

第5回

ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会

平成28年12月28日

午後2時00分 開会

事務局（千嶋） 皆さん、こんにちは。定刻となりましたので、今年度の第1回目、通して第5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。

本日は年の瀬のお忙しいときにお集まりいただきまして、誠にありがとうございます。

私は、事務局の千嶋と申します。よろしくお願いいたします。

本日の分科会は公開での開催となりますので、御承知おきください。

初めに、総合科学技術・イノベーション会議の久間議員より御挨拶いただきます。

お願いします。

久間議員 本日は年の瀬のお忙しい中お集まりいただきまして、どうもありがとうございます。平成28年度のナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の開催に当たりまして、御挨拶申し上げます。

今年1月に閣議決定しました第5期科学技術基本計画では、世界に先がけた超スマート社会「Society 5.0」の実現を掲げました。現在、その実現に向けて国を挙げて各種の取組を推進しております。また、今年5月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略2016には、昨年発足した本分科会で議論いただいた内容が反映されております。この場をかりまして、昨年度の構成員の皆様方には改めてお礼申し上げます。

さて、我が国の素材産業は、ものづくり産業の基盤として世界トップクラスの国際競争力を有し、社会に大きな変革をもたらしてきました。しかしながら、近年は素材産業においても新興国が激しく我が国を追い上げております。そうした中、我が国が引き続き高い産業競争力を維持・発展させるためには、他国が追従できない材料をいち早く生み出し続けることが求められております。

本分科会では、Society 5.0の実現のために重要なコアテクノロジーとして、サイバー空間とフィジカル空間を横断的に支えるナノテク材料・基盤技術領域の検討を進めていきたいと思っております。統合型材料開発システムなどSociety 5.0を構成する各システムの高度化はもちろん必要ですが、エネルギー分野など、出口として他のシステムとの効果的な連携によってイノベーション創出による産業競争力の強化を実現することが重要であると考えております。構成員の皆様を初め、出席者の皆様方には幅広い視点からの議論をお願いしたいと思っております。

特に、このナノテク分科会は、今年はさらに一步先に進んだ、独創的な議論を是非していただきたいと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

事務局（千嶋） ありがとうございます。

続きまして、構成員の御紹介です。

本日は、10名の構成員のうち8名の方に御出席いただいております。

今年度より新たに御参画の方もいらっしゃいますので、御欠席の方も含めて、全員御紹介させていただきます。

議事次第を1枚めくっていただきまして、2枚目のA4縦紙に構成員名簿がございます。この名簿順に御紹介させていただきます。

まず、一般財団法人電力中央研究所エネルギーイノベーション創発センター副研究参事、浅野浩志様。

浅野構成員 浅野です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） 東京大学大学院工学系研究科教授でSIP「革新的構造材料」のサブPDでもあられます香川豊様。

香川構成員 よろしく申し上げます。

事務局（千嶋） 本日御欠席ですけれども、大阪大学産学連携本部副本部長で教授の北岡康夫様。

株式会社東芝技術シニアフェロー、須藤亮様。

須藤構成員 須藤です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） 本日御欠席ですけれども、トヨタ自動車株式会社未来開拓室担当部長であり筑波大学大学院の客員教授でもあられます高原勇様。

それから、昭和電工株式会社特別顧問の塚本建次様。

塚本座長 塚本です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） 東京工業大学工学院電気電子系教授の波多野睦子様。

波多野構成員 波多野でございます。よろしくお願いいたします。

事務局（千嶋） 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フェローの馬場寿夫様。

馬場（寿）構成員 馬場です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） 名古屋大学大学院工学研究科教授の馬場嘉信様。

馬場（嘉）構成員 馬場でございます。よろしくお願いいたします。

事務局（千嶋） 国立研究開発法人物質・材料研究機構フェローで磁性・スピントロニクス材料研究拠点拠点長の宝野和博様。

宝野構成員 宝野です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） 以上10名の方が本年度の当分科会の構成員の皆様となります。

特に今年度はナノテク・材料領域のニーズを把握した議論とするために、関連の深いシステム側の協議会として、エネルギー戦略協議会から須藤様と浅野様と高原様に御参画いただくことにしております。

また、外部有識者として、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、環境・エネルギーユニットの上席フォローでいらっしゃいます佐藤順一様に御出席いただいております。

JST（佐藤） 佐藤でございます。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） SIPからは、ナノテク・材料に関連する革新的構造材料と次世代パワーエレクトロニクスの岸PDと大森PDに御参加いただきます。

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。

小谷議員 よろしくお願いいたします。

事務局（千嶋） 文部科学省から、研究振興局参事官、ナノテクノロジー・物質材料担当の西條正明様。

文部科学省（西條） 西條です。よろしくお願いいたします。

事務局（千嶋） 経済産業省から、製造産業局素材産業課革新素材室室長の井上悟志様。

経済産業省（井上） 井上でございます。

事務局（千嶋） 同じく経済産業省の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。

経済産業省（原） 原です。よろしくお願いします。

事務局（千嶋） また、本分科会の座長につきましては、重要課題専門調査会の久間会長と相談の上、塚本構成員にお願いしています。

それでは塚本座長、以降の議事進行をお願いいたします。

塚本座長 塚本です。改めてよろしくお願いします。

早速ですが、議事に入る前に一言だけ。

ナノテク・材料というのは極めて望洋としていまして、ややもすると俗に言うプロダクトアウトの話になりがちだということで、今年この議論の中には二つの試みを入れようとしています。一つは、先ほど久間議員からもありましたように、川下側と連携して議論して、いわゆる

川下側から見てどういう材料、どういう技術が要るかという議論を何とか実現させたい。それは11個のシステム、Society 5.0で実現したい11個のシステムがありますが、それを網羅的にやるのはそれこそ不可能に近いですから、まずは恐らく全ての共通基盤になっているエネルギー領域に関して、エネルギーから見てナノテクとか材料がどうあるべきかというところを少し、連携しながら議論させていただければ。そういう意味で、エネルギー協議会からお二方に御参画いただいて、JST-CRDSの佐藤さんにも御参加いただきました。

2点目は、今日もそうですが、来年度に向けてあるまとめをするんですが、大体3回ないし4回の委員会でババッと決まっていく。私これを4年ほどやらせていただいているんですが、毎回えらく消化不良だなという意識もありまして、できれば既存の組織の機能がこういう会議体に参加して、何とか機能連携しながら進めていく。これもある意味、久間議員のおっしゃった連携なんです、そういう意味ではCRDSやTSCの戦略センターとか、そんなあたりにも是非組織機能として参加いただいて、何とか連携しながら進めていければと思っております。

全体でそんなことを考えていますので、是非よろしくお願いします。

では、早速中身に入らせていただきます。

最初に、事務局から配布資料の確認をお願いします。

事務局 配布資料の確認をさせていただきます。

クリップ止めを外していただきまして、資料一覧は議事次第の下に記されておりますが、資料1といたしまして「ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会運営規則(案)」、資料2といたしまして「平成28年度のこれまでの取組とナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の審議方法(案)」、資料2別紙1といたしまして、A3縦紙でございますが「Society 5.0の実現に向けて重要となるナノテクノロジー・材料」、それから資料2別紙2、こちらもA3縦紙でございますが、「平成29年度重きを置くべき施策(ナノテクノロジー・材料基盤技術領域)」。

また、参考資料といたしまして、参考資料1、A3横の4枚綴りでこちらは机上配布のみとなっておりますが、「ナノテクノロジー・材料基盤技術ポテンシャルマップ」、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 国際的視点からのシナリオプランニング(抜粋)」、また、参考資料3といたしましてピンク色の冊子が横に置いてございますが、第10回科学技術予測調査のレポートを綴じてございまして、参考資料3-1が「全体概要速報」、3-2が「国際的視点からのシナリオプランニング」、3-3が人工知能・情報技術が切り拓く未来」というレポートでございます。

さらに議事次第裏面を御覧いただきまして、こちらは青色のキングファイルに綴じてございますが、机上資料といたしまして第5期科学技術基本計画等、机上資料1から11に記載してございます資料が綴じてございます。

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 資料の方はよろしいでしょうか。

電話帳みたいなものは、これはもう実質見るなというようなものですけれども、こういうものがバック資料としてあるということだけ御認識いただければと思います。

では早速、議題に入ります。

まず議題(1)ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会運営規則(案)について、事務局から説明をお願いします。

事務局(千嶋) 資料1を御覧ください。こちらの1枚紙でございます。

第1条については説明を省きます。

第2条、座長についての規定ですけれども、「分科会には座長を置く。」「分科会の事務を掌理する。」「座長が分科会に出席できない場合は、あらかじめ座長が指名する構成員が、その職務を代理する。」とさせていただいております。

構成員の欠席についてです。

構成員が分科会を欠席する場合は、代理人を分科会に出席させることはできません。また、他の構成員に議決権の行使を委任することもできません。ただし、座長を通じて、当該分科会に付議される事項について書面により意見を提出することができます。

続きまして、議事についてです。

分科会は、構成員の過半数が出席しなければ議決することはできません。議事は構成員で会議に出席した者の半数以上で決し、可否同数の場合は座長の決するところによります。分科会は、関係機関に対して必要な協力を求め、調査・検討等に参加させることができます。また、必要があると認めるときには、参考人を招いて意見を聞くことができます。

続きまして、調査・検討事項です。

以下に関する調査・検討等を行うとしております。第5期科学技術基本計画第2章「基盤技術の戦略的強化」及び第3章におけるナノテクノロジー・材料等に関連する事項。二つ目には、科学技術イノベーション総合戦略2016の第1章「Society 5.0」における基盤技術の強化及び第2章におけるナノテクノロジー・材料等に関連する事項、並びに第2章の「統合型材料開発システム」に関する事項でございます。また、同項に附帯する事項について

も対象となります。

裏面にいきまして、分科会が、他の戦略協議会やワーキンググループ及び検討会と前項の調査・検討事項の議決内容について共有し、意見を求めることが必要と認めた場合には、分科会の座長は他の戦略協議会、ワーキンググループ及び検討会の座長に議決する内容について連絡することができます。

それから、公開の原則についてです。

6条では会議そのものについてですが、原則として公開としております。ただし、座長が会議を公開しないことが適当であるとしたときには、この限りではございません。

また、分科会の会議を公開しないこととした場合には、その理由を公表するものとしております。

第7条は議事内容についてですけれども、こちら原則として公開としておりますが、座長が議事内容を公表しないことが適当であるとしたときには、分科会の決定を経て、その全部又は一部を非公開とすることができます。

塚本座長 ただいまの運営規則（案）について、何か御意見ございますか。

こう見てみると七面倒くさいことが書いてありますが、特に変な話ではないと思いますので、これでよろしいかと思うんですが、いかがでしょうか。よろしいですか。

（異議なし）

塚本座長 それでは、本件は皆さんの御賛同を頂いたということで、議決したこととさせていただきます。

それでは、中身に移りたいと思います。今からが本番ですが、まず議題（2）平成28年度のこれまでの取組について、事務局から御説明をお願いします。

事務局（千嶋） 資料2を御覧ください。A4のパワーポイントの綴じてある資料でございます。

平成28年度これまでの取組とナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の審議方法ということで、まずは前半について御説明差し上げます。

めくっていただきますと、平成28年度重要課題専門調査会ということで、この分科会のスコープが書かれております。

ここに第5期科学技術基本計画と科学技術イノベーション総合戦略2016の目次が記されてございますけれども、総合戦略2016の目次で言いますと「Society 5.0における基盤技術の強化」ですとか「持続的な成長と地域社会の自律的な発展」の「エネルギーバ

リューチェーンの最適化」ですとか「統合型材料開発システム」という、この赤字で記されているところがこの分科会のスコープとなっております、重要課題専門調査会のもとで議論することになっております。

次のページにいきますと、今度はこの分科会のスケジュールがあらわされておりますけれども、まず、この分科会の目的としては、青い矢印二つ、一つ目には、平成28年度アクションプラン対象施策のフォローアップと、平成29年度重きを置くべき施策のブラッシュアップ、二つ目は、平成30年度予算で取り組むべき課題の検討をこの分科会で3月まで、全4回のシリーズで進めさせていただき、その結果をもとに、最終的には総合戦略2017に反映すべき議論を取りまとめるという流れになっております。

めくっていただきまして、この戦略協議会等の体制でございますけれども、御覧のように戦略協議会が縦に4つ並んでおり、本分科会が一番下に赤い枠で囲ってある通り、システム基盤技術検討会とともに、横断的な分野を検討いたします。特にハードウェアですとか、物理空間の基盤技術について検討するというものです。

次のページには、それぞれの協議会、分科会でのスコープが改めて記されております。

5ページを御覧ください。

この図は昨年度の分科会でまとめた資料でございます。

こちらはパッと御覧いただいて、非常に多くの技術キーワードが並べられていると思います。これの見方ですけれども、左上の丸四角で囲われているところがSociety 5.0の実現に重要な技術領域ということで、Society 5.0がうたっている高度なCPSサイバーフィジカルシステムズを支える物理的な技術ということで、センサーの技術あるいは高速伝送の技術、情報蓄積・処理に関する技術、それからアクチュエーターの技術がマップされております。

また、その右側の紫色の部分については、経済・社会の多用なニーズ・課題への対応ということで、エネルギー/環境ですとか社会インフラ、健康・医療に関する課題に資する技術、キーワードが並べられております。

また、その下には既存の施策として、構造材料とか元素戦略、パワーエレクトロニクス、マテリアルズインテグレーションのような技術も並べられております。

その下に横たわっている薄い黄緑色の部分は、さらにこれらを支える基礎・共通基盤技術ということで、先端計測ですとかそのような、さらにベースの技術がここに記されております。

そして、右側の縦に社会実装となっておりますけれども、こちらは、例えばナノ安全評価で

すとか、特に社会需要に関するようなところもこの分科会のスコープということで、御覧のとおり非常に広い空間を対象にしております、技術も非常にバラエティに富んだものが対象となっていることが分かると思います。

これをベースにこの夏に、6ページにあらわしておりますけれども、それぞれの領域で現在の各省の施策を特定させていただいて、それをマップしております。このように、各省の施策24施策、内閣府3施策の27施策について特定させていただきまして、内閣府が応援すべき施策ということで、特定させていただきました。

次のページをお願いします。

ここからは、今年度の分科会の進め方の話になりますけれども、この秋に、これからこの分科会を始めようというところの重要課題専調におきまして、幾つか課題の御指摘がございました。一つには、この広い空間をスコープにしているナノ・材ですけれども、もう少しシステム側、アプリケーション側というか、利用する側と連携して、きちんとニーズを把握して進めるべきであるという御指摘を頂いております。

また、先ほど座長からもありましたけれども、JSTあるいはNEDO、両シンクタンクの機能と、組織としてうまく連携しまして、きちんとシーズについても包括的な情報をとらまえて議論すべきであるという御指摘に対して工夫してございます。

その下の絵で黄色の四角にありますのが、ニーズの把握のためにシステム側との情報交換会ということで、主にはエネルギーの戦略協議会と連携して議論を進めているところでございます。

右側の水色の四角にありますのが、シーズの方をきちんと把握すべきということで、ナノ・材戦略策定会議という会議体も設定いたしまして、こちらではJST-CRDSさんとかNEDOのTSCさんの常設シンクタンク機関等と連携して議論を進めるということで、Society 5.0の実現に必要なナノテク・材料技術について中長期的な戦略をこちらの方で策定します。

それから、下に緑色の箱で囲ってありますのは従来から継続的に行っております実務者同士の連絡会ということで、各省、内閣府で定期的に行っている連絡会議でございますけれども、こちらの情報も入れまして、有機的に連携して進めていこうというのが今年度の進め方の特徴でございます。

次のページには、エネルギー戦略協議会と情報交換会を10月に1度開催いたしましたので、その簡単な御報告でございます。

エネルギーシステムにおける現状の技術的課題とそれらを解決するセンサー技術等の候補を列挙していただきまして、議論いたしました。テーマとしましては、3E+Sの観点でのセンサーニーズ、あるいは太陽光ですとか風力発電等の新たなバリューのマネジメントの観点でのセンサーのニーズを挙げていただいて議論しました。

ただし、これ1回の議論で直ちにに取り組むべき技術等が抽出されたかということ、そこまでは至りませんで、と申しますのも、やはりニーズというと今、直ちに必要なものという観点のものが多ございますし、一方でナノ・材の研究成果というものは10年スパンかかるようなもので、そのタイミングのずれがありますし、これは継続的に、特に大きなワーキングというわけではなく少人数の機動的なワーキンググループを定期的を開催することで、どの領域でどの時期を見て議論すべきか等を少人数のワーキンググループで継続的に議論することがいいのではないかという進め方についての合意がございました。

次のページは検討会の二つ目、ナノテクノロジー・材料戦略策定会議についてですけれども、これも11月に第1回を開催いたしました。その結果、両方シンクタンクの皆様と情報を共有することは合意できましたけれども、そのツールとしてナノテク・材料基盤技術ポテンシャルマップというものを用意して、これをベースに進めていこうとしております。

お手持ちの参考資料1、A3の大きな紙で4枚ほど綴られておりますが、こちらが技術ポテンシャルマップというもので、横軸には出口の分野名、その下に、総合戦略2016で掲げた11システムのどれが該当しているか、あるいはその下には、それらの分野で2030年までに期待される姿等が書かれております。その下に、それぞれのところに該当する技術がたくさんマップされているものでございます。

これについては、詳しくは後ほどまた御説明しますので、ここではこれまでにしておきます。このようなポテンシャルマップを常にメンテナンスしていくことで、そしてこの技術マップを活用してこの分科会を進めると、これまでよりも実りある議論になるのではないかということで、このような工夫をさせていただきたいと思っております。

これまでの活動についての御紹介は、以上です。

塚本座長 ただいまの御説明、資料内容について御質問、御意見ございますか。

浅野構成員 単にこれが公開されることを前提にお話ししているだけなのですが、8枚目の情報交換会の、3E+Sの「S」はSafety、安全です。要するに原子力の事故を踏まえて。

事務局（千嶋） ただし書きに間違いがございました。失礼いたしました。

須藤構成員 私もエネルギー戦略協議会の副座長をやっておりますけれども、そちらの方と塚本さん以下といろいろ議論をしています。例えばエネルギーの分野で共通のところを見つけると言っても、すごく広くて、また広範になり過ぎて、一体どこで接点を見つけようかということがあると思います。エネルギーの中でもある程度絞って、例えば非常に不安定な再生可能エネルギーが系統に入ってきたときに、どうやって効率的な制御をするか。周波数の変動とか電圧変動とか、あとは途中で電池が入ったり、場合によっては水素が入ってきたり、そういったシステムができてきますので、そのシステムの中でナノテク・材料の、例えばセンシング技術がどんなふうに使われて、どんなセンサーが必要になってくるかという議論をしたらいいのではないかと考えています。

もう一つは、トヨタの高原さんが、あるところでは言われていたのですが、自動運転をやるようになっていろいろな情報が集まってくると、今度、クラウド側で計算するのにすごいエネルギーを要してしまう。こういう状況が、正式にまだ計算はしていないのですが、あるかもしれないということで、その場合に、例えば計算機側のデバイスとしてどんな開発をしなければいけないのかといったことがあると思います。少し具体的に、エネルギーのところでもある程度絞ってお互いに議論した方がいいのではないかと考えています。

塚本座長 ありがとうございます。

是非そうさせていただければと思っているんですが、今の御発言でちょっと私の方で懸念しているのは、エネルギーにも3つの領域があって、いわゆる一次エネルギーと、今、須藤さんがおっしゃった再生可能エネルギー、それから送配電マネジメントシステム。その中で特に二次、再生可能エネルギー的なところにフォーカスしようということなんですが、その中のセンサーとかアクチエーターという議論、うっかりすると明日欲しいみたいな話になるのではないかと。一方で、ナノテクとか新しい概念のテクノロジーをやると、御承知のとおり10年20年、下手したら30年かかるかもしれない。そのあたりの長いものと目先で何とかしなければいけない話とうまく切り分けることは可能なんでしょうか。

須藤構成員 後で多分、浅野さんが補足してくれると思いますが、システムのセンシングというのは、確かに今すぐ欲しいというのもありますし、もう少しコストダウンしたものができると、もっといろいろなところにつけられて詳細なシステム制御ができるとか、そういったこともあると思いますので、至近のものと長期的に必要なものと、これを分けることは可能だと思っています。すみません、浅野さんから補足を。

浅野構成員 実は昨日システム基盤の分科会がありまして、エネルギーの需給データが他の

分野でどう使えるかという話をしたときも、データの時間分解能、空間分解能の話になりました。いわゆる電力のデジタル化というのはどんどん分解能を上げる方向で、より精度の高いセンサーが面的に設置できればそれはさらにシステムの安定化に役に立つので。そういう話は、長期的な話です。別に明日明後日の話ではなくて、再エネがどんどん入ってきてという10年、20年後の話ですし、そもそも設備が30年、40年運用するものなので、今なくても将来こういうものができたらというのは十分議論できると思います。

塚本座長 ありがとうございます。是非、目先のセンサーアクチュエーターの類は、恐らくそれはもう企業競争の世界に入っていると思いますので、国がやるべきこととしては、やはり10年20年放っておくと誰も手をつけない、ただし非常に重要だといったものをできるだけ見つけられるように、一緒に知恵を絞っていきたいと思います。よろしくお願いします。

他に何か。

久間議員 エネルギー関係とナノテクノロジーのトップダウンとボトムアップの合同委員会で新しい方向性を見つけようというのは、いいアプローチなのですが、サロンのようになってしまいう危険性があると思います。今日は今、岸PDと大森PDが来られていますけれども、SIPでは、岸PDは今までにない強度、温度、軽さを兼ね備えた航空機用の新しい材料の開発という明確な目標があります。大森PDのパワーエレクトロニクスでは、SiCが中心ですが、SiCだけでは実用化できません。コンデンサ、抵抗、樹脂、冷却材料なども250あるいは300に耐える開発を進めています。両PDとも実用的かつ難しい課題を設定しています。

こういう具体性を持った議論をしないと何も出てこないと思います。そういったところを意識して議論していただきたいと思います。

塚本座長 コメントありがとうございます。正しく、抽象論になると確かにサロンの、あれもこれもといろいろな心配事だけが並んで、何をはっきりさせなければいかんかがはっきりしないんですが、そういう意味で、岸先生の場合にはマテリアルズ・インフォマティクスも含めて采配をふるっていただいて、ある程度フォーカスされたんですが、岸先生から御覧になって、エネルギー分野でナノテク・材料というのはこんなところにフォーカスしたらどうだとか、何か御意見ございますか。

岸PD 我々の構造材料は、もともとエネルギー分野なんですね。経産省のは。こちらはSIPということでイノベーションということが出ているんですけども、これなどをちょっと見て、エネルギーと輸送と両方並べて書いてありますよね。両方に共通という気もするし、ちょっと違和感もないわけではないんです。

どんな材料がとといいますと、やはり直接エネルギーに関係する機能的な材料と、それから間接的に燃費を良くする材料と二つの流れがあるので、そこをしっかりと把握して進めていけばいいのかなと考えております。

それから、ナノテクとどう関係するか。これはナノテクの定義みたいなもので、そんなに、どうなんでしょうね、構造材料でもナノのレベルで制御するというのは非常に多いんですね。ですから、そういう意味ではもうナノテクは十分に使っているという気がしますし、ナノテクを数十ナノ以内の加工だというような話で、当初のナノテクの定義だと余りぴったりはしないというようなところで、ナノテクの定義はいつも問題になってくる場所なんです。

ただ、今のところ原子、分子まで、またはナノのレベルの制御が十分に入り込んでいるから、もうナノテクは使えるところは使いこなしていますよという気がしております。

どういうところにどんな材料で何をやればいいのかという御質問に関しては、やはり二つに分けて考えざるを得ないというか、それが結局は一番早いのではないかなという気がしております。

それと今日見て、整理はそれなりに良くできていると思うので、これ以上やることはそんなにはないのかなという気もちょっとしてはいたんですけども（笑）、いや、28日だから言うわけではないんですけども、あ、そうか、こうやって分けたらこういうものかなという気はしたので、こういうことをやるのは非常にいいことだと思います。材料がどこどう結びつくかということ。

塚本座長 ありがとうございます。岸先生の非常に温かいお言葉を頂きまして、これで事務局緩んではいけませんけれども、参考にさせていただきたいと思います。

ほかに御意見ございますか。

馬場（嘉）構成員 今回の議論で、エネルギーを中心に議論するという事は良く理解できました。

もう一つのCRDSやTSCとの連携のところで、ポテンシャルマップを事前にお送りいただいて拝見しているんですが、これは全11システムの技術課題が書いてございますけれども、こちらでもエネルギーを中心に今回議論するという理解でよろしいんですか。

塚本座長 座長の責任の範囲で申し上げますと、今、馬場先生のおっしゃったエネルギーを中心に連携をしながらいろいろ議論しよう、これは一つあるんですが、一方で、ポテンシャルマップというのは全体を俯瞰していますので、例えばライフサイエンスだとか、エネルギーと直接関係ない世界も当然俯瞰をしながら、重要な忘れ物がないか、これはチェックしていきたい

と思っていますので、是非よろしくお願いします。

ほかに御意見ございますか。

今のエネルギーの関係で、わざわざ出ていただきました佐藤さん、何か御意見ございますか。

JST（佐藤） エネルギーの関係というのは非常に難しいのですが、エネルギーシステムというのは基本的に、電力で言うと30年40年、幾ら短くても5年や10年は使っていくものでございます。そうしますと、信頼性というのが非常に重要になってまいりまして、新しい物質ができたといって、それではうまくいなくて、その信頼性をどう担保するか。実はそのときに、今、岸先生もおっしゃった構造材料でもナノ構造的に見てどうなのか、例えばそれでどういうふうにクラックが走っていくのか、それで、例えばほかのエネルギーデバイスも使っているうちに結晶構造が変化するとか、そういうことが寿命に非常に効いています。それらの学理もまだ良く分かっていないので、その部分をいかにきちっとやっていくかが国として新しいイノベーションにつながっていくのではないかと、そのように思いますので、そういう観点からも、何かトップデータが出た、出たという話ではなくて、国としてきちっとやっていくべきことを考えていただきたいと思います。

塚本座長 ありがとうございます。今の御意見、非常に貴重だと思います。

いわゆるナノテク・材料そのものが共通基盤なんですけど、その共通基盤の中のさらに共通基盤ですか、サイエンス領域と申し上げていいんでしょうか、あるいはメカニズムをしっかり理解しようということだと思いますが、これは確かに、一般の収益をかけている企業さんはなかなか、とりあえずできればいいやという世界になりますので、非常に重要なコメントだと思います。ありがとうございます。

ほかに御意見ございますか。

私から一つ質問は、先ほど後で触れるということでしたが、ポテンシャルマップというA3の4枚綴りのもの。これは3年か4年前につくられたものを再アレンジをしたんだと思いますが、事務局で操作するときには当時つくったものをレイアウトを変えただけか、あるいは過不足、取捨選択を既にこのマップの中でされているのか、どうなんでしょうか。

4年前につくったものを、いわゆるカテゴライズをし直して、今の11のシステムに対応させながら見やすくしただけなのか、あるいは中身、コンテンツ自体が取捨選択されているのかどうかなんです。

事務局（千嶋） ベースにしましたは2013年版ということで、そのときのものは一応削らずに残してございます。さらに昨年の検討の、先ほどマップがございましたけれども、そこ

から拾ったものがこの水色であらわされているもの、さらに、それを下敷きにCRDSさんとTSCさんに見ていただいて追加していただいたものが、それぞれ黄色い枠と緑の枠で記されているということで、今のところ一つも削らずに、全部入り状態でございます。これから議論を重ねていって、ここは要らない、もういいよねとか、あるいはここはもう十分施策が張られているねとか、そのような議論をこれで、最初の状態としては漏れなくいろいろ集めたところで議論が進められたらいいのではないかというものでございます。

塚本座長 分かりました。詳細はまた後で、改めて議論させていただきたいと思います。

これまでの経緯の御説明に対して、ほかに御質問ございますか。

岸PD 今、佐藤さんが重要な話をしていて、構造材料、機能材料にかかわらず、信頼性をどう担保するかというのはナノテク・材料とエネルギーの非常に大きな課題になると思います。

これは宣伝ではないんですが、マテリアルズ・インフォマティクス、我々はインテグレーションと呼んでいますが、今度の11日に溶接の熱応力を決めると組織が決まって特性が決まって、そして寿命が決まるという計算、これをSIPで3年間やってきて、毎回発表のときに「こういうことをやるぞ」「やるぞ」でデータが一つも出てこないのを何をやっているのかと思われていたようなんですけれども、やっとビデオで疲労寿命まで出るようになってきたということで、Society 5.0と非常に結びついたような形で材料の方も動き出した。

また、この後、文部科学省と経済産業省も計算科学を使うプラットフォームをつくり出していますが、多分その第一陣の疲労寿命を出すというようなところまでやっと今、来たので、そういう意味ではエネルギーのための信頼性というものを結びつける大事な面は、正にSociety 5.0的な考えでいけるのではないかという気がしています。

今度は材料屋としてもう一つ大事なものは、企業にいた方は良く分かっているんですけれども、デグラデーションが入っていないんです。これを入れるのがまた大変なんです。これは破壊靱性に置き換えていただいてもいいんですけれども、ここはまだ入っていないんですが、その前段階のところまでは非常にできてきたということで、今度11日に発表できるのを、12日かな、楽しみにしていますので、ちょっと付け加えたいと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

今、岸先生からもコメントを頂きました、信頼性というのは非常に重要な課題だと思います。実は分かっているようで分かっていないところが、疲労にしるクリープにしる破壊靱性にしる、何となく経験則的には分かっていますけれども、いざそれはどういうことをメカニズム、サイエンス領域で発見しているかということ、分からないことがいっぱいあると思います。是非よ

ろしく進めていただければと思います。

ほかに御質問、御意見ございますか。よろしいですか。

それでは議題(3)、今まではこれまでの進め方の御説明でしたが、今後どうするかということで、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会の審議方法について、事務局から御説明をお願いします。

事務局(千嶋) 再び資料2の、今度は後半部分について説明させていただきます。

10ページからこのシリーズの審議方法についての御説明です。

めくっていただきまして11ページには、先ほど来、話題になっていることが改めて記されてございますけれども、この分科会では第5期科学技術基本計画のSociety 5.0の実現に向けた、2020年度までの計画に資する部分ももちろんなんですけれども、ナノテク・材料分野というものは研究開発の時間的スパンが非常に長いこともございまして、さらにその先の中長期的な視点で社会像を予測して、例えば2030年度以降ですとかそういうところの社会像を予測して、それぞれのシステムのニーズを整理した上で社会実装時期を考慮した戦略策定が重要であるということで、短期的には、このシリーズの直接の目的は総合戦略2017への提言と申し上げましたけれども、その先、そのまた先といったところまで意識しながら進めていくべきということです。

この絵の真ん中には、先ほどのポテンシャルマップというものを据えておりますけれども、この下に黄色い点線と青い点線とそれぞれの菱形が表現されておりますが、この黄色い部分はニーズの把握ということで、他のシステムとの連携会議を行ってニーズをとらまえて、このポテンシャルマップにどんどん反映していきます。それから、ブルーのところは両シンクタンクと中長期的な技術シーズの情報をどんどん仕入れて、ここに入れていく。特に検討会の方では関係府省の方ですとか、JST-CRDSからはナノ・材ユニットだけでなく環エネユニットにも御参加いただきたい、それからNEDOのTSCにももちろん参画していただいて、連携して進めていきたいというものをこちらに改めて表現させていただきました。

めくっていただきまして、このシリーズの第5回から第8回までの議事案を示してごさいます。

第5回、今回ですけれども、「技術シーズ/出口領域」が漏れ・抜けなく網羅されているか確認と、論点の整理をさせていただきたい。第6回には、あるべき姿の共有化、現状カバーしている国の施策を確認させていただいて、第7回には国として取り組むべき課題の明確化、萌芽的研究/実用化研究の区分けですとか実用化一歩手前の研究はどれかというような議論をさ

せていただいて、あるべき次の施策の提言に結びつけられたらと思っております。

ここでもう一度、先ほどのポテンシャルマップの上から4段目ぐらいに2020～2030年に期待される姿をお示ししてあります。実はこれはまだ完成されていませんで、とりあえずの案で埋めてございますけれども、実はこのピンクの冊子には、NISTEPさんに2030年の姿を予測していただいている資料もございまして、次回にはNISTEPさんから、2030年の社会技術予測についてのプレゼンテーションをしていただく予定でございます。さらに次回はJST-CRDSさんから最新の技術動向についてのプレゼンをしていただいて、あるべき姿の共有化と現状カバーしている施策の把握、今後取り組むべき領域の明確化とポテンシャルマップのリバイスをさせていただきたい。

第7回にはその議論の継続をするとともに、実はこの分科会にはもう一つ議論すべきトピックスが、この表の右側に「統合型材料開発システム」とありますけれども、こちらの議論については第7回がメインになります。こちらでは、今、内閣府の革新的構造材料のプロジェクトで行っているMI関係、マテリアルズインテグレーションのお話ですとか、文科省さんで行っているMI²Iのお話ですとか、経産省さんの超超プロジェクトの話ですとかMI関連の施策の進捗報告をしていただいて、今後、取り組むべき課題について議論させていただきたいというのが第7回。

これらの議論を通じて、第8回にはまとめさせていただいて、提言を御検討させていただくといった流れで進めさせていただきたいと思っております。

めくっていただきまして、改めてこのシリーズで議論すべき項目と論点整理をさせていただいております。

割と汎用の空間として、Society 5.0の実現に重要な技術領域が左に書いてあって、ここでは主にデバイス/材料技術や基礎、共通基盤領域のそれぞれの技術の研究開発ですとか高度化のようなところが、あるいは右側に書いてあるのは特定のシステム、特に現在、エネルギー等検討しておりますけれども、比較的専用の技術パートについても議論を進める。

この下に論点として整理してございますけれども、現状の把握と課題の明確化、イノベーション基盤の整備、3番目として社会実装に向けて国として取り組むべき施策、こちらのそれぞれの論点について議論を進めさせていただければと思います。

私からは、以上でございます。

塚本座長 今後の進め方を今、御説明いただきました。それぞれ専門のお立場もあると思うんですが、今の御説明に対して、何か御意見、御質問ございますか。

久間議員 先ほどこのポテンシャルマップに、これ以上何を書くのかという話がありました。私は、このポテンシャルマップの中の重要な項目が国家プロジェクトとして推進されているかどうか、まだ手がつけられていないものはないか、といったことをまず調べるべきと思います。

もう一つは、世界の新しい潮流として出てきた項目はないか。これらのことをJST、あるいはNISTEPにチェックしてもらい、ポテンシャルマップをバージョンアップすることです。目的意識を持ってやらないと、ただの勉強会で終わってしまいます。

事務局（千嶋） 分かりました。ありがとうございます。

塚本座長 当然と言えば当然の御指摘ですが、これから先、しっかりとその辺のことを踏まえて進めていきたいと思います。

ほかに御意見ございますか。

波多野構成員 私も分科会に参加させていただきましたが、難しい点は時間的なスケールです。材料やデバイスは時間がかかりますし、先ほど岸先生がおっしゃったような信頼性とか寿命の検討も重要です。このマップを拝見すると、やや要素技術の羅列になっており、Society 5.0へのつながりがわかりにくいです。センサ、材料、モノづくりなどの重要な技術は、共通基盤技術として位置付ければよろしいかと、一つ思います。

また、この表にどんどん追加すると益々わかりにくくなりますので、今後行うべきことは、カテゴリーやキーワードで重要なものを明確化することが必要だと思います。一方、Society 5.0のソリューションと基盤技術との間をつなぐレイヤーも必要です。そのレイヤーが先端の基盤技術を用いていち早くプロトタイプを示し、ソリューションにつなげていく、そして国際的な優位性を確保し、標準化もどんどん進めていく、すなわちこのレイヤーの役割が重要なのです。しかし実際私は現場にいて困っています。例えば大学ですと、このつなぐところはアカデミックになりにくい、論文になりにくい、という理由で人材育成ができておらず、産業界では、そこはそこまでまだ研究投資できていないと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

今の御質問に対する補足の質問なんですが、つなぐところというのは、例えば産学連携だとか国の施策だとか、そういう何らかの仕組みで動かさないと、放っておくとつながっていかないということでしょうか。

波多野構成員 そうですね、出てきたすばらしい技術もなかなか社会実装しにくいところもあると思うんですけれども、そこはどちらがやるべきか。国が投資すべきかというところは、もう少し産業界の研究開発に対する意見を、私、もともと産業界にいたので産業界に対して逆

に厳しいんですけども、そういうところを産業界にもしっかり考えていただくべきかなと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

今、パワエレその他のところから波多野先生お話あったんですが、宝野さんとか馬場先生とか、それぞれのお立場から「こういうところがちょっと抜けているんじゃないか」とか「こういう視点でもう少し検討が要るんじゃないか」という御意見ございませんか。

馬場（嘉）構成員 今の座長の御質問ですけども、この後の議論とも関連しますけれども、今、波多野先生がおっしゃったように、このポテンシャルマップはキーワードが羅列されていて、ここで議論するとなると、共通基盤として重要なものを中心に議論するというのが一つ大きな柱ではないかと思うんですけども、そういう意味ではもう少し2020年、2030年に期待される姿の議論……、どちらを先にするのがいいのか良く分からないんですけども、やはり出口を明確化して、その中で重要な技術をうまく取捨選択して、この中に盛り込むことが重要ではないかと考えます。

事前にこのポテンシャルマップをお送りいただいて、幾つか拝見したんですが、2013年版が中心になっていることもあって、もう議論として少し古い内容も入っているのかなという印象を持ちましたので、そういうところのブラッシュアップは今回の主要な目的の一つだと思いますが、それを行うときに、キーワードの羅列になってしまうとどうしても今後の進め方とか、国プロにどういうふうに反映させていくかというところで少し分かりにくいところも出てくると思いますので、この一番上に書いてある「期待される姿」との関連を明確化したような形で、このポテンシャルマップの議論を進められればと考えております。

宝野構成員 先ほど波多野先生からつなぐという話があったんですけども、大学でやっていることはキュリオシティドリブンで始まって、少し熱が出たから何か熱電だとか、そういったクレームが多いわけですね。でも、到底使えるようにはならないだろうというのは多くの方が分かっている。ここで議論していく中でそういった、例えば学術的には面白いけれども将来、物になりそうにないものは排除していくのか、あるいは将来、物になりそうなものだけを選んでいくのか。もしなりそうなものが出てきたら、そんなに無理をしてつなぐ努力をしなくても産業界というのは素性のいいものはとっていきますから、そこでそんな大きな工夫が要るのか、そういうことが漠然と思いつかなくていいですね。

先ほどから皆さんがおっしゃっているように、確かにパーツの羅列なんですけれども、その中からどういうものを選んでいくか。そのときに、物になりそうなものだけを残していくのか、

あるいは学問として面白そうなものをある程度容認していくのか、その辺ちょっと方針というか、どういうふうに考えていけばいいのか教えていただければなという気がしますね。

塚本座長 ありがとうございます。

今の話は、先ほど久間議員から御指摘がありました重要施策をどう取捨選択するか、その辺の判断基準というんですか、物の考え方。これは国と企業あるいは学の立場によってどう切り分けるかという議論もあると思うんですが、その辺は非常に重要だと思います。それはまた改めて事務局で、ある種どういう判断基準でこういうポテンシャルマップの取捨選択等をやっていくか、これはまた提案していければ、そのときにまた改めて御意見いただければと思います。

ほかに御意見ございますか。

馬場（寿）構成員 この2013年版のポテンシャルマップ作成に直接関わっていたので少し補足させていただきます。これをつくった理由は、ナノテク・材料技術にはいろいろあるが、どのように役立つかが良く分からない、あるいは2020年とか2030年にどういう形で目標が達成されているか分からないということにありました。そこで、他の分野（例えばエネルギー／環境分野）とこのマップで議論ができるようにつくられたものです。

また、各省庁のプロジェクトがそれぞれ目標を持ってやっていますので、それもここに反映させ、どのような形でやっているかが分かるようにするためです。そのような幾つかの目的を持ってつくられたものです。

抜けがあると困るのでなるべく広く捉え、大事だと思われる技術はここに全部反映させておこうとしました。このため、先ほどコメントあったように、ここから重要なものを抽出するというのは、また違った議論が必要になってきます。これから他の分野の方と、例えば省庁で考えている重要なもの、あるいは抜けているものなどについていろいろ議論して、重要なものを洗い出していく必要があります。正にこれからその作業に入るのものだと思います。

塚本座長 判断基準は改めてまた次に、あるいは次々回にでも少し整理させていただければと思います。

とはいえ、判断する前にすっかり忘れ物をしていたのでは話になりませんので、そういう意味では、小谷先生いかがでしょうか、例えばトポロジカル絶縁体とか、いわゆる今までなかったような概念とか、そういうものが世の中で生まれ始めますけれども、では、それが今すぐに重要かどうか判断しろというのは極めて難しいんですが、そういうものをうまく拾い上げるのも国として方向づけをする上での一つのセンスかと思うんですが、その辺で何か御意見ございますか。

小谷議員 数学をめぐる世界の環境は21世紀になって本当に大きく変わってしまっていて、社会課題を数学的にどのように概念化していけば新しいアプローチができるかという興味が高まり社会との連携へと大きく動いています。

例えば、今年のノーベル物理学賞の対象となったトポロジカル物質の研究は、1980年ぐらいに始まりましたが、最近また大きな進展があり省エネデバイスとして注目されています。非常に抽象的な数学概念であるトポロジーが新しいデバイス実現の指導原理を与えるというような世の中になってきています。先ほど問題意識として提案された学術なのか社会実装なのか、それはしっかり考えなければいけないですが、同時に、その関係のあり方や前者から後者への移行のスピード感が最近大加速しているので、そういう視点も必要と思います。

特に岸先生がやられているマテリアルの統合に関しては、これまでのナノテクノロジー・材料とは全く違う視点が必要になってきていますので、それをどうやって入れていくかというところは大切だと思っております。

久間議員 私は、学術的研究から応用研究までをここで議論するのは不可能だと思います。ここで議論するのは、目的が明確な基礎研究と応用研究だと思います。好奇心に基づく学術研究は別のところでやっていただく。こういうスコープで議論すべきだと思います。

塚本座長 今の久間議員のお話で大分方向性が収斂してきたかと思うんですが、要は基礎的なところも非常に重要なんですが、あくまでそれは学問のための学問ではなくて、目的基礎研究といいますか、どういうソリューションを提供したいからこれをやるんだと。先ほどの信頼性みたいなものも正しくそうですが、材料ができて信頼性がなければ話になりませんので。そういう意味で、取捨選択をする。取捨選択の前にフォーカスする領域が、もう最初から目的ありきということだと思います。

久間議員 文科省が言葉の定義をしています。基礎研究というのは、目的を明確にした基礎研究だと。学術研究は出口を意識せず研究者の好奇心で行うものと定義しているので、文科省の定義に沿って議論するのがいいのではないかと思います。定義が違うままで話し合うと混乱しますので。

塚本座長 ほかに。

宝野構成員 多くの研究は、目的というのは一応出しているわけですね。イントロダクションのところでも、到底そこに到達しそうなものは切り捨ててもいいと理解してよろしいんでしょうか。この場ではですけども。

久間議員 目的を明確にした研究には、短期、中期、長期の計画があります。問題は、予算

配分だと思います。実現するかどうか分からない長期的な研究にも、予算はある程度つけるべきですが、いきなり多額はつけないことが原則だと思います。

塚本座長 岸先生、どうぞ。

岸PD 先ほど私が申し上げたのは、現有プロジェクトをこういう7項目とか結びつける、これは「こんなもんだな」と見ていいんじゃないですかと。

ただ、新しいプロジェクトでこれからそれをどう入れ込むかということも、ここでやるんですか。そこなんです。それだとこれはまた大変な仕事です。そのところが何かはっきりしていないなという気がしたんですが。

塚本座長 極めて難しい御質問ですが。

岸PD これはどちらかということ、ファンディングエージェンシーのやる仕事なんですよ。テーマを見つけてくるのは。ここは、どちらかということ全体に政策をつくっていくんですから、結びつければいいのかといった解釈をしてしまったんですけれども、その辺を少し。

塚本座長 非常に難しい御質問で、要は施策につながらなければこれを議論している意味がありませんが、一方でファンディングエージェンシー、CRDSなり、NEDOなりJSTなり、そのあたりがこれからどうしていくかということとも連携しなければいかん。非常に切り分けが難しいと思うんですが、今、岸先生がおっしゃったとおり、ただ「今の状況を見やすくマッピングしました」ということだけでは恐らくさほどのことは起こらない。

事務局の皆さんいかがでしょうかという質問……、私、座長としては、できれば新しい施策、新しい方向づけをする、新しいネタ、こんなものも二、三、幾つになるか分かりませんが、少なくともこの議論の中から出てくると、例えば今、岸先生にやっていたらいるマテリアルズインテグレーションとか、そういう新しい施策、これは国を挙げてやるべきではないかというものがあれば非常にありがたいなとは思っていますが。

岸PD 分かりました。

JST(佐藤) 今、取捨選択という言葉が出ていますが、資金配分ということにも直結しますけれども、一番重要なのは、日本の研究者の数というのは限られているわけです。例えば100人いるとしたら、何に何人張りつけていくのだというのは私は国の戦略だと思っています。その中に新しいものもある、これから芽が出るのではないかと。ではそれは何%、100人のうちの何人が担当するのか、そういう考え方が非常に重要で、例えば千三つ以下のものと、例えば全体の研究者の1%を与えましょうと。そうしたら、1%というのは予算配分にほとんど依らないわけです。ですから末永く、ずっとできるわけです。ところが、50%の予算

というのはもう本当に予算で振られますから、これはすぐ何とかしようというものになっていくわけです。

ですから、そういう分布をきちっと決めて、そのカテゴリーをきちっと決めてやらないと、これ捨てましょう、あれ捨てましょう、これ取りましょうは、私は経営としてなかなかうまくいかないのではないかと思います。私も経営していた感覚から言うと、真っ先に考えるのは研究費ではない、エンジニアの考え、研究者の数だと。それをどういうふうに配置するのだと。例えば材料の研究者、それからナノの研究者の数は限られていますから、どこにどういうふうに配置するのですか、どういうレベルの人をどういうふうに配置するのですか、それをきちっと議論していくのが、多分、私はここの非常に重要な役目ではないかなと。あとはファンディングエージェンシーの役目になりますが。

そういう意見を持っているのですが、いかがでございましょうか。

塚本座長 貴重な御意見です。

戦略的な問題で言えば当然、資源配分がなくて幾ら戦略を言っても現場は全く関係ないことで動いているということになりがちですけれども、久間さん、その辺いかがでしょうか。資源配分というのは極めて難しい議論なんです。

久間議員 おっしゃるとおりで、先ほど申し上げましたように研究開発には長期、中期、短期があります。当然、短期から長期に向けて予算も研究者の数も減っていくわけです。そして、研究開発の進捗を見て、長期の研究で成果が出てきたものは中期に移していく。これが戦略だと思います。そのときに何がいいか、何が悪いかを見定めるのが政策であり、会社で言うとマネージメントです。それが今、日本はできていない。それをやるべきだと思います。

塚本座長 基本的にはこのポテンシャルマップを一つの軸に議論ができると……、これはあくまで議論するためのネタなんです、私の考えるのは、今、久間さんがおっしゃったように長・短・中、いわゆる研究開発のパイプラインというようなイメージですね。やたら長期ものにばかり金をかけたらもちろん成り立ちませんから、どういうバランスでやるか。

もう一つは、例えば国が今、進めようとしている11のシステム、エリアがありますから、それに対するジャンルというか、エリアに対する資源配分をどうするか。いわゆる時間配分と領域配分、この二つがあると思うんですが、これは是非チャレンジしていかないと駄目だと思います。何となくマップが並んで「はい、どうぞ」と言ってもどうしようもありませんから、一つのたたき台、たたかれ台としては、例えばエネルギー戦略協議会等と議論しながら「この辺を中心的にやっっていこう」とか、ある程度のたたかれ台をつくるのも我々の使命かなという

気がします。

久間議員 最初は精度が低くてもいいのです。エネルギー / 環境の研究課題に対して今どれぐらいの予算が付いているか、どういう目的でいつごろ実用化しようとしているか、そのぐらいの数値を入れながら、それが正しいかどうかを議論する。それから、先ほど塚本座長がおっしゃった新しい技術はないか、こういう議論をしていくのがいいのではないのでしょうか。

岸PD ただ、今の佐藤さんの大事なものは、プラスどれだけ人がいるかということなんですよ。SIPを始めるとき、構造材料をやっている人が何人いるか名簿を全部つくったんです。450人なんですね。それで経産省に120人ぐらい入っていたんです。ですから、ここが大体120人ぐらい入ればちょうど半分ぐらいが関係するかなというような目安を持ったんですけどね。そのような人的配分というのも非常に重要な意味があるなという気がいたしますね。

また、我々もそういうことはやっているんです。どれぐらい人数がいて、どれぐらいの人がお金をもらっているかというような話ですね。非常に重要な視点だと思いますね。案外抜けているんですよ、研究者がいないという話が。

久間議員 予算がついていても、ですか。

岸PD いないんです。今、工学系はポスドクがいないんですよ。それが大問題なんです。

塚本座長 逆もありそうですけどね。やたら研究者がいるんだけど予算がついていない。

岸PD そうなんです。

塚本座長 ありがとうございます。そういう視点でまた整理整頓していかなければ。

恐らく、さっきJSTの馬場さんからも御説明いただきましたけれども、前回のポテンシャルマップには一応各施策が盛り込まれて、そこにどれぐらいの費用が使われているかという費用面でのマッピングもしたんですよ。あれは非常に苦労してつくったみたいですが、残念ながら、今、国の各施策とか各省庁のいろいろな予算があるキーワードで簡単にコンピュータの上で整理整頓できるかということ、必ずしもそうならないということのようなので、非常に事務局は苦労されたようですが、恐らくこの辺の資料をもとに予算の配分とか、それから日本の人材がどういう配分をされているとか。これになるともっととてつもない話ですが、何らかの。

精度は100必要ないので、今、久間さんがおっしゃったように入り口として何らかの形で見える化していくということが一つの重要なポイントかと思います。

須藤構成員 今、座長から大体今日の方向性が出ているので、余り言うともまずいかなと思ったんですけども、今日のこのポテンシャルマップを私、初めてちゃんと見させていただいた

んですけれども、今までエネルギー戦略協議会といろいろな議論をしてきたのは、どちらかというとソリューション、システム化というところで材料とエネルギーで共通点がないかということで、センシングとかそういうものをターゲットにしてやってきたんですけれども、これを見ると別の分野がいろいろ当然出てくるんですけれども、我々からすると、例えば11のシステムのある1分野の組織からすると、例えば横がしっかりしていれば、これは縦の人が見れば上から順番に見ていけば「これは要らない」「これはやっている」と出てきますよね。そして自分の会社でこれを行っている人数が何人ぐらいとか、ある程度目安もついてくるとか、少し横をしっかりつくってもらって、こういった目で逆に今度、エネルギー戦略協議会とこのナノテクでやると、センシングとかそういったシステムとかいうところではない目で見ると、例えば構造材料のところは大体みんな分かっていますから、どこの会社にああいう人がいて、何人ぐらいでこういうテーマをやっているよとか、経産省のプロジェクトでこれは動いているとか、大体みんな頭に入っているので、だったらその先のことをやったらいいのではないかというのが比較的議論しやすいと思うんですよね。

なので、多分これは久間さんが言われたことだと思うんですけれども、これを縦と横の専門家がお互いに見ていくと、どこが今、動いていて、これから先どこを重点的にやったらいいか、そのタイムスケジュールは中期、長期、短期どうなっているんだというのは比較的議論しやすいのではないかと私は思います。これを是非しっかりつくってもらえると、議論が進むと思います。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに御意見ございますか、全体の進め方で。

あとマテリアルズ・インフォマティクス、3つのプログラムが今、走っていますが、それに関連して何か御意見がございましたら。

香川先生、何か御意見ございますか。

香川構成員 また次のときにでもきちっと議論させていただきたいのですが、さっきから一つ気になっている点は、いろいろな技術で日本が遅れているところと、世界と同じくらいのところと、かなり進んでいる部分がある分かれています。ですから項目だけで書いたときに、本当に日本が遅れているけれども、重要な技術であるとか、日本は進んでいるけれども、さらに勝つためにもっとやらなければいけない技術とか、その辺をこれに加えた方がもうちょっと分かりやすくなるかなという感想を持ちました。

それと計算機の方は、やはりこういう中で計算機もナノテクと同じような、将来、道具とし

てどのように利用できるかという観点からも、これと組み合わせて議論されるともっと有効範囲が広がっていくと考えております。

塚本座長 事務局の宿題がどんどん増えていきますが、言われるともっともな話ばかりで。

一つは時間関数で考えるということ、一つは領域でどう見るか、資源配分という意味ですね。それから今、香川先生がおっしゃった強み、弱み。いわゆる勝っているところ、負けているところ、負けているけれども放置できないところ、あるいは負けてもそれはいいやというところ、その辺の判断基準。これはまた次回、整理して判断基準の議論をさせていただければと思います。

既にポテンシャルマップの話に相当入ってしまっているんですが、ここまで議論の進め方についていろいろ御意見いただいたんですが、プラス、今、既にその辺の議論に入っていますが、事務局から改めてポテンシャルマップに関しての御説明をお願いします。

事務局（千嶋） もう議論も大分進んでおりますが、このポテンシャルマップ、1から4ページまで4枚ありますが、まず、最初の3枚の縦軸にはそれほど大きな区別はございませんでして、どちらかというところと四角の色が、どなたにアップデートしていただいたかという情報が入っているところでございます。

4ページだけが少し変わっておりまして、さらに汎用的な技術ということで、このナノテク材料分野を支える、例えば加工/合成プロセスですとかシミュレーションの技術ですとか計測・評価の技術、あと一番下に、これも一つ重要な視点かなと思いますのは安全性に関するようなもの。この4ページに限りましては横軸の分野というのは余り関係なく、分野横断的というか、技術横断的にも必要なベースメントの技術となっております。

以上でございます。

塚本座長 今の御説明を聞いていただいて、改めて何かこのポテンシャルマップに対して。既に多くの意見が出ているんですが、改めてそれぞれの御専門の領域とか、あるいは全体の、上から下へより基盤型になっていっておるんですが、いずれはこれに各施策の費用だとか予算だとかそういうものが見えてくれば、もう少し見やすくなる。それからさらに日本の強み、弱み、生かすべきところ、そのような判断も入ってくるということだろうと思います。

恐らくこれが、先ほど来、出ていますように中長期にわたって散りばめられていますから、いわゆる時間系列としてどういう見方をするか。場合によっては短期型のポテンシャルマップ、中短期型というんでしょうか。それから比較的長期型のポテンシャルマップと色分けをするか、別シートにするか、そういう工夫も要るのではないかという気がします。

全体で、今のポテンシャルマップの御説明に対して何か御質問、御意見ございますか。

これは座長の意見ではなくて、ナノ材料をつくっている会社の立場として少し補足なんです。先ほど事務局から安全性という話が出ましたけれども、これは非常に重要だと思っています。恐らく、単にこのナノ材料が安全かどうかということ以上に、これが世の中に出始めてから手を打ったのではもう遅いですから、しかも、それは恐らく基準認証とか、同じナノ材料でも安全なものや安全でないものが当然ありますので、恐らく世界の中で、あるいは途上国の追い上げを受ける中で、安全性まできちっと担保したこの材料を使わないとリスクがありますよと、それで基準認証をする、そんなことまで含めてやればかなり競争力の担保もできると思いますので、是非その辺も検討いただければと思います。

それからもう一つ、私個人の意見ですが、共通の加工/合成プロセスの中に、ナノ材料から見たときのディスパージョンというんですか、分散技術、共通基盤技術として。そういう文言が案外入っていないんですね。個別の話にいつている。実はナノ材料というのは、ナノチューブもそうナノシルバーもそう、ナノチタニウムもそうですが、ナノ材料というのは凝集しますから、それをうまく分散させてしかるべき機能を出すというのは極めて、実は学術的にも未知なところだらけです。今、エイヤでやっているんですね。既に大量にナノ材料が使われていますけれども、これは恐らくそれぞれの産業でエイヤでやっている世界が非常に多くて、経験工学になっていますから、そこらも少し、共通基盤技術としてはナノの分散技術というのは重要なかなという気がします。

ほかに御意見ございませんか。よろしいですか。

せっかく参加いただいている大森さん、大型プロジェクトのPDをおやりになっている立場から、この辺の話を見て「いや、ちょっとこの辺が抜けているんじゃないか」とか「こんな考え方が要るんじゃないか」というような御指摘がございましたら。

大森PD 大体言われたようなことを感じています。

やはりこのマップのところ、時間軸、例えば2030年ぐらいとか2050年とかいうことで、この技術をいつぐらいまでに、どのレベルのものにするかの位置づけを書いておかないと、先ほどのリソース配分にしても何もできないだろうと思います。それをして、かつ、この中でシステムのところを縦に見て、どのようにつながりますか、各システムへの紐付けができるようにして、詳細技術に落とすような見方が要るのではないかと思います。

要するに、例えば先ほどありました再生可能エネルギー関係の適用というところで検討すると、それに対して電力変動やら幾つかの事ができるデバイス、あるいは特性実現ができる材料

というものが目的として出てきて、それを機能として落としたものがこのマップの中にあって、それがどのようにつながりますかというある程度ラフな絵を描いて重みづけをしていかないと、最後につながらないように思います。

いつも思っていることですが、こういう技術がいつごろにどのレベルまで、どうつくるか、TRLとか、実現のための基礎的な話とか、システム統合できるもの、それにあわせて先ほどの信頼性とか生産性とか、ばらつきみたいな話ですけれども、これらの視点も入れないと、単純に言葉だけではレベルが分からないのではないかと考えています。

塚本座長 ありがとうございます。

ほかに御意見ございますか。

今までの話全体で極めて総括的に申し上げますと、ポテンシャルマップというのは、このままではなかなか使いにくい。いわゆる資源配分とか重点配分、あるいは強み、弱み、それから時間の経過、それから今、大森さんおっしゃっていただいた出口のイメージをいつごろに想定するかということも含めて、少し整理する必要があるかなという気がします。

ほかに御意見ございませんか。

宝野構成員 計測・評価の部分が、何というか、材料科学の研究には計測・評価の発展は重要ですから、良く分かるんですけども、特にSociety 5.0に向けたとか、何か羅列してあるだけでどれが本当に重要になってくるのか、どういう出口に結びつくのかが分かりにくいような気がするんですけども。

塚本座長 極めて厳しい御指摘なんですけど、どういう整理をするか。今、ポテンシャルマップは上から下へ、より基礎・基盤に流れているんですけど、上の方はそれぞれの出口とか整理ができるんですよ。基礎側の評価・計測とかいうことになると、共通基盤技術の中のさらに共通基盤ですから、そうすると出口、何か社会実装を実現するためにこの計測がいるんだとはなかなか言いにくいところがありますよね。何かうまい整理の仕方、御提案ございますか。

宝野構成員 拝見して違和感を感じた、そういうことで申し上げたんですけども、だからこう言った方がいいだろうという案は、今は持っていません。次回までに少し考えさせていたきたいとは思いますが。

それから、例えば全てが、分解能の向上とかそういったものを掲げているんですけども、例えばJ-PARCという一つの例をとりますと、分解能云々(うんぬん)よりも使いやすさを向上するとかそういったことの方が重要だと思うんですね。例えば、随分長いこと止まっていますと多くの研究者が海外の設備に行っている。一方で、高分解能化とか高性能化、最先端

の性能をつけるとか、それとは全く違う世界のような気がするんですよ。ですから、その辺もちょっと整理する必要がある気がします。

塚本座長 確かに、ややもするとこういうところはより高分解能、高性能ということに走りがちなんですが、一方で使い勝手というのは当然必要でしょうね。その辺の視点も、では議論させていただければと思います。

ほかに御意見、御質問ございますか。よろしいでしょうか。

全体をざっと通してお聞きいただいています経産省、文科省の方から御意見いただければと思うんですが、全体をお聞きいただいて、西條さん、何か御意見、御質問ございますか。

文部科学省（西條） 文科省という立場かどうかというところはあるんですけども、一応今、御議論いただいているこのポテンシャルマップみたいな形で、デバイス材料から始まって最後のページの、正にここで言うところの基礎基盤技術という形になっていますけれども、役所で、例えば今後どういう施策をやっていこうかというようなところに、正に文部科学省がやるのか経済産業省がやるのか、若しくはS I P的な形でやるのか、いろいろな形はあろうかと思うんですけども、やはりこの最初の方のページの、いわゆるデバイス材料とかそういうものに着目して、システムとどう組み合わせるかというところは、どちらかという、国としてここを力強くやっていかなければいけないということでプロジェクト型でやっていく部分と、それから、例えばJ S Tの戦略のようにもう少しファンディングで、ちょっとすそ野は広くしつつも、こういった戦略目標という形でここで言ったターゲットを広目にとりながら国として伸ばしていくようなやり方と、複数の方法があります。あともう一つ、最後のページのところは、逆に言うと基盤として、正にそういうものを支える上でやはり用意しておかなければいけない、計測とか、それからまた今一番、岸先生や何かがやられている正にM Iみたいなものは、逆に言うと基盤という意味でも非常に重要になってきて、そういったものを支えるものとして、国としてどうやっていかなければいけないか。

かつ、その際に、やはりリソースをどう配分していくのか。これは良く国会議員の先生に怒られるんですけども、どこにどれだけのリソース配分をするのが、いわゆるそれをやっていく上で、基盤ばかりにたくさんお金を入れてもプロジェクト経費がないといけませんし、プロジェクトにばかりお金を入れても、ばらばらに基盤的なところもやってしまったりいけないというところもあって、我々も施策を考える上でそういったところは非常に悩みどころでもあるので、そういった整理がされてくると施策を打っていく中でも非常にやりやすくなっていくのかなというところがあるかと思います。

久間先生からお話がありましたように、今回は、ここのターゲットという意味では学術研究というのはどちらかというところですが、さっきの基盤のところなどは、どちらかというところと学術とまた関わってくるところもあって、こういったプロジェクト型のための基盤もあれば、学術という意味での基盤ということも出てくると思いますので、ちょっとまだ頭の整理は良くつかないんですけども、そういった部分が出てくると、やはり今、限られたリソースの中で、こういった形で国として強い方向性を持ってやっていけるのかということについては非常にできるようになるのではないかと考えております。

我々としても是非積極的に参加させていただいて、やっていきたいと思っております。

塚本座長 ありがとうございます。

今の一つの視点として、いわゆるプロジェクト型と基盤・基礎型。この基礎・基盤といえども、先ほど来、久間先生がおっしゃっているような目的基礎研究、いわゆる学問のための学問ということをご議論するわけではないということは、注意しながら進めたいと思っております。

経産省から井上さん、何か御意見ございますか。

経済産業省（井上） 今回から参加させていただいておりますので、これまでの経緯等必ずしも十分把握しているわけではないのですが、今日の御議論を拝聴し、私たちが日頃政策の現場で悩んでいること、あるいは課題として思っていることを酌み取った議論をしていただいているなという思いを強く持ちました。

私たちが反省があるわけですが、ややもすると技術開発、シーズブッシュ型になってしまいがちなところ、やはり素材、ナノ素材でもそうですしそのほかの材料もそうなのですが、誰がどのように使うのかということが、実は素材の力を社会の価値に還元する上で非常に重要なこと、最近ますます強く感じる場所があり、そういう意味で、今日のような整理、事務局の方が大変な御苦勞をされての整理だと思っておりますが、出口を見据えて技術を整理していくのは、私たちがやっていかなければいけないものだと考えておりますし、また、今日のような御議論で私たちが貢献できることが今後ありましたら、是非情報提供も含めて努めていきたいと思っております。

塚本座長 ありがとうございます。今後ともよろしく申し上げます。

原さん、いかがでしょうか。もともと御専門が社会実装とかそちらの分野ですので、そういう視点からもコメントを頂ければと思っておりますが。

経済産業省（原） このポテンシャルマップ、非常に時間をかけてつくられたものだと思います。

ます。このマップのブラッシュアップの方向性については既に議論がかなり出てきたと思います。

マップ化されている個別の、いろいろなシーズと申しますか、技術要素というのは、それぞれつながりがあったり、あるいは関係し合っていると思うんですね。例えば時間軸に関する議論も今日出ましたけれども、この時間軸も踏まえて、技術要素同士のつながり・関係性が、構造化されて見るとマップがより良いものになるのではないかと思います。現状では、平面の中にそれぞれの技術要素が置いてあるという形になっていますが、各要素の関係性が構造化されている状況、例えば各要素技術についてはどのくらい研究開発に時間がかかり、それらの技術他とはどう関係づけられるのかが少し見えてくるとより良いものになると、思いました。ただ、これらの情報をマップに入れていくのは非常に大変なことだと思います。限られた時間の中でこれらの情報を入れ込むのは非常に大変だと思うんですけども、要素技術同士の構造化ができてくると、我々が研究開発としてどこに注力すべきかがより具体的に見えてくるのではないかと思います。

もう一点は、これは今後の議論かもしれないんですけども、国全体が研究開発投資をしていく際に、どういう基準でその投資すべき領域を選んでいくのかという問題を考える必要があるかと思います。特に時間軸を意識した選択基準を考慮する必要があるように思います。例えば我々は、10年後、20年後、30年後、どのあたりをターゲットにして研究開発投資をしていくのかを、しっかり考えるべきかと。今の世代の人たちのニーズなのか将来世代のニーズを意識すべきか、どの世代のニーズを汲み取るべきかという意味での時間軸は今後も意識して議論した方が良いでしょうと思います。つまり、限られた資源を配分する上でも非常にこれは重要な論点ではないかと思います。

以上2点、コメントさせていただきます。

塚本座長 ありがとうございます。

御質問あるいは御意見いただければ頂くほど宿題が増えていって、事務局には大変恐縮ですが、恐らくポテンシャルマップの「ポテンシャル」、ポテンシャルというのはいろいろな意味があるんだろうと思います。時間的な意味だとか、あるいは勝ち負けという意味の重要度というポテンシャル、それからもちろん出口のSociety 5.0を実現するための意味の、どれほどの実現性があるかというようなポテンシャル、それから学術的なポテンシャル、いろいろな意味があると思うんですが、そういうさまざまな切り口が、百点満点をすぐにはとれませんが、継続的にこのポテンシャルマップをもとにいろいろな方が議論できるということが

あれば、一つの前進かなという気がします。

ほかに御意見、御質問ございますか。

浅野構成員 事務局をサポートする意見ですけれども、私、今回は出られないのでちょっとコメントしておきますと、実は私、技術予測もC R D Sの俯瞰報告書にも関与したことがあるので申し上げますと、文科省の技術予測が、正に各技術の実現時期、しかも技術的にできるタイミングと、あと社会に実装されるタイムラグがあるんですけれども、それを明確にしているというのが一つなので、さっきから要望が出ていたタイミングの話は、文科省のこの予測にある程度参考になるデータがあると思います。

あと、J S Tの俯瞰報告書の方で、正にヨーロッパ、アメリカと比べて日本がどういう技術水準にあるかという表もつくっていますので、多分そういうものを御覧になると、国際競争力でどこが強いかが弱いかがわかりますので、議論の順番を逆にされると、今日みたいなことは多分クリアできると思います。

塚本座長 貴重な助け船をありがとうございます。

決してないものをつくろうというわけではなくて、多くの資料はそこらに散りばめられている。そういう意味では改めて、冒頭申し上げたとおりJ S TとかN E D Oとか、そういう既存の戦略センター等の意見とか考え方をうまくこれに組み込みながら、継続的に進められればと思っております。

ほかに御意見は。

岸P D これをずっと読んでみまして、材料の名前がないんですね。これは一つのやり方であるとともに、もうかなり材料、金属なら金属、高分子なら高分子で特色があるんですね。材料屋から見ると、ある程度決まっているようなところにそれがないと、非常に抽象的に見えてしまうんです。

だけれども、さっきからこれは言おうか言うまいか考えていたんですけれども、ますます膨らんでしまうんですね。今はただ磁性材料とか何とか言うけれども、これでは本当はもう時代遅れなんです。もう少し具体的に書いてもいい時代になっているんですね。

まあ「そういう意見もある」ぐらいで、これを一つ入れ出すとやはり大変になると、それから今、我々のところだと高分子系、C F R Pですね、それからセラミックス系、金属系一緒にやっていますね。もしかすると、やればやるほど特徴ができるから、分かれていってしまうようなところもあるんです。融合ではなくて。今、ちょうどその難しいところに来ているんですけれども。

ただし、世界的に見て、この前のEUの報告書等を見ても、材料で材料の名前がこれだけ出ていないのは日本の特徴かなという気もします。これがいい方の特徴であることを望んではいるんですけどね。

ちょっとコメントだということで、余り深く考えられるとめちゃくちゃになってしまうなという気がするので。

塚本座長 ありがとうございます。

できれば象徴的な、ティピカルな、何か代表するような材料名が出れば非常に象徴できるという意味でも、例えば岸先生がおやりにやっているような超耐熱材料とか、そういうものがうまくティピカルに表現できれば。これはマスト項目ではありませんが、そういうものが散りばめられればより分かりやすいということかと思います。

ほかに御意見ございますか。よろしいでしょうか。

最後に、全体を通して久間さん何か。

久間議員 今日は多岐にわたるいい議論ができたと思います。

ただ、この委員会の目的は2017年の総合戦略の策定です。今日出された資料やご意見等を全部取り入れるのは、とてもできません。ですから御意見の中で、2017年の総合戦略で特定するために重要なテーマにフォーカスして、その目的のために資料をバージョンアップすることが必要と思います。今日はどうも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。

最後に久間先生のお話は、要は納期があるんだぞということだったかと思います。(笑)それから、納期以外にも継続的に議論すべきことがあれば、それはそれで別途取り出して継続審議をする。いわゆる切り分けをしていかなければいかんということですね。また事務局、一知恵二知恵絞っていただければと思います。

以上で全体の議論を終わりたいと思いますが、最後に事務局から御連絡ありますか。

事務局(千嶋) 本日は非常に御闊達な御議論をいただきまして、ありがとうございます。

頂いた宿題ですけれども、まず、総合戦略を書くに当たっても、どこが重要なのかという議論がしやすいような工夫をできる限りさせていただいて、また御提供させていただきたいと思えます。

それにつきまして一つ、今日御議論いただいた方々にも、実はこのポテンシャルマップを後日、事務局から送らせていただきますので、こういう部分が足りないといったところを埋めていただきたいなというのと、あとは、特にこの辺が大事とか、この辺は人が足りないとか、そ

ういう強い思いがあるところだけでも御記入いただけると我々としても助かるかなと思いますので、よろしく願いいたします。

また、論点等、今日言いそびれたとかそういったことがございまして、メール等で御指摘いただければと思いますので、よろしく願いします。

頂きました御意見をもとに、次回からの本格的議論に向けて準備を進めていきますので、御協力のほどよろしく願いします。

今回は通算第6回ということで、この分科会は1月25日水曜日の10時開催予定です。開催場所は、ここ4号館を予定しておりますけれども、詳細は後日また御連絡申し上げます。

資料の郵送を御希望される方は、事務局に一言お声がけの上、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。この参考資料の分厚いものは次回からも使いますので、この場に残しておいていただければと思います。

連絡事項は以上です。

塚本座長 年末のお忙しいところを、大変長らくありがとうございました。

これで散会いたします。どうぞ良いお年をお迎えください。

午後3時49分 閉会