

## 第8回

# ナノテクノロジー・材料ワーキンググループ

平成27年3月17日

午後1時00分 開会

○事務局（守屋） それでは、第8回ナノテクノロジー・材料ワーキングを開催いたします。

皆様にはご多忙の中ご出席いただきまして、まことにありがとうございます。本日もよろしくお願いいたします。

本日は、ナノテク・材料分野をご担当いただく構成員14名のうち、11名の構成員にご出席いただいております。ご欠席は赤木構成員、岡部構成員、北村構成員のお三方となっております。

総合科学技術・イノベーション会議からは本日は久間議員に、それから少しおくれてになりますが、橋本議員にもご出席いただく予定でございます。

それから、議題2の関係で、本日JST研究開発戦略センターより永野様にご出席いただいております。そのほかの出席者の方は出席者一覧のほうでご確認ください。

それでは、議事に入ります前にまず配布資料の確認をいたします。議事次第、座席表に続きまして資料1-1から2-3までございまして、議題1の関係、1-1が平成26年度及び27年度アクションプランレビューについて、これは事務局用意の資料です。それから1-2、こちらが革新的触媒に関するもので、経済産業省からのご提供資料。1-2には別紙がございます。これは施策の具体的な中身を記述した個票となっております。それから1-3、アクションプランのレビュー、これは事務局のほうの資料でございます。それから、議題2の関係で、2-1として28年度に新たにに取り組むべき課題・領域の動向について、JST-CRDSからのご提供資料。2-2が同じようなタイトルですが、私ども事務局のほうからのご説明資料です。それから、2-3といたしましては、「議論の流れ」というタイトルで、これは先般の重要課題専門調査会ワークショップで用いた資料でございます。

そのほか参考資料の1から4まで、前回の議事録、先日3月10日のワークショップでの資料。それから、参考資料3につきましては今年度に入りまして最初のワーキンググループ会合の際に構成員の先生方からいただきました自由記述式のご意見ということになってございまして、本日後半の議題の中で場合によってそちらに関しても触れられる可能性もあると思惟いたしました。こちらにつきましては事前の公開のご了解をいただいている資料ですので、本日机上配布のみとなっております。参考資料4は総合戦略からの抜粋ということ。そのほか関連の資料を赤いファイルの中にとじてございますので、必要に応じてご参照いただければと思います。

それでは、以降の議事を小長井座長をお願いいたします。

○小長井座長 座長の小長井でございます。本日は年度末でお忙しいところ、まことにありが

とうございます。

本日の議題は先ほどご説明がありましたように大きなものが2つですね。アクションプラン特定施策のレビューと、28年度で取り組むべき課題・領域の検討、本日は触媒を主に議論させていただくということでございます。

それでは、早速議題1として、平成26年、27年度アクションプラン特定施策のレビューから始めさせていただきます。

第6回のワーキンググループではS I P 関連施策のレビューを実施いたしましたが、本日は省庁連携の施策のレビューになります。まず、レビューに関して事務局より説明をお願いいたします。

○事務局 資料1-1をご覧ください。アクションレビューは第6回のS I P 関連施策のときに実施しましたが、それと同じ形式で進めさせていただきたいと思っておりますので、再確認していただければと思っております。

1 ページめくっていただいて、こちらが本日のレビュー対象施策である革新的触媒による石油由来資源からの脱却と二酸化炭素排出量の削減になります。こちらは経産省の施策と、文科省の元素戦略プロジェクトとの連携施策として特定しております。

アクションプランの特定の際に今後の課題として2点挙げています。1点目が本連携において文科省から経産省へと研究フェーズを発展させた事例が、今後も継続的に創出できるよう、ニーズやシーズの共有化をさらに強化してくださいということ、2点目は、触媒技術の事業化や発展を意識し、進捗状況にあわせ全体俯瞰の視点から取組内容を常に最適化していくこと、以上2点になります。

本レビューですが、次のページの観点でご助言をいただければと考えております。主な観点は、今後の課題に対する対応状況と、連携についてです。その他概算要求時から変更の有無が観点になりますが、今回は変更がないと伺っておりますので、課題に対する対応と連携に関して皆さんのご助言をいただければと考えております。

以上になります。

○小長井座長 どうもご説明ありがとうございました。

ただいまの事務局からの説明に対して何かご質問ございますか。

きょうコメントいただく着眼点と言いますかそれは従来と同じですので、この2ページ、3ページのあたりをごらんいただきながら後でいろいろご意見いただければと思います。

それでは、早速でございますけれども、革新的触媒による化学品製造プロセス技術開発のレ

ビューをいたします。経産省から施策の概略、概算要求時からの計画の変更点、これはないというお話ですが、省庁連携について中心にご説明いただきます。その後構成員の皆様には施策をより効果的なものにするための助言をいただきたいと思います。

それでは、経産省の西村室長、よろしくお願ひいたします。

○西村室長 ただいまご紹介に預かりました経済産業省の西村でございます。資料1-2に基づき、経済産業省で実施している革新的触媒による化学品製造プロセス技術開発の施策についてご説明をさせていただきます。

1枚めくっていただきまして2ページ目、事業の内容でございます。我が国は石油消費量の21%を化学品の製造用の原料として使用してございます。こういった化石資源を大量に消費し、大量のCO<sub>2</sub>を排出している化学産業において化学品原料の多様化とか製造プロセスの省エネというのが重要な課題となっております。

本事業ではこうした状況の中で化石資源からの脱却、低炭素社会の実現のために触媒技術を使って国際的な優位性を確保しつつ、資源問題、環境問題を同時に解決することを目指しております。

大きく分けて2つの技術開発に取り組んでございます。一つは二酸化炭素と水を原料に太陽のエネルギーでプラスチック原料等をつくる触媒技術の研究開発、いわゆる人工光合成でございます。もう一つは、砂から有機ケイ素原料を直接合成し、高機能の有機ケイ素部材を製造する触媒技術でございます。

人工光合成プロジェクトは24年度から事業を開始いたしており、27年度の予算額は15億円でございます。砂から原料をつくる有機ケイ素プロジェクトについても24年度から事業を開始しており、27年度予算額は2億円でございます。先ほど来ご説明がありますが、概算要求時からの変更点は基本的にございません。

3ページのほうに移りまして、人工光合成プロジェクトの概念図でございます。一番上が現行のプロセスでございます。原油からナフサを抽出して、ナフサから化学品をつくっていくというのが現行の基本的なプロセスでございます。それに対して下の図が本技術開発で開発しているプロセスでございます。太陽エネルギーを使ってCO<sub>2</sub>と水を原料に化学原料をつくっていくということでございます。キーになるところは3つございまして、まずは光触媒です。太陽エネルギーを用いて水から水素を製造する触媒の開発でございます。2つ目が分離膜の開発でございます。発生してきた水素と酸素、これを効率的に膜で分離をして水素を抽出する技術開発でございます。最後に合成触媒の開発でございます。分離膜で抽出した水素とCO<sub>2</sub>を使

ってそこから基礎化学品原料をつくる技術開発でございます。

4 ページのほうに移りまして、有機ケイ素プロジェクトでございます。まず、上の現行プロセスをごらんください。現在、砂、ケイ砂から通常還元プロセスを用いて金属ケイ素にし、さらに酸化プロセスを経て有機ケイ素原料にし、有機ケイ素部材を製造しておりますが、これを革新的な触媒を開発することによって、その製造プロセスを大幅に簡略化もしくは効率化していこうというものでございます。

下のプロセスを見ていただきますと、ケイ砂から革新的触媒を用いて有機ケイ素原料にし、さらに有機ケイ素部材を製造していくものでございます。現行に比べて大幅に高効率のプロセスを開発する予定でございます。

最後の5 ページでございますけれども、今後の課題ということで2 点ご指摘いただいております。一つ目が、本連携において文科省から経済産業省へと研究フェーズを発展させた事例が今後も継続的に創出できるよう、ニーズやシーズの共有化をさらに強化ということでございます。

これについては文科省のプロジェクトとはガバニングボードというものを両省で設けておりまして、成果の共有なり意見交換を実施してございます。また、現在研究者間の交流の場、例えばワークショップといったものも開催する方向で検討を進めてございます。こうしたことでさらなる連携を深めていければと思っております。

2 点目、触媒技術の事業化や発展を意識して進捗状況にあわせて全体俯瞰の視点から取組内容を常に最適化していくことということでございます。こちらのほうはまさにそのような視点で我々としても取り組みたいと思っております。現在、複数の光触媒材料の開発・検討を実施しているところでございますが、27年度においてはこれまでに開発した光触媒材料の候補の中からエネルギー変換効率、最終目標である10%の達成が見込まれる有望材料について絞り込みをかけていくということを考えてございます。常にプロジェクトの状況を見て最適化、どういことをやればいいのかということで今後も取り組んでいければと思っております。

以上でございますが、先ほど申し上げたとおり、文科省とはガバニングボードを通じて連携を図っております。また、その連携も含めてプロジェクトについては今後も最適化をしていきたいと思っております。

以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

それでは、今発表された内容につきまして本施策をよりよいものにするという観点からコメ

ントがございましたらお願いいたします。きょうはちょっと時間がありまして、20分くらいは時間がとってございますので、どうぞ。

○北川構成員 北川のほうから質問と言いますか。

このソーラー水素の製造というのは、これから長い時間かけて日本の企業が取り組まないといけない課題であるというのは間違いありません。やはり日本は化石資源がありませんから。しかしその一方で、これを10年とか15年で事業化できると計画でないというのも事実だと思います。

これは経産省のプロジェクトで実施しているわけですが、時間スケールに関してはどうお考えなのでしょうか。基礎研究としての重要性は間違いのないと思いますが、ただ、その前にすべきこと、例えば炭化水素を高度利用していかないといけない事情があると思います。だから、その議論なしにこれを経産省でやっているというのは疑問に感じますが、この辺のところはいかがお考えなのでしょうか。一言で言ってしまえば、15年後ぐらいに企業が本当にこれを事業化できるのかという観点なのですが。

○小長井座長 どうですか。

○西村室長 北川先生ご指摘ありがとうございます。まさに重要な視点の一つだと思っております。まさにこの人工光合成の技術については息長く取り組んでいかなければいけない、この技術が完成したときには大きく化学プロセスを変え得る技術だと思っております。そうした観点から経済産業省として国家プロジェクトの形で将来を見すえた形で文科省とともに連携しながらやらせていただいているところでございます。

一方、成果については少しずつ出てきていると思っております。具体的には、本事業の中でも先ほどご説明したとおり、光触媒、分離膜、合成触媒の3つの基幹技術があるわけですが、このプロジェクトの中でも事業化時期がやや早い合成触媒に関しては28年度にプロジェクトを完了させる予定でございます。

具体的には本年度、26年度中に合成触媒の小型パイロットプラントの設計を完了させて、27年度からそのパイロットプラントの建設を進めていく予定でございます。このパイロットプラント規模は年間3トン程度を想定しており、28年度には各種プロセスデータを取得して、さらなる大型パイロット設備の設計に必要な知見を取得する予定でございます。

本事業の成果を踏まえて、実施者である企業の方々は大規模パイロットプラントの設計に29年度以降着手する予定でございます。

少し詳しくご説明しましたが、ここで出た成果をしっかりと一歩一歩パイロットプラ

ントなり実証なり、将来企業の方々に導入していただくという道筋を一つ一つ見すえてやっているということをご理解いただければと思います。

本プロジェクトの様々な成果について、一つ一つ段階を追って取り組んでいきたいと思っています。

以上でございます。

○北川構成員 合成触媒のところはそんなにハードルは高くないと思います。今やらないといけないことは、エタンとかエチレンが安くなっていますので、そこからC4をつくるということをやすべきで。

このプロジェクトの一番大切な課題は光触媒と分離ですが、光触媒の効率を実用化レベルに上げるのも大変ですし、これをプラントにするのも相当大変です。さらに、要求される分離膜技術レベルも相当高い。高効率な光触媒と分離膜の開発をしっかりとやらないといけないので、最後の合成触媒のところだけ達成しますというのは違うと思います。

○小長井座長 ちょっとよろしいですか。今の光触媒のところ、これからの対応方針を拝見すると27年度においては今まで見つかった候補の中からエネルギー変換効率10%の達成が見込める有望材料を絞り込むと書いてあるので、もしそれだけたくさん候補があったら僕はすばらしいなと思ってるんですけども、やはりそのところが一番皆さんご心配なところだと思うんですけれども。

これは省庁連携で文科省から経産省のほうにいて、NEDOさんで今一生懸命やっていたというわけですが、また逆に非常に難しい課題があればまた文科省のほうに基礎的なところを下ろすとかそういったこともできるのか、ちょっとそこら辺も含めてお願いします。

○西村室長 改めてお答えさせていただきます。光触媒のところ、ご指摘のとおり本プロジェクトでは目標値としてエネルギー変換効率10%を掲げてございます。この数字についてはおっしゃるとおり挑戦的な目標だと認識をしております。ただ、我々としましてはこの挑戦的な目標を達成させるべく、産学官一体となったチームを構成して取り組んでいるところでございます。

まだ第1段階というところでございますけれども、有望な触媒の候補、要するに将来的にエネルギー変換効率10%が期待される触媒が見つかり始めているというところでございます。さらにこれについては検証を進めていくことが重要だと思っておりますが、26年度末の中間目標値1%については達成をしております。次は28年度末に中間目標値3%を掲げておりますけれ

ども、これも十分視野に入ってきていると思ってございます。これについては一つ一つ解決しながら、将来的には掲げている目標値10%を達成させたいと考えております。

この10%という数字なのですけれども、これは我々として実用化を図っていく上ではチャレンジングですが達成すべき数字だと思って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 ではほかの方から。どうぞ。

○塚本構成員 同じような意見になるのですが。結果は神のみぞ知るかもしれませんが、北川先生のおっしゃるように非常に難しい技術だと思います。そうすると、実は合成のところもまだまだハードルは大きいのですが、これが実現するとナフサクラッキングの産業というのは、当社なんか含めて消えてなくならざるを得ないのですが。C3、C4ができないとほとんど意味ありませんからね、C1だけでは。そうすると、例えばこれ一連のもので全部一蓮托生で全部実現しないとだめみたいなイメージ持ちがちですが、例えば極論すると、光触媒が思うようにいかなくても炭酸ガスを含めたC1からC3、C4に合成していくというところでもうまくいけば、もちろんCO<sub>2</sub>を純度よく回収するというのは極めてまたコストがかかる話なのですが。少し出口を2本立てぐらいのイメージをお持ちになって、前が倒れれば後ろはにっちもさっちもいかないという構想にしないほうがいいのではないのでしょうか。

○西村室長 ご指摘ありがとうございます。我々としては今のようなご指摘もございますが、全体としては光触媒技術も膜の分離技術も最後の合成のところもしっかりと取り組んでいきたいと思っています。

今のご指摘のようなところはまさに先ほど合成触媒のところでご説明しましたように、ここを出た成果はこの全体の完成を待たずに、展開できるところにはいろいろ応用していただきたいと思いますし、それが今のプロセスにおいても重要な役割を果たしてくれるだろうと思っております。

○小長井座長 ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○一村構成員 名古屋大学の一村ですけれども。省庁横断という観点で少し基盤的な観点からご質問させていただきます。

今回のご説明はどちらかというと明確に触媒のターゲットがあって、製造プロセスにどう適用するかという観点でご説明いただいています。一方で、革新的な触媒ということからすれば、従来と違った切り口で、例えば構造を制御するですとかサイズを制御するですとかそういう新しいチャレンジの項目もあるのかと思っています。そういう構造制御とかサイズ制御とかとい



う観点は、その制御に伴ってどういう新しい特徴が出たかとか、新しい機能に展開できそうかということについては、今回の製造プロセスだけではなくて他の触媒に展開できる可能性があるかと思います。そういう意味で元素戦略との連携からすれば、そういう新しいチャレンジをされたときに、うまくいった例もうまくいかない例もあわせてそういう情報交換ができるような場が必要だと思っているのですけれども。そのあたり、省庁連携という観点ではいかがでしょうか。

○西村室長 一村先生、ご指摘ありがとうございます。まさに重要な視点だと思っております。先ほどご説明したように、文科省とはガバニングボードという場を設けて意見交換などを行ってきております。そもそも、実はこのプロジェクト自体がもともと文科省で研究をしていた光触媒を発展させる形で、経産省がその成果を引き継いで24年度から始めたものでございます。今ご説明した前身については22年度～24年度にわたってJSTのプロジェクト、先端的低炭素化技術開発において取り組まれていた基礎研究でございます。この成果を踏まえて経産省事業として発展させてきており、そういう意味ではこのプロジェクト自体がまさに文科省との連携でやってきたものでございます。

一方で、触媒技術として構造制御だったりサイズ制御を図ることにより、新たな機能が生まれてくるのではないかということについては、まさしくおっしゃるとおりだと思っております。そういう意味ではさまざまな元素戦略もそうですけれども、文科省のやられている元素戦略もそうですが、いろいろなところでいろいろな技術が動いてくると思います。そういったものについては我々としてもアンテナを高く張って、取り入れられるものは取り入れていきたいという方針でございます。ありがとうございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

○塚本構成員 今の一村先生の話に刺激を受けてなのですが、いわゆる基礎的な学術領域のいろいろな新しい知見ですね、それはナノテクそのものですが、そういうやつでいけば必ずしも水素製造用の触媒だけではなくていろいろな触媒、燃料電池の触媒だとか通常の排ガス触媒とかそういうのも元素戦略的にはかなり問題を抱えていますから。そうすると、どちらかという夢は夢でいいのですが、ここから得られた知見をもう少し身近な、例えば排ガス触媒、このあたりはまだまだ日本の強みを発揮している産業ですから、そこらにどう使うかみたいな道筋もうまく描いておけば、極論すればこれが転んでも基本的な知見がこっちでいきましたよというような、少しそういう保険も必要ではないかという気がします。

○一村構成員 そういう意味でうまくいった例とうまくいかなかった例とそれをすべてある程

度出していただいて、全体で整理できればと思っております。

○加藤構成員 この中のプロセスの中で今説明が明確に目標とかよくわからなかったところはCO<sub>2</sub>の還元というかCOにするというその部分なのですけれども。その図で見ますとどのような、この部分はどういうふうに戦略立てられているのかということをもう少し教えていただければと思っております。

○西村室長 今のご質問の点は、このプロジェクトとしては範囲外になっておりまして、既存の技術を使っております。

○加藤構成員 全体として私は基礎研究としてはとてももちろん重要だと思っておりますけれども、多分、北川先生のご意見が。

○北川構成員 建設的なことを言います。合成触媒のところなのですが、C2からC4のところ、オレフィンが出ていますけれども、多段階のプロセスを1段でできるとかそういう触媒は非常に大事です。エネルギーをかなり抑えられますので、そういうところは日本は得意なところなので、そういうところをしっかりとやっていただけたら波及効果は大きいと思います。

それと、先ほど一村先生がおっしゃったことなのですけれども、難しいところもあって、オープン・クローズの考え方でいくと、触媒というのは技術の塊で、特に固体触媒は0.1%上げるのも相当泥臭いことを現場で時間と人をかけてやっています。だから、それをオープンにしようとする間に真似される場所もあって、なかなか難しいんじゃないかなという気はします。

○小長井座長 文科省から出たときにはどちらかという触媒の材料、構成材料の話が多かったのではないかと思いますけれども、先ほど一村さんご指摘のように、その構造とか何かということも今かなり進んでいるということであればいいかと思っておりますけれどもね。それも今含めてやっておられるということですね。

○西村室長 ご指摘本当にありがとうございます。おっしゃるとおり合成触媒のところは本当に産業界としても使っていける可能性が高いところだと思っております、そういったところにも視点を置きながら取り組んでいきたい。

2つ目のご指摘の知財のところも非常に重要な論点だと思います。それはもうこのプロジェクトに限らずどのプロジェクトにおいても知財をしっかりと管理していくという視点は抜けてはならない視点だと思っております、このプロジェクトにおいてもその点留意しながら進めていきたいと思っております。

○小長井座長 桑野委員、どうぞ。

○桑野構成員 私も太陽という意味では同じ分野の仕事をしているのですけれども、北川先生言われるようないろいろな課題はたくさんあると思います、ただ、やはり太陽のエネルギーを使って水素を発生してそれを炭素固定していこうという研究は日本にとっては重要な点だと思います。振り返ると本多・藤島効果の発見以降、日本のこの分野の研究は非常にオリジナルで国際的にも評価されている基礎研究があると思います。やはり国のプロジェクトとしては何としてでも続けてもらいたいと思います。

ただ、北川先生がおっしゃるように、経済産業省なのか文科省なのかという点では絶えず振り返って、省庁を超えて連携をして考えるべきだと思います。この分野は基礎的な日本の技術があり世界に寄与できる技術であるという観点で大いに推進していただけたらいいのではないかと思います。

○小長井座長 ありがとうございます。大体時間なのですが、橋本先生来られませんでした、久間議員は何かコメントございますでしょうか。

○久間議員 経産省がやるべきか文科省がやるべきかについては、桑野先生がうまくまとめられましたが、もっと議論すべき問題だと思います。経産省がやるべきことは、他にももっとあると思います。

○西村室長 最後にもう一度だけコメントさせていただければと思っております。この人工光合成プロジェクトは資源が乏しい日本にあって非常に有力な技術だと思っております。経産省か文科省かみたいな話もございましたし、チャレンジングだというご指摘もありました。チャレンジングであることは認識をしておりますが、これはそういう意味では企業も絡んでやるべき課題、企業が関心を持ってしっかりと一緒になってチームを組んで取り組める課題だと思っております。実際に今も多くの企業に将来を見すえて入っていただいております。そういう意味では、経済産業省として取り組む課題だし、取り組める課題だと思っております。そこについてはむしろ我々としては自信を持ってございます。

この観点から、文科省さんに期待しているのはむしろ一村先生がご指摘いただいたような新たな触媒だったり基礎的な触媒の構造メカニズムとか機能発揮メカニズムとかそういうのはぜひフィードバックをしていただきたいと。これをいかに産業の競争力につなげていくかという視点で我々としては将来を見据えて取り組んでいきたいし、いける課題だと思っております。改めて強調させていただきます。

以上でございます。

○久間議員 別の戦略協議会でも、各省庁が情報交換という言葉をよく使いますが、本当の意

味での連携という言葉はなかなか使ってくれません。研究開発の役割分担を明確にして、連携して繋げる意識を持って、スピーディーに実用化していただきたいと思います。

○西村室長 連携という意味では今年は新たにワークショップみたいな場を開催することを検討していることもございまして、一步一步前に進めていきたいと思っております。

また、追加で申し上げておきますと、このプロジェクトは企業の方にリーダーをしていただいているということでございます。そういう意味ではそれをもって企業がということでもないのですけれども、リーダーも企業の方にやっていただけるようなプロジェクトであると思っております。

○小長井座長 どうもありがとうございます。

近々またガバニングボードも開かれると聞いておりますので、今の連携についてはさらに詳しくそこでご議論いただければと思います。

どうもありがとうございます。

本日いただいた助言に関してはワーキンググループとしてまとめますので、追加の助言がありましたら事務局までご連絡ください。

それでは、続きまして、第6回でレビューしたS I P関連施策の助言とりまとめの確認です。事務局より説明をお願いします。

○事務局 資料1-3になります。こちらは第6回でレビューいたしましたS I P関連施策に関して、皆様からいただいた助言をとりまとめたものになります。

次のページに第6回でレビューした施策を記載しており、上が構造材料関係の5施策、そして下がパワーエレクトロニクス関係の1施策になります。

まずS I P構造材料関連の施策に関する助言のとりまとめになります。観点は3つになり、1点目が連携に関する助言、2点目が具体的な技術開発に関する助言、3点目が個別の施策に対する助言になります。

連携に関してですが、技術者同士の連携を進めることで、新たに個々の素材の機能を引き出すことも可能になるため、各省庁の連携からさらに進めて欲しいということです。また、材料や構造設計等の縦串を通すには信頼性設計が一つの軸となるため、その評価や標準化が技術進化を加速する必要があるという内容になります。

そして2点目の技術開発に関してですが、今後高性能化を追求するだけでなく、リサイクル性もやはり重視したほうが良いということです。また、センサー技術を組み込んだ材料のスマート化に関しても期待したいという内容になります。

個別に関してですが、ナノ炭素材料実用化プロジェクトに対しては、大学とも連携し、オールジャパン体制での取組を期待したいことや、マテリアルズ・インフォマティクスに対しては、日本全体の活力向上のためにも拡充し、材料全般に広げて欲しいということです。高効率航空機の技術開発に対しては、航空機材料について、S I Pとの連携も期待していきたいという内容になります。

続きましてもう1枚めくっていただいて、こちらがS I P次世代パワーエレクトロニクス関連の施策になります。連携に関してはS I Pに関連する技術がありますので、シナジー効果が生まれるように具体的に項目をリストアップするなどして進めることや、目標値や開発の進捗状況を積極的に情報共有するのが良いという助言になります。また技術開発に関しては、今後期待されるさらなるS iの性能向上も含めて、S i C等のワイドバンドギャップ半導体の目指すべき方向性、ロードマップをつくるべきであるということになります。そしてもう1点、S i Cを含めた次世代パワーエレクトロニクスの信頼性評価を重点的に進めて、デバイスの信頼性と結晶欠陥との関連性明確にすることでウェハの高品質化へ向けた取組のさらなる活性化をすることが期待できるというような助言がございました。

以上、S I P関連施策に関して皆様からいただいたご意見をとりまとめさせていただきました。これに関して追加や修正があればご意見をいただければと思っております。

以上になります。

○小長井座長 ありがとうございます。

事務局でとりまとめた案でございますが、いかがでしょうか。構造材料、パワエレ関係ですね。何か大事なところが抜けているとか、こんなこと言ってないとかというのがあるとまずいので。

特に気づかれたところはございませんか。

そうしましたら、何かございましたら事務局までまたご連絡いただくと。ありますか、どうぞ。

○塚本構成員 1点だけ。S I Pのパワエレのほうなのですが、最後の段落に信頼性評価、これはもう当然非常に重要なのですが、評価技術とともに基準認証とか、いわゆる基準を日本がリードしていくというような概念をよく持っておかないと、ものはよかったが日本勢は負け組になるというよくあるパターンに陥りますから。少しその辺を配慮されたいのではないかと。

○小長井座長 そうですね、構造材料のほうにはそういう項目が入っているのにちょっとここだけ抜けてしまったかもしれませんよね。

○馬場構成員 今のところで、信頼性評価について記述されていますが、その後書いているのが結晶欠陥だけしかないように見えます。結晶欠陥だけではなくて、酸化膜と半導体の界面だとか、金属と半導体の界面だとかもあるので、もう少し幅広い形で記述できるといいと思います。

○小長井座長 そこちょっと記述の仕方を何かそこで今言っていただくか、後でご連絡いただいたほうがよろしいかと思えますけれども。余り細かく書いても何ですので、うまい表現を考えていただいて。確かにそうかもしれません。

どうぞ。

○北川構成員 マテリアルズ・インフォマティクスのところなのですが、これ単なるデータの蓄積にとどまらず、このデータを活用して構造予測とか物性予測、予言するということまでいけるような工夫をぜひ入れていただければと思います。

○事務局 今回はS I Pの関連施策に関するレビューになりますので、この後マテリアルズ・インフォマティクスに関しては議論させていただいたので、それは後ほど資料2-2のほうにまとめておりますので、そちらで議論できればと思っております。

○小長井座長 ほかにございますか。

それでは、この件はこれで終わらせていただきまして、お気づきの点がございましたら事務局までご連絡いただければと思います。

○小長井座長 それでは、次へ移らせていただきます。

それでは、次の議題になります。議題2は平成28年度で取り組むべき課題・領域の検討になります。前回は太陽光発電システムとマテリアルズ・インフォマティクスに関して議論をいたしました。本日は触媒をテーマに議論いたします。

最初に、技術開発の現状や課題に関して、J S Tの研究開発戦略センターよりご紹介をいただきます。それでは、触媒領域に関する情報提供として、C R D Sの永野様からご説明をお願いいたします。資料2-1ですね。どうぞ。

○永野氏 J S T研究開発戦略センターの永野でございます。

資料2-1をごらんください。先ほどの光触媒の議論と混乱するところがあるかもしれませんが、ここでは前回のワーキンググループで議論されましたマテリアルズ・インフォマティクス及び太陽光発電に続きまして、触媒研究についてご議論いただくため、まず最初にJST研究開発戦略センターより現在の研究動向をご報告させていただきます。

まず、2ページ、3ページをごらんください。これは前回お示ししましたものと同じもので

すが、私どものほうで作成しておりますナノテクノロジー・材料分野の研究開発俯瞰図です。ここからさらに3ページでは、41の主要研究領域というものを抽出していますが、中でもきょうは触媒に関連する研究動向および関連する課題等を、できる限り俯瞰的にご報告させていただきます。

5ページをご覧ください。触媒と言いましてもどういうとらえ方をするのかは、人それぞれ違っています。触媒そのもののマーケットというのはここにありますようにある調査会社によれば世界で195億ドルというふうに、2016年の予測がされております。日本では化学産業全体の出荷額が約40兆円規模であり、これは自動車等の輸送用機械器具に次ぐ第2位となっております。同じページの2つ目のポツですけれども、現在化学工業での化学プロセスの9割以上が触媒反応といわれています。それぞれの現行プロセスは、技術的にかなりの程度最適化されておまして、これはすなわち新しい技術、新しい触媒反応があったとしてもそれを導入する設備投資のタイミングが極めて重要になるということです。

触媒それ自体非常に多様です。資源、用途、形態、または目的に応じた、どういった分類があるのかというのがいろいろございしますが、ここでは以下の表のように資源転換や原料の多様化、原料に関わる基礎化学品、ポリマー、バルクケミカル、またはファインケミカル、それからマーケットとしては非常に大きい自動車排ガス触媒、さらに光触媒等のエネルギー変換に係るような触媒、そして燃料電池の触媒といったようなものが主にはあります。それぞれの研究開発においては、不均一系の触媒であるのかまたは均一系の触媒であるのかなどの観点がございしますので、すべてを同じ土俵で議論することは難しい面があります。

また、下から2つ目のポツ、日本の化学メーカーの多くはより付加価値の高いファインケミカルへの収益の軸足を徐々にシフトするというような戦略をとっており、原料系は国際的には非常に困難な競争を迫られる状況にあります。

最後のポツ、プラント建設では国際的には中国が1位だったのですが、いわゆるシェール革命に伴って米国が急増し、米、中が2強といったようなところで、他の国ではインド、ロシア、イラン、メキシコ、ブラジル、シンガポール、ドイツといったところがさまざまなプラント建設に臨んでいます。特に北米のアンモニアやエチレンプラント、それから中国における石炭からの化成品の量産技術開発といったところが、非常に際立った動きとしてあります。

次の6ページをご覧ください。文字が多くて大変恐縮ですが、ポイントのみご紹介させていただきます。いわゆるシェール革命というものをどうとらえるかですが。一番のポイントは、シェールガスの採掘技術の普及により天然ガスの価格が大きく低下してきたということです。

これが化学産業の競争環境に大きな構造変化をもたらしつつある、今後もさらに大きな変化をもたらすと予測されているということです。シェールガスの主成分は、メタンが約90%なのですが、その他はエタン・プロパン・ブタン等の天然ガスが含まれております。化学産業の原料系ではこの残り10%のほうをいかに活用するかということになっているというのが現時点での状況で、9割を占めるメタンは燃料用途に用いられるケースが大半です。

特に米国では、シェールガス含有エタンやプロパンからの、エチレン、プロピレン、いわゆるBTXと言われるベンゼン、トルエン、キシレン、こういったものの製造を開始しています。それによってこれまで国外でやってきたアンモニアやメタノールの製造プラントは北米に製造拠点を回帰するというを進めています。

こういうことをやっていくとエタンから始まるエチレンの価格が、ナフサから始まるものにしてここでは4分の1から9分の1と書かせていただきましたけれども、平均すると7倍の価格差があるわけです。この7倍の価格差の中で、日本企業がナフサクラッカーに始まる化学工業で国際競争をしていくのは、今後非常に難しい状況に迫られるであろうということが予測されています。

また、スライド下のほう、細かいところまでは申し上げませんが、求められる技術としてはいわゆるC-C結合を生成するFischer-Tropsch合成、メタンやエタンからの酸化脱水素、メタノール、エチレンからプロピレン、ブタンの酸化脱水素によるブタジエンなど、新しい合成プロセスと触媒が必要となってくるわけですが、これらは非常にハードルの高い技術研究であり、そう簡単に抜本的なものが生まれるというわけではなかなかないものです。

このスライドの最後のところですが、日本の産学官全体でのシナリオ構築というのが、恐らく非常に重要になるだろうということを申し上げておきます。

次の7ページ、この以降の内容の要旨になります。やや原料系によったお話をさせていただいているのですが、さまざまな触媒の中でも、特に原料の多様化に関してはコストおよびスケールメリットのある省エネプロセスへの転換、それから適切なタイミングでの技術・設備導入、これは各社の設備導入と減価償却のタイミングに合うかどうかというのが、実は重要であり、よほどのメリットのあるプロセスでなければなかなか入らないというのがあります。このような観点も重要になってきます。

また、4ポツ目、文科省、経産省、JST、NEDO等の関連する主要プログラム・プロジェクトでは、一定の規模・期間での関連課題が推進されています、重要な成果も出つつあります。しかし、基幹原料多様化の道筋や、エネルギー・CO<sub>2</sub>削減もあわせた観点では、各セク



ターが協力して大局的な戦略・シナリオを作成・共有することが大事になってくると考えられます。

繰返しになりますが、いま求められているのは極めてハードルの高い研究課題であって、なかなか若手研究者がここにチャレンジすることが厳しい面があります。関連する論文についても、現在日本は米国の4分の1程度、中国の半分程度という状況であり、日本も数が減っているわけではないのですが、相対的に米中の伸びが大きいことによって、シェアは低下しているという状況です。

8ページです。これまで日本の触媒研究は、野依先生や鈴木先生、根岸先生等、ノーベル化学賞受賞者を輩出していることからわかるようにお家芸の一つと言われる研究分野でありました。その結果、ファインケミカル、バルクケミカル、いずれの基礎研究でも大きく発展して、結果的にそれが幾つも産業として実用化されてきたということがあります。

下の表には、資源転換、バルクケミカル、環境、ファインケミカルのそれぞれで、幾つかの研究のテーマに関わるようなことを書かせていただいておりますが、それぞれに新しい取組に向かっていくというところがございます。例えば資源転換のところでは、電場アシストを使った触媒反応の提案なども最近ではなされるようになってはいるのですが、エネルギー的に見合う効果が得られるのかどうかというのは非常に大きな課題であるとか、また、環境用途のところでは、自動車排ガス触媒ですが、日本では触媒製品市場はこの排ガス用途の触媒が約6割を占めています。ここでは貴金属使用料の低減化、将来的な完全脱貴金属化、そして耐久化というのが大きなターゲットであり、今後は日本が技術的にややおくっていたディーゼルエンジン対応の触媒も重要になってきます。ファインケミカル、全てを説明するわけにはいかないですが、ここは非常に日本が高い技術を持っているところであり、少量であっても付加価値の高いものを高収率で生み出すというような技術でもって、例えば医薬品等における触媒では非常に大きな成果を上げてきました。

1例として、近年の研究として9、10ページに2例挙げさせていただきました。北川宏先生が代表者を務めておられる京都大学・J S T-C R E S Tの元素戦略のテーマですが、例えばパラジウムとルテニウムを原子レベルで固溶させることで新しい触媒機能を発現される、それはすなわち周期表上でその間に存在するロジウムと等価な機能を発揮するような成果や、次のページでは、東工大の細野先生・原先生のグループで行われておりますエレクトライドを使って、アンモニア合成触媒にできるのではないかという、こうした新しい切り口、アプローチによる研究が日本から出ており、世界的にも大変注目されるものになっているということです。

11ページには諸外国の動向をごく簡潔に書かせていただいておりますけれども、ここで申し上げておくべきところはまず日本のところで、近年は化学工学のような、学問分野へ、学生が積極的には進んでいかないというような声がよく聞こえてまいります。また企業においても、挑戦的な、抜本的な新規プロセスを開拓するというのが低調傾向にあり、これもリスクが大変高いだけに懸念材料であるとされています。

各国の状況では、先ほどの米国の動きでありますとか、EUではドイツが中心にFP7やHorizon2020でさまざまなプロジェクトを立ち上げています。中国では石炭からの転換でありますとか、ゼオライトでの優れた研究成果等々が注目されるようになっていきます。

次の12ページ、13ページ、これを一緒に説明させていただきますが。今後の研究課題をすべてを申し上げることはできないのですが、特に重要なものは、平衡制約が非常に大きくて、反応条件の大幅な緩和が望まれるような反応をどうやって高効率化していくのかです。これは用途によってやるべきことは違うわけですが、原料転換であっても、または環境触媒、排ガス、光触媒、人工光合成、それぞれにおいて課題となっているところに対してこのような問題にどう取り組むかが大事になってきます。

それから、共通事項というところに書かせていただきましたのは、前回のWGでご議論いただきましたマテリアルズ・インフォマティクスとの関連です。こういったものを触媒設計にどう活用していくのかというところも論点です。

13ページのほうでさらに詳しい課題の内容を書かせていただいております。大きな項目としてここにポツで示しているようなもの、すなわち低級炭化水素原料の転換に関わる触媒反応、それからCO<sub>2</sub>等の高酸化状態の化合物をいかに選択的に還元するのか。自動車、排ガス触媒、ディーゼルエンジン対応の触媒または貴金属低減化、将来的な完全脱貴金属化。

それから、共通事項としてメソ～マクロ細孔内での反応、これはいわゆる物質の微細な空間や空隙構造をどのように設計して活用するのかというようなところですが、すでに文科省・JSTでの取組もございますが、これをプロセスレベルにスケール化していくところが、非常に難しいとされています。

マテリアルズ・インフォマティクスでは、触媒活性のみならず、選択性、触媒の劣化、耐久性の予測、これは今計測とシミュレーション、それから反応を同時に見ようというような取組が非常に活発化していますが、触媒は平均的に何が起きているかがわかっても、局所的にはわからない部分が極めて多く残っておりまして、マルチフィジックス解析とともに、ナノからマクロへのマルチスケール解析が求められます。これらの重要性が認識されつつも、今後より高

い解析技術が求められるところであり、日本においては非常に重要なテーマになってくるのだろうと考えられます。

また、一番下の行ですが、やはりそれを使って実際に実験・合成していくところが最も大事です。この際、ハイスループットのスクリーニング手法の研究開発というのが一つ非常に大事になると考えられます。もし、多数の研究者を擁する新興国で人海戦術的に何万、何100万といった単位で実験を繰り返していくようなところと競争していくときには、こういったものの戦略的な適用が重要になってくるだろうというようなものです。

14ページは各省の関連施策ですので、これは時間の関係で説明を割愛させていただきます。

最後に15ページ、16ページには、参考紹介として、最近CRDSでまとめ、間もなく発行予定の「反応プロセス革新」というタイトルの戦略提言書です。この提言では、触媒研究というよりは、触媒と電気化学と、それから固体イオニクス、この組合せによって、いわゆる中低温域での革新的な反応を実現していこうという内容です。一般的に不均一系の触媒反応では、吸着という現象が支配的になり、それは低温領域での反応になるのですが、これではなかなか反応速度的に厳しい、一方反応速度の高いところでは吸着現象と相反する熱拡散が支配的であり、すると高温域ではなかなかそういう不均一系の触媒が使いにくいということで、中低温域といわれる100度から600度ぐらいの温度領域で、新しいプロセスがもし実現できれば非常に大きなインパクトになるのではないかとというようなことを検討し、提言書をまとめております。

以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。大変要領よくまとめていただいておりますが、早速それでは質疑に移りたいと思います。ただいまの内容でも結構ですし、触媒領域の課題全般的なことでも結構ですので、どうぞご意見のある方から。

○北川構成員 JSTの永野さんのほうでよくまとめられたと思います。おおむねこれでよろしいかと思います。いくつかの企業の研究開発の責任者の方に訊くと、特に触媒分野では多くの企業で近視眼的になっていて、時間のかかる触媒の開発というのは効率が悪いということで、会社のトップもかなり疑問視する方が多いと聞いてます。画期的な成果が出にくくなっている状況です。例えば触媒学会等でも技術賞も該当なしという事態になっています。

それと、シェールガスの値段のことが出てますが、OPECの戦略的な観点で言うと、ロシアのシェア、ロシア市場の支配を低下させるということが多分あると思います。今OPECのシェアというのは40%で、これはほぼロシアのシェアと同じ。ロシアの経済の今外貨準備高からするとあと2年ぐらいが限界かと多分言われているのだろうと思います。2年してもし破綻

してしまえば、OPECが価格支配権を得るのでそこから値段は上がると思います。後2年経てば、値段が上がっていく可能性があるということですね。

それともう一つ頭の中に入れておかなければいけないのは、日本の化学メーカーは原油の値段が安いときに購入し、値段が上がっているときに儲けます。今みたいに高いところから安いところに下がると日本の化学メーカーは儲からないわけですね。ロシアの経済がもし破綻したらそこから値段は上がってきますから、そこからはまた逆にチャンスということもあり得ると思います。その一方で、2年したらアメリカではシェールガス由来のエチレン製品が日本に入ってくるという状況もあります。そういう経済的なことを頭に入れておかないといけないのかなど。これは私専門分野ではないと思いますが。

12枚目の真ん中のファインケミカルズのところの2ポチのところなのですが、これは日本が持っている独自技術で分子触媒をリンカーとして固体触媒的に使うことは、今後重要な技術になるのではないかと思いますので、ここはしっかりやっていく必要があるのかなというふうに思います。

それと、一番大切なことは、そここのところの従来の多段階ステップを短縮する画期的プロセスとあります。これは化学プロセスのトレンドというのは現在反応段数を減らすことなので、例えば旭化成の直メタ法というのはイソブチレンからメチルメタクリエイトを従来の3段階から2段にして、そこで新しいパラジウム、鉛系の触媒の開発というのがあったわけですが、そこで相当エネルギー、コストが削減され、CO<sub>2</sub>も削減になって国際的競争力がついたというのはよく知られているところだと思います。反応段数を減らすというのは日本が得意なので、エネルギーもCO<sub>2</sub>も削減できます。

最後に、太陽光で水から水素をつくることは、事業化を考えると当分先の技術課題だと思います。やはり現状では引き続き炭化水素の効率的有効利用が重要だと思います。そのためにはエネルギー業界、電力、ガス、鉄鋼業界とか石油製造協、エンジニアリング含めて業界の枠を超えてどのような枠組みをつくれれば日本全体として炭化水素をもっと効率的に使えるようになるかということインフラ構築も含めて考えていく必要があるのではないかと思います。

特に水素の製造コストというのはこれから重要だと思いますが、例えばキロ200円にするにはどうしたらいいかということも考えていかないといけない問題だと思います。あと、石炭というのも値段安いので組合せて有効利用を考えていかないといけない問題だと思います。

最後の15枚目のところで、研究空白領域という説明がありますが、企業では結構やられていると思います。このコンセプトというのは高温高压で行っているプロセスの革新であって、原

料コストとか用役コストをカバーして日本で実施できるかどうかというのはちょっとよく考えておかないといけない問題だと思います。

以上です。ちょっと長くなりました。

○小長井座長 ありがとうございます。

説明について何かございますか。

○久間議員 このWGの目的は、各省が来年度の概算要求をするにあたり、省庁連携でやるべきテーマの器をつくることです。資料2-1にありますように、平成28年度新たに取り組むべき課題の動向の中で、特に省庁連携で進めるべきテーマがあればいろいろと教えてください。

○北川構成員 エタン、エチレンの値段下がっていますので、そこからC4をつくっていくようなプロセス、あと多段階のプロセスを減らすような触媒系の開発が非常に重要だと思いますし。あと、分子触媒と固体触媒のハイブリッドの系も日本は割と強いので、その辺しっかりやっていくことも必要かと思います。

私より多分塚本さんのほうが詳しいと思いますけれども。

○小長井座長 ではどうぞ、塚本さん。

○塚本構成員 当社の典型的なのですが、ナフサクラッキングの世界でいくとどうしても石油、原油の値段に大きく左右されるんですね。実はほんの去年の今ごろだと1,000ドルしたものが今はもう500ドルみたいな動きをしてる、ナフサなんかですね。そうすると、いろいろな政策を打ってもシェールガスも含めて原料価格の変化によって企業の戦略がごろごろ変わっていきますから、どちらかというより基礎的なところで、国プロとしてやるにはですね、例えばさっき北川先生おっしゃった基礎的な、もともとエネルギーポテンシャルからみればC1からC4、これは無理があるんですが、基本的にある触媒でそういうことをやっていける。これはナフサの価格がどうあれ必ずやっていかなきゃいかんような話で。焦点としてはナフサ代替をどうするかとかそういうところに余り議論を置くと世の中の石油価格の変化によってもころころ企業の態度が変わってきますから。

それから、もう一つ私が心配しているのは、当社なんかも典型ですけれども、原料多様ななどのことはずっと進めてきたのですが、実は触媒技術屋というのは減る一方なので。なぜかという、当社ですと化学屋600人ぐらいの研究体制ですが、触媒技術屋というのは一番小さい所帯になってしまっていて、それはなぜかという、ナフサクラッキングの世界でやることはほとんどない。そうすると新たな発展をしようとするとは実はさっき中でも議論ありましたけれども、化学工学の人材もどんどん減る一方です。全体で文科省、経産省と連携してより、文

科省側で大学の化学工学の講座とか触媒の技術を基礎的にきちっとやる人とか、それがいずれインフォマティクスなんかにもつながっていると。そういうところをきちんと作戦立てないと、企業はもうこれ以上触媒技術屋抱えている余裕はないというのが正直なところですね。

○波多野構成員 私は触媒の専門家ではないのですが、この最後の表面・界面での化学反応の過程を解明することが重要と考えますし、従来の我が国が構築してきた半導体技術の先端技術が随分使えるところだと思います。、先ほどの人工光合成に関していいますと、固体と液体の界面で何が起きているか、実際に太陽光のエネルギーを受けてどうエネルギー変換しているかとかいうところが非常に重要です。分野間連携、省庁連携により加速するのではないのでしょうか？例えば I m P A C T とか F I R S T で生まれた技術をこういうところに適用するなど、もう少し垣根を越えた融合的なテーマも必要ではないかというふうに感じます。

○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。

○塚本構成員 もう1点。もともとナフサクラッキングから始まった石油化学ですが、これは場合によっては今申し上げたようにナフサという原油に非常に振られる。そうすると、国として動いていくとすれば、そういういわゆる外乱を受けないような、例えば自動車排ガス触媒とかあるいは白金代替の次世代の燃料電池の触媒とか、これから間違いなく成長していく、あるいは今既に相当の規模になっているような事業ですね、そちらの触媒技術をより強めるということも一つの手ではないかという気がします。所詮日本におけるナフサの世界は企業としては縮小していかざるを得ない世界ですから。

○小長井座長 橋本先生、お願いします。

○橋本議員 これについては私も専門に近いのでよくわかるのですが、一部を除いて非常によくまとまっていると思います。それで、触媒の世界ではみんな触媒が重要だと言うんですけども、本当なのかなと思うのです。どういう意味かという、現実には大学でも基礎的な研究がたくさんやられているし、産業界の人たちも、化学工業界は減っているけれども、例えば自動車業界とかでは排ガス触媒とか随分力を入れてやっています。でも、その間のところが非常に少ないんですね。私はたまたま両方を見られるような立場にいて思ったのですが、両者が随分離れてしまったなという印象があります。大学のやっつてることは企業はほとんど興味はないとか、企業のやっつてることはあるいは大学よりもずっと進んでいることも実用触媒としてやっつてるところもあって、その情報が実はほとんど交差していないという印象を持っています。それで、そこをとにかく何とかするというのが一番重要なことではないかなと思います。

それで、先ほど本当に重要なのかなと思っていると言ったのは、例えば塚本さんのほうで触媒技術屋が会社で少なくなっている、だから大学でしっかりやってほしいと言われましたけれども、大学でやった人をちゃんと産業界で受け取ってくれるんでしょうか。そうやってどんどん人が減っていつているわけですね、実態として。それでさらに、今、どこの分野にどれぐらい人材を教育すべきかとかこういうことを、文科省や経産省と一緒にかなり議論しています。そのときに企業から色々ご意見をいただくのですが、コミットメントを本当にしてくれるんですかというのがあるわけです。

一つの事例としてわかりやすいのがライフ系で、余りそういう対話のないままやったために今ライフ系の人々がワッとあふれちゃって困ってますよね。それを果たしてこの触媒の分野で今そういうことをやって大丈夫なのかという懸念があります。

それから一方で、基礎的な研究をやっている人たちは本当に基礎のほうばかり行って、やはり産業界で使われることをそんなに意識しないでやっているケースが多いんですね。本当に重要なことの基礎をしっかりやるということは美しいんだけど、先ほど波多野先生が言われたように、例えば測定の話も、これはもう長いことそうやって言われ続けているんです。触媒の表面で起きていることをインサイチュー（in-situ）で見てそれを触媒設計に展開するといつて一つもできていない。そういう分野なのですね。

さらにその上で、またここに、こういう測定をしてそれにつなげるという提案がたくさんくるのですが、でもそれはお話にしすぎないんですね。また同じことはできないと思うんです。ここはやはりかなりしっかりと議論して、本当に必要なのかということと、必要なのだつたらどういった人材をどういったふうで育てるのかということなど、かなりきちっとした設計がいると思います。それをしないで、ただ単に必要なだからというようなことはやるべきではないんじゃないかと思っています。

ただ一方で、やはりでも日本は先ほど北川先生が言われたように、触媒は非常に強くいい研究者もたくさんいるという事実もあり、化学産業もあるわけです。そこをうまくブリッジすることは大切で、おっしゃるとおり、このまま放っておいたらただそのままなくなってしまうというような感じもしますので、それに対する危機感もすごくあります。なので、少しシャープに議論する必要があるんじゃないかなと思っています。ただ重要だからそこを増やすというよりは少しシャープに、今企業はできないけれどもこういう分野が将来的には大変重要になる、基礎研究としてこういう研究が重要なのでそこをしっかりやりましょう、みたいなことです。もちろんリスクはありますが、それぐらいシャープなことをやらないで一般論ではなか

なか厳しいかなという気がしています。

以上です。

○小長井座長 ではお二人順番にどうぞ。

○北川構成員 私も全くそれに関しては同意見です。触媒開発の現場は本当に泥臭いです。効率を0.1%上げるのに時間と人を費やしてひたすら頑張るわけなんですね。それに、若い研究者がついていけないケースが見受けられます。触媒の開発というのは、きれいな学問ばかりではなく、泥臭い面があることをアカデミア側も理解しないとイケません。

だから、高効率な触媒の開発は、府省連携で、企業と大学が一緒にやるような場があっても僕はいいと思いますね。それは双方にとってプラスになると思います。

○塚本構成員 今北川先生もおっしゃったとおり、現場の触媒というのは本当に泥臭くて、触媒メカニズム以上に担体の選択とか担持の仕方とか、被毒をどうこうするかとか、どちらかという触媒よりもプラントの中でどうやってメンテナンスせずに使い続けられるかというのが最大の課題です。実はそこはもう余り自然科学の領域ではないんですね。体力勝負みたいなところがある、時間の競争ですから。

橋本先生が、じゃあ育成した触媒技術屋の採用を企業はコミットするかというご懸念に対して、今先ほど申し上げたのにちょっと誤解があると困るので訂正しますが、ナフサクラッキングのほうの触媒技術屋は減る一方です。今ふやしているのは白金代替とかいわゆる燃料電池だとかあるいはほかの排ガス触媒とか、そっちのいわゆる違う領域の触媒技術屋というのはふえていってますから。決して企業全体で触媒技術屋が用がなくなっているというわけではありません。したがって、恐らくだんだん日本の産業もナフサクラッキングにしがみついた触媒技術屋からだんだん多様性のある触媒のほう、そこらへだんだんシフトしていく必要があると思います。

○桑野構成員 大変いい論議をしていると思うのですが、久間議員が言われるように、国家戦略として触媒をどうするかということで、この5ページにまとめていただいているわけです。私も実業界にいたので、今、日本の企業はどうしても現場的、現実的な問題に技術者を振り向けているという点は何も触媒だけではなく、私がいたエレクトロニクス業界でも一緒のことなんですね。だけれども、日本として触媒というものをやはり国家戦略としてやっていこうということだとおもいます。ナフサあるいはシェールガスの話はもちろん一つの大きな課題なのですけれども、例えば、私が関係してきた一番下の燃料電池とか光触媒などは実際住宅メーカーでは今非常に重要な要素になっています。それから、排ガス規制というものから考える



と、私は非常に日本のこういう分野における触媒技術の先進性というのは大きな役割を国際的に働かせてきたと思います。

もしも日本の触媒技術がなければ排ガス規制も、それからここに書いてあるような燃料電池も、恐らくできなかつたろうと思います。

ただ、触媒の研究開発は当たるも八卦当たらぬも八卦という以上に非常に成功確率の悪い仕事でありますから、今のような日本の企業の経営状態だと少し手を抜いていくというのが現実です。だからこそ国としてこういうものを見すえて、しっかり触媒技術の研究開発を行うことは重要だと思います。日本人のルーツは農耕民族なので、ある意味で非常に長期レンジで耐えて、耐えて新しいものに挑戦していくというようなことは日本人の性格にあっていると思います。

○久間議員 私もエレクトロニクス出身ですが、触媒技術の分野は技術の宝庫であり、新産業をつかっていく宝庫でもあるように見え、魅力的な分野です。それなのに、なぜ化学メーカーは触媒の研究者を減らしているのか、不思議です。

○橋本議員 他人の芝生は緑に見えるのかもしれませんが。

○久間議員 橋本先生がおっしゃったバイオテクノロジーと違って、触媒技術の研究者は企業で幅広く使えると思います。それは、触媒そのものの研究や技術開発でなくても、幅広い視野を持つ研究者を育てればよいのです。従って、化学工学の専攻を出た研究者は、大学院時代は触媒技術、企業に入ったら、企業が必要とする化学技術で働き、必要なときにまた触媒分野に戻ってきて力を発揮する教育をしていただきたいと思います。

○橋本議員 私もそういうことを申し上げているわけです。

○小長井座長 ありがとうございます。

では、最後に。

○永野氏 さまざまなご指摘ご意見をちょうだいしまして、誠にありがとうございます。

本日の議題が「触媒」ということでこのような形で用意させていただきましたが、議論は触媒そのものよりも、触媒に関わる広範な領域、例えばエンジニアリング・プロセスをどうやって展開していくのかであるとか、また研究という意味では今後の触媒研究が、今までの触媒研究者だけの世界ではないだろうという問題提起も含みました。すなわち非常に難しい研究課題が今あるわけですから、これからのところは、例えば固体物理や理論家など、異分野の研究者がこういうところに入ってきて、全く新しいアプローチを提案し、合成化学者が今度はそれをどのように受けて協同していくかなど、このような新しい取組の仕方が大事になってくるであ

ろうということを考えておりました。

以上でございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

それでは、大体時間ですのでこの議論はこれぐらいにさせていただきたいと思いますが。触媒関連の課題については十分議論できましたし、人材育成という点でも課題がありそうだといろいろご意見いただいたと思います。つきましては事務局のほうで今日の議論をもとに28年度で新たに取り組むべき施策としてまとめていきたいというふうに考えております。追加でご意見のある方は事務局までよろしく願いいたします。

それでは、続きまして前回議論したマテリアルズ・インフォマティクスと太陽光発電システムに関して、これまでの議論の中から今後取り組むべき項目をまとめましたので、事務局より紹介をお願いします。

○事務局(守屋) それでは、お手元の資料2-2をごらんいただきたいと思います。

28年度新たに取り組むべき課題のまとめといたしまして、これは前回議論させていただいた内容に加えまして、先週11日のICTワーキングとの意見交換会ということで関係省庁に入っていたいただいた打合せを持ちましたので、そこでの議論も反映させて少し情報を整理したものです。

めくっていただきまして最初のポンチ絵なのですけれども、こちらにつきましては3月10日の重要課題専門調査会のワークショップで小長井座長のほうからご紹介いただいたものでございます。今後の総合戦略ですが、基本計画の議論の中でさまざまな施策をシステム化してとらえていくという概念が進められておまして、それに合わせた表現になっています。ここではナノテクノロジーにおけるシステムの1例としてマテリアルズ・インフォマティクスを取り上げたということでございます。

太陽光発電ですとかはデバイスとして応用技術と組み合わせることで最終的な社会実装、実用化につながる、縦にリニアにつながる一つのシステムという概念でとらえられますし、一方でマテリアルズ・インフォマティクスというのは基盤を形成するものとしてそれをきちんと稼働するシステムにつくり上げるためにどのような要素技術が必要かという点で議論させていただいたということでございます。

めくっていただきまして、マテリアルズ・インフォマティクスに関して、このワーキンググループでいただいたご意見を概念的に簡単に示してございます。マテリアルズ・インフォマティクス自体はデータベースの構築ですとか収集・統合に係る技術、あるいはデータマイニング、機械学習、モデリング、さらには検索ツールですとかユーザーインターフェースなども要素技

術として含む一つの体系としてとらえるべきということでございます。

いただきましたご意見は1ページ飛ばしまして、参考という表題で始まっているページ以降にございます。こちらは前回のこのワーキンググループの会合と、それから3月11日のICTワーキングでいただいたご意見等あわせて幾つか整理させていただいております。データの収集・統合・構築に関係するご意見から、検索ツール・検索エンジン等、それからシステム化を想定した場合のいろいろなご意見をいただきました。

ちょっと時間も押していますので個別の意見のご紹介は省きますけれども、1ページ前に戻りまして、マテリアルズ・インフォマティクスに必要な取組み（案）という表題のページで、そのうちの主なご意見を記させていただいております。これはマテリアルズ・インフォマティクスがシステムとして機能することを目指すという観点から幾つか提示させていただいております。

具体的な領域を通じたマテリアルズ・インフォマティクスのプラットフォームの構築から着手することが適切。また、素早く、短い開発サイクルでニーズも取り入れながらシステム完成度を向上させていくというアプローチが必要。あるいは人間の潜在能力を引き出すこと、インスピレーションを与えるような情報システムの構築、そのためにはユーザーニーズの視点の抽出ですとか、組成から物性・機能を予測するシステムというような発想が必要ではないかというようなご意見がございました。また、戦略的なプラットフォーム設計に加え、効果的なオープン・クローズ戦略を検討することが必要。あるいはシステム自体の自律的な維持・管理が可能な仕組みづくり、これにはマテリアルズ・インフォマティクスというシステム自体が一つの事業として成り立つような、収益を生む構造が必要というようなご意見も出されておりました。

以上が簡単ですがマテリアルズ・インフォマティクスに関するご意見の集約とさせていただきます。

続きまして、ページを2つほどめくっていただきまして、太陽光発電システムに関してでございます。こちらに関しましては3つの視点でご意見をいただいたと思っております。ナノテク・材料技術の視点、それからシステム化の視点、それから太陽光発電における産業競争力の維持強化といった視点です。

最初の材料の関連の視点では、HITですとかCISといったこういう高付加価値な電池開発をまたさらに新しく続けていく、継続的にこういう玉を出していくということで競争力を上げるということが必要。例としてはペロブスカイト系ですとかナノワイヤ等の新しい技術が挙げられていたと思います。

それから、システム化という意味では、発電システムとしてのコストの実は7割がパワコンですとか流通、架台、それから設置工事等にかかっておりまして、そういう周辺技術も含めた開発をすることを国家戦略として取り組むことで全体のコストを下げ、事業化可能な新たなツールとしていくということ。

それから、持続的強化という観点では、変換効率の向上だけではなくて、標準化ですとか認証なども非常に重要ということ。それから、先ほど申し上げましたシステム全体コストの観点もありますけれども、セル生産、モジュール等の利益率を引き上げる政策についても検討すべきだというご意見がございました。

以上でございますので、こちらにつきましては時間の関係もありますので、こういう点はぜひ追加すべきというご意見をこの場でいただければと思っております。

以上です。

○小長井座長 ということですが、いかがでしょうか。既にこの場で議論した内容とかICTワーキングとの合同の会議でいただいた意見等をもとにして修正されてはおりますが。今何かご発言いただければ。どうぞ。

○橋本議員 マテリアルズ・インフォマティクスのところ、実はこれ以降、今の議論などに大いに関係するものとして、AIの話があるんですね。それで、AIは材料のところまでにはこないかと思ったら、まだ本当に出発点なんです。実はその動きが出つつあるということを知っています。まだでも本当に最初の段階なので、我が国としてはマテリアルズ・インフォマティクスを動かすときにはAIも検討課題に入れるということは大変重要だと思います。

○事務局（守屋） ありがとうございます。

○桑野構成員 太陽光発電についての私の意見を言わせていただきます。結論的には大変よくまとめていただいて、この3点でいいのではないかと思います。従来は1番目の材料とかセルの研究開発の話が中心だったのですが、今回は2番目のシステムまで入れていただいて、さらに3番目の産業競争力にも触れていただきよくまとまっていると思います。産業競争力の問題は太陽光発電産業だけではなくて日本全体産業に関わる問題だと思っておりますが、そういう観点も入れていただいて私としてはこれで結構だと思います。

○小長井座長 ありがとうございます。

ほかにございますか。どうぞ。

○久間議員 太陽光ビジネスに関しては、このまま放っておくと、液晶テレビや携帯電話のように日本は負けていくだろうという危機感があります。重要なことを3点書いてありますが、

全部国がやるという意味ではなくて、産業界がやるべきことと、国がサポートするべきことを分けて検討しようというわけです。

○小長井座長 ありがとうございます。

ほかにございますか。

では、もしないようでしたら、今いただいたご意見をもとにさらに修正させていただいて、完成版としたいというふうに思います。

では、どうもこの件ありがとうございました。

続きまして、今後の総合科学技術・イノベーション会議の活動についての説明になります。本日のナノテクノロジー・材料ワーキンググループをもって一旦活動の区切りとなりますが、今まで検討してきた結果が今後どのように反映されていくか、事務局より説明をしていただきます。どうぞ、お願いします。

○事務局(守屋) それでは、お手元の資料2-3をごらんいただきたいと思います。この資料自体は先日3月10日の重要課題専門調査会ワークショップで使わせていただいたものでございます。

めくっていただきまして、26年度重要課題専門調査会の審議方法についてのページでございますが、こちらの上段に書かれております第4期、この専門調査会自体は第4期基本計画及び科学技術イノベーション総合戦略に掲げられた当面取り組むべき重要な課題並びに今後さらに取り組むべき課題を扱うと書かれております。このように書かれておりますとおり、今回この一連のワーキンググループの議論の中で得られた今後取り組むべき課題につきましては、次にまいります次期総合戦略あるいはさらに第5期基本計画の中に取り込んでいく予定でございます。

総合科学技術・イノベーション会議での議論につきましてはまず基本計画のほうに焦点を当てて先行させて議論をしております、次期総合戦略につきましてはその基本計画との整合性をとりながら今後検討していく予定にしております。

そういうことで、現状このワーキンググループの構成員の先生方にご紹介できるのは現時点でその次のページ、スライド2と書いてあるところがございます第5期科学技術基本計画の全体俯瞰イメージというところがございます。こちらのページが現在考えている基本計画の大枠を示してございまして、目指すべき国の姿といたしまして、大変革時代に対応できる基盤的な力を育むですとか、持続的な成長と社会の発展を実現する。あるいは安全・安心かつ豊かで質の高い生活を実感できる。さらには地球規模の問題解決に先導的に取り組むといったこういう

一つの国の姿に対して必要な大きな科学技術イノベーションの柱を考えてまいりました。

3つ柱を立ててございまして、一つが未来の産業創造・社会変革に向けた取組。ここではデジタル化の進展等で新たな大変革時代を迎えているという中で、新たなパラダイムシフトに対応するためのものづくり革新ですとかシステム統合といったキーワードが出されております。あるいは未知への挑戦による非連続なイノベーションの創出といったキーワードもございまして。もう一つの柱が、直面する経済社会的な課題ということ。それから3つ目の柱が基盤的な力の育成・強化ということでございます。

この3つの柱に対して、下に書いておりますような幾つかの施策をシステムとして有機的に連携、実施していこうというのが基本コンセプトということで、現在基本計画専門調査会のほうで議論されてございます。

ページをめくっていただきまして、続く2枚のスライドは先ほど2つ目の柱としてご紹介した経済社会的課題の解決に向けた研究開発に関する論点を詳しく説明してございますが、時間の関係もございましてここでの説明はかなりはしょらせていただきます。現状の案としては、地域経済の再生を図る持続的成長の実現ですとか、エネルギー・環境問題への対応、健康長寿社会の実現、安全、快適で利便性が高い社会の構築といったところを中心に、スライド4にありますように幾つかの技術分野が例示されてきているという状況でございまして。

続くスライド5は先ほどのスライド2と同じものでございます。

最後のスライド6には例示的に幾つかのバリューチェーンのシステム化といったものを図示してございますが、こういう中に私どものこのナノテク・材料ワーキングで議論してきたこれまでのさまざまな取り組むべき分野ですとか、ナノテク・材料分野の果たす役割といったものを埋め込んでいきたいというふうを考えてございまして、本日残る時間少々ございまして、こういう全体の大きな枠組みの中でナノテク・材料分野の重要性をどのようにハイライトしていったらいいのかというような観点でご意見いただければと思っております。

事務局からは以上でございまして。

○小長井座長 ありがとうございます。

これは大変重要な議題でありまして、今第5期の科学技術基本計画の全体の俯瞰イメージをご説明いただいたわけですが、ナノテクは基盤技術となるものということもありまして、だんだんこういう図からナノテクという言葉が消えていってしまっているわけですが、本当にそれでよいかどうかということも含めて、何かいいアイデアがあれば今ご意見いただきたいと。大体10分ちょっと時間ありますので、ごらんいただいてご意見いただければなと思っております。

個人的にはナノテクノロジーというのは1974年くらいから言葉としてはあったということですが、今かなりナノテク自体も進化しているので、何かもうちょっとキーワードとして進化したナノテクのような何かうまくキャッチコピーはないかなと最近考えているんですけども、どうも頭が悪くて、本当にそういうのはCRDSで考えてくれるとなおうれしいんですけども。何かキラッと光る用語がそろそろ必要なのではないかなという感じがしておりますが。

どうぞ、自由にディスカッションしていただければと思いますが、いかがでしょうか。一村さんあたりいかがですか、急に指してすみません。

○一村構成員 ではご指名ですので。前回今後取り組むべき課題の中にアメリカのNNIの評価レポートを通してグランドチャレンジの課題という話をさせていただきました。今全体が最後の6ページにありますように、バリューチェーンをある程度意識したシステム化ということなのですけれども、今度それと先ほどのようなグランドチャレンジを関係づけるとすれば、ここにあるようなバリューチェーンのキーワードの一つを取り上げて、それに対してナノテクノロジーとしてはどういうアプローチができるのかとか、そのサブの課題になるかもしれませんけれども、そういう議論をする場が必要なのではないかというような気がします。

○小長井座長 例えば今のその6ページの図でいくと、この場ではパワエレの関係で議論させていただいていますから、それはどこに入るのかな、やはりスマートグリッドのところに入っちゃうんですかね、そうじゃないですね、電子機器のところでしょうかね。

○一村構成員 アメリカのグランドチャレンジはもっとスケールが大きくて、海水の淡水化ですとか温室効果ガスとか。

○小長井座長 一村さんがおっしゃったのは水のことですよね。

○一村構成員 それに近いキーワードとなるものを少し探しながらになるかと思います。

○小長井座長 というか、一村さんは前から水のことをおっしゃられていたので、そういうのがこの中に入っていると思うのですけれども、この中にはそれは入ってないですね。

○事務局（守屋） すみません、最後のスライド6はまだ我々仮の資料でございまして、ここに入っているキーワードそのものを、入っているとかないとかというのは余りここで議論していただく必要はなくて、これは我々が考えるバリューチェーンというのがなかなかイメージがわきにくいので、それをイメージ的に示しただけですので、余りこのワーディング自体には拘束されないで議論いただければと思います。

○小長井座長 ただ、将来こういうところに図が書き込めるのであれば、やはり水というのは

全世界的な問題になる可能性が非常に強いので、何かそんなのも入れられたらいいですね。

ほかに。どうぞ。

○橋本議員 意見ではなくて皆さんにぜひ考えていただきたいと思うのは、今小長井先生が言われたように、ナノテクの位置づけです。これは5期の基本計画ですけれども、これにあわせて毎年策定している科学技術イノベーション総合戦略というのがあって、そこにはナノテクとそれからICTが重要な共通基盤技術として極めて明確に書かれているのですね。それで、今はまだ議論中ですけれども、そういう意味においてICTというのは今ものすごく注目されていますので、これはもう事実ど真ん中にくるような技術としてクローズアップされつつあります。ですので、この2ページ目をごらんいただくと、真ん中の「未来の産業創造、社会変革に向けた取組」という中で明らかにそれが読めるようなものになっているわけですね。

それで、共通基盤技術というようなイメージでは、この枠で言うところの右下の「基盤的な力の育成・強化」のところ、まだこれは余り我々議論してないけれども、多分ここに入るのではないかと思います。この中の基礎体力（人材、基礎研究力）の強化とイノベーションシステムの構築でしょうか、どこに入るのかよくわからないんですけれども。これ、だから逆に言うと、いいキーワードがないとナノテクは消える可能性があるということです。横串を刺した基盤技術として。

先ほど申し上げた、科学技術基本計画と別に毎年つくられる総合戦略では、今のところICTとナノテクの2つは共通基盤技術として特出しされています。第5期の基本計画については今そういう議論を進めているところですが、これで見たらわかりますように、やはり情報技術というのはものすごくクローズアップされてきていますので、それがバンとくると思います。

ナノテクをどのように位置づけるかというのはかなり知恵を絞らないとこの中からは消えるかあるいは非常に小さくなる可能性があるということです。私自身もそれを意識しながら議論に参画しているんですけれども、ぜひ意見をいろいろいただくのがいいんじゃないかなと思います。

○久間議員 よろしいですか。第1期から第3期までは技術ベースで、第4期で課題解決に変わったのですが、どちらがいいかという極端な議論に陥りがちです。それではだめで、両方必要です。つまり、ニーズ志向の研究開発と、技術志向の研究開発の両方が必要です。従って、第1期～第3期の計画と、第4期の計画を融合させるのが第5期であると私は考えます。

ただし、経済成長や産業競争力を考えると、課題解決を前面に押し出しながらも、コア技術



や共通技術をどういう形でまとめるかの議論が重要です。個々の技術が3つの柱の中でバラバラにならないようにするにはどうするかを、我々の中で議論しています。

第4期のように、共通基盤技術を別の柱として立てると、共通基盤技術であるICTやナノがエネルギーや社会インフラにうまく結合しなかったのも事実です。ですから、橋本先生がおっしゃったように、共通基盤技術を基盤的な力の育成・強化の中に入れるか、あるいは上の未来の産業構造と左側の経済社会的な課題の中に埋め込んで、技術をまとめておく仕組みにするのか、これから議論すべきことですが、何かご意見があったらお願いします。

○橋本議員 だからナノテクが重要だと言ってるだけではなかなか通じないのです。情報技術はそれだけで重要だとわかるんです。ナノテクもみんな重要だと思ってるけれども、でも重要だというのは今までもずっと言ってきましたから、それと同じような位置づけにしかありません。今までのようにただ重要だと言うだけでは、情報技術と同じような位置づけにはならないと思うんですね。なので、ぜひそこはちょっと知恵を絞る必要があると思います。

○小長井座長 いかがでしょうか、今の点について。どうぞ。

○塚本構成員 厳密に申し上げますと、ナノテクノロジー・材料となっていると思うんですが、もともと日本の産業、例えば液晶は大変残念な結果になっているんですが、あの液晶の世界でも材料のほうはいまだにタックフィルム筆頭に日本のシェアが圧倒的に高いですね・そういう意味で日本のこれからデジタルソサイエティだ何だといういろいろな広がりがある中でも、材料とか、その材料をより極めるためにはナノテクというのが手段としてあって。だから、ナノテクというのはある意味目的ではなくて手段なのですが。よりマイクロにもものを見て、より科学的にきちっとしたことをつくろうと。そういう位置づけでこの絵でいけば基礎体力の中に多分ナノテクや材料というのが日本のインフラとして入っているんだと思います。そこをうまく表現しなきゃいかんのですが、いい言葉があればいいんですけども。

うっかり材料の世界を捨てると日本はほかの産業までおかしくなると思いますから。それは経済産業省がまとめたブルーマップみたいなものにもよく如実にあらわれていますから、それは何らかの形でぜひ入れておきたいと思っています。

○久間議員 もちろん入れることは入れますが、どういう形で入れるかです。ナノテクという言葉そのまま使うか、それとも材料のほうがいいのか。私は後者がいいと思いますが。

○橋本議員 ぜひ西村室長の意見聞いてください。

○小長井座長 ではご指名ですから。

○西村室長 本当に今の議論は重要だと思っております、我々としてもまずデジタル社会と

いってもデジタル製品を分解していくと部品なり素材なり材料になってくるわけです。今お話ありましたとおり、材料の分野では日本は強い良いものを持っています。だからこの部分をしっかりと育てていく、知財を守っていく、そこから発展させて川下のほうについても力を出していくという視点は極めて重要だと我々としても思っています。

○小長井座長 桑野さん、どうぞ。

○桑野構成員 今のお話は安心したのですが、この最後のページの6ページはバリューチェーンのシステム化という意味では合っているのかもわかりませんが、日本の産業構造全体を考えるとこうじゃないんでないのではと思います。私の目から見ると、三角形があって、日本の場合は産業構造が三角形で、アメリカとか韓国とか違って非常にすそ野の広い素材産業から、それをもちた部品産業があり例えば。素材で言うと今出ましたけれども、鉄板から超鋼板から炭素素材、セラミック材料などがありそして部品産業では村田製作所など高性能部品を作る製造産業があり、さらにこの部品を使ったモジュール産業あります。さらに、その部品を使ったセット産業があって、それからシステム化のところここに書いてあるようなITの社会が出てきていると思います。

我々としてはITのところに対してより前進させなければならないというのはそのとおりですが、日本の持っている固有の産業競争力からいくと、その素材とそれから部品というところを見損なっては全然それはおかしな評価になっているのではないかと思います。そういう材料、部品をやはりしっかり見つめてそれを生かした方向でないと、ここに書いてある6ページのような話になると関心事ではあるんだけど、日本の特徴の半分を忘れているという感じになるのではないかというのが私の意見です。

○久間議員 今おっしゃったのは、5ページの図で言うと左下です。エネルギー産業や社会インフラ産業などの既存の産業や強い産業をより強くしようというのが左下のイメージです。

そして、日本に欠けているのはICTをベースにしたデジタル革命を使ったシステム産業なので、特に重要なので一つ柱をつくっています。

○波多野構成員 材料、特に機能性材料は、センサーや高機能デバイスも含まれると思いますし、ニーズドリブンの観点からもコアであると思います。このど真ん中にやはりものづくりの革新とシステム統合の間に、スマートマテリアルというようなキーワードを入れて、材料、機能性材料、そして構造材料、そして機能性デバイスをイメージするものはいれば、と思います。それでは無理がありますでしょうか。ニーズドリブンとシーズドリブンの両方からのアプローチで、ものづくりの革新とスマートマテリアルとシステムの統。そういうのを入っていた

できればなと思います。

○小長井座長 スマートマテリアルという言葉を入れるとみんなスマート同士で6ページの中も。でもちょっと違うかもしれない、観点が。何かこれはもともと6ページの図というのはスマート技術ということ念頭に置いて各分野整理しているだけなので、やはりちょっと我々が考えているナノ・材料とはベースが違うんですね。ナノ・材料を中心に書こうと思ったら、これ全く書き直しちゃったほうがいいと思うんですよ。まったく違うパターンを。これはやはりスマートが目立つように何でもかんでもみんなスマートになってますから。

○久間議員 先ほど言いましたように、トップダウンやニーズドリブンのアプローチと、ボトムアップやシーズドリブンのアプローチがあるわけです。日本が弱いのはニーズドリブンです。しかし、最近では、グローバルでこのニーズドリブンに強い産業、利益が流れているので、日本もそこを強化しなければいけないということです。

今までの日本の強い産業をより強くすることは大前提です。

○馬場構成員 基本計画は久間先生が言われたように、分野ごと、それから課題解決、今度は統合というようにいろいろ揺れていると思います。恐らく他の国だって同じようなことを繰り返していると思うのですが、私としては縦と横の関係として、両方とも大事だと思います。ナノテクという言葉はどうするかというのは本質的な問題ではないかもしれませんが、日本の産業のコア技術や差別化技術のもとを作っていくというのは、やはりナノテクとか材料とかの技術なので、そういった表現はどこかに入れておきたいと思います。

基盤的なところかもしれません。ただ、ナノテクも単に個別の技術をやっているわけではなく、個別のナノテク技術を融合したり、あるいは他の技術と統合しながら新たな価値を作っていくというところに向かっていると思います。だから、そういったところをもう少し表現して、未来の産業創造という中にもそういった言葉を入れていくのが良いかもしれません。

○小長井座長 ですからね、多分馬場さん考えるのお上手だからそういうキーワードをやはり考えてもらいたいですよ。いわゆるキャッチコピーと言いますかね。私考えても今まであるようなものしか思いつかなくて、例えばやはりナノ技術は進化しているわけですから、そういうことを含めてそれがわかるように、ナノプラスとかナノプラスプラスとか、ナノ何とかとか。

○橋本議員 今の議論を聞いていて重要なのは、皆さん言ったようにやはり今の日本の強いものを基礎にして、それで新しく戦っていくんだと、こういう視点ですよね。だから、デジタル社会についても何でも強いものがベースにあって初めていくんだと。これはよくそういう議論があるので、そこをやはりど真ん中にいくようにしたほうがいいですね。これは明確に出てき

ます。

それで、そのときに我が国は材料が強いというのは間違いなくそうなんですけれども、ナノテクも強いと言っていいのでしょうか。

○馬場構成員 ナノテクをどういうふうに定義するかにもよりますね。

○橋本議員 ですから、何でも強いと言っちゃうと説得力がないので、材料が強くて、その中でナノテクというのを材料の中に入れるとか、その辺は少し工夫されたほうが良いのではないかと思います。

○馬場構成員 何でもかんでもというわけではないですね。

○橋本議員 何でもかんでもということになってしまいますと、かえって弱くなると思いますので。

○久間議員 ナノテクという言葉は使わないほうがいいかもしれません。例えば、シリコンカーバイドと酸化膜の界面の現象までナノテクとっていて、それも確かにナノテクですが、何でもかんでもナノテクといわず、デバイスとか材料とかの言葉で議論すべきだと思います。

○橋本議員 中西さんからも何か意見があれば、ぜひ。

○中西審議官 ご指名いただきありがとうございます。私のほうで今第5期の基本計画の作業をやっておりますが、この資料はちょっとミスリードなところもあるので補足いたします。これは重要課題専門調査会のICTの流れの中でシステム化という視点から各課題ごとに考えられるアイデアを出してもらったものを全体としてシステムというキーワードで統合したときにこういう図になると考えたもので、確かにこれは第5期の基本計画の一部になります。

例えば未来産業創造・社会変革に向けた取組の中には、その大前提として、日本の強みをしっかり伸ばすという考えがあり、最新の図にはこの下に我が国が強い技術を書き込むことになっております。従いまして、皆さんの議論を踏まえた上で、うまくまとめていければ良いと考えております。もちろん第5期計画の策定作業の中でもう少し議論は詰めていかなくちやいけないと思っておりますけれども、きょうの議論は十分参考にさせていただければと思っております。ありがとうございます。

○小長井座長 ありがとうございます。

時間も大体定刻を過ぎているのですが、まだぜひ発言したいという方おられましたら手を上げていただいて発言していただければと思いますが。特にございませんか。では、最後に。

○塚本構成員 同じように単に書き方の問題だと思うんですが、今の例えば5ページなんか見ても、イノベーションシステムと書かれているのですが、中身を見ればオープンイノベーションだとか大学の変革だとか、先日橋本先生にも経団連で講演いただいたんですが。要は残念な

がら産と学の連携というのはまだまだ希薄なんですね。サイテーションで言えば、例えばマテリアルサイエンスで言えば日本は相変わらずトップレベルにあるわけですね。ところがだんだん材料そのものも負け始めている部分がある。そうするとやはりもう一回ひと昔前、雑誌がありましたけれども、知価革命みたいな、せっかく持ってる知をどうやって産業に生かすか。もう少しまいキャッチコピーかなんか使って、やろうとすることは中身はもう既に出そろっていると思うのですが、国全体がそっちに向けてせっかくの大学発あるいは国研の知をどうやって産業に生かすかというのは一つの運動論的にもやらないと。残念ながら研究費の0.7%程度しか産業から大学へは出てません。そうすると、国家の経費が心配なのは今後も変わらない中で、13兆円の産業の研究開発経費をどれだけ大学等に拠出するかと。これはもう経済団体としての仕事です。そういうのとうまく連携しないと、今書いてあることは事実なんです、少しインパクトがまだないのかなという気がします。

○橋本議員 久間議員ががんがん産業界に働きかけて。

○久間議員 私は産業界出身ですが、国が100%の資金を出して研究開発をするのはおかしいと思います。欧米ではマッチングファンドが当たり前です。当然のことながら、産業界はテーマに応じて割合は違いますが、マッチングファンドとして資金を出すべきです。産業界がそのテーマに乗らないと損だと思ふような魅力的な国家プロジェクトをつくるのが大切です。

また、参画が出遅れた企業は、最初から参画した企業の2倍資金を出してもらうなど仕組みを工夫すれば、産業界も早い段階から参画すべきかどうか真剣に見極めると思います。それを実現したいですそのためには、いい国家プロジェクトをつくらなくてはいけないし、そうすることで産官学連携もうまくいくし、人材の流動化も自然に始まると思います。

○塚本構成員 先日、日本のCTOと韓国のCTOが合流で議論する機会がありまして、2年ほど前なのですが。韓国の連中から言われたのは、日本は甘いと言われたんですね。なぜかと言ったら、国プロというのは使い得になっていると。韓国というのは出口がうまくいかなくて産業化できなかつたら半額戻さなきゃいかんのですってね、そういうルールだと。だから、真剣みが違うんだと随分文句言われた。そういうルールも含めて国プロのあり方、そういったところはやはりもう一回考える時期じゃないかという気がしますね。

○久間議員 そうですね。産業界は資金を出すけれども、パートナーとなる先生は産業界に選ばせてくれということです。

○橋本議員 当然ですね。

○久間議員 ばらまきではいけません。

○橋本議員 いい人じゃないと無理ですよ。意味のある人でないと。

○小長井座長 それでは、時間がまいりましたが、よろしいでしょうか。

最後は大変有益な議論ができたと思います。どうもありがとうございました。

皆様からいただいたご意見を踏まえて、重要課題専門調査会等への内容を整理したいと思います。

なお、重要課題専門調査会への報告内容については、案としてとりまとめた時点で構成員の皆様にその内容をご確認いただくようにいたしますので、引き続きご協力をお願いいたします。

それでは、本日の議事は以上となりますので、事務局より連絡事項などよろしく願いいたします。

○事務局（守屋） 本日は今年度という意味では最後となります。もちろん皆様の任期はもう少し先までございますので、これからまた各省の施策の検討ですとかヒアリング等でお世話になることもあろうかとは思いますが、ここで一たん会議としては区切りとなります。皆様には大変ご協力いただきまして、ありがとうございました。

今後、4月上旬の重要課題専門調査会への対応、その後に総合戦略の策定ですとか第5期基本計画の策定などが予定しております。本ワーキンググループで議論いただきました内容などを踏まえまして準備をしていきたいと考えておりますので、引き続き何かお気づきの点ですとか、追加のご意見等がありましたら後日でも構いませんので事務局までご連絡いただければと思っております。

また、関係各省の皆様におかれましては、本ワーキンググループのこれまでの議論の内容などを踏まえまして、施策の検討、ご提案をしていただきたいと考えております。連携先、関係府省との調整等含め、よろしく願いしたいと思っております。

事務局からは以上です。

○小長井座長 ありがとうございました。

本日はこれにて閉会といたします。

どうもありがとうございました。

午後3時02分 閉会