

2022年 第16回 ESI シンポジウム

パネルディスカッション

[開催日]2022年9月5日(月)

[場 所]オンライン開催

[登壇者(敬省略)]

小川 要 : 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部電力基盤整備課 課長

松尾 豪 : エネルギー経済社会研究所 代表取締役

戸田 直樹: 東京電力 HD 経営技術戦略研究所 チーフエコノミスト

岩船由美子: 東京大学生産技術研究所 特任教授

秋元 圭吾: RITE システム研究 G グループリーダー・主席研究員

鹿園 直毅: 東京大学 生産技術研究所 教授

モデレータ: 荻本 和彦 (東京大学 生産技術研究所 特任教授)

[進行]:

論点1 振り返り

論点2 エネルギー需給ひっ迫への対応: 今冬

論点3 移行期を含めた3Eの実現: 中長期

最後の一言

[ディスカッション]

(開会)

荻本:

本日5名の講演者の方々、そしてここから生産技術研究所の ESI メンバーの鹿園直毅教授に加わっていただきます。本日のパネルディスカッションは論点1~4、論点1は講演が終わって他の方の講演も聞いて何かお気づきの点があれば一言ずつお願いします。論点2が今年の冬に向けた安定供給、論点3は中長期的な安定供給についてで、ここは30分ずつ時間を取らせていただき、最後、もう一言ずつご発言頂いて合計80分で予定をさせていただきます。講演をしていただいて、そして講演を聞いていただいております。何か私からコメントをさせていただきます。

3年ぶりに行動制限のない夏休みというキーワードもありましたが、先月はエネルギーに関する出来事は多い8月でした。ウクライナ侵略が続く化石燃料の高騰や不足への対応と、もう一つ低炭素に向けて順番に何をしていくのかという議論についても、プロジェク

トの発表もいくつかあったと思います。次のスライドですけれども、とりあえず外国の動きとして見ようとすると、私はいつも IEA の情報から始めます。IEA からは、ガスの市場はどうなっている、石炭の市場はどうなっている、電力の市場はどうなっている、そして原子力はどのように使えばいいんだというようなレポートが6, 7, 8月に相次いで出たという感じでした。それから、今まさにウクライナ紛争で直接の影響を受けているヨーロッパですけれども、3月に開始の宣言をして、5月の半ばに REPowerEU という政策パッケージの詳細を発表しました。EU には2030年の低炭素目標を定めた「Fit for 55」と政策があるのですが、それにウクライナ対策も含めて省エネ、供給の多角化、再エネへの移行の加速、必要となる追加投資、これらを加えて再整理したという内容です。日本においては、今回の講演でもご紹介ありました GX 実行会議で議論が7月に始まり、第2回8月24日は安定供給の議論が行われました。この表は日本と欧州を比較してみようと。日本が今回のエネルギーの需給逼迫で短期的、長期的に何をすればいいのかが検討されています。しかし長期的にはなにをすれ場いいのかについてはなかなか難しいと自分でも思っています。欧州は REPowerEU に取り組み、日本は GX 実行会議の議論が始まって、今日紹介のあった要に、日本は欧州と同様天然ガスを大量に海外に依存することは同じでも、それを貯蔵するキャパシティは相対的に小さいという点も違うし、原子力については廃止する国、継続する国があり、日本は再稼働が遅れている。あと欧州は干ばつによって、冷却水の確保とか燃料の運搬ができないという報道もあった。ネットワークに関して言うと、ガスパイプラインはヨーロッパではスペインを通過してガスを算出するアフリカまで繋ごうという議論があるのに対し、日本は産地までパイプラインで繋ぐのは難しい。でも国内では相互に接続できないかという議論はある。需要側で言うと、省エネルギー、ガスの消費量を削減するために、欧州では建物で水を循環して暖房しているのでその熱源をヒートポンプへの取り替えを加速する Air to Water と呼ばれる取り組みを加速しています。

以上、蛇足の説明でしたけれども、ここから論点1に入っていきたいと思います。振り返りとしてご講演を終わって何かお気づきの点があればぜひ一言ずつお願いします。小川様から順番に何かお気づきの点があればお願いします。5人の講演者をお願いしまして、最後に鹿園先生に新しく登段いただきましたので、短いプレゼンをいただきたいと思えます。小川様よろしいでしょうか。

(論点1 振り返り)

小川：

ありがとうございます。今、荻本先生に非常に全体をコンパクトにまとめていただきましたけれども、他の方々のご講演を聞いていても、やはりこれも日本だけではない、グローバルまさに共通の課題に、同時に直面しているのが今回の特徴かと思っています。そういった意味で、これまではどちらかというカーボンニュートラルが前に出ていた中ではあったのですが、今回は安定供給をどう実現するのが問題です。さらに需要対策。我々は特に震災後かなりいろんな形でやってきており、今回は欧州ガスが契機であります、

電力もどうやって需要のタイムシフトをするか、そのためにどんな働きかけ、インセンティブを行うのか、日本でやる節電ポイントは家庭に対して効くのかどうか、そんなやりとりもまさに同タイミングで行われているのが一つです。もう一つは、本日は、ちょっと射程を離れてしまうため触れなかった点は料金です。これもまた各国同様の課題に直面しつつ、それぞれアプローチ、特に欧州は直接的にお金をどう需要家に届ける対応を取っている。その前提としては、電気・ガスの料金の高騰が日本と比較にならないほど大きく、マーケットメカニズムを通じて、直接に小売事業者さらには需要家に今及んでいる。日本も時間の問題ではありますが、今の足元はそのような状況に見ています。

荻本：

どうもありがとうございました。それでは、松尾様お願いできますでしょうか。

松尾：

私からはプレゼンの中でもお話をさせていただきましたけれども、日本とヨーロッパでは市場環境の違いが非常に大きく、現状はその市場環境の差が足元の社会への影響の違いとなって表れているのではないかと思います。今、ホワイトボードに問題意識を書いたものがあります。ヨーロッパと日本の燃料上流から市場までのバリューチェーンにおいてリスクを比較しています。講演の中で言えなかったのでこの場でお話したいと思うのですが、ヨーロッパの場合は、資源国と公益事業者の間の契約が市場価格リンクのフォーミュラとなっています。Gazprom が欧州に輸出した天然ガスのうち、86%以上は市場価格リンクであり、量はヘッジできていても価格はヘッジできていない。今ヨーロッパで一気にリスクが顕在化しているのは、ここが一番大きいと思っています。下にもちょっと書いたんですけど、地域レベルでのエッジ手段が全くない状況です。日本の場合はこちら書いてあるように、ほとんど原油価格リンクのS字カーブのフォーミュラです。原油価格が上昇すれば、当然リスクになりますので、果たして原油価格リンクが正しいのかという議論もありますが、これで今助かっている側面もあると思います。それで、やはり長期契約の重要性をトランジションの枠組みの考え方の中でどう位置付けていくか、長期契約について考えてなくてはならず、どのようなシナリオで移行していくのか、ここが一番問題意識で、お伝えしたかったところで。この場をお借りして補足させていただきました。

荻本：

どうもありがとうございました。それでは続きまして戸田様お願いいたします。

戸田：

私のプレゼンは日本も欧州も発電分野を競争領域とする自由化はそろそろ手仕舞いでよいのではないかという内容でした。松尾様の話の中で、JEPXにおける売り切れの事例の話があって、少し考えたことを話します。松尾様がおっしゃったのは、JEPXで売り切れが発生すると一種のパニック状態というか囚人のジレンマ状態で入札価格が上がっていくという話でしたが、なぜそうなるかと言うと、学術的には小売事業者側が機会費用を理解していないからです。すなわち、小売事業者が200円で買い札を入れるならば、機

会費用が 200 円以下の需要は事業者の方で自主的に遮断することが前提でないといけない。しかし、現実にはそのようなことはできず、何とか電気を調達して帳尻を合わせる必要に迫られてパニック状態になるわけです。需給が安定しているときにはわからなかったのが、需給がタイトになって、今採用している自由化のモデルの前提が満たされていないことが明らかになったのだと、松尾様のプレゼンを聞いていて思いました。

荻本：

ありがとうございました。それでは岩船様お願いします。

岩船：

ありがとうございます。需要家の話、特に低圧リソースの視点でお話させていただきましたが、足元から中期ということで市場のあり方をかなり基本的に見直す必要がある局面なのかなという印象を先生方のお話伺って思ったところでした。ただ、具体的にどうするのか、それ自体も時間がかかるし、なかなか難しい問題だなとは思っていました。ただ、全ての化石燃料が高くなる中で、需要側対策の費用対効果が合うようになり、しっかり活用されるインセンティブにはなりうるのかなと考えておりました。

荻本：

ありがとうございます。続きまして講演者では最後に秋元様お願いします。

秋元：

私も皆様おっしゃったところを包括して申し上げたいと思います。やっぱり料金制度の問題はかなりよく考えないといけないと思っていて、電気料金、ご講演の中でも例えば欧州でも上限規制がかかっている、同じような形で日本も事実上かかっているわけです。それが本当に望ましいのかどうかについて、先週欧州に出張時に雑談で欧州の電力・ガスの問題について研究者と話す機会がありました。そういう上限規制は需要サイドの対策を誘発するためには不適切でありしっかり価格を消費者に転嫁しなければいけないという議論がありました。政治家は補助金を望むけれども、それは短期的にはいいかもしれないけど長期的にはそれは全体の社会のためにならないという議論をする研究者もいて、それは私も全くそうと思いました。他方で、トランジションとして消費者の負担感をどう低減すべきかという議論もあるので、なかなか難しい議論ですが、我々長期的に需要対策が重要なので、そこを料金制度で出していくのかについてこの後もし議論があればもう少し深掘したいと思いました。一方で限界費用ではなくて平均費用で決めるような以前の総括原価的な感じのやり方も長期的にはあると思います。どういう料金体系がカーボンニュートラルや安定供給の状況も含めていいのかは、欧州も悩んでいますし、我々も悩んでいる最中だと思いますので、これらについて深掘できるといいかなと思います。

荻本：

はい、ありがとうございます。それでは最後になりましたけれども、パネルディスカッションから参加していただきます鹿園先生お願いします。

鹿園：

荻本先生から Air To Water (ATW) という題目をいただきまして、その観点で熱を専門とする視点から話をさせていただきます。Air To Water というとすごく新しいものに聞こえますが、空気熱源の温水ヒートポンプのことで、技術的にはある程度成熟しています。ヨーロッパの場合は既にボイラーで沸かしたお湯を循環させるシステムができていますので、熱源を入れ替えるだけという非常に導入のハードルが低い状態です。先ほど戸田様からお話がありましたように、化石燃料の燃焼による暖房給湯に規制がかかる中、Air to Water の市場が非常に伸びて注目をされている。2020 年で大体 1 割ぐらいのシェアだったそうですが、今これが前年比 2 桁、10% 超える勢いで増えていると聞いています。日本ではどうかというと、いずれクリーン化すべき時に、燃焼式のままグリーン燃料で置き換えるのか、それとも電化するのか、そして電化では空調、特に暖房も対象に含めるのかどうかポイントになると思います。このときに Air To Water が出てきます。間接膨張は実際に部屋の中まで冷媒を持っていかず、室内で直接凝縮・蒸発させないものになりますが、ATW は水を二次冷媒に使います。このシステムの良い所は、一部対流も利用して伝熱しますけれども、放射で暖房できて快適性に優れます。また二次冷媒を使うとなると、蓄熱できるので、出力が変動する再エネのとの相性も良いと思います。さらなるメリットとしては、HFC がキガリ改正¹で 2036 年に 85% 削減が求められていて、そのためには新しい冷媒の導入が必要なのですが、あと 10 数年しかないのですが、空調用途については候補が絞り込めていない状況にあります。いずれの冷媒候補も、何かしら可燃性や毒性などの問題を克服しなければなりません。今、エネルギー起源の主要温暖化ガスが注目されていますが、一方でこの HFC が今どんどん増えていて、この問題が相対的に目立ってくるだろうと思っています。Air to Water は室内への配管には水を使うので、冷媒量を大きく減らせるメリットに加え、この放射空調は暖房の風に当たることがなく快適性も高い、また給湯と冷媒を共通化することでシステムとしてコストダウンでき、さらには水が災害時にも使えるとか複合的に考えて非常に大きなメリットがあります。日本では水の配管が新たに必要になり、実際普及するのかというところはあると思いますが、理屈上はいろんなメリットが出てかなり理想に近いシステムだと思います。ヨーロッパはハードルが低いというのは非常にある意味良いシステムが元々出来上がっている。欧州の ATW は日本のメーカーが頑張っていて、中国と韓国もこれから出てくるでしょうけれども、この分野では技術的にも良いポジションにいると思います。ですから、日本でももっと普及しても良いのではないかと考えています。水を使うシステムというのは既にあります。スライド一番左が三菱電機さん、いわゆるマルチエアコンと言って業務用の大型のエアコンですけれども、非常に配管が長いので、先ほどの HFC 規制を見据えて途中で水に切り替えて冷媒量を減らす

¹ 2016 年 10 月、アフリカのルワンダの首都キガリで開催されたモンテリオール議定書締約国会議合意された代替フロン（HFC）の生産や消費量の段階的な削減。

というシステムをもう既に製品化している。これはエアコンの冷媒を使った床暖房で、我が家もダイキンさんの設備を入れているのですが、リフォームもできます。右側は民生用ではありませんが、デンソーさんが開発した電気自動車用のインバーターや電池を冷却するために水を循環させるシステムで、トヨタさんで既に使われています。あと、水を循環させると冷凍サイクルに使う冷媒は逆に言うともっと良くなるという意味で、ノーリツさんはプロパンを使った給湯器を商品化されていますし、鹿島建設さんの中温・中水的に回す、空気熱源以外にも地中熱とか太陽熱などを使うシステムですけれども、いろんなオプションが出てくると思います。再エネが余るときにももちろん使うというのがありますし、それだけでなく外気温に合わせて吸放熱する、という意味で省エネにもなる。このように貯めるという機能がうまく使えると様々なメリットが出てきます。これはタンク内の温度分布で、20度と80度の例ですけども、温度成層を使うことで温熱だけではなくて、冷熱も貯められる。あと別な視点で、今材料として銅をかなり使っているのですが、水に対してアルミや樹脂が使えると、素材コストや安定供給に関してもメリットが出てきます。このように、私自身は水を使った間接膨張システムはかなり理想に近いと考えております。今エコキュートで給湯の蓄熱はいろいろ検討されていますけれども、仮にこういう水二次ループで空調も蓄熱できるとなると、かなりインパクトが大きいと思っております。例えば、東京電力さんのデータで中間期と夏季と冬季のピーク日の電力需要の差を見ると、この差分が空調だけではないとしても、約2,000万kWぐらいあるわけです。ピーク需要と設備容量が比例すると仮定すると、全国ではその3倍くらいになるので、2,000万の3倍で6,000万kW分ぐらい空調のピーク需要があることになります。これに加えて、将来電化が進んでCOP8のエアコンで暖房が置き換わって電力需要自体が増えたとすると、約8,000万kWになると推算されます。これだけのバックアップ電源を空調のためだけに用意するのはもったいないと思っています。水ループによる蓄熱ができれば、蓄電よりもハードルが低くピークを賄えるのではないかと考えております。日本は、後付けで設置できるこたつとストーブを置き換える形で今のエアコンに至っているとは思いますが、長い目でみると水システムは非常に有効ではないかと考えている次第です。

荻本：

どうもありがとうございました。今年の冬に向けて何をやるか、そして中長期に何をやるかについて、ヨーロッパのREPowerEUで私が印象的だったのは省エネががっちり入っているということでしたので、鹿園先生にお願いをした次第です。

(論点2 短期)

荻本：

論点1が一巡しましたので論点2に移りたいと思います。論点2は今年の冬に向けて色々な対策が行われている、でも時間には限りがある。死角はないのだろうか。残ったリスクは何であろうか。または、欧州と比較して日本が短期的にやることについて学びはないのか。あとは議論の中にも出てきましたけれども、このスライドでは、また足るか足らない

かというところから話は始まりますが、足りればいいのか、また将来に繋がるものになっているだろうか。でも必要なことはしょうがないよね、ということを書いています。右下の図は閣僚検討会合の短期的な対策です。今年の冬に向かって多様な観点あると思いますけれども、お気づきの点があればお願いしたいと思いますが、小川様、口切りをお願いしてよろしいでしょうか。

小川：

ありがとうございます。我々の考え方、やはり時間のかかるものから先にとということで、今で言いますとそのkWのようなところをまず急いで、やがて燃料のところでは最後はもう時間がないので、そこは需要サイドという順番で考えています。ただ実際にあって非常に難しいと思いますのは、かなりの部分が天候に左右されるところもありまして、いろいろ準備を進めつつも先ほどお話あった料金コストをとの見合いで今足元ですと、どんなにコストがかかっても絶対しっかり電力需給しっかりとと言われる一方で、そのリスクのところは、突き詰めれば突き詰めるほど、だんだんその低いリスクも含めて、どこまでカバーできるのかということ、特にこの冬は、その見定めが難しいと思っています。極端なことを言えば、ここ1、2年は別ですけれども、しばらくあった暖冬ならばそもそもそこまで需給の逼迫ということはしばらくなかったこととなります。そういった意味での備えというのは、見定めが難しいというのが足元の状況です。

荻本：

ありがとうございます。松尾様いかがでしょうか。

松尾：

燃料の話ばかりなので今日は、燃料のリスクについてお話しさせていただくと、やはりヨーロッパでノルドストリームが、定期点検が終わっても再開しないというようなリスクを考えていくと、例えば冬場の高需要期にサハリン2が途絶したときにどのような対応をとるのか。まさに今、足元で冬場に向けたスポット市場の商戦が始まっているところだと思いますので、燃料の面で対策を取るとしたらそれは今だということになると思います。そういう意味ではリスクを鑑みた燃料なのか、冬場に向けてまさに小川課長からお話があったように、需要サイドの節電という取り組みが必要なんだろうなと感じているところで

荻本：

ありがとうございます。次は戸田様、岩船先生、秋元様といきますが。

戸田：

この冬に向けて、これをやったらうまくいくといったことは、残念ながら何も思いつきませんでした。他方、今後のために確認した方がいいと思うことはあって、先ほどのプレゼンでも申し上げた電気料金のことです。ここへきて取り組みが強化された節電ポイントをしっかり定着させるためには、電気料金にポイントの原資を織り込んで持続可能な取り組みにしなければなりません。これは自由料金については、各事業者がちゃんと工夫してく

ださいという話だけかもしれませんが、規制料金については制度の論点になります。この議論は、今年は間に合わないとしても、来年以降も同じ状況であるならば重要な論点です。

もう一点あげますと、今の電力の需給状況はおそらく望ましくないと思われていて、それゆえにこのシンポジウムが開かれているわけです。しかし、自由化の制度設計をリードしてきた学識者の皆様は、電力が不足したときは値段が上がって投資が促され、安定供給は確保されると説明をしてこられましたから、彼らの視点に立てば、今は予定していたことが起こっているだけかもしれない。そのような学者の方々の意見に基づいて現在の政策を採用した際、関係者はその説明をどのように受け止めていたのか。おそらくは深く考えていなかったと想像しますが、これを改めて確認した方が良いのではないかと感じます。すなわち、将来制度を見直すとしても、我々はどのくらいの供給信頼度を求めるか、を明確にし、共有する必要があると思います。今このシンポジウムが開催されているということは、かつて経済学者が安定供給だと言っていたものは、実は社会的にはなかなか受容しがたい水準だったことの証左ではないか、それでは我々はどの程度の安定供給を求めるかを、来年以降に向けて、実感を伴ってしっかりと議論した方がいいかなと思っている次第です。

荻本：

はい。将来に繋がるかというポイントで大切なところだと思います。ありがとうございます。それでは続いて岩船先生いかがでしょうか。

岩船：

今年の冬は、結局予備率3%を超えそうでもう大丈夫そうな雰囲気があり、もちろんイレギュラーな事象があればひっ迫の可能性は当然あると思うのですが、まずは一旦いけそうだとこのところ今年冬は来ているのかなということをお伺いしたい。さっき私も、需要家にどこまで求めるかみたいな話で、例えば計画停電まで対策に入れ込むかということを指摘しました。戸田様の資料にも市場参加者が供給信頼度の便益を十分に評価できていないと19ページの所に実際に需給が逼迫した際に、市場による需給調整に最後まで委ね続けることをしない、そこまではやらせないというのが基本的に今までやってきたことだ、という指摘がありました。そうすると、この冬も同様で、だからkWh調達を結構なお金を出しても実施するでしょう。おそらくものすごい事故がない限りは、よほどイレギュラーな支障がない限りは、停電が起こらない範囲を我々は目指していて、となると停電しなくて当たり前みたいな考えがきつとこのまま続くので、市場にのみ依存し続けることは大きなリスクになるであろうと思います。この冬に向けてどうかというと、私は節電ポイント制度が半端に作られていることを懸念して、来年以降この節電ポイントをどう位置づけるかについて考えておいた方がいいかなと思いました。

荻本：

ありがとうございます。秋元様はいかがでしょう？

秋元：

私もこの論点は答えにくいかなと思って聞いていて、基本的には小川課長もおっしゃったように私も委員会の委員とさせていただいて、様々な対策を既に打ってきていて、逼迫はするけども停電にならないように、様々な対応をとってきているというふうに理解しています。おそらく少なくとも今の想定では停電しないで済むように、ただ相当コストもかける中で対応を必死に取ったということだと思っています。その上で、停電について確率論的に言えば、ないとは言えないので、そういう面では計画停電などの可能性も含めて、対応の仕方をぜひ検討してほしいということで委員会でも申し上げてきました。ただ、もう少し先ということをお考えすると、今年の冬はこれで対応できたとしても長期的にやっぱり引き続き需給ひっ迫というのは少なくとも数年続く気がしていますし、これまでも議論がありましたように、価格の問題は大変重要で、仮に足りたとしても、今回も相当コストをかけましたし、また逼迫してくる中で電気料金もガスの価格も、相当上がると思います。そこでまず一つとしては、電金の規制料金の上限の部分は撤廃した方がいいんじゃないかなと私は思っている。これは先ほど申しましたように政治家には受けが悪いですけども、長期的に考えた場合、来年再来年ということをお考えた場合には、ある程度上がることによって需要側の対策を促していかないといけないという部分もありますし、料金の抑制を電力事業者に寄せていることについては、そこをやっぱり撤廃して正しい市場メカニズムを働かせることは長期的には重要であろうと思っています。別の視点ですけども、原子力はもうなかなか間に合うものは決まってくるかと思いますが、来年、再来年については、原子力の再稼働は急いでいくべきだと思いますので、引き続き規制委員会の問題はあるにせよ、しっかり対応することが重要です。また欧州でも先週そういう議論をしていましたけど、欧州と日本だけではなく、価格が上がることによって、途上国と特に貧困な国が価格上がって生活が脅かされているということに関しては我々以上に被害を被っているわけです。日本の対応が間接的に他の国を助けることは十分あるので、そこに関して引き続き、我々でできることを積み上げていく必要があると思っています。

荻本：

それでは最後ですが、鹿園先生いかがでしょうか。

鹿園：

私も本当我慢するぐらいしか思いつかなかったのですが、今日色々とお話をお聞きして、まず予備率を上げるために尽力された方々に感謝申し上げますということと、あとは岩船先生のガソリン補助金だけ目立っていること、慎重に考えてバランスとってやっていくべきというところは印象に残りました。

(論点3 中長期)

荻本：

はい、ありがとうございます。今年の冬というと、もう時間もなくなることだと思いますし、小川様が最初言われたように低リスクのところまで掘っていくと、何でもまだ出

てくるけれども、だからといってというところもジレンマがあるだろうと思っています。そういう中で私は、なかなか日本人は理論的に考えるのが上手でない民族で、きっかけがないと一歩前に進みにくいと思うと、今年の冬つらいかもしれないというのは、一歩踏み出すチャンスではないかと思っています。そういう意味で、次の中長期の論点に行きたいと思います。これはGX実行会議で、先ほど小川様の説明にも出てきた、五つの視点というものを書きました。右上は論点になるかと思って、私が皆様の資料を読んで書き出しておいた戦略とかロードマップとかバリアは何だとか技術開発インフラ整備規制インセンティブ市場制度というふうに書きました。中長期というのは今まで十分やってきたんですけども、その逼迫ということバネにして、今までやりにくかったこと、あるいはなかなか着手できなかったことについて取り組むための、何かいいチャンス、そういう言い方すると怒られてしまうかもしれませんが、あるものは最大限に使うという意味では、「どこか一歩踏み出すところはあるのだろうか」という視点についてご議論いただければと思います。どなたからでも結構ですがいかがでしょうか。一番時間かかりそうなのは省エネなどで省エネは省エネで一つ大きなテーマかなと思ってさっきの Air To Water の話題もお願いをした次第ですけれども。

岩船：

講演でも話しましたが、需要側の取り組みをもう少し加速させるチャンスなのかなと思っています。夏と冬では需要側に求められることが多少違うので、一概には言えないところはありますが、柔軟性を増やすのは絶対的に必要です。今調整力としてカウントされてない、低圧のリソースは、それを増やす電化とセットなのですけれども、きちんとネットワークに繋がる必要があります。今ある程度普及している蓄電池もできることがバラバラという話もありますし、先ほどの産業用 DR も、例えば機器点計量のようなものが認められれば、もう少し顕在化できるチャンスはあると思うので、何とかその議論を進めていただきたいと思っています。ですが需要側のそのリソースの話は e-lab 検討会ぐらいでしか扱われておらず、突然再エネの会議のひとテーマに上がってくるだけで、体系的な議論が十分されてないと感じます。方向性を決めて後押しするものは後押しするとして、市場としても最初は多少ひいき市場かもしれませんが、絶対的に中長期的に役に立つ市場だと思います。調整力自体もクリーンにしていかななくてはいけないわけで、カーボンニュートラルに向けてという視点で言うと、今ここを強化するチャンスではないかなと考えています。

荻本：

はい、ありがとうございます。関連して、鹿園先生いかがでしょうか？

鹿園：

先ほどの Air To Water みたいな話は、日本では入れ替えようとするすると相当に時間かかると思いますので、そういう意味では、今はそういう選択肢にすら上がってないと思うんですね。だから、まず「そういったオプションが存在して、将来的にも良いものである」とい

うことを共通認識として持てれば、少なくとも新築から入れていく、そういった合意形成が必要であろうと感じます。これまでの文化とか住まい方とかに関わることなのでなかなか難しいとは思いますが、やはり理屈で「こういう観点から、こういうシステムが必要だ」ということ共通理解する、そういった取り組みが必要だろうと思っています。

荻本：

ありがとうございます。

松尾：

松尾からよろしいでしょうか。

荻本：

はい、どうぞ。

松尾：

2050年のカーボンニュートラルに向けて、技術的にいろいろ乗り越えるべき課題もあると思いますし、社会として受容すべきことも沢山あるのだらうと思っています。そういう意味ではシナリオを本当に様々考えられると思うのです。ただ最近ちょっと私よく感じるのは、カーボンニュートラルが実現したとしてもエネルギーベストミックスの重要性はおそらく変わらないだらうと思っています。それは需要側の取り組みも含めて、一つの調整ができる資源だとしてとらえて残余需要に対応する供給力を確保し、エネルギーベストミックスという考え方に織り込んでいく必要があると思っています。カーボンニュートラルの議論は、再エネか否かのゼロサムの理論になりがちですが、常に他の要素とのバランスが必要と考えています。そういう意味でその市場設計もミックスっていうのもいろいろ柔軟に変えていく必要があると思うのですが、一つ今日本やヨーロッパの状況を見ていて感じるのは、一つ一つその市場設計もミックスも、経済とか社会への影響を常に考慮しなければならないと。また、産業政策として、本当にこれで良かったんだらうかという考え方を常に持ちながら、設計といいますか議論を進めていく必要があると、ちょっと玉虫的な発言なのですが、以上でございます。

荻本：

ありがとうございます。若干コメントとさせていただくと、言われたようにカーボンニュートラルに向かって進むことについて大きな反対はない。ですけれどもその行こうとする過程では、エネルギーや電力の需給はものすごく脆弱になるはずで。それは、原子力も再生可能エネルギーも、柔軟性というのはあんまりない。今までその柔軟性の供給源であった火力発電の割合が減ってくるので、そこを期待しにくくなる、これはもう間違いないのですね、火力発電を莫大なコストを掛けて維持したとしてもやっぱり使いにくくなることは間違いなく、さらに上流の燃料への投資も細ってくる。ということになると、ものすごく脆弱で安定供給が低下するパスを、これから我々10年20年かけてずっと通り抜けていけないといけないはずで。ということは今までよりかなり柔軟性を、その柔軟性というのはたとえ大きな発電所が落ちたときに瞬時に応答するものから、干ばつの年とか日が

照らない年を供給できる手段だとか、そういう短期から長期まで多様な柔軟性がないと我々無事に通り抜けられないかもしれない。このようなことを再認識するチャンスであろうと思います。そうなるベストミックスというものも用意しないといけないし、それが回って行くプラットフォームである制度も作り直さないといけないし、いろいろなものが出てくるというような気がいたします。戸田様、小川様いかがでしょう。

戸田：

戸田ですけどよろしいですか。

荻本：

お願いします。

戸田：

多分皆さんおわかりだと思のですが、カーボンニュートラルに向けては、ロードマップが必要です。しかも一本足打法でこの道しかないというものは今見えておらず、とても難しいことを今やろうとしていると理解していますが、それゆえに「市場のインセンティブでそういうものを誘導します」ということはほとんど無理なのではないかと、私は思っています。それは、国として何かしら計画を立てる、あるいは民間でそういうことを決めるプラットフォーム的な団体を作って、「こういう技術ミックスで行きます」というものがないと誰も怖くて投資なんかできないだろうと思っています。そういう枠組みを追い求めていくと、国家主義的になってしまうような気持ち悪さがありますが、だからと言って市場に委ねてできるかと言うと、相当に疑問です。前エネ庁にいたある方が、「これからは市場原理を超える投資が必要だ」と言われるのを聞いたことがあって、すごくよくわかると思っています。

もう一点。需要側の取り組みが議論されていますが、究極的にはデータを吸い上げてそれを分析して自動的にコマンドを送って、需要側機器が自動で反応するという姿が究極の姿だろ言うと思いますが、現実には機器を情報網につなぐことからして難儀していますという実態があります。そのための汎用技術の実装を進めようとする動きが最近やっと始まりつつあるのですが、今後の展開に注目しています。

荻本：

ありがとうございます。いろいろIoTの世界に入っていこうとすると、今ちょっと接続がいろいろ難しいということがあるんで、そこはいろんな可能性があるかなと思いつつ、我々もやっているということはございます。ありがとうございました。

秋元：

よろしいでしょうか。

荻本：

どうぞ秋元様お願いします。

秋元

今の戸田さんの議論とちょっと重複するのですが、まず需要側の対策というのは私も

大変重要だと思いますし、今後ますます重要性が増してくるので、しっかり対応していかないといけないと思います。最終的な姿としては、デジタルで接続して結びついてそれぞれを制御ができることが大変重要になり、一方そこに至るまでの間のトランジションをどうするのかという議論と二つあると思っています。

第一点目は、先ほども小川課長が言われたように今回の冬に向けた対策は、最初はkW確保などを取って行って、最後に需要サイドの対策になると思います。今の状況でいくと、やはり最後は不安なので、供給側で対策をとりバッファを持っておき、最後どうなるかわからない部分もやはり政治的にもなかなか供給不足というのは許容されないという気がします。そういう意味で、需要側対策は皆重要だとは思っていますが、この時間軸のことを考えると先に供給側を確保し、需要は最後に足りなくなるとき、何とかそこには期待するけれども、やっぱり対応しきれないとなる場合に計画停電になると政治的なコストが非常に大きくなってきます。そういう面でちょっと需要側対策の難しさをよく認識し、また将来的には当然ながらコネクションなどが上手くいけば、全体を最適化して設計することが可能になり、状況は変わってくると思う。その辺りを考えながら我々トランジションにおいて需要対策の強化をロードマップ的に考えていく必要があると思いました。

二点目は、講演での戸田さんのお話だったかもしれませんが、電力需要の見通しがよくわからないということは非常に大きく投資を難しくしている。そうすると、需要が上がるかもしれないが下がる可能性も十分あると思ったときに、どちらかと言うと今ではなくても普通の事業者からすると下がる方向のリスクの方が怖いので、どうしてもショートな投資になりがちだと。そういう面では、電力需要の予測に不確実性が大きい社会では、長期的に考えても電力電源投資が不足しがちになると思いますので、先ほどから話がある容量市場であるとか、長期脱炭素電源市場などの手当てはしてきても、本質的に投資はショートしやすいというふうに思っています。電力需要にはいろいろな予想があって、我々の予想としては、脱炭素化の中で電化を進めないといけないし、需要は上がっていくというのは予想ですが、モデルの結果なので条件があるわけです。条件というのは、日本である程度製造業が維持される、要は競争条件が例えば温暖化対策の競争条件がみんな1.5°Cに向かうことが担保されている条件、例えばエネルギー多消費産業と電力多消費産業にしても、ある程度日本が競争力を維持できるという条件で解いています。仮に日本や欧州だけが非常に厳しい排出削減対策をとってロシアや中国などやる気がない国がたくさんいる場合、電力の価格が上がる中でエネルギー多消費産業が海外に出ていく、もしくは需要が取られると、電力需要は下がることになります。長期的にカーボンニュートラルに本当にみんなが向かうのか、各産業界は国内でやりたいと思うけれども他がみんなついてくるのかというところにクエスチョンがいっぱいある中で、電源への投資をどう考えていくのかというのは大変難しい問題で、そうすると投資はショートしがちだという本質的な問題を理解することが必要です。その中で政策的に何を追加的にやらないといけないのか、ということについて、日本で政策的にやり過ぎれば、今度は逆に価格を上がり製品の競争力を失

うことになってしまいがちであり、難しい判断が必要と思います。

荻本：

ありがとうございます。いかがでしょうか。今のようなご意見もありましたけれども。

小川

小川ですけれどもよろしいですか。

荻本：

お願いします。

小川

皆様がおっしゃっているのを聞いて、従来は電力システム改革自体がそうでしたが、それ以前との対比で、国というよりは市場ということを前面に出して、何でも市場と呼んでいるんじゃないか、例えば容量市場って本当に市場なのか、単なるオークションではないかということも含めて、いろいろ市場に委ねる方向でやってきました。一方で今起きていることへの対応は市場だけでは不十分ではないか。これは日本だけの議論じゃなくて、今欧州で電力市場のあり方そのものについて大議論になっている状況です。この辺は少し整理していく必要があると思っていて、誰が参加する市場なのか、例えば資源・燃料のような国際的な、しかも相手が必ずしも純民間でないところについては、従来からも国という立ち位置は重要になってきている。一方で、その純粹に取引参加者が国内のときに国というのはどういう立場で、そこに関わっていくのか、先ほど挙がっていた言葉で言うと脆弱性とかそのリスク、といったところを緩和する立場としての国というのが、言ってみれば究極のリスク低下、国がどこまで前に出るのか、その国家資本主義というお話もありました。こういう様々なリスクがあるからこそ国が出るのか本当にこれやりすぎると、全然違う道に行ってしまうので、その辺はしっかり議論しながら進めていく必要があることを、今お話を伺って感じました。

荻本：

ありがとうございます。毎日の電力の取引をしている市場というのが、今みんなが入札して一つの価格を決めてそれで取引が成立するということなのですが、おそらく火力が主たるプレイヤーだった時代に非常によくあった制度だったはずなのですね。燃料を確保するところ、ちょっとそこだけ難しさが違いますけれども、あとはそのうまく作ってうまく保守・運用し最後廃止まで行う。この中で一番上手くプレーできた人が儲かるという意味では、とても沢山の人が付加価値をつける火力発電の場合だと合っているような気がするのですが、再生可能エネルギーが増加すると最初に設置したらあとはあまり努力の余地がない。努力の余地がないどころか自分は何も悪くないのに天気によって出力が変動してしまって、市場で約束する出力が確保できない。こういう時代になってきた時にどんな市場が良いのか、またどんなその取引形態がいいのか、またはそもそも取引する必要もないのかとかそういうことがヨーロッパでもアメリカでも議論されてきたのですがこれまではあまり表に出て来なかった。こういう地殻変動のようなことが起こって、殻にひびが入って少

しずつ何かが出てきたという気は私もします。ありがとうございます。

中長期について何か他にお気づきの点がございませうか。需要側は時間がかかるからそれなりに重要だという話も出ましたし、市場とか制度、ロードマップというのも出ました。一つ私から問題というか、なかなかその物量については足りるか足りないかということでもわかりやすいのですけれども、どういう機能を持っていないといけないうか、ということはなかなか後回しになることが多くて、例えば太陽光発電の出力を制御したいのだけれども、当初の設備はそういう機能を持ってなかったというようなことがあってこれ結構つらい時代を10年ぐらい過ごしていたような気がします。そのような事態がまた来るぞということではないのですが、足りる足りないではなくて、何かもう一味つけておかないとまずいという設備形成とかインフラの形成とかそういうところに関係するような、お気づきの点は何かありますでしょうか。

戸田：

提示いただいたテーマから少し外れるかもしれませんが、燃料の備蓄の問題、カーボンニュートラルに向けて何をどのように貯めていくか、日本のような国では絶対に必要だと思っています。技術的には選択肢は結構限られていて、液体水素を備蓄するのは多分ありえないでしょう。ハンドリングのしやすさからMCHやアンモニアが候補ですが、でも簡単には進まないと思うので、2050年に間に合わせるためには今からこの課題について考えなくてはならないと思っています。他方で足もとでも、大量の備蓄が難しいLNGが主力電源となっている課題があり、石油が一番備蓄には向いているので、電気が足りないときには国家備蓄の石油を使って閉鎖予定の非効率石炭火力を改造して発電すればよいのでは、そんなことを思ったりします。そこからカーボンニュートラル時代の燃料の備蓄の形にいかに移行していくかも、議論が必要な論点ではないかと思いま

す。

荻本：

ありがとうございます。一応ここにデータというか事実だけが書いてあって、電気は日本の場合ですと揚水と今から蓄電池入ってくるけど、そんなにたくさん貯められるようなものではないのは皆様ご存知の通り。ガスが2~3週間で、石油備蓄は、産業部門が84日で、国家備蓄が135日という数字を拾ってあります。なので最初申し上げた干ばつとか日の照らない年とかいろいろな可能性に備えて、なんらかたっぷり貯めるということが必要で、何で貯めるのかということについては感覚的に言うとほぼ常温ほぼ常圧で固体だと困るので液体がいいと私は思っているところです。

秋元：

荻本先生が言われるように私も液体がいいという気がしています。よって合成燃料は今開発中ですけども、合成燃料で溜めておくというのはやっぱり今回もいろいろあった中で、石油や火力がものすごく減っていることが安定供給のリスクを非常に高めている気がします。一方で今備蓄設備もあるわけですが、合成の液体燃料であれば基本カーボンフリーに

なりますので、2050年といったような時間軸かもしれません。ですが、合成燃料で貯めることもあわせて、これはもちろん、モビリティがどう変わるかっていうこともセットですが、モビリティがある程度合成液体燃料を使う世界であれば、電力に関しても石油系の発電所を一部残しておくことは、安定供給上は非常に優れているという気がします。ただ、もちろん合成液体燃料ができていうことはその前に合成メタンもできていうことなので、一部はガスで貯めればよいと思いますが、やっぱりガスは貯蔵に制約があるので、合成液体燃料を念頭に置いて将来的な開発、要はその分の価値をどう見込むかということも価格コストに考慮しながら開発することが重要ではないかというふうに思っています。

荻本：

ありがとうございました。だいぶ時間来ましたけどだけど何かお気づきの方いらっしゃれば。

松尾：

また別の論点なのですが、先ほどからのその需要側の柔軟性確保というお話が出てきている中で、一つ出ていない論点がサイバーセキュリティだと思っています。この点私は非常に深刻に問題だと捉えていまして、特に英国や米国のEVスマートチャージャーで、ハッキングが可能だったという実験結果が出ておりまして、英国でシギントを担当するGCHQ（政府通信本部）では、このまま分散電源の導入が拡大していくならば、サイバーセキュリティについてよく考える必要がある、といったことをホワイトペーパーで述べています。GCHQは電力システムとは全く関係ない情報機関です。経済安全保障という文脈での議論が高まる中で、どこまで繋がるというお話もありましたが、繋がる分野をどこまでにするのかという線引きも必要だろうと最近感じる事が多く一言加えさせていただきます。

荻本：

ありがとうございます。一つその参考になるかもしれないのは、キビキビ動きすぎるといわずにされやすいので、キビキビ動かないものもちゃんと作っていく、繋がっているのだけれど明日しか動かないなど反応を遅くするというのが何かヒントになると思います。ありがとうございました。他いかがでしょうか。本当に皆様に沢山議論していただきまして、予定通り進んでまいりました。

（最後に）

荻本：

予定残り時間あと10分を切ったところでございますので、最後に一言ずつ頂いて締めていきたいと思っております。いつも講演順で来ましたので、講演逆順でいきたいと思っておりますいかがでしょうか。鹿園先生からですがお願いして宜しいでしょうか。

鹿園

荻本先生の忘れていないかということで思い出したのですが、今、資源という意

味で燃料以外の素材系も非常に不確実性が高く、インフラとしては長期的にメンテとか、故障の修理ができないと非常に問題だと思います。それを避けるためには、ある程度容易に入手できる素材、ありふれた材料で、需給が逼迫しない、そういった材料で技術を再構築しないといけないと思っています。材料を変えるのは意外とかなり大変で、作り方とか信頼性とかも相当関わってくるので、非常にリスクであり、それが日本の製造業にとって良い方に転ぶかどうかは別に考える必要はありますが、そういったところも非常に重要な視点なのではないかと思っています。

荻本：

ありがとうございます。それでは秋元様お願いします。

秋元：

今日私が頂いたのは、カーボンニュートラルというテーマと安定供給という話でした。その点で少し申し上げると、私もカーボンニュートラルは必要だと思います。けれど、国民の中でカーボンニュートラルには、基本的に反対はしない人がほとんどです。だけれどもカーボンニュートラルに至る道っていうのは非常に厳しくて、少なくとも今の技術見通しの延長線上では、相当大きなコストがかかるとしています。最初の方申し上げた件で、必要なコストがいろいろな領域にしっかり転嫁されていないと、国民は費用負担感を抜きにしてカーボンニュートラルと言えればそれはいい世界であり、目指すべき世界だということをやんわりと考えているかなと思います。しっかり価格に転嫁し、それが何を意味するのか、もしそうではないとして価格を抑えたいのなら需要側の新しいイノベーションをどう築いていかないといけないのか、もしくはどういう我慢が必要なのか、もしくはやっぱり原子力は嫌だと思っても経済的な面を考えるとそれは選択しないといけないんじゃないかと、消費者、国民にしっかりした選択するための考える材料を提供し、コストは料金に転嫁していかないといけないと思っています。そのあたり繰り返して申し訳ないんですけど、日本に限らず世界の政治家は皆都合のいいことを言いたいので、そういうところから逃げる習性がありますが、それは決して長期的には国民のためにならないと思います。しっかりやるからにはそういう選択をしっかりと国民に問うような制度設計にもしていく必要があると思っています。

荻本：

ありがとうございました。次は岩船先生お願いします。

岩船：

秋元様に言われてしまったのですが、私も希頻度リスクに関する話でさっきの容量市場の外の電源を戦略的にお金つけてゆくという話から、基本的に供給を手当てしてゆく方向と感じました。ですが、停電させてもいい需要だってあるなどという方向には政治的リスクのせいで進まない。ただ、カーボンニュートラルを本気でそれなりの経済性で目指すためにはそういう手段がオプションに必要だと思う。LED シナリオほどでなくても、需要が何も変わらないで、うまい具合にカーボンニュートラルする、あと経済性も満たされる、

という世界はなかなか厳しいということを意識していただくためにも、今回追加的に供給側で手当したその費用については情報として提供していくべきで、どこまでだから負担してもらえるかみたいな話はやっぱり私も正面切ってしていくべきだと思いました。

荻本：

ありがとうございます。それでは戸田様お願いします。

戸田

今日お話した後半の話は、去年 11 月に書いた本の中身になります。私は、かつては、カリフォルニアの電力危機の頃とか英国の電気事業民営化の頃、海外の制度を調べる仕事をしていましたが、最近はちょっとさぼってしまっていて、松尾様とか小川様からいただいたお話で、海外でも電力市場が曲がり角に来ていることを認識しました。ざっくりした言い方をすると、今の電力自由化モデルは、投資を誘導するところまで市場原理に期待するものなのですが、極めてデリケートな商品である電力にそこまで期待するのはリスクが高くやりすぎという認識が世界的に広がっているということなのではないかと思います。他方、電力の値段は例えば昼間と夜では違うので、その価格差によってお客様の行動変容を促すような市場原理の使い方をするのは大賛成です。余談ですが、私が所属している公益事業学会の大会に出ていると、電気以外のネットワーク産業、水道とか鉄道とかの分野で電気と同様にダイナミックプライシングの議論があるのですが、電気より 20 年ぐらい遅れた議論をやっています。時間帯別料金といった初歩的な話でも賛否が分かれる状態です。これらと対比すると、最もデリケートな電気ばかり尖鋭的なことやっているのが、実態で、これはどうかと思わされます。リスクが大きいところまで市場原理に委ねる方向はよいとは思えないですし、そういう動き世界的になってきたのかなと感じた次第であります。

荻本：

ありがとうございました。オーストラリアはセントラルディスパッチで、個別の再エネの入札量は使わない運営をやっていますね。それでは松尾様お願いします。

松尾

私が思っているのは、先ほど申し上げたように、経済・社会への影響を考慮すべきであると考えています。電力市場やその他の市場メカニズムの中で正しく最適化されていたとしても、実際には事業者は各々の理解の中で行動するわけですから、必ずしも市場が目指していない結果を生む可能性があること、また経済的にもしくは社会的に耐えられない事象が発生し、あるいは政治的な介入まで行く場合があることを考慮すべきだと思います。今実際ドイツ国内の電力市場の有識者の間では「欧州委員会の市場への緊急介入はナンセンスだ」みたいな言説が非常に多いのですが、実は今回の欧州委員会の電力・ガス市場への緊急介入は、社会としての受容性を超えた瞬間だったと思っています。今後カーボンニュートラルは国民生活に非常に大きな影響を与えるものですから、経済・社会への影響の考慮というものを、私はある意味でかなり優先順位を高くしてもいいと思い始めているとい

うところが最後に申し上げたい点の一つ目です。もう一つは欧州電事連が電源の投資回収の予見性、特に再エネカーボンニュートラルになっていくと、あの先ほど荻本様からもお話あったのですが、やっぱりそのコストの殆どが固定費の塊になり可変費はほとんど発生しない世界になっていくため、市場改革が必要であるといったペーパーを出していたりします。kWhの入札による最適化をいつまでやるのかといった考え方もあるのだと思います。そういう意味ではその日本の市場においても、場合によってはそういうことも考えなくては行けない。これはあの投資のインセンティブという観点だと思うんですが、そういうことも考えていかななくては行けないのではないかというふうに感じたところです。また最後に、秋元様からお話がありましたように、カーボンニュートラルをそもそも目指していない国があるかもしれないという問題意識があります。私のプレゼンテーションの中では、ロシアの大統領令をご紹介させていただきましたけれども、明らかにそのカーボンニュートラルを経済安全保障上のリスクだと挙げている国があると。その中で日本は製品を輸出する加工貿易で成り立っている国であるわけですから、産業政策全般として、いつどこまでカーボンニュートラルに踏み込んでいくのかも考えていく必要があると感じているところです。

荻本：

ありがとうございました。それでは最後になりましたけれども、小川様お願いをいたします。

小川

ありがとうございます。あのう私から短く一言申し上げます。課題山積というのはその通りでありますし、荻本先生にもありました、ある意味チャンスでもあるとは思っています。これだけあの同時進行にいろいろな課題、そしてまた日本一国だけの問題ではないそういった意味での総力戦になると思っております。これが足元だけの対応に終わらないように、中長期的な視点が必要であるという点については、私の勝手な楽観的な例ですけども、日本はこういうときには強いと思っています。そういった意味でもまさに本日の場などいろいろな方々の知見を集めて、まだまだ続いてしまう状況の中で、進んでいければなという感想を持ちました。どうもありがとうございました。

荻本：

どうもありがとうございました。これで少し時間オーバーしましたけれども、パネルディスカッションを無事に終わられたと思います。本日は長時間参加ご議論ありがとうございました。だいぶ慣れてきたはずですが、なかなかオンラインはつらいということは間違いないかなと思っております。行動制限のない夏を越したところですので、次は対面でできればいいと思いますが、また第8波とかいるかもしれないので、なかなかままならないところだと思います。また我々新しい企画を出してご案内して参ります。次回もご参加どうぞよろしくお願いいたします。本日はどうもありがとうございました。