

第6回

ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会

平成29年1月25日

午前10時00分 開会

事務局（千嶋） 皆さん、おはようございます。定刻となりましたので、第6回、今期としては第2回目のナノテクノロジー・材料基盤技術分科会を開催いたします。

内閣府の事務局の千嶋です。よろしくお願いいたします。

本日も、御多用のところ、お集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

本日の分科会も公開での開催となりますので、御了承ください。

早速ではございますが、本日御出席の皆様の御紹介ですけれども、議事次第を1枚めくっていただきまして2枚目、A4縦紙に本分科会の構成員名簿がございます。このうち国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター上級フェローの佐藤様には、前回外部有識者として御出席いただいておりますが、今回から分科会の構成員として御参画いただいております。よろしくお願いいたします。

それから、本日御欠席なのが、電力中央研究所の浅野構成員、東京大学の香川構成員、大阪大学の北岡構成員でありまして、本日、11名の構成員中8名の御出席ということで、過半数を超えまして、本分科会の議事成立要件を満たしていることを御報告いたします。

それから、SIPからは、次世代パワエレの大森PDに御出席いただいております。また、総合科学技術・イノベーション会議議員から久間議員と小谷議員に御出席いただいております。

関係省庁からは、文部科学省から研究振興局ナノテクノロジー・物質・材料担当参事官の岡村直子様、経済産業省製造産業局素材産業課革新素材室室長の井上悟志様、同じく製造産業局製造産業技術戦略室製造産業専門官の原圭史郎様に御出席いただいております。

また、文部科学省科学技術・学術政策研究所、NISTEPの赤池伸一様と、科学技術振興機構研究開発センター、JST-CRDSの永野智己様には、本日、御講演をいただく予定になっております。

それでは、この後は塚本座長に進行をよろしくお願いいたします。

塚本座長 おはようございます。早速議事に入る前に、一言だけ。今回のナノテク・材料分科会は二つの狙いというか思いがあります。一つは、現実に今日、須藤さん初め出席いただいているのですが、ナノテクノロジーというのは、ややもするとプロダクトアウト的に技術の方だけを考えがちなので、できるだけ実現したいシステムとかありたい姿の方からさかのぼって考えるというふうには是非していきたいと思っています。

それから二つ目に、こういう会議、あるいは戦略をつくるに当たって、既存の組織機能をいかにインボルブしていくかということが重要だと思っているのですが、そういう意味で、JS

TのCRDSと、それからNEDOのTSCに参加いただいております。それから、今日講演いただきますNISTEPにも参加いただいている。そういう意味では、今日、TSCの北岡先生はお休みなのですが、前回と続けて欠席されていまして、北岡先生がどうこうという意味じゃないのですが、組織としては、やっぱり是非続けて参加いただけるような采配を振ってほしいなと思っております。

冒頭、御挨拶を含め私からは以上です。

早速議事に入ります。

議事の前に、資料の確認を事務局からお願いします。

事務局 資料の確認をさせていただきます。

クリップどめをお外しいたしまして、資料一覧は議事次第の下に記載されております。資料1といたしまして「ナノテクノロジー・材料基盤技術の取り組むべき課題」、資料2-1といたしまして「第10回科学技術予測調査のハイライト」、資料2-2といたしまして「ナノテクノロジー・材料基盤技術 世界の研究トレンドと日本の課題」、資料3といたしまして「統合型材料開発システムの取り組むべき課題について論点整理」です。

参考資料は机上配布のみとなっておりますが、参考資料1-1「ナノテクノロジー・材料基盤技術ポテンシャルマップ」17年1月25日暫定版。参考資料1-2といたしまして、ポテンシャルマップの2025年以降版です。それから、参考資料と1-3といたしまして、こちらポテンシャルマップの予算配分版でございます。それから、参考資料2といたしまして、第10回科学技術予測調査のデータ分析」、更に参考資料3-1から3-3は、前回同様にピンク色の冊子に、第10回科学技術予測調査から「全体概要報告」、「国際的視点からのシナリオプランニング」、「第10回科学技術予測調査にみる人工知能・情報技術が切り拓く未来」が綴じてございます。

更に、議事次第裏面を御覧いただきまして、こちらは机上資料といたしまして青色のキングファイルに綴じてございますが、第5期科学技術基本計画、総合戦略2016等、資料1から11の各資料が綴じられております。

以上になります。過不足等ございましたら、事務局までお知らせください。

塚本座長 ありがとうございます。資料、よろしいでしょうか。

それでは、早速一つ目の議題に入らせていただきます。

議題の(1)は、ナノテクノロジー・材料基盤技術の取り組むべき課題についてということです。事務局から資料の説明をお願いします。

事務局（千嶋） こちらの資料1を御覧ください。

表紙をめくっていただきまして1ページ目、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の進め方ですけれども、黄色の背景のところでお示ししております。本日の狙いとしましては、予測した将来社会の姿を共有化させていただいて、その上で、特に基本計画でうたっているSociety 5.0の実現に不可欠な科学技術等を議論し、今後、国として取り組むべき課題を明確化することです。

まず議題（1）として、ナノテク・材料基盤技術領域について議論をいたします。最初にNISTEP赤池様より、第10回科学技術予測調査に基づいてナノテク・材料分野を中心とした将来の科学技術と社会実装の展望について御講演いただき、続いてCRDSの永野様からは、ナノテク・材料基盤技術分野の最新の技術動向について御説明いただきます。この御講演いただいた内容等を踏まえまして、また事務局で参考資料として用意させていただいた技術ポテンシャルマップを活用しながら、ナノテク・材料基盤分野のあるべき姿と現状などについて議論を進め、今後取り組むべき領域の明確化を行いたいと考えております。

また、右側の議題（2）としましては、次回、2月22日に予定しております議題の統合型材料開発システムの取り組むべき課題に関する検討項目と論点につきまして議論をさせていただければと思います。

事務局からは以上です。

塚本座長 ありがとうございます。

それでは、早速ですが、NISTEPの赤池さんから講演をお願いしたいと思います。15分程度でよろしくをお願いします。

NISTEP（赤池） 科学技術・学術政策研究所の赤池でございます。座って説明させていただきます。

私は、内閣府の基本政策の参事官も併任させていただいていまして、そちらの方でもお世話になっております。今日は科学技術予測、第10回のハイライトを御説明させていただきます。

資料2-1を御覧いただければと思います。

ページをめくっていただきまして、2ページでございます。

実は、NISTEPの科学技術予測というのは非常に長い歴史を持っておりまして、1971年からおよそ5年ごとに調査をしておりまして、昨年まとめました科学技術予測調査が10回目ということになります。科学技術予測調査は大体5年ごとというのは、科学技術政策大綱や基本計画にあわせて、それにインプットする基礎資料として使っていただくということ

一つの目標として、そんな形でやってまいりまして、大体1年半から2年ぐらいかけて一つの調査をするような形になっております。

当初はデルファイ予測といいまして、科学技術の将来が、実現時期とか、それから社会実装時期を予測するという非常に技術指向が強いものでしたけれども、先程座長から御指摘のとおり、やはり社会の文脈の中でどういうふうに技術を捉えていくかということが大事になっておりまして、2000年頃からの調査からは、社会ビジョンを捉えること、それから、もともとやっていたデルファイと組み合わせてシナリオをつくるというスタイルでまとめ上げていく方向性になっております。

第10回につきましても、2ページにございますとおり、三つのパートで分かれております。パート1が将来社会ビジョンに関する検討としまして、多様な参加者によるワークショップで、まず社会のビジョンをつくっておきます。これは、様々なデータベースなんかも少し使いまして、ワークショップで議論をしながら、社会課題のイシューツリーをつくっていくような作業を丁寧にしていくような形になっていきます。このような作業を踏まえて、パート2の将来科学技術の抽出と評価。これは伝統的な科学技術予測調査ですけれども、こちらにつきましては、8分野250名から成る委員の先生方の御協力をいただきまして、4,300名の専門家に対する、基本的にはアンケート調査をやって、技術の実現時期、重要性等を調査するという形で、それを委員会ですとまとめるという作業をやり、そしてパート3で、このパート1、パート2の情報をもとにシナリオを組み上げるという形で、またここでもワークショップ等をやりまして、いろいろな専門家の意見をくみ上げていくという形のステップで組んでいくというやり方になっております。

早速中身に入らせていただきますけれども、今回は特にパート2、パート3を中心に説明をしたいと思っております。3ページでございます。3ページは、先程8分野と申しましたけれども、8分野で932件のトピックスを設定しております。その中で1から8までの中で、今回特に一番最も関係が深いと思われるマテリアル・デバイス・プロセスという委員会がございまして、こちらの委員会での議論を中心に御紹介させていただきます。

私どもの調査結果につきましては、こんな電話帳みたいなものがあるのですが、それももちろん紙でもございますし、ウェブサイト上にも入っています。あと、一部抜粋したものがこちらの方にございますので、もしも細部について御関心があれば、また御参照いただければと思いますが、まず今日はざっと説明をさせていただきます。3ページということで、そういう形で設定をしています。

もう1ページめくっていただきまして、こちらの委員会は、東京大学の小関先生を座長として、こちらのようなメンバーで御検討いただいておりますということでございます。

そして、ちょっと早速5ページの方へ行きますと、マテリアル・デバイス・プロセス分野につきましては92トピックスを設定しております、ちょっとこれは委員会の先生方と御相談しながら、コア、ツール、応用、それから細目として新しい物質・材料・機能の創成以下、このような体系をつくっております、そこにトピックというものがぶら下がる。トピックというのはそれぞれの技術課題ごとのものでございます。この主なキーワードにつきましては、本当にこの先生方と御相談してピックアップしているものですが、こういう形になっております。これはむしろ先生の方がいろいろ御承知だと思います。

そういうような形でやまして、これをアンケート調査しまして、そこには実現可能時期、それから様々なエテツケ、特に今回、重要度と国際競争力についてのクロスについて分析したものが6ページになります。6ページにつきましては、横軸に重要度、縦軸に国際競争力をとりまして、まずマテリアル・デバイス・プロセス自身のポジションというものは左側でありまして、こちらにつきましては、重要度、それから国際競争力につきましてもかなり高い方に入ってくるものだというふうに認識しております。

こちらの右側の方は、更にこのマテリアル・デバイス・プロセスの中の細項目をマッピングしたものでございますけれども、重要度が高く、相対的に国際競争力が持てるモデリング・シミュレーション分野で、国際重要度と国際競争力がいずれも高い応用デバイス・システム、その辺りが非常に強いのではないかなというのが、私どものアンケートとしては専門家の先生方の回答でございましたということでもあります。これにつきましては4点方式で専門家にアンケートをしておりますということになっております。

次のページをめくっていただきまして、更に細かく、7ページでございます。御覧いただければと思いますが、更に重要度、国際競争力、双方とも高いトピックスとしましては、先程申し上げた応用デバイス・システムでインフラというところが非常に強いですが、二次電池、燃料電池、炭素系構造材料、鋼製建築構造材、空気電池、集積回路、メモリ、太陽電池と、こういった分野が強くなっております。環境エネルギー応用関係としての電池関連、それからインフラ応用としての建築材料、ICT・ナノテクとしてはLSIやメモリ関連の基盤技術が非常に強いということになっております。

次のページをおめくりいただきますが、こちらは、ちょっと重要度は高いけれども国際競争力が低いということでありまして、これは全てモデリング・シミュレーションという関連の

分野でございます。例えば1でございますと、構造を与えてその機能・物性を予測するのではなく、求める機能・物性を有する構造自体を予測可能なシミュレーション技術ということで、全般にシミュレーション関係は、重要度は高いけれども、国際競争力が低いという回答を得ているところでございます。

こういった非常に細かい科学技術に関する情報を、先程の社会ビジョンのイシューツリーの中で組み上げる作業をしまして、それで作ってきたのが、今度はシナリオになります。シナリオのお話は9ページ以降でさせていただきます。

9ページにつきましては、シナリオを幾つかのテーマに分けて議論をしております。9ページにありますとおり、テーマとしてはものづくり、サービス、健康、地域、レジリエントな社会インフラ、エネルギーというシナリオの中で組み上げていく形にしまして、今回特にものづくりを例としてまず説明をさせていただきます。

それから、これは10ページになりますけれども、これはちょっと違う切り口ということで、世界における日本の位置づけという立場から縦横の関係になるシナリオも分析しておりまして、これは飽くまでも参考ですけれども、リーダーシップとか国際協調とか自律性というような切り口でのシナリオもつくっておりますということです。

それで、11ページになりますけれども、シナリオの例えばものづくり・サービス・ICTの分野ですと、首都大学東京の下村先生を座長としまして、このようなメンバーでシナリオについて御議論をいただきました。

それで、12ページですけれども、その中には、シナリオに当たっては経済、人口、地域と、こういった環境条件の中で先程の技術をどういうふうに当てはめていくかという議論をしまして、まとめたのが13ページ以下になっております。

13ページにつきましては、さっき縦横と申しましたけれども、リーダーシップ、国際協調、自律とものづくりというクロスで書いております。例えば国際協調・協働のシナリオとしては、「エネルギーの有効利用と、環境にやさしい国際社会の構築にものづくりが貢献する社会」というシナリオをつくりまして、その中では低環境負荷のモビリティ以下のこういうシナリオをつくっています。これは、もともとの文章は数ページにわたるシナリオなのですが、非常に簡潔にまとめているのがこういったものになりますということです。

更に、これは少し絵などもつくっております、例えば14ページですと、左側に技術的要素を書いていますけれども、例えばこういった技術が中央の方にあって、国際協調にどういったパスで貢献していくかというシナリオをつくっております。ですので、やっぱりここでの先生

方に共通した議論としては、従来型ではない基礎研究の推進や産学連携推進の実効的な仕組みを構築すべきであろうという御意見が強かったところでございます。

そういうことで、ちょっと先に行きますけれども、15ページの方は、これは今までのものづくりのシナリオの中で、パート2のデルファイ調査の中で実現時期というものも聞いていますので、これは実現時期ごとのマッピングということで絵と一緒に示しているものでして、電池関係のものが上の方にありますけれども、あと集積回路材料、それから、下の方には様々な建築材料や人工光合成、材料関係の貢献について整理をしているところでございます。

そういうことで、大変急ぎ足になりましたけれども、ちょっと時間になりましたのでまとめさせていただきますと、16ページでございます。特に分野別科学技術予測調査からのインブリケーションとしては、マテリアル分野は他の分野と比較して重要度が高く、国際競争力が高い。分野内では、応用システム・デバイスが特に重要度が高く、国際競争力が高い。モデリング・シミュレーションは、重要度が高いが、国際競争力は低いということでございます。

また、パート3の国際的視点からのシナリオプランニングということといたしましては、マテリアルを基幹とする「ものづくり」で国際社会でリーダーシップをとるためには、ICT、サービスとの融合が必要である。それからまた、日本独自のマテリアル・製造のインフォマティクスの融合ということが重要になってくるということでございます。また、課題先進国として日本が自律性を確保するためには、デジタルファブリケーションとかAI、ロボット、軽量素材・デバイスなどの研究開発を推進することが重要というお話のシナリオとなっております。

あと、特にここの事務局からお聞きしたところ、環境関係への適用ということも非常に御関心があるということでしたので、17ページ、18ページに環境関係のシナリオも参考として添付しております。

ちょっと長くなりましたが、説明は以上でございます。

塚本座長 ありがとうございます。

ただいまの御説明に対して、御意見、あるいは御質問があればよろしくお願いします。

小谷議員 ここはナノテクなので、ちょっとそれより上の話なのですが、3ページにもあるように8分野に分けてありますが、横断的な技術というのをこの中にどうやって取り入れていくかというのは非常に大切かと思えます。私自身、8分野と聞かれると、いつもどこに入れていいかわからないのですが、AIとかビッグデータ、データサイエンスとか数学とか、どこかに押し込めるよりは、横断的に研究された方が技術の高いものができるようなものについて、どのように取り入れていらっしゃるでしょうか。

N I S T E P（赤池） これはなかなか難しいものでございまして、分類をすると、必ず横のものが出てきてしまうところがあるのですが、これはもともと科学技術の重点8分野に即した分類になっていますけれども、ただ、やはり新しい技術の発展にということで分野の見直しなんかもしております、例えば、環境・資源・エネルギーって、もともと分野は別だったんですけれども、一緒に議論した方がいいであろうとか、あと、ICT分野なんかも、最初はかなり細分化して議論していましたけれども、ものづくり関係の先生方と一緒にやった方がいいであろうということで、少しフレキシブルに合同の委員会をつくったりしながらやっているところがございます。

ただ、これは飽くまでも技術オリエンテッドな話ですので、やっぱり分類ということが出てきてしまいます。ですので、我々のちょっと工夫としましては、パート3のシナリオのところでは横断的な議論をなるべく取り込もうということでやっておりまして、そういうところではやはり分野を横断した基盤的な技術が非常に大切であろうとか、あとは将来の基礎となる基礎研究が大事であろうという、先程みたいな議論というのは非常に出てきているところでありますし、AI、それから人工知能とか、それからIoTみたいな議論もほとんど全ての委員会で出てきておりますので、そういうところはシナリオの中でもできるだけ大きく強く拾うということでやっています。

小谷議員 私が申し上げたいのは、それぞれの中に押し込めて議論するのではなく、横断的にやった方が技術的にも高いものが取り入れられるように思います。例えば今、8分野がある中で、一つ横断的何とか委員会みたいなものがあれば、それをカバーできるので、この縦軸、横軸みたいなことでいっばいつくるのではなくて、一つつくればカバーできる。

N I S T E P（赤池） なるほど、分かりました。次回の科学技術予測の設計に当たって参考にさせていただきたいと思います。ありがとうございます。

馬場（寿）構成員 どうもありがとうございます。先程の小谷先生の質問とも関係するのですが、ナノテク・材料はいろいろな分野に関わってきます。今日御紹介いただいたのはナノテクと、環境・エネルギー、社会インフラ、ICTだったのですが、健康医療や、バイオ関係も、ナノテク・材料と密接に関係していると思います。これらについての分析は何かされているのでしょうか。

N I S T E P（赤池） はい。私どもは、ちょうど9ページになりますけれども、健康・医療情報、脳とところところとありまして、こちらは一つの健康・医療とか横に対して、ライフサイエンスだけでなく様々な技術がどう貢献していくかというような分析もしています。

もちろん分野としてのライフ分野という意味では、先程3ページにありましたとおり農林水産・食品・バイオとか、2番の健康・医療・生命科学という科学技術の分野としての追求はそちらでしていますし、ユーザーといいますが、ニーズとしての分析というのはシナリオの方でやるということで縦横になって、そこは対一ではなくて、むしろクロスして議論が行われるようにという工夫をしております。これも同じような絵にまとめたりはしているのですけれども、今日は膨大な量になりますので、ちょっとここは今回は割愛させていただいています。

馬場(寿)構成員 関心があったのは、世界的な強みです。優位性をどのように分析されているのか知りたいと思いましたが、特にナノテクの視点では調べられていないということですね。

N I S T E P (赤池) そうですね。すみません。ここではちょっと今分からないので、ちょっとお願いします。蒲生さん、何かありますか。ライフという視点でナノテク……。

傍聴者 今回、マテリアルの中に大きな分野としてバイオマテリアルとか、その辺があるということは認識しておりまして、今回はそういった課題は2番目の健康・医療・生命科学の方でまとめるということでつくりました。そちらの内容を見ますと、そういった分析の結果が出てくるのですが、本日はちょっと用意してありませんので、そちらを参照いただきたいと思います。

N I S T E P (赤池) 国際競争力とか、特に議論は。

傍聴者 それはアンケートをしまして、1から5で答えていただいて、各調査員の方がアンケートで答えた平均値ということになります。ただ、医療・健康分野の方もマテリアルを答えることもできるようになっていますし、相互で、今回はウェブ上でやった関係もあって専門が大分広がりがまして、医療・健康の方をマテリアルの人たちが答えているというデータもございますので、様々な意見が入っております。

N I S T E P (赤池) ちょっと少し整理して、また事務局にフィードバックさせていただきます。

馬場(寿)構成員 ありがとうございます。

波多野構成員 ありがとうございます。貴重な資料を頂きましてありがとうございます。

皆さまから御意見が出ましたように、横断型は非常に重要で、具体化する際に今回御説明がなかったパート1が基本になると思います。それらが、Society 5.0の概念やビジョン、それを支える重要課題と整合性ありますでしょうか？

N I S T E P (赤池) 実は、Society 5.0という概念そのものは、この議論の

後に出てきたものですので、ここでそのものの言葉は出てきませんけれども……

波多野構成員 ただ、その中の重要課題とはいかがですか？

N I S T E P (赤池) はい。シナリオとしては、やっぱりサイバー社会等の進展の中で現実の世界が大きく変わっていくというお話は、ICTの議論の中や、それから最初の社会ビジョンの中では非常に出てきておるところであります。すみません。今、ちょっと資料がございません。

波多野構成員 パート2への分野の分け方を議論された際に、分野横断というのが非常に、分野を分けるよりも横断が重要だというような結論というのではないものなののでしょうか。

N I S T E P (赤池) そこは、分野横断が大切だという議論もあって結構悩んだところではあるんですけども、やはり技術の議論をするときには、専門の先生方がある程度まとまって議論しないと、今度は技術の方の議論がぼけてしまうところもありまして、そこは今回は従来の重点8分野に即した分類にしていますけれども、やっぱり先程小谷先生からも御指摘があったとおり、少しくロスで横断的なものをこれから用意していくというのも方法かなというふうに思っています。

それで、すみません。今回、先生の御指摘いただきました社会ビジョンにつきましては、これもちょっとやや大部になりますけれども、赤いファイルの中の参考資料の方に少し入っております。例えば資料の3-2の国際的視点からのシナリオプランニングというところで、これは簡単ですけども、横断的な議論ということで御紹介しているところもあります。

波多野構成員 分野別になってしまいますと、6ページにある、既にたくさん研究開発投資されている分野が拳がってくると思います。2というのは既に高いですね。さっきシミュレーションが低いとおっしゃっていましたが、国際競争力が2以上で高いですよ。

N I S T E P (赤池) そうです、高い。

波多野構成員 分かりました。

塚本座長 この高い低いは、絶対値よりも比較的にというような感じですね。

N I S T E P (赤池) そういう意味だと思います。専門家の先生にスコアとして聞いていますので、2点は高いとして見ているということですね。

波多野構成員 分かりました。ありがとうございます。

須藤構成員 実は、この調査は私も環境・資源・エネルギーのところに入ってやっていたのですけれども、あのときに、パワエレとかが出てくるのでマテリアルと一緒にやらなければいけないという議論があって、何度かやったような気がします。各グループが一緒に集まって。

もう一つは、その場合にもシナリオも一緒につくろうということで、かなり融合しながら進めたような記憶がありますし、ICTも、あの頃からちょうど話題になっていましたので、そちらとも連携しなければいけないという話題も出ていたと思います。なので、特にICTとかマテリアルのところは全部に絡んでくるので、小谷先生がおっしゃいましたように、横断的な仕組みを正式に立てるとか、何かしないとまずいという気がします。個々には結構いろいろやったような気がしますけれども。

N I S T E P (赤池) ありがとうございます。正におっしゃるとおりです。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに。

馬場(嘉) 構成員 大変貴重な資料をありがとうございます。15ページ目の社会実装の予測で、私自身もいろいろ研究開発の際に、貴研究所のまとめていただいているものを活用させていただいておりますけれども、これは多くの委員会で検討されて、非常に多くの目標項目といますか、社会実装の項目があると思うのですが、その中で、例えばこのページでいいますと、この項目を選ばれた理由というのが何かあるのでしょうか。相対的に重要度が高いとか、その辺をちょっと教えていただければと思います。

N I S T E P (赤池) やっぱり私どもが非常に重視しておりますのが、重要で競争力が高いものはもちろんですけれども、重要ですが、今競争力がない、苦手なものというのもすごく大事です。主にその二つのことを中心を選んでマッピングをしています。その基準につきましては、ちょっと絵にする上で分かりやすいものを取り上げているという面もありますけれども、基本的な選んでいる基準はそういうことになります。そこはシナリオ委員会の先生方などともちょっと相談しながらピックアップをして、事務局というか、私どものセンターで整理をしているというやり方になっております。

佐藤構成員 先程の議論に少し戻るかもしれませんが、例えば3ページのこれを見て、科学技術の分野別ということになっていきますけれども、科学と技術を分けて考えた方が私はいいと思います。先程の最初の質問の数学も、あれは科学でありまして、化学も、例えばフィジックスも全部科学でございますね。ところが、ここは最終的な技術で分類している。それを分けて考えないと基盤技術という側面も消えてしまいますし、本当に技術を生かすために何をすべきであるか、技術の競争力とは何かという議論が欠けてしまうような気がするのですよね。そこを是非分けたら、先程の議論にみんな答えられるのではないのでしょうか。

N I S T E P (赤池) ありがとうございます。科学と技術と、本当の実用のところという

のは、やっぱりフェーズに分けて議論するというのはあると思います。それで、そのときに科学という切り口になると、恐らくこの分類とは違う形になって、そういう意味では三層構造の議論をもっとすべきというのものもあるかもしれません。

ただ、これは全く参考ですけれども、私どもの同僚でサイエンスマップという、論文をもとにしてどういうところで新たな領域が起きてきているとか、コンチネンタル型とかアイランド型とか、その学術的な特性に応じた動向を分析しているものもありますので、そういうものと、我々のこのアナログな技術予測を組み合わせるべきじゃないかということもあわせて、多分彼らがやっているサイエンスマップなんかは非常に基礎寄りの科学の動向を持っていますので、そういうことと一緒にやるのも一つの方向かなというふうには思っています。

佐藤構成員 例えばある分野では、非常にサイエンスは強いけれども、アプリケーションといいますが、出口が物すごく弱くて競争力がないとか、逆もあるわけですね。それをやっぱりきちんと分析して国として対応していく方向を示すと、これは私は非常に重要だと思うのです。そこは何となく、今出ているスライドも技術の分類になっているのですけれども、右側に出ている漫画はサイエンスですよ。ですから、そういうことで常に都合のいいように言い分けているんじゃないかというのがやっぱり気になって、問題は、サイエンスとテクノロジーとの間をどうやってきちんと埋めて、日本がどういう方向に進むんだということを示すためにこういうことをしていかなければいけないのではないかなと思っていますので、是非工夫を、なかなか難しいんですけども、よろしくをお願いします。

N I S T E P (赤池) 先生の手によるところは、多分これは次回の宿題かと思いますがけれども、研究者、委員会の組織化とか、あるいはアンケートのとり方に科学技術、実用の発展段階、TRLじゃありませんけれども、そういうものを少しコンセプトとして入れていって、それごとに、じゃ、今どこまで来ていますかみたいなことをこういう議論の中に入れていくという方法もあるかなと思います。ありがとうございます。

塚本座長 ありがとうございます。

何だかN I S T E Pの技術予測の品評会みたいになっていますが、我々の目的は、飽くまで当分科会であるナノテク・材料にとって、N I S T E Pがおまとめになった資料を取り入れるところがあれば、是非積極的に取り入れるということかと思っていますので。

一方で、先ほどおっしゃっていただいたのは、横通し、共通基盤的な視点が要るねと。それから、もう一つは、国の科学技術政策としてS o c i e t y 5 . 0と言っていますが、それとのリンケージを見えるようにする。それから三つ目が、今、佐藤さんがおっしゃったような、

サイエンスとテクノロジーというのはやっぱり本質的に違いますので、テクノロジーが強くてサイエンスがお留守になっているとか、一時はアメリカにそう言われたんですね。日本は実装は強いけれども、肝心のサイエンスはやっていないというようなことを言われた時代もあったんですが、その辺の切り分けが重要なと。

是非、これから先もN I S T E Pの方から、当分科会に対してナノテク・材料をもっとこうすべきじゃないかというのがあれば、いろいろ打ち込んでいただければ有り難いと思っています。

時間が大分経過しましたので、次に移りたいと思います。

続きまして、C R D Sの方から永野さんに御説明いただきたいと思います。

J S T - C R D S (永野) 資料2 - 2を御覧ください。

私どもC R D Sは、2年に1度、科学技術研究開発の俯瞰報告書というものを発行しております。これはいわゆる主要な科学技術分野、環境、エネルギー、ライフサイエンス、臨床医学、システム・情報科学技術、そしてナノテクノロジー・材料の、それぞれ分冊でして、この3月末に発行予定のものをベースに、今日はそのエッセンスについて、世界の研究トレンドとこれからの重要課題に関する御報告をさせていただきます。

2ページ目が結論とありますが、全体像です。技術革新の世界的な潮流、日本の位置づけ、そして今後の挑戦課題はどういったものであるかということを中心にまとめています。ここは詳細はお読みいただければと思いますが、重要なメッセージは赤で示しているところでして、将来のSociety 5.0でIoTやAIが活躍する時代、そういったときに使われるデバイスやその構成素材は、多くが先端ナノテクノロジーの塊になるであろうと考えられます。もともとこういう考えはあったかもしれませんが、その傾向はより一層高まっていくであろうということを申しております。

それから、ナノテクノロジーの政策が各国でイニシアチブ化・国家計画化されてから15年あまりが経過したところですが、ナノテクノロジーの個々の要素技術が融合化、統合化して、そして製品・システム化され、市場へ浸透していきます。この流れは、より顕在化してきています。こういったものが様々なデータにあらわれています。

日本の位置づけに関しては、先程の赤池先生の御説明と多くの部分が一致しておりますが、弱点といわれるところが、政策面のサポートであり、テクノロジーそのものの投資というよりも、それを促進する共通支援策、例えば規制戦略や、産学連携、オープンイノベーションの方策、それから教育政策との連携や、社会とのコミュニケーションを深めながら方向性を合意し

ていく、こういったところの問題が日本の弱点であり、非常に難しいところです。

挑戦課題については、後ほど簡単に御紹介させていただきます。

3 ページは報告書の全体構造ですが、大きく2章と3章に分かれておりまして、2章には分野の全体の方向感、歴史的背景から方向感をおよそ100ページ程度かけて記述しております。

3章では、今日はほとんど御紹介いたしません、私どもが抽出した主要な37の研究領域について、最新の研究開発動向を国際ベンチマークとともに詳述しております。この部分がおおよそ400ページほどあります。

4 ページ、超スマート社会を考えたときに、上側のブロックがリアルなワールド、そして下側のブロックはサイバーのワールドですが、この間をネットワークや、エッジという概念でつないでいくということがこれまでもこの分科会や総合科学技術・イノベーション会議で議論されてきました。こういったリアルワールドで求められるテクノロジーと、リアルとサイバーの間をつなぐテクノロジーを提供していくのは、当然ナノテクノロジー・材料です。また、サイバーのところでは情報を介するわけですが、その媒体となるのは、やはりナノテクノロジー・材料によって組み上げられたデバイス、特にコンピューティングやセンシングのテクノロジーです。

5 ページ、これも後でお読みいただければと思いますが、いわゆるナノテクノロジー・材料の技術の3階層について、先鋭化、融合化、システム化の事例を記述しています。これは国際的な議論によって形成されてきた流れでございます、具体的にどういうものがシステム化に相当するのかなというようなものを例示しております。

分かりやすいもので申しますと、6ページの自動運転のようなものがシステム化の代表例になります。様々なところで自動運転の研究開発が推進されていますが、ここで求められている具体的なハードには、やはりナノテクノロジー・材料の技術が欠かせないということで、こういった緑、黄色で示しているものが各方面で積極的に研究されているということ、分かりやすい形で示しています。

7ページと8ページ、これは私どものつくっている研究開発俯瞰図というものでございます。8ページの方を先に御覧ください、全体を七つの区分で構成しております。濃い青で示しているから、これが応用分野に直結するようなナノテクノロジー・材料です。環境・エネルギー、ライフ・ヘルスケア、社会インフラ、そしてICT・エレクトロニクス、そして水色の、これは先程も議論にありました、いわゆる共通基盤、横断的なテクノロジーの領域です。物質そのものを制御する技術や、加工・プロセス、解析・評価、理論・計算、こういったもの

が共通基盤に相当します。そして、縦にしている のところ、これが最初に申しあげました共通支援策の部分でして、この 番のところをいかに組み込んだ形での国家的なプロジェクト、プログラムを形成していくかということが、非常に大事になってきます。全体の研究開発の投資動向を見ますと、やはり濃い青の から の部分にプログラム、プロジェクトが集中する傾向にあるのですが、やはり足腰で中長期的にきいてくるのは 、 、そして の横断、基盤、そして共通支援策の部分であるということは改めて強調しておきたいと思います。

9 ページ、私どもが今回抽出いたしました全 37 の、ナノテクノロジー・材料分野の主要な研究開発領域です。それぞれのブロックは、特に水色で掲げている機能設計・制御、共通基盤、共通支援策、こういったところが、ターゲット型で将来の社会像をイメージした研究開発施策とともに、いかに政策として組み込んでいくか、あるいは横断として捉えてやっていくかということが、肝になると考えています。

10 ページ、これら 37 の領域の動向を分析した中で、世界的な研究トレンドとして顕在化しつつあるものを挙げています。日本でも強力に取り組まれているものもあれば、我が国ではまだまだ新しいものとして、具体的な取組になっていないものもあります。例えば上側のブロックですと、水色のバイオ関係のところ、バイオフィブレーションや脳計測に関わるナノテクノロジー・材料は、日本では取組が薄いというところあります。

下側の薄い紫の五つのブロック、これは材料の基本的な技術や、計測技術、特に最近注目されているのは、一番右下のオペランド計測と言われる実環境、動作環境下での計測技術、こういったものを世界的な研究トレンドとして認識しています。

11 ページ。では、対する日本にはこういったシーズがあるのかということで、過去 10 年ぐらいで特に世界的に注目される研究成果というものを C R D S の視点でピックアップした事例です。もちろんこのほかにも様々な高いポテンシャルを持った研究成果があるわけですが、やはり注目度の高いものということで事例として挙げさせていただきました。なかなかどれがということは言いにくいですが、例えば先程も議論がありましたような電池関係のテクノロジーでは、上の段の左から 2 番目、この全固体電池に使われるセラミックスの素材は日本発で、世界的にも注目されている例です。

12 ページ、これは C R D S の環境エネルギーユニットが作成した俯瞰図でして、この中で赤い文字にしているものが、特にナノテクノロジー・材料のテクノロジーと直結するような部分ということで、御参考までにお示します。

13 ページ、14 ページ、世界の政策動向について簡単に触れておきます。主要国のナノテ

テクノロジー・材料の基本政策は、この2年ほどで多くの国でアップデートされました。特に注目すべきは、ナノテクノロジーのイニシアチブを牽引してきたアメリカが、2016年に第6次の戦略プランとして計画を更新しております。ここでは、新しいコンピューティングのハードへの挑戦でありますとか、省庁横断で取り組むべきテクノロジーとして幾つか掲げていたものを更新するといったことをしております。EUの方ではHorizon 2020の枠組みでナノテクノロジーと先進材料が主要領域の一つとして掲げておられますけれども、中でも注目すべきはGraphene Flagshipという大型プロジェクト、10年間で1,000億円規模の大プロジェクトです。Graphene Flagshipに続く、次のフラッグシッププロジェクトとして今計画されているのが、量子技術です。これは今計画段階で準備中と聞いています。ドイツでも、昨年アクションプランを更新しました。中国、韓国も同様にナノテクノロジー・材料の主要な技術を大きな柱として据えています。

14ページがアメリカの事例ですが、クリントン、ブッシュ政権下でナノテクノロジーイニシアチブを大きく成長させてきたわけですが、赤い矢印、オバマ政権下では全体の予算はやや減少傾向にあります。この減少部分のほとんどはDOD部分です。したがって、NSF、NIH、DOEの国家ナノテクイニシアチブ予算は減っていない、むしろ微増しているという傾向にあることが、分かります。

そして14ページ右下側、Signature Initiativesということで、省庁横断の柱立てを五つ立ち上げていますが、更にそこに六つ目として、Water Sustainability through Nanotechnologyという新しい柱をスタートさせることになっています。

15ページ、例えばエネルギー関係のプロジェクトでどんなものを行っているのかというもので、一つだけ事例をお持ちしました。これはS3TECと言われる、DOEのエナジーフロンティアリサーチセンターのうちの一つです。Photon、Phonon、Electron、Spin、Ion、こういったものを統合的に扱って熱制御のテクノロジーを確立しようというプロジェクト・センターがMITを中心にやっておりまして、これは2009年から5年間、更に継続されているというようなもので、事例としてお持ちしました。

16ページは、本分野の我が国の主要な研究開発プログラムです。ここには文科省、経産省関係の主要なものだけを挙げておりますが、最後のページの参考資料の方に、ほかの主要なプロジェクト、プログラムについてもリストアップしております。今後の我が国の研究開発投資施策を考える上でのポートフォリオを把握するものとして御覧いただければと思います。

17ページ、18ページ、ここに今後のグランドチャレンジを10個、掲げさせていただきました。濃い青色、白抜きのものが、技術的なチャレンジということで8個、そして水色のものがいわゆるソフト的な政策面でのチャレンジということで二つ掲げております。具体的な説明は18ページに3行ずつくらいですが、書かせていただいております。例えば17ページの濃い水色の部分ですと、上側の分離のテクノロジーでありますとか、生体と人工物間の界面の相互作用をいかに制御するか、こういったものは健康医療だけではなくて、あらゆる今後のデバイス、例えばウェアラブルでありますとかセンシング、環境センサーですとか、そういったところで非常に求められてくる分野であろうということで考えています。

それから、下側のブロックでも真ん中辺りの量子系の統合設計・制御、これは最近特にトポロジカル物質というものが登場して、物理学会では非常に注目される領域になっておりますけれども、こういったものが具体的な実装技術に上っていくのかどうかというのが今後注目されます。それから、ここ数年で日本でも政策形成が進んだマテリアルズ・インフォマティクスについても、ようやく形は整ったわけですが、実際に実現していくには、正にこれからが勝負です。

19ページ、20ページ、これは具体的な技術分野の方向性の事例です。IoTやAIのチップをいかに革新していくかというのは世界のターゲットになりつつありますけれども、そこで求められる将来のコンピューティングに向けた技術潮流ということで、新規のアーキテクチャ、新規のデバイス・新材料、そして新規の実装技術、三つの方向性が並行して進んでいくと分析しています。現状のCMOS技術がどういうルートをとって、あるいは役割を分担しながら将来のコンピューティング技術を形成していくのかということを示しております。

20ページは、中でも一つの事例として、トポロジカル物質という新しいタイプの量子物質をどう考えるべきか、ということを議論したものです。これは2016年のノーベル物理学賞でも明らかになりましたように、新しい物理現象が物質あるいは物質相として発見されてきました。これが例えば将来の量子コンピューティングや超低消費電力エレクトロニクス、フォトリソグラフィ、こういったところに実装されていくことが期待されるようになっている。物性物理分野では、世界の潮流となっています。

21ページ、バイオやライフの領域におけるナノテク・材料の融合分野をどのように捉えるかということで全体図を描きました。バイオマテリアルから始まる材料・デバイス、創薬や細胞制御に結びつくファブリケーション、そして計測・解析、こういったところが融合領域として取り組むべきものの概観です。

22ページが、この分科会でもこれまで何度か議論してまいりましたが、ナノテクノロジーのE L S I / E H Sの戦略的な取組課題です。この分野、非常に日本には欠点が多いところですが、諸外国ではこの領域への戦略的な研究開発投資が非常に手厚くなっています。こういったところは中長期的に、ボディーブローとして特に産業界に効いてくることが懸念されます。

最後が23ページと24ページ、政策上の問題点です。これは施策間の連携をいかに進めるべきか、ということで、CRDSにおいてワークショップを開いて議論した際の際の要約をまとめています。

そして、24ページが研究開発のエコシステムをどのように実現するかということを書いたものです。非常に難しいのは、様々な研究拠点、あるいはプラットフォーム政策というのがあるわけですが、それを実際に試作、トライアル、実証を経て量産段階へ持っていくところの隘路が何段階も存在している。特にこれはグローバルなマーケットで産業界が戦っていく上では、この隘路を乗り越えることが必要となります。この部分を日本はどう考えるのかということが一つの重要な論点であろうということで描いたものです。

以上の内容は、総勢240名の産官学の専門家からのワークショップ参加やインタビュー協力、情報提供等を得まして、この3月末に500ページ相当の報告書として発行することを予定しています。

以上でございます。ありがとうございました。

塚本座長 ありがとうございました。

ただいまの御説明に対して御質問、コメントがございましたらよろしく願いいたします。

先程来の御質問が多かった共通基盤的な話だとか、あるいはSociety 5.0とのリンクageとか、そういう意味では少なくとも書き方としては非常にうまく設定できているなど。あとは、これを科学技術政策にどう取り込むかということだろうと思いますが、よろしいでしょうか。

久間議員 少しよろしいですか。どうもありがとうございました。世界のナノテクノロジーに対する技術の動向、潮流がよく分かりました。

特に欧米、中国でどういう分野に注目しているか、どの程度の予算を投資しているか、この資料でよく分かります。ナノテクイニシアチブが始まり15年ほどたっているわけですが、アメリカも欧州もこれまでにかなりの予算を投資しましたが、それによって欧米のナノテク技術がどれだけ伸びたか。例えば論文数ではどうか、ナノテクはどれだけ伸びたか、こういう分析を一緒にしていただくと説得力がある資料になります。その辺、いかがでしょう。

J S T - C R D S (永野) 御質問ありがとうございます。

ちょうど昨年、アメリカでは、国家ナノテクイニシアチブの15年間の総括レポートというのが行われました。そこで議論されたことは、正に今、久間議員がおっしゃったところの一つ、ナノテクによってどれだけ産業、社会が変わってきたのかということです。その際情報提供している調査会社によれば、過去2年間でナノテクによって新たに実現された製品市場は1.6兆ドルに成長したとされています。そしてこの2年間で倍になっているというような分析が出されています。ナノテクによって実現された製品市場というのをどう捉えるかというのは、その調査会社での考え方ではありますが、それが急峻に立ち上がっているということが議論されています。

また、政策面では、ナノテクイニシアチブを15年間やってきた中で、アメリカだけでなく欧州、アジア各国も、世界では数十カ国がナノテクノロジー、あるいは材料の国家計画を持っているわけですが、方向性が少しずつ各国、各地域によって変わってきています。今まではナノテクノロジーの将来ターゲットとしてみんなで協力して大きな方向性を描いてきたものが、今後はそれぞれの国の産業、社会事情によってやや違った方向性になってきています。例えば欧州では、その象徴として、自動運転システムにテクノロジーが統合されていくと考えている。一方、アメリカでは医療やバイオ、こういったところでマーケットをとっていくんだというような、そういうところが注目されるようになりまして、先程もおっしゃいました水問題などでは、国や地域事情が色濃く出るところでありまして、こういった特徴が出てきています。必ずしも技術の将来像について、すべての国・地域が同じ方向を向くというわけではなくなってきているということです。

久間議員 もう少し具体的な例を含めた資料を作成いただくといいと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに御意見、コメントございますか。

今、永野さんが久間さんの質問に答えられたんですが、しからば日本はどのような方向感を持つべきかという何らかのサジェスションはございますか。

J S T - C R D S (永野) 日本に関しては、研究開発の内容そのものということでは、この資料で掲げました10のグランドチャレンジというところをいかに手当てしていくべきかというのが私どもの提案です。もちろん、検討が十分なものとそうでないものとがありますので、一つの論点としてご覧いただきたいと考えております。

やはり難しいのは、産学連携を現場レベルで実現していくにはどうしたらいいかということ

と、それから、産学・セクター間の立場の違いによる、時間的なセンスの差、ギャップ感です。これはアカデミアのモチベーションと、産業界が欲しいこと、あるいはこれをやるべきだと考えているテクノロジーに関する時間ギャップというのは、どうしても常に存在している。これを穴埋めするようなものを、政策的にサポートすることができるのかどうか、これが非常に大事であるということを書かせていただいております。

塚本座長 ありがとうございます。ほかに。

どうぞ、馬場先生。

馬場（嘉）構成員 大変分かりやすくまとめていただきましてありがとうございます。今も永野さんがお話しになられた17ページの10のグランドチャレンジで、非常によくまとまっていると思うのですが、私も、この俯瞰ワークショップ等の議論に参加させていただいていつも不安に思うのは、この10を選んだことは、非常に多くの方の協力で選ばれたので、それは多分相対的に正しいと思うのですが、本当にこれが正しいのかどうか。これって、アメリカも含めて、日本もそうですが、過去に出したいろいろな施策の評価ということもやられているのでしょうか。つまり、この10のグランドチャレンジが、例えば10年後にそのときに10選んで、そこに国として力を入れて本当に正しかったのかどうかという、そういう評価ということも何かやられているのでしょうか。

JST-CRDS（永野） 非常に難しい観点であると理解しています。幾つかのポイントがありますが、科学技術政策としての評価という観点では、公式には基本計画の評価というのが5年おきに必ず終わるタイミングでされているわけです。しかし実際にそれが産業、社会として実を結んだのかどうかという観点になりますと、もう少し長いスパンで見なくてはなりません。そういうことを考えますと、例えば材料研究というのは、初期の発見から30年かけて初めて物になるということによく言われるわけですがけれども、30年前からやってきた、連綿と続いてきた政策、これがどれぐらい効果を及ぼしているのかということは、やはり個別の事例でもって分析・評価することが必要になります。非常に分かりやすい事例は幾つかあるでしょうが、総体として、この10年20年の科学技術政策全体をどう評価するかということは簡単でなく、これまでもなされておりません。CRDSでもチャレンジをしようとはしてきましたが、なかなかこれを表現することはできていないというのが現状です。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに御質問、御意見ございますか。よろしいでしょうか。

大分時間が押しておりますので、これで、永野さん、ありがとうございました。

それでは、次の議題に入りたいと思います。次の議題に入る前に、事務局の方から技術ポテンシャルマップ、あるいは今日の議論の論点というんですか、少し御説明いただければと思います。

事務局（千嶋） また資料1にお戻りいただきまして、この2ページ目には、今日のお題であります Society 15.0の実現のために今後取り組むべき課題についてとあります。

めくっていただきまして3ページ目です。技術ポテンシャルマップというものを前回お示しさせていただきましたけれども、これについてたくさんの御意見を頂いております。その中で事務局として最大限工夫をさせていただいた結果を、ちょっと御説明させていただきたいのですけれども、まず、3ページ目、一つ目には時間軸の要素が入っていないこと。二つ目には国が既にどこに手当てしているのかという情報が入っていないこと。三つ目には、それぞれの技術の国際競争力の観点が入っていないというところについて、事務局側で工夫をさせていただきました。

参考資料1-1、1-2、1-3、A3の綴じてあるものがポテンシャルマップでございまして、参考資料1-1、これが全部入りのもので、上半分にはNISTEPさんの方で議論していただいた期待される姿、ニーズについての記述、それから、下の方にはそれぞれの技術のマップが、前回から幾つか構成員の皆様からも御意見を頂いて更新されたものです。

参考資料1-2、こちらは、時間軸的な工夫ということで、比較的長期で実現されることが予想される技術についてハイライトしております。あるいは中期のものをグレーアウトしていると申し上げた方がいいかもしれませんが、こちらの方は、このナノテク・材料分野というのは、手をつけてから物になるまで非常に時間のかかるものでございますので、かなり先々に出来上がるものになるであろう技術について、今からどこに手を打っておくべきかという観点で御参考にいただければと思います。

参考資料1-3、こちらは、先程の1-1の全部入りのものに対して、今事務局側で把握できる各省の施策を楕円でマップしております。過去の施策等、全てマップできているわけではございませんので、抜け、漏れがあるんですけれども、この資料の狙いとしては、既に国としてやってはいるけれども、もっとやるべきではないかとか、あるいは、もちろん国として手当てしていないように見えるものについては、今後取り組むべきかどうかという議論のきっかけになればと思います。

それから、もう一つの観点として、逆にもう十分だとか、あるいは代替の技術ができたから、この技術はそんなに大事ではなくなったとかというような御意見も頂けたらと思います。

次に、資料1の5ページ目ですけれども、国として取り組むべき施策の選定基準というか、考え方の一つとして、産業の国際競争力ですとか、国策から見た重要度とか、あるいは国内大学・国研の国際競争力・技術レベルとかという観点で分析して議論を進めるといいのではないかとということで、もう一つ、A3の少しフォーマットが先程のマップと違うものを用意させていただきました。これは、先程のNISTEPさんの方の発表にありましたけれども、そのそれぞれのトピックスを、その重要度と国際競争力でグラフ化して見やすくしたものでございます。先程の技術マップの方とテクノロジートピックスのキーワードを完全に一致させていることがまだできていなかったりとか、こっちにあってあっちにないというものがまだございまして、それは今後、工夫していく余地がまだ残っておりますけれども、この表を用いまして、例えばこの右上のところだとICT絡みのところで、先程来重要と言われている低消費電力デバイスのところに関係が深いものをハイライトしております。この中で、例えば重要なんだけど、まだ手が打てていないとか、トップレベルにあって、更に推すべきだとか、あるいは、将来必ず重要になるから、今はそんなに重要度が高なくても張るべきだとか、そんなような観点で御議論いただく一助になればと思っております。

最後、また資料1に戻っていただいて、6ページ目ですね。これは事務局で挙げた論点案です。ICTフィジカル空間関係の基盤技術領域としては、左上のこちらのポンチ絵で示したようなSociety 5.0の実現を下支えする基盤技術の強化が重要ということで、センサやICTデバイス等の利用拡大ですとか、あるいは利用する場所に電源がないとか、そういうようなところでも広く使えるように、超低消費電力化の実現というものが非常に重要なキーワードではないかと考えております。これはエネルギー問題とも直結するような課題だろうと。

一方で、右側ですね。エネルギーシステムの課題としては、今後導入が拡大するであろう変動型再生可能エネルギーが系統に入ってきたときに、どうやって効率的に電力需給のコントロールをしていくのかというのが重要な課題であって、これについては、エネルギー戦協との間でも検討を継続中でございますけれども、それに必要なデバイスですとかセンサですとか、そういうところでどういうものが重要かというようなところの議論になればと考えております。

この6ページ目の下の段では、ここで言っているのは、基礎・基盤技術から社会実装まで、各フェーズで重要な課題について書いております。これを更に具体化するような議論を進めていただければと思っております。

事務局からの説明は以上です。

塚本座長 ありがとうございます。

今の御説明に関して、何か御意見、御質問はございますか。

馬場（寿）構成員 非常に苦労してまとめられていると思います。ただ、ぱっと見ただけでは、これが将来の課題、これが重要な技術、というのはなかなか読み取れない。例えば、2025年までの目指すべき姿がたくさん書いてあるが、粒度の違うものがいろいろ含まれている。粒度を統一することや、技術的なことは書かないなど、社会として何が求められるかを基本に考えて整理することが必要だと思います。例えば、参考資料1-1で2025年の姿の中の一番下に赤字で書いてある「IoT/AI/ロボット技術が産業だけでなく生活の中に浸透する」といった記述で、社会として何が求められるかを、もう少し分かりやすくしたら良いと思います。

また、全体として同じような記述が複数あるので、もう少し詳細に中身を見て、統合すべきところは統合するというのをやるべきだと思います。これに関しては、少人数で集まって議論してまとめていくというのが良いと思います。以上です。

塚本座長 ありがとうございます。

事務局（千嶋） そのように進めていきたいと思います。

塚本座長 確かにこれを見て、いきなりぱっと「腹に落ちよ」といったって、それはもう不可能に近いですから、今、馬場さんのおっしゃったようなサブワーキングみたいなものをつくって、少し取舍選択とか整理整頓とかいうことをやるべきではないかということで、ちょっと事務局の方でも検討していただければと思います。

ほかに何か御意見ございますか。

それぞれの先生方にそれぞれの専門領域の方でいろいろな追加コメントとか、追加された施策が入っていると思いますので、その辺に関連しても、もしコメントがあればよろしくお願ひします。

馬場先生、いかがでしょうか。何か今のもので見ると、医療分野なんかには余り施策の費用が投入されていないようになっているんですが、恐らくこれは相当抜けているんじゃないかとは思いますが。

馬場（嘉）構成員 健康医療分野で赤い字で書いていただいているところ、私、幾つか追記等をさせていただきましたけれども、先程永野さんから御説明のあった資料の2-2でございませうけれども、その21ページに今年度バイオ・ライフとナノテク・材料の融合研究領域ということで、2017年版のCRDSの俯瞰のロードマップをつくるためにワークショップを開催させていただきまして、国内のこの分野のトップの研究者20名ぐらいの方に集まっていた

だいて、今後5年間から10年間の新しいキーワードを幾つか出していただいております。それがこの資料2-2の21ページにまとめていただいておりますので、この中から先回頂いた技術ポテンシャルマップの中で必要な、特に重要だと思われる項目を追記させていただいております。今、座長から御指摘のあった国の施策としても既に幾つか効果的なプロジェクトとして進んでいるスタックもございますので、それはまたJST、それから事務局の方で少し調べていただければ、ある程度は……。これを見せていただくと全くサポートされていないように見えますけれども、そんなことはございませんので。

ただ、今後どこに重点化していくかというところは、その辺の追記の資料ももとに議論していただければと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに、宝野さん。

宝野構成員 先程NISTEPさんの方から説明があって、事務局から再度データの提示があったんですけども、国際競争力と重要度のこのグラフなんですが、国際競争力の方はまだ何となく分かるんですけども、重要度をどのようにして出しているのか。そこ、これからかなり重要になりますから、ちょっと再度御説明いただければと思うんですけども。

NISTEP(赤池) それでは、補足させていただきます。

これにつきましては非常にシンプルで、デルファイの予測のそれぞれの専門家の先生にアンケートをやる中で、この重要度について4段階の点数をつけてくださいというものを出して、それをそのまま集計しているという、非常にシンプルなやり方でやっています。

宝野構成員 ですから、アンケート結果ということですか。

NISTEP(赤池) アンケート結果です。

宝野構成員 じゃ、それは、例えば産業的なインパクトとか、そういったものは考慮されていないということですか。

NISTEP(赤池) 産業的なインパクトという切り口ではなくて、科学技術として今後重要になるかどうかという言い方をしています。

宝野構成員 各委員の印象というか、心象というか、そういったものですね。

NISTEP(赤池) そういうことです。それで、それとは別の切り口として科学技術として実現する時期、それから社会に実装される時期という別項目で聞いていますので、もしかしてそれをクロスすると、その見通しと重要度というのがクロスする。これ自身は重要度としてしかきいていません。

宝野構成員 何か、実装されたときの産業的なインパクトとか、そういったものが入るよう
に工夫しないと、ちょっと委員構成によって全く変わってくると思うんですね。

N I S T E P (赤池) はい。そうですね。主観といえば主観です。

塚本座長 非常に貴重な御意見ですが、唯我独尊、自画自賛にならないようにですね。やや
もすると専門の先生方というのは、自分のやっていることは当然重要だと思っておやりになっ
ていますから、下手をすると、その関連する先生方の人口比例で重要度が決まってしまうよう
なことが放っておくとありそうですから、少し工夫いただければと思います。

ほかに御意見ございますか。

須藤構成員 いろいろな資料が出ていて、なかなかトータルで見るのは難しいんですけど
も、ポテンシャルマップがあって、それから参考資料の2があって、いろいろな重要度がある
んですけども、こういったものを参考にして、例えば今説明していただいた資料1の6ペー
ジで、国として取り組むべき重要な課題で、エネルギー戦協から出た話をまとめていただいて
個人的には非常にうれしいんです。ただし、これがこれらの資料からどうやって出てくるのか
がよく分かりません。我々としては是非やってほしいのんですけども、今、説明していただ
いた資料の中で、何で重要として出てくるかというのをもう少し理論的に説明しないと、声の
大きい人の意見が採用されちゃうとかありますので。これを出したのは何かあるんですか。ポ
テンシャルマップを見ていると、どうもこれが浮かび上がってくるように見えません。ポテン
シャルマップの中には、これは既に現有的プロジェクトも動いているというふうに書いてあり
ますし。

事務局(千嶋) すみません。これは、このポテンシャルマップから導出されたものという
わけでは特になくて、これまでの議論の中でこの辺が注目、Society 5.0実現のため
に必要なであろうとか、エネルギー戦略協議会の方でこういう議論がされていますというので
持ってきたんですけども、こういうもので果たして具体的にこの技術がどういうポジション
にあって、これから更に推していく、国としてどこに施策として当てていくべきかというよう
な議論ができればなと思って用意したものです。

須藤構成員 確かにエネルギー戦協の方からここを是非というのは提案しているんですけど
も、それはそれで是非やっていただきたいんですけども、ほかのテーマをいろいろ探すときに、
今日のようなデータを説明していただいたので、ここから何が出てくるかというのをもう少し
浮かび上がるような仕組みが必要かなと思います。

塚本座長 恐らく事務局は答えに窮していると思いますけれども、もともと上部組織にある

エネルギー戦協とか、自動運転だとか、いろいろな戦略協議会がありますけれども、そちらとのリンクをしないとナノテクノロジー・材料がひとり歩きしてしまう。何とか関連づけながらしたいというんですが、なかなか現時点ではそこは突っておりません。今日も須藤さんに参加いただいているのは、いわゆる川下側を御覧になっている方から材料・ナノテクをどうあるべきかといういろいろな意見を頂きながら、先程も出ましたけれども、下部組織としてこの分科会の更にワーキンググループみたいなものをつくって、少しもまないと、恐らくこの会合だけでぱっと答えが見つかるほど簡単ではないと思っていますので、またその都度。

須藤構成員 そうですね。我々としては、絶対ここは重要だと思っているので提言しているんですけども、参考資料の2を見ると、重要度とか国際競争力のところにこのテーマは出てこないんですね。あれっと思ったんですけども。個人的には、この参考資料2のこの再エネ・蓄エネのところがもう少し検討が必要かなと思っているので、ここから出てこないとなかなか選びづらいのかなという気がします。

塚本座長 おっしゃるとおりですね。先程来も出ました、事務局の説明にもありましたけれども、この参考資料2というのはN I S T E Pさんの資料をモディファイしていますから、まだ抜けがいっぱいある。もともとS o c i e t y 5 . 0の視点でこれをもう一回整理整頓する。

須藤構成員 見直さないといけませんよね。

塚本座長 いけません。その場合については、またN I S T E Pさんの御協力をいただいて、いろいろ意見交換できればと思っています。

ほかに御質問、御意見ございますか。

馬場(寿)構成員 今の議論にも関わりますが、国として何が重要かというのは、この6ページの左上に書かれているものが一つ参考になると思います。ここには、センサ等による大量の情報収集、エッジコンピューティングによるリアルタイム処理、アクチュエータ等を介した現実世界に作用、高速伝送というのがありますが、こういったところは正にナノテクが貢献できるし、社会としても望んでいるところなので、これを一つの核として記述するのが良いと思います。また、C R D Sが提案した10の課題もあります。これらは、社会、技術の進歩、国際情勢を見て出してきたものです。これらも含めて、重要なものを整理していくというのが大事だと思います。

塚本座長 ほかに御意見ございますか。

私から一言だけつけ加えさせていただきたいんですが、私の方では安全、その他の環境の問

題、E H SとかE L S Iとかいう話で入れさせていただいたんですが、つい先日も、実はシングルウォールのナノチューブ、カーボンナノチューブですね。これがR E A C Hに登録をされました。要は、欧州は完全に、いわゆる非関税障壁みたいな形で、域内のデータをもとにして、そういうデータを持っていないものは、もうノーデータ・ノービジネスというスタンスをとっています。残念ながら日本の方は、かなり安全性だとか環境の評価については遅れています。今、事務局でもいろいろ骨を折っていただいて、安全性に関しては文科省、経産省、それからもちろん環境省、厚労省、労働環境もありますから、そんな辺りをしっかり議論すべきだと。

ただ、予算がないんですね。せいぜい1億、2億の世界で、米国なんかではN N Iの中で相当桁の違う予算をとっていますから、ぼちぼちそういうところをきちんとやらないと、先程永野さんからも御指摘いただいたんですが、せっかく技術が進んでも、その辺の環境だとか安全だとかいうところのデータがないばかりになかなか動けないということになってくるかと思しますので、非常に重要なので、予算措置が特に必要じゃないかと私は思っております。これは座長じゃなくて私個人の意見として述べさせていただきました。

ほかに何か御質問、御意見ございますか。

波多野構成員 この6ページ目の二つのテーマ、エネルギーシステムとI C Tのフィジカルというところで共通なのは、センサです。プラットフォームとして今までキーワードとして明記されていませんでした。馬場先生が書き加えてくださったバイオセンサも含めて、IoT、自動運転も含む車載、インフラ系に必要な磁気センサ、温度センサなど、尖った性能や機能をもつセンサは日本の強みも発揮できます。そのセンサにA Iや数学を用いて、更にシステムとして高めていくというのは重要です。今後センサのニーズもさらに増えるため、ドイツや米国はセンサへの研究投資を、産官学連携で進めています。御説明を聞いた中に余り具体化がされていないというところが少し気になりました。

塚本座長 御指摘ありがとうございます。現段階では、御指摘いただいたように、まだまだ網羅的に、なおかつ網羅し切れていないというような状況かと思うんですが、これは追い追い、事務局ベースでのワーキンググループなんかで補強していきたいと思っています。

ほかに御意見ございますか。

久間議員 このナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の目的を事務局から改めて説明した方がよいと思います。サロンの議論ではなく、来年度の各省庁の施策を誘導するための議論をすべきです。誘導するには、どういう分野の強化が日本に必要で、S I Pも含めて各省庁の施策は、何が足りないか。N I S T E PやC R D Sに世界の潮流の情報を提供いただきながら、

日本の産業界を強くする、あるいは社会を発展させるために何が必要か、どの分野を強化すべきかを整理する場が、この分科会だと思います。

もちろんその中には、この第5期科学技術基本計画のSociety 5.0を実現するためには、ナノテク技術のどこを強化すべきかといったことも含めてもらいたい。そういった目的があることを再認識して議論いただきたいと思います。

塚本座長 御指摘ありがとうございます。

改めて事務局から、来年度の予算への組み込みだとか、あるいは次期5カ年計画だとか、そういうところへどう落とししていく辺りの説明を少し細くいただけますか。

事務局（千嶋） ありがとうございます。全くおっしゃるとおりで、今までの議論は少しつくりとかやり方についての議論になってしまったかなと思っております。本日頂いた御意見の中で、来年度以降、国としてどういう分野に取り組むべきかという意見を事務局の方でまとめさせていただいて、次回、更にそれを深掘りし、総合戦略という形で示させていただいて、各省に道筋を示したいと考えております。

塚本座長 ほかに御意見、どうぞ。

NISTEP（赤池） 先程の件について若干補足させていただきます。このピンクの資料でございますけれども、この中に参考資料3-2という、ちょっと厚目の資料がございます、参考資料3-2の国際的視点からのシナリオプランニングという資料でございますが、こちらのやや後ろの方ですけれども、136ページ、137ページでございます。分野別の科学技術予測の概要としまして、具体的な調査対象とか、あと調査のアンケートの設問について137ページの方に書かせていただいております。先程の御質問がありました重要度につきましては、科学技術と社会の両面から見た総合的な自由度と、余り説明になっていないんですけれども、こんな聞き方をしております、あと不確実性、非連続性、倫理性というのは分かりにくいけれども、倫理的な側面を配慮する必要があるかという意味での倫理性、国際競争力、技術的実現、社会的実装、138ページに行きまして、技術的実現のために最も重点を置くべき施策、社会実装のために重点を置くべき施策というような聞き方をしております。これ自身は一つ大きなデータベースになっていまして、そのクロスでいろいろ分析できるような構図になっていますので、また様々な観点に合わせまして、また事務局と協力しましていろいろなものを出していきたいというふうに思っていますので、よろしく願いいたします。

塚本座長 コメントありがとうございます。

ちょうど今、赤池さんからコメントを頂きましたが、今時点でナノテクに関するポテンシャル

ルマップの資料はつくられているんですが、この中に今書かれているのは、出口に応じていろいろナノテクがありそうだということと、それから、残念ながらまだ先程須藤さんから御指摘いただいたように、出口側からとは言いながら、ほとんどそれと連携をするイメージがまだありありとは描けていないというのが一つ目の問題です。

もう一つ、今、赤池さんからも御指摘がありましたけれども、国際競争力ということ、これは非常に重要なんですが、これは久間さんもさっきおっしゃった、そもそも国がどこに手をつけるか。勝ち目のないところに手をつけてもしょうがないわけですから、そういう意味では、どうやって国際競争力をこういうマップにあらわせるかということが一つの工夫じゃないかと思うんですが、そういう点で、永野さんなり赤池さん、こんなふうにとまとめたらどうかとか、マップの見せ方はもうちょっとこういう工夫が要るんじゃないかとか、何か御意見ございますか。

J S T - C R D S (永野) 競争力という言葉を使うに当たって、やはり難しいのは、何の競争力を何をもって表現するかということです。私ども、さんざん悩むわけですが、分かりやすいのは、既存産業でマーケットがあるようなものに関しては、その規模であるとかシェアといったものである程度の表現はできるはずですが、では、国の競争力って何だろう、それから科学技術力の競争力って何だろうということは、まったく別の議論が必要です。

例えば、論文や特許にあらわれているかということ、決してそうとは言えないわけですよ。ポテンシャルはあるけれどもまだ顕在化していないものでありますとか、数値には出ないんだけど、いわゆるインタンジブルなアセット、つまり科学技術力として国に蓄積されているものをどう表現するのかというような議論がどうしても抜けてしまう。こういったところをちゃんと考慮しないと、ミスリードを起こす可能性が高いと考えます。表現の解があるわけではないので、これは気をつけて扱うべきだということだけは、申し上げておきます。

塚本座長 非常に重要な観点ですが、赤池さん、いかがですか。

N I S T E P (赤池) まず1点目は、よく民間のコンサル会社さんとかですと量と質というような組合せ、例えばシェアと付加価値とか、あるいは我々の論文の世界ですと、論文数と引用度とか、量と質みたいな切り口で、まず永野さんがおっしゃるように国際競争力って一体何なのかということの定義がまず先ですけれども、それと量と質みたいな、縦横で見ていくといろいろなものが見えてくるのかなというのが一つのアイデアとしてあります。

もう一つは、やっぱり私どもC R D Sもそうなんですけれども、これはやっぱり分析ですので、ここをかなり深掘りしても、それ自身が戦略にはならないと思いますので、むしろ上部構

造の効果的な目標からブレークダウンしてきたものと、基本計画がそれに相当するんだと思いますけれども、そこからのものと、私どもの分析みたいなものとの意図と現状というのを重ね合わせるような形。意図はこうなただけけれども、分析はこうというものを分かりやすくやって、ここの差の部分はどうするかもまた意思なので、その意思の部分とアナリシスの部分をむしろ区別して明示的に議論をしていった方が だから、そういう意味では、私どものマップの左下の、重要ではないかもしれませんが、弱いものを強くするみたいなものもあるかもしれませんが、強いものを強くしよう、でも、それは意図そのものですので、少し分けて議論したら議論しやすいのかなという印象を持ちました。

塚本座長 ありがとうございます。非常に難しい課題で、御両名の御指摘と、それから、その前に佐藤さんが既にサイエンスとテクノロジーというのを分けて考えないと駄目だろうと、それもそのとおりで、少しその辺の課題というか、分析の設定の仕方も含めて改めて事務局中心に議論しながら再設定が要るなという感じですね。競争力と一言言っても確かに非常に難しい。もちろん久間先生がおっしゃっているように、別にサイエンスの棚卸しをするためにやっているわけじゃありませんので、飽くまでこれはSociety 5.0を実現する、基本的計画を実現するというために、手段としてどの技術をどう重点化するかという議論ですので、その辺の意識の持ち方も含めて、改めて協議ができればと思っております。

いろいろ難しい課題はどんどん出てくるんですが、改めてお願いしたいことですが、ポテンシャルマップというのは、これは実は昨日ですよ、多分皆さんのお手元に……。私はおととの夜中にもらったんですが、恐らくまともに見る時間もないというような状態で今日御出席いただいているんだろうと思います。改めてお願いは、それぞれの御専門の領域で、やっぱり大きな抜けがあるところもありますので、そういう視点でもう一回見ていただきたい。それから、もう一つは、既にいろいろなことで施策も打たれているんですが、よく世の中を見てみると、実はもう重要度が低いじゃないのとか、あるいは、今こそこれを立ち上げないと将来禍根を残すよというようなことで、少し時間系列も含めて思考をめぐらせていただいて、後日、ポテンシャルマップというのはいつでも事務局に投げ込んでいただければ結構ですので、いろいろな視点が、これが抜けている、あれも抜けている、あるいは、これはいらんんじゃないか、そういう類いのところがあればどんどんキャッチボールさせていただければと思います。よろしくをお願いします。

ほかに御意見ございますか。

馬場（寿）構成員 ナノテク・材料の性格から、やはり共通の基盤技術が重要と思うが、そ

れを強くしていくことが、長期的に見たときに我が国の力になると思う。もちろん課題別にやるというのも大事だが、共通的な技術を強くすることは非常に大事だと思います。

例えば、現状では何が問題で、どういうところで起こっているのかを、微細な領域をしっかりと見て、動作時にどのようなになっているかを把握し、改善策を考えることが非常に重要だと思う。そういう意味では、今日は余り議論に出ていなかった計測技術も非常に重要である。特に、永野さんから紹介のあったオペランド計測、実際に動作しているものをそのまま見ること、も必要です。また、最近は複合材料や様々な材料の界面を使うが、そこで実際どうなっているか知ることが非常に重要だと思います。

先ほどセンサの話があったが、センサは俯瞰図を見て分かるように、どの分野にもまたがる技術であり、一つのセンサが開発されると他の分野にも展開できる。例えば、医療・健康用のナノバイオ関係で開発されたものが社会インフラで使えることがあるかもしれない。超音波センサはそうなるかもしれない。このため、基盤的な技術としてやっていくことも必要であり、これらも考えながらマップを作っていく方が良いと思います。

塚本座長 ありがとうございます。もう一つの宿題だと思います。それぞれのテクノロジー、ナノ材料、それらのさらに共通基盤的なところという視点が要るんじゃないかという御指摘だと思います。共通基盤は、既にこのナノマップでは、分析・計測だとか、あるいは安全性だとか、そういうものは共通基盤技術として引き出しているんですが、固有の技術でも共通基盤的なものがあるそうだという事です。ありがとうございます。

ほかに御意見、御質問はございますか。

まだまだ御意見、御質問があると思うんですが、次の課題をやらないと、もう時間が迫っておりますが大変恐縮ですが、一応今日いただいた議論、御意見を踏まえまして、改めている御相談させていただきながらまとめていきたいと思っております。

最後の二つ目の議題です。次回の議題の中心になると思いますが、統合型材料開発システムの今後の課題についてということで、論点を事務局から御説明ください。

事務局（千嶋） 資料3を御覧ください。

今、座長の方からございましたけれども、次回のテーマとしまして統合型材料開発システムについてですけれども、めくっていただきますと、現在、国の方で扱っております、いわゆるマテリアルズ・インフォマティクスの研究、左上には経産省のプロジェクト、下には文科省のプロジェクト、右側には内閣府のSIPでやっているプロジェクトがございます。それから、真ん中上の方に小さく「機能性材料安全評価（新規）」とありますけれども、これは計算科学

を用いて物質の新素材の毒性を予測できないかというようなものも始まろうとしておりますが、めくっていただきまして、2ページ目はそれぞれの概要がありますので、御覧いただければと思います。

最後のページですね。これらのプロジェクトに今後力を入れていくというわけですが、その中でどういう観点で強化していったらいいかということで、こちらの方で論点の案を事務局の方でリストアップさせていただきました。これ以外にもこういうポイントが必要だというような御意見を頂きたいんですが、ここで挙げたのは、として信頼性の高い材料データベースの構築ということで、それぞれのプロジェクトが今走っておりますけれども、データベースですとかデータフォーマットの互換性ですとか共有化、あるいは企業等にも産業界からも入っていただくためのセキュリティ・プライバシー保護ですとか、データ提供のインセンティブ問題について一つあるかなと。

それから、としては、データベースを活用した材料開発技術自身の高度化ということで、AI技術との連携ですとか、逆問題というのはどう取り組むべきか。あるいは、番目として、高速で高効率な評価技術の確立ということで、実験データをどううまく収集・管理するかどうか連携させるか。としては、社会実装に向けた取組として、企業参入の促進ですとか知財の取扱い等々、このような論点があろうかとリストアップしてございます。次回の分科会の予定としては、この3府省のプロジェクトの関係者からそれぞれのプロジェクトの進捗を報告いただきまして、それを踏まえた上で今後取り組むべき施策、課題を総合戦略に提言して、統合型材料開発システムにおける重要施策のフォローアップ及びブラッシュアップというものを図りたいと考えておりますので、御意見よろしく申し上げます。

以上です。

塚本座長 それでは、今の御説明に対する御質問、御意見、よろしく申し上げます。

先程N I S T E P、あるいはJ S T - C R D S、両方からインフォマティクス関連は、重要なんだけど、残念ながら少しスタートダッシュが抜けているねというような御指摘がございました。今、論点が四つほど出ているんですが、こういう視点で見て、あるいはこの辺がやっぱり遅れているんじゃないとか、遅れているというのは相対的な話でして、もう少し具体的、手の打てる話として、どういうところをもう少し論ずべきか、何か御意見がございましたら。

永野さん。

J S T - C R D S (永野) 1点だけ挙げさせてください。ここに一つも記載されていない

観点、国際戦略といいますが、国際連携、あるいは国際協働がもしも、この問題は、日本だけで完成するような話ではないですが、もちろん日本として堅持してやるべきところと、ある部分では国際的な知の糾合、頭脳循環ともいわれますけれど、そういった観点を踏まえて海外とどういう形で協調路線を組むかという観点も議論としては必要ではないかなと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

逆に、私の質問ですが、欧米、特にEC辺りはそういう協調路線は既に動き始めているのでしょうか。

JST-CRDS(永野) 確実に動いておりまして、Horizon2020もそうですし、アメリカのマテリアル・ゲノム・イニシアチブもそうですが、どの国と協働していくかというのは非常に積極的な議論があります。日本にもいろいろなアプローチが来ていることは聞いておりますが、実際に政策レベルでどう組むのかということと、現場レベルで共同研究するののかというのは、やはり両方のメリット、デメリット、難しさ、やりやすさ、あると思います。。なので、これは簡単には一つに決まらないかもしれませんが、動いている国は積極的に動いているということです。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに御指摘、御意見、ございますか。

馬場(嘉) 構成員 来年度から、この統合型材料開発システムの中で安全評価を取り組まれて、先程の議論からも非常に重要だと思うのですが、安全性評価というのは、多分国際標準化と表裏一体じゃないかと思うので、その観点があった方がいいのではないかと思います。先程塚本座長からも御指摘があったように、ある材料の安全性評価を、例えばヨーロッパに握られて、そうすると、ヨーロッパでビジネスをするためには、その基準にのっとって標準化しないといけないというふうになると、やはりせっかくマテリアルズ・インテグレーションでいい材料ができて、それがヨーロッパやアメリカでビジネスにつながらないという危険性がありますので、先程の永野さんの御指摘とも関連しますが、国際協調と競合といいますが、そういう標準化の観点も少し議論した方がいいのではないかというふうに感じました。

塚本座長 ありがとうございます。

どこに入れるか、1、2辺りで、データベースの中にそういう視点も取り込むかどうか、これは議論だと思うんですが、おっしゃるとおり安全性だとか、あるいは標準化、あるいは基準認証とか、その辺に絡めてこのデータベースはどう動くかという視点が重要かと思います。

ほかに御意見、御質問ございますか。

佐藤構成員 よろしいですか。今の観点なんですけれども、安全認証も標準化も、まず基本的なその分野のきちんと評価される論文と、データのパッケージが必要なわけですね。ですから、その戦略を分けて考えないと、私は国として非常にうまくいかないと思うんです。各研究者がばらばらにわっとやってしまうと、コンピューターに単にデータが流れているだけ、それを利用して別な規制をつくられるだけということが、これまでも海外に対して日本ではよくあったわけです。ですから、それはやっぱりこの会合なり内閣府なり、どこか音頭をとって、こういうふうにやろうと。だから、ある分野に対して、例えば安全性能がこれだけ、こういう論文をきちんと出して、そしてこういうデータの蓄積をして、そしてECと交渉するなりアメリカと交渉するなりという話に持っていけないと、やっぱり国際的な標準化、それから安全性評価、それに参画できないと思いますので、是非ここは、この方向は非常に正しいと思います。それを積極的に政策としてやる方向をうまくつくっていただければと思います。

産業界としては、勝手にデータが出てくるのは非常に困るんですね。

塚本座長 ひとり歩きしますからね。

佐藤構成員 ひとり歩きしますから。

塚本座長 ありがとうございます。

今の御指摘も含めて、先程の馬場先生の御指摘も含めて、今、論点1の の二つ目のポツ、データポリシーの共有、データのオープン・クローズ、あるいはシェア、この辺りにその考え方とか何とかを付加していくということでもいいんじゃないかと思います。

ほかに御意見、御質問ございますか。

どうぞ、小谷先生。

小谷議員 細かいところですけども、 の高速で高効率など書いてあるところの二つ目のポチのところでは実験と計算の連携促進とありますが、この計算ってどういう意味で使われているか分かりませんが、もう少し広く数理情報のようなことも意識されているのかどうか、お聞きしたいと思います。いわゆる計算材料、計算とは昔から連携しているので、このマテリアルズ・インフォマティクスというのは、むしろもう少し情報的なものに組み込むということだと思いますので、そちらも明記した方がよろしいのではないのでしょうか。

塚本座長 ありがとうございます。非常に簡単に実験と計算と書いていますけれども、計算の世界でも、単にコンピューターのアルゴリズムを組んで計算するという以外に、小谷先生がやっておられるような幾何だとか、いわゆる数学、数物連携的な計算ですね。単純に確率論的なベイズ理論だとか、そういうものでやる話もあるんでしょうけれども、もう少し違った、

ここの計算にはかなり広がりがあるなというところを少し表現いただければと思います。

ほかに御質問ございますか。

経済産業省（原） の社会実装のところに関連するんですけども、この検討会で正に議論されているのは、技術シーズをどのように社会のあるべき像・ビジョンにつなげていくかという実装の観点かだと思います。その観点から考えると、技術シーズの社会実装に向けて、社会実験といえますか、実証といえますか、そういった要素は結構大事になるんじゃないかと思うんですね。例えばAIの活用がよく議論されておいますが、AIを実社会の中である目的のために活用したときに、どういった影響があるかということの評価していくためには、実証や社会実験を繰り返していくことが必要になると思います。あるいは、AIの活用を最適な状況下で実装・実践していくためにはどういう条件が求められるのか、こういった点を分析・評価していくためにも社会実験や実証は重要な意味があると思いますし、実証には府省連携的な意味合いも出てくると思います。、以上、技術シーズをビジョンに展開していくためには実証や社会実験の実施が大事になってくるポイントの一つかなというふうに思いましたので、述べさせていただきます。

塚本座長 ありがとうございます。貴重な視点だと思います。

ほかに御質問、御意見、ございますか。

馬場（寿）構成員 このようなデータベースをつくるのは良いと思うが、それを活用しないと結局意味がないと思う。どのようにそれを使っていくかということに関しては余り書かれていない。例えば、企業がこれを使いたいと思ったときに、どのようなインターフェース、どういったシステムとして構築するのが良いかといったところも本当は大事になってくると思う。研究とは少し違う観点かもしれませんが、使いやすいシステムとしてつくり上げていくという視点を入れておかないと、結局は社会実装にならないという気がする。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに何か御意見ございますか。今、馬場さんがおっしゃったインターフェースとか何とかって、それで少し連想したんですが、マテリアルズ・インフォマティクスなんかを議論しているのは、案外とそういうインフォマティクスそのものを専門にしておられる方が入っていないんですね。今、ふっと思い付いたのは、例えばグーグルなんかはAPI、アプリケーション・プログラム・インターフェースなんかを公開して、要は放っておいてもグーグルに情報が入っていくように誘導されているんですが、そういう作戦はほとんど日本勢はとっていません。場合によっては、このMI、マテリアルズ・インフォマティクスも、使う人は機嫌良く使ってい

るんだけれども、どんどん日本側にうまいアルゴリズムとか何かで吸い上がっていく。そういう視点というのは、実はほとんど今議論されていないですね。それから、データベースのカテゴリとか何とかいうと、これは直ぐにシソーラスとか何とかを思い浮かべるんですが、一方でIBMのワトソンなんかは完全に自然言語でやっています、特にデータベースの枠が決まっているわけじゃないですね。融通無限に変化している。

そういう意味では、残念ながら永野さん、あるいは赤池さんがおっしゃっているように、どうも日本は遅れているなというのは、そっちの方が相当遅れているんじゃないか。中身を一生懸命つくる方ではNIMSを筆頭に、世界から見ると、鉄鋼のあれだけの材料データベースを持っているのは恐らく世界トップだと思うんですが、そういう意味では勝っているんですが、その使う側、アプリケーション、その辺りを少し違う論点で、ここで我々、素人ですから全部議論するわけにはいきませんが、どこかで違う視点で議論いただかないと、せっかくなつくたんだけれどもどうも使い勝手が悪いな、あるいは、どうも国際連携が繋がっていないな、残念ながら、日本のデータベースをアメリカがうまく使っているだけだなというようなことになりかねませんので、非常に注意が必要かなと。

インターネットでビッグデータ・ランドスケープというホームページがあるんですが、その中を見ると、世界中のビッグデータに関連する企業がばっと並んでいるんです。データそのものの持ち方とか、それからアプリケーションの作り方とか、あるいはプログラミングだとか、いろいろなビッグデータを使うためのネットワークをどうとっていくかという、そのコンソーシアムが世界中につくられているんですが、残念ながら日本の企業はほとんど見当たらないですね。多くがアメリカとイスラエルに牛耳られているというようなことから見ても、相当これは考えないといけません。我々ナノ・マテ委員会で議論する話じゃありませんが、少し違う意味で事務局からどこかへ投じていただければと思います。

ほかに何か御質問。

赤池さん。

NISTEP（赤池） この資料のプレゼンテーションの問題かもしれませんけれども、何か統合そのものを我々が自己目的化しているような印象を与えてしまうのもよくないと思うので、この統合・連携によって何ができないことができるようになるのかとか、そこを例示なり、あるいは具体的なコンセプトなりでお示しいただくと、よくデータベースのプロジェクトが批判されているとか、統合そのものが目的化するところがあるので、そういう観点からということで、これは飽くまでもプレゼンテーションの問題だと思います。

塚本座長 ありがとうございます。おっしゃるとおり、今、三つのプロジェクトが大きなものが走っているんですが、何も統合が目的でもありませんし、相互に乗り合って活用できるものは相互に相乗りしようと。それから、できるだけ共通化していこうという意味だと思いたすが、そういう意味では少し議論の視点も統合が目的ではないというのは意識したいと思いたす。

ほかに論点、こういう視点が抜けているんじゃないか、あるいは、これは要らないんじゃないか、あるいは、これは幾ら議論したって答えなんかないよというようなことも含めて、何か御意見がありましたら。

宝野さん。

宝野構成員 統合型材料開発システム、今非常にブームになっていまして、言葉はよく聞かんですが、先程から御議論があったように、多くの方がデータベースを集めてシステムをつくらうとしている。こういったシステムですね。

でも、このプロジェクトが目指すものというのは、そのシステムをつかって材料をつくらうとしているのか。材料をつくらうとしているなら、具体的にどういうものを実現しようとしているのか。あるいは、それが Society 5.0 とどう関わるのか、そういった議論が抜けているような気がするんですね。ですから、幾ら説明を聞いてもぼやっとしていて、本当に材料ができるのかどうかといったところがよく分かりませんから、次回説明をいただけるなら、その辺のところも含めて説明いただければと思いたす。

塚本座長 御指摘ありがとうございます。全くそのとおりで、統合型材料開発システム、これをつくり上げたって何の楽しいことはなくて、これを使って何をするかという出口の問題。当然ながら、それぞれ岸先生のおやりになっているのは耐熱材料だとか構造材料とか、あるいは M I 2 I (エム・アイ・スクエア・アイ) は機能材料とか、目的をそれぞれしっかり持っています。その辺の説明も含めて、次回、誤解が生まれないように少し注意をいただければと思いたす。ありがとうございます。

時間が参りました。御意見がまだ多々あるかと思いたす。特にポテンシャルマップについては、先程来お願いしていますように、昨日、今日みたいな資料の出し方で非常に御迷惑をかけていると思いたすが、改めて、これは今日明日で締め切るような話ではありませんので、それぞれの御専門領域、あるいは自分の御専門を超えて共通的なところ、いろいろ御意見があれば事務局に都度メールなり御指摘いただければと思いたす。改めてよろしくお願いたします。

今日は用意した議題は以上ですが、最後に事務局から何か御連絡がありますか。

事務局(千嶋) 次回、第7回は2月22日水曜日、10時開始の予定です。場所はこちら、

4号館を予定しておりますが、後日御連絡申し上げます。

本日の資料、郵送を御希望の方は、事務局に一言声をかけていただいて、机上に資料を残したまま御退席いただければと思います。また、ピンクの冊子とか青色のキングファイルは残しておいてください。

連絡としては以上です。

塚本座長 ありがとうございます。

それでは、大変長時間ありがとうございました。これにて終わらせていただきます。ありがとうございました。

午後0時06分 閉会