

エネルギー戦略協議会（第14回）
議事録

1. 日 時： 平成28年12月16日（金） 14:00～16:00

2. 場 所： 中央合同庁舎4号館 共同第4特別会議室

3. 出席者（敬称略）

（構成員）

浅野 浩志、泉井 良夫、魚崎 浩平、大村 友章、柏木 孝夫、斎藤 健一郎、高原 勇、
武田 晴夫、田中 加奈子、中山 寿美枝

（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）

小野 真沙美（文部科学省）、柚山 義人（農林水産省）、村山 昌平（経済産業省）、
高嶺 研一（国土交通省）、池本 忠弘（環境省）

（外部有識者）

西尾 匡弘（産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域研究戦略部 イノベーションコ
ーディネータ）

（事務局）

山脇統括官、進藤審議官、生川審議官、松本審議官、田中参事官、鷹嘴ディレクター

4. 議 題

（1）平成28年度エネルギー戦略協議会の進め方について

（2）ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会との情報交換会の結果報告

（3）「エネルギーバリューチェーンの最適化」に向けた System of Systems の検討について

① 変動型再生可能エネルギー利用システム

② 化石燃料の有効利用+CCUS システム

③ 地域熱電併給システム

5. 配布資料

資料1-1. 戦略協議会等の設置について

資料1-2. 平成28年度重要課題専門調査会の審議方法（案）について

資料1-3. エネルギー戦略協議会運営規則（案）

資料1-4. 今年度のこれまでの取組とエネルギー戦略協議会の進め方（案）

資料2. ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会との情報交換会の結果について

資料3. 「エネルギーバリューチェーンの最適化」に向けた System of Systems の検討につ
いて

6. 議 事

○柏木座長 ちょうど2時でございますので、第14回のエネルギー戦略協議会を開催させていただきます。

まず初めに、総合科学技術・イノベーション会議議員の久間常勤議員の先生から御挨拶を頂きたい。よろしくお願ひいたします。

○久間議員 総合科学技術・イノベーション会議の久間でございます。どうぞよろしくお願ひいたします。

本日はお忙しい中御出席いただきまして、どうもありがとうございます。平成28年度のエネルギー戦略協議会の開催にあたり御挨拶申し上げます。

昨年度、本戦略協議会で議論いただきました内容は、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に反映され、さらに、平成29年度に向けた重きを置くべき施策の特定につながりました。構成員の皆様には改めてお礼を申し上げますと共に、今年もより関連な議論をお願ひいたします。

エネルギーは、資源の乏しい日本が抱える重点課題であり、日本の産業競争力強化と社会発展を推進するには、科学技術・イノベーションの創出が必要です。そのためにも、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）は、日本の科学技術政策の司令塔として、分野間の技術融合や府省連携、産学官連携を促してイノベーションの創出を目指したいと考えております。

今年度のエネルギー戦略協議会では、今年4月にスタートした第5期科学技術基本計画の中核的課題であるSociety 5.0の実現と、特に重要なコンポーネントや要素技術について議論していただきたいと思ひます。

また、COP21で採択されたパリ協定における2℃目標の実現に向け設置された委員会である、エネルギー・環境イノベーション戦略（NESTI2050）とも連携をとりながら議論を深めたいと思ひます。どうぞよろしくお願ひいたします。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、出席者及び資料の確認を事務局からお願ひいたします。

○鷹觜ディレクター 本日はよろしくお願ひいたします。

まず初めに、本協議会の構成員の皆様のお紹介をさせていただきます。

本日は、構成員の皆様13名のうち、御出席が10名となっております。御出席の方々を御紹介いたします。

なお、時間の都合上、お名前だけの紹介とさせていただきます。

座長をお願いしてございます柏木様、浅野様、泉井様、魚崎様、大村様、斎藤様、高原様、武田様、田中様、中山様となります。

本日、須藤副座長、平井構成員、横山構成員が御欠席となります。

総合科学技術・イノベーション会議議員から久間常勤議員が御出席です。

また、関係各省からは、文部科学省研究開発局環境エネルギー課、小野専門官、農林水産省研究開発官室、柚山調整官、経済産業省研究開発課、村山調査官、国土交通省技術開発推進室、高嶺室長、環境省地球温暖化対策事業室、池本室長補佐となります。

また、本日、外部有識者として産業技術総合研究所から西尾様に御出席いただいております。

それでは、本日の議題ですが、綴じたファイルの1枚目にごございます議事次第に記載とおり、平成28年度エネルギー戦略協議会の進め方について、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会との情報交換会の結果報告、「エネルギーバリューチェーンの最適化」に向けたSystem of Systemsの検討についてとなっております。

次に、配付資料の確認をさせていただきます。一枚紙の座席表のほかにクリップに綴じた資料が本日の資料でございますが、クリップを外して御確認いただければと思います。本日の議事次第、構成員名簿のほか、資料1-1としまして、戦略協議会等の設置について、資料1-2、平成28年度重要課題専門調査会の審議方法（案）について、資料1-3、エネルギー戦略協議会運営規則（案）、資料1-4、今年度のこれまでの取組とエネルギー戦略協議会の進め方（案）、また資料2としまして、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会との情報交換会の結果報告、そして資料3としまして、「エネルギーバリューチェーンの最適化」に向けたSystem of Systemsの検討について、以上の資料となっております。

そのほか、机上用参考資料としまして、キングファイルに関連資料などをまとめて置かせていただいております。一覧を御参照ください。

なお、こちらの資料は、会議終了後はお持ち帰りにならず、そのまま机上に残しておいていただけますようよろしくお願いいたします。

資料に過不足等ございましたら、事務局までお知らせください。

以上でございます。

○柏木座長 ありがとうございます。資料は大丈夫でしょうか。過不足がありましたらおっしゃっていただければ。よろしいでしょうか。

もしよろしければ、議題1に移りたいと思います。

議題1は、平成28年度エネルギー戦略協議会の進め方についてとなっております。進め方

について、この資料1が「設置について」になっていますね。ここのところを事務局からお願いいたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、事務的な内容としまして、今年度の運営規則の改定等について簡単に御説明いたします。

まず、資料1-1を御覧ください。

戦略協議会の設置につきまして、今年、第5期科学技術基本計画が閣議決定されたことを反映いたしまして、一部改定しております。その内容について御確認をお願いいたします。

次の資料1-2でございますが、資料1-2は、平成28年度重要課題専門調査会の審議方法（案）についてですが、ページをめくっていただきまして、下の2ページ目に示しておりますように、重要課題専門調査会は、科学技術基本計画、そうそう総合戦略2016に掲げられました、当面取り組むべき重要な課題、今後取り組むべき課題について、調査・検討を行うこととしておりまして、詳細については、各戦略協議会等を設置して検討することとしております。

3ページ目を御覧ください。

3ページ目、①、②に記載のとおり、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、平成29年度重きを置くべき施策のブラッシュアップ、及び②としまして、平成30年度予算で取り組むべき課題等について戦略協議会、ワーキンググループ等で検討することとなっております。

4ページ目を御覧ください。

4ページ目に示しておりますように、それぞれの課題について各会議体、ワーキンググループにて議論していく方針となっております。

なお、今年度の変更点ですが、右側にありますエネルギー・環境イノベーション戦略推進ワーキンググループが策定ワーキンググループにかわりまして設置されております。

続きまして、資料1-3を御覧ください。

資料1-3は、エネルギー戦略協議会運営規則（案）を示しております。

表紙の下部にあります、第5条の調査・検討事項の部分が、総合戦略2016及び第5期科学技術基本計画に反映した内容に変更になってございます。

今年度のエネルギー戦略協議会運営規則について御承認をお願いいたします。

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、今御説明のありました資料1-1の設置、並びに1-2の審議方法、並びに1-3の運営規則、これにつきまして御質問等がありましたらお願いしたいと思いますが、如何でしょうか。

特段の御意見がなければ……どうぞ。

○武田構成員 後で出てくるかもしれないんですが、エネルギーと材料って今年、連携を図るというような話をしていると思うんですが、それ以外にここにある会合士の連携みたいなのが、プロジェクトがあつたら、それも別の情報としていただけたら。どんなところで、どんなことが起こっているのかというのが分かって有り難いと思うんですが。

○鷹嘴ディレクター 後程その部分で御説明いたしたいと思いますので、よろしいでしょうか。

○武田構成員 エネルギーと材料だけじゃなくて、ほかのグループ同士でも。

○鷹嘴ディレクター ほかの協議体との会議も考えておりまして、予定しております。

○柏木座長 とりあえずナノテクはもう出している。

○鷹嘴ディレクター 1回開催いたしまして。

○柏木座長 そうですよ。

○久間議員 今、武田構成員がおっしゃったことに関係しますが、資料1-2の4ページを御覧ください。

4ページに、重要課題専門調査会の戦略協議会とワーキンググループが書いてありますけれども、この中のシステム基盤技術検討会は、全戦略協議会に関係する、Society 5.0を実現する上でのリファレンスモデルやデータベースの在り方、データフォーマット、人工知能の研究開発の在り方などについての検討会ですので、必要に応じて本戦略協議会等との合同ミーティング等も開きたいと思います。

○柏木座長 ありがとうございます。

NESTIというサイバー層みたいなところですね。

○久間議員 はい。

○柏木座長 ですから、これも含めて考えていくということになります。

ほかに何か御質問あるいは御提案がありましたら。よろしいでしょうか。

それでは、一応今の横のつながりというか横糸の役目もこれからほかの協議会と諮りながら進めていくということに。それ自体がSystem of Systemsということになりますので、それを含めて、このエネルギー戦略協議会運営規程等々につきまして御承認を頂きますでしょうか。

ありがとうございました。それでは、この方針でやらせていただきたいと思います。

引き続き、今年度の進め方について、事務局から御説明をお願いいたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、資料1－4を御覧ください。今年度のこれまでの取組とエネルギー戦略協議会の進め方（案）を示してございます。

1枚めくっていただきまして、1ページ目を御覧ください。

昨年度のエネルギー戦略協議会では、この図に示しますように、エネルギー分野における生産・流通・消費という流れをICTなどの技術を活用しましてネットワーク化して運用することで、またエネルギー需給予測により管理制御することで、エネルギーバリューチェーンを最適化することを目的としまして各省の該当施策をそれぞれ特定しております。

2ページ目を御覧ください。

今年度、エネルギー分野における重きを置くべき施策としまして、65施策を特定しております。さらに、このうちエネルギー・環境イノベーション戦略（NESTI）の推進に資するものを23施策特定しております。

この表にございますように、今年度は新たにこのような新規登録を頂いておりまして、エネルギーネットワークの分野での施策、それからNESTIに特定されましたCO₂排出量削減に向けた有望な分野であります太陽光、地熱発電を新たに登録することができました。また、超長期的な取組であります核融合・宇宙太陽光についても新規登録することができております。

そのほか、海洋エネルギー発言ですとか次世代燃料電池などの登録に御協力を頂いております。

次のページを御覧ください。

続きまして、重要課題専門調査会にて、須藤副座長より御紹介いただきました、今年度のエネルギー戦略協議会の論点を示しております。

今年度は四つの視点で検討する予定でございます。

一つは、Society 5.0を見据えたシステム間連携に向けて、他の協議体等との情報共有を通じまして、取り組むべき課題等について具体化するということで、これは本日の議題2になってございます。

その次に、サブシステム間を連携させることで「エネルギーバリューチェーンの最適化」を図るためのSystem of Systemsの検討ということで、これは本日の議題3に関連してございます。

そのほか、今年度特定した重きを置くべき施策の中から、サブシステム単位で2～3項目を

レビューすることを予定しております。

また、AI、IoTを活用したエネルギープラットフォームの社会実装に向け、産学官連携等を含めた具体的な取組について検討していきたいと考えてございます。

次、4ページ目を御覧ください。

上記の論点を踏まえまして、今年度は4回開催を予定しておりまして、このようなスケジュールを予定しております。

なお、第15回、次回から第17回の時間ですが、当初御連絡していた時間と異なっておりますので、御確認をお願いいたします。

5ページ目を御覧ください。

これまでの活動と今年度の協議会の取組方針を示してございます。

まず、昨年度の検討状況につきまして、エネルギーシステムについて俯瞰（ふかん）し、エネルギーフロー図やネットワークアーキテクチャの観点で全体像をまとめていただきました。

そして、Society 5.0に向けた取組例を議論しまして、その結果をシステム基盤技術検討会へ提出しております。

そのほか、「エネルギーキャリア」及び「太陽光発電」関連施策についてレビューを行い、留意点を取りまとめております。

今年度の活動では、まず、上記の議論の結果を踏まえまして、総合戦略2016に反映してございます。

今年度重きを置くべき施策特定に向けたヒアリングの際に、久間議員より「System of Systemsの具体的な議論が必要」であり、幾つかのグランドデザインを作成してほしいというコメントを頂きましたので、産総研を始めとしまして外部有識者の意見を集約しております。

今後は、外部有識者の情報提供及び各省による関連施策紹介を通じまして、今後取り組むべき議題について議論することを予定しております。

その結果を来年度、総合戦略2017に反映していく予定になってございます。

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、今御説明のありましたエネルギー戦略協議会の進め方につきまして、御質問がありましたらお願いいたします。

4回でやるということですが、なかなかタフな会議にはなるような気がしますけれども。如

何でしょうか。

先程、武田委員から言われた他の検討会との情報共有、これ、本日の議題2に少し触れて、それをどうやって深めていくかということになるかと思います。あとはバリューチェーン、つまりSystem of Systems、これは今日の議題3ということにしておりまして、これは非常に重い課題で、これに対して、今御説明ありましたように、久間先生からの、ある程度目に見えるようなグランドデザインみたいなものは書いておかないと、何かポイントがどんどん広がって行って終焉できないといけませんので、それを産総研等有識者の方々にお願いをして並行して進める。西尾前ディレクターがお見えになったのは、それも非常に重要なタスクでお見えになっているという位置づけでありますので。

如何でしょうか。もしよろしければ、また最後に御質問等を総合的に受けるようにいたしますので、一応この1-4に基づいて進めさせていただいて、先程の議題2、3とまたつながってまいりますので、そのときにまたコメントを頂ければと、こう思います。

それでは、次の課題に移らせていただきたいと思います。

まず、重要な課題2の内容、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会、先程久間先生が言われた一番下を書いてある基盤技術ですね。ここら辺についての本協議会との情報共有についての在り方について、また事務局から御説明をお願いいたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、お手元の資料2を御覧ください。

1ページ目めくっていただきまして、ナノテクノロジー・材料基盤技術分科会との情報交換会の発足の経緯ですが、ナノ材分科会の中で、Society 5.0の実現に向けた、センサー開発等を考えたときに、各システムのニーズを踏まえた基盤技術の戦略策定が必要だという御意見を頂きました。

一方で、エネルギー戦略協議会におきましても、同じくSociety 5.0を見据えたシステム間連携に向けて、他の会議体との情報共有を行い、課題に取り組むべきとの御意見を頂いておりました。

そこで、ナノ材・エネルギー情報交換会が発足したという次第でございます。

2ページ目を御覧ください。

当エネルギー戦略協議会からは浅野様、泉井様、魚崎様、須藤様、武田様に御出席いただきまして、第1回を10月に実施しております。

エネルギーシステムにおける現状課題といたしまして、3E+Sの観点、あるいは太陽光や風力発電等の変動型再生可能エネルギー導入により必要となる新たなセンサ技術等の候補を列

挙げたしまして、全体で意見交換、問題点を共有しております。

今後の進め方といたしましては、それぞれ両分野から少人数の専門家に御参加いただいて、将来のエネルギーシステム像から、技術分野をもう少し絞った形で各センサーニーズを具体的にしていき、それをワーキンググループの中で議論していくということでセンサーニーズへとつなげていきたいと考えております。

一方、ナノ材側では、ナノ材の技術ポテンシャルマップというのがございますが、これの更新が今されていないということで、更新・再構築をしまして、「社会実装時期」や「既存技術の延長線で可能な技術」、「新規技術の開発が必要な技術」を検討していく予定としております。

3 ページ目を御覧ください。

最後に、今後の進め方をフローで記載しておりますが、①、②で記載しておりますエネルギーシステムでの技術領域の抽出、それから②の技術開発の現状分析について情報交換会で、来年2月をめどに第2回目を開催しまして、それをナノテク・材料技術へと落とし込むことを想定しております。

そのほか、先程、武田構成員から御質問ございましたそのほかの協議会との連携ということですが、今後は、ここには記載はございませんが、高度道路交通システムとの連携なども考えてございまして、それを議論しております新産業戦略協議会との連携、こうした情報交換会も今後予定していければというふうに考えてございます。

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。

今、この中でNESTI2050も言っていますように、IoT並びにビッグデータ処理、これをインターフェースというよりは、それをAIで確定していくという、この中で極めて重要なのがやはりセンサーテクノロジーということで、センサーなくしてIoTは動かないということになるだろうと思っております、この2ページ目に3E+Sの観点でのセンサーニーズというのが書いてありますけれども、ここら辺は御意見が多々あろうかと思っておりますけれども、これはSystem of Systemsの例の中に今度また議題3のところに入って来るわけですね。だから、そのときにまとめてセンサーテクノロジーに関しては議論していただくということにしたいと思っております。

ここでは、このワーキンググループの進め方について皆様から御指摘を頂ければ非常に幸いだと思っております、そういう観点での御意見を、このナノテクノロジー・材料基盤技術分

科会との情報交換会の結果報告ということで、また更に。既にエネルギー戦略協議会の有識者の4、5人の方が積極的に参画されて、既にディスカッションを始めている。その中間結果を御報告いただいたということになります。参加したお立場からでも結構でございますし。

これ、浅野委員と泉井委員と武田委員も入っている、あと魚崎委員、それと西尾さんも入っていますね。実際参画されて、こういう方向で情報交換会をおやりになって、感想でも結構でございますし、今後の課題等が明らかになってくればよろしいと思いますが、如何でしょうか。

今、御報告ということで報告をさせていただいておいて、最終期に全部御説明いただいた後で鳥瞰的に御意見いただく方が効率的かもしれませんね。もしそれでよろしければ、少し先に進めさせていただいて、総合的なディスカッションにさせていただきたい。これでよろしいですか。

それでは、その次の議題3、これが「エネルギーバリューチェーンの最適化」、これ System of Systems なんですけれども、三つ大きなテーマをここで出すわけですね。これ、ランドデザイン的に何か盛っておかなきゃいけないわけで、全部を一緒くたに出すというよりは、少し順位づけをしながら、ここが最初にやった方がいいんじゃないかということも踏まえて御意見を頂きたいと思っておりますので、そのおつもりでお伺いいただくと非常に助かります。

御説明をお願いします。

○鷹嘴ディレクター それでは、資料3を御覧ください。「エネルギーバリューチェーンを最適化」に向けた System of Systems の検討についての御説明になります。

1枚めくっていただきまして、1ページ目を御覧ください。

昨年度の振り返りといたしまして、本協議会にてエネルギーシステム内のコンポーネントをこの図のとおり整理いただいております。

その際、運用等の技術によりコンポーネントをつないだ System of Systems として例1、例2が挙がっております。

このような System of Systems の単位について具体的な中身の深掘りが必要ではないかというところまで御議論を頂いております。

2ページ目を御覧ください。

上の例1、例2の System of Systems の深掘りといたしまして、変動型再生可能エネルギー利用システム及び化石燃料の有効利用+CCUSのシステム、これら二つのシステム像について具体的に描出していきたいと考えております。

また、三つ目のものですが、地域熱電併給システムにつきましては、昨年度の議論の中で、最終消費型のシステムの検討、地産地消の観点についての検討が不足しているという御意見を頂きまして、新たに追加しております。

3 ページ目を御覧ください。

S y s t e m o f S y s t e m s の議論の進め方（案）についての御説明いたします。

S T E P 1、S T E P 2 については、昨年度の本協議会で議論を進めております。本日は、前ページで示しました三つの S y s t e m o f S y s t e m s において、産総研の西尾様やその他有識者の方々の御意見を集約した図をそれぞれ用意いたしましたので、後程西尾様より御説明いただく予定です。

S T E P 3 で、これらの図について、次回以降に適宜、各省の取組紹介等もお願いしまして、深掘りと取組の不足などの洗い出しを進めていきたいと考えておりまして、最終的には、S T E P 4 にありますように、課題解決に向けて今後取り組むべき課題について具体的に御議論いただきたいと考えております。

なお、本日は三つの S y s t e m o f S y s t e m s について御説明いただきますが、今年度、計4回予定しているこの協議会にて全てのテーマの深掘りをする時間をとるのは難しいと考えておりまして、後程の自由討議の中では、今後議論すべき課題について優先順位を決めて、いろいろな御意見も頂ければと思っております。

4 ページ目を御覧ください。

まず、S y s t e m o f S y s t e m s に関する外部有識者のコメントをこの4ページにまとめておりまして、幾つか紹介いたしますと、変動型再生可能エネルギー利用システムでは、やはり蓄電、蓄熱などの蓄エネルギー技術が最も重要ではないかというコメントを頂いております。

次の化石燃料の有効利用+CCUSシステムでは、CO₂を温暖化効果ガス以外の物質として貯めるような技術を含めた、炭素循環型社会に向けた検討が必要ではないかというコメントがありました。

また三つ目の地域熱電併給システムにおいては、未利用熱ポテンシャルの調査と共に、最終消費先での排熱有効利用が重要ではないかという意見などを頂いております。

それでは、以上が説明になりまして、次のページ以降は、産業技術総合研究所の西尾様に説明をお願いしたいと思います。お願いいたします。

○西尾氏 それでは、資料3の5ページ目から S y s t e m o f S y s t e m s の具体例

ということで御説明させていただきます。

先程、グラウンドデザインというお話もございましたけれども、グラウンドデザイン非常に大きなもののデザインというところでの、余りこういうSystem of Systemsのところではグラウンドデザインという言葉が混在してくるといことは混乱を招くかなということで、ここではSystem of Systemsということでの御説明をまずさせていただきますと思います。

まず1番目、変動型再生可能エネルギー利用システムでございます。

1枚めくっていただきまして、ページ番号が振ってあります6ページ目を御覧ください。

この図の見方というところなんですけれども、左側にグレーの縦軸を用意してございます。上から生産、流通、消費というエネルギーサプライチェーンを意識したものになっております。その生産、流通、消費に関連する各技術を内部に配置をしているという形になっております。

右下のところ、オレンジの枠の下に凡例が示してございますので、それを御参考に御覧ください。

赤の実線が熱、黄色の実線が電気、青の実線が水路の流れということで示してございます。また、破線ですけれども、黒の破線に関しましてはセンシングした情報、さらに、緑の破線がエネルギーマネジメントに関する信号の情報の流れ、つながりといったものを示しているというものになってございます。

これらの線で示した連携に小文字のアルファベットが幾つか記載してございます。これは、メインテーブルの皆様資料には、その次のページに、技術間連携を含む各省事業ということでリストをお付けしてございますが、そちらを参照ください。アルファベットに呼応した事業が一応存在しているということでこちらとしては整理をしてございます。

本システムの中では、再生可能エネルギーを最大限導入するということを念頭に置いてケースを考えているものでございます。もちろん完全に網羅できているものではございませんけれども、その辺は御議論いただければと思います。

生産の方の枠組みでは、特に変動型の再生可能エネルギーを中心として利用が拡大していくということで、それに対応する、いわゆる変動の出力調整であったり周波数の維持といったような観点では、既存の火力発電といったようなものの役割も非常にまだ大きいということも含めて記述をしているものになってございます。

流通のところには相当するものとしましては、先程の御説明にもありましたけれども、様々な形態での蓄エネルギー、熱であったり電気であったり、あるいは圧縮空気といったような旧来

の技術といったようなものもあるかと思えます。そういったものが適材適所に配置がされていて、エネルギーマネジメントによって最適化がされるというようなものを示しているということになります。

消費の枠組みですけれども、青い枠で示しているところになりますが、各部門の電化を進めるといったようなことが非常に重要な役割を果たす、あるいは熱の利用を最適化する、拡大をすることが課題になるかというふうに思えます。

民生部門における化石燃料の消費を最小化する、または未利用熱を活用した空調・給湯の熱供給、高級なエネルギーを使わなくても熱が供給できるといったようなシステムが重要なのかなというふうに考えております。

それから、右側のオレンジの枠の中に記載していますのは、今回の運用に相当するところになります。エネルギーバリューチェーンの最適化を担っている。各機のセンシング、それからその制御技術といったようなものが課題になるというふうに考えております。

本システムの説明につきましては以上となります。

○鷹嘴ディレクター 西尾様、ありがとうございました。

ただいま御紹介いただきました変動型再生可能エネルギー利用システムの論点（案）として、7ページ目にまとめて事務局案を記載しております。

今後拡大する変動型再生可能エネルギーを軸としたサブシステム間連携において鍵となるのが、エネルギーマネジメント技術と蓄エネルギー技術かと考えております。

まず、エネルギーマネジメント技術は、水素サプライチェーンにおけるマネジメントの取組や、衛星等による環境情報を活用した電力需給予測の取組について課題抽出等ができればと考えております。

また、蓄エネルギー技術におきましては、蓄電時間や容量による最適な配置のマネジメントが必要になってきます。

この図に示しておりますように、時間、容量に応じた最適な蓄エネルギー技術がありまして、今後導入が求められる容量に応じて研究開発を促進する技術に濃淡をつけていくべきかと考えております。

また、この図には入っておりませんが、蓄熱技術につきましても将来的な活躍の場が増えてくると予想されまして、具体的な技術について整理する必要があるかと考えております。

加えて、需給予測やその他の観点で、AIやIoT、ビッグデータの活用が考えられ、具体的に取り組むべき技術について御議論いただければと考えております。

続きまして、次のシステムの説明を西尾様からお願いいたします。

○西尾氏 それでは、2番目のSystem of Systemsの具体例になります。

高効率火力+CO₂固定化/有効利用システムということで、9ページ目を御覧ください。

こちらにつきましても、先程同様の凡例等に合わせまして御説明をまず申し上げます。

左のグレーの縦軸に、上から生産、流通、消費となるようになっていくというところは共通でございます。

凡例につきましても、電気、熱、水素に加えまして、こちらでは燃料、原料ということで、これは茶色のライン、それからCO₂そのもののラインを紫色で示しております。

先程の再生可能エネルギーのところでは、破線のところでセンサ情報あるいはその制御情報ということで破線で示してはおりますけれども、こちらの黒の破線も、情報のつながりということを示してはおりますけれども、先程のシステムに比べると、役割としては弱いというところかなというふうに思っております。

各省の事業につきましても同様にアルファベットで記載をしてございます。メインテーブルの皆様には、そのプロジェクト事例についてのリストも参考までにお付けしてございます。そちらを確認していただければと思います。

一部まだ図の方が整理し切れていないというところがございますけれども、例えば、二酸化炭素回収貯留というところは、貯留が左の方に別添で出させていただいておりますので、こちらは回収に特化した話であったりするかなと。あるいは、実際に重きを置くべき施策として幾つか取り上げられているものでありながら、こちらの方に記載が足りていないというものも幾つかございます。これもまた後程修正等を加えまして、また皆様方に共有をさせていただきたいというふうに思っております。

CCSにつきましても、左上のところに発電から回収、貯留というところで一つのシステムがここにまとまった形で記載がされております。

それをつなげるものとして、それが生産側のところである程度集約されているところになりまして、課題としてはこの後また御紹介あると思っておりますけれども、エネルギーペナルティやコストの低減、一貫実証の実施、ポテンシャルの調査と確保といったようなことが今後の課題になっているというふうに考えます。

また、火力の発電がここではどうしても介在をするというところで、先程の再生可能エネルギーとの兼ね合いというところからすると、いわゆる出力調整とCCSとの本当に効率的に使えるようなシステムが組めるのかといったようなことも課題になるかなというふうに私の方と

しては思っております。

それから、流通のところの枠組みの辺りでは、水素の取組が重要となっているというところが見てとれるかと思えます。特にCO₂フリー水素ということで、再生可能エネルギーからの水素というものがあるわけですが、それにプラスして、過渡的な対応かとは思いますが、化石資源からの水素製造とCCSといったようなものも一つの鍵になっているというふうに考えられます。

さきにも述べました水素が蓄エネルギーとしても、エネルギーキャリア技術との効率化といったようなものが課題になると考えてございます。

消費の枠組みの方は、化石燃料を代替する供給といったようなことがこういったところで読み込めるのかなというふうに思っております。

残念ながら、先程申し上げましたが、情報の流通というところで余りうまくつながっているというふうには読み取れませんけれども、余りうまくつながっていないところを何か課題があるかどうかということは御議論いただければというふうに思っております。

本システムの説明は以上とさせていただきます。

○鷹嘴ディレクター ありがとうございます。

ただいま紹介いただきました高効率火力+CO₂固定化有効利用システムにつきましての論点（案）は10ページ目に記載しておりますので御覧ください。

CCSにつきましては、各省において着実に技術開発で取り組んでいるものの、国内貯留ポテンシャル、適地探査技術、低コスト化技術の観点で全体を俯瞰（ふかん）し、改めて注力すべき課題があれば抽出していきたいと考えております。

また、CCU有効利用につきましては、微細藻類、人工光合成などの技術がございまして、下の11ページ目に、それらのポテンシャルについて参考となる表を付けております。

ここに示しておりますように、膨大なCO₂排出量を処理するために必要となるそれぞれの微細藻類、人工光合成を例としましたときの必要な面積等を記載しております、規模感を含めて今後の方向性について御議論いただければと思っております。

三つ目のSystem of Systemsの御説明を残しておりますが、ここで一度区切って、これまで御説明いただきました二つのSystem of Systemsにつきまして御議論いただければと思えます。

柏木先生、お願いいたします。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは、三つ全部御説明いただいた後、総合的にはもちろんまた時間をとらせていただきますけれども、今までの二つのシステムの中で、変動型再生可能エネルギー利用システム、それから化石燃料の有効利用+CCUS、この二つの今までの図の様相であるとか、ここから出てきた各省庁の事業、並びに今後の課題についてもまとめてありますので、ここの二つに限って御質問等がありましたらお願いをしたいと思います。

○魚崎構成員 まず、7ページの種々の蓄電技術における、容量と時間のマッピングですが、一例として出ていると思いますが、必ずしもこれを共通認識としているわけではないと思います。例えばリチウムイオン電池の枠はこれぐらいになっていますけど、どうして時間がこんなのかとか、容量の上限がどうしてこんなのかということもありますし、時間の短いところはフライホールだけじゃなくてキャパシタもあるだろうし。逆にこれが出ることがミスリーディングにならないのかなという気はしました。これに引っ張られてしまう。鉛蓄電池も、今こういう大きな蓄電ではかなりのところで使われていますから、古い技術ですけどこういうのがあるんじゃないかということがあります。

もう一つ、これはCO₂の方なんですけど、考え方は私理解できないのですが、石炭火力発電所の2.2億t/年出るCO₂を、例えば微細藻類とか人工光合成でつかまえるという話をされているわけですね。そのときに、ここの人工光合成というか太陽光エネルギーを何かに、また水素にかえてCO₂を固定するわけですけど、もともと石炭火力から出るCO₂を太陽光発電で減らす方が早いんじゃないかと思うわけですけど。わざわざ出たCO₂を水素と反応させて何かに固定化していくとなると、かなりのエネルギーがかかって非常に非効率になるのではないかと科学的には思います。もちろんこの面積の話も、人工光合成、水素製造量500t/年というのは、どういう面積で500t/年になるのか、500t/年と2.2億t/年の関係はどうなっているのか、整理が必要です。

○泉井構成員 これは、ここが水素という意味ですね。

○魚崎構成員 この水素製造量500t/年のベースは、太陽光の変換効率10%として、入射エネルギーが1,400kWh/年なので、何か面積を決めないと駄目ですね。太陽光は1平米当たりの発電量が決まるのに対し1,400kWh/年というのは、何かのベースがあるということ。それからマークすると水素が年間500トンあって一定の面積が作れますということを行っているんじゃないかと思いますが、議論する上のデータとしては私は理解ができません。

以上、二つお願いいたします。

○柏木座長 ありがとうございます。

今の点、何かコメントありますか。

○鷹嘴ディレクター 詳細につきましてもう少し精査してみます。すみません。

○柏木座長 今、7ページのは、この図に関して、ここの数人のメンバーは全てアグリーしているわけではないと、もう少しフレキシビリティがあるんだと、こういう話ですね。

○魚崎構成員 これ、何か一つのMETIのホームページから作ったということなんですけど、これはあの人たちの意見だと思うんですけど。

○柏木座長 最後の11ページのところは一つの例として書いてあるわけで、これも条件を明確にして書かないとうまくないかもしれませんので。ただ、こういうデータというのはひとり歩きするといけませんから、条件をはっきりさせないとうまくないかもしれませんね。だから、それを頭に入れながら今後進めていくという、そういう御意見としてお伺いさせていただきたい。

ほかに如何ですか。

○中山構成員 6ページの変動型再生可能エネルギー利用システムなんですけれども、正に今、7ページの論点のところ、エネマネ技術で需給予測技術と簡単に書いてあるんですけども、実は、この6ページを見ると大事なデータが抜けていて、やはり再エネが増えてくると、太陽光とか風力という自然観測データ、これを膨大に集めて、ここから予測するというところから始めなきゃいけないところ、今従来型の世界でとじてしまっている。昔だったら需要だけ予測すれば良かったわけなんですけれども、今後は再エネが大量導入され、例えば日射量が多いときは需要も増えるけれど、太陽光の発電も増え、太陽光の発電予測が必要で、それが外れたときの誤差範囲とかを考えて調整力を用意しておくことが必要になるけれども、6ページの図からそれが漏れているという気がしますので、加えていただくべきだと思います。正にそこは本当に大事な部分で、きちんとそれを取り込んだ形で運用計画、そして実際の運用というものをしていくということが今後は必要なんだと思います。というのが一つの意見です。

実際に今、電気学会の電力部門大会に行くと、予測をどうやって簡便にやるか、どれだけお金をかけないで、既存のデータを利用して精度の良い予測をするかということをいろいろなレベルで競い合って研究していますので、結構そこは大事なところだと思います。

あと、私も7ページの蓄電時間と蓄電容量のグラフには違和感があって、例えば水素は、ドイツであれば国中にパイプラインがめぐらせてあるので、天然ガスのパイプラインにちょっと水素をまぜるということをしていますから、こういう大きな蓄電時間、蓄電容量というものに

なるんだと思うんですけども、日本の場合はパイプラインはないので、今タンクに貯めておくとかそういうレベルだとすると大分違うんじゃないかなという気がします。ほかのところは分からないのですが、水素に関しては、日本は日本の事情があるので、それに沿って書き直すべきではないかという気がします。

あと、11ページは、柏木先生御指摘のとおり、ちょっとこれミスリーディングなイメージ。まず、石炭火力26%、2.2億トンというのは、今の政府の長期エネルギー需給見通しに示された2030年度の電力構成の中で石炭火力が26%で、kWhがこれくらいということ根拠として、これくらいのCO₂が出ると計算して、それを全て利用しようとするとういうものが必要と、そういうことを示しているのだと思いますが、多分そういう前提条件が書いていないと、このスケールそのものを発電しなきゃいけないんじゃないというふうに思えるのは自然かなという気もします。

私がこれを一目見て感じたのは、要するに、CCUって結構難しいねということ言いたい資料なのかなと思いましたが、その意図がよく分からないところがあるので、やはりこういう仮定を置いて、こういう前提のもとにこういう試算をするとこうなりますという、そういうことをはっきり書いておいていただくと良いのではないかと思います。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。

この6ページの、よく読めば、今、中山委員がおっしゃっておられた需要ありきでデマンドレスポンスというか需要もコントロールして変動性のものに対してというのは、この緑の線をずっと読んでいくと、このエネルギープラットフォームがその役目をしているようには見えませんが、何かそれがお互いの上位系と下位系の間での分布になっていないような。

○中山構成員 いや、気象データの取り込みがないということを申し上げたかったのです。

○柏木座長 気象のデータの取り込みをやれば、そこが一つの両方の最適解を見つけてくるみたいな格好になる。

○中山構成員 というかそこからスタートするのだと思います。

○柏木座長 どうぞ。

○西尾氏 すみません、こちらの方の資料を作るのに協力をさせていただいたところから言いますと、もともと地球環境情報プラットフォームということで、こちらの方で、特に環境WGの方で検討を進めているものというものが一つ並行してございまして、そちらとの連携をこれからこれにしていくという形になるのかなと。ちょっとこのタイミングでそちらの方をしっ

かりと取り込むことができていない資料であることについては間違いございませんけれども、内部での検討の方は進めさせていただいているということで御理解いただければと思います。

○柏木座長 分かりました。もう一つあるのが、S y s t e m s のプラス S y s t e m が入るということですね。ありがとうございました。

あと、今のことで何か今言っておかなきゃいけないということがもし事務局からあれば。

CCUは、これ、CO₂のコストが決まっているとなかなか……コストを少し、例えばトン5,000円なのか1万円なのか、それによって随分リアリティが変わってきますよね。だから、そこら辺もある程度条件として入れておく必要があるのかな。それも課題として検討して。

○鷹嘴ディレクター この11ページにつきましては、もう少し条件を整理しまして。

○柏木座長 そうですね、そうしましょう。後でまた総合的にもう一回整理したいと思いますけど、斎藤委員、どうぞ。

○斎藤構成員 9ページで、これから更に精査されていくということだと思うんですが、2点ほどお願いといいますか、ここで流れているものの種類として、情報とエネルギーと、それとやはり材料と、この3種類がここで流れていると思いますので、まずは大括りのところで区別していただきたいなと思っています。明らかにCO₂でありますとか、それから同じ線で書いてあります化学原料というのは、これはエネルギーではなくて材料として流れていますので、その大きな分類があってもいいかなと思います。

その上で、今度はエネルギーだけ取り出したときに次の作業として、できればこれは数字を入れていただいて、エネルギー効率として合理的な絵になっているのかどうかという検証が必要だと思います。これが、先程、魚崎さんのおっしゃったようなお話だと思っていまして、私自身も左側のところで、例えばCO₂と水素を合成して、多分これメタンにしていると思うんですが、これが何となく無理やりCO₂を使っているような感じがして、エネルギー効率として合理的じゃないんじゃないかなという気もしますので、その定量化というのは必要だろうと思っています。

それから、10ページ目と11ページ目に関連するんですが、先程からもお話しになっていましたように、CCUという言葉の定義を共有化させていただきたいなと思っています。CCSというのは最初からこういうものですよというのが分かっているんですが、CCUは、CCUという言葉で読み込めるものを、この指とまれで集めてきた感じもありますので、その定義をはっきりさせたいなと思っています。

私自身は、このCCUというのは、CO₂を原料にして何か有用なものを作るというのがC

CCUの本質ではないかと思っけていまして、その意味では、このCCUでは何か物を作ることが主であって、そのついでに若干CO₂を固定化できるというのが現実かなと思っけています。

その意味で、11ページのこの表ですね、先程から話題になっけていますところを拝見すると、私自身は、ここで言っけているのは、CCUにそんなにCO₂削減を期待するのは非現実的であるというのがこの表の結論なのではないかなと思っけております。そうでないと、やはりこの図で、微細藻類でこれだけの面積の池をつくるというのは非現実的だと思っけていますし、ここで藻体としてCO₂が固定化されているという形になっけていると思っけていますが、これで藻体で固定化されたということは、つまり、藻類をどこかに積んで置っけておかなきゃいけないということでもありますので、やはりCCUというのは、あくまで有用なものを作ることであって、そこでCO₂削減に対して余り大きな荷を負わせるべきではないんじゃないかなと思っけていますので、そういったことも含めてCCUの定義づけというのははっきりしてから議論したいというふうになっけています。

以上です。

○柏木座長 分かりました。確かに少し細分化して、もう少し大括りにして、その中でこの物質と、3種類だったら3種類に分けた中で細分化していった方が分かりやすいかもしれませんね。分かりました。

CCUというのは、これはまだ例ですよ、藻類とか。本来NESTIではもうちょっと違うこと書いてありますよね。プラスチックを作るとか、あるいは、これは人工光合成書いてありますけれども、植物工場なんかのところはCCUになるわけですから。そこら辺は今まだパートを出すというのは確かにCCUかもしれませんが、この定義はやはり総合科学技術・イノベーション会議ですから、久間先生が発表して行くわけで、そのときに余り支離滅裂だったら困るので、万人に分かるように書いておくというふうにしたいと思っけています。御意見として今承っけておきます。

それでは泉井さん。泉井さんの後、田中さんで。

○泉井委員 では、簡単に2点だけございます。まず1点目が、System of Systemsについて、第1ステップとして、エネルギーの中でのサブシステムを組み合わせたと理解しておりますけれども、今後、先程、地球環境情報プラットフォームのお話でござましたけれども、いわゆるモビリティ、すなわち次世代自動車等がありますので、これを是非追加していただきたいと思っけています。

2点目は、先程、CCS、CCUのところであつたんですけども、これ、主たる物質、情

報、エネルギーの流れが書いてあるわけですが、先程、斎藤先生からも御指摘ありましたように、例えばある合成をするために必要なエネルギーですね、最終成果物ではないとしても、その合成に、例えば多大なエネルギーを要する場合だけで結構ですので、それを点線等で書き込んでいただくと、エネルギーの流れがよく見えるのではないかと思います。この図は、各省施策の抜けがないかを見るために、論理的な関連だけ書かれているわけですが、やはりそれを作るためにエネルギーを大量に使うケースの関連も忘れないようにということで、是非お願いしたいと思います。

以上2点です。

○柏木座長 分かりました。コメントとして伺います。

○田中構成員 すみません、何か柏木先生の方がまとめに入られている中恐縮ですが、泉井さんや斎藤さんの御意見と関連したところで申し上げます。CCUについてです。CCUがCO₂固定化の先に、CO₂の削減とかの延長に出てくるときというのは、必要なことというのはやはり、CO₂を使って製品や何かを作って、それが社会の中で長く存在していられるときというのが、初めてある意味CCSと違った、違う意味での固定化につながるという意味のあることだと思います。CO₂が最終形態であり、その出し尽くした後の形のを元に戻すのであれば、当然エネルギーを使うことになるというのは正におっしゃっているとおりです。ですから、その元に戻すエネルギーを使って、燃料を作って、またすぐ燃やしてしまうようなことをしてしまうと固定化としては全く意味がありません。その辺りを気をつけてこういったところに載せないと、何を議論したいのかよく分からなくなってしまいます。途中経過の資料かもしれないかもしれませんが、なんらか外に出るところがありますので、是非気をつけて作っていただかないといけないかなと思います。

それで、細かい点なんですけど、11ページの微細藻類も、こちらの数字を一見すると固定に寄与しているように見えますが、これは、おそらく培養エネルギーと比べているんだと思います。詳細見ていないので分からないのですが、何年か前から内閣府会議で発言させていただいているんですけども、詳細にプロセス設計した計算例を見てみますと、乾燥などいろいろなプロセスが他にも存在するため、プロセスをどううまく見ても、今の微細藻類からの燃料への転換効率が通常の想定以上にかなり改善されないと、メリットが出てこないということでした。ですので、こういったところに載せるとき、もっとその辺を気をつけてチェックしていただけたらうれしいなと思います。

以上です。

○柏木座長 分かりました。私もこの微細藻類は問うたんですよね。なかなかテーマバックできないんですね。それでバリューチェーンで連鎖的に、例えば高価な化粧品だとか医薬品だとかというのがまずできて、その後でエネルギーで使っていくとか何とか。それは天日で乾かして。そうすると、ある面積で、例えば海洋。普通の陸上の場合、藻類のある事例でやるというのは、やはり固定化のスピードは10倍ぐらい違うということがあるので興味はあったんですけど、なかなか単発でエネルギーだけでやってもうまくいかないの、そこら辺も考えていかなきゃいけないなと思います。

ここは、ですから、どんどんと二つ三つぐらい出しちゃって、これでCCUかと言われると、多少疑問点が付けられるといけないから、慎重にもう一度よく考えていく必要があると思いますね。

今、田中委員おっしゃったような、何かの物に固定化できて、それが長く存在する物質であって存在して使われるということであれば、一定量のニュートラリゼーションができていて、こういうことも含めた上できちっとした定義を考えて。今までCCUSという、これもUでSですからね、ここら辺は今後の定義の問題ですから非常に慎重にやらなきゃいけないことだと思います。

ほかに如何でしょうか。

○高原構成員 変動型再生可能エネルギーのところで、先程、泉井様の方からモビリティにもという話があったんですけども、あるいは現状でいくと発電の気象要件のという話があったと思うんですが、この6ページの絵を見ますと、そういったエネルギーの流れがあるんですが、モビリティにもエンドの蓄電体として利用していこうとなると、矢印が当然双方向になっていくと思うんです。帯域的な蓄電能力をIoTでとっていくというようなことも必要になるかと思しますので、そういう観点を是非入れていただければと思っています。

○柏木座長 分かりました。

○中山構成員 先程申し忘れました。CCSについてですが、課題として10ページの方の国内貯留ポテンシャル、適地探査技術、低コスト化技術が挙げられており、他に足りないものはないかという話だったんですけども、実は、我々、CCSを必要に感じている者から申し上げますと、回収と貯留の間に「輸送」があるんです。輸送もなるべくコストをかけないで、なるべくフレキシブルな形で考えなくてはいけないと思っていますので、まず9ページの図の間に、貯留と回収の間に「輸送」を入れていただきたいということを一つ要望します。あと、やはり今不足しているところというと、排出源からの回収、輸送、貯留という一貫したコスト試

算、そして実証実験が必要です。やはり苫小牧で実証試験中のパイプライン輸送だけだと排出源イコール貯留地点という地点の制約になりますので、もっとフレキシブルな船舶輸送での実証プロジェクトをやっていかないと、社会実装まで結びつかないんじゃないかなというふうに感じております。

○柏木座長 分かりました。確かに回収してどこか輸送して行って貯留ということになりますから、即輸送なしにその場でアライアンス組んでできちゃえばそれにこしたことはないんですけど、一応三つに分けて、これがないともう少しトータル、ライフサイクル・エネルギーバランスも良くなるし、CO₂バランスも良くなるとかそういう考え方を入れる必要があると思います。

どうぞ。

○魚崎構成員 1点追加しておくことなんですけど。先程言われたことの追加なんですけど、化学プロセスの日本における石油化学、最盛期は1年で年間700万トンぐらい作って、今は年間50万トンぐらいまで落ちているのですが、この億トンという話とはかなり違うんですね。ですから、有用なケミカルをどんなに頑張っても、CO₂の削減とはほとんど影響がないというレベルだということは十分認識しておいた方がいい。

○柏木座長 分かりました。

これは日本を対象にしているんですよね。NESTIは世界のを対象にしたんですけど。

○鷹嘴ディレクター 今のところは日本の姿を。

○柏木座長 これは日本の姿。そうすると、日本の全体のいろいろな産業の生産量、鉄鋼だとか。それと、この処理量との、あまりにも桁が違うんじゃない意味がないので、そこら辺も考えに入れておくという。どんどん時間経つと増えていくばかりになりますから、収集不可能になる可能性がありますけれども、それをどんどん入れて行って、できるところで収れんさせてこの報告書を作っていくという方向性を出していくということに。

その中で、だから、選択と集中があるんだと思うんですよね。一番リアリティのある手法というのは何なのかというのは。我々、化学品というのは、最近でもNESTIなんかは2050が化学品等を作ると書いてありますからね。ただ、それはあまりにも桁が違うんじゃない。幾つかの重ね合わせれば全体の排出量の何割がこういうCCUの定義をしながら固定化できるということも考えなきゃいけないと思います。

とりあえずここぐらいまでにさせていただいて、これは後でもう一度全部、今日出た御意見を整理させていただきたいと思うんですよね。それで、この図の中に取り込めるような形で

きる限り努力をする。ですから、サーキュレーションみたいな形で双方向でいくのか、ループみたいな形に書き直せるのか、それからいろいろな情報のラインであるとか、いろいろなエネルギーのラインであるとか、CO₂を含めた物質のラインであるとか、コプロ的なラインも何となく統一した考え方で書いて、そしてその中を少しずつ細分化して分かりやすく書くということこれからやらせていただきたいと思いますので。

先に進めさせていただいて、最後に久間先生の御意見もお伺いしなきゃいけないので、三つ目のシステム、地域熱電併給、日本版シュタットベルケというやつでしたから、非常に私も興味あるところで、この説明をしていただいて、あとまたこれも含めて総合的にお話をしたいと思いますので、よろしく願いいたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、資料3の12ページ以降になります三つ目のシステム、地域熱電併給システムにつきまして、西尾様より御説明をお願いいたします。

○西尾氏 それでは、資料の13ページ目を御覧ください。

先程、再生可能エネルギーの利用最大化といったようなところの観点で、基本的には系統をある程度イメージした大きなものというところで考えていたようなものを、更に地域レベルで実装するということを想定しまして、その土地ごとの適性であったり、再生可能エネルギーのポテンシャル等を勘案したシステムを設計するという観点からこちらの方をもうちょっとまとめさせていただいております。

図の見方としましては、先程のものと同様でございます。

左に、先程説明漏れていましたけれども、サービスというところで一応見守りであったり地方創生といったようなサービスのことについても記載がございます。というところで、こちらの方はまた個別の事例によりまして記載がございますので、そのときの参考に御覧いただければと思います。

メインテーブルの皆様方には、技術間連携を含む各省事業ということでの資料もお付けしてございます。

それでは、14ページ目の方を開けていただけますでしょうか。

各都市の再生可能ポテンシャル整理ということで、各市町村の風力あるいは太陽光、バイオマスといったようなものについて、これは環境省さんの報告書、あるいはNEDOさんの報告書をもとに集約してまとめていただいた資料になってございます。

各都市の再生可能エネルギーのポテンシャルとして太陽光、風力といったようなものがどういったところにあるか、どれぐらいの量あるかというところをマッピングしたのになってい

ますが、青いプロットが太陽光についてのデータ、それから赤いプロットがバイオマスのポテンシャルを示してございます。

北海道は風力のポテンシャルが非常に高い。建造物が多い都市部は、いわゆる屋根置き太陽光のポテンシャルというものが加味されていて非常に大きなものになっているという特徴がございませう。

このデータを見たところから、幾つかのモデル都市を選定として、三つのタイプの再生可能エネルギーポテンシャル別エネルギーシステムというものを今回案という格好でお示しさせていただきます。

まず15ページ目、めくっていただきまして、地域熱電併給システムの中で太陽光発電ポテンシャルの大きい都市ということで、札幌が適当かというところはありますけれども、札幌市をモデルとした分析についてお示ししてございます。

左側の分野別エネルギー消費量、それから消費量の内訳というところを御覧ください。

寒冷地ということもありまして、熱の利用というものが非常に大きいということが見てとれます。エネルギーの消費量は、再生可能エネルギーのポテンシャル量よりも大きい。余剰電力は少ない。さらに、水素製造向けへの需要というものはちょっと小さいのかな。あと、太陽光ポテンシャルに対応する蓄エネルギー技術が必要。それから、熱消費量が大きく、蓄熱技術が必要というような分析をしてございます。

実際には季節感の変動であったりとか、ほかの要因というものも入ってくるかとは思いますが、こういった分析をさせていただいた上で、先程の図ですね、太陽光導入ポテンシャル都市ということでのフローを16ページ目に示させていただいております。

基本的には、現状、化石燃料を中心としたエネルギー供給になっているということが見てとれます。

蓄電技術の活躍の場が小さいというところではありますけれども、熱の有効利用というものが省エネルギー、CO₂排出量低減といったところに大きく貢献できるシステムということができるとは思わないかと考えております。

ページをめくっていただきまして17ページ目になりますが、こちらにも北海道の事例になりますけれども、こちらは風力でのポテンシャルの大きいところ、都市といいますか、大きい地域ということで挙げさせていただいております。

すみません、私、地名が読めないことに気がつきました。

今回このデータが非常にばらついているということもありますけれども、消費内訳が若干細

かくいろいろと書かれております。基本的には、こちらも寒冷地ということで熱利用というのが大勢を占めるということが分かります。現状のエネルギー消費量は、再生可能エネルギーのポテンシャルよりは小さい。再生可能エネルギーによるエネルギー供給が過多となっているということもあって、蓄エネルギー技術での対応といったものが必要といたしますか有効と考えられます。また、熱消費量への対応としての熱供給というものが必要になるということであろうと思います。

先程の札幌の事例と比べましても、いわゆる燃料利用といったところを代替することができるような状況になっていることを示しているかと思えます。

18ページは、風力発電による有効利用といったもので変動幅が大きいものではありませんけれども、余剰電力に頼る系統設備が必要といったような課題が浮かんでくるかと思えます。

三つ目ですけれども、19ページ目を御覧ください。

これは、バイオマス発電ポテンシャルの大きい都市ということで、福島県の伊達市を一つの参照ということで提示をさせていただいております。

分野別のエネルギー消費量を見ていただきますと、産業の内訳としての比率が高い。電力の消費量が非常に大きいというところが見てとれます。バイオマスは一定量入るところであります、全体のポテンシャルに対しては小さい。エネルギー消費量が全体としては多いということですね。太陽光ポテンシャルに対応する蓄エネルギー技術というものがやはり効果を発揮するところである。余剰電力につきましては小さいということもあって、水素製造向けへの需要は小さいといたしますか余り期待できない。熱消費量は比較的大きく、蓄熱技術といったものも重要といたしますか必要であろうというような分析をさせていただいております。

これをまた先程のフローの中に落とし込みますと、20ページ目のような事例になってございます。

バイオマス自身の適地ということではあるんですけれども、自立するというところまではいかないかと。地域規模の発電技術として一定の役割を果たすということを期待するような都市であるというふうに位置づけられるかと思えます。

地域熱電併給システムとして幾つか特徴のあるところから課題といったものが浮かび上がってくるのではないかとということで、こういう整理をさせていただきました。

資料の方の説明は以上にさせていただきます。

○鷹嘴ディレクター ありがとうございます。

ただいま御紹介いただきました地域熱電併給システムの論点（案）といたしまして、21ペ

ージ目に記載してございます。

今回は三つの再生可能エネルギーに焦点を当てておりますが、実際は地域性によりまして大変多様なエネルギーシステムが予想されます。これらのシステムの多様性についてコメント等ございましたらお願いいたします。

また、再生可能エネルギーの普及により熱エネルギーの用途についての課題が浮き彫りになってくるのではないかと考えておりまして、記載しておりますように、中低位熱の有効利用について御意見を頂ければと考えております。

さらには、Society 5.0の視点でも御意見があれば、よろしくお願いいたします。

事務局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、今の事務局からの御説明、それから西尾さんからの一つの例示、3点目の熱電併給システムについて、今おっしゃったヒートカスケードの様な観点も含めて、一応今は3の地域熱電併給システムに着目して御質問いただいた後、全体の御質問に入りたいと思います。如何でしょうか。

○斎藤構成員 単純な質問なんですけど、西尾さんがやられたこのシステムで、これは地域で自立している絵になっているのでしょうか、それとも外とのやりとりはあるのか、エネルギーバランスとして。

○西尾氏 完全に自立できるかという、できていないというのがお答えになるかと思うんですが。要は、もともとそういう使えるもののポテンシャルとしては高いんだけど、それが足りているか、足りていないかということも含めてそのままここに記載してしまっているという形になっています。要するに、自立できるということを前提に書いたものにはなっていないです。

○斎藤構成員 足りていない部分というのは、どこを見ればこれは分かるんですかね。ここだと、ぱっとは分からない。

○西尾氏 そうですね、これだと書き切れていないという部分はございます。もちろん電力等々で供給されているものが裏にあるということで、それをバランスとして書き込む必要があるということにはなっていると思います。

○魚崎構成員 札幌市が太陽光発電ポテンシャルが大きい都市となっておりますけれども、これは例えば冬季は、単純に日照時間で計算している。つまり、雪が積もるんですね、札幌は。雪が積もった後に快晴になるケースが多いんですけれども、雪が積もっていると発電量は完全

にゼロなんですね。ですから、住んでいた人間としては、その辺が何となく違和感があり、そんなに太陽光に恵まれているのかなという気がします。

○西尾氏 すみせん、説明の中に言葉を少しだけにじませたつもりではあったんですけども、季節感の問題だったり天候の問題といったものは、この中ではまだ反映できていないものになっています。単純にこれは日照的などところからの推算になっているということは事実です。

○魚崎構成員 温度が低いから効率は高いんですけど。

○西尾氏 はい、ありがとうございます。そういった意味で、どこがピックアップして評価するのにちょうどいい情報もあるかどうかというところで、すみません、今回の札幌というのは、情報を取りやすかったというところも含めてで今回取り上げさせていただいたので、札幌が本当に適しているぞという提案をするために作ったものではないということは御理解いただければと思います。

○田中構成員 重要なコメントでもないんですけど、今の話に関連して気になったんですが、札幌市もそうですし、伊達市を選んでいらっしゃるんですが、最初の14ページを見て、こういうのを見たから、こういうふうなポテンシャルが多いところを選んだというふうに聞こえましたが、何か選定の理由がよく分かりませんでした。伊達市はどちらになるのでしょうか。

○西尾氏 そうですね、こちらの方にちゃんと書き切れていないですね。

○田中構成員 例えば太陽光のポテンシャルですが、なるべく大きくて、しかも余りやすそうな都市というと、むしろ富山市辺りではないのかと思ってしまうので、見せたいところに適したサンプルを選んだ方がいいかなと思います。また、先程、斎藤様でしたか、御意見がありました。購入電力と外とのやりとりが分かるようにするには、円グラフよりもフロー図みたいな形にし、一方がこのフロー図の形で、途中で組み合わせさってもう一方へ行くような図が見やすいのかなと感じます。

○西尾氏 すみません、そうですね、情報としてどれだけのものが取れているかということもありまして、その中からこういう図化しやすいところを選んでいるというのが一部実態ということで、この後もう少ししっかりと評価をするようなことをしていきたいなとは思っています。風力に関しては一番大きいところから取ってきたような格好にはなっておりますけれども。

札幌も、これでぱっと見ると確かに余り大きいようには見えないというところもありますが、情報量の問題というふうに御理解いただければなと思います。

また外部とのやりとり、その全体でのエネルギーのバランスというものについてがしっかり見えるようにするというのは、今後の課題になるかと思っています。

○泉井委員 地域熱電併給システムについて、現在、太陽光と風力とバイオマスを類型として選定いただいています。地域熱電併給システムをなぜここで考えるかという位置づけに立ち戻って考えれば、将来は、太陽光についてグリッドパリティが達成されると思うので、非常に値段が安くなります。そうしてみると、系統から買うより、自ら発電してしまった方が安く、かつ、地域で電力が余るケースも発生する。逆に足りないケースもありますけれども、余っているケースが多くなるということがあって、一方で、先程の1番のところの変動型再生エネにありましたように、非常に大きな変動要因があるので、なるべく地域でできるだけバランスをとってください。どうしても駄目だったら系統で面倒を見ます。ですから、余っていて困る課題を解決するのと、余っているので、これをどうしましょうというケースと、それから、なるべく地域の中でバランスをとって、なるべく系統にみんなに変動を与えないようにする。多分その二つの課題を解決し、かつ地産地消に資するようにしたい。すると、太陽光と風力は変動型電源なので、それを一つの類型として、その他にまだ導入量は少ないんですけど、バイオマスと地熱も結構あるケースがあるわけですし、これらは安定型電源で、年間で発電出力が一定している。つまり、変動型電源と安定型電源でファンクショナルに類型を分けることもあり得るのではないかと思います。何を目的に類型を分析してアウトプットにするのかという、そこが課題とも思います。

○西尾氏 ありがとうございます。御指摘を頂いた点も、ほかの有識者の皆様方からも御指摘を頂いているところでして、ちゃんとこれは今後の課題としてそこに付加して情報としては上げていくというところかなというふうに思っております。

あと特にバイオマスに関しましては、農林水産省さんを中心として、バイオマス産業都市であったりとか幾つかの取組がございますので、そういったところの情報も加えていくと何か新たな観点が出てくるのではないかとこのところも踏まえてこういったところでも取り上げ始めたというところだと御理解いただければと思っております。

○浅野構成員 まず3なんですけど、今の泉井さんの問題提起で、やはり変動型再生可能エネルギー利用システムと連携するべきで、DRも、正直これからは需要削減と書かれていますけど、そうじゃないですね。上げも含めて、いわゆる調整力の原資としてのDRが地域エネルギーシステムの中に内在化しているので、それをいかに引っ張り出すかという技術と制度を多分提案されるのいいかなと思っています。

それで、先程、気象の話とかありましたけど、ちょっと1も絡めてよろしいですか

○柏木座長 いいですよ。

○浅野構成員 1の、次回以降、省庁から紹介があるかもしれませんが、7ページの一番上の文科省のCRESTが、これが正に気象データを出発点にして風力とか太陽光の出力予測をして、系統のマネジメントもやるし、需要家のマネジメントもやるし、しかも、電動自動車とかプラグインハイブリッドも入っているので、走行データを使って充放電の最適化をやるとかという、いわゆるシステム間連携が始まっている。ただ、理論なんですね。これは、だからデモンストレーションをやるわけじゃないので、理論の研究です。

それから、下から三つ目のエネ庁、電力系統出力変動対応技術、これは正に北海道とか東北に置いてあるウインドファームのデータを取って、かつ気象庁も入っているので、いわゆる気象数値モデルから始まって、これも風力のランプ予測を行って、系統の需給制御を行って、最後は、例えば北海道だったらバイオマスのガスのコジェネの排熱を蓄熱に入れるとか、あるいはガスホルダーの容量を変えることによって、蓄電池よりゆっくりした長周期の変動をとるとかということを目的としたプロジェクトで、そういう意味ではある程度省庁で着手しているものもあります。これは情報提供ですね。

○柏木座長 浅野委員のところだと、この図を見て、例えば我々が今ずっとやっていた目的関数を置いて、CO₂ ミニマムだとか化石燃料系も入れてありとあらゆるシステムが入ってきて、ダイヤモンドリスボンスの影響も入ってきて、CO₂ をミニマムにするのか、一次エネルギー投入が、例えば自然エネルギー系のものを最大限にするのか、あるいは化石燃料を最小にするとCO₂ になると思うんですけど、この最適計算を行うチャートになれば、それぞれの省庁で走っているこういうシミュレーターというか都市シミュレーターそのものですよね。これに使えるようにするのが一番、そのチャートを提示すればモデルケースとしていろいろな人がそれを持って目的関数はこれでやれとか、それは浅野先生のところでも随分やっていたんじゃない。そこら辺のコメントがあると一気通貫で、例えばこれとこれを組み合わせて目的関数はこうで。だから、最適化計算ですよ。それがどうにかできないかなと思って見ていたんですけど、どうやって使うかを見ていたんですけども。

○浅野構成員 それはむしろ27日のシステム基盤技術検討会の方でエネルギー需給データベースの話の中で詳しくされるかもしれませんが、今一番問題なのは、結局、経産省とか国交省が持っている公的なデータもあるんですけど、やはり小地域データがないんですね。メッシュとかグリッドとか、気象もそうなんですけど、お客さん側もそうで、究極は、配電のどの線に太陽光がつながっているから、どれだけ需給制御しなきゃいけないかという、そういう地図情報までいってというところがないので、正にそこがビッグデータの領域で、車も多分そうだと

思いますけど、そこが一番のフロンティアになっていますね。データがないので今のところは実証事業のある小地域モデルしかない。それでどれだけCO₂が減らせるかとか、バッテリーの容量を減らせるかというケーススタディしかなくて、日本全体でどうかというのは、まだそういう統計データベースがないという状況だと思います。それをいかに安く集めるか。例えば車をプローブセンサーにするとか、電柱にぶら下がっているいろいろなIoTセンサーを使うとか、その辺を集約するのがこの大きなミッションかなと思っています。データベース構築の話です。

○柏木座長 分かりました。

ほかに全体を通して。

○高原構成員 今、日本全体のというキーワードも出たところですから感じるところとして、地域未来において、エネルギーのマネジメントシステムというのはこれからも当然重要なところでありまして、その中でいま一度変動的な要素がある、あるいはかなり安定的な要素があるというものは別にしても、地勢学的にエネルギーはこの地域はこうだというのがある程度見えてきているわけですので、そういったエネルギー視点での都市計画という視点をもっと入れるべきではないかというふうに今日聞いていて感じました。

というのも、少し自動運転の話をさせていただきますと、アメリカで今自動運転の、トランプさんが大統領になられたという影響もあるのかもしれませんが、彼らがやろうとしていますアーバンプランニングというよりはサブバンプランニングで、自動運転により人がより安定的に安心で遠距離移動できるようになる。都市はもっと大きくすべきだ。国土開発をもっと大きくしようという行き方について、日本はどちらかというと、少し縮んでシュリンクしていったコンパクトシティについて、ハブ・アンド・スポークで、そのスポークのところを自動運転に使おうと、全く発想が違うようなことになっていて、自動運転というレイヤー一つとっても都市計画の在り方が大きく変わっていきますので、そういうところを見据えていくといいんじゃないかなと感じております。

○柏木座長 なかなか……。結局これ、事務局としては、こういうチャートを出しますよね。このチャートをどういう形で広くいろいろな人が、研究者が、我々のエネルギー戦略協議会の中で出してきた、スマートコミュニティ配分ゼロというと、やはりサイバーレイヤーと物理レイヤーとうまくお互いに機能するということは、最適解みたいなものを、さっき言ったように、目的関数みたいなものがあって、いろいろなシステムが、ありとあらゆるものがあって、自然エネルギーもビッグデータもあって、需要もあって、普通は需要まで与えて計算していたんです

けど、今度需要もインタレーションして変えられる。ただ、全体の量としては決まるけど、時間的な融通はきくような形で何か条件を与えて、そういうのが、研究者が見て、これはうちもここの範囲だったら計算ができるとか、最適解が出せるとか、そういうのを提示していくということをするのか、あるいはもっとラフな全体の今あるシステム、いろいろなシステムがあるものをできる限り散りばめて、ある程度の賦存量みたいなのをここに描き、あとの最適化の計算は、それぞれ自分の思うアルゴリズムで計算させるとか、あるいは実証させるとか、まちの中で実証していくとか、どちら方向で行きますかね。

○鷹嘴ディレクター その点につきましては、先程、浅野委員からもありましたけれども、なかなかデータが集まらないということもあるかと思しますので、研究者がやれるような範囲でのシミュレーションみたいなのも、そういうデータも必要になってくるのかなというふうに感じておりますので、まずは地域ごとがいいのか、日本全体で対象にした方がいいのか、その辺も含めて、先程も御意見ありましたけれども、1と3はつなげて考えていくべきであるとか、自動車を入れていくとか、そういう作業をしていきたいというふうに考えております。

○柏木座長 今まで1、2で御意見いただいて、それを整理するんですけど、3についてまた御意見いただいて、今、浅野委員から1、2も含めて御意見を頂いたわけですけども、我々としては、この1年間の間で何らか形のある成果を出していきたいとは思うわけで、そうすると、三つを並行してやっていくのはもちろんいいことなんですけれども、やはりSystem of Systemsとずっと言っているわけですから、2というのは出てきたものをプロセスするわけで、どういうランキングで我々がこれから進めたらいいかという、ここら辺の御意見が。今、事務局からは、ちょっと見ると、1と3というのは地域エネルギーの中の、電源がローカルエネルギーを取り込むという形で考えると、1と3は比較的System to Systemで組めそうだなと。2は、その後少し遅れても後付けでできるかなというような御意見だというふうに私は思いますけど、そこら辺のお考えを少し。全部並行してやるか、少しプライオリティを持ってやった方が、やはり時間的にははっきりすると思いますね、ばらばらしないで済みますから。あるいは一つか、一番最初これをやってから次これやれとかという御意見もあるかもしれませんが、今後の進め方というのは、そこら辺が一つのポイントになりますので、そこら辺のところ御意見があったらお願いしたいんですけど。

○武田構成員 今日挙がっているシステムをまた組み合わせてSystem of Systemsにするという話はあるかもしれないんですが、せっかく三つのSystem of Systemsを提起したわけですから、まだやれることは幾らかあるような気がして伺ってい

まして、一つは、今日のシステムの中にコンポーネントとして過不足はあるかという、そういうお題を最初に言われていたんですけども、過不足を論じるためには、そのシステムが全体として何をどうしようとしているのかというのが定義されていない限り、過不足って論じられないと思うんですよ。それで、それを今日羅列された各省庁の施策を見てもどこにもきつと書いてある話ではないと思うので、何かは決めないといけない。それを、例えば我々が分析しましたエネルギーの上で、このSystem of Systemsは、ここを、世の中をこう変えるんだというのをぐっとにらんで、誰かが現実的な過程を積み重ねて定義して、その上で過不足というのをきちっとやって、それで、今日議論にありましたCCUというのは、やはりそれにはかかり過ぎだよねとかいろいろなマクロ内議論に持っていったらこの場はどうかという気がいたしました。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。

ほかに如何でしょうか。

○武田構成員 なければ、もう一回全然違う話で。冒頭申しました九つの会の間の連携というのはエネルギーを中心としたという話だけじゃなくて、9×9のマトリックスのそれぞれの要素があって、何か具体的に起こっていることがあれば、それを俯瞰（ふかん）すると、この専調ですか、この全体の活動が有機的につながっているという非常に、我々省庁連携という話ばかり言うんじゃないで、我々の中でもいろいろな有機的な連携が起こっているという、そういうきれいな図になるかなと思ひまして質問させていただきました。

○柏木座長 分かりました。

ほかに如何でしょうか。

○中山構成員 優先順位の話をおっしゃっていたんですけども、私は基本的にどれも大事だと思うんですけども、時間的な順位というのはあるのかなという気がします。

○柏木座長 私のは時間の順位というふうに考えてください。どこからやった方が早くまとまりやすい、目に見えた成果が出やすいかということで今、私の伝わっていなかったかもしれませんが、そういうつもりです。

○中山構成員 ということでしたら、やはり1番の変動型再生可能エネルギー利用システム、こちらは、今いろいろなルールとか運用について広域機関で、電力市場の設計と併せて議論が進んでいっているところですので、これはゆっくりやっているとやっている意味がなくなってしまうという意味では、時間的な意味で最優先ではないかなと思います。

NESTI 自体は、2050年の実現を目指すようなイノベーションだと思いますけれども、やはりエネルギー利用システムというものは、今までなかったものを作っていかなければいけないという意味では早く着手して、2050年までに完成しておいて、そのときのエネルギーの需給に合った形にまた改善しなければいけないと思うので、やはりこれが一番じゃないかなと。

もう一つ、やはりCCSとかCCUというのは、もっと時間をかけてじっくりやっていく。すぐに結果が出るものでないということからも、そういう性質のものなのかなという気がします。

さっき浅野さんおっしゃったように、3番目の地域熱電併給システムというのは、1番のDRの構成要素の一つだという位置づけはあるかもしれませんが、私はやはり何でもかんでも入れようと思うと1番に入ってきてしまうので、分けてやった方がいいのではないかという気がします。やはり見ている領域があまりにも違い過ぎるという意味で。

○柏木座長 分かりました。ありがとうございました。

ほかに如何でしょうか。

○田中構成員 余り意見ということでもないんですが、皆様がお話しにならないのでちょっとだけ考えたことを申します。今後は社会実装が大事だということで普段業務を行っている中、自治体の方のお話を聞いたり、あるいはそういう方々の取組などを目にするがあります。その観点では、2050年ではなくて足元からやっていくようなところという、優先順位みたいなところを見ていかなければならない中で、自治体の方々にやる気があるところというところの先進的な取組というところを注視しながら進めていくというのはひとつ大事な流れだと思います。ただ、内閣府のこの場でどれぐらい、どういうふうには後は主導して話し合っ、うまくそういう動きとマッチングするのかというのは、正直イメージがまだ湧いていません。是非そういったことも、つまり三つ目の黄色い地域熱電併給システムという話は正にそういうところに絡んでくると思いますので、ここでの取扱いをどうするかといったところを見据えながら、会議の全体の流れがはっきりすると思います。

例えば、今、結局やろうとすると、今回、西尾さんに御説明いただいたような、こういうところをある都市でやる場合どうですかというケーススタディをまとめるみたいな感じになってしまいます。どういうふうにはこのような場にうまくインプットして広範に汎用性の高いメッセージを出していくのかといったところとうまく連携するのは工夫が必要です。その辺りの進め方なども今後もう少し考えていけばいいんじゃないかと思います。

○柏木座長 ありがとうございます。

○斎藤構成員 ちょっと見方を変えて、例えばエネルギーシステムでLPモデルの考え方である程度定量的な答えを出していくという、非常に作業ベースのことを考えると、1番というのは、いわゆるオールジャパンモデルで一つ解けば答えが出てくる話だと思うんですが、そのオールジャパンで解けたとしても、それを地域で積み上げていったときに、それがちゃんとフィージブルになっているかどうかというところの検証が必要になってくる。そういう意味では、1と3を組み合わせる必要があると思うんですね。

たまたまこうやって拝見しますと、じゃ、3番のやつを全地域にわたってこういう答えを出して、それで1番との整合をするかというところ、それも大変だなと。

拝見していると、この3番も何かパターンを三つに分けられているので、やり方としては、日本を三つのパターンに大きく分けて地域の解を導いた上で、あとは地域で充足しているのか、外とやりとりしているのかということに視点を置いてオールジャパンモデルみたいなことをやると、何となく数字は出てくるなと、絵は描けるなという感じはいたしました。

○柏木座長 分かりました。ありがとうございます。

ほかに。

○魚崎構成員 優先順位とかそういう問題とはまた別なんですけど、さっきからこだわっているCCUのところなんですけれども、CCUについても、エネルギーのやりとりをきちっと本当は考えなきゃいけないくて、最終的にCCUで人工光合成を使われたら、CO₂が何かに変わって終わりみたいな感じですが、例えば有用物質を作るとしても、別のルートで有用物質を作る場合と、CO₂を固定して作る場合とでエネルギーが本当に得なのか損なのか、CO₂を固定するためにもっとエネルギーが要るんだったらやめた方がいいわけですから、そういうトータルのエネルギー量を考えていく。先程も輸送の問題ありましたけれども、大体この人工光合成の普通の実験をしている人たちは、完全飽和、100%のCO₂のフローの実験をしているんですけれども、それは濃縮プロセスの問題もありますし、できたものを分離していくプロセス、それから、水をどこからどう持ってくるんだというようなことも、いろいろなことを考えずに効率計算はされているわけですから、本当のエネルギーの流れを、このCCUの中でもやっていくということは大事ではないかと思えます

いずれにしても、量的なことはさっき言ったようなことなんですけれども、一部でも役に立つようにするにしても、そこがないと本当の議論にならないんじゃないかと。

○柏木座長 ありがとうございます。

あと1人かお二人か御意見いただいて、もうそろそろ時間なものですから。よろしいでしょうか。

なかなか答えは出ないんですけども、ただ、時間的にやはりなるべく目に見える System of Systems を示していくということになると、やはりメガインフラの中にこういう変動性のものが、もう2030年で20とか30とか下手したら入ってくるわけですね。そうすると、やはりもう基幹電源として捉えざるを得ないわけで、それをどういう形で、そこには車のバッテリーの問題とか Vehicle to X モデルも入ってくるような形で、オールジャパンクラスでいいと思うんですけども、1というのは、やはりプライオリティは高い。こういうことに関しては、それほど異論はないんじゃないかと思います。

それで、三つの方は、これは地産地消ということで、もう既に地域電力みたいなのがたくさん出ていますし、デマンドサイドの話になりますから、主にデマンドレスポンスをベースにしながら。日本のレベルという話になると、デマンドレスポンスというのはローカルレベルの方がリアリティがあるような気がしてしまっていて、デマンドサイドをベースにしながらデマンドレスポンスを考慮し、そこにあるローカルエネルギーをうまく取り込みながら、熱電併給システムでヒートカスケーディングとかそういうシステムを入れながら、LPで解くにしても何にしても、解けるようなアルゴリズムのマッピングとかフローチャートを用意して、地域地域によって、これは三つに分かれていますけれども、複合型だとか単一型だとかいろいろなのがあると思いますから、そこら辺を分けて、これはだからデマンドサイドよりうまくやれば、それを積算すれば本来は1のものと、1の上位系の大規模電源と分散型電源とが不安定性を取り込むような形の1のモデルにある程度収れんしていく可能性も秘めているということで、順位としては1と3をある程度並行的にやって、リンクを考えられたらリンクも考えられるような大きなチャートを用意しておく。

2に関しては、これは中山委員もおっしゃっておられましたけれども、魚崎さんもそうですけれども、これは少し長期的で、今、化石燃料はなくなりませんから、当分の間は使っていくわけですね。ですから、CO₂のプロセッシングというのは定義もきちんと日本でした上でCCU、CCS、定義をきちっとした上で幾つかの例を、本当にリアリティのある形での例をNESTIになぞりながらちゃんとエネルギーバランス、あるいはCO₂のコストが徐々に明確になってくると思いますので、そこら辺はこのぐらいのこういう商品への転換だったら、今のCCUというのはまだフィージブルだとか、こういう長期的な目線でそれぞれ条件をきちっと決めた上で、決して遅くやるというわけではなくてじっくりやる。だから、どこまでできる

かは分かりませんが、プライオリティをつけるとしたら、そういう方向ぐらいでつけておかないと、なかなか全部が走ってはいけないような気がしましたので、どうも皆さんのお考えはそんなようなことじゃないかなと思います。先生、どうですか。

○久間議員 皆さん、活発に議論頂きましてありがとうございます。

特にこの三つのシステムに対して手弁当で集まり検討いただいた方々、本当にどうもありがとうございます。

本協議会の議論の目的は二つあります。一つ目は、将来のエネルギーシステムのあるべき姿について議論するということ。二つ目は、来年度の総合戦略に向けた短期計画を作ることです。どちらかというとならば後者の、来年度の総合戦略に向けた議論を中心にしたいと思います。

三つのシステムを提案してきましたが、私はこの中で1番と3番を具体化していくことが、本協議会の目的に合っていると思います。2番は少し時間をかけてもいいので、NESTIで議論してもいいと思います。

このようにSystem of Systemsの具体例を絵に描いて議論ができるようになったことは、大きな一歩だと思います。

次のステップは、それぞれのシステムの最適化を探らないと、各省もこれを推進していいかどうか分からないと思います。何の最適化かという、最終的なシステム全体のイニシャルコストやオペレーションコスト、CO₂の削減量、動作の安定性などであり、そういったことを検討しないと駄目だと思います。

System of Systemsといっても大きなシステムです。

ですから、来年度の総合戦略で、このシステムは面白いと考えても、いきなり手を挙げて推進する省庁はないと思います。価値があると思ったら、まずSystem of Systemsのある部分だけを開発することが現実的だと思います。その部分がうまくいったら、次のステップで広げていく。あるいは、サブシステムを融合するプロセスになると思います。ですから、完全にはできなくても、もう少し目的を絞って検討する必要があると思います。

それからもう一つ、1番と3番に関係しますが、エネルギーシステムのSystem of Systems (SoS) も、いろいろあります。生産、流通、消費に分類すると、生産の中だけでもSoSはあるし、消費の中だけでもある。生産、流通、消費という縦の流れの中でもSoSはあります。ですから、そういう中でより魅力的なSoSがあれば、新たに検討してもいい。ということで、次回は引き続き1番と3番をより詳しく検討すると共に、また別に取り組みたいものがあれば、そちらも検討する方向で如何でしょうか。

○柏木座長 既に地産地消のモデルで随分いろいろなケースが、私どもで今、低炭素投資促進機構というところで採択していますので、その事例もありますから、そういう事例とこの図とのマッチングか、あるいはミスマッチングがどこにあるかとか、そういうのも含めて考えていくと、もう少し目に見えたものになるんじゃないかなという気がします。

本来、今日は5省庁の皆さんにわざわざ来ていただいていますので御意見いただかなきゃいけないんだと思うんですけれども、今日の議論をお考えの上で、次回に生かせるような形でのお考えを持って、次回もう一度出てきたものに関して最終的に御意見を頂く。事前に少し打合せをしていただいた上でやっていただくということに、先生、よろしいですか。

○久間議員 はい。

○柏木座長 時間が5分過ぎてしまいましたので、大分途中はしょったところがありまして申し訳ありませんでしたが、最初の初回ですので、できる限りいろいろなお考えを聞いた上で、なるべく最大公約数のところで進めていくというところに注力したということで、今日は一応私の方はこれで。あと事務局にお返しします。

○鷹嘴ディレクター 本日は大変闊達な御議論を頂きましてありがとうございました。

次回のエネルギー戦略協議会ですが、来年の1月24日火曜日、15時から17時で調整させていただきますので、よろしく願いいたします。

なお、卓上のキングファイルは置いたままで御退席ください。

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。

了