

エネルギー戦略協議会（第12回）  
議事録（案）

1. 日 時： 平成28年2月16日（火） 15:30～17:30
2. 場 所： 中央合同庁舎8号館 623会議室
3. 出席者（敬称略）  
（構成員）  
浅野 浩志、泉井 良夫、大村 友章、柏木 孝夫、斎藤 健一郎、須藤 亮、高原 勇、  
田中 加奈子、武田 晴夫、中山 寿美枝、平井 秀一郎  
（総合科学技術・イノベーション会議 議員）  
久間 和生  
（関係省庁）  
長野 裕子（文部科学省）、柚山 義人（農林水産省）、村山 昌平（経済産業省）、  
植村 忠之（国土交通省）、大谷 雅実（国土交通省）、太田 志津子（環境省）、  
池本 忠弘（環境省）、沖本 憲司（環境省）  
（話題提供）  
山田 興一（JST低炭素社会戦略センター 副センター長）  
（内閣府SIP）  
村木 茂（内閣府SIP「エネルギーキャリア」プログラムディレクター）  
（事務局）  
森本統括官、中川審議官、松本審議官、西尾ディレクター
4. 議 題
  - （1）エネルギーシステムのフォローアップ
    - ・科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター副センター長 山田興一様より話題提供  
「低炭素社会実現のための定量的なシナリオ研究」
    - ・「エネルギーバリューチェーンの最適化」のフォローアップについて
  - （2）「超スマート社会」に向けた基盤技術について
  - （3）重点化対象施策レビュー
5. 配布資料
  - 資料1. 「エネルギーバリューチェーンの最適化」のフォローアップについて
  - 資料2. 「超スマート社会」に向けた基盤技術について
  - 資料3-1. 重点化対象施策レビュー（エネルギーキャリア）
  - 資料3-2. SIP「エネルギーキャリア」（内閣府）
  - 資料3-3. エネルギーキャリア製造次世代基盤技術の開発（文部科学省）
  - 資料3-4. 革新的水素エネルギー貯蔵・輸送等技術開発（経済産業省）
  - 資料3-5. 水素社会実現に向けた安全対策（国土交通省）
  - 資料3-6. 環境省における水素関連技術の開発・実証について（環境省）
  - 参考資料1. エネルギー戦略協議会（第11回）議事録（案）
  - 参考資料2. 低炭素社会実現のための定量的なシナリオ研究
  - 参考資料3. エネルギーキャリア関連技術施策リスト ※構成員限り

## 6. 議 事

○柏木座長 ちょうど定刻になりましたので、第12回のエネルギー戦略協議会を開催をさせていただきますと思います。午前中、何人かの方にはお目にかかっています、今日はダブルヘッダーで。

まず、出席者及び資料の確認を事務局からお願いいたします。

○西尾ディレクター それでは、事務局のほうから出席者及び資料の確認のほうをさせていただきます。

本日は本協議会に御参画予定の13名の構成員のうち、出席は11名となっております。魚崎構成員、横山構成員の御欠席となっております。

総合科学技術・イノベーション会議議員、久間議員が御出席でございます。

それから関係各省からですけれども、文部科学省環境エネルギー課、長野課長、農林水産省研究開発官室、柚山調整官、経済産業省研究開発課、村山総括調査官、国土交通省技術開発推進室、植村室長、海洋・環境政策課、大谷課長、環境省環境研究技術室、太田室長、地球温暖化対策課、池本課長補佐、自動車環境対策課、沖本課長補佐に御出席をいただいております。よろしくをお願いいたします。

本日の議題ですけれども、議事次第にもありますとおり、議題の1として、エネルギーシステムのフォローアップ、議題の2としまして、「超スマート社会」に向けた基盤技術について、3として、重点化対象施策レビューとなっております。

次に配付資料の確認をさせていただきます。資料一覧は、議事次第の裏面にございますので御確認ください。本日の議事次第、それから構成員名簿、座席表のほか、資料1としまして、「エネルギーバリューチェーンの最適化」のフォローアップについてという横型のパワーポイントの資料、資料2としまして、「超スマート社会」に向けた基盤技術についてのこれもパワーポイントの資料、資料3-1としまして、重点化対象施策レビューについてとなっております、それに続きまして資料3-2で、S I P、村木PDの説明資料、3-3としまして、文部科学省の資料、3-4としまして、経済産業省の資料、3-5としまして、国交省の資料、資料3-6としまして、環境省の資料となっております。

参考資料ですけれども、すみません、参考資料の番号はついてございませんが、前回第11回のエネルギー戦略協議会の議事録（案）、参考資料2としまして、科学技術振興機構低炭素社会戦略センター、山田先生の御説明資料で、低炭素社会実現のための定量的なシナリオ研究、参考資料の3としまして、これは構成員限りとなっておりますが、エネルギーキャリア関連

施策の取組状況というA3の折り込んだ資料が用意してございます。

また、机上用の参考資料としまして、いつものように第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、アクションプラン関連資料などをファイルにまとめて置かせていただいております。資料名の紹介は割愛させていただきますが、一覧のほうを御覧ください。こちらの資料につきましては、会議終了後はお持ち帰りにならずに、そのまま机上に残しておいていただけますようお願いいたします。過不足等ございましたら事務局までお知らせください。よろしくお願いいたします。

事務局からは以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。よろしいでしょうか。過不足は大丈夫でしょうか。

それでは、議題1に移らせていただきたいと思います。

議題1は、「エネルギーバリューチェーンの最適化」のフォローアップについてと、こうなっておりますので、まず、進め方について事務局から御説明をお願いいたします。

○西尾ディレクター それでは、事務局から議題1につきまして御説明をいたします。議題1につきましては、後ほど資料1を事務局のほうから御説明をした後に、御議論いただく時間を設けておりますが、本日は前回に引き続きまして、研究開発法人からの話題提供をお願いしてございます。

本日は、国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター、山田興一副センター長に御説明をいただくということで、参考資料2について、まず御説明をいただき、質疑応答の時間をとらせていただきます。

説明時間は25分ほど、質疑時間を10分程度ということで予定をしてございます。よろしくお願いいたします。

山田先生、よろしくお願いいたします。

○山田副センター長 山田でございます。よろしくお願いいたします。

25分ほどで、低炭素社会実現のための定量的なシナリオ研究というテーマでお話をさせていただきます。内容は、定量的なシナリオ研究は何かということと、あと少し個別な技術のシステムの定量的評価結果を示しまして、その後、それを取り入れて将来の電源構成、これはお配りの資料の中に入っていないんですが、いろいろなケースでの電源構成でコストが将来どうなるということをお話します。

参考資料で我々LCSについての説明が入っています。余り時間がないようでしたら割愛させていただきますので、参考に見ていただけたらと思います。

我々LCSの目的は、明るく豊かな低炭素社会をどのように構築していくかということですが、それを支える技術シナリオ、その技術シナリオを使って経済・社会でどのように応用していったらいいだろうかという、この三つの分野でお話を進めていきたいと思えます。

低炭素社会実現のために、2030年や2050年の社会がどのようになり、それが明るい社会になってくだろうかということを考えて、ではそこに行き着くためにはどんなことをしなければいけないかということです。我々は、技術的なシステムについて、バックキャストして、それから現状を考え、検討すべき課題などを明らかにしながら、それを定量的に評価しています。

では、定量的に何をやっているのかということですが、様々な技術システムがあり、それについて我々は一応いろいろな知識を持っています。そこで構造化された低炭素技術の知識ということで、対象とするシステムについて、原理解明を進めて、その結果、高度な性能を出そうというときにどんなことをしなければいけないかという点をはっきりさせようということで、これを決めますとこちらのほうに技術設計・評価プラットフォームというのを持っていて、それぞれの技術について、どのような技術水準でどういう設計をしようかということでプロセス設計をして、定量的に答えを出していきます。出ていった答えをまたフィードバックするという点では、そこにやはり基盤のデータベースがありまして、製造機器から始まり、原材料のコストやCO<sub>2</sub>の負荷といったものを入れたり、それから実際にそのような製造機器をつくったときに工場をどのように建設し、運転条件では何人ぐらいにするかとか、こうした要素を入れて現在から将来までの技術を評価しているわけです。

例えば、スライド6頁の太陽光発電システムの発展と原価の展望をご覧ください。縦軸が太陽光発電システムの原価を示していて、2010年ではどのようになるんだろうかということ、今お話した手法でやっているところです。ここには2015年の数字が書いてありますが、2010年から2012年に評価を始めまして、このような結果になっています。20年ぐらい前に私が計算した結果がちょうど今と同じようなところへ来ているので、先ほどの定量的な評価方法というのは、割と有効なのかなと思っております。

グラフを見ると、将来に向かってずっと下がっていくのが分かります。緑の線がCIGSとその他化合物半導体で、青い線がシリコンの単結晶です。システム原価を下げるためには、どういう技術を取り入れていくと、このくらいのコストになりますというような計算をしているわけです。

例えば2012年に計算したのがワット当たり103円ぐらいですが、最近計算をし直したシリコ

ンの場合、74円に下がっています。我々は定量的に先ほどのプロセス設計から全部やっておりますので、例えば高効率化がちょうどこの3年で17~20%ぐらいになったり、インゴットを製造するときのスピードも速くなったり、装置が大きくなったりとか、製造エネルギーも下がるとかいった要素を入れていきますと、例えばこの3年間ではそれぞれの製品が、固定費は青で、赤が変動費で原材料費とか用役費がどの程度下がっているかということがはっきり分かってくるわけですね。コスト削減のためにどんなことをすればいいのか、それから科学技術がどういうことをしないといけないかを分析して、それが今後どのように進むかを予想しているわけです。このように構造化をしておきますと、何をどうやってコストを下げていけば将来使えるかというようになことも分かってくるわけです。

太陽光発電について、先ほどのスライド6頁の図では、現行技術のカーブで書いてありますが、大分前から、例えば量子ドットなどが将来可能性のある、非常にいいものだと言われていたり、Ⅲ-V族もそうですね。量子ドット太陽電池をつくれるわけですが、実際は原理はできていますが、この10年を見てもまだ本当に90のところまでは、ドットのほうで光を吸収するというところまでは分かってきていますけれども、実際に発電してそれをエネルギーとして取り出すということはかなり難しそうなので、2030年ぐらいまでは少し難しいということなので、新しいPVとしています。ただ、新PVも今の例えばⅢ-V族で35%ぐらいのものを現在の方法で作りますと、ワットあたり2,600円ですね。先ほどのものが数十円というのに比べると、非常にまだ高くて、この点については新しい技術を見つける必要があります。さらに原理のところもやらないといけないので、後で出てきます我々の想定する2050年の電源の中には、これらまでは入ってきていません。ですから、この技術がいつ跳ぶかということが非常に大切で、跳んだ技術は本当に実用化するかということを見ないといけない。やはり基礎実験が必要だということが、こういうことから分かると思います。

スライド9頁はリチウムイオン電池ですが、現状のニッケル系で計算しますと、生産規模が1年に1ギガワットで、現在の収率は70%程度だと思いますが、それでやりますと大体14円ぐらいになります。青字からは、同じような技術で生産規模が上がり、収率が上がれば、性能は一緒だとしても10円近くには下がりますといったことが分かります。同じ系でも2020年には、ここに正極と負極の容量密度をグラム当たりのミリアンペアまで書いていまして、これは理論値に比べますと、大体正極のほうで70%で、負極のほうで80%ぐらいですが、それを何とか、同じ組成になっているものを少し変えたりしながら100%近くに持っていくと、このようなエネルギー密度になり、作り方のプロセスでも下がってきますので、7円近くになるだろうと

いう計算をしています。2020年の技術が大体2030年に使われるようになるという想定で、電源などを計算するときはこの2020年の数字を入れてやっています。それから2030年は少し跳びがないといけないんですが、スライド10頁は例として、東大の水野先生が開発しているものを入れました。これは理論値でいきますとこの系ではかなり高くなって、コバルトの触媒をうまく混合することにより、理論値の75%ぐらいの容量のものができると、5円/Whぐらいはいけるかもしれない。でも、これが実現するかどうかというのは、これから見ていかなければいけません。このような計算ができると将来のシナリオが分かってくるわけです。

蓄電池も同じように、プロセスごとにどのように進むとコストがどう下がっていくかというのが分かるようになっていきます。

次にバイオマスエネルギーの話に移りたいと思います。やはりバイオマスエネルギーは非常に大切になってくるわけですが、現在の日本のバイオマスで、木材、林業が非常に衰退しているというのは、コストが高いからです。我々はスウェーデンに行って調査したり、北海道の下川町と一緒にいろいろやっていて分かったことは、コスト構造が日本は6倍と高いのです。ですから幾らやっても、なかなかそれをバイオマスエネルギーに使うというわけにはいかない。でも、スウェーデンのシステムと同じように、機械が100%使われるようなシステムを組んで、雇用も安定したものにし、かなり高い給料を払って2交代でやるとかにすれば、スウェーデンに近いものになります。そうしますと、大体バイオマスのコストというのは、今少し下がっていますが、石炭がメガジュールあたり0.3円ぐらいだとすると、スウェーデンの場合は大体同じような値段になっていますし、日本もこのような対策をすれば下がってきて、石炭並みのエネルギーコストになるということが見えてくるわけです。このように、エネルギーの原料という側面からも、我々LCSでは研究しています。

次に、SOFCは、最終的にはおそらく三菱重工でやられているトリプルコンバインドなどに使われるようにならないといけないのですが、まだやはりこのセラミックの管のところが非常に太かったり、つくり方に原因があるんでしょうが安定していなかったり、性能自身もまだよくありません。ここに性能の例が書いてあります。縦軸はセル電圧で、電圧が高ければ高いほど効率がよく、横軸はどれだけ電流が流せるかということです。青が旧型で、現行機が大体この赤いところへ来ているんですが、我々がいろいろ検討しますと、操業温度を下げたり、触媒性能を上げたりとかいろいろやりまして、このあたりに来るだろうと。あと生産台数を増やしていけば、ワットあたり120円ぐらいできて、それをシステムコストに直して発電コストに直しますと、kWhあたり10円台になるかもしれません。しかし、そのためにはかなり生産

量を増やす必要があることは見えてきています。やはり技術開発の課題に取り組んで、継続していかなければいけないというようなことも見えてきます。

スライド13頁は地熱の話で、高温岩体というのは非常に有望で、確かに日本には十分な資源量があります。高温岩体では地下構造の理解が重要です。例えば3キロぐらいの深さまで掘って、ここで河川水を入れて貯留層に割れ目をつくり、そこから上がってきた熱水で発電します。この効率、収率をどれだけ高くするかということですが、日本も昔、大分前にテストしたときは、たしか25とか50%ぐらいの回収率でしたが、最近のレベルではうまくコントロールすると、98%ぐらいにはなるそうです。この地下構造をどのように見るかというセンサー技術も既にあります。単純に言うと、岩体の種類と物性がどうなっていて、基盤の構造はどうか、破碎したときにどういう構造にしたらいいか、また熱源がどのあたりにあり、温度はどのくらいか、あとは岩体の熱伝導などが分かれば、どのようにサステナブルに熱がとれるのかという計算はできます。正にこのあたりをよく調査するような技術を開発していけないといけないということは分かると思います。

例えば利用効率が98%の高温岩体で、現在の電力の20%を高温岩体にしようしますと、大体1年間に20億立米ぐらいの水が必要ですが、日本の水需要に比べますと大した量ではなくて、これぐらいなら問題なくいけるということは分かります。このように計算しますと、例えば葛根田とか、皆瀬のほうの地中のデータを見ると、うまくいけば大体7円以下とかなり安いコストでできるようになることが分かります。

次に、電源コストの話に移ります。我々の計算値はエネルギーの数字と少し違いますが、おおよそは似ていて、ただ再生可能エネルギーのところは我々の計算に基づいておきますので、大分違います。計算をしてみた結果、先ほど言いましたように、2050年でどう低炭素化された電源をつくるかということを考えて、例えば80%下げる場合、それからプラスマイナスを振ったりすると、それに応じたシナリオができ、通る道によって2030年を20%減にするか、50%減にするかということによって、トータルのコストはみな違ってくるわけです。ですからやはりこのあたりを見据えておいて、途中どういう経路を通るとどうなるかということと、技術の進展をあわせて、きちんと計画することが大切だということが分かります。

これは2030年の結果ですが、これから発表するものは全て、一応完全に自立したガバナ・フリー、周波数が秒オーダーで変動しても耐えられるようなシステムになることで計算をしています。そのために、蓄電池を入れたり、安定電源を入れたりしているわけですが、2030年で、例えばこれは原子力を100から200TWhの間で振っていますが、200のままどうなるかとい

うのを計算しますと、コストは2010年のkWhあたり11円ぐらいが、1円近く上がります。23%ぐらいはCO<sub>2</sub>を減らせるという結果も出ています。それから原子力を100TWhにして、50%までCO<sub>2</sub>を削減しようとする、少し上がりまして12.3円ぐらいになります。

2050年で、この場合は80%までCO<sub>2</sub>を削減するとしたらどうなるかということ、ここで計算をしております。例えば原子力ゼロの場合で、CO<sub>2</sub>削減率80%にして、80%という制限をかけて最適値、つまり一番最適なコストが安くなるという計算をやりますと、2-1のケースになりまして、12.5円ぐらいになってしまうんですね。そのときにやはり原子力ゼロですので、水素が大分入ってきて、これが非常に高いのです。でも、これだけやるので、このところが上がっているということになります。

それからこのケース、2-2と2-3は、これは日本の現在の電力の年間使用量は約1,000TWhですが、それに合わせていて、それよりも少し余分に発電しないといけないという結果が出てきます。年間使用量を800にした場合は、874ぐらい出さないといけない。それから消費量を700TWhに下げると、豊富になるということで、大体発電コスト10.5円や10.4円でCO<sub>2</sub>を削減することができる。さらに下げていきますと、水素発電の分が少し減っているので、これよりも下げるためには、節電をすることでこういうことが効いてくるというのが分かってきます。

ここは2050年にして、電力需要1,000と800TWhのケースで、800では現在より2割減った場合で計算しています。先ほど原子力ゼロから200までやりましたが、この場合はゼロで計算しています。これでCO<sub>2</sub>50%減にしますと、発電コストはやはり安くて10.1円ですが、80%減にしたときとか、90%減、93%減にしたときにどうなるかですが、1,000TWhで原子力ゼロのときは12円30銭と、割と高いですね。それが90%減に上げますと途端に倍近くになります。これは先ほど言いましたように、水素が随分入ること、1,000でしかもCO<sub>2</sub>を90%ぐらい下げますので、周波数を制御するのに回転機が必要になってきて、こんなに高い数字になる。90%で急にコストが上がるということですね。それで電力需要を800にしますと、90%ですとそうは上がらないんですが、93%ぐらいにすると急に上がってくるということで、やはりこれを見ても、どのような電力消費量になるかというあたりが非常に大切だということが分かってくると思います。

先ほどの計算は全て、送電網は今と全く同じで、新しいものをつくらないということで計算していますので、今後はそのあたりも変えてトータルのコストがどうなるかを見ていかないとはいけません。このスライドは、電力需要は現在のままで、原子力ゼロ、CO<sub>2</sub>排出を80%下げたケースです。左側のいろいろ色が塗ってあるのが発電量で、右側の茶色のバーが、

その管内での消費量です。そうしますと、結局は東電管内にどこから持ってくるかということですが、現在の送電網で見ますと、ほとんどは東北から東電に持ってこないといけなくて、中部からも少し持ってきて、それから北海道はいろいろ言われていますが、現在の送電網だけですと逆に足りなくなるので、東北から電気を少し持っていくというような結果になります。各電力会社間の電力のやりとりは矢印で示してあります。結局先ほどの結果とも一緒にして将来を見ますと、どれだけここで節電するかというのが将来の電源にとってもかなり大切になります。我々はいつも日々の生活から電力消費削減と言っていますが、電力消費量の多い東京では、その可能性が非常に大きいところです。この点をどう進めていくかということが今後のポイントになってくると思います。

時間になりましたのでこれで終わりますが、このような定量的な技術シナリオを作って、全体像が分かるようにしますと、どういう社会になっていくかということが分かってくるので、あとは経済的・社会的にどのようにやれるのか、本当に技術がシナリオで描いたように進むのかどうかという点を見ていくことが大切で、我々としては今後もこうした定量的なシナリオをずっとつくっていきたいと思っています。

以上です。

○柏木座長 どうも貴重な御発表をいただきまして、ありがとうございました。

それでは、皆様から山田先生に対して御質問等がありましたらお願いをしたいと思います。いかがでしょうか。

どうぞ。

○泉井構成員 細かい内容で申しわけないんですけども、17ページ目、いろいろなケースで想定されていますが、水力が途中で、例えば90年と比べて、増えています、どうやって増やされているんですか。水力はあまり開発余地が無いように思いますので。

○山田副センター長 どれだけ使うか、稼働率によって変えています。それと、増やしている分は、小水力がうまくいくと大体全体の3割ぐらいはとれるということなので、30を足しているんですね、100に。小水力のところを足しています。

○泉井構成員 だから小水力を新たに開発するということですか。

○山田副センター長 それも今、いろいろコスト計算をして、安くなるようにという課題があるので、そのあたりをやろうと思っているわけです。

○泉井構成員 ついでの質問ですが、先ほど水素の活用なんですけれども、あれは火力、すなわちタービンで燃やしているんですか。

○山田副センター長　そうです。太陽光や何かでつくった水素で、LNGのほうの発電所を使って発電させています。ですから非常に高くなります、あれは高いので。ですから、そこもやはり新しい半導体を使ってうまくやるような技術、代替りのものを開発していかないといけないと思っています。

○泉井構成員　その辺で新しい技術開発が必要だということですか。

　分かりました。ありがとうございます。

○柏木座長　ほかにいかがでしょうか。

　それでは、まず。その後。

○斎藤構成員　ありがとうございました。

　今日御紹介いただいたのは、電力のところのお話だったと思うんですが、電力以外の部分については、シナリオというのは検討されているのでしょうか。

○山田副センター長　していますが、対象として多くの分野があります。その中でCO<sub>2</sub>削減効果の大きい分野から検討しています。電力はもちろん大きいので今日はそれを中心にお話しました。日々の生活でどういうところを減らしたらいいか、それから先ほど言いましたように、東京などでも、これから節電や省エネ——全国的にそうなんですが——をしないといけないときに、何をどのように進めたらいいかということを検討しているところです。

○武田構成員　これは2050年まででかなり定量的に見積もられているんですが、それ本当に実現できるのかとか、どのくらい確かなのかとか、実現するために幾らかかるのかという、そういうものが伴っているべきだと思います。そのときに前回はNEDOさんから紹介頂きましたが、別の組織が別の視点から別の定量化をされていたりするので、そういうのをみんなで一堂にディスカッションして、相互に検証して、その精度をどんどん上げていくという活動があるべきだと思います。コンセンサスが得られていない数字が一人歩きして、世の中をミスリーディングしたりすることを避けるべきだと思います。そういう相互検証の活動をなされているのでしょうか。

○山田副センター長　ちょうどNEDOとは、この間、一緒に共同ワークショップというのを初めてやりました。彼らと我々とは計算の方法論が少し違っていて、彼らはうまく企業からデータを集めていまして、我々も集めていますが、技術の評価のところについては、我々のほうが進んでいると思っています。そこをうまくあわせてやっていこうということで、これからも続けようという話になって進めています。

　各ケースの途中がどうなるかという点については、全部出るようになっているんですね。こ

これは上のほうにケースの番号がいろいろありますが、まずは量を変えてもいいですし、それから途中の値段を変えても出るようにはなっています。ただ、計算に少しずつ時間がかかるので、どこからやっていくか。ようやくこれが出るようなシステムができ上がったところなんです、電源については。そこに行くまで幾らトータルで要るのかとか、初めに例えば、石炭火力を急激に増やしてしまった場合に、本当に将来このシナリオ通りになったとき、途中で捨てていくのにどれだけお金がかかるとか、そういうのはみんな出るようにはなっています。

○武田構成員 是非、いろいろな立場から相互に議論していただいて、精度を高めていっていただければと思います。よろしくお願いします。

○山田副センター長 分かりました。

○柏木座長 どうぞ。

○中山構成員 もう一つのCO<sub>2</sub>削減率が大きいほうの表を見せていただきたいんですけども、こちらはこういうような電源構成を実現するには、カーボン価格を想定しているんだと思います。明示的でなくてもシャドープライスがないとこういう電源構成にならないと思うんですけども、こちらに示されているのはシャドープライスを除いた発電コストという意味ですよ。

○山田副センター長 全く入れていないです。

○中山構成員 シャドープライスを入れるとどれくらいになるんでしょうか。

○山田副センター長 このCO<sub>2</sub>が80%以上に減っている場合では、石炭は入っていないですね。ですから、余り関係ないのではないかと。

○中山構成員 いや、シャドープライスが乗っているからこうなるものであって、結果から見るとシャドープライスが多分2万とか3万とか、そういった高いレベルではないかと思うんですよ。であるとしたら、本当は発電コストにそういうものを反映させないといけないのではないかと思います。そうでなければ、そのお金はどこに行ってしまうのかなと。

○山田副センター長 これはでも、今の裸の数字での計算ですから、現在と同じことですよ。

○中山構成員 ではCO<sub>2</sub>制約はどうやって。

○山田副センター長 CO<sub>2</sub>制約は、単に80%減らすのにどうしたらいいかという制約を入れているわけです。

○中山構成員 けれど、最適化しているわけですよ。

○山田副センター長 80%削減での最適化です。これを入れない最適化でいくと、例えばこれは50%を入れていますけれども、このあたりは何も入れないで最適化した数字です。ただ、こ

のときはこの原子力の発電量を100とか200と決めて入っていますが、全部抜いてしまえば、そこでの最適化値が出るわけです。おそらく、最適値でやっていると80%も減るといえるようにはならないと思います。80%ではなくて、コスト最適でやると。

○中山構成員 いや、すみません。カーボンプライス抜きでの最適化というのはちょっと理解できないんですけれども。

○山田副センター長 もともと、カーボンが出なければ将来は要らないのではないですか。石炭で、例えばCCSを入れるということにして、それを何パーセント入れると決めたら自然に入ってきますね。しかし、日本ではCCSのコストが高いので、コスト最適モデルでの計算結果には入ってこないでしょう。

○中山構成員 すみません、ちょっとまた後で質問させていただきたいと思います。

○柏木座長 今回の目的関数はこれはコストミニマムなんですか。

○山田副センター長 コストミニマムですが、少し変形なのは、先ほどの質問にありましたように、例えばこれですとコストミニマムではなくて、CO<sub>2</sub>は80%削減すると決めてしまっていて、例えば原子力はゼロですよとか、100、200TWhですよというようにやっています。ですから、それら数値制約を入れないでやると、結果は少し変わってきます。

○柏木座長 与えているのは、そうすると80%削減というのと、ここでいうと原子力ゼロ、100、200というこの値を入れて、その後のコストの最適でそれだけのキロワットアワーを稼ぐにはどうなるかと、こういう話ですか。

○山田副センター長 正にそのとおりです。

○柏木座長 ほかにいかがですか。

どうぞ。

○大村構成員 その2030年という意味では、原子力が20~22%で、火力燃料が40%ぐらいでしたっけ、そのエネルギー構成という意味での本当は数値目標というか、代替の役割があると思うんですけれども、それは無視されて、100は100という形にされているんですか。

○山田副センター長 無視ではなくて、もちろんやっています。CO<sub>2</sub>削減数値や電源構成を変えた場合の多くの結果があります。今日は20分という短時間でしたので、原子力は100と200TWhの場合を発表しました。

○大村構成員 それが前提条件の中でコストミニマムだけれども、原子力はそういう形で数値固定ですという形で、あとはどうやったらコストミニマムでどんな構成になりますかと。

○山田副センター長 そうです。ですから、いろいろ出せるんですよ。こういうのを早く出

してほしいといった希望があったら、それはそれで入れることは可能なわけです。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

要するに原子力ゼロだと、石炭はもう入りようがないですね。

○山田副センター長 そうですね。

○柏木座長 原子力が100入ってくると、石炭が少し原子力に相対するような形で安い電源として入ってくると。こういう話なんですね。

○山田副センター長 そうですね。その場合は今度は競争が水素とになってくるんですね。水素と石炭の競争になってくる。カーボンとコストのほうですね。

でも、いろいろなものが出ますので、それをどうやってやっていくかという話だと思うんです。

○柏木座長 そうですね。分かりました。

○山田副センター長 そういうのをこれから徐々に出していくつもりです。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

どうぞ。

○平井構成員 一つ教えてください。再生可能エネルギーを入れるときに、その最大量というのは何かその制約はあるんですか。

○山田副センター長 最大量の制約はもちろん、例えば地熱だったらこれだけしかない、500 TWh以上ありますとか、太陽光だったら700 TWhとか、そういう制約はありますが、その値を超えることにはなっていないですね。それよりも、地域間で送電能力の制約が効いてきます。1,000 TWh ぐらいの需要だったら、今の送電網を使って電源構成を変えるとコスト・CO<sub>2</sub>削減がどうなったかを示しました。送電網を変えると変数がまた大分変わってきます。今日のお話は現状の送電網でやっています。

○平井構成員 ということは、再生可能エネルギーのどれを入れていくかというときには、安いものから入れていくという、そういう考え方。

○山田副センター長 そういうことです。安いものとあとはCO<sub>2</sub>削減80%になると、安定供給のためにどの電源を使ったらコストが下がるのか、何を選ぶかという結果が出てくるわけです。地熱がいいか、原子力がいいのかどうか。原子力使用量は決めてしまっていますが。

○平井構成員 ありがとうございます。

○柏木座長 ほかによろしいでしょうか。

このエネ庁のベストミックスのときには、一応三つのあれを立てたんですよ。値段を上げ

ないというのと、自給率が25%ぐらいにいくと、それからあとCO<sub>2</sub>の削減が何年ベースというのは2013年度にして、エネルギー減で21.9%ぐらい減にする。トータル25~26%いくように、その三つの条件で、44%はゼロエミッションの電源でなければいけないとか、あとサーチャージを入れたりなんかして、いろいろな計算をした結果なんですね。それに相当するものは、まだ今出していないということですね。

○山田副センター長 それはしていませんね。

○柏木座長 分かりました。

○山田副センター長 おそらくケースが多くなってしまいます。ですので、基本のものが出て、裸でできるかどうか、これは難しいからこちらでということになると思います。

○柏木座長 分かりました。ありがとうございました。

ほかによろしいでしょうか。

いろいろなシナリオのもとでの解ですから、こういう条件で解かれた解だというのを理解した上で、参考例としていろいろなものを比べる一つの有力な手段。このツールはもう持っておられるわけですから、あとこの条件で計算するというのはそれはおできになるということになりますので。どうもありがとうございました。

それでは、一応山田先生のプレゼンテーションはここまでで、御質問も一応ここで打ち切らせていただきます。どうも本当にありがとうございました。貴重な資料を御紹介いただきました。

それでは、今の議論を踏まえまして、今後のフォローアップの方向について、事務局、資料1を用いて御説明いただきたいんですが。

これ、事務局からよろしく願いいたします。

○西尾ディレクター それでは、事務局から資料1を用いまして、御説明をいたします。

まず、1枚めくっていただきまして、1ページ目ですけれども、システム俯瞰図、サブシステムの整理方針となつてございますが、前回のNEDOの矢部ユニット長からの情報提供に加えまして、今回、山田副センター長、LCSのほうからの情報提供というものもいただいたということで、共通する、あるいは関連する技術に関して、幾つか情報提供いただいたかなというふうに思っております。

1ページ目に、太陽光発電で低コスト化の方向性のお話、あるいは次世代太陽光発電への期待。蓄電池につきましても、その課題とそのコストの低減の方向性といったようなものも御紹介いただいたかなと。地熱発電につきましても、これも双方から御紹介をいただきました。発

電ポテンシャルは高いというところ、それから今後の新たな技術といったようなものが紹介をいただいたというふうに思っております。それからバイオマスのコスト低減のための方向性、ちょっと海外原料の利用というのがいいのかというところがありますけれども、幾つかの事例が挙げられる。水素エネルギーに関しましては、やはりCO<sub>2</sub>フリーな発電というものの実用化というのに期待があるというところ、水素需要の拡大によるその不足分というものをどうするかといったようなところが、いろいろと提起されたかなというふうに思っております。

今般、こちらの事務局のほうでシステム俯瞰図、サブシステムの構成といったようなものについて、まだ整理中でございます。また次回にまた改めてお示しをしたいと思っておりますし、そういったものを整理するとともに、来年度に予定しております総合戦略2016と多分なると思いますが、そちらのほうの記載ぶりに反映していくための議論ということで、受け止めさせていただきたい、整理をさせていただきたいというふうに思っております。

もう1ページあけていただきまして2ページ目ですけれども、これは前回からお示しをしている総合戦略2015年のサブシステムの構成をそのままちょっとお示ししています。幾つかコメントをちょうだいしていただきまして、ピンクの吹き出しが幾つか出ております。洋上風力発電としておりますが、洋上に限定するべきものか。あるいはその他再生可能エネルギーということで、丸めてしまっているところ、やはり今回いろいろと御議論いただいている地熱、あるいは海洋といったようなものに注力する項目はあるのか。それからCCSに関しては、やはり炭素の排出低減というところからすると、火力発電に限らない、特に水素との兼ね合いであったりといったようないろいろな方向性があるということで、ちょっとこの辺の整理の仕方を考えたほうがいいのか。

あるいは燃料電池技術で、ここの生産というところに置いているのは、発電というところにもどうしても重きを置かれていますが、これは消費に置くほうが適当ではないかとか、それと赤字で示している消費のところ、それから革新的触媒については共通技術としてくくるというような案も示させていただいていますが、こういったような御意見をいただいたところでございます。

これらの内容を参考とさせていただいて、ちょっと先のほうのページになりますが、5ページ目のところにそれを並べ直したような形で整理をしつつ、ございます。ちょっと中間段階ということで、単に御紹介だけにとどめさせていただきませんが、また後ほど議論をさせていただきたいと思っております。

1ページめくっていただきまして、3ページ目ですけれども、この次の議題にもなりますけ

れども、超スマート社会に向けた基盤技術ということに関しましては、エネルギーシステムとして、「シ」が抜けていますが、皆様方に御意見をいただいた需給マネジメント、水素マネジメント、個車情報利用、アセットマネジメントの四つのテーマについて御意見いただいております。その中でいろいろなサブシステムがありますと。総合戦略等々に書き下していく中で重要なサブシステムといったような観点からもいろいろ整理をしなければいけないというところ、システムオブシステムズからなっているこの上記4テーマも含めて、一通り概念図というものを用意したものがこの図になってございます。

需給マネジメントというものにつきましては、これこそエネルギーシステムそのものの根幹、こちらで重要事項ということで挙げてきたものでもございますので、他システムと連携する3テーマについては、システム基盤技術検討会のほうに提示をさせていただいているところでございます。あわせて協議会内でも議論を進めていくという方向にしたいなというふうに思っております。

ちなみにですけれども、エネルギーシステム内のシステムオブシステムズの例という意味合いでは、例えば変動型の再生可能エネルギーの利用の最大化というものを見越して、風力、太陽光といったようなものと、蓄電池、エネキャリといったようなものの組み合わせ、あるいは化石燃料の有効利用と、CCS、あるいはCCUS、バイオマスであったり、触媒といったようなものが、いろいろ加わってくるというような形になるのではないかなというふうに思っております。

4ページ目をめくっていただきますと、フォローアップの今後の検討方針でございますけれども、システム俯瞰図のまとめに関しましては、ただいままたいろいろいただきました情報等を含めて整理をさせていただいて、次回提示をさせていただきたいと思っております。サブシステムのブラッシュアップにつきましては、サブシステムの整理ということで、今お示したような図とか、幾つかこういった観点もあるのではないかという御意見はいただければというふうに思っております。

それから需給マネジメントとシステムオブシステムズの整理ということで、このあたりを総合戦略2016（仮称）におけるシステムの修正という形で、次回には骨子、あるいは骨子の骨子ぐらいになるかもしれませんが、総合戦略としてどういった形で示していくかということ提示させていただきたいということで、こちらのほう準備を進めていきたいと思っております。

加えてですけれども、重点化対象施策レビュー、この後予定してございますが、サブシステ

ム、それからシステムオブシステムズの深掘りの観点も加えて議論をする対象としまして、全体的なシステムというものがある程度見えて、エネルギーキャリア及び、先ほどお示しした変動するものをどう取り扱っていくかということで、そのうちの一つの要素ということで、太陽光発電の2テーマを取り扱うということで進めさせていただきたいというふうに考えております。

5ページ目は先ほど御説明したもので、また6ページ目は、エネルギーシステムのネットワークアーキテクチャということで、全体を書き込んだ1枚紙になってございます。こちらにつきましては、本日は参考までということでお示ししてございます。

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。

今のこのサブシステムが2ページ目で、今までいただいた御意見をエネルギーネットワーク、この一番上の三つの運用というところに書いてある統合的なものに加えまして、生産、流通、消費という段階に分けてもう一度整理し直した。それをもとにこれがサブシステム、それをもとにシステムオブシステムズ、全体の関連図を書いていただいて、フォローアップの今後の検討。最後のサブシステムの整理というところと、あと浅野先生が提示してくださったこのサイバー層を入れたサービス層と物理層と、ここをもう少し整理整頓したものという、これは今参考のためにつくっていただいたと言っていますけれども、全体通して、こういうエネルギーバリューチェーンの最適化のフォローアップというこの内容で、俯瞰図も含めて、御意見あるいは、もうそろそろある程度出していかなければいけない段階になってきましたので、最終的な観点を含めて、御意見、あるいはちょっとここを変えるといいのではないかという御意見をいただければと思います。

それで、二つだけ重点化対象施策レビューを通して、この深掘りをするためにエネルギーキャリアと太陽光発電、2テーマを取り扱いたいと。これをだから一つの例題として深掘りして示したいと、こういう御提案ですね。

どうもこちら辺がちょっと分からない、いろいろなところがあると思います。

どうぞ。

○斎藤構成員 ちょっとすみません。表ではなくて、1ページ目のこの情報提供のところ、これ前回の矢部先生のお話をまとめられたんですよね。だと思うんですが、ちょっと水素エネルギーのところ、どうも読んでいて何か日本語として妙な感じがして。水素需要の拡大には発電の実用化が必要というような書き方をしているんですが、これは逆ではなかったですかね。

でないと、何で需要を拡大しなければいけないかというところが説明はされていないので。CO<sub>2</sub>フリー発電の実用化をすると需要が拡大して、その拡大を不足分を海外から長距離輸送する技術が必要だということだったらすっといくんですが。この書き方をしてしまうと、何かこれ何もやらないのが一番いいような感じに読めてしまう。ちょっとそこら辺、御確認いただきたいと思います。

○柏木座長 ちょっともう一度ここをよく考えないと。

どうぞ、ほかに。

これもあと1回ぐらいで、次回ぐらいにはまとめにしなければいけないので。

○武田構成員 5ページのサブシステムの整理というのは、これがこの委員会がまとめているシステムオブシステムズの一番大事な俯瞰図と考えてよろしいんですね。この図で、どこがサブシステムかとみると、真ん中の帯の風力発電システムとか、太陽光発電システムというのが、これ一個一個がサブシステムになっていくという理解をするんですが、そうすると、この右のほうへ行って、次世代蓄電技術、エネルギーキャリアという言葉が出てきて、そうするとサブシステムズではないなという気がしてきます。これらがもしサブシステムを意図しているのだったら、次世代蓄電システム、エネルギーキャリアシステムなど、システムの言葉にした方がいいと思います。また流通のところで、送電がどこにも入らないので、独立に送電システムがあるべきと思いました。

下の帯はそういう意味では全部技術に固まっていて、触媒もこっちに固まってよくなったと思います。

上の帯のの運用と書いてあるのが、システムオブシステムズだとすると、オレンジの枠が上の帯だけでなくこのページ全体を囲っていて、その上の方に、ネットワークとAIとビッグデータと情報セキュリティというのが、その全体の共通の技術というか、ファクターというか、そういうものが並んでいるようににすると、この一つが全体が一見してシステムオブシステムズの俯瞰と理解できる図になるのではないかなというふうに思いました。

以上です。

○柏木座長 分かりました。このシステムオブシステムズのこの3ページのやつは、この間いただいた需給マネジメント、それから水素のマネジメント、個車情報、アセットマネジメント、この四つのテーマでうまく中をくくり分けて、グルーピングしたということですよ、これ。ざっくりね。

○西尾ディレクター ざっくりです。

○柏木座長　そういうことなんですよ。それでこの参考1というのは、この2ページの資料と、ほぼ同じなんですけれども、ただ、この共通技術のところを下のほうにぐっと寄せて、書き直した、整理し直したということですよ。ちょっとこの差をもう一回ちょっと明確に。

○西尾ディレクター　説明にちょっと不足があったかなと思っております。

まず、2ページ目の図が、これは総合戦略2015そのものたてつけのままの記載にコメントをつけさせていただいたものとなっております。ですので、流動感もばらばらなままということもあり、これをどういった形でくくっていくのかということが、今回この協議会のほうでも議論をいただいているポイントかなというふうに思っております。

3ページ目ですけれども、その中でも御議論いただいた中でシステムとして出てきたものが、一体どういった場所に位置づけられるのであろうかということをおおくりにある程度試みて、概念的にお示しをしたものというものになっておまして、そういった意味ではほかにもいろいろな形のものがあり得るだろうというふうに思っております。

5ページ目ですけれども、すみません、参考とさせていただいたのは、その辺の流動感であったり、言葉の使い方というのをまだ整理し切れていないというものの、ここまで議論してきたものの深化の途中の段階ということで、すみません、使用せざるを得ないなど。例えば、風力の洋上の話もそうですし、実際にその燃料電池、こちら消費の側に回してみましたとか、幾つかありますが、これを使っていくためのシステムというのは、これが例えば幾つか連携してつながって、また別の枠で囲まれたものというものができて、それが一つのシステムということで、例えば次の総合戦略の中で、一つの重要な取組の流れということで示していけるものになるのではないかなというふうに思っています。

ですので、ちょっと私のイメージでいくと、例えばここで風力、太陽光といったものが、その蓄電と組み合わせさせて、あるいは送電と組み合わせさせた形で最終的にどういったところで使われていくというような、一つのくくりができれば、それが一つまず説明をしていくということかな。ただ、どこまで広げてしまうかということもありますので、そのあたりについては、可能であればこちらとして事例がお示しできたものについては、それをまたたたいていただきたいというような趣旨でございます。そういった意味で運用が上にあつて、下に共通技術があるという形の整理は、実は今、他方もう一つの戦略策定ワーキングのほうでやっているところと、構造的にはほぼ似た形になってございまして、そういった意味ではエネルギーシステムという全体を、この上にまた囲って、その中でその運用に係るものというものがこの上にあるというような位置づけになっているというふうに御理解いただければと思います。

そういった意味で、ほかの動きも含めて、ちょっと情報共有もさせていただきながら、次の総合戦略というものに向けて議論をしていただくというたたきをしたいというふうに思っているものでございます。

○柏木座長 要するに、2は総合戦略2015で、一応無理やりにもエイヤーとこう入れ込んだと。生産、流通、消費で。よく考えてみると、どうも生産、流通、ちょっと違うんじゃないかというのを、皆さんの御意見を入れながら、5に参考例としてできる限りこの生産、流通、消費、あるいは運用、共通技術になるものは分けながら、もうちょっとグレードアップして整理整頓したという位置づけでいいですよ。大分、ちらっといろいろな燃料電池を消費のほうに入れたり、いろいろと変えているんですよ。大型のやつは発電変換システムはその生産のほうに入れて、出てきた電力は送電網を伝わっていくという、そういうニュアンスにしているわけですよ。共通技術みたいなのは、この下のほうにベースで支えるような格好にしているわけですが、そういうのを含めて、我々としては出していくのは、5ページ目のものを全体としては出していきたくて、こう思っているわけですよ。そういう意図があって出しているというつもりで、このコメントをいただければと思うんですけども。

どうぞ、どうぞ。

○須藤構成員 今回の5ページ目が多分大事だろうと思って見ていましたが、午前中も実は議論したのですが、消費のところは何となくぱっとしなないと思います。午前中も実はそういう話が出ていたのですが、上部に書かれている運用というところをもっと詳しく書かないといけないと思います。ここに流通と消費が入ってくるんですよ、実際は。下にスマートコミュニティが突然入っているので、何か違和感がありますけれども、これもむしろ上のほうに入れて、ここのオレンジの運用のところをもう少し具体的につくると分かりやすいと思います。

もう一つは、午前中から気になって、浅野さんにお聞きしたいのですが、ビッグデータとかAIというのは、エネルギー関係で本当に使うのでしょうか。何か私の感覚だと、現状のエネルギーのシステムだと、ビッグデータではないかと。非構造化したようなデータは出てこないですよ。それからAIまで本当に使うのかなって、気になっているのですが。

○浅野構成員 まだ、だから途上だというお話を前々回のプレゼンでしたつもりなんですけれども、やはりスマートメーターとか、スマートセンサが普及するとそのデータをどうやって…

…

○須藤構成員 量は多くなりますけれども。

○浅野構成員 いやいや、どうやって解析して、設備の運用とか形成を効率化できるかという、一応狙いはある。できているかというはまだできていない。

○須藤構成員 一応、ビッグデータとして捉えていいわけですね。

○浅野構成員 ビッグデータだと思いますけれども、十分。

○須藤構成員 どちらにしても上の運用のところをもう少しちゃんと書かないと。

○浅野構成員 いわゆるグリッドにつながっているものでももちろんメーターだけで日本だと8,000万だし、その先にデバイスというのは、10億ってあたりしますから、十分サイズのいうと、潜在的にはビッグデータの領域だと思うんですよね。活用しているかという、今は途上だと思います。

○柏木座長 冠の部分をちゃんと。

どうぞ。

○高原構成員 そういう意味では、6ページに書いてあるエネルギーシステムのアーキテクチャというのが、超スマート社会に向けてという観点では大変よく書き込まれていると思うんです。この部分でバリューのサービス層、サイバー層の双方向のIoTのサービスプラットフォームと、こういったことまで書き込まれていますので、これが常に頭に視野にあって、5ページを読み込むということが必要なんだろうなと感じます。

○泉井構成員 ビッグデータについて、先ほどの須藤構成員の御質問は、恐らく、単に数が多いだけではないか？異質なデータが融合されて使われているのか？というご質問だと思います。それは多分現状はまだそこまでなっていないんですけれども、先ほどのスマートメーターと、例えば車とか、ネットワークとして、将来は融合されると思います。それから、天気もそうですよね。将来はスポット的に天気予報が分かると、太陽光の個別の発電量も分かるし、これらとの融合など、そういうのは十分あり得ると思いますので、そういう観点ではビッグデータかなと思います。

AIも何がAIかという定義によると思いますが、例えば需要予測とかは比較的適用が簡単なんですけれども、結構使われていますし、そういう単純なものではなくて、複数の異質なデータを集めてやるというのがやはりAIの範疇かなと思いますので、そういう意味ではまだその段階には至っていないけれども、浅野さんおっしゃられましたように、適用に向けて進展する必要はあるというふうには思います。

○柏木座長 6ページの図も含めて、これは最終的な解になっても私はもうかえって分かりやすいのではないかという気もするんですけれども。5、6含めて、どこからでも、もう少しこ

ういうふうにしたほうがいいのかという御意見があればいただきたいんですけども。

○田中構成員 まず、1ページ目の情報提供の部分についてです。これは本日の御発表いただいた山田副センター長の情報も含めてブラッシュアップするというふうに理解をされていてよろしいですか。

○西尾ディレクター はい。

○田中構成員 次ですが、3ページ目のシステムオブシステムズについてです。先ほどの御説明を聞いてはいたのですが、このページの意味といいますか、意図した部分がよく分かりません。例えば図に関していいますと、アセットマネジメント、水素マネジメント、個車情報利用とありまして、前回のコメントを踏まえて生産や流通、消費にどういうふうにかかるのか分かるようにこういう図を書かれたんだと思うのですが、この状態で薄い字で変動型再生可能エネルギー、あるいはCCUS、蓄エネルギーが書かれています。これらの位置づけと、この三つを並べて書いてしまうと、非常によく分からない図になっています。せめて、分けて書かれたほうがもともと意図していたことが伝わるのではないかなと思いました。

それから5ページ目の今のサブシステムの利用、整理状況の部分についてです。一つは前回コメントさせていただきましたが、修正されていないんですけども、断熱が流通に入っています。私は、消費のところで省エネというエネルギーをどういうふうに減らしていくかといううちの一つの技術が断熱なのではないかなと思いますので、流通に入っているのはどうかなと思いつけています。

それと、あと午前中の会議で出ましたが、超伝導技術については、流通としての「送電」をイメージさせるものだけではなくて、消費のところに掛かる技術と解釈されていますので、エネルギーキャリアのように、色をグラデーションで変えるなどしたほうがいいのかと思います。

それと消費に関しては、先ほどから御意見出ているようなところは、私も気になっています。須藤さんがおっしゃっていたんでしょうか、スマートコミュニティを運用に移動するというような御意見があったかと思います。それはそれで一案だと思いますが、ただ、そうすると消費のところがよりインパクトに欠けるかなとは思っています。省エネ、需要サイドの削減に関する部分という意味では、エネルギーマネジメントという単語を入れてはどうかなと思います。

以上です。

○柏木座長 分かりました。これちょっとやはり3ページは、これ無理やりというか、発表されたときにこの四つのテーマについて御意見が出たので、プレゼンテーションしてくださった

方の御意見を尊重してこういうをつくったと言っても過言ではないですよ。かなり無理してつくっているんだね。いや、何となく分かりにくいんですよ。これすごい努力してやっていただいているので、何しろポジティブにポジティブにと思ってやっているんですけども、なかなか……今日少し御意見もうちょっといただいて、ベースはこれだけありますから、特に5ページ、6ページの辺は、今までのをもっとより整理して、グレードアップしているものだというふうに思うんですよ。整合性もとれているし。さらにこの浅野委員のおかげでこのサイバー層とか、こういう付加価値のサービス層だとか、テクノロジーの物理層だとか、このレイヤーに分けてまたこれを分け直しているというのは、何となく全体、俯瞰図としては分かりやすくなっているような気がするんですよ。この中にうまく何かこういうアセットマネジメント、水素マネジメントとか入れる手もあるのかもしれない。要素として、マネジメントシステムの中に水素マネジメント、何々という、そういう考え方も成り立つのではないかと。何かありましたら。

○西尾ディレクター ちょっと後のヒアリングの時間もございますので、こちらの説明を……

○柏木座長 ちょっと私、今時間が全然ね……

○久間議員 3ページで唯一これはいいなと思うのは下の2行ですね。この2行をシステムオブシステムズの例として、5ページに加えたらどうですか。

○柏木座長 という久間議員の。もう一度よく、今日の御意見を伺った上で検討するようにしたいと思います。

これでいきますと、今出た御意見をもう一度俯瞰図に関する今後の検討について、構成員のこの先生方からのこの御専門を勘案しながら、事務局からもう一度個別に少し御指導いただくということに、次回までになるべく早い時期に御指導いただくというふうにして、ちょっと次に移らせていただきたいと思います。

どうぞ。

○泉井構成員 参考資料1と2なんですけれども、結局、サブシステムの整理状況というのは、エネルギーシステムのネットワークの物理層を書いているので、どっちかまとめたほうがいいのではないかと思います。

○柏木座長 それも含めてちょっと整合性を。浅野先生のところに聞きに行くかもしれませんので、よろしく。

○浅野構成員 はい。今のシステムオブシステムズの図は、6枚目のこの物理層、サイバー層、サービス層をまとめた形で多分プロットしたほうがいいかなと思いました。

○柏木座長 ありがとうございます。

それでは、ちょっと時間が私ゆったりしてしまってすみませんでした。

まだ議題1なんですよ。2が超スマート社会に向けた基盤技術についてと、こうなって。これまた今同じような議論になるかもしれませんが、一応その御説明をいただいて、今、ダブリがあるところは省略しながら少し進めていきたいと。よろしくお願いします。

○西尾ディレクター ありがとうございます。資料2をもちまして、議事の2ですけれども、ちょっと現状の御報告ということで、ちょっとここは議論を一旦飛ばさせていただければなど思っております。といいますのは、先ほどのシステム全体図の中にインクルードされているものですので。

現状の御報告とさせていただきますが、前回までに先ほども申し上げた需給マネジメントに加えて個車情報、水素マネジメント、アセットマネジメントの3テーマについて整理をさせていただき、今回、構成員の皆様方にも御協力をいただいて、その中の情報というものを充実させるということをさせてまいりました。

システム基盤技術検討会のほうでは、更に深掘りするべきユースケースというものを、他方、いろいろなところから集約したものから、幾つかまたピックアップをして、検討会の中でその収益の流れ、あるいはパートナー等についての議論といったものをしていくというふうになってございます。

1枚めくっていただいて、2ページ目になりますけれども、これはシステム基盤技術検討会のほうからの資料をいただいたものになっております。スケジュール的にちょうどユースケースの絞り込み、さらに深掘りをしていくというフェーズに入っているということでもございまして、深掘りのイメージというものがそこに示してあります。

そういった意味で、私どもエネルギー戦略協議会のほうからは、先だってより議論していただいている個車情報利用、それから水素マネジメント、アセットマネジメントの3点について、先ほどのネットワークアーキテクチャの整理といったようなものとともに、サイバー層に求める機能であったり、情報の種類といったようなもの、その更にと組の例といった例示も含めて、いろいろと情報の提供をさせていただいたという段階にございます。ある意味で、こちらのほうで深掘りをして、何か事細かに詰めていくという段階というよりは、一旦ちょっとあちらに預けるという形で進めさせていただくという格好になろうかと思っております。

事務局のほうからは以上でございます。個別にまた皆様方にお知恵をいただくというタイミングがこれからあるかと思っておりますので、よろしくお願いいたします。

以上です。

○柏木座長 分かりました。

ちょっと今、報告だけにさせていただいて、今、おっしゃってくださったことは、ここの3ページ以降に前の資料の一番最後の6ページのサイバー層が入っているやつを、今度また縦面ですばすばと切って行ってそれを色でつけたという話ですから、だから立体的にこれが書かれていると、こういう感じですね。そこだけ頭に入れていただいた上で、もうちょっと先に進めさせていただきたいと。最終的にまた統合的なディスカッションをさせていただこうと思います。

そうすると、今度は議題3の重点化対象施策レビュー、まずこれ3-1を説明していただくということになります。

○西尾ディレクター それでは、資料3-1を用いまして、重点化対象施策レビューについてということで、御説明申し上げます。

重点化対象施策レビューの概要、狙いとしましては、重点化対象施策を実行するに向けて、内閣府による支援・後押しのポイントの検討・共有化、府省連携の促進、あるいは専門家の知見の共有等というものを一つ挙げております。

また、総合戦略2015の中で取り上げてまいりました、システムとして社会実装まで効果的な連携について意見交換をさせていただく場とし、今後の施策推進に係る留意点を取りまとめるということにさせていただきたいと思っております。

レビュー対象の選定ですけれども、従前、これまでにレビューをしてきていないテーマ、今までの御議論の中では、プロジェクトのライフサイクルの中で、一度はしっかりレビューをしたいねという御意見もいただいていたということ、あるいは今までも取り上げていたものについて、さらに新規にいろいろと参画をいただいているようなテーマといったようなところから、前回四つほどのテーマを挙げていただいております。その中で、本日はエネルギーキャリアの関連施策についてを取り上げさせていただきたいと思っております。

レビューのポイントですけれども、平成27年度今年度の取組状況、それから政府予算案を踏まえた来年度平成28年度の取組計画、平成28年度重点化対象施策決定時のヒアリングにおける有識者の指摘事項に対する対応状況、国の戦略やロードマップに対する取組の位置づけといったようなところをポイントと挙げさせていただいております。

2ページ目に、エネルギーキャリア関連施策レビューとして、該当施策をお示ししてございます。S I Pの内閣府の資料、それから内閣府、それからことしのアクションプランの特定の

段階から御参画をいただいております国土交通省、環境省の両省からの御説明ということで、時間を予定してございます。また、文部科学省、経済産業省の2省におかれましては、2年前のレビューでいろいろと御紹介をいただいております。今回、特に何かコメント等ございましたら、後ほどコメントをいただきたいというふうに考えております。

今後の課題ということで、我々のほうで挙げさせていただいたものとしては、水素利用分野等も含めたより積極的な連携の推進、これまでの取組の成果や実用化シナリオを踏まえた技術開発の推進、長期の取組を含むことから、中間段階での成果の適宜実用化、研究開発の方向性を見極めつつ取組を推進といったようなことが記載をさせていただいていたものになります。

それ以降は、私どもの特定に当たっての参考資料になってございます。

私ども事務局のほうからは以上でございます。

○柏木座長 ありがとうございます。

それでは、今西尾さんから御説明ありましたように、この3-1のこの該当施策で、各省庁がこのエネルギーキャリアに主点を当てて、水素に主点を当ててと言っても過言ではないと思いますけれども、いろいろな施策を打っておられるので、その2の表の順番で御説明いただこうと、こう思います。

初めに、資料3-2に基づき内閣府のS I P村木茂プログラムディレクター（PD）より、10分程度で御説明をいただきます。よろしく願いいたします。

○村木PD ただいま御紹介いただきましたS I PのエネルギーキャリアのPDをやっております村木でございます。それでは、資料に基づきまして御説明をさせていただきます。

今、エネルギーキャリアも2年目を迎えておりますが、これからの水素利用に繋がっていくような結果も出始めておりまして、なかなかおもしろいプロジェクトになってきたと思っております。

最初に全体像を簡単に御説明をさせていただきます。

目指しているところはCO<sub>2</sub>フリー水素バリューチェーンの構築ということで、水素は多様なエネルギーから水素は製造が可能であり、様々な運搬方法や利用方法があります。その中で、私どもが目指しておりますのは、全体を俯瞰する中でこれから必要と思われる再生可能エネルギーから得られた高温の熱を利用した水蒸気電解等による水素製造、それから三つのエネルギーキャリアを利用して輸送し、脱水素して、水素利用の中では水素の専焼ドライタービンやエンジンの開発、加えてアンモニアについては直接利用ができるということで、アンモニアタービン、燃料電池（SOFC）、アンモニア工業炉、こういったものを取り扱っております。

ビジョンといたしましては、水素関連の技術を産官学連携してオールジャパンで研究開発を推進し、水素関連産業で世界市場をリードすることを目指しております。また、この5年間のS I Pの中で技術開発を進め、2020年の東京オリンピック・パラリンピックという世界最大のコンテンツを活用して、それを契機に、街づくりの中、分散型エネルギーシステムの中で、まず水素を活用するというような流れをつくり、さらには発電での水素導入ないしはキャリアの導入を進め、2030年には一定量の水素が市場に導入され、低炭素化に貢献できるものを目指しております。その中で日本の水素関連産業が世界市場で活躍するということを目指して取り組んでおります。

水素社会を実現する基本スキームとして、私ども水素技術実証検討会でまとめました提案でございますけれども、この赤い枠で囲ってあるところがS I Pに取り組んでいる技術開発です。太陽光発電、太陽熱を利用したCO<sub>2</sub>フリー水素の製造。それからバイオマスや未利用エネルギーもを利用してCO<sub>2</sub>フリー水素を製造する。これだけでは水素の量が十分ではないため、改質の水素や、鉄鋼の副生水素ガスを回収した水素、各エネルギーキャリアを使って運搬し、必要なものは脱水素して、水素ステーションから燃料電池自動車や、バス、ボートに供給をする。エネルギー供給といたしましては、S O F Cのトリジェネレーション、これは電気と熱と水素をこのS O F Cから供給するというものであります。アンモニア燃料を含めた燃料電池、それから水素やアンモニアのタービン、こういったシステムで電気と熱を競技場やその周辺の施設に供給をして、そのエリアで水素と熱と電気のエネルギーマネジメントを行い、低炭素で防災自立性が高く、レジリエンスの高いまちづくりを行い、交通とあわせて水素を活用する先進的なスマートコミュニティを目指していこうと考え整理した図でございます。特にバスの運用については、S I Pのもう一つのテーマであります自動走行とも連携をして進めていこうと考えております。

当然のことながら、水素関連技術を全体を俯瞰して進めていくという必要があります。これは先ほど申し上げましたように、水素というのは様々なものから製造ができ、様々なパス、そして様々な利用があり、多様な技術を駆使して実現していく必要がございます。そういったことで、省庁でそれぞれ役割分担をしながら研究・技術開発を進めておりまして、赤い部分がS I Pのテーマとなっております。また、濃い紫色の部分については、例えばこの二つの中性水を用いた水分解や、革新的なアンモニア合成、これらは文科省事業として理研で研究開発を行っているプロジェクトがあります。また、青色の部分は、経産省事業として、N E D Oが中心に取り組んでいるプロジェクトであります。加えて環境省、経産省で既に実証から社会実装に

向けて取り組んでいる部分も記載しております。SIPは先ほど申しあげました太陽熱を利用した水素製造、それからアンモニアの製造から脱水素やアンモニアの直接利用、それから有機ハイドライドにつきましては、水素ステーションでの脱水素技術、液化水素につきましては、船の荷役システムのローディングアーム、それから純水素のタービンやエンジン、こういったものを開発しております。

それから、エネルギーキャリアの安全性評価ということで、水素とエネルギーキャリアの安全性評価を進めまして、規制見直しに資する検討を行うと同時に、社会受容性を高めていくための研究も実施しております。

先ほど申しあげました内容合わせて全11テーマございまして、ここに全体をテーマ別に掲載しております。この中で具体的な成果が出ている三つのテーマ「水素燃焼技術開発」、「アンモニア燃料電池」、「アンモニア直接燃焼」について、簡単に御紹介致します。

まず、アンモニア燃料電池ですけれども、こちらはノリタケ製のセルを使いまして、SOFCのショートスタックで200ワットの発電試験に成功しております。この程度の規模のものができますと、パッケージングが可能となるということで、1キロワット級のシステムを組み、それで実証していこうと考え、来年度から取り組んでまいります。システムメーカーとして、IHIが担当し技術開発を行っていくことになっております。

次にアンモニア直接燃焼につきましては、50キロワットのトヨタ製マイクロタービンでメタンとアンモニアの混焼とアンモニア専焼の発電を産総研の福島で実施しております。ここでは世界で初めてアンモニア発電に成功しました。アンモニアでNO<sub>x</sub>もコントロールし、さらには燃焼のコントロールやNO<sub>x</sub>のコントロールも十分可能であり、メタンを用いた発電機と同等の発電効率も出ております。

この成果を受けて次は2メガワットタービンでの実証を実施する計画で、こちらもIHIのタービンを使って実施する計画です。さらに、電力会社として中国電力と東北電力の2社が参画をいたしまして、アンモニアタービンの開発とあわせて、石炭の微粉炭燃焼にアンモニアを混焼させてCO<sub>2</sub>を削減するというプロジェクトも来年度からスタートさせる予定としております。

それから水素燃焼技術開発、こちらは水素タービンの燃焼器開発でございますが、水や蒸気を使わない、ドライ専焼で低NO<sub>x</sub>燃焼が可能となる2メガワットクラスの燃焼器開発に聖子氏、低NO<sub>x</sub>性能の確認ができております。

ということで、基盤の技術のところについてはかなり進んできております。

また、運営体制につきましては、他のプロジェクトとほぼ同じですが、特徴的なところだけを申し上げますと、私の下にサブPDがお二人入っております。補佐をしていただいております。また、内閣府・経済産業省連携戦略会議を実施しております。メンバーとしては内閣府、経産省、文科省に研究開発法人のJSTとNEDOが入って、年に数回いろいろ連携をして、全体を俯瞰しながらどういう進め方をすることが最適かということを経験すると同時に、JSTとNEDO事業関係の研究者を一堂に集めて、情報・意見交換会というのも年に1回か2回実施しております。また、プログラム会議の下で戦略策定ワーキンググループでCO<sub>2</sub>フリー水素バリューチェーンの構築に向けたシナリオの策定検討も実施しております。今年度は、各キャリアの課題分析までを実施しております。その他には先ほど申し上げました水素技術実証検討会でデモンストレーション案の検討を行い、昨年6月に報告書を作成しております。また、こういった連携の中で、水素ガスタービン開発については基盤技術的な部分は終了したことを踏まえ、最適な実施体制で実証から実装に向けて検討を進めていこうと議論を行っておりますし、液化水素ローディングアームシステム開発につきましては、JAXAが参画をいたしました。当初ヨーロッパで実施を計画していた液化水素環境下の試験が国内で可能となりました。このような検討が可能となるような仕組み作りも、省庁連携の議論の中で進めております。

そういった中で、今年度の11テーマを10テーマに集約しまして、一部、基盤技術的なところでもかなり開発にハードルが高いようなものについては中断をしたりしております。主な変更点については次で簡単に御紹介をさせていただきたいと思っております。

まず、分散型アンモニア合成につきましては、検討内容を少し変更しました。当初は分散型で小型の再生可能エネルギーを使って20トン/day規模のアンモニア製造装置を考えておりましたが、近年では、アンモニア製造装置は2,000トン/day規模が一般的であり、当初設定していた規模では経済性が合わないということが判明したことから、CO<sub>2</sub>フリーの水素を使って、数百トン/day程度の規模を目指した開発をしていくべきであると判断し、内容を見直しております。

それから先ほど申し上げましたJAXAの参画によって、かなり効率的に開発が進められることとなった液化ローディングシステム開発。それから水素燃焼技術開発の内、水素タービンについては、燃焼器の試験が成功したことを受け、SIPでの研究開発は終了して、他の組織で実証から実装に向けた開発を進めていくことが適切と考え、変更をしております。それから水素エンジンにつきましては、クローズドサイクル型とオープンサイクル型の二つ取り扱って

おりましたが、クローズドサイクル型は非常に技術的なハードルが高いということで、実用化の可能性が高いオープンサイクルに関するエンジンの開発に限定して進めていくということで変更しております。また、来年度からアンモニアSOFC、アンモニアタービンといった実証もこのSIPの中で行っていく予定であります。

研究開発から実証・実装まで、効果的に進めていくためには、技術の進展や経済性を踏まえて、水素がどのような形で社会に導入されていくかというシナリオ検討は非常に重要であると思います。今年度はキャリア別の課題を整理をいたしましたけれども、今後は更にどのような具体的なシナリオになっていくのか検討していこうと思っています。

2020年からは、街づくりや分散型エネルギーシステムでの水素利用というのが具体的に動き出すということで、2030年には発電分野で水素やエネルギーキャリアの活用が具体化していくというような流れをどのようにすれば実現していくのかといったところを中心に、早急にまとめて、研究開発にフィードバックをしていくようにしていきたいと思っています。そのようなことを実施していくことによって、残りの3年間でしっかりとした成果を出して、先に繋げていけるようにしていきたいと考えております。

以上、簡単でございますけれども、御説明をさせていただきました。

どうもありがとうございました。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

ちょうど今、2年たったんですか。2年でこれだけのことをおやりになって、あと3年という、加速的に進むというふうに考えてよろしいのではないかと。

○村木PD 予算の重点配分をしていただき、加速させていきたいと思っています。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

御質問あるかと思いますが、後でまとめて質問させていただきたいと思います。

それでは、次に資料3-5の国土交通省さん。

○大谷課長 国土交通省の大谷でございます。よろしく申し上げます。座って説明させていただきます。

私どものところでございますが、先ほど村木PDのほうから御説明があった内容で、SIPの中では液化水素用ローディングシステムの開発、ルール整備と、こういったところを担当させていただいております。

一方、PDの資料の5ページのところに、下のところに基準策定というのがございまして、技術開発を支援するということとあわせて、ルール整備をしております。液化水素運搬船、こ

れは世界初のものになるんですが、これの安全基準について国連の専門機関である国際海事機関に提案をしております、国際ルール化を図ろうとするということと、関連のISOの基準も整備する、規格を整備していくという、そういうことをやっております。そのSIPの事業のほかに、資料3-5にございます、これは国内の船舶の安全基準をつくっていくという事業でございます。東京オリンピック・パラリンピックに向けまして、海上輸送、水上輸送で選手や観光客を輸送したいという、そういった事業者、あるいは自治体というのがございまして、こういった船舶を設計するには、旅客を乗せるに足る安全を確保しないといけないということで、ここを基準をしっかりと見せることで、設計や開発は進むと、そういう考え方でございます。船舶について何が特殊なのかというところが、主な検討内容というところで書いておりますが、非常に塩分の雰囲気の強いところで運航するものですから、燃料電池がどう挙動をするのかというところについて、これも実験をしていかないといけない。これが一つでございます。

二つ目が、動揺と衝撃という船舶に特有のものがございます。傾斜をせずと走っておって、燃料電池の発電性能がどうなのかというところなどが課題になろうかというふうに考えております。三つ目は、車と違いまして、海の上でエンジンがストップすると、波とか潮流とかで非常に危険な状態になります。漏えいによる爆発事故と、こういったものに対してしっかりと安全対策をしないといけないということで、関連の基礎実験を平成27年度から開始しております、29年度までこの調査研究を続けていこうということでやっております。

位置づけとしましては、燃料電池の戦略ロードマップという中に、フォークリフトや船舶等に燃料電池を適用分野を拡大すると、そういう記載がございまして、ここに絵が描いてあるのは、浜松町の再開発の絵でございまして、こういったところに燃料電池を走らせたいという、そういうニーズがあるということでございます。

それから最後に、28年度の事業でございますが、予算は3,500万円が政府原案に盛り込まれているということでございまして、これは実証実験を船舶、実船を使いまして実験を開始したいということで、28年、29年と2年間かけて船でも実験をするということで進めていこうというものでございます。

説明は以上でございます。

○柏木座長 ありがとうございます。

それでは、続きまして3-6です。環境省、よろしくお願いいたします。

○沖本課長補佐 環境省の沖本と申します。座って失礼させていただきます。

1枚めくっていただきまして、環境省の取組ですけれども、大きく分けて二つの柱で水素関

連の事業をやらせていただいております。

一つ目が水素技術の開発・実証、これは社会実装により近い取組とS I Pで位置づけられておりますけれども、燃料電池フォークリフト、それから燃料電池ゴミ収集車、それから再生可能エネルギー由来の水素ステーション、そういったものを開発実証をしているものでございます。予算額は27年度、28年度ともに65億円の内数ということで、事業を進めているところであります。

二つ目の柱が、低炭素な水素サプライチェーンの実証、これは地方自治体と連携いたしまして、地域の再エネ、若しくは未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーンを構築して、先進的かつ低炭素な水素技術を実証していこうというものでございます。予算規模としましては、27年度は26.5億円の内数、28年度は65億円の内数ということで、着実に進めているところでございます。

紙を更に1枚めくっていただきまして、一つ目の柱は具体的な開発内容でございますけれども、燃料電池フォークリフトにつきましては、今、関西国際空港で実証を進めておりまして、今月、トヨタのM I R A Iのセルが入ったものでございますけれども、これが2台できましたので、これを今実際使って、実用化モデルの実証を今年度進めていく予定でございます。

28年度は、今これは2.5トンクラスのかなり大きなフォークリフトなんですけれども、これは1.5トンクラスの小型車両への拡大も視野に入れて開発を進めていこうという予定でございます。

真ん中の燃料電池ゴミ収集車でございますけれども、これは山口県の周南市で開発を進めているものでございます。27年度は基本設計が概ね完了をするという運びでありまして、28年度から実際車両をつくって、周南で実証を進めていくという予定でございます。一番右側の再エネ由来の水素ステーションでありますけれども、現在、市販のF C Vに半分程度水素が充填できるようなものは、平成23年度から27年度で開発を進めてきて、これは製品化したわけでありまして、今、ここにありますのは市販のF C Vに満充填が可能となるような、若干グレードアップしたようなステーションの開発を進めているところではあります。今年度に概ねこのステーションをつくり上げまして、来年度から場所を選定した上で実証を進めていくという予定で進めております。

1枚めくっていただきますと、これが技術開発実証事業の予算ポンチ絵でございまして、右下にありますような一番最後のラスト3年ぐらいを支援するというような、社会実装をイメージしたような支援事業となっております。

更に1枚めくっていただきまして、次に2本目の柱でありますサプライチェーンの実証の概要でございます。一応、27年度に5課題を採択させていただきまして、表にございますけれども、一つ目がトヨタ自動車の取組でありまして、これはハマウイングの風力発電の電力を活用して、そこから水素を水電解して水素を製造しているものでありますけれども、そういった水素をカードルとトラックを活用して、簡易な移動式の水素充填施設によって輸送し、工場ですとか、市場内の燃料電池フォークリフトで利用しようという取組でございます。

エア・ウォーターが代表的な取組をしている、これは北海道で進めているものですが、こちらは家畜ふん尿由来のバイオガスから製造した水素、ガスボンベを活用して、こちらも簡易な輸送システムで水素を輸送して、地域内の施設に定置用燃料電池などで利用しようとするものでございます。

三つ目が周南の取組です。これはトクヤマという会社が代表を務めておりまして、こちらの未利用エネルギーを使った取組なんですけれども、具体的には苛性ソーダ工場から発生する副生水素を回収しまして、カードルですとか、液水ローリーなどによって輸送しまして、近隣ですとか、周辺地域の定置用燃料電池、若しくはFCV、若しくはFCフォークリフトで利用しようとするものでございます。

四つ目が川崎での取組でありますけれども、昭和電工が代表となりまして、こちらも未利用エネルギーでございますが、こちらは使用済プラスチックをリサイクルする過程で得られる水素を精製しまして、これをパイプラインで輸送して、業務施設ですとか、研究施設の定置用燃料電池などで利用しようとするものでございます。

それから五つ目、これは東芝の取組でありますけれども、こちらは小水力を用いた実証でありまして、これは小水力発電の水素を、高圧水素のトレーラーですとか、高圧水素カードルによって輸送しまして、地域内の酪農施設、それから温水プールの定置用燃料電池、若しくはFCVなどで利用しようとするものでございます。

1枚めくっていただきまして、これが予算のポンチ絵でありますけれども、右側の事業概要の(2)と書いているものが今説明しました水素サプライチェーン、具体的には地域連携・低炭素水素技術実証事業の費目となっております。

それから最後ですけれども、有識者コメントに対する対応状況、いただいているコメントとしましては、今後内閣府主催の会議等にも積極的に参画されたいという御指摘をいただいております、我々としましてはこういったコメントを受けて、SIPのエネルギーキャリア推進委員会には必ず出席をさせていただいているところでありますし、今後とも積極的に参加をさ

せていただければと思っております。

説明は以上でございます。

○柏木座長 どうもありがとうございました。大変幅広くやっておられて、予算もこれ65億取っているんですね。すごいんですね、いやびっくりしました。

○沖本課長補佐 水素事業には環境省、一番今力を入れています。

○柏木座長 うまく連携をとって、相乗効果が出るようお願いしたいと。

あと、資料で文科省、経産省、3-3、3-4の資料がありますので、もしコメント等がありましたら、いただければと思いますが、まず文科省からいかがでしょうか。

○長野課長 個別に特段コメントはございませんが、もともとこのS I Pの事業につきましては、J S T戦略的創造研究推進事業先端的低炭素化技術開発A L C Aでやっていたものを基盤にしながら、こちらのほうに橋渡しされたという経緯もございますし、そういった中でアカデミアの力も結集し、また、理化学研究所を中心としながら実施している、あるいは基礎研究のファンディングで実施しているものもうまく取り入れられるようにということも鑑みながら、私ども精いっぱい、S I Pのプロジェクトの中で連携をしているところでございます。

○柏木座長 分かりました。ありがとうございました。

それでは村木PDの中にうまく入れてやっていただいて。あと経産省のほうからお願いします。

○村山総括調査官 特にございませんが、当方も先ほど村木PDからお話がありましたように、S I Pとは内閣府・経済産業省連携戦略会議でいろいろ議論させていただいたり、情報意見交換会でもやらせていただいたりしています。我々のほうは、2030年以降の本格的な水素エネルギー導入を見据えた要素技術の開発ということで、取り組ませていただいております。よろしくをお願いします。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、全体を通しまして、せっかくS I Pの村木PDがいらっしゃっておられますので、忌憚のない御質問等いただければと思いますが、いかがでしょうか。

どうぞ。

○斎藤構成員 まず、ちょっと全体を通してのコメントというか、感想みたいな感じなんですけど、非常に各省で多くの取組をやられているというのは非常によく分かったんですが、それだけに、コントロールタワーが何となく、どこにあるのかなというのがやはり非常に心配になってきています。これだけあると、やはりちゃんと全体を俯瞰してコントロールするところをは

つきりさせておかないと、いろいろ問題は起こるかなど。

そのコントロールタワーで持っているべき情報としては、例えば村木PDのお話にありました例えば4ページ目のこの水素社会ってこれどんなものかなというのを示した図だと思うんですが、これについては全員がこういうものだねというふうに分かっていないといけないと思いますし、次の5ページ目の全体俯瞰図、これ全体を俯瞰しているのをみんなが分かっている、その中でコントロールタワーが抜けている部分があれば、ここがやっていきましょうねというようなコントロールをしなければいけないと思っていますし、あとは何より、一番なかったなと思うのは、スケジュール感なんですよ。どの技術をいつまでに完成させて、どこで社会実装させるのか。加えて言えば、いろいろな技術をやっていますので、ある時点では見切りをつけなければいけない技術も出てくると思うんですが、そこのコントロールというのはやはり全体を見ながらやらなければいけないだろうなと思っています、これもちょっとどこがやるのか、自分でも言っていてよく分からないんですが、その必要性というのを改めて感じました。

そんな中で、ちょっと個別の質問としては、SIPのほうはこのアンモニアに注力されていくということなんですが、これは現実に社会実装する場合に、それを担う、オペレーションをするプレーヤーがどの程度コミットされているのかということ、まずお聞きしたいと思います。つくるところ、運ぶところ、それから使うところですね。これは実際のプレーヤーがコミットされていないと、物ができても社会には定着しないと思いますので、それがどのような状況になっているのかというのが1点。

それから環境省さんの取組につきましては、この中で経済性の評価というところがされているのかどうかということと、これはステーションはつくられているんですが、経産省さんのほうのやはり何か所つくるというその目標は設定されているんですが、そこのその整合といいますか、内数なのか外数なのかということがちゃんと連携できているのかどうかということと、あと連携という意味では、今、このステーションのほうは実際事業フェーズに入っていますので、そこをきちんと連携してやっていただかないと、片方では事業でやっているステーションがあって、片方は実証事業でやっているステーションがあって、そこで水素が安く売られていて、お客さんが全部そっちへ行ってしまっているとか、そんなことがあってもいけないなと思っていますので、そこをどういうふうに連携されているのかということをお願いしたいと思います。

○柏木座長 ちょっと御質問だけ先にいただいた後、まとめてお答えいただくほうが時間的に有効に使えると思います。

ほかに、どうぞ。比較的手短によろしくお願ひしたいと思ひます。

○中山構成員 村木PDの御説明資料の5ページを見ると、キャリア転換というところに幾つかの媒体が並んでいて、こういったものを使って水素を運ぶということがエネルギーキャリアだと思ひていまして、ところが、アンモニアで水素を運ぶけれども、アンモニアのまま使う技術も利用技術の開発も行われていて、一方で水素エンジンとか水素タービンとか、水素として使うものというのもたくさんあるわけですよ。なので、キャリアとしてはどれが一番いいというのを決めるために、斎藤さんもおっしゃいましたけれども、いつまでに決めるのか、何がふさわしいのか、これはもうコストだけの話だと思ひますので、もう見極めをするべきなのではないかと思ひますが、いかがでしょうか。その先に利用技術としていろいろあるというのは理解はできます。

○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。

○平井構成員 短く話します。もともとこの施策、資料3-1の1ページ目に、レビューのポイントの2番、有識者の指摘事項に対する対応状況というのがありますね。これは例えば村木PDのプレゼンの中で、どこでそれが述べられていたのかというのが、ちょっと私、よく分からなかったんですけども、それをちょっと教えていただければと思ひます。

○柏木座長 ほかにどなたか。

どうぞ。

○須藤構成員 村木さんにお伺ひしたいのですが、水素燃焼のタービンって非常に将来期待があると思うのですが、このSIPでは一応終了ということでよろしいのですか。今後は各社が競争領域に入ってやるということでよろしいのか、お聞きしたいと思ひます。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

では、とりあえずそこら辺、今、村木さんに随分たくさん、スケジュール感、それからあとアンモニアのプレーヤー、あとこの重点対象施策決定時のヒアリングの有識者の指摘事項に対するこういうことをやっているのか、それから水素タービンに関する今後の展開、そこら辺を少しお答えになれる範囲でいただくと助かります。よろしいでしょうか。

○村木PD 分かりました。こちらに、俯瞰図を載せてありますけれども、こちらには研究開発と、それから実装に近いものを載せておまして、実は今、実証段階にあるものも、これに全部載せるように調整しています。これは例えばNEDOでやっております未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築実証事業、ここではケミカルハイドライドと液体水素、それか

らタービンの混焼といったものの実証を始める予定でございますので、現在、経産省とも調整をしながら作成しておりますので、またアップデートするような形で皆さんにお示しできるようにして参りたいと思っております。

それからスケジュール感として、どういう形で水素が社会に入っていくのかという点については、まだ明確ではありませんが、実は先ほども少し最後に申しあげましたように、それぞれのキャリア別の課題については、ある程度整理をいたしました。そこで、これからできれば2020年はまだちょっと早いと思うんですが、2020年から30年、さらに40年、50年を見通すなかで、少なくともこれから15年ぐらいの間にどのような形で水素ないしはキャリアというものが、それぞれ利用分野でどういう形で入っていく可能性があるのか。それに対して経済性でどのようなハードルがあり、それを乗り越えるためにはどういうことをやっていく必要があるのかというのは、是非整理をしたいと思っております。

特に、発電分野というのは物量的に非常に多いんですね。例えば自動車が200万台入ったとしても、水素の使用量としては二十数億 $m^3$ 。一方、1台50万キロワットのガスタービンを水素で動かすと二十数億 $m^3$ の水素が必要となることから、やはり発電が圧倒的に水素の使用量が多いんですね。ということで、発電分野での水素の利用も考慮しながら、水素がどういう形で社会に入っていくのかという点について検討していきたいと思っております。

それからアンモニアに関して、どういう企業がプレーヤーとして入っているかということについてですが、アンモニアを取り扱っている企業といたしましては、昭和電工が入っております。それからアンモニア利用水素ステーション、アンモニアから脱水素をして、水素として自動車の供給に使うというところについては、大陽日酸。それからタービンや燃料電池（SOFC）については、先ほど申しあげましたメーカーとして、IHIでございます。それから、ユーザーとしては電力会社、今、2社入っておりますけれども、実はそれ以外の電力会社もかなり興味をお持ちになっているというのが、今の段階でございます。

それから、水素燃焼技術については、次の段階として別の組織で実施することが望ましいと考えておりますが、この燃焼器の基盤技術の部分は、SIPの中で開発ができましたので、既に水素タービンに関する技術開発を行っている研究機関で一貫して、混焼から専焼までを取扱い、全体を見ながら検討を行っていくことが最適であろうと考え、SIPでの取組みは終了することといたしました。。

それから有識者からのヒアリング時のコメントはどのような反映されているのかという点につきましては、研究・技術開発の全体俯瞰図として整理してお示ししてございまして、調整状況

につきましては先ほど申し上げた通りでございます。また、先日行われました評価ワーキンググループの中でいろいろなコメントを有識者の方からいただきました。その中で、今日もございましたように、スケジュール感が見えない、どういう形で水素は入っていくのかよく見えないという御指摘は、非常に重要な指摘として幾つか受けております。それは先ほど、お答えしたような内容で考えております。

また、先々有望な基盤的な技術開発についてテーマの中断をして良いのかという御質問や御意見もいただきました。これについてはなかなか難しい問題ですが、JSTや文科省とも調整を行いながら、そういう技術が次に活かせるようにしていく必要もありますし、一方で実証に近づいているものについて、SIPで、5年間取り組んだ後、どう取り扱っていくのかということも大きな課題であると思います。十分、プレゼンの中でお答えできておりませんでした、有識者の方から御指導のあった内容については以上でございます。

○柏木座長 今の最後の平井先生の御指摘の裏には、なぜアンモニアなのかということも含めて。

○平井構成員 それもちよっとありますけれども。

○柏木座長 アンモニアに注力しているというこの背景というのは。

○村木PD これは、先ほどの全体俯瞰図を見ていただきますとお分かりいただけますが、水素にはいろいろなパスがあります。液体水素、ケミカルハイドライドについては、一部の技術を除いて全体のサプライチェーンという意味では、経産省、NEDOで取り組んでおります。ということで、我々も一部開発は行っておりますが、全体を見た中で、まだ政府全体の取組みの中で十分取り組まれていないアンモニアに少し注力をして開発を行っているというバランスになっております。特に、SIPはアンモニアで、NEDOは液体水素とケミカルハイドライドという棲み分けをしているわけではありませんし、これらの技術を今後どう活用していくかということは、先ほども申し上げました連携会議の中で議論をさせていただいております。

○柏木座長 よろしいですか。ありがとうございました。極めて明解に。

あと環境省さんに、経済性、それから連携等に関して。

○沖本課長補佐 斎藤委員からの御指摘に回答したいと思います。

まず、経済性評価です。結論から言うと、各事業でやっております。これは採択時にはもちろん厳しく見ますし、1年目評価、2年目評価、最終年評価というので有識者の先生、評価委員会というのを開いておまして、そういったところで随時チェックをしているところでございます。

ステーションの件に関しましては、一応経産省さんとしっかり連携をしております、具体的には経産省のほうが化石燃料由来と副生水素由来のステーションを支援していく。環境省のほうでは再生可能エネルギー由来のステーションを支援していく。一応、文書も交わした上で財務省に要求してしっかりそこはやっているところであります。

ステーションの基数につきましては、エネ庁のロードマップの資料でも出てくるわけですが、我々のほうも経産省の81か所と、再エネ由来のステーションも含めて86か所といった文書もちゃんと出しているところでございます。

それから、将来2020年とか2030年の普及目標についても、今、エネ庁さんと一緒に目標を立てられないかといった話もしておりますので、いずれまたお示ししたいと思っております。

以上でございます。

○柏木座長 分かりました。どうもありがとうございました。

まだ、御質問があらうかと思えますけれども、ちょっともう3分超過いたしました。ちょっと時間を配分間違えました。どうも失礼いたしました。

一応、今日予定しておりました議題はこれで大丈夫ですよ。あと、事務局から何か。

○村山総括調査官 一つよろしいですか。村木PDからお話がありました水素ガスタービンのことですが、当方で実施しています革新的水素エネルギー貯蔵・輸送等技術開発につきまして、NEDO事業で実施しており、今年度中間評価がありました。その中で、現行の事業では、利用技術が入っていませんが、評価委員から利用技術を含めて今後進めたらどうかという話もありましたので、来年度、水素利用技術ということで、発電も含めた形で何か公募できないか検討させていただいております。

○柏木座長 ありがとうございます。

久間さん何か全体を通してありますか。

○久間議員 活発なディスカッションをいただきまして、どうもありがとうございます。まず、S I Pはかなりの予算額で5年間続けるプログラムです。しかし、例えばエネルギーキャリアでも、村木PDのところでは全てのテーマを推進することはできないのです。当然ですが基礎的なところは文科省推進するし、実用に近いところは経産省が推進します。そういった施策をアクションプランに出して頂きたいと思えます。村木PDが中心となって、日本全体のエネルギーキャリアの研究開発の最適化をしていただきたいと思います。

S I Pは現在、11課題ありますが、全部そういう方向に持っていきたいのです。村木PDのエ

エネルギーキャリア、岸PDの構造材料、それから渡邊PDの自動走行プログラムなどは、その辺がうまくいっています。ですから、この調子で省庁連携を強化し、日本全体としての最適化を、進めていただきたいと思います。

また、村木PDから先の見えないテーマの扱いについて話がありましたが、私も村木PDと同じ考えです。SIPは基礎研究から実用化まで一気通貫で行うものです。10年、20年後に重要な技術になるから継続しておこうと思うと、例えばJSPSのテーマと同じになってしまいます。だから、5年で成果の出ないテーマはステージゲートで切り落とし、そのかわり、5年後に確実に成果が出るテーマに資源を集中するという方針で、SIPはやっていただきたいと思います。

それから、エネルギーキャリアを骨格として、再生可能エネルギーを加えるとか、高効率火力とCCUSを融合させるとか、現実的なサブシステムを融合させることで、システムオブシステムズを構築していく。そういうアプローチで、Society 5.0を実現していきたいとも思います。いろいろとアイデアをいただきたいと思います。

本日はどうもありがとうございました。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、今日は一応レビュー対象の選定として、エネルギーキャリア関連施策に注力しましたけれども、一応、3月23日が次回ですね。そのときには太陽光関連、これを重点レビュー対象の選定にさせていただきたいと、こう思いますので。

一応今日は私のほうはこれで、あとは事務局から説明をお願いします。

○西尾ディレクター 本日も闊達な御議論をいただきまして、ありがとうございました。

先ほど御説明のみにさせていただきました基盤技術に向けての案件に関しましても、情報共有等をさせていただき、また今後のその総合戦略に向けた議論を重ねてまいりたいと思います。皆様方には、また御協力のほどよろしく願いいたします。

次回のエネルギー戦略協議会、今、座長のほうから御紹介ありましたとおり、3月23日水曜日の10時から12時ということで調整をさせていただいております。構成員の皆様におかれましては、御出席をよろしくお願い申し上げます。

卓上の参考資料のファイルにつきましては、置いたままで御退席いただければと思います。

事務局からは以上でございます。ありがとうございました。

○柏木座長 あと、次回が一応まとめのものを出したいと、こういう願望がありますので、なるべく近いうちに、それぞれの構成員の先生方に事務局からこの御専門の立場から先ほどの図表等に関して、コメントをいただくようになるとと思いますので、よろしく御協力をお願いした

いと思います。

今日はどうもありがとうございました。

以上