

ナノテクノロジー・材料共通基盤技術検討懇談会

第2回

議事録

平成25年2月28日

内閣府 政策統括官（科学技術政策・イノベーション担当）  
共通基盤技術（ナノテクノロジー・材料）グループ

午後3時01分 開会

○事務局（守屋） それでは皆様、定刻になりましたので、これより第2回のナノテク・材料共通基盤技術検討懇談会を始めさせていただきます。

議事に入ります前にお手元の資料の確認をさせていただきます。メンバー一覧の下に資料1、ちょっと厚めの資料1として前回の議事録、資料2といたしまして「太陽光発電に関する検討」というものがございます。それから、傍聴の皆様には以上の資料の配布ですが、机上配布といたしまして皆様のお手元には先日協議会のメンバーの方と非公式会合という形で実施させていただいた意見交換会で出たご指摘事項の主なものを整理した資料を資料1、資料2とそれぞれ作成してお手元に置いてございます。

それから太陽光発電に関する参考資料として幾つか、文献等から拾ってきたものを集めたりしたものが資料3としてやはりお手元でございます。

それと後ほどの議論でリファーすると思います、このブルーの綴じ込みのファイルの中に前回JSTの永野様よりご発表いただいたバイオナノテクノロジーに関する資料を綴じ込ませていただいておりますので、これもご参考にしていただければと思います。

不足しているものがあればお知らせください。よろしいでしょうか。

それでは議長を塚本主査にお願いしております。よろしく願いいたします。

○塚本主査 こんにちは。それでは早速議題に入らせていただきます。まず第1点目、前回の議事録の確認です。毎度のとおり既にメール等でご確認いただいていると思います。特段ここでなければご承認いただいたということで進めさせていただきますが、よろしいでしょうか。

はい、ありがとうございます。それでは議事録の確認はこれで終了させていただきます。

早速今日の本題、2つありますが、1個目、ライフイノベーションに資するナノテクノロジー・材料技術の検討ということで、ほとんどの方、一部ご欠席の方おられたのですが、ライフイノベーションの関係で協議会との合同の意見交換会を先日やりました。その他さまざまな資料でいろいろな意見交換をしたのですが、まずその関係の資料、今協議会との意見交換でどういう意見が出たか。それに対してどういうコメントがまとめられているか、このあたりを事務局から説明いただいて議論を始めたいと思います。事務局から説明をよろしく願いいたします。

○事務局（守屋） それではお手元の机上配布資料の赤いほう、ライフ・医療関連の意見交換会での主なご指摘事項についてまとめさせていただいております。

当日、非公開を前提にさせていただいてプレゼンターのお二人の資料のキーワードなども

一部拾ってございます。市場環境というところで幾つかありましたコメントを簡単に見てまいります。四角で囲ってある中身につきましては片岡先生、それから亀井さん、それぞれの方の資料の中から一部抜き出したものでございます。

グローバルな規模で均質かつ高付加価値の医療が求められているですとか、あるいは医療機器の市場環境として高齢化に伴って全体として非常に急速に拡大してきている。一方でメーカーについては米欧のメーカーがほとんどのシェアを占めている。ほとんどという用語弊がありますか。主要な企業は米欧に押さえられている。

それから治癒率の向上、難病治療の実現に加えて社会保障費から医療費削減に寄与する、つまりコストを下げるための技術に対する期待が大きい。以上のような市場環境のご説明があったと思います。

一方で、この市場環境としては市場規模が小さいので企業にとって参入の魅力が小さい。あるいはナノテクのような新しい技術の医療への応用については安全性の確保、認可取得に長い期間が必要となる。そういう中でバイオ領域の技術はスピードが非常に重要になる。せっかく技術を積み上げていってもあるタイミングで競合他社が一つのパラダイムシフトをもたらすと、リードしていたはずがもう逆転してしまうというような指摘があったかと思います。

それに続きまして規制・制度・研究環境ということではいろいろな認可システムの必要性、戦略的な認可システムの必要性ですとか、既に知られている化合物に新しいナノテク技術を組み合わせたような場合にもきちんと特許として認められるような、新しいフェアな枠組みが必要ではないかというような指摘。

あるいは医療機器にも医薬品にとっての保険制度のようなトラブル時のリスクを軽減できるような仕組みがあるともっと開発に力を注ぐのではないかというような指摘があったと思います。

裏の上段ですが、事業化に向けた取り組みや仕組みというような分野に関しましては、さまざまな領域の研究者が一堂に会して包括的にプログラムを推進するようなことが必要ではないかという指摘。

それから先ほど市場環境で申し上げました市場自体が小ロットであるために、医療だけのために材料を開発するというにはなかなかならないということで、そういう他産業向けの材料を医療用にアレンジするためのインフラあるいはプラットフォームというようなものが必要になるのではないかというお話。

あるいはこの分野の開発においては研究成果をむしろスピニングアウトさせてベンチャー企業で

社会実装に誘導することが有効ではないか。その場合のベンチャー企業には研究者は研究者としての役割を果たしてもらいつつ、事業としてのヘッドは企業経営者等のビジネスの能力の高い方を当てるといことでプロジェクト全体が非常に進みやすくなる、そういうご指摘もあつたと記憶しております。

それから最後、今日これからここで若干意見交換をいただきたいと思っておりますポイントですが、技術開発のシーズに関する幾つかのポイントがあつたと思います。四角で囲っておりますのは片岡先生の研究分野のまさにそのもののお話でございまして、高度な分子集積技術に基づく超分子医薬（ナノデバイス）の創製といことで、片岡先生ご自身が新しい市場を今開拓しつつあるといことでご紹介させていただいたとおりでございます。

そのほか出席者の皆様からのご意見としては、競争力を持つ材料や部材の活用で医療機器の競争力が上げられるはずだ。あるいは高強度等の性質を持った材料、ナノ技術は医療用に十分活用可能だ。それから薬物とデリバリーシステムを一体で開発することによって新薬の上市を加速させることができる。それとハードウェアに情報を組み合わせて価値を創出する。すなわち医療機器からデータを得るといことで新しい価値を創出して、それが新しい製品なり市場をつくれるのではないかといお話がございました。

それから高齢化社会ではナノサイズのセラノスティックデバイスが必要といことです。そもそも病院に来られない方の体をいかにモニタリングして、それを治療していくかといことで、例としてインプラントブル・デバイスのお話が出されたと思ひます。

あるいは、それらの技術全般を支える基礎的な研究とい意味で生体との相互作用をしっかりと研究していくことが必要といようなお話だったかと思ひます。

ここで、机上のファイルに綴じてあります永野さんに前回ご説明いただいた資料をご覧いただければと思ひます。かなり大部の資料でご説明いただいたのですが、その中でも例えばスライドの2番目、1枚目の紙の下段ですけれども、バイオナノ全体を捉えた記述部の中に既にセラノスティックデバイスのお話ですとか、インプラントブル・デバイスあるいは生体システムの他分野への応用といことで自己組織化の情報デバイス等、ご指摘があつたような内容に近いところが含まれて全体を俯瞰されているとい印象を私自身持っております。

ご覧いただきかったのがスライドの番号で10番目、バイオテクノロジーの流れといことで2030年までの大きな開発の流れの中で、例えば新しい早期診断法の開発とい分野ではインプラント型診断治療デバイスといのがこのロードマップの中に既に記されています。あるいは安全で有効性の高い治療の実現といところでターゲティングDDS、あるいは診断治療融

合DDSといったあたりが紹介されています。

それからQOLの向上のところでボディエリアネットワーク、あるいはブレンマシンインターフェースといった外から体の情報を把握するような技術への期待も語られている。

スライドの番号13のところでJST様のほうが今後の重要領域、課題の例として取り上げていますが、まさに先ほど固有名詞で出ていましたセラノスティックデバイスによる革新的医療技術の創製、あるいはインプラント型疾患診断デバイス、あとは体内に、これは小さいデバイスを入れてボディエリアネットワーク等で把握するというような仕組みだと思いますが、スマートトランスダクションテクノロジースマートトランスダクションテクノロジーといったあたりが記載されているということでございます。

協議会、ワーキンググループのメンバーの皆様からご指摘いただいたものの幾つかがある意味既にJST様のいろいろな研究のロードマップ上にこうやって形として出てきていますので、もし可能であればJST様のほうからJST様の中で今私どものほうの意見で出てきたような技術について研究の段階がどの程度あるいはJST様としてどう捉えているかというあたり、コメントをいただければありがたいと思っています。

以上事務局からでございます。

○塚本主査 ありがとうございます。資料は結構盛りだくさんですが、どうまとめるか非常に苦慮するところです。

これからの議論は先日、今も守屋さんからご説明いただきましたがJSTの永野さんからバイオナノテクノロジーということで説明いただきました。これからの議論に永野さんもぜひ参加いただければと思いますので、よろしくをお願いします。

早速ですが、これからこのナノテクとバイオあるいは医療、ライフ、このあたりの連携をどうまとめていくか。非常に難しい議題ですが、お手元のポテンシャルマップを改めて見ていただくと、医療のところだけはまっすぐ上から下へズボッと抜けている。あまり横の広がりがないし、関連性がはっきりしていない。

一方、JSTさんのほうからの資料だとか、あるいは先日のライフ医療との合同のミーティングなんかでも出ましたように、どうやらこの世界はほかの領域以上にシステムとかいろいろな全体感を持たないと固有のナノテクノロジーだけにフォーカスしてもなかなか出口がないだろう。しからばどういうまとめ方をするのか。あるいは恐らく既につくったポテンシャルマップに先日JSTさんに発表いただいたようなやつをどんどん追加したところでさほどの意味はないのだろうと思いますから、皆さんの意見をいただきながらまとめ方をどうするか。どう

いう視点でこの領域を整理するかを議論いただければと思います。よろしくお願いたします。

私自身はこの世界、ほとんど土地勘がないのですが、一番ご専門に近い成戸さん、ご指名で申し訳ないですが、何か。

○成戸委員 私も医薬のほうは長かったのですが、医療機器のほうはあまり長くないので必ずしも専門とも言えないのですが、いくつか申し上げたいことはあるのですが、まず大枠として、ここで議論して、それからまとめるものがどういう形で出されて行くのかを事務局から少しご説明いただくとありがたいかなと思うのですが。従来わかっているようでわかっていないようなところがございますので。

○塚本主査 何かコメントを。難しい質問で、恐らく一番答えに困るところだと思うのですが。

○事務局（守屋） もともとのワーキンググループの建て付けから申しますと、ライフイノベーション協議会、それからグリーンイノベーション協議会あるいは復興再生協議会に対して課題解決に資する効果的な技術について提案をしていく。その技術の開発ロードマップ等の周辺情報を整理して報告を上げていくということが主なミッションとして書かれており、それによりこのワーキンググループは立ち上がってきております。私どものまとめ方の形はまだこういうひな型がありますというところは持ち合わせていないのですが、数々ある、この俯瞰図にあるようないろいろなナノテク、あるいは材料に関する技術領域の中で国が目指していくといたしますか、第4期科学技術基本計画に書かれているような将来あるべき社会の姿に向けて、今国として力を入れるべき技術領域がどういう領域かを示していけたらいいと思っています。そのために、ここのポテンシャルマップに書かれているようないろいろな技術の中で、今国が力を入れるべきはどの技術分野なのか、その技術をこれから例えば10年後に向けてきちんと社会実装をして成果を生むために必要な解決すべき技術的な課題にはどんなものがあって、その解決のためにはどういう主体が、それが研究所なのか大学なのか企業なのかわかりませんが、研究開発を行い、その主体に対して国がどういう支援をしていったらいいか、そういうことを整理してあげるのが我々の役目かと思っています。

あるいはこのポテンシャルマップ上、我々が捉えきれていないような新しい芽を出しつつあるような技術でももちろんかまわないと思っております、そういうものが課題に対して効果的だというものであれば、そういうものを我々のほうで一つの課題解決のシナリオとして示していくということになろうかと思えます。

やや抽象的で申し訳ございません。そのまとめ方のひな型というのは今グリーン関連で太陽光発電のほうで一つ今トライをしています、医療・ライフ関連であれと同じようなまとめ方

がそのまま適用できるのかというのはまだこの場で議論させていただいていないのでちょっとよくわからないところがございます。ですので、まとめ方そのもの、形式に関してはこの場ではまだペンディングとさせていただきたいと思います。以上です。

○成戸委員 ありがとうございます。ライフイノベーションの戦略協議会のほうでは、科学技術基本計画、一昨年の。ライフイノベーションのところで、例えば革新的な予防法の開発、新しい早期診断法の開発、安全で有効性の高い治療の実現、高齢者・障害者患者のQOLの向上という形を一つのターゲットとして。もう一つはライフイノベーション推進のためのシステム改革という規制とかの議論がございます。ライフイノベーションのほうは戦略協議会のほうは去年以来、そういう形の議論をして、去年のアクションプランという形で出させていただいて、アクションプランは、ちょっと読ませていただきますと「先制医療の推進による発症率の低下、癌、生活習慣病の合併症などの革新的な診断治療法の開発による治癒率の向上、身体臓器機能の代替補完、優れた医療技術の開発促進、介護・自立支援」ということで、先ほど申し上げた一昨年の科学技術基本計画の大体の項目が羅列されています。

一方で、ナノテクノロジーのほうの技術がどういう形で実現されるかということ、私もこの場で申し上げましたように、どちらかというとい医療よりは医療機器のほうに、あるいは診断というところに近いところになって、これは永野さんがまとめられた先ほどの13ページでしたか、11ページのJSTがこれから取り上げていくものというような形のものが出てきて、話の筋としてはナノテクノロジーが貢献できる部分というのは、まずは医療機器、デバイスのほうです。それから診断あるいはDDSということに当然絞られてきまして、そこの中で具体的にもう少しこういう材料とこういうターゲットを組み合わせ、大学も含めた、菊地先生も、私も少し申し上げました、あるシステムを大きくしてやったらどうかという提案が妥当かなと思っています。

最初に守屋さんにご質問したのは、それをどういう形でまとめたらいいいのかというのが、後ろで出てくる太陽電池みたいな形ですね。少し具体的な形としてこういう医療機器、あるいはこういう診断にこういう材料をつくれればいいということまでかなり具体的に進めるのかどうかというのが、私がちょっとわからないところです。個別のプロジェクトについてはいろいろな省庁から、また独立に動かされたプロジェクトの提案というのがありますね。ですから、このナノテクワーキンググループ+ライフイノベーション戦略協議会というのがある方向性を持って、先ほど申し上げたような分野に入るようにしてくださいというのか、そのところが少しわからないので質問させていただいた。やることについては絞ろうと思えば絞れるのではない

かというのが第一段としての意見です。

○塚本主査 ありがとうございます。今の成戸さんの説明を聞いていて、まとめる視点とすれば、今既にお手元のポテンシャルマップが、比較的一番デバイスからシステムに向かって、あるいは共通基盤的なキャラクタリゼーションとか計算科学とかずっと並んでいます。今のお話を聞くとキーワード的に申し上げると予防、診断、治療、この3つが当然あるわけですね。それぞれ今までの予防なり診断なり治療に対してナノテクを使った新しい世界が広がるだろう。それが本当にどこまでいくのか。あるいは技術論的にどういう可能性があるのか。その話が一つ。

一方、それをまとめるに当たってシステムとか機器とか産業的な見方でいったときのまとめ方が一つあるだろう。そう見てみると、今ポテンシャルマップに並んでいるのは、もちろん見てみるとそういう言葉が並んでいますが、カテゴリーがどちらかというところとデバイスとシステムとしかなくなっていませんからもう少し、例えば予防と診断と治療の3つに分けて少し議論する必要があるのかなという気がしました。今、成戸さんのご説明を聞きながらですね。

あとほかに何かご意見はございますか。

○武田委員 予防と診断と治療というのは、どちらかというところと横軸ですよ。そこを縦に割ってねというお話でよろしいですね。

○塚本主査 ほかにご意見はございますか。それともう一つ、先日、片岡先生のここまで進んでいるのかというのを改めて驚愕しながら聞かせていただきました。この間の説明ですとミセルが中心でしたね。デリバリーのキャリアそのものがミセル以外にデンドリマーだとか、ポラスナノシリコンだとかいろいろありそう。私も耳学問で中身をよくわかっていませんが。そうするともう少し手段系でナノ材料をきちんと特定して可能性と、あるいは技術のハードルをどのようにより周知すべきか。そんなあたりの整理も必要なのかなと思いながらこの間聞かせていただきました。そこらは逆にJSTさんなどは何らかの整理とか区分けはされていますか。

○JST（永野） JST永野でございます。材料という観点で整理ということをしているというよりは、例えば体内に入れる薬剤であればどういった研究要素が求められるかという観点で考え、自己組織化による材料技術といった軸を立てて分類するということがやったりしています。薬剤に関して、であったり、また別の体内に入れる生体適合材料に関してであるとか、そういった観点でまたテクノロジーを分類する。例えば人工骨用の材料であるとか、細胞シートのような生体物質ベースの材料を要素研究として考えるということなどもしています。



○塚本主査 ありがとうございます。ほかに何かこんなまとめ方、あるいはこんなシナリオの  
つくり方をすればいいのではないかというご意見ございますか。

○武田委員 最初の守屋さんのご説明にもかかわるのですが、このマップの、もし使えたら最  
高だというイメージというのは、これは例えば微小体内埋め込み型の診断のチップにたくさん  
かければいいのか。どこを重点的にやるかというお話になりますよね。でも、これは一つひと  
つ読めば、この埋め込み型のチップがあればいいなど。分子イメージングができればいい。全  
部あれば絶対いいですよ。それで重点化に資するためには何らかの重要さの尺度とか定量的  
な何かがそこにくっついていない限り、これを見て重要度を判断するマップにはならないので  
はないかと思っています。何らかの定量指標がこの中に入らないと実用としては目的に資する  
には十分なものができないのではないかということで、そこをみんなで工夫できないかなとい  
う思いでいるのですが。

○塚本主査 ありがとうございます。おっしゃるとおりです。どんどん表を大きくして広がっ  
ていくのは、それは恐らくいくらでも広がるだろうと思いますが、広がれば広がるだけどこを  
重点にするかという議論はどんどん希薄になりますから、どういう視点で重点をやるか。今日  
後段で、例えば太陽電池なんかですと足下には電力の問題とか、あるいは全く違う見方でいけ  
ば新産業だとかいろいろな切り口で重点は議論できますが、こと医療に関して、ライフに関し  
てどういう視点でどんどん広がりのあるやつを重点化するのか。全部やればそれに超したこと  
はないのだろうけれども、そういう視点でどういうまとめ方をすればいいのではないかとい  
うご意見があれば。

○武田委員 もっと言えば太陽電池が重要なのか、細胞シートが重要なのかという、そこに結  
局はいかないといけないわけですね、国としては。

○馬場委員 前回ライフとの意見交換会に出ていないのでわからないのですが、太陽電池と同  
じような整理をしようと思うと、その分野に通じた方にキーファクター（KPI）、何が一番根  
本にあって、どう上げようとしているのか出してもらおう。そこから、それに対する可能性を持  
った技術を挙げていく。そういった取り組みが必要かと思います。私自身がバイオ関係に詳し  
くないので、まだピンときていないところがあるのですが。果たしてコストなのか、それとも  
認可しやすいことなのか、そういったところはどうでしょうか。

○塚本主査 私は全くわかりませんが、協議会側のメンバーで。

○成戸委員 医薬、医療は、研究だとかいろいろな技術開発という意味では他分野と本質的に  
似ているところがありますが、医薬、医療で非常に特徴的なのは人体に使うということが1つ、

もう1つは薬事法に縛られるということですね。歴史上どういうものが産業的に発展して大きくなってきたかという、やはり人体のほうのニーズというかメディカルニーズのほうにうまく合ったものが発展した、拡大したということが言えます。そのことも別にほかの分野とは同じかもしれないのですが。今馬場さんがおっしゃった製造コストはあまり大きく関係しないようです。企業的な観点でいうとニーズのバリューというもののほうが大きいので、医薬も医療機器も大体においてコストはかなり安いことが多いですね。それは逆にいうと研究とか開発、あるいは薬事法に則っていろいろなことをやるためのコストが大きくて、ほかの分野でいう製造コストが問題になることは本来少ないようです。この頃話題のジェネリック医薬などの場合には少し違いますけれども。

そうするとやはりメディカルヘルスケアの分野を狙う場合には本当に必要なところに必要なものを早く出す。あるいは日本が今遅れているものをやるという観点が要ると思います。それは武田さんが言われたように、どういうところにターゲットして優先順位をつけるかという形の議論になるかだと思います。語弊はあるかもしれないのですが、例えば診断というのは非常に取り組みやすくやさしそうに見えるのですが、実はバリューという意味ではそれほど大きくない。とりあえず研究と製品を結びつけるためには診断がやりやすいということがあります。もし診断をやられている方がいたらすみません。だけど、その診断と治療を組み合わせる、菊地先生がおっしゃっているようなデバイスがあれば、もっとバリューが出るのではないかとか言えますね。あるいはDDSなんかで医薬品とのうまい組み合わせのアイデアがあると非常に大きくなった例がございます。

材料でいいますと途中のワーキンググループで1、2回申し上げたかもしれませんが、例えば人工軟骨、人工関節という分野は、日本企業は多分シェアでいうと国内市場の20%ないと思うのですが、分野としては非常に大きい。世界市場は2兆円ぐらいの産業になっています。そこにはいろいろな材料が使えるはずなのに、材料に強い筈の日本が遅れている。

遅れている理由は幾つかありまして、簡単に申し上げますとバイオメディカルエンジニアリングというか、生体と材料の関係を研究するアカデミアと臨床の両方があまり発達して来なかった。もう1つの理由は、プロダクトライアビリティ（PL）の問題が起きやすい分野との印象で日本の企業がシュリンクしてチャレンジして来なかった。もう1つの理由は日本で新しい医療機器や材料を開発しようという、いわゆる薬事規制上の問題で欧米の企業が欧米でやるよりは大変だった。多分その3つだと思います。

そういうことで障害がある。しかし私はそういう既存の分野であっても新しい材料でチャレ

ンジできるものにはチャレンジするというのが1つかなと思います。けど、そういうときに個別に何かのターゲットについてどこかの企業と特定の先生が組んでやればいいのかという、それだけではあまりうまくゆかない、もう少し大きい仕組みがいるのではないかというのを以前申し上げました。バイオメディカルエンジニアリングという、材料と生体の相互作用をきちんとやる学問が大規模に発達していないのでバックグラウンドが弱い。ですから国がプロジェクトを考える場合に個別にこの製品、あの製品という以前に、もう少し大きい規模のプロジェクトを組んでやるのがいいのかなとは思っているのです。人体に入れる材料という意味で言えば、ですね。

○塚本主査 ありがとうございます。今のお話ですと、ほかの半導体だとかソーラーセルだとか、ああいう世界と違って医療というのは個々の要素技術的な意味のナノテクを単独で議論してもさほど意味がなくて、恐らくそれはいろいろな形で組み合わせられたり、あるいはシステムになったり、予防と診断との抱き合わせで付加価値が上がったりとか、そういうことを考えないと多分だめだろうということです。そうするとナノテクが技術論側からどうまとめるかということになると、非常にまとめにくくなってしまいます。

○成戸委員 私はむしろ、こういう医療機器の材料というのはナノテクノロジーワーキンググループのほうから何かを出せると思うのです。先ほど申し上げたのはそこから先に、省庁の方も来ていらっしゃるんで、もう少し国がらみで大きな組み方をすればいいのですがということであって、その大きな議論をここでするという必要はないと思うのです。例えば、軽い材料を人体の関節に使いましょうとか、そういった形の1つの中核になるアイデアというのはこういう場で議論して提案すればいいと思います。ちょっと余分なこと、あるいは少し違う部分を申し上げたのです。

医療機器という産業分野を発展させて日本の産業として強くする場合には、大きな枠組みがあるということで、このワーキンググループではその中核になる技術的アイデアを出せばいいのかなと思っているんですが。

○塚本主査 そうすると今のご意見に従うとすれば、既にあるポテンシャルマップの中からももう少し、それこそ中核あるいはブレイクスルーに資するような新しいアイデアなりいろいろテクノロジーそのものをもう少しフォーカスしないと、今これは極めて茫洋と書いているだけですから、これだけでは食い足りないという感じですね。

○成戸委員 そうですね。そこが武田さんと似たところがあって、私も企業の間人ですからもう少し順位をつけるとか。大きなものはここですよ、大きいのを狙うか、あるいは大きさはわ

からないけれどもメディカルニーズの強いところを狙うかというのはあるかと思うのですが、バリューづけをしてフォーカスすれば、そんなにターゲットを広げたり議論を広げなくてもいいのかなという気はいたしますけれども。

○塚本主査 ありがとうございます。では、これはいったんつくったものとして、あとどう重点化するか。あるいはどういう視点でこれを広げていくか。広げ方はわりあい簡単だと思います。議論しだしたらどんどん、あれもある、これもあるというのは簡単に出てくると思いますが、一番大事なのは武田さんもおっしゃった、ではどうやって重点化するのか。どういう視点でこの技術論のものに優先順位をつけるか。ここが一番知恵の出どころということですね。

重点化に関して何かご意見はございますか。こういう見方でやったらどうなのかというような。

○室町委員 私は全くこの分野は素人で、ちゃんとしたことが言えるかとわからないのですが、今お話で、人工骨の市場規模が2兆円ある。非常にびっくりしたのです。そういうデータが私自身はほとんどわかっていないところがありまして。例えば歯科用のインプラントと人工関節と比べてどっちの市場規模が大きいのかとか。あるいは検査、例えば血液検査等々していますが、そういうものの市場規模が一体どれぐらいなのか。あるいは材料に関係したさまざまな生体用の材料というものがあると思うのですが、そういうものが実際どのぐらい使われているかというのは1つの目安になるのかなと思います。よく使われるものについてはやはりある程度そこに力を入れていくというのが普通の考え方かなと思いますが。

○塚本主査 ありがとうございます。1つの切り口は市場規模、当然ながら産業を育成するという意味で重要な視点だと思います。市場規模という切り口で、JSTはこういう資料は持っていないでしょうね。

○JST（永野） すべての市場に対応する詳細なものはなかなかないと思いますが、例えば疾患別であるとか、先ほどおっしゃった材料やデバイス別ということであれば、ある程度の情報は、CRDSのライフサイエンスのグループに幾つかはあるかもしれません。

○塚本主査 今は例えば生体材料とか何とか1つは具体例で話は進んでいますが、先ほど成戸さんおっしゃったような予防診断治療、それからシステムとか機器とか、そういう切り口のまとめもあります？予防という行為の中の市場規模はこれぐらいだとか、桁違わなければいいぐらいのレベルですが。

○JST（永野） 予防に関しては成戸さんもおっしゃいましたように捉え方が難しい。そもそも予防というのは日本ではもともと医療という扱いはされてきませんでした。医療の基本は

診断または治療であるという考え方でした。診断・治療に関しては人口当たりの疾患患者数や医療費の観点から重要度を考えるといったことは非常に議論があるところです。どの疾患に対応するテクノロジーを開発するのかといったときに、産業界が担う部分と公的なサポートで担う部分と、どのような役割分担、そして役割の連結を行うべきか、というところで議論が分かれるところだと思います。

例えばある大手製薬会社の方から伺った話では、むしろ国には自分たち製薬会社が手を出さないような、非常に患者数の少ない希少疾患に取り組んではどうとか、そのような意見もありました。このあたりは議論の上で一定の考えで決めていく必要があるのだろうと思います。

○塚本主査 ありがとうございます。今、とりあえず重点化の視点の切り口としては2つ目が出た。1つは市場規模ですね。1つが今永野さんからありました人口当たりの疾患とか、要は規模ですね。それは規模がでかいほうが重要なのか、小さいほうが逆に国としては重要なのかという議論もあると思いますが、ほかに何か重点化を議論するための切り口は何かありますか。

○齊藤委員 先日のライフイノベーションとの意見交換会に出て感じたことで、市場規模とかそういうのとは直接には関係ないのかもしれないけれども、ナノテク材料で提案すべきことの1つとして、DDSの中でもどう薬を運んでいくかというところに対していろいろな材料の技術みたいなものがありますね。実際に医療分野で使われているものもありますし、それはご紹介のあった、例えば自己組織化をうまく使ったようなデリバリーシステムみたいな話。そのほかに先日、阪大の先生からあったようなメソポーラスなものを活用するとか、そういった分野で何か提案ができるのではないかと感じました。

それからもう1つ重要なのは、このマップに、直接医療のところにかかっていないのですが、安全性の話がたくさん出てきたと思います。安全性の話の中で基準づくりというのは、それはまた別途ちゃんとやられるのだと思うのですが、なぜ安全性がナノテクで重要視されるかというと、体内に取り込まれやすい。それは逆に言うと先ほどのデリバリーシステムの中でうまく患部に薬を供給するという技術として使えると思いますが、もう1つ排出されにくいというのがあったと思います。それをナノテクの材料技術で改善していくとか、そういった具体的なテーマとして何か提案できるのではないかと感じました。

ターゲットを狭い領域のデバイスとかに限ってしまうと、先ほどの市場規模もそうですし、それに対する企業としての投資をする意欲とといいますか、あるいは投資対効果の利益にかかわるところの知財の話とかが出てくるので、重点テーマとして提案していくのがなかなか難しいのかなとも感じました。

○塚本主査 ありがとうございます。今のご指摘は、もともとこのポテンシャルマップにも申し訳程度に下のほうに安全性と生体適合というのが言葉として載っていますが、あまりまともに議論していません。

○文部科学省（馬場） 文部科学省の馬場と申します。本日、室長の永井が都合により欠席させていただいて、代理で出席させていただいております。今の齊藤委員のご発言ですが、私もやはり同意するところもあって、文部科学省としても大体1年半ぐらい前に松下委員も委員になっていただいているナノテクノロジー・材料科学技術委員会のほうで今後の研究開発方策について議論したことがございました。そのときに我々も同じようにグリーンイノベーション、ライフイノベーション、また震災からの復興再生という領域を設定した上で先ほどご発言があったとおりの予防法であったり、診断法であったり、治療の実現という観点の中でこういったものを今後重視すべきか、というところで議論させていただいたことがございます。

そのとき我々としてどういうふうに行ったかという、今齊藤委員がおっしゃったとおりでして、ナノテクノロジーであったり材料であったり、そういったものがどれだけ貢献……、いわゆる基本計画で求められているようなものに対してどれだけ貢献できる可能性があるのかどうかというものを基にピックアップをしていったという経緯がございます。その中では例えば先ほどから話があるようなドラッグデリバリーシステムとか、そういったものであればまさにナノテクの技術であったり材料の力であったり、そういったものを使えるということで幾つかピックアップしたということがございます。

あともう1点だけ。文部科学省関係でもう1つだけご紹介させていただきますと、先ほどから医療機器の話が出ていると思いますが、来年度文部科学省のほうで、これはもともとやっている事業ですけれども先端計測分析技術・機器開発事業というJSTがやっている事業がございます。これ自体は10年ぐらい前から田中先生がノーベル賞を取ってからやっている事業ですが、来年度は重点開発領域というものを設定させていただいて、ライフイノベーションに貢献するような機器の開発についても力を入れていこうというような動きがあったりします。文部科学省関連ということで参考にご報告と紹介をさせていただきました。

○塚本主査 ありがとうございます。大変ありがたい助け船が出ました。ということは先ほど馬場さんおっしゃった文科省が主導して議論された予防、診断、治療、あるいはそれに対する全体の安全性とか何とか、これは何らかのアウトプットが既にあるのですか。あればわざわざまたここでやる必要はさらさらなくて。

○文部科学省（馬場） あるんですが、この議論自体もCRDSの議論を基に、更に我々がノ

ザワ委員会で議論して作成したのですが、率直な感想から申し上げますと、やはりライフ関係の分野で言うと、今挙がっているものが例えばケミカルバイオロジーであったり、体内埋め込み型の機器であったり、そういった幾つかに限られておりまして、我々としても今議論していただいているような重視すべき項目とか、そういったことに関しては我々のほうで逆に結論が出せなかったというところですね。具体的なプロジェクトとしても正直こういったものに特化したものは今走ってはいないので、今後重視していかなくてはならないというような問題意識を逆に持っているという状況です。

○塚本主査 わかりました。ということは、すぐここで答えとして出せるような、きれいにまとまったものはないと。問題認識は持っているけれどもということですね。ありがとうございます。

○産総研（清水） 産総研の清水でございます。今までの議論を伺っていると、やはりライフ分野はまとめるににくいというのが率直な感想です。つくづく思い出したのは、たしか2007年だったと思いますが、科学技術政策研究所がナノテクの国際競争力比較というのをやっておられて、膨大なページ数の報告書を出しています。その中だったと思いますが、トップダウンとボトムアップ技術を比較したときに、トップダウンというのは半導体微細加工技術が一番典型的ですが、研究開発が連続的で収束的ですのでロードマップが明確に書ける訳です。ところがボトムアップ技術、これはどちらかという反対で、研究が散逸的であったり、確率的ですので、たまたまいい研究が生まれたりします。言い換えれば、明確なロードマップが書けないのです。このトップダウンとボトムアップを比べるとライフ分野は自己組織的な階層構造が基盤であり、分子集積技術などが一番典型的ですがボトムアップ技術なのです。これは2005年だったと思いますが、JSTが階層的自己組織化技術というテーマで俯瞰をされたワークショップを開催して報告書を出しています。実は、私は分子集積の研究者なのですが、有機ナノチューブの研究開発をやっていました。片岡先生は同世代で、若いときから同じ学会でよく存じ上げています。さらに、日本は分子集積の研究が非常に強いんです。1977年に九州大学、今は、多分、北九州産業学術推進機構の理事長をやっておられる国武豊喜が合成二分子膜と言って、細胞がつくっている膜と同じ構造を合成物質で作られました。まさに人工細胞と言われていますが、これをきっかけに我が国で分子集積の化学が非常に発展しました。片岡先生とか岡野先生は高分子学会の出身で化学屋さんです。高分子合成化学屋さんです。何がここまで研究を進展されたかという、やはりお医者さんと一緒にやられたことだと思います。お医者さんと全く同じ舞台上でやられたというのが成功の大きな原因だと思います。分子集積を用いているいろ

ドラッグデリバリーの研究がやられています、研究者は出口を求めますので、いろいろなin vitroの研究をします。しかし、なかなかin vivoに入っていけない。これではお医者さんが興味を全く持ってくれないんです。やろうとしてもやってくれない。じゃあ委託でそういう試験をやろうとすると、費用が膨大になります。

こういうライフ関連分野特有の化学から攻めたときのコストの高さ、研究費の高さとか、先ほどのボトムアップ技術と大きく関連しているのです。これは、この分子集積技術に限ってですけれども、ドラッグデリバリー技術が医療分野ですぐには利用されないのは、そういうのが非常にネックになっているのかなと思います。

ちょっと横に逸れましたが、まとめ方としては、ライフ分野としても今、塚本主査が触れられたように現在の技術俯瞰マップと同じぐらい1枚程度の大きさが必要かなという気がします。今縦1列程度の量ですけれども、やはり大きな情報が必要だと思います。それを考えるときに思い出すのは最初に奥村議員が大学の個別の研究課題をここにマッピングするのではない。非常に大きな固まりでマッピングすると言われたことです。実際には、ドラッグデリバリー技術にも薬学分野の研究、萌芽的な研究も含めて、いろいろな分子集積形態の研究が行われています。医工連携がないというのがネックだと思います。さてどうしたらいいのかというのが最初に述べた感想です。

○塚本主査 ありがとうございます。非常に貴重な意見だと思います。恐らくボトムアップ型でいろいろなものをつくるというのはケミカルの世界では相当動くと思いますが、実際それを医療に、あるいは治療に使うかといったら、その壁が最大であるいはコストも非常にかかる。逆に言うところこういうナノテクワーキンググループみたいなところでそういうところにフォーカスをして、これはぜひやるべきではないかとか言えば少しは進むというトリガーが引けますね。それは1つの重要な役割かだと思います。ありがとうございます。

○成戸委員 1つだけ申し上げます。ドラッグデリバリーシステムというのは片岡先生をはじめ、今おっしゃったようにいろいろな研究の集積がありますので、いわゆる基盤技術として幾つかの医薬品に応用できる目途がたち始めれば、そのあとは企業がやると思います。ですからその分野は日本はこれから強くなるかもしれません。ただ、もう既にかなりやっていますねということがあります。これからやるべきもので、もう少し具体的なものの1つはナノテク・材料を使いながら、あるいは生体にそのような材料を入れてナノデバイスとして診断や予防の研究開発をすることかなと思います。

予防というのは非常に大きな分野だと思います。永野さんは先ほどちょっと控えめに言われ



ましたけれども、医療の中で一番問題なのは医療費全体が膨らんでいることですが、予防というのはプラクティカルに言うと医療保険の外にあって、しかもそれを使えば医療費がトータルとして下がる。したがって喜んで使ってもらえる。そういうことはぜひやるべきだと思います。

それからもう1つはライフイノベーションのところでも出てきますけれども、先制医療というか、要するに医療保険の中には入るけれども、病気になりかけのときにいち早く検知して、早めの治療をするもの。それは必ず医療費を下げます。そういう類のものがナノテクノロジーによる診断もそうでしょうし、ナノ治療との組み合わせもできないかということですね。

それからもう1つは、先ほど申しましたように医療機器で、市場や目標がある程度見えているのだけれども、日本が全く弱いところに企業を含めて産学官絡みで何かできないのですかという、そういう類のことを2、3あるいは3、4つあればいいのかなと思っていますけれども。

○塚本主査 ありがとうございます。大分キーワードは出てきました。分け方とすればいろいろあると思いますが、いずれにしろ今清水さんがおっしゃったとおり、今の段階で医療のポテンシャルマップのところを見るといかにもチョロチョロと書いてあるだけということなんです。いったんは少し広げることも必要かな。その意味は今最後に成戸さんおっしゃったような、出口に向けて今フン詰まりになっているような技術がいっぱいありますから、それは少しテクノロジー論から見てもここまで来ているのなら、あとはどうするか。恐らく予防、診断、治療というカテゴリーの中で、世の中のトレンド、先進国は特にそうだと思うのですが、治療より予防へと。これは結果的にはよりトータルコスト、医療費コストを下げるということになると思います。そもそも酒も飲まない、たばこも吸わない、暴飲暴食しないということが一番だと思いますが、たばこを吸う私が言うのは極めて不謹慎ですが、そういう切り口で少し整理してみよう。市場規模とか人口当たり疾患とか、あるいは既に持っている世の中に技術論的に芽生えている材料がどこまで診断なり医療にアプライできるか。このあたりは少し議論する価値があるかと思います。今日いただいた視点あるいはキーワードを基にもう一度事務局と相談して、再まとめして、次回の検討につなげたいと思います。

今日はあとまだ太陽電池のほうがありますので……。どうぞ。

○松八重委員 医療技術そのものは全くの素人ですが、まとめる作業を考えたときに、恐らく市場規模の情報は大事だと思います。医療の場合、恐らく必要なのは素材そのものとかではなくて直すという、多分その行為だと思うので、癌ですとか糖尿病ですとか、歯槽膿漏ですとか、さまざま疾患別にマーケットがあると思います。それに対して、例えば癌を治療するということに対してどういう技術が必要なのか、どういう素材が必要なのかという繋がりがあると思

ます。この間、片岡先生がご紹介してくださったみたいなナノデバイスが必要なかもしれないし、あるいはその手前のところで診断そのものが必要なかもしれない。菊地先生がご指摘になられたように、実際に体に病気があっても来ない人を病院に連れてくるほうが難しいというものでしたけれども、もしも非常に簡単に安価に診断ができるのだったら、マーケットそのものが広がるかもしれない。

先ほど成戸様がおっしゃったように診断そのものはあまりバリューが高くないということだったかもしれませんが、価格弾力性を考えた場合に、価格が下がれば需要が増えて、マーケットそのものが広がる可能性もあります。そういった形で疾患別に求められる機能とっていいのかわかりませんが、治療に求められる機能と、治療を支える材料というか診断デバイスといますか、そういうふうにとまめていくと少し見渡しができるのかなと感じました。

それからもう1点ですが、先日、韓国で開催されましたNBIC2の会議に出させていただいたときに、発表者のお名前は忘れてしまったのですが、多分NSFのどなたかがアメリカの今後の医療マーケットの予測を紹介しておられました。人口の推移、年齢別の人口ピラミッドと、それから各年代別の疾病の確率みたいなものを恐らく考えて、アメリカの国民が今後どれだけの医療費を必要としているのかということ予測する図を示しておられました。そこから彼らがフィジブルに出せる予算というのが恐らくあると思いますが、それが一体どれほどなのかという推移を出して行って、そうするとターゲットとすべきマーケットがどれほどの大きさなのか。そして医療コストをどのぐらい下げなければいけないのかということが大体見えてくるのかなと感じました。ご参考になれば。

○塚本主査 ありがとうございます。今の話、要はトータルコストの問題だと思いますが、コストというかプライスかもしれませんが、要は治療、診断、予防、全てにわたって、当然払ってもいいやと思えないと払わないわけです。その辺は1つのターゲット、課題目標に設定し得る切り口だと思います。それをどうまた整理するかというのは非常に難しいのですが。

今、松八重先生がおっしゃったアメリカが何かそういうことをやっているという、何か参考資料はありますか。

○松八重委員 恐らくNBICに出ていたJSTの方が持っていらっしゃると思います。

○JST(永野) CRDSより報告書を間もなく発行しますので、そこから幾つかはご活用いただけると思います。

○塚本主査 ぜひ。間もなくというのは。

○馬場委員 今、まさに印刷に出しているところです。

○塚本主査 それほど間もなく。

○JST（永野） 重点化の考え方としてソフト面があると思っております、この分野は病院と大学、それから分野という意味の機械と生物とが、そして研究者と開発者とがまだまだ分断されているわけです。そこを連携して一緒にやればもっとスピードが速まる場所、それらの間にはまだ隘路がたくさんあります。むしろ各省庁や各セクターでは今できることを一生懸命にやっているのですから、こういった一段高い視点から異なるセクター間が協力して連携をするような施策をより重点化するという考え方が1つあるのではないかと思います。

○塚本主査 ありがとうございます。内閣府の腕の見せ所だと暗におっしゃっているようにも聞こえますが。

○事務局（守屋） 武田委員のほうからご発言のあった、何か定量化、指標が必要ですよというお話があった後、皆様からのいろいろなご意見を伺っていると、それが例えば市場規模ですね。値段を下げればパイも広がるという、トータルで言う市場規模の大小ですとか、あるいは治すという意味で例えば治癒率の向上ですとか、それから今後社会として日本が負担しなければいけない医療費の削減の効果とか、きっとそういうものが幾つか指標として考えられて、これは片岡先生もおっしゃっていましたが、いかに医療に関する社会負担を減らすかというのが技術の役目だとすると、そういう幾つかの指標でここにあるような技術の重点化のメソドロジーをつくっていくのかなというのを感じました。

○塚本主査 ありがとうございます。まだまだいろいろなご意見があると思います。すぐに結論が出るような議題でないので、次回に改めてまた今日の整理をした上で続けたいと思います。ありがとうございます。

それでは2点目の議題に入ります。グリーンイノベーション側の話です。特に今日は太陽電池にフォーカスして議論をさせていただきたいと思っております。事務局から、守屋さんからご説明をお願いします。

○事務局（守屋） それでは事務局で用意した資料に移る前に、ライフと同様に先日の意見交換会での主な指摘事項を簡単に拾っていきたいと思います。

ご存じのように阪大の原准教授からメゾ領域研究と阪大のほうで定義している領域の研究についてのプレゼンをメインとした会議をしました。将来のビジョンやシナリオと技術シーズをつなぐため、マッチングさせるための研究ということで、非常にその部分の研究なり具体的な取り組みの必要性を感じたというのが全体のご意見だったのではないかと思います。

スライド2枚目、表の下段にいけますと、例えば課題解決への最適解の選択というのは複数

の技術が存在して、その間のトレードオフやシナジー効果があるのでそういうものの把握が必要ですか、この中間のマッチングを考える人とシーズの研究者との対話というのが非常に重要だというようなお話があったかと思えます。

あるいは、その次のページにありますようにもともとは国家イニシアティブとして国のありたい姿を書いて、それと技術をマッチングさせるというような考え方が必要だけれども、これまでできていなかったというようなコメント、これはたしか協議会のメンバーの方からだったような気がします。

それから、先ほどの武田委員からのご意見と同じだと思えますが、重点化につきましては、その技術が生む付加価値などの定量化が必要。その定量化というのは、内閣府の中でやるだけではなくて外部の調査機関等を使ってやってみてもいいでしょう。いずれにしてもそういうアプローチが必要ではないかというようなお話でございました。

あるいは最後に書いてあります技術と出口が比較的1対1になっている。これは恐らく技術シーズから社会の課題解決までが比較的単線で結びつけやすい技術というご趣旨だと理解しましたが、そういうものについては比較的マッチングが容易というご意見。ここは技術の幅が非常に広がったり、1つの技術が多方面に出口を持つような場合にはかなり知恵が必要というご趣旨ではないかと思えます。以上が意見交換での主なご指摘事項でした。

続きまして事務局のほうで用意しました太陽光発電関連の資料を少しご紹介させていただいて、議論に入っていきたいと思えます。

○事務局（山崎） 資料2を使って太陽光発電に関する検討に関して事務局が用意した資料をご説明したいと思います。

まず資料2ですが、前回の懇談会で太陽光発電に関してどんな議論が出たかというのを1枚目にまとめさせていただきました。ポイントは3つあります。まず1つは太陽光発電を事例にして技術シーズから課題解決までのシナリオを立てて技術課題を整理していきましょうという話。2つ目は、開発フェーズの概念を取り入れて開発目標、市場規模等の要素を俯瞰して技術要素の最適な組み合わせを整理しましょうという点。それから3つ目は太陽光発電の整理を他の技術分野に適用するかどうか。その可能性については事務局調整ミーティングにて検討した上で決定しましょうというポイントがあったと思えます。

2枚目に今の3つのポイントに関して主な意見をまとめさせていただきました。まず課題解決に向けて効果が大きなものを優先するという考えを基本に整理すべきである。世界の関連技術もポートフォリオとして整理すべきである。更に海外市場への供給や、その目指す目標

も見ていく必要がある。事業としてどう差別化して生き残るかというロードマップは、企業がかなり考えているので、国は10年、20年後にどの技術のブレークスルーを実現するかに焦点を当てていくべきである。

それからこれまでの国の予算がどうついているか。我が国の技術が全体としてどこを目指しているかを知ることが重要である。それからナノテク材料は異分野交流な分野でシナジー効果が期待できるということ。コスト構造を整理して、ナノテクのインパクトが大きいところを探ることの必要性。それから別の視点として、グリーンやライフの協議会で気づいていないような新しい技術を提案するのもこのワーキンググループのミッションであるという意見も出ました。

前回のこういったポイントや意見を基に、主査の塚本さんともご相談させていただきまして、太陽光発電をこうやって整理できるのではないかとまとめたのが、この3枚目のスライドになります。これはあくまでも案なので、後ほどこれ以外のまとめ方についても含めて議論していただきたいと思っています。

まずこの表をつくった考え方です。太陽光発電を議論するときには、特にいろいろな問題意識があって、どのような視点で議論されているかということをもとに明確にした上で議論をして整理する必要があるということが、この表をつくった上での問題意識です。

そこで、まずこの図は左から右に向けて整理していくような構成になっていますが、整理の出発点として視点を2つに分けました。これは第4期科学技術基本計画からとった言葉ですが、1つはここにあるようなエネルギーの安定確保ですとか気候変動問題の対応のように、より社会的な視点でのものの見方があるだろうと思います。

それからもう1つは、我が国の持続的成長と書いてありますが、日本の産業として見た場合にこの太陽光発電をどういうふうに育てていくのが適切だろうかという視点です。ときとしてこの2つが、交じり合いながら議論されているのでなかなか整理できないということがありました。まずは、この2つを明確に分けた上で整理していきましょうというのが最初の問題意識です。その上で対象領域として前回幾つか議論があったみたいに、日本国内に太陽光発電を普及される場合。それから輸出産業として海外に展開する場合。それから、これは国内、海外とちょっと別の視点ですが、これまでになかったような新たな用途を開拓していくという視点と、こういう整理をまずしてみました。

その上でここに載せているのは、このそれぞれの領域に関して、現状どうなっているかを報告書や調査レポートから抜粋してきた現状認識の一例です。その上で、この各領域、用途につ

いて目標となるコストや効率はどのぐらいのものであるか。あるいはそこに最もクリティカルとなる要素は何であるかというところを見つつ、どういった技術課題に取り組んで、この課題なりクリティカルな要素をクリアしていくか。そういう流れで整理していったらどうかというのがこの表です。

一番上の部分だけ事務局でイメージをつかんでいただくために埋めました。中身に関してはまだ一例です。後ほどこの表の形態も含めて議論していただきたいと思っています。

次のページは、太陽電池の材料系ごとにどういった特徴があるかを事務局で、ここにあります参考資料を基にまとめさせていただいた図です。本来は太陽光発電というセルの材料だけでなく、いろいろな要素があるのは承知の上で、まずは材料系によってどういった特徴があって、どういった用途に使われるべきか、というところを見ていくのが入口としていいのではないかということで、まとめさせていただきました。後ほど必要に応じてここに戻って議論していただけたらいいと思います。

それから前回の宿題で、これまで国の研究開発投資、研究開発がどういったふうに使われてきたか。それをある程度累積で整理して、その上で今後どういった分野に重点化していくべきかというのを議論していくのがいいのではないかという宿題をいただいたと思っています。それを文科省、経産省にも協力いただいてまとめたのが資料2の最後についているA3の表になります。

スクリーンのほうには出ていないのですが、経産省さんから出ていた報告書をベースとして、新しいものに関しては経産省、文科省のほうから情報をいただいて付加したのがこの表になります。

A4のほうに戻っていただいて、5ページ目、スライドの5番です。このスライドの5番は先ほどご覧いただいたA3の表の各プロジェクトを時系列で、上のほうにどちらかというと実用化に近いことを目的としたプロジェクト。下のほうに基礎、基盤を目的としたプロジェクトを、横軸に時系列をとって並べていったものです。

元の出典は下のほうに書いてあるように、平成23年6月に三菱総研さんから出ました調査レポートの概要をベースにしてつくってあります。それに対して一部、右側のほうは今回経産省、文科省からいただいた情報を基に内閣府のほうで追記させていただきました。それぞれご協力ありがとうございました。

次のページが先ほどの情報をベースに、あくまでも概略ですが、各材料系を横軸を研究フェーズ、縦軸を実用化レベルというS字カーブの上に並べたものです。この丸の大きさはそれぞれ

れの材料系について、これまでどの程度累積で研究開発費用が投資されたかを目安として示してあります。だから、丸が大きいものほどこれまで多く研究開発費がかけられてきたという形になっています。

ここであらかじめ断っておきたいのは、この記載されている金額、あるいは目安としての丸の大きさというのはこれまでいただいた情報に関するプロジェクトを、それを対象としている太陽電池に割り算で均等に配分したという、かなり乱暴でざっくりとしたまとめ方になっています。ですから、その部分を承知した上で全体観、イメージとして見ていただくのがこの意図です。正確性や厳密性に関しては、全く保証できるものではないということだけは最初にお断りしておきます。数字などに関しては公開資料では削除させていただいたほうが適当だと思っています。

次のページです。これは先ほどの丸を別の観点で縦軸、横軸に2025年のモジュールの製造コストと、モジュールの変換効率にとって各材料系をプロットしたものです。丸の大きさは同じようにこれまでの研究開発費用の目安を示しています。目標が示されていない革新的太陽電池、フェーズの若いものですか、あと基盤的な技術に関しては欄外のほうに示させていただきました。資料2は以上です。

メインテーブルの方には机上の配布資料で前回配布した資料も含めて、ある程度今日の議論の参考になりそうな資料を綴じさせていただきましたので、必要に応じてこちらも参照しながらご議論いただけたらよいと思います。事務局で用意した資料は以上です。よろしくお願いいたします。

○塚本主査 ありがとうございます。とりあえず議論の前に、今ご説明いただいた資料にご質問、ご意見はありますか。

よろしいでしょうか。私から質問があります。5枚目、三菱総研さんがまとめられた、これ。これで出典を見ると各技術の産業社会へのインパクトに関する追跡調査。インパクトはもう評価されているのですか、この調査資料では。

○事務局（山崎） インパクトが評価されているか？

○塚本主査 これはどれだけの金を使ったかということでしょう。

○事務局（山崎） はい。

○塚本主査 その使った結果、産業に対してどれだけのインパクトがあるのかとか、あるいは……。

○事務局（山崎） すみません。今は中身までは覚えていません。

○塚本主査 覚えていない？

○事務局（山崎） いい加減な答えはしないでおきます。

○塚本主査 はい。インパクトに関する追跡調査をやっているのならある種の答えが出ているのではないか。これは無駄な投資だったとか。

○事務局（山崎） 今日のところは、分かりません。

○塚本主査 もし後日にでもわかれば、次回にでも。ほかに何かご意見、ご質問はございますか。今の資料に関して。よろしいですか。

それでは議論に入りたいと思います。まず最初の、提案いただいたまとめ方、枠組みです。これは私どものほうでもいろいろ苦慮しまして、事務局と相談して、こういう形にしたらどうかという1つの案です。先日来いろいろ議論させていただいていると、コストの問題とかあるいは性能の問題とかいろいろな話がありますが、実はコストとか性能の話も向け先、用途、これは国内、ドメスティックの話と海外の話だとか、切り口によって設定すべき、あるいはターゲットに全てコストとか目標、あるいは効率、それぞれ違うよねということで、そこを十把一絡げに議論しているとなかなか整理ができないということで、最も大元の社会インフラ的な電力、これは部門とすれば産業なり家庭部門なりいろいろ部門があります。一方で炭酸ガスの排出等の関係もあって意識できるだろう。

一方で輸出という見方をすると向け先によって全く違うシナリオが描けるので、これは1つの輸出産業として違う話があるだろう。極論すれば、一例で申し上げると東南アジアの電力のないような地域ですと変換効率が少々悪くてもとりあえず安く電灯が灯ればいいのではないというようなマーケットもある。もちろん先進国ではそんなものでは話にならない。それぞれあるのでこういうまとめ方をしてはどうか。

実はこの中にいろいろ入れ始めると、また複雑にいろいろ絡んでくるのですが、ほかにご参集いただいた委員の方々でこういう切り口のマトリックスにしたほうがもっと見えるのではないとか、あるいは見方としてこういう工夫が必要ではないかというご意見をいただければと思います。よろしくお願いします。

○馬場委員 まとめ方がわからなくなってきたのですが、今回の場合、太陽光について試みとしてまとめをやってみようということだと思います。最後に優先度と書いてある欄があります。例えば、その前のところの取り組むべき技術課題を見て優先度を決めるといっても、これはなかなか難しいような気がします。優先度というのはどこを判断基準にして決めるというふうに考えられているのでしょうか。



○事務局（山崎） 実はここでは曖昧なままに書いてありますが、2つ考え方があって思っています。1つはかなり上流のほうで、例えばエネルギーの安定確保とか気候変動問題の対応、あるいは我が国が成長する上でどこのマーケットを重視すべきだというレイヤーでの優先度と、もう1つは技術まで落ちてきたときに、技術課題を解決したときに上位の課題に対してどれだけ貢献できるか、インパクトがあるか。その二つの掛け算か、ここはナノテク材料ワーキンググループなので、後者に重みを置いてという考え方と2通りがあると現時点では考えています。

○馬場委員 そうすると、この表の中をみただけでは判断できそうにないことをおっしゃいましたね。どういうインパクトがあるかを何か定量的に示さないと、それをやる価値があるかどうか分からないわけで、もうちょっと違ったまとめ方にしなければいけないという気がします。

○塚本主査 恐らくこの優先度を決めるのは、実はさっきのライフでも一緒ですが、一番難しく、1つは市場の規模だとか、あるいは電力インフラということですから電力セキュリティだとか、国の国策としての優先度とか、いろいろ切り口はあると思います。それから今山崎さんがおっしゃったような、ある課題に対して技術論的にどれが一番優先すべきか。いわゆる課題解決の優先度みたいなこともあると思います。いずれにしろ恐らくそういう順列なり優先度を議論するためには、少なくとも先ほどのライフと一緒にそれぞれの市場規模、想定される市場規模、あるいは国として今ここまでLNGに頼って発電している。これはもう産業インフラどころか国の収支が成り立たない。いわゆる国際収支ですね、GDPを含めた。そういうあたりの優先度を定める格好、ここらはどちらかという議論というより政策論でしょうね。それは極論すれば我々技術屋が決めることでもないのだろうし、それこそ上で決めてもらえれば、それに応じていかようにもということではないかと思うのですが。

○馬場委員 政策的なことはやはり政府が決めればよいと思うのですが、技術的なところをもし基本にして優先度を決めようかと思うと、この技術のポテンシャルはどのぐらいまでいくのか、コスト的にどのぐらいまでいきそうか、その辺を明確にしてこないといけないと思います。

○塚本主査 それはおっしゃるとおりだと思います。少なくとも技術側から整理している我々ですから、ここで示された一番右に出てくるようなそれぞれのデバイスなりシステムなり、それが本当にどの辺まで技術論的にセオレティカルにどうかとか、あるいは現実に今どこまで来ているのか。あとそれをセオレティカルなところまで持っていくにはどれぐらいの努力がいるか。ブレークスルーまでの距離と言うべきか。その辺は何らかの整理が必要でしょうね。

○事務局（山崎） それは2025年の目標値ということで、ここにプロットされているので、あ

る程度これを見ると材料系によって製造コストを重視したようなものですとか、コストがちょっと高くてもモジュールの効率のほうを重視したものですとか、そういったものがある程度は見えてくるのかなと思います。

それに対してどれだけ技術でいけるかですとか、どれぐらいの投資が必要かという、そういう議論は必要になってくるのかなと考えています。

○塚本主査 これは私個人の意見ですが、こういう目標自体は極めて甘いという気がします。今足下でも、ついこの間まで大量に使う電力需要ですと、せいぜい9円とか10円とか。我々は水力を持っていて7円ぐらいです。それがあつという間に何十円になってきています。そうするとこの50円ぐらいを目標にしていると産業インフラの電力で、こんなもので競争力があるわけないので勝ち目がないですね。そうすると……。

○事務局（山崎） これはモジュールのほうの製造コストです。最終的には、発電コストに効いてきますね。

○塚本主査 恐らく今でいくと30年とか、更に先ぐらいに目標設定しているようなやつをここ10年ぐらいでやっつけないと、メガソーラーだ何だと言ったって、フィードインタリフではないけれども、国民の負担にそれは回るわけですね。それは本当に技術で解決していかないと日本中がしびれ始めますね。そういう意味では目標設定は技術論側から見てもどこまで可能性があつて、逆にしんどいけれどもこれぐらいにはこうしなければだめだなという議論が必要かと思えます。

ほかは何かご意見ございますか。

○齊藤委員 このとりまとめの表とか、今出ているスライドを見ていると太陽電池をつくっているメーカーが、じゃあうちは一切どこに投資をしようかというときの議論に使うような整理の仕方で、国としてナノテク材料を重点投資して、圧倒的に勝っていくのだというストーリーにつながっていないような感じがします。例えばコストの面、それから効率、性能、それから耐久性、それからまた別の見方として例えばリサイクルとか環境付加みたいな話とか、そんなのでどのぐらいの値が出れば圧倒的に勝てるのかという、そういう数値目標を明確にして、それに可能性がありそうな材料系は一切どれなのだろうかというところで、そこに着目して、そのブレークスルーをするような技術として何か提案できるのかどうかという議論をしないと何か国の政策を決めるような感じの整理に思えないのです。

○塚本主査 おっしゃるとおりです。これからもう少し、さっきの表、もともとの枠組みの表を見せてもらえますか。一番右のあたり、あるいは左、目標コストとか効率とか、このあたり

が今齊藤さんにおっしゃっていただいたようなことでしっかり書けないと、何となく……。企業の戦略を考えているわけではないですから。国としてどこへ一番重点化するかというのは見えてこないと思います。恐らくこれが縦方向にもっとどんどん資料が積み重なっていくのだらうと思うのですが。

ほかにご意見ございますか。

○室町委員 7ページのこれまでの研究開発の概況というものですが、本当はこの図の中に、これは縦軸が製造コストで横軸が効率ですので、この二次元の中にこの領域であればこの目的に使えるという、そういう何か領域を書いてほしいんです。例えば本当にエネルギーに使うための、先ほど50円ではとんでもない話だといいますが、本当にエネルギーとして使うためであれば、この領域の中に入っていなければいけないという領域が多分あるはずだと思います。

それから例えば離島でちょっとしたものに使うのであれば、もっと別な領域でいいとか、先ほど言った第三世界で使うのならこの辺でいいとか、何か用途に応じてこの二次元のマップの中でいろいろな状況がある。うんと極端なことを言うと例えばスマホを充電するのであればモジュール効率がものすごく高く、製造コストは低くてもいいとか、それは極端な話ですけども、そういうものがあって、それに対して現状のそれぞれのシリコン系色素増感系がどこにあって、そうするとその色素増感系はここまでやれば使えるところまでいくと。こういう用途には使えそうとか、そんな見取り図があれば、なかなか難しそうですが、そんな見取り図があればわかりやすいかなという気がします。

○塚本主査 ありがとうございます。今の室町さんのご指摘も、先ほどの齊藤さんのご指摘も、ある意味共通的なところだと思いますが、もう少し中身をきちんと掘り下げないとだめだということだと思います。

いずれにしても、今たまたまここに出ているこのグラフなどでいくと、これはあくまで1 kWhのパネルをつくるなら幾らになるかという絵ですから。あと発電効率と耐久性と。設備償却を割り掛けるという意味で耐久性と。その辺を入れて一体何が実現できそうか。それぞれ実現した発電のkWh/円がどういう用途なら十分に使えるのか。そんなあたりの整理をもう少しする必要があるということですね。

○事務局（山崎） これは参考資料のほうにつけた絵ですが、多分要素としては大きくはこういうイメージで、コストでいうと原料と製造と設置販売費用に運転保守費があって、それを発電量で割るのだと思うのです。日照量とか効率とか面積とか、あと耐用年数みたいなものがあるので、こういったものを、上手にマトリックスをつくった上で技術のシステムの中でどうや

っていくかという、まとめ方なのかなという感じまではあります。それを具体的にどうまとめるかというところはいろいろご議論いただいて、知恵をいただけたらと思います。

○塚本主査 ほかにご意見ございますか。

○武田委員 これはまとめの中でメインのアウトプットではなくて、多分例になりますよね。全ての候補の材料についてこれを全部やっていたらできっこないですから。くどいようですが定量的話に戻させていただくと、僕は自分なりにはアイデアを持っています。市場規模で言ってしまうとちょっと違うかなと思っていて。さっきちょっと出たんですが、貿易収支ですね。あれが国として大変な赤字なわけですから。あれが1兆円でも黒字になれば、それを全部うちらが仕組んだということで科学技術に投じてもらえればいいわけですね。それはみんなが納得できるゴールになって、それをいかに改善するかというのが1個の指標になったらどうかというのは常々思っています。

そうすると例えばさっきの例でいうと医薬も医療機器もベラボーな輸入をしているわけです。それがどれだけ減るかという話と、それから太陽電池を外に向かって売って、どれだけ稼ぐかという話と、それから太陽電池は多少高くても国内で使ってエネルギーの原油を買う金を減らせるというのもみんな同次元で1回は比較できるのかなという気がしております、それが定量が大事だという、言いつ放しではなくて僕の1つのアイデアです。

○塚本主査 ありがとうございます。1つの非常に有力な切り口です。

○新エネルギー・産業技術総合開発機構（吉木） 日本が他国と比べてどこが強いのか、といったところも重要かと思しますので、整理をする際には海外と（意味不明）のベンチマークを加えられることを考えられてはいかがかと思えます。

○塚本主査 ありがとうございます。ベンチマーキングというのは前回ももう出ていまして、もともと今日国内の投資、経産省、文科省の研究開発投資がどれぐらい使われているか。これに対して本当は海外が埋まるもつといいんですが、それは恐らく簡単ではないだろう。

それから次のステップでもともとポテンシャルマップをつくって、少し中身をきちんとイメージできて、あとやらなければならないのはロードマップとベンチマーキングです。海外ベンチマーキングです。これは太陽電池に限らず全ての領域において勝ち目のないところに投資してもしょうがないですから。という意味では海外ベンチマーキングというのは次回以降の重要な課題だと認識しています。ありがとうございます。

ほかにご意見はございますか。

○武田委員 もうちょっと続けさせていただくと、だからこの最終報告の1つのイメージと

というのは、例えばそういう手法を決めて、こういう部署がそれをきちんと横並びに、ここが審議するわけではなくて、何かそういうことをきちんと評価していくというのをこういうところが、第三者機関がこういうふうにやって、僕はさっきの貿易収支が本当かというやつは、協議会のほうがそれを評価するというのがいいのではないか。一方、こちらのワーキングのほうは何かというと、いくら貿易収支が改善するといっても、できなければ意味がないわけですから、その技術が本当にできるのかというファクターって相当大事ですよ。それはそれでどこかのこういう機関がきちんと評価して、それをこの委員会で例えば検証するなり同意するなりやるという、そんな話があるのかなと。

その上でもう1個ファクターがあって、さっきからシステムと出ていると思いますが、その固有の技術ができたところで、先ほどの貿易収支が改善しないわけで、そこにつながるためにやらなければいけないことは山ほどあるわけです。それを全部あげつらって、それで一体幾らかかるかというので最後判断しないと、その投資が正しいかどうかはわからないわけです。その3点セットみたいな、それは一例ですが、そのレイヤーの提言というのがよくて、それでそこにそれぞれのレイヤーで今やっていただいた太陽電池の例とか、別のところの例とか、そういうのが全部付随していて、これを回していきましょうよという提言が現実的かなと思っています。

○塚本主査 ありがとうございます。協議会と我々ワーキングとの関係も含めてということだと思います。一番簡単に言えば、例えばですよ、協議会なり政府なりが10年の間に10円/kWhの発電ができるソーラーセルを何とかしろということ、どこまで可能性があるかというのは一気に議論が進みますが、例えばですね。それは残念ながら今はないです。それに向けて我々側から少し何らかの提案をしながら、キャッチボールだと思うんですが、やりとりせざるを得ないということだろうと認識しています。武田さんのおっしゃるとおり、そのとおりだと思います。

ほかにご意見はございますか。

今出していただいたご意見だと国の方向性を考えるにはもう少し技術的にもきちんと見えるようにしなければいけないのではないかという話と、それからあと貿易収支とか、国が大きく検討できるような切り口。これは全体の電力インフラのコストとか、あるいは輸出、貿易的な視点もあるだろう。あるいは企業から見れば産業の大きさみたいなこともあるでしょうし、それはいろいろあると思います。いずれにしても今のところこういうまとめ方をまずやって、ここをもう少し補強しながら1つの方向性が見えるのではないかという仮説を立てているのです

が、ほかに全く違う、「いやいや、そんなことをやるぐらいなら、こういうまとめ方をしたらどうか」というご意見はございませんか。

○新エネルギー・産業技術総合開発機構（吉木） 今の議論では太陽光発電に限って話すということでしたが、まずはもうちょっと俯瞰的な話を一回した上で、その中のどこをやる、と言ったほうが提言には繋がるのかなという気がします。

○塚本主査 すみません、俯瞰的なイメージというのは。

○新エネルギー・産業技術総合開発機構（吉木） 発電であれば太陽光以外にもいろいろある訳です。まずは大きな戦略として、発電の中でもどの分野を強化していくべきなのかを議論したほうがいいのかという気がします。

○塚本主査 ありがとうございます。おっしゃるとおり太陽光とは限りません。風力、波力、それこそ今大変問題になっている原子力、場合によっては飛んだ話で核融合という話もあります。そういう全体の俯瞰という意味ですね。ありがとうございます。それは逆に経産省あたりで、それこそ極めてマクロの俯瞰ぐらいはされているのではないのでしょうか。

○経済産業省（北岡） それよりもちょっと違う視点でということでもいいですか。METI内において今、太陽電池のどれがいいかという視点で多分議論しております。むしろ今我々が議論しているのは、結構SiC（シリコンカーバイド）がいいのか、GaN（ガリウムナイトライド）がいいのか、シリコンがいいのかという議論よりも、本来はパワーエレクトロニクス産業には裾野が非常に広い分野であるが、実際には国のプロジェクトは特定の材料ごとに開発している。実際にはものすごくほかの産業への影響力があるという中で、それを国がなかなか理解していないのではないかとこのところを今結構視点で考えています。

とすると例えばこの太陽電池においても、太陽電池の開発となると太陽電池の人が出てくるのだけれども、多分企業はそれをもっと周辺の、例えば材料であったり、パッケージであったり、いろいろな周辺ソフトであったり、多分いろいろなことを考えていると思います。そこをまずわからないで、例えば有機太陽電池がよいのだという議論を進めるというのは問題ではないかと考えております。

そういう意味で例えばこの太陽電池もそれぞれどれが何パーセントかというのについては、当然理論限界値から計算すればいろいろわかると思うのですが、それよりもむしろそれができたとき、先ほど武田さんがおっしゃったように、国内で電池をつくらずに海外から買って来て、それをパッキングすることでどうなのかということも多分あるのだろう。これはこれで、内部でやりながら海外に展開するにはどうしたらいいとか、それを本当は国が考えなければいけ

ないが、そこまでのデータベースがないという現状が今問題であることを、今結構研究開発行政という意味で議論しているところです。

○塚本主査 ありがとうございます。ここでチョロッと1行で書いているだけです。システムとか安定化とか最適という言葉が踊っていますけれども、実はこれはよくわかっていないんですね。C I S、C I G S、シリコン系それぞれありますが、一長一短あるわけです。単なる変換効率の問題ではなくて。そういう意味では技術論的にももう少ししっかり整理しないと本当に何がいいのと。

○経済産業省（北岡） 実は私の前職において、C I Sの太陽電池に関する国プロがありました。Se（セレン）が入っているから、そんなものが売れるはずがないという考えもあって、国も判断できなくて、結局何となく、それはシリコンでいくべきだ、みたいな議論になり、会社として開発投資をやめた。

それは、でも本当にグローバルに見たら現実的にはアメリカはどんどん進めているわけであって、そこは、本当は国がグローバルな視野で考えるべきであり、効率だけでなく本当に先ほど言った砂漠でやるのだったら何々、例えば離島だったら何々というのと同じことで、そこを本当に議論するのは国ではないかと思っていて、効率がどうだとか、コストがどうだというのは最終的にはビジネスのところで相当変わってくるので、私は最近、それをこの場で議論してもほとんど正確性に欠けるのではないかと感じています。

○塚本主査 非常にそのとおりで私は思いますが、じゃあどうしたらいいのだろうと。

○経済産業省（北岡） その意味で今経済産業省でいろいろプロジェクトを実施するにあたり、総科等でもよく言われているのは、材料をやるのだったら材料だけではなくて、もう1個上のレイヤーの産業、いわゆる航空機産業とか、自動車業界なり、使う側の意見をどこまで抽出するかという話があり、それを私は協議会に求めているところがあります。むしろここというのはそういうものが下りてきたときに、実はナノテクはこんなことに対して協力できますよというのを逆に、奥村さんがもともとと言われていたように我々はそれを提供するものであります。

だから本当は太陽電池という視点で見たときにも、実は有機の参入するところもあれば、ソフト屋さんの参入するところもあり、いろいろな分野の人が実は太陽電池の開発に入れるのだというのを見せるのが、我々のやるべき仕事なのです。だから太陽電池の開発のもうすこし深いところの議論においては協議会でやってもらったほうがよくて、ここであまり議論してしまうと、いろいろな材料屋さんやナノテク関係に絡んでいる人たちがどのようなところに入ればいいのかというところについての議論にならないと私は感じております。

○塚本主査 ありがとうございます。ずっと続いている悩みでもあるのですが、おっしゃるとおり、我々の社内でもカドテルだとかセレンだとか、ある種の有毒元素、それは産業としてやるべきかどうかという議論をずっとやっています。おっしゃるとおり砂漠の真ん中の太陽電池、メガソーラーなんていうのは廃棄まで全部面倒見られますから飛散、分散の心配はありません。ところが家庭の屋根の上につくといつ壊されるかわからない。用途によってはずいぶん中身も違うのです。そういう意味ではこの技術論以上に政策論というか、産業の在り方というか、その辺はより上位のレイヤーで議論しないと答えは出ないですね。技術論でいくら議論しても永遠にセレンは有毒であるし、カドミウムはやはり有毒だ。風土病も起こる。そうするとやめておくかということになるのでね。

○経済産業省（北岡） 先ほど僕は医療のところで発言しなかったのですが、再生医療というのは皆さんもご存じのように、アメリカなどは戦争で指をなくした人はどのようにそれを再生するのか。ロボット技術も、戦争において、どのように人が死なないように敵陣に入るかというところがベースにあります。先ほど、成戸さんがおっしゃったように医療というのはユーザーが必要であり、いわゆるお医者さんが必要であったり、顧客が必要であるものをやらない限り、例えば工学と医学が医工連携にしろと言われてもお互い必要でなければ、表向きはできても本気で取り組むことは難しいと思います。ところが普通の技術であっても医者が必要な技術であれば、すぐに実用化に行ってしまうというのが現実です。今の議論していることは全部シーズからの発想です。あるシーズをどうやって医学に入ろうかという議論があまりにもされすぎていてのかな。そういった意味では、それも先ほど言ったようにユーザーというか、お医者さんが一体何を求めているのかとか、医学分野が本当に何を求めているのかという意見が多分ヒアリングされていない。我々技術者側からこういうのができたらいいよね、いいよねという思いばかりが出ているというのが現実ではないか。そういう意味では先ほど永野さんからお話があったように、企業は個社支援と、いわゆる自分たちがやっていることは、国は支援してもらわなくていいよという発言をよく聞きます。最近そういうところを実はしてほしいという意見も出てきています。特にだんだん弱ってきている業界はそういうところが必要であり、気づいていないうちに弱くなっているところもあります。今日本がシェアを取れている分野であったり、世界に勝てる分野はどういうところで、そこを更に強くして世界に出すにはどういう技術をするべきかという議論も本当はしなければいけないと思うのです。それが無いがゆえに何となく技術からの発想の議論にしかなくなっていると先ほど議論を聞いていて思いました。今経済界が弱まっているので、本当に企業が何を求めているかという視点でもう1回技術シーズを



探すという観点で国プロをつくっていくべきではないかという議論もあるが今の現状です。

○塚本主査 ありがとうございます。今の北岡さんのご意見はもっともだし、大いに賛同するところもありますが、とりあえずナノテクのチャートを埋めるということにどういう妥当性を求めるのか。一番簡単には協議会からさっさと目標なりを言ってくればすむのだけれどもということにまた戻ってしまうので、何らかのまとめをしながら、今、北岡さんの話にもありました産業の競争力とか貿易。それは先ほどいろいろな方からもありましたが貿易収支の視点とか、そういう視点でインパクトの大きいところを技術論的にも少し提示すれば何らかの議論が進むということを感じてやるしかないと思っております。

ほかに何かご意見はございますか。

○成戸委員 北岡さんのご発言に関連したことですが、まず一般論から言うと企業でも研究所などから出るテーマは「やることのできる研究、やれる研究」あるいは「やりたい研究」というのが多くて、上からというか別の事業的観点から見ると「やるべき研究」、「やらないといけない研究」をやらないといけない。先ほどの技術論から言っても、大学の先生方がいて、国の研究所があって、企業の研究所もそうですが、今までの延長上にこういう研究ができますね、そうするとこうなりますねということになり易いわけです。

ただ、そういう一般論を申し上げるだけでもしょうがないので、太陽電池の表で言いますと、例えば日本の中でやる太陽電池は例えば発電効率だけをターゲットとするのではなくて、こういうところに使えてこういうものであるべきとか。砂漠で使うのはこういうものだという、そういうクリテリアをきちんと書いて、どれがいいか悪いかは政策の問題としても、個々にいくつかのケース分けした上で、あるケースに対しては技術はこういうアプローチをしましょうというような形でまとめると、この表がまとまってくるのかなと思います。テレビというか、液晶でいうと今大きなテレビ用の液晶なんていうのは全然儲からないし、部材も儲からないのですが、例えばスマホ用の液晶部材というのはそれなりにきちんと事業になっているところが多いようです。太陽電池の中にもいろいろあるので、その特徴あるいは目標とするプロファイルをある程度書いて、その技術をこうすれば強みが出るというふうにしたらどうかと思います。

○塚本主査 ありがとうございます。それは当然やらなければいけないご指摘ですね。今ここに書いてある中東産油国向け、東南アジア向け。とりあえずこう書いてあるわけです。実はそこにもう少しディフィニションしないと。これは安くてもこうだとか、あるいはここは高性能がいるとか、これはスケールメリットがないとだめだとか、いろいろあると思うので、これは

もう少しきちんと整理整頓する必要があるという気がします。

○事務局（守屋） 今成戸委員からもご意見をいただきましたが、今日ご紹介したこの表は空欄ばかりで本当に申し訳ないですが、発想としてはまさにそういうところに基があります。協議会のレベルから例えば日本の太陽電池産業は輸出のためにやるのだというふうにはっきり明確な意思表示がされていれば、そこに集中して我々は検討しますが、現時点ではそういうものがないので、国内の電力需要を賄うものとしてどういう技術がメインになりそうか。その技術は実現可能か。

下のほうは仮に日本が輸出を目指して外貨を稼ぐためにこれを産業として見るのだということであれば、そこに書いてある地域別の、とりあえず今日は地域別に分けていますが、それぞれの地域に輸出するに当たって最も適切な技術はどのようなものであって、その技術は今日本でどのような立ち位置にあるのか。先ほどの吉木さんのご意見も入れて、例えばその技術は海外とのベンチマーキングで優位があるのかないのか。それから何年に目指す目標の効率が実現できるのかというものをその中に埋めていくつもりで書いたものでございます。ですので、その意味では今日の資料の出し方が中途半端だったことでいろいろなご議論をいただきましたが、そういうことができれば、例えばこれを題材に協議会レベルで議論した際に太陽電池で外貨を稼ごうと思ったけれども、やはりこれだったらやめておいて、むしろ国内需要のほうに重点を置いた支援をしておいて、むしろ外貨を稼ぐのはこれではなくて蓄電池でいこうとか、そういう大きな議論の材料にこれを使っただけならばというつもりでございます。私のほうからは以上です。

○塚本主査 ありがとうございます。もう時間が迫っています。まだご意見はいろいろあると思いますが、最終的に再確認させていただきたいのですが、こういう表、今日いただいたご意見も含めて、もう少しモディファイしながらとりあえず埋めていこう。

もう1つ気になっているのは、武田さんも指摘いただいています。これはあくまでもモデルケースというか、大きなマップの中の1つでしかありませんので、あと冒頭で事務局から説明がありましたが、1対1で出口が特定できているような、それは単なるリニアの技術論ですむと思いますから、その辺の取捨選択を事務局ミーティング的なところでやらせていただきたいと思っています。また個別にご相談あるいはご協力をお願いすることになるかと思いますが、よろしく申し上げます。

ほかに全体を通してご意見ございますか。

○成戸委員 1つだけよろしいですか、短く。今国内産業用と言われたのですが、研究技術

を日本が国絡みも含めてやるためにはグローバルというのが絶対前提だと思います。この技術はよそにコストで勝てそうにないから国内用というのはちょっと変な議論ですね。2つだけ例を挙げさせていただきますと、例えば国内のコストでだめでも日本が工場を持って中国でつくってもいいわけです。そのひとつの例がユニクロです。ユニクロは中国とかバングラデシュとかの工場で作って、その製品で世界に出ていく。国内ももちろんですが。

ところがテレビなんかはサムソンとか新興国の大きな企業が向こうの工場で作ったから負けているので、もしも例えばソニーとシャープがもっと早くに組んで、製造基地を台湾とか中国に10年前からつくってれば、もしかしたら勝てたかもしれない。話が逸れましたけれども、技術開発をするのにグローバル前提でないものというのはいないような気がします。

○塚本主査 そのとおりだと思います。当然そんなことは考えていないですよ、どなたも。中には非常に収益性の高いニッチというのはあるかもしれませんが、ここで議論しているのはそういうのは論外ですから、よろしくお願いします。ありがとうございます。

次回に向けて事務局からご連絡その他よろしく申し上げます。

○事務局（守屋） 今日も活発にご発言いただいてありがとうございました。議論を伺っていますと、技術の出口を論じていながらワーキンググループの議論出口を明確に描けていないためにワーキンググループとしてのアウトプットイメージが固めきれなかったということを改めて感じています。事務局として至らなかった部分を反省するとともに、引き続き議論を続ける場を持たせていただきたいと思います。

今のところの予定ですけれども、次回3月27日水曜日15時～17時。1214ですので、このビルの12階のほうで部屋をお取りしていますので、ご出席のほどよろしく申し上げます。

それから既にご承知と思いますけれども、昨日参議院のほうで総合科学技術会議の議員の人事が承認されました。これで定数がきちんと確保されて、近日中にご本人への発令等の公式な手続きがすすみますと、総合科学技術会議の本会議が開催できる状況になります。したがって皆様にとってはあまり影響のない話かもしれませんが、次回のこの会議からは今の懇談会という形ではなくて、以前のワーキンググループという呼び名で本来のミッションを果たす活動ができるということになります。

当然ながら各協議会も全て今の懇談会から協議会という名称に戻る予定になっています。ご承知おきいただければと思います。

以上がワーキンググループに関するお知らせということで、今日のこれからのことですが、事前に関係の皆様にはご案内してございます。このテーブルについているメンバーと、それぞ

れご出身の機関、会社、各省の皆様のご参加をいただき、懇親会を5時半から予定しておりますので、事前にご参加を伺っている方はもちろんですが、それ以外にももし今日飛び入りという方がいらっしゃいましたらお知らせください。

この後ちょっと時間を置いて私どものほうで係のご案内しますので、今日この場にいらっしゃる方は少々この場で帰り支度をした上でお待ちをいただければと思います。現地からご参加の方も何名かいらっしゃいますので、今日は恐らく25名程度の立食の懇親会になると思います。今日この場で言い足りなかったというか、マイルドに言い過ぎたのもっと厳しく言ってやろうというお話もぜひ伺いたいと思いますので、よろしくお願ひします。

以上でございます。ありがとうございました。

○塚本主査 では、またこの場で言い足りない分が相当あると思いますから、ぜひ参加いただければと思います。

それでは今日はこれで閉会いたします。ありがとうございました。

午後5時05分 閉会