

第 3 回

ナノテクノロジー・材料WGグループ

平成 2 6 年 3 月 1 0 日

午後3時01分 開会

○事務局（守屋） それでは、定刻になりましたので、第3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。事務局の守屋でございます。今日もよろしくお願いいたします。

出席者の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。

本日の出席状況でございますが、構成員総数14名のうち13名のご出席でございます。欠席は京都大学の北川教授でございます。

本日の招聘外部有識者として、新日鐵住金株式会社の潮田浩作様にもお越しいただいております。潮田様には本ワーキンググループと産業界とのリエゾン活動の協力もお願いしております。さらに、戦略的イノベーション創造プログラム「SIP」の政策参与でいらっしゃる東京大学名誉教授の岸先生にも後ほどご出席いただく予定にしております。総合科学技術会議からは久間議員にご出席いただいております。

また、関係省庁といたしまして、文科省様、経産省様からご出席いただいております。本日、総務省様はご欠席ということで聞いてございます。本日はよろしくお願いいたします。

引き続きまして、配布資料の確認をさせていただきます。お手元の議事次第の次に配布資料一覧がございますので、そちらをご参照いただければ幸いです。

議題1に関しまして、資料1-1から1-3までの3種類ございます。それから、議題の2に関しまして、2-1から2-11までございます。それから、議題3に関しましては、資料3、議題4に関しまして、4-1と4-2の2種類がございます。さらに、お手元の参考資料といたしまして、前回の議事録がございますので、ご確認のほどよろしくお願いいたします。

それから、机上にはグレーのファイルにいつも使っている資料を参考に入れてございます。それから、番号のついていない資料として岡部構成員資料と右肩に書かせていただいているものがございますが、本件は議題2の一番最後にご紹介いただく予定ですので、後ほど番号は2-12としてご紹介したいと思います。

資料の確認は以上でございます。不足等がございましたら事務局までお知らせください。

それでは、これ以降の進行は小長井座長にお願いいたします。

○小長井座長 小長井でございます。また本日も年度末のお忙しいところ、多数お集まりいただきましてまことにありがとうございます。

ご承知のとおり、前回のこのワーキングでは、パワーエレクトロニクス領域についてかなり集中討議をいたしました。本日はご案内のとおりでございますが、磁性材料、希少元素、構造材料についてかなり討議を深めたいと思っております。また、前回ちょっと時間が足りなく

て尻切れトンボになったところもございましたので、今回はもう少し皆さんのお時間をいただきたいということで、今日は5時半までということで2時間半を予定しております。どうぞご協力のほどをよろしくお願いいたします。

ちょっと挨拶は少なくしまして、早速、議事に移らせていただきたいと思います。

まず、議事に移る前に、参考資料1の議事録についてでございますが、既に各構成員のご確認をいただいたものですので、ここでは参考として配布させていただいております。議事録は皆さんよろしいでしょうか。

それでは、早速、議題1に移らせていただきます。このワーキンググループの直前に重要課題専門調査会のワークショップが開催されました。そのために私もちょっとまだ息が上がっているところがあるんですけども、ワークショップ開催の背景や議論された内容について、事務局よりご説明をお願いいたします。

○事務局(守屋) それでは、お手元の資料1-1をご覧くださいませでしょうか。

この資料は、2月14日の総合科学技術会議の本会議にて久間会長を初めとした有識者議員から科学技術イノベーションが取り組むべき政策課題解決に向けた取組の加速化について、と題しまして、提案がされたものでございます。この資料では、これまでの取組を踏まえまして、昨年閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略をさらに充実したものに改定すべきことが述べられてございます。

また、本会議におきましては、安倍総理より2020年の東京オリンピック、パラリンピックを機に、日本発のイノベーションを世界に発信していくことが大切であり、重要課題の解決に向けた取組と合わせて、総合戦略の改定の中に盛り込んでいただきたいと思いますという内容の指示が出たと伺ってございます。そのような背景で今回このワークショップが開催されたことになってございます。経緯につきましては、以上でございます。

○小長井座長 ただいまご説明があったように、このワークショップでいろいろなことが議論されたんですが、特に、課題間にまたがる融合領域的課題、今、協議会、ワーキンググループで議論されておりますが、なかなか相手が見えないということもありまして、今回は一堂に会して、どういうことを検討しているかということが大変よくわかりました。その中でお互いに協力し合ってできるところはないかという、そういう議論をさせていただいたということです。

もう1つは、各課題に共通基盤的に適用される分野横断技術、ナノテクとかICTはまさにそのとおりですので、私はちょっとそういう説明をさせていただきました。あとは2020年東京オリンピック、パラリンピックまでに加速すべき課題。あとはどういうことをしたらいいかと

いうこと。これについてもかなりいろいろな議論がございました。

一般の方からも大変多くのご意見をいただき、私もちょっとメモ書きをしているんですけども、非常に有益な意見交換ができたのではないかと考えております。その中で資料1-2をちょっとご覧いただきますと、これはこのワーキングのアクティビティとしてお示ししたもののなんですが、このワーキングではパワーエレクトロニクスのところしか重点的にまだ議論をしておりませんでしたので、主にこれについて私としては話をさせていただいて、構造材料、触媒、磁性材料、希少元素については、いろいろな応用分野とのかかわりを述べるにとどまったということがございます。

馬場委員も出ておられて、いろいろそれだけではなくて、ナノテクノロジーというのは応用の根幹となるものですよというコメントをいただいて大変よかったですと思います。どうもありがとうございました。これは、後でご覧いただければと思います。馬場委員から提出していただいた資料もついているんですね。それが資料1-3です。ということで、このところはちょっと飛ばさせていただいてよろしいでしょうか。

それでは、議題2に移らせていただきます。

本ワーキンググループのミッションの1つにアクションプランで特定された重要施策を議論させていただいて、来年度の研究開発の実施、推進に向けてよりよい計画をつくり上げていくことがございます。前回、これでパワーエレクトロニクスについてご紹介いただいたわけですが、事務局のほうからまず資料2-1、前回の分についてちょっとご紹介いただきたいと思っております。

○事務局（守屋） それでは、資料2-1、2-2についても続いてご説明します。

2-1は、前回、第2回の本ワーキンググループでの議論の概要でございます。アクションプランの特定対象施策に関しての助言を主に取りまとめてございまして、こちらに書かせていただいているような内容が議論として出され、今後、これを踏まえて対象とする各省様の施策もこれらを加味してよりよいものにつくり込んでいただけると、そういう趣旨で改めてここでご説明するものです。

1枚めくっていただきますと、前回は経済産業省様と文部科学省様の両省の施策について審議をいたしまして、スライド3と4が全体のご議論の中から、両省の施策にほぼ共通にご指摘いただいている内容ということでまとめてございます。出口戦略を見据えた研究開発の全体俯瞰。技術階層間の連携による全体最適を生み出す仕組みづくり。それから、出口、社会実装に向けてシステムや応用を重視した研究開発計画、あるいは実装技術の育成についてもきちんと

目配りするべきというご意見があったと思います。

続きまして、スライド4、こちらはデバイス回路等のシミュレーション技術の開発、あるいは共通基盤的なこの領域の研究というのは、単年度、あるいは特定年度ではなくて、継続していくことが重要であるというご指摘もあったかと思えます。

そのほか、国際標準化ですとか、認証システム等、これは単にチップ、デバイスのみならず、システムとしての標準化、あるいは認証システムを含めてというご指摘もございました。

それから、各省様固有のご指摘としては、スライド5に経済産業省様の施策に対するご指摘として、一貫通貫の研究開発を推進するために、文部科学省様のテーマの成果をいち早くプロジェクトにシフトするような運営を図ってほしいというご意見。あるいは、国際ベンチマーキングを行っていくということで、海外のトップデータとの比較をしつつ、研究開発を進めるべきというようなご意見があったかと思えます。以下少し細かいので省略いたします。

最後のスライド6、こちらは先ほどの経済産業省様への指摘の裏返しですけれども、文部科学省の主たる分野として物理的メカニズムの解明にしっかり対応しつつ、独創性のある成果をいち早く経済産業省のプロジェクトにシフトするような運営に心がけていただきたいというご発言があったかと思えます。また、回路技術や応用技術に関する学問的アプローチについても必要ではないかというご指摘があったかと思えます。以降は省略いたします。これら前回の指摘を踏まえて、今後政府としての施策をより充実したものにしていきたいと考えます。

続きまして、資料2-2です。こちらは本日議論をいただくテーマについてです。本日は事前にご案内しているとおり、構造材料、磁性材料、それから希少元素代替材料の領域についての議論をいただくことにしております。

1枚めくっていただきますと、スライド3番に取組の概要として、ここでの取組が目指しているものが書かれてございます。基本的には効率的なエネルギー利用に向けたさまざまな研究を進めていくという中で、取り扱われている議論となっております。この資料自体は第1回でご紹介しておりますので、説明はこれ以降は省きますが、スライドの4にアクションプラン特定の対象施策の一覧が載っておりますので、本日はここにあります文部科学省様の施策が2施策、それから経済産業省様の施策を1施策、また、それらに深く関係する幾つかの施策について各省様からのご説明がある予定でございます。

○小長井座長 前回、かなり活発な議論ができたかと思えますが、それをまとめたのが資料2-1ということで、特にパワーエレクトロニクスに関連した構成員の方々はいかがでしょう。これをうまく反映できていければということでございます。

それでは早速本日の議題に移りまして、構造材料、磁性材料、希少元素代替材料領域ということでございます。

それでは、文部科学省からアクションプラン対象施策の効率的エネルギー利用に向けた革新的構造材料の開発。それから、低燃費・低環境負荷に係る高効率航空機の技術開発及び関連施策についてご説明いただきます。資料はそれぞれ2-3と2-4になります。文部省の前田参事官、伊藤課長補佐と合わせて15分程度でお願いいたします。

○文部科学省（前田） 文部科学省の研究進行局のナノテク・物質・材料担当参事官の前田です。

文部科学省分ですが、資料の2-3と2-4がございます。私のほうから、2-3のお話を全体の8割、9割ぐらいの時間をかけてお話ししまして、最後に宇宙の関係で担当のほうから2-4の資料でご説明という順番にいたします。

2-3の資料は、タイトルはこうなっていますが、今回、お題を代替材料とか構造材料、磁性材料といただきましたが、我々、文部科学省及び関連の施策に照らし合わせて見ますと、我々元素戦略というプロジェクトを実施しておりますので、そこが当たると思いますので、タイトルに元素戦略ということを書かせていただいています。

ちょっとページをめくっていただきまして、1ページ、今日ご説明する取組について全体像です。文部科学省の直轄のプロジェクトとしての元素戦略プロジェクト、それからJSTの事業としては2から4までございます。また、独立行政法人NIMSの方で今後これから特に力を入れて取り組もうとしている事柄として5がございます。それから、最後に総括という順番になります。

今日、説明に当たっては、これは元素戦略、構造材料、磁性材料と並列に書いてありますが、構造材料、磁性材料はそれぞれ並列のものですが、元素戦略では縦横の関係になっていますので、その辺少し分離して説明が難しいところもございますので、我々の施策の全体像をざっとお話しいたしますので議論の中でいろいろご指摘とかご意見をいただければと思います。

それから、文部科学省の施策ではございますけれども、実際に今日は専門の方々からご意見を頂戴して議論するということですので、役所だけではなくてJSTの中山参事役、彼は元素戦略プロジェクトのプログラムオフィサーも務めておりますので、両面の立場から具体的な内容について、資料の説明をお願いしたいと思います。また、NIMSのほうから室町理事に来て頂いておりますので、構造材料拠点について室町理事からお話を頂こうと思っています。

2ページ目以降、ここからが具体的な資料の中身になります。既に委員の皆様へ配布されて

いるとお聞きしていますし、聞いたことがあるような内容も多いと思いますので、時間の関係もございますので、キーワード的なものを拾っていきたいと思います。

まず、元素戦略プロジェクトでございますけれども、ポイントは3つです。上のほうに書いてある文章の中の概要というところの下に、ポツが3つありますが、これがある意味キーポイントだと思ってください。1つは、希少元素を用いない全く新しい代替材料を創生するということです。2番目としては、物質の機能を支配する元素の役割を理論的解明から新材料の創生、特性評価までを拠点を中核として形成する共同研究組織の連携・協働によって一体的に推進とありますが、図で言えばちょっと下の右側の図です。材料創生といいますと、例えば大学と言うと材料工学、最近ではマテリアル工学などと言っているところがありますが、そういったところの学科が中心になって実施するわけですが、このプロジェクトではその学科だけでは対応できないだろうと。やはり新しい大きなイノベーションを起こすような研究成果を上げるためには、1つは上流寄り、すなわち物理とか科学、そういった基礎学理、基礎科学に立ち戻る必要があるだろうということで、そういった方々の参画を得ています。この3つの絵があるところの電子論グループというのは、そういった方々の参加をいただいている部分です。

解析評価、昨今シミュレーションとか文部科学省の大型施設なども活用できる状況にございますので、そういったことにも十分に連携できるようなグループとして解析評価グループというのを置いています。それと比較的従来からやっている材料開発の人たち、材料創生グループ、この3者がしっかりと一緒になって議論できる、そういった拠点をつくって、研究を進めるというスタイルをとっています。

それから、上の文章に戻って、概要の3つ目です。これは、垂直連携の話です。文部科学省、経済産業省の間でガバニングボードという仕組みをつくっております。これは、基礎から実用化まで一貫通貫の研究開発を推進するということです。最近、総合科学技術会議も強くこの点についてお話をされていますけれども、実はこの資料はもう2、3年前から使っている資料でありますので、我々としてはこのプロジェクト、スタート時点からそういった思想でこの事柄を進めているということでもあります。

絵としては、この左側にありますように、文部科学省、経済産業省の間で仕組みをつくって、成果が円滑につながっていくようにしていきたいと考えているところです。

3ページ目、少し重なりますので、これもキーワードだけ見てください。代替材料等の新材料を創生するわけですが、基礎科学分野を開拓するところまで立ち戻った上で、新しい材料を創生していく。したがって、自然体では協働が進みにくいような分野間の連携をする。それか

ら、世界に誇るような装置を特に意識的に使う。それから、専門分野が違う若手研究者をしつかりと拠点の中で議論していただくような仕組みをつくる。そういった工夫をしています。

4 ページ目、具体的に元素戦略のプロジェクトで実施しているものが4点ございます。それぞれのところの下に米印がありますが、これが具体的な元素としてどういうものをターゲットにしているのかということで、例えば磁石であれば、ジスプロシウムを減らすもしくはフリーにする。触媒電池であれば白金ですとかリチウム、電子材料であればインジウムとか、構造材料であればニオブとか、そういったものを対象にしているということです。

次のページにまいりまして、5 ページ、元素戦略運営統括会議ということで、これは元素戦略のプロジェクトに対して、お目付役といいますか大所高所からご指導いただく場ですが、メンバー構成を見ていただければわかると思いますが、民間からお二方、それから学术界の方も多のですが、これは基本的には先ほど申し上げましたように、各分野いろいろな方が入ることが大事だということで、元物理学会長、元科学会長、元金属学会長、そういったいろいろな分野の重鎮の方に入らせていただいています。実際に、ここには書いてございませんが、これは大御所の会議なので、実際に日々の指導はこのもとに専門委員を置いていまして、同じような分野の方々に参加していただいて日々ご指導をいただいているということでございます。

6 ページ、今度は垂直連携のほうですけれども、このようにガバニングボードが設置されています。ガバニングボードに関しては、元素戦略だけではなくて、もともと文部科学省と経済産業省と数年前から垂直連携をしっかりとやらなければいけないということで、関連するプロジェクトを特定しまして、ガバニングボードを置いて、議論を始めています。そういったことで、元素戦略だけではなくてALCAのプロジェクトとか、そういったものが対象施策となっていますし、ここに書いてないものも関連施策としてメンバーが参加して議論しています。今日は、橋本先生はいらっしゃいませんが、蓄電池も橋本先生のご指導の下、ALCAのプロジェクトとか、あるいはRISINGのプロジェクト、そういった方々に入らせていただいて議論しているところであります。

7 ページ目以降は、少し具体的なことになりますので、文科省元素戦略プロジェクトのPOも兼ねております中山のほうからご説明をいたします。

○科学技術振興機構（中山） JSTの中山智弘と申します。与えられた時間の中で短いですが、ご説明させていただきます。

今、前田参事官からご説明のあった4つの元素戦略拠点の中で、特にこの会合に近い2つに関して、まず説明いたします。最初が構造材料領域です。我が国の構造材料は性能、供給能力、

いずれも世界トップであり、その機能を担っているのは、ニオブとか、モリブデンとかそういう希少元素です。そういうものをなくしていくことは難しいかもしれませんが、極限まで減らしていくということは、元素戦略の一つの本丸であり、また構造材料の研究開発の中心の一つであると考えております。ここを田中功先生にお願いいたしまして拠点として推進しているところであります。

電子論と材料創生、解析評価を三つ巴でしっかり連携させて、連携というかアンダーワンループに近い形で連携させ、日々のディスカッションの中でこの課題を推進しているところです。この電子論と解析評価と材料組成というのは、前田参事官からご説明いただいたように、ほかの元素戦略のプロジェクトでもしっかりと連携させて、基本思想となっているところでございます。

次は、磁石材料領域の拠点は、広沢先生という元企業の研究者の先生をトップに据えているプロジェクトです。これは、今日来られている宝野先生も中心となって活躍されており、日本のお家芸の1つと思われる磁石の領域です。ここに磁石の研究者のトップの先生方が出席しまして、ジスプロシウム削減とか代替、そういう研究をしているところでございます。

次のページ、ここからはJSTの施策になります。文部科学省のいろいろな角度からのご指導のもとでポートフォリオを組んで推進がなされているところでございます。最初の部分、CRESTとさきがけです。CRESTというのはある程度エスタブリッシュされた先生方をさらにブーストアップしていこうというもので、この全体の研究総括として玉尾皓平先生に仕切っていただいております。ここでは12課題の研究が行われておまして、2010年度から2017年度までの間で行われるものです。さきがけプログラムのほうは、若手を養成するところに主眼があります。エスタブリッシュされた先生と同様、次の世代をつくる先生方をしっかり養成していくことは非常に重要です。また、養成するだけでなく、この若手の先生方に世界第一線の研究成果を出していただくというプログラムでございます。これらは35課題採択されております。

細かいところ、次の10ページ目でございます。CRESTの中で本会合に強く関係しているのは3つほどございます。最初は、古原先生の元素戦略による鉄鋼のマルチスケール設計原理の確立。もう1つは、杉本先生の磁石。今日おられる宝野先生の磁石。この3つのプログラムが特に本会合に近いものでございます。まさに研究推進中でありまして、いい成果をこれからどんどん出していただけるものであると期待しております。

次の11ページ、これはそのCRESTプログラム全体のポートフォリオでございます。磁石

鉄鋼のみならず、いろいろなホウ素の話、元素間融合とか、鉄鋼材料とか、軽元素とか、いろいろなものがございます。実は縦割に没交渉でやっているのではなくて、お互いに連携して違う知見も取り上げながら、あるいは共同研究までしながらバーチャル研究所のような形でさらに新しい高みを目指していくという、そういうプログラムでございます。

②-4、12ページです。これはさきがけプログラムの中の本会合に関係が深いものを取り出してきております。超高靱性高硬度を有する新材料の開発とか、粒界エンジニアリングでつくる超高保磁力ユビキタス磁石とか。革新的磁石材料のための超高圧合成法による新規磁性化合物の探索とか興味深いものがあります。これが実現すると、企業等でもかなり活かしていただけるようなプログラムであると考えております。

次の13ページと14ページが細かい内容でございます。いちいち読み上げるのは省きますが、お時間のあるときにご覧いただければと思います。我が国のこの分野の若手は結構優秀でしっかり粒も揃っており、今後が期待される場所であるとJSTも思っており、またここを推進している細野先生も強くそのようにおっしゃっているところでございます。

16ページ、ALCAというプログラムがJSTにはございます。環境とかエネルギーとかそちらの切り口から出口を見据えて材料ないしはいろいろなものを研究開発していくというプログラムです。ここでは耐熱材料、鉄鋼リサイクル高性能材料ということで、東工大学長の三島先生をお願いいたしまして推進しております。特にリサイクルに係るエネルギー消費量の大幅削減とか、輸送機器の軽量化によるエネルギー消費の大幅な削減のための材料、軽量化のための材料。こういうことをしっかり行っているところでございます。

17ページ、これは産学共創プログラムという、JSTのポートフォリオの中の別な切り口のプログラムです。これは産の方、企業の方、あるいは企業の集団、そういうところからどんなプログラムを大学の先生にさせていただきたいか挙げていただき、企業として受け止めることが可能か、企業としてうれしいか等を吟味しまして、いろいろなテーマアップがなされています。本会合に近いものは、2つテーマアップされています。

革新的構造材料と革新的磁石材料がテーマで、それらはいろいろな切り口でJSTで推進されているところでございます。東工大の加藤先生と長崎大の福永先生にこれらのプログラムのリーダーをお願いして、産業に対してしっかり基礎研究の段階からものを出していくということを主眼として行っているところです。評価とか最初の採択とか相当企業の方々に貢献いただいて、一般のファンディングとはちょっと違う切り口でJSTとして推進しているもので、非常に評判が高いプログラムであると考えております。

次は、18ページ、加藤先生のプログラムの詳細です。19ページは、福永先生の磁石のプログラムの詳細でございます。読み上げるのは省かせていただきます。

私の説明の最後ですが、J S Tには国際共同プログラムというのがございます。まだ来られていませんが、岸政策参与がこのプログラム全体のプログラムダイレクターということで、プログラム全体を取り仕切っていただきまして、その岸先生のイニシアティブの下、希少金属代替材料や元素戦略で他の国、ここではヨーロッパと利害が一致というか、一緒に推進することによってさらにいいことがあるんじゃないかということで、イコールパートナーシップで推進されているプログラムです。このサブカテゴリーを早稲田大学の黒田一幸先生に仕切っていただいております、ここに出ている3つのプログラムが推進されているところであります。このように、多彩な切り口からポートフォリオを組んで実行させていただいております。以上でございます。

○物質・材料研究機構（室町） それでは、その次の21、22、23ページについて、物質・材料研究機構の室町がご報告させていただきます。

私どものところでは平成24年度にありがたいことに大きな補正予算をいただきまして、これを用いて、約1万㎡の研究棟をつくることになっております。また、ここで使用する最先端の装置等も導入することになっておりまして、来年度いっぱいかけてこれが完成することになっております。

この研究棟を我々NIMSの研究者だけが使うのではなくて、これをオールジャパンのハブ拠点としての構造材料研究拠点構築のために使いたいと思っております。その理由は、とにかく構造材料というのは、最初から社会実装に至るまで長い時間がかかり、それを何とかして短縮するために、産業界も含めたオールジャパンの研究者が結集して入口から出口まで一気通貫でやるような、そういう拠点をぜひつくりたい。そこでは最先端の研究機器が揃っていて、企業、大学との密接な協働が行われる。それから、研究現場に通じた人材育成も行われる。そのような研究拠点をつくろうと考えております。

この拠点では、社会インフラ、それから産業インフラ及び輸送機器に係る構造材料をすべて扱う。そして、私ども研究機構の大体4分の1くらいの職員がこれに関連する。我々の中でも非常に大きな拠点になると考えております。

これはまた現在、進んでおりますSIP事業等の国の研究開発事業の受け皿としての役割も果たすというふうに考えております。既に数十社の産業界の方に呼びかけて、ぜひここに入ってくださいということを行っております。

次のページに行ってくださいまして、ここで何をやるか、柱となるのは、私ども今までさまざまな構造材料の材料シーズ、技術シーズを開発してまいりました。それがかなり蓄積されております。ここに書きましたように、新素材、新材料開発としては、例えば超々高力ボルトですとか、耐熱鋼ですとか、耐熱材料、それから耐鋼性鋼、錆びない鋼、それから溶接技術、さまざまなものが蓄積されています。なんとでもこれを社会実装まで持っていきたい。これがかなり重要な課題になると思います。

それから、私ども世界を先導するさまざまな評価解析技術を持っております。これをオールジャパンの研究者に使っていただきたいと思います。また、データベースとか、計算材料科学に関しても我々かなり高いベースを持っておりますので、これをぜひ活用していきたいと思っております。

一方、我々にできないこと、我々にベースがないこと、しかも重要なことがあります。一番の問題はコンクリートでありまして、それについては非常に重要な材料だということで、大学とあるいは産業界、あるいは土木研究所等の協力を得てその方面の研究も推進していきたいと考えております。

その次、ここはもうちょっと具体的にどんな狙いでどんな解決手段でターゲットは何かというのをそれぞれ書いてあります。

○小長井座長 もうちょっと手短にお願いできますか。時間オーバーしておりますので。

○室町構成員 承知しました。それでは、これについては省略をいたします。

○文部科学省（前田） 最後に24、25は総括ですが、これはざっとキーワードを言いますと、全体的に言えば、イノベーションを引き起こすというのが政策的に重要なことだと思うんですが、この分野はいろいろな技術が定着されている部分もありますし、それから、大きなイノベーションを起こすためには多様な視点での研究課題の掘り起こしが大事だろうと思っています。

そのためにも、先ほどの説明の中でも申し上げたように横の連携と縦の連携、この両面をしっかりとやっていく必要がある。横の連携というのは学問分野間の連携、縦の連携というのは、経済産業省との連携を含めたいわゆる垂直連携だと思っています。

元素戦略プロジェクトなどにおいては、ある意味、学問分野間の連携というのは、我々としてはかなりうまく行つつあるなと思っています。これについては、引き続き進めるとともに、今、特に課題なのはやはり出口との関係です。仕組みはガバニングボードという形でできておりますので、むしろその仕組みをどうこれからうまく使いこなすかというのが我々の本当の課題だと思っています。

最後のなお書きは、マテリアルズ・インフォマティクスのような新しい考え方も出てきておりますので、そういったものもしっかり取り入れる必要があろうと思っています。

25ページは構造材料、磁性材料、それぞれに分けて書いてありますが、大体似たようなことが書いてあります。一言だけ付け加えさせていただくなら、構造材料、あまり書いてないですが、本当は強調しなければいけないと思っていたことを一言申し上げます。構造材料については文部科学省もいろいろなプロジェクトをやっています。JSTのプロジェクトも含めてです。全体を俯瞰して、どこをさらに伸ばし、どこが足りないのかという議論が必ずしも今まで十分ではなかったように思っています。

そういったことを考えている中で、ちょうどSIPで構造材料を取り上げるということになっておりますので、ある意味政策参与になられた岸先生のもとで、この構造材料分野全体を俯瞰していただいて、全体がしっかりと発展する方向に進めていきたいと思っています。

磁性材料については、1つ付け加えるならば一番下の行で、ジスプロシウム問題、極めて外交的な問題からスタートしている部分もございますので、やはり対外戦略というものもしっかり考えていかなければいけない。これもある意味経済産業省のほうの戦略とうまく議論していかなければならないと思っていますので、その辺についても連携をしていきたいと思っています。

あと宇宙開発利用課のほうからお願いします。

○文部科学省（伊藤） 文部科学省研究開発局宇宙開発利用課の課長補佐の伊藤と申します。低燃費・低環境負荷に係る高効率航空機の技術開発を紹介いたします。これは主にJAXAのほうで取り組んでいる研究開発でございます。構造材料の出口の1つとして取り組んでいるものでございます。地球温暖化対策に直結する消費ジェット燃料の削減をはじめ、低環境負荷に関する高性能化、差別化に係る航空機技術を開発して、国際競争力の強化を図るというもので、2020年代前半までに燃費を30%低減させようというものでございます。

航空機の中のジェットエンジンと航空機の機体が主にございますけれども、ジェットエンジンのほうではもう既にNO_x、窒素酸化物のほうは80%の削減ができております。22年度までにはエンジンのファンやタービンのところへの炭素繊維材料、ほか新材料適用による軽量化やジェットエンジンの小型高出力化、これには熱に強い高温化に対応するセラミックス、CMCなどを使ってジェット燃料の消費率を15%アップするというものを目標としてございます。

機体のほうは、炭素繊維複合材の適用率を50%とすることを目標といたしまして適用していくということを進めていきます。また、空力最適化技術、低効率の低減も目標といたしまして、

空力抵抗を7%低減することでこちらのほうも燃費に貢献する。この3つを合わせまして、燃費を30%低減していこうというのがこの研究の目標でございます。25年度から取り組んでいるところでございます。以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。討論はまとめて行いたいと思いますので、最初に経済産業省のほうからお話を伺いたいと思います。

それでは、経済産業省から革新的新構造材料等技術開発プロジェクト、次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発及び希少金属代替材料開発プロジェクトについてご説明願います。資料は、2-5と2-6になります。それでは、田中研究開発企画官、それから北岡産業戦略官、お願いいたします。あわせて20分でございます。よろしく申し上げます。

○経済産業省（北岡） 北岡でございます。先ほど文部科学省から説明がありましたように、元素戦略プロジェクトと連携しながら我々プロジェクトを進めております。まず革新的新構造材料ですが、本プロジェクトは研究開発課が部素材ごとに担当する製造産業局の製鉄企画室、非鉄金属課、繊維課をとりまとめて推進していただいております。そのため、最初に研究開発課の田中企画官から、革新構造材について説明させていただきます。

○田中（経済産業省） 経済産業省研究開発課の田中でございます。お手元に配布されております2-5に沿いまして、北岡戦略官のほうからありました革新的新構造材料等技術開発プロジェクトについて、ご説明させていただきます。

本プロジェクトなんですけれども、北岡のほうから申し上げましたとおり、鉄、非鉄、CFRP、樹脂というべきかもしれませんが樹脂ということで、経済産業省の製造局にある素材を扱う部局のほぼ全部とは言いませんが、大部分が参加する大きなプロジェクトになっております。

1ページめくっていただいたところに予算額等書いてあるんですが、概算要求額と冒頭に書いておりますけれども、これは政府、国会提出されている額で、概算要求額ではございません。まだ予算案額というふうに頭の中で読み替えていただければと思います。本年度40億、来年度26年度は48億で行うプロジェクトでございます。

基本的には、エネルギー使用料の削減及びCO₂削減ということで、輸送機器の抜本的な軽量化ということを目指した技術開発であります。文部科学省の前田参事官からも元素戦略との連携といった話、それから文部科学省、経済産業省で設置しているガバニングボードという話がございました。まさにこのプロジェクトをやるに当たりまして、この資料の最後にちょっとつけているんですけれども、経済産業省側の呼び方ではございますが、未来開拓プロジェクト

トという位置づけを経済産業省のフラッグシッププロジェクトとしてリスクの高い中長期のテーマを最大10年かけて行うというもので、そもそものテーマ設定から文部科学省と連携していくということで、テーマ設定の段階で文部科学省と連携。また、文部科学省側のプロジェクト一体的に推進するということがガバニングボードの設置という形のもの。それから、当然事業化を目指してやるということでもありますので、産学官、ドリームチームを構成して行うというコンセプトのもとで行っているプロジェクトの1つでございます。

また元に戻りまして、この材料の開発の事業背景として書いておりますけれども、説明するまでもないかとは思いますが、エネルギーの削減、CO₂削減ということで軽量化ということでございます。これを自動車に例えますと、今までマルチマテリアル化が進むであろうということを想定した上で、必要な材料につきまして、2020年までに自動車であれば、ホワイトボディを半減するという目標のもとプロジェクトとして作り上げているということがあります。個々の目標値につきましては、少しページを飛ばして見ていただいて、10ページに、個々の材料におきます目標値、各年度における進展ということを記載しております。ここにありまして、鉄だけではなく、アルミ、CFRP、マグネシウム合金といったものが入っております。今、自動車のマルチマテリアル化ということで、その先に抜本的に軽量を行うところにおいて、航空機分野では既に進んでおりますけれども、CFRPの利用というところでCFRPが加わっているという形になっております。

本プロジェクトなんですけれども、冒頭自動車ということをお願いしましたが、自動車だけではございまして、いわゆる電車、車両につきましても半減ではなく、これは車両の抜本的軽量化ということで、新たにマグネシウムを合金で新たな車両をつくるということを想定した上でのマグネシウムの合金のプロジェクトも入っておりますし、またチタンということですが、直接自動車ということではなく、チタンの精錬等に大きなエネルギーがかかるということで、基本的に電気代なわけなんですけど、電気を食うということで、ここのコスト産業競争力という部分につきまして、将来的にどれぐらいの展望を持たせるかというところで非常に疑義があるところなんですけれども、まさにプロセス革新を行って、抜本的なコストの競争力のある、既に品質としては非常に高い評価を受けている日本のチタンにつきまして、その先に行くというようなプロジェクトも中に入っているという形になっております。

ちょっとたくさん入っておりますので、わかりにくい形にはなっているんですけども、自動車につきましてはマルチマテリアルということで、鉄、アルミ、それからCFRPといったものが入っておりますし、車両ということでマグネシウム。それから、自動車ということでは

ないんですけども、チタンの革新的プロセスの開発というものが入っている。そういうのを見ていただくのは6ページでございまして、この全体の進め方といたしまして、こういうマルチマテリアルが進んでいるということで、最終的に製品にする場合には、それぞれが接合していく。製品に組み上げるときに、接合するということが必ず必要になります。まさに接合技術が当然出てきますので、それを横断的に行うテーマといたしまして、接合技術開発、マルチマテリアルの接合技術開発ということで大きく1つ柱を建てまして、その接合技術を開発するために1つの大きな技術研究組合を中で行っていくという形で進めているものであります。

この技術組合につきましては、まだいっちゃっていないですけども、研究統括と理事長を岸政策参与にお願いしております、この中で個別の材料開発のみならず、製品に使うときの重要な周辺技術も合わせて行うという体制をとっているわけです。その際に、個別の材料の開発を適切に行っていくということ、それから接合等周辺技術についても遅滞なくやっていくという観点で、戦略基盤研究というものも合わせてこの技術組合の中で行っていくということを想定しております。

こうした形の研究開発ですけども、個々の材料の開発のテーマにつきましては、8ページ、9ページ、個別の数値は10ページに書いているわけですが、この部分はちょっと時間の関係もございまして割愛させていただきます、資料10ページでもう一回改めて簡単にレビューさせていただきますと、これは未来開拓ということで、10年のプロジェクトを置いているわけなんですけれども、必ずしも10年間かけてこのテーマをずっとやっていく、目標値を追いかけていくことではあるんですが、当然、世の中の状況というのはどんどん変わりますので、10年間を最初に立てた計画を旧慣墨守するというようなものではなく、毎年、毎年、必要な見直しを図っていくということを念頭に置いておりますし、第1期、第2期、第3期、第4期というふうに書いておりますのは、まさにここでステージゲートの次の段階に行くかどうか。そして、次の段階に行くときには、目標値をどうやって設定していくかということも含めて、きちんと検討していくということでこうした第1期、第2期、第3期、第4期という言い方を今っております。

そういうことで、未来開拓という10年間の長期の目標とそれを常にアップデートしていくという、やや両方の概念を岸研究統括のもとでうまくインテグレートした上で、効率的な目標、事業化を見据えた効率的な研究開発を行っていきたいというふうに考えております。以上でございます。

○経済産業省（北岡） 続きます、希少元素代替材料と磁性材料は政策上つながっております。

すのでまとめて説明させていただきたいと思います。

まず、2ページ目になりますが、これは経済産業省における希少元素代替材料開発に取り組む背景ということで、皆様もご存じの通り、希少金属というのは、鉱山の開発、精製する技術、中間材料、最終製品ということで、この4つのサプライチェーンをどうするかということでもあります。これは3年前に中国が輸入量を制限したこと、さらに東日本大震災が起こってサプライチェーンが崩壊したことで、非常にクローズアップされました。その中で、現在、経済産業省では「①中国依存からの脱却」ということでは、新たな鉱山開発をしており、「②中国からの安定調達」ということであれば、WTOのパネル審議なども現在遂行しております。「③使用量低減・代替材料技術開発」ということで、これは後ほどお話しさせていただきますように、技術開発プロジェクトを実施しております。今後、強化していかなければいけないところが、「④市中リサイクルの加速化」というところでございまして、来年度からプロジェクトを推進するという事になっております。

次のページで、「希少金属代替省エネ材料開発プロジェクト」ということで、次年度から低減だけではなく、リサイクル技術の開発ということにターゲットを置きながら推進していきます。

次のページをめくっていただきまして、先ほど申しました③のところに相当しますが、「希少金属代替材料開発プロジェクト」ということで、このプロジェクトは2007年、平成19年度から開始しました。まさにこれは文部科学省の元素戦略プロジェクトと並行して始まったプロジェクトでございます。

平成25年度で終了するという事で、今までこの1番から10番までの材料の代替開発を行ってきました。その元素とプロジェクトの開発状況及び一番右端には来年度以降、各社がどのように事業化に向けた開発を進めていくかというところで記載させていただいております。

今までインジウム、ジスプロシウム、タングステン、白金、セリウム、テルビウム・ユウロピウム、イットリウムという、いろいろな元素について開発させていただきました。

選定元素につきましては、現在もNEDO様を中心に社会状況を見ながら今、どの元素が一番注目すべきか、有識者の間で審議していただいております。来年度以降もその調査事業については継続していく予定であります。

1番下に記載の事業が、今後の実用化への助成事業ということで、継続してやっていくということでありまして、経済産業省の認識としましては、レアアース問題に関しては、現在は落ち着いているところではありますが、このような課題に対しては継続的に取り組む必要があります。

すので、再度引き締めながらNEDO様を中心にいろいろと検討していく段階でございます。

次の5ページ目は、上のプロジェクトの中の代表的な成果を上げておりまして、例えば排ガス浄化への白金使用量におきましては、白金使用量を50%削減しました。研磨剤に使われておりますセリウムについても使用量の大幅な削減を実現しております。最近であれば、ネオジウム・鉄・ボロンに代わるような新しい磁石の粉体ができたとのことでございます。言い忘れましたが、特に希少金属代替開発プロジェクトの特徴は、ここに書いていますように、白金使用量などの何%削減という数値を目標にして、その数値に向けて、企業と大学が連携しながらもプロジェクトを進めてきたということが特徴でございます。

次に6ページ目で、経済産業省の施策で磁性材料に関するところだけをピックアップしますと、先ほど申しました通り、左端にあります。平成19年度から「希少金属代替材料開発プロジェクト」が始まりました。そのときの実施者が羅列されておりますが、実際に中国により輸出制限がかかることによって、いろいろ経済産業省では緊急対策を行いました。その結果、平成22年度に補正予算などを使いまして、ここに挙げられていますように、総事業107億円、採択件数が59件ということで、ある程度企業のレアアースに対する緊急対策が行われたということでございます。

経済産業省としてはこの事業の中で、企業様のいろいろな情報をヒアリングすることができましたので、平成23年度からいろいろなテーマヒアリングを行いながら、プロジェクトを進めることになりました。先ほど田中企画官からお話がありました未来開拓研究のテーマの1つとして、「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発」を平成24年度から進め、現在2年目を迎えていることです。この中の実施者も実は平成19年度からのいろいろなプロジェクトの中で、有望なテーマを選択しまして、プロジェクトの設計をしたということでございます。

本事業は、平成26年度総額30億円のプロジェクトを次年度も続けるということでございます。このプロジェクトにおきましては、次年度からNEDOのプロジェクトに加わって、今後NEDOのいろいろな提案もいただきながら、よりプロジェクトを強化していくという形を検討しております。

最後になりますけれども、8ページに記載の通り、製品化をベースにまず未来開拓研究では磁性材料の開発と軟磁性材料の開発をしております。それにおいて、実際にモーターという視点で次世代モーターの評価を行っています。ここにおきましては、自動車メーカー大手5社が入って、実際に自動車用モーターから見た磁性材料に対するアドバイスをもらいながらプロジ

ェクトを推進していくというところでございます。

今後、中間評価を終えながら、ジスプロシウムフリーにおきましては早い段階で実用化を迎える見込みです。今後、レアアースフリーにおきましては、5年後にさらに事業化を見据えて開発を強化していくことをターゲットにして開発していくところです。以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。大変丁寧にご説明いただきました。

それでは早速ですけれども、構造材料領域をご担当いただいております北野構成員、北村構成員、塚本構成員、それから今日は特別ご出席いただいております潮田様からアクションプランで特定された重要施策につきまして、特に省庁連携のあり方、目標のスペック、開発スケジュール、規制改革、国際標準化戦略等々あろうかと思いますが、ご意見を賜ればと思います。

これも時間の関係で恐縮でございますが、お一人様4分程度でお願いいたします。

それでは、北野構成員からお願いいたします。2-7の資料ですね。

○北野構成員 資料2-4の高効率航空機の例を示していただきましたけれども、出口は明確ですし、目標効果も定量的かつ実践的に進める方向で動いていると感じます。

資料2-5のP10を見ていただきたい。同様に他のテーマにおいてもメーカー、ユーザーとの対話をさらに深めて目標の多様化、複雑化をお願いしたい。ここでは1つぐらいしか目標項目が挙がっていませんが、もっとあると思います。それをお願いしたい。そうすることで付加価値の高い技術が創出できると考えます。私の資料2-7を見て下さい。ここには、実際に運営する段階に入る際の着眼点をまとめました。いろいろ書いてありますが、強調したいのは材料にとどまらず、どうつくるか。Iのところです。何をつくるか、どうつくるかのところ、ここを強調したい。どうやってつくるのかという視点を持つことが非常に大事だと思います。

2枚目のポンチ絵は、材料から部材までの工程全てが一気通貫しないと実用化には至らないということを示しています。材料を変えると全てが変わるといっても過言ではないと思います。

製造法に目をやると、要求特性が多様化します。つくられ方に対応して、いろいろと材料に要求が出てきます。アクションプラン等で接合が大項目に取り上げられています。製造工程に目を向けて初めて出てくる良い例、良い課題設定だと思います。製造工程でネックとなる課題を、さらに抽出して目標期限も盛り込んで材料開発に取り組んでほしいと思います。

次に、IIのところです。新たに取り組むべき課題について、ばらつきの低減という着眼点があると思います。再び資料2-5のP10を見ていただきたいのですが、物性というのは通常平均値で議論されます。しかし、構造設計ではa値、b値とか下限値設計となりますので、ばらつきを減らすことで軽量化につながるという視点です。ばらつき低減のためには、ばらつきは

何に由来するのかというメカニズム解明、いわゆるサイエンス、支配因子の明確化が不可欠です。ベーシックなサイエンス、これをしっかりやっていただいて、製造工程にそれを落とし込むということで、ロスが少ない、廃棄物の少ないリーンな製造工程、これはコストダウンを意味しますが実現できると考えます。もちろんできた部材の信頼性も向上すると考えます。以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。一応ご意見を4人の構成員、それから潮田さんから伺ってから省庁から今のことについてコメントいただければと思います。

今のご質問はどちらかというやはり経済産業省の向けのものですか。

○北野構成員 全体です。

○小長井座長 わかりました。それでは、引き続きまして北村構成員、お願いします。

○北村構成員 それでは、資料2-8に沿いまして説明いたします。まずめぐっていただきまして、経済産業省のAPへのコメント1と書いてあるものです。構造材料というのは縦、横、斜めと多くの影響因子が絡まり、非常に複雑ですので、幾つかに分けることにしました。まずは下流側である製品に近いものと、素材に近い上流に近いものと考えますと、下流側に近いところは経済産業省のAPに相当するので、そちらの観点からコメントを書きました。ここで大事なのは、前回コストと機能の関係のことを言いましたけれども、同じ構造材料といっても自動車と航空機と列車とではやはり考え方が全く違うというところが大きなポイントだと思っております。

今、経済産業省からご説明をいただいたのは自動車の例でして、これは非常にわかりやすく書いてありました。内容も詳細で、ターゲットも詳細でした。なぜかと考えてみますと、日本で全体設計も製造経験も十分ありますので、それについての知識が浸透していますから、部材の要素技術のどこをどうひねればいいかがものすごくよくわかっているからだと思えます。これは非常によくできているなと思って見ておりました。

ところが、コメント2のページに書きましたけれども、航空機のほうのご説明がございませんでした。これは、日本では全体設計・製作ができていません。海外メーカーの部材をつくったりしていますし、エンジンもつくったりしていますけれども、全体を統合してつくった経験がないということが一番重要でして、ものづくりは下流ですので、そういう意味ではつくってみるということが一番大切です。それも最初から最後までつくってみる。三菱さんのMRJとかホンダさんとか、航空機の全体を設計・製作する芽が出てきていますので、できればそういう素材メーカーと重工メーカー、あるいは機械メーカーが垂直統合的な体制を作って行う研究

に重点が置かれて、それを国として支援することができれば、一回つくってみることで、航空機に対する構造材料についての知識は圧倒的に増えるのではないかと考えております。

特にAPを見てもみますと、文部科学省も含めて、今までは金属を中心とする均一な材料についての加工や評価法を基に考えられています。今までは、それは仕方ないんですけども、複合材料のこれからの位置は大きくなるかと思っておりますので、そういう意味では複合材料は異方性とか力学的にもとても不思議なところを持っていますので、そういうふうな特殊性を活かすための設計や加工法は以前のものとは違う考え方も必要と考えます。わざと異方性を利用して特殊に曲げさせて、それを空力的機能向上に使うという技術は報道されていますけれども、そういうふうなこともあり得ますから、複合材料としての特殊性を考慮することが大切かなということでございます。

もう1つは、それにも関連するんですけども、欠陥等のインスペクションがものすごく重要になります。材料は真似できても、その構造システム全体までは真似できないということもありますので、インスペクション技術を含めてトータルな構造材料システムが将来の技術優越性の種になる。その意味では、システム的に材料の設計、選択、加工組み上げから最後のインスペクションまで含めた技術的な優位を種にしたいなと考えました。

もう1つ、ここに書いていませんけれども、耐熱系のエンジン材料というのは全くここには触れられていませんでしたので、それについても別途考えるべきであると思っておりました。

列車については、時間の関係から省かせていただきます。

3ページ目の文部科学省APへのコメント1ですけれども、こちらは材料開発に力が入ってしまっていて、金属材料開発については特に何も言うことがございません。このページのC)は力学的特性と書きましたけれども、これは間違いでして、C)加工成形、製造です。すなわちA)は十分ですが、B) C) D)を含めた全部がシステムとなって、構造材料としては有効に機能するわけなんです。A)は大変素晴らしかったんですけども、B)、D)はNIMSさんのプロジェクトにかなり寄りかかっているんで、A)とB)、C)、D)のバランスが悪いかなと思います。できれば、B)、D)をA)と似たレベルまで上げる方がいいと思いました。

2番目のほうに移りますと、金属材料のほうは非常に丁寧にされているんですけども、電子の大きさと構造材料というのはスケールがかなり違いますので、先ほど言いましたように加工する、溶接するとか、疲労するとかになりますとそういうスケールの違いが大ききいてまいりますので、この辺がちょっと気になりました。

あるいは航空宇宙材料については、ちょっと複合材料が少のうございました。

また、エンジン材料もあったんですけども、軽量材料とエンジン材料の計画をばらばらに説明されましたので、ちょっとわかりにくかった。これはここで議論する時間はありませんけれども、軽量材料と耐熱材料は構造材料としての機能として全く視点が違う部分がありますので、これらの説明には、ちょっと気になるところでございました。

その次のページにまとめていますが、基盤研究である下流側では、よくわかっている自動車は重点型、まだよくわかっていない航空機は、ものをつくるというのが最初ですので垂直統合型の研究が適合していて、それは条件を限定することによって構造材料に要求される複雑性に対処しようとしているんだなというふうに考えて好感を持ちました。

もう1つは、基礎研究型の文部科学省のほうは分散投資型でして、構造材料の機能要求はいろいろなものが複雑に絡まっていますので、どれかにすべてを賭けてしまわないで、いろいろなものに賭けを分散して対処しようと考えられているということで、そういう意味では好感を持ちました。ただ少し抜けているところがあったり、ちょっとよくわからないところがありましたので、こういうコメントを書かせていただきました。

ちょっと長くなりましたが、以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。具体的にいろいろご指摘いただいていますので、これからのプロジェクトを修正していったり、新しくつくる場合に大変参考になるかと思えます。後でまとめて、これも省庁のほうからこれに対するコメント等をいただければと思います。

それでは、引き続きまして塚本構成員、お願いします。

○塚本構成員 私の意見は、個々の技術論はほとんど言及していませんが、実際に将来ここで開発されるいろいろな要素技術が組み合わされてどういう産業競争力に持っていけるかという視点で主として述べています。

入口ですが、元素戦略のほうは、これは全く私は異論はありません。当然ながらメカニズムと組成、表裏であると。当然キャラクターゼーションがありますけれども、そういう進め方でいいだろうと思っています。

少し気になるのは、データベースというのは非常に重要で、極論をすればクリープとか疲労は時間がやたらかかります。それは設計するときになればどうしようもない。実は、次の世代でインフォマティクスだとか、材料組成そのものあるいはFEMにいろいろなデータを食わせるとか、そういう世界になるとデータベースを持っているかどうか非常にキーになると思います。その割には今日本全体がデータベースに対してどう開示するかという政策が全くはつきりしない。現実にはNIMSは中国も含めて開示しているということであれば、登録さえすれば

誰でも見れますから大変問題だと私は思っています。

それから、構造材料のハブをNIMSに、技術論的に全く私は反対しません。ただし、構造材料、実際に産業に活かしていくということでは、出口を誰がコミットするかということを中心にしておかないと、技術論では決してNIMSのレベルが低いとかそんなことは全く申し上げるつもりはないんですが、世界的に見てトップクラスだと思っていますが、それを実際に実用化するという話は少し違いただろうという気がしています。

次のページ、接合技術はこのプロジェクトが立ち上がる前も申し上げたんですが、改めて申し上げますとFSWというのは残念ながらTWIの基礎技術ですから、これを国家プロジェクトとして二番煎じでやることはいかかなものかと。これはプラス、実は先ほど北村先生もおっしゃいましたけれども、インスペクションだとか品質保証だとかそういうことは非常に大事だと。これができ上がったときに、日本はどういう産業をどう世界に流布するのかということについて、実際にここでできたそれぞれの新しい革新的材料、そのデータベース、それから設計、インスペクション、全部日本が一人占めというのはあり得ないです。国際分業というこのご時世、例えば中心国、あるいは後進国にはアセンブリは持っていくとか、あるいはその基礎的なデータとしては日本が抑えているとか。あるいは素材そのものは日本がつくるとか。いろいろな産業の分離、分担を頭に描いた上で、それぞれの技術をどう位置づけるかということをお考えしておかないと、すべて一人占めみたいなことは絶対あり得ませんから、それはまさしく明日、貿易問題になりますから、そういうあたりで、これができ上がったときに、それぞれの技術とか、インスペクション、あるいは設計指針、どこまで標準化して、どこまで開示するのか。どういうデータベースはどういう形で温存するのかというあたりを少しきちんと作戦を立てる必要があるだろうと思っています。

最後に、府省連携推進のあり方ですが、ここも同じように、データベースは非常に大事なんですが、これから構造材の実用化というのは、政策としてインセンティブ、例えばカリフォルニア企業みたいな形で、産業というのはあるインセンティブがあれば否応なしにドライブがかかります。技術論にしても、出口がはっきりすれば当然必死になってやります。それは政策によるところが非常に大きくて、それは恐らくそれぞれの開発しようとしている材料、設計指針、そういうところがどう反映させるかということは、ある種の政策的な方針、方向づけをしておかないと、バラバラ事件になるのではないかという気がします。以上です。

○小長井座長 大変貴重なご意見ありがとうございました。これについても後でコメントを省庁のほうからいただければと思います。今の課題については、後で来られるであろう岸先生か

らも伺いたいという感じがいたします。

それでは、潮田様からご説明をお願いいたします。

○潮田氏 私は構造材料分野の主に府省連携のあり方、あるいは目標スペック、このあたりを中心に話をしたいと思います。めくっていただいて、この裏側のページでございます。下のほうの表は、最近の構造材料に関わるプロジェクトを示しております。文部科学省、あるいは経済産業省の1990年代の末ぐらいの大きなプロジェクト、この辺をベースにして、最近では単発ではなくて、並行していろいろなプロジェクトが推進されているというのは確かだろうと思います。

こういう中で、国際競争力の維持やら人材の育成という観点から、やはり継続性が非常に大事だと、このように思っております。

府省連携という観点で考えを示したいと思いますが、次のページでございます。鉄鋼産業に長年所属しまして、その経験からの話ですが、基礎研究から実用化までの流れをここ書いていますが、我々産業界から期待したいのは、国際競争力の強化に資する産業界ではできないような徹底した基礎研究、あるいは挑戦的研究、こういうものへの取組と人材育成であります。

こういったプロジェクトを成功させるためには、やはり戦略の共有化、あるいは新しい技術をつくり上げるということでの異分野の融合。それから人材育成が大事ではないかと思っております。そういった意味で1つ1つにおいて簡単に述べたいと思います。

まず、戦略の共有化、シナリオライティングでございます。連携という言葉がいろいろありますが、やはり具体的で実行を伴うようなもの、これが一番大事だと当然ながらそう考えております。共通事業ということで、輸送機器の抜本的な軽量化、国土強靱化でありますとか、あるいは国際産業競争力の強化という観点で、元素戦略やら新しい産業を生む、こういった共通事業にいろいろなプロジェクトが絡んでいるのではないかなと思います。

効率的あるいは戦略的に推進するためにはやはり共通事業の全体を俯瞰したシナリオライティング、この司令塔の役割、これは非常に大事であろうと考えております。それから、基礎研究から応用研究へのステージアップ、これがきちんと行われるような、そういう仕組みが重要であるのではないかと考えております。

次に、分野の融合に関してでございます。やはり新しいことを生むためには、分野融合が重要でございますが、10日ほどぐらい前ですが、東大の物性研で、元素戦略プロジェクト、これは4分野でございます。先ほど説明があったとおりですが、これと大型施設、すなわち実験と計算の4施設の掛け算の分野融合のシンポジウムがございました。これは非常に面白かったと私

は思っています、こういう要素技術がベースになって、いろいろな分野をつなげるということとは1つの手法としてあるのではないかなと思っています。

それから、人材育成でございます。特に、構造材料分野は拠点若手研究員制度、こういうことを言っております。これは産業界のものが非常に素晴らしい研究環境の中に入り込んで、育成、人脈を形成して、次の発展につなげる。こういった趣旨のもので、これも非常に面白いのではないかなと思います。

それから、先ほどご説明のありました産学共創の場、産業界からニーズを発信して、やっていただくことは徹底的な基礎基盤研究で、随時徹底的にお互いが議論する。こういうことも大事であろうと考えております。以上でございます。

○小長井座長 どうもありがとうございました。大変参考になるご意見が多かったかと思えます。

それでは、かなりたくさんご意見をいただきましたが、最初に省庁側から今いただいた意見に対して、今お答えできるようなところがございましたら、どうぞ。

文部科学省からどうぞ。

○文部科学省（前田） この意見、午前中に紙をもらって今聞いたので、個別にお答えするというのは反射神経的にやってもあまり意味がなさそうなので、それよりも何よりも、京都大学の北村先生、それから塚本先生とかいろいろコメントをお聞きしていて、1つ言われた話の中で構造材料分野で新しい材料、しかも理想的な系で新しい材料をつくるという取組は一生懸命やっていますねと。でも、それでは最終的に社会で役立つものにはなりませんね。成形加工の問題とか、欠陥の問題とか、そういうことをちゃんとやらなければいけないですね、というお話があったかと思えます。そういったような、とにかく分野を俯瞰して本当に社会に実装させるために何が今やっていて、何が足りないのかということをしっかり議論するべきであるというコメントだろうと私は理解しました。

それは本当は私達が答えるというよりは、岸先生が来られたら、岸先生にぜひ、答えるというよりは岸先生のコンセプトがまさにそうなんです。S I Pでリーダーになられますけれども、岸先生が来る前に私が言うのもなんなんですが、岸先生の資料3の5ページ目にこういう俯瞰図があって、後で岸先生が説明されると思いますが、この資料自体はどうやってつくられたかと言うと、今のような議論を我々文部科学省、文部科学省の関係の研究者、それから経済産業省、経済産業省の関係の研究者の方々、それから岸先生合わせて議論して、S I Pをやるというけれども、一体何をやるのかというときに、まず全体を俯瞰せねばいかんだろうということ

で俯瞰した議論をしまして、その中で特にまさにご指摘のとおり、構造材料の分野ではやはり言い方は悪いですが、きれいなことだけでは駄目だということをやらなければいかんということで、そこはむしろ今十分ではないのでS I Pでしっかりやろうと。

それから、もう1つ、ターゲットも今経済産業省のほうから自動車中心ですというお話があったと思いますが、自動車中心ですと多分、もちろん耐熱の部分もあるかと思いますが、どちらかというと大きくはないという中で、一方で出口を他に考えたときに、耐熱とか産業プラントと考えたときに、耐熱というのは大きな柱になり得るだろうということで、S I Pのほうでは、その部分をちょっと強化というか、そこをしっかりとやろうと。それをやることによって、日本の構造材料分野全体がしっかり進んでいくのではないかと、そういう議論をして、S I Pも含めて、日本全体の構造材料をどうするかという議論を今、しているという状況ですので、ということが多分岸先生が後ほどされるのではないかと思います。そういったことをちょっと先にお話をさせていただきます。

あと1点だけ、文部科学省の中での話として、潮田さんから今、文部科学省主催で4×4のシンポジウムのご紹介をいただいてありがとうございます。そこでも実は議論になったことですが、これは学术界の人間が多かったのですが、界面とか表面、そこをやはりちゃんとやらないといかんだらうと。まさに議論のとおりです。きれいなところで理想系で議論するのではないところをちゃんと、しかもそのサイエンスを今までできてなかったのを、ちゃんとやるべきだという議論がありましたので、そこも結局は皆さん認識がだんだん一緒になってきているのかなと思っています。そういう議論をちょうどしているところです。

最後に、データベースの話、塚本さんからお話をいただいたかと思いますが、ここも何とかせねばいかんと思っていて、NIMSのほうでもあるはあるんですが、更新が十分されていないとか、今のところ誰でも見れるとか、そういういろいろな問題がありますが、ここも今後、マテリアルズ・インフォマティクスの関係も含めて、どうデータベースを構築していくのか。そのときに公開の考え方も含めて、議論しなければいかんという問題意識が実はあって、ついこの間から議論を始めたところでございますので、ぜひこの場でもご指摘をいただきながら、できれば総合科学技術会議としてもこのデータベースのあり方も取り上げていただいてよりよいものになっていけばいいなと思っております。ちょっと総括的ですが、以上です。

○小長井座長 経済産業省、何かございますか。

○経済産業省（北岡） ちょっと個別にご回答したほうがいいかなと思いますが、まず北野さんのお話で、認識としては我々と全く同じでございまして、我々は、まず1つ、自動車をモデ

ルにしたのは、ドイツのスーパーライトカーのモデルをどう考えるかというところから議論が始まりました。実際に、昨年1年かけて、NEDOの予算を使いながら外部機関にも手伝ってもらい、いろいろな意味でどういう形を設計するべきかという議論をしました。

その中で北野さんから多様な目標という話もあったのですが、まず初めの段階から多様な目標をするとプロジェクトがまとまらないのではないかと懸念があり、まずは目標を1つに絞りましょうかとなりました。今後はNEDOさんとも議論しながら、2つ目、3つ目、4つ目の目標を設定しながら、その中で先ほどお話があった接合、下限値の設定という目標も入れながら、プロジェクトをつくっていきたいと考えております。北野さんのコメントも踏まえながら来年度以降の設計に活かしていきたいと思っております。

北村先生のお話で、わかりやすいのは私が申しましたように、1年間かけてやりましたので、そういう意味で、知識に乏しいながらもいろいろと勉強して、自動車というのはどのように設計されているかというところでいろいろな機構設計屋さんとか、その分野の大学の先生方にも協力をいただきながらプロジェクトを進めてきたところでございます。やはり航空機におきましては、日本でどのように製造するかというところになりますので、これにつきましては経済産業省全体として今後日本でどのように設計を進めるかということになりますので、それについては本当に真摯に進めていきたいと考えております。

あと鉄道に関しましては、ちょっとあまり表に出していないのですが、実際には鉄道総研を中心に、各鉄道メーカーで今設計概念についていろいろな議論をしています。各材料メーカーから鉄道メーカーまで集まってやっておりますので、それについては今後、すべてオープンにはできないと思いますが、いろいろな形でオープンにしながら、また大学の先生方から知見をいただきながらプロジェクトを進めていきたいと思っている次第でございます。

塚本さんのコメントですけれども、データベースに関しましては、今、前田参事官からもお話がありましたように、いろいろ我々も検討しております。この間、たまたまCOCNの報告書があって、その中でいろいろ議論させていただいた中で、今、我々が議論しているのは、データも重要なのですが、データの活用の仕方にむしろ重点を置くべきではないかというのがCOCNからのコメントです。例えばもしGoogleマテリアルみたいなものができたとして、そこに材料のデータベースを突っ込んだら、どんなものができるといのが全部検索可能なソフトが開発されたとしたら、そのソフトが無制限に使われることになります。

我々がGoogleとかYahooを使っているのは、便利だから使っているわけであって、便利なものがつくられたら、止めたところでみんな使うと思います。使うイコールそこには自

動的にデータがたまっていくと思いますので、むしろデータをどう管理するかというよりはデータをつくるソフトをどうつくるのかというほうが大きな議論ではないかと思います。

そうしたときに、やはり数学者の力も借りながらソフトづくりをしていくことを検討したいと思います。今後我々も企業の方々とも議論しながら早急に考えていきたいなどこの間お話ししていたというところがございます。

知財のTWIの件につきましては、ごもっともでございます、FSWの機械を開発するというよりは、むしろ我々が今考えているのがツールであったり、それをどう使うかというところを国プロではやっております、現状のツールではなかなか使えないところがありますので、そういうところに付加価値を持ちながら、プロジェクトを進められればと考えている次第です。

潮田さんの経済産業省側への質問はなかったと思いますが、1つあえて言いますと、田中企画官からお話がありました経済産業省の「革新的新構造材料」プロジェクトにおいて、採択先として大学が実は98機関ぶら下がっています。そういった意味で、いろいろな分野で企業の課題を大学に対して出している、そういう部分と文部科学省が進めております元素戦略の大きなプロジェクトを連携しながら推進していきたいと考えております。実際には相当シミュレーションから材料開発まで、日本の材料を開発されている先生方が参画していると思われるので、そういった意味では幅広く経済産業省と文部科学省が連携している形かと認識しております。以上でございます。

○小長井座長 コメントありがとうございます。必ずしも全部をここではお答えできないということですが、大体今のような回答でよろしいですか。これに対してまた一言ございますか。

○塚本構成員 一言だけ。今、北岡さんからいろいろ、お話はすべてもっともだということで承っているのですが、私が申し上げたいのは例えばデータベースをどうするかとか、その計算アルゴリズムをどうとっていくかとか。そういうことは一義的には議論の対象なんです、それをどう扱うかというのは、実は例えば車なら車、こういう材料が開発されて、インスペクション技術も発達して、アセンブリ技術、FSRも含めてできたとしたときに、どういう産業構造で日本が勝っていくのかというイメージをつくっておかないと、その産業構造のあり方によってはデータベースはなんぼでも開放してもいいし、要はどこを日本の競争力として温存するのかというイメージをつくらないと、その辺の議論も単に学術論になってしまう。現実には、「技術で勝って産業で負ける日本勢」みたいな嫌な、東大の妹尾先生の論文がありますけれども、あんなことにこの新しい革新的構造材料がならないために、どこを日本勢がどう取るのかと。総取りというのはもうあり得ませんから。国際分業するときにどういうふうに、例えば私

のイメージはインスペクションとか部材部品加工は発展途上国に任せて、それを全体に設計する技術とか、あるいはアセンブリとか、素材そのものをつくる技術とか、その辺は日本が押さえるとか。

要は、全部取ってしまう絵ではなくて、どういう形で国際分業にしていくのかというイメージをつくっておかないと、残念ながら全部ボロボロと行ってしまう。現実には太陽電池しかり、液晶しかり、すべてそういう形で日本は残念ながら国際分業に乗り遅れました。それもまた同じようなことがまた起こるということを危惧して申し上げているということです。

○小長井座長 貴重なご意見ありがとうございました。

それでは、全体俯瞰の構成員、あるいはその他の構成員から今のこの構造材料、これについて何かコメントはございますか。

○久間議員 最初に事務局から説明した資料1-1は、前回の本会議で我々有識者議員が安倍総理に提案した資料です。2ページ目の1「課題解決を図り市場を掘り起こすための3つの視点」に(1)府省連携施策の先導とプログラム化の徹底を掲げています。下線部分に「総合科学技術会議が率先して、自ら執行するSIP施策を中心として、これに肉付けさせる形で各省の施策を総動員させていく」と書いてあります。これは、我々が設定したSIPの10個の課題が日本のプロジェクトの背骨となり、各省の関係施策がこの背骨に肉付けさせるもので、日本全体のオプティマイゼーションを進めることを提案しているわけです。

構造材料も議論していますが、ローカルオプティマイゼーションの議論になりがちです。まずは国として構造材料に関するビジョンを明確にし、各研究開発を実行するときの戦略と各ファンドの目的や出口を明確にすることが大事です。つまり、ファンドに関しても、経済産業省、文部科学省、それぞれのファンディングエージェンシーがいてバラバラです。構造材料1つとっても、どこのファンディングエージェンシーがどの研究機関に、何のために、どの予算をつけているかをまとめた資料はありません。構造材料に限らずすべての研究課題に対して、この整理と分析をやらないといけないと思います。少なくともSIP10課題に対してはそれをやりたいと考えていますので、各府省には協力してもらいたいと思います。

今日、話を聞いていると、それぞれの提案は筋が通っていて立派です。構造材料1つ取ってみても、例えば金属材料もあれば、炭素繊維材料もあるし、セラミックもあります。応用分野という切り口では、自動車、鉄道、航空機、発電などがあります。それから、計測技術や評価技術もあります。これらの技術から生産に至るまで、どこまでがいろいろと使いまわしのできる共通技術で、どこからがカスタマイズされた技術なのかを明確にしないと、研究開発の効率

が悪いのではないかと思います。

例えば、自動車用、航空機用と書いてあるけれども、スペックを明確にし、国際競争力がどういう状況にあるかも明確にして。構造材料全体を整理したいです。岸先生は、全体を把握されていると思います。ローカルな最適化に陥ることがないように、連携して、全体として最適の戦略を作っていきたいと思います。

(岸政策参与着席)

○久間議員 岸先生は、この分野全体を、最も把握されているの、よろしくお願いします。

○小長井座長 ちょうど岸先生が来られたところで、しばらくしましたらS I Pの話をしていただいて、今の省庁のプロジェクトをどんなふうにもその中に取り入れていくか、そういう話になるのかなと思うんですけれども、それはちょっとお伺いしないとまだ先に議論できませんので、そういうことで。

全体俯瞰の構成員から意見があるかどうか伺うのを忘れたんですが、何かございますか。もし、なければ元素戦略のところでもたご発言をいただければと思いますが、それでよろしいですか。

○久間議員 構造材料全体について各省がどういう施策を持って、どこまでカバーしているか、を事務局が整理しています。

○小長井座長 それでは、ちょっと次に進めさせていただきます。

引き続きまして、磁性材料及び希少元素代替材料領域、これをご担当いただいております宝野構成員と岡部構成員からご意見をいただきます。お願いいたします。各4分をお願いします。

○宝野構成員 それでは、資料2-11の1ページ目をご覧ください。今、磁性材料関係でどういうプロジェクトが走っているかを2007年から整理したのですが、これらに先立つ2005年にネオジム磁石の発明者の佐川さんが、今後ネオジウム磁石のジスプロシウム問題が必ず重要になるということで、NEDOの調査研究を2年間実施されました。それが2007年に経済産業省の希少金属代替プロジェクトの一環の「ネオジム磁石省ジスプロシウム」課題として採択されました。これが5年間進んだわけです。それと並行して、2007年に文科省の元素戦略プロジェクトが始まりまして、このプログラムでは日立金属の広沢さんが「ナノコンポジット磁石の開発」の研究を進められ、いずれも一定の成果をもって修了しています。これらのプロジェクトの最終年度の2011年に、JSTのCRESTで「元素戦略」プロジェクトが始まりまして、現在そのプロジェクトのもとで磁石関連課題が2課題採択されています。また同時期に、JSTの産学競争の磁石関係のプロジェクトが始まりました。

また、2012年に、元素戦略<拠点形成型>が始まりまして、個別に磁石研究を行っていた研究者の連携を深めると同時に、電子論を研究する理論研究者の参画を促し、SPring-8、J-PARC、京など大型研究施設を活用しながら、磁石の現在の問題解決と新規磁石の開発を行う体制が整ってきています。また、経済産業省では2013年から未来開拓プロジェクト「高効率モーター用磁性材料」を始められまして、自動車メーカーや磁石メーカー、部品メーカーなどが参加されて産業界での磁性材料研究も活性化されています。このように、現在、わが国では磁石の研究の環境が整ってきております。

以前、この場で私が文科省の元素戦略プロジェクトと経済産業省の未来開拓プロジェクトの連携が取れてないのではないかとこぼしましたが、今後連携協議が加速され、ガバニングボードという制度上での連携だけでなく、研究者同士の交流が盛んになっていくことを期待しています。企業の研究者の方々は技術情報を公開されることに消極的ですが、学側の研究者が研究の方向性を定める上では、ニーズを出していただかないと基礎研究に強い学側の研究者を十分に活用できないと思います。産学の協力については、学振産学協力研究委員会「アモルファス・ナノ147委員会」を通して振興できればと思っております。

このような中で1点気にかかるのが、未来開拓のプロジェクトの目標設定で一部物理限界を超えているのではないかという高いものが見られることで、今後研究の方向性を正しく定める上で、専門的な観点からの目標値の一部見直しも必要になってくるのではないかと思います。

次のページ、海外の磁石プロジェクトをいろいろ羅列していますが、これは日本の動きに合わせて、欧米で同じようなプロジェクトが始まったことを示しています。上から1つ目は、ヨーロッパのプロジェクトでこれはネオジム磁石産業をヨーロッパで再興しようというプロジェクトです。2つ目は、アメリカのプロジェクトなんですが、実はこれは内容を見ていると到底磁石にならないような技術内容が含まれていて、アメリカは一度磁石産業を失っていますから、技術的な舵取りに混迷しているのかなというような気がします。また、G8プロジェクトとかDOEでクリティカル・マテリアル・インスティテュートが始まりました。2014年にネオジム磁石の基本特許が切れるということで、韓国でもプロジェクトが始まっております。

最後のページ、まとめをご覧ください。右の図に示していますように、磁石研究は本多光太郎以来の日本のお家芸で、日本の自動車産業界からのニーズから、今、政府の施策によりまして研究環境が整ってきています。それにより、世界トップレベルの研究が日本で進んでいると思っていますし、ネオジム磁石の省ジスプロシウムという観点の目的はいずれ達成されると予測しています。それと平行して、磁気物性理論などの基礎研究を強化して新しい磁石を見つける

という夢を追い続けることも必要だと思います。

最後に申し上げたいのは、今、磁石は非常に手厚く支援していただけていますが、磁性材料の応用分野にはこれ以外にも重要な分野があります。その一つがデータストレージの分野だと思います。下の図はデジタル情報量が2020年に35ゼタバイトという膨大な量に増えるという予測を示しています。現在、ストレージの多くを担っているのがハードディスクです。このようなメカニカルに回転しているもの書き込んでいく技術が未来永劫続くとは到底考えられないので、新しいストレージを担うような技術を磁性の分野でも探求していく必要があるのではないかと考えています。以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。それでは、岡部構成員、お願いします。

○岡部構成員 今日、お渡ししている資料は、A4紙1枚の岡部構成員と書いてあるもので、両面にスライド1～8まで説明図があります。スライド1、2、3、4について、まずまとめてご紹介させていただきます。事前に資料の提出の依頼を受けた時、ともすると私のコメントは宝野委員と似たような内容になってしまうと思われましたので、今日は、あえて重複しない別の話題を持ってきました。希少元素代替材料というキーワードで考えますと、これからはやはり成熟社会、リサイクル、(物質の)静脈サイドのフローなどが重要となりますので、これらの側面についてコメントしようと思います。

まずは、スライド1の説明をご覧ください。①高性能材料、②省エネ材料の開発、さらに③代替材料、④使用量の削減技術の開発などについては、先ほど宝野委員がご説明されたように、日本のお家芸です。特に高性能構造材料、磁石、触媒、電池、半導体、電子材料などの開発については、日本は常に世界のトップを走っています。同時に、これらの材料の多くは、レアアースをはじめとする多種多様のレアメタルを使っています。このような観点から、私が特に強調したいのは⑤有害物を排出しない環境調和型の技術開発、⑥高効率のリサイクルも大切であるということです。もう一つ皆様に忘れていただきたいのは、(高付加価値の製品を製造する動脈側のことだけでなく)リサイクルや廃棄物処理などの静脈側の技術開発も重要だということです。スライド1の⑦、⑧に示す、人材の育成や国の長期的な支援体制などは、既に皆様ももとても重要であることは意見の一致することだと思います。

次にスライド2、3、4をまとめてご覧ください。まず、スライド3には、バストネサイトというレアアースの鉱物のレアアース組成が示されていますが、資源的に豊富で、この鉱石は陸上にほぼ無尽蔵にあります。今のレアアースの需要で計算すると陸上だけでも何百年分の埋蔵量があります。バストネサイトの中には(希土類合金磁石の主原料である)ネオジムも多く含

まれていますので、ネオジムも資源的にほぼ無尽蔵であることがわかります。問題は、（希土類合金磁石の耐熱性を向上させる）ジスプロシウムの資源量です。ジスプロシウムは、バストネサイト鉱の含有レアアースの中の“その他”の項目の2.3%の中に含まれ、含有量としてはほんのごく一部です。ともするとppm(100万分の1)オーダーでしか鉱石中に含有されていないこともあります。具体的なデータを示しますと、スライド4の表にありますように、大体、30~100ppm程度の含有量です。ジスプロシウムは、資源的な問題があるから、（低濃度でも簡単に抽出・分離がしやすい）中国南部に存在するイオン吸着鉱と呼ばれる特殊な鉱石からの供給に現在は頼っています。

オーストラリア（や北米）にもレアアースの鉱山は存在し、資源量も豊富です。しかし、ここからレアアースの供給を行おうとすると、レアアース鉱石の多くはウラン、トリウムなどの放射性元素を含むので、別の問題が生じます。放射性物質を含む廃棄物の処理が厄介なので、鉱石そのものを直接、日本に持って来ることは出来ません。したがって廃棄物を処理するため、どこかでロンダリングしなければなりません。現状では、このロンダリングを日本の外の私たちが見えないところでやっているのです。日本には、レアアースの合金や原料が多量に輸入されますが、実情は、中国で（有害物の処理が行われ）ロンダリングされて、ゴミ落としされたきれいなものが日本に持ち込まれているのだという現状を認識してください。

今後、材料開発するときも、希少な元素であるジスプロシウムを使うことにより、見えないところで環境破壊が進行していることを認識する必要があります。資料の裏のページをご覧ください。スライド5は、少し古いスライドですが、プリウスなどのハイブリッド車を1台つくるのにどのぐらいのジスプロシウムとネオジムが必要かを概算で示しています。昔は、車1台につき130グラムのジスプロシウムが必要だったことがわかります。必要なレアアース鉱石の量に換算すると、（車1台つくるのに）鉱山では数トンの鉱石が処理されて、多量の廃棄物が排出され、環境を破壊していることがわかります。

もう一つ重要なポイントは、日本の技術力です。中国がレアアースを禁輸して供給に関する危機が生じてから、技術開発によってジスプロシウムの使用量を一気に削減する新技術をいくつも短期間で開発しました。今ではおそらく、半分のジスプロシウム使用量で高性能モーターを製造できるようになっていると思います。しかし、今の技術力では依然としジスプロシウムは必要で、現状では中国の優良な鉱山からの供給量に頼らざるを得ない、という事実も重要なポイントです。

最後の3枚のスライド、6、7、8は、今後、話題になる革新的触媒などの触媒の技術開発

に重要な事項です。今日は話題として、これから問題になりうるタングステンにしようか、それとも白金族元素にしようか悩んだのですが、今回は白金の話を用意しました。スライド7をご覧くださいなのですが、重要なポイントは、白金は3種類の鉱石からしか生産されないということです。このことは意外と一般には知られていないのですが、白金は南アの2種類の鉱石とロシアの1種類の鉱石、この3種類の鉱石の組み合わせからしか生産されておりません。南アの2つの鉱石は垂直方向の位置で見たら同じところに存在します。この事実からわかることは、この3種類の鉱石の組成の組合せでしか、白金、パラジウム、ロジウム、イリジウムなどの白金族元素は生産されないということです。図から分りますように、例えばロシアがウクライナの問題とかで白金族元素の輸出を停止しますと一気にパラジウムの世界供給量が減ります。また、別の話ですが、イリジウムやロジウムなどは、白金やパラジウムの副産物として(少ない比率の)一定量しか生産されません。イリジウムやロジウムなどは、これらを鉱石から主産物として取り出そうとしても無理です。したがって、ロジウムは、白金やパラジウム副産物として世界生産20トンが最大値で、それを超える供給は、現状の白金生産量を考えると無理なことがわかります。このような特殊な鉱石に、今、人類は依存しているのです。

最後のスライドのグラフをご覧くださいなのですが、スライド8は、これまでに触媒として使用した、白金(Pt)、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)の量の経年変化を示しています。例えば真ん中のパラジウムの使用量の推移をご覧くださいとわかりますが、毎年、世界で100~200トンぐらいのパラジウムを触媒材料として使用しています。今、リサイクルしているパラジウムは、10年前に使用された赤印のチャートの部分に対応します。10年後には、リサイクルして戻ってくるパラジウムは、スライド8の真ん中の図の棒グラフの青色のところになります。おおよそ毎年100トン以上のパラジウムをリサイクルすることになります。この100トンのパラジウムは、実を言うと、末端価格で2,000億円ぐらいの価値があります。さらに白金の鉱石品位は、数ppmですので、100トンのパラジウムを鉱石から製造しようとする、100万倍の量の廃棄物、すなわち100トンのパラジウムを生み出すまでに、1億トン以上のゴミが発生します。

以上の実績を踏まえ、私が皆様をお願いしたいのは、革新的触媒や新規な磁性材料を開発する場合でも、白金族元素などの希少な鉱物を使用する際は、精錬やリサイクルなどの目に見えないところで、多量の廃棄物が発生していることを認識していただきたいと考え、今日の資料を用意しました。日本は世界に先駆けて高度な成熟社会を構築するのが使命だと思いますので、今回のような資源やリサイクルの話題提供をさせていただき、レアアースや白金・パラジウム

などを中心にコメントさせていただきました。

○小長井座長 大変わかりやすいご説明ありがとうございました。また、磁性材料、元素戦略ともに日本が大変強い分野であるということで、まずまずうまく行っているという感じも受けたのですが、省庁から、あるいは全体俯瞰の方々からご質問、ご意見はございますか。

一村先生、斉藤さんも全体俯瞰でしたか。もし何かあればこの際お願いします。

○一村構成員 今回の提案、各省庁からの連携状況もしっかりできていて、その上で各構成員のご指摘事項が非常に適確なものであったと思います。私のほうが1つご指摘するとすれば、北野構成員の中にありましたスケーリングという考え方だと思います。それぞれの元素レベル、それからもう少し、最終製品レベルという観点は非常に明確に出ていますけれども、その途中段階、部材を構成するとかスケーリングアップするときに、材料を横型から見たときにどういうふうな技術開発要素があるのか。そのあたりをもう少し全体で整理していただければと思います。以上です。

○小長井座長 斉藤構成員は何かございませんか。

今日は最後のところでリサイクルの話もあったんですが、私自身も昔からやはりリサイクルは大変重要だと思っておりまして、特にこういう希少元素、例えば年間10トンぐらいでもリサイクルが増えていきますと積算していくと年々増えていくわけですから、そうするとトータルで年々増えるわけでありまして、そこら辺は非常に重要だと思っております。そのようなご指摘どうもありがとうございました。

それでは、時間もございませんので、今のところは十分議論できたということで次に移らせていただきます。よろしゅうございますか。

それでは、議題3に移らせていただきます。議題3は、戦略的イノベーション創造プログラムに関係したものでございます。

ご案内のとおり本ワーキンググループは、戦略的イノベーション創造プログラム、S I Pの応援団として構成員の皆様から専門的な見地よりご意見をいただき、プログラムをよいものにしていくこととしております。構造材料は、このS I Pにおいてもテーマの1つにされております。それでは、事務局より議題3の説明をお願いいたします。

○事務局（守屋） 手短かに、岸先生のご紹介も兼ねて説明します。ご存じのように、総額500億円を内閣府自らの持つ予算として新たな制度として立ち上げた政策でございます。10テーマうちに、特に本日のワーキンググループの議題とも深く関係する革新的構造材料のプログラムにつきまして、政策参与の岸先生に本日、来ていただきました。研究計画は3月下旬に総

合科学技術会議のほうで承認いただくべく、現在、岸先生を中心にまとめていただいておりますが、本日は現時点で公開可能な資料として先日2月5日に開催されました公開ワークショップにおける資料を参考資料としてお手元にご用意いたしました。以上でございます。

○小長井座長 それでは、早速でございますが、政策参与に就任されました岸先生から現時点での研究開発計画案について、ご説明をいただきます。どうぞよろしく願いいたします。

○岸政策参与 ご紹介いただいた岸です。遅れてまいりまして申し訳ありませんでした。

S I Pですが、今ご紹介があったとおりですけれども、これは何分でしょうか。

○小長井座長 私の手元では5分ということになっております。

○岸政策参与 わかりました。5時ちょっと前までですね。

それでは、さっと説明させていただきます。革新的構造材料ということで、まず2ページ目を見ていただきたいと思います。目次が書いてあります。これは省いて3ページ目を見ていただきます。このS I Pはエネルギーの部門の1つですから、エネルギーの観点、そして国土強靱化の安全・安心の観点、その2つから仕事をしようということで始めております。

3ページ目の下です。右の図を見ていただきたいんですが、工業素材、これは日本では輸出額が産業の中でも最も多い部類のものである。しかし、他国、特にアジアの諸国の追い上げも激しいということもまとめてあります。

4ページ目を見ていただきますと、大きな目標なんですが、後でお話ししますが、経済産業省が高比強度材料をやっておりますので、大きく分けて構造材料は耐熱と高比強度になるので、耐熱材料にできるだけ特化してやっていこうということ。それから、経済産業省のほうが非常に材料創製に力を入れているということから、材料を使う技術のほうにも力を入れたいと考えているところであります。そういうことを含めて、マテリアルズ・インフォマティクスを包含したマテリアルズ・インテグレーションというのが1つのキーワードになっているプロジェクトとお考えください。

社会的目標は今お話したとおりですが、内閣府ではぜひ拠点をつくってネットワークを構築し、イノベーションのための国際連携、人材育成、こういうことも配慮したものにしたいという希望がございます。もちろん産業面では、2030年ごろに1兆円ぐらいの産業になればと願っている次第です。

5ページ目ですが、これが文部科学省、経済産業省、内閣府をある意味では俯瞰した図です。一番下をご覧ください。科研費で学術研究を行ってALCA、ヘテロ、それから元素戦略の構造材料等で基盤研究、基礎基盤研究、要素技術を行っております。その少し上の左側に未来

開拓、これが経済産業省で今走っているプロジェクトで、鉄鋼、非鉄、それから可塑性CFRP、そして接合技術、この4つに分けて研究を進めております。

鉄鋼、それからアルミ、マグネ、チタン合金、熱可塑性、これはどちらかと言うと、材料創製に重きを置いておりますが、上段の接合にも非常に力を入れているところです。出口としては自動車が主です。一部マグネシウムで鉄道、アルミ合金で航空機をにらんでおります。

ただこのプロジェクトではいわゆる材料を利用する技術、構造化と赤で書いてありますが、ここがちょっと弱いので、ここにも少し力を入れたいというのが今回の内閣府のSIPのプロジェクトです。

SIPとしては材料としては耐熱合金、チタン、ニッケル合金と金属間化合物、TiAlを考えています。赤で書いたところです。樹脂・PMCとして、航空機のCFRPは基本的には熱硬化性ですが、作業性とそれから衝撃特性等を考えて、熱可塑性を開発しようということで、思いきったチャレンジを今考えております。それには樹脂の開発とPMCと書いてありますが、そのものの開発を進めます。それからセラミックス系ではセラミックスのコーティングで超高温または普通の高温でも適するようなコーティングを中心に始めたいと計画しているところです。

全体に力学特性と寿命評価でまとめて、右側に書いてあるようにマテリアルズ・インテグレーションという、マテリアル・インフォマティクスを内蔵したデータベースと計算科学と実験理論を融合したものをぜひ日本で立ち上げたいと願っている次第です。

6ページ目ですが、これは研究開発の細目になりますので、ぜひ目を通してください。ここでは省きたいと思えます。

7ページ目は研究の体制で、内閣府のお金がJSTまで降りてきて、それを大学、独法、企業で人事交流、設備共有を徹底的に考えて進めたいということで全体のお目付役的に推進委員会、右上の赤で書いてあるところを実行しようとしております。

時間もまいりましたので、最後ですが、研究開発体制、もう少しわかりやすくまとめてみたつもりです。材料は樹脂系とセラミックス系と耐熱合金、これが航空機を中心とした材料創製までも含めた開発をしたい。それを本当に使う技術、特に大事なものは溶接部であり、疲労、クリープ、応力腐食になるわけですが、その構造化の部分、これを含めてマテリアルズ・インテグレーションというインフォマティクスを拡大したようなものを我が国では初めてになるかもしれないですが、推進したいと考えている次第です。

それから、右側のほうの先端計測、マイクロ界面、マイクロ界面は文部科学省の構造材料等の延

長でもあり、先端計測もそれに近い範疇のものとお考えください。経済産業省の延長としては、マテリアルズ・インテグレーションが一致しているというようにとっていただいていた方がいいかと思えます。

最後になりますが、9ページ、これは横軸が耐熱温度、これはコーティングで少し温度が変わりますけれども、やろうとしているのはチタン、ニッケル合金、TiAl、単結晶のニッケル基合金、それとSiC/SiCのCMC、ここまでを含んでおります。全温度に関係しますが、全体をやるということではなくて、そのうちで本当に我が国が困っているもの且つやらなければならないものをピックアップして公募にかけようとしている次第です。

10ページ以下は知財と出口戦略ということで、やはり輸送機器、産業機器、特に航空機ですけども、発電機等も視野に入っております。マテリアルズ・インテグレーションということと拠点を幾つかつくって永続的なものをぜひつくればと願っている次第です。以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。短い時間で申し訳ございませんでした。せっかくでございまして、何か質問等がございましたら、特に先ほどの材料関係の構成員の方からどうぞ。

○北野構成員 今、先生がご発表いただきましたところで、熱硬化CFRPはやらないというように聞こえたのですが、そうではなくて熱硬化と熱化と両方やるという理解でよろしいでしょうか。

○岸政策参与 そういうことですが、ご存じのように、自動車用は熱可塑に限ってやっています。それに対して現在、熱硬化樹脂で飛行機をつくっていますが、ぜひその発展版として熱可塑性で航空機にも応用するというチャレンジの糸口をつかみたいと考えています。

○北野構成員 併用してやっていただけるという理解ならよろしいかと。懸念したのは、熱可塑樹脂にはメルティングがありますので、耐熱という観点からやはり心配なところがあります。両方併用でお願いできればと思います。

○岸政策参与 両方併用で考えております。ただ、熱可塑性で航空機にチャレンジするということに気が行っていることは認めますが。

○北野構成員 欧州では熱可塑樹脂の検討が活発ですので大事だと思います。

○小長井座長 ほかにいかがでしょうか。

○北村構成員 耐熱材料と軽量材料、高温強度と比強度の2つはかなり用途的にも違うような気がするんですけども、この辺のところは何か分かれて研究が進むのでしょうか。

○岸政策参与 高比強度材料が基本的に経済産業省の未来開拓のプロジェクトに属します。で

すから、そこはそこで1つのまとまりになっているような気はいたします。SIPのほうはあえて耐熱材料側に持って行って、少し違う観点からの研究を計画しております。ただし、マテリアルズ・インテグレーション、5ページを見ていただくと、マテリアルズ・インテグレーションでデータをまとめるところは高比強度材料、耐熱材料もできるだけ一括してまとめられるようなものを持っていきたいところです。ここで共通なところはたくさん出てきます。

それと右上の力学特性、5ページです。寿命評価というところでは、やはり共通点も期待しているところです。

○小長井座長 ほかにいかがでございましょう。塚本構成員、何かございますか。

○塚本構成員 8ページに書いていただいておりますが、マテリアルズ・インテグレーション、私はこの個々の材料以上にやはり接合したり組み合わせていく技術は非常に大事だと思っております、ただそれをどういう形で日本が排他性を主張するかというのはちょっと微妙かと思っております。

○岸政策参与 日本が何ですか。

○塚本構成員 日本がこの技術をもって排他性を主張する。いわゆるよその国にやらせないとか、よその国の企業にやらせないということは、微妙な位置づけかなと思っております、というのは特に車なんかでいくと、日本がすべてのアセンブリ、すべての材料、すべての部材、部品を独占できるかといったら、産業競争力上考えられないことですから、それは例えば中心国、発展途上国にはアセンブリをやらせる。

今、例えば半導体の世界はもう完璧にそういう国際協業ができていますけれども、そういうことをにらんで、どこまで、場合によってはこれから伸びるASEANとか、さらに先のインドとか、あるいはアフリカだとか、そういう産業立地を前提にして、どういうところと協力して、ある部分は海外にも使わせるという作戦をとっておかないと、いたずらにバリアだけ高くして、日本しかつくれませんということになってしまうと、あっという間に貿易摩擦が起こりますので、そこはうまくどの部分を海外に出すか。どの部分は日本が必ず温存するか。そのあたりの産業のデザインがある程度いるのではないかという気がします。

○岸政策参与 非常に重要なご指摘だと思います。マテリアルズ・インテグレーションの最も基本なるのはデータベースになるような感じですか。ですから、どこからどこまでをまず入れるか。どこからどこまで外に出すかというのは、技術流出からいって注意しなければいけないということも含んだ、今のご指摘、ぜひその辺を考えて、我が国の構造材料のあるべき姿を考えたいと思います。

ただ、左の上に拠点形成とネットワークと書いてありますが、例えばこのプロジェクトで5つぐらい拠点をつくりたいし、国際的には、7つから8つの非常に重要な拠点構築と、技術提携の在り方を本当に注意しながら連携もやっていこうと考えているので、今のご指摘を踏まえながらこれを進めるよう考えてみたいと思います。

○小長井座長 もう1人、潮田さん、何かございますか。よろしいでしょうか。

それでは、時間が迫っておりますので、岸先生、今日はありがとうございました。大変素晴らしい案になりそうです。我々も応援できればと思っております。

それでは、次の議題に移らせていただきます。議題4です。ここでは、第4期科学技術基本計画レビューの検討分析状況について議論したいと思います。前回の協議会では第4期科学技術基本計画レビューの考え方や評価指標案を提示し議論いたしました。本日は次の3点、すなわち評価指標、施策、取組のこれまでの成果と貢献度評価、課題領域に対する問題提起、今後取り組むべき項目について説明いたしますので、皆様からご意見をいただければと思います。

では、事務局より説明をお願いいたします。資料は4-1です。

○事務局 机上配布、資料4-1に基づきまして第4期科学技術基本計画レビューということで、ご報告を申し上げたいと思います。

1枚目の資料ですが、こちらのほうは前回お出ししたものとほとんど同じで、基本的に全体の流れを説明しております。このレビューでは、ナノテク材料の各課題領域のレビューをするために、その評価指標を設定して、その上で各施策、取組、それから民間の状況とかも含めまして、調べまして、最終的に総合評価を行っていくものでございます。その際には、本ナノテクノロジー・材料WGの議論とか有識者のヒアリングをもとに最終的に分析を行って、今回中間報告でございしますが、状況を報告させていただきたいと思っております。

3ページ目のところは、レビューのアウトプットイメージです。こちらは最初に説明したもので指標を設定して最終的には各施策の取組を評価していく。今後取り組むべき項目まで出していくというところのイメージになっております。

4ページ目ですが、こちらが本ナノテクノロジー・材料WGで扱う課題領域になっております。全体で14の課題領域がございまして、こちらについて状況を見ております。

5枚目のところは、評価指標の導出についてですが、これは前回説明しましたので割愛させていただきますけれども、前回、説明した後に構成員の方々からいろいろご意見をいただきまして、全部のご意見を拾うことはできないんですが、次に書いている2点について、もう一回考え指標を再設定いたしました。1つ目は、特定の施策だけに対応する細かい指標ではなくて、

領域全体にかかわるような指標を特定する必要があるだろうというご意見を踏まえて、もう1つは、分野とか用途を特定した上で、指標を設定する必要があるだろうと、この2点に留意しまして設定いたしました。

次の6ページ目は、1つの領域の1例ですが、現在こういう形で指標を設定しております。いろいろなご意見をいただいたんですが、指標を集めるということで、少し評価できるというか、少し漠とした指標になっていますけれどもそういった形になっています。

これは先端材料や部材の開発及び活用に必要な基盤技術というところの例をお出ししているんですが、こちらについては基盤技術で技術仕様はあまりにもちょっと広くて、今回公開文献レベルではちょっと設定が難しく、こちらのほうは技術指標はなしという形になっております。ほかの分野については、こちらのほうを設定しております。

7ページ、8ページのところは、ここの領域における各成果と貢献度の評価になっていますが、こちらのほうは最終的な結果ではなくて、あくまで中間的なまとめということでご理解いただきたいと思っています。最終的な結果をどうまとめるかについては、本日いろいろ議論をいただきたいと考えております。

ほかの領域については、これも机上配布のみになっていますが、4-1の別紙ということで、配布しておりますので、そちらのほうをご覧くださいと思っています。説明は割愛させていただきます。

9ページのところは、評価指標の設定・収集における今後の課題ということで、いろいろ構成員の方からご意見をいただいて対応できてないところが課題という形でまとめさせていただいております。

1つは技術普及・社会実装の視点、これは国家投資の全体像を把握した上で、ROIの社会指標の達成における効果を評価すべきだとか。研究開発により確立された技術が産業とか社会へ波及するまでの時間的な隔たりとか、そういうところをいかに考慮して、波及効果を正確に評価すべきかというところの課題が残っております。あと学術的な指標と産業的な指標のバランス、それから製品のライフサイクル全体での環境影響評価等を含めた指標の設定。これはなかなか数値にしにくいんですが、安全性、法律、規制等、そういったところの項目も今後必要になってくる。こういった指標を集めるということもなかなか今回公開指標文献ではなかなか難しいところがありますので、こういった指標をちゃんと集めていくことも課題として残されていると考えております。

次のところから、各課題領域について、こちらは今後取り組むべき項目を事務局なりにまと

めさせていただいたものを記載させていただいております。こちらのほうは、本ワーキングの議論とか、有識者へのヒアリング等を含めて、現在、書けるところを書いている。これについても今後、いろいろご意見をいただいた上で最終案に近づけていきたいと思っております。時間の都合で細かい項目については割愛させていただきます。以上でございます。

○小長井座長 これだけの分量で細かく書かれておりますので、この場でちょっと確認するのは難しいと思いますが、別紙の机上配布限りと書いてあるこちらのほうを見るともう少し各分野ごとに書かれております。多分これをご覧いただくと、評価指標はこれでいいのかどうか、相当ご意見も出てきそうな感じもしておりますが、これについてはある程度時間をおいてご意見をいただくという形でも大丈夫でしょうか。

○事務局（守屋） 次回のワーキングが31日でございますので、その前に実は全体のまとめ方等に関するコメントは早めにいただいておりますので、今日プロトタイプでこのような中間段階のものをお出しいたしました。特に、今後取り組むべき項目、今日内容はご説明できなかった10ページ以降の内容に対するコメントを中心にいただきたいと思っておりますので、ぜひ31日を待たず、構成員の先生方からは中身をご覧いただいた上、ご意見等を事務局のほうにいただきたいと思っております。

○小長井座長 パワーエレクトロニクスのあたりを見ると、既に1回ワーキングで議論していますので、その内容も盛り込まれて、今後取り組むべき項目と書かれているのだと思います。前回議論したところについてもよくご覧いただいて、それからもう1つ、先ほどの評価指標、これについてもいつも馬場委員はよく考えておられるので意見があるのではないかと思います。個々のことになりますので、先ほど申し上げたように31日に次のワーキングがありますから、その前までにちょっと事務局のほうにご連絡いただければと思います。

そういうことでいかがでしょうか。何かご質問とかございますか。省庁のほうからは何かございますか。そういうことでよろしいですか。

○久間議員 今後取り組むべき項目が並んでいます、専門の目から見て、当たり前のことが多く並んでいます。皆さんには日本として特にここを強化しなければいけないという視点でメリハリをつけていただきたいです。ここは絶対に必要だとか、ここは抜けているのではないかとコメントをいただければと思います。

○松下構成員 やるべきことの確認なんですけれども、こちら机上配布限りということはこれは持ち帰れないんですよね。持ち帰れるのでしょうか。

○事務局（守屋） 構成員の皆様は持ち帰っていただいて結構でございます。傍聴でいらっし

やっている方には、まだお出しできる内容ではないので、机上配布限りとさせていただきます。

○松下構成員 これを持ち帰ってコメントをメールで送ればよろしいということですね。

○小長井座長 そういうことでございます。

ほかにございますか。

○馬場構成員 データがたくさん載っている資料で見ると、細かな目標の数値とかが書いてあり、あとはその中でやっていたプロジェクトの成果が羅列されていますが、全体として見たときにどういうふうになったかとなかなか見えてこない。これはどういうふうにとまとめる予定なんですか。

例えば、パワーエレクトロニクスで全体として大体こんな目標があって、それに対してこういう施策があって、結果としてはこのくらいと、何か全体像が欲しいですね。

○小長井座長 大変貴重なご意見だと思います。個々の技術ではなくて、全体を見たときにどうかと、そういうことですね。それはやはり誰かがちょっとまとめないと書けないかもしれませんね。彼らは公表されているデータをもとに整理していただいているのでしょうから、それは重要ですね。ちょっとそのところは議事録に残しておいてください。

○赤木構成員 具体的な例としては、パワーエレクトロニクスの電力制御等のところに、19ページに表がありますけれども、例えば変換器、系統インフラのところの変換器のパワー密度で、 $50\text{W}/\text{cm}^3$ と書いてあるんですけども、これは確かに文献に書いてあるんですが、実はこういう分野をやっている専門家から見れば、冷却をどうするかによって幾らでも変わるんです。空冷を条件でやるのか、水冷でやるのかによっても全然変わりますので、そのあたりのことが何も書いてないので、単に $50\text{W}/\text{cm}^3$ と言われると非常に曖昧なので、このあたりは非常に注意すべきだと思います。

○小長井座長 そういった個々のことと、それからもう1つ、先ほどちょっと馬場構成員から話があったんですが、パワエレならパワエレ全体を見たときのまとめ、いいのか、うまくいったのかどうか。そこら辺を、ただそれは誰が書くかというのもあるので、そこら辺はちょっと次回あたりに議論するというだけでもよろしいですか。

○岡部構成員 もし可能ならば、あと世界的に見た立ち位置みたいなものをどのような、個別の成果は多分すごいのですが、例えば世界的に見て、これはかなりトップランナーなのか。実をいうと日欧米で三つ巴で戦っているとか、そういった状況を教えていただけたらというのが私の希望です。

○小長井座長 それはこの文章として出ている表の中に書き込めるような形にするのがいいかもしれませんね。数値的なものは難しいかもしれませんが。そういうこともちょっと考えていただいて。

他に、久間議員、何かございますか。

○久間議員 ほかの戦略協議会でも問題になっているのですが、細かいことまでやるとキリがなくなって誰も見ない膨大な資料になります。それは避けたいので、重要なポイントに絞って、例えば、経済産業省のエネ庁で取り組んでいないところを徹底的にやるとか、あるいは府省連携が必要なところは徹底的に数値を書くとか、メリハリのある資料を作りたいと思います。皆様方には、事務方からどういう指標がいいかという質問があると思いますので、回答をよろしくお願いします。

○小長井座長 まだご意見はございますか。たくさんありそうですが、そのようなご意見をちょっと事務局に寄せていただく。それから、次回また検討するというふうにさせていただければと思います。

ちょっと時間のこともございますので、これは一応終わらせていただきます。

それでは次に移らせていただきます。次は、経団連との意見交換会について、資料の4-2をちょっと見ていただきますと、先月26日に経団連と意見交換会を行われまして、この意見交換会では協議会、ワーキンググループにおいて経済界との橋渡しを行うリエゾンパーソン、経団連の代表者といろいろ意見交換を行ったということで、このワーキングからはリエゾンパーソンとして塚本構成員がご出席されまして、これを使ってプレゼンをしていただいたということでございます。

これについて、補足はありますか。皆さんに見ていただくということでよろしいですか。

○事務局（守屋） そうです。こちらは情報提供ということで、資料を出させていただきましたので。

○小長井座長 塚本構成員から一言。

○塚本構成員 一言、残念ながら、ナノテク以外に環境だ、水だ、あらゆるジャンルの話を1時間半ほどでバーッとやりましたので、消化不良どころか、ほとんど食えない状態で、ご意見もなかなか出なかった。改めてジャンルごとに経団連との交流をやっていかないと駄目だなというのが印象でした。

○小長井座長 ありがとうございます。

では、以上のようなコメントをいただいたということで、最後の議題に移らせていただきます。

す。

次は、議題5でございます。このワーキンググループのミッションの1つに、今後さらに取り組むべき課題の検討というのがございます。ナノテク材料分野の科学技術の強化、底上げに関する議論のための情報提供として、今回は文部科学省よりナノテクノロジー・材料科学技術委員会等における最近の審議状況をご報告いただきました。

引き続きまして、今回は経済産業省より経済産業省のナノテクノロジーに関する施策をご報告いただきます。北岡産業戦略官、5分程度でご説明をお願いいたします。資料は5になります。

○経済産業省（北岡） 今日はどういう資料をご用意したらいいかちょっとわからなくて、一応今現在経済産業省の中でどういう取組をしていますかということでご紹介したいと思っております。

1つは、まず昨年度に経済産業省が、内閣府と作りましたナノテク・材料のポテンシャルマップというものをベースにしていろいろ考えてみたいなと思っておりますが、このポテンシャルマップは横軸にまず産業分野を立てて、縦軸にデバイス、材料、基盤技術ということで作られております。それに今、未来開拓型研究と内閣府のSIPのプロジェクトを当てはめると、こういう領域に今国のプロジェクトがはっているということが見えてきます。

今、まさにもう少しこれを詳細に中身を見ていこうということで、研究開発課とNEDOを中心に加えてJSPSの科研の結構大きな予算とか、あとJSTの予算も含めてもう少し詳細に中身を詰めていきたいと思いますということで、外部の機関を使いながらデータベースをつくっているところでございます。

そういった中で、今、経済産業省の中でも製造産業局の各原課の材料関係、特にナノテク・材料関係の各課室長が毎週1回集まって、次年度どういう戦略でやっていくかということで議論を始め出したというところでございまして、かつてない試みを現在やっているところでございます。

その中で、今まだ方針的には決まっていますが、こういう領域の中で、どういう材料を軸に議論を進めたらいいかということで、各課室で議論しながらまとめて、今後、NEDOやJST、産総研にこういう分野で一回技術をまとめてみましょうということで、何回かキャッチボールをしながら来年度の施策を立てて、そこから各自原課でどういうことが産業的に意味があるかということでまとめていこうかなというところでございます。

そういう意味では、経済産業省の中では昨年ポテンシャルマップを作っていたいただいたこの議

論、このデータをベースにさらに緻密に分析しながら来年度の政策に活かしていきたいということで現在動いているというところでございます。

今日は資料としてはこれを持ってきていただけなのですが、今経済産業省の中でも技術政策を動かしているというところで、今後、関係省庁及び関係機関及び各大学と連携しながら、来年度のナノテクノロジーの材料戦略をつくっていきたいと考えている次第でございます。以上です。

○小長井座長 ありがとうございます。全体のプロジェクトを俯瞰してみるには大変素晴らしくまとめられた図面だと思います。字が小さくてよく見えないから、本当はA3でコピーしてもらったほうがありがたいんだけど。

何かご意見、ご質問はございますか。

このワーキングに関係がある分野については、同じ図面ですけれども、丸をつけていただいて、この辺が関係しますよという、そういう内容になっております。ちょっと議論をするとまたちょっと時間がオーバーしそうですので、今日はこれはありがとうございます。

それでは、ちょうど時間ですので、最後に連絡事項を事務局からお願いいたします。

○事務局（守屋） 2時間半という長丁場になりましたけれども、今日も活発にご議論をいただきましてありがとうございます。

今日この場でいただきました皆さんのご意見、それから、今後メール等で寄せていただけのご意見等を下に4期の基本計画のレビュー、総合戦略の見直しなどの作業につきまして事務局のほうで進めてまいります。次回以降の開催に向けて構成員の皆様に報告、またお願いする事項につきましては、整理し次第、ご連絡申し上げます。

今後の開催日程についてご案内しますが、既にご案内の3月31日月曜日、14時から第4特別会議室、ここの会議室を予定しております。アクションプランとしての主な対象議題は触媒となりますので、関係の構成員、それから関係省庁の皆様におかれましては、また時期が来ましたらご準備のほうをお願いいたします。

それから、予定では4月17日にその次の第5回を予定してございましたが、こちらについては重要課題専門調査会や総合戦略の改定等のスケジュールの関係で、いったん開催は見送らせていただきまして、次々回以降の新たなスケジュールにつきましては事務局より構成員の皆様にご都合を伺った上で、決定の上、ご連絡させていただきます。ご了承ください。

事務局からの連絡は以上でございます。机の上のグレーのファイルは机上に残し、ご退席下さい。先ほどの松下先生のご懸念の机上配布資料はお持ち帰りいただいて、ぜひメールで事務局のほうにコメントをいただきたいと思っております。いつごろまでにコメントをいただきたいか等

の詳細につきましては、事務局より追って連絡させていただきますのでよろしくお願いします。
以上です。

○小長井座長 それでは、これですべての議題は終わりましたが、最後に発言をされる方はございませんか。特にないようでしたら、どうも今日はありがとうございました。これにて散会といたします。

午後5時33分 閉会