

第1回

ナノテクノロジー・材料ワーキンググループ議事録

平成25年12月4日

内閣府 総合科学技術会議 共通基盤技グループ

午前10時01分 開会

○事務局（守屋） それでは、定刻となりましたので、第1回ナノテクノロジー・材料ワーキンググループを開催いたします。

当ワーキンググループ事務局の守屋でございます。今後ともよろしくお願いたします。

皆様にはご多忙の折、ご出席いただきましてまことにありがとうございます。

それでは、第1回開会に当たりまして、重要課題専門調査会の久間会長よりご挨拶をいただきたいと思ひます。よろしくお願いたします。

○久間議員 皆さん、おはようございます。

お忙しい中、お集まりいただきましてありがとうございます。本日は全員出席とのこと。いろいろな委員会がありますけれども、全員出席というのはおそらく、初めてではないかと思ひます。皆様の意気込みを感じます。

ここに、第1回目のナノテクノロジー・材料ワーキンググループを開催させていただきます。ナノテクノロジー・材料ワーキンググループは略して今後、ナノテク・ワーキンググループということにさせていただきます。

総合科学技術会議では、第4期科学技術基本計画及び科学技術イノベーション総合戦略に掲げる重要課題につきまして、課題達成に向けた推進策や今後取り組むべき課題の方向性を検討するため、重要課題専門調査会を設置しております。このナノテク・ワーキンググループは、ナノテクノロジー・材料分野に関する専門的な調査・検討を行いまして、その重要課題専門調査会に提言することを目的として設置されたものであります。

ナノテク・材料分野は、これまで学術的にも産業技術的にも我が国が世界を先導し、強みを発揮してきましたが、最近はその研究成果の産業化という点で欧米におくれをとり、また、アジアの新興国にも急速に追い上げられている状況にあるのではないかと思ひます。

本ワーキンググループでは、アクションプランで特定した重要施策や将来の新産業創出に向けた技術について基礎から応用、システム化技術の開発に至るまで、出口戦略を明確にした議論を行って、その研究成果を迅速に社会実装に結びつけるための検討を行っていただきます。

大きくやっていただきたいことが3つあります。

1つ目は、第4期科学技術基本計画の進捗状況を客観的な指標に基づいてレビューを行うことです。

2つ目は、アクションプランで特定された重要施策を見直していただき、来年度の研究開発へ向けてよりよい計画をつくり直すことです。具体的には、府省連携のあり方、目標スペック

のチェック、規制改革、国際標準化戦略が抜けているのではないかといった議論をしていただきたいです。

それから3つ目は、社会のニーズと産業競争力の強化という観点から、今後取り組むべき課題をご専門の見地から広くご提案いただきたいということです。

科学技術イノベーションを加速して、グローバル競争を勝ち抜く産業をつくっていくために、ぜひとも忌憚のないご意見をいただきたいと思います。

なお、本ワーキンググループの座長は、重要課題専門調査会の委員でもあります東京工業大学教授の小長井先生にお願いしております。

それでは、どうぞよろしくお願いたします。

○事務局（守屋） ありがとうございます。

第1回ではございますけれども、限られたお時間ということもございまして、構成員の先生方、皆様のご紹介はこの場では割愛させていただきます。後ほど、各委員の先生から個別にご意見をいただく時間がございますので、そちらでご専門領域のお話等をお聞かせいただけることかと思っております。現在のご所属等は、資料一覧の下に添付の名簿のほうをご参照いただければと思います。

本日の出席者ですが、久間議員より全員出席という話がございましたが、1名、東芝の斉藤様だけきょうはご欠席でございまして、申し訳ございません。それから、本日出席の総科技の議員の紹介を私のほうからさせていただきます。

久間和生議員、ただいまご挨拶をいただきました。

○久間議員 よろしくお願いたします。

○事務局（守屋） それから、橋本和仁議員。

○橋本議員 橋本です。どうぞよろしくお願いたします。

○事務局（守屋） それから、関係省庁といたしまして、本ワーキンググループには総務省、経産省、文科省の3省が登録いただいておりますが、本日は文科省及び経産省にご出席いただいております。

本日、都合により欠席された総務省を含めまして、名簿にお名前を記載してございます。原則として毎回ご出席いただいて、議論のほうにも積極的にご参加いただきたいと思っておりますので、よろしくお願いたします。

なお、本協議会の庶務は、内閣府政策統括官付の共通基盤技術グループで担当いたします。

それでは、今後の議事進行につきましては、座長の小長井先生のほうにお願いいたします。

よろしく申し上げます。

○小長井座長 皆さん、どうもおはようございます。今回、座長のご指名を受けました。どうぞよろしく願いいたします。

先ほど、久間議員からご説明がありましたけれども、この会議は大変重要な会議でありまして、これからの我が国の科学技術政策に大きく反映させていくということが出来ますので、ぜひ活発な議論をお願いしたいと思っております。特に、今回お集まりいただいたメンバー、顔ぶれを拝見しますと、それぞれの分野で大変発言力の強い先生方にお集まりいただいておりますので、ぜひ活発なご討論をお願いしたいと思います。

あと、どういう観点で議論したらいいかというのは、後ほど事務局から説明があるかと思えます。先ほど久間議員のご説明でも大体どういう観点で議論したらいいかというのがわかっていただけたかと思うんですけれども、もう一度後で事務局から説明があるときに、その点については議論したいと思っています。

それでは、まず資料の確認を事務局からお願いいたします。

○事務局（守屋） それでは、議事次第の裏に配付資料の一覧がございますので、それとあわせてご確認いただければと思います。

資料1といたしまして、ナノテクノロジー・材料ワーキンググループ運営規則（案）、資料2がナノテクノロジー・材料ワーキンググループの進め方について、資料3として、平成26年度科学技術重要施策アクションプラン及び対象施策、以上が、本日ご説明に主に使う資料でございます。

それから、お手元に参考資料といたしまして、1-1、本ワーキンググループ設置の経緯、1-2が戦略協議会の設置についてということで、これは設置の趣旨が書かれたものでございます。それから、参考資料の1-3、エネルギー戦略協議会運営規則、後ほど少し参照いただくことになろうかと思います。そして、その1-3の別紙、A3のホチキスどめです。

それから、参考資料2-1と2-2と2-3の3種類は一緒にホチキスどめにしてございますが、総合戦略あるいは基本計画関連の参考資料です。

参考資料の3が26年度のアクションプランについてということで、その策定の経緯が説明してございます。

参考資料4が、基本計画のレビューについてという資料となっております。

そのほか、机上配付ということで、事前に今回の構成員の先生方皆様から提出いただいた資料を机上に配付させていただいております、それをご参照いただければと思います。

それから、あともう一つ、机上の参考資料ということで、構成員のJST、CRDSの馬場様よりご提供いただいた資料、これは俯瞰報告書の一部抜粋でございますが、それも机上に置かせていただいております。

そのほか、ファイルでとじ込んだ幾つかのもの、基本計画等がございます。こちらについては必要に応じて適宜ご参照いただくということで、今後毎回使用していきますので、お帰りの際には机上に残してお帰りいただければと思っております。

以上でございます。過不足等がありましたら、事務局までお知らせいただけますでしょうか。

○小長井座長 皆さん、資料のほうはよろしゅうございますか。ありがとうございます。

本日の議題は2つありますが、1つ目はナノテクノロジー・材料ワーキンググループの進め方について、2番目が今後、取り組むべき課題についてで、もちろんこの2番目の課題が一番重要なところでございます。その前に、このワーキングの進め方について、事務局から説明していただきます。お願いします。

○事務局（守屋） それでは、まず議題1でございます。

ワーキンググループの運営規則につきまして、資料の1及び参考資料の1-3などを用いてご説明いたします。

本ワーキンググループの設置経緯につきましては、参考資料の1-1に詳しく載っておりますが、こちらについては説明は省略させていただきます。

まずは、ワーキンググループの運営規則につきまして、資料1に基づいて、主な点をご説明いたします。

まず、第2条に座長を置くことが規定されてございます。重要課題専門調査会の専門委員とこちらの座長を兼任いただくことになってございます。小長井先生が重要課題専門調査委員となっていておまして、本日のワーキンググループの座長ということでご指名いただいております。

第3条、構成員が欠席の場合のお取り扱いですが、代理人の出席及び他の構成員への議決権の委任はできません。ただし、書面によるご意見の提出は可能でございます。

第4条、こちらはワーキンググループの議決の関係です。構成員の過半数の出席がなければ議決することはできないという規定になってございます。

第5条、ワーキンググループが調査・検討を行う範囲ということで、こちらにつきましてはこのワーキンググループの立てつけ上、エネルギー戦略協議会の運営規則に定められておまして、そちらが参考資料の1-3となっております。少々こちらは文章で書かれたもので

わかりにくいのですが、要するに第4期科学技術基本計画あるいは本年6月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略第2章、それぞれのナノテク・材料に関する部分を担当していくということが規定されているということでございます。

なお、参考資料の1-3のエネルギー戦略協議会運営規則第5条第5項において、当該担当範囲に係るワーキンググループの議決がそのままエネルギー戦略協議会の議決となること。すなわちこちらで決議されたことが直接重要課題専門調査会に答申できるということが規定されてございます。第6条、第7条は公開の原則ということで、本ワーキンググループ、それから会合、それから議事録、いずれも公開が原則でございますが、ただし座長のご判断により公開しないことが適当であるとしたときには、この限りではない旨が定められてございます。

説明は以上でございます。

○小長井座長 以上のような説明ですが、ご質問等ございますでしょうか。特にカバーする範囲ですとか、そういうことについて何かご質問等あればと思いますが。ナノ・材料とって、例えば生命とかバイオとか、そういったものが入っていないのですが、それはまた別の委員会で議論するという事になっているようですので、このワーキングのカバーする範囲からはちょっと外れているということでございます。

何かご質問ございます。

○松下委員 今回は厚生労働省様は入ってこないということでもよろしいでしょうか。

○事務局（守屋） はい、そういうことです。

○小長井座長 そういう認識で議論を進めたいと思います。どうもありがとうございました。

これは蛇足ですけども、このワーキングのメンバーというのは委員ではなくて構成員というのですね。ですから、皆さんの名前も今、構成員と書いてありますけれども。これは代理がきかない会議でございます。皆さんもきょうも多分ほかにも用事があったかと思いますが、こちらの重要性に鑑みて、こちらにご出席いただいたということだと思います。ぜひ、活発な討論をお願いいたします。

それでは、次に移らせていただきまして、あとは運営規則等についても何かご質問とかございますでしょうか。特にありませんね。

それでは、メインの課題に移らせていただきます。それでは、議題の2です。今後取り組むべき課題についてということで、資料の説明をお願いします。

○事務局（守屋） 運営規則につきましては、ご承認いただいたということで進めさせていた

できます。

それでは、議題2につきまして、ワーキンググループの具体的な進め方について、資料の2を用いてご説明をさせていただきます。

表紙をおめくりいただきます。スライドの1、本ワーキンググループの狙いということで2点書かせていただいております。

1つ目、基礎研究から、応用・システム化技術の開発まで、出口戦略を明確にした議論を通じて、関係する機関全てが目標を共有し、研究成果を効果的かつ迅速に社会実装につなげること。

2点目が、ナノテクノロジー・材料分野全体を俯瞰し、目指す社会像の実現や社会ニーズなどのさまざまな観点から、今後取り組むべき課題の検討を進め、グローバルな競争に打ち勝てる技術の確立に導く政策の導入を図ることということにさせていただきます。

少し抽象的な文章でございますが、具体的には26年度のアクションプラン、特にその中でも府省連携で進める施策のブラッシュアップにつながるような議論をしていく。そのことによりまして、各省様主導の施策ではございますが、より確実に早く社会実装につなげていきたいと考えております。

もう一つ、この会議の成果としては、27年度のアクションプランですとか、あるいは総合戦略の見直し等に際して、新たな研究テーマなどを関係各省と相談しながら議論し、そして次の年度の予算等に反映させていただきたいということを考えてございます。

スライドの2、こちらが具体的な検討内容ですけれども、1つ、第4期の基本計画のレビューということで、こちらにつきましては主な検討対象の領域として、パワーエレクトロニクス、構造材料、革新的触媒といったところを中心に進めていきたいと思っております。

ちなみに、パワーエレクトロニクスというくくりですけれども、総合戦略の中でパワーエレクトロニクス自体の材料、デバイス、システムに加えまして、そのほかの省エネにつながる磁性材料ですとか希少元素等に関する施策も含んでございます。

2番目、平成26年度アクションプラン特定施策のレビューということで、対象領域は①と同等でございます。

③として、今後さらに取り組むべき課題の検討、こちらにつきましては、ナノテク・材料分野全体を見ながら議論いただければと思っております。

スライドの3は今回ご就任いただきました構成員皆様のリストとなっております。それぞれ分野別の議論の際に主にご担当いただく領域を決めさせていただきます。一部の方に

は全体俯瞰を中心にご担当いただくことにしてございます。

スライドの4、こちらが当面のスケジュールとなつてございまして、本日第1回、12月4日。続きまして、第2回以降にそれぞれ主に検討する議題を定めてございます。第2回はパワエレ、第3回は構造材料、磁性材料等、第4回が革新的触媒と、現時点では予定してございます。最終的に4月下旬ごろに重要課題専門調査会に対して、ワーキンググループとしての何がしかの助言なり提案を出していきたいということを考えてございます。

最後、スライドの5ですけれども、本日ご議論いただきたい内容ということで書かせていただいております、1つ目として、今後新たに取り組むべき課題につきまして、先生方からの意見を広く、分野にかかわらずいただきたいということです。目指すべき社会像ですとか社会ニーズ、最新の技術動向、あるいは来年度から走るアクションプラン等を踏まえたご意見をいただきたいということです。

2番目といたしましては、平成26年度アクションプラン特定施策について、各府省が施策を進めるに際して重要となるポイント・着眼点をご指摘いただければと思っております。

なお、本日の議論につきましては、3つの主な担当分野ごとに進行させていただくのが効果的かなと思っておりますので、小長井先生に事前をお願いしてございます。

以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

今のご説明でいかがでしょうか。ご理解いただけたでしょうか。今回のこの議論、きょう皆さんで議論していただいて、次回以降はさらに詳細に議論するための課題を設定するということとなります。それをもとにして、ここで議論した内容は上位の委員会でももちろん議論するわけですけれども、平成26年度のアクションプランとか、さらにその次の平成27年度のアクションプランとか、それとか今、内閣府のほうでやっておりますSIP、戦略的イノベーション創造プログラムのほうにも影響が出るかもしれませんということで、ぜひ活発な、日ごろの思いを述べていただければと思います。

何かご質問、どうぞ。

○馬場構成員 今の説明と先ほどの運営規則とがちょっと合わないような気がします。

○小長井座長 齟齬がありますか。すみません。

○馬場構成員 基本的にはナノテクノロジー・材料ワーキンググループの中で分野全体を俯瞰するというふうここに書かれていますが、先ほどの説明では、エネルギーのところに限るような形になっていました。これはどういうふう考えたらいいですか。例えば基盤技術として、

加工技術だとか材料技術だとかはいろんな分野にまたがるので、エネルギーだけではなくて他にも関係してくる。主はエネルギーかもしれませんが、他のところまで議論するという意味でよろしいでしょうか。

○事務局（守屋） 当面の主な議題として3つの分野を指定させていただいておりますけれども、こちらの分野につきましては、いずれも総合戦略のエネルギー分野に関して記載されている課題から抜き出したものとなっておりますので、そういう組織的な立てつけになってございますけれども、ここでの議論といたしましては、そこに限らず広く議論いただきます。小長井座長が重要課題専門調査会の委員でもいらっしゃるという意味合いは、そこにエネルギー戦略協議会ですとか次世代インフラ協議会の座長、副座長がいらっしゃる場での、より一つレイヤーが高いところでそういう領域にまたがった議論をする場もございますので、ここでの議論を今のエネルギーに限定する必要はないと考えてございます。

○小長井座長 橋本先生、今、手を挙げられた。

○橋本議員 私はこれまで文科省のナノテク委員会等に参加していました。その立場で今回のここでの議論を考えるとたぶん、ナノテクに今までかかわってこられた先生方の多くは、非常に違和感を感じていると思うのです。そこで、そのことをコメントさせていただきたいと思えます。

今の馬場さんのお話、ご質問でもありましたけれども、ナノテク・材料は非常に基盤的な横断的なものであって非常に広く言っている。ナノテクに関わってきた人間としてはそこが重要と考えています。それに対し、ここではナノテクの中でも極めて狭い分野での課題が抽出されていることに危機感を持たれるのではないのでしょうか。一方、現状の政策においては、選択と集中をしなければいけないという命題があります。私の理解が違ったらぜひ正していただきたいのですが、選択と集中という大きな方針がある中で、今年度、内閣府として力を入れていく研究課題の中にここで取り上げている3課題がある。これらはナノテクの観点からも重要なので、この委員会においてもこれらを重点的に議論していただきたいということと私は理解しています。ただし、今のご質問にあったように、ナノテクは全体の基盤的なものであるということは当然認識をしておりますので、今後新たに取り組むべき課題の検討のところ、ナノテク・材料分野全体ということが記載されているわけです。限られた資源の中で選択の話と基盤的なものを両立させるのがなかなか難しい中で、今回のような委員会運営をしているというふうに私は理解しております。

○久間議員 今、橋本先生がおっしゃったとおり、4月までに議論できるのは5回しかありま

せん。まず、4つの戦略的市場創造プランであるエネルギーや次世代会インフラに合わせたナノテクを重点的に議論していただくのが一つです。

それから、実は、去年のナノテク・ワーキングでは、幅広い分野を俯瞰した調査検討を行いました。今年は分野を絞って、議論を深めたいというのが2つ目です。

3つ目は、少し違和感を持っていらっしゃるかもしれませんが、今年はICT-WGに、シリコンテクノロジーなどのデバイス関係を入れました。シリコンテクノロジーは非常に厳しい状況にあることから、これまでのように、材料やプロセスのみにフォーカスしても、出口が見えないと判断しました。従って、上位のレイヤー、デバイス設計のレイヤー、製造プロセスのレイヤーという一貫した中でシリコン関係のナノテクノロジーの議論していただくことを目的としています。

以上です。

○小長井座長 いかがでしょうか。よろしゅうございますか。

議論はそのように分けるのですが、実際に国で大きなプロジェクトをつくる時には、やはり縦串のしっかりしたプロジェクトができないといけないかなと思っているのですが、きょう、各構成員の方々からいただいた意見を見ても、もう少し広い範囲でシステムを見ながら、だんだん階層を落としていってプロジェクトを組むべきではないかというのが多かったかと思うんですけれども、それはこれからの議論でディスカッションさせていただければと思います。

一村構成員、先ほど手を挙げられたと思いましたが、いかがですか。

○一村構成員 基本的には馬場委員と同じようなコメントだったんですけれども、もう一点は、資料1との関係で「議決」という言葉がありますけれども、これはどんなイメージを持たれた文章なんでしょうか。

○事務局（守屋） このワーキンググループの検討内容のところ、4期計画のレビューですとか26年度のアクションプランのレビューというようなことが記載されてございますけれども、それらにつきましては、報告という形で重要課題専調のほうに上げていくことになることが予想されます。その際に、構成員の皆様全員の同意をいただいた内容として重要課題専門調査会のほうに上げていくというステップが必要かと思ひまして、そういう際の議決をイメージしております。

○小長井座長 よろしゅうございますか。

それでは、次へ移らせていただきます。いよいよここからが本番でございます。

それでは、ここからが議題の2だったのですね。すみません、ちょっと先ほど間違えたかも

しません。

資料の3を用いて説明をお願いいたします。事務局、お願いします。

○事務局（守屋） それでは、事務局よりご説明をさせていただきます。

これからのご説明は分野別に議論いただくに先立ちまして、それぞれ各分野において26年度のアクションプランとして特定されたナノテク・材料関係の施策に関する議論のための材料をご提供するという趣旨でご説明をさせていただきます。

資料の3でございますけれども、こちらには26年度のアクションプランと、そのアクションプランの対象施策として特定したものの概要が記載されてございます。

表紙をめくっていただきますと、こちらには今、少し議論になりました当面の議論の対象としての重点的取り組みとして、エネルギー分野の幾つかの取り組みが掲載されておりまして、それぞれに革新的触媒ですとかパワーエレクトロニクス、構造材料等が記載されています。具体的にはスライドの4をご覧くださいと、こちらがその触媒関連の府省連携施策ということで、経済産業省さん、それから文科省さんの施策が合わせて3施策、府省連携として特定されております。経済産業省さんのほうでは革新的触媒の実用化に向けた技術開発。文科省さんのほうにおいては元素レベルからの革新的触媒技術の開発といったようなところが趣旨になっているかと思えます。

続いて、スライドの7をごらんいただきますと、こちらにはパワーエレクトロニクス関連の府省連携施策について簡単にご説明をさせていただきます。こちらは基礎から実証まで垂直統合で研究開発するような取り組みとなっております、非常にその経済効果が期待できる分野だと思っておりますが、経済産業省さんのほうが事業化を見据えた技術開発を行い、文科省さんのほうがさらにその一步先の将来を見据えた革新的な素材の研究開発を行っているということで、連携施策として特定させていただいた経緯がございます。

また、この分野では単独施策として、自動車向けの高効率モーター用磁性材ですとか希少元素代替材料開発といったようなところも対象施策として特定されてございます。

続きまして、スライドの11、こちらが革新的構造材料に関する施策となっております。文科省さん、経産省さんの施策3つを連携施策として特定させていただいておりまして、この連携におきましては、主に輸送機器の抜本的な効率向上に向けた研究開発ということが出口として見られておりまして、経済産業省さんのほうで事業化を見据えた技術開発、文科省さんが元素の役割解明から革新的な部素材の実用化を見据えた基礎研究ということでございます。

文科省さんの2つ目の施策については、1つの出口として高効率航空機といったものを狙っ

た施策となつてございます。

この分野での単独施策として、府省連携とは別にレーザー加工技術の開発プロジェクト、それからナノ炭素材料実用化プロジェクトが経済産業省さんから出てございまして、特定対象となつてございます。

簡単ですが、以上でございます。

○小長井座長 ご説明ありがとうございました。

今いただいた資料の3にいろいろなプロジェクトの内容が書かれておりますが、かなりキーワード的に書いておりますので、先生方はごらんいただいたときに必ずしも十分把握できないところもあったかと思いますが、きょうは関連の省庁の方も来ておられますので、これからの議論の中でこれだけではちょっとおわかりにくい点がありましたら、ぜひ質問していただければと思います。

それで、構成員の方々にはご担当の部分を中心にして、いろいろ既にコメントをいただいておりますので、それについて今から議論させていただきたいと思います。あと、先ほどちょっと申し上げましたように、2回目以降はテーマを絞って議論させていただきたいと思っておりますので、例えばパワーエレクトロニクスのところでしたら、次回どういう点に焦点を当てて議論したらいいかという、そういったこともちょっとコメントしていただければ大変ありがたいと思います。

それでは、構成員の先生方のところには、構成員から事前にいただいたご意見というのはあるんですか。それに従って……

○事務局（守屋） 机の上に置かせていただいております。

○小長井座長 それに従ってお願いしたいと思うんですけども、時間の制限もございまして、できましたら1人三、四分で要領よくお願いしたい。ただし、先ほどちょっと申し上げたように、これからの議論のポイントをどこにしたらいいかということも含めてお話しいただければと思います。では、お願いします。

それでは最初に、赤木先生からお願いします。

○赤木構成員 東京工業大学の赤木です。

私の専門はパワーエレクトロニクスですが、パワーエレクトロニクスの研究は材料、デバイス、応用システムに分類できます。私は学部4年の卒業研究から現在まで一貫して応用システムの研究しております。その立場から材料やデバイスの知識も必要で、パワーエレクトロニクスは本当に広い技術です。特に応用システムの研究は最新のパワーデバイスだけでなくDSP、

FPGAとかAD変換器を上手に使いこなす総合技術です。私は楽観的で、発展途上国はそう簡単には追いつかないと考えています。なぜかというと、すり合わせを行う個々の要素技術すべてが良いものでないと、良い研究や良い製品ができないと考えております。

コメントはそこに書いていますが、現在のパワエレの研究開発で最も強調したいことは、SiCパワーデバイスが立ち上がってきていて、応用研究がスタートしていることです。メガワットの電力変換器が書いてありましたが、もう一桁大きな10メガとか100メガワットクラスの変換器も欧米の企業も注目していますので、そこを目指して研究開発を行っていく。次世代のマルチレベルの大容量、高圧大容量の変換器、これは具体的には液化天然ガス用コンプレッサーなどに、こういう大容量電力変換器が必要になってきています。

それから、いろいろ資料を事前に読ませていただいて、これは一例ですが、私はナノ軟磁性材料を使用し、日本の企業が製品化した、低損失磁性材料（商品名は「ファインメット」）は、非常に優れた磁性材料ですが、その次世代バージョンの開発をしています。ここでは具体的な性能として3ワット／キログラムで400ヘルツ1テスラは書いてありますが、使うほうからすると、もう一つ重要な指標があつて、熱抵抗が非常に重要なんです。磁性材料の内部で発熱してもそれを冷やそうにも熱抵抗が高いと、外部を冷やしても内部はなかなか冷えない。魔法びんの中で発熱源があると、外を冷やしても中は冷えないんです。ですから、何ワット／キログラムという損失の具体的な数値も重要ですが、熱抵抗を下げる努力もしないと、使うほうからするとうまく使えません。10年ぐらい前、大学で実験中に、熱が内部こもってフラスコがかぱっと割れた経験していますので、熱抵抗というのが非常に重要で、多分、材料を研究されている方はそういうことは余り気がつかないと思います。ですから、そういうことをちょっとコメントさせていただきました。

それから、私ども応用のほうからの立場ですと、以前の資料で電流密度が銅の100倍のカーボンナノ材料の研究がどこかにあったんですが、これはできたらすごいなと思います。超伝導材料は不要になります、現在の銅線の電流密度は1平方ミリ当たり大体、普通のモーターですと5アンペアぐらいです。電気自動車用ですと短時間に使う場合には30アンペアぐらい流しますけれども、それが100倍となると同じ定格で単純に言えば100倍の出力が出せるわけで、これはすごいことですが、そのあたり、いつごろできるのかなと私は成功率もぜひ明示してほしいですね

全体的には、この分野は特にヨーロッパ、欧米の国、産業界、大学がいろんなチームを組んでパワーエレクトロニクスの研究・開発を進めています。欧米との競争が一番私は厳しいと思

っております。シリコンのIGBTなどは日本が圧倒的にリードしていましたが、日本のSiCパワーデバイスの研究・開発もいいところに行っていますので、それをどんどん応用システムの研究者に供給していただければ、いろんな工夫をしますので、SiCパワーデバイスを使用したパワーエレクトロニクス装置の実用化を日本が先導できると考えています。

簡単ですが以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

赤木先生はパワーエレクトロニクス・ソサエティのプレジデントをされたりして、大変世界の動向にもお詳しいわけですが、例えばこういう分野でプロジェクトを組むとき、欧米のやり方と日本の違いというのはございますか。

○赤木構成員 欧米の場合はいろいろな形でシステムが違うと思いますが、例えば国と大学と産業界で、企業の税金が違うかもしれませんが、企業から多額の研究費が大学に出ます。だから、国が3分の1、企業がその倍以上、3分の2ぐらい出して、大学はお金を持っていませんので、そういう形での企業からのサポートがすごく大きいです。例えばアメリカのナショナル・サイエンス・ファンデーションからの競争率が非常に厳しいですが、一旦できると5年後に見直しで、大体最大10年で企業とナショナル・サイエンス・ファンデーションで大きなプロジェクトを支援します。大学も1つの大学ではなくて5つぐらいの大学でやります。その中にアメリカ的でおもしろいのは、5つの大学の中でもすべてがトップクラスの大学ではなく、ローカルユニバーシティなんかも入れて、あるいは高校も巻き込んで研究だけでなく教育も一緒に支援しています。これは日本と違うな、というところを感じています。

○小長井座長 これから、次回以降、何か集中的に議論しようと思ったら、どこの点を議論したらいいですか。

○赤木構成員 私はやはり応用の立場から、いろいろ欧米の研究のあり方と日本の特に大学、企業、国と、その関係のあたりを議論したいなと思っています。

○小長井座長 個別のテーマについては大体、日本のテーマというのはカバーできているような感じなんですか。

○赤木構成員 そうです、そういうふうに思っていますが、特に大学での応用システムの研究者が欧米に比べて少ないように感じています。

○小長井座長 あと、大森さんのほうからも似たようなご意見があるかもしれませんので、そのときにまたちょっとお伺いしたいと思います。何か今の点について、どうぞ。

○久間議員 私もパワーエレクトロニクスをやった手前、赤木先生の御発言は少し楽観的だと

思います。パワーエレクトロニクスは、確かに今は日米欧が強いですが、中国も半導体デバイスを作れなくともモジュールは作っているのです。ハードウェアのみのモジュールはいずれ真似されると思います。赤木先生が言われているように、もっとシステムサイドからソフトウェアを含めた全体を取り込んで、新興国が真似できない仕組みにしないといけないと思います。デバイスは、プレーヤーが多くなり、メーカーが安売りするので、シリコンCMOSデバイスの二の舞が生じています。だから、デバイスの価格下落はいずれ起こってきます。ですから、コントローラーや保護回路等を含めたノウハウも組み込んだモジュールで差別化することを早目にやっておかないと危うい、と私は思います。特に、電圧の低いほうが危ないです。

○小長井座長　パワーエレクトロニクスに関係されている方が、あとお二人おられますので、ちょっと伺ってから総合的にまた討論したいと思います。

○大森構成員　三菱電機の大森でございます。

大体今までデバイス関係の開発をずっと見ていまして、最後はきょうの話題がございましたSiCのパワーデバイス関係をやってございます。

今回、この意見を見させていただきまして少し気になったのが、赤木先生とも同じになるかもしれませんが、実際、技術階層的に見ると、先ほど先生が言われるように、アプリケーションサイドと、それをつくるためのどういうふうに応用しますかというところが一番上位にありまして、それからシステムをどうつくる、それでインバーター、制御・回路、あと今、言われましたモジュールという、もともとの半導体デバイスを入れた弁当箱みたいなもの、あとその中でいろんな物理という話になるのですけれども、そここのところ、上位から見たときに下位がどういうものがターゲットになるかを少し分析して、コアになるものをちゃんとターゲットにしてやっていないと、アプリの最後のところがやっぱり付加価値になりますので、それをしっかり見たいと思っています。

少し、今日いただいている書類だけではちょっとそこまでわからなかったんですけども、少しそれを見ていかないと、個別の目標値と書かれても、それが出来たときにどういう製品のメリット、あるいは応用的なメリットが出るかがわかりにくいかと思っています。

あとは、次のパワエレと言いますが、大体今、やってみますと、大体が損失の話になっていますけれども、あと小型化とか軽いかいいうものをつくったらメリットが出ますので、その辺のところ今後大きく出てくるとなると、やはり2枚目に書いていますけれども、車用とか車載とか移動体に対してのものがあると思うので、その辺が少しあるだろうと思っています。パワエレとしては、モーターを駆動するものと、あと先生が言いましたDCみたいに電源

をやるもの、2つがありますので、その分野で本来課題になる技術がどうあるかを少し見ていく必要があるだろうと思っています。

それとあとメインのところは、今、メインでやっていますS i CとかGaNとか普通の材料の話になるとは思いますけれども、やはり基礎的な部分では新しい材料としてダイヤモンドであったり、ガリウムオキサイドとか幾つかのものがございまして、その辺についての基礎的な探究とか、あとパワーデバイスの場合、非常に大きな電圧とか大きな電界を使いますので、その物理的メカニズムのところをやるというのが文科省さんのほうの関係だと思んですけども、そこら辺のところの内容をもう少し吟味して見る必要を思っております。

あと、パワエレにつきましては、ちょっとここに書いていませんが、先ほど赤木先生も言われたように、いろんなものを寄せ集めてきます。その中でどこが差別化できるものかというのをする必要があります。今、どうしてもデバイスのほうの材料という、新デバイスが出ますけれども、その後、合わせますので、それを使ってどういうふうな応用をするか、どういう機能が発現できるかというところの分析が要るだろうと思っています。

簡単ですけども、それで終わらせていただきます。

○小長井座長 ありがとうございます。

このパワエレのところは今、大森さんが書いておられるように、応用分野が主にモーターコントロールと電源制御であるということで、そこら辺をもうちょっと階層構造をしっかりと見て、各省庁の連携プロジェクトの中にうまくこれが組み込まれているかどうかということがポイントですね。

それと、ちゃんとお互いに連携をとって……

○大森構成員 ターゲットがちゃんと合っているかという、それを少し見ないと、先ほどの話で、いろんなところでキーの値があると思います。

○小長井座長 先ほど赤木先生からは熱抵抗が抜けているのではないかという話があって、でも、これはちょっと細かく書いていないからかもしれないので、それは各省庁の目標値とか研究項目の中にそれがどうか、ちょっとそれは確認しなくてはいいですね。

あと、材料的なものを見ると、私はS i C、ガリウムナイトライド、ダイヤモンドと順番を考えていたら、今度ガリウムの酸化物も……

○大森構成員 最近出てきています。

○小長井座長 可能性が高いワイドギャップ材料ということで、こういう材料も入っているかどうかですね。

○大森構成員 新しくイノベーションになるかもしれないので、それはやっぱり見ておくべきだろうと思いますので。

○小長井座長 こういう項目は今の省庁連携の中に入っていそうでしたか。私、そこまで確認できていないんですけれども。

○大森構成員 恐らく経産省のほうに書かれていましたよね、この前に、お話を聞いたときに。

○小長井座長 では、これは入っているということ。

あとは差別化ですね。久間議員からちょっと見通しが甘いかもしれないとありましたけれども。赤木先生は10年でも追いつかれないかもしれないと書いてありますけれども、何かちょっと本当かなという気もしないではないのですが。

○赤木構成員 やはり確かに具体的に中国でつくった場合、値段が安いですが、性能的にはやっぱり信頼性とかいろいろまだ課題があるので、日本と同じぐらいの性能、信頼性のもをつくるというのは10年かかるだろうという意味です。コストを考えると、やっぱりちょっと日本が辛いところはあるんですが、性能は非常にいいものができていますので。

○小長井座長 では、皆さんからご質問ございますでしょうか。

ないようでしたら、波多野先生、お願いします。

○波多野構成員 波多野でございます。

私はお二人の先生方とほとんど同じ意見です。私は産業界から大学に約3年前に移りましたが、産学の微妙な意識の差や府省間で確かに壁があると実感しているところでございます。またデバイスに関しましては、先ほど久間議員もおっしゃいましたように、中国、韓国に対して悔しい思いも産業界の時代にしましたので、その思いを込めまして、やはりグローバル展開のための技術開発段階からの国際標準化とか基準化とか認証システムの推進を加速することが重要だと思っています。そのためにも先ほど先生方がおっしゃいましたように、ニーズを予測して応用分野や世界市場を明確にして、それに必要な目標を達成するための施策を具体化する必要があると思っています。また私の専門分野でもございますパワーデバイスの新材料デバイスの開発は、現在は材料ごと個別の研究開発を進めていますが、共通の技術は基盤プラットフォームとして強化していくことが重要だと考えています。基盤技術に含めるべきこととして中国との差別化になるだろう信頼性、パワーエレクトロニクスは信頼性が重要ですので、かなり産業界と密にやらないと加速試験とか信頼性の課題は明確にできませんけれども、そこもしっかりした上で、日本のパワーエレクトロニクスのポジションを維持して発展させることが重要であると考えています。

また日本の独自性を発揮するためにも、ICT技術と融合させることによって、時間的、空間的なエネルギーの高効率な制御という上位概念でシステム化することも重要であると考えています。

そして、パワーエレクトロニクスが活きるスマートグリッド化に伴い各府省間に分かれているというふうには私はちょっと勘違いしているかもしれませんが——思っておりますので、この府省間連携によって総合的なメリットが得られるようになることを期待しています。

体制に関しましては、今まで以上に産業界がリードして、国内だけではなくグローバルに必要なシステム、出口を示すということが重要であると考えます。そのためにも世界のエネルギー政策のような情報を共有し、このためには人文社会系の分野の方とも連携し、世界情勢におけるパワーエレクトロニクスの重要性を明確にして進めていくべきと思います。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

波多野先生は日立の経験も長く、また東工大の経験もあり、府省連携についても大変関心が高いかと思いますが、今、最後のほうでスマートグリッドに関して、取り組みが各省庁でちょっと違うのではないかというところの意味がよくわからなかったんですが、どんなふうに違うというふうに主張されているんですか。

○波多野構成員 勘違いして、今はもっと進んでいるかもしれませんが、家の中は総務省、外のところは経産省、国土交通省とか、そういうふうに分かれているのではないかと思います。間違っていたらご指摘いただきたいと思います。

○小長井座長 そういうことですか。ちょっとそこら辺はよくわかりませんので、何か今のところでコメントができます、経産省は。

○経済産業省（北岡） 1つの事例をいいますと、例えば通信系においては、総務省が非常に重要な施策として通信帯域の行政をやっておりますが、実際にその中で活用されている、いわゆるデバイス開発や基盤開発になると、文科省や経産省が担っている状況です。今回アクションプランに内閣府がまとめられた中では、総務省、文科省、経産省それぞれで省庁の役割についての議論をしています。その中でやはり総務省の通信帯域行政はとても重要なところですよ。そこは分野ごとに関係する省庁を分けておいたほうがいい話であり、その中でどう進めるかという情報を共有化するということでは先生のおっしゃるとおりで、今後進めていかなければいけないと思っています。現在、進めているところであります。

○波多野構成員 かなり進展しているんですね。お教えいただきありがとうございます。

○小長井座長 あと、波多野先生、ご指摘のあった標準化とか基準化、認証、これについてはやっていないというふうには思っていないんですけれども、これは大丈夫なんですか。むしろ大森さんに聞いたほうが良いと思うんですけれども。これは十分対応できていないということですか。できていますか。

○波多野構成員 対応できていないというよりもこれからもっと重要であろうという……

○小長井座長 もっと重要だということですか。

○波多野構成員 意識が必要だということ。

○大森構成員 恐らく波多野先生に言われたのは、従来パワーですと、シリコン関係とかでは当然いろんな規格とかをやっていますけれども、新しい材料と新しいデバイスを使いますので、恐らくそれを正當に評価する評価方法とか、従来のものでも恐らくある程度カバーできるんですけれども、それを越えた分野とか、あるいはこれから小型化が進んだときに新しい応用性が出た場合、そのときにどういうふうな評価手法をつくるか、あるいはどういう評価基準をつくるかというのをあわせて考えていかないといけないだろうと。例えば今、高温にできますよねといったときに、高温で使っている材料とは、それを高温で使うパワーモジュールとして使える材料はどのような手法であるべきかというのをちゃんと決めてやらないと、恐らく測定も含めてですけれども、恐らくそういうことをちゃんとしなさいということだと思います。

○波多野構成員 まさにそのとおりでございます。ですから、研究開発段階から意識した形でテスト手法とかも含めまして、共有していくべきだと思います。

○小長井座長 特に新材料に対してということですね。

○大森構成員 そうです。

○小長井座長 新デバイス。ありがとうございます。

ちょっと時間が押しておりますので、パワエレの3人の方についてのご説明は以上として、次に移らせていただいてもよろしいですか。

それでは、次は岡部構成員からお願いいたします。

○岡部構成員 私は希少金属、レアメタル関係の専門家としてもこの会合に呼ばれていると理解していますが、まさに先ほど話題となったパワエレをはじめとする電子機器も多様なレアメタルを沢山使っていますし、皆さんが今後、高性能のデバイスを開発すればするほどレアメタルを使うことになります。この意味では、多方面にわたり貢献できると思います。

私は、今回の机上配布資料の10ページ、11ページ、12ページにコメントを書かせていただきましたが、例えば宝野先生が取り組んでおられるようなジスプロシウムを使わないレアアース

の強力磁石の開発、さらには、革新的触媒については白金やロジウムなどの希少金属を極力使わない新しい触媒などの開発などの研究課題がとても重要だと思います。また、これらの希少なレアメタルを使用してしまった場合は、それらをリサイクルして循環利用する必要があります。リサイクルの技術開発の今後の動向や政策決定については、コミットできると思います。

一つここで申し上げたいのは、日本のデバイス産業の技術開発力は強く、世界競争力もあるのですが、その一つの要因として、日本ではこれらの産業に不可欠な高品質なレアメタルの原料などを供給する産業が強く、また、白金などの高価なレアメタルのリサイクル技術についても非常に優れているという点も忘れてはなりません。レアメタルは種類も多くありますが、例えば、チタンについては、日本は世界の30%の生産シェアを押さえています。これほど強い素材産業は、実を言うと、あまりないと思います。こうした意味でも、今後も材料技術の開発を日本はどんどんやっていくべきだと思います。

今後、話題として出てくると思いますので、一つ申し上げたいことがあります。皆様のお考えからは少しポイントが外れているかな、と心配に思いながら書いたのですが、11ページの最後の段にあえて書かせていただきました。皆さんが、すごくいい材料、デバイスをつくるためには、高品位のレアアースをはじめ、良質なレアメタルを海外から輸入してきます。しかし、その裏には、鉱石の採掘や製錬の過程で、非常に深刻な環境破壊とか有害物が出ている場合があることをコメントさせていただきました。そこをあえて書かせていただいていたら、驚いたことに、東レの北野様が16ページで、同じように、やはり裏プロセス技術として、あえて書かれております。有害物を含む廃棄物の処理技術などは、このWGでの議論では多分、余り重要ではないと思われそうですが、今後、世界的には非常に重要な事案となってきます。実を申し上げますと、日本は、昔の公害・環境問題の苦い経験もあり、この結果として非鉄産業の環境技術が強くなっており、この産業が強いからレアメタルの供給が非常にスムーズに行っています。

以上、まとめますと、レアメタルは多種多様で一つに絞って議論はできませんが、例えばジスプロシウムとか白金とかロジウムとかの希少性の高いレアメタルは極力使わない技術を開発すべきです。また、仮に使用したらリサイクルすべきです。また、逆のこともあります。例えばリチウムとかネオジムとかは、資源的にはいくらでもあるので、リサイクルの重要性は低いです。コバルトを使わない磁石や電池を開発するのも、供給リスクを回避するという観点からは、それもそれで良いのですが、ともするとコバルトは今後、供給が過剰となり、だぶつく可能性がありますので、コバルトを使う新技術の開発も重要です。私は、レアメタルの裏世界をずっと歩いてきた人間ですので、皆様のご協力になればと思います。

余談ですが、15年前にレアアースのリサイクルの技術の開発を一生懸命やって学会で発表したら、発表者を含め、3人ぐらいしか会場に居ないという状況でした。しかし、先月、北米の学会に行ってきましたら、レアメタルのリサイクルは、日本発のトレンド研究になっていました。学会の会場は、人で一杯でした。今後もレアメタルの動向や、製錬、リサイクル、環境技術などの点でもご協力できると思います。よろしくお願いします。

○小長井座長 今の大型のプロジェクト等々を見て、先生目から見て足りないところといったら、今のような環境破壊に関係している……

○岡部構成員 リサイクルについては、筋が違うのでは？と思うプロジェクトも多くあります。現実的には、皆さんは、とにかく良いモノをつくるのが大切です。場合によっては、触媒などは、極力性能を維持しつつ、例えばロジウムのような希少性の高いレアメタルを使わない新技術の開発は、非常に大事です。もし使ってしまったら、その後のリサイクルプロセスをしっかりと考えるというところでのよろしいのではないのでしょうか。あと、高性能なモノをつくる材料プロセスの裏には廃液処理技術などの環境技術も重要となります。この点は、後で北野様も、あえて書かれておられますので、私としても嬉しいのですけれども、今後は、裏プロセス技術も重要です。

○小長井座長 ですから、例えば今の参考資料等をごらんいただいて、今、先生がご関心のテーマというのは大体ここにもう入っているんですか。

○岡部構成員 そういうことです。

○小長井座長 というような観点でよろしいですか。

○岡部構成員 はい、よろしくお願いします。

○小長井座長 そうすると、次回以降で議論するとなると、元素については、どういうところにポイントを置いて議論したらよろしいですか。

○岡部構成員 この元素、と特に指定するのは無理です。デバイスに関係するレアメタルは多く、皆さんがあまりに多く使っていますので。したがって、元素を特定できません。ただ、最近では、リサイクルする必要があまり無いものでもリサイクルしようとする傾向もあります。経済的な価値が低いレアメタルを無理してリサイクルする例としては、例えば、リチウムイオン電池の中のリチウムのリサイクルです。これ以外にも、そんなリサイクルはやめておけという事例もいくつかあります。リチウムの使用量については今後も減らす必要性はない、など、資源や製錬・リサイクルの観点から私は、このWGにコミットできますので協力させていただきます。

○小長井座長 リサイクルは本当に重要ですよね。毎年ほとんどリサイクルしていけば蓄えている資源はどんどんふえていくわけですから使用量がふえますし。

○岡部構成員 まさにそのとおりです。また、リサイクルを進めると、鉱山での環境破壊が低減されますので、この観点からも大事ことだと思います。

○小長井座長 ありがとうございます。

何か今の点について、ご質問とかご意見ございますか、どうぞ。

○塚本構成員 かねてから気になっているんですが、レアメタル、レアアースという言い方をぼちぼちやめるべきではないかと思っていまして、欧米だとCritical MetalとかCritical元素というような言い方をしますよね。その産業にとって要は戦略的に重要なものと。地球上にクラーク数からいえば非常に小さいんだけども用もないやつは別に議論する必要はないわけで、あるいはリサイクルが効いて十分循環できるんならCriticalではないですから、そういう意味では少し議論のプライオリティーを元素、どこにプライオリティーを置くかという意味で、産業へのインパクトだとかリサイクルの可能性だとか、あるいはそもそも資源量の枯渇性だとかということを考えて、少しフォーカスの仕方を考えないと、周期率表のレアアースと言ってしまくと全部並びますから、議論が本来のところからずれると思います。

○小長井座長 大変貴重なご意見だと思いますが、そのあたりというのは今まで省庁ではお考えになっては……どうぞ。

○文部科学省（前田） 文部科学省ですが、このアクションプランのレビューに係る資料においては余りきれいに書いておらず恐縮ですが、多くの先生方ご案内のとおり、元素戦略の中で、今、先生が言われたようなジスプロシウムの問題や、白金属を使わない材料をつくっていくということについて既に取りかかっております。また、リサイクル関係は、これもプロジェクト上の位置づけが東北復興ということになっているものですから、この資料中に見えてこないんですが、おそらくご案内のとおり、東北大学の中村先生をリーダーとした、東大の前田先生らにもご協力いただいたプロジェクトなども走っております。ただ、一方で、取り組んではいるんですが、取り組みが十分かといわれると、そこはまだ議論の余地があるのかもしれないので、次回以降、我々のやっていることもご紹介させていただいて、忌憚のないご意見、この辺をもっと強くすべきだとか、ぜひご意見をいただければと思います。

○北川構成員 北川です。

実は先進国5カ国で化学サミットというのをやっておりまして、今年、ファースト・ラウンドの最後の会議を、議長国として初めて日本でやりました。50人ぐらい集まりましたが、私が

議長を務め4日間ずっと円卓を囲んで会議を行いました。元素の有効利用というテーマで行いましたが、欧米や他の先進国と日本を比較したときに、今、岡部先生がおっしゃったように、日本が一番遅れているのは稀少元素の回収技術に関する人材育成です。企業では、回収技術の開発をしっかりとやっています。例えばルテニウムは一時グラム3,000円ぐらいまで上がりましたが、今は250円ぐらいに。これはハードディスクからルテニウムを回収する技術を日本の企業が確立した為に値段が10分の1に暴落したわけです。このような技術は非常に重要ですが、一番の問題は、欧米と日本を比べて日本が一番おくらしているのは、大学での人材育成です。要するに回収技術に関する人材をしっかりと大学で育てないといけないのです。岡部先生みたいな人がたくさんいればいいんですが、日本は少ないのです。特にヨーロッパでは、人材育成を一生懸命やっています。だから、文科省さんには特にその辺をしっかりと支援していただき、向こう50年日本で様々な稀少元素の回収技術を担える人材を、今からしっかりと大学で育てるということが、今後の最重要課題と考えます。

○小長井座長 先生が事前に提出していただいた意見の中に、元素戦略も必ずしも今、うまくいっていないところがあると書かれていたのは、まさにそのことですか。

○北川構成員 そうです。使用量削減や稀少元素代替のほうばかりに目がいっていますが、大学における稀少元素回収の基礎研究と人材育成はとても重要です。昔は分析化学や無機化学ではそのような教育や研究があったのですが、最近は最先端技術に行き過ぎて、謂わば泥臭い、オーソドックスな教育・研究ができていないというのが現状だと思います。

○岡部構成員 ありがとうございます。

絶滅しそうな絶滅危惧種の代弁をしていただきまして。

○小長井座長 ありがとうございます。

それでは、時間のこともございますので、宝野さん、お願いします。

○宝野構成員 効率的なエネルギー利用という観点から磁性材料でどういう重要な課題があるかという私見を述べさせていただきます。

まず、先ほど話題に上がりました希少元素、ジスプロシウムを使わない高保磁力ネオジム磁石の開発です。これに関する研究開発は現在産官学で非常に盛んに行われています。先ほど話題に上がりました元素戦略、それから経済産業省のほうではマグヘムというプロジェクトが立ち上げられまして、磁石材料の研究環境が急速に整いました。人材不足という問題はまだあると思いますが、これらのプロジェクトから新しい技術が国内で発表されています。このような、日本の動向にフォローしてアメリカ、欧米でも永久磁石材料に関する同じようなプロジェクト

が始まりましたが、現在、磁石材料に関しては日本の会議に出るのが世界で一番面白いという状況になってます。これは、科学技術の施策が非常に功を奏したと例と思います。

省エネという観点から磁石だけではなくて軟磁性材料の研究も同時にすすめて行く必要がありますが、軟磁性材料の磁気特性はほぼ理論限界に近づいているので、非常に伸び代が少ない領域です。ですから、アプリケーションに合わせたスペックを理解しないと、大学等で研究を続けることが難しい。モーターメーカーや自動車メーカーが参加しておられる、経産省のマグヘムプロジェクトのほうでは軟磁性材料もカバーしておられますが、大学の研究者にはなかなか手が出ない領域です。私自身も自動車メーカーとすこし軟磁性材料共同研究をしましたが、あちらを立てればこちらが立たないというような特性で、材料の用途を特定しないと有用な研究ができないような状況になっています。ですから、産業界と連携してやっつけらっしゃる経産省系のプロジェクトと、極めて基礎的な研究を推進している文科省系の研究、この2つのプロジェクトが連携しながら研究を進めていくことが非常に重要だと思います。

元素戦略<拠点形成型>公募のときに受けた説明では、2つのプロジェクトをつなぐガバナリングボードというのをつくって、お互い協力していきますよということでしたが、委員は職位が高い方ばかりで、実際に研究している人たちが研究課題や結果について議論する場が無いのが現状です。学会とか学振産学協力委員会を通して、これらのプロジェクトを繋ごうという試みは行っていますが、なかなか企業側が持つておられる技術や研究の内容を公開されないの、大学の先生がやっている基礎研究を産業界で十分活用するチャンスを見逃しているような気がします。

今は磁石と軟磁性材料が注目されていますが、磁性という観点からでは、省エネに貢献できる分野はほかにもたくさんあります。例えばハードディスクドライブ、かつては日本で非常に盛んな産業で、現在使われている垂直磁気記録というのは日本で開発された技術です。ところが今、米国の企業が産業の主導を握り、日本では細々と磁気記録の研究開発が行われているという状況です。ところが、日本では磁性の基盤研究に関する非常に資質の高い研究者がいますから、磁気記録の新しい技術にもう一度チャレンジするということもありと思います。垂直磁気記録はもう高密度化の限界に達していますから、さらに高密度化（省エネ）を目指すなら新しい方式に移る時期です。新しい方式に移るときに革新的な技術を提案することができれば、この分野を再活性することも夢ではないと思います。ですから、磁石、軟磁性ばかりではなくて、データストレージ分野にも注目すべきではないかと思うんです。

あと、エネルギーに関しては、例えば廃熱利用の可能性として、磁気熱関係の新しい熱現象

が見つかっています。これは非常に萌芽的な研究ですから、まだプロジェクトというのはふさわしくないですけれども、十分ウォッチしていく価値がある。それからまた、磁気冷凍といった技術もありますが、この分野は日本では余り盛んではない。こういったところが省エネに関する磁性材料の現状だと思います。

磁石の研究をやっていてよく思うのが、企業同士はお互いの技術を隠そうとされますが、今は国内企業の競争ではなくて日本対中国だと思います。技術は日本が持っていますが、資源は中国が持っている。ですから、こういうことをやっていたら、いずれは中国に追い抜かれます。日本の企業がもう少し情報を共有して、我が国で行われている国プロの基礎研究の成果を活用していかなければと思います。

以上、長々と述べましたが、配布資料に文章としてまとめていますので、後ほどお読みいただければ幸いです。

○小長井座長 ありがとうございます。

ただいまのご意見についていかがでしょうか。何かございますか。

元素戦略のほうも文科省と経産省とのジョイントのプロジェクトということで非常に期待されているかと思うんですけれども、先ほどのお話ですと、なかなかまだ交流という意味で……

○宝野構成員 そういうふうに感じます。

○小長井座長 末端のほうの交流が進んでいないということですね、研究者レベルで。

○宝野構成員 研究をやっている人たちの交流がないということです。

○小長井座長 そこは一つ課題として何かお考えいただかないといけないかもしれませんね。何かありますか、コメント。

○経済産業省（北岡） 宝野先生のご指摘はポイントを突いております。やはり、ガバニングボードというものだけで運営しようとする、情報をどこまで開示するかという点が非常に難しい課題です。やはり企業においてもオープンな領域とクローズな領域が必ずあると思います。例えば、当省の「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発事業」において、「ジスプロシウム削減」に関しては非常に企業の生命線にも関わるので、そこは開示しにくいかと思いますが、逆に「新しい磁石」に関してはアカデミックの力を非常に借りたいというところがありますので、そこは今後どういうふうに運営していくかという意味で、ガバニングボードだけではなくて、もう少し学と産の連携を深めるような場をこれから作っていくべきではないかと考えています。

本事業はまだ実際に始まって1年ぐらいですので、これからいろんな課題や成果が出てきて

いるところですので、その辺はできる限り学と産が交流する場を設定していきたいと思っております。

○小長井座長 ありがとうございます。ほかにいかがでしょうか。

これから先、まだ新しい分野がどんどん出てきそうだとということで、私もちょっと聞いたことがなかったんですけども、先ほどの磁気熱応用とか……

○宝野構成員 そうです、スピнкаロリトロニクスと呼ばれていますが、新規な現象を使って廃熱利用を行える可能性がある。今はまだフィージビリティースタディーの段階ですが、確実に注目する価値はあると思います、熱電材料が行き詰っていますから。

○小長井座長 これはまだ個人のレベルで研究しているだけで、国のプロジェクトとしては……

○宝野構成員 これは例えばCRESTとかそういったプロジェクトでは……

○小長井座長 CRESTで。

○宝野構成員 アクティブな研究者が採択されている状況です。

○小長井座長 わかりました。そういうのもちょっとウォッチしながらということだと思えます。

それでは、ちょっと時間のこともございますので、次に移らせていただいでよろしゅうございますか。

次は北野構成員、お願いします。

○北野構成員 産業界での経験から課題を述べさせていただきます。

資料は文章になっていなくて申しわけありません。最初の2点は、早期の実用化に向けた追加の課題です。1つ目は、もっと食欲、欲張りになったらどうですかということで、追加の目標をいろいろ設定すべきではないかと考えます。各事業の目標値が定量的な指標で設定されていますが、この指標だけが実用化を左右するものではないということです。目標にあげられていない指標が逆に低下するケース（先ほど赤木先生も熱伝導の話をされましたですけども）は気をつけなければいけないと考えます。たくさん課題を本当は目標値として欲張りに設定すべきだと考えています。

それと、往々にして目標値は初期値である場合が多くて、実際には構造物というのは10年20年使うわけで、その後、劣化します。性能の低下の速度も踏まえた目標の設定になっていなければならない。メンテナンスフリーのようなところまでいくと、大きな価値というか、勝てる技術になると考えます。

あと、「現場工法」と書きましたけれども、大きな構造物は輸送することができません。運べないので現場での工作になります。現地で製造することができるような工法があれば、これは海外にも持っていけますので、グローバルな競争力のある勝てる技術になるのではないかと考えます。

2つ目の「ものづくり競争力」と書いたのは、製品には必ず不良品というか欠点が発生します。この不良品をどう救い上げるか、正常品にするかという補修、修理技術が必要ということです。補修、補強が容易であれば競争力のある材料になります。コスト競争力も向上します。このような課題もあると考えます。

それと、裏街道の話が先ほどから出ていますが、製品の競争力というか性能ばかり追いかけるのではなくて、それをつくる現場では何が起こるかという、トータルな見方が必要です。ものづくりに伴って副産物、劇薬が出るとか有害なものが出てくるところはしっかりケアしなくてはならなくて、それに蓋をするのではなくて、オープンにして課題を設定していくということが大事と考えます。

3つ目は、新領域への挑戦という中長期的な視点です。自動車と航空機がクローズアップされていますが、日本は島国で海洋資源がいろいろあり、海も対象になると考えます。具体的には船から始まってメガフロートのようなものも構造体ですし、さらにはメガフロートが集積したような基地のようなもの、エネルギー基地でもいいですし、国防のための基地でもいいと思いますが、そういう領域に広げても良いのではと考えます。

3Dと書いた部分は、本日の議論の対象外ですので省略します。

次に、ナノテクノロジー技術全体に関して、17ページですけれども、ライフイノベーションは対象外ですので、除外します。

極限環境への挑戦とは、高圧、高温という極限環境の材料を創出すれば、それはいずれ横展開が起こるというということで、チャレンジングな課題を扱うということは非常に大事だと思います。

それと、繰り返しになりますが、長期耐久性、安全性というものが非常に重要です。今から始めても10年先にならなければ、実時間の耐久性って出てこないわけで長期的な視点で早くから課題設定を仕込んでおく必要があると考えます。

最後、製造プロセス、回収と書きましたけれども、トータルで考えるということ。一面だけ見て、これはすごいと飛びつくのではなくて、トータルで考えたときにどういうビジネスモデルになって最後はどうなるのか、というなれの果てまで考えて、多くの目標設定とフォローを

していくことが大事と思います。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

ただいまのご提案に対して、何かご意見とかございますか。

今、ご提案していただいた中に新領域への挑戦とか——極限環境も新領域かもしれませんが——こういった内容というのは今までのこういうプロジェクトの中には余り入ってこないものだったんですか。

○北野構成員 いえ、それなりに絞り込まれてはいると思います。自動車があつて、航空機があつて、材料の中でもフォーカスが当たっている材料があります。これは勝てるという根拠、競争力があることがベースになって絞り込まれていると思います。私は海のところ、島国なので、そういう視点からの設定もあると考え、あえて「海洋」という言葉を入れさせていただきました。

○小長井座長 なるほど、その辺で何かコメント、省庁のほうからございますか。

○経済産業省（北岡） 極限的な場という意味では、JAXAをはじめ様々な研究機関の方と議論が必要だと考えています。今回、革新構造材というプロジェクトの中では、当初はターゲットを自動車に絞っていましたが、今後はいろんな極限的な場でどういう材料が必要なのかということも念頭に入れて検討していかなければいけないだろうというところです。今後プロジェクトを展開していくうえで、新たな目標設定が出ていくことと考えています。

○小長井座長 ありがとうございます。

宇宙の次は今度はやっぱり海に行かないといけないというのがあるから、確かにマーケットのサイズで最初にプライオリティーを決めて、その次の段階という感じでしょうかね。

では、次にいってよろしいでしょうか。次は北村先生、お願いします。

○北村構成員 皆さんは多分、ものをつくられていると思うんですけども、私の専門は物を壊す破壊というものでして、もちろん、それは壊さないためにはどこまで許容できるかという切っ先の見切りをすることでありまして、ものづくりに破壊側から迫っているということです。一般的に、材料の機能といいますと、私は攻撃的な機能と、守備的な機能があるように思います。どの材料も両方バランスが必要なんですけれども、どちらかにやや重心が寄っている場合が多いと考えています。攻撃的というのは、例えば一つの指標が突破できれば、その材料が役に立つというようなものです。逆に守備的というのは、すべての指標を満足しないと役に立たないというものです。これは極端な言い方でして、実際はどの材料も両者のバランス

があると思うんです。構造部材というのは、どちらかというと守備的な機能、多くの要求をバランスよく満たす内的なフロンティアを求められるような材料だと思っています。

その点からちょっと意見を申し上げたいですけれども、構造材料のマイクロ研究は、電子論というようなナノオングストロームのところまでいっているわけなんですけれども、人間の大きさは変わらないわけです。そうすると、使う構造材料の大きさはメートルのオーダーです。その間にはいろんな現象が起こりますので、マルチスケール的な、木の葉だけを見ない、木の葉と森とバランスよく見るということが絶対に必要となります。そういう視点を持つことが大切なのですが、省庁の連携等の具体的プロジェクトでこれがばらばらになっている傾向もあるようにも見えます。そのところはちょっと気になるところです。

もう一つは、そういう守備的な視点からいいますと、例えば構造材料の強さというと、力に耐えるとか、よく伸びるとか、単純なものだけに目がいきがちなんですけれども、事故が起ってみると、実は金属疲労だったとか、あるいは実はさびなどが合わさって——腐食疲労とかいいますけれども——破壊したということが多くあります。すなわち、壊れるという現象には複雑性があります。それを単純化して、一つの指標でものを言おうと考えますので、実際に有用な材料研究が難しくなっています。そのいわゆる機構の複雑性についての横展開というのが必要なというのが2つ目の思うところです。

3つ目は先ほど自動車の話が出ましたけれども、実は50年以上前にアルミで車の車体をつくったら軽いではないかという話はもう出ているんですけれども、一部の例外を除いて大量生産はできていませんね。それはなぜかという、もちろんコストが高いからです。それは自動車なのか飛行機なのかロケットなのかによって、使う量や機能もそれに対して要求されるコストというのも全然違うからです。量がたくさん出る自動車ですと、やはりコストというものへの要求が厳しく、強度機能というののバランスで決まってきたわけなんです。幾ら強い材料で薄くしても、コストがかかってしまっただけでは何もならないという、これもやや守備的な感じですが、コストと機能のバランス、この3つ目を言いたいと思います。

先ほどから教育の話もありますけれども、どうしても最近汚いものより非常にきれいな外向きの攻撃的な一点突破的な研究、教育が重要視されるんですけれども、教育にもやや守備的な、評価項目をバランスよく見ながらというような人を育てることが重要ではないかなと思っています。

○小長井座長 ありがとうございます。

今の点について、何かご意見等ございますでしょうか。

構造材のところは省庁間で多少まだばらばらになっているところもあるのではないかと  
ご指摘もいただいておりますが、先にどうぞ。

○松下構成員 松下でございます。

ちょっと多分、S I Pとも絡んでくるんだと思うんですけども、北村先生の21ページに書  
かれていらっしゃる「構造材料としての意味を明確にされたい」とあるのですが、これ私も同  
意で、ここで言う構造材料の定義はどうお考えなのか、ちょっと教えていただきたいんです。

○経済産業省（北岡） 確かにプロジェクト内容はカーボンナノ材料ですが、多分ここで言っ  
ているのはコンポジット材料のことであり、CNT等を金属等に入れた新たな材料という展開  
があります。CFRP中でカーボン繊維とカーボン繊維の結合もあると思いますので、そうい  
った意味で参考的に入れたということです。大きなメインテーマとしては革新構造材と元素戦  
略でのプロジェクトというのが、一番大きな対象になっています。

○松下構成員 ありがとうございます。

○小長井座長 ほかにいかがですか。

今の北村先生のご意見を反映させるようなことというのは具体的にはどうしたらよろしいん  
ですかね。

○北野構成員 今のところ、北野ですけれども、バランスと言われてコストと言われましたが、  
パフォーマンスを同じにしてコストで競争にいくと負けると思います。新興国に。ですので、  
チャレンジングな、価値ある機能なり性能を追及をなくしてはいけません。コストがアルミの課  
題と言われたんですけれども、アルミでどれだけ軽くなるかという、軽さの度合いが足りな  
いと思います。重量を半分にするというところまでやらないと、コストの議論には入れないと。  
確かに同じ性能のものを安くすれば売れるかもしれませんが、それが日本の生きる道な  
のかと。国が関与するプロジェクトなので、やはり勝つためには、まずパフォーマンスという  
点を見失ってはいけません。

○久間議員 今のご意見は重要です。第3回で具体的なテーマやスペック等についての議論を  
徹底的にやっていただきたいと思います。こういう具体的なお意見を出していただきたいと思  
います。

○北村構成員 ちょっと誤解のないように、コストだけを言ったわけではなくて、コストと機  
能のバランス、守備的と言ったのはバランスを言っているだけです。

○小長井座長 では、そのあたりは今後のワーキングで十分議論したいと思います。よろしゅ  
うございますか。

では、次に移らせてください。

次は、塚本構成員、お願いします。

○塚本構成員 昭和電工の塚本です。

私の意見は既に北野さん、あるいは北村先生から出ました。あるいは岡部先生から既に出ていますけれども、リサイクルの問題とか裏街道というんですか、そんなあたりが特にコンポジットになっていくと非常に問題が多いだろうと思います。そこらのところを少しきちっと見ておかないと、単純にいいものができたといっても、北村先生もおっしゃるように、実際には破壊力学の問題がありますから、いかに保障するかとか、実際にものをつくっても、一昔前にスーパーファインスチールというのがありましたけれども、超結晶微細構造の材料をつくっても現実には使えないです。それはなぜかと、平たく言えば、構造物をつくるには切った、張った、曲げたの世界がありますから、必ず接合だとか加工だとか2次加工が入りますから、そうすると材料創生の段階で極めていいファインメタルをつくっても、残念ながら溶接してしまうと全くもとのもくあみですから、そういうあたりも含めてどういうアプローチをするかよく考えておかないと、単品、すばらしいものができても、リサイクル面、裏街道の面と今、申し上げた表街道では品質保証だとか、あるいは加工だとか2次加工の問題でなかなか構造物には行き当たらないという気がします。

それから、もう一つ非常に具体例ですが、お手元の資料3に書かれていることに対して非常に私、違和感を持ってしまして、資料3の12ページあたりに、構造部材への適用技術の下のほうに「アルミ新合金の開発」とか「マグネの新合金」がつつらつつら書いてあるんですが、アルミなんかも私どもの会社でも長年やってきましたけれども、超々ジュラルミンがほぼ最後で新合金の開発なんていうのはまずないだろうと思っています。したがって、下手にこういうことを書いてしまうと、できもしないことになってしまうので非常に危惧をしています。ここらは場合によってはうまくはしょっていただいたほうがいいのではないかと。できないことを下手に金かけてもしょうがないですから、唯一、そこに手元の資料に書いてありますが、マグネシウムで長周期型の強化メカニズム、金属錯体でできそうだというような議論はありますけれども、これとてまだまだ学術レベルだと思っています。

それから、個別の構造材以外にナノテクということで全般に対して少し意見を申し上げたいんですが、一つは、今、冒頭に久間議員から提言されたように、まさしく出口を意識してということで、それは全くそうだと思います。ただ、一方でナノテクの中にはスピンだとか、先ほど宝野さんがおっしゃったような次世代のいろんなナノテクノロジー、このあたりは10年20年

の先のパイプラインとして国としてもきちっと見ておかないと、余り出口に行き過ぎて、例えばナノ加工なんかもそうだと思います。プロセス技術以上にこれからナノカーボンをどうやって使っていくのかというのは出口のアプリケーションの問題がまだまだはっきりしていませんから、それはやっぱり10年20年のスパンで考えていかなければいかんだろうと思っています。

それから、もう一つ、同じくナノテクで安全性、社会受容、これがややもすると日本は後手後手になっています。既に欧米ではナノラベリングだとか、あるいはナノ安全の評価のプロトコルなんかかなり具体化してきています。日本はようやくCNTのシングルナノチューブだけ少しガイドラインが出ましたけれども、残念ながらフラーレンだとかマルチウォールカーボンナノチューブだとか、これからのグラフェンだとかというのはまだほとんど手つかずですから、ぜひその辺はお考えいただきたい。

それから最後に、全体のアクションプランで、それから先ほどのパワー半導体でもそうなんですが、競争優位をつくっていくためにどういう技術をどうしていくか、あるいはアプリケーション、デバイスをどうしていくかというのは、それは当然ながら第一義的に重要なんですが、もう一つ大事なものは持続的競争優位をどう担保するか。先ほど久間議員もおっしゃった半導体のデバイスはあつと言う間に値段が下がっていきますから、要はそれを買ってモジュールにしたりシステムにしたりというのはどんどん進むわけです。そういう段階で、東大の妹尾先生ではないですけども、技術で勝って産業で負けるというようなことにならないために、このそれぞれの3つのジャンルでどうやって競争優位を持続できるかという視点をきちっと入れておかないと、いいものができたと、5年10年は持ったんだけども、いよいよ非常に大きなビジネス、大きな産業になったときには、次から次から後出しじゃんけんの連中にやられるというようなことをどうやって阻止するかを少し視点として盛り込んでおかないとだめではないかなと思っています。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

いろいろな観点でご意見をいただきましてありがとうございます。

今、お話にありましたようにスピンのようなところとか、本当の基礎基盤になるところはこれから日本の産業を支えていくところですから、まさにそこは取り入れてもらわないといけないのと、私自身も思っております。

あとは、個別にアルミ新合金開発とかというところについても、かなりちょっと厳しいコメントをいただいておりますが、何かコメントはございますか。

○経済産業省（北岡） 塚本委員からもお話がありました特に接合とか加工に関しては、今回、経産省のプロジェクトにおいて、かなり重点的にやろうとしています。

もう一つ、先ほどご指摘いただきました合金開発という意味ですが、これは新たな合金系をつくるということよりは、むしろ組織を制御するなり、いわゆる現状の圧延設備や溶解設備をうまく改造することです。いわゆる合金の構造物組織を変えていこうというようなところがあり、新たな新合金の開発というところには余り着手していません。むしろそこに関しては、今後、元素戦略側のほうで新たな材料が出てきた場合はそれをどんどん取り入れていこうとしています。ここでは新合金という書き方が何かとてつもない新しい合金が出るというイメージですが、そうではなく、現状の合金をどういうふうに組織制御でより機能的に上げていけるかというところではあります。

○小長井座長 資料3だけだと、非常にわかりにくいところがございますので、今のようにもう一度ご質問いただいたら次回以降の詳細討論でまたご発言いただければと思います。

ほかに……どうぞ。

○宝野構成員 先ほどのご意見で、合金開発の件なんですけれども、確かにアルミニウム合金というのはさんざんやり尽くされたような気がします、マグネシウム合金に関しては、これまでほとんどがキャスト材にしか使われていなかったということもあって、今、さらなる軽量化で例えば展伸合金とかに使っていくとすれば、合金開発というのはやっていく領域だというふうに思いますが、いかがでしょうか。

○塚本構成員 実は私ども、半分金属屋ですから、会社として、マグネシウムを随分検討していますが、残念ながら鉄、アルミ、チタンに比べてマグネというものは中途半端でして、しかも粉末冶金も含めれば爆発物ですから非常に扱いにくい、活性度が高いですから。したがって、事業として創生できないです。残念ながら一部、鋳造でマグネシウムの自動車ホイールだとか、そういう一部鋳造材料というものはあるんですが、展伸材として見たときに極めて使いにくい。それは逆に今、宝野さんがおっしゃったように、新しい加工プロセス、マグネに合った加工プロセスが非常に簡便なものできれば別ですが、今まで我々が考えている世界の熱間圧延、冷間圧延、あるいは押出、塑性加工、鍛造とかということでは、マグネというものはいかにも使いにくいという気がします。

○宝野構成員 使いにくいから……

○塚本構成員 おっしゃるとおりです。

○宝野構成員 当面やる価値があるというふうに理解しているんですけども。アルミは使い

やすい。ですから、軽量化にどれだけメリットがあるかということですよね。ですから、なければもちろんやる必要はないですけども、お金を出しても軽くしてエフシェンシーを上げたということであれば、別の価値が出てくるのではないかと。

○塚本構成員 恐らくそれはおっしゃるとおり、先ほどもこちらで出ました価値と可能性のバランスだろうと思います。

○小長井座長 ありがとうございます。

また、その辺はワーキンググループのほうでじっくりと議論させていただければと思います。

それでは、引き続きまして北川構成員からお願いします。

○北川構成員 私は触媒担当ですが、2つ申し上げたいことがあります。

1つ目は、最近、世界全体のエネルギーの供給、需要のバランスが大きく変わったことに関係してのことですが、第4期の基本計画ができたときは、石油からの脱却、特にナフサからの脱却ということで、ほかに炭素源を求める、もしくは水素源を求めるということで、現在、例えば水から水素をつくる、もしくはCO<sub>2</sub>から基礎化学品をつくるということが進められています。しかしながらこの一、二年、皆さんも御存じのように、アメリカではシェールガスの革命が起こって大きくエネルギー事情が変わっています。例えばメタンからは簡単に水素を取り出すことができます。メタンからの合成化学（C1ケミストリー）やF T反応で大きな炭素数のものをつくるという技術の蓄積は、日本にはある程度はあります。ですから、現在進んでいる4期の基本計画の中で考えないといけないことは、シェールガス革命に対する対応です。これはやっぱり避けて通れないことだと思います。水から水素を取り出すとか、CO<sub>2</sub>から化学品をつくるというのは、相当の年数がないと事業化できないということがありますので、競争力が低下している日本企業は見向きしないということがあります。

他方、200年間は持つと言われているシェールガスに対する対応はやっぱりしないといけない。特に国内ではエチレンプラントが次々潰れていっています。例えばメタンからB T X（ベンゼン、トルエン、キシレン）もしくはゴムを合成する技術は絶対重要なので——車のタイヤに必要ですから——ブタジエンをつくるというようなプロセスは今後、日本がしっかり企業とやっていかないといけない一つのテーマだと思います。それが1つ目です。

2つ目は、これは非常に難しい問題で、先ほども塚本先生もおっしゃいましたが、日本は今、特にここ数年、戦略オリエンテッドなプロジェクトが増えています。経産省は元々それが目的なので当然ですが、J S Tの場合は、本来、基礎的なものから少し応用的なものまでいろいろあったのですが、最近のJ S Tのプロジェクトはほとんどがストラテジーオリエンテッドなプ

プロジェクトになっています。そこに関して非常に危惧しています。それと国全体がイノベーションと言い過ぎることの弊害もあると思います。例えば一つの例として、最近報道にもあったかと思いますが、月に人間を送るという技術革新と、壁かけのディスプレイをつくる技術革新を比較していましたが、月に人間を送ろうと決めて考えてから実現したのは短かったわけです。それは既存技術の組み合わせでやれたからです。ところが、壁かけのテレビをつくりたいと思ってからできるまで相当年数がかかっています。それはやっぱり真の意味での新しい、ゼロを1にする技術が必要だったからだだと思います。ですから、今、ストラテジーオリエンテッドなプロジェクトが増え過ぎて、結局目先の成果を優先するために、既存技術の寄せ集めをせざるを得なくなり、ゼロから1にするような大きな発明や革新は少なくなると思います。非常に危険だと思います、私は。

例えば、自由闊達な科研費に関して、うまくいっていないという人は誰もいないとは思いません。大切なことは中間フェーズのJSTのファウンディングが、しっかりと、科研費でもなくNEDOでもないことをしっかりとやると。各省庁の連携というのは重要ですが、実際はフェーズが異なるので、私は大きな成果が出るのは難しいと思っています。文科省はしっかり大学の基礎研究をちゃんと支援すると。経産省は企業の支援をしっかりと。中間フェーズのところはJSTが。企業は今、失礼ですけれども、やれることしかできないという体力ですね。大学はやりたいことをやりたい。国はやらねばならないことをやらないといけない。産学官協働プロジェクトでは、その3つのベクトルがきちっと重なったところにプロジェクトをしっかりと立て、それを実施していくということが必要で、やっぱり中間フェーズが重要だというのは昔から言われていることですが、そこをしっかりとマネジメントしてやっていかないとだめだというのが2つ目の私の意見です。

あと、細かいことは、そこに書いてある、配布資料を見ていただければと思います。

以上です。

○小長井座長 どうもありがとうございました。

大変重要なご指摘をいただいておりますが、前半のほうのお話でシェールガス対応、これは確かに物すごく緊急性を要するものだと思うんですけれども、例えば最近のこのプロジェクトの中に、アクションプランの中にはそういった関係のものというのは含まれているんですか。

○北川構成員 そうです、この4期の基本計画ができたときは、それほど大きくシェールガスのことを考慮していなかったと思います。だから、ナフサからの脱却ということで現在幾つかのプロジェクトが立ち上がって進行していると思いますが、この2年、オバマ政権のトップダ

ウンの速さ、日本はそれに全然、意志決定が遅いですし、リーダー不在ということがありますから対応が遅れていると思います。緊急を要することに関しては、基本計画がありながらも、その中で新しいことを取り入れていかないと、私は数年後に、あ、しまった、遅れを取ったということになりかねないと思います。

○小長井座長 橋本先生、どうぞ。

○橋本議員 その件に関して申し上げますと、そこは十分わかっている、ちょっと手の内を話すと、随分やろうとしたんです。でも、産業界が乗ってこなかったのであきらめたという実態があります。しかし、そういう問題意識は内閣府のほうでもしっかり持っていることは確かです。今後の課題としたいと思います。

○北川構成員 橋本先生はよくわかりだと思えますが、このまま下手をすると、日本から石油や天然ガスを基軸とする化学産業がなくなってしまうということは十分あり得ることなので、今、本当に国も企業もしっかり考えてないと、日本の将来、化学産業がやばいという状態、私は非常に危機感を持っています。

○小長井座長 ということでございますが、何かほかにご意見とかございますか。大変しっかりしたお考えをお持ちのようですから、次回以降また改めて詳しくお聞かせいただければと思います。

それでは、ちょっと時間のこともございますので、次へ移らせていただいて、松下構成員、お願いします。

○松下構成員 松下でございます。私見を述べさせていただきます。

お手元資料の意見の28ページからをもとにお話しさせていただきます。

革新的触媒に関して、今後新たに取り組むべき課題ということでございますけれども、昨年度、お手元の資料、参考資料2-3で技術ポテンシャルマップのほうをつくらせていただきました。このときに大体、現状のプロジェクトは網羅させていただいたと思うんですが、そのときに抜け落ちているなと思ったのは、光触媒ではなくて熱関係の触媒がもう少し力を入れてもいいのではないかなというふうに感じました。と申しますのも、例えば人工光合成の効率と太陽電池の効率を考えた場合に、企業様としてはやはり太陽電池のほうの方がもうかるんです。国土の狭く起伏に富んだ我が国で光触媒はもちろん重要なんですけども、もう一個、熱触媒のほうにもっと重要な力をつけていったほうがよろしいのではないかなというふうに感じました。

お手元の資料29ページに移らせていただきます。

こちらのナノ材の全体に関して取り組むべき課題としましては、昨年度厚生労働省様のご意

見だったんですけれども、このように実際ナノ材料が表に出ていった場合の安全性の検討を早目にさせていただいたほうがいいというご意見がございましたので、そちら記載させていただきました。ただ、今回、厚生労働省様は入っていらっしゃいませんので、それに関しましては皆様のご判断に任せたいと思います。

最後になりましたけれども、各種連携に関してでございます。府省間に関しましては、当然コミュニケーションは必要でございますので、研究会が必要でございます。あと、ハブとしましては触媒に関しましては、触媒の検査組織を設置させていただいて、こちらハブにさせていただいたほうがよろしいのではないかなと感じました。また、社会実装のためには、先生方ずつとおっしゃっていらっしゃるように強力なリーダーシップ、特にプロジェクトを一旦中止せよという決断ができるリーダーが恐らく必要なんだろうなというふうに感じます。

次に大学、民間企業の連携のあり方ですけれども、こちら本当に問題が山積していると思うんですけれども、やはり橋渡し役の重要性があります。また、社会実装のためには、どうしても私としてはアカデミアの評価システムが問題なんだろうなというふうには現時点では考えております。例えば論文が出ないことを気にせずに、私ども若手が就職ができるのであれば、そうすれば、またちょっと大学と企業の関係というのは恐らく変わっていくでしょうし、評価システムに関しましては現在、総合科学技術会議で検討を行っていただいているだろうというふうには期待しております。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

今の先生のお話は、やはり前半の触媒に関係するものと連携のところと2つあったかと思うんですけれども、私、光触媒のことはよく勉強したんですけれども、熱還元触媒というのはほとんどちょっと頭の中になかったんですけれども、これは今、世の中の状況というのはどんなものなんですか。

○松下構成員 現在はCO<sub>2</sub>をメタンに変えるメタナイザーというものがもう市販されております。ただ、このときには水素が現在では必要で、CO<sub>2</sub>と水素を流して熱500度程度でメタンにして、実際にガスクロに打つぐらいの精度のものはできておりますので、ただ熱還元触媒に関してはまだシステムに組み込むところまではいっていないので、先ほど熱物性が重要だというパワエレの皆様の意見もありましたので、熱に関してもう少し力を入れていってもよろしいのではないかなというふうには感じております。

○小長井座長 ありがとうございます。

ここの部分は松下構成員がかなりピンポイントでご提案いただいておりますので、ちょっとまた後で議論させていただければと思います。

あとは、連携のあり方ですね。アカデミアの評価方法の見直しというところが、ちょっと今、よくわからなかったんですけども、もう一度どういう観点だったか。

○松下構成員 例えば大学様、民間様で共同研究をしたいとします。企業様としては当然成果を表に出していただきたくないわけですよ。そうしますと、私どもポスドクでやっていくわけでございます。ポスドクというのは御存じのように任期がありまして、任期の間に論文が出なければ今、ポストが見つけれません。したがって例えば企業様の共同研究にポスドクを雇われても、私ども、その後生きていけなくなってしまう。ですから、例えば共同研究をした実績をきちんとアカデミア側で評価していただけるのであれば、もしくはそのまま企業様が雇っていただけるのであれば、産学の連携が進むのではないかなというふうに感じている次第でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

きょうはちょっとその点について細かく議論する時間がございませんので、ご意見としてとりあえず拝聴いたしまして、また次へいきたいと思います。

ちょっと時間が迫っておりますので、あとは大所高所から全体的なところでごらんいただきご意見をいただくということでございますが、一村構成員から全体俯瞰という観点でお願いします。

○一村構成員 私のほうは32ページに少し書かせていただきました。いただきました課題が全体俯瞰ということで、資料3の重要施策につきましては、これまで各構成員の方のお話がありますので、私はどちらかといいますと、資料2-3を拝見しながらご意見を出し、なおかつ今後の議論のテーマになればいいかというような、ある程度思い切ったことを書いています。

資料2-3を拝見いたしますと、例えば最終的な出口領域についてはしっかり設定された上で、それぞれの個別要素技術を並べているということは、それなりなものが全部でき上がっているかと思います。ただ、どうしても資料2-3を拝見すると、各論に過ぎてしまうというような形になりますので、その出口側とここに上げてある構成要素の間を中間的につなぐものを何か考えないといけないのではないかと。そこで、こちらで提示させていただきましたのが、ターゲットとしてある意味で技術的な課題を出してみてもどうかという考えです。

そこで今回、私が上げさせていただきましたのは、サンプルともいうべき3つです。1つ目はスケールアップのための科学技術。ここにありますようにナノテクノロジーで対象とするサ

イズと実際の材料、デバイスのサイズ、あるいは実空間で使われるサイズは相当な開きがあります、9桁の差があります。あるいは化学領域においても、プラスチックスケールと実プラントの重量差には相当なものがあります。そういう意味では、中間の隔たりを埋める技術開発という観点で全体を見直して、それを再構成してはどうかというのが1点目です。

2番目は、defect engineeringという勝手な名前をつけています。先ほどから出てきていますような長期信頼性ですとか、複雑系の横展開とかということに近いかと思えますけれども、現実のものはやはり何らかの欠陥をうまく制御する形で実際の信頼性を出しているわけです。どちらかという、それは現場のノウハウに近いわけなんですけれども、そういうものを横ぐりしたときに、場合によっては横展開できるような技術開発の対象になるかもしれない、そういうものを少しこのWGでも議論してはどうかということが2点目です。

3番目は、生体機能の模倣によるものづくり、科学技術と書いていますが具体的なことは何もありません。実は私どもの研究所で触媒化学融合研究センターというのをつくりました。そのときに、従来の触媒だけではなくて、酵素も同じようにものづくりの反応プロセスを改善していくけれども、現実の世界では触媒学会は触媒を対象にし、片方で生物プロセスの酵素のほうとは全く融合点がないと言うことが議論になりました。そういうものを考えたときに、ものづくりという観点でそういう生体模倣的な観点を入れ込んではどうかということの一つ提示しています。

ということで、私の方は今回入り口、第1回目ということもあって、そういう見方だけ提案させていただきました。具体的な内容はないですけれども、少しこういう観点で議論させていただければと思っています。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

これはなかなか難しい宿題をいただいたなという感じもしますが、縦串と横串の関係になるんでしょうか。defect engineeringによる科学技術開発というのも横串のような形でまとめたらどうかとか、そんな感じですよ、いろんな課題について。これは相当議論しないと、ちょっとうまく機能するかどうか分かりませんが、とりあえずご提案としていただいて。何かご質問ございますか。

もし、ないようでしたら、最後に斉藤さん、きょうご欠席ですよ。これはちょっと後で皆さんごらんいただくということで、馬場構成員のほうから、今まで長くナノ材料にかかわってこられましたので、ぜひお願いします。

○馬場構成員 では、私のほうから紹介させていただきます。

私の資料は、34ページ、35ページと、それからここに机上配付になっておりますナノテクノロジー・材料分野の2013年度の俯瞰報告書の抜粋版です。

私のほうで言いたいことは、この抜粋版の最初のほうのエグゼクティブサマリーというところに書かれていますので、後で読んでいただければと思います。

我々のところではこういう活動を2年に1回、全体を俯瞰して、その中から重要なテーマを探していくことをやっておりますので、ここでナノテク材料のワーキンググループで重要な課題を見つけていくということに関しては、1回こういう全体像を見て、その中から重要なものを特定していくことが必要だろうと思っています。

34ページに書いたことは、この報告書の中身と重複しますので、大体割愛しますが、基本的にはナノテク材料はこれまで基盤的な研究をずっと蓄積してきて、もうそれを社会的なニーズに対して適用できる段階にきている、言い換えればシステム化というところに貢献できるところにきており、今の4期の中で十分に役目を果たしていけるだろうと思っています。それと同時に、先ほどどなたかからありましたが、基盤的な研究というのは今後もやっていかないと先の技術がなくなってしまうので、そこもしっかり見ながらやるということも大事だろうと思っています。

それから、もう一つここではエネルギー関係の議論をしますが、ナノテク材料はほかの分野の知見も入れることによって、さらにエネルギー分野の技術も高めることができるというふうに思っており、他のところもかなりウォッチしてやっていくことが重要だろうと思っています。

それから、35ページにアクションプランについて書かせていただきました。アクションプランではそれぞれ省庁の連携を大事にされていますが、内閣府で考えているSIPでは、これだけでは欠けているところを補完しながら全体としてある目的を達成していくのだろうなと思っていますので、そこら辺はしっかりやっていただきたいと思います。

簡単ですが以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

馬場構成員はとにかく今までかなり長くナノテク・材料分野ではかかわってこられましたので、そういう意味では、俯瞰図は全部頭の中に入れておられる方だと思いますが、今回はその中で特にプライオリティーをつけて、どこに重点としていくかと、そういう議論になるかと思っています。どうぞ。

○北川構成員 馬場先生が言われたことに加えてですが、基礎研究の徹底的な深掘りをしない

と最終的にイノベーションにつながらないと私は思います。最近経産省も10年のプロジェクトを策定し非常にいいと思ますが、残念ながら殆どのプロジェクトでは、5年の戦略オリエンテッドで出口指向が強いものなので、基礎研究の深掘りができません。日本は、しっかり基礎研究をやらないとだめだということを、もう一度ここで確認したいと私は思います。

○小長井座長 橋本先生、どうぞ。

○橋本議員 時間がないので簡単に申し上げますけれども、おっしゃっていることはすごくよくわかっています。それで、ナノテクに関して言うと、第4期からナノテクの基盤的な研究の部分は消えているわけです。しかし基盤技術としての重要性ということは十分わかっている。そういう中で、ナノテクのことの重要性を俯瞰的なことも含めて残すために苦肉の策でこういう構造ができているというふうに理解していただければよいかと思うんです。エネルギーに入っているというのも、こういう枠組みの中にどこかに入らなければいけないから入っているというふうに思っていたほうがよいと思います。すなわち、このナノテク材料ワーキンググループでの話は2つ意味が明確にあります。

1つは分野を具体的に絞って、そこでどのようにやっていくかという議論をするということで、逆に言うと必ずしもナノテクではない議論もされるわけです。もう1つは俯瞰的なものとして、ナノテクがどうあるべきかという議論をやっていくということです。国において委員会というのはたくさんつくれるわけではありませんので、現実的な状況の中でやるのであれば、こういう形がうまくいくんだろうということです。その辺を理解していただきながら、ナノテクの俯瞰的な議論もしっかりしていただきたいと思っています。ただし、今までのように何でも必要ですという議論はもう通じません。どういうことに注目してナノテクの基盤技術を上げていかなければいけないかと、そういう議論をしなければいけないというふうに思います。

○小長井座長 久間議員、お願いします。

○久間議員 北川先生がお話された、基礎基盤の重要性は重々理解しています。ただ、これまでの国研や大学での研究開発には、中途半端なものが多過ぎたのではないかと思うのです。徹底的な出口志向、あるいは深い技術の基礎基盤、この両方に比重を置きたいんですよね。もちろん、出口志向といっても簡単なことではなくて、大学等で培った強い基礎基盤技術を使った出口志向です。ところが、最近の研究は、ただ動くデバイスやシステムを組み上げて論文にするものが多いと思います。我々が期待する出口志向とは違います。ただ、今は、出口志向、出口志向と言われ過ぎだと思います。これが1点です。

2点目はS I Pとの関係です。S I Pは、強い府省連携が必須なテーマにしたいと考えてい

ます。我々が予算計上して進めるわけですから、各省庁に対して、より影響力を発揮できるテーマです。一方、アクションプランは、S I Pに比べると、ウィークカップリングでやっていくテーマを考えています。

それから、来年3月までは重点テーマに対してですけれども、フォローアップできる仕組みを作りたいと思います。従来はフォローアップが必ずしもうまくいっていなかったと思います。重点施策に特定したあと、そのまま放ったらかしになっていたと思います。しっかりしたPDCAを回して、効果的に成果を出すアクションプランにしたいと思います。また、少し余裕が出たら、来年4月以降、このナノテクWGの扱う範囲も広げていきたいと考えています。

以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。

ということですが、全体的なところとか、せっかくきょうは第1回目で議員の先生方が来ておられますから質問ございませんか。次回以降のワーキンググループに際して、皆さん大体理解できましたでしょうか、どういう観点でやればいいのかというのを。

私の頭の中にある理解は、今まで文科省の中でもナノテク・材料委員会という立派な会議があって、そこでも俯瞰的なことを非常によくやっています基礎基盤をやっているわけです。この会議は、どっちかといったら、やはり産業競争力強化というのがありましたので、出口明示をかなり明確に持って議論するのかなという、私はそういう理解でおりました。ですから、次回以降もワーキングで取り上げるときに、やはり出口明示をしっかり持って、パワエレのほうはかなりわかりやすいかと思えますけれども、あと構造材料、それから触媒、触媒のところは私、ちょっと専門的なところでは少し知識が足りないので、それこそ橋本先生が一番よくわかっておられますので、橋本先生とか北川先生とかにいろいろ伺って課題を設定していけばいいかなというふうに思っております。

きょうは大変いろいろなご意見をいただいたんですが、今ここで座長が一言でまとめるのはなかなか難しいと思います。ただ、くどいですがけれども、やはりいろいろな出口明示を持つということで、パワエレのほうはモーターの関係とか電源制御ということが明確に出ていますので、そういうものを念頭に置きながら議論していけばいいのではないかと考えております。

ということでございますが、ほかに皆様から特になければ、きょうの会議は大体これでおしまいでございまして、来週12日に重要課題専門調査会がございまして、この上位の会議でございまして、そこできょうの内容を私のほうから報告させていただきたいと思っております。

それから、次回以降、新たにワーキングで細かく検討していきたいということでございます。

ということで事務局のほうから何かございますか。

○事務局（守屋） 本日は多くの貴重なご意見をありがとうございました。

以上で議事は終了ということで、次回に向けての連絡をさせていただきたいと思います。

次回ですけれども、1月16日木曜日15時30分から2時間を予定してございます。冒頭の資料でご説明しましたように、次回、主に取り扱う議題としてはパワーエレクトロニクスを予定してございます。また、次回の開催に向けて、構成員並びに関係省庁の皆様にご報告または情報提供等お願いする事項が出てこようかと思えます。それらにつきましては、事務局のほうで整理し次第ご連絡させていただきますので、ぜひともご協力よろしくお願いたします。

それでは、事務局のほうからは以上です。机上のファイルのほうは置いたままでご退席いただければと思います。

以上でございます。

○小長井座長 それでは、どうも皆さんありがとうございました。

本日はこれで終了させていただきます。ありがとうございました。

紙のファイルは置いていってください。

午後0時04分 閉会