

「ナノテクノロジー・材料プロジェクト会合」(第4回)議事概要

日 時:平成13年5月21日(月) 午前10時30分～12時30分

場 所:経済産業省別館 各省共用944会議室

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: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、川合知二、岸輝雄、北澤宏一、榊裕之、中村道治、柳田敏雄

議事概要:

1. 開会

(資料確認)

2. 討議

(前回のプロジェクト会合以後に提出された意見についての説明)

【石原】提出したコメントの2)に関して、前回は「半導体デバイスプロセス」と言っていたものが今回は「情報通信システム」と変わっている。「システム」という言葉はこのプロジェクトとしては違和感がある。コメント3)はこの会合にそぐわないかもしれないが、いろいろな運用のシステムとかマネージメントを考えると、このようなことを頭におくとよいということでコメントした。

(資料2 推進方策論点(4)に関する議論)

【川合】論点(4)で記されていることがナノテクノロジー研究の推進には、ある意味で一番大切。基礎研究か応用研究かという議論は不毛。ナノテクノロジーではサイエンスの成果が、すぐに産業に結びつく面がある。癌のピンポイントドラッグデリバリーとかカーボンナノチューブの応用などがその実例。この受け渡しをシステムの問題として大学の基礎研究成果がベンチャービジネスで産業化されるようなシステムをきちんと作ることをこの委員会でも強く進言するとともに、ナノテクノロジーの分野では、サイエンスとテクノロジーの間が近く、リニアモデル的でなく基礎研究成果が応用研究を飛ばして、突然に産業として高いところに行くものがあることを強調することも重要。ここが、しっかりすれば、基礎と応用という問題や、サイエンスが産業と離れているといった議論はなくなり、ナノテクノロジー推進で解決すべき面がはっきりする。

【白川】確かに基礎研究がすぐに産業化する面があると思う。産業化へのプロセスに関して、政府調達を積極的・効果的に活用するということを北澤先生が提案されていたと思う。

【北澤】政府調達は国家レベルで育成しなければならない開発段階で重要だと考える。それ以前の応用化段階は大学レベルでは、まず、ベンチャー企業化として産業化を支援するインフラ作りを考え、それらのうち、国家的見地で重要になってきた材料には、応用特性の目標値を明示して国家調達を考えることが有効と考える。

【榊】産業化についてだが、基礎研究をやっている所と産業界には2つの繋がり方がある。

1つはLSIや高速レーザーのように、既に戦略的に発達しており少しでもナノテクノロジーで改良すれば、ものすごいインパクトがあり産業界が成果を待ちうけているもの。そういう領域では少し深掘した基礎研究をするとよい成果が出るものがある。LSI用プロセス技術の中はかなりそういうものがある。

もう一つは実用化が結構有力そうに言われるが実はすごく大きな壁があるもの。研究者はそれを知っているが、ジャーナリズムなどによりすぐに実用化できるようにいわれてしまっているものがある。そういうものを、うっかり急いでやろうとするとかえって進歩しないことがある。例えばカーボンナノチューブのバンドの理論計算をしている人が、将来の21世紀のメモリー素子になると軽くおっしゃることがある。しかし、半導体をやっている立場から言うとデバイス化は決して容易ではない。カーボンナノチューブは大変面白い材料ではあるが、ゆっくり育てなければいけない。産業界との繋がりというと、まったく無縁ではいけないけれども繋がりそうにないものをすぐに繋げようとするとかえって成長を妨げる。繋がりを長期で考える必要がある。すぐに繋がるものと長期的な繋がりを考えるものと2つの context を分けて考えるべき。

【小野田】資料2の9頁に「社会的な実証等を積極的に活用」とあるが、これを可能にするものの一つはシステム。もう一つは柔らかい情報の交流。

次に、推進方策の論点(2)のb)に「技術のユーザーの評価への参画の徹底」について、これはフォーマルな意味でのエバリュエーションへのユーザーへの参画だと思うが、ライフサイエンス分野の研究開発プロジェクトでは、かなりのユーザーが企業サイドのクラブ、アドバイザーという形で常にプロジェクトを見て情報交換する仕組みをプロジェクトと併行して走らせている。ナノテクノロジーでもまとまったプロジェクトは、そのような仕組みを作ると良い。

【井上】ナノテクノロジーの分野で少量多品種でも産業化に結びついているものはある。経済産業省でもスーパーメタルなど前からナノテクノロジー関係のものに取り組んでいる。そのように少量でも産業化に結びついたものの仕組みを調査すること、どういう成功例があるかとか、どこに問題があるかということ調べるのが技術の展開に重要。

【白川】過去の例に学ぶということか。

【中村】研究成果の産業化のシステムを作ることに賛成。しかし、そこに事業化、産業化への事前評価というか着手評価にかなりのプロを入れてやるのが重要。

【亀井】推進方策3)に掲げられている3項目の中では「産業化に結びつけていく仕組みの構築」が一番重要。それぞれにどうするかというよりも、基礎から応用まで幅広い分野をできるだけ早く効率的に産業化したい。知識のフローを巧く進めるような、ある意味での目利きを育てるとか、インフラではなく技術移転の仕組みを作る必要がある。

【桑原】推進方策に関する全体のまとめ方として、科学技術システム改革専門調査会があって、そこでも産学官連携の問題が重要であり、分科会的なものを作って検討するという話がある。この場で全般的分野に関わる話をする必要はない。しかし、ナノテクノロジーは特殊な性格を持っている分野であるの

で、ナノテクノロジーとしてみたら、どのようなことを整備するとか、やらなければならないといったことを持ち上げる必要がある。それを、これから具体的にお考え頂きたい。

資料2の8ページに集中研究より分散研究が良いという話がある。これは研究者のネットワークの話だが、人間以外に研究成果のネットワークも重要で、そこにお金を投入すること必要。なるべく、ナノテクノロジー独自の点を明快に出さないと上での議論に反映できないので、それをお考え頂きたい。

【岸】NSTCがナノテクノロジーの分野を5つに区分した資料を入手した。それによると米国ではナノテクノロジーの分野を Dispersions and Coatings, High surface Area Materials, Consolidated Materials, Nanodevices and Additional Biological Aspects としている。これに引っ張られるものではないが、内容はここで議論しているナノテクノロジーの範囲と異なっている。米国のナノテクノロジーと日本のナノテクノロジーは新聞紙上で同じものであるかのように取り扱われているが、随分違うということをこのプロジェクトが打ち出したということを明確にすべき。北澤先生がおっしゃったように、次世代半導体プロセスは経済産業省で走っているあすかとかMIRAIを応援することが想定されていると思うが、米国ではそういうことを扱っておらず、ナノサイエンスを中心としたナノテクノロジーになっているということは、しっかり理解する必要がある。

質問だが、材料とナノテクノロジーに関して、一緒に議論することにしたと考えて良いか。

【事務局】まずナノテクノロジーに関する議論を深めて、それからナノテクノロジーにおさまらない材料部分に関する議論をと考えている。

【岸】材料に関しては別個にもう少し議論をするのか。

【事務局】ナノテクノロジーを使わない材料に関しては別個の議論となる。

【岸】資料2の図2でナノテクノロジーの楕円で囲まれたところまでやったということか。しかし、図をみると、ナノテクノロジーの楕円の中に安全空間創成材料も含まれており、その議論をしたから終わりということにならないか。

【事務局】ナノテクノロジーではない安全空間創成材料などについては、まだ、どの点が重要かという点などについてきちんとした議論がなされていない。御指摘の材料について具体的にどのような材料に重点をおくべきかということを今後さらにステップを踏み込んで考える必要がある。

【岸】ナノテクノロジー・材料としては現時点で完成品ではないと考える。

(4)の論点に関して、サイエンスからテクノロジーへの面白い流れの絵を5頁の(図2)に入れていただきたい。図では5領域の実現にとって不可欠な技術という言葉だけで終わっている。こういう文章だけでは、最後に図が一人歩きたときに不安なので考慮していただきたい。

【池上】確かにナノテクノロジーという言葉のアメリカの使い方と日本の使い方は違う。では、ナノテクノロジーとはいったい何かというと、私は、一つはナノの領域を観察できるようになったこと、二番目は、場合によってはマニピュレーション、操作もできるようになったこと。最後に、これが一番大きいのが、コンピュータグラフィックスの技術があるから、それを利用していろいろなことができるようになったという3点だ

と思う。極端にいうとそれだけである。

どこまでをナノテクノロジーの目的とするかが非常に重要。スペースシャトルの中でのマイクログラビティ応用を例にすると、スペースシャトルの中で地球上の 10^{-5} 程度の重力環境が実現でき、そこで拡散の問題とか粉体の問題は地球上と違う点が見られる。それはいいのだが、その先に何かがあるか、それをどう応用するかとなると方向が定められずに悩まし状況にある。ナノテクノロジーも観測技術とマニピュレーション技術とCGぐらいに割り切って考えて、どう展開するかを考える方がよい。アメリカ流のやり方をみると、研究対象として材料からデバイスまで書いてあるが、正直言って産業的にものになるのは材料程度。デバイスは一般に難しい。ナノテクノロジーでデバイスを作るとなると非常に難しい。だからデバイスだけに限定するのは困難である。しかし、デバイスを作るプロセス技術、膜をどうするかとか、膜を平らにするような新しい材料とかは、ナノテクノロジー先ほど言った観測技術、マニピュレーション技術、CGによって、新しいものが出る可能性が高い。材料というのは私が申し上げたナノテクノロジーを用いれば新しいことができる。一方、脳研究では、内部のカリウムイオンの動きとかがナノテクノロジーの観測技術でわかるようになったが、それで脳のアルゴリズムがわかったかという、私に言わせれば、脳研究の人には怒られるかもしれないが、脳のアルゴリズム研究は1980年代から何も変わっていない。技術について、あまり広げないで考える必要があるのではないか。

(資料2 推進方策論点(5)についての議論)

【白川】人材確保・養成も含めて科学技術システム改革専門調査会でも議論を進めているところである。ここでは、ナノテク・材料という特殊性からみた人材確保・養成という点で御議論頂きたい。

【池上】人材確保の話だが、半導体関係でナノテクノロジーに優秀な人材は集まらない。ドイツの先生と話してもこの分野に優秀なポスドクはいないという。ナノテクノロジーといっても、人気の中心が物理から化学に変わっているのかもしれないが、若い人がある領域に移るといって大きな人の流れがあってそれを止めることはできない。それを前提に考えると、領域によっては今活躍している人をもっと活躍できるようにする必要がある。若干研究者の高齢化になるかもしれないが、そういう現実も見ていかないといけない。

【中島】人材確保について工学部の現状に照らして気になることがある。材料研究の領域で若い意欲的な研究者を志願する学生が少なくなっている。材料で研究者は立派な活躍をされているのだが、そこに入ってくる学生は少ない。これが、ナノテクノロジー・材料特有の問題として大いに重視すること必要。

【川合】ナノテクノロジーに特徴的なことだが、ナノテクノロジーは新しいパラダイムの教育を作るという意味で重要な領域。生物の原理に従った化学の物づくりという、従来は別だったものが融合した。また、化学で新しく超分子を作ったり、ナノ構造を制御したりするのがメゾスコピック物理という分野とも結びつく。これからの産業と科学を作るパラダイムとしてのコースを大学に作ることをしてもよい。

私自身が大学で講義していると、非常に興味をもって電話やメールでの問い合わせがある。中島先生の御指摘のような心配な面はあるが、教育という面から新しいサイエンスであり技術であるということを教えるシステムを作ると良い。

【小野田】この新しい材料分野、ナノテクノロジーは融合領域でダブルメジャー的センスが必要。研究

母体が、ある刺激のある空間像—COEという言葉でいったらいいのかもしれない—を作り、大学院生がそこに入って教育をされればよい。学部教育は、それに耐える工学やサイエンスの基礎をきっちりと身につけるのがよい。

【柳田】材料、ナノテクノロジーということで学生をそこに引きつけると人材養成ができない。材料、ナノテクノロジーは何を目指しているのかわからないので学生を引きつけにくい。ナノテクノロジーの目的がエレクトロニクスの技術開発であるという言い方では会社に入ってお金儲けを考える学生しかこない。川合先生のところにナノテクノロジーとって学生が何故来るかというと、バイオを使って新しい物づくりができるから。そういう夢がないと、たとえば電気工学などのように昔に比べて博士にいかないという状況が生じる。全般的博士課程に学生が進学しないのは、大学におけるサイエンスの将来像がみえず面白くないと学生が判断しているため。20年後の出力は、こういうふうにするのだという議論をしたが、もう少し夢を語らないと学生は来ない。

【北澤】人材育成に関してはナノテクだけではないので、できれば上部の委員会で議論して頂きたい。人材問題の根底は国家の規制により自由度が失われていることにある。米国ならポスドクは、どの大学なら賃金がいくらと大学間の競争で、人気のあるところや安く人気のないところは高くなる。逆に言えば、人気のないところは高くすることで優秀な研究者を確保することが許されている。しかし、日本は大学、分野をふくめて規制されており賃金は一律である。

非常に大きな問題は、人材がグローバル化していること。アメリカには40万人の留学生がいる。日本の大学院生を全部あわせても16万人しかいない。40万人という数が如何に莫大な数かはわかる。米の留学生のうち、中国系、インド系の90%は米国に残留する。その数は年10万人程度なので、一人あたりの育成費用が4000万円とすると米国は年間4兆円相当の頭脳をただで世界から貰っていることになる。これに対して日本が単純に対抗できるわけではない。世界の有能な人材は米国に集まっている。この現状を考えると日本が、国内の人材だけを使ってすべての分野を守ることは不可能なので、戦うべき分野を絞らざるをえない。強い分野を一つ残したら、あとは負けてもしょうがないと考えざるをえない。人材問題で日本が頑張るとしたら、日本が国外の人材に対する対応を変えて、日本に有能な人材が集まるようにする手段がある。この場合、結果として民族的な問題が起こる可能性がある。どちらにするかは、国家としての重要な選択の問題で、そこはしっかり分けて、どういう方向を選択し、その中でどうするのかを戦略と戦術に分けて御議論頂きたい。

【池上】金儲けに走ってけしからんというニュアンスがあったが、それには反対で、アメリカの学生がバイオテクノロジーに行くのは、将来金儲けができると考える純粋な気持ちから。それを否定すると産業界との連携、人の流れがうまくいかない。お金儲けをしたいという人がいてよい。将来どこが儲かるかというと、今はバイオテクノロジーということになっている。本当はナノテクノロジーになって欲しい。

ある種の public relations。今の言葉でいうと、ある意味ではリクルートという感じになるものだが、社会へのPRが非常に重要である。基本計画を作るときの議論の中でメディアを使ったPRという話があった。議論の過程で日本は科学ジャーナリズムが非常に弱くアメリカとは全然違うという話もあった。

元旦の新聞の特集で何が取り上げられているかを見ると2～3年後の学生の行く先がわかるという話がある。今年の元旦の特集号にはナノテクノロジーという言葉はなかったのではないかな。PRは、先生方の魅力ある講義も含めて、研究投資の総額に対して小さなことかもしれないが、public relationsにも金を入れることがナノテクノロジーを大きく活用するために必要。第3チャンネルでもナノテクノロジーのよ

いプログラムが作られているので、行政側としてはジャーナリズムを使うことに金を入れることも考えて良い。

【白川】従来も学協会を通じて広報をしているが、それだけでは不十分ということか。

【池上】研究者の顔が見えるやり方をするのが重要。

【井上】融合領域ということで、前にもお話したが、金研では1教授が複数の専攻の学生を受け入れている。例えば電気工学の学生と材料工学の学生が集まって、その結果半導体デバイスとかマイクロマグネティックスなどナノテクノロジー分野の研究に興味を持つ学生が増えている。また、2ヶ月に1度、生物系も含めてナノテクノロジー研究会をやり、先生が中心になって学生の交流を図っている。そういう活動はボトムアップ的だが、大学を通して文部科学省に予算をお願いしていくのも一つの方法。

【柳田】人を育てる時には、日本の文化の特殊性を利用しないといけない。米国は最終的に金をもうけるという目的がクリアで学生にも浸透。それは、それでよい。最近米国では、中国・インドの人が頑張っているけれども、サイエンスの面白さというよりは、最終的には自分で手を動かすのではなく人を動かすようになりたいという意識がある気がしており、研究の競争相手としては、あまり心配していない。日本には、お金を儲けることを考える学生もいるが、サイエンスをやりたい学生がいるので、アメリカにはできないような面白い物づくりをする人材の育成ができるのではないかと。

(資料3 推進方策論点(6)に関する議論)

【白川】論点(6)で2つ示された項目の最初の論点では総合科学技術会議の月例科学技術報告で対応する面もあるが、それだけでは幅が狭くなるので、多くの専門家の御協力が必要。

【川合】ここで示された論点に関しては事務局の提案のとおり。きちんと文章に反映してほしい。基礎か応用かという不毛の議論ではなく、科学的なことが直接産業に結びつく。その国際競争力が重要になる。とりまとめの文書では、応用の部分が強調されている気がする。知の創出と活用がきちんと現れるような文にして頂きたい。

【桑原】一つ問題提起だが、科学技術システム改革専門調査会の方で学科の改廃などを検討するが、検討には時間がかかる。融合的なナノテクノロジー分野の活動を行うために、直ぐに対応できるものとして振興調整費のCOEがある。これは、対象は1機関としてほぼ定義されているが、今の状況ではナノテクノロジー分野から申請が出てこないのではないかと心配している。先ほどから火急の人材育成など話題になっているがナノテクノロジーの特徴は分散を融合しながらやるということなので機関という定義に拘らず手を挙げないと、ナノテクノロジーはCOEとして入ってこないということになる。それでよろしいのか。

【池上】上がらなくても良いのではないかと。COEは自分で提案するものではなく、回りがきめるものである。

【桑原】振興調整費のCOEは自分で提案することになっている。

【岸】COEの設立はナノテクノロジーでもっともやるべきテーマだと思う。分散型を集中するようなネットワーク作りとか国際的なネットワーク作りをナノテクノロジーの領域でやるべきで、桑原議員にも応援頂きたい。

【事務局】振興調整費は6月公募なので、その際に出していただくことになる。

【柳田】振興調整費は今年だけか。

【桑原】機関の長がチーフとなり申請して、その中から選ぶことになっている。自由度がないところで、それを越えるには、振興調整費のCOEが一番手っ取り早い。この分野は複数の機関でやることが重要であることにご同意を頂けるなら、事務局で意見をまとめてエントリーするようにしたい。

【池上】この場所はそのようなところではない。グローバルなネットワークを作るとなったら、プロジェクト参加者の所属するどこかの組織に代表になって提案していただく方がよい。事務局がエントリーすると、本来選ぶ側が提案することになるので問題。

【柳田】COEでは実質融合しているという証拠が見えるようなものにしてほしい。

【事務局】振興調整費はそうなるものにしたかったので、御検討頂きたい。

(資料3の作製に関する討議)

【桑原】重点となるべき領域・項目に一番基本の原子物理学に起点を発する、数値解析を含むコンピュータ利用が抜けているがよろしいか。池上さんからお話のあった、計測、マニピュレーションも重要だが、数値解析で実験を伴わずにできる分野があれば日本はそこで負けてしまうのではないか。

【小野田】ここで、計測・評価・加工等の技術に加え、高度なコンピュータテクノロジーとそれを利用した材料設計技術、コンピュータグラフィックをきっちり入れることが必要。

【事務局】1頁目には言葉としては載っていないが3頁目にはコンピュータ利用を掲載している。

【小野田】それは承知している。しかし、1頁目にきちんとかく必要があると考える。

【北澤】重点となるべき領域の選択ということで、アメリカのナノテクノロジーと日本のナノテクノロジーが違うことをはっきりさせておきたい。それは、我々の同意事項とすべき。

日本とアメリカでナノテクノロジーという言葉がカバーする領域が違うことー日本の方が広い範囲となっていることーを全体の会議で分野の査定をするときに訴えていただきたい。そうしないと、見かけの総額で既にアメリカと同程度ということに判断されてしまう危険性がある。

重点となる項目の最初の2つ、「次世代情報通信システム技術」と「新原理を用いた情報通信デバイス」はアメリカにない。しかし、この部分が日本の競争力をこれからの20年保つためのものである。その下は、何が出てくるかわからないナノテクノロジーの領域で、色々な形でそこからのインパクトを想像して書かれているもの。上の2つと下の3つは大きく違っている。下の3つの内容は、川合・柳田先生によ

く考えていただきたい。上2つは、事務局の書き方で基本的によいと思うが、下3つは異論が多いところで、私もどうするかを思いあぐねている。国民の目から見た場合に同じに見えるように書いて欲しいというのはわかる。しかし、ナノバイオサイエンスには「高度な診断・治療」という言葉で表せないものがあるので、重点項目の選択に関して学問的なことを考えたときに片手落ちの表現になっている。

日本のナノテクノロジーがアメリカのナノテクノロジーに対して幅が広いというのを総合科学技術会議でお認め頂けるかを質問したうえで、重点となるべき領域・項目の立て方を変えなければいけないと提案する。

【白川】総合科学技術会議は国の機関なので、国として何を重点化するかという、国策という観点にたっている。重点化というのが、何もかもというのではなく、いくつかの項目を取り上げてやることになる。北澤委員のご提案に関連してご意見を伺いたい。

【池上】その議論の前に計算機物理の話が続きたい。一時期、計算機物理が流行ったが、最近は下火で大形計算機が遊んでいるということを聞いたことがある。

【榊】計算機物理には今も期待している。実際に正確にやるのは今もって難しい。専用の機械を作るなどの課題がある。しかし、日米のいくつかの優れたグループを見ていると、次世代の情報通信システムでマグネティックな感度の高い物を作る時にどういう材料にすべきかという課題に取り組んでいる計算機物理研究者がいる。短期的な課題と考えられる磁気記憶についても、きちんと計算をしている人達がいれば彼らは実際にヘッドを作っている人たちと密接に交流して成果をあげている。

5つの領域・項目に、各々計算機物理的なものが組み込まれて領域内でコミュニケーションをすれば、研究として最高のものになる。そのような形態が、今の書き方では、埋もれていて見えないのが問題だとすると、どこかに出して見えるようにすべき。

【池上】計算機物理をやっている人が優遇されていなくて、結構被害者意識を持っている方が多い。もっと研究者を支援するとよいものがでてくると思う。

【岸】前回の会合で私が示した資料の図の下に、理論とか物性とか計算をいれた。これらの領域は必要。日本の場合、頭でっかちで全体が上に動いているので、基礎的な部分を表記しておく必要がある。アメリカの場合は、夢を描いていて国民がわかるようなものを書いている。しかし、アメリカのナノテクノロジー研究分野の一番上に記されているコーティングに関する米国プロジェクトに私も参画しているが、プロジェクト内の計算に関してはすごい力がある。アメリカのように研究に計算機科学が入ってくる風土があれば心配ないが、そうでないと表立てて計算機応用分野を出すことが必要。

【北澤】現状認識として、文部科学省の中ではあらゆるプロジェクトに計算科学者が噛むようになっており、様々なプロジェクトから金をもらっている。

日本に非常に優れた性能のスーパーコンピュータが導入されて使いやすくて安くなるとよい。計算機の利用料金によってできる計算が制限されており、研究者は利用料より計算サイズを決めている。研究者個人で計算機整備は大変なので、インフラとして整えることは重要。

【川合】資料3に戻って、重点化の考え方と重点となるべき項目があるが、それぞれについてもう一度考

えていただきたい。上の重点化の考え方は科学技術基本計画に沿っており憲法のようなものだから、それに従うこと必要。基本計画の4頁に国の姿として「知の創造と活用により世界に貢献できる国」「国際競争力があり持続的発展ができる国」「安心・安全で質の高い生活ができる国」と記されている。その中で、特に国家的・社会的課題に対応した重点化として15頁に「新たな発展の源泉となる知識の創出」「世界市場での継続的成長、産業技術力の向上、新産業・雇用の創出」「国民の健康や生活の質の向上、国の安全保障及び公害防止等」の黒丸の3項目が書いてある。これに対応する必要がある。その内容と資料3の重点化の考え方を比較すると偏っている気がする。その点からは「産業競争力」というのを「国際競争力」と置き換えるのはどうか。また、もう少し知的資産の増大に対応するものを入れる必要がある。セキュリティー技術は特殊な意味を持つので、安心、安全なり、社会的効果に対応する言葉にして基本計画と整合性を取れるようにすべき。

重点となるべき領域・項目だが、項目ではなく目標になっている。さらに、1番目と2番目がミックスしている印象がある。1番目は「半導体プロセス」では用語として狭すぎるというご指摘があったので、「半導体技術」にすれば良いかと思う。2番目は新原理を用いた「人に優しいデバイス」という形にしないと1番と2番が重なる気がする。

【榊】重点となるべき領域・項目に関して少し言葉を改める必要を感じる。1番目の項目は「次世代情報通信システム用デバイス材料技術」とする。システムという言葉を残すかは微妙だが、システムの後ろに「用」をつけると長くはなるがはっきりすると思う。

2番目については、新原理を用いた新機能というか新しいものを探す。バイオや環境情報などの広い意味での情報技術が本来はここにはいるかと思う。そのイメージが入れば1番とは context が違うことがわかる

【池上】科学技術基本計画では日本がこうなりたいという3つのイメージを示した。それをブレイクダウンしたのが、この重点化の考え方。全体としてサイエンスが重要であるということは重々承知している。科学技術予算のごく一部を裂いて、この重点化するところに入れていただけませんかというのが、国或いは納税者の気持ち。でなければ、今金が無いときに、何故24兆円を科学技術に投入するのかが説明できない。納税者は純粋サイエンスに24兆円を入れるのに納得しない。従来の文部科学省の科研費だけでもナノサイエンスは結構発展すると思う。そこを理解して欲しい。重点化というのはかなりつっこんだ書き方をしている。

重点化の考え方の「産業競争力」という言葉も、本当は日本の産業競争力は何かという議論はある。2番目の考え方は、ある程度了解は得られるだろうけれどもふわふわしているところがある。3番目は日本としてのセキュリティー問題で日本では表に出せないけれども、アメリカでは、基礎研究の目的としてアメリカが世界の侵略に対して対応できるようにするためということが最初に書いてある。全部が全部そういうことではないけれども川合先生も10%程度こういうことをご理解頂けると日本も幸せだということだと思う。精神的なものは基本計画に書かれておりその下の具体的なことをやるのである。

【川合】資料3が最終的に表に出るのでわかり切っているかもしれないが、重点化の考え方の中で何らかの形で知的資産の増大を入れることが重要。サイエンティフィックなものが直接応用に結びつく面があるのでそれを申し上げた。セキュリティーは言葉の問題なので、北澤先生に問題がなければ私はかまわない。

【北澤】重点となるべき領域の上2つの次世代情報通信システム技術と新原理を用いた情報通信デバイスについては、池上さんの言われるとおり。上の2つは、国民としてしっかりやってほしいこと。それに対して、下の3つはまだ先の話で、それを出口で3つに縛ると、これが一人歩きをするものなので、出口となった分野ごとに予算が決まる可能性がある。しかし、学問的には対応していないものが混ざっているので、そうなったら研究の自由を妨げるのではないか。

【池上】研究者のダイナミズムを信用して欲しい。アメリカをみれば、方向性を絞っていても大丈夫。アメリカでは脳研究資金をアルツハイマーに集中しているが、それ以外の脳研究分野のレベルは落ちていない。

【白川】それは、ある項目に関連した競争的資金で100%対応するわけではなく、基盤部分があるからで、基盤が基礎研究をさえる重要な柱であり、それは確保されているから。ここでも、基本的な考え方として「基礎研究に一定の資源を確保」としている。

【北澤】そこはいいが、今、5領域を提案している。上2つは良いとおもう。下3つは、産業界から出された言葉だと思う。基礎研究をきちんとやっている人がまとめた言葉になっていない。この3つに関しては書き直させて頂きたい。

【池上】産業界からは言葉は入っていないはず。これは大学の先生、国研の研究者、大学の学長を卒業した方の意見が入っているのではないか。寧ろ、産業界は声を入れていないことが問題。

【中島】自由な発想による研究に対し一定の資源を配分と書いてあることは素晴らしいが、これが、上の3つの考え方とどう関連するか読みにくいのが問題。知の創出、創造が国際貢献するというのが一番結びつくように思う。重点化の考え方で知の創出、国際貢献がわかる言葉が欲しい。

【白川】いずれにせよ、基本計画にそった表記をするという点では一致していると思う。あと、北澤委員から提案された上2つと下3つの違いをどう表現するかが問題。また、下の星2つの存在と計算機シミュレーションを加えるかということがある。

【事務局】重点化の考え方は基本計画の15頁に沿ってくれというのが議論の前提と考える。それから、下の白い星の2つの項目だが、その最初に数値解析とかコンピュータ利用を盛り込んだ表現があると思う。集中して議論頂きたいのは上5つの黒丸についてのバランス。

【岸】書き物でも出したし、会合で主張もしたが、基本計画15頁の黒丸の項目だが、重点化の考え方にこれに対応したものを入れるべき。配慮して頂きたい。

重点となるべき領域・項目の中に計算などが入るということがあり、アメリカではそうなっているが、日本はそこまで成熟していない。暗黙の了解ができていない。このまま走ると基礎的で出来の良い人達をナノテクノロジーの研究分野に取り組むことができない。そういう意味で、もう一項目下にコンピュータ利用技術に関して書く必要がある。

領域・項目はバランスが悪い。上2つをまとめてナノデバイスにする。次をナノ環境とか、ナノバイオとかにしようか。それからナノマシンは消えてしまったのか。安全空間創成材料をナノテクノロジーに

入れるのは苦勞が多い。ここに入れて図ではセキュリティーと結んでいないことが気になる。5項目に関しては用語の大小関係がすっきりしないので、別項目にして内容を書くのはどうか。例えば、ナノデバイス、ナノ環境、ナノマシン、ナノバイオとかいう感じで4つか5つにまとめるのはどうか。そのような短い用語にしてその内容を別の紙に記す。共通要素として計測・加工は重要だから入れておく必要がある。マテリアルも大事だから入れる。そのほかに理論とか物性も大事だから、縦4本横3本くらいになる。事務局の提案では材料を下の方に置く方がよいとおっしゃるが、それではナノテクノロジー・材料という分野を置く意味がない。この分野の個々の研究すべてが、バイオテクノロジーとか他の分野に含まれることになっては、わざわざナノテクノロジー・材料で頑張ろうという原点が崩れる気がする。

【榊】今の時点で抜本的に変えるのも一つのアプローチだが、5つの目標が広がりを持つように修正してどこまで行くかを考えてみるのも一つ。例えば2番目に、計測を加えるようにすると、ナノマシンも特殊な計測もはいるので、STMを使ったナノマシン計測もはいつてくるの広がりがでる。

3番目は広いがエネルギーを使った言葉が一つ入ると良いと思う。ここに燃料電池に基礎技術とか、そういったものが入るのはどうか。

4つめは、「体内患部」と「高度」という言葉を取り除き、体内における診断とか計測という言葉を入れれば医療全体の広がりをもってくる。それが、安全空間ということばと並立するかはわからないが、人体医療に関する計測を入れるとよい目標になる。

【白川】広がりを持たせることと重点化は矛盾することがある。

【北澤】情報関係のデバイスが2つあり、その2つは、これからしばらくの国際競争力と直接関係している。残りの下3つはその次のものが入っている。ナノ粒子も何の役に立つのかわかっていない。例えばナノ材料としてナノスケールで制御した超鉄鋼というようなものは、省資源材料に使われることもあるかもしれないし、強い医療用材料として使われることもある。それが何に使えるかはっきりしない研究がこの分野の大部分。

現在、研究費に関してバイオテクノロジーは研究費バブルであるという反省がある。その中で、ナノテクノロジー分野の項目の40%をバイオテクノロジー関連が占めて、ナノテクノロジー関連予算の40%をさらにバイオテクノロジーに出すことになり、その他の分野の人がどこに申請してよいかわからない状況がでては良くない。バイオテクノロジーは重要な分野だが金額的にはそれほど大きくなく、組織的な情報流通の技術などが重要な部分である。

私なりに下の3領域をまとめると、環境ということをくくりとして入れる。2番目に、エネルギーをくくりとして入れる。それから、ナノバイオロジーとかナノデバイスとかナノバイオ素子という形のくくりを入れる。3つをバランスの取れる形にしないと一人歩きするので注意が必要。

ナノテクノロジー分野の研究を20年続けるとしたら、一番実用的なものがでて来る可能性が高いのはナノ構造制御とナノ粒子。次が燃料電池の触媒など。20年後に本当に産業革命を起こすとしたら、ナノデバイスとか分子デバイスなどの分野。インパクトと実用化にどのくらい近いかも考えて、これらを揉むことを考えられないか。

【事務局】本日は具体的に言葉を詰めていきたい。したがって、まず最初の「研究者の自由な発想による…」の扱いをもう一度確認したい。基本計画は3つの国の姿を大前提としており、その一番に新しい知の創造がある。知の創出を大前提として最初に書く。ここを切り分けた後の重点化となる。重点化の

領域を決める話だが、これは目的に添ったものに関して重点化することが基本になる。

ということで、基本的な基礎研究の推進を切り分け、それ以外のところを重点化するという考え方だということ認識していただいて、そこに必要な考えは何かとお考えいただきたい。そうでないと、それぞれの領域に関して、知的資産を増大するものを重点化しようという話になってしまう。

【川合】科学技術基本計画では重点化の考え方15頁のところを示されている。重点化の考え方の部分に知的資産の増大と経済効果、社会効果というのが入っていると考える。大筋として事務局説明でよい。しかし、その中に知的資産の増大が入る必要が入っている。

【事務局】事務局としては、前回も申し上げたが知的資産の増大は大前提であると考えている。知的資産の増大ということは、重点化するしないに拘わらず研究開発を進める上で必要なことである。その上で、領域を決めることになるが、知的資産の増大は、重点的に対応する領域を決めることとは別なこと。

【川合】知的資産が5つ重点となるべき領域・項目の上にあるので、それに対応することが必要ということ。産業競争力は明示的に示してあるが、知の創出は明示的に書かれていない。それが国民にわかるように書くべき。

【事務局】事務局説明にあるように、「知の創出」は前提だということとその下の3つの考え方を示していることについて問題があるか。

【川合】その時に、産業競争力が入るのは当然だが、より、科学技術基本計画に合うようにすると「産業競争力」でもいいが、「国際競争力」でもあっているのでは。また、「セキュリティ」に関しても「安全」、「安心」でいいのではないかということ先ほど提案した。

【白川】「産業競争力」を「国際競争力」にすることについては。

【池上】「国際競争力」とすると、何を競争するのか不明。ここでは敢えて「産業競争力」といっている。日本でこれだけの生活ができるのはGDPが2位だから。産業界が頭を下げてよろしくといっているから入っている。

【川合】それは承知しているが、ナノテクに関しては、産業をささえるサイエンスの重要性にアメリカは気がついて対応していて、向こうの学者から応用だけで2番煎じでいいのと言われるので、そこも含めて国際競争力という表現を考えている。

【岸】国際の後に経済があるが、そこに産業をいれたいのか。

【池上】前回の科学技術基本計画の中では頭に「産業」という言葉は入っていなかった。その時に、ドイツの計画には「国際的な責任を果たせる」という表現があって、せめてそれを見習おうという話があった。それには国が富まなければならない。それは間接的には産業競争力が高まる必要があるということであった。それから5年たって、ここまできて、もうちょっとストレートに言えるのではないかという議論があり今の表現になった。今更国際競争力という言葉には戻れない。

【川合】国際的な産業競争力でもいい。しかし、ナノテクに関しては、サイエンスから出てくるものがあるニュアンスを残さないと一般の方は産業でやるだけだという印象をもたれる恐れがある。

【岸】製造技術体系が入っているから国際で十分ではないか。国際競争力を強化し、産業力の向上をもとに経済の持続的といえ、すべてのことが入る。「競争力を評価し、産業を」とすればどうか。国際という言葉もどこかに入れておきたい。国内のみでの二流同士の competition が一番怖い。

【池上】Political な立場からは、科学技術政策にこれまで産業界は加わっていないのに対してアメリカでは加わっているという違いがある。ここには、産業界が、本気になって国の24兆円のプロジェクトを支援していただきたいという気持ちがある。正直言って、産業界は金がないから、この言葉がないとアメリカとかイギリスに投資することになる。

【事務局】これは「製造技術体系の構築を通じ、産業競争力を強化し…」以外に続かないと思う。「国際競争力」を入れるとしたら、「産業競争力を強化」することの後に入れるしかないと思う。

【岸】製造を産業に変えればよいのではないか。

【白川】今日のところは、さしあたって明後日に出す重点領域と考え方までまとめたいと思う。過去4回、本プロジェクトがどういうことを議論したかを明示する必要がある。それでもって、H14年の予算が決まるということだけでなく、その後の議論を行いたい。今日のところは、さしあたって、明後日に出す重点領域と考え方をまとめたいと思う。最終的には今日、皆さんから出していただいたご意見をもとに、プロジェクトリーダーとして取りまとめをまかされているので、最終的には一任してほしい。基本的にこういう議論をしたということが上に通じることが重要。

あと数分しかないが、基本的な考え方としては、研究者の自由な発想による研究に対して一定の資源を配分すること。次に重点化の考え方3つがあり、重点となるべき領域・項目として黒丸の5つと白星の2つがある。黒丸5つの中に比重をつけるとしたら、一つの提案として上2つを白二重丸にして、下を白丸として重みをつけるのはどうか。最後の備考に関してはほとんど議論はなされなかったが、コメントがあれば伺いたい。

【小野田】私は材料屋なので、キーワードは革新的な物性、機能を有する材料につきるが、アウトプットについて1番上はそれで結構。2番目は少し長いがそれでよいと思う。3番以降はバランスが悪いと感じる。皆さん知恵を出してまとめられないか。

【榊】エネルギーは、マクロな構造物だがナノを使っているというのが重要。日米で冷暖房に4割のエネルギーを使っており、それが世界の環境問題を起こしている。それを考えるとガラスのコーティングなど、いろいろなものがでてくる。エネルギーというキーワードと生活材料というのが見えるようなものが大事。医療とバイオテクノロジーについては、違う部分もあるが共通するものもあるので、それを一つにまとめるのはどうか。

【北澤】5つの重点分野をこうならべると最初2つと残り3つの間に違和感がある。残り3つについてはナ

ノテクノロジーを現在やっている人からみると、今まで話題になったキーワードをつけているだけに見える。最初の2つがワンワードになっているから、残りもそれで悪い理由はない。例えば、「環境安全に資するナノテクノロジー」、「新エネルギー・省エネルギーに資するナノテクノロジー」、「分子レベルでの新たなデバイス機能の提起」という形にすれば最初の2つと調和がとれるし、サイエンスから考えても違和感なくアウトプットを外に出せる。

【池上】1, 2の項目は非常に曖昧である。よって、1, 2に合わせる必要はない。3, 4, 5番目の項目はそのままでもいい。エネルギーは概ね「環境」でカバーできる。

4番目の体内患部におけるというのは意図があって「治療」を一つの目的にしている。これはアメリカのNIHの目的で異論はあるかもしれないが、何ら漠然とした話ではない。

最後のナノバイオロジーは、いわゆる分子科学をサポートするのではないということ。ここでは、いわゆる gene というのがナノマニピュレーションの対象として面白そうだということを意味しており、この点が明確になっていると思う。

【小野田】材料分野は、今回は特に議論をしていないという前提なら良いが、もし、材料分野ももう少し広くとらえて重点化を考えるなら、全てナノテクノロジーという言葉を使うのは良くない。

【井上】資料3の図での材料の位置づけをもっとアピールして欲しい。円の部分の色からしても弱いように感じる。

【川合】上に記した物がどのように科学技術としてつながるかという形でシーズ技術を入れているが、シーズだけではなく要素技術として、もう少し量子素子とか分子素子のように具体的イメージが見えるものを入れてほしい。

【事務局】御提案を頂いたが、個々の例を出すと、今度は何を出すべきかが問題となるので、今回は広い概念でまとめるようにしていると御理解頂きたい。そうでないと、あげるものが細かくなりすぎる。

3. 重点分野推進戦略専門調査会へ提出する資料のとりまとめ

【白川】思ったように議論を収束することができずに、ナノテクノロジー・材料の専門分野の方の間でも解釈などに異論があつて、まとめ方は難しいことがわかった。しかし、時間が限られているので、これ以上の議論は次回にまわして、今日までに出して頂いた意見を十分に検討して、資料3を改めるということで、重点分野推進戦略専門調査会に報告したい。この点を私に一任していただきたい。(特段の異論なし)

【桑原】今6月に向けて対応しているのはH14年度の要求に向けたもので、これで、5年間、後は無しということではない。来年度に新しい物が出てくることはかまわないことを申し添える。

4. 閉会