

エネルギー戦略協議会（第16回）
議事録（案）

1. 日 時： 平成29年2月21日（火） 15:00～17:00

2. 場 所： 中央合同庁舎4号館 共同第2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、柏木 孝夫、斎藤 健一郎、須藤 亮、武田 晴夫、
高原 勇、田中 加奈子、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、上山 隆大

（関係省庁）

小野 真沙美（文部科学省）、松岡 美志（農林水産省）、村山 昌平（経済産業省）、
坂元 耕三（経済産業省）、土居 竜大（経済産業省）、東谷 佳織（経済産業省）、
高嶺 研一（国土交通省）、池本 忠弘（環境省）

（事務局）

進藤審議官、生川審議官、松本審議官、柳審議官、鷹嘴ディレクター

4. 議 題

(1) 「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 地域熱電併給システム

(2) 平成29年度「重きを置くべき施策」のフォローアップ

(3) その他

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」に向けた System Of Systems の検討に
ついて

資料1 別紙1 レトロテクノロジーの蓄熱による経済的な変動型再生可能エネルギー利用
システムと風力熱発電再生可能エネルギーと蓄熱システムの実例
（話題提供：（一財）エネルギー総合工学研究所）

資料1 別紙2 産業分野の未利用熱実態調査の状況
（話題提供：未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合）

資料2 平成29年度重きを置くべき施策のフォローアップ

資料2 別紙1 重きを置くべき課題における蓄エネルギー関連技術一覧

資料2 別紙2 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「エネルギーキャリア」
（内閣府）

資料2 別紙3 ポストリチウムイオン蓄電池等革新的エネルギー貯蔵システムの研究開発
（文部科学省）

資料2 別紙4 蓄電池・蓄電システム研究開発技術開発（経済産業省）

資料2 別紙5 蓄電池材料評価基盤技術開発プロジェクト（経済産業省）

資料2 別紙6 熱需給の革新に向けた未利用熱エネルギー活用技術の創出（文部科学省）

資料2 別紙7 未利用熱エネルギーの革新的な活用技術研究開発事業（経済産業省）

参考資料1 エネルギー戦略協議会（第15回）議事録

6. 議 事

○柏木座長 どうもお忙しいところお集まりいただきまして、ありがとうございます。

定刻になりましたので、第16回のエネルギー戦略協議会を開催させていただきたいと思っております。

きょう、議題が二つ大きなものがございまして、最初がエネルギーバリューチェーンの最適化のSystem of Systems、それからもう一つが平成29年度の重きを置くべき施策のフォローアップということで進めてまいりたいと思います。

まず初めに、出席者及び資料の確認を事務局からよろしく願いいたします。

○鷹嘴ディレクター 事務局でございます。本日はどうぞよろしく願いいたします。

まず、お手元のマイクのふたが閉じているところがございますので、恐れ入りますが、あけて、御発言の際ボタンを押してお願いいたします。

本日は、本協議会に御参画の13名の構成員うち、御出席は11名となっております。大村構成員、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から、久間議員、上山議員が御出席でございます。

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、松岡研究専門官、経済産業省産業技術環境局研究開発課、村山総括調査官、製造産業局金属技術室、坂元室長、同じく素材産業課、土居係長、自動車課、東谷係長、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、池本室長補佐が御出席でございます。

本日の議題は資料の表紙に、議事次第に記載してございますとおり、「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、平成29年度「重きを置くべき施策」のフォローアップ、その他となっております。

次に、配付資料の確認をさせていただきます。

資料一覧は、議事次第の裏のページに記載してございます。表紙、本日の議事次第、構成員名簿、座席表のほか、資料としまして資料1、「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、その資料1の別紙としまして、別紙1～別紙2がございまして、また、資料2、平成29年度重きを置くべき施策のフォローアップ及びその別紙資料といたしまして、別紙1～7番まで用意してございます。また、前回の議事録といたしまして参考資料1を用意してございます。

また、机上資料としましてキングファイルに第5期科学技術基本計画などの関連資料をファイルに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に、そのまま机上に残しておいていただけますよう、よろしくお願いたします。

以上、過不足等ございましたら事務局までお知らせください。よろしいでしょうか。

以上でございます。

○柏木座長 はい、わかりました。

それでは、議題1に移らせていただきます。

議題1は、今、御説明になりました「エネルギーバリューチェーンの最適化」に向けた System of Systemsの検討についてということになっております。これについて、事務局からまず御説明をお願いしたいと。よろしくお願いたします。

○鷹嘴ディレクター それでは、資料1を御覧ください。

1枚めくっていただきまして、前回、第15回のエネルギー戦略協議会の振り返りをさせていただきます。

まず、主なコメントとしまして、変動型再生可能エネルギー利用システムについては、需給予測については衛星情報等も活用して、発電設備の運用計画が必要であるというようなコメント。

それから、次の項目の地域熱電併給システムにおきましては、熱の面的利用が一般家庭だけで進めるのは難しいということで、工場やオフィスビルなどを活用してはどうかという御意見がございました。

それから、システムとしての定量的な目標を設定して、そのシステム内の施策も定量的なゴールを持って取り組むべきであるというコメントがございました。

2ページ目へいきまして、Society 5.0に向けての取組については、データが集まる仕組みについては国で取り組むべき課題であり、また、それらデータを一元管理できるような仕組みが必要ではないかという御意見を頂いております。

それから、重きを置くべき施策のフォローアップ、本日行いますが、それについての御意見としましては、例年は二、三テーマに限って行ってきましたが、注目すべきシステムについては毎年定点観察してもよいのではという御意見を頂いております、3ポツ目にはございますが、蓄電のみにとらわれず、エネルギーキャリアも含めて「蓄エネルギー」の枠組みで議論してはどうかという御意見がございました。

3ページ目にいっていただきまして、System of Systemsの議論のアウトプットとしましては、課題解決に向けた提言を取りまとめ、次期総合戦略2017に反映して

いくこととなります。その出口に向けて、本日は前回に引き続きまして、この図のSTEP 3にありますとおり、外部有識者による情報提供をお願いしております。

4 ページ目を御覧ください。まず、1つ目の系統側のテーマであります変動型再生可能エネルギー利用システムについての資料の御説明になります。

こちらの図は前回も示した図ですが、本システムを構成する技術はあらあら示すことができているかと思っておりますので、この後の議論の御参考に示させていただいております。

なお、図中のアルファベットはこの裏のページに記載の技術間連携を含む各省の取組施策になっております。

5 ページ目を御覧ください。前回御紹介しました東工大の井村先生の需給予測、制御技術についての資料より、次世代の電力系統システム構造の概念図を示しております。上段、赤塗りしたところで記載しておりますように、変動型再生エネルギー利用システムにおいて求められる技術は、再生可能エネルギーの変動を調整する蓄エネルギー技術、需給予測技術、制御技術でありまして、系統運用層とユーザー層との間で需給バランスを調整する中間層の役割が重要な位置づけとなっております。

6 ページ目を御覧ください。変動型再生可能エネルギー利用システムの課題につきましては、前ページに記載の三つの技術ということで、このうち需給予測技術、制御技術については既に各省で取り組んでいる施策で、技術開発が実施されております。一方、一番上の蓄エネルギー技術につきましては、ポストリチウムイオン電池の開発等が実施されているはものの、若干取組が不足しているとの認識があります。そこで本日は蓄熱に焦点を当てて、外部有識者の方には話題提供いただいた上で御議論いただきたいと考えております。なお、蓄エネルギー技術の俯瞰図は次回の協議会で提示させていただきたいと考えております。

7 ページ目にいきまして、こちらの資料は泉井構成員に御提供いただきました再生可能エネルギーにおける電力、熱の活用イメージでございます。

左側が通常の発電と系統との接続イメージをあらわしております。一方、右側は再生可能エネルギーを一度熱として蓄えることで変動を抑制し、それらを有効に活用するイメージをあらわしており、本日は右上の枠のように、風力と蓄熱を組み合わせた技術について、海外動向を交えて御紹介いただきたく、エネルギー総合工学研究所の岡崎様より資料1の別紙1に沿って話題提供いただきたいと思っております。

それでは岡崎様、よろしくお願いたします。資料1の別紙1を御用意ください。

○岡崎氏 エネルギー総合工学研究所の岡崎と申します。きょうは貴重なお時間頂きまして、

どうもありがとうございます。

まず、題名といたしましてはレトロテクノロジーの蓄熱による経済的な変動型再生可能エネルギー利用システムと風力熱発電ということで進めさせていただきます。

まず、めくっていただきまして、まずSiemensの風力部門が最近非常に目立った動きをしております、風力など余剰電力、変動型の電力ですね、これを安定化するのに蓄熱を使おうと。具体的には電力を、大きなドライヤーで温めて、600度を超える熱を作ってやる。そしてその600度を超えた熱を砕石に通すことによって蓄熱をしてやるということを行います。そして、発電するときには逆方向から風を吹き込んでやって、熱風をつくる。その熱風が600度ぐらいありますので、熱交換して蒸気タービンを回して安定電力を発電する、そういう形になっております。

ポイントは、この熱から電気への変換効率が非常に悪いのですけれども、蓄熱コストが電池の20分の1以下と非常に安いものが見込まれておりまして、結果として安くなるのではないかと、そういうもくろみでございます。

Siemensの技術は既存技術のみを利用しておりまして、目標15カ月で建設して、熱変換効率は50%を目標、試験機の段階でも25%はいけるだろうということでございます。

ちなみに、こういった形の蓄熱を利用した安定化ですけれども、1995年ごろから特許が散見されておりましたけれども、具体的に開発を開始したのは恐らくSiemensが初めてということで、写真のようなものが現在造られつつあるということでございます。

これにつきましてちょっと解析してみたのが3枚目になりまして、ちょっと派手な題名ですけれども、「効率よりコスト：コペルニクスの転換」ということになります。現時点で最安コストは2.5セント/kWhレベルまで落ちてきております。このような状況になりますと、考え方を根本的に見直す必要があるのではないかと考えておりまして、かつて再エネルギーの導入というのは先進国が道義的責任としてすべきだというイメージだったものが、現時点では途上国の第1選択肢に入ってきているという状況でございます。更に、熱機械はこれまで低効率で駄目だと、そういう先入観がありまして、なかなか取り上げられてこなかったのですけれども、このSiemensの蓄熱を分析いたしますと、例えば蓄熱（熱/電効率50%）を使いますと、1kWhの安定発電には2kWhの不安定でも安定でもいいのですけれども、電力が必要であると。

蓄熱コストは0.2セント/kWh、蒸気タービンコストは1セント/kWhといたしますと、安定電力コストが2.5×2+1の6.2セント/kWhとなりまして、海外CCGTが

今5～9セント/kWhですので、非常に競争力のある、資源不安もないという非常にいい電源になってくるということになります。

一方で電池の方ですけれども、レポートの中では100%効率でも22.5セント/kWhとなりまして、設備コストが非常に大きなネックになっているなというふうなことでございます。

めくっていただきまして、その蓄熱の技術動向をざっと御紹介いたします。

現在、エネルギー総合工学研究所では、ドイツ航空宇宙センターといろいろ協力関係にございまして、そこからいろいろな蓄熱技術を持ってきたのですけれども、まず実用化されているものとしては顕熱、要は温度差ですね。固体の温度差を使うもの、液体の温度差を使うもの、こういったものはほぼ実用化されている、あるいは液体によっては開発中のものがございます。それよりも潜熱の方がエネルギー密度は高くなるのですけれども、若干研究要素がふえてくる。更に化学吸着、あるいは化学蓄熱となりますと、どんどんエネルギー密度が上がってくるのですけれども、まだまだ研究の要素が高くなっていくということで、エネルギー密度の方が右から二つ目の矢印に書いてございますけれども、25～400 kWh/m³という形になります。

電池の方が下に10 kWh/m³以下というふうに書いておりますけれども、これは実は敷地面積であるとか建屋であるとか制御室、全部ひっくるめたトータルとしての設備として見た場合にはこれぐらいになってくると。スマホであるとか、そういった冷却も何も要らないような状況ではもっと高いエネルギー密度なのですけれども、インフラ用途になってくるとこういう形にならざるを得ないというのが実情でございます。

下には、実用化済みで、硝酸塩系とか焼成物、岩石は実用化済みですけれども、開発中は炭酸塩、ガラス、合金、グラファイト、ケイ素、カルシウムだとかマグネシウム、更には燃料合成、いろいろと研究要素があるということになります。

下のページは、5ページ目ですけれども、現在DOEのエネルギーストレージデータベースに掲載されているもののみをピックアップした世界の蓄エネルギーの実際なのですけれども、横軸が平均パワー、縦軸がプロジェクト数、そして面積がこれまで建設されたMWhレベル、エネルギーの大きさを示しておりまして、蓄熱が実は揚水に次いで一番大きなエネルギー蓄積システムとして稼働しております。

一方で、電池の方は非常に有名ではあるのですけれども、プロジェクトがたくさんあって、一つ一つはかなり小さいということがおわかりになるかと思えます。ちなみに、最大の蓄電池は60MW-300MWh、最大蓄熱は280MW-1,680MWhということで、これは

硝酸塩の顕熱を使ったものになっております。

この蓄熱の方はあまり世界的には注目されていない理由の一つには、この蓄熱はかなりプラントとしてのノウハウが必要になってくるということで、余り発表したがないという状況もあるかと思えます。まず、絶対的な数が少ないことと、発表に余り積極的でないということから、余り世間的には知られてこなかったのかなというふうな印象を持っております。

めくっていただきまして、これは蓄熱とほかの技術の比較。先ほど申しましたけれども、プラントにすると個々のセルとはまた違う状況になってくるということがございまして、大体今のSolaranaの太陽熱発電所の蓄熱タンクですと、タンク直径は40m、高さが20m、これは実は12基並んでいるのですけれども、大体タンクとしましてはこの直径のあたりのものがエンジニアリング的には最適な経済性が得られるものという形になってございまして、より大きなタンクというのは余り実際的ではないなというような、こういったノウハウが蓄熱には非常にございます。

下の方にCrescent Dunesの1GWhのタンク上面写真がございまして、これは全プロジェクトコストが9万円/kWhで実施されてございまして、右の方には豊前のNaS-Battery、これは幾らで建設されているか、実は私ははっきりわからなかったのですけれども、推定では6万円～8万円ぐらいになるのかなというふうに思います。

この図で言いたいところは、大体蓄熱というのはイメージ的には非常にバルキーで、大きくなってしまいそうなイメージがあるのですけれども、インフラレベルになってくると余り大きくない、どちらかという小さくなってくると。真ん中には天然ガスの35m直径のホルダーがありますけれども、これで2.5GWhの熱相当になりますので、ほぼほぼ左側のCrescent Dunesと同じようなエネルギーの量になるかと思っております。

以上までは世界的な例でございまして、では日本には何かこういう蓄熱を応用したものができないのかなということでざっと考えてみたのが7ページの方になります。

現状では御存じのように、PVは今後、系統接続されるものは360時間まで抑制されることが前提となって接続されるということになってございまして、その360時間を捨てるのではなくて、これを2円/kWhで購入すると。これは、要はインバーターは使用すれば劣化するので、その分の損料は払ってやらなければいけない。ところがパネルの方は恐らくは劣化しないということで、これらのコストでいけるのかなというふうに思います。

ここに100kWと書いていますけれども、思考実験のために仮に考えているもので、実際には100MWとか、そういったレベルのものが適切かと思っております。

ここでヒーターによりまして560度に温度を上げて、蓄熱して10時間。今度は100kWの不安定なものを10kWの安定な熱として火力発電の補助熱源であるとか、あるいは直接ここから発電してやると。そういった形のものがないかなというふうに考えて、検討してみたのですが、恐らくは設備コストが110万円程度。2tトラックのエンジンが100kWで、車両が400万円ですので、そんなに高くはないだろうということと、10kWの発電所が10万円/kWhレベルですので、これが妥当かと思っております。

粗利として4円/kWhで、年間で14.4万円。そうすると、投資回収は7.6年ということで、若干長いのかなという気はしますが、そんなに無理な範囲でもないかと。この上に風力の電力も購入すれば、投資回収は更に短くなりますし、これは火力発電所として見た場合には6円/kWhで熱を購入して、50%効率で12円/kWhで出力すると。となると、日本のLNG火力より若干安いかなということになります。

更にポイントとしましては、蓄熱発電所は建設・解体の両方が非常に経済的である。蓄熱材というのは硝酸塩を例えば使いますと、解体時には肥料として売れるということがございますので、一部の設備にありますような座礁資産という、そういうおそれはないということがございます。

ただ、360時間、PVの電力がかかってくるということに対して、そのシステム、仕組みとか制度というものは今現在ございませんので、こういったあたりは課題かと思っております。

めくっていただきまして、では、熱を使うのがいいのであれば、風力でも最初から熱を作ればいいのではないだろうかというのが風力熱発電、それも特に発熱特化という形のものになります。これは回転発熱機というものを使いまして、風車のタワーの上では電力を一切作らない。電磁誘導ブレーキを使いまして、直接非接触で回転エネルギーを熱に変えてしまう。熱に変えてしまった後は太陽熱発電と同じシステムを用いまして、安定発電を行うと。

この回転発熱機といいますのは、計算上は発電機よりもほぼ10分の1ぐらいの重さになりまして、そうしますと非常に安いダイレクトドライブシステムができます。およそシステムとして30%程度の低コストが見込まれます。ということで、非常に可能性があると思って検討を進めています。

エネルギーの世界では非常にまれな話なのですけれども、このシステムは世界で誰も考えていなかった。私は1885年の特許にさかのぼりましたが、一切ございませんで、おかげさまで日本ほか世界で基本的な特許が成立している、そういう状況でございます。

下側はそれの安定化コストの試算をしてみたのですが、表の真ん中あたりのGE資料

といいますのは、去年の風力会議でGEがこれぐらいのコストになってくると風力はアメリカの主要な電力になるよということで、将来的に2.5セント/kWhで、蓄熱設備費は100ドル/kWh、設備寿命が1万回になればアメリカの主要な電源になるよという形で発表しております。それ以外は私が計算したのですけれども、先ほどのSiemensと同じような計算をつらつらしてやると、電力コストが将来的には5.3セント/kWhになる。これにはもちろん蓄電設備が350ドル~100ドルまで下がるという条件が付きまします。

ちなみに、350ドルの隣に括弧して600と書いておりますのは、同じくDOEのエネルギーストレージのデータベースを見ると、一番安くても六百数十ドルというのが現状のものであって、350というのはいちよと背伸びし過ぎかなと思っています。

ちなみに、風力熱の方はダイレクトドライブシステムが安くできるということ踏まえまして、将来的には一番安い1.8セント、通常の風力が2.5セントになるのであれば、風力熱は1.8セント/kWhにまでなるだろうなど。ただし、途中で熱電変換の効果が入りますので、結果的には5セント/kWhの安定電力になるかと思ひまして、というふうに計算しております。

最後になりますけれども、めくっていただきまして、風力熱発電/蓄熱発電所の課題でございます。

とにかく前例がございません。基本特許が取れるということは、全く前例がないということでございます。ということでございまして、実はやってみたら何か深刻な課題が見つかるという、そういう経験則がございません。また、エネルギーの世界で前例がないものはないという、そういう経験則もございまして、なかなか現在、離陸に難渋している段階でございます。

設計上の課題はありますけれども、材料開発や特にブレイクスルーの課題はないと思っております。

あとは選択肢が実は非常に多くございます。きょうは御説明いたしませんでしたが、小さなものから大きなものまでいろいろなタイプが考えられておりまして、どれがいいのかというのを詳細が全く見当がついておりません。

次には電池とのベストミックス。電池はkWhに対しては非常に難しいなと思っておりますけれども、kWについては非常に可能性があると考えております。一方で、蓄熱はkWhは得意なのですけれども、瞬発力がなかなか出しにくいというところがございますので、何らかのベストミックスがあるだろうと思っております。

そして、次には制度がないと。現状で風力の不安定発電と安定発電の効果が認められており

ませんので、これを考えていただく必要があるのかなと思っております。あとは学会と業界がないということとか、長期の開発が必要ということです。太陽熱発電も一朝一夕にはできておりませんで、法的援助のもと着実な開発が結実し、海外事業を展開しているということがございますので、是非とも今後、検討俎上に上げていただければと思っているところでございます。

以上でございます。

○鷹嘴ディレクター 岡崎様、ありがとうございました。御質問等あろうかと思いますが、まず論点を踏まえた上で御議論の時間をとっておりますので、資料1に戻っていただきまして、8ページを御覧ください。

8ページ目、論点（案）と記載してございますが、この変動型再生可能エネルギー利用システムについては、本日蓄エネルギー技術の中でも蓄熱を活用したテーマについて先ほど御紹介いただきました。この活用の一例としまして、火力発電設備があるかと考えております。再エネが拡大していけば、より一層調整力としても非常に重要な役割を担いますが、もしも変動型再生可能エネルギーの熱を活用できれば非常に相性がいい組み合わせになるかと思っております。また、その他の活用例につきましても、御意見等ございましたらお願いしたいと思っております。

事務局からの御説明は以上でございます。

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、今の岡崎さんによる話題提供についての御質問に加えまして、今、資料1の論点、この8ページの論点（案）が示されておりますけれども、これをベースに御意見をお願いしたいと思っております。いかがでしょうか。

どうぞ。

○斎藤構成員 蓄熱の話、非常に興味深く聞かせていただきました。

そこで1点教えていただきたいのは、これは硝酸塩を蓄熱材として使うということになると、やはりその規模感でありますとか、そこはエネルギーの世界とマッチしたぐらいのレベルになっているのか。よくこういった話では、こういう技術、単品では成り立つけれども、では、エネルギーの規模を持ってきた場合には余り大きな規模にはならず、その場合はやはり地域での例えば小規模な吸収とか、そういうことを考えればいいのですけれども、そこら辺の規模感を教えていただきたいというのと、あとはこの解体時、回収して肥料転用化というふうに書かれていて、これってやはり寿命があるものかどうかということが2点目です。

あとコメントといたしまして、この肥料転用化というストーリーなのですから、これはよくほかの場面でもこういう話が出てくることはあるのですが、後で肥料に使えるから、それで無駄にならないとか、それでコストが安くなるといった議論は、ちょっと私の感覚としてはややこしくなるばかりで、これはちょっと横に置いておいた方がいいかなという感じがします。ただ、質問としては規模感の話と寿命の話です。

○岡崎氏 ありがとうございます。

規模感でございますけれども、私の資料の6ページ目、大体これぐらいの規模を目指していくものだと思っております。これは蓄熱、一番得意なあたりがこのあたりのものになる。

○斎藤構成員 そうなった場合に、これが例えば幾つできるとか、硝酸塩自体は結構特殊なもののように思うものですから、そのアベイラビリティとか、それを含めたときにどのレベルにあるのかなということです。

○岡崎氏 特殊なものと申しますと、例えば300MW規模の発電所が特殊。

○斎藤構成員 いや、それが例えば何か所ぐらい一気にできるものなのかということですね。

○岡崎氏 一気にできるといっても、徐々にこういうのが導入されていくものだと思っておりますけれども。

○斎藤構成員 すみません、硝酸ナトリウムの入手性自体は、幾らでも入手できるということではよろしいわけですね。

○岡崎氏 できます。

○斎藤構成員 そちら辺の具体的な数字は試算はまだされていない。

○岡崎氏 資源の存在につきましては具体にしておりませんが、肥料でどんどん生産できますので、kgそんなに、かなり安いものですので、正直、計算しておりません。

○斎藤構成員 ちょっとやはり肥料の規模等は違うような気もするものですから、気になった次第です。

○岡崎氏 肥料の件に関しましては、本当にチリなんか行きますと1山丸々硝酸塩であるとか、そういうところがございますので、ほとんど気にならないといえますか、今まで関係者いろいろ相談しておりますけれども、気にされた方はおられないですね。

それと寿命の方ですけれども、使っているうちにだんだん分解してきまして、減ってはきます。ですが、継ぎ足し継ぎ足し使うというのが基本だと思っております。

解体のことを申しましたのは、どうしても現状で電池が先行しているイメージがございますので、電池の場合には造った後、いつか解体するときに、どういうふうに解体していくのだら

うかと、その費用は入っているのかなというのがちょっと気になっている。

肥料にも使えるというのは、確かにちょっとミスリードしているかもしれませんが、中の硝酸塩はそのままほかの蓄熱所に転用することもできます。また、硝酸塩でもやはり駄目だという話になりましたらS i e m e n sのように石ころを使うという手段もございまして、蓄熱というのは実はかなりバリエーションがございまして。

例えば途上国なんかには、これから電力需要がふえるのは途上国なのですけれども、途上国でも使える技術という意味で、蓄熱はまた更にメリットがあるのかなというふうなイメージを持っております。

○泉井構成員 よろしいですか。

○柏木座長 どうぞ。

○泉井構成員 1点御質問がございまして、今日は、変動型再生可能エネルギーを話題に取り上げているわけですが、火力発電所の場合はベースやミドルという考え方があり、変動型再生可能エネルギーの場合にもこれに類似したベースとかミドルなど、ある程度カテゴライズした方がいいと思っております。きょうは熟活用ということで、ベースに近いところで大変有益な情報をありがとうございました。

質問としましては、変動型再生可能エネルギーは大きく分けて風力、太陽光があるわけですし、その風力も陸上、洋上がございまして、太陽光もいわゆるメガソーラー、家庭用と、少なくとも4種類ぐらいあるかと考えておりますけれども、例えば、ご説明いただいた技術をその実証を通して実現していくことを考える場合に、どこからどういうふうな手順でやっていった方がいいとか、そういうところのお考えがあれば是非お聞かせいただきたいと思っております。

○岡崎氏 順番といたしましては、私の資料の7ページにございますように、まずは試験レベルとして太陽光のものを発熱機を使って蓄熱するというところ辺から始めたいというふうに思っております。

実はこの発熱機の部分は単純なヒーターを使うよりも回転発熱機を使った方が電力系統としてはメリットがあると。実は回転発熱機といいますのは、同期モーターと発熱機の組合せになりますので、電力系統の安定化、周波数調整とか、そういった機能も出てきますので、それがヒーターで直接やってやると抵抗性の負荷になってしまいますので、ちょっとデメリットがあるかということがありまして、そういうメリットも加えながら研究開発を続けて、実用化に結びつけていきたいなというふうに思っております。

○泉井構成員 まず第1は、メガソーラーでやってみるべきだと。

○岡崎氏 メガソーラーといいますか、日本のもの、ソーラーが限界になっているところ辺に蓄熱発電所みたいなものを置いて、そのPVをできるだけ発電させてあげる。そして発電させたものは無駄なく後で使ってあげるといった形のものがあるのかなというふうに。

○泉井構成員 わかりました。風力の方はいかがでしょうか。風力はやはり容量が非常に大きく、夜も発電していますし。

○岡崎氏 洋上風力発電は、まだ地下に厚いパイプを通すのがハードルが高いかなというふうに思っているのですが、世界的には風力の方がまだまだ大きいと思っておりますので、日本で要素技術を開発して、北海道なりに造って、そこから安定した電力を使って、送電線の稼働率も高く上げてやって本州に送ると。そういったような形も考えられるのではないかと思います。

○泉井構成員 我が国にこの技術を適用していくのは当然とは思いますが、先ほどのお話として、その基本技術の知財権も取っているということなので、これも例えば輸出して産業界に資するということも可能だということですね。

○岡崎氏 もちろんでございます。

○泉井構成員 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。

どうぞ。

○魚崎構成員 効率の質問なのですが、7ページに電力から発熱機で熱に変換して、蓄熱して、また発電なのですが、その熱電効率50%と書いてあるのですが、これはどこからどこの効率なのですか。

○岡崎氏 火力発電のボイラーに熱源として。

○魚崎構成員 蓄熱から発電のところですか。

○岡崎氏 はい。

○魚崎構成員 最初のPVの余剰電力から熱に変換して蓄熱する段階でもロスはありますよね。

○岡崎氏 ほぼ100%に近いのですが、若干の逃げはあると思いますので。

○魚崎構成員 例えば電力でヒーターを動かすのだと、そのものの熱容量もあるし、その辺はどうなるのですか。そこをゼロに考えているのですね。

○岡崎氏 電力から水にかえるときの効率。

○魚崎構成員 ええ。

○岡崎氏 そのあたりは、例えば……

○魚崎構成員 単純には、もちろんジュール熱に変わる段階でのロスはゼロなのですが、ただ、当然そのヒーターそのものがもともと熱容量を持っていますから、そのための自分を温めなければいけないとか、そんなこともありますし。

○岡崎氏 そこまで細かいところまではまだ詰めておりません。例えばこの部分が100%熱ではなくて、例えば90%、70%とか、そういうふうに落ちていったとしても、もともとこの蓄熱から、熱から電気に変えるときの大きな損失がございますので、その大きな損失があるにもかかわらず経済的にそこそこいけそうな、この……

○魚崎構成員 熱電効率50%、560度の発電で、低熱源の温度は何度でしょうか。この次の風力（8ページ）のところでは560度、低熱源290度の組み合わせで、効率は38%と書いてあるけれども。

○岡崎氏 こちらの方は、単独で発電するときには38%ぐらいに落ちてくると思っています。

○魚崎構成員 熱力学的にカルノーサイクルから考えて50%出ますか。

○岡崎氏 これは火力発電の補助熱源としてやっておりますので、そこから更にたいてありますので、今度はもう少し高くなると思います。その上での、もともと火力発電所がありますと。その火力発電所は50%の効率を持っていますと。その火力発電所の燃料を減らす、そういう意味です。

○柏木座長 ほかに。

どうぞ。

○須藤構成員 どうもありがとうございました。

2ページ目のポンチ絵を見ますと、いきなり火力ではなくて地熱発電所の絵みたいなイメージですよ、これ。システムを考えると、地熱システムのバイナリシステムみたいなところに応用するとすぐ使えるような気もするのですが、何かそういった検討というのはどこかでされているのですか。

○岡崎氏 検討は多分されていないと思うのですが、そもそも論として、バイナリを使ってしまいますと効率が10%、熱から電気へかなり落としてしまいますので、ちょっと逆に合わないのかなというイメージはございます。

○須藤構成員 そうですか。

○岡崎氏 はい。

○須藤構成員 火力発電所という比較的大きなシステムの中に突然これを入れるのは少し時間がかかるかなというイメージがあります。もう少し小規模なところに使っていった方が有益な

ような気がします。

○岡崎氏 ええ、最初はそういったところから始めたいと思っておりますけれども、いきなり6ページ、7ページに挙げましたのは、巨大なものはもちろん造れませんが、小さなところから着々というふうには考えている。その中でバイナリ発電も試してみて、場合によっては発電して、かつ熱をそのまま使いますよというようなところも多々あると思いますので、そういった部分では活躍できると思います。

○柏木座長 ほかに。

どうぞ。

○平井構成員 以前、バイオマスの設備を見に行ったときに、見るのと行くのでえらい違いを感じたのは、物すごいにおいがしてとか、例えばまた一方、NAS電池なんかでも、これは温度が300度ぐらいですか。要するに非常に音が大きくて、とても家庭用には置けないとか、音とかにおいとかがいろいろな問題があると思うのですけれども、このシステムはそういう観点から見るときに、要するに大規模で、本当に人里離れたところに置いたら問題ないと思うのですけれども、小規模で、何か割かし町の中で置くという場合に、そういう観点から見たときはどうなのでしょう。

○岡崎氏 そういう意味で、私もまだ熔融硝酸塩を実際に扱って作業したことがないので、においがどの程度するかというのは申し上げられないのですけれども、作業している様子から見ると、においとかその辺のものはないようなイメージはございます。

○平井構成員 そうですか。わかりました。ありがとうございました。

音は。これなんか、がんがん風を送るわけですね。

○岡崎氏 ええ。普通の火力発電所なり、そういったものと同じような騒音は出ると思います。

○平井構成員 そういうものがね。

○岡崎氏 はい。

○平井構成員 わかりました。ありがとうございました。

○岡崎氏 バイナリになると、またそのバイナリの音になると思います。

○柏木座長 ちょっと時間が超過しますので、先に進ませていただきたいと思います。

どうもありがとうございました。大変参考になりました。

それでは、このSystem of Systemsの、その次のもう一つのやつです。これを御説明いただきたい。まず事務局から、この9ページからですね。

○鷹觜ディレクター はい。資料1に戻っていただきまして、9ページ目をお開きください。

二つ目のSystem of Systemsは、地域の熱電併給システムでございます。こちらのこの図も前回示したシステム構成図になってございまして、これらを構成する技術はあらあら示すことができているかと思しますので、議論の参考に提示させていただいております。

また、こちらのテーマにつきましてもアルファベット表記で裏のページに記載がございしますが、技術横断的に取り組んでいる各省の施策について記載しております。

10ページ目を御覧ください。政府全体におきまして、地域熱電併給にかかわる様々な実証を行っており、前回の協議会においては農林水産省、経済産業省、環境省の皆様にも、本System of Systemsにかかわる実証の概要、課題等について情報提供を頂きました。また、実際に補助金を活用してエネルギーマネジメントに取り組んでいる自治体へのヒアリング、熱供給事業の現状について、日本熱供給事業協会様へのヒアリングも行いました。

各省の主なコメントと共に、ヒアリングの要点を11ページから13ページに記載しております。字だけで大変恐縮でございますが、簡単に要点だけ御説明いたしますと、まず11ページ目の各省による地域実証における課題等では、農林水産省の事業についてはやはり経済性の確保や持続的な事業モデルの確立が課題となっていると。

それから、四つ目に書いておりますけれども、熱導管等の大規模なインフラ整備が必要であるということから、コミュニティー自体を一から整備することで地域熱供給を実現する構想が必要で、そういう基本計画を策定中ということなのです。

経済産業省の実証取組に対しては、分散型エネルギーシステムは非常時のエネルギー確保ということも含めたセットで考えることが重要ではないかということと、それから次の最終エネルギー消費の約半分が熱であるということから、分散型の熱の活用は鍵となるということ。

それから、コミュニティー単位の電気、ガス、熱供給の全てのシステムを1つの会社で見るのは難しいので、各種事業者の参画、それらを束ねてシステム化、モデル化するプレーヤーが必須ではないかということがございました。

12ページにいただきまして、環境省の実証課題では、地域の特性を考慮した電気・熱の供給と需要施設のマッチングがやはり課題であるということと、まちづくりと一体となった需要と供給の調整、利害関係者間の合意形成が必要であるということ。それから、有識者のコメントでは、やはりコスト削減、安定化、熱利用の拡大をどうするか、定量的に目標を設定すべきというコメントがございました。

自治体へのヒアリングでは、岡山県真庭市ですが、こちらは林業中心ということで、その取

組の特徴としましては、その地域産業の結束が非常に強くて、民が主体性を持って取り組んでいる。そこに市の職員もオブザーバーとして積極的に参加しているというような印象を受けました。

次のページめくっていただきまして、13ページ目。事業者による実運用における課題ということで、日本熱供給事業協会様へヒアリングをいたしまして、やはりここでも課題であるのは共同溝に熱導管を入れることができないということから、熱供給でネックになるのが熱供給用の配管コストにかなりあるということ。

それから三つ目。高額な設備投資を後から回収するというスキームが通常でありますので、その後いろいろな事情により需要が変化するなどによって、エネルギーが需要がなくなって余ってしまうようなリスク等があるという課題を頂きました。

それで、14ページ目に地域熱電併給システムの課題をまとめております。

各省による地域実証や事業者によるヒアリングを通しまして、地域熱電併給システムにおいて顕在化した課題でございますが、まず課題解決に向けたアクションとして、研究開発の要素があるか、または導入フェーズの課題なのか、仕分けして記載しております。

ま、研究開発の観点でいいますと、熱電併給周辺技術全般の初期投資の低コスト化が求められております。一方でSociety 5.0の観点からは、データの活用による最適なエネルギーシステム設計についても検討したく、本日は未利用熱の調査状況について、後ほど有識者の方に情報提供いただく予定になっております。

15ページ目を御覧ください。前ページの課題を踏まえて、地域熱電併給を推進する上での調査・技術開発項目をここにまとめております。

まず、ある地域に新しいエネルギーシステムを導入する際、その地域の需要や再エネポテンシャル、産業の特徴等の地域特性調査が必要になるかと考えております。

次に、その結果をベースに需給バランス、コスト構造最適にするためのエネルギーシステム設計が必須になります。

そして、システム実装・運用していく中で、適宜フィードバックしまして、システムのさらなる最適化が必要です。

最後に、設計どおり実装・運用できたか等を評価するためのエネルギーシステム評価技術が必要と考えております。また、計測したデータにつきましては、秘匿性を確保して、横展開できるような仕組みがあれば、各地でよりよいシステムの導入促進につながると考えております。

それでは、ここでこれらのエネルギーシステム設計・評価のベースとなります地域特性調査

の一例としまして、産業分野における未利用熱エネルギーの実態調査につきまして、産業技術総合研究所の平野様に話題提供をお願いしてございます。資料は、資料1の別紙2を御覧ください。

それでは平野様、よろしく願いいたします。

○平野氏 平野と申します。よろしく申し上げます。

私ども、経産省、それからNEDOさんのプロジェクトの一つとして、今現在、産業分野の未利用熱の排出状況の調査を行っているところです。きょうはその途中の状況を紹介させていただこうと思います。

資料の方は2ページ目に入りまして、そもそもどうしてこういう調査を行っているのかということで、経産省さんの方で今、未利用熱があるというのはとにかくわかっていると。それをどう使っていくかという上で、やはりいろいろな機器、デバイスの効率がネックになっているというのが一つです。避けようのない点にあるということで、それらの効率を高めるための研究開発を今、行われているところです。2013年度からそれが実施されています。

その内容として、ここに挙げてあるような熱機器の開発が行われているわけなのですが、最終的にはそれを産業、あるいは民生、運輸の各部門の機器に実際に生かすための橋渡しの部分をこの調査でやりなさいということで、委託を受けて行っているということです。

時間も限られていますので、次のところにいきまして、それで次のページは調査の方法を示していきまして、いろいろな手段はあると思いますが、私どもが特にしているのが、一つが文献の調査、それから事業所へのアンケートの調査、それからもう一つが現地に乗り込んでの調査ということをやっております。今日は中央にあります2番のアンケート調査の状況について御説明いたします。

次のページにいきまして、調査の対象ですけれども、産業分野ということです。事業所というのはそれこそ何十万という単位に小さいものまで入れるとなってくると思います。全てを見るということは無理ということで、今回の調査のポイントとして、省エネ法の第1種エネルギー管理指定工場、それから第2種エネルギー管理指定工場です。このあたりを対象にしております。

日本の産業分野で排出されるエネルギーというのは、第1種と第2種を足し合わせれば9割方はいくということで、ほぼ全体を押さえられるということで、ここを対象にしております。

それで、次のページに移りまして、調査の内容ですけれども、各事業所ですね。特に第2種というのはエネルギー使用量が第1種よりも限られるものですから、主として第1種のエネル

ギー管理指定工場に対して、こちら5ページにあるような内容の調査票を投げております。伺う点がエネルギーの使用量、それから販売した副生エネルギー量、それから生産・製造設備及び焼却設備の未利用熱の現状、どの程度出ているかという点ですね。それから、自家発電設備の未利用熱と副生エネルギー、5番目が5年先までの産業技術や製造プロセスの変化動向に関する意見、それから最後に新技術導入の条件について事業者さんから伺ったということです。これら6項目についてアンケート票を約3,500事業所に配布を行いました。その結果を分析しておるところです。

次のページに進みまして、次のページは各業種ごとの回答をしてくださったところの数を挙げてあります。一番下に書いてありますが、今回は対象をここに挙げてある9業種中心ということに絞っております。これ以外のものについては、今年度から追加で調査を行っているというところなんです。例えば第1種の指定工場であれば、食品であれば119の工場が御回答を頂いていると。第2種も入れると150になるということになります。

それでは、具体的な分析の状況についてこの後、御紹介していきます。

7ページに移りまして、こちらの図は今回回答してくださった工場さん、その工場あたりの温度帯別の未利用排ガスの熱量を業種別に見たものになっています。食品であれば丸を入れてある赤いラインで、かなりこの図では低く、熱量が小さくなっております。紙パルプであれば青い三角ですので、ちょうど150度～199度あたり、この温度帯の排熱が工場当たり30TJ/y出ているということがわかりました。

それで、右上にちょっと補足してありますけれども、通年稼働で30というのは大体1MWです。平均でならずとそれぐらいの熱が使われずに捨てられているということを意味します。

それで、この図ではおおよそ100～200度ぐらいに各業種、ピークが来ているというのが見てとれます。ただし、右側、非鉄金属業については500度以上の排熱というのが一番この業種では多くなっているという状況です。500度を超える熱がそのまま捨てられているという状況です。

それから、次のページに移りまして、次のページは今見たようなものを業種ごとに排ガスの排熱量をそれぞれの温度帯で何%出ているのかということで、表示を変えたグラフになります。例えば食品であれば100～149度の熱が青い網かけのように三十数%ですか、食品業の中ではそれぐらい出ているというようなことです。大きく見れば、窯業より左側、こちらは100～200度ぐらいの熱が捨てられていると。それから、鉄鋼から右側、この4業種については一番上ですね。紫色についている500度以上の熱というのがかなり捨てられている状況に

なっているという、業種ごとにこれははっきり分かります。

それから、次のページに進みまして、次のページは先ほどは温度帯ごとに見ましたが、この図は設備ごとに排熱量を見たものです。例えば非鉄金属で見ると紫色の線ですけれども、真ん中あたりにぼんと飛び出しピークになっている、これは溶解炉からの排熱量ということを意味しています。

先ほど上で見たような形で、食料から窯業まで、それから鉄鋼から輸送機械までとはちょっとやはり傾向が違う形になっているということです。

それから、次のページは今見ましたものをやはり100%割合で見たもので、食料であればちょうど青い網かけがある排熱ですね。ほとんど8割ぐらいはここからの排熱。これは何かというと蒸気ボイラーからということになります。ということで、業種ごとに何がどこから排熱がたくさん出ているのかということは、この図からわかるということになります。

それから、次のページに移りまして、11ページはその事業所で購入したエネルギー量ですね。ただし、電気の場合は動力に使ったりして、直接排熱をして、よほどコンプレッサーの大きな熱が集中的に出るというものでない限りは、通常動力として広く散逸してしまうような状況に電力はなるということで、ここは電力の購入エネルギーを除いて横軸にとっています。縦軸に排ガスの熱量をとっています。これは化学工業の例ですけれども、このような形になります。

無機と有機、それぞれ色を変えたのですけれども、余り大きな違いは出ていなかったというのが化学ではわかります。

それからもう一つ、この化学工業の例から、点線で示しましたような近似式を引くことによって化学工業の購入エネルギー対排ガス熱量、この近似の式を求めます。いろいろな業種についてこれを求めております。

次のページに移りまして、その求めた近似式と、政府の統計などから公表されている業種ごとのエネルギー利用量から、それぞれの業種ごとの温度帯別の排熱量を求めたものがこちらの絵になります。一番大きい値になっているのは鉄鋼で、全国推計で100PJ/y、これぐらいは出ています。排ガスとしての熱ですね。

それから、この絵の中には排温水、それから高温の製品で自然空冷する、あるいは設備自体が高温になるというもの、その表面からの排熱というのはここには入っていないわけなのですが、過去の複数の調査から、それらの排熱というのは今この図に示しているガスのそれぞれ1割より少ないということは大体わかっております。

ということで、産業分野からの排熱というのはほぼこういう形になっているということです。当然これは9業種について言ったもので、ほかに熱をたくさんエネルギー転換に使っている電力業とか、それから廃棄物処理業とか、そういうあたりの排熱はここにはまだ入っておりません。

それから、次のページに行きまして、次以降は実際事業者のマインドを伺ったというところで、今回、広域の熱供給をある程度ターゲットに考えようということですので、そこに対する御意見を伺ったものをここに示しています。未利用熱ですね。工場内にある未利用熱を外部に供給するとしたときの事業者さんの気持ちというのはどうかということで、ここに挙げてありますが、ラインが2本あります。上が第1種で下が第2種に対するもので、横軸は回答して下さったうちのパーセンテージですので、この辺ちょっと見づらいと思いますが、御容赦ください。

それで、例えば大きなものとしては技術開発の必要性ですね。まだまだ外部供給するには効率的な問題というのが気になると。それから、需要側との調整が必要ということで、これは製造現場は第1に物を造るためにあると。熱を供給するためにあるのではないと考えて、あくまでも製造の自由度は確保した上で、それでも安定的に余った熱は供給しましょうというマインドになっているかなと受け取っています。そのほかは、こちらにあるような御意見があるということです。

それから、次のページは活用技術、今回いろいろ開発しているような技術の導入を妨げる要因を挙げてくださいということで、聞くまでもないこととしてコスト的な問題というのは当然あるわけなのですけれども、そのほかにも、やはり効率的な問題で技術革新が必要という話ですね。それから、そもそも論なのですけれども、人材不足というのは2種類あって、こういう未利用熱を活用するための社内での検討する人材がそもそも不足している場合と、それからもう一つは、実際手を動かす人材が不足しているというようなことになっているかと思います。

それから、次のページですね。15ページになりますが、これは新技術を導入する際の条件として、今回開発しているような機器ですね。先ほど風力発電もありましたけれども、まだ入れられていないものをどの程度入れられますかというようなことを伺っているわけなのですけれども、一番上は当たり前なことで、投資対効果に優れていれば入れますよと。それから省エネルギー性に優れていれば入れます。これは当たり前なことなのですけれども、そのほかはこちらに挙がっているようなことになっていて、特徴的なのは導入実績があるかないかとか、自社開発かどうかというのが事業者さん側はほぼ気にされていないということがこれからわかり

ます。

最後のページですね。まとめになりますけれども、今回は9業種に絞ってデータを出しておりまして、化学から輸送機械まで、こちらの状況を見ると、鉄鋼、非鉄、機械、輸送機械業を除いて100度台、そちらの未利用熱というのがたくさん排出されています。それから、鉄鋼、非鉄、機械、輸送機械業では500度以上の未利用熱、これがかかなりまだそのまま排出されている状況ということで、私どものプロジェクトでは、熱電発電の素子の開発も行っていますけれども、こういう業種に対しては温度差の要る熱電のような発電の適用先として活用が期待されると思っております。

それから、食品と紙・パルプ業ですね。こちらは先ほど説明しましたように、蒸気ボイラーからの排熱が多いということ。それから、化学では化学反応炉、窯業では焼成炉、それから鉄鋼、非鉄、機械、輸送機械業では溶解炉からの未利用熱が多いということで、それぞれ出る温度帯が違うということですね。その業種ごとにそれに合わせた活用の仕方というのがまたあると考えています。

それから、最後のものですが、対象9業種を積算しますと、200度より低温の排ガスの排熱というのは200PJ/yですね。この規模で放出されているということが結果として推定されました。

問題は、この全てが使えるわけではなくて、やはり製造現場というのは物をつくるための現場であって、まずは品質の保持というのが重要で、これを全てとれるということではないということは注意しないといけない点です。

私からの説明は以上であります。ありがとうございます。

○鷹嘴ディレクター 平野様、ありがとうございました。御質問等あろうかと思いますが、皆さん、こちら論点を踏まえた上で御議論いただきたいと思っておりますので、先ほどの資料1の16ページ目に戻っていただければと思います。論点(案)を示しておりまして、熱電併給の課題というのは長い間検討されている中で、国内でなかなか普及しない理由としましては、やはり事業が成立する経済性を確保するのが難しいということが第1に挙げられます。

この課題解決に向けて、ハード面とソフト面で分けて整理して記載しております。

まず、ハード面におきましては、科学技術のアプローチで低コスト化、高効率化が狙えるのはどのような開発項目なのかという点。また、ソフト面におきましては、先ほどのシステム設計・評価等に向けて、地域特性を踏まえたシステム構築に資するデータ収集や運用時の最適化のためのソフトウェア等の開発が考えられるかと考えております。

その他の技術開発要件につきましても、御意見等ありましたらお願いしたいと思います。

事務局から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。

それでは、御説明いただきました平野さんに対しての御質問に加えまして、今、事務局から御説明ありました資料1の16ページ、これに基づいて御意見をお願いしたいと思います。いかがでしょうか。

どうぞ。まず中山さんから。

○中山構成員 質問なのですけれども、前回、地域の熱利用に関して日本はやはり欧米のように地域熱供給システムというのが進んでいないので、コージェネがなかなか進まないというようなことだったのですけれども、産業分野での国際的な比較というか、日本ではやはり進んでいない現状があるということなのかをお伺いしたいと思います。あと、最後のまとめに、この200℃程度より低温の排ガスが非常に大規模で放出されているとありますけれども、こういった低温の熱利用というのが世界的に進んでいる国があるのかどうかということも併せて教えていただけないでしょうか。

○平野氏 一つは、国際的なことでいえば、やはり欧米はそもそも100数十年前から熱導管を持っていますので、当然発電所が第1なのですけれども、それに加えて熱が比較的排出されるような工場から熱導管に熱を供給するという事例としては聞いております。ですから、やはり日本の場合にはそもそも熱導管の問題があって、なかなか産業からの、広域とわずとも、近隣に対する熱供給というのはなかなか厳しい状態であると思います。

ただ、日本でも工場内、工場の敷地内であれば、工場といっても自社でなくて工業団地の敷地内の熱供給という事例は、それはあると思いますね。そこは需要と供給がうまくマッチングすれば熱供給は行われると思います。ただ、それを超えて産業から民生に熱供給をとというのは、今のところなかなか難しい状況になっていると考えます。

それから、200度より低い温度で放出された熱というのをどう使うかという点は、この技術開発でも一つ大きな問題として議論はしていて、それで、一つの使われ方としては、こちらは排熱発電装置と書いてありますけれども、これは先ほど地熱発電で例が挙げたような、有機ランキンサイクルを利用した低温を熱源とする発電装置で、当然、効率は悪くなることもあるのですけれども、それを工場内に導入して、少しでも発電に、電気に転換しようという動きは今考えているところです。

それからもう1点は、このプロジェクトの一つの目玉なのですけれども、200度までの温

度、蒸気、温水を、あるいは熱風を生成するヒートポンプの開発も今行っていて、それで先ほどもありましたように、産業の需要のピークが150度、それから200度に達する、このあたりにピークがあるということで、例えば100度の排熱が出ているようなところであれば、それを200度に昇温して再利用するというようなことも考えられます。その技術開発を今やっているところです。

ですから、将来的にはその機器コストが下がることによって、今かなり使用されている蒸気ボイラーがヒートポンプに代替されることも夢ではないと考えます。それはいろいろコストの問題もあって、今の段階ではなかなか難しいのですが。それから、先ほど挙げたような別の熱媒体の発電も夢ではないという状況かと思います。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

どうぞ。

○泉井構成員 熱の需要と供給のバランスに関する情報の共有化、すなわちデータベースについての質問なのですが、御説明いただいた資料の13ページを拝見しますと、「需要側との調整が必要」という意見がかなり多いように見受けられます。熱は物理的に場所が近いので、近隣で需要と供給を直接聞けばわかるということもあるかとは思いますが、その熱配管の設置に至る前に、まずどこでどれだけ熱が必要かということが十分相互にすり合わせができない。つまり情報がないので、その情報をみんなで集めてデータベース化すると、これはやはり有効だと思うのですが、その辺のコメントを頂ければと思うのですが。

○平野氏 おっしゃる点は非常に私どもにも重要な話で、その熱の需要側は大体わかっているのですが、供給側は工場の場合は、工場さんの事情によって千差万別で、そこを共有できればおっしゃるようなそのマッチングが非常にとりやすくなって、いい傾向になると思います。

ただ、私どもの先ほどの説明の中でも、それは半分重要な点としてあるとして、もう一つは、やはり現場の方はいいものを造って、そもそも工場の意味があつて、熱を供給する場でないということはありません。現場の方のマインドとしては、生産の自由度を確保したいということです。

ですから、去年は供給したけれども今年は勘弁してねという、そういうことは恐らく需要側は余り許してくれない。けれども、供給側はその自由度を確保したいというマインドは、やはり私ども調査していて感じます。ですから、その部分をどうするかというのはなかなか難しい問題です。

○泉井構成員 すなわち各種制約条件がございますので、制約条件も含めてデータベース化し

て、そのデータというのは時系列になっていると思いますので、そのリアルタイムのデータとして情報共有化を図ればいいと、こういうことですね。

○平野氏 そうですね。ただ、一つ、生産側は生産の計画自体も本来守秘にしたいというところですので、そこをどうやってセキュリティを高めてうまく管理できるかというのは考えていただければと考えています。

○泉井構成員 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。

どうぞ。

○武田構成員 大変よい調査をしていただいているのではないかなと思うのですが、まだ中間だということで、今後に向かってのお願いというか提案です。この調査は、日本全国のいたるところで産業中心に熱が大量に余ってどんどん捨てられていて、その一方大量の熱を欲して買っていたりエネルギーをたくさん使って作っている別の産業がすぐ近所も含めてたくさんいるという想定が原点にあると思います。それをもっとうまくマネージすると日本全国でエネルギー資源や温室効果ガスや経済含め相当な効果があるという仮説を前提に話を進めているのではないかなと思います。それをもう少し定量的にきちん検証するんだということを大目的として意識する格好の調査にして頂いたらどうかと思います。その結果として、官民でどれだけ投資したらどれだけの効果が得られるはずだという、相当なゼロ次近似で結構なので、それを結果として出して頂ければ願います。そうしていただくと、その次のアクションとして、では、このようなアンケートというある1時点の一過性のものではなくて、もう少しそれを恒常的にデータとして上げてくる仕組みを作って、さらに精緻で時系列で検証する仕組みを作った方がいいのではないかなというようなシステムオブシステムズのアクションにも、すぐにもつながるかもしれないと思うのです。データさえ上がってくれば、AIでも何でも使って、とにかくどこをどう熱マネージしたら日本はこうよくなるはずだという、そんな政策が次に打てるのではないかなというふうに思いまして、是非そんな格好でこの結果を有意義な政策にすぐにつながる可能性のより高いものにしていただけたらと思いました。

○平野氏 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。

そろそろ、ちょっと時間が押していますので、いずれにしましてもこれは、今の Industry 4.0 というか、工場自体がIoTデータ、AIとなっています。エネルギーセンター構想というか、専門にやはり買って、売って、コジェネ入れたりなんかしながらブレンドして、

そういう業界がないと、余ったものは常に供給しなければいけないということは、私も随分前にやったことがあるのですけれども、なかなか出さないですね。それで供給義務が生まれてしまったらとてもではありませんから、だから、やはりエネルギーセンター構想のような一つの業種が入ることによって、やはりカスケーディングもできるしブレンドもできるしということになるのだろうと思って今聞いておりました。今後の課題だと思います。

○武田構成員 そのためにも、日本全体としてこんなに夢のある可能性があるのだという結果を、是非、産総研などから出していただけたら有り難いなと思います。

○柏木座長 ありがとうございます。

それでは、時間が20分になってしまいましたので、まだディスカッションの時間を残させていただきますが、議題3の「重みを置くべき施策」のフォローアップとなっております。まず、事務局から資料2を用いて概要の御説明を頂きたいと思います。よろしく願いいたします。

○鷹嘴ディレクター 資料2を御覧ください。

めくっていただきまして、重きを置くべき施策のフォローアップの概要ですが、狙いとしましては平成29年度の重きを置くべき施策の実行に向けて、内閣府で支援すべきポイントの検討・共有化を図りたいということ。それから、システムとしてあるべき姿についての意見交換を行いまして、今後の取組に係る留意点を取りまとめるというところがございます。

対象としましては、先ほど説明しましたように、蓄エネルギー関連技術をフォローアップ対象としております。

ポイントですが、三つございまして、まずは今年度の取組状況、平成29年度の取組計画の確認で、2番目としまして蓄エネルギー関連技術全体を俯瞰した際の各施策の位置づけ、今後の取組の方向性についての意見交換。三つ目としましては、今後の取組に係る留意点の取りまとめ、この三つのポイントで御議論いただければと思います。

フォローアップの進め方、2ページ目ですが、対象となる施策はここに記載の6施策になってございまして、その後、全体、議論の中でポイントに沿って意見交換を行いたいと考えております。

資料2の別紙1、A3紙でございまして、こちらは今回の対象施策、蓄エネルギー関連技術の重きを置く施策の資料になってございまして、下の方にそれぞれまとめて、事業期間ですとか予算などがまとめて記載されております。

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、今御説明のありましたように、この資料2の2ページの表に基づきまして、各省庁からこの御説明を少ししていただこうと思っております。

まず最初に、内閣府からの資料2の別紙2を用いて御説明をお願いいたします。

○鷹觜ディレクター 私から。

○柏木座長 そうですか、これ事務局からやっていたのですか。内閣府ですものね。

○鷹觜ディレクター はい。

○柏木座長 わかりました。ありがとう、よろしく。失礼しました。

○鷹觜ディレクター それでは、資料2の別紙2を御覧ください。S I P、エネルギーキャリアでの取組を御説明いたします。

めくっていただきまして2ページ目、全体概要、CO₂フリー、水素バリューチェーンの構築ということで全体。左側から製造、輸送、貯蔵、利用の経過になっておりまして、それぞれ研究開発項目が記載されておりますが、S I Pエネルギーキャリアでの取組としましては、ここで赤字で記載された部分が対象になっております。

まず製造のところでは、再生可能エネルギーを使った電気・熱による水素製造、それから輸送・貯蔵のところでは有機ハイドライド（メチルシクロヘキサン）及びアンモニアからの脱水素技術。また、アンモニアについては各種直接利用の技術開発及び水素の利用においては水素エンジンを使った発電技術開発。以上がS I Pでの取組の項目になってございます。

3ページ目を御覧ください。この水素関連技術の研究開発、普及拡大に関する各省の分担と連携を図で示しておりまして、左側から研究開発のもの、それから、その次で技術開発・技術実証のレベルのもの、それから社会実装・導入におけるものとして、左から順に技術開発が進んでいくと。文科省、内閣府では研究開発レベルで、それを経済産業省さんの方に橋渡ししていくということで、中ほどに書いてございます産業技術環境局におきましては、研究開発の要素技術開発をメインで行っているということで、その後、国交省さん、環境省さん、資源エネルギー庁さんの方で技術開発、技術実証、それからその先の導入というような、このような役割分担・連携になってございます。

ここで点線で囲っております技術開発の全体俯瞰図、この部分の研究開発・技術開発部分の全体俯瞰図を次ページに示しております。4ページ目を御覧ください。

こちら左側から製造、輸送、貯蔵、水素利用で、各項目が詳しく記載されておりますが、色塗りで分けておりまして、S I Pテーマが赤塗りと、紫色のが文科省で、水色が経済産業省、

それから緑が経済産業省エネ庁、黄色が環境省ということになっております。

まず製造の部分ですが、S I Pのテーマでは太陽熱を利用した水素製造をメインで行っております。一方で、経済産業省の方では水電解、いろいろなアルカリ水電解ですとか高温水蒸気電解、次世代の水電解のような研究開発項目で行っております。

また、文科省はその先のテーマとしまして、中性の水を用いた水電解の研究開発を行っているということでもあります。

次に、キャリア転換・輸送・貯蔵のところでございますが、S I Pテーマにおきましては、液化水素に関する技術開発としてはアーム型のローディングシステムの開発、それから有機ハイドライドの製造・利用技術では、脱水素・炭素膜生成技術、また、アンモニアに関する技術開発では、アンモニア合成から脱水素技術でアンモニアの利用に結びつけるところをS I Pが行っております。

経済産業省の方では、キャリアとしましてメタン、液化水素、有機ハイドライド、アンモニア等のキャリアに関する研究開発を行っております。文科省さんの方では、更にハーバー・ボッシュ法ではなく、温和な条件での省エネルギーや革新的なアンモニア合成という研究開発を行っております。

一番右側の水素利用ですが、上からいきまして、エネ庁さんの方では燃料電池や超高压水素利用技術開発、また、環境省さんの方ではF Cのごみ収集車ですとかフォークリフト、小型トラック、再エネルギー由来の水素ステーションなどの開発を行っております。

そのほかに経済産業省さんの方では水素タービン、そのほかS I Pテーマとしましては水素発電エンジン、有機ハイドライドの水素ステーション、それからアンモニア利用技術におきましては水素ステーションですとか工業炉、アンモニアのガス、アンモニアタービン、アンモニアの燃料電池などの開発を行っているということでございます。

それから、この研究開発項目と外れて、一番上側に示しておりますオレンジ色のところですが、これは水素エネルギーキャリア導入シナリオ検討ということで、今、経済産業省さんの方ではトータルシステム導入シナリオ研究というのを行っておりまして、一方で内閣府のS I Pの方ではいろいろなキャリアの実用化調査というのを行っておりまして、それらは経済産業省さんと連携しながら、今後どのようなシナリオができてきて、どのようなキャリアがどういう使われ方が一番いいのか、経済性も含めて検討していくという計画になってございます。

それから、一番下に書いております、これもオレンジ枠ですが、こちらは基準策定ということで、各種法整備ですとか標準化ですとか、あるいは安全基準の整備、安全ガイドラインの策

定等をまた各府省が分担して行っているということになっております。

5 ページ目から平成 28 年度の主な成果を説明いたします。

まず、アンモニア水素ステーション基盤技術ということで、世界で初めて高純度水素、99.97%達成できる水素製造が可能になったということで、ここには残存のアンモニア濃度0.1ppm以下ということで、スケールとしてはアンモニアで1Nm³/hということで、実証システムの10分の1程度のものでございますが、このようなプレス発表で行われています。

下側に行きまして、アンモニアの直接燃焼としまして、アンモニア燃焼が工業炉で使えるという燃焼技術の開発に成功しております。アンモニアといいますと、やはりNO_xが心配になりますが、そのNO_xの発生の環境基準以下まで抑制した燃焼技術が確立されたということで、アンモニア専焼、またはメタン-アンモニア30%混焼、いずれにおきましても成功しているということでございます。

6 ページ目にいきまして、こちらもアンモニア直接燃焼ですが、こちらは火力の微粉炭とアンモニアの混焼の様子を世界で初めて可視化で観察することに成功したということで、こういう成果が燃焼現象の解明に活用できるのではないかとというふうに期待されています。

それから下側ですけれども、こちらもアンモニア直接燃焼で、実際シングルバーナー炉を用いてアンモニアを最大20%混焼させた場合でも、NO_xを既存の脱硝装置で処理可能な燃焼試験に世界で初めて成功しているというところで、この成果をもって、平成29年度では一番下に書いてございますが、大規模アンモニア混焼試験を計画しているという状況でございます。

7 ページ目にいきまして、全体の研究開発計画で、今年度でございますが、重点と書いてあるところを御説明いたしますと、CO₂フリー水素利用アンモニア合成システム開発では、実証プラントの試運転・改良を加速的に進めるということ、それからアンモニア燃料電池におきましては1kW級のスタックの耐久性評価、システム製作などを行うと。それから、アンモニア直接燃焼におきましては、先ほど言いました大規模な微粉炭混焼発電試験を実施する予定です。それから、液化ローディングシステムにおきましては、システム製作、安全ルールの整備などを行うことになっております。

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、別紙3について文部科学省の小野専門官からよろしく願いいたします。

○小野専門官 そうしましたら、別紙の3を御覧ください。文科省の蓄電池の関係の研究開発について御説明を差し上げます。

再生可能エネルギーの導入ですとか電気自動車の普及のために中核となる蓄電池について、文科省ではリチウムイオン電池の延長線上にはない世界に先駆けた革新的なポストリチウムイオン蓄電池の研究開発を進めております。

枠組としましては、文科省と経産省で合同の検討会の枠組を持っているのですが、そこで蓄電池について両省で進めましょうということを決めまして、その下にガバニングボードを作って、具体的に事業を情報交換をしながら進めております。文科省はそのうちの基礎的な部分を担っておりますけれども、大きく分けると二つのプログラムを持っておりまして、上が次世代蓄電池研究加速プロジェクトというもので、これはJSTのALCAという枠組の中で蓄電池のプロジェクトをやっております。

対象としましては、ポストリチウムイオン電池の研究開発ということで、全固体電池ですとかリチウム硫黄系、また、リチウム空気、多価イオンなどの新しい蓄電池をタイプ別に研究開発のチームを作りまして、アカデミア発で新しい革新的な蓄電池に挑戦するというプログラムになっております。

また、もう一つの柱として、その下にあるのですが、先端的な材料開発ということで、全固体電池ですとかリチウム空気ですとか、また、ナトリウムイオンのような新しい電池の材料の開発というのを実施しております。これらは成果が出てまいりましたら、経産省さんの蓄電池の材料を評価する事業がありますけれども、次で御説明あるかと思っておりますけれども、そちらにお渡しをしまして、材料の評価をしていただいて、その結果フィードバックしていただいて、また研究開発に生かしていくという、そういう枠組でやっております。

次のページを御覧いただければと思います。次のページは今年度具体的にどのようなことが進んだかという御説明になっております。

まず、左側の次世代蓄電池研究加速プロジェクトの方ですが、ステージゲート評価を事業の中でやっております、27年度にその評価をして、それを受けて28年度からチーム体制を見直して、更に研究開発を加速させております。

具体的な成果としましては、硫化物系の全固体電池に関して、電池として組み上げた状態で現行のリチウムイオン電池と同等なエネルギー密度を達成したという成果がございまして、先ほど御説明いたしましたとおり、経産省さんの材料評価の方に今それをお渡ししまして、実際評価を始めていただく準備というのを進めております。

また、リチウム空気電池に関しましては新たな構造、スタック構造を開発いたしまして、その状態で世界最高のエネルギー密度を達成するというような成果が出ております。

また、右側は材料開発の方ですけれども、こちらはナノ材料の解析ですとか、原理の探索と
いったことをして、新しい革新的な材料を探しているプログラムですけれども、特にデータ科
学との融合というふうに書いてありますけれども、計算科学と融合して研究を更に進めている
状態でございます。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。経産省との連携もスムーズにいくと非常にいいと思っ
ております。

続きまして、別紙4、経産省の東谷係長、よろしくお願いいたします。

○東谷係長 経済産業省自動車課の東谷と申します。蓄電池・蓄電システム研究開発技術開発
につきまして御説明させていただきたいと思っております。

先ほど文部科学省の方から基礎的な部分の電池の開発についてのお話でしたが、当
課ではより実用化、出口に近い部分の蓄電池の開発を行っております。

具体的には、革新型蓄電池実用化のための基盤技術の開発事業といたしまして、今年度から
開始した事業でございます。5年間プロジェクトになっておりまして、平成30年、3年目に
中間評価を行うこととなっております。

運輸部門に関しましてはCO₂の排出量というのが全体の約20%を占めますので、今後そ
の削減を進めるためには、電気自動車ですとかプラグインハイブリッド等の次世代自動車の普
及の推進が重要になっているところでございます。

そこで政府といたしましては、2030年にEV、PHVの新車販売台数に占める割合を最
大30%という目標を掲げて進めております。ただ、実際に普及に当たりましてはいろいろな
課題がございます。特に言われておりますのがコストの問題、あとは航続距離が足りないとい
う問題を解決する必要がございます。そのためには、今のリチウムイオン電池を更に超えま
す革新型蓄電池の開発が重要と考えておりまして、本プロジェクトを推進しております。

特に蓄電池に関しましては、韓国ですとか中国ですとか、国際競争力が激化しているところ
でございますので、我が国としては技術で先行していくという意思のもと、産学官連携のもと
プロジェクトを実施しております。

具体的な内容といたしましては大きく二つございまして、電池の解析の技術、高度解析技術
の開発、二つ目がそれを利用した革新型蓄電池の開発ということを想定しております。

産官学連携の具体的には京都大学、産総研の関西センターを中心に産学連携の拠点を作っ
ておりまして、そこに16のサテライトの大学や自動車、電池メーカーから研究員を派遣いただ

いて、産学官連携して研究開発を進めているところでございます。特にエネルギー密度が上がってまいりますと、安全性、耐久性というのが非常に高いレベルで求められることとなりますので、それらの基盤技術を産学官連携で開発を進めることにしております。

具体的な内容といたしましては、まず解析技術に関しましては、右の方に図を御用意しておりますけれども、Spring-8やJ-PARCのビームラインを活用いたしまして、電池の反応過程や劣化現象等を非破壊で観察する手法の開発をしております。

また、革新型蓄電池に関しましては、これまでの研究によりまして電池系を三つのタイプに絞っております。亜鉛空気電池と、硫化物電池、ナノ界面制御電池という、大きく三つのタイプの電池の開発を進めております。

目標といたしましては、右の図に矢印が三つあるのですが、現在のリチウムイオン電池は航続距離が120～200km、エネルギー密度というものは100Wh/kg程度になってくるのですが、やはりガソリン並みの航続距離が必要となりますと、航続距離は500km。そう考えますと、エネルギー密度は500Wh/kgまで必要になってくるのですが、現行のリチウムイオン電池ですと理論上200Wh/kg程度が限界ではないかと言われておりますので、それを乗り越える電池の開発というのを進めております。

最終年度には500Wh/kgのエネルギー密度を実際に使われる実セルレベルの大型試作セルで確認する。それをもって自動車メーカー、電池メーカー等実際に実用化を行う企業に橋渡すということを考えております。

今年度でございますけれども、初年度ということもございまして、解析技術に関しましてはSpring-8の方にビームラインを増設させていただいております。29年度はそれを実際に動かすこととなります。また解析技術に関しましてはマイクロからマクロ、それぞれ解析、例えばビームラインだけではなくて、電子顕微鏡を使ったり、充放電装置を使ったり、様々な装置で解析を行いますので、その解析のプラットフォーム化というのを29年度、行っていく予定でございます。

革新型蓄電池の方に関しましては、今年度、材料の開発、仕様設計等させていただきました。29年度については実際に電極やセルを造り上げて、30年度の中間評価の際には300Wh/kgをまずは検証するというのを考えております。

簡単ではございますが、以上です。

○柏木座長 どうもありがとうございました。

それでは続きまして、5時までにこれを終わらないと、少しコンパクトにお願いができれば

と思います。

別紙5のやはり経産省の土居係長、よろしく願いいたします。

○土居係長 経済産業省素材産業課から蓄電池材料評価基盤技術開発プロジェクトについて御説明させていただきます。

本事業ですが、今後次世代自動車等に用いられ市場が拡大してくるであろう先進リチウムイオン電池及び革新電池の新材料を評価する共通的な評価基盤を開発することで、材料メーカー、電池メーカー、自動車メーカーのすり合わせにおける材料探索期間の短縮、開発コストの大幅な低減を図り、それによって先進リチウムイオン電池及び革新電池等の新製品の早期製品化を図るというものでございます。

資料2別紙5の下の方の図になりますが、現在、材料評価の基盤がないということで、材料メーカーは電池のことがわからない、電池メーカーの方は材料のことがわからないということから、すり合わせ回数がどうしても多くなり製品開発が長期化する傾向がございます。そこで、本事業で材料評価の基盤を作ることにより、すり合わせ回数を減らし、早期の製品化につなげる、そういうコンセプトの事業になります。

具体的にですが、この評価基盤に用いられる標準となる電池モデルを策定するということと、もう一つはその策定した標準電池モデルを用いて材料の性能評価の手順を開発するというところの2点実施しております。28年度については標準電池モデルの策定まで終わりました、それを用いた性能評価技術の開発を始めたところでございます。29年度につきましてもユーザー等の意見を取り入れつつ、この評価技術をブラッシュアップしていく予定になっております。

ちなみに、革新電池についてなのですが、先ほど文部科学省様の方から御説明ありましたが、硫化物系全固体電池というものを対象にしておりまして、文部科学省様の事業からの橋渡し等というところで実施しているというものでございます。

簡単ではございますが、以上です。

○柏木座長 ありがとうございました。

続きまして、別紙6を文科省からお願いいたします。

○小野専門官 別紙6ですけれども、文科省での未利用の熱の有効活用に向けて、新規材料の開拓などの基礎研究を実施しているものになっております。具体的には二つ事業がございまして、一つは先ほども申し上げましたけれども、ALCAというプログラムの中で、低炭素社会の実現に貢献する革新的な技術シーズの発掘というのをやっております。具体的には中低温排

熱を高効率で電気に変換する技術ですとか、ヒートポンプの関連技術などの個別の要素技術の研究開発を進めておりまして、例えばこちらに例が挙がっていますが、東海大学の長谷川先生のところで、低温排熱を一度音に変えて、その後それを電気や冷熱に変換するシステムというものの開発をやっております。

今、試作機を造っておりまして、右側の写真なのですけれども、いろいろな展示会に持ち込んで、いろいろな企業の方に見ていただいて、いろいろな意見交換をするというようなことをやっております。

また、右側は理化学研究所の創発物性科学研究事業という、これは十倉先生のセンターですけれども、熱電物質の電子状態を操作することによって、新しい原理を実証して、本当に革新的な新しい熱電材料の設計と研究開発を進めております。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございます。

それでは、最後に別紙7、これは経産省の坂元室長、よろしくお願ひいたします。

○坂元室長 先ほど産総研の平野様から調査事業について御紹介いただきましたが、それと関連する事業でございまして、未利用熱のエネルギーの活用に関する研究開発事業でございます。

具体的には産業部門をターゲットといたしまして、断熱、蓄熱等の削減、熱電変換等の回収、ヒートポンプに関する再利用、こういった技術開発をすると共に、これらの技術を一体化するマネジメントシステムの技術を開発をしております。

1 ページ目のイメージ図がございまして、真ん中に高温工業炉がございまして、その左端に四角いレンガがございまして、グラスウールのような繊維を用いず、セラミックスを使って、トレードオフの関係にあります圧縮強度と高い断熱性能を両立させる、こういった多孔質な材料の開発を行っている、断熱材の開発を行っております。

その下でございまして、丸いボールがございまして、蓄熱密度の高いゴルフボール大のセラミックス材料や、この図にはございませんが、化学反応熱を用いた蓄熱材料の開発を行っております。

それから、このレンガの上に発電モジュールとございまして、熱電変換に優れた有機材料や無機材料を開発すると共に、モジュール化したデバイスを開発を行っております。

2 ページを御覧ください。体制図でございまして、それぞれ断熱技術、蓄熱技術、熱電変換技術等について各企業、あるいは研究機関が研究開発を進めております。

それから、下の方にございまして、先ほど、今しがた文科省さんの方から御紹介いた

きましたプロジェクトと連携をして進めさせていただいてございます。

3ページになります。現在の実施状況と実施予定でございます。例えば一番上の断熱技術でございますが、低い熱伝導率と、多孔質ですが強度の高いファイバーレスなセラミックスの材料を開発し、発熱節減率を現在の半分を目指して、現在材料の設計、試作を行ってございます。同様に、蓄熱技術や熱電変換技術等についても材料開発に関する施策を行っているといったところでございます。

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。

一応、御発表いただく内容は全てプレゼンしていただきました。あと時間の範囲内で、できる限り大勢の方にポイントを突いて全体の審議をしていただければと思います。多少時間が延びる可能性がありますけれども、なるべく要約、論点を突いてお願いいたしたい。全体を通してで結構でございますが、今の各省庁の発表も踏まえて、よろしくお願いたします。どなたか。できればこの資料2の1ページにあるフォローアップのポイントというところも踏まえながらお願いしたいと思います。いかがでしょうか。

どうぞ。

○須藤構成員 ヒートポンプについてちょっとお聞きしたいのですけれども。きょうの文部科学省の発表の中にも一部入っていましたし、恐らく経済産業省の方はヒートポンプについてはダイレクトに取り組まれていると思うのですが、その辺の現状とそれから将来の計画というのはいくつか持っているのでしょうか。文科省と経産省で連携して、そういうところに取り組んでいるのでしょうか。

○柏木座長 その前に、SHP、スーパーヒートポンプというのを手作業でやっていましたね。

○須藤構成員 今でも動いていますよね。

○柏木座長 どうぞ、どなたか、こちら。

○坂元室長 経済産業省でございますので、産業技術ということで、比較的イノベ的なものにはありますけれども、実用性を鑑みて、例えば資料2の別紙7でございます。7の3ページを御覧いただきたいと思いますが、3ページの下から3段目にヒートポンプの技術開発として、COP3.5を目指して、これは100度～200度の過熱の中でヒートポンプの性能を発揮するというところでございますが、現状はなかなかこれは難しゅうございまして、今のところ80～160度の加熱が可能な300kW級のヒートポンプの試作設計を目指して開発を行っているということでございます。経済産業省ですので、産業技術ベースに実用化に向けて、によ

り焦点を置いた開発を行っているということでございまして、文科省さんから出てくるプロジェクトの成果も併せて活用させていただくという、そういう体制関係にございます。

○柏木座長 よろしいですか。

○須藤構成員 はい。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

どうぞ。

○浅野構成員 蓄電池の方なのですが、先ほど出口として自動車航続距離何kmとわかりやすい目標があったのですけれども、電力貯蔵用、もう一つの目的はスマートグリッド普及と書いてあるので、いわゆる定置用のバッテリーの目標、特に重要なのは10分の1のコストということで、kWh何万円ぐらいを目指しているか。

○小野専門官 文科省では、今これは10分の1というふうに書いてあるのですけれども、具体的に何万円というのは実は置いておりません。ただ、例えば硫黄を使うですとか、なるべくリチウムを使わないですとか、そういった観点の蓄電池の開発を進めているというふうに考えております。

○柏木座長 経産省はいかがですか。

○東谷係長 経済産業省でございますが、自動車課のプロジェクトは車載用蓄電池の研究開発でございます。将来的に車載用というのは大変電池の量が出てくるものと考えられておりますので、まずは車載用電池を開発進めることで、系統用ですとか定置用のコストの方も必然的に下がってくるのではないかと考えております。

車載用蓄電池といたしましては、コストの方は2030年にkWh当たり1万円をNEDOロードマップの方で策定しておりますので、そちらに応じて開発を進めているところでございます。

○柏木座長 よろしいですか。ほかに、きょうまだ御発言ない方でどうぞ。

どうぞ。

○中山構成員 ありがとうございます。蓄電池材料の評価、基盤技術開発はもう平成22年度から開始されていて、こういう基盤技術を開発すると効率的に開発ができるということだと思いますが、もう、少し成果が出てきて、実際に文科省や経産省の車載用の電池の開などに使われている、というような実態はあるのでしょうか。

○土居係長 経済産業省から答えさせていただきます。

本事業ですが、現在は、先進リチウムイオン電池と革新電池という今後市場が伸びるである

うものを対象にやっているのですが、以前は、今はもう実用化されているリチウムイオン電池についての評価事業をやっておりまして、その事業成果を活用して、本事業の実施者である技術研究組合リブテックが自主事業として材料評価事業を行っているという実績はございます。

○柏木座長 ほかにいかがでしょうか。

どうぞ。

○高原構成員 蓄電池についてであります、リチウムイオン電池は現状の5倍という大変チャレンジングな目標で、大変期待しております。その中で特に革新型蓄電池の課題として備わるその寿命や安全性のほかに、量産性の制約、あるいは原単位といったところも、是非ステップCで明らかにしていただけるようお願いしたいと思っております。

○柏木座長 一応コメントですけれども、もし……

○高原構成員 原単位のところですが、国産化を意識するとどうかと言うことでも結構です。

○東谷係長 ありがとうございます。本事業につきましては、実用化というのを目標にしておりますので、単に500Wh/kgというエネルギー密度を達成するだけではなくて、コストの方もしっかり量産まで考えて評価の方をさせていただいておりますので、御指摘の点を踏まえて引き続き頑張ってまいりたいと思っております。

○柏木座長 ほかによろしいでしょうか。

それでは、まず田中さん、その後。

○田中構成員 蓄電池材料評価基盤技術プロジェクトについてなのですけれども、すり合わせを行うということがその評価基盤を確立して一つの目標だということでした。こういったすり合わせを行っていくというのは、それによって全体の技術開発に係るシステムを効率化していくということになり非常によい試みだと思いますが、一方で、そのようにある程度確立されたところから上がってくるもののすり合わせによる効率化を重視してしまうと、逆にそこから全く新しいものの発見はどうなるのでしょうか。あるものを組み合わせていくのではなくて、今ないものを生み出さなければいけないようなことに直面するときというのは、この確立した評価基盤にフィードバックしてデータベースを再構築するなど、そういった仕組みになっているのかどうかだけお伺いしたいです。

○柏木座長 いかがでしょうか。

○土居係長 ありがとうございます。御指摘、おっしゃるとおりかと思っております、本事業につきましては今は先進リチウムイオン電池と硫黄系の全固体電池を扱っているのですが、今後そういった今まで考えられなかったような新しいシーズができた場合は、その実用化の可

能性等についてよく検討の上、本事業で取り扱うことについても十分考えられるかと思えます。

○柏木座長 武田委員、どうですか。

○武田構成員 各論を聞いていて、資料1ですごく気になったのが、4ページとか9ページのフローチャートの図がありますよね、あれのエネルギー消費のところで運輸と民生はあるのですけれども、産業がないのですよ。きょうの議論でも産業がエネルギー消費の中心で、しかもそこからのITデータがIoTに入っていくパスがまずは一番手をつけやすいところではないかなということですから、産業を是非加えていただく検討を頂けたらと思えます。

○柏木座長 事務局から何かありますか。

○鷹嘴ディレクター 承知しました。それでまとめさせていただきたいと思えます。

○柏木座長 コメントとして、次回の宿題。

ほかにいいでしょうか。ちょうど今5時で、ちょっと久間先生に一度。

○久間議員 本日は活発に議論頂きまして、どうもありがとうございます。

まず、熱利用ですが、実用化の難しさを感じました。

画期的な仕組み作りや、アグリゲーター、ブローカーといったプレイヤーを作ること、また熱電素子とか蓄熱素子などの破壊的イノベーションとなる材料開発などを強力に推進しなければ、いつまでも同じ議論を継続すると思いました。

最後に経産省の未利用熱エネルギー利用は、うまくまとまっていますね。具体的な目標も立てています。ただし実用化できるかどうかは、もう少し吟味すべきだと思います。こういった活動と、ブローカー、アグリゲーターの件を一体化することを、金属技術室で検討すればよいと思います。

それから蓄電池ですが、経産省と文科省が蓄電池の研究開発で連携していると言うけれども、私には全く連携出来ていないように見えます。この程度で連携していると言っては駄目です。単なる情報交換ですね。経産省と文科省の役割分担を明確にすること、文科省のどの研究成果を経産省に橋渡しするのか、経産省はその成果をいかに産業化するか、またその結果を文科省にどのようにフィードバックするのかといった具体的な連携内容が全く見えません。その辺を改善していただきたいと思えます。

以上です。

○柏木座長 ありがとうございました。

今の久間先生の連携の強さというか、全体を一つの蓄電システムなら蓄電の中でまとめて、もう一度これを少しバインドを濃くしながら、お互いのシナジー効果が出るような形に作るに

はどうしたらいいかということを含めて、資料を少し提出していただくということにさせていただきます。

3分ほど経過しましたが、一応きょうの議論はこれで全て終了で、きょう岡崎さんと平野さんには貴重な資料を御説明をいただきまして、ありがとうございました。また、各省庁の皆さんも、非常に短い時間で恐縮でしたが、ありがとうございました。

次回の日程をお願いします。

○鷹嘴ディレクター 本日は活発な御議論を頂きまして、ありがとうございました。最後の蓄エネの全般についての総合的な議論がちょっと足りなかったかと反省しておりますので、次回、その総合的に議論いただく議事とさせていただきたいと思っておりますので、次回に持ち越させていただきますと考えております。

次回のエネルギー戦略協議会でございますが、3月22日水曜日の13時～15時で調整させていただきますので、構成員の皆様におかれましては御出席いただきたく、よろしくお願い申し上げます。

本日は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。

以上