

## 第 43 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 5 月 13 日（木） 15 : 00 ~ 17 : 00

場所 経済産業省 本館 17 階 第 1 ~ 3 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したいと思います。

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ごぞいます。

議事の公開ですが、今日の会議は **Youtube** の経産省チャンネルで生放送させていただきます。

今日の基本政策分科会には、梶山経済産業大臣にもご参加いただいております。大臣は公務のため途中で退席されますが、まず大臣からごあいさつをお願いします。

○梶山経済産業大臣

皆さま、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、ご出席をいただきまして誠にありがとうございます。

本日は、1 月に事務局より紹介させていただきました、2050 年の複数のシナリオ分析について、結果を報告いただくとともに、その結果を踏まえて 2050 年に向けたエネルギー政策の在り方についてご議論をいただきます。

カーボンニュートラルは簡単なことではありません。日本の総力を挙げての取り組みが必要です。また、2050 年カーボンニュートラルを目指す中においても、エネルギー政策の基本である 3E + S のバランスを取り続けていくことが不可欠であります。2050 年に向けては、技術の進展や社会情勢の変化といったさまざまな不確実性が存在します。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、そうした課題・制約を仮に乗り越えたと仮定した場合に、どのようなエネルギー需給の絵姿になるのか、そしてエネルギー政策の在り方や目指すべき対応の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。本日も忌憚（きたん）のないご議論、ご審議をよろしく願いいたします。

○白石分科会長

どうも、大臣ありがとうございます。

それでは、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

今後のエネルギー政策に向けた検討

○白石分科会長

それでは議事に入りたいと思います。

これまで、2050年、2030年に向けたエネルギー政策についてご議論いただいてまいりましたが、今日は大臣からもお話がありましたとおり、2050年に向けたシナリオ分析の概要について、まず事務局から説明をいただき、その後、RITE（地球環境産業技術研究機構）から、その結果についてご報告をいただきたいと思います。それを踏まえて、ご議論をいただければと思います。

また、前回の分科会でのご意見も踏まえまして、事務局から次期エネルギー基本計画の策定に向けて目次（案）を改めて提示しておりますので、こちらについても議論の参考にしていただければと思います。今回もぜひ率直な議論をお願いしたいと思います。

それでは、事務局からまず説明をお願いします。

○飯田資源エネルギー庁次長

まず、お手元の資料1をお開きいただきたいと思います。資料1の3ページ目をお願いいたします。

シナリオ分析の目的でございます。昨年11月に、この場におきまして日本より先にカーボンニュートラルを宣言したEU・英国の事例をご紹介させていただきました。資料の4ページ目以降に付けてございますけれども、技術革新や行動変容など不確実性が大きく、正確に予測することは不可能。削減の道筋にはさまざまなオプションが考えられることから、複数シナリオ分析をEUもイギリスも行っておりますけれども、シナリオは単にシナリオでしかない、エネルギーミックス目標、政策目標ではないということで分析をされていたということをご紹介を申し上げました。今年の1月に、私どもこの会議でも、2050年カーボンニュートラルの道筋は、さまざまな課題・制約を乗り越えることが必要ですが、技術革新等には不確実性が存在するものですから、具体的に見通すことは難しいですし、むしろ決めつけるほうが進捗（しんちよく）を妨げることにもなります。このため、2050年カーボンニュートラルへの道筋は、目指すべき方向性、ビジョンとして捉えて、現時点で想定される道筋として、むしろ技術の進展などに応じて定期的に柔軟に見直していくべきだと、このような結論になったと承知をしております。

今回、そういう意味で複数シナリオ分析をやらせていただいて、先ほど大臣からお話があったのですが、目指すべき方向性を明らかにしたいということでございますけれども、シナリオ分析では、技術・コストなどの課題をどう乗り越えたかという想定、前提条件次第で結果は変わると思っております。前提条件の中には非常に難しいものもあれば、ある程度、実現可能性が見通せているようなものもあります。内容に違いがありますが、数字は同じように出てまいります。社会・自然条件において、実は定量化が大変難しいも

のもございます。今回のシナリオ分析を見ていただくに当たっては、数字だけではなくて、数字に表れない想定・前提条件も併せて評価、ご検討いただくことが必要と思っております。われわれも既に野心的な目標を掲げておりますので、大事なことは、このような分析を通して、これを実現するために何を実行するかということを決めて、それを着実に実行していくことだろうと思っております。

4 ページ目から 8 ページ目に EU の事例が書いてございますし、英国の事例がその後でございますが、14 ページ目に、一つの例でございますけれども、ここはいろんなシナリオを適宜出しているものでございますが、これはイギリスの BEIS が数千に及ぶ電源構成のシナリオを分析したうちの 2 つ、低需要、高需要のシナリオが載せてありまして、こういう形でさまざまな切り口でたくさんの分析をやっている実情を示しているというところでございます。

16 ページ目にシナリオ分析の進め方でございますけれども、17 ページ目にお付けしてありますが、シナリオ分析を行うに当たっての参考値。この参考値の水準を乗り越えるためにも、さまざまな課題・制約があることは、12 月にもご説明をこの場で申し上げたので、簡単に後でご確認させていただきたいと思っておりますけれども、そしてその参考値と 18 ページ目に複数シナリオの例を書かせていただいておりますけれども、これらを踏まえて、本日、RITE に分析をお願いした結果を秋元委員から私の後にご説明いただくことになっております。

繰り返しですけど、この RITE の分析も、前提条件を変えれば、結果として異なる結果になるわけでございますが、まさに絵姿を描く過程で課題・制約を認識して、それによる方向性、具体策を明らかにするということが大事だと思っております、こうした分析をさまざまな機関の方に行っていただいて、そうした検討がいろんな場で行われていくことをわれわれは期待したいと思っております。

23 ページ目に行っていただいて、振り返りでございますけれども、参考値を乗り越える場合、乗り越えなくてはいけない課題でございますけれども、最初は再生可能エネルギーでございますが、23 ページ目、調整力の確保、再エネ 5～6 割というと 7,000～8,000 億キロワットアワーを導入する必要があるまして、例えば脱炭素化された火力発電や蓄電池を導入することが必要になりますし、再エネは適地が北海道、東北、九州に集中しているの、これを送るのに必要な送電容量の確保ということも課題になります。

24 ページ目でございますけれども、いわゆる慣性力でございまして、一定の比率を超えると慣性力を持たせることが必要で、現在、研究開発をしておりますけれども、擬似的な慣性力を提供するようなシステムの開発をして、それを今後実装していくと、こういうことが必要になるのかなと思っております。

25 ページ目は非常に難しい課題ですけれども、自然条件・社会的な制約にどう対応していくかということで、わが国は経済規模や電力消費量に比較して、平地や遠浅の海といった自然条件には恵まれておりません。従って、地域との共生や利害関係者との調整を進め

て、再エネをたくさん入れていくということが必要になります。

26 ページ目に、12 月にご説明したイメージをお付けしてありますが、例えば、27 ページ目は、電中研さんが分析でお示したものでございますけれども、260 ギガワット分、ここに住宅、建築物、農地。例えば農地であると、農地転用をされるものを除く荒廃農地には全て入るという前提で、260 ギガワット分入ると。かなり大変に見えますが、これでも5～6割の必要量の半分にも満たない水準でございます。

28 ページ目は風力です。洋上風力産業ビジョン、2040年に案件形成ベースで45ギガワットという目標を掲げて、これは野心的と言われましたけれども、これが実現をして2050年には10%程度の量であるということでございます。さらに、今見ていただいた太陽光、風力に加えて、500～1,500億キロアットアワーを導入しないと5～6割には行かないということが29ページ目に書いてございます。

30 ページ目は、もう一つの課題、コストでございます。これはどんどん下げていくわけですが、これは地理的条件から足元では太陽光、風力も少し価格は下げ止まっています。そうした中で、コスト低減と大規模投資をどう進めていくのかということが課題になります。31 ページ目は、例えば、再エネをかなりの比率入れると、系統増強コストや、電力の貯蔵コストなど統合費用が高まって、そういう費用が増えていくと。こうしたことにどう対応していくかということ乗り越えなければならない課題と思っております。

次が水素・アンモニアでございますけれども、今回、RITEさんには、電力だけではなく、全体のカーボンニュートラルの絵を描いていただいておりますけれども、産業・民生・運輸は、まず電化が基本だとして説明しましたが、電化が難しい分野は、まず水素・アンモニアを使う。それ以外の選択肢は限られていまして、どちらかというところのほうに水素・アンモニアが使われることが世界の例でございます。例えばEUなどは、むしろこちら側に使って、電気にはほとんど使っていないと書いておりますけれども、それらを超えて電気に使うためには、日本全体で2,000万トン規模の水素の供給を確保しなくてはならないですが、例えば2030年のわれわれの目標の80万トンという水素導入量を達成した後、20年間で水素の量を6倍から12倍に拡大しなければいけないのですが、わが国はオイルショック以降増えたLNGは30年で4倍なのですね。これを20年で6倍から12倍、非常に急速にインフラ投資を含めて準備しなくてはならない。それから、2050年に発電に必要な500～1,000万トン水素・アンモニアを確保しようとする、浪江に世界最大規模の水電解装置を設けましたが、1割を国内で水電解をつくろうと思うと、その装置が2,500～5,000カ所程度必要だということで、そのような投資を進めることが必要になってくるわけでございます。

33 ページ目は輸送のところ、海外から持ってくる場合は、これもインフラが必要なわけでございます。現在あります「すいそふろんていあ」という水素を運搬する世界初の船を100倍に拡大した船を50～100隻造って、毎年11回ぐらいずつ往復しないと行けないとか、コストを170円から20円程度まで下げなくてはならないということが要件として

ここに書かれています。

34 ページ目は、発電に使う場合、燃焼率を上げていくためには技術開発が大変必要になってくるということでございます。

次がCCUS・カーボンリサイクルで化石火力から出るCO<sub>2</sub>を処理する技術、35 ページ目ですけれども、まず効率的なCO<sub>2</sub>の分離回収技術ですとか、海外に持っていく場合は輸送技術の開発ですとか、貯留のためのコスト低減ということが必要になります。

36 ページ目でございますが、ここはポイントなのですが、2050年カーボンニュートラルを実現しようと思うと、電力以外のところで、電化できないところは水素・アンモニアだと申し上げましたが、さらにそれでもできないところは、CCUS・カーボンリサイクルで処理しなくてはいけないということで、そういう意味では発電にこれを回すためには、相当の用地確保や、カーボンリサイクルであれば用途開発が必要になります。これは前にご説明しましたけれども、電力10%分の約1億トン埋めようと思うと、苫小牧で30万トン、数年間かけて埋めましたけれども、この300倍以上の貯留を毎年行うことが必要になってくる。こういうハードルを超える必要があるということでございます。

原子力、37 ページ目でございますが、再稼働に向けた取り組みの強化、原子力の持続的な利用システム構築に向けた取り組み、何よりも国民理解の醸成ということを進めていくことに加えて、38 ページ目でございますけれども、現在のままだと60年運転で2050年断面では大体10%強、40年運転だと2%ぐらいしか原子力では賄えないというのが課題でございます。これは課題を乗り越えて2050年カーボンニュートラルをどう実現していくかという取り組みをこれからスタートさせるということでございます。

もう一つ、これは詳しくご説明申し上げませんが、資料の3に骨子を付けてございます。少しご意見をいただいたものですから少し直しております。後でご覧になっていただければと思います。

私からは以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。それでは、続いてRITEからご説明をお願いします。

○秋元委員

地球環境産業技術研究機構（RITE）の秋元です。この基本政策分科会の委員でもございますが、今日はこのモデル分析の研究者として参っております。同僚の佐野と連名ということで参っております。そして、隣に座っていますエネ研の松屋様にもご協力をいただきました。

それでは、早速ですがご説明させていただきます。今日、ご説明させていただく内容は、2050年カーボンニュートラルのシナリオ分析ということでございますが、中間報告という形で完全なものなかなか出ませんので、今の段階のものをご報告させていただいてご意見をいただければということでございます。

それでは、早速めくっていただいて、最初に少し概略をご説明させていただきたいと思

います。ここの基本政策分科会委員には釈迦に説法ではございますが、モデル分析のイメージをつかむ上で、まず簡略に3ページ目をご覧くださいと思います。

カーボンニュートラルということでございますと、まず上のほうから省エネルギーが必要だということでございます。カーボンニュートラルにしようと思うと、残る一次エネルギーで原子力、再エネ、もしくはCCSという、この3種類で組み合わせる必要があるということでございます。ただ、再エネという部分でいきますと、海外の再エネを活用するという手段がございます、これがいわゆるグリーン水素の活用ということになりまして、水素・アンモニア、もしくは合成燃料も同じような分類ということでございます。

下のほうのCCSでございますが、国内でCCSをするのか、もしくは海外でCCSしてブルー水素にしたものを、これはブルーアンモニアもそうですが、持ってくるかといったこともあり得るということでございます。一方、完全にCCS付き、CCSなしの化石燃料をゼロにするということも難しい可能性がございますので、その場合、負の排出技術、ここではNETs（ネガティブ・エミッション・テクノロジーズ）ということでございますが、こういった技術は負の技術削減になりますので、これでキャンセルアウトすることによって正味ゼロにすることもできるということでございます。ただ、BECCS、DACCSについてはCCS同様でございますので、CO<sub>2</sub>の貯留ポテンシャルで制約を受けてしまうということもございます。よって、このいろいろな組み合わせをどう解くのかということが求められるわけでございます。

横に書いていますように、原子力については、社会的制約を考慮してもゼロを解いていますし、CCSについては貯留ポテンシャルの制約を想定しているということになりますと、結果、自由度があるのは、再エネから水素系の部分が、基本的に自由度があつて、それ以外はかなり制約を受けているということをご理解いただければと思います。

続いて4ページ目でございます。こちらは電力・非電力の絵でございますが、先ほども似たような絵がございましたが、要はエネルギーシステム全体で解いています。よって、このポーション、2050の姿と書いていますが、これを解くということになります、上で書いていますように、発電電力量についてはいろいろな要素があると。例えば社会構造変化によってエネルギー需要そのものが変化すると。一般的には日本の場合、減る可能性が高いというふうには思われます。一方でエネルギー利用構造が変化しますので、電力化率は向上して電力は上昇する可能性がある。一方、省電力が進みますと需要が減ります。一方、非電力需要の電化という部分でございますが、これによって電力は上昇する可能性がある。あとはVREが増加してくると、蓄電池の電力貯蔵増によってロスが増加すると発電電力量は増えてくるということになりますし、さらにグリーン水素、合成燃料（e-fuel）等で電力を使うということになると、これは非電力の部分を置き換えるということになりますので、発電電力量は増えるということでございます。こういった複合要因で決まってくると、こういう複雑な関係をモデルで解くということでございます。

2番目のパートでございますが、モデルの概要です。少し飛ばしますが、6ページ目、

R I T Eのモデルの概要でございます。ポイントは世界のモデルであると。ただ、世界を非常に細かく分割し、日本を一地域として評価しているということと、2100年までを動的に解いていますので、将来を含めた排出経路の中で2050年が評価されるということでございますし、あとは設備を細かく積み上げ評価していると。あとはビンテージについても考慮しているといったようなポイントがあるかと思えます。世界のI P C Cのシナリオ分析等でもよく利用していただいております。

7ページ目はスキップさせていただきまして、続いて8ページ目でございます。

ただ、モデルは非常に有力なツールだというふうには思っていますが、相当大きな限界、課題があるということもよく理解していただきたいと思えます。ともするとモデルは何か将来を予測して見せてくれるというふうに錯覚される方がいますが、そんなことはありません。上に書いていますように、いろいろ世界全体の整合性を重視し、前提条件の下で最適解は示すわけでございますが、将来、特に2050年という不確実性が非常に大きいわけでございますので、その辺りの前提条件によって、結果は変わってくるということでございます。

2つ目のポツで書いているところでございますが、このモデルは世界全体を扱っていますので、技術・経済ポテンシャルは、国間では比較評価しやすい形になってはいますが、それを超えた各国の事情、例えば、日本においては原子力とか再エネに対する社会的・物理的制約という、詳細なもの、精緻なものがあるはずなのですが、そういったものは捨象しているところが大きいということでございます。

3つ目でございますが、電力系統は非常に複雑でございますので、世界モデルで扱うにはあまりにR I T Eのモデルは簡略でございます。よって、今回、エネ研さんのご協力をいただきまして、エネ研がお持ちの電源構成モデルを援用させていただいて、それも併せることによって、少し補っているということでございます。ただ、後でもご紹介しますけれども、それでもモデルでございますので、簡略化は不可欠だということでございます。

最後のポイントでございますが、コストを最小という基準で評価しているために、恣意的なシナリオ設定は極力排除されると思っております。一方で、経済合理性が成立した途端、これは線形モデルでございますので、突然急に技術が完全代替するといったような急激な極端な変化を示すこともございます。こういったものは、恣意性を排除するという面ではいいわけでございますが、現実性という部分での若干懸念はございますので、注意してモデル結果を見ていただきたいということでございます。

9ページ目でございますが、こちらはエネ研のモデルの概要でございます。細かく日本全体を5地域に分割するなど、そして、こちらは電力システムだけを評価されているということで、モデル計算で考慮されているものとしては、出力抑制、電力貯蔵システム、発電設備の利用率の低下、地域間連系線、貯蔵や送電に伴う電力ロスといったようなことは考慮されているということございまして、R I T Eのモデルよりは精緻でございますので、この結果を援用させていただいて統合しているという形でございます。

10 ページ目でございます。R I T Eのモデルの前提条件と想定方法の概要ということで少し一覧にしております。細かいので全部はご説明できないのですが、少しかいつまんでご説明させていただきます。

人口、GDPについては、国際的に使われているようなシナリオに準拠させていて、特に中位的なシナリオというものを採用させていただいています。それをベースにしながら、製品とかサービス需要を想定しています。これはいろいろ想定をしていかないといけないということで、別のモデルを別途、簡略なモデルを使いながら、例えば粗鋼生産量であるとか、エチレン・プロピレンの生産量、もしくは自動車の輸送距離といったようなことを想定しているということでございます。

一方、本来であると非常に厳しい制約が例えば日本だけにかかるとすると、むしろ製品自体が海外に移転していってしまう、リークしていってしまうということがございますが、ここではそういったリークについては想定していないということでございますので、そこもご注意いただければと。特に限界削減費用が国間で差異が大きくなりますと、海外に例えば鉄なんか外に出ていってしまいますが、そういったものは想定してなくて、鉄はこれだけつくるということを前提として分析しているということでございます。

11 ページ目でございますが、その他、化石燃料、バイオマス、水素でございますが、世界モデルでございますので、世界全体の資源量を把握するというをし、世界の中でのエネルギーの輸送というものを明示的に考慮しているということでございます。

一番下の水素でございますが、化石燃料由来の水素、化石燃料にC C Sを付けた水素、そして再エネ由来の水素といった、それぞれさまざまなオプションを全てモデル化しているということでございます。ただ、その中で、C O<sub>2</sub>制約下でどれが選択されるのかということはコストで決まってくるということでございます。その他、合成燃料についても考慮していますし、D A C、大気から直接C O<sub>2</sub>を回収するといったような手段についてもモデル化しているということでございます。

12 ページ目でございますが、原子力の部分でございますが、原子力については、既に導入しないとしている国に関しては制約しないという制約を与えています。その他、日本については、2030年についてはエネルギーミックスの現在の下限である20%を制約としています。後で紹介しますが、2050年については10%を上限值としての計算が参考値のケースでございますが、その感度解析をしているということでございます。

再エネについては、世界全体でモデル評価していますので、世界のG I Sデータを使って日射量データ、もしくは風力については風速データがございますので、そういったものを使って、それと土地利用データを重ね合わせることによって、各国で各ポイントのポテンシャルとコストを推計するというをしています。

その他でございますが、C C Sでございますが、C C Sについても評価をし、C O<sub>2</sub>の貯留ポテンシャルについてもG I Sデータを使って評価するというでございます。ただ、いずれにしても、G I Sデータでございますので、詳細には評価できるわけですが、一方、



マイクロレベルで、さらにこの土地が、本当に再エネが使えるのかどうかということは、GISのメッシュは例えば100キロメッシュとか、そういったレベルでしか評価できませんので、そういった制度であるということについてはご理解いただければと思います。

13 ページ目でございますが、需要側でございます。まず産業部門でございますが、鉄が重要な対策ということになります。例えばCOURSE50のような省エネ技術、さらにCCS、そして水素直接還元製鉄といったことも評価しているということでございます。当然ながら電炉について評価しているわけですが、電炉の場合、スクラップ鉄のアベイラビリティによって量が制約されてきますので、そういった制約も別途計算して、どれくらいスクラップ鉄が使えるのかということの評価した結果として出てくるということでございます。その他、セメント等においても、CCUといったような手段も考慮しているわけですが、民生については、各種省エネ機器をモデル化するとともに、コージェネ等も評価していますし、合成メタンといった手段についても評価しているということでございます。運輸についても非常に重要な部門でございますが、ハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気自動車、燃料電池自動車といったようなことをそれぞれモデル化しているということでございますし、さらに合成燃料ということについても評価をしています。後で紹介しますが、さらにそれに加えて感度解析のシナリオ、イノベーションシナリオとして、完全自動運転車によってカーシェア・ライドシェアが誘発するシナリオということについても分析をいたしました。

14 ページ目は世界全体の想定している排出経路でございますが、世界全体については1.5度シナリオで着工化したということでございます。日本については2050年カーボンニュートラルということでございます。なぜそういうことを申し上げるかということ、世界がどういう対策をするのかによって、日本が同じ排出削減目標でも、世界がどういう対策を取るのかによって日本の対策の在り方も変わってくる、最適解が変わってくるということです。厳しい目標のみんなの中で出すと資源を取り合ってしまうので、日本の対策もまた難しくなる可能性があるということでございます。

続いてシナリオの想定でございます。16 ページ目でございます。まず、シナリオ想定の大略を示しております。日本において2050年カーボンニュートラルを前提とした評価をしています。1つ目のケースが、参考値のケースと書いている部分でございます。これは既にこの委員会で示された参考値ということに基本的に合致、その範囲に入るような形のシナリオになっているわけでございます。ただ、モデルは、この数字に合わせているわけではなくて、コスト条件とか、そういう中で最適化した結果、その比率に大体近くなっているということでございます。

続いて、参考値のケースの想定の下で、再エネ比率がもっと高まった場合、今回は再エネ100%を目指した分析を行いました。ただ、実際には完全に100%というケースがモデル上解けなくて、実際には97%ぐらいの再エネ比率になっているということをご理解ください。先ほどもご紹介いたしましたけれども、再エネ比率が非常に高まってくると、疑似慣

性力が実現していないといけないわけですが、これはモデル上、暗黙的にこれが達成できているという想定の下で解いているというご理解をいただければと思います。

それ以降、②から⑥はそれぞれの技術のイノベーションを想定したものでございます。②が再エネイノベーション、③が原子力活用、④が水素イノベーション、⑤はCCUS活用、そして⑥が需要変容でございます。②は再エネのコストの低下が加速するというものでございます。③は原子力をもっと利用できるというふうに想定したもので、参考値のケースでは10%だったものを20%に振ったものでございます。ただ、別途50%まで振ったケースについても一応感度を見ております。④水素のコストが劇的に低減したというケースでございます。⑤はCCS貯留の可能量が拡大したというケースでございます。⑥需要変容は、今回、カーシェア・ライドシェアが完全自動運転車によって劇的に誘発されるということを想定しました。ただ、需要変容はこれだけではなくてさまざまな可能性がございますので、今回はこれだけを想定しましたので、必要に応じて指示いただければ、また追って検討したいと思っております。

17 ページ目がモデル分析のシナリオ設定でございますが、まず参考値のケースでございます。これについて、シナリオを実現するために乗り越えるべき課題については、先ほど飯田次長の方から詳細にご説明いただきましたので割愛いたします。

具体的にモデルでどういうインプットをしたかというところは右の方に書いておりますが、例えば再エネでいきますと、先ほども申しましたように、慣性力の確保といったようなことは、実現することを前提にモデル分析しているということでございますし、自然・物理条件における導入想定というところでも、例えば現在のドイツの発電電力量の6,400億キロワットアワーを上回って、さらに英国の発電電力量3,300億キロワットアワーの2倍以上を導入するといったような想定を置いているわけでございます。例えば住宅や工場等の屋根、そして耕作放棄地等への太陽光の設置、もしくは洋上海域利用法を利用した洋上風力の導入拡大が進んだ上での発電電力量だということをよく理解する必要があるかと思っております。

その他、原子力でございますが、原子力については安全性の向上、最終処分場の問題であるとか、核燃料サイクルなどの課題に取り組んで、原子力発電が持続的に一定規模活用され、新たな炉の建設も行われた上での発電電力量というふうな想定だと理解をすべきかと思っております。

続いて18ページ目でございますが、その他、ちょっと全部読んでいると時間が足りませんので飛ばさせていただきますが、水素・アンモニアについても参考値のケースでも相当な仮定を置いてモデルにインプット条件として入れているということでございます。例えば発電コストについては、16~27円程度といったような水準でございます。CCUSについても同様でございますし、先ほど飯田次長からご説明があったように、相当な量、穴を掘らないといけないということでございますし、発電コストについては13~16円程度ということで、これはCCS、CO<sub>2</sub>の回収コスト自体が相当下がるという仮定を既に置いてい

るということでございます。

続いて19ページ目、①は再エネ100%のシナリオでございますが、これはコスト条件に関しては参考値と同じですが、再エネを10割とした場合ということでございます。②からがイノベーションのケースですが、先ほど申しましたように、参考値のケースでさえ相当大きなイノベーションを仮定しているわけでございますが、②以降に関してはさらにコストが軽減するとか、量の拡大が可能だという仮定を置いているということでございます。それは実現できると私が言っているわけではないので、ご注意くださいと思います。

例えば②でございますと、再エネコストをさらに下げるという想定を置いていますし、③原子力については2割という想定を置いて、これは非常に大きな課題でございます、例えばリプレース、新增設によって新規炉が約20基相当は必要になってくるといったようなレベル感でございます。

その次、④でございますが、水素・アンモニアのシナリオにおいても、もともとの参考値のケースでも相当コスト低減は見込んでいるわけですが、さらにコスト低減を見込むということでございます。

⑤については、こちらはCO<sub>2</sub>の貯留量に関して、さらに拡大できるという仮定を置いたということでございます。例えば導入上限に関しては、一番右下でございますが、CCSの国内貯留量が2.7億トン、海外輸送量が2.8億トンを上限という形で拡大しております。

サマリーになるものが21ページ目でございます。例えば、参考値のケースはそのままでございますが、再エネ極大ケースでいくと、再エネ100%で原子力ゼロということでございますし、再エネイノベケースでいきますと、再エネのコストを下げたモデル最適化結果として、参考値のケースでは再エネ比率が最適化結果54%と出ているものが、再エネのコストが下がることによって②は63%に上昇するという結果でございます。

原子力活用のケースに対しては、再エネが少し下がってくるということでございますし、水素イノベですと47%まで再エネが下がってくると。CCUSの活用ですと再エネ比率が44%、需要変容は構成自体にはあまり大きな影響は出ていません、51%というような結果でございます。後でもう少し別のグラフでご紹介いたします。

22ページ目でございますが、イノベーションの考え方ということで、これはご紹介いただきましたので省略しますし、今申し上げてきたことですが、そもそも参考値のケースでも相当大きなハードルがあるということでございます。

23ページ目、その例でございますが、こちらのグラフは、グリーンイノベーション推進戦略会議で既にご提示しているものでございますが、ここで今回分析した全てのケースで大気からのCO<sub>2</sub>直接回収貯留(DACCSS)および鉄鋼における水素直接還元製鉄が2050年までに利用可能と想定して分析を行っているということでございます。逆にこれを想定しないと、解が出てこないということでございます。それぐらいに難しいということでございます。

24ページ目、太陽光発電のコストの想定でございます。左側が屋根置き、右側は大型太

陽光の発電でございます。先ほども申しましたように、標準のシナリオと低位のシナリオということで2種類置いています。ちょっとグラフは見にくいのですが、左側でご説明します。

まず、赤い実線の部分を見ていただきたいと思いますが、これは標準シナリオで、コストが下限値を想定したものでございます。同じ太陽光といっても、一律のコストで出るわけではなくて、条件がだんだん悪くなってきて日射量の悪いところを使っていかないといけないとコストが上がってきます。それが上のほうの斜線の部分で出ていて、標準シナリオ時の屋根置きコストの幅と書いている部分が、この太陽光のコスト幅でございます。イメージでグラデーションを描いていますが、だんだん量を使っていかないといけないと、最初は下がっていきませんが、下限値はそのまま下がるわけでございますが、条件の悪いところを拡大していかないとはいけませんので、コストが上がっていく部分もありますということでございます。

さらに言いますと、シェアが増えてくると、その上にグレーで統合費用と書いていますが、統合費用はさらに乗ってくるということになると、安い部分は十分あるわけですが、高い部分まで使っていかないといけない。この辺のバランスでモデルは解を出してきてくれると。どこまで使うのが最適なのかという解を出してくれるということでございます。

25 ページ目に関しては風力でございます。同じところなので省略させていただきます。

次、26 はスキップさせていただいて、27 ページ目でございます。こちらは政府の資料でございますが、太陽光、風力発電のコスト推移でございます。右側を見ていただきたいと思いますが、このモデル、世界全体でございますけれども、世界と日本ではコストのギャップが残っていると。これが必ずしも将来、完全に一致するわけではないということかと理解しています。ただ、この一致しない部分が大きいために、余計に水素の役割と、もしくはアンモニアといった役割が大きいのだろうと考えているところでございます。

28 ページ目でございますが、こちらは先ほどご説明した太陽光のコストの幅でございますが、それを具体的にポテンシャルとコストの推計ということで示したものでございます。こちらはGISデータの日射量データと土地利用のデータを掛け合わせて、ポテンシャル、コストを推計しているということでございます。標準シナリオは真ん中にあるステップのところでございます。コスト低位シナリオを想定しましたので、これが左側にずれることを想定したということでございます。

ただ、繰り返しでございますが、GISで評価していますので、細かい評価ができないということでございます。一番右に描いていますように、これも政府の資料でございますが、荒廃農地が荒廃してなかなかこれを整地するのにコストが非常にかかるということは言われているわけでございますが、それまでコストに織り込めてはいないということでございます。こういうものを織り込んだ場合には、もうちょっと違った解が出てくる可能性は十分あるということをご注意いただきたいと思います。風力についても同様でございます。

29 ページ目は統合費用でございまして、これはエネ研さんのモデルということでございますが、右側にリチウムイオン電池のコスト低減の見通しということをご披露していますが、2050年にはキロワットアワー当たり150ドルといったような想定をしながら、出力抑制もあるし、揚水を使う、もしくは蓄電池でやる、もしくは水素を貯蔵するといったようなオプションをモデルで最適化結果として投じているということでございます。

こういった結果をいただいたというのが30ページ目でございます。いただいておりますが、その限界費用という形で書いています。横軸に総発電電力量のシェアでございます。太陽光、風力のシェアがどうなると、統合費用がどれくらい発生するのかということをごエネ研さんのモデルで計算したものをここで示しています。ある程度モデルを統合しないといけないので、若干簡略な近似措置は取っていますが、基本的にエネ研さんのモデルの結果ということでございます。見て分かるように、特に太陽光においては急激に限界費用が高まっていく可能性があるということでございます。こういった結果が後の計算結果にも表れてくるということでございます。

31 ページ目は原子力発電のコストでございまして、2050年でいきますと4,075ドルパーキロワット、発電単価に換算しますと、設備利用率に関しては、モデルで若干最適化計算するのでシナリオによって変わる可能性がありますが、一番安い部分で10キロワットアワー当たり13円ぐらいというような価格でございます。

あとは、33ページ目はCO<sub>2</sub>回収技術でございますが、ちょっとスキップさせていただきます。コスト低減を見込んでいくということでございます。

34 ページ目、CO<sub>2</sub>の貯留量ということでございますが、こちらもGISデータで貯留ポテンシャルをはじいているということでございますが、そうはいつでもいきなり全部使うわけにはいかないの、モデルで最適化計算をすると、全部いきなり、ある年に使ってしまうという解も出てくるので、2100年、もしくはそれ以降も持続的に使えるようにということもあつたつ、さらに掘削リグの台数の制約ということもございまして、2050年には最大貯留可能量は9,100万トンということで標準のシナリオでは想定しています。ただ、イノベーションシナリオでは3倍という想定を置いたりしています。ただ、この9,100万トンというのは、相当大きな努力をしないといけないという、掘削を相当たくさんしないといけないというハードルがございます。

35 ページ目、水素製造関連でございます。こちらもいろんな文献から、設備費もしくは効率等を想定していますが、将来的にコストが低減するというおきを置いています。この辺り自体も相当ハードルはあるというふうに理解したほうがいいと思います。

36 ページ目は需要サイドでございます。今回、完全自動運転車でシェアリングが誘発されるということをご想定しました。需要変容はさまざまあると思いますが、今回はこれだけを想定したということでございます。乗用車台数がシェアリングによって減りますので、それによって鉄鋼製品、プラスチック製品、もしくはコンクリートといったような素材製品が少し減ると、それにつれて減るという推計を行いながらモデルを解いています。

続いて 37 ページ目、今の全体像でございますが、左側が参考値のケースの想定、そして右側がイノベーションケースでございます。繰り返してございますが、参考値のケースでも相当大的な技術進展が必要でございますし、さらに右側のイノベーションだと、もっと大きな課題を克服していくということが求められます。

続いてシナリオ分析結果でございます。すみません、ちょっと長くなっておりますが、もう少しで終わります。

39 ページ目、日本の一次エネルギー供給量ということでございます。2015 年で比較をしていますが、右側に参考値のケース、そして再エネ 100%以降いろいろなシナリオを載せています。

まず、グラフの見方でございますが、赤い斜線のところ、あと青い斜線のところは CCS なしの石油とかガスでございますが、先ほども少しちらっと申し上げましたが、DACCS 等の負の排出技術で基本的にキャンセルアウトしていますので、オフセットしているということでございますので、カーボンニュートラルという形になっています。それで全体がカーボンニュートラルということでございます。注目すべきところは一番上、水素・アンモニア・合成燃料というところが結構多く輸入されているというのが、いずれのシナリオでも見えます。ただ、シナリオの想定によって若干その幅が違うということでございます。

40 ページ目でございます。発電電力量でございます。参考値のケースが比較的これまで参考値として示されたものに近い比率になっていまして、その隣、再エネ 100%というところでいきますと、ほぼ 100%になっておりまして、BECCS 等も増えているということでございます。ただ、注目点が、相当電力需要が参考値のケースよりも抑えられています。これは何でこんなことが起こっているかといいますと、太陽光、風力等が相当大きくなっていくことによって、統合費用が相当大きくなってきています。先ほどご紹介したものでございます。そうしますと、電力コストがものすごく上昇してまいりますので、電力需要を相当抑制する効果が働くということでございまして、こういった結果になっています。その他のケースについて、例えば水素イノベにおいては、水素の比率が相当発電でも増えています。ここにはアンモニアも含んでいますが、相当増えていることが分かるかと思えます。

41 ページ目は比率でございますが、先ほどの 40 ページ目を比率に直したものでございますので、省略をいたします。

42 ページ目は最終エネルギー消費量ということでございますが、黄色い部分が電力でございますし、あと赤い部分が石油、そして青い部分がガスでございます。石炭に関しては、特に鉄鋼の部分で本来、石炭は残るのですが、先ほど申し上げましたように、直接水素還元製鉄を前提としていますので、前提というかモデルで解いた結果となるのですが、直接水素還元製鉄は使えると想定していますので、このケースでは直接水素還元製鉄によって石炭がなくなっているということでございます。

あと再エネ 100%のケースでいきますと、先ほどと同じですが、電力消費量を相当抑制するという効果が働いて、電力の消費量はかなり下がっているということでございます。あとは、いずれのシナリオにおいても、相当、省エネルギーは前提として行っているということが分かるかと思えます。これは 2015 年との比較で書いていますが、そもそも経済成長を見込んでいますので、ベースラインとしてはそれなりに増えるという中で、さらに省エネルギーをしているというご理解をください。

43 ページ目はシェアで示したのですが、全体として見ますと、電化率は再エネ極大ケースを除くと足元の 2 割から 4 割ぐらいに拡大するという傾向が見られます。

最後、44 ページ目、CO<sub>2</sub>のバランスでございます。DACが必要になっているというようなどころが見えるかと思えます。相当大きなCCSをしなければいけないということでございます。

続いて、飛ばさせていただいて、46 ページ目、まとめでございます。まとめといっても、途中段階でございますので、暫定ということでのまとめとさせていただいております。

まず今回の分析、RITEのモデルは基本的に世界モデルでございますので、日本の詳細、精緻な自然的・社会的制約を織り込んでいるわけではございません。むしろ世界、国際機関等で示されているようなものを中心にしながら価格の想定等を行っているということで、もっと精緻に見ていく必要はあるだろうと思えます。そうしますと、実態がもうちょっと違ってくると、さらにいろいろな違いが出てくるということをお前提として理解いただきたいと思えます。よって、2つ目のポツで、数字に表れないようなさまざまな制約を常に考慮することが重要と書かせていただきました。

3つ目はこの後、電力のコストということでケースごとにお示ししますが、ここでお示ししているのは電力の限界費用でございます。ただ、限界費用は、ここでの定義は送電端の電力コスト、基本的にそんな形になっています。これに統合費用が乗っているとご理解ください。ただ、一般的な電気料金は、小売りの電気料金となりますと、これに託送料等が乗りますので、10 円ぐらい追加ということは、一般的な電気料金のイメージと合致するのではないかと思います。そういうご理解で後の数字を見ていただければと思います。

あと、CCS等について、いろんなものに関して機械的に設定したというような部分があることもご理解ください。その上で参考値のケースでございますが、いずれの電源も導入に向けて技術的、自然的・社会的、経済的な課題を全て乗り越える必要があると考えています。さまざまな課題を乗り越えられることを想定して設定しているということでございます。例えば、インプットの発電コストは、太陽光は 10~17 円、風力は 11~20 円、原子力は 13 円、水素・アンモニアは 16~27 円、CCUS火力は 13~16 円といったような水準かと思えます。この時に電力の先ほど申しました限界費用は 24.9 円でございます。モデル分析結果でございます。ただ、繰り返しですが、これに 10 円ぐらい乗った形が一般的な末端の消費段階での電力コストのイメージと、電力料金のイメージと取っていただきたいと思えます。

その下、再エネ 100%のケースになりますと、今度は、先ほども申しましたように、相当統合費用が上がってきますので、キロアットアワー単価が 53.4 円と推計されました。これによって、先ほど申しましたように、電力消費量が相当下がっているという結果が出ています。この場合、さらに再エネ投入量は相当程度必要でございますので、この電力料金が上がるということ以外にも、実際に自然的・社会的制約というものをさらに乗り越えていかないといけませんので、もっとこの費用よりも高くなる可能性も十分あるのではないかと思います。

続いて 47 ページ目でございますが、イノベーションのケースでございます。再エネの価格が相当さらに下がるということになったケースでいくと、再エネ比率が 63%ということでございますが、この時の電力コストは 22.4 円ということで、少し参考値のシナリオよりは下がっていると思います。原子力が 20%まで拡大するということになりますと、24.1 円といったような数字が出ています。さらに、仮に 5 割まで拡大すると、最大 5 割までという条件でモデルを解くと、19.5 円までかなり下がります。当然ながら原子力 5 割というのは、ほとんどまず不可能な数字だと思えますが、仮に計算すると 19.5 円まで下がるということでございます。

水素・アンモニアが、劇的に価格が低減するというので、当然ながら参考値のシナリオでも下がった想定を置いていますが、さらに下がると想定すると 23.5 円の電力価格ということでございます。CCUS については 22.7 円といったような数字が出ています。カーシェアのシナリオでいくと、ここは大きく電力コスト以外はそれほど変わらないのですが、全体のエネルギーシステムコストということは、最後、参考の付属に付けていますが、ここは下がるということでございます。

最後のページでございます。48 ページ目です。シナリオ分析の結果からの示唆でございますが、今回のシナリオ分析からは、以下のことが言えるのではないかと考えています。

非電力部門については、水素直接還元製鉄であるとか DACCS といったような炭素除去技術、そしてカーボンリサイクルの技術といったことが必要不可欠だと思います。そうしなければ、カーボンニュートラル社会の実現はできないのだろうというのがわれわれの今の分析結果でございます。

非電力部門の技術的困難さということを考えると、電力部門の脱炭素化ということは前提となってくるだろうと思いますが、参考値を実現するためにも相当大きな課題があつて、それを克服するということが必要で、克服したとしても、今回の分析では電力コストが現状の 2 倍以上といったような水準という推計になっています。相当課題が大きいということでございます。

また、導入するにつれて、発電コストやシステム統合コストが上昇するような再エネ電源については、モデル分析上の想定として外生的にさらに導入量を増加させるということは可能ですが、実際には自然条件、そして社会制約の結果、極端にそのような電源への依存度を高めていくということは困難ではないかと考えられます。仮に 100%とした場合には



大幅なコストが上昇するということが明らかになっています。そういうことを考えると、100%というシナリオは現実的ではないのではないかと思います。

技術イノベーションが進展する4つのケースということをやりましたが、それぞれ相当大きな課題があって、複数のシナリオということを考えていかないといけないと。どれかが成功するかもしれないが、全部が成功すると考えるのも相当非現実的だと思いますので、さまざまなことに掛けていく必要があるかなと思っています。そういうことをその下に書いていまして、不確実性の中でいろいろな技術のイノベーションを追求していくことが必要と。一方で、既に確立した技術としては再エネとか原子力ということがございますので、こういった確立した技術をしっかり使いながら、イノベーションに掛けていくということが必要で、政策の選択肢を狭めることなく、幅広く政策対応を行う必要があるかなと思います。

その下、最後ですが、今申し上げたように、いろいろ、水素・アンモニア、CCUSといったようなさまざまな技術のイノベーションを多用していく必要があるということです。

以上でございます。どうもありがとうございます。

○白石分科会長

どうもありがとうございました。

それでは、今の事務局、RITEからの説明も踏まえまして、ご意見をお願いしたいと思えます。1人3分とさせていただきますので、よろしく願いいたします。

それでは杉本委員、お願いします。

○杉本委員

福井県知事の杉本でございます。梶山大臣、先日はありがとうございました。また、白石会長をはじめ事務局の皆さんには、今日の会議のセット、大変ありがとうございます。

私からは2点申し上げさせていただきます。

まず、2050年のシナリオ分析の全体についてでございます。今回の、参考値のケースと複数のシナリオが提案されておりますけれども、自給率が低い日本のエネルギー事情を考えますと、今こそ明確な目標を立てて、その実現に向けて、速やかにあらゆる政策を実行していく必要があるというふうに思います。

そのためにも、今回、国として覚悟を持ってこれまでのエネルギー政策の議論を取りまとめ、シナリオを絞り込んでいただきたいというふうに思っております。また、それぞれの電源ごとに困難な課題や制約がある中で、どのエネルギーをどれだけ導入することが本当に実現可能なのか、具体的な電源構成と、その実現に至るプロセスを国民に示す必要があるというふうに考えております。

もう一つ、原子力についても申し上げます。

資料によりますと、再エネや水素・アンモニアなどの大量導入には、技術面を含めてさまざまな課題があるということでもございました。そういう意味では、既に確立をしている脱炭素技術である原子力の活用を拡大できれば、将来のカーボンニュートラルの実現性は

格段に高まるというふうに思っております。一方で、原子力については安全性に対する国民の信頼回復という課題がありまして、この課題の解決のためには、原子力の安全度を徹底的に高める研究開発を強力に進めていくことが重要だと考えております。

発電所の安全性の向上は、立地地域の安心・安全、そして住民の理解と直結をしております。これまでも、安全性を高めるという観点から、既設炉の活用だけでなく、新增設、リプレースの方針も示すべきという意見が各委員から出されているところでございます。この点についても具体的な方向性を示すべきだと考えております。よろしく申し上げます。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。次は、橘川委員。

○橘川委員

ありがとうございます。50年のシナリオ、よく分かりました。どのシナリオも大変だということ、どれでも電力コストはめちゃくちゃ上がるということがよく分かりました。

ただ、ちょっと審議会の進め方なのですけれども、ここは50年を決めて30年を決めるということで、締め切りが6月11日の時点で迫っているわけですね。もちろん50年のシナリオを議論しなきゃいけないので、やるのはいいのですが、それだけじゃなくて、それを踏まえて30年のミックスをどうするのかという議論も出てくるのかと思ったら、来週もキャンセルになっちゃいましたし、非常に決めるのが困っているという状態だと思います。これは、ミックスを決めてNDCという順番じゃなくて、NDCが決まったので帳尻合わせをしているというような感じになっていると思うのですね。

率直に申しまして、30年のミックスを決める必要があるのかどうか。もともと投資計画のためにつくるのだということがミックスの理由だったわけですけど、9年先のことを今さら決めても、投資計画に影響は出ません。

今無理して決めると、多分、再エネが、現実よりちょっと非常に厳しい数字になっちゃやし、それから、鉄鋼の生産高とかを減らして、鉄鋼をもうやめるに近い、中国に行けというみたいな数字になっちゃいますし、火力が多分4割になると思うのですけれども、これは石炭じゃなくて天然ガス火力まで減らすということになりますから、燃料調達にも影響が出まして、安定供給にも問題が生じるということで、非常にミスリーディングなものになるので、むしろ30年のミックスを決めるよりは、この50年の大変な課題へ向けて、グリーン成長戦略で決めた1ギガワットずつ洋上風力を入れていくだとかという、そういう建設的なKPIを示していくというふうに考えたほうがいいのではないかと。

もし決めるのだとしたら、12.1億トンと7.6億トンにGHGを減らさなきゃいけないわけですから、具体的な4.5億トン削減プランというのを決めるべきなのではないかと、こういうふうに思います。

もう一つ今日のお話で面白かったのは、原子力を10%というふうに置かれているわけですね。これは、ある意味で社会を反映していると思うのですが、参考値ではCCU火力と原子力を合わせて3、4割という、非常にあいまいなトリッキーなやり方をしていますけ

ど、実は原子力は10%であって、CCUと水素・アンモニアを合わせたものが3、4割で、再エネが5、6割というのが参考値の真の姿であるというのが見えたということが、今日はっきりしたと思うのですが、一方で、原子力を既存として残すのだと、50年は1割で済むかもしれないけど、60年になっちゃうと数%になっちゃうわけですから、もう、今しかないのですね。待ったなしです。リプレースを言うのだとしたら今しかなくて、10年先じゃ駄目です。今リプレースを言うのか言わないのか、はっきりさせてもらいたい。そうしないと議論が先に進まない、こういうふうに思います。以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございました。豊田委員。

○豊田委員

飯田次長、それから秋元委員、精緻な分析、詳細なご説明ありがとうございました。おかげで25年のイメージが少しずつ湧いてきた気がします。

総論的に1点と、各論2点申し上げたいのですけれども、まず総論ですけれども、イメージが沸いた分析結果は、残念ながら極めて衝撃的と言わざるを得ないと思います。ご説明いただいたベースケースにおいても、電力代が現状のほぼ2倍となるということですが、今の日本の電力代は、産業で見ると、既に米国の2倍強であります。日本の電力代は途上国と比べると、インド、ASEANと比べると3～5割高くて、中国、韓国と比べても4割～6割ぐらい高い。今でも高い電気代が倍になるということは、日本の製造業の競争力はどうなるのかというふうに思います。製造業に日本から出ていけと言っているようなもので、まさに対応は、コストをいかに下げるかということが一番重要だというふうに思います。

従って、各論ですけれども、各論1として申し上げたいのは、重要なのは、2050年のエネルギーミックスをつくる際に、2倍にもなる電気代を少しでも安くするにはどうしたらいいのかということを考えることだと思います。2030年に向けたエネルギーミックスの前提の一つは、電力代を上げないということだったはずですが。太陽光、風力など、間欠性の再エネが4から5割を超えると急速に統合コストが加わってきますので、100%はあり得ないと思いますし、5割を超えていくのも非常に危険であると思います。

次に、コストを下げるために、相対的に低コストである原子力を最大限使うべきだと思います。資料2の44ページの表によれば、原子力のコストはあまり上がらないで済んでいます。入れれば入れるほど電力代は安くなるというのが秋元委員のお言葉でした。新技術への期待は大きいけれども、まず確定的技術をうまく使うことが重要だというふうに思います。最低20%は維持すべきですし、国民の信頼回復を前提に、それよりも引き上げるシナリオを少なくとも用意すべきだと思います。重要なのは新增設ということになります。38ページの表によると、60年寿命を前提として、2050年23基、2060年に8基になってしまいます。2050年に向けて複数のシナリオを用意するのは賛成ですけれども、その場合にも、新增設の部分をあいまいにすべきではないというふうに思います。

各論2として私が申し上げたいのは、産業用電気料金、とりわけエネルギー多消費産業向け電気料金を、例えばFITの賦課金減免など、可能な限り下げるべきだというふうに思います。ドイツなど、複数の欧州の国はこれを既にも実現しています。その分、消費者用に料金は乗せていますけれども、国民は製造業を維持するためにこれを許容しています。日本も欧州に似た環境下であって、雇用あつての消費者だというふうに思います。

日本の場合、鉄も化学も機能品は多いです。エネルギー多消費産業は要らないというようなご意見もございますけれども、むしろ機能性が高く、付加価値の高い産業を維持すべきだというふうに思います。国際競争力への影響を最小限に抑えるために、これまで日本ではタブーだった産業用の電力代の引き下げさえ考えないと、製造業は日本から立ち去ってしまうということを懸念します。

以上です。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。では、次は工藤委員、お願いします。

○工藤委員

恐れ入ります。RITEの皆さま、分析ありがとうございました。48ページのシナリオ分析からの示唆も含めて、大変参考になりました。

2点申し上げたいと思います。これまでも申し上げてきたことですが、3E+Sに基づくエネルギー政策の実行と、国力・国民の生活・産業の競争力の維持・成長というのを両立させるということが必要だと思っております。エネルギー政策というのは、産業政策とやはり整合的でなくてはならないと思います。

その意味では、今回のシナリオ分析では、GDPや産業に関するファクターが、アウトプットではなく前提条件のインプットとして利用されておりますが、シナリオごとに定められた電源構成を達成した場合に、GDPや産業、今も製造業への影響というお話がありましたけれども、生活にどのような経済的なインパクトがあるのか分析する必要があるのではないかと思います。

2点目でございますが、事務局資料のページ23以降に、参考値を実現しようとした際に直面する課題が記されていますけれども、RITEさんに作成いただいたシナリオ分析を実現するためにも、課題および課題解決に必要な対策を考える場合には、ファイナンスの観点も考慮すべきではないかと思います。

例えば、32ページに水素・アンモニア発電に必要な供給量の増加ベースをLNGと比較しておりますけれども、資料には、LNGプロジェクトの大規模化が始まった1980年代から2010年代にかけて、供給量が4倍になったことを挙げています。しかし、もう少し突き詰めて考えると、1969年に日本で第一号のLNG輸入プロジェクトが開始されて以降、プロジェクトにファイナンスが付くようになって、大規模プロジェクトが開発するようになるまでには10年以上もの期間を要しているわけです。水素・アンモニアには、資料には20年間で6~12倍とありますけれども、早期に市場を立ち上げた上で、さらに加速度的に供

給量を拡大させる必要があるわけです。

通常どおりに民間ベースで徐々に市場を立ち上げ、金融機関が追随して徐々にコーポレートファイナンスからプロジェクトファイナンスに移行して大型案件を実現していくというスピード感では到底間に合わないわけです。

グリーンイノベーション基金など、さまざま検討をいただいていることは理解しておりますけれども、技術開発への支援のみならず、予見可能性を担保する仕組みや、公的金融機関によるリスク分担など、事業を拡大させようとする事業者や、それを支える金融機関に対しての政策的支援の在り方も併せて検討していかないといけないと思います。

これは、水素・アンモニア発電以外の分野についても同様です。公的資金だけでは必ず限界が来てしまいますので、いかに民間による投融資を活性化させるかという観点でも、ぜひご議論いただきたいと思います。以上です。ありがとうございました。

○白石分科会長

ありがとうございます。次は崎田委員、お願いします。

○崎田委員

崎田です。ありがとうございます。今、RITEのモデル分析を発表いただきまして、本当にありがとうございます。

詳細にご説明いただいたのを伺いながら強く思ったのは、やはり産業界とか事業者だけではなく、市民、自治体含めて全ての主体の総力戦で、これは取り組まなければいけないことなのだということをお大変強く感じました。

そういう意味で、今回のモデル分析の中でも、需要側を取り入れた分析を、最後の6番目ということでカーシェアのところだけを加えてやっていただきましたが、今後いろいろなところの分析、あるいは、こちらの会議での分析も、需要側のいわゆる地域全体でのIT活用したシステム改革による需要の効果とかを全て取り入れながら、どのくらいの削減ポテンシャルがあるのかということも明確に入れていただいたほうがいいのではないかなというふうに思いました。

こういうときに最大の消費地が東京ですけれども、私も東京に事務所があって、暮らしておりますけれども、皆さんご存じのように、東京都のほうで、2050年脱炭素宣言というのを早めに出しておられるのですが、2030年の目標も、今50%マイナスに目標を上げて、全体で取り組まなければいけないというところで、「ゼロエミッション東京戦略 2020年 Update & Report」を出しているのですね。その中にも明確に、CO<sub>2</sub>も、消費エネルギー量を2030年で50%削減し、2050年のゼロに取り組むというふうに明記していますので、やはり、そういう社会全体が本当に取り組んでいこうという思いになっているところをけん引するような目標を出していただくところが大事なのではないかなというふうに思います。

私も、ちょうど、東京23区の区長会がどういうふうにこれを実現するかの調査研究が始まりました。そこに関わらせていただいています、こういう社会の動きをけん引するよ

うな目標になっていただければありがたいと思います。

なお、今回のシナリオ分析の中で非常に共感したのが、48 ページ、まとめのところに、現在確立している脱炭素電源はしっかり活用して、その上でイノベーションに取り組むということが明記されているところ、非常に納得いたしました。その中で、再生可能エネルギーはもちろんしっかり取り組むということ、それは社会との信頼を前提にして取り組むということ、そして、もう一つは、原子力に関しては、やはり安全を確立する、コミュニケーションだけではなく、技術開発をどういうふうに取り入れていただくかという、先ほどこからリプレースという話がありました。どういうふうに、ここまでで、変えていくとか、新しい技術を取り入れるとか、やはりそういうことを明確に決断していただければありがたいなというふうに思っています。

イノベーションに関しても、CCSのような技術の前に、水素・アンモニア活用、あるいは地域で広めた利用をどこまでできるか、そういうことをしっかり入れていただくのが大事だというふうに思っています。

ご説明はありませんでしたが、エネルギー基本計画の骨格に関しても、そういうことを踏まえて、水素のことをもう少し明確に入れ込むとか、考えて、もう一回見直していただければ大変ありがたいというふうに思いました。よろしく願いいたします。

○白石分科会長

田辺委員。

○田辺委員

田辺です。よろしく願いいたします。

まず、秋元先生によるシナリオ分析、本当にありがとうございます。大変短い間にこれだけの検討をしていただき、心より感謝いたします。

事務局から説明がございましたように、シナリオは決まったものでなく、その感度分析によって、どのようにすればいいか、科学的基盤で考えるということが大切で、これをしっかり認識しておく必要があると思います。今回の検討を見て、さまざまな方、シンクタンクがさらに検討するということが重要ではないかと思えます。

幾つかご質問があるのですけれども、シナリオ分析が開始されたときには2030年度の温室効果ガス削減度は26%でしたけれども、4月22日に46%になったわけで、ここで経路点が決まったということで、今回の全体のシナリオに影響があるのかというのを伺っておきたいと思えます。

それから、40 ページに、太陽光（系統接続無）という部分がありますけれども、これは、例えば住宅などの屋根の自家消費分などに当たっているのかというのを教えていただきたい。価格がこれだけ高くなると、家庭とか小規模事業者は、防衛策として、太陽光設置というのがもっと加速するのではないかなというふうに思いました。

それから、今回、供給側の視点でかなり書かれているので、もし先生のほうで可能だったら、需要側にこれを落とすとどういうグラフになるかというのがないと、大変イメージ

が楽になってありがたいと思います。そのようにすると、例えば、今、崎田委員から東京都の話も出ましたけれども、国・地方脱炭素会議などで書かれている生活の絵姿もありますけれども、これらに直結してくるのではないかと。国民が見ているのは需要側なので、その部分に関して、供給からどう変わるのかというのがあるといいかなと思いました。

電力コストは非常に分かりやすいのですけれども、豊田委員が発言されているように、これだけ高騰すると、われわれのものづくりとか仕事とか、こういうものをどうするのかということを、今一度やはり考えていく必要があるのではないかというふうに感じました。

以上です。ありがとうございます。

○白石分科会長

はい、どうもありがとうございます。隅委員、お願いします。

○隅委員

ありがとうございます。2050年のカーボンニュートラルの具体化を目指す論議に際しまして、コストの切り口からのシナリオが初めて示されましたことは、大きな意義がありまして、多くの示唆に富んでおります。

そして、このシナリオづくりにおきまして、何度も繰り返し言われているように、モデルに入れる想定、前提条件次第で絵姿は様変わりすることを肝に銘じて、これから柔軟に対応していきたいと思います。

さらに、ここで示されたシナリオは、あくまでイノベーション次第で大きく変わり得る不確実な2050年をイメージしたものでありまして、2030年のエネルギーミックスを描くには、より現実を踏まえた判断が必要であることは申し上げるまでもないことでございます。

その上で、今日は、個々の前提の適切不適切は別としまして、あえて幾つかコメントをさせていただきますと、まず、46ページに示されております参考値ケースとして示された構成割合、そこから複数シナリオを展開していくということは、これは理解できることでございますけれども、この参考値のケースに置かれております数値が、2050年に目指すべき電源構成割合であると誤解され、独り歩きをしないようにする必要があると私は思います。

この参考値も、技術的、自然的、社会的、経済的課題を全て乗り越えてという、極めて野心的な前提がおかれておりますが、水素社会を標榜しているわが国といたしましては、水素をこの水準にはぜひ持っていききたいなど。そして、脱炭素の成否に最も影響するCCUS価格につきましても、こうあってほしいと強く願いますけれども、これらは全て今後のイノベーションに期待する、イノベーション次第というところでございます。

一方で、今回のシナリオ分析でも明らかなように、水素・アンモニアやCCUS適地を海外に依存せざるを得ない以上、相手国、地域の地政学的リスクに常にさらされることとなります。そこは、まさに資源外交の出番ではありますけれども、そのリスクが顕在化したときにはCCSなしの化石燃料火力に戻らざるを得なくなります。従いまして、そうい

った有事の際のことも考えますと、純国産のカーボンフリー電源である原子力の位置付けというものを、2050年におきましても20%程度までイメージしておくことが不可欠であろうと私は思っております。

最後に、先ほど事務局資料の15ページ目にありましたけれども、イギリスのネットゼロ電力シナリオでは、電力需要が高水準で推移した場合には、再エネ立地に秀でたイギリスであっても、再エネの拡大には限界があることが想定をされております。再エネ立地に恵まれないわが国では、環境破壊、あるいは景観破壊、これを最小に抑えることも考慮しながら、各電源をバランスよく活用していく方向性を示していくべきであると、このように思います。以上でございます。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。伊藤委員、お願いします。

○伊藤委員

ありがとうございます。秋元委員の説明は、非常に勉強になりました。ありがとうございます。そして、明確に分かったことが、やはりイノベーションがどれだけ大切かということなのですが、イノベーションを起こすのは学校とか、小規模のところでも、個人でも起こせますけど、やはりそこは企業によってイノベーションがビジネス化していき、さらに拡大していくので、そのイノベーションが起りやすい環境整備ということも、ぜひお願いします。

ただ、一方で、豊田委員がおっしゃっていましたが、いろいろとシミュレーションを見ていくと、エネルギーの費用が非常にかかっていくであろうという想定の中で、やはり産業界にとっては大打撃で、当然いいものにはそれなりの価値というのは付かなければいけないので、何でも安くするべきではないと思いますが、こと電力に関しては、国際競争力に負けてしまえば、大手は海外へ出ていけばいいかもしれませんが、小さな企業、中小企業などは国内に残らなければいけません。ましてや、雇用を守るためには、企業の存続というのが一番重要なので、もちろん国民全員が心地よく暮らせる世界にしないといけないのですが、まずは産業ありきで、産業がなければ国民の生活というのは維持できなくなるので、イノベーションを起こしやすく、ものづくり企業がこれからも発展しやすい、そして、今、後継者不足で悩んでいるところがあって、素晴らしい技術があっても、次に受け継げなくなる、これは本当に国にとってとても残念なことなので、長期的なことを視野に入れながら、国としてどういう方向性に持っていくのか、以前も申し上げましたけれども、リプレースのことも、早く、とにかくスピードを持って、国民に説得できるだけの熱い熱意を持って行動に移していただければと思います。

以上です。ありがとうございます。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。水本委員。

○水本委員



ありがとうございます。水本です。秋元先生、佐野先生、松尾先生、精力的なシナリオ分析と、本日のご説明ありがとうございます。

3点コメントをさせていただきたいと思います。

まず、今回モデルで使用したものは、2100年までを想定して、2050年の評価が可能ということですが、今後の議論の参考として、さらにその中間地点である2030年の評価をご提示いただくことは可能でしょうか。今、2030年、46%CO<sub>2</sub>削減という具体的な値が、どれぐらいインパクトがあるものなのかという、感覚がつかめるのではないかと思います。

2点目は、電力コストですが、やはり産業界として、今回の結果は、非常に衝撃的な値だと思います。ただ、これは世界全体での計算であるというご説明で、今回出てきた課題は世界の課題でもあるかと思われます。その上で、太陽光や風力のコストで世界と日本の差があるというようなご説明があったので、日本の特有の条件を入れていくと、さらに電力コストが世界に比べても上昇してしまうし、新興国との差も大きく出てくるのではないかと、将来の産業競争力を維持できるのかということに非常に不安に思います。

そこで、今後の分析の中で、3E+Sのうちのどの部分のコストが大きく影響しているのか、どうすればコストを下げられるのかということを検討するために、エネ庁のほうの説明資料からも出されていた、たくさんの課題を少し整理して、優先順位を付けて取り組みに落とし込んでいく必要があるのではないかと考えます。

もう一点は、太陽光発電のシェアが45%で統合費用が急速に増加している理由として、曇天・無風に備えて、極めて低い蓄電システム等の負担が必要であると挙げられています。この結果に対して、例えば、曇天・無風は災害であるというふうに想定して、そこで常温で蒸気貯留が可能なアンモニアとか、水素のMCHなどの備蓄を推進し、それを柔軟に放出することで燃料を調達可能にして、各地域にも防災設備としても備蓄していくというようなことを考えることで、エネルギー設備とか、リソースの転換も工夫するという、統合コストを強く抑制することができるというような、組み合わせの検討というものも進めていくべきだと思います。以上です。

○白石分科会長

では、柏木委員。

○柏木委員

どうもありがとうございます。このシミュレーション、大変な作業だったと思います。これはあくまでも、例えば電源でいいますと、45ページに、メリットオーダーで一番安いものが一般水力、そのあと再エネの安いもの、それから原子力等々、最適解を出しているわけですから、目的関数をコストにおいて、一定の需要を賄うために安いものから入っていくって、それが時々刻々と変化するやつを何回も何回も計算しているわけですね。最終的に一番安いものから入っていくようになりますから、この与え方によって答えは幾らでも変わってくる感じはもちろんあるわけで、そこら辺の感度分析というのを、これからピッ

クアップしてきて、国民に分かりやすい形で示していくことが重要なのだと思っています。

もちろんリファレンスケースがあって、2050年において、やはり原子力を振ったときにどうなるかと。もちろん振った場合に、コストをどういうふうに見積もるかによって、全体の電力コストは変わってきますし、それから、水素を目いっぱい入れる。もちろん水素と再生可能エネルギーは一体化として考えていますし、もちろん燃料としても使えますから、そういう意味では水素のコストをどこまで下げられていくかが重要です。

一応、水素・燃料電池戦略協議会では、20円/m<sup>3</sup>まで下げるということをやっていますが、それをもっと下げられる可能性は十分あるわけで、そこら辺の値を変数で与えていくということが極めて重要ですから、ここで出せるのは、原子力の感度分析と、それから、これのコストをそれなりにきちっと精査したものと、それからもう一つ、水素と、それから、化石はどうしても残るとい話になりますと、どんどん化石が安くなってくる可能性もありますから、そうすると、CCUSというところのコストをどういうふうにかえるかと。ここら辺のところを集中的に出していくと、おのずから答えが、日本はこうあるべきだという方向性が示されるのではないかと思います。

私は今、コージェネ財団というところの理事長を拝命して、分散型であるコージェネレーションというのは、前から強靱化に資すると言っています。経産省の資料3のエネルギー政策の基本的視点にもありますけれども、3E+Sのセキュリティーの中に、安定供給+強靱化という意味で書かれているのだと思います。

強靱化というのは、やはり日本としては非常に重要なので、これは輸出アイテムにもなりますし、マイクログリッドや、スマートコミュニティだとか、こういうものをどうやって入れていくかというのは、この中で非常に重要だと思っています。例えば熱電併給システムをこの秋元先生の資料の中で見てみますと、随分熱電併給の効率が上がっています。

例えば、需要地に置いてある電源の効率は、遠距離にある大規模型の電源の発電端の効率に比べて送電ロスが少ない。3%、5%違いますから。そういうものを、科学的に立脚しているものを効率アップとして入れると、大規模と分散型、あるいは強靱化という観点から一つの感度分析ができていくのではないかとというふうにかえた次第で、定量的、定性的なものに関しても、何らかのその例を示していただくと非常に分かりやすい。以上です。

○白石分科会長

高村委員。

○高村委員

ありがとうございます。まず、秋元委員のシナリオ分析、どうもありがとうございます。本当に大変な作業で、しかも複数のシナリオをお願いして、ありがたいと大変感謝しております。

併せて、先ほど、ご説明のときにも、シナリオ分析が持っている限界も率直に指摘をしていただいて、モデルの特性上、世界モデルであることで表現しにくいものも含めて、大変重要な、有用な情報をいただいたと思います。

2050年のシナリオ分析は非常に重要だというふうに思いますが、しかし、それが持っている限界と課題というものも見ながら、われわれがどう読み解くかということが重要かと思っております。

これは現在のエネルギー基本計画の中でも、2050年に関して、私は適切に指摘されていると思うのですが、社会や技術の上限を全て見通すということが難しいという不確実性の中で、だからこそ伏線的な検討が必要であるという、そうした考え方を現行のエネルギー基本計画でも書いていると思っております。

とりわけ、2050年というシナリオ分析、そういう意味で非常に大変な作業をしていただいたと思っておりますが、これは田辺委員もおっしゃったように、われわれがそうした想定や限界を踏まえながらどう読み解くか、今日意見を伺って、委員によってもいろんな読み取り方があるなというのが正直、思ったところでございます。

その上で、これは田辺委員に既におっしゃっていただいたのですが、さまざまな団体、研究機関の検討、分析をさらに深めていっていただく、これは何か結論を決定的に得るということではなく、参照にしながら、私たちがここから課題を読み解いていくという、そういうものとして活用させていただくということが必要なというふうに思っております。

いくつかただ、大変分析は面白いのですが、失礼ながらに思っていることは、例えば、これも田辺委員が先ほどおっしゃっていたものに近いかもしれませんが、発電電力量のところで太陽光の系統接続無しといった項目は、自家消費ではないかと思われそうですが、統合費用が高くなっていても、それが増えないのはどうしてだろうと思ひ、他方で、再エネイノベのシナリオを見ていると、再エネの割合は高くないけれども発電量がそもそもやはり増えていて、恐らく電化が進んでエネルギーコストが下がっているのではないかと、いろいろな読み解き方があるように思ひまして、そういう意味で改めて拝見してみたいと思ひます。

ご質問は、分析のまとめのところで、電力限界費用という言葉が出てくるのですが、これはあまり、エネルギー基本計画の中でも議論していなかったように思ひまして、ご質問させていただければと思ひます。

事務局にご質問ですが、資料の1だと思ひますが、気候変動委員会、英国の資料を示していただいているのですが、**Balanced Net Zero Pathway**という、自然変動電源を50年、80と想定を置いたシナリオだったように思ひます。これは先ほど水本委員がご指摘になった、柔軟な電力システムが構築されるということが同時にパッケージになっているシナリオだというふうに思ひます。その意味で5割、6割というのを今回シナリオ分析の参考値としてやったと思ひますけれども、上限ではないものとしてその課題について明らかにしていくということが必要かと思ひます。

特に、参考値を実現しようとした際に直面する課題、取り組みのところを書いているのですが、例えば送電容量等は場合によっては、上振れしたときには二重

投資のリスク、非効率な系統形成につながることもあり得ると考えると、そうした上振れも含めた課題というものを明らかにすることが必要なというふうに思います。

以上でございます。

○白石分科会長

橋本委員をお願いします。

○橋本委員

シナリオ分析ありがとうございました。極めて問題が、あるいは重要な点が、クリアになったと思っています。先ほど豊田委員からもご指摘ありましたように、足元、電力料金が世界で突出して高いというわけですが、今後、再エネにシフトするとなると、自然条件の不利さから、ますます劣位な電力単価になるということが今回のシナリオ分析で、それが極めて明確になったと思っております。

冒頭、事務局の方からありましたように、今後イノベーションを進めていくということですが、それは極めて不確実であります。私ども鉄鋼業は、単一産業としては最大のCO<sub>2</sub>排出量であり、各社、全力で取り組んでおりますが、水素という大変危険な物質を1,000度以上の高温で使うというのが水素還元製鉄でありまして、当然、地球上に存在していない技術をどのようにして開発し導入していくかということでありまして、正直言います、いつ開発ができるか、誰にも分からないわけです。

もちろん世界中の鉄鋼メーカーが同じ課題を抱えております。国からの支援を頂いて、他国に先駆けて開発にめどをつけるという自信はありますが、いつ、めどがつくかは分からないと、これが実態であります。

従いまして、電力の話に戻りますと、電力部門は既にある程度脱炭素の技術が確立されている、すなわち現実的な選択肢があるということだと思いますので、安定供給とコスト抑制、これが絶対に外れては困ると思います。コスト抑制、その上でドイツのように、産業ごとの国際競争力を考えた料金の適用と、このようなことまで考えていただきたいと思っております。

現在、国内の鉄鋼生産を極力残すために様々取り組んでおりますが、正直言います、海外で上げた収益で国内の生産、雇用も維持しているのが現実であります。それを改善すべく取り組んでいるわけですが、日本で何としてもゼロエミッションの生産プロセスを開発し、日本でカーボンニュートラル社会の実現、これを日本の成長力を取り戻す機会にしたいと思っておりますのでぜひともよろしくお願ひしたいと思っております。

以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。次は山口委員。

○山口委員

どうもありがとうございます。まず、秋元委員には非常に詳細な評価をいただいて、全体像が見えてきたというふうに思っております。感謝申し上げたいと思っております。

その中で何度かご指摘あった点は、数字に現れない条件を見るべき、あるいは最初の資料でもありましたけども、不確かさがあること、それから、さまざまな制約条件があること、そういうことに留意しなくてはいけないとおっしゃっていらっしゃいました。全くそのとおりでと思うのですけれども、ただ、ここでは、不確かさがあると言っているわけでは駄目で、その不確かさというのはどういうところにあるのか、それを政策でどうカバーするということを示さないといけないと思います。

すなわち、エネルギー基本計画がリアリティーのある計画でないといけないわけで、そうすると、これからどの技術開発に優先的に取り組んでいくかの、それから不確かさをどういう政策でカバーするのか、そういった優先度をわれわれは読み取っていく必要があると思います。

特に、今日はコストということでご説明いただいたわけですが、特に、産業用の電気料金は日本の場合には、米国や韓国などの2倍というようなことで、やはり評価の中にコストの制約というものを考慮しなきゃいけないと思います。

それからもう1点、セキュリティーあるいはレジリエンスなどの安定性と、そういった視点が必ずしもものようには入っていないと思います。それから技術のハードルの高さ、そういう視点も同様です。やはり、その点をシナリオで検討するときの評価軸に、新たに加えて分析をしていくということが、1つのこの場のミッションじゃないかと思います。

先週に、原子力の分野ではニュース流れまして、米国で3位の原子力発電所ドミニオンエナジー社の1号機、2号機が80年運転許可を取得したというニュースが流れました。これによって、その2機は2053年まで運転できる。バージニア州のカーボンフリー電源の92%をこの2機が供給する。それで2045年までには電力の100%、これがカーボンフリーになる。それだけではなくて、900名以上の雇用や経済効果、そういったものをもたらされるというふうなお話、ニュースが流れておりました。電力部門を脱炭素化することは大前提であるというお話、秋元委員からありましたが、まさにこういう形で原子力というものはそれに役に立つと思います。

原子力発電所は、実際に年々運転経験を積まれる、そして、新知見を取り入れることによって性能、安全性は進歩しているわけです。現実には、それはエビデンスとして米国では、2020年のデータでは、原子力発電所は設備利用率が92.5%、それは他の地熱が74%、LNGが57%、水力41%、風力、火力が35%、25%といったものに比べると非常に良い性能を持っているわけです。

このように考えますと、既設の原子力発電所を最大限に使っていくこと、それから、時間のフェーズを考えること、これは重要でして、技術開発などにリードタイムがあるということを意識しますと、新型炉や新設炉、この計画も今動き出すということが大切であると思います。そういったことによってエネルギー政策の自由度は向上するものと考えます。

以上でございます。

○白石分科会長

松村委員お願いします。

○松村委員

申し上げます。

まず、今回のシナリオ分析で、とても詳細な分析を示してくださってありがとうございます。多くの人がいろんな情報を共有できたと思います。

その上で、再エネ 100%に近いシナリオは、費用について衝撃的な数字が出てきたわけですが、これに関しては、秋元委員も正しくご指摘になっているとおりに、既にある既存のオプションを捨てることのリスクが非常に大きいことを示しているとの主張は、このシナリオの理解として正しいと思う。一方で、再エネ 100%が、もう合理的な費用では実現不可能なのだと、あるいは、非常にコストが高いからそのシナリオは捨てるとの判断は誤りだと思っています。

どういうことなのかというと、これは実際には、ここの想定を大きく外れて、他の団体が主張しているような再エネのコストが非常に低い状況なれば、全く話は別になってくる。本当に費用が低く正しく制度が設計されれば自然体で普及するはず。他のオプションを捨てる必要はないのと同様に、再エネ 100%という選択肢も捨てる必要はない。

再エネ 100%という道を、決して閉ざさないように。その可能性は常に制度として残しておきながら、他のオプションを捨てないことが合理的であることを、今回の分析は示しているだけであって、それ以上の意味をここから強く読み込んで、特定の電源は残さなくてはいけないという議論にならないことを願っております。

小さな質問です。秋元委員のご説明で、2度ほどここで示された電気代は、託送料金が入っていないので、これに託送料金をプラスしたものが電気代だというご説明があったのですが、ということは、論理的には統合費用の中には託送原価に入るようなコストは、何も入っていないということではないとつじつまが合わない。託送料金には調整力調達の固定費等も入っているはず。託送料金はそもそも低圧、高圧、特別高圧でかなり違うので、言及された 10 円というレベルは大雑把な、雑な議論だったというのはともかくとして、概念としてその理解が本当に正しいかを確認してください。

以上です。

○白石分科会長

山内委員。

○山内委員

ありがとうございます。私から 2 点申し上げたいのですが、1 点目は先ほど山内委員がおっしゃったことに近いのですが、1 つは、このシナリオを考えるときに、将来の不確実性、あるいは技術の不確実性があるということで、もちろんシナリオというものは確実なものではない、確定的なものではないということではありますが、一方で、将来のシナリオというものがどう変わっていくかということは、先ほど山内さんがおっしゃっていたとおり、政策の在り方、あるいは技術に対する重きの置き方など、そういったと

ころで大きく変わっていくということがあります。

その意味では、われわれは将来を見て、非常に先のことですから全部を確実にすることはできないのだけれども、それに向かって何が技術的に可能なのかとかいう、そういったもう少し詳細な情報、そういったものを前提として、政策として何を強調すべきかということなどを議論すべきだと思っています。

先ほどありましたように、原子力など、その辺のことについてもかなり技術的に確立されているということもありますし、それから、一定程度再エネについてはそういうものがあるのかも分かりませんが、それ以外のところでどんなところを推進すべきなのか、それによってマーケットが開いて、マーケットが開けばそれによって新しい産業が興っていくということだと思いますので、そういった点は明確にするべきだというふうに考えています。

2つ目はこれに関係するのですけれども、シナリオ分析は非常に精緻に行われていらっしやって、そして、まさに皆さんおっしゃったとおりよく分かったというのが現実ですし、それから、結論は非常に妥当なものだというふうに思いますが、1点、今、松村さんもおっしゃっていましたが、それぞれのシナリオが完全に独立して、これだけのシナリオではないということは明確です。

例えば、再エネ100%というシナリオがあるのですけれども、一方で、再エネのコストが下がるというシナリオがあって、それが絡んでくるとまた違ってくるとのことだと思いますので、その辺の関係を考えてもらって、ここでこれが確定したものではなく、これはまさにここで言われたシナリオが非常に参考になるものということですが、ただ一方で、次にシナリオがよりフィジブルなものを選択していく、あるいは現実的なものとしてわれわれは提示していくというときに必要なことは、要するに、今、もう随分上がっていますけれども、再エネ100%で電力料金が60円以上になってしまい、そのときに電力消費量が1兆kWhであるという、大体このようなお話だったと思いますが、当然そうなってくると、その段階での産業の在り方、あるいは先ほども出ました経済の成長はどうなるのかということについてはフィードバックされるべきです。このモデルで全部フィードバックするということではないのですけれども、いくつかのシナリオにおいて、それが実現したときにどういう経済の段階、成長をたどるのか、あるいは、前回に私が申し上げ、前々回に寺島さんもおっしゃっていましたが、そのときの産業構造がどうなっているのかということについて、詳細にシミュレートすることは無理かと思いますが、おおよそのところについてそういったもののヒントが与えられれば、どういったシナリオがフィジブルであり、取るべきであるかということも分かってくるのではないかと思います。そういったことを進めていただければと考えます。

以上でございます。

○白石分科会長

武田委員。

○武田委員

ありがとうございます。音声のみで失礼いたします。

本日は、定量的な姿をお示しいただきどうもありがとうございました。既に多くの委員がおっしゃられましたけれども、私も大変有意義な試算結果が示されたと考えます。分析いただきましたR I T Eの皆さま、ご説明いただいた秋元委員に感謝申し上げます。

2点意見を申し上げます。1点目は、戦略的なイノベーションの重要性についてです。本日のシナリオ分析では、いずれのケースにおいてもイノベーションの実現なしにはカーボンニュートラルの達成は難しいことが示されたことが、大きなインプリケーションであったと考えます。言い方を変えますと、カーボンニュートラルの達成に向けては、既存技術の延長ではなく、非連続的なイノベーションが求められると思います。

先ほど橋本委員から具体的にお話をいただきましたけれども、技術の実装には不確実性を伴うことは、前提にしておくべきと考えます。同時に、薄く広く取り組んだ結果、どれも実現しないということは回避しなければならないと考えます。

従って、産業競争力向上に資する分野や、エネルギーの安定供給と脱炭素の両立実現に不可欠な技術をしっかり見極め、優先度、重要度の高い分野で着実にイノベーションを実現するための戦略が必要と考えます。

また、イノベーションの実現には、民間企業の研究開発や投資誘発の観点に加え、その技術が社会に普及、実装され、企業や家計の脱炭素化に向けた行動を促す視点が重要と考えます。

つまり、戦略的、重点的分野を見極めるとともに、企業や家計の脱炭素化に向けた取り組みを促し、産業の構造改革や経済社会の変革によって、国際競争力の向上につなげるという全体像、グランドデザインの策定をぜひお願いしたいと思います。

2点目は評価軸についてです。本モデルはコストが最小となる絵姿を示していただいたと思います。コスト最小化の観点はもちろん重要でございます。他方で、コスト以外にも考慮すべきポイントがあると思います。3E+Sを掲げているとおり、安全性や安定供給の観点、コスト対比で見た経済波及効果や産業政策との関係性、温室効果ガス以外の環境負荷や社会的コスト、国際情勢を踏まえた経済安全保障やエネルギー自給率の観点等があると思います。全てを定量化することは困難であることは承知しておりますが、今後、これらの観点を客観的にどう評価する枠組みをつくっていくのかも論点と考えます。

以上です。ありがとうございました。

○白石分科会長

村上委員。

○村上委員

どうもありがとうございます。2050年に向けたシナリオ分析等結果の説明を大変ありがとうございました。いずれのシナリオも困難な課題があるということは認識していましたが、その規模感が分かる1つのデータを示していただけただけかなと思います。



この結果は、インプット次第で大きく変わっていくということも大切なメッセージであると受け止めました。また、今、武田委員がおっしゃられたこと、全て非常に大切だなと思って伺っておりました。

私からは4点意見を申し上げたいと思います。

まず、需要を減らしていくことの重要性を改めて示された、というふうに考えております。需要イノベーションシナリオでは、カーシェアとライドシェアだけの想定だということでしたけれども、ビルや家屋のゼロエミッション化やコンパクトシティ化などを含めて、もっと需要を減らすケースを考えていかなければいけないなというふうに思いました。

2点目は、原子力についてです。原子力の発電コストは、国際的な水準は13円と示されていますけれども、これは日本の現状に本当に合ったものなのかという疑問を持ちました。現在、並行で行われているコスト検証の委員会の議論でも、新設の場合の建設費や、稼働年数、設備利用率など、いずれも最近の海外や、および日本での実績値とかけ離れた数値であるというような専門家の指摘もあるというふうに聞いています。

例えば、37ページに建設コストは4,075\$ /kWを採用したとありますけれども、32ページのIAEAの資料を見ると、中国は3,000ドルぐらいですが、アメリカやフランスは8,000ドルを超えているということで、日本が欧米の半額でできるということは、なかなか素人的に考えても難しいのではないかと思います。

例えば、新設コストを8,000\$ /kWとか、60年稼働の既存原発は半分にするとか、設備利用率は70%にするとか、より現実的なデータで試算することも必要ではないかなというふうに思いました。本日も原子力リプレース待望論がたくさん聞かれましたけれども、本当に安くなるのかということもしっかり検討していただきたいと思います。

3点目は太陽光です。21ページにあるインプットデータですが、再エネ100%ケースは、②の再エネイノベーションコストで入れるべきではないかというふうに考えました。また、太陽光パネルの設置場所の問題が示され、現在の参考値以上はなかなか難しいというニュアンスのご説明がありましたけれども、2050年に520ギガワットが可能とする自然エネルギー財団に問い合わせたところ、2050年には事業用の大規模設置型よりは、民生や工場のルーフトップ、工場の敷地内立地などが増加する。プロシューマタイプの発電設備が増大し、水上や営農型など、新分野でも拡大することが想定されているということでした。

こうなると、統合費用などももっと低減させていくこともできるのではないかなというふうにも思います。

以上のことから、松村委員も別の角度からご指摘をされていましたが、今の段階で再エネ100%のシナリオを否定してしまうということは、おかしいのではないかなというふうに考えます。

最後にもう1点、この分析そのものですが、12月の審議会でシナリオ分析というのはモデルによって結果が大きく異なってくることから、複数のモデル解析を求めるといった意見が何名かの委員から出ていました。最初のご説明の中で、さまざまな機関も試算をしてほ

しいということをおっしゃられていましたけれども、少なくともヒアリングでご説明くださった、国立環境研究所さんには試算を依頼してはどうかと思います。

そして、その結果は一般市民にも分かるようにインプットおよびアウトプットを一覧表にするなどして、分かりやすく示していただけると、この審議会だけでなく、市民や学生の間でも議論が可能になるのではないかと思います。長くなって失礼しました。

以上です。

○白石分科会長

それでは、翁委員どうぞ。

○翁委員

もう皆さまのおっしゃったことと重複しておりますけれども、3点だけ申し上げたいと思います。

1つはやはり本日、コストが明らかになって、産業競争力とかいろいろな影響が大きそうだなということが分かってきたと思っております。その意味では、コストがどういうふうに産業の変化に影響していくのかとか、生活への影響がどのような程度になるのかとか、そういった点について今後は議論を深めていくことが必要になってくると思われました。

2点目は、先ほど武田委員もおっしゃいましたけれども、やはりイノベーションの重要性が非常に明らかなったというふうに思っております。CCSとかアンモニア、水素とか、いろいろなイノベーションの重要性が指摘されておりますけれども、技術のハードルの高さもいろいろあると思えます。日本としてどういう戦略で考えていけばいいのかについて議論していく必要があると感じました。

最後に、このモデル自体にはさまざまな前提がございますし、また、社会的、物理的な制約も考えていない前提を最初にお話しいただいておりますので、それらの前提をこれに加えてどういうふうに変化するかということを、貴重なこのモデルを活用して検討を深めていければと思います。

以上でございます。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。次は、小林委員。

○小林委員

小林です。非常に精緻な分析をしていただきまして、ありがとうございます。

まず、私からは、もう既に皆さんがおっしゃられたことと重なりますけれども、3点簡単に申し上げたいと思います。

まず1点目は、再エネ拡大においては、統合費用の問題が非常に大きく関わってくるということを理解いたしました。ということで、統合費用をどういうふうにしたら削減できるのかという点をさらに深掘りしていく必要があるのではないかとこのように思いました。

それから、2点目ですけれども、今日はいろいろなシナリオに基づいた分析をしていただきましたけれども、1つのシナリオを選ぶということではなくて、今後の技術の進展等

を含めて、やはりフレキシブルに対応をしていかなければいけないということが今日の分析の中から分かりましたので、今後の検討の中ではどういう組み合わせ、あるいは、このシナリオから次のシナリオに移るときに、どのような準備をしておくのかということの視点も入れていく必要があるのではないかと思います。

それから、3点目は、これも皆さんおっしゃられましたが、電力料金の上昇は、産業界に大きなインパクトを与えるということですのでけれども、やはり産業界と、一般の市民、消費者であり、需要者との間ではどうしてもいろいろな議論の中で分断があると思います。産業界に与えるインパクトだけではなくて、これが全ての国民に対しての大きなインパクトがあるということを前提に、国民全体に理解できるよう、そして、議論が進むような分かりやすい発信の仕方、そして、その発信の方法も、異なるジェネレーションがこの議論に参加できるよう工夫をしていただきたいと思います。

以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。少し時間が押していますが、どうも秋元委員ありがとうございます。コメントをぜひよろしくお願いします。

○秋元委員

どうもたくさんご意見、ご質問いただきましてありがとうございます。ご意見についてはお伺いしておいて、事務局とまたご相談させていただいて、今後どうするかということを決めていきたいと思っています。ご質問の点について、主にお答えしたいと思っています。

まず、田辺委員から2030年の目標引き上げによる影響ということのご質問があったと思いますが、今回2030年に関しては、これまでのエネルギーミックス固定ということで分析しています。また、今のNDCを前提としています。

ただ、2050年ということですので、その2030年をいじったから劇的に何か動くかということ、私の感覚からすると、それほど大きくは動かないのではないかと気はします。もちろん、若干コストが動くなどそういうことはありますが、そういう感覚を持っております。

太陽光の系統接続無しという表示が何かということでしたが、記載漏れでございまして、系統接続無しというのは、系統を接続すると統合費用がかかるので、そこを介さずに、例えば水素製造を行うとか、ダイレクトエアキャプチャーのエネルギー、電気を供給するなど、そういうところを直接的にやるというオンサイトのそういうシステムを別途考慮して、統合費用が上がり過ぎないように考慮をしているということですので、基本的に水素製造であるとか、DACの電力ということでお考えください。

あとは、水本委員からは2030年の分析は可能かということですが、このモデル2100年まで分析しております。2030年についても、これまで過去に分析は当然ながらこのモデルで政府の依頼も受けながらやったこともございます。ただ、2030年となると、また精度の問題ということもございまして、2030年という、9年、8年先でございますの

で、そういったところでどれぐらい精度があるかということに関しては考えながら分析をどうするかということは、これも事務局とご相談ということかと思っています。

柏木委員からは、強靱化というところで、モデルではコストだけが評価されていて、強靱化というところが入っていないのではないかとということで、それに関して何かの考慮があってもいいのではないかとということだったと思いますが、まさにご指摘のとおりだと思います。今回の分析は、コストを重視して、コストの評価軸でしていますので、強靱性や安定供給といった部分に関しては、若干未考慮というところがございますので、モデルでどう考慮するのかということはある分析かなと思います。

高村委員からは、1点再エネイノベケースで電力需要が上がっている点についてご指摘があり、ご説明が漏れましたが、再エネが増えてくるとバッテリー、蓄電池で賄うという部分がございますので、そこでロスが生じたりしますので、そういったことも電力消費量を上げるというような要因になっております。

電力の限界価格について、松村委員からご質問があったと思いますが、少しご説明追加で申し上げますと、電力の限界価格はどうモデルで導いているかといいますと、少し専門的な用語ですが、送電端の発電電力量に対するシャドウプライスは限界費用になりますので、そのコストを見えています。ただ、一般的に申し上げますと、統合費用等はその後の送配電の方に入ってくると思いますが、今回の分析上、再エネ分析の都合上ですが、VREに乗せていますので、そういう面では統合費用についてはここに入っています。一方で、送電端以降についての既存の送配電システムに関しては、この限界費用の外にあるということがございます。よって、先ほどご説明した託送料金相当の10円ぐらいを足すと、イメージ感として合いますということですが、厳格にそういうことではございません。それに、例えば小売りの営業費用とかそういうものも乗ってきますので、そういう面ではもう少し高いかもしれません。ただ若干、松村委員がおっしゃったように、少し統合費用との重複があるのではないかとということに関しては、全くないとは申し上げませんが、少しそこに関しては増える部分もあるし、減る部分もあるし、よっておおよそ10円ぐらいを見ておいていただきたいということがございます。詳しくは、もし松尾さんから追加があればおっしゃっていただきたいと思います。

その他は、大体そういうところかなと思います。あとは、村上委員から原子力のコストに関して13円は安いのではないかとということでおっしゃられましたが、われわれとしては、少なくとも過去の2015年の発電コスト検証委員会のコスト推計よりはだいぶ高い数字を入れていて、相当保守的に見込んだというふうには思っています。ただ、発電コスト検証ワーキンググループは、今進んでいますので、その結果も踏まえて、また検討したいと思います。

○エネ研松尾

今、秋元委員がおっしゃったとおりで、基本的に重複はないものというふうを考えています。

以上です。

○白石分科会長

では、事務局の方、お願いします。

○飯田資源エネルギー庁次長

簡単にですが、まず、1番目は、繰り返しですが、参考値はあくまで参考値でございます。これが上限、政策目標ではないので、これはまず申し上げておきたいと思えます。

それから、高村委員から、この場というよりはむしろグリーン成長戦略を策定した際に、英国からご意見を頂いたことがあって、少しご説明を載せさせていただいておりますけれども、英国はいろんな分析をされておまして、従って、今回の資料も英国の方にお見せをして、使うことのご了解を得て配らせていただいているところでございます。

それから、追加で、資料1の21、22ページ目、イノベーションが大事だというご指摘があったのですが、大変重要なイノベーションの課題については、グリーンイノベーション戦略をつくって、2050年までの行程をつくって、2兆円の基金を含めて取り組むことは別途やっておりますし、これ以外にも革新的環境イノベーション戦略という、もう少し広範な2050年カーボンニュートラルに向けたイノベーションの取り組みを別途進めておりますので、まさにエネルギーの検討と並行して、今回話題になりましたイノベーションについてもしっかり進めていく必要があります、大事なものを選んで工程表をつくってしっかり進めていくということだと思っております。

以上です。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。今日は少し時間超過してしまいましたが、秋元委員、本当にありがとうございました。

2050年に向けて、いろんな不確実性があるということは、われわれよく分かっていると思えますし、今回のシナリオ分析におきましても、いくつか非常に大きな前提が置かれていて、率直なところ私から見ると、この前提は非常にハードルが高いと思うものもございます。この数値をどなたか指摘されましたけれども、目標値と受け止められて独り歩きするということのないよう、ともかく願っております。

今日、いろいろご指摘いただきましたように、2050年に向けましては、どのような課題があって、それにどのように対応すべきかという方向性の部分について、いろいろこれからまた考えていくことが重要と考えています。

それでは、最後に保坂長官からよろしくお願いします。

○保坂資源エネルギー庁長官

遅くまでありがとうございました。委員の皆さんありがとうございます。それから、秋元委員、RITEの皆さん、ご協力いただいたエネ研の皆さんありがとうございました。

もう遅いので簡単に申し上げますと、これはあくまでモデルでございますので、目標値を示したものでもございませんし、むしろ乗り越えるべき課題を明らかにしたということ

でございますので、この課題に向けてどういう政策をつくり、どういうビジョンをつくり、それから、いくつか出ていますけれども、イノベーションのどこを優先していくのか洗い出していくということでやっていることでございます。引き続き、皆さまとご議論させていただきながら進めたいと思いますので、よろしくお願い申し上げます。

以上でございます。

○白石分科会長

どうもありがとうございます。

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を差し上げたいと思います。今日はどうもありがとうございました。