

エネルギー・環境イノベーション戦略推進  
ワーキンググループ  
(第2回)

平成29年3月9日

午後14時59分 開会

○柏木座長 それでは定刻になりましたので、第2回のエネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループを開催させていただきたいと思ます。

大変お忙しいところを御参加いただきまして、心から厚く御礼を申し上げます。

最近、パリ協定の発効で、米国もある意味ではパリ協定に関しては棚上げした形になっていると私は見ておりまして、いろいろと調べて見ますと、現大統領が選ばれた閣僚の複数名、約6名ぐらいと言われてはいますが、気候変動に関しては科学的な知見が一定規模得られて示されていると。人間の活動が気候変動に関して全く関与していない、あるいは、ということとは否定できないと。関与しているということに関して、これを翻すだけのものはないと言って、いろいろと大統領令を出されているようですけれども、パリ協定脱退宣言はしていないと。棚上げという形だろうと思っておりまして、この環境イノベーション、これもCOP21から始まった話でありますから、潮目は確実にローカーボンからディカーボネーションというか、脱カーボンの流れには大きな変化ないというふうに思っておりますので、改めてまたこの戦略の重要性が担保されているんだらうというふうに思っておりますので、よろしく御協力をお願いしたいと思います。

それでは、出席者及び資料の確認を事務局からお願いいたします。

○梅北企画官 事務局の内閣府企画官を務めております、梅北と申します。本日はどうかよろしくをお願いいたします。

それでは、主席者の御紹介をいたします。時間の関係上、大変恐縮ではございますけれども、お名前の紹介のみにとどめさせていただきます。また、エネルギー・環境イノベーション戦略という名称は非常に長いですので、便宜上、今会議では「NESTI」というふうに略させていただきます。

では、委員の方々の御紹介をさせていただきます。

まずは座長をお願いしております柏木孝夫様。

泉井良夫様。

小林哲彦様。

高原勇様。

田中加奈子様。

野中利幸様。

森口祐一様。

矢部彰様。

山地憲治様。

本日、ワーキンググループ構成員12名のうち出席は9名となっております。須藤亮様、住明正様、平井秀一郎様が御欠席になります。

なお、今回より日本経済団体連合環境安全委員会地球環境部会地球温暖化対策ワーキンググループ特別委員、また東レ株式会社地球環境事業戦略推進室長であります野中利幸様に御参画いただいております。

初めてですので、もしよろしければ一言いただければと思います。

○野中構成員 本日はよろしくお祈いします。東レは御存じのように超継続経営を標榜している会社ですので、こういうテーマは大変、私個人としても興味があったし、経団連さんから是非参加してほしいということで、是非積極的な意見を含めて、意見交換させてもらおうと思ひます。よろしくお祈いします。

○梅北企画官 また、総合科学技術・イノベーション会議委員から久間議員が御出席です。

○久間議員 よろしくお祈いいたします。

○梅北企画官 関係省庁からは、文部科学省環境エネルギー課、小野専門官。

農林水産省研究開発官室、柚山研究調整官様。

経済産業省エネルギー・環境イノベーション戦略室、岩谷補佐。

環境省地球温暖化対策事業室、イケモト室長補佐が参加いただいております。

また、本日はJSTの研究開発センターと三菱化学株式会社様より議論のためのプレゼンテーションをしていただく予定から、JST島津様、三菱化学瀬戸山様に出席いただいております。

次に、配付資料の確認をさせていただきます。

資料一覧は、議事次第裏にあります。本日の議事次第、構成員名簿、座席表のほか、資料1-1、1-1別紙、1-2、資料2、資料3の5種類と、参考資料と、メイン席には机上用資料を配付しております。よろしいでしょうか。

また、構成員の田中様の御厚意により、御所属の低炭素社会戦略センターより発行された報告書、「2050年の「明るく豊かな低炭素社会」実現のための課題と展望」を配付いただいております。

ほかに、机上用参考資料として、第5期科学技術基本計画、科学技術イノベーション総合戦略、NESTIなどをファイルにまとめて置いております。資料内容についてはファイル目次

を御参照ください。不備等ございましたら事務局までお知らせください。

なお、円滑に議事を進行して行いたいと思っておりますので、これ以降の写真撮影は御遠慮ください。

それでは、議長よろしく申し上げます。

○柏木座長 それでは、この議事次第に沿いまして、まず（１）の議題、エネルギー・環境イノベーション戦略の推進に向けての議論ということで、①が研究開発法人の科学技術振興機構（JST）、②が三菱化学株式会社のそれぞれの皆様からプレゼンテーションをお願いしたいと思っております。

これにつきまして、事務局から詳細をお願いしたいと思えます。

○梅北企画官 今、御紹介がありましたように、本日はJST様、あと三菱化学様からプレゼンテーションをしていただく予定になっております。お呼びした背景でございますけれども、今回の議論、NESTIで特定されております有望分野、この研究開発、実装、そういったものをいかに進めていくのかということをお議論いただきますが、まずJST様からは諸外国の事例ということで、アメリカ及びドイツを中心に研究開発の仕組みを説明していただいて、日本に対する示唆を何か得られるものがあればということで考えております。

続きまして、三菱化学様からですけれども、三菱化学様が取り組んでいらっしゃいます人工光合成、どちらかという実用化が2030年以降、比較的長期の研究開発をされているということですが、NESTIの政策を進めるにつれて、やはり2050年をターゲットに置いていますので、産業界が長期戦略にどういう観点で今関わっていらっしゃって、その御経験からNESTIのほかの分野を進めるに当たっても、どういう示唆が得られるかという観点で検討いただければと思っております。

では、JST様から御説明、プレゼンテーションを行っていただければと思えます。どうかよろしくお願いいたします。

○島津氏（JST） JST研究開発戦略センターの島津と申します。

お手元の資料1-1、また1-1の別紙に基づいて御説明差し上げます。

JST研究開発戦略センターでは、2年置きに各分野で俯瞰報告書というものを出しておりまして、ちょうどこの4月にエネルギー分野の俯瞰報告書2017というものが発行され、500ページを超える大分分厚い冊子になっておりますけれども、その中から今日は米国・ドイツにおける研究開発の政策動向というところを取り上げて御説明差し上げます。

2ページ目でございますけれども、米国のエネルギー分野に関する基本方針ですけれども、

オバマ政権になりまして、当初は再生可能エネルギー拡大による新産業創生という「グリーン・ニューディール」というものを打ち出しておりましたけれども、その後のシェール革命によって、all of the aboveということで、利用し得る全ての資源を使ってという包括的なエネルギー政策に転換しました。

また、米国の特徴としましては、エネルギー政策については大統領令に沿ってエネルギー省、DOEが基礎研究から出口まで政策を推進しているということになります。5年置きにストラテジックプランというものを出しており、この中で三つの柱、大目標がありますけれども、一つ目、科学とエネルギー、二番目、核安全保障、三番、管理と成果ということで、科学とエネルギーの戦略目標3のところを見ていただくと、非常に基礎科学を重視しているという姿勢が打ち出されております。

3 ページ目になりますけれども、DOEの研究開発政策ポートフォリオと予算ということで、研究開発予算が172億ドル、2兆円程度でしょうか。そのうちの科学・エネルギー関連予算が127.2億ドルということでございます。

また、17のエネルギーに特化した国立研究所を持っておりまして、またオバマ政権当初にスタートしました三つの異なる目的、特徴を持つ研究開発ファンディングシステム、エネルギーフロンティアリサーチセンター、エネルギーイノベーション・ハブ、エネルギー高度研究計画局ARPA-Eという三つのプログラムをスタートさせました。

今日はその予算の円グラフの右側にあります、赤字で下線が引いてありますサイエンスのところとARPA-Eのところについて、少し中身を御説明したいと思います。それ以外にも、円グラフの左側の下の方にあるクリーン輸送システムですとか、エネルギー効率・再生可能エネルギーというテリトリーで、いわゆる応用領域といいますか、開発のところ、経産省さん、NEDOさんで進められているようなところは、この領域で別途進められているということでもあります。

4 ページ目、エネルギーフロンティアリサーチセンターですけれども、これは基礎研究、基礎科学を支援する仕組みとして、非常に特徴的なのは2001年以降、10年かけて基礎研究のビジョンを、または戦略をアカデミアの有識者と政策サイドで協力して、毎年、毎年ワークショップを積み重ねて取りまとめてきたと。それを2010年にプログラムとしてスタートさせたということでございます。

優先すべき基礎的エネルギー研究領域が13個並んでおります。また、もう一つ特徴的なのは、5つの科学原理というものをきちんとワークショップの中から抽出しまして、各提案はこ

ういったものをきちんと盛り込んでいないとならないというようにしているところがございます。日本で言いますと、JSTのクレストに近いところがあるかと思います。

次の5ページ目になりますけれども、エネルギーイノベーション・ハブ、これは拠点型の事業として、アンダー・ワンルーフということを狙った仕組みになっております。資金は中核拠点に投下しまして、そこから必要な場合は再委託をすることによって、拠点の求心性を持たせているという仕組みでございます。

当初、5つのテーマが走ってございましたが、5年たって見直しをして、今は4つのハブが走っております。この中の一つに人工光合成共同センターがありますし、また、エネルギー貯蔵、蓄電池関係についてもこのハブが中心となってアメリカでは政策を進めております。

三つ目、ARPA-Eでございますけれども、ARPA-Eは基礎研究と開発の間にある「死の谷」を克服するためのプロジェクトということで、DRAPAの仕組みをまねてプロジェクトをつくりました。ハイリスクハイリターン型の応用研究ということで、PDの非常に強い権限のもと進めていますけれども、中身を見ると産業界の単独申請による課題が割と多いように見受けられます。

こういった三つの異なるプロジェクトを、順番が前後して恐縮ですけれども、3ページ目に右下にあるような研究フェーズと研究資金規模を非常に区別して、当初から進めてきた形になります。

また、アメリカのもう一つの特徴としましては、毎年、大統領から大きな政策目標が示されて、それに基づいて新しいイニシアチブが幾つか立ち上がるわけですが、7ページ目にありますように、オバマ政権の後期には雇用の確保が非常に重要な課題になりまして、マニュファクチャリングのイノベーションが重要だということで、先進製造パートナーシップのもと、ナショナル・ネットワーク・フォー・マニュファクチャリング・イノベーションという仕組みが立ち上がり、この中で現在九つのセンターと申しますかクラスターが動いているわけですが、エネルギーに関係するところとしてパウエレですとか構造材料関係が動いております。

これは非常に大規模な産学官連携プロジェクトでありまして、フラウンホーファーを模倣して、マッチングファンド形式ですとか、テクノロジー・レディネス・レベルの採用をして、進められているものです。

8ページ目になりますけれども、以上、駆け足で米国のざっと政策を説明しましたけれども、日本との違い、特徴としまして6つ挙げさせていただきました。DOEが基礎研究から出口ま

で所管している点、またエネルギーの枠組みで国防、原子力を中心として国防が非常に重視されている点、また基礎科学を非常に重視している点、エネルギーに特化した17の国立研究所が存在するという点、またワークショップなどを通じた政策立案へのアカデミアコミュニティの協力があるという点、6つ目に雇用創出のための製造業の復権を最近では非常に重視しているという点を挙げさせていただきました。

その下に、一般的なエネルギーを取り巻く環境の違いですとか、イノベーション・エコシステムの特徴においても違いがあります。このあたりも日本との違いを考えながら、日本は考えていかなければいけないかなということで挙げさせていただいています。

9ページ目以降、ドイツのエネルギー分野の話ですけれども、2013年末の第3期メルケル内閣で省庁再編が行われまして、これまでエネルギー分野は割といろんな省庁で研究開発がばらばらと取り組まれていたものを、連邦経済エネルギー省に戦略と言いますか、方針戦略を決めるのは連邦経済エネルギー省ですよということを決めまして、その戦略のもと各省が役割分担して研究開発ファンディングをするという仕組みになりました。

ただ、ドイツのエネルギー分野でも一番研究費を持っているのは連邦教育研究省BMBFで、約60%の研究開発予算はBMBFで基礎研究を重視して進められているということでございます。

下側になりますけれども、ドイツの非常にアメリカ、また日本と違うところとしまして、2022年までに原子力発電から完全撤退することを決めておりまして、再生可能エネルギーへの転換ということを国の大きな目標として掲げております。エネルギーシフトという策をとっております。それに基づいて、今はいろいろな施策が動いているところでございます。

10ページ目になりますけれども、これはそのエネルギーシフトが始まる前、2011年頃からスタートしていたものですが、その頃から各省連携が必要ですよということで、ソーラーパワードビルディング、エナジー・エフィシエント・シティーと、持続可能な送電網、エネルギー貯蔵システムの三つについては、非常に重要なテーマだということで、省庁連携で取り組むべきということで動いておりました。

中でも、この左側の絵にありますように、ソーラービルディング、エネルギー効率都市については、BMBFとBMW iが共同して予算要求に取り組んだという初めての例であるというようなことが記載されておりました。

また、ドイツの大きなトレンドとしましては、Power to Gasプロジェクトというものが動いておりまして、北部の風力発電と南部にそれを送るときに中部の電力網の容量が低

いということで再生可能エネルギーを導入したときの時空間的なギャップを埋めるために、こういった取組、再生可能エネルギーの余剰電力で水を電気分解して、水素でエネルギーを持ちましょうと。日本ではエネルギーキャリアとして進められておりますけれども、こういった取組が非常に大きな広がりを見せております。

11ページ目が、エネルギーシフト策が打ち出された後に新しく立ち上がった取組を二つ挙げさせていただいておりますけれども、連邦教育研究省の方ではコペルニクスプロジェクトというものを昨年立ち上げました。10年ものの非常に大きな取組で4つの課題を挙げております。新ネットワーク構造と、余剰電力の貯蔵、Power to Xという言い方をしておりますけれども、あと産業プロセスと、システムインテグレーションというところ。こういったものを非常に多くの機関が協力して進めるということを決めております。

また、もう一つ、ヘルムホルツセンターはどちらかというと原子力関係、核物理とか高エネルギー物理とか、そういったところが得意な研究所ですけれども、ドイツは2022年以降、原子力を止めるということで、ヘルムホルツセンターでもそれ以外のところを核として持つておかなければいけないということで、8つのヘルムホルツセンターが協力してエナジーシステム2050というものを打ち出しております。

ここに記載してありますとおり、ストレージとネットワーク、バイオエネルギー、水素に基づくエネルギーと資源の経路、システムレベルでのライフサイクル指向のサステナビリティ分析とか、ツールボックスとデータベースといったようなものが課題として挙げられております。

12ページ目に、非常にドイツのユニークな取組を記載しましたけれども、今説明しましたコペルニクスプロジェクトを考えるに当たり、2013年のエネルギーシフトを受けて、産学官民で今後のエネルギーシステムの在り方ですとか、研究開発について対話する仕組みをまず構築しましたと。

1、2、3とございますけれども、まずアカデミア、日本でいうと学術会議ですとか各学会がエネルギーに関する知見を持ち寄って、将来のエネルギー計画、シナリオを幾つか作成してレポートとしてまとめると。そういったことを受けて、今度は省庁が中心となって、その複数の選択肢を産官民で議論しまして、さらにそれを受けて、今度、三つ目、また大学の研究者、アカデミアコミュニティに戻して、産官民で議論した結果に基づいて、それぞれのシナリオに基づいてどういう技術開発が必要かというところを議論したものになります。こういったことに基づいて、コペルニクスプロジェクトを考えていますと。

もう一つは、フラウンホーファー研究所、ドイツの技術移転、産学連携の仕組みですが、これはもう皆様、既に御承知のとおり、世界各国から非常に参考にされている仕組みとなっております。

14 ページ目になりますけれども、ドイツと日本との違いとしまして5つ挙げております。一つは連邦経済エネルギー省が戦略・重点領域を選定します。その重点領域に対して各省が役割分担してファンディングする仕組みになっております。三つ目が再生可能エネルギーへ大きくシフトして、研究開発もそれに従ったものになっております。産学官民の対話による合意形成が進められています。フラウンホーファーやヘルムホルツを核とした産学官の人材流動が行われていますという点になります。その下は、参考に挙げさせていただいております。

15 ページ目以降は、少しこの米国とドイツの動向も踏まえながら、我々の方で別紙で研究開発動向ですとか、社会経済動向ですとか、産業市場動向とか、アカデミアの動向を踏まえた上、いろいろ見た上でCRDSなりに今後の展望、方向性というものを打ち出したものが16 ページ目以降になります。

まずは世界の研究開発の潮流を4つ抽出いたしました。一つ目は低炭素化、エネルギー高効率化、省エネルギー化への対応ということで各種の取組が行われておりますし、2番目に再生可能エネルギーの大量導入時、負荷変動、分散型、直流など、いろいろな問題がありますので、そういったものへの対応。三つ目がエネルギー資源が石炭、石油から天然ガス、バイオマス資源、再生可能エネルギー由来電力と変遷していくことへの対応。4つ目が原子力の安全性や廃炉などへの対応ということで、世界を見渡しましても現状、研究開発の特徴は *a l l o f t h e a b o v e* と、アメリカと同様に全て一通り取り組んでいくんだということですが、日本においても2030年までを見越した研究開発は一通り取り組まれていると我々も考えている。ドイツが本格的に再生可能エネルギーにかじを切り始めましたように、2040年以降、また2050年を見据えると、少しCRDSとして17ページ目にございますように、未来に向けて日本の大学等による挑戦課題としまして4つ挙げさせていただいております。もともとは、右側の図にありますように、重点的に大学・国研に核を構築していくべき領域として挙げさせていただいておりますが、こういった中から今、各省さんで取組が足りない点ですとか、将来指向で取り組むのであればこういう点が必要じゃないかということで挙げたものになります。

一つ目が、新しいエネルギーネットワークということで、先ほど再生可能エネルギーが大量導入になっていくと、いろいろなシステムが変わっていく可能性がある。特に、我々注目して

おりますのでは需用者側、太陽光発電ですとか蓄電池がもしコストがどんどん下がっていくと、需用者側が完全にゼロエネルギーハウス、ゼロエネルギービルということが成立していきますので、エネルギーシステムががらっと変わってくるのではないかと考えております。

二つ目に、高度炭素・水素循環利用、これに資する革新的反応・分離ということで、国の方でもエネルギーキャリアですとか、CCU等々、個別には取り組まれているところですが、もう少しシステム全体を見渡してボトルネックとなっている科学技術を反応・分離という観点から抽出する必要があるかなと考えております。

三つ目が、エネルギーの高効率利用に資する先進製造基盤研究ということで、欧米を見渡すと先進製造技術というのが基盤技術として、ナノテクですとかエレクトロニクスとかバイオテクノロジー、ITと並んで必ず取り上げられているわけですが、そこが日本は非常に文科省さんと経産省さんの間に落ちているのではないかと、先進製造技術を少し見直す必要があるのではないかと。また、これはナノテク材料ユニットからの提案ですが、スーパー複合材料、ポストCFRP、ポストセルロースナノファイバー、ポストセラミックスマトリクスコンポジット材料と、そういったところを取り組んでいく必要があるのではないかと、これはCRDSなりに考えているところであります。

18ページ目ですが、こういったテーマを進めるときに重要なのは、やはり仕組みをきちんと考えておくべきではないかと考えております。エネルギー分野は非常に大きな総合工学分野でありますので、現在の縦割り、細分化された教育、研究体系ではなかなかイノベーションが創出されにくいシステムになっているのではないかと、いろいろ対策例を挙げさせていただいておりますけれども、一つの課題に向かって異分野融合を促すファンディングや政策の仕組みですとか、学会間の自主的な連携、蓄電池、燃料電池一つとっても、電気化学、触媒、表面科学、伝熱科学、セラミックス、化学工学、いろいろなところが関連してきますので、こういったところが連携して技術課題の洗い出しとか、プロジェクトの立案といったものをやる必要があるのではないかと。また、大学における自主的な学部、カリキュラムの見直しというのもあります。

二つ目が、いわゆる基礎工学ですとか、先進製造の基盤となるところが弱体化しているということで、こういったところは非常にエネルギーを支える基盤技術ですので、これをもう少しプラットフォーム化するとか、ネットワーク化するなどして、維持、発展させていく必要があるだろうと。

三つ目ですが、ファンディング、エネルギー分野の特徴の一つであるかもしれません

が、どうしても何とか電池とか、出口に向かってプログラムが立つものですから、もう少し横軸、先ほどの学会の例と重複しますが、電池でも輸送とかイオニクスとか伝熱とか、いろいろ横軸でものを考えることがおろそかになってきているんじゃないかと。そういったところをもう一回立ち返って考えないと、ブレークスルーが望めないんじゃないかということでございます。

最後、ドイツの仕組みを参考に、またアメリカのワンストップの仕組みを日本で補うものとして、やはり省庁間の連携ですとか、NEDOさん、JSTの連携ですとか、そういったところが必要ではないかということをお聞きさせていただきました。

以上になります。

○梅北企画官 では続いて、三菱化学様からお願いいたします。質疑応答はまとめて後ほど時間を設けております。

○瀬戸山氏（三菱化学） 三菱化学の瀬戸山です。

今日のお話は人工光合成プロジェクトがどんな内容なのかという、その概要の紹介と、私がこのプロジェクトを通じて考えているあるべき国家プロジェクト、どんなふうに考えるべきかと、そういう話をしようかなと思います。

最初に、人工光合成プロジェクト、これは2012年にスタートしました。21年まで、今年がちょうど中間年です。やっている内容は、太陽光で水を分解して、水素、酸素をつくると。水素、酸素と大きさを認識するような分子ふるい、これで水素だけを取り出して、工場から出てくるCO<sub>2</sub>と合わせてケミカルをつくるというものです。これはエネルギーを目的物としていないんです。国のプロジェクトでエネルギーでやって事業化した例はほとんどありません。その理由は、やっぱり金が儲からないんですね。なので、出口は利益が出るような化学品をつくる方がよかろうということで、最終製品は化学品ということでやっています。

プロジェクトの中身に関しますと、アカデミア側が東大を中心に理科大、京大、そこに書いてあるような大学、組合側が三菱化学、三井化学、住友化学という総合科学会社と富士フィルム、INPEX、TOTO、JFCC、こんなふうな形でやっているんですけども、東大本郷に集中研がございまして、ここで大体100人ぐらいの人間が水分解をやっています。三菱化学と富士フィルムに分担研がある、そんなふうな形で限りなく集中研で研究をやるような仕組みになっています。

いきさつを紹介してくれということだったんですけども、何で民間の会社がこんなことをやっているかということで、5社ほど書いてありますけれども、これは21世紀になって、こ

れもうケミカルやるのは中間品は余りやってもしょうがないなと私は思いました。世界中を見て回って、原料の方は、結構まだやる余地があるな、気候変動の問題はこの頃から意識があったので、それと絡めていろいろやってきました。

社内では、三つの技術をこの後、21世紀になってから始めて、化石資源が二つ、バイオマスが一つでパイロットが終わって技術が大体完成できました。2002年に堂免先生が、世界で初めて可視光で水が分解する触媒というのを発表されて、翌日、先生のところに行って共同研究しましょうって、そこからプロジェクトが始まりました。

お金をはっきり書くわけにはいかなかったんでXとなっていますけれども、段階的に規模を大きくしていきました。最初は会社の共同研究でやって、JSTさんには仕事を持って行って、研究資金を4倍ぐらいにしました。これが終わった後に、会社の中でシンクタンクができて、そこで10倍ぐらいのお金で7大学8研究室とのバーチャルラボをつくりました。これは堂免先生の主導でやったんですけれども、これはかなり億に近いお金だったので、2年ぐらいやったら小林会長から、「お前、これは国のプロジェクトにしろ」というのが来まして、2年間ぐらいいろいろ交渉しました。

プロジェクト化の大きな前進になるきっかけは、東日本大震災と福島原発の事故でした。事故直後、今後、環境・エネルギー問題がこれからすごく大事になるよねということで、そこから結構加速して、今日に至るということで、今は年間予算15億円ぐらいのお金をつけていただいています。

要するにここで言いたいのは、ここまでで国のプロジェクトにするまでに基礎研究を既に10年やっていたことです。その後のプロジェクトで10年で、更にその後、事業化するのに多分あと10年。ですから30年ぐらいかかると思っていますけれども、それぐらいのことをやらないと、こういう問題は解決しない。エネルギー問題はやっぱり20年、30年、半世紀かかってやっと動くような話ですから、やっぱりそれぐらい腹をくくってやらんといかんと思っています。

今、どういうふうな状況かと言いますと、これは右側の図が、ここが太陽光の変換効率。10%というのを目標にしています。プロジェクトが始まる時は0.2%でした。それが今は大体3%強まで来ていて、これからこの急な坂を上らなきゃいけないんですけれども、ここまで目標にしています。10%転換率が出るとどんなことになるか説明します。これはエネルギーとして換算したときなんですけれども、ガソリンとか天然ガスとか、それら化石資源から水素をつくった場合と、製造コストがほぼ等価になります。太陽電池とか電気分解って効率が高

いように思われるかもしれませんがこれもこれはNGです。というのは、例えば太陽電池の電気を使いますと、1キロの水素をつくる場合には55キロワットアワー（KWh）要ります。例えば、東京電力の単価って今は15円/KWhぐらいなんです。これが800円/kg-水素ぐらいになってしまいます。電気を使うと。なので、とてもじゃないけれども化石資源由来の電気を用いた電気分解の水素というのは非常に高い。化石資源から直接水素を作った場合の3倍ぐらいになります。ですから、こういうものは使えない。なので、効率は低いようだけれども、光触媒というのは化石資源でつくった水素並みの値段でつくれる可能性があるというところに特徴があります。

基本的にそれだけ安くつくるには、スパッタ法とか、そういう物理的なつくり方は一切使えません。高いです。スパッタを使いますと非常に大きな電力量が必要です。これはCO<sub>2</sub>排出と等価なんです。したがって、スパッタ法でモジュールを製造する段階でのCO<sub>2</sub>排出量が、モジュールを10年運転する場合のCO<sub>2</sub>の削減効果よりも大きくなります。ですから、違う技術をつくらなきゃいけないということで、私たちが考えている塗布法というのが一つの方向性です。焼いて塗るだけでつくれるようなものをつくりましょうということです。

今、左側の動画が焼いて塗っただけの触媒ですけれども、太陽光で水が分解して水素、酸素が出ているのがこの動画です。これで大体1%を超えていて、ガスの発生はこういうふうになります。10%がどれぐらいの話かというのは、これはLEDランプでやるんですけれども10%でこれぐらいなんです。ですから、これぐらいの水素が出れば、これは本当にエネルギーに使えるなという気がすると感じて頂きたいのですが、これぐらいのレベルが最終目標になります。

私たちが今こういうものであれば近紫外光照射ではありますが、モジュールを組むことができますから、可視光水分解モジュール設計はこういう材料を使ってやることのできる段階まで来ているということです。ですからLEDランプで、350nm発光のランプで10%ぐらいに相当する水素発生は今も出すことができます。ただし、最終的には太陽光仕様にする必要があるということです。

それでは、それが実現すれば、どういうインパクトがあるかということなんですけれども、これは、「World Energy Outlook2016」に出ていた一番新しい資料ですけれども、これから2030年ぐらいまでかけて、再生可能資源がどれだけ伸びていくかという予測です。この黄色いところが2030年の太陽光発電の量です。これをどれだけのエネジーかということ、普通はギガワットで皆さんやりますけれども、これを逆にどれだけ面積が使われているかとい

う見方でちょっと計算してみました。

2015年現在で、大体、世界全体で1,000km<sup>2</sup>~2,000km<sup>2</sup>、これぐらいの面積に太陽電池が導入されています。これが2030年の時点では5,000km<sup>2</sup>~1万km<sup>2</sup>になると推定されています。この間に、これからどんどんコストが下がっていきます。コストが下がったときに、日本がこんなしょぼい国内マーケットしかない日本が、世界市場で勝負するか？現在の技術の延長線上には答えがないでしょう。太陽電池のエネルギー展開ではビジネスモデルとして頓挫する可能性が高いと思います。なので、もっと利益が出る仕組みを考えなきゃいけないというのがあって、こういう太陽光は利用するだけけれども、もうちょっと気の利いたやり方がないのかというのが、ソーラー水素と排出CO<sub>2</sub>からの化学品製造につながっていきます。

この絵はすごくごちゃごちゃしているんですけども、言いたいことは、2030年の予測原油価格というのは、IEAの中でロー・オイル・プライス・シナリオというのがあって、それによれば原油の値段が余り上がりません。それで言われたときの2030年のコストは70ドル/バレルとされています。そのときに、この原油価格でできる水素の値段というのは、製造技術は分かっていますので、化石資源由来の水素の製造コストは350円/kg—水素ぐらいになります。

これをベースにして、これは私が出した数字で2.5万円/m<sup>2</sup>、これぐらいの単価でモジュールが供給できなければ経済性が出ません。これをベースにして、これがもし1,000km<sup>2</sup>に展開した場合、先ほど太陽電池の導入面積1万km<sup>2</sup>をしましたけれども、その1割を利用した場合には、モジュール販売だけで大体25兆円になります。これは理論的には1,800万吨/年のオレフィン生産量に相当します。これは今の日本化学産業のちょうど倍になります。これで大体70兆円の年間売上げぐらいの規模になりますので、世界全体で見たら、これぐらいのことを化学産業として創造できるということになります。

このときに、CO<sub>2</sub>削減は大体1億トンぐらいになるんですけども、世界で言っている、COP21で言っている350億トン/年の削減というのに比べるとすごく小さく見えますが、この化学品製造はエネルギー適用に比べてはるかに利益が出ますから、その一部をカーボン税として国が税収を確保し、それをCCSの運転費に持っていくとはるかにこの1億トンどころではない大きな量のCO<sub>2</sub>削減ができるはずなんです。ですから、金を儲けて、そのお金でCCSをやるといような考え方で考えればあながち嘘ではない現実的な話としてCCSが使えるかもしれない。こういうふうな考え方もあるんじゃないのかなという提案です。

ですから、日本の化学産業というのは、国内、今はどこの会社も高付加価値化戦略をやっているんです。余り原料のことには興味がない。興味がないんですけれども、逆に言うと、この炭素循環型、ソーラーシステムを含めたこういうふうな技術を実証して、それを海外に持っていった場合には、要するに金が儲かるということと、CO<sub>2</sub>削減ができるという、二つが同時に実現できますから、これはいい商売になるはずだと私たちは思っています。ですから、そういう考え方で人工光合成の化学品適用を考えてもよいのでは？ というのが私たちの主張です。

ここまでが人工光合成の話で、これは小林会長、現在、経済同友会の会長の小林さんの資料なんですけれども、このエネルギーの問題、電力の問題、原料の問題というのは、資源とエネルギーに関する問題は克服できないハンディキャップって小林さんは書いてくれたんですね。でも、私にすると「ハンディキャップというのは克服するものじゃ」と言ったら、「お前やれ」と言うことです。こういう本質的なボトルネック課題というものを真剣に考えたのが人工光合成とその化学品展開につながるわけです。

この絵は、日本の産業の現状ということで書いたやつなんですけれども、経産省さんはこういうふうに市場規模はそんなに大きくないんだけど、寡占率が高いような産業がいっぱいあって、日本の化学はいいよねという言い方をされるんですけれども、2009年から2013年にかけて、この1個1個の丸が小さくなっています。私は大豆が小豆に変わったと言っているんですけれども、1個1個の絵が小さくなっています。こういう状況があります。

片方で、このHEVの例があります。HEVはこのポジション、市場占有率が高くてマーケットもそこそこあるという状況が、2009年と2013年でほとんど変化していないんです。ですから、これは唯一の日本の例外なんです。これはどう見るかという、自動車産業というのはガソリン車の時代があって、その市場の寡頭競争の起こらないところでHEVというのをこっち側に持ってこれるようにしています。国家プロジェクトとしてやらなきゃいけないのは、こういう市場占有率が高くて、世界の中で勝っていけて、マーケットが十分大きくなるようなもの。こういうものをつくっていくというのが、多戦略として考えるべきで、ちまちました化学品の商品群ではなくて、これをこっち側に持っていくようなことを多分考えなきゃいけないということじゃないのかなと思っています。

それで、これは今回のプロジェクトに関して、NESTI 2050で書いてある話というのを改めてみると、人工光合成というのは、このボトルネック課題、気候変動の問題のボトルネック課題を多分先取りした例で、こういうふうなボトルネック課題を見つけていって立ち上げるということが絶対必要じゃないのかなというのは基本的に思っているところです。

これを企業の立場から、どんなふうに説明するかということなんですけれども、既存事業から将来事業で、今の技術に関しては事業に関しては技術の限界があります。そこを超えていくには革新技术が要るんだけど、力があればこれを伸ばしていくことはできる。ですからH E Vの例は多分これに当たると思っています。

人工光合成のプロジェクトみたいなのは、多分、化学企業が中心になってくるんでそこまでいかないんですね。そのときに何を考えなきゃいけないかというと、まずどういうふうな課題があるかということをよく把握したうえで、その課題解決を目指すために役立ちそうな最先端科学を幾つも集めてここのプロジェクトにして、そこそこのレベルになってきた段階、サイエンスがテクノロジーに変わった段階で、ベンチャーの事業としてやっていって、その後の成長を考えると、こんなふうなやり方になるんじゃないのかなと思っています。これが今回の人工光合成のやり方だったと思っています。

それで、ちょっとごちゃごちゃ書いてありますけれども、あと2枚ですね。運営についてもいろいろ考えたものです。アカデミアからのボトムアップ戦略の限界と書きましたけれども、やっぱりこれは大学の先生は自分のやったサイエンスが可愛いんで、これはどうしても科学の押売が中心です。なので、かなり我田引水的な将来像を描く場合が多い。

企業の場合、産業界人材の限界と書きましたけれども、これは企業人でやる場合の評価というのは、いくら利益を上げたかが中心になってくるんで、開発、事業化実績が主になります。ところが、こういう国家プロジェクトになきゃいけないのは、サイエンスをテクノロジーに変える仕事なんですね。それには余りこういう企業の人には向かない場合があるので、こういうふうなことをちょっと考えなきゃいけない。

とにかく、新しい科学、最先端科学を知らない場合が結構多いなと思っています。もう一つ、プロジェクトで今回苦労したのは、この知財権の取扱い。アカデミアはやっぱり論文書いて評価されるので、特許は余り関心がないんですね。なので、半年前の結果が論文にしても構わないぐらいに先取りしてくれというようなことを言って何とかやっています。

もう一つは、中国からいっぱいいいポスドクが来るんですね。日本のポスドクというリソースの問題は、ここの問題も結構、今回苦労しました。あと、オールジャパン体制のうそと書きましたけれども、同じ産業セクターから来ると、皆さん技術に壁をつくっちゃうんで、これは縦型はいいんですけれども、横型の連携というのはすごくやりづらい話だと思っています。あと、こういうプロジェクトをつくったときに、計画が硬直していて、なかなかそれを変えるのがうまくいかないということが結構あって苦労しました。

方向性と右側に書きましたけれども、こんなふうなことをやっていけば仕組みが機能するんじゃないのかなというのが、私が5年間で経験したことです。それでは、どういうふうにあるべき、どういうふうなことを考えればいいのかということなんですけれども、まず先に科学や技術があるんじゃないなくて、未来予測をちゃんとやるということがすごく重要だと思っています。未来予測はできないという人が多いと思いますけれども、そんなことは決してないと私は思っています。ある範囲の中では未来予測はできる。その中で、どういう課題があるか？私は、ボトルネック課題って言っていますけれども、この課題が解決したら日本がどう変わるか、世界がどう変わるか、それで経済力向上につながるかどうかという視点で見て、このボトルネック課題の中で何をやるかということをやっぴり選択していく必要があると思います。

こうした過程を経て、次にそれを見た上で、それを科学、工学上の課題に落とすんですけれども、そのときに初めてアカデミアの知恵が来て、それを解決するためにはどんなふうな先生が要るんだということが初めてここできます。決してそれを最初から当てにしないということだと思います。そこでプロジェクトをつくって、サイエンスの段階から差異化をして、テクノロジーに変えていく。こんなふうな段取りでやっていけば、国のプロジェクトというのは戦略的に、国の戦略として機能するんじゃないのかなということを思っています。

以上です。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

島津さんはJSTとして、瀬戸山さんが三菱化学で極めて示唆に富んだプレゼンテーションを頂いたと思っています。

これからこのお二方に対する、プレゼンテーションの内容に関して御質問あるいは自由なコメントを頂ければと思っております。時間としては、25分ぐらい時間をとらせていただいて、その後、この後の議題にNESTIとしての今後の取組について、事務局から改めて説明があります。そのための議論も時間を設けておりますので、一応この25分の範囲内で、今このお二方に対する御質問を中心をお願いをしたいと思います。

どうぞ挙手でも、札を立てていただいても結構でございますので、よろしく願いいたします。いかがでしょうか。

どうぞ。

○野中構成員 大変示唆のあるプレゼンテーションでありありがとうございます。特に三菱化学さんのは大変私どもリアルに感じておりまして、私ども素材屋をやっていると、やっぱり炭素繊維も50年、水処理も40年ということで、こういう長期的な部分については多分御苦労があ

ったと思います。

私どもの社内も含めて産業界全体からすると、企業というとなかなか成果が見えないと息切れしてしまうというのは、もう間違いないと思うんです。それを私どもの社内ではコーポレートリサーチとデベロップメントリサーチと変えて、何とか違う財布で仕事をするといっても20年、30年成果が出ないと息切れしてしまうんですね。

先ほどのプレゼンテーションで大変示唆のある、やはり必然性の未来予測をして、大義を確保した上でやはり国の支援を頂く、その他というのは極めて大事なんじゃないかなと。私どももNEDOさんで、タイでサトウキビの絞りかすでバガス活用なんかもやったんですけども、あれも20年、30年の世界と。やはりこの辺が、多分このエネルギー環境戦略ワーキンググループの一つの論点なのかなというふうに思います。大変示唆のある。

それから、JSTさんからのプレゼンテーションで、私どもはやはりエネルギー問題というのは、日本で考えているとなかなか難しいということで、弊社内でも言っているんですけども、「日本の常識、世界の非常識」じゃないかと。ドイツなんか、もうマイナス金利ならぬマイナス電力があるものがもう発生しているわけですね。

だから、日本の企業でさえそこにビジネスがあると思っているんですが、果たしてどうしようかということで、私どもはNEDOさんを含めてPower to Gasのプロジェクトに参加しているんですが、ちょっと国としての一体感とか、やっぱりそういうところなんかも極めて大事なかなと思って、JSTさんのプレゼンを聞かせていただいて、フラウンホーファーさんの取組とか、やはり様々な仕組みはやっぱりつくるべきんじゃないのかなというふうに思って聞かせていただきました。

○柏木座長 ありがとうございます。

どうぞ。

○小林構成員 ありがとうございます。私も光合成の方のプロジェクトに対して意見を述べさせていただきます。

ただいまの御発言と同じなんですけど、この光合成のプロジェクトで企業さんがやはり積極的に参加をなさっているというところが非常に重要なポイントで、このNEST Iを考える上でも、いかに企業さんが一緒になってやっていただくかということは非常に重要なポイントだと思います。

その中で、やはり難しい、非常に長期のテーマをみんなで真正面から一緒にやるというだけではなかなかその企業さんも入っていただけないんだろうと思うんですが、この光合成のプロ

プロジェクトは恐らく企業さんの分担分というのは、かなり企業さんがやりやすいといえますか、そのプロジェクトの分担を大学と企業さんとかなり上手に設定をなさって、企業さんも入りやすいようなプロジェクトの立て方をなさっているのではないかと思います。

やはりそういう工夫があって、初めて長期のプロジェクトに企業さんも元気に入っていたかくという形になるのではないかなというふうに思いますので、是非参考にして、NESTIの進め方にも参考にさせていただければなというふうに思いました。

以上です。

○瀬戸山氏（三菱化学） コメントしていいですか。

○柏木座長 どうぞ。

○瀬戸山氏（三菱化学） 長期、結果が出ないということなんですけれども、実際はこのプロジェクトは三菱化学でやっている技術を少し持ち込んでいます。持ち込んでいるというのは、分離学の技術をずっとやってきていまして、これをこのプロジェクトを利用して先へ進めたいということができれば、10年プロジェクトの5年目ぐらいで一応結果が示せるわけです。そうするとやっている方も、これは結構研究が進んできたな、会社の役にも立つなというようなことを中に上手に織り込みながらやるような、そんな工夫は最初から意図してやってきました。

○柏木座長 ありがとうございます。

ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○山地構成員 貴重な話、ありがとうございます。特に瀬戸山さんの話はなかなかリアルスティックで身に染みるところがあって。というのは、私が所長をしているRITEもCCSをやっているんですけれども、一方でバイオ研究グループというのがあってバイオリファイナリーをやっているわけです。もともとバイオはエタノール、ブタノールという燃料系を狙ったんですけれども、結局まず事業展開できそうなのはケミカルズ、アミノ酸であるとか薬品系とかですね。正におっしゃるとおりなんですけれども、最後の方でケミカルズで儲けた利益に、これを読むと税収増加だから、利益に税金を掛けてその税収でCCSを補助してやりましょうというようなことを書いてある。それができたら誠に結構でRITEにとってもいいんですけれども、その仕組みというのはどう考えておられるんですか。

○瀬戸山氏（三菱化学） これは基本的に製造コストのうちの8割が償却なんですね。ですから、償却が終わってしまうと今の石油よりもはるかに安くなります。そうすると利益というのは、この償却期間が済んだらズドンと下がります。ですから、それを考えると、これは今既に儲かっている事業がありますが、CO<sub>2</sub>を減らす部分から生まれる利益については考えていま

せん。

既存の事業が既にありますから、そっち側の利益のところをそれを持っていく。BASFが最近カーボンバランスという新しい概念がありますけれども、これは原料でバイオマスを使ったら、その分は実際につくった商品ではなくて売れ筋の商品に回していいという理屈なんです。要するに、出口側の製品と原料のところのCO<sub>2</sub>削減をスワップできるんです。であれば、そこに投資は要りませんから、そういうのを上手に利用しながら儲けていくような仕組みをつくるのが間違いなくできるはずなんです。

ですから、償却費をどれだけ小さくするか、設備投資を小さくすればこの仕組みは動き始めるんじゃないのかなと思っています。

○山地構成員 そちらは分かるんだけど、私の聞きたいのは、その利益分に課税してもらって、その課税税収をCCSの補助金に使うように聞こえたんですけども、そういう仕組みというのは政府の役割ですよ。

○瀬戸山氏（三菱化学） そうです。ですから、それは考える、こういう考え方ができますよという紹介なんです。ですから、これは民間企業ができることを超えているんです。なので、こういうふうなやり方があるんじゃないのかなという提言ですね。

○柏木座長 よろしいですね。今のは。

どうぞ。

○森口構成員 大変興味深いお話をありがとうございました。

私も三菱化学さんにもお尋ねしたいことがあるんですけども、そちらは集中しておりますので、あえてJSTさんの方に私の方から質問をさせていただきたいと思います。

18枚目のスライドには、かなりまとめというか、私が今からお聞きしたいことの答えが書いてあるような気がするんですけども、特に今日御紹介いただいたアメリカなりドイツなりと比較した場合の、端的に言えば日本の弱みのようなものはどこにあるのか。どこに改善の余地があるのかというのは多分非常に重要になってくるのではないかなと思っています。

私自身は、こういう技術開発分野ではありませんけれども国立の研究所に長くおりましたので、比較的、政府機関の構造的な問題ということに、比較的長くお付き合いをしてきましたので、そういう意味でやはり日本の行政のシステムであるとか、なかなか一つのところを長く見ていく専門家が、なかなかその行政システムの中には、そういう仕組みにはそもそも人事がないということも含めてなんですけれども、そうするとやはりJSTさんのようなファンディングエージェンシーの役割というのは、非常に重要になってくるのではないかなと思っ

ております。

JSTさんも研究開発戦略センターとしてのお立場と、また別のJST全体の問題というのは別のところにあるかなと思うんですけども、今日18枚目にお書きになっているようなことで、具体的に政府に近い機関として実践していけることがあるのかどうか。府省の連携とかいうことは、特に内閣府のこういう会議ですと、当然、形としてはこういうことは言えるわけなんですけれども、なかなか実態は本当にそれで動くんだろうかというところとか、あと、その中長期の仕組みをどうやっていくのかということで、海外から学ぶべきところ、それがすぐに日本で実現できるのかどうか分かりませんが、具体的に何かこういうことがやれば、日本の今抱えているある種の弱み的なところ、縦割り、細分化というのは決して科学技術とかに限らず、もう全体の問題の構造かなと思いますので、そういったところで何かこれをおまとめになるに当たってお感じになったことがあれば教えていただければと思います。

○島津氏（JST） 非常に難しい御質問ですけども、我々CRDSの立場としてもできる、若しくはやっていかなければいけないところとしまして、18ページ目に挙げさせていただいている学会さんの間をうまく取り持つとか、何らかのテーマを考える際に、いろんな学会さんに御協力をお願いして連携を促していくとか、あとは我々、政策の提言もしていきますので、その提言をする際にテーマとセットで必ず仕組みの方、例えば工学の話ですと、そういった先進製造技術でプラットフォームをつくっていかなければいけないですよというテーマとセットで、きちんと仕組みの方も各省庁さんに提言していくことが非常に重要ではないかなということでは考えているところであります。

○森口構成員 ちょっと一点だけ追加で発言をさせていただきます。

今、学会間の連携という話をされたので、私は今、日本学術会議である学際連携に関わっております、それは何かというと防災とか減災にかかわるところなんです。これは東日本大震災の反省を踏まえてなんですけれども、やはりそういうところで縦割りをしたことによってうまく動けなかった、非常に縦割り傾向が強いことがうまくいかなかったことの原因ではないかということで、ある種のニーズに立ってそういうことに今動きがあるわけですけども、そういうものに比べると、非常に中長期的な問題というのは、そういうこととはかなり性格が違うので、ただ連携をしましょうというお題目でも、それによってどういうメリットがあるのかということが非常に見えにくいし、そもそも縦割りということが何か問題なのかどうかということの問題意識もやや希薄なような気がするんですよね。

その連携をすることによって何が生まれるのかということの具体例がないと、なかなか動き

にくいのではないかなと思っておるんですけども、むしろそういう点で三菱化学さんの方で、もしそういうことについて何かお感じなっているところがあれば、それも教えていただければなど思ったのですが。

○瀬戸山氏（三菱化学） それは私が先ほど言いましたボトルネック課題ということだと思っ  
ているんです。既に幾つかの、アカデミアという話に関して言うと、日本の全部のサイエンス  
の領域が強いわけではない。かなり限定される領域しか残っていません。そういう状況ですか  
ら、何を解決しなければいけないかという問題をまずはっきり見極めていって、それに対して  
それぞれの学会が、課題解決に対して協力できるのかどうかという見方をするという、そうい  
う順番じゃないのかなと思うんです。

そういうふうな意味で、例えば今で言うが無機材料と人工光合成みたいなもの、あと工学  
ですね。分離の話、ここへどっと集まってくるんです。そういうふうなところでターゲットを  
設定した段階で、いいものを集めてくるという、多分そういう作業が必要じゃないのかなとい  
う気がします。

○柏木座長 よろしいですか。

どうぞ。

○矢部構成員 お二人に御質問したいんですけども、瀬戸山さんには、今、我々NEST I  
2050で、もう30年、40年かかるのを分かった上で長い研究をしたいというふうに思っ  
ているんですね。そのときにステージゲートという考え方で、必ずこの技術はここできて次  
へ行くんだというので、一つ一つクリアしていって、2050年に行くんだというのをロード  
マップの形で書いたらいいんじゃないかという議論をしているんですけども、一方で今10  
年、基礎研究をしっかりやらせてくれる時代じゃなくて、必ず目標を持って実用に近づけな  
さいというのがあるんですね。そうすると数十年のものというのはできなくなってしまうん  
ですけども、さっきちょっとおっしゃられた分離膜性能を少し向上するからということで、サブ  
目標みたいな形でうまくみんなを説得しながら実用に持っていくという、それはすごくいいア  
イデアだなと思っていて、我々、真面目にとっちゃうと、すぐ目標を全部実用化しなきゃい  
けないと思うんですけども、そうじゃなくて何かうまいサブ目標で一つ一つクリアして、世  
の中に見せながら、最後はその大きな目標を達成していくんだというような、そういう方法論を  
さっきおっしゃられたのかなと思うんですけども、それが一つの解決法だと思ってい  
いんでしょうか。

○瀬戸山氏（三菱化学） 大目標そのものは動かさない方がいいと思っているんです。ただし、

そこに至る過程というのは、毎年技術は進歩しますから多少の動きがあるんですね。ですから、そこはモビリティを持って、どんなふうな課題を設定するか、よりましな答えが出るのであれば、そっち側に移行すべきだと私は思っています。

実際、NEDOのプロジェクトの悪口を言うつもりはないですけども、1回目標ができてしまうと、もうやりたくないだけですけども、だけど書いてあるからやってくれと頼まれることがあるんですね。これはやっぱりやりたくないですよ。

だから、そういう点はもうさっさとやめてしまって、集中すべきところにやっていくぐらいの仕組みで、それが皆さんの合意が得られて正しい方向であれば、そういうふうなことをやっていくべきじゃないのかなと思いますけれども。

○矢部構成員 ありがとうございます。あと、島津さんにもお聞きしたいんですけども、D O Eのいいところは、本当に日本の文科省と経産省のエネルギー庁が一緒になったような感じで、あらゆるものがみんなそこで議論をされますね。

日本だとどうしても縦割りなので、議論をするときに自分たちの意見を限っちゃうところがあって、例えば今、核融合に結構アメリカのベンチャーが出てきて、ベンチャー核融合みたいな感じでやっていて、それは言ってみれば核融合反応を使った計測とかそういうところから入ってきているんですね。そういう意味で結構アメリカのいいところは、ARPA-Eなんか付き合っていると、PDみたいな人が面白いところがあると思ったら、そこに結構、権限を持ってやらせてくれるというのがあるんですけども、そういう意味で今の日本のシステムだとどうしても縦割りで、広い議論がちょっと欠けてしまう心配があるというときに、アメリカを見習っていかにしていい議論をするかというのに関しては、何か感じたことはございますでしょうか。

○島津氏（JST） またこれは非常に難しい課題なんですけれども、それは18ページに書かせていただいた一番下の府省連携のところ、我々も矢部さんのところと是非、今までも何回かコミュニケーションさせていただきましたが、そういったことを継続して、少しお互いの意見のすり合わせ、妥協点を探って、一緒にできることを探していくところを少し一緒に考えさせていただけないかなというところがございます。

○柏木座長 よろしいですか。ほかにいかがでしょうか。

よろしいでしょうか。どうもありがとうございました。今いろんな話をお伺いさせていただいて、連携というの、比較的、文科省とか経産省は連携をしているわけですけども、本格的な連携というとはやはりプロジェクト創生だとか、そういうところに結びつけていかないと、

なかなか縦のつながりもできてこないんじゃないかというふうに思ったり、あるいは行政の中でやるとやはりフレキシビリティが硬直化する可能性がありますので、そこら辺のフレキシビリティもやはり持つ必要があるとか、いろいろと今お話をお伺いして、また最後にもう一度、このNESTIとしてどういう方向で長期戦に備えていくかという仕組みまで含めて考えていきたいと思えます。

それでは、最後にもう一度、全体で検討していただく時間がありますので、先に進めさせていただきまして、議題の2と3について、事務局から続けて御説明いただきます。その後、まとめてまた御質問、コメントを頂ければと思います。

よろしくお願いたします。

○梅北企画官 それでは今から、エネルギー・環境イノベーション戦略、NESTIの今後の取組について、これまでの皆様方の御意見、御議論、あとこの場以外の個別にいろいろお伺いしたときの御意見とか、そういったものを踏まえまして、事務局の方で今後の取組の案として考えさせたものを説明させていただきます。

恐らく御覧になると、まだまだ足りない部分、まだ具体的になっていないんじゃないかとか、いろいろあるかと思いますが、今日の議論も踏まえ、さらにブラッシュアップしてまいりたいと思っておりますけれども、まず御説明させていただきます。

まず1ページ目でございますけれども、これはNESTI、本推進ワーキンググループでの論点として、前回も御説明申し上げた論点でございますけれども、NESTI戦略そのものに記載されております論点としましては、1番、政府一体となった研究開発体制をどう構築するか。2番、新たなシーズをどういうふうに創出するか、産業界の協力をいかにして得るべきか、国際連携をどういうふうに進めているのか。

NESTIの戦略というのは、これまでの国のプロジェクト、民間の研究開発よりも、恐らくより長期の研究開発、社会への実用化ということを目指しているかと思っておりますけれども、この4つの論点を踏まえて、いかにそういったNESTIで進めていきたいという分野を実用化まで持っていくかということが論点になるかと思えます。

開いていただきまして、2ページ目を御覧ください。論点ごとに整理したものを御説明させていただきます。

まず1点目、政府一体となった研究開発体制の構築ということですが、論点としましては今も直前も御議論いただきましたけれども、府省間連携を含め、政府一体としてどのような体制を構築すべきか。あと、内閣府の事業、SIPとかIMPACTとかありますけれども、

そういったものの位置づけも含めて、分野ごとの特別な体制、このNEST Iで特別な体制をつくる必要はないかということが論点として挙げさせていただいております。

これまでの取組と今後の取組、その2本立てで説明いたしますけれども、これまでの取組ということで申し上げますと、まずこのNEST Iを策定いただいた後、内閣府の中にNEST I検討チームを構築させていただいて、文科省、経産省、環境省、それぞれ内閣府に併任者を任命して議論を重ねている、協力体制を構築しているということです。私自身も経産省と内閣府の身分を兼務しております。

2番目に書いておりますのは、NEST Iを踏まえて来年度、平成29年度予算要求のプロセスへ反映させているということで、各省とも文科省、経産省、農林水産省、環境省、内閣府、まだまだ予算に反映した部分は一部にとどまっておりますけれども、NEST Iを踏まえて新たな事業を立ち上げているということをチャレンジしております。

3番目に書いておりますのは、NEST Iのロードマップを現在策定中ということで、これについては後で説明させていただきます。

こういう取組をやっておりましたけれども、今後の取組として必要と思われることを書きました。まず一番最初、NEST I関連研究開発の抜本的強化に向けてと書いておりますけれども、先ほど予算についてNEST I向けの予算を各省とも確保して進めているということを少し申し上げましたけれども、まだそれは一部にとどまっているという認識を持っております。

この戦略を本格的に実施するためには、やはりこの戦略に特化したような取組というのが必要なんではないかというふうに考えておまして、例えば内閣府の方でも新しい仕組みとして、官民投資拡大推進費、いわゆる新型のSIPというものだと思いますが、そういったものを打ち立てようというふうに考えておりますので、その中にNEST Iの政策をどこまで入れることができるのかということは検討してまいりたいと思っておりますし、やはりこの取組というものは、2050年という超長期を見据えた研究開発、実用化の取組になりますので、特別な体制というのがどうしても、NEST Iに特化したような取組というのが必要なんではないかと考えております。

当然ながら、先ほど御議論いただいた省庁間連携、特に文部科学省と経産省、予算要求、執行面での連携をさらに強化して、具体的な事業ごとに連携を進めていくということが必要なんではないかということを考えております。

ロードマップにつきましては、後ほど説明いたしますけれども、まずロードマップを各省庁が一体となって作成をして参照すると。そのロードマップを参照してプロジェクトを立ち上げ

ると、そういうものをつくり上げていきたいと思っております。ロードマップで足りない部分は、分野ごとにさらなるF Sとか、そういったことも必要だと思っております。

続いて2番目、新たなシーズの創出と戦略への位置づけということですが、論点としては、革新技术シーズの発掘にはどのような仕組みが有効かとか、あと国プロ及び全世界の国プロ、及び企業、大学独自の取組、そういった取組で得られた研究の成果、途中の成果も含めてですね。あとはデータ、そういったものを有効活用する仕組みをどういうふうにすることができるかということが論点かと思っております。

これまでの取組ですが、先ほど申し上げました例えばですが、文部科学省、経産省、それぞれ提案公募型で課題解決型の、シーズ発掘型の事業をそれぞれ持っております。エネルギー・環境分野でもそういった事業を展開しているところがございますが、今後の取組としてそういった事業もより連携をしてやっていく。連携とは何かといろいろありますけれども、シーズを発掘するためのその分野、それをある程度、両省で話し合って議論した上で特定をし、シーズを集めるとかそういったいろいろな取組があるかと思っておりますけれども、そういった取組をより強化していきたいと思っております。

あと、有望分野に関する知見の集約ということで、せっかくNESTIを昨年まとめたのだいたんですが、ちょっと我々の不備もありまして、まだホームページもまともなものがない状況でございます。このNESTIで挙げられた分野について、国内外のあらゆる研究開発活動だとか成果、あと当然、研究開発の課題、そういったものを集約をして発信していく、または、研究者間で議論をする場を構築していく、そういったことの音頭とりをしていく必要があるかなと思っております。

3番目、産業界の研究開発投資を誘発ということですが、本戦略で掲げております時間軸というのは2050年、かなり先の未来、将来をターゲットに置いておりますけれども、なかなか産業界のスタンス、短期間で一定程度の利益を上げなくちゃいけないというスタンスと合わないところがありますので、その点をどう考えるのか。そのために、また政府としてはどのような方策を実施していくことが必要か。官民または産学でどのような連携が必要か。そういったことが論点として挙げられております。

一つとしては、ロードマップをつくって、それを精緻化してみんなが参照できるものをつくって、いこうということがございますけれども、やはり今後の取組としてやらなくてはいけないことというのがまだまだあるかと思っております。その一つとしては、リスクが高い研究開発、長期の研究開発になりますので、やはり国の役割というのが非常に大きい。国としてもN

E S T I 関連を特化した予算というものを確保して、研究開発プロジェクトをつくっていくということも必要だと思っております。

その意味で、先ほども御説明しました内閣府で検討しております、官民投資拡大推進費、そういうものも活用しながら、N E S T I に特化した事業を進めていくということが必要だと思っております。

2番目は、先ほど御説明いたしましたけれども、N E S T I に関連した技術、あらゆる技術の研究開発の成果、そういったものを研究者間及び産業界、大学、政府関係者、関係者の方々の連携をより強化して、よりお互いが意見交換するような場も構築しつつ、情報交換を強化していきたいと。その結果、成果としては、対外的にも発信をしていきたい。異分野、若手の研究者、そういった方々の参入も増やしたいというふうに思っております。

産業界の主体的な関与に向けてということですが、そのような取組を含めて、産業界もこのN E S T I の分野に魅力を感じていただいて、産業界自らが利益もカウントできる、若しくは関与しやすいと思う雰囲気をつくって、自らが主体的に活動するという仕組みをつくっていききたいと思っております。

4番目ですが、国際連携・国際共同研究ですが、論点としましては国際共同研究を特に進めていく分野はどういうところか。あと、国際連携というどうしても心配なのが技術流出。先ほど議論の中で少しありましたけれども、こういったものを配慮しつつも、海外の知見というのは、やはり人材交流などによって取り入れていかなくちゃいけないということで、その仕組みはどうあるべきかということかと思っております。

今後の取組ですが、まずは情報収集。いろんなところで情報収集されておりますけれども、包括的な情報収集というのはなかなかないところがございますので、海外でどのような研究開発、どういう機関がどういうところに関心を持って研究開発をやっているのかということは情報収集を進めてまいりたいと思っております。その上で、研究者同士、研究機関同士、企業を入れても当然いいんですけれども、連携を含めて、海外の国際的なイニシアチブですね。例えばミッションイノベーションというイニシアチブもございますけれども、そういったものを活用して連携を深めていく方策を探していきたいというふうに考えております。

私からの説明は以上ですが、続いて、新型S I P、官民投資拡大推進費について説明いたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、お手元の参考資料を御覧ください。

科学技術イノベーション官民投資拡大推進費に係るこれまでの検討状況という資料でございます。

ます。

1 ページめくっていただきまして、その下の段の②を御覧ください。この官民投資拡大イニシアチブの策定に係る現状認識と基本的な考え方について簡単に御説明いたしますと、我が国にとって Society 5.0 の実現こそが、GDP 600 兆円を実現する成長戦略の鍵ということで、今後は官民が一体となってイノベーションを引き起こすための未来への投資を拡大する必要があるという認識のもとで、基本的な考え方としましては、CSTI の司令塔機能を図ることで、Society 5.0 の実現に資する科学技術予算の量的・質的拡大を目指していくという目標設定でございます。

及び、その三つ目に書いてございますが、科学技術基本計画で定められております、対GDP比1%の達成ですとか、大学等への民間投資3倍増というような目標も達成していくというところでございます。

このためには、予算編成プロセス改革アクションなど三つのアクションをする必要がございますまして、この中でアクション1、予算編成プロセス改革アクションについて、③ページという次のページで御説明いたします。

現在、走っております既存のSIP事業、プログラムがございますけれども、それと並行いたしまして新型SIPを導入して、これが科学技術イノベーション官民投資拡大推進費による事業という位置づけでございます。

この特徴としましては、先ほど申しましたように、官民で特に民間投資を誘発できるような効果の高いターゲット領域を設定していきまして、これに係る各省からの施策を取りまとめまして、その中で加速等が必要であるという施策に追加配分していくということで、研究開発をより強力的に加速的に進めていくというものでございまして、SIPの方が内閣府主導であるプログラムであったのに対して、この新型SIPは各省主導の施策が対象ということで、この事業を推進していくことによって、各省主導の施策そのものを民間投資誘発の高い分野へ誘導していくということも考えておるものでございます。

そのマネジメント方式でございますが、これまで行ってきたSIPのマネジメント方式が産業界の皆様にも評価が高いということで、そのマネジメント方式を各省に拡大するということを考えております。

そのターゲット領域を見る役割としまして、領域統括を内閣府に置きまして、関連施策の連携促進、あるいはステージゲート評価における権限などを付与して強力的に進めていくという考え方でございます。

それで具体的な体制が、一番最後のページ、ターゲット領域についてというポンチ絵がございますのでそちらで御説明いたしますと、中ほどに書いてございますターゲット領域、領域統括及び各省庁対象施策のイメージということで、二つ、CASE-1、CASE-2としておりますが、CASE-2の方が、そのターゲット領域の中にSIP事業がある場合を考えておりまして、CASE-1はそれが無いものを記載してございます。

まずCASE-1、SIP事業がない方でございますけれども、この領域統括がターゲット領域全体を俯瞰しまして、先ほど申しましたが各省庁の施策のうち、加速度を要する施策に推進費を追加的に配分するというような権限を持つということでございまして、そのほかの各省の施策に対してもプログラムディレクターを置いて、それぞれの施策も進めていくという仕組みになってございます。

一方で、SIP事業がターゲット領域にある場合、CASE-2でございまして、こちらはSIPのPDがおりますけれども、この領域統括も兼務するというようなことも考えられるかと思っております、そのSIP事業を含めたターゲット領域全体を俯瞰してマネジメントをしていただくというような形がCASE-2でございまして。

先ほど申しました既存のSIP事業も残しながら、新型SIPを導入していくということで、2本立ての考え方ということで、この推進費の方は平成30年度より一部導入する予定になってございます。

なお、既存のSIP制度につきましても、現在走っているものは平成30年度まででございますが、31年度以降も継続していくという予定で、2本立てを考えているということでございます。

以上でございます。

○梅北企画官 続いて、いろいろ飛んで恐縮なんですけれども、資料3を御覧いただければと思いますけれども、ロードマップの検討状況について簡単に御紹介したいと思います。

NESTI 2050で定めていただいた有望分野それぞれについてロードマップをつくるということで、今検討を進めているところでございます。

前回、第1回目では、地熱を例にとりて、こういう体裁でロードマップを検討したいということをお願いしたけれども、実は今日のこの第2回ワーキンググループで、基本的には全ての分野を提示したいと思っておりますけれども、かなりこれは調整に時間がかかっております。どういうふうにするかということ、まずは有識者に対してヒアリングをします。そのヒアリングをするに当たっては、当然、いろんな既存のロードマップ、

それはもしかしたら2030年にとどまっているロードマップかもしれませんが、いろんな既存のロードマップ、海外の動向、そういったものを踏まえて、研究者、有識者の方々のヒアリングも踏まえて案をつくっていき、途中、途中で関係機関、特にNEDO様には多大なる御協力を頂いてインプットも頂いております。

それができて、できあがったものを各省とも調整をしながらつくっていくというプロセスでございますけれども、研究者によっても当然、見方は変わってきますし、関係機関、特に省庁間でもいろんな見方もございまして、その調整がまだ整っておりません。次回には全分野を提示したいと思っておりますけれども、今回提示できるのが4分野にとどまっております。その点は申し訳ありません。

まず、ロードマップ策定の目的ということで1ページ目に書いておりますけれども、NESTIで特定された各技術に関して、技術ロードマップを策定し、今後の研究開発の進捗状況の目安とすると。進捗状況だけではなく、プロジェクト立ち上げの目安とすることでもありと思っております。

あと、各省庁がいろんなフェーズで研究開発を実施しているところでございますけれども、連携をして一つの技術ロードマップを策定し、その後の事業展開を進めていけるよう、情報共有・連携を図ると。効率的な研究開発体制を国全体として構築していくと、そういう目的があるかと思っております。

ロードマップ策定のポイントでございますけれども、まずは各有望技術について、どういう技術課題があるのかということは、それを特定した上で、その技術課題ごとに普及までの流れを整理したいと思っております。各研究開発はステージがありますので、そのステージごとにどういう開発内容が求められるのか、必要かということに記載し、そのステージごとにおける主な評価ポイント、これはステージゲートを念頭に置いておりますけれども、そういった評価ポイントも記載していくと。最終的に普及ステージまでに達成すべきターゲット、最終目標も記載するという、そういう流れで考えております。

先ほど申し上げましたように、2ページ目に、こういう分野についてロードマップを策定中ということでございますけれども、今日お示しできるのは4分野ということで恐縮でございます。

まず、4番目の分野であります革新的生産プロセス、化学産業ということでございますけれども、詳しくは説明いたしませんけれども、例えばということでこの革新的生産プロセスで大事というふうにNESTIで挙げていただいているものは膜分離であったり、分離精製過程に

において触媒を使って熱エネルギーも減らし、投入エネルギーを減らしていこうと、そういったようなことが課題として挙げられておりますので、それぞれの課題についてどういう道筋で研究開発を行って、最終的なターゲットはどこだというところが書いております。最終的なターゲットはピンクで書いておりますけれども、例えばその膜分離というところで、一番右側のピンクの枠を見ていただければと思いますけれども、最終的に生産プロセスでのエネルギー消費50%削減を目指すと。そこをターゲットに置いて開発をしていこうということでございます。

続いて、次世代の太陽光発電ということで、NESTIの中でも挙げていただいておりますペロブスカイト、あと量子効果型、特に量子ドットということですが、その二つについてロードマップを策定しております。もちろん、それ以外にも有望な技術は幾らでもあると思いますけれども、現時点でまだ実用化がなされていない技術の例として二つを挙げたということです。

例えばペロブスカイトで言うと、セルの高効率化、低コスト化、耐久性、あとモジュール化、そういったいろんな技術課題があって、技術開発をこのような流れで進めていくということですが、オレンジとか黄土色とか、そういったところを見ていただければと思いますけれども、途中、途中の評価ポイントが書いております。例えば、モジュール製造コスト、明確にいつなのかというのはなかなか書きにくいところがありますけれども、30年頃の下の方にちょっと矢印が長く伸びておりますけれども、単層で変換効率20%を目指そうという、そういった途中、途中でのターゲットと言ってもいいし、評価ポイントと言ってもいいですが、そういったものを書きつつ、最後にピンクのところまで最終ターゲット、SI系の太陽光発電と同じ程度、20%以上を目指そうではないかということが書いております。

当然、量子効果型の最終ターゲットも別途設けていて、こちらの方はむしろ50%超を目指そうではないかと、集光型ではないものでも30%超の効率を目指そうということが書いております。

続いて、9番目の次世代地熱発電でございますけれども、これは前回説明を少しさせていたしておりますので簡単に説明すると、最後のところだけ、従来の地熱発電よりも5倍程度の地熱井を活用した次世代型の発電所を構築したいと。そういう発電所を構築するに当たっては、非常に深く過酷な環境が想定されますので、長期間、20年から30年間を耐えうる材料開発も必要だと、そういうこともターゲットとして挙げております。

最後の2枚ですが、CO<sub>2</sub>の固定化・有効利用についてのロードマップでございますけれども、CO<sub>2</sub>の固定化で言うといろいろな方法があるかと思っております。化学吸収法、固体吸

収法、膜分離、そういったものがあると思いますけれども、それぞれごとにこういう流れで研究開発を進めてはどうかということがあります。

CO<sub>2</sub>の有効利用も同じですけれども、人工光合成、あとバイオマスの転換利用、それぞれについて研究開発の道筋、最終的に2050年にどういう姿を目指すんだということが書かれております。

まだ、この分野さりとて、本当に最終案というわけではございませんが、よりまだ研究者の方々、あと省庁間の調整、そういったものを深めつつ、よりよいもの、できればより具体的なターゲットを書けるように、引き続き作業してまいりたいと思っております。

○鷹嘴ディレクター 引き続きまして、メインテーブルの皆様にご覧いただき、机上配付1という資料を御覧ください。

温暖化対策におけるNESTI 2050の位置づけについてという資料でございます。これについて簡単に御説明いたします。

我が国の温暖化対策目標ということで、その表の上側に書いてございますが、戦略としては地球温暖化対策計画ですとか、エネルギー革新戦略というところで、2030年度の温室効果ガス26%削減という目標に対して、それぞれこういう役割で今、戦略が進められているというところでございまして、一方で、NESTI 2050におきましては、我が国の目標ではありませんで、世界全体でこれらの技術が進められることによって、どれだけ2℃目標を達成できるかということでございまして、年代におきましても2050年をターゲットに2℃目標を達成するために、世界全体で大規模に技術を導入したときに数十億トンから100億トン強の削減が期待できる有望分野、これについては策定ワーキンググループの方で既に特定されているという技術でございまして、その裏側を見ていただきますと、その根拠、10億トンから100億トンの削減量という根拠になる資料でございますけれども、IEAが2012年に出しております下側のCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャル、この数字に基づき、これらの革新技術を世界に普及させることで、それぞれCO<sub>2</sub>がこれだけ削減できるということから、先ほど説明いたしました10億トンから100億トン超の削減が期待できるという技術でございます。

したがって、この推進ワーキンググループにおきましては、ここの戦略に記載された革新的な技術開発の推進のために、どのような体制が必要であるかとかそういうことを、推進にかかわる必要な議論をしていく場ということで御認識をいただけたらと思います。

以上でございます。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、ただいまから、今事務局から御説明をいただきました資料2並びに資料3と、あと机上配付のものと参考資料と含めまして、御質問あるいは御意見を頂ければと思います。

特に今日の目的としては、この資料2に出ておりますように、NESTIを今後進めるに当たって、長期的な課題ですから企業1社でできるわけでもない場合も多くあるわけで、いろんなアライアンスを組むとか、長期的な視点からどういう形でこのプロジェクトを実現のために推進したらいいかという、その視点が今、資料2には4つの視点が出ておまして、1、2、3、4と政府一体、それからシーズ、それから産業界が積極的に投資できるような、それからあと国際連携、こういうような視点も含めて御意見を伺えればと思います。

よろしく願いいたします。じゃ、田中さんからどうぞ。

○田中構成員 とても分かりやすくまとめていただいているような資料ばかりで大変いいと思いました。

まず、資料2の今後の取組の部分なんですけれども、1、2、3、4の論点についてです。4番の国際連携・国際共同研究の推進というところ、内容としてはもちろん、この4番に関してのこの内容についてどうこう言うつもりもないんですけれども、ただ、国際という視点をもう少しほかの項目、特に2とか3といったところにもちょっと広めて考えていただきたいという部分がございますコメントさせていただきます。

今回のNESTIの中でのシーズという言葉というのは、ある意味ちょっとトリッキーだなと思っていて、一般的にシーズというと、もっと広くいろんな研究の種だったりとかいうことだと思うんですが、今回は2050年のCO<sub>2</sub>削減というようなところですか、エネルギーの問題ですか、そういったところの部分、ある意味ニーズが明確なシーズといったところもございます。

その一つのターゲットである2050年のといったところを考えると、世界全体でCO<sub>2</sub>を削減するというところから考え合わせますと、世界的な、国際的な視点というのをニーズの部分での国際的な広がりというのをもう少し意識した方がいいのかと思っています。

つまり、例えば2番のシーズの創出といったところで、日本だけではなく、もちろん世界でいろいろな技術を売っていったりとか、日本にはない特性を持った地域で、でもCO<sub>2</sub>削減が今後、増えてしまうようなところに狙えるような技術開発といったところも視野に入れるんだと。もちろん、それぞれ研究者の方々はそういうことを考えていらっしゃると思うんですけれども、そういったことも実際に言葉で盛り込んでいくことで、より自分の目の前で見えている需要以外のところにも広がって、いい部分が出てくるのかなと思っています。

それから、その観点で言うと、例えば3の産業界の研究開発投資の誘発といったところも、今のお話の延長で言うともっと興していける。つまり、企業にとってはメリットが出る場所というような分野がもっとあるんだというようなところをアピールすることで、こういった誘発にもつながるのではないかと思いますので、是非そういった視点も加えていただきたいと思います。

あとは、ロードマップに関してなんですけれども、こちらなんですけど、一番最後に机上配付の紙で御説明いただいたポテンシャルという話、大変難しいとは思いますが、今のロードマップのこの図の一番右の「普及」といったところの部分で、どういったぐらいのポテンシャルがある技術なのかというの、これからだと思うんですけど、最終的な資料でどんどん盛り込んでいけたらいいのではないかと。特にこれはとても見やすくいいので、それぞれに分けられた大きな技術の中の、細分化された今見ているそれぞれの技術が、将来的にどういったポテンシャルにつながっているのかというのが一目で分かる、そういったところを目指していければいいのかなと思います。

特に、もちろん2050年って産業構造や消費構造というのが今と全く違って、なかなか予想がつかないので、本当にCO<sub>2</sub>削減にどれぐらい寄与するのか、エネルギーでどうなのかとかというのは難しいかと思うんですけど、それを入れていくと「普及」というふうにある限りは、当然、経済的には無理なく進んでいくという前提だと思いますが、その前提のもと、どれぐらいの効果が得られるのかというふうに思っているのかというのを示していくことで、どこを日本が、どんな規模感でこの技術を見ているのかというのをアピールしていけるんじゃないかと思います。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。

今の田中委員のおっしゃった国際協力、連携、これは2、3にももちろん縦軸に入ってくるというふうに考えてよろしいですね。あとの今のロードマップに関しては、極めて明快なコメントとして、きちっと明記していただければと思います。

どうぞ。

○野中構成員 今、田中委員がお話した国際連携と国際共同開発、ワーキンググループの論点4は極めて大事だと思っています。

特に、長期目標の2℃目標どころか、企業はもうこの自体で世界で仕事をしていかないといけませんので、地球規模の長期的な温室効果ガスの削減に貢献するという大義と併せて、科学

技術を起点とした国際協力の形は極めて重要なんじゃないかというふうに思います。

そうすると、現地政府との政策論争とか、いろんな意味で人材育成なんかも、これは極めて大事になってくるのかなと思うので、やはり対面の政策起案者としてしっかり議論をするべきじゃないかなと。この国際連携・国際共同研究推進というのは、私も含めて一番大事なんじゃないかなというふうに思います。

それから2番目は、もう先ほどから議論が出ている論点3なんですが、産業界の研究開発投資、これはもう先ほどから議論になっているんですが、中長期的な研究開発では成果が見えない、息切れをしてしまうということなので、やはり小さく生んで大きく育てると。小さな目標を積み上げて、大きくしていくということが極めて重要なんじゃないかと。

そうすると、政府主導研究のプロジェクトとか、技術組合の機関も少し長期化したり、ちょっと工夫をして、産業界がプロジェクトに参画しやすいようにすべきなんじゃないかなというふうに思います。これは論点3です。

それから、次に大事なかなと思ったのはやはり1で、研究開発体制の構築ですね。これが多分、相当議論になると思うんですけども、経団連の立場でも、このS I PとかI m P A C Tは府省横断的で挑戦的な研究開発にやっぱり寄与したのではないかなという評価です。それを新しい貢献をする分野にも目を向けて、ちょっと厚みを上げていく必要もある。それから、この環境エネルギー分野というのは、グローバルな視点が極めて必須で、世界の規制地域、市場が大きく変わってくるということで、先ほども議論があったと思うんですが、様々な規制情報を盛り込んだ柔軟で幅のあるロードマップにすべきではないかなというところが意見です。

それから、最後に論点2なんですが、これはもう私どもも含めて課題だと思うんですが、やはり何だかんだ言って、世界の潮流、市場動向を確実に把握して、やっぱり国際競争力の観点から、日本が勝てる技術としてしっかりした戦略が必要なんじゃないかと。幾らニーズがある、シーズがこうだと言っても、勝てるシナリオじゃないと企業はなかなかそうは言ってもねということになりかねないので、やはり小さい目標をP D C Aをしっかり回して、戦略の実効性を担保するということが必要なんではないかなというふうに思います。

以上でございます。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

確かにこの資金は、NEST Iは長期戦ですから、2050年というと単年度で今までと同じような予算スキームで大丈夫なのかどうかというのは、やっぱり考えておかないと、ファンド化をどういうふうにするかとか非常に重要な。特に、やはり田中委員とも共通して国際化と

というのはもうエネルギー、環境というのは国際問題ですから、国際化の視点をやっぱりちゃんとクリアできるような、そういうシステムにしなきゃいかんという、非常に重要な視点だったと思います。

どうぞ。

○久間議員 SIP、IMPACT、それから新型推進費の話が出ましたが、SIPが成功している理由は、SIPは5年で基礎から実用化まで一気に通貫で行うプログラムという明確な目標を設定しているからです。だから、2050年に実用化を目的とした課題は含まれていない。それは別のファンドでやってくださいというのがSIPの考え方です。2050年のプロジェクトをSIPでやろうと言った瞬間に、SIPの特徴はなくなるのです。

従って、NESTI 2050の課題を実行するための予算を、どこから取ってくるか、事務局が検討しなくてははいけません。今後、官民投資拡大は絶対に必須ですが、民間企業は2050年の実用化を目的とする課題に投資はしません。しかし、例えば、SIPのマッチングファンドに投資された余剰分を2050年のプロジェクトに回すというようなシナリオは可能と思います。

そういったところを事務局がしっかり検討しないとNESTIのプロジェクトがつぶれます。

○松本審議官 おっしゃるとおりでございます、この事務局の中でもそういうことを認識しつつ、文言の方に書かせていただいたと。今、久間先生から御指摘いただいて、正にそのように考えておまして、単年度予算というのも非常に苦しいというのもおっしゃるとおりですし、じゃこれを長期のファンドの仕組みをどうするかというのも、我々、事務局、または幹部の方で考えていかなきゃいけない大きな課題だというふうに認識してございます。

○久間議員 私は官と民を両方経験したしていますが、例えばSIPはかなり民間からの投資がありますが、民間企業はもっと出すべきです。SIPの一部の課題はこれだけ実用化が見えてきているのですから、いつまでも国に甘えてはいけません。

○野中構成員 ごもっともです。

○久間議員 その辺のところも、経団連などを通して民間企業の方に言うておいてください。

○野中構成員 私どもも、全部、国任せにするわけではなくて、やはりある意味リスクのとり方だと思うんですね。例えばコンソーシアムの中でそういったリスクを減らすとか、やはりそういう仕組みは大事だと思うんです。やっぱり民間もリスクをとらないと、これはよくないと思います。

○柏木座長 ありがとうございます。

ほかにはいかがでしょうか。どうぞ。

○森口構成員 3点か4点ぐらいにわたるかと思しますので、なるべく手短かに申し上げたいと思います。

まず資料2の1、政府一体となった研究開発体制構築、現時点ではちょっと多分こうならざるを得ないんだと思いますが、割にこれは従来型の日本型のやり方で、各省から持ち寄って一緒にやりましょうねという形になって。ここからやらざるを得ないということはよく分かるんですけれども、ただ、やはりそれは前半部に議論した縦割り問題がなかなか解決しづらいんだと思います。もちろん横連携をされたとしても、一元化をされるわけではないわけですね。

いい例かどうか分かりませんが、それがうまくいっているかどうかというのはまた別かと思いますが、例えば原子力規制庁なるものをつくって、一元化してノーリターンルールをつくるというような、あんな大きな改革をした例もあるわけですし、そういうような大きなことをしなきゃいけないのかどうかということも、是非少し考えていただきたい。これはやや予定調和的にやられているようにも正直申し上げて感じるものですから、ちょっと過激なことを申し上げましたけれども、それも検討いただければと思います。

資料2についての2番目は、4番目に国際連携・国際共同研究ということを書かれておりまして、非常に個別具体的になるんですが、G7について科学技術大臣会合だけではなくて、環境大臣会合も書いていただいている、これは大変有り難いと思っております。

私が関わっているところだと、G7の環境大臣会合は当然、気候変動、エネルギーは重要問題なんですけれども、現在、資源効率性という新しいアジェンダが出ております。資源を有効に使って環境問題を解決していくとともに、気候変動対策なんかにも生かしていこうということで、しかもこれはやっぱり欧州は環境政策だけではなくて、産業政策、経済政策としても考えているわけですね。そういうことの中で新しい産業を興していこうということを考えているわけですので、是非こういったところにもアンテナを張っていただいて、生かしていっていただければと思います。

3点目は資料3のロードマップで、こういうものを当然、粛々とやっていただくことは必要かとは思いますが、やはり非常に多くの課題が並んでいて、これも前半部に私、三菱化学様の瀬戸山様にお伺いしたときに、やはり絞り込みとか何かターゲットを絞っていかないとかなきゃいけないというふうなリアクションを頂いたということは、私の誤解ではなければ多分やっぱりこういうふうにとたくさん並んでいるということでは、やはり少しまだ絞り込みが足りないのではないかなという感じがいたしますので、是非そのところは御留意いただければと思います。

ます。

その中では、この資料3のスライドの2番で、今回は4、8、9、10を御紹介いただきました。余りどこがということでは肩入れをしてはいけないのかもしれませんが、4のところは省エネルギーというタイトルがついているわけですが、これは戦略をつくったときに申し上げたんですけれども、一般的にいう省エネルギーというイメージとはかなり違うものが書かれていて、かなりこれはものづくりというか、素材、物質関係の技術がたくさん入っていると思いますし、ここのところはやっぱり研究開発、技術開発の裾野を広げる上で非常に重要ではないかなと思います。エネルギーそのもののところというよりは、むしろこういう分野というのは非常に重要ではないかなと思いますし、そこについてのロードマップですね、多様なところを包含しつつも、中心となるところを見つけていただければかなと思います。

長くなりましたが、最後はS I Pの話が出ておりましたが、私は決してこれは詳しいわけではないんですけれども、多分こういう領域統括方式、かなりどこかに権限を集中するというのはあるタイプのものには重要かとは思いますが、これは中長期にやっていく場合にこういう形ではなかなか機能しないのではないかなと。中長期に、どうしてもやっぱり人が変わっていく中で、どうやってそれを継承して一貫性を持ったことをやっていくかという、その体制づくりというのはなかなか経験がないんじゃないかなと思いますので、成功事例としてはあるんですけども、それをそのままコピーするだけでは駄目だというのは、もう既に御指摘があったところかなと思います。かなり性格が違うのではないかなと思いますので、その点を申し上げたいと思います。

以上、4点でございます。

○柏木座長 ありがとうございます。

特にどういう組織でやるかというのは今、共通した話題で、S I Pの延長線上というよりは、S I Pの成果をベースにした新たな枠組みというのはどうあるべきかというようなことを、やっぱり頭に入れておかないといけないのかなということだと思います。

どうぞ。

○泉井構成員 1点だけコメントがございます。やはりNESTI 2050ということで、非常に長期スパンにわたりますので、中間成果物、これをどう設定して活用していくかということが重要かなと思います。

これにつきましては、ロードマップの策定のときに議論があったかもしれませんが、比較的、技術内容としてバージョンアップ型に近いものとか、今はないけれども全くすごいもの、例え

ば先ほどの人工光合成とか、それからほかに使える、例えば車との抱き合わせ型の蓄電池とかそういう幾つかの類型化ができると思いますので、そういうことも考えて、どういうふうにして中間成果物を設定して、これを活用していくかということ意識しながらしていった方がいいと思います。以上、コメントでございました。

○柏木座長 ありがとうございます。

ほかにいかがでしょうか。どうぞ。

○山地構成員 まず資料2の方ですけれども、2枚目のスライドの研究体制構築、これも皆さん御指摘のことなんですけれども、私もS I Pのような仕組みの新しい版、要するに新型S I Pと書かれているわけで、やっぱりそれは基本的にいいことかと思えますけれども、要するに問題は中身ですよ。だから、ちゃんとそれに魂が入るようにしてほしい、これが一つです。

それから、次の新たなシーズの創出と戦略への位置づけという3枚目のスライドのところですけれども、当たり前のことを書いてあるなという感じがするんで、より具体的に今後の取組で何をするのか、もうちょっとイメージがわくように書いてほしいなど。私がちょっとこれからイメージするのは、NEDOのエネルギー環境先導プログラムというのがあって、あれではリクエスト・フォー・インフォメーションというのでアイデアを集めています。オープンイノベーションですから、いろんなアイデアを出してもらって、その中でこれをやろうというようなテーマを決めて進めていく。少なくともそういう、こういう審議会もいいんでしょうけれども、やっぱり広く一般からアイデアを募るような仕組みを具体的にしてほしいなと思いました。

あとは、やっぱりこれを読んでみると、最後の国際連携・国際共同研究の推進の今後の取組のところは、まだまだですよ。何かいろいろ情報を把握するというようなことしか書いていないんですよ。もうちょっとやっぱり、今の段階ではそうかもしれないんですけども、ここは重要なところですよ。我が国の温室効果ガスの世界シェアはもう本当に3%を切っているわけですから、やっぱり世界展開して価値があるので、そのところの内実のところは今後は持って行っていただきたいなと思います。

あと、資料3ですけれども、これはまずは2枚目のスライドのところに「10の技術」って、コア技術から始まってCO<sub>2</sub>固定化・有効利用とあるんですけども、この他に横断的なやつでエネルギーシステム統合、Society 5.0を意識したものがありましたよね。あの部分でこういうロードマップに落としにくいというのはよく分かるんですけども、やっぱりそこに対してどう取り組んでいくのかということも考えなきゃいけないんじゃないかなと思いました。

それから、ものすごくスペシフィックなところなんですけれども、一番最後のCO<sub>2</sub>有効利用技術のところの、別に反対するわけじゃないですよ、この③でバイオマス転換利用システムとあるんですけども、この部分はだから自然の植物ないしバイオマスがCO<sub>2</sub>をもう固定化している、それが前提でバイオマス利用ですので、つまり普通で言う場合のバイオマス利用技術ですよ。という理解でいいんですねということを、ちょっと確認だけしておきたい。

以上です。

○柏木座長 今の点はいかがですか。ちょっと待ってください、申し訳ありません。今のこの植物工場とかそんな話ですよ、これ。

○梅北企画官 正しく山地委員がおっしゃったとおりの理解でして、植物がもうCO<sub>2</sub>を取り込んでいて、それをどう使って例えば化成品をつくったりとかそういう理解です。

○柏木座長 積極的にポリジェエメレーション、ポリジェネミタイア、そういう話だと……。

あとは今のコメントとしてお伺いしたいと思います。ありがとうございました。

どうぞ。

○高原構成員 トヨタ自動車の高原です。

本日の御議論の中にもう一つ問題提起させていただければと思います。例えば今回、事務局の皆さんまとめていただいたエネルギー・環境イノベーション戦略ですが、2050年を見据えて進めていく中で、これが仮にうまく進んでいったときに、どういった事態が起こるのかというような2枚腰の戦略も是非持っていただければと思っています。

例えば、自動車産業界でいきますと、PHVでソーラーパネル付きのプリウスの販売が始まっていますが、将来の目指すべき姿は太陽光パネルで、太陽光で発電しながら蓄電し、近隣の平常運転は一切のエネルギー補給を必要なく走れる無限走行に近づくことだと思います。

但し実現に向けて蓄電体あるいは発電体は希少金属や資源が必要であります。こういったことも含めて、エネルギー、環境、さらに資源のイノベーションという観点を含めて御検討いただければと思います。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございました。

それはどこら辺に入れたらいいですか。横断的にやはりこういう技術をやっていくためには、資源枯渇、資源循環システム等が横に入ってくるような、こういうイメージで考えていくと。そういうことですね。分かりました。

○高原構成員 はい、ではないかと思います。久間先生たちが引っ張られるSociety

5. 0で時空間の制約の開放が実現され、今後のこういった活動でエネルギー制約の開放、最終的には資源開放に向かって行くことだと思います。

○柏木座長 分かりました。これを中に入れるような形で。

もうそろそろ時間なんですけど、あと一つぐらい。

どうぞ。

○矢部構成員 さっきの久間先生が正に民間の投資を増やして、その分、浮いた分で何とか2050年のをやっていくというのは一つのアイデアだと思うんですけども、なかなか合意形成まで結構大変な道のりだと思ったときに、SIPを見たときに、例えば今パワエレがありますよね。パワエレは今SiCでやられて、GaNになり、最後はダイヤモンドにだんだんいくと。そういうSIPみたいな形で、みんなが競争をしながらやっけていながら、最後2050年をうまく持っていくというのも、本当は一つあってもいいように思うんです。

○久間議員 先ほど、泉井委員が中間成果物があるものはいとおっしゃっていましたが、その通りだと思います。それなら民間も投資できるのです。しかし、新しい次世代地熱発電に、民間がすぐ投資するすかと言えば、それは無理でしょう。

○矢部構成員 それはおっしゃるとおりで、もう一つだけ言わせていただくと、今おっしゃったように、結構、世界全体にとっては共通目標で、正に協調領域みたいなところなんですけれども、実際にはそれで企業が勝ていかなきゃいけないので、競争領域も一緒に入っているところなので、サンシャインで太陽光はうまくいったけれども最後に負けちゃったとかいうのと同じにならないような、競争領域の原理も入れているのは大事になると思います。

○柏木座長 ありがとうございます。

もう時間なんですけれども、せっかく今日はJSTさんの島津さんと瀬戸山さんにいらっしゃっていただいていますので、今この会議の主目的であるNESTIの実現、これに対して、今日大変なプレゼンを頂きましたけれども、一言コメントがもしあればお願いしたいと。どちらでも結構です。

○瀬戸山氏（三菱化学） 去年、ICEFに出たんですけども、EUというのはエネルギーで世界の覇権をとろうとしていますよね。彼らはその前に、バイオエネルギーに関して言うと勝ったと。CO<sub>2</sub>削減についても俺たちは勝ちたいと。そういうのがあったときに、はっきり彼らが持っていない手段っていっぱいあるんですよ。これが実現できていないのでこういう絵しか描けない。だから、さっきのこの絵の中にある、配付資料2の方にあるやつの削減量というのは、彼らが想像できる絵でしかないんです、僕から見たら。

そうではなくて、日本はこういう領域で勝てるという、戦略的に日本が勝てるような絵というのをやっぱりつくるべきじゃないのかなと思います。どちらかという、これはまず私にはEU主体でつくっている絵であってというふうに見えます。

それが一つと、もう一つは民間の投資ということに関して言うと、うちの会社も今、揺れているんですけども、せいぜい2030年ですね。そこが見えないんですけども、そのときに私は今、自分の研究室の運営に関して言うと、中長期について国の科学技術戦略と、会社の中長期をシンクロさせるようなやり方がいいんじゃないですかという言い方をしています。

それを言ったときに、国の方針としてこんなロードマップがあるというのは、すごく有り難いんです。これまでそれがなかったものだから、シンクロさせようがないという状況であったんですけども、ですからそのロードマップというのはすごく充実させていただけると、民間企業の中長期という点でも少しやりやすくなるのではないかなというふうに思いました。

○島津氏（JST） 我々としてはもう各府省さん、NEDOさん等々と、しっかりコミュニケーションさせていただいて、共通理解が進むようにしたいと思っています。ありがとうございます。

○柏木座長 一応、このNESTIは最初の、今、瀬戸山さんがEUの範囲を超えていないというふうに言われましたけれども、一応、我が国が世界を席卷できる、現状において将来を考えたときに席卷できる技術をピックアップしたと。センサテクノロジーであるとかパワエレなんかはやっぱり強いし、そういう超電導なんかも、ま、一応ビスマスが強いという話で一応出ていることは出ているんですけども、善意の第三者が御覧になるとまだ出ていると、こういうふうにコメントを頂きましたので、それはしかと頭に入れながら、もうちょっとアドバンスのものをつくっていくと。こういうふうにやる。

もう時間でまとめというのが余りできないですけども、ただ長期戦ですから、これは資金の話、組織の話、あるいはロードマップでも中間の目標をきちっと決めないと民間投資もそれほど進まない。ただ、こういうのがあると民間としても極めてマッチングしやすくなるという、こういうハーモニーができるということに関しては、方向性としてはいいんじゃないかと。

あと、細かいところで、やはり民間が本当に投資できるようなプロセスをどういうふうに、どこにターゲットを置くかですね。きめ細かなターゲットを置いて、長期なんだけれども、中長期的なものもきちっとターゲットに当てていくということが、やっぱり今日の一つの重要なポイントで、あと国際的な視点は、もうどこでも通用できるようにということだと私は理解をして、よくまた後で整理をしながら、中には。

先生から。

○久間議員 今日活発な議論をしていただきまして、どうもありがとうございました。

本日の第2回エネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループの閉会に当たりまして、少しだけお話しさせてください。

このエネルギー・環境イノベーション会議は、2015年末のCOP21で採択されたパリ協定で言及された2度目標という野心的な目標を実現するために、昨年4月に安倍総理のもとで取りまとめたものです。

一方で、冒頭で柏木座長から話がありましたが、今年1月に地球温暖化を疑うトランプ氏がアメリカ大統領に就任して、パリ協定から脱退を宣言するのではないかという話もありましたけれども、今のところそれはないようです。ただ、いつ状況が変わるかも分かりません。そういったことも想定しながら我々は2050年に向けた計画を作らなくてはなりません。

NESTI 2050のプロジェクトでは、日本の経済成長と地球温暖化対策の両立を実現しなくてはなりません。何と云っても経済成長への取組みを忘れてはいけないのです。それを是非忘れずに、この委員会を続けていきたいと思えます。

産業界からの研究開発費の誘発について、矢部委員、泉井委員から話がありましたけれども、この10のテーマには、連続的に変わっていくテーマと、地熱発電のように全く新しいテーマがありますが、当然アプローチが違います。

連続的なテーマは産業界からの資金をマッチングファンドとしてやっていく。全く新しいテーマに関しては、やはり政府が率先して推進しなくてはならない。こういった整理を事務局がしなくてはなりません。

後者のテーマは、スモールスタートでもいいのですが、どの程度の予算額が必要かをある程度見積もって、政府から投資として調達する。議論だけして、予算が無くて実施できなくては話になりません。委員の皆さんの意見を聞いて、それぞれのテーマを具体的に実行する戦略やロードマップを作る。ロードマップをつくったら、それを実践するための予算を確保する。これをやらないと事務局ではありません。そういったところを自覚して進めていきたいと思えます。

それから産業界は、多少リスクの高い長期のプログラムに予算を負担するのは無理かもしれませんが、例えばある国立研究所に研究者を派遣することは可能と思えます。将来の自分たちの事業に繋がるわけですから、多少は産業界としても協力すべきだと思えます。2050年に向けて、意味のあるロードマップを作り、スモールスタートでも良いので産官学でスタートし、

最終的には大きな成果を上げるようにしたいと思います。

どうもありがとうございます。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、最後に事務局から御連絡をお願いいたします。

○梅北企画官 本日は活発な御議論いただきましてありがとうございました。

特に、今日頂いた御意見、我々、事務局としてしっかりしなくてはいけないと、最後も久間先生からお金の話、予算の話をしっかり頑張れという話もございましたけれども、内閣府中心に是非議論し合って頑張ってもらいたいと思います。

今後の政策、今後の取組の仕方についても、まだまだ次回に向けてブラッシュアップしてまいりたいと思います。我々として、特に民間の企業の投資を誘発、若しくは協力を促進するという観点を含めて、より現実的にどうすれば物事が動いていくんだと、そういう観点で政策をつくってまいりたいと思っております。

次回ワーキンググループですけれども、今後の取組の方向性などに関する報告を改めて予定しております、現時点では6月頃の開催を検討中でございます。開催に当たっては、追って御連絡いたしますので、よろしくをお願いいたします。

また、議事録については関係者の皆様の御了解を頂いた上で、ホームページ上に公開させていただきますしたいと思います。

事務局からは以上です。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

大変活発な御意見を頂きまして、後でまたまとめて議事録に、ホームページに公表するということとなりますので、よろしくをお願いいたします。

特に今日、JSTの島津さんと、三菱化学の瀬戸山さんには、大変貴重なプレゼンを頂きまして、心から厚く御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

それでは、今日はこれで終わりにさせていただきます。ありがとうございました。

午後17時07分 閉会