示的にすべき。組織を分けるのは良くない面もあるが、特徴や得意分野があることも意識すべき。また、多くのお金を使うので、評価をきちんとすべきである。

【茅】 前から、異分野間の交流が少ないということを知っていた。2)で研究者間の融合の促進が方策として示されているが、具体的にどのような方策を取ればよいのかが分からないと困ってしまう。例えば、分子研では東北大金材研、東大物性研、京大化研などとスーパーコンピュータを接続したネットワークを構築して共同利用をやっている。この提案をまとめるのにすら1年以上かかった。物理と化学は理学の中なので近いように感じるかもしれないが、その融合にもこんなに時間がかかっている。理と工はもっと分かれているので、ナノテクノロジー関連プロジェクトを作るときに強制的に幅の広い人材を入れる制度を作らないと融合は困難ではないか。

【小野田】 推進戦略というのは重点領域が選択されて、それを推進するという形態であるべき。ナノテクノロジーに関しては、半導体プロセスのようにフラッグシップ型の研究領域では目的も手法も定まっておリ分野間融合は必要ない。これに対して萌芽的な部分では融合が

重要である。ところで、萌芽的な部分に関して川合委員はリスクと言われたが、萌芽的研究にはリスクの概念が当てはまらないのではないのか。それより萌芽的な研究の成果を産業化に持っていく3)の部分の欠落が多いのが現在の問題。

【亀井】推進戦略はナノテクノロジー・材料の特殊性を反映させるべき。これらの分野の研究は基礎から応用まで幅広く分布している。そして、カーボンナノチューブや光触媒の実用化過程を検討すると基礎知見の発見から数年の間に実用化がなされている。実用化に対してスピードが要求されることを認識すべき。また、異分野の融合は重要であり、それが生きる方策が必要。産業界には特にスピードと産業化を意識して欲しい。

【岸】競争があれば全てが良いわけではない。国内のみで世界的には二流の研究チーム同士が競争しても世界では勝てない。海外の研究者も入れることも考えるべき。次に、2)の方策は必要なものであり、これまで欠如していた。最近筑波でいくつかの独立行政法人間での会合をやった。この会合は評判がよかったのだが、筑波に多くの研究施設が集まってから初めてのことと言われて驚いた。3)が一番重要。しかし、技術移転に関してはこの5年間である種の仕組みは整備されてきている。4)の人材育成には本当に重要なことが残っている。研究者の活性化が必要でサバティカルを導入するとか米国の大学みたいに年間9ヶ月分の給料で残りの3ヶ月を自由にするのかなどを考えるべき。大学が良い人材を育てないのが問題。また、日本人だけでは不足。1)と4)で国際的な視点を入れるべき。5番目に川合委員御指摘の評価を入れるべき。さらに6番目にネットワーク(データベースを含め)が日本は非常に遅れており、これを入れるべき。

【桑原】技術のユーザーと書くと、この技術を使う全ての人を評価者に入れなければならないとの誤解を受けるので、そこは書きぶりを考えるべき。

【榊】異分野の協力も含めてだが、日本にある分野の優秀なチームが3つあるとして、その中でナンバー1を選ぶと残りの2チームが干上がる危険性がある。国としては3つくらいのチームが競う方がよい場合もある。米国を見るとファンドを審査の過程でリファインする精度があり、チームを融合すると有利になる点もある。このようなことも考えていただきたい。

【川合】言葉の問題だが、競争に加えて「協調」も入れればご指摘の点が入ると思う。

【井上】科学研究費でいうと、個人研究のものと、特別推進研究と特定領域研究のようにグループ研究的なものを巧く使い分けるべきではないか。

【白川】今までは、一人のボスの下に多くの研究者がぶら下がっているような場合が多く、資金が結局どこに使われたかが分からないという欠点が指摘されており、それを改めようという方向になっている。結果としてまとめた方がいいかということ判断するのは難しいし、人手もないし時間も限られているので、方向として打ち出すのは難しいかもしれない。提案としては非常におもしろいと思う。

【事務局】競争的資金への応募に関して、米国では応募する前からグループ間で協調して応募することはあるのか。

【榊】NSFに関しては、出された応募の可否判断をするのみである。それ以外の組織では、まず研究課題に関するホワイトペーパーを出して、それに対する応募が集まった時点で、それぞれのグループのヒアリングをやり、この過程で、グループ間の調整や棲み分けをやってプロジェクトをまとめることがある。

【小野田】競争的資金というと応募に対して可否判断をする単純なグラントを思い起こしがちになるが、いい仕事ができる人は限られているので、戦略的なテーマのもとに人を募りしめるべき協調的グループを作る形が必要かもしれない。

【桑原】スケジュール的に差し迫った14年度概算要求に向けて対応するものと、より長期的に科学技術システム改革にも関わる論点がある。ここまでの話を伺っていると、ナノテクノロジーの分野は、この「システム」に関連する問題を言いやすい典型的なものを含んでいる。これをまとめるとよいと思うが、短い時間にやる必要はなく、事務局として考えて、時間をかけてやってみればよいと思う。

【事務局】領域を定めた推進方策なのだが、今御議論頂いたところは全体を考えている。榊先生がご指摘された協調は次頁の融合のところに掲載されている。

(資料4「推進方策」(3)以降に関する討議)

【池上】ネットワークは成功しているところを見るべき。理研のフロンティアで行われているドイツとの共同研究がネットワークが巧くいっている例と聞いている。これまでの日本でネットワーク構築が失敗しているのは、予算のばらまきになって高価な機械が導入されるものの、その保守に追われていて使うどころでないため。分散したところをネットワークで結ぶより、あるところに研究装置をおいて6ヶ月間をそこで共同利用的にやるという形がよいのではないか。日本は、そこら中に同じような装置があると言われている。この辺を見直すべき。

【柳田】異分野間の交流は何十年前からも言われているができていない。異分野間の交流をやるには異分野の人が集まって、大学で学生を教えればよい。活躍している研究者は装置がある上に忙しくて交流する暇はない。でもその学生なら交流はできる。学生たちを介して交流をするならば5-10年で変わる。大学に異分野の研究者が集まった組織を作るのは、現在の縦割り体制の中で関連する部署から教官ポスト一つを捻出するのも大変な作業で困難である。しかし、そのような組織に対して、新しくてきちんとした建物を建てる予算と研究資金を投入することにより、組織を作ることにメリットをもたせれば実現可能だと考えている。それが一番効果的ではないか。

【白川】筑波大の物質工学系は物理の理論や化学の合成など、本当に異分野の人が集まって

いた。そこで、基礎工学類というものを作り学生の教育に対応した。ところが物理の先生は物理で使われている用語で、化学の先生は化学で使われている用語で講義を行ったため、学生が混乱した。そういう意味で、まず教官が勉強すべきであるのだけれど非常に難しいと感じた。まず教官の交流が必要。

【柳田】そういう意味でも学生を教育するのは教育者が教育されることで、異分野の教官が集まった教育組織を作ることは教官の交流にも有用である。

【井上】金研は1人の教官が2つの専攻の併任になっているので、1人の教官に対して複数の専攻の学生が来るようになっており異分野の交流という面でよいと思う。こういうのを積極的に利用していくのもよい。

また、米国では、NSFでもDARPAでも科学技術政策を決定する部署に長期間所属して、すべての学術会議に出て多くの分野の研究動向を理解しているコーディネーターがいて、それが融合を支援している。こういう人を育成していくのも重要。非常に効果的なアプローチである。

【石原】融合は重要である。それを支援するのにファンディングと評価があるので、その2つのポイントで如何に有益な融合を進めたかを評価すれば異分野の融合を支援できるのではないか。

【小野田】競争的資金は、グラント型ではなくストラテジー型を重視すべきである。日本の資金制度で国際的に見ても評価が高いのは、CRESTやERATOで行っている材料科学の分野である。それが成功したのは競争的、協調的、戦略的で、また出資金制度を活用して自由に使えたから。あれを意識して融合的なものを考えるのがよい。ネットワークは広域でやってもうまくいかない。合目的に規模を広げない程度に限られた範囲でネットワークを構築しそれが機能したら複数のネットワークをリンクする方がよい。

【岸】現実はそのだが、それでは困る。

【北澤】融合的人材に関して、ナノテクノロジー・材料プロジェクトが発足するにあたり産業界のコンソーシアム的なもの、産業界主体で国研を巻き込む形態のもの、国研主体で産業界を巻き込むもの、大学主体で産業界も巻き込むものといったCOE的なものを産業界コンソーシアムと産業界主体、国研主体のものはそれぞれ一つから二つ、大学主体のものは大学が多くの人材を抱えているので数カ所程度を作るべきではないか。例えば大学なら、リーダーシップを持っている研究者が人材を集めてCOEを作るようにすれば、ナノサイエンスでのフラッグシップが可能になる。単純に競争的資金を配布するだけでは求心力のあるグループが成長しない危険性がある。

もう一点、ナノテクノロジーにどの程度の金額が投資されているかの認識に食い違いがある。クリントンのNNIが出てきた背景となった事実との比較ではっきりさせる必要がある。米では新たに500億をナノテクノロジー研究に用意したが、そのほとんどは大学につき込んでいる。しかし日本は逆のプロセスをたどっている。日本の今回のプロジェクトは、日本の

国際競争力を保つことを目的としており、ここでアメリカに産業で負けるような戦略を作ったのでは我々は責任をとられる。米国に対して本当に勝つことができるようになる額をつぎ込む必要がある。

実は米国ではすでに色々な形で政府予算が半導体開発企業に1000億も投入されている。それに加えて、今回は大学を重点対象に500億円をつぎ込んだ。米国は1980年代にNSFが大学にマテリアルリサーチセンターをつくり初めて、既に20数カ所の大学にセンターがある。そこに年3億円程度の資金が投入されている。それらは既にナノテクノロジーセンター的な役割を果たしている。米国はそれにさらに総額500億円をつぎ込もうとしている。そのようなアメリカの状況を認識しなければならない。その上で日本が国際競争力を持ち勝てる戦略を作るのが義務。

【川合】投資金額は目に見える形で議論すべき。ナノテクノロジーは融合をすすめるのによい分野。ナノテクノロジーは先端的な研究分野であるだけに異分野の組合せはやりやすい。ナノテクノロジーをキーに色々な分野の交流を作りたい。そのために優れた研究成果をもった複数の特徴的な分野に対する研究センターを作り、それらをネットワークで結ぶべきではないか。ナノテクノロジー研究は融合がシステムとして動くように推進すべき。

【石原】資金を投入しても人的資源がなければ無駄になる。NNIの背景のお話に関して、人的リソースはどうなっているのか。

【北澤】人的リソースについては調べていないが、アメリカの場合は研究資金がつけば有能な人材が集まるので心配ない。クリントンが大学に金をつぎ込むと言ったのは、ボトムアップ型にお金をつぎ込むことを示している。しかし、日本では、そちらは先に充実されており、おいてきぼりを食った企業が悲鳴をあげている。それを考えての日本の戦略になるが、本当はナノサイエンスの方の先にとてつもないものが出てくる可能性がある。レベルの違う2つのナノがあるので、どちらの議論をしているのかを認識しないとイケない。

【池上】日本の企業もアメリカの大学にはお金を入れている。日本の大学の問題はお金ではない。日本でもちゃんとできているところにはお金が入っている。今はむしろ企業の研究を広げるほうかと思う。

【白川】大学でも研究資金が十分なところもあるかもしれないけれど大多数の研究室では不足している。

【事務局】500億円というのは大学・国系の独立法人に投入されている資金額である。企業がどのくらいナノテクノロジーの研究開発に拠出しているのかは定かではない。国が出資している研究開発費と企業の研究開発費を比較すると一般的に企業の方が3.5倍程度なので1000億とか2000億をはるかに越えるところを企業はすでに使っている。また、今我々の検討で投入する資金は税金を用いたものなので、それをふまえてどういうことをやるのか、どういう成果が期待できるかをこの委員会で出したい。

【榊】ここ7～8年は研究費が増額され資金が増えたことは事実。しかし、私がハーバードとMIT合同のナノテクノロジープロジェクトへ日本人パートナーとして参加してくれと言われ、そこで見聞きした経験からすると日本の研究開発資金には抜けているところがあると強く感じている。クリティカルな研究をするところには欠けがある。例えばMITとハーバードが共同研究というような形のグループにお金を出すようなものがない。また、日本では大学院生が粗末に扱われている。大学院生全員に奨学金を与える必要はないが、コアになる学生には応分のサポートが得られるようにしていくことが必要だと考える。

【白川】日本の資金ではお金が入っても使い道が限られる。特に人件費、渡航費というのは変える必要があると考える。

(資料4「推進方策」論点(4)～(6)に関しては時間の都合により次回引き続き討議を行うことになった)

5. その他

(資料1と資料2の第1回、第2回議事録概要に関して公開することが了承された。また、アンケートについて、重点領域の分類その他について特段の意見がある委員は18日中に事務局まで意見を提出し、提示された意見も含めて次回会合で議論を続けることになった)