

第44回総合資源エネルギー調査会 基本政策分科会

日時 令和3年6月30日(水) 12:59~16:01

場所 経済産業省 別館3階 312 共用会議室

1. 開会

○白石分科会長

それでは、定刻になりましたので、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会を開催いたします。

今日の分科会ですが、新型コロナウイルスへの対応も踏まえ、対面でご出席の委員とオンラインで参加される委員がおられます。

議事の公開につきましては、いつもどおり今日の会議についても Youtube の経産省チャンネルで生放送させていただきます。

最初に、大臣がご出席ですので、梶山大臣から御挨拶をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

○梶山経済産業大臣

皆さん、こんにちは。大臣の梶山でございます。本日もお忙しい中、委員各位におかれましてはご出席をいただきまして、心より感謝を申し上げます。

前回の基本政策分科会では、RITEの秋元委員から2050年カーボンニュートラルへの道筋に関する複数シナリオ分析の結果をご報告いただきました。本日は、前回、委員から他の団体からも話を聞きたいとのご意見があったことを踏まえて、国立環境研究所、自然エネルギー財団、地球環境戦略研究機関、デロイトトーマツコンサルティング、日本エネルギー経済研究所、電力中央研究所の6団体の皆さまから、2050年カーボンニュートラルへの道筋についてご説明をいただくこととしております。

2050年に向けては、技術の進展や社会情勢の変化といった様々な不確実性が存在しております。シナリオ分析を通じてカーボンニュートラルの実現に向けた課題や制約を明らかにして、エネルギー政策の在り方や目指すべき対応・方向性についてどのような示唆が得られるのか、カーボンニュートラルと安価で安定的なエネルギー供給の両立という観点も踏まえて議論を深めていただきたいと思います。

また、先日、G7首脳会談が行われまして、コミュニケにおいてCOP26までに新たなNDCやパリ協定長期戦略を提出することが明記されたところであります。こうした点も踏まえて、エネルギー基本計画の見直しに向けて検討を加速してまいりたいと考えております。

委員の皆さまにおかれましては、忌憚のないご議論、ご審議のほど、よろしくお願いいたします。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。

プレスの皆さまの撮影はここまでとさせていただきます。

2. 議事

関係団体からのヒアリング

○白石分科会長

それでは、議事に入ります。

前回、2050年に向けたシナリオ分析について、RITEのご報告をいただきました。秋元委員、本当にありがとうございました。先日の発表後、発表内容について他の機関から幾つかご指摘もあったことから、後ほど秋元委員に補足説明をいただきたいと思っております。

今日は、ヒアリングに入る前に、事務局から改めてシナリオ分析の目的や分析結果の受け止め方などについて、ご説明をいただきたいと思っております。

それでは、まず事務局からお願いします。

○飯田資源エネルギー庁次長

資料の1をお開きいただきたいと思っております。少し間も空いたこともありまして、前回ご説明したことの確認でございます。シナリオ分析の進め方の確認でございます。

2ページ目をお開きいただきたいと思っております。まず、2050年カーボンニュートラルへの道筋は、技術、コスト、自然・社会制約、量など、様々な面で課題・制約を乗り越えることが必要になりますけれども、2050年は30年先ですから不確実性が存在します。現時点で具体的に見通すことは難しいということなので、この道筋は目指すべき方向性、ビジョンとして捉えて、今後の技術、社会変容の進展などに応じて柔軟に見直しをしていくべきということが、この分科会での結論であったと思っておりますし、EU・英国も同じような考えで取り組んでいるということでございます。

上から3つ目の黒い点でございますけれども、モデルを用いたシナリオ分析は、想定、前提条件次第で、分析結果の絵姿が変わるというものでございまして、例えば実現可能性が非常に難しいハードな高い目標を置いて、現実的と考えられるような条件を置いて、絵姿は同じように定量的に示されるということになります。社会・自然制約のように定量化することが難しいものもあります。これはなかなか数字で表すことが難しいものですから、その分析結果の数字だけではなくて、むしろ数字には表れない、どういう想定を置いたのか、どういう前提条件を置いたかということと併せて評価・検討することが必要であるということを申し上げました。

3ページ目でございます。そうした観点から、この分科会ではまず、あくまで参考ですが、出発点として参考値を置いて、今回ご説明申し上げませんが、その参考値の水準の導入に向けても様々な課題・制約があつて、それがどういうものかということ

はご説明申し上げましたけれども、それを踏まえた上で前回はR I T Eさんに分析結果をお示しいただいたところでございます。

この3ページ目の一番下でございますけれども、前回のR I T Eの分析も想定、前提条件を変えれば結果は変わることは、当たり前ですけれども、そういうものなので、あえて申し上げますと、不確実性が存在する中では、絵姿の結果そのものに意味があるというよりは、むしろ絵姿を各過程でどういう課題、制約を認識してそれをどう乗り越えるのか。もっと言えば、これはむしろ我々の責任ですけれども、それを乗り越えるための具体的な対策をどうするかということ議論することが大事だということです。そして、中長期的には実施状況を定期的にフォローアップしてシナリオを直していくということが大事だということで、前回も様々な機関にそうした取り組みを行うことを期待したいと申し上げましたが、この審議会でもぜひそういう話をということで、今回、多くの機関にお忙しい中、分析をいただいて、この場で発表いただくということになりました。

確認的でございますが、R I T Eの分析も、本日ご説明いただくシナリオ分析もそうですけれども、不確実性がある中で前提条件を置いて示されたものなので、結果だけが独り歩きしないようにしていくということが大変大事なことだろうと私どもは考えております。

以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。それでは、ヒアリングに入りたいと思います。

今日は、他の団体の分析や考えも伺いたいという声もありましたことから、6団体に参加いただいて、2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析、次期エネルギー基本計画の策定に当たってのご要望、ご意見についてヒアリングをさせていただきます。

今回、プレゼンテーションいただくのは、国立環境研究所、自然エネルギー財団、地球環境戦略研究機関、デロイトトーマツコンサルティング、日本エネルギー経済研究所、電力中央研究所の6団体でございます。皆さまには、新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から Skype にてご説明をいただきます。本当にお忙しいところ、ありがとうございます。

今日はプレゼンテーションをお願いする団体が多数でございますし、時間も限られておりますので、ご発言は、特段ご発言を希望する委員に限って、ご質問とご意見をまとめていただければと思います。

では、ここからの具体的な進め方は、事務局から説明をお願いします。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それでは、本日の進め方ですが、最初に各団体からプレゼンテーションをしていただきます。その後に、先ほどもありましたけれども、R I T Eの秋元先生から前回のプレゼンに関して補足説明をいただきまして、その後にプレゼンテーションを踏まえまして、それぞれの団体間での議論の時間を取らせていただきたいと思います。

それから、その後、各団体のプレゼンテーションや団体間の質疑を踏まえまして、先ほ

ども分科会長からありましたけれども、特段のご発言を希望する委員の方からご質問、ご意見を頂きまして、その質問に対して、最後に各団体の皆さまからまとめてご回答いただくという進行とさせていただきたいと思います。

ご説明は各団体 10 分とさせていただきまして、残り 1 分となる 9 分経過のタイミングで Skype にてコメントでお知らせさせていただきます。

資料につきましては、Skype の通信環境を確保する観点から、Skype 上に投影いたしませんので、大変恐縮ですが、ご説明の際にはプレゼンテーションの資料中に含まれるページ番号を明示していただきまして、ご説明のほどお願いいたします。右下 1 ページ目など、そういう形で明示をお願いいたします。

ご説明の順番は、国立環境研究所様、自然エネルギー財団様、地球環境戦略研究機関様、デロイトトーマツコンサルティング様、日本エネルギー経済研究所様、電力中央研究所様の順番とさせていただきたいと思います。

それでは、最初に国立環境研究所様からお願いいたします。

○国立環境研究所

それでは、ご説明させていただきます。声は届いておりますでしょうか。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

大丈夫です。

○国立環境研究所

それでは、早速、資料でご説明させていただきます。国立環境研究所 A I M プロジェクトチームから、本分析に当たりましては、増井、芦名、私、日比野の 3 名で担当しましたが、説明は私、日比野からさせていただきます。

まず、1 ページ目をご覧ください。我々におきましても、今回のシナリオ分析は、将来予測をするものではなく、複数シナリオによって将来の可能性について部門間、時点間の整合性を持って示したものである旨、ご了解いただければと思います。

続いて、2 ページ目をご覧ください。今回、分析には 3 つのモデルを用いて分析を行いました。まず、マクロフレームの推計に当たりましては、日本を対象としました応用一般均衡モデルを用いまして、あらかじめ想定した経済見通しを達成するように、経済全体の整合性を確保した上で各部門の活動量を推計することにいたしました。

続いて、そのマクロフレームの想定を踏まえて、エネルギー需要部門につきましては、逐年で費用最小化の条件で機器選択を行いますモデルを用いて、日本全体のエネルギー需要を技術ごとに積み上げて推計いたしました。

その電力につきましては、電源モデルを使いまして分析しております。地域間融通、蓄電利用などの手段を利用して、地域ごとに電力の 1 時間単位の同時同量を確保して、発電機器だけではなく、蓄電費用、連系線増強コスト、再エネについては出力抑制などを考慮して分析を行っているところであります。

次の 3 ページ目をご覧ください。今の話を図示化したものでございますけれど、下から

マクロフレームの結果、それを需要モデルに入れます。需要モデルは一国モデルでありますので、それを時間・地域展開して電源モデルに引き渡します。電源モデルにおいて推計した電気に関わるエネルギー需要、発電別の電源構成、そういったものをまた戻しまして、日本全体のエネルギー消費とCO₂排出量を推計するロジックになっているところがございます。

続いて、スライド4をご覧ください。今回の分析に当たりまして、2つシナリオを用意しております。1つは技術シナリオです。こちらにつきましては、現状、既に存在するBAT (Best Available Technology) だけではなくて、再エネ、電化、新燃料、CCUS、ネガティブエミッションなど、イノベーションなテクノロジーも考慮した分析になっております。それに加えて社会変容シナリオというのも用意しました。マテリアルの効率的な利用、それに伴って産業部門の生産量が減る、また、デジタル化の推進に伴って業務や通勤の移動が低減する、そういったことによって運輸部門の輸送量が低減するといったシナリオです。これは二者択一というよりも、技術に加えて、さらに社会変容のシナリオ、技術+社会変容のシナリオを2つ目として用意したと見ていただければと思います。

続いて5ページ以降に、まず需要側の分析結果についてお示ししております。まず6ページ目、家庭部門で想定いたしました対策について書いております。左側が現状のエネルギー消費量で右側が将来の2050年のエネルギー消費量です。色々細かく書いていますが、柱としては上のボックスにありますように、そもそもサービスの需要を低減する技術として断熱材のように暖房といった需要を減らすような技術、2番目のエネルギー効率の改善は、いわゆる省エネ技術、3番は電化の推進、4番目がエネルギーの脱炭素化と、この柱によって需要部門の脱炭素化を実現しているシナリオを書いているところがございます。

7ページ目に結果をお示ししておりますが、家庭部門では現状の半分程度のエネルギー消費量まで低減するというところで、特に暖房、給湯、照明のエネルギー消費量の低減が見て取れるところであります。

8ページ目、9ページ目は業務部門ですが、家庭部門とほぼ同様の絵姿なので、スキップさせていただきます。

続いて、スライド10ページ目をご覧ください。こちらは運輸部門の対策でございます。こちらについても総量自体を減らすシナリオ、効率を改善していくこと、電化を推進し、電気自動車を普及させていき、電気を脱炭素化、電化が難しいところには新燃料を利用していくシナリオを書いております。

11ページ目に結果がありますけど、左の紫のところは電力でありまして、青いところが水素、一番上が合成燃料というところで、電化と新燃料によって脱炭素を実現する絵姿でございます。

12ページ目に産業の絵姿でございます。エネルギー消費量が多い鉄鋼、有機化学、あとその他とまとめておりますけれども、この分野は非常に電化が難しい、高温熱が必要となってくるところでありますので、水素還元製鉄などの革新的技術を入れることで脱炭素

化を実現していかなければならないところでありますし、またエネルギー多消費でないその他の産業のところにつきましても、電化を推進していく、または水素バーナーを普及させていくといった取り組みを想定しているところであります。

この結果が13ページ目であります。他の部門に比べると、どうしてもエネルギー消費量自体の低減が少なくなっているのですけれど、電化や水素、合成燃料の利用によって脱炭素化が実現されているところでございます。CCUSについても考慮しているところでございます。

続いて14ページ目、こちらが家庭、業務、運輸、産業の4業種の合計でございます。全体としても4割から5割程度、エネルギー需要が低減するところでございます。

15ページ目、全GHGを考慮しているために、5.5ガス、エネルギー起源CO₂以外のガスの低減についても、こうやって見ているところでありますが、どのガスについてもかなり大幅な低減を見込んでいるところでございます。

16ページ目が電力需要量になります。こちらにつきましては、産業、業務、家庭、運輸、この部門で電力消費量については横ばい、もしくは減少気味な傾向にありますが、一番大きいのは新燃料の製造のところ非常に電力消費量が大きくなっているところがポイントになってくるかと思えます。水素を作るために電気分解、そのための電力需要によって電力消費量が1.5倍になっているところであります。

17ページ目に、それを供給するための発電電力量の構成を示しております。こちらについては、最初にご説明いたしましたように、電源モデルを使って1時間単位の同時同量を達成できている絵姿になっているところでございます。

その結果として、2050年におきまして脱炭素電源は100%になっております。再生可能エネルギーの割合につきましては73%から76%というウエイトになっているところでございます。非常に大きなウエイトを占めてくるのが、太陽光、陸上風力、洋上風力といったものになっているところでございます。

これを実現するための平均発電コストを計算したものが18ページになります。結果を現状との比較で見ますと、微増はしておりますけど、ほぼ同水準で達成できるところになっているところでございます。これは最終消費部門の電力需要の低減、あと再生可能エネルギー、太陽光、風力のコストの大幅な低下、そういったところが大きな影響を占めているところでございます。

発電に関する想定については、後ろの参考資料に載せておりますので、お時間があるときにご覧いただければと思います。

19ページ目に、一次エネルギー国内供給を示しております。時間がありませんので飛ばさせていただきます、20ページ目には温室効果ガスの排出量といったところで、GHGについてはネットゼロが実現できているところでございます。

これを実現するための投資額、21ページに載せておりますけれど、年間10兆円程度の投資が必要と試算されています。ただ、エネルギーの純輸入額につきまして10兆円以上の削

減ができることになりまして、投資に見合うだけの輸入額の低下といったことが言えるかなというところでございます。

分析結果からの示唆について、22 ページ目にお示ししております。今、最後のスライドでお示しましたように、投資額は輸入額の範囲であるので、国富流出抑制につながっているというところでございます。

また、電源につきましては、同時同量を確保して分析をしたところ、再エネ比率は7割から8割程度でありました。平均発電コストは現状と同程度でした。

3つ目、社会変容を起こすことによって、脱炭素社会の実現がよりロバストなものになるという可能性が示唆されたところでございます。

23 ページ目にネットゼロを実現している各部門の姿がございますが、ここは時間の関係で、お時間があるときに見ていただければと思います。

最後は足早になってしまいましたけども、以上、ご説明でありました。ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、続きまして自然エネルギー財団のほうからお願いいたします。

○自然エネルギー財団（西田）

自然エネルギー財団、西田でございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

聞こえております。大丈夫です。

○自然エネルギー財団（西田）

大丈夫ですか。では、早速始めたいと思います。スライド2をご覧ください。昨年12月に私どもの2050年研究をご紹介しましたが、その後、レポートを発表しておりまして、スライド3に研究で使っているLUT大学のモデルの特徴を上げています。まず、5年ごとにエネルギーシステムのトータルコストを最小とするコスト最適化モデルであること、そしてエネルギー製造などについては1時間ごとに年間8,760回需給をバランスさせ、9地域に分けた分析ができ、そしてルーフトップ太陽光発電を活用したプロシューマーの動きもモデルに取り込んでいます。電力・熱エネルギー部門全体を統合したモデルとなっています。

スライド4に入力データのカテゴリーを上げています。スライドの後半に主なデータを付しました。シナリオですが、前回は全てのエネルギーを国産とするシナリオをご紹介しました。今回は、グリーン水素、グリーン電力の一部を輸入するケースをご紹介します。自然エネルギー需要の大きさ、コストなどから見て、より現実性が高いと思っています。

そのシナリオの主な条件は、この表のとおりでございます。石炭、原子力発電は2030年までにフェーズアウトさせることを条件とし、エネルギー需要のレベルは2050年までの人口減少予測である20%減を活動の目安に省エネ部門を加えます。約35%の需要レベルが作

成されるという想定を与えています。これを基にモデル計算をした結果、電化や自然エネルギー転換による効率化でさらに削減が進み、最終的にはエネルギー需要は半減する結果となっています。

次のスライドは、モデルの概念図でございます。多様な技術を活用して、統合的な分析が分かると思います。

スライド6は、2010年までの排出の推移でございます。非エネルギー起源排出、吸収については一定の想定を与えています。エネルギー転換部門で示される電化が早い段階から進展するのに対し、産業におけるグリーン水素への転換は主として2040年以降になっています。

スライド7をご覧ください。総エネルギー需要は、2050年には2020年と比べてほぼ半減し、2050年では電力は全て自然エネルギーにより賄われ、電化が難しい熱需要については自然エネルギーで使ったグリーン水素や合成燃料を使うことになります。

スライド8は電力について示しています。総発電量は1,470TWhと現在より約1.5倍に拡大しますが、その増加分の多くがグリーン水素の製造用です。また、2050年では太陽光と風力が電源の8割以上を占めます。

スライド9からは、自然エネルギー100%を実現するための課題として上げられる点について述べます。

スライド10は、自然エネルギーのポテンシャルです。シミュレーション結果では、2050年で太陽光が524ギガ、陸上風力88ギガ、洋上風力147GWまで導入されます。現在と比較すると大規模な自然エネルギー導入ですが、太陽光、風力発電ともにポテンシャルの存在を示すマスターが複数存在します。シミュレーションでは、太陽光は設定したリミットまで導入が進みますが、風力発電はかなり余裕があります。

スライド11をご覧ください。自然エネルギーのコスト低下についてです。このシミュレーションでは、各技術の資本費、運用費などを外生的に与えています。数々の予測、推計が行われているグローバルコストとの比較をしながら、導入が増えることによって学習曲線によって低下をしていくという想定です。

シミュレーションの結果、決まった発電量を反映し、算定した均等化コストが右側のグラフです。2030年までに太陽光発電、風力発電は、ガス火力よりも同等か割安になり、導入量も飛躍的に伸びていき、均等化コストが低下します。

スライド12には、電力全体の均等化コストの算定結果を示しています。2050年では9円近くまで下がる結果です。

スライド13以降は電力供給の安定性についてです。太陽光と風力が8割以上を占める2050年においては、表に示すような様々な手法により、エネルギーシステム全体の柔軟性を確保していきます。中でも水素製造の電解装置の運用やEVなど、柔軟な需要が重要となります。

スライド14は1時間ごとのシミュレーション結果であります。冬と夏の1週間の電力需

給バランスを図解しています。2050年では風力の導入拡大により、冬が発電のピークです。その発電を無駄にしないために、グリーン水素の製造のための電解装置がフル稼働します。EVのスマートチャージの充電も進みます。こうした柔軟な需要の活用に加え、揚水発電やバッテリーなどが稼働して調整が行われます。

夏は風力の発電が減り、夜間は電力供給が少なくなる時間帯が発生します。その場合の少ない供給電力量に合わせて水素製造を縮小し、需要が縮小します。その上で揚水発電や蓄電池が稼働し、EVからの放電も行われます。

スライド15では、電力の貯蔵施設の拡大を示しています。グラフは年間放電電力量の推移です。大量の電気自動車導入を背景に、EV、蓄電池のV2G活用も行われます。

スライド16をご覧ください。地域間の連携も重要な要素です。シミュレーション結果では、2050年には発電量の約2割が地域間で取引され、そのために連系線の運用強化、新設・増設が出現します。このシナリオでは国際送電も想定しています。輸入と国際グリーン電力のコスト差によって、送電線の容量に合わせて供給されます。

スライド17は、シミュレーション結果の負荷持続曲線です。いわゆるデュレーションカーブです。ここに訂正箇所があります。3行目の最大実需要は124ではなく196GW、最小は53ではなく63GWの間違いです。どうも失礼いたしました。

この黒い実線が実需要を示しております。多くの時間帯でオレンジ色の太陽光、水色の風力が実需要をカバーしていることが分かります。不足分を紺色の蓄電池の放電や揚水発電が補います。国際送電は明るい紫で示されていますが、実需要を担う時間帯はごくわずかだということがよく分かります。

スライド18をご覧ください。熱需要への対応です。電力の低下に伴い、民生部門の熱需要や乗用車などの電化が進みますが、産業の高温熱利用や飛行機や船舶など電化が難しいとされる用途については、自然エネルギー由来のグリーン水素や、それを基に作られる合成メタン、そして運輸用の合成燃料を使います。グリーン水素の半分は輸入する想定でコスト抑制を図っています。ただし、輸入してもグリーン水素のコストは割高なので、使用量をなるべく抑えていく戦略が必要です。

スライド19をご覧ください。左下のグラフに示される電力の均等化コストは、2020年に比べて減少しますが、その右の熱供給の均等化コストは上昇し、結果として右下のエネルギー全体の均等化コストは1割程度の増加にとどまります。

右上のグラフは、社会全体にとっての総エネルギーコストですが、エネルギー需要の反映を受けて減少します。

スライド20はまとめです。化石燃料や原子力に頼らずに自然エネルギーを最大限活用することは、電力だけでなく熱利用も含めた日本のエネルギーシステムの全体の脱炭素化を可能にします。自然エネルギーベースのエネルギーシステムは、いわゆる3E+Sの観点から見ても大きく評価できることをお伝えしたいと思います。

次のスライド以降で、2050年エネルギーシナリオに関する論点をまとめました。スライ

ド 22 は論点 1 です。いわゆる曇天無風期間の存在が指摘されていますけれども、その対応が十分可能だということを示しています。

その次、スライド 23 をご覧ください。基本的に太陽光と風力が俯瞰関係にあるという上で、仮にもっと長く続いた場合でも、ここに上げた対策だけで十分対応できます。

スライド 24 をご覧ください。2050 年には現在の電力に比べて大量の自然エネルギーが導入されます。そのため、曇天無風といった気象条件でも一定量の発電が可能です。これに、水力、バイオマスなどの安定的な自然エネルギー発電、さらには合成メタン発電も活用できます。国際送電があれば、さらに対応は容易になります。

時間が少し過ぎていきますので、スライド 25 から 27 は慣性力に関する論点です。そして、最後から 2 番目、スライド 28 をご覧ください。原発、CCS の火力で 3～4 割の電力供給シナリオで現実性があるかどうかと問い掛けるスライドでございます。

最後、スライド 29 は CCS についてでございます。CCS についても、年間 2 億トン以上の大量の二酸化炭素を海外に輸出するということが、日本にとって国際的にも認められるのかという疑問を呈しています。

以上です。ありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。続きまして、地球環境戦略研究機関からお願いいたします。

○地球環境戦略研究機関（栗山）

もしもし、聞こえますでしょうか。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

聞こえております。よろしくお願いいたします。

○地球環境戦略研究機関（栗山）

地球環境戦略研究機関の栗山と申します。本日は「脱炭素への社会転換に向けたエネルギーシナリオ分析の意義」と題しまして発表いたします。

2 枚目のスライドをご覧ください。本日の発表の論点をまとめました。2050 年カーボンニュートラルのシナリオ分析を今後発展させるに当たり、以下の 3 つの事項をさらに検討することで、取り得る選択肢の可能性を追求することができないのかという点でございます。

1 点目としまして、定量モデルを用いたシナリオ分析の目的の再確認と分析結果の意味の解釈でございます。

2 点目としまして、社会変革による非連続的なエネルギー利用の変化を考慮したエネルギーモデル分析でございます。

3 点目としまして、電力需要パターンの変化の可能性や、EV など新規関連技術を活用し、系統活用の柔軟性をより高めた電力システム分析でございます。

3 枚目のスライドに移ります。1 点目の論点についてご説明いたします。本基本政策分科会における複数シナリオ分析の目的としまして、カーボンニュートラル実現に向けた課

題抽出および対応の方向性を検討すること、政策の選択肢の可能性を追求していくためのシナリオ分析であることと理解しております。そういった中で、予測のためのモデル利用ではなく、分析のためのモデル利用が重要と考えております。電源構成・コストなどの計算結果は前提条件に依存して異なることを留意し、分析結果の比較を通じて結果の意味について十分に理解、解釈をすることが重要であると考えております。そういった観点から、幅広い社会構成員間の議論と行動を促すことを見据えたシナリオ比較を進めるべきと考えております。

4枚目のスライドに移ります。これはIGESのGHG排出量ネットゼロ達成に向けた考え方をご紹介します。

1点目としまして、社会・暮らしの大きな変革を捉えて考える必要があるという点でございます。社会・暮らしの変化、すなわち社会変革によってエネルギー効率改善のみならず、エネルギーサービス需要そのものが変わる可能性がございます。特に需要が変わることで、エネルギー供給側の機能や役割も変わる可能性があるという点でございます。従いまして、社会・暮らしを変革するドライバーは、気候変動対策だけではなく、循環型経済、地方創生、働き方改革、人手不足解消、レジリエンスといった観点もあるという点が2点目でございます。

また、このように多様な変化が想定されるシナリオに当たり、幅広い社会構成員の視点も重要となるという点でございます。特に国・地方レベルにおいては、様々な省庁が様々な政策を打ち出しておりまして、そういったことも踏まえて議論する重要性を認識しております。

5枚目のスライドに移ります。こういった背景から弊機関では、幅広い社会構成員の間で対話を促すことを目的に、「ネット・ゼロという世界 2050年日本（試案）」というリサーチレポートを2020年6月に公表いたしました。本レポートの主な特徴としまして、社会変革に伴う自然利用、エネルギー需要を計算したこと、技術や暮らしにおける大きな変化を想定したこと、発電電力量と再エネポテンシャル、CO₂貯留量、化石燃料輸入量などの物理量を比較したこととございます。

本レポートでは2つのシナリオを比較しております。1つ目はロックインシナリオと題しまして、現状以上の力が強く働き、国内の社会変革がほとんど起きないものでございます。特徴としまして、CO₂回収技術を多く用いることで、化石燃料の利用に依存しつつネットゼロを達成することとございます。

2つ目のシナリオはトランジションシナリオです。既存の社会制度、生産工程、インフラなどの重要な社会的要素は変革していくものでございます。特徴としまして、デジタルトランスフォーメーション、電化、再エネが中心的に広がり、ネットゼロを達成していくという状況でございます。

6枚目のスライドに移ります。また、トランジションシナリオでは、各省の将来ビジョンが示す社会・暮らしに関わる大胆な変化も一部取り入れております。

暮らしの 카테고리では、テレワークを含む働き方、隙間時間、待ち時間の有効活用、使い捨て習慣からリユース・リサイクルへの習慣といった要素が入っております。

都市・地域の 카테고리では、電化、自動運転技術、道路空間の変化、地方都市機能の集約化といった要素が入っております。

ものづくりでは、3Dプリンターによる現地生産、循環型経済の発達といった要素が入っております。

農林水産業では、作業効率の向上や使用する肥料の減少、食品ロスの抑制といった要素が入っております。この中でも、テレワークを含む働き方の変化、人々やものの移動の変化、循環型経済の発達というものが、GHG排出量の削減に与える影響が大きいということも明文化しております。

7ページ目のスライドに移ります。こちらのスライドでは、部門別の最終エネルギー消費量を示しております。真ん中上のグラフが2015年最終エネルギー消費量の実績値でございます。左下のグラフがロックインシナリオにおける最終エネルギー消費量でございます。右下がトランジションシナリオにおける最終エネルギー消費量でございます。

ロックインシナリオでは、大量のCO₂回収・貯留技術を用いることでネットゼロを達成することを想定しておりますので、各部門に化石燃料が多く残るという結果が示されております。対比的にトランジションシナリオでは、電化・再エネの利用が進むということを想定しております。従いまして、各部門では大きく電化が進むことが特徴です。

また、特に運輸部門につきましては、EVの効果および移動形態の変化によって電化のみならず最終エネルギーそのものが減っているというのが特徴でございます。産業部門におきましては、電気・電力に加えて水素を利用しつつ産業活動が維持されているというような状況を描いております。従いまして、この社会変革を伴うトランジションシナリオでは、エネルギー需要が減少、あるいはエネルギーサービスそのものが変化していくというのが大きな特徴でございます。その他の分析結果につきましては、参考資料に載せております。

続きまして、松尾研究員よりご説明いたします。

○地球環境戦略研究機関（松尾）

どうもありがとうございました。続いて私のほうから。8スライド目辺りを見ていただければと思います。若干そもそも論になるのですが、前回のRITEの色々なシナリオの分析—この右の上のほうを見ていただくとシナリオ分析しているところがありますが—それを基にして、それから課題を抽出する、それを明らかにすることが、シナリオ分析の主目的だと理解しています。今日も事務局のほうからご説明があったような形ですね。その考え方に伴って、それでは何が課題だったのであろうか。そういうような見方で見ていきたいと思っております。この絵の一番左側の緑のところは、上のほうに書いてあるシナリオ分析をどうカーボンニュートラルの政策決定に生かすか、という一種の一般論を表したものでありまして、我々のスライドでいうと3枚目辺りがその説明に相当します。3枚目

以外の点としては、例えばコスト以外の視点を組み入れるべきではないだろうか、などの点も指摘できます。最後には価値判断が必要でしょうが、その価値判断の前に、いろんなことをきちんとロジカルに理解しましょう、というシナリオ分析の活かし方の一般論の話です。

真ん中のオレンジ色のラインですが、これはスライド4番から7番目までの、今、栗山が説明した我々のネットゼロという世界というレポートの内容を表しています。われわれはちょっとRITEと違うアプローチを探りました。すなわち、どんな社会を選択しようか、どんな社会からイメージしていこうか、というところを出発点にしたわけです。その中で例えばトランジションシナリオというものの説明があったかと思えます。

そして、右側の部分は、私と田中がコメントリーという形で、5月24日に発表したものに相当します。次のスライド9スライド目を開けていただくと、その部分が出ています。ここで対象とした課題は、RITEの行った幾つものシナリオ分析の中のRE100%というシナリオの電力系統統合コストが異常に他のものより高いという点です。53.4円ですね。これはなぜなのだろうか。そういうところの問題意識から始まった一つの課題設定になります。この高コストをどうやって避けられるか、という点が発想の発端です。

まず、高コストになった理由は何だろうかを考えてみますと、それは電力系統が曇天無風期間と呼ばれるイベントにも対応しなければいけないということに起因するようです。RITEモデルでは、そのイベントへの対応措置として、新規蓄電池を大量導入というkWhベースの話で考えなければならないものを想定したことが、理由だったらしいことがわかりました。われわれは、それを、代替的な方策で何かできないかどうか、という視点で、例えばV2Gと呼ばれるVehicle to Gridのような方法を考えてみました。その他いろんなやり方が多分あり得るでしょうということをここでは示しました。これらがフィージブルかどうかという議論よりも、むしろどうやればそこで実現できるんだろうかというアプローチのために使っていただければと思っています。他にもコスト最小化以外の視点もありますから、そういう意味ではRE100%は一見すごくコストが高いモデル結果がひとつ示されたからといって、シナリオを棄却するというのはちょっといかなものかというのがその時の結論でした。

それに対してRITEさんのほうから色々「解説」がありまして、それが右側にあるものです。その「解説」に我々としてレスポンスした「補論」があります。また見ていただければと思います。RITE「解説」によると、どうも限界費用と平均費用にものすごい乖離（かいり）があることがわかりました。平均費用の約2倍、限界費用があるということのようです。その時、限界費用をそのまま電力価格として表現していいのだろうかというようなところが問題意識として生じました。もしそうすると、非常に大きな収入が電気事業者に行ってしまうので、それはいかなものかと思われまます。

そういうような形で「課題」を抽出して、それが右下に書いてあるような「さらなる検討項目」につながっていくプロセスの一例となったわけです。課題を具体化して、それを

検討項目として、それをそれぞれ検討して、それをまたシナリオに組み直すと。そんなようなことが、シナリオ分析として、必要ではないかなと思っております。

次のページが最後です。せっかく複数のモデルシナリオを行ったわけですから、その「メタ分析」のようなことをして、何がそこから言えるのだろうかを考えてみるということも必要ではないか、というメッセージです。

以上です。どうもありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。続きまして、デロイトトーマツコンサルティングのほうからお願いいたします。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

デロイトトーマツコンサルティングの濱崎と申します。聞こえておりまでしょうか。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、聞こえております。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

よろしくお願いたします。デロイトの濱崎と申します。本日はこのような発表の機会を頂戴し、ありがとうございます。

ページをめくっていただいて、まず今回、我々の発表ラインは、この1、2、3の3つでございます。

最初に、まず弊社で開発しましたD-TIMESとは何ぞやというところの概要をご説明させていただいて、その後、どういう前提条件で使っているのか、その前提条件をモデルの中でどうやって再現しているのかということをお話しさせていただいた後、実際に行ったシミュレーション結果に関しまして、我々の考察をご共有させていただければなと思っております。

めくっていただいて、3ページ目に我々の解析TIMESの概要を示しております。時間の都合もありますので、かいつまんでご説明させていただこうかなと思います。

TIMESという開発環境を使っております。これはIEAのモデルの専門家グループ（ETSAP）で開発されているものでございまして、長期のエネルギー予測の結果、長期のエネルギー課題を抽出するものでございます。IEAだとかイギリス政府等々広く使われているもので、費用を最小化というときに、例えば2050年、2060年といったときに、こういったようなエネルギー構成になるのかということが算出可能となっております。

1枚めくっていただいて、4ページ目でございます。左側が今回のモデルの概略です。プロセスとコモディティに分かれておりまして、例えばオイルに関しては、オイルが火力発電に入って電気とCO₂というのを実際の個別発電所の粒度まで細かく見ることが可能というものでございまして、先ほど来から話題になっております価格に関しましては、右側に書いております市場均衡は、供給曲線、需要曲線が交わったところで決定するという前提となっております。

めくっていただいて、6ページまで飛んでいただければと思います。じゃあ今回どういったことをやったのかということを書いていただいております。まずボックス一番下のほうを見てください。シナリオとしては2つ、コスト最小化というシナリオと再エネ大量導入ケース、この2ケースをやらせていただいております、CO₂削減に関しましては、先般発表がありました2030年46%、2050年カーボンニュートラルということで、この2つのシナリオの違いというのは、コスト最小化に関しましては全て内生的に算出、大量導入に関しましては、より再生可能中心の電源構成になるという前提の、この2ケースをやらせていただいております。

次のスライド以降に前提を書かせていただいております。7ページ目に関しましては、エネルギー需要とかインフラ、貯蔵、燃料、こういったデータを使っているのかという出典を書かせていただいております。

8ページ目に関しましては、発電側がこういったCAPEXやOPEX、燃料費等々を使っているのかということを書かせていただいております、ただ、これでは実際どういうふうにモデルの中に反映しているのか分からないかなと思います。幾つか図示させていただきます。

9ページ目は飛ばさせていただきます、10ページ目を見ていただければと思います。例として着床型の再エネの洋上風力を示しております、実際にモデルの中にこういったようなメッシュで情報が入っております。何が入っているのかというと、ここに書いておりますように、平均風速だとか水深。平均風速はパワーカーブを使って年間稼働率になるということで、かなり地理的にどういうふうに依存しているのかというのを反映しております。

次、11ページ目もこのモデルの特徴でございまして、系統戦略というのはかなり注目を受けておりました、系統が足りないということで出力抑制などというようなことがあるかと思っておりますので、本モデルでは系統制約を考えております。351カ所のノードに分けておりました、そのノードの間の系統に関しましては、どれぐらい電気を融通することができるのかという送電容量を考慮しております。

次に行っていただいて12スライド目です。人口動態に関しまして、もう既にわが国に関しましてはエイジングソサイエティということで人口減少を迎えております。その人口減少というのは、一様に進むのではなく、地方によってかなり異なるということで、それを351カ所ノードで反映しているということで、地域粒度が細かいというのが本モデルの特徴でございます。

先ほど来、統合費用の話があったと思いますが、どういった柔軟性が入っているのかというのは、13スライド目にかけて書いていただいております。系統蓄電だとか、火力発電所の稼働変動で需給バランスを取るということ。もしくは、先ほど系統の話をしてきたけれども、系統を拡充して、より広域化して広い範囲でバランスするという話。あと、水電解を使って水素にしていくとか、あとEVチャージング。ここではスマートチャージングという下げ調整しか考慮していませんけれども、EVチャージングしていく

というのが、コスト最小化できる計算をしていくというモデルになっております。

15 ページ目に飛んでください。こちらが結果になります。電源構成を示しております、左がコスト最小化、右が再エネ大量導入となっております。コスト最小化ですと、約7割は再エネを入れないとカーボンニュートラル、困難じゃないかとなっております、右側は95%再エネが入ったケースとなっております。

このスライド16が、恐らく非常に解釈が重要かなと思っております、この16は何を書いているのかと申しますと、まず現状の価格、最小化、再エネ大量導入と書いておりますけれども、限界費用というのと平均費用、両方書かせていただいております。限界費用を見ますと、現状11円が23円、52円、非常に高くなっていきますけれども、平均費用に関しましては、8.9、12.3円、19.2円というように比較的上昇幅が緩やかになっていく。この平均費用と限界費用が何でこんなに違うのかというのは、恐らく課題になるのかなと我々は思っております、我々が思うのは、より再エネ大量導入ケースのほうが平均費用がこれだけ低いのに限界費用がこれだけ高い、柔軟性が不十分なのではないか。結局、統合費用が最後の1単位の電力を供給するのに非常に大きな費用を払っている現状になっているんじゃないかということです。

この平均費用と限界費用のギャップをどうやって埋めていくのかというのが、恐らく次の課題かなと思っております、V2Gやるだとか、デマンドレスポンスやるだとか、そういったような特に需要サイドの柔軟性をどう入れていくのかという多様なそういったシミュレーションが必要だなというのが、我々が得た結論でございます。

あと17ページ目以降は、こういったような柔軟性メカニズムが活用されているのかを書いております。例えば17ページに関しましては蓄電池、右側のほうが大量に導入する必要があるだとか、次、行っていただいて18ページ目に関しましては、水素生産、水電解をして水素を大量に製造、またそれを燃料電池とかで電力・熱供給するというような柔軟性。

さらにはということで、次のページ、19ページ目に書いておりますけれども、水素を使った、先ほど水電解の水素が燃料電池で、これもまたある意味需給調整ということですので、燃料電池を使っているということで、非常に多くの柔軟性が再エネ大量導入ケースでは使われている。こういったことが、ひいては最後の限界コストが上がっているということにつながっているのかなと我々は考えております。

あと、もう1点ですけれども、20ページ目です。経済合理性が成立しないものは出力抑制を実施と書いておりますけれども、電気として捨ててしまったほうが安い場合には、出力抑制に関しては行われているという見方をしております、最小化の場合は2TW、再エネ大量導入だと62TWhということで、非常に多くの電気を捨てる。これも先ほどの限界費用が高まる結果になっているのかなと思っております。

21ページ目に関しましては、実際に入っている変動型再エネの価格はどれぐらいかというのを示しております。下側が再エネの大量導入ケースです。右に行けば行くほど上がっていくということは確かではあるんですけれども、平均費用が上がっているわけであって、

これによって限界費用が上がっている説明ではないということです。ですので、柔軟性というものが結局十分備わっていないことによって限界費用が上がっているというような傾向があるのだと思います。

最後、まとめとさせていただきます。22 スライド目です。電気が非常に高くなっていくという結果を得たのですが、それ以上に我々は限界費用が高くなっていっているというのは平均費用に比べてということですが、非常に柔軟性がない。今回想定したものに関しては柔軟性がないことの結果かなと思っております。再エネが大量に入ることによって、火力発電所とか、そういった柔軟性を使えないというのが大きなことかなと思っております。

最後のところですが、2050 年は非常に不透明性があるということで、例えば発電技術の不透明性というのは当然なのですが、それに付随するような柔軟性、どういう組み合わせがいいのか、V2G がいいのか、DR がいいのか、まだ我々が分からない技術があるのか、そういったものを組み合わせることによって、多種多様なそういう不透明性を組み合わせたシミュレーションをやることによって、我々は何をすべきなのか、カーボンニュートラルを実現するにはどうすべきなのかといったことが明らかにできるのかなと思っております。

駆け足ですが、以上です。ありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。それでは、続きまして日本エネルギー経済研究所さんからお願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

日本エネルギー経済研究所、松尾です。よろしくお願いします。

資料6に基づいてお話しさせていただきたいと思います。1枚目をご覧いただきたいんですが、この辺は実は昨年の12月に上げさせていただいたものを改めて載せていますが、いわゆる統合費用というものが重要であるということです。LCOE分以外に乗ってくる、ピンク色の部分が重要である。これについては、数年前まではこういった分析がなされていなかったんですが、最近非常に進歩してしまっていて、今日発表されている各団体の皆様も、こういったものを一応取り込んでということで、かなり進歩しているというのが現状だと思います。従いまして、当然課題はたくさんあるんですが、この分野はかなり進歩してきていると思っています。

いずれにせよ、この統合費用というものを評価することが重要で、2ページ目、3ページ目には前回と同じものを載せていますが、3ページ目に前回お示ししたものの、平均費用ですか統合費用というものが紫色の部分で、原子力なし、火力なしだと十何円乗ってくるというようなことを前回示しています。

それから、ちょっとお話が出ていました無風期間を4ページ目に示していますが、私は無風期間によって再エネ100%が絶対にできないと言っているわけじゃなくて、ここで言っ

ていることは無風期間の持続期間が蓄電設備、エネルギー貯蔵システムの容量を決めるということが明確だと私は思っていますので、その辺をちゃんと見ていく必要があるだろうというのをここで述べているところです。

5 ページ目のところ、これも議論に成り得るところですけれども、限界費用と平均費用、両方見ていくことが必要であるということです。5 ページ目の右側のほうに、電力部門の総費用で再エネ比率が高まってくるときにどうなるかということを示していますが、再エネの LCOE を低くすると平均費用は下がるということは間違いのないのですが、この直線がくっとうがっているところがあると思いますが、この微分値が限界費用になりますので、限界費用は必ずしも低くはならないといったことで、限界費用と平均費用両方見ていくことが必要であろうと思っています。

6 ページ目以降が今回の分析です。6 ページ目に分析モデルを示しています。こういった線形計画モデル、エネルギーシステム全体を対象とするモデルを使っています、1 時間刻みでモデル化をしているということです。

7 ページ目に試算のケースを書いていますけれども、①から⑥まであります。①がベースケース、カーボンニュートラルを達成するベースとなるケースで、それから CCS が拡大するケース、それから原子力を 2 倍使えるケース、それから再エネ 100% ケース、それが④までです。それから、⑤と⑥はベース* (スター)、RE100* (スター) と書いてありますが、これは再生可能エネルギーの特に陸上風力とか洋上風力とか、そういったものの導入可能量を大きく想定しています。

この辺は 8 ページ目をご覧いただきたいのですが、特に大きく影響するのが陸上風力ですが、環境省の試算でポテンシャルが 285GW ぐらいまでであると。ですが、これはかなりの部分が国有林、民有林であると。この辺はどれぐらいまで使えるのかということが非常に重要な問題で、少なくとも全部使えないことは明確だと思います。自治体とかで規制しているところがあるので、全部が使えないことは明確ですし、なかなかこの辺は使っていくことが現状として難しいと思っていますので、それを考えると陸上風力のポテンシャルは 23GW、あまりないということになります。ただし、モデル分析上、それを全部使うということも可能ですので、両方やってみたということです。それが先ほどの 7 ページ目に書いてあるベースケースとベース* (スター) ケース、それから RE100 ケースと RE100* (スター) ケース。* (スター) と書いてあるものは、ポテンシャルを大きめに見たということになっています。

この辺の規制の在り方ですが、やはりこれは重要な問題だと思っています、規制を緩和すればいいだろうという問題じゃないわけですね。規制というのは自然環境を守るために規制するものなので、地球環境を守るために再エネを入れなくちゃいけないのですが、だからといって自然環境を破壊してもいいというものじゃないので、この辺は慎重に見ていく必要があるかなと個人的には思うところです。

それから、9 ページ目が LCOE の想定でして、陸上風力なんかはかなり設備利用率が

地点によって違うので、幅があるということかなと思っています。一番安いところで見ると割引率3%で6円/kWhぐらい。ただこの辺は、今、発電コスト検証ワーキンググループが並行して開催されていますので、その辺の結果を見て、あらためてちゃんと設定する必要があるかなと思います。

10 ページ目が結果を示しています。ちょっと見にくくて恐縮ですが、2050年のエネルギーミックス、電源構成を示しています。一番左側のほうにベースとベース割引率8%とあると思いますが、ちょっと細かい話になりますが、割引率を8%で想定しているんですが、それだと風力とか太陽光があまり入ってこないという結果になってしまっていて、太陽光、風力、仮にそこだけ割引率5%と低めに設定してみると、このベースと書いてあるところになります。この結果では、再エネ比率は50%ぐらいですかね。それから、もっと右のほうに行きましてベース*（スター）というものと60%ぐらい、陸上風力をたくさん使えるということが見て取れると思いますが、それぐらいになるという結果になっております。それから、CCS、原子力、それぞれに応じて電力構成が決まってくるということです。

それから、11 ページ目をご覧いただきたいのですが、これは電力の平均費用を取っています。先ほど言いましたように、平均費用と限界費用、両方見ることが大事だと思っていて、11 ページ目に平均費用です。

ここで1つ、特に研究者、発表されているモデラーの方々にご留意いただきたいのですが、電力の平均費用を取るときに、電力部門の総費用を発電量で割ってしまうと間違えます。なぜかという、再エネがたくさん入ってくると電力ロスがあるんですね。出力抑制ですとか送配電ロスとかいったものが出てくるので、その分を含んだ大きい電力需要で割ってしまうと、平均費用を安く見てしまいます。なので、本当のネットの電力供給量で割らなくちゃいけないと。そこは1点重要な点として注意したいと思います。

その上で、白い丸が平均費用をそのまま計算した結果ですが、割引率3%に換算したぐらいで言うと下の黒い点ぐらいになります。現状10円ぐらいだとしまして、ベースケースでも16円ぐらいまで上がってしまうかなと。RE100だと22円ぐらいかなというのが、この結果になります。当然、再エネポテンシャルを大きく取っているRE100*（スター）とかのケースだと、もうちょっと下がってくる。こういった結果になるところです。

それから、12 ページ目が限界費用でして、これも似たような結果ですが、若干、平均費用はそれほど高くないかなと思いますが、先ほど限界費用というのは微分的なもので決まってきました、非常にセンシティブなので、これが30円、40円、50円という、その辺の絶対的な数字はあまり意味がないものであるかなと。不確実性が大きいという意味で意味がないかなと思いますが、上がるか上がらないかというところという、RE100だとかなり上がってくるということは確かかなと思われるところです。

それから、電力需給を13 ページ目、14 ページ目に示していますが、これはこういったサンプルですということです。RE100シナリオですと、かなり電力需要を上回る発電があっ

て、14 ページ目の下のほうが北海道のRE100 シナリオですが、下のほうに横たわっているのが電力需要、黒い線がそれです、それを上回る発電と出力抑制が行われている。そういった姿になっているということです。

それから、15 枚目をご覧くださいなのですが、こちらがEV、電気自動車による充放電 (V to G) と書いてありますが、それを今回モデル化しています。それから、ヒートポンプ給湯器もモデル化しています。それをモデル化しない場合に比べてモデル化すると、蓄電システムの所要量が当然減るわけですね。ただ、ここで赤く書いてある単日制約というのを課してまして、電気自動車についていえば、ある日の0時の貯電量が次の日の0時の貯電量と等しくなっている条件をモデル上ケースで想定しています。これを入れると、実はエネルギー貯蔵量はそれほど下がらない、それほど影響しないということが見えます。ただし、その制約をなくすと、かなり影響があるということで、この辺はモデル化の問題になるのですが、全く制約がないと、今日充電して、1週間後にEVが走ると、そういったことが行われてしまうのですが、多分、EVとしてはそれはない状況かなと思います。ただ、1日で制約するのがいいとか、2日で制約するのがいいのか、そこは分かりませんが、ある程度そういった制約を置くと、それなりに影響は小さくなっていく。ただし、それでもやはり影響はしてくるといったようなことで、この辺のモデル化は確りしていく必要があるかなと考えているところです。

16 ページ目に留意点を書いておりまして、今回、簡易なモデルに成らざるを得ないので、ここに書いてありますように、完全予見に基づく、それから地域解像度は、我々は5分割でやっておりますので、それほど細くないということ。それから、回転慣性を考慮していないということ。それから、先ほど無風期間のことを言いましたけれども、無風期間は、1年だけのものでもリスクを見るのは正しくなくて、複数年、多数年で見なくちゃいけないということがありますので、その辺は多分、簡略化になっているというようなことで、改善の余地はたくさんあるだろうと考えています。

まとめ、17 ページ目ですけれども、基本的にはカーボンニュートラルを達成するためのハードルは高いですが、その最適な姿はいろんな前提条件に依存しますということです。ただ、今回の試算結果ではたまたま再エネ比率は50%になりましたが、これは当然いろんな条件によるので、再エネのLCOEとか、そういったものに依存しますということです。

それから、17 ページ目の2ポツ目に、これは前回も登場しましたが、極めて高い再生可能エネルギー比率を目指すという場合には、安定供給責任はVREが担うと。これはどういうことかといいますと、不確実性が大きい中で、安定供給というのは、不確実性の幅広いところを伸ばすのに安定供給が可能であるということを示さなくちゃいけないので、これは非常に大きな問題であると考えています。やはり不確実性は非常に大きいので、その辺はちゃんと確り見ていく必要があるだろうと。悲観的に見ても安定供給が可能であるということを示さなくちゃいけないというふうに考えています。

それから、3ポツ目はVREの導入可能量です。この辺が大きな問題に成り得て、森林

をどこまで使うかと、そういうところから考える必要があるであろうと。それから、柔軟性のオプションも必要であろう。それから、原子力につきましては、先ほど説明を省きましたが、原子力発電と、それからゼロミッション火力発電とのコスト差によると思っております、ゼロミッション火力発電よりも原子力のLCOEのほうが低ければ、少なくともモデル上、原子力は経済合理性を持つと、そういったことかなと思っております。

一言で申しますと、一番下にありますように、非常に不確実性が大きいのでバランスの取れたエネルギーミックスを目指すことが必要であるというのが結論かなと。これは恐らくロバストに言えることかなと考えています。

以上です。どうもありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。それでは最後に、電力中央研究所からお願いいたします。

○電力中央研究所（坂本）

電力中央研究所の坂本でございます。「2050年ネットゼロ排出シナリオ」の分析と題してご報告いたします。

副題のとおり、IPCC1.5°C特別報告書とJMIPと呼ばれる日本のモデル間比較プロジェクトのシナリオを分析対象としました。この2つに関するシナリオデータは一般に公開されておりまして、本報告ではこれらを使用しました。

2ページ目からIPCC1.5度特別報告書のシナリオデータの分析結果をご紹介します。3ページをご覧ください。当所では、IPCC1.5°C特別報告書シナリオデータを基に、ネットゼロ排出達成時の態様を分析した報告書を昨年10月に刊行しました。1.5°C特別報告書、通称「SR15」では、世界の研究機関から提出された411本のシナリオが分析され、このうち世界全体でのCO₂のネットゼロ排出を達成するのは205本です。シナリオには「ネットゼロCO₂排出達成年」が記録され、その分布は右下のグラフのとおりで、これを「ネットゼロ排出達成時」とみなし、当該時点のCO₂排出・除去、エネルギー関連指標を分析しました。

4ページにSR15について整理しましたが、下側のSR15シナリオデータの部分を説明いたします。IPCCは世界中の研究機関から提出されるシナリオデータを基に報告書を作成しています。提出の要件は、査読付き学術論文に掲載されていることですが、SR15に向けては19の研究機関から529本が提出されました。これらの中からGHG排出量を一部しか報告していないシナリオなどを抜いた411本が報告書作成に使用され、これらが公開されており、私どもも分析に使用いたしました。

なお、SR15シナリオデータの約4分の3は4つのモデル間比較プロジェクト(MIP)の成果です。MIPとは、複数のモデルが、人口、GDP、各種技術など、条件をそろえた上で分析し、相互に比較を行うもので、シナリオ研究の分野の一般的なアプローチです。

5ページには、本報告で着目した2050年ネットゼロ排出シナリオを示しております。ここでの2050年ネットゼロ排出シナリオとは、2045年から2054年に世界全体でネットゼロ

排出に達するシナリオであるとし、エネルギー起源CO₂排出量の内訳が把握できる 22 本のシナリオを分析対象としました。

6 ページ以降、分析結果について見ていきます。6 ページに示した棒グラフは、22 本のシナリオについて、ネットゼロ排出達成時点の部門別CO₂排出量を積み上げたものです。排出量がプラスの部門が上側に、マイナスの部門が下側に積み上がっており、シナリオは残余しているCO₂排出量の順番に並べています。このグラフからは、残余するCO₂排出の量や内訳は様々であることが分かります。

続く 7 ページでは、排出量の符号の意味を確認しています。排出量の符号がプラスの場合、その部門内では除去よりも排出が多いことを意味し、反対にマイナスの場合は、その部門内では排出よりも除去が多いことを意味します。除去とは二酸化炭素除去のことで、英語で **Carbon Dioxide Removals** といい、CDR と略されます。

SR15 シナリオデータでは、主なCDRとして、CO₂回収・貯留付きのバイオマス発電とバイオ燃料製造、いわゆるBECCSと、植林が想定されています。SR15の時点では、直接空気回収・貯留、いわゆるDACCSを想定したシナリオは限定的でした。

8 ページからはエネルギーについても見ていきます。まず、一次エネルギーです。左上の排出量のグラフの下に、同じ順番でシナリオごとの一次エネルギー消費量と、その構成比を並べており、これらを見ますと、残余する排出の量はCCSなしの化石燃料消費に由来し、全てのシナリオでCCSなし化石燃料消費が起こっていることが分かります。CDRとしてはBECCSが想定されていますが、エネルギー供給部門のうち、電力と電力以外のどちらの部門にどの程度導入されるかはばらつきがあります。

なお、右下に示したグラフは、左側の棒グラフにけるBECCSの大きさのばらつきを表しており、箱ひげ図と呼ばれます。右側に図の読み方も示しましたが、大ざっぱに言いますと、箱の縦幅と上下に伸びている線の長さがばらつきを表しています。

続きまして、9 ページは発電電力量についてです。排出量と同じ順番で、シナリオごとの発電電力量と構成比を並べています。電源構成はシナリオごとに様々ですが、ゼロ排出電源、CCSなし化石電源、BECCSの組み合わせであることは共通しています。

右下の箱ひげ図は電源の比率のばらつきを示したもので、どのシナリオにおいても再エネが大半となっていますが、化石燃料電源も一定の割合を占めていることが分かります。

なお、バイオマスは再エネですのでBECCSも含めて表示しておりますが、今回はCDRにも着目しているため、BECCSだけを取り出したものも示しています。

続いて、10 ページは最終エネルギーについてですが、排出量と同じ順番に並べてあり、右下に各エネルギーキャリアの割合を箱ひげ図で示しています。エネルギー需要部門における残余排出量が、ガス、液体燃料、石炭に由来していることが分かります。

なお、ここで「一部」と表記しているのは、ガスや液体燃料にはバイオガスやバイオ燃料も含まれているためです。また、最も主要なエネルギーキャリアが電力であることが分かります。

ここまでは世界全体についてでしたが、11 ページでは先進国について見ていきます。これまで示してきた左側の図に加えて、右側の図はそれぞれのシナリオの先進国のみの排出量を示しています。世界全体でネットゼロ排出に達している際に、右の図の白丸で示している先進国のネット排出量がプラス・マイナスどちらのシナリオもあることが分かります。シナリオ数は限られていますが、先進国だけを見ても残余する排出の量や内訳は様々でした。

続いて12 ページですが、先進国の一次エネルギー、発電電力量、最終エネルギーを示しています。時間の関係から詳細は割愛しますが、主な傾向が世界全体とおおむね共通していることが分かります。

13 ページはコストについてです。SR15 では、エネルギー関連投資や炭素価格を参照して、温度上昇をより低く抑えるためには、より投資が必要となり、限界削減費用は上昇することが示されていますが、本報告で抽出した2050年ネットゼロ排出シナリオにおいても同様のことが確認されました。

14 ページからはJMIPについて紹介いたします。JMIPについて15 ページにまとめました。JMIPは、国内の諸機関が運用する5つのモデルにより、長期気候政策を評価したプロジェクトです。2017年から数年をかけて、人口や経済、技術の想定など、モデル間で比較ができるように調整を繰り返した上で、当時の目標であった2050年80%削減シナリオを中心に、感度解析として90%削減やネットゼロ排出も分析されています。成果は学術論文として公表され、シナリオデータも公表されています。

続いて、16 ページにJMIPのシナリオデータを分析した結果をお示しします。モデルごとの排出量をグラフに整理しましたが、注目していただきたいのは、それぞれのネットゼロの結果の部分です。バツ印は解が得られていないことを意味しており、CDRを考慮しているモデルのみで解が得られていますが、CDRを考慮していても解が得られなかったモデルもあります。その理由は、CO₂貯留量やバイオエネルギーの利用可能性の制約によるものだと分析されています。

このように、必ずしも全てのモデルでネットゼロ排出の解が得られたわけではありませんが、報告のプロジェクトではネットゼロ排出を中心とした検討が進められており、BECCS・DACCSを新たに考慮するなど、モデルの更新も行われています。

最後、17 ページにまとめを示しました。本報告では、一般に公開されているSR15やJMIPシナリオデータを用いて、「2050年ネットゼロ排出シナリオ」を分析しました。シナリオデータの公開は透明性の確保を目的としており、これにより本報告のように提出者以外でも分析が可能となっています。SR15シナリオデータの2050年ネットゼロ排出シナリオでは、ネットゼロ排出達成時の対応は一樣ではなくばらつきがありましたが、表で示した幾つか共通する傾向も確認できました。今回の分析ではシナリオ数は限られましたが、2021年から22年にかけて公表予定のIPCC第6次評価報告書や、国内のモデル比較プロジェクトを通じて、ネットゼロ排出の実現に向けた道筋や技術オプションなどについて、

さらに知見が深まることが期待されます。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。ただ今各団体の皆さまからプレゼンテーションをいただきましたけれども、その中でも、IGES様からご指摘がありましたけれども、前回のRITE、秋元先生からのプレゼンテーションにつきまして、一部補足説明をいただきたいと思えます。それでは、秋元先生、よろしく願いいたします。

○秋元委員

RITEの秋元です。よろしく願いします。

今、たくさんシナリオ分析がありました。前回13日の分科会において、RITEで分析結果を提示させていただきました。その後、非常に賛同の意見もたくさんあったんですけども、それはあまり公になっていないような、たくさんあったわけですが、少し批判的なコメント、もしくは分からないといったコメントも頂きましたので、それに対応するために、RITEのホームページで6月11日に追加データを含めてデータを提供させていただきました。

それにプラスして、今日配布させていただいている、IGES様の指摘事項に関する解説記事、そして、内閣府の再生可能エネルギータスクフォースからもご指摘いただきましたので、それについても解説記事を載せさせていただきました。今日は時間が限られていますので、IGES様の指摘事項に関する解説、これは再エネタスクフォースの指摘とも若干絡むところがございますので、こちらをご紹介させていただきたいと思えます。

念のため申し上げますが、前回ご紹介したときも、結果だけが独り歩きしないようにと思って、資料には細かく、色々丁寧な説明を加えて記載したつもりでございます。ただ、報道されると、ピックアップされて、そこだけが報道されるということもございしますので、若干誤解を持って受け止められた可能性もあるかなとは思っています。あとは、予測ではないということ、IGES様が先ほどの資料でお話しになりましたが、それについても前回、私も強く強調させていただいたつもりでございます。

また、色々な可能性がございますので、省エネについても、省エネについてはもう少しこれからやるというお話でさせていただいたと思えますが、その他、再エネ、そして原子力、CCUS、水素といったようなオプションについて、技術ニュートラルで、様々なオプションの可能性について感度解析を行わせていただきました。時間の制約がございますので、無限の感度解析は不可能でございますので、全体像を見た中での技術ニュートラルな形での評価をさせていただいたと理解しております。その下で結果を見ていただきたいと改めて申し上げます。

その上で、ご指摘いただいた事項でございますが、資料でございます。1ページ目でございます。ご指摘事項は幾つかございましたが、一番大きい点については、これまでも先ほどから議論がありましたように、電力の限界費用という部分が少し分りにくかったということかと思っています。資料では何度もくどく、限界費用ということを書かせていた

だいておったわけですが、若干その平均費用との差という部分がございますので、その理解の一致が見られていない部分があったかなと思います。

第2点目は、色々需要サイドの対応といったような可能性についてのご指摘だったと思っています。その意味で、少しご説明させていただきます。

まず1番目、限界費用と平均費用の違いでございます。今日、先ほどもお話がありましたので、あまり、時間もありますので、詳しくは申し上げませんが、めくっていただいて2ページ目でございます。実際に平均費用の形になりますと、再エネの統合費用、これは前回ご説明させていただきましたけれども、R I T Eの分析では、先ほど松尾さんからご紹介があった、エネ研さんの電力システムのモデルを活用させていただいて、そこから系統費用を算定いただいて、それをモデルで組み入れるという作業をしています。そのいただいている結果が図2でございます。

これは先ほど、図3の部分がご紹介がありましたけれども、若干R I T Eのコストに合わせるような調整を行っていただきましたが、基本、同じようなものでございます。こちらは総費用に当たるものでございます。総費用は、kWhで割ると、直、平均費用でございますので、平均費用に近いものでございます。

ただ、モデルというのは、安い対策から順番に対策を取っていくのが費用が最小になりますので、そういう意味で限界値、それぞれのコスト曲線をモデル化しないと、モデルが動きません。そのためにそれを先ほどの図2を微分したものが、ページをめくっていただいて、4ページ目、図4になるわけでございます。そうすると、先ほどの絵とだいぶ違った形に見えるかと思いますが、特に太陽光発電に関して、45%を超えるぐらいのシェアになってくると、急激に統合費用が上がってくるということでございます。これが先ほど少し議論があった曇天無風とか、そういった稀頻度に対応するために、バックアップが必要になってきたり、もしくは設備利用率が急激に下がってきますので、単価として急激にコストが上がってくるというものでございます。

ただ、停電に対応しようとする、そういうコストを払っていかないと、なかなか安定供給に資することができないということでございます。ただ、この上がり幅は急激ですので、センシティブティーは高いということだと思います。それは先ほどエネ研さんの報告でもあったと思いますし、デロイトトーマツさんの報告でも、ほぼ同じことをおっしゃられたと思います。大体、両者の数字は似たような数字を示されているということかと思っています。

その上でございますが、この限界費用とはどういうことかということでございますが、それを書いているのが次の5ページ目でございます。基本的に財の取引というのは需給バランスの下で限界値で価格形成がされるわけでございます。最適化するためには、需要と供給が一致するようところで価格形成がなされ、これが市場メカニズムで社会構成を最大化するということになりますので、生産者余剰と消費者余剰、両方ともバランスした中で社会構成が最大化するというところでございます。

よって、これが全体の費用を最小化するというところでございます。よって限界費用のところでは価格形成がされることが、社会的に構成が最大化されているということでございます。ただ注意しないといけないのは、私は決して電気料金だというふうに言ったことは一回もございませんで、電気料金をどう決めるかというのは制度上の問題であるので、今の総括原価主義では、平均費用で決まっていたし、若干色々制度が変わっていくにしても、完全にこの限界費用で決めるということはないと思いますので、そこは電気料金イコールということでは誤解されないようにしていただきたいと思います。

ただ、もし平均費用で決めるということであれば、むしろ限界値が一致しないところで決めるということですので、ディマンドレスポンスなんかは出てきにくくなるわけでございます。限界値になってくると、そこに対応してディマンドレスポンスがいっぱい出てくるわけでございますので、色々需要側の対策が考慮されていないのではないかと批判がありますが、むしろこの限界値でないと、ディマンドレスポンス等が経済合理的に出てこないで、最適な量が出てこないということでございますので、そういう価格になっているということをご理解いただきたいと思います。

そのぐらいでございまして、あとその点については、あまりそれ以上申し上げるのは、先ほどから議論もありましたので、以上とさせていただきます。

6 ページ目でございますが、検討すべきオプションの指摘ということでございましたが、一つはEVが活用できるのではないかとということでございます。これはご指摘はもっともでございます。EVが大量に入ってくるということになりますと、EVをつなげて、調整していくということは合理的だと思います。ただ、EVが常に全部グリッドにつながっているわけでもございませんで、出入りをいっぱいすると、バッテリーの劣化も早く進むということになりますので、コストフリーでできるわけではございませんで、この辺りを今後確り評価していくということは重要だと思います。

先ほど、エネ研さんの分析、そしてデロイトトーマツさんも一部EVを考慮されているということでございましたが、考慮されても、ただ先ほどの分析結果でいくと、系統の統合費用は結構高いという、少なくとも限界費用で見ると相当高いという結果でございましたので、それぐらいの水準になるかなと思います。我々としても、できる限り、この辺は将来的に分析を進めていきたいと思っているところでございます。

その他、既設火力発電所を維持して、非常用に使えば、安価にできるのではないかとということでございますが、これについては既にモデルで考慮されています。我々は設備のメンテナンス、寿命を考慮していて、特に緊急時というか、瞬時ピーク的にあまり稼働しない部分で火力発電を動かすというオプションも入っているわけでございます。ただ、既設の施設でも維持するには非常にコストがかかるわけでございますので、それも含めた評価が必要だということでございます。RITEの評価ではそういった維持も含めた評価として、コストに入っているということでございます。

需要が変化できるのではないかとということですが、むしろRITEは、私の感覚からす

ると、相当楽観的に織り込んでいると考えています。ここで書いていますように、例えば電炉でいくと、今は夜間に操業して安い電力を使って、夜間に操業して電力を使っている。ただ、我々の分析でいきますと、再エネがたくさん入って、太陽光がたくさん昼間に入っていますので、電炉が夜間ではなくて、太陽光が照るときに移っていると、完全に移っているという結果になっています。

ただ現実にと考えると、夜から全て昼にいきなり変われるのかどうかというのは、議論があるところだと思いますが、ただモデルは単純化して評価していますので、そういったものは完全なディマンドレスポンスができていますという評価になっていますので、相当むしろ楽観的に評価しているかなと思っています。

時間だと思しますので、以上とさせていただきます。どうもありがとうございました。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。これから各団体のプレゼンテーション、それから意見交換を踏まえて、委員の皆さまから質問、ご意見を頂く時間とさせていただきます。また具体的な進め方は事務局からお願いします。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。ただ今の秋元委員からの説明、あと6団体からのご説明を踏まえまして、ご質問やご意見がある団体の方がいらっしゃいましたら、スライドのコメント欄でご発言希望の旨をお知らせください。時間に限りがありますので、最大40分程度とさせていただきます。場合によってはそれより早いタイミングで終わらせていただきます。それではご質問、ご意見等がある方はよろしくお願ひいたします。

では秋元委員、よろしくお願ひします。

○秋元委員

すみません、私も分析者として他の団体に質問させていただいて、コメントさせていただきたいと思います。

まず、幾つかございますが、国立環境研究所さんのほうでございますけれども、一つは今回のシナリオ分析、先ほど電力中央研究所さんのほうで、最後、JMIPの論文の評価の紹介があったと思いますけれども、一応モデル上は、AIMというEnd useという形で、同じようなモデルを使われているようですが、ただ若干今回、新しい分析、モデルを統合されているような感じで聞きました。ただ、その過程の中で、そのJMIPで示された分析結果とだいたひ結果が違っているような感じを持ちました。JMIPのほうではかなりCCSを多用していると。その他の過去のAIMの分析でも、相当CCSを評価されていて、相当量が入っていたと思います。

今回はかなり再エネに寄っているということでございます、何かそのCCSの上限制約みたいなものを変えられたのかどうかということについて、ご説明いただければと思います。

その次ですけれども、自然エネルギー財団さんのほうでございますが、まず一つ、ここ

はかなり再エネ 100%であってほしいという思いが入っている分析のように思っていて。要は、例えばカーボンプライスが1万 6,500 円というふうに評価されていますが、1万 6,500 円だったら、CCUSが絶対にもっと経済合理的になってくるというのが普通の感覚だと思います。2050年で1万 6,500 円もカーボンプライスが付いたら、絶対にCCUSは合理的だと思うのですけれども、それでも入っていないというのは、かなり意思が入っていて、モデル分析に意思が入らされていて、再エネ 100%に無理やりしているのではないかという気はするので、その辺り、想定なのか、モデルの最適化結果なのかということに関しては、クリアにしていいただければと思います。

あと、例えば風力発電に関してPRIMESのモデルを使った、コスト想定を使ったと書かれています。ただPRIMES自体は、かなり風量発電に関して幅を持って評価しているわけですね。コストが安いところから高いところまで幅があって、設備利用率も変わるというような、風評によって変わったりしますので、そういう想定を置かれているんですが、ここではどうも単一的な想定を置かれていて、そうすると、どちらかが安くなると、全部入るといった傾向になりやすいということになってしまいますので、こういう結果になりやすいのかなと思いますので、その辺りをもう少しクリアにしていいただければと思います。

IGESさんのところについては、色々ご説明いただきましたが、ここも私の感覚からすると、そのシナリオを2つ示されていますが、そもそもロックインという言葉をつけているところからして、プリファランスが入っているような気がしています。

もう少し、先ほども申しましたように、我々としては、テクノロジーニュートラルに評価したいという思いの中で、色々な事実オプションを評価してきているので、あとおっしゃられているEVとか、その辺を確り分析するということは、重要性は私もよく理解しているわけですが、ただ我々のリソースも限られていますので、なるべくテクノロジーニュートラルに考え、その要素を感度解析しているつもりでございますが、一方で、そこだけフォーカスされてというのは、少しプリファランスがあるかなということでございますので、その辺りについて、もしご意見があれば、教えていただきたいと思います。

長くなるので、いったん切らせていただきたいと思います。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それでは議論をしながら、今のご指摘に対しまして、まず順番にコメントを頂くようになりますけれども、電中研様、いかがでしょうか。ごめんなさい、失礼しました。国環研様です。いかがでしょうか。失礼しました。

○国立環境研究所（日比野）

国立環境研究所から回答させていただきます。CCSにつきましては、CCSのキャパシティをどうするかというところは非常に大きく影響を受けます。今回につきましては、基本政策部会にて何回か前に秋元委員より示されたシナリオが、国内地中処理、貯留が1億トンということでありましたので、国内地中貯留を1億トンという制約の下でこのモデ

ルを解いたというところになります。

ちなみに、JMIPにて活動したモデルとこの今回のモデルは、先ほどご説明させていただいたように、エンドユースモデルを使いつつも、電源モデルと組み合わせたというところで、モデルとしては違うモデルというような位置付けでやらせていただいております。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは自然エネルギー財団様、いかがでしょうか。

○自然エネルギー財団（西田）

ありがとうございます。最初のご質問のところでは、カーボンプライシング1万6,500円だと、CCSが入るのではないかと。特にコールCCSとかということをおっしゃっているのだと思いますけれども、私どものモデルは、おっしゃるとおり、自然エネルギー100%を目指すモデルとしてつくられております。そこでコールに関しては、2030年でフェーズアウトというふうに設定しておりますので、入ってこないということはいえるかと思いません。

2番目のご質問ですけれども、おそらく風力、自然エネルギー等のグローバルのコストの算定のやり方ということについてお尋ねなのだと思います。ここに関しましては、AUT、今まで数々の研究でディフェンドをしてきています。幅のある、それぞれファレンスというところでも、その中を1本の価格として見せられるような形で、平均とはいいたませんが、1本の価格として出てきているということでございます。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではIGES様、いかがでしょうか。

○地球環境戦略研究機関（栗山）

貴重なご指摘をありがとうございます。ロックインシナリオのネーミングでございますが、こちらの目的としまして、国際的動向に問わず現状維持の力が強く働くということ、また国内の技術的なものだけではなく、社会的な要素の変化がほとんど起きないという特徴を表した上で名前を付けさせていただきました。

そういった意味で、今後そういったミスリーディングにならない、もし与えてしまっていたら、そういうふうにならないようなことで引き続き検討していければと思いますが、意図としましては、現状の世界がいつまでも続くだろうとした場合の将来像という意図で示しているというところでございます。貴重なご指摘をいただき、誠にありがとうございます。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、他に今のも踏まえまして、日本エネルギー経済研究所様から手が挙がっておりますので、よろしく申し上げます。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

ありがとうございます。日本エネルギー経済研究所の松尾雄司です。まず自然エネルギー

一財団の西田さんに2点ご質問がありまして、まず1つですけれども、今回多分、輸入水素を想定されていて、ただそれが電源で使われていないと思うんですね。これは、使わない想定をしているから使われていないのか、使えるとしても、コスト最適化で使われないのか、どちらなのかということをお聞きしたいと思います。

もし制約を置いているから使っていない、でも制約を外せば使うということであれば、我々の結果とかなり整合的に似たようなものになると。しかもその輸入水素のLCOEと、原子力を比べて、どちらが高いかによって原子力が使われるとか使われないとか決まるということで、我々と整合的ですが、そうであるのか。もしくは制約を置かなくても使われていないのか、そこについて1点教えていただければと思います。

それから2点目は、この試算の性格といいますか、位置付けといいますか、そういったものですけれども、今回PVとか風力、特に陸上風力のLCOEが、日本全体で一律で全ての地域で3円とか4円まで低下すると。割引率は7%ですので、3%相当だと全て太陽光とか陸上風力で2円とか3円で日本全体でできるという想定になっていて。しかも、その大きなポテンシャルがその風力とか太陽光が、特段地元の反対もなく利用を進めているような姿となると。そういった前提を置けばそういう結果になるということだと思いますし、我々としても別にそのような想定が絶対に達成できないとは言いつもりはないので、それが実現できる可能性自体は否定しないということかなと思います。

ただ、試算の位置付けとして、例えば確実に2円とか3円まで下がって、ポテンシャルを使えるとか、そういった前提が確実に実現するから、再エネ100%は達成することができる。従って、再エネ以外の選択肢は排除すべきと、そういう主張なのか。もしくは、こういった可能性もゼロではないことは誰も否定しないと思いますので、ゼロでもないのに、再エネ100%も視野に入れてもよいのではないのか。でもそうすると、もちろんそういった選択肢以外のものというのも、選択肢としては排除するものではない。他の選択肢も必要であるということなのか、どちらなのかということをお聞きたいと思います。

普通に考えれば、後者だと思うのですが、もし仮に前者であると、再エネ100%を想定して、再エネ以外の選択肢を排除した場合に、そのコストに合うポテンシャルなりが達成できない場合には日本が減ってしまうので、その辺は多分、現実的な見方じゃないと私は思うのですが、その辺についてお考えをお聞かせいただければと思います。それが一つ。

それから、デロイトの濱崎さんにご質問ですけれども、TIMESモデルを使っていたかきまして、私もETSAPの関係者なので、非常に感謝しております。こういった詳細な地域区分でTIMESモデルを使われている方はなかなかいないと思いますので、非常に良い分析だと思っています。

一つ、アンモニアが輸入されていますというふうに資料に書いてあったのですが、発電部門のところではアンモニアが使われていないので、これはどういったことなのか、アンモニアはどこで使われているのかということが質問です。

それから、これも似たような質問ですが、国立環境研究所の日比野さんにですけれども、

2つのケースでほぼ同じぐらいしかアンモニア発電を使っていなかったと思うんですが、これはアンモニア発電量に制約を置いているのか、もしくは、最適化でこうなっているのか、それについてお聞かせ願えればと思います。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それでは今のご質問に対しまして、まず自然エネルギー財団さん、いかがでしょうか。

○自然エネルギー財団（西田）

西田でございます。ご質問をありがとうございます。輸入水素に関してということですが、基本、水素の発電というものを妨げているわけではなくて、グリーン水素に関しては、オープンにモデルの中に前提としては入れていますけれども、選択されなかったということでございます。

もう一つのほうの、自然エネルギーのコストが全国1本というふうにおっしゃっていますが、基本、LCOEにすると1本になりますけれども、当然、風況とか日照によって相当状況は変わってくるというところがございますけれども、LCOEとして1本で出しているということでございます。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

すみません、1本であることを申し上げたのではなくて、試算の位置づけについて、確実にこうなるということを見込んでいるのか、もしくは評価の幅があるということを見込まれているのか、その位置づけについてお聞きしたつもりなんです。

○自然エネルギー財団（西田）

この試算自体の目的が、自然エネルギー100%が可能かどうかということを検証するというところの最初のくさびということでございますので、まずこの条件でやってみて、可能かどうかというのを見てみたと。私のほうとしては、かなりいい結果が出ているのではないかなと思っていますが、さらに研究を深めるということはやぶさかではございません。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

ありがとうございます。誤解のないように言っておきますと、可能であるかどうかということは、もちろん前提を置けば可能であると思っていますが、それならロバストに可能かということ私先ほどから申し上げていることです。ありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではデロイト様、いかがでしょうか。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

デロイトトーマツコンサルティングの濱崎です。松尾さん、ありがとうございます。すみません、実はこれは誤記でございまして、強制的にアンモニアが入るというふうにしていくわけではなくて、アンモニアを国内水素を使って、生産できるようモデル内で組んでいるわけではございますけれども、結局アンモニアは製造されなかったということでございます。すみません、お詫びして訂正させていただきます。申し訳ないです。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは国環研様、いかがでしょうか。

○国立環境研究所（日比野）

アンモニアについてですけれども、燃料アンモニア導入官民協議会の取りまとめなどを参考に、アンモニア消費量について制約をかけているといったことがありまして、両ケースで同じ値になっているところがございます。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

ありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それではご質問とご意見ということで、IGES様から頂いていきますので、続きましてIGES様、どうぞ。

○地球環境戦略研究機関（栗山）

もしもし聞こえますでしょうか。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、聞こえております。

○地球環境戦略研究機関（松尾）

IGESからは、我々のプレゼン資料の後ろのほうに、事前に質問をつくって、皆さんに一暫定版に対する質問だったわけですが—お返ししていますので、それに沿って簡単に一つ一つご質問したいと思います。

最初に、国環研さんに対してです。技術と社会変容という面白い切り口に着目しました。特に社会変容の点になります。ただ、いろんなセクター別のグラフなんかを見ますと、「技術」の部分はかなり効いていて、「プラス社会変容」のプラスの部分あまり大きくないような気がする。これはそういうことなのだろうかと考えてみると、どうも技術と社会変容は、あまり不可分のものではなさそうに思えます。逆に言えば、社会変容プラス技術と逆順で考えると、また絵が変わってきそうな気がするのですよね。その辺りはどのように考えればいいのかということをお教えいただければと思います。

次に、自然エネルギー財団さんに対してです。いろんな面白い分析をされていますね。その中で、電力の価格に関して、実需要に関する電力の価格と、再エネで余った余剰分に関する電力価格、これは水素を作るのに使われるのだと推察します、それから輸入水素のkWh当たりの価格を比較した場合、どういう上下関係にあるのか、教えていただきたいと思っております。余っている電気はタダだから水素は簡単にできるんだよね、のような話なのかどうか、という点です。そうでないかもしれないので、その辺りを教えていただければと思います。

それからデロイトさんです。最初の頂いた暫定版からだいぶ変わっているのですが、平均費用と限界費用をクラリファイしていただいて、どうもありがとうございます。非常によく分かりました。RITEさんの最初の分析と非常に似た感じになっています。高コストの主因は何だろうかという話が気になります。主因もそうですが、むしろそれをどうに

かして減らそうという中で、蓄電池、それから電解装置、それから燃料電池、そういうものを色々入れているという話であると理解しています。

そのひとつとして、例えば水素の電解装置などが色々入ってきているというグラフがあったのですが、その中のどれが効いているのだろうか、と思いました。幾つかの系統のフレキシビリティに対応するやり方が検討されたようですが、どれが効いて、順番的には何がドミナントなのかということをお教えいただければと思います。

それから、エネ研さんです。私も実は昔エネ研にいた松尾なのですけれども、同じ名前ですが、エネ研さんのプレゼン資料は、暫定版からニュアンスがだいぶ変わってきたような感じがします。その中で、スター（＊）の付いたシナリオが目を引きました。スター（＊）付きシナリオは、特に陸上風力に対するポテンシャルをかなり緩めたものとなっています。それがかなり結果に効いているといえます。再生可能エネルギー100%シナリオもそうだし、ベースシナリオについてもそういうような結論になっています。

ただ、いろんな意味で、実際は現実には難しいことはあるよという、そういうようなお話だったと思います。しかし、難しいのは別に森林関係だけじゃなくて、いろんなものが、難しいものばかり実現化しようとするわけです。その中で、例えば私なんかはその結果をこう読みたいなど思っているのですけれども、例えば林業政策を軌道修正して、何とか林業と風力が共生できて、国土利用の政策、地方再生政策の方向に変えていくという政策として、それがもう少し実現化できれば、それは、陸上風力が大量に入ることを意味します。そしてそうすると全体のコストも下がる、再エネに限らず全体としてもかなり電力のコストが下がるのではないかという気がします。

逆に言えば、それができるような政策はどういうことなのだろうかということをお考えのきっかけとして捉えるべきではないのか、と私は理解しています。そういう考え方でいいでしょうかということをお聞きしたいと思います。

それから、電中研さんは、いろんなモデルの比較をされていて、面白いのですが、結局、何が言いたいのかというのがよく分かりませんでした。比較分析はいいのですが、比較してこれが多かった、これが少なかった、あるいはこれはばらばらだったという結果は、それは事実なのでしょうからそういう意味でいいですけど、だからそこからどういうインプリケーションが得られるのだろうか、という点が気になります。

例えば、何か共通の結果があったとしても、それはひょっとして共通の前提を全てのモデルに置いてあったからかもしれないわけですし、あるいはシナリオに置いてあったかもしれないわけです。アウトプットとインプットでは全然意味合いが違います。インプリケーションが違いますので、そういうようなところを含めて、さていろんな比較分析を試みたところ、結局どういことがいえたのだろうか、ということの、イグザンプルを幾つか挙げていただければと思います。以上です。どうもありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは回答をお願いします。手短にお願いできればと思いま

す。それでは国環研様からお願いいたします。

○国立環境研究所（日比野）

ありがとうございます。まずは社会変容のところですけど、寄与が小さいということ
を言いたいのではないのですが、こういう見せ方をしてしまうと、そう取られてしまうな
というのを反省するとともに、見せ方を今後考えていかなければならないなと思ってお
ります。

何十%削減のレベルなら大きいところから中心にやっていけばいいということかもしれ
ないのですが、ネットゼロとなると、全て総力戦で立ち向かっていかなければいけない
ので、こういった社会変容の取り組みは必須だと思います。特に脱炭素エネルギー源は有
限であります。それを少しでも経済的に活用していこうとするのであれば、財・サービス
に対する需要をいかにエネルギーを使わないものにシフトさせていくかというところが非
常に重要となってくると思っております。

ですので、この点が重要である見せ方というのは引き続き考えていきたいと思ってお
ります。ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは自然エネルギー財団のほう、お願いいたします。

○自然エネルギー財団（木村）

西田に代わりまして、木村が回答いたします。まず、IGESの松尾さんのご質問です
けれども、価格と水素の件でございますが、電力の価格については、余剰、そして実需要
のところについては切り分けておりません。私どもとしては全体で出しています。

それから輸入水素および水素制度についてご回答いたします。輸入水素は世界全体のモ
デルの計算結果から20円/N m³水素ということが計算結果として2050年時点で導かれて
おります。それに対して、私どもの計算では、今回シナリオとして、輸入水素を使うケ
ースのみご説明をさせていただいておりますけれども、もし輸入水素を使わず、全て国内で
賄うという計算も実はしているのですが、そうすると、全体コストとしてはエネルギー費
用が3兆円上がるというのが1つの目安となります。

それから1点、先ほどエネ研の松尾さんからのご質問でございますが、私どもの検討は、
風力や太陽光のコストがこの水準まで下がれば自然エネルギー100%というのが可能であ
るということの可能性を示しているものということの認識で間違いございませんので、補
足させていただきます。私からは以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、デロイトさんお願いいたします。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

デロイト、濱崎と申します。IGES松尾先生、ありがとうございます。

なぜこれだけ再エネ大量導入のときに高いのかというところですけども、正直申し上げ

ますと、この平均価格が上がって 33 円程度が何に由来するものかというのはまだそこまで細かく分析していないというのが現状でございます。

ただ、幾つか柔軟性を見ておきますと、かなり系統蓄電池とか、新たに入る再エネを見てみますと、かなり稼働率低いものが入っているのかなという気がしますので、これらの影響もあるのかなというふうに考えています。よりそこは精査させていただきまして、また情報共有できればなと思っています。ご指摘ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではエネ研様、お願いいたします。エネ研の松尾様、お願いいたします。

ちょっと先に電中研の坂本様、お願いできますか、先。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

松尾です。今一瞬落ちてしまいました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

じゃ松尾さん、すみません。エネ研の松尾様、お願いします。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

エネ研の松尾でございます。今、松尾様、どうもありがとうございます。

ご指摘の点は、非常にもっともかと思うところではあります。ただ、私が先ほども申し上げましたけれども、例えば風力、森林の風力ということに限っていえば、林業だけじゃなくて、多分生態系の問題とかで、野鳥とかそういったもので反対している人もいるということだとは思いますが。なので、私が申し上げたいのは、地球環境問題は非常に重要ですが、自然環境も等しく重要であるはずで、しかも再生可能エネルギーを普及させることは、CO₂削減のための手段であって目標ではないので、それを普及させるために他のものを全部犠牲にしましょうというのはよろしくないでしょう。

おっしゃるとおり、例えば全てのステークホルダーにとって、持続的な納得できる形で法改正を進めるとか、規制緩和とか、そういったことであればいいのですが、そうでなくて、やみくもに規制を緩和することが善であるといったようなことにはならないとは思いますが。その辺は、ある意味どの辺がよい政策の在り方かということを確認していく必要があるかなというふうに思っている次第です。以上です。ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは電中研さん、お願いいたします。

○電力中央研究所（坂本）

電中研、坂本です。我々の分析から分かったことということであれば、まとめのスライドの 2 ポツの表の中身が、多様なシナリオから見えてきた共通の傾向だというお答えになります。

もともと IPCC のシナリオデータベースは、様々な研究機関からモデルも異なれば想定も異なったものが、なるべく多くという趣旨で集められているもので、異なるシナリオの中でも、1.5℃の排出制約などの中で共通して何をすればいいのかというのを見いだすと

というのが I P C C のスタンスだと理解しております。今回の私どもの分析でも、2050 年のネットゼロという条件に当てはまるシナリオだけを見て、その共通の傾向を見たというような分析だにご理解いただければと思います。

個別になぜこうなったのかと挙げていくのはなかなか難しいことでして、前提やモデルが異なる分析結果の中でもなお共通に見いだせることは、不確実な将来に向けて施策の大きな方向性としては取り組むべきだろうというような観点を見いだすために一定の意義があり、そのような分析を行っているつもりでいます。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。続きまして、自然エネルギー財団様、お願いいたします。すみません、お時間がだんだん迫ってきていますので、手短かに質問のほうをお願いいたします。よろしく申し上げます。

○自然エネルギー財団（木村）

自然エネルギー財団の木村ですけれども、今回モデル分析をされた団体様にお聞きしたいのですけれども、2050 年を見るときに、今回熱とか燃料からの電気への切り替え、セクターカップリングが起こると。そうすると、今の電気のコストと、将来の電気のコストを単純比較するということはできないのではないかと。そのため、電力のコストだけではなくて、総エネルギーコストが重要と考えます。財団では 17.5 兆円と出しているのですが、各団体様の分析結果について教えていただきたいというのが 1 点目。

R I T E 様に伺いたいのですが、今回の資料の図 1 を見ると、発電コストに統合コストが乗っています。これは太陽光、風力発電事業者が蓄電池バックアップ等の統合費用を負担する想定になっているというふうな理解でよいかという確認事項です。

エネ研様、スライド 25、大変興味深い資料をありがとうございます。RE100 では、年間の相当な時間、限界費用が 100 円以上になっているということですが、これの理由について、もう少しご説明いただけるとありがたいです。

デロイト様、前提条件のところで、蓄電池価格は 2020 年の経産省の目標、再エネのコスト想定はまだ検証中ですが、コスト検証ワーキンググループのご指摘の値、2030 年の値を使っているということで、これを 2050 年の値として使っている理由を教えてください。例えば国際研究では、2050 年の洋上風力のコストはキロワット 15～30 万、蓄電池のコストについては、キロワット 3 万という推計がありますが、それを使わなかった理由というのを教えていただきたいです。私からは以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではモデル分析などのところとセットで、端的にお答えいただければと思いますけれども、まず R I T E 様のほうから。お願いいたします。

○秋元委員

ありがとうございます。我々のモデルは誰が負担するかということは、制度に関わるので、そこは評価していません。全体のシステムコストが最小化するように評価していると

いうだけでございます。それで、図1に関しては、統合費用を発電側に乗せたという場合に、こういう限界費用になるというイメージを、図を示しているというだけでございます。

もう一点だけ、今、他にご質問があった点で、電力コストという部分での需要の対策とか、そういうお話があったと思います。先ほど説明を忘れていた、発言しようと思っていた件ですけれども、だからこそ我々は平均費用という、電力の平均費用ということを出さなかったわけでございます。代わりに、エネルギーシステム全体のコストが幾らになっているのかということを、前回のときの資料でご提示させていただいている。それを見ることによって、要は今後、需要側の対策も非常に重要になってくるので、電力コストのバウンダリーがどこなのかということがなかなか分からなくなって、定義が難しくなってくるので、その曖昧さを回避するためにそのコストは出さずに、全体のエネルギーシステムコストをご提示させていただいたという形になっております。以上でございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではエネ研様、いかがでしょうか。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

エネ研、松尾です。ご質問をありがとうございます。まずエネルギーコストですけれども、当然我々もエネルギーシステム全体でやっていますので、そのエネルギーコスト計算はしています。ただ今回の資料に載せていなくてすみません。私も今、記憶に覚えているわけではないので、あれですが、おっしゃるとおり、こういった議論は、例えばこの基本政策分科会の議論なんかでも、特に電力部門で議論しがちですが、まさにおっしゃるとおり、電力部門以外のところがゼロエミッションということになると重要なので、その辺は議論していかなくちゃいけないというふうに思います。ですので、お答えとしては、数字はあるのですが、今回示していませんということですが、

それからもう一つ、限界費用についても、説明していないところまでご覧いただきましてどうもありがとうございました。非常に高くなっているところはいわゆる無風期間でして、無風期間というのは、太陽光と風力の出力だけの問題じゃなくて、電力需要との関係にもなるわけですね。4月5月であれば、電力需要が小さいので、太陽光とか風力がなくても、それほど供給不足にはならないのですけれども、2月とか8月とかだとそうなり得るというようなことで。そういったときに電力供給が不足しがちであると。

そういったときにそれに対応するために設備利用率の低い電力利用システムも、ここでは特に水素貯蔵を使っているのですが、そういったものが必要になるので、100円ぐらいになると。当然、再エネ導入量が増えてくると、それは下がってくるんですが、コスト最適で選んでいますので、平均で見て、リーズナブルなところで選ぶ。そうすると、年に数日とか数十日とか、年に短い時間の間は、非常に限界費用が高くなる、そういった結果になっているところなんです。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それではデロイト様、お願いいたします。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

濱崎です。ご質問をありがとうございます。確かにご指摘のとおり、私も電力価格だけで議論するということに関し、かなり限界になるのかなと思っております。またかなり分散化が進んでいくという状況によって、電力価格は系統からの電気だけでいいのだろうかとか、じゃ分散で供給される電気はどれぐらいの価格になるのか、そういうところの検討も必要かなと思っております。

モデル自体もトータル費用、エネルギーシステムを構築するのに一体どれぐらいの費用がかかるのかというのは、算出してはおりますが、すみません、掲載をしておりませんが、算出はできております。そういったものを含めて比較するというご指摘のとおりかと思っております。

再生可能エネルギーのところなのですが、2030年のデータを持っていくと、50年まで引っ張っているという状況でございます。これはかなりこのコンサバなシナリオだというのは、我々も重々承知しておりますので、これが全て正しいとは逆に思っておりません。

最後のまとめのところに書かせていただきましたように、もっと安くなっていく、もしくはさらに対面積当たりの再エネのポテンシャルは増える可能性もある、効率が高まっていく可能性がありますので、そういったことも考慮して、センシティブティーをやっていかないといけないというふうに我々は思っております。

さらにまとめに書いておりますけれど、柔軟性、今我々が考えた柔軟性というのはまだ不十分だなと思っておりますので、より需要側に近いような対策というのも考えてと思っております。ご質問ありがとうございました。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それではデロイト様のご質問を挙げられていますので、手短にお願いいたします。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

自然エネルギー財団さんにぜひ教えていただきたいのですが、8ページ目のところで、電力輸入が国際連系で電力輸入しているところが8%程度あるということでございますけれども、これがもしなかった場合のシミュレーションをやっていらっしゃったら、この輸入、国際連系の効果みたいなのがあれば教えてください。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

自然エネルギー財団様、いかがでしょうか。

○自然エネルギー財団（木村）

木村からご回答いたします。シミュレーションとしてやっております、それでも行きます。先ほども少し申し上げましたが、およそ総費用が3兆円ほど上昇するというような結果が得られています。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。

先ほどの自然エネルギー財団様からのご質問で、全体のコストの話を示すべきではないかというお話が、ご質問で、すみません。国環研様も何かご回答がありましたら、次の質問にそのままつなげていただいて構いませんので、その回答とご質問をいただければと思います。よろしく申し上げます。

○国立環境研究所（日比野）

ありがとうございます。我々につきましては、追加費用という形では出しておるのですが、既存のガスインフラとかも含めて、そういうエネルギーシステム全体の費用というものは今の段階では出しておりませんので、コメントに対する回答は控えさせていただきます。

質問ですけれども、エネ研さんと、あとR I T Eさんもよければお答えいただきたいのですが、再エネの比率が6割の次が再エネ100%、間が40%なのですけれども、その間は、どのようにふるまいをされると、リニアでコストが上がっていくとされているのか、それとも違うふるまいなのか、というところ辺りの感触をお聞かせいただければと思います。よろしく申し上げます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それではエネ研様、いかがでしょうか。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

松尾です。ありがとうございます。ご指摘ありがとうございます。おっしゃるとおり、5割もしくは6割と100%しか出してないので、その間というのはごもっともな指摘だと思うのですが、今回は分析してないのですが、私の経験からいいますと、100%に近くなると、いろんな対策が必要になるので、急速に上がってくるといったようなことで、5割6割から7割8割9割10割といくときに、最初は緩やかであって、最後の上りで急に上がっていくというふうになると想像はしています。ただ今回はそれをやっていませんので、正確にはお答えしかねますが、そうだと思います。ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それではR I T E様お願いします。

○秋元委員

前回ご提示させていただいたシナリオは、標準的なシナリオ、コスト想定のもの参考値のケースというものは54%だったと思います。それでその後、再エネのコストを下げたケースというのを想定してしまして、それが63%ぐらいだったと思っています。よって、今のご質問に関係するのは、要は再エネのコストをどれぐらい低減するように見込むのかどうかによって、全然そのインプリケーションが変わってきますので、同じく基本、参考値のケースの想定の下で比率を上げていくとなると、今、松尾さんがおっしゃったように、急にコスト曲線が上がっていくというような形になると思います。

一方、再エネのコストが下がるという想定を、もっと下がるのだという想定を置いた場

合には、また違ったインプリケーションが出てくると思います。ただ、いずれにしても、100%に近づいていくと、急激に立ってくるということだけは間違いないだろうと思います。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、ちょうど40分経過したところでございますので、ここで団体の皆さまからの意見交換はここでいったん止めたいと思います。それでは、白井分科会長、お願いいたします。

○白石分科会長

すいません、先ほど私のほうで錯覚がございまして、今の団体の皆さんのプレゼンテーション、それから意見交換を踏まえて、今から委員の皆さまのご質問、ご意見の時間とさせていただきますと思います。これについての進め方、事務局からお願いいたします。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それでは、ここからの進め方ですけれども、各委員の特段ご意見、ご質問がある皆さま、ご質問は各団体に対してまとめて行っていただきまして、最後に各団体の皆さまからご質問に対する回答の時間を設けさせていただきたいと思います。

ご意見につきましても、この時間帯に手短かに頂ければと思います。ご発言短くて恐縮ですけれども、お1人さま2分程度目安とさせていただきますので、2分過ぎた時点でSkypeでコメントをお知らせいただきます。ご質問の際は、最初にどの団体のご質問か明確にさせていただきますようお願いいたします。ご発言される際は、いつものようにネームプレートを立てていただくか、チャット機能でご連絡を頂ければと思います。

それでは、よろしくお願いいたします。まず、豊田委員、続きまして山口委員、杉本委員、お願いいたします。まず豊田委員、お願いいたします。

○豊田委員

6団体の皆さま、大変興味深いプレゼン、ありがとうございました。

まず、意見というか感想です。事務局も最初から言っておられるように、技術の進展に大きな期待はあるのだけれども、不確実性は否定できないというのは皆さんのお話を聞いてよく分かりました。

従って、これから2050年の取りまとめをなさるときに、ビジョンということのようですけれども、ぜひ複数のシナリオを提示していただきたいと思います。自然エネルギーについての最大のケースもあって構いませんけれども、一方で原子力の現状維持というシナリオも作っていただきたいですし、新しい技術、水素、アンモニアといったものも最大限利用するシナリオもぜひ作っていただきたいというのが意見であり、感想でございます。

質問ですけれども、まず国環研にお願いをいたします。まず、量の議論です。自然エネルギー財団さんも同じような感じなのですけれども、最終エネルギー消費が半減に近くなるということでした。これは、まさに現実的なのでしょうかというのが質問でございます。2030年までの今の状況を見ていると、省エネ委員会で作っている数字を見ても、深掘りし

でもせいぜい10%ぐらいのところですよ。2050年までに30%が限度かなと思っていました。半減するということなのですが、それはそれとして、むしろ足りなくなった場合にどうするのですかというのが質問です。まさにエネルギー安全保障上、深刻な問題が生じるのではないのでしょうか。それに対する対応はいかがなんでしょうかというのが質問の1つです。

今度はコストですけれども、今皆さまの間でも議論を伺っていて思ったのですけれども、国環研さんは統合コストについてあまり上げておられない。IEAのネットゼロシナリオで電力代は50%上がると言っていますけれども、どういうふうにお考えなのでしょう。

自然エネルギー財団さんも同じようなことなのですけれども、IEAのネットゼロシナリオにおいても、再エネはせいぜい70%という言い方をしていますが、100%と言っていることの根拠は何でしょう。どちらかというところ、再エネに日本はあまり恵まれていない、あるいは地域で反対が起きている、あるいは土地の制約もあるという議論の中で、どうして100%、世界で平均よりも優れたものができるのでしょうかという質問が1つです。

コストについては、電力コストが下がると言っておられるのですけれども、他の団体のシナリオと随分違うのですが、そこはどうかというご説明をされますかということです。

最後がIGESさんですけれども、これもコストです。平均価格、あるいは原価価格のお話はよく分かりましたが、平均価格でいうと再エネ100%の場合ほどのぐらい上がるとお考えになっているのか。それから、量的な面に関連するのですけれども、原子力についてはあまり言及されていないのですけれども、どんなふうにお考えなのでしょうというのが質問でございます。ありがとうございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

すいません、先ほど山口委員と申し上げたのですけれども、杉本委員はこの後退席しなさいいけないので、申し訳ございません、順番を入れ替えさせていただきます。杉本委員、お願いいたします。

○杉本委員

福井県の杉本でございます。梶山大臣、そして白石会長、本当にいつもありがとうございます。また各団体の皆さま、ご説明ありがとうございます。専門家の皆様の間でもこんなに見解が違うということにある意味驚いております。

しかし、いずれの団体の試算でも共通していたところは、2050年において競争力のある価格を維持しながら、国内の再生可能エネルギーだけで必要な電力量を確保することは難しいということだったと思います。それぞれの団体のシナリオによって、足りない電力量というのが大体1割から3割くらいかなと。幅はありますけれども、それを国内の原子力ですとかCCS火力でカバーするのか、あるいは外国から輸入の電力に頼るのか、それぞれのシナリオを国が検証して、安定供給という観点から現実的な結論を導き出していきたいと思っております。

また、その上で原子力立地地域の立場から申し上げます。今月の23日に福井県にある関西電力の美浜3号機が国内の40年超プラントとして初めて再稼働いたしまして、昨日です

けれども、送電を開始いたしました。ただ、今朝もエネルギー基本計画に関する新聞報道がありました。前回の分科会以降、グリーン成長戦略の表現など、原子力政策の方向性が見えにくい状況になっている、こういうことが議会などで原子力政策の後退を懸念する、そういう声につながっていると思っております。

当面、再稼働可能な原子力発電所の活用は不可欠なわけですし、その際には40年超のものも活用せざるを得ない状況だということを考えますと、そうしたプラントに残された運転可能期間は短いわけですし、立地地域として将来が見通せなければ、国策への協力は困難になってくると考えております。そこで、次期のエネルギー基本計画においては、原子力の位置付けとそこに至る道筋をより明確にさせていただくことが必要だと強くお願いを申し上げます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございました。それでは、山口委員、お願いいたします。

○山口委員

どうもありがとうございます。色々お話を聞かせていただいて、RITEの秋元委員、7つの団体から大変興味深い情報をインプット頂いたと思います。

改めてこういうシナリオの評価を何のためにやっているのかということを考えてみたいと思うのですが、当然2050年に向けて色々なビジョンを描くのと併せて、それに向けての色々な課題とかリスクをちゃんとコントロールできるのか、それからレジリエンスをちゃんと強化できるのか、そういうシナリオには2つの側面があるのだと思います。

そういう意味で今日は、多くのプレゼンテーションは、コスト最小化、それから再エネ導入最大化、そういう観点で評価していただいたのだと思うのですが、それに併せてエネルギーの選択に伴うリスクをどうコントロールするか、それからレジリエンスをどうやって維持していくのか、そういう視点での評価もぜひ入れていただかないといけないと思います。それがまさにエビデンスベースのエネルギー政策というものであると思いますし、今それが求められているのだと思います。

じゃ、具体的にどうするかということなのですが、これは多分議論の中で3E+S、それに加えてレジリエンスというのがエネルギー政策の重要な評価軸であるということが確認されたのだと思います。そういう試みをぜひやっていただきたい。それは第5次のエネルギー基本計画の中で科学的レビューメカニズムを導入すると書かれております。現実に例えばエネルギー白書を見ますと、エネルギーセキュリティーに関して様々な評価軸で定量的な評価を行って、どこに脆弱性があるのか、そんな分析もなされていくわけです。従って、だからこそ今は、先ほどエネ経研の松尾様が不確かさが大きいからこそバランスの取れた政策が重要だということを指摘された。全くそのとおりだと思います。

ここでまさに不確かさがそれぞれの選択の中にどこにあるのか、それに対するリスクの備えはちゃんとできるのか、そういう評価を併せてしていただかないと、エネルギー政策に関する選択に関する議論は深まっていかないのではないかと懸念します。

これは質問というより要望ですが、それぞれの団体には、先ほど申しましたようなビジョンという観点とリスクの備えという観点と2つの視点でぜひ評価をいただきたいと要望したいと思います。

以上になります。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。続きまして、隅委員、お願いします。その後水本委員、柏木委員と続きます。

○隅委員

ありがとうございます。説明をお聞きしながら、私の感想と、あるいは意見を申し上げます。

まず1点目ですけれども、人類は今まで幾つもの難しい課題というものをイノベーションで乗り越えてまいりました。今回もカーボンニュートラルに向けて、イノベーションをとことんチャレンジして達成したいと思って取り組んでいくつもりでございます。

しかしながら、高い目標と夢を掲げれば、必ず誰かがイノベーションを実現してくれるわけではございません。できなかつたで済ませるわけにはいきません。やはり再エネやCCUS、水素、そして原子力を含むあらゆる選択肢を追求していかねばなりません。夢物語ではなく、実現可能性を見据えながら、責任ある主体が担っていく必要というものがあります。

そして、これは何人かの方、豊田さんとか山口さんのご指摘にも重なるかもしれませんが、エネルギーの大宗を再エネに依拠できる、あるいはしたいと考える団体には、その達成が困難になった場合のオルタナティブ、これも示していただきたい。例えば太陽光や風力の設備の設置が皆さんが思っている以上に地元の反対等々でなかなか進まない。こういったときに一体どう考えるのだと。

それから2つ目は、依然として再エネのポテンシャルに過度の期待をしている団体がある一方で、エネ研の資料というのは現実性を加味したポテンシャルを明快に示してくれていると感じております。

また、先般、IEAのビロル事務局長も、日本の国土は再エネの発電に適しておらず、原子力の利用制約の下では東京23区の面積の12倍の太陽光パネルと膨大な容量の蓄電施設が追加が必要と、このように彼は指摘しておりました。

再エネポテンシャルを過大に見積もり、世の中を引っ張ることで、期待先行の再エネの大量導入を図りますと、山林や傾斜地、これを切り開いて、パネルや風車で埋め尽くし、結果として自然災害や環境破壊、景観破壊などの公害につながりかねません。

最後に、自然エネルギー財団ですけれども、国際送電線を敷いて、中国、ロシアから電力を輸入することを提案されております。地政学リスクをどうお考えか存じ上げませんが、エネルギー安全保障の観点を踏まえ、このような提案には重大な懸念を表明せざるを得ません。

以上でございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、水本委員、お願いいたします。

○水本委員

ありがとうございます。6団体の皆さま、2050年カーボンニュートラル実現のためのシナリオについて、コストに踏み込んだご説明をいただき、ありがとうございました。

I G E Sのご提案にあったように、社会の変化や行動変容等を考慮するということは非常に重要で、国の政策の議論の中ではどうすればそうした変化が生じるのか、変化が生じなかった場合にはどうするのか、政策的に誘導することはできるのかというようなことを踏み込んで検討することが必要だと思いました。

今後のエネルギー基本政策の議論のために、各団体の皆さまに2つ質問させていただきたいと思います。

1つ目は、エネルギーの備蓄についてどうお考えになっているかということです。再エネの導入で需給率が上がって、短時間とか1日の単位ではなくて、エネルギーセキュリティー上、やはり数十日単位でのエネルギー備蓄は必要だと考えられます。再生可能な航空燃料S A Fとか、アンモニア等の長期貯蔵可能な脱炭素燃料をどのようにストックしていくかといったことを考えていただければと思います。

2つ目は、社会変化や行動変容を促す手段として、最終消費段階で課税する炭素税の効果というものをどのようにお考えかということです。環境省の議論でも最下流の段階での課税のは行動変容を起こしやすいと言われていています。上中流での課税は、産業競争力の低下という負の影響が大きいと考えますし、現在産業界は電気、鉄鋼、セメント、化学など自主的に排出削減が非常に加速する姿勢を見せているので、むしろ積極的なインセンティブの付与が必要なのではないかと思います。

以上でございます。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、柏木委員、お願いいたします。

○柏木委員

柏木です。簡単に質問と感想だけ。

1点目は質問ですけれども、6団体のをずっと見ておきますと、省エネが進むと全体のジュールが減ること。減ればもちろんそれを供給するためのゼロエミッション型の電源、あるいは燃料、こういうものがメリットオーダーで入っていくわけですね。ですから、エネルギー消費が減れば減るだけメリットオーダーが一番高いところが入ってこなくなるので、コストは安くなる。

省エネはどれだけどういうふうな形で入れているかということ、現状があつて、2050年に至る過程でメリットオーダーの単価が1 kWh 当たり安いものから入っていくわけですね。それでどこまで行くと、今度は供給サイドの1 kWh 当たり幾ら幾らのゼロエミッション

型の燃料、電源、これと同じになったときに省エネが終わるわけでしょうね。

だからそういう意味では、その入れ方がメリットオーダーのテクノロジー、あるいは省エネテクノロジー、それから燃料、あるいは電源の種類、これが幾らでどうなっているかというメリットオーダーの表、例えば秋元委員の2ページ目の表、上のほうのメリットオーダー、イメージって書いてある。それから、デロイトさんのやつの21ページにこういうメリットオーダーのやつが出ている。これらがどう入っているか。省エネが入ってなかったりするわけですよ。ここら辺が全然ばらばらなんで、答えがばらばらなわけですよ。

ただ傾向としては、省エネが進めばコストが安くなる。具体的に例えばエネ研の再生エネルギー消費30%の提言と想定して、そして電力でいうと16円ぐらいになっていますかね。それから、デロイトさんのやつは23円。これは省エネがどうかと言っていないけれども、国環研のやつは42から49%、再生エネルギー消費が減って、そして12円で非常に安い。それから、自然エネルギーのはよく分かりませんが、50%需要が減って9円と。これは国際インフラも入っている。

ですから、そこら辺のところをちゃんと整理しておかないと、具体的にどれがどうだっで比べることはなかなか難しい。要するに端的に言えば、傾向としては省エネを進めるメリットオーダーの技術をきちんと確率したい。その上で供給サイドに入っていくとどうなっていくかという質問をしたいと思います。

あとは、再生可能エネルギーはやっぱり省エネに影響されますから、国際的なサプライチェーンをきちんとしていくということが、この中に入れないとうまくないのではないかと。

あとは2050年といってもまだまだ先ですから、それに至る過程のトランジションのシナリオというのをきちんと有すべきだと思います。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。続きまして、崎田委員、お願いいたします。

○崎田委員

はい、ありがとうございます。崎田です。よろしくお願ひいたします。私からも質問と意見を1点ずつお話ししたいと思っています。

それで色々ご意見も出ましたが、今回社会変革を伴って、エネルギーの需要とか電力の需要を大幅に削減するというようなお話が大変様々ありました。その中でIGESへ質問させていただきたいのですが、社会変革を伴うトランジションモデルをつくる時に、どうすれば可能になるかを考えていく。考え方はすごく大事なことだと思いますが、今各省庁がご自分の持っている政策の中でどうできるのかやっておられる真っ最中だと思いますが、エネルギー基本計画の場合にもその実現のために十分なコミュニケーションが必要だというふうにお話しされました。

コミュニケーションというのは、実は自分が大事にしている分野ですので、非常に強く印象に残ったのですが、エネルギー基本計画の中にコミュニケーションの視点を政策とし

て提案するならば、どういうふうにご発言されたいか、一言お話を頂ければありがたいなというふうに思いました。

もう一点、全体へのコメントですが、多くの団体の皆さんが様々にお話をしていただきましたが、私も気になったのは、やはり供給安定性ということを考えてみると、今 2030 年までに、非効率石炭火力のフェードアウトという大きな流れをつくってききましたので、やはり再エネをできるだけ増やすのは賛成ですが、再エネをバランスよく活用していくためにはどうしたらいいのかというところが大変重要だと思いますし、水素としての活用とか全体への視点が私も必要だと思っています。

特に原子力についてほとんどきちんとコメントを頂かなかったことに関しても、私はどういうふうを活用していくのか、あるいはその視点を入れていただくことが、脱炭素に向けては大事なところの 1 つかなと思って伺いました。最後のところは、関心のある団体からコメント頂ければありがたいと思います。よろしく願いいたします。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、高村委員、お願いいたします。

○高村委員

高村でございます。聞こえますでしょうか。ありがとうございます。まず、今日ご報告いただきました研究機関の皆さん、どうもありがとうございました。

冒頭に大臣からも事務局からも資料で出していただいておりますし、報告された研究者も共通にご指摘になっていたと思いますけれども、こうしたシナリオ分析、モデルを使った分析について、様々な想定や限界を踏まえた上で、50 年カーボンニュートラルに向かうエネルギーシステムの課題というのがどういうふうにあるのかというものを先取的にやはり読み解く、そういう意味で非常に重要な示唆をまた頂いていると思います。

決して確定的な計算結果 1 つを取って確定的な 1 つの未来とか、絶対的な結論を表しているものではないというのは皆さんおっしゃっているところで、多分メディアの皆さんにそこを押さえていただく必要があるかと思って伺っておりました。

その意味で、今日頂いたご報告から恐らく検討するとき、我々がより今後議論していくときに何を留意しなければいけないかという点を示唆いただいていると思っております。その中に質問も織り込んでいこうと思うんですが、1 つはやはり電源のコスト、あるいはエネルギー源のコストの 50 年に向けた見通しの評価です。特にやはり技術の進歩、技術のコストをどう見るのかと。30 年でももちろん議論になっているところだと思いますけれども、再生可能エネルギーのコストはもっと下がるのではないかという、そういう研究にも基づいてのご発言もあったかと思えます。

同時に C C S ですとか新技術の評価にも関わるところで、ここはひとつやはり確り見ないといけないところかと思いました。

そこで 1 点、デロイトさんにご質問なのですが、発電コストの想定、スライド 8 ですけれども、既に導入されて資本費が回収されているようなものもあるのではないかと

思うんですが、例えば大規模水力ですけれども、こうしたものは発電コストの想定ではどう反映されているのか伺いたいと思います。

2点目が皆さんおっしゃっていた、これは共通していたと思うのですが、再エネを最大限導入、できる限りその水準を引き上げていく上でのシステム統合のコストの点です。これはデロイトの濱崎さんが適切に非常に分かりやすくおっしゃっていただいたと思うんですが、平均費用と限界費用の乖離の意味ということでおっしゃっていたと思います。恐らく統合コストの想定となっている技術や手法や条件というものを確り見る必要があるという示唆だと思います。

それでデロイトさんとエネ研の松尾さんに伺いたいのは、50年のときの特にRE100シナリオの際の系統ネットワークの前提を教えてくださいたいと思います。それから、エネ研の松尾さんにはEVの単日制約、一日制約の話を書かれています、これが一定程度解消するとコストにどれくらいの影響があるのかについて教えてくださいたいと思っております。

そのほか社会変容の点、電化、あるいは電力、非電力を超えたエネルギー全体を見る視点という点も非常に重要な指摘だと思いました。もし研究機関の間で計算をお持ちだったら教えていただきたいんですが、先般のG7サミットの共同宣言では、30年代には電力分野はほぼほぼ脱炭素化という方向性が示されていると思います。これが何らかの形の計算というものを分析されているものがあれば教えてくださいたいと思います。

最後事務局にお願いですけれども、今回複数のシナリオやモデル分析の比較、大変有意義だったと思います。ぜひ前提と想定を整理していただけないか。電源、エネルギー源のコストとその想定と前提、それから統合コストの技術、手法とその想定です。

すいません、以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、武田委員、田辺委員、橘川委員の順番にお願いいたします。武田委員、お願いいたします。

○武田委員

ありがとうございます。音声で失礼いたします。本日は6団体の皆さまに、大変貴重な分析結果についてご説明いただきまして、ありがとうございます。多くの視点からお話しいただきましたのでどれかが確定的ということではないですし、こうした分析において確定的な結果を示すのはなかなか難しいということは承知しておりますが、未来像を描いた上で少しでも近付くためのアプローチは何かという議論と、不確実性がある中で留意すべき点は何かという点に関して、非常に示唆を得られたのではないかと考えます。

質問は1点でございます。主に国立環境研究所、自然エネルギー財団、デロイトトーマツ、日本エネルギー経済研究所様に対するご質問です。本日も議論が多少出たと思いますけれども、これからカーボンニュートラルに向かう中で、需要側も大きく変化すると考えられます。本日もお話がございました行動変容などの動きも全般的に出てくると思います。

例えば、電力コストの増加や、カーボンプライシングの議論が進むと、働き方や暮らし方が変わり、産業構造の変化、さらにはサーキュラーエコノミーの進展なども起きると思います。

こうした供給側の変化に応じた需要側の変化について、今回の分析結果からどういう示唆が得られるのか、もしコメントがございましたら可能な範囲でお願いできれば幸いです。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、田辺委員、お願いいたします。

○田辺委員

各団体、ありがとうございました。学术论文のレビューのようで、大変素晴らしいと思います。

私自身は、産業革命イコール石炭エネルギー革命だと思っていまして、やはりそこで得られたサービスだとか社会だとか交通とか、これを維持しながらどうやって社会を変えていくかということはやっぱり考えていく必要がある。今回のようなシナリオは、そこに続く道であるという理解しております。

そのときに供給側の理論が非常に多いんですけども、国環研が6ページに示されているように、需要を示していただいています。ぜひ各団体に需要の想定を示していただきたい。国民が買っているのはエネルギーでなくて、そのサービスを買っている。暖房だとか冷房だとかサービスを買っているわけで、そうすると、じゃ、私が家を建てる時に住宅にどのくらいお金を払って断熱しなきゃいけないのかとか、新しい器具を買わなきゃいけないのかとか、給湯器が壊れてしまったら、ちょっと高いけれども、高いほうを選んだほうがいいのかとか、そういうことにやっぱり結び付いていかないと、カーボンニュートラルの議論が供給側だけの議論になってしまうような気がしています。

また隣の家の陰になっても太陽光を置くのかとか、雪がいっぱいあっても、降ってもどうしても置かなきゃいけないのか、それも説明するのはトータルのシナリオが重要だと思います。

また、ビル事業者にとっても、ビルにお金をかけて建てるのがいいのか、それとも再エネをいっぱい買えば、テナントが払えばそれでいいのか、投資の価値というのも需要側に非常に寄っていきます。

また、ものづくりをしている人たちもどう考えるかということで、シナリオ分析が非常に重要なのですが、前提の需要のところをぜひ国環研がやられたみたいなものを出していただけると、行けるのかどうかというのが分かるのではないかと思います。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、橘川委員、お願いいたします。

○橘川委員

冒頭、飯田次長が言われましたシナリオの目的ですけれども、絵姿を描く過程で課題、制約を認識し、それを乗り越える方向性と具体策を明らかにするという、そういう目的に照らして今日の会合を通じて、やはりR I T Eが示していただいたシナリオですね。これはやっぱり有効であるということが今日の会議を通じて分かったのではないかと思います。その議論のヒントを、議論の基盤となるのはR I T Eのシナリオで始められるかなという、そういう印象を持ちました。

ただ、このことは例えば再エネ 100%のシナリオを排除するという意味ではなくて、かなり明確に限界費用がこのまま高くなりますよと。そこを技術革新すれば、そこを下げれば、このシナリオもありますよということを言われたわけで、ある意味今日の中で自然エネルギー財団の報告というのは、複数のシナリオを提示するという点では問題があるのかもしれませんが、個別のシナリオの課題を明確にして、要するにこういう量でこういう価格で再エネが入れば、十分再エネ 100 で行きますよという課題を示したという意味では、自然エネルギー財団の報告は聞くに値する非常にいいものだったと思います。

隅委員と若干違うのですが、私はロシアと韓国と両方つないだ場合には、現在の政治情勢の下でも国際連系線というのはメリットが出ると思っています。

それから、そもそも 50 年を論議するときに、今の東アジアの政治体制が続いているかはわからないと思っていまして、そういうことを考えますとやっぱり国際連系線というのは非常に重要な日本の選択だと思います。

あと 1 点、R I T Eのシナリオでも参考値で原発大体 1 割と置いているんですね。リプレースなしだと大体こういうふうにするのがどうも常識になっちゃっているようなので、CCS火力と原子力を混ぜて 3～4 割という曖昧な言い方をしていますけれども、そのところはリプレースが明確にされない限りこうなっちゃいますよということを強く示唆しているのではないかと思います。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、最後、村上委員、お願いいたします。

○村上委員

はい、ありがとうございます。聞こえますでしょうか。有意義なシミュレーション結果をたくさんご提供いただきまして、ありがとうございました。皆さんの討議を伺ってとても勉強になったとともに、まだまだ理解ができていないところもあるというのが現状です。

2 点質問させていただき、かつ 1 点お願いをさせていただきたいと思います。

まずお願いからですけれども、ちょっと高村先生もおっしゃられたところなのですけれども、私はここの委員が議論されるためだけではなくて、今日の資料や議論をより多くの方に聞いていただいて、関心と理解を高めていくことに活用していければというふうに思います。

そのために事務局にお願いしたいのですが、今日のお話を市民が比較検討できるように、各団体の検討結果をフォーマットをそろえて整理をしていただけるとありがたいなと思い

ます。私のイメージでは、それぞれのシナリオの総エネルギー需要や電力供給量、需要、それから電源構成だったり、コストだったり、CO₂排出量だったり、その貯蔵の量だったり、そういったことと、それぞれのシナリオの課題と克服方法などについて一覧表に整理していただけると非常にありがたいです。最初に事務局から結果だけが独り歩きしないようなというご注意もありましたけれども、その点にも配慮されたような資料の作成をぜひお願いしたいと思います。

それから2点質問させてください。まず、エネルギー経済研究所さんになんですけれども、毎年国内1億トン、それから海外2億トンというCO₂を貯留していくという計画だったと思うのですけれども、そんなにたくさん毎年どんどん出して行って、受け入れのポテンシャルというのが大丈夫なのかということをお伺いしたいです。

それから、再エネ100のシナリオだけじゃないのですが、国環研さんと、それから自然エネルギー財団さんにお伺いしたいのですけれども、皆さま再エネ100を目指す自然環境や社会的需要で大きな問題があるという指摘がよくされるわけですけれども、2社とも自然環境も大切に非常に考えていらっしゃる団体だと私は理解しておりまして、それぞれ大量導入に向けてどのような見通しをお持ちなのかということをお聞かせいただけたらありがたいです。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは……

○白石分科会長

それでは、ただ今の委員の皆さまからのご質問について、各団体からごく手短に、もうあと20分しかございませんので、ごく手短に回答をお願いしたいと思います。あと具体的には事務局からお願いします。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

それでは、大変恐縮ですが、ご回答の時間はそれぞれ3分とさせていただきたいと思えますので、よろしくお願いたします。順番は先ほどのプレゼンテーションと同様にさせていただきます。

まず、最初に国立環境研究所さんからお願いいたします。

○国立環境研究所（日比野）

では、様々直接的な質問も含めまして、色々示唆に富むコメント、誠にありがとうございました。

まず、直接なご質問に関してですと、豊田委員から頂いた件でありまして、最終エネルギー消費の半減ということでもあります。決して簡単ではなく、やはりネットゼロを目指していくためには、これくらいのことをしなければいけないというようなオーダーの数字でありまして、放っておいてこのレベルに行く、B a Uでこのレベルに行くというものではないというところでもあります。参考資料に想定を色々書いておりますけれども、やはり効

率の改善もかなり見込んでおりますし、電化の促進についてもフローベースでは早期に100%につなげていかなければいけないレベルのものを書いているところであります。大変さは伝わっていないかもしれないのですけれども、我々も簡単とは思っていないオーダーの数字だとしてご理解ください。

あと発電コストについてですけれども、やはり省エネが達成できることも相まって、それほど過度な蓄電池、それなりの量は必要とされますけれども、系統安定化のために必要な費用というのが莫大にはなっていないというところが、またコストが増加していない理由になっているところだと思っております。

あと水本委員からいただいているエネルギーの備蓄については、既存の備蓄と今後の新しい燃料の備蓄との関係あたりは、まだ十分にモデル化できていないところもありますので、このあたりは今後の課題とさせていただきます。

カーボンプライシングについては、やはり社会変容のためにカーボンプライシングは非常に重要な施策の1つだと思っております。税収をいかにインセンティブにつなげていくかといったところもポイントになってくるかと思っております。

武田委員の需要の変化、この辺りは我々も社会変容として提案させていただきましたけれども、サーキュラーエコノミー、デジタル化といったところが社会変容につながっていきますし、特に削減が難しいポイントになる素材の生産の低減なり貨物輸送の低減といったところにつながってきますので、経済的にも非常にメリットがあるところだと思っております。ですので、この辺りを今後も非常に重視していきたいと思っております。

最後の村上委員からのご質問ですけれども、太陽光につきましては、我々国立環境研究所でも生物多様性との関係を含めて、まさに研究を始めているところでありますので、その中でも生物多様性にも配慮したポテンシャルを顕在化させるような取り組みを目指していきたいと思っております。

ちょっと足早ですが、以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、自然エネルギー財団様からお願いいたします。

○自然エネルギー財団（西田）

よろしいでしょうか。まずは豊田委員初め杉本知事にもご質問いただきましたけれども、リスクとかレジリエンスをどういうふうに考えるかということをご質問いただきました。そのときにやはり私どもが最も強く考えておりますのは、原子力とかCCSのリスクをどういうふうに考えているのだろうかということでございます。原子力、CCSの発電が3割、4割を占めるという想定の下に、例えばCCSを海外に1億トン、2億トン送っていくと。その実現性、これが実現しなかったら実際どうなるのだろうかというふうにご考えておまして、私どもはそういう実現性を危ぶみ、自然エネルギーを最大限に生かすということを考えてシナリオを研究しております。

特に、次に需要のことについて半減がなかなか難しいというのは当然でございます。大

変難しいということではございますけれども、自然エネルギーを拡大していくということによりまして、電化の効率性、あるいは自然エネルギーによるエネルギーシステム全体の効率性が上がっていくという要素は非常に考慮していかなければいけない、貢献していく要因だと思っています。

もう一つ、委員からもお話がありましたけれども、カーボンプライシングに関してもこういう需要の削減というようなところを促進していくという意味では、非常に重要なツールだと思っています。

あとは村上委員からお話がありました自然環境に関しての保護と、自然エネルギーの拡大ということがうまく一致していくかということではございますけれども、当然私どももそれを非常に重要視しておりまして、そういうものを制度の中に取り組みでいくような形というものを、将来的な施策としては入れていただきたいと思っておりますけれども、私どもが将来に自然エネルギーとして拡大していく要素としては、やはりルーフトップの太陽光ですとか、あとは洋上風力ですとか、これは非常に将来的にもポテンシャルとして余剰のあるところではございます。そういうところを中心に考えていきたいというふうに思います。

あとは木村のほうから追加でお願いいたします。

○自然エネルギー財団（木村）

1点だけご回答させていただきます。隅委員からご質問がございました国際連系線についてのコメントについて回答いたします。質問ありがとうございました。

まず、シナリオとして私どもとしては経済合理性があるというふうに考えていますので、そのシナリオ設定としてそれを排除すべきではないと考えています。ただ、国際連系線がないシナリオについても検討しておりまして、レジリエンスの観点からはエネルギー供給のオプションを増やすということ自体がエネルギーの安定供給に資すると考えます。

同時に、中国と10G、ロシアと10G結んだ場合でも、エネルギーの実需に賄う時間は208時間、またその需要は4.5Gで、これはもし国内で需要を賄うことも可能です。

超過して失礼しました。以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、IGES様よりお願いいたします。

○地球環境戦略研究機関（松尾）

まずエネ研の豊田様からコストの平均と限界の話がありましたけれども、我々何がいいか、あるいはどういうレベルであればアクセプタブルかという話は全くしておりません。ただ単純に限界コストを市場価格とするということに関する懸念はあります。特に平均コストとかなり乖離がある場合、そこに関しては気を付けてやらないといけない、正しく解釈しなければいけないということです。

それから、原子力に関しては、既にある政府の政策、依存度低減の政策、これはこれで当然やっていかなきゃいけないと思います。それからまたちょっと気になる点を挙げると

すれば、例えば再生可能エネルギーに関してはきちんと想定量の供給できないのではないかと、という懸念があるわけですが、同じことは、原子力でも言えるのですよね。原子力の場合にでも、想定していた分なかなか稼働してくれないということが実際あるわけですし、そういうリスクというものは、やっぱり分析に含めなければいけないのではないだろうかという気はしております。

それから、水本さんのほうから社会の変化とかの話の中に、カーボンプライシングに関する話が若干ありました。カーボンプライシングに関するところは、ちょっと気を付けておくべき点として、いわゆるカーボンプライシングというのは広く、薄くという話なのです。一方で、補助金などのインセンティブ型の話というのは、を絞って行う政策ですので、そこは違うタイプの政策であるということは考えた上で、どうミックスをさせるかということを考えるべきかなと思っています。

また短期的なものか長期的なものか、という視点もあります。例えばカーボンプライシングというものは、ユーザーのビヘイビアを変えるのであれば、これはまさに短期的な話になります。そういう理解で話をしていかなければいけないかなと思っています。

それから、崎田様のほうからコミュニケーションに関するなかなか興味深いご指摘です。注目していただきましてどうもありがとうございました。これに関しては、変な言い方ですが、崎田様がメディアの方という意味でも、メディアの方に頑張っていたきたいなと思っているところが1つあります。メディアの人が伝えるだけではなくて、一種の「場」になっていただくというのも1つのやり方かなと個人的には思っております。

例えば我々専門家、それから役所の方々、それから市民の方々、そういう人が集まって色々な議論をする場を設定していただくという方法があります。普通の人は大抵対決型が好きなのですが、対決になってしまうとあまりよろしくないもので、ロジカルなきちんとした議論がそこにできる場ですね。例えばその中で価値観というのがどう反映されるのかという点を抽出することができると思います。

例えばエネルギーの自給率の話というのは余り出なかったです。私は、例えば再生可能エネルギー等で自給率100%になるのだったら、kWh当たり2円ぐらい高くてもいい、3円ぐらい高くても平気だというような人が結構いるような気もしなくもないわけですね。そういうことも含めてどういう形で議論の方向を持っていくかというのは、1つはメディアの方に色々頑張っていて、我々専門家はそれに色々なサポートをしたいということをおもっております。

以上です。どうもありがとうございました。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、デロイト様からお願いいたします。

○デロイトトーマツコンサルティング（濱崎）

デロイト、濱崎でございます。よろしくお願いたします。

まず、山口先生からのコメントはそのとおりでございまして、我々が今回行っ

たシミュレーションというのは、需要のパターンだとか風況および日照に関しましても、ギブンということで外生的に与えているという状況ではあるんですけども、例えば 2050 年に向かって同じ風況か、同じ日照条件かというのは恐らく異なることがあると思います。そういった場合にどういう影響があるのか。今提案しているものというのは十分レジリエンスなことか評価していきたい。

また、自然災害が起こったときに対する耐性ってどれぐらい今回のシミュレーションで出たものがあるのかということで、起こるであろう自然災害を想定して、それによる影響に対してどれぐらいのリスクで収まるのかといったことに関しては、引き続き課題として研究を進めたいと思っております。

あと、行動変容に関しましてご指摘を頂いているかと思っておりますけれども、今回我々の中ではあまり行動変容のことは考えておりません。ただし、以前、COVID-19 によるリモートワークが進むことというのは、いったいカーボンニュートラルに対してどれぐらい影響があるのかということをやったわけですけども、かなり費用というのは変わってくる。人が結局再エネに近いところに動いていくということがありますし、そういう人間の行動、2050 年長期でございますので、そういったことも考慮していきたいと思っております。

あと柏木先生、非常にありがたい示唆を頂戴したと思っております。どうしても再エネが注目、特に変動型再エネが注目されるということでメリットオーダーを出すと、変動型再エネだけを乗っけてしまうというのもあるんですけども、実際には他の電源もそうですし、省エネだってある意味ネガティブな発電というのも考えられるわけですので、多種多様なものを1つのメリット曲線で見据えることによって議論していくということも、議論をリッチにしていくことがあることがあると思っておりますので、その視点で資料をまとめられる分はまとめていこうと思っております。

あと高村先生、ご質問ありがとうございます。まず1点目のスライドの8のところでは、水力がどうなるのだ、ライフタイムを超えたものはどうなるのだということに関しまして、資本費はゼロとしておりまして、オペレーション、メンテナンス費用のみがかかるというふうに対応しております。

じゃ、RE100 のときの系統ネットワークはどうなっているのだというご質問があったかと思うのですが、今回ご提供させていただいた7ページ目のところの系統というところに各種費用を書かせていただいております。1 km、MW当たり 20 万円という投資費用、コスト最小化という条件でこれを投資することによって、適切な再エネ、風況のいいところの再エネが使える場合には系統に投資をして、拡充していくというような形で、内生的に系統を参集できるようにしております。

ただ、実際それが敷設可能なかどうか、それだけのエンジニアがいるかどうか、十分時間があるのかどうかに関しても、またより深掘りしていきたいと思っております。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございました。それでは、日本エネルギー経済研究所様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

日本エネルギー経済研究所の松尾です。3分でお答えできるか心もとないのですが、まず山口先生からご指摘のあったセキュリティーとかレジリエンスとかリスク、これは非常に重要な問題だと思っていまして、正直に言いましてこの分野はなかなかできていないと思います。山口先生がなさっている原子力のリスクとかそういった分野は進んでいるのですが、この分野はなかなか進んでいないので、今後課題かなと思っています。

ただ、最初申しましたように、統合費用みたいなものも5年前はやっていなかったところが今はみんなやるようになってきているので、それなりに進歩しつつあるかなということで、今後さらに進歩することが必要かと思えます。

それから、水本委員からあった備蓄ですが、これは非常に重要だと思っていまして、我々のモデルでは少なくとも無風期間に対応するために……今落ちていますかね。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

落ちました。それでは、先に電中研様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所（松尾）

失礼しました。備蓄の話は重要だと思っていまして、無風期間とかボトムに対して水素貯蔵でやるということも重要だと思えますし、それからこれから使われなくなる燃料であっても、過渡期では必要になるので、その備蓄が必要だと。そういったこともあるかなと思います。

それから、需要側のほうで水本委員、それから柏木委員、武田委員、田辺委員にご指摘いただいていると思えますけれども、これはまさにそのとおりだと思えますし、非常に重要だと思えます。

これは今回なかなか示せていませんが、実はここは非常に重要で、今回、カーボンニュートラルを達成するときに電力部門の限界費用の話はされますが、同時に例えばカーボンニュートラルな都市ガスになっていて、非常にコストが上がっています。そうすると、それを国民が負担できるのかということが非常に大きな問題になり得まして、その辺はやっぱり受容可能性ということを考えると、技術革新によってその辺のコストも低減していかないと、カーボンニュートラルは達成できないということが見えていると思えます。この辺は非常に重要な議論ですので、今後別途続けていく必要があるかなと思っています。

それから、高村先生から言われました再エネのネットワークの話ですが、23 ページ目に書いてありますように、連系線のコストはかなり積んでいます。地内線や送電線は我々のモデルでは積んでいないので、そのところは過小評価になっているかなと思います。

それから、高村先生からご指摘のあったEVの単日制約ですが、これはおっしゃるとおり15 ページ目に示していますが、この制約をとるとかなりコストが下がります。ただ、その辺は具体的にどういった運用ができるかでして、電気自動車というのは基本的には充電

したらその日のうちに動きたいということがあると思いますので、それが1日がいいのか、2日がいいのか、もうちょっと長い期間がいいのか分かりませんが、それなりの制約はあるので、そこをどうやって対処していくかということかと思えます。基本的に無風期間に対応するためには単日じゃ駄目だということなので、なかなか難しいところだなと思っています。

それから、最後、村上委員からあったCCSの話ですが、これはおっしゃるように我々も非常に大きいと思っています。ただ、グローバルCCSインスティテュートとかから出ているポテンシャル評価を用いると、一応これぐらい可能なポテンシャルはあるというふうには言われていますが、そうはいつでも非常に高いので、これだけ大きなCCSを実現できるのかという問題はあるかなと思っています。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

はい、ありがとうございます。それでは、最後、電中研様、ありましたらお願いいたします。

○電力中央研究所（坂本）

電中研、坂本です。私どもに対する直接的なご質問は少なかったように思いますが、1点、水本委員からご指摘のあった備蓄をどう考えるかという点については、IPCCのシナリオデータではそういった変数に関しては、提出のフォーマットに十分考慮できていないというのが現状かと理解しておりまして、そういった分析をシナリオの研究に取り込んでいくという点についてはまだ課題が残っていると認識しています。こういったことは山口委員からご指摘のあったレジリエンスについても同様かと存じます。

また、想定や結果を横並びにしたらどうかといったご意見があったかと思えます。今回のご報告でもご紹介しましたが、モデル間比較において想定や前提をそろえるには、時間やリソースが必要となるということをご留意いただければと思います。ただ、この点に関しては非常に重要な点だとは認識しております。

以上です。

○西田資源エネルギー庁戦略企画室長

ありがとうございます。それでは、RITEの秋元先生、お願いします。

○秋元委員

はい、ありがとうございます。手短にだけでございますが、今日の議論の中で最後、電中研さんがIPCCのシナリオで示されていた負の排出技術というところに関して、今日ご説明のあったモデル分析ではほとんど考慮されていないということだと思えます。一方、RITEの分析ではそこも含めて、これはIPCCでもそれが費用対効果が非常に高いという中になっていて、RITEの分析でもそうなっているということでございます。この評価がどうかによって、やはりエネルギー構成も大分違ってきますので、その辺りは今日お話があったものとRITEとの比較ということではちょっとご留意いただければと思い

ます。

いずれにしましても、我々はそれぞれ全てのシナリオが簡単だと思っているわけではなくて、全部やっぱりリスクがあると。それぞれリスクがあるので、色々複数のシナリオでリスク回避するような形がないかということで、この間から複数のシナリオを示させていただいていますので、引き続き透明性の確保と可能であれば追加的な分析を進めさせていただければと思います。どうもありがとうございました。

○白石分科会長

それでは、長時間ありがとうございました。将来の大きな不確実性を考えますと、前提とか制約条件の置き方次第でモデルが違ってくるのは当然ですし、それからコスト、再エネ導入、さらには3E+Sのトレードオフをどう考えるかでも随分変わってまいりますので、今日の議論で色々な団体の皆さんのご報告を頂きまして、どういう前提を置いているのか、トレードオフをどう考えているのかかなりよく分かってきたのではないかなと思っております。これから先もさらに議論を続けていきたいと思っております。

それでは、最後になりますけれども、ごく簡単に保坂長官、ごあいさつをよろしく願います。

○保坂資源エネルギー庁長官

資源エネルギー庁、保坂でございます。ご出席の皆さん、ご多忙の中ありがとうございました。それから、本当に6団体の皆さん方、ありがとうございました。もともとRITEのモデルが出たときに反響が非常に大きくて、色々なところからもっと色々な意見を聞くべきだということで、急遽6団体の皆さんにお声掛けしてご準備いただいたところもありますので、今回非常に深掘りができたといえますか、それぞれ理解が深まったと思っておりますので、それぞれが皆対立ということではなくて、2050年の不確実性に向けてどう解決していくかということについて、非常に重要な意見交換ができたと思っておりますので、本当にありがとうございました。

今後とも6団体の皆さんのご協力を頂きながら、今後の2050年に向けてどういう準備をしていけばいいのかということだと思っておりますので、引き続きご協力いただければと思っております。今日ご出席の委員の皆さま方にも本当にありがとうございました。

以上でございます。

○白石分科会長

それでは、次回の日程につきましては、また事務局からご連絡いたします。今日も本当にありがとうございました。これで終わりにしたいと思います。