

第 66 回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会

日時 令和 6 年 12 月 3 日（火）14：30～17：07

場所 経済産業省 本館 17 階 国際会議室（t e a m s との併用）

1. 開会

○隅分科会長

それでは皆様、定刻となりましたので、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会をただいまより開催いたします。

今日の分科会も、対面の方とオンラインの方で参加されておられます。また、今日も議事の公開はY o u T u b e の経産省チャンネルで生放送とさせていただきます。

2 時間半という長時間を予定しておりますけども、どうぞよろしくお願いいたします。

それでは、開催に当たりまして、村瀬長官より一言ご挨拶をお願いいたします。

○村瀬資源エネルギー庁長官

本日も、ご多忙中ご参集いただきまして、誠にありがとうございます。

本日で 12 回目を迎えまして、これまで様々な議論を深めていただきましたけれども、今回は、2040 年のエネルギーミックスに向けた検討ということで、シナリオ分析についてご検討を深めていただく会になってございます。複数の専門機関の方々にも今回ご参集いただきまして、ヒアリングをさせていただきたいというふうに考えてございます。誠にありがとうございます。

その上で、本日はエネルギー基本計画の骨格（案）についてもご議論いただくということになってございます。これまでの議論にもありましたように、エネルギーをめぐる状況というものは非常に不確実性が高まっていると。安全保障上の状況、それから地政学的な状況もますます混迷を極めているという状況の中で、2050 年エネルギーのカーボンニュートラル化に向けた動き、それから G X ・ D X の動きについても非常に不確実性が高い中で、しっかりとエネルギーミックスを示していくことは非常に重要だと思ってございます。そのしっかりとしたという中には、不確実性の中で、柔軟性が高く、そして対応力の高いミックスに今回はしていく必要があるというふうに考えてございますので、本日もご議論のほどよろしくお願いいたします。

○隅分科会長

村瀬長官、どうもありがとうございました。

プレスの皆様は、ここでご退席とさせていただきます。

2. 議題

関係機関からのヒアリング

○隅分科会長

それでは、議事に入ります。

本日は、次期エネルギー基本計画の策定に向けた本分科会での議論を深めるため、関係機関からヒアリングを実施したいと考えております。また、事務局より、次期エネルギー基本計画の策定に向け、骨格（案）も示しております。

今回プレゼンテーションいただきますのは、国立環境研究所から日比野様、地球環境産業技術研究機構（RITE）から秋元様、地球環境戦略研究機関（IGES）から栗山様、デロイトトーマツコンサルティングから濱崎様、日本エネルギー経済研究所から松尾様、マッキンゼー・アンド・カンパニーから和田様でございます。皆様、今日は大変お忙しいところお集まりいただきまして誠にありがとうございます。

それでは、まずは事務局から各社への依頼内容を説明した後、各社からプレゼンをいただきます。その後で、まず各社同士でのご質問、ご回答、この時間を設けさせていただいております。そして、その次に、委員の皆様よりご質問をいただきますけれども、大体、委員の皆様7人程度ご質問をいただくごとに、各社の皆様からご回答をいただくという進行で進めさせていただきます。

各社のご説明は、進行上の都合から、恐縮ながら7分程度とさせていただいておりますので、6分経過したところでベルにてお知らせいたします。

また、ご説明の際に、資料につきましては、スライド番号をお伝えの上、ご説明をお願いします。ご説明の順番は、今ご紹介した順番でやらさせていただきます。

では、最初に事務局から、各社へ依頼した内容及び次期エネルギー基本計画の骨格（案）について、まず説明から入ってまいります。

それでは、畠山次長、お願いいたします。

○畠山資源エネルギー庁次長

ありがとうございます。

それでは、資料1をご覧くださいと思います。

まず、右下2ページでございます。2040年度エネルギーミックスに向けた検討の方向性でございます。

少し背景の状況を書いてございますけれども、最初の黒ポツのところですが、ウクライナ侵攻、それから化石燃料開発への投資減退などによって、今後も量・価格両面で化石燃料の供給が大きく変動する可能性、リスクがあるということでございます。

2番目、気候変動対策は、実際、目標と現実の乖離が大きくなる傾向が出てきておりまして、脱炭素に関する各国の動向にも変化が見られるところでございます。

三つ目の丸、世界におきましては、2050年ネットゼロ実現に向けて、さらなるイノベーションが不可避な状況でございまして、今後の技術開発に対する期待が高まっているところでございます。

四つ目の丸、I E Aでございますけれども、今年 10 月に公表した「W o r l d E n e r g y O u t l o o k 2 0 2 4」においても、「将来のエネルギー需給の姿に対して単一の見解を持つことは困難」と指摘をいただいております。

こうした中、五つ目でございますけれども、様々な不確実性が存在することを念頭に、エネルギー需給について、複数のシナリオを用いた幅のある内容とすることとしたいという方向性を示させていただいております。

次、3 ページでございます。今日おいでいただいている専門機関への依頼内容でございます。

まずもって、本日ご出席をいただいております専門機関の皆様、分析を行っていただいたことに御礼を申し上げたいと思います。ありがとうございます。

その上で、どういう依頼をしていたかということが、そこにまとめてございますけれども、各機関のシナリオ分析結果、これを比較・検証可能なものとするため、以下の 6 点について要請をしております。

一つは、まず中環審・産構審合同会合での議論を踏まえ、2030 年度 46%削減と 2050 年ネットゼロを直線的に削減が進んだケースを分析に含めること。これを一つお願いしております。

二つ目、できる限り S + 3 E が確保された水準とすること。

3 番目、経済活動量を過度に損なわないこと。

四つ目、諸元の設定につきましては、政府の審議会等における議論と整合的な水準とすること。

5 番目として、脱炭素化に伴う社会全体のコストを最小化する観点から、再生可能エネルギー、水素等、C C S の技術・コストなどに着目したものでしていただきたいこと。なお、各分野の技術開発が期待されたほど進まず、コスト低減が十分に進まない場合についても、可能であれば分析をしていただきたいということでお願いをしております。

その上で、⑥ですけれども、分析対象は温室効果ガス排出全体であること、それから国際的なエネルギー価格差を踏まえた分析等をしていただくこと。

こういったことをお願いしております。

右下 4 ページでございます。これは、先ほど触れた中環審・産構審で 11 月 25 日に示された資料でございます。右下をご覧くださいますと、2050 年ネットゼロ実現に向けた我が国の明確な経路として、直線的な経路を軸に検討を進めることでどうかということで議論が進んでおります。

右下 5 ページでございます。足元の削減は、オントラックということで進んでいるんですけれども、その中身を少し分析してみますと、最終エネルギー消費量、これが減っているということであるんですけれども、実は 2013 年度から 22 年度のおおよそ 10 年間で約 5,700 万 k L 最終エネルギー消費は減っているんですけれども、そのうちの 4 割を超える 2,500 万 k L については、活動量が低下をしてきたことが要因だということで分析がされております。

す。

少し飛んで、右下7ページをご覧ください。カーボンニュートラルに向けた排出削減と経済成長を共に実現する上では、①、②とありますけれども、海外との相対的なエネルギー格差を縮小させること、②として、日本の高付加価値製品による海外市場開拓を加速すること、こういうことが必要かというふうに考えております。

その上で、8ページ、複数シナリオの考え方でございますけれども、2040年度のエネルギー需給の絵姿は、必然的に技術革新の進展に大きく影響を受けることになりますので、その意味で、供給側を中心として、主として再エネ、水素等、CCSに着目して、技術進展の水準に着目して、以下のシナリオを設定しております。以下、①、②、③、④、⑤と下にありますけれども、再エネが進んだケース、③番、水素・新燃料が、コスト差が進んだケース、④、CCS活用が進んだケース、それから、それらが全て進んだケース、①ですね。それから、それとは異なるものとして、⑤として、技術革新、技術のコスト低減が十分に進まなかったケース、こういったケースもシナリオに加えるということでやっております。

9ページでございますけれども、重要となる視点でございますけれども、下、①、②、③とありますけれども、脱炭素を進めつつ最大限の経済成長を目指すこと、それからエネルギー需給全体のコスト最適化を図ること、それから海外との相対的なエネルギーコストの比較も行うこと、こうした点と整合的なシナリオ分析を活用して検討していこうと。こういうことで考えております。

それから、資料2をご覧ください。これが次期エネルギー基本計画の骨格でございます。

やや目次のなものになっておりますけれども、概略だけ申し上げますと、まず福島第一原発事故後の歩みについて、しっかり、まずまとめたいと思っております。

それから、前回のエネルギー基本計画からの状況変化。

その上で、Ⅲとして、エネルギー政策の基本的視点。

Ⅳとして、政策の方向性で、需要側、それから脱炭素電源の拡大ということで、再エネですとか、原子力ですとか、火力発電の脱炭素化。それから、4.として、次世代エネルギーの確保として、水素、アンモニア、合成メタンなど。それから化石資源の確保、CCUS、重要鉱物の確保など。

それから、Ⅴとして、イノベーションがやはり必要でございますので、イノベーションについて触れるとともに、最後、Ⅵ.で国民各層とのコミュニケーションについて触れると。

こういうことで、まとめていきたいというふうに思っているところでございます。

私からは以上でございます。

○隅分科会長

畠山次長、ありがとうございます。

それでは、ここからヒアリングに入ってまいります。

先ほど申し上げました7分程度で、ひとつよろしく願いいたします。

それでは、まず国立環境研究所の日比野様よりお願いをいたします。

○国立環境研究所日比野研究連携コーディネーター

それでは、国立環境研究所の日比野のほうから、我々のチームが分析した結果についてご紹介させていただきます。

めくっていただき、1 ページ目は、ちょっと「はじめに」なのでスキップさせていただいて、2 ページ目をご覧ください。こちらは今回の分析に用いたモデルの構成になっております。

まず、前提とする GDP や人口を基に、一般均衡モデルのほうで経済のバランスを考えつつ、マクロフレームを設定いたしました。その作りましたマクロフレームを所与として、②の技術選択モデルを動かしております。技術選択モデルにつきましては、活動量を外生的に付与しまして、内生的に資本費や運用費、エネルギー・炭素費用など、経済合理性に基づく技術選択の下、技術選択を決定して、その結果として、電力需要やその他のエネルギーを計算するロジックになっております。

こちらのモデル、1 年単位での計算になっておりまして、今、電気の問題になりますと、やはり 1 時間単位の需給バランスというところを確認する必要があるかというところがありますので、技術選択モデルで計算した結果を電源計画モデルのほうに引き渡し、ただ、年単位のものでありますので、時間単位、地域単位に展開したものを渡して、電源モデルのほうで時間単位の需給バランスを見ているところでございます。その時間単位のバランスを見る中では、再生可能エネルギーの解列とか蓄電池、また系統をどの程度増強しなければいけないかということも併せて分析をしているところであります。

最終、電源計画モデルから出た電力需要量、それをもう一回技術選択モデルのほうに戻しまして、その出た結果に基づいて、日本全体のエネルギー消費量、エネルギー起源の CO₂ 排出量を推計するところでございます。このモデルと並行して、エネルギー起源 CO₂ 以外のガスについても、技術選択モデルと同じフレーム、ただ、こちらは価格に基づく技術選択というよりは、外生的に各種対策導入のシナリオを与えて、それに基づく計算をしているところでございます。

技術選択を内生的にと申し上げましたが、なかなか技術効率とか活動量の低減の辺り、必ずしも価格で動かないものもございますので、そういうのは外生的に与えているところもありますが、その辺について、何が内生で何が外生かについては参考資料のほうでお示ししておりますので、時間のあるときにご覧いただければと思います。

続きまして、今回の分析でどのようなシナリオを前提としたかというのを 3 ページにお示ししております。

まず色を見ていただくと、赤いところと青いところがございます。赤いところは技術進展シナリオと呼んでいるところではありますが、こちら、NDC は 2030 年で達成できるのですが、その 2030 年までというのは、それほど大きな革新技术の導入を見込んでおりません。その延長線上でいったらというようなケースを一つやっております。結果として、これはネットゼロには届かないという結果を後でお見せすることになるのですが、こうしたケース

を一つやっております。

それと並行して、2030 年以降、革新的技術の普及が進んだら、さらにその上に幾つかの社会変容、中身については後ほどご説明いたしますが、そういったものを想定して行ったシナリオを分析しております。

そこに書いてありますように、①から③までのケース設定をしておりまして、①は、再生可能エネルギーは相対的に低位であり、CCUS も低位であると。結果として、残る水素・新燃料がほかよりも多く入っているというケースになります。

②につきましては、再生可能エネルギーが低位であり、CCUS が高位であって、結果として水素も相対的には低位なシナリオになっております。

③については、再生可能エネルギーが高位になっております。

その下の表の中に、違うところを赤で見せておりますけれど、一つ自給率、新燃料をどの程度国内で作るかというところがあるのですが、再生可能エネルギーを高位にするケースにおいては、自給率をやや高めな設定をしているところがございます。あとは、名前のとおりでございますので、時間もありませんので、数字を追いかけることはスキップさせていただきます。

4 ページ目に、今回の想定を行ったシナリオを示しておりますけど、ちょっとご留意いただきたいのは、こちらは社会変容を行う前のシナリオでありまして、具体的に社会変容にどういう想定を置いたかというのを 5 ページ目にお示ししておりますが、基本、DX とサーキュラーエコノミー、こういったことによって、素材生産の需要がサービスを損なわない状態で低減していたり、移動、衣類、食物、そういったものの低減を見込んでいるようなシナリオになっております。数字を見ていただきますと、少ないもので 2 ～ 3 % から 30 % ぐらいまでの幅を持ってサービスの低減を見込んでいるものでございます。

6 ページ以降に、今回の分析に伴う結果を示しております。6 ページ目、左側がエネルギー起源 CO₂ で、右側が温室効果ガスで、堅調に低減できているところをご覧いただけるかと思います。

7 ページ目に、排出経路で、今回直線で低減したケースということでありますので、①から③のケースについては、ほぼ直線で低減するような結果になっております。

ここから、いろいろな切り口でのエネルギー消費量についてご説明させていただきますが、まず最終エネルギー消費量です。

技術進展ケースは NDC の延長で、革新的技術を見込まないケースでありますけど、40 年、50 年、結構、赤やオレンジ、黄色という化石燃料が残存しているところでございます。2050 年ネットゼロを実現するためには、やはり、対策をしない化石燃料が残りに残っているというのはネットゼロ実現が難しいものがありますので、その部分について、かなり新燃料が入っている濃い青色のところは合成燃料であったり、青が水素だったりするところでございます。あと、ちょっとバランス的に分かりにくいかもしれませんが、紫の部分が電力になりまして、電化率の向上というのにも期待されております。

続いて、電力需要量でございます。産業、家庭、業務、運輸といった最終エネルギー消費部門の電力需要量は、省エネが進展しますけど、やはり電化とかＩＣＴの進展もございまして、大きな変化、低減することなく、横ばいぐらいで推移しているところでございます。加えて、新燃料を国産する分、その分の電力需要が増加するところが見てとれるかと思えます。

10 ページ目、こちらが発電電力量の構成になっております。20 年の段階では赤い石炭が残っておりますけど、2040 年にはもう石炭がほぼなくなっている状態でございます。2050 年まで行けば、ほぼ脱炭素電源 100%でなっているところでありますけど、再生可能エネルギーだけでは難しく、ＣＣＵＳや水素、火力発電といったものも導入されているところでございます。

11 ページ目が、洋上風力と太陽光発電の導入量でありますけど、こちらはスキップさせていただいて、12 ページ目に、電源モデルのほうで、蓄電のコスト、また系統増強をどの程度するかというのが、結構、結果に大きく影響を及ぼすところでありますので、蓄電のコストや系統の増強量について感度分析を行ったところで、若干当たり前の結果になっておりますけど、蓄電池が安ければたくさん入るし、系統増強が十分に進むのであれば、その分、蓄電の需要は抑えることができるというような結果になっているところでございます。

13 ページ目には、こちらは新燃料の需要量でありますけど、40 年まではそれほど大きくないのですけど、40 年以降、かなり需要が産業部門や発電部門で大きく伸びるところが見てとれるかと思えます。

14 ページ目がＣＣＵＳでありまして、こちら 40 年まではそれほどではありませんが、2050 年に向けて、かなり増えているところでございます。

15 ページ目に投資額と維持管理費と輸入額を載せておりますけど、正直、ケースによって大きな違いがないというようなこと、とは言え、違いは兆円単位ですが、技術の不確実性を考えると、大きな差異にはなっていないというところでございます。

16 ページ目、最後にまとめがございまして、繰り返し述べさせていただくとすると、発電電力量について、40 年までは再生可能エネルギーの進展と石炭フェーズアウトをしっかりとやり、40 年以降にさらなる革新的技術のＣＣＵＳや新燃料火力の大規模展開が必要であらうというところで、40 年までに新燃料とＣＣＵＳ、その後の大規模展開を狙って、早期実現に向けた、しっかりとインフラ整備を行うとか、貯留地確保といった整備をしっかりと行っていく必要があらうかというところを書かせていただいております。

以上です。

○隅分科会長

日比野様、ありがとうございました。

それでは、続きまして、ＲＩＴＥの秋元様、お願いいたします。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

ＲＩＴＥの秋元です。

それでは、説明させていただきます。

めくっていただいて、まず3ページ目でございます。分析・評価のスキームでございますが、全体概要でございます。ポイントは、全温室効果ガスについて評価をしているということでございます。ただ、メインの部分に関しては、DNE21+モデルというエネルギーシステムモデルを使って分析しております。

めくっていただいて、4ページ目でございます。そのDNE21+モデルの概要でございます。世界全体を評価対象にしており、評価期間が2100年までということでございます。

動学的な最適化を行っておりますので、将来の削減コストも考えながら、今の時点、もしくは2040年、どうあるべきかということも含めて最適化がなされているということをご理解いただければと思います。世界全体を扱っていますが、当然ながら日本は個別に評価しておりますので、世界と日本の関係性、世界でエネルギー価格が上がって、日本がエネルギー価格との相対的な価格差みたいなものを評価できるような仕組みになっているということでございます。量と価格が同時決定されているということでございますし、エネルギー供給側とエネルギー需要側の技術も同時に最適化されて、コストが最小化されているということでございますので、需要側も含めて、エネルギー供給側がどうあるべきか、もしくはエネルギー供給側が変わることによって需要がどう変わるのかということについても、世界全体を含め、しかも2100年までの期間で同時最適化しているということでございます。

めくっていただいて、6ページ目でございます。今申し上げた注意事項に関して、全体の特徴に関しては一番上に書いておりますが、ただ、非常に細かい線形計画モデルですが、それでも線形計画モデルでございますので、あるコスト条件が成立すると極端に振れる場合はございます。そういうところに関して、例えば現実社会であると意思決定者は複数おりますので、そういう面では少なだらかに進展したり変化することがございますが、線形モデルなので、コスト要件が成立すれば極端に動く可能性はあるということに関しては、ご理解いただければと思います。ただ、資本のストック、設備のストックに関しては、寿命等を考慮していますので、急激にそこが変わるということは起こりにくいと。ただ、急激な変化が求められるときには、設備があっても、寿命があっても、それを早期に止めて、別の対策をするということも含めて評価がなされるということでございます。

続いて、7ページ目でございますが、GDPの想定については、内閣府の「成長実現ケース」ベースで分析していますということ。

8ページ目は、GHGの排出源目標の水準でございますが、ご紹介があったように、2050年カーボンニュートラルで、2040年73%減といった直線削減を想定しています。世界全体では1.5℃シナリオ、そして2030年は各国NDCs、そして主要先進国に関しては2050年カーボンニュートラルを想定しているということでございます。

9ページ目、シナリオの想定でございます。今回、七つのシナリオについて分析をしています。ただ、下に書いています極端リスクシナリオの二つに関しては付録に掲載しておりますので、時間の関係上、省略させていただきます。

上の五つのシナリオでございますが、2050 年カーボンニュートラルのシナリオが四つでございます。成長実現シナリオというのは広範な技術進展を想定したもの、あと、再エネシナリオ、水素系燃料シナリオ、CCSシナリオということでございます。排出上振れリスクシナリオというものを分析しておりまして、こちらは、炭素プライスに関しては、後で紹介しますが、世界で大体 1.5℃シナリオに相当する炭素プライスは想定するものの、技術進展が思ったように進展しないというケースの中で、今度は排出量のほうでどう変化するかということを見たものでございます。

10 ページ目に行っていただいて、分析のフレームでございますが、まずGDP想定で、潜在的に実質 1.7%成長が実現するということを想定した上で、エネルギー需要や基礎素材の生産量等を推計すると。そして、その下でDNE21+モデルで、技術モデルでコスト最適化で評価をします。そこで出てきたCO₂限界削減費用を経済モデルに入れて、今度は鉄鋼の生産量等が、炭素プライスが高いとき、とりわけ海外との価格差が大きいときに生産量が下がりやすくなってきますので、そこを経済モデルで計算して、DNE21+に戻して再計算しているということでございます。そのほか、海外での経済的なメリットについても評価しているということでございます。

11 ページ目は経済モデルでございますが、飛ばさせていただいて、12 ページ目は海外市場獲得の経済効果の算定でございます。こちら飛ばさせていただきます。

13 ページ目、排出上振れシナリオについて、もう少しだけご紹介しておきますと、端的に申し上げますと、繰り返しですが、技術があまり進展しないという想定の下、あと、炭素価格に関しては国際的な水準感を入れたということで、それが 14 ページ目でございます。RITEの推計も、IPCCのシナリオや、ほか、NGFSのシナリオ等から比べると、それほど高い炭素プライスは出していないというふうに理解しています。ただ、日本の炭素プライスでございますので、日本はやっぱほかの世界よりも削減が難しいので、少し限界削減費用は高めに出ることが多いということでございますが、ほかの国がそれほど追従し切れないということになって、炭素プライスを日本だけが上げ過ぎると海外にリーケージが起きてしまいますので、そういったケースを想定して、少し炭素プライスが低めというか、1.5℃にはなっているんですが少し低めということで、こちらの推計から引用して分析をしたということでございます。

15 ページ目が、そのシナリオの全体概要でございますが、その中で、原子力の想定、再エネの想定、CCS/CDRの想定、水素・アンモニア、合成燃料等の想定等々を行ってシナリオを作っています。

続いて、あとは飛ばさせていただいて、モデルの前提条件でございますので、ちょっと時間の関係上、ずっと飛ばさせていただきますが、一応 25 ページ目、少し、多分データセンター等の電力需要のところが論点になっているかと思いますので、ここではJSTのグラフを載せておりますが、JST、若干高いところを出しておりますので、我々としてはその中でも低位ぐらいのところをむしろ高位と取っているぐらいで、保守的に少し見込んでい

るという感覚はあるかと思います。ただ、これでも、データセンターで 100TWh、ネットワーク需要も 100TWh ぐらいということでございますので、それなりに大きい電力需要にはなっているということでございます。ただ、一応申し上げておきますと、さらにここに価格弾性値がかかりますので、日本の相対価格が高ければ、ここの需要も落ちやすくなると。もしくは、海外との価格差が低ければ、日本にデータセンターがとどまりやすくなるという効果も含めて、モデルで解いているということでございます。

モデル分析結果でございます。29 ページ目へ行っていただきまして、CO₂ 限界削減費用でございますが、成長実現シナリオの 2040 年は、日本が 364 ドル、米国等が 290 ドルぐらいで、価格差はあるわけでございますが、相対的には小さいということでございます。

そのほかのシナリオでいきますと、だんだん技術に制約がかかってくるということになりますので、価格が上がってくるシナリオもあるということでございます。ただ、排出上振れシナリオに関しては、先ほど申しましたように、限界削減費用はほかの 1.5℃シナリオの分析結果から炭素プライスを持ってきていますので、世界共通価格で、若干、成長実現シナリオよりも低めのプライスで想定したということでございます。

そのときのエネルギーコスト、そして電力費用が 30 ページ目でございます。やはり、成長実現シナリオでは、比較的技術が広範に普及する、広範にコストが低減するという想定でございますので、増分が比較的lowということでございますが、それでもそれなりに上がっているということでございますが、ほかのシナリオになると、一部の技術に関して進展を見込まないと、進展が緩やかだという見込みになると、少しコストがさらに上がるということでございます。ただ、排出上振れシナリオに関しては、2050 年カーボンニュートラルのピンどめを外していますので、そういう面で見ると、排出上振れシナリオでも、成長実現シナリオと似たような感じの水準感のコスト増というような結果になっているかと思えます。

31 ページ目でございますが、生産量・GDP の低下ということでございます。成長実現シナリオでいくと、鉄が 5.7%減、化学 5.5%減、輸送機械、自動車でございますが、4.9%減、GDP としては 4.7%減でございますが、率先して環境対策を取るによって、そういった製品が海外に売れるという効果が見込まれますので、下にあるところでいくと、海外市場獲得効果と書いている部分で、プラス 5%程度が見込まれるということで、合計すると、その分打ち消して、むしろベースよりも少し上がるということで、まさに経済と環境の好循環が実現し得るシナリオになっているということでございます。排出上振れシナリオは、ちょっとリスク対応ということで、技術進展があまり進まなかったということでございますが、このケースでいくと、排出量を少し調整することによって、それほど大きなリスク、経済の低減につながっていないということでございます。

32 ページ目、排出量で見たものでございますが、ほかのシナリオはカーボンニュートラル想定ということでございます。排出上振れシナリオは、ピンどめを外していますので、2040 年に 56%減、2050 年には 74%減ということでございますが、経済への影響は少し成

長実現シナリオと近いぐらいということでございます。

33 ページ目、一次エネルギー供給量でございますが、まず一次エネルギー供給量としては、いずれのシナリオも相当下がると。下げなければ実現できないということでもあるわけでございます。他方、いろいろなエネルギーを使うということが重要で、水素・アンモニアの輸入、もしくは合成メタン・合成燃料の輸入もシナリオによっては必要ということでございます。

34 ページ目、発電電力量でございますが、基本的に、再エネ、太陽光、風力の拡大が重要で、とりわけ 2040 年に向けては太陽光、そして 2050 年に向けては洋上風力の拡大がよく見られるということでございます。ただ、ほか、原子力、CCS、そして水素、アンモニアと、そして合成メタンといったようなものも含めて、発電の供給を行うことによってコストを抑制できるという結果でございます。

35 ページ目、最終エネルギー消費量でございますが、電化を進めるというのが一つでございますが、電化だけでは対応できないので、水素、アンモニア、合成メタン、そして合成燃料といったものを組み合わせているということで、これによって費用を最小化しているということでございます。なお、水素に関しては、主に最終の部分でいきますと、鉄用というところが多いかなというふうに思います。

ちょっと、あとは飛ばさせていただきますが、最後、39 ページ目でございますが、電力需要ということでございます。ベースが 2019 年ぐらいで 900TWh 余りというベースに対して、2040 年、多くのシナリオで増大するということでございますが、成長実現シナリオでは 1,050 余りというぐらいかと思えますし、2050 年になるとさらに上がっているということでございます。ただ、付録につけていますように、低成長シナリオになると横ばいになってしまうという結果もございますので、注意しないといけないということかと思えます。

最後、まとめさせていただきますが、41 ページ目でございます。今回 1.5℃シナリオと整合的、そして 2050 年カーボンニュートラルの分析をしたと。電化促進効果、そして IT 需要の増加といったこともあって、成長実現シナリオでは、2040 年に 1,064TWh ぐらい、2050 年に 1,211TWh といったような水準感で、カーボンニュートラルを実現しつつ、経済と環境の好循環を実現しているということでございます。

ただ、いろいろ、やっぱりあらゆる選択肢を追求することは、いずれにしても必要かなということですし、海外の市場獲得ということは重要だというふうに思います。

他方、技術進展がしないという部分でいったりすると、排出上振れシナリオで見られるように、LNGを確保しておくというリスクヘッジという手段は、とても重要ではないかというふうなメッセージも出てきているかなというふうに思います。

あとは、低成長シナリオをいかに実現しないかというような、政策的な予見性を高めてあげるといことは、この成長実現シナリオを実現するためには、とても重要かなというふうに思っています。

以上です。ありがとうございました。

○隅分科会長

秋元様、ありがとうございました。

では、続きまして I G E S の栗山様、お願いいたします。

○地球環境戦略研究機関栗山リサーチマネージャー

ありがとうございます。地球環境戦略研究機関の栗山でございます。

私からは、昨年 10 月に公表しましたテクニカルレポートに基づいて、シナリオ分析の概要を説明させていただきます。

2 ページをお願いします。弊機関では、2050 年までに G H G 排出量を直線的に削減するシナリオに加えまして、早期に削減するシナリオも分析しております。直線的削減シナリオにつきましては、本日、多くの機関から発表がございまして、我々の結果も本質的な差はございません。本日の限られた時間では、社会経済構造やルールの変化を通じて成熟度が高い技術が中心的に構成される早期削減シナリオ、事務局様のシナリオでは下に凸のシナリオに近いシナリオについて発表いたします。このシナリオは、国際的な観点からも、日本の経済成長に貢献し得ると考えております。

3 ページをお願いします。社会経済の変化への対応は、経済政策でも重要事項になっております。第四次産業革命、地政学的変化、地域間格差、加速化している少子高齢化など、多岐にわたる課題に対応していくことが、今後の経済成長の源泉になるということが議論されております。脱炭素の達成という大きな目標を掲げるエネルギー分野におきましても、このような大胆な変化を踏まえた議論が必要であると考えております。

4 ページをお願いします。これらの変化を扱うために、弊機関では、トランジション・シナリオのアプローチを採用しております。これは技術費用関数の最適解を求める工学アプローチではなく、ステークホルダーとともに構造変化やニッチな技術、スタートアップの技術といったものを扱っていく社会科学的なアプローチでございます。特に現状とビジョンへの道筋とのギャップを解消するための分野横断的な施策の議論に貢献できます。

5 ページをお願いします。具体的には、定量分析を用いたステークホルダーとの反復的対話プロセスによって、S + 3 E も考慮しながら、シナリオの各種パラメータを設定しております。電力部門につきましては、詳細なシミュレーションを行っております。経済性評価については、電力コスト、電力部門における水素コスト、投資額を算定しております。

6 ページをお願いします。このプロセスにおきまして、脱炭素社会の実現に向けて積極的に取り組む企業グループであります J C L P 様から、実務的・実践的な知見をいただいております。

7 ページをお願いします。次に、シナリオの概要を説明します。本日は時間の関係上、早期削減シナリオについて説明します。G H G 排出量につきまして、2050 年まで、累積 G H G 排出量が独自に定義しました 1.5℃ベンチマーク以下に収まる経路を想定しております。社会像につきまして、様々な社会課題に対応すべく、産業や暮らしの変化を織り込んでおります。社会経済構造の変化、省エネ・電化、再エネの詳細につきましては、後ほど説明しま

す。水素は、再エネで賄い切れないエネルギーを補完すべく、輸入も含めて拡大を想定しております。CCSにつきましては、2035 年以降、最大限利用しております。森林吸収源については現状維持となっており、また、DACCSにつきましては、GHG排出量が、シナリオが目指す水準に収まるように導入されます。また、早期削減シナリオにつきましては、再エネ導入の一部が輸入水素の拡大に置き換えられるサブシナリオも設定しております。

8 ページをお願いいたします。GDP 想定でございますが、早期削減シナリオでは、日本経済研究センター「中期経済予測」を参照しており、これは直近 20 年の年平均成長率や民間エコノミストの予測と整合的な水準でございます。

9 ページをお願いします。経済構造につきまして、構造的な変化の影響を分析するため、産業連関分析を通じてシナリオ化しております。早期削減シナリオでは、DX、すなわちデジタル化を起点として、マテリアル利用・エネルギー利用の変化など、経済の質的な変化も取り入れております。

10 ページ目をお願いします。対策技術の導入量につきまして、早期削減シナリオにおきまして、DXを起点とする社会経済の変化と相互作用がありまして、リードタイムが短い技術の早期かつ大量導入を想定しております。この際に、ストックの入替えや技術成熟度、技術の費用も考慮してパラメータを設定しております。

11 ページをお願いします。ここまでの想定の結果、2040 年の最終エネルギー消費量につきまして、早期削減シナリオでは基準年比 38%減となりました。このうち、デジタル化を起点とする社会経済の変化によって、12%の削減効果があると推計されております。推計結果としまして、電力需要が得られますので、これに対しては詳細に分析しております。

12 ページをお願いします。具体的には、OCCTOも利用します電力系統シミュレーションを通じて、上位 2 系統の送電制約も加味しながら、1 時間ごとの需給バランスを分析しております。早期削減シナリオでは、V2Gや水素製造など、様々な柔軟性も考慮しております。

13 ページをお願いします。電源の設備容量の想定につきまして、早期削減シナリオでは、EEZ海域を利用した洋上風力、屋根置き太陽光、営農型太陽光に関わる業界団体の目標値を上限として、エネルギー需要を満たす範囲で導入されると想定しております。また、2040 年ではガス火力発電の大半が水素を利用することも想定しております。また、サブシナリオも分析しておりまして、こちらは洋上風力の導入が相対的に伸びず、ガス火力発電の依存が高いというような状況も想定しております。

14 ページをお願いします。シミュレーションの結果、2040 年の再エネ比率は、早期削減シナリオでは 72～79%と推計されました。

15 ページをお願いします。電力コストにつきまして、電力の平均費用は 2050 年にかけて上昇する可能性はございますが、その上昇幅は、最大でも現状の変動幅に収まるという結果が得られております。こちらの傾向につきましては、直線的削減シナリオでも同様でございます。この結果、早期削減シナリオでも大きなコスト増を伴わない方法もあり得るというこ

とが示唆されております。

16 ページをお願いします。一次エネルギー供給量の推計結果については説明を割愛させていただきます。

次の 17 ページをお願いします。GHG 排出量につきまして、早期削減シナリオでは、2040 年 88%程度、2035 年 75%削減となっております。

18 ページをお願いします。また、S + 3 Eに関するそのほかの結果としまして、早期削減シナリオでは、エネルギー自給率が 2040 年 42%と高く、CO₂の地下貯留量は年間 50Mt 程度と推計されております。

19 ページをお願いします。本日の発表では、時間の関係上、早期削減シナリオを中心に説明させていただきました。DXを起点とする社会経済の変化とリードタイムが短い削減技術の大量導入によって、GHG 排出量が早期に削減されるという結果が得られております。また、このトランジション・シナリオのアプローチを用いることによって得られた示唆として、エネルギー政策の影響を受ける各主体が脱炭素を自分事として取り組む意識を持ち、それを事業機会として捉えることになるということでございます。実際に、今回の分析に多大な協力をいただきました JCLP の加盟企業様は、分析から得られた知見を部分的に個社の事業活動に活用されておりますし、グループとしての政策提言公表という形につながっております。

20 ページ、お願いします。時間の関係上、ここまでとさせていただきます。ご清聴いただきありがとうございました。

○隅分科会長

栗山様、ありがとうございました。

では、続きまして、デロイトトーマツコンサルティングの濱崎様、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マネージングディレクター

デロイトトーマツコンサルティング、濱崎と申します。よろしくお願いいたします。

背景等に関しましては、冒頭ご説明があったかと思しますので、5 ページ目にまず飛んでいただければと思っております。この 5 ページ目のところに、我々の使用するモデルに関してご説明を書かせていただいております。まず、左側に書かせていただいておりますように、我々、電気だけとかガスだけといったような形で個別に評価しているモデルではございませんで、エネルギー全部を評価しているモデルでございます。脱炭素ということになりますと、電化だとか水素だとか、そういったことが非常に重要になるかと思しますので、それを内生的に評価できるモデルになっております。あと、右側に行ってください、再エネ、ポテンシャルはあるだが、実際にエネルギー大量消費地である都心部へ持ってくるのができないということが多々あるかと思えます。それは系統容量が十分でないことで生じ、そのために我々のモデルでは系統情報を含めております。

次へ行ってください、再エネの特徴ですが、こちらで書いておりますように、我々のモデルといたしまして、メッシュでGISの情報を使っております。各メッシュで平均風速だ

とか、水深はどれぐらいだという情報が入っておりまして、ユニークなデータが入っております。それによって、平均風速で年間どれぐらい発電するんだとか、水深によって、一体そこに建てるのにどれぐらい資本費用が要るんだというのが再現できるということです、どの地域でどれぐらい発電ができ、系統を反映できていることで、地域的な制約等々を考慮できているところが我々の特徴的なところかなと思います。

2 ページ飛んでいただいて、スライド 8 でございます。一体どういうシミュレーションをやったのかということでございますけれども、まず下側のほう、再エネの技術進展シナリオ、これに関しましては、再エネの価格が国際水準に到達するという前提、水素技術と書いておりますけれども、特に輸入水素に我々は注目しております。2050 年で 20 円/ Nm^3 は達成するという前提、あと CCS に関しましては、2050 年 2.4 億トン/年間ということは、それが達成する場合を進展と言っております、あと、その三つが整った場合、どういう影響があるのかというのをやっております。あと、ご参考までに、BAU という形で、 CO_2 が 2030 年 46%削減して、その後、なりで行った場合を BAU という形でシミュレーションさせていただいております。

次、9 ページをお願いいたします。ここから 3 ページ、前提条件を書かせていただいております。時間の都合がありますので、簡単に、かいつまんでご説明できればと思います。

このページは、先ほど申し上げましたような、再エネの価格というのが進展の場合は国際水準に低減していくということを書かせていただいております。

10 ページ目をお願いいたします。こちらは燃料に関して書かせていただいて、まとめたものでございまして、輸入水素、進展の場合に関しましては、2050 年で 20 円/ Nm^3 まで下がっていくということを書いております。

あと、11 ページ目のほうに、より需要サイドの話を前提に書かせていただいておりますが、例えば例として、家庭の電力はどうなるんだとか、エネルギー需要はどうなるんだということでございますけれども、サービスの需要として、人口が下がっていくと、当然ですけどもエネルギーの需要は下がっていくということです。あと、省エネに関しましては、過去と同じような水準で省エネが進んでいく前提で我々のほうは仮定しております。

飛んでいただいて、じゃあ、その結果が何なのかというのが 13 ページ目で、まず電力需要のご説明をさせてください。全体的な傾向としては、微増の方向にはあるということですが、シナリオ間で多少差があるのが分かるのかなというふうに思います。差があるのは何かといいますと、水素技術進展のケースが一番低いケースでございますけれども、ケースによって、産業部門で電化がどれぐらい進むとか、あと、水素に関して国内で作るのか、外で作ったのを持ってくるのかによって、電力需要が違うということでございます。細かくは後ほどご説明させていただきます。

次、お願いいたします。14 スライド目に、供給サイドを見ております。電力がどういった構成によって供給されるのかというところで、再エネに関して、現状、大体 2020 年が 20% プラスアルファ程度再エネということでございますけれども、今後 2040 年に向かってカー

ボンニュートラルのパス上にある場合において、56～60%というふうなシェアになっていくと思われます。

次、お願いいたします。スライド15は、より全体として一次エネルギーがどうなるんだということを書かせていただいております。大きな違いとしましては、この青い部分ですね、水素が進展した場合、産業技術進展ということで、水素というものの価格、輸入する価格がある程度、20円という、2050年断面で達成した場合に、かなり水素というのは使われるような絵姿になっていくのかなということは、こちらで分かるかと思います。

次、お願いいたします。16スライド目に最終エネルギーを書かせていただいております。こちらに関しましても、先ほどお話しさせていただいたことと同様ですが、水素のところで大きな差があるということと、全体的に最終エネルギー消費は下がっていていると。ただし、電気に関しましては、基本的には微増だということですね。電化が進んでいるんだろうというのが、この絵から分かるのかなというふうに思います。

次、お願いします。先ほど水素の話をさせていただいて、水素が安くなってくる、輸入水素が20円という価格になっていった場合、非常に水素というのが多く入ってくるというような形になるとお話しさせていただきましたが、それはどこで入るのかというのは、真ん中のところの水素技術の発展を見ていただければ分かると思うんですが、下側が、どの部分で消費されているのか、上側が、どういう水素ですか、国産なんですか、輸入なんですかということで、濃い緑色のところが輸入水素になります。左右と比較していただければ、下の部分、産業部分で非常に増えているのが分かるのかなと思います。ですので、産業部門、Hard-to-Abateと言われますけれども、その分野において水素をかなり使われるような傾向がある結果になっております。

次、お願いいたします。CCSに注目したものがスライド18になります。下側に出ているのがCCSをどれぐらいやっているのか、上側が排出でございます。ですので、再エネ技術進展とCCSのところを見ていただければ分かりますけど、CCSのポテンシャルを増やせば増やすほど、ポテンシャルを使っていく。特に、恐らく産業とか火力発電によるCO₂がCCSへ入っていくということで、CCSはかなり重要だなというのは分かるのかなと思います。一部、先ほどHard-to-Abateのところでは水素を使うという話をしましたけど、それでもやはり、どうしても最終的にCCSに頼るところが残ってくるという傾向です。

19ページ目に、経済的なものを少し書かせていただいております。19ページ目のスライドの左側を見ていただければ分かります。こちらが限界発電費用で、右側が限界のCO₂の削減費用です。一番左、限界発電費用に関しましては、右から2番目のところが限界発電費用のコストですが、やはりCCSとか再エネ、水素が安くなることによって限界費用も下がっていく。限界CO₂削減費用も同様だということです。

20ページ目、こちらで最後のスライドでございます。まとめますと、発電電力量を示す再エネのシェアというのは56～60ぐらいということで、当然、再エネのシェアが高まって

いくわけですから、再エネを下げていく必要がある。同時に、輸入水素をいかにして安定的に供給できるのかということが重要、それも安くということで、それによって、H a r d t o - A b a t e のところでCO₂削減ができるということでございます。あと、C C S を使うことによって、産業部門及びL N G 火力発電のところのCO₂も下げるということで、この三つが進むことによって限界費用が下がっていくという傾向があるということでございます。

すみません、少し延びました。以上でございます。

○隅分科会長

濱崎様、ありがとうございました。

では、続いて、日本エネルギー経済研究所の松尾様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所松尾特別主幹研究員・立命館アジア太平洋大学教授

日本エネルギー経済研究所、立命館A P U、松尾と申します。よろしくお願いします。

皆さん、ちょっと超過していて押しているかもしれませんので、手短かに話させていただきます。

資料のまず1ページ目に、モデルの説明を書いています。これはエネルギーの供給から需要まで、全体にわたって最適化をするモデルであって、しかも線形計画法なんです。電力部門については1時間刻みで行っていると、そういったモデルになっています。モデルの詳しい話は参考資料についていますのでご覧ください。

ちょっと飛んで5ページ目のところに前提条件が書いてありますが、5ページ目のところに、水素エネルギーキャリアの輸入ということで、水素と一般的に言っていますが、いろんな形で運び得ると考えていまして、水素でもいいんですが、アンモニアですとか合成メタンですとか合成液体燃料、こういったもので、それぞれコストは違うんですけども、使われ方が違うというようなことで、いろんな運び方を想定しているということで、コストも想定しています。

それから、その次、6ページ目ですかね。原子力についてですが、稼働中の原子炉が、それなりに、廃炉もするんですが、60年まで延長して、しかもカウントストップということが今あると思いますので、それも想定していると。そうすると、大体2050年に32GWぐらいになるかなと。これを上限として置いているということです。

それから、次に、7ページ目に太陽光・風力のコストについて書いてありますけれども、基本的に、これはコストワーキングに準じて想定していますが、幅を持って想定しています。ですので、設備利用率ですとか立地に応じてコストが変わってきますので、安いところから順々に入っていくって、だんだん高くなってくると。それから、さらに統合コスト的なものもそれに加わってくるというようなことで、経済性を想定しているところです。

8ページ目に書いてある考えに従って導入ポテンシャルを置いています。基本的には、ポテンシャル自体は結構たくさんあると。ただ、先ほど言いましたように、グレードとか設備利用率、いろんなものがありますので、安いところから使っていくということになるかな

というふうに考えています。

それから、9 ページ目ですが、こちらはデータセンター・半導体需要ですね。先ほど J S T の話がありましたが、こちらでは電中研さんの想定に基づいていますが、J S T に比べると、それでも低いほうになっていますので、これぐらい。それでも結構入ってくると。2040 年～50 年で 100 T W h、200 T W h ぐらい入ってくるという想定をしています。

その次の 10 ページ目に、シナリオの想定を書いておりますけれども、再エネのポテンシャルについて大ケース、小ケース、それから水素の価格が安いケースとそうでないケース、それから C C S が導入低位、高位ということで、4 ケースを想定しています。

結果が 11 ページ目以降に示しておりますけれども、まず 11 ページ目に電源構成ですけれども、それぞれのケースで再エネが拡大していくということで、再生可能エネルギーの比率を赤字で書いています。大体、再エネ拡大ケースで、2040 年 59、それから 2050 年 60 ということで、これぐらいが最適であるということですが、あくまでもこれはモデル計算の結果ですので、後ほど申し上げますが、前提条件に非常に強く依存しますので、別にこの値が正しいというものではなく、この前提条件ではこうなったというふうに考えています。

ひとつ、やはり注目すべきところは、例えば C a s e 2 をご覧いただきますと、2040 年に 53% で 2050 年は 49%、40 年から 50 年にかけて下がるということもあり得る。これは水素が安くなるというふうに想定しているからなんです、なので、再エネ比率が上がるときも下がるときもあり得るというふうに考えています。いずれにせよ、大体 50 から 60 の間に収まっている。この計算ではなっているということかなというふうに思います。

それから、12 ページ目に一次エネルギー供給を書いておりまして、こういうふうに、多少、省エネが進むということですが、それで、その中で水素エネルギーキャリアのシェアが高まっていったって、2040 年に若干入ってくるとのことですが、2050 年になるとさらに入ってきて、大体 20～30% ぐらい入ってくるという結果になっています。

それから、13 ページ目に電力需要ですけれども、先ほどのデータセンターみたいなものがあると、2050 年まで伸びてきます。これはもう想定次第かなというふうに思います。それから、C a s e 3、C a s e 4 では、D A C と書いてありますが、大気から直接 C O₂ を吸収する、そこで電気を使うというふうに想定してまして、それも日本国内で行うのであれば、その電力需要も入ってくるであろうということになっています。

それから、14 ページ目が最終エネルギー消費ですね。最終エネルギー消費も、それなりに省エネも進みますが、それとともに電化が進むということで、電力比率が高まってくるとのことかなというふうに考えています。足元、2022 年で電力比率 30% ですが、2040 年には 40% 弱、2050 年には 50% 弱ぐらいまで上がっていく。ただし、全部が電気に置き換わるということは、やはり非常に難しいので、電力以外のエネルギー需要もかなり残るであろうというふうに想定しています。

それから、15 ページ目が C O₂ 排出量を示しておりますけれども、2040 年は途中ですので、これぐらい、333 M t ぐらい残っていますが、2050 年にはネットでゼロになるというこ

とで、このネットでゼロ、やはり完全にゼロは難しいので、正味でゼロが必要だと思っていますので、やはり負の排出技術、ここではBECCS/DACCSを想定していますが、そういったものが2040年以降、特に2050年にかけて入ってくるということになるかなというふうに思います。

それから、16ページ目、限界削減費用を示しています。これ、ちょっと軽く見がちなんです、やはり注目すべきだというふうに思っています、2040年に3万円もしくは4万円、5万円ぐらい、2050年には5万円、6万円ぐらいということで、やはり非常に高い限界削減費用になるということで、これはやはり普通に考えて、生活している国民が受け入れられる水準ではありませんので、これを何とか下げることが、やはり政策上必要であろうというふうに思います。技術が進展すると、Case 4では若干下がってきて、6.5から5.4まで下がっていますが、それでもまだ高いので、これをいかに下げていくかということが必要である、非常に難しい目標であるということで認識する必要があるかなというふうに思います。

最後にまとめ、17ページ目に書いてありますが、一言で言うと、やはり電力化を進めるということが重要ではあるのですが、電力化されない需要というのも必ず残りますので、そこで、やはり負の排出技術ですとか、新燃料とか、そういったものが必要になるであろうということです。それから、海外からの低炭素エネルギー輸入がやはり必要になるということで、これは水素を輸入するのか、もしくは化石燃料を輸入してCO₂を送り返すというのもあり得ると思いますが、何らかの意味で、やはりそういったものを輸入してくるということが必要になるであろうということかなというふうに思っています。それから、やはりモデル不確実性が大きいので、あくまでもどの数字が、例えば60%という数字が正しいわけではないので、それはそういうふうにご覧いただく必要があるかなと思っています。

以上になります。ありがとうございました。

○隅分科会長

松尾様、ありがとうございました。

それでは、最後にマッキンゼー・アンド・カンパニーの和田様、お願いいたします。

○マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン和田アソシエイト・パートナー

マッキンゼーの和田と申します。よろしくお願いいたします。

最初に右下2ページ、本分析の目的ですけれども、こちらはあくまでも特定の仮定を置いたシナリオ分析でございますので、弊社として、こういった未来が起こり得るとか、特定の政策を支持するものではないことだけのご留意いただければと思います。

右下3ページから、まず、最初に我々のモデルの構造についてご説明できればと思っておりまして、大きく分けて、弊社の保有する2種類のモデルを活用した分析となっております。まず、Global Energy Perspectiveというものですけれども、産業・運輸等のセクターごとに細分化してエネルギー需要のほうを計算しているものになっ

ております。そちらの結果を引っ張ってきて、McKinsey Power Model (MPM) と言われるもので、電力に深掘って発電ミックスの最適化を図っております。

右下4ページ、こちらは簡単に、需要側のエネルギーモデルの概念図でございますけれども、こちらは弊社で所有しております20以上の詳細のセクターに分けて、モジュールごとのモデルを使いまして、コストですとか、実際、運用上の制約等も加味して、こういったような技術が入ってくるかというところをまとめているものになってございます。

右下5ページ、先ほど申し上げたGEPのモデルから算出する電力需要をインプットとしまして、電源構成、発電ミックスの最適計算を行うのがMPMとなっております、いわゆる線形最適化モデルでございます、必要な電力需要、排出上限といった制約条件を満たす中で、最も全体コストが小さくなるような発電ミックスを計算するものとなっております。

右下6ページ、弊社の需要側モデルにおける活動量・マクロフレームの見通しでございます。詳細には入りませんが、冒頭、事務局のほうからありましたけれども、あまり日本としての経済活動が大きく減退するような想定ではないということだけお伝えできればなというふうに思っております。

続きまして、右下7ページでございます。我々として見ているシナリオなんですけれども、大きく脱炭素推進シナリオというところで、我々のほうで、毎年、グローバルで見ているエネルギー需給見通しの中でも、特に国際協調が進んで、脱炭素の面で進んでいくというところのSustainable Transformationというシナリオをベースに置いております。もう一つ、国際的なモメンタムが後退するというところで、後退シナリオというのも見えてございます。

右下8ページですけれども、少し詳細なシナリオの分解になってございまして、先ほど申し上げた脱炭素の躍進と後退シナリオをベースにしまして、躍進シナリオについては、再エネ、水素、CCUS、それぞれが個別に躍進するケースと全て進むケースというふうに、四つに分けて分析をしております。特に、躍進シナリオにつきましては、GHG排出量の上限は、第6次エネ基の2030年目標、760Mtの半分である380というふうに設定しております。一方で、後退シナリオのほうは、排出量の制約は設けずに、純粋なコストで技術を最適化するという形で分析をしております。

右下9ページは割愛しますが、先ほど申し上げたシナリオの詳細の前提というふうになってございます。

右下10ページ以降、シナリオ分析の結果でございますけれども、まず需要側、最終エネルギー消費のセクターごとの内訳となっております。ポイントとしましては、躍進シナリオ群、こちらはエネルギー消費効率の改善を見込んでおりまして、2040年断面では、後退シナリオと比べて全体で1割程度、足元の実績ですと15%程度の省エネを見込んでございまして、最終需要は、いずれも大体1万PJ程度というふうに見てございます。

右下11ページ、こちらは産業セクターのエネルギー消費内訳になっていまして、特に躍

進と後退シナリオを比較しますと、電化の影響というのは比較的限定的でして、むしろ高排出な燃料、石炭・石油から低排出なガス・水素への移行というのが主なレバーになってございます。

一方で、躍進シナリオの中での比較ですけれども、こちらは特に水素躍進とCCUS躍進シナリオ間で、主に製鉄等の脱炭素化に水素を使うのか、CCUS付の高炉転炉法を活用するのかという点で、ガス・石炭及び水素の使用量は異なるというふうな結果になってございます。

右下 12 ページです。こちらは業務セクターでございますけれども、主に建物の断熱性の向上等によりまして、躍進シナリオでは後退シナリオから見て1割弱の省エネを見込んでございます。一方で、電化率、既に高めというところと、省エネの電力消費を見込んでおりますので、全体のエネルギー消費量に占める電力に大きな変化はないというふうな見立てになってございます。

右下 13 ページ、こちらは家庭セクターでございますけれども、同様に、断熱性の向上ですとか機器の高性能化によりまして、躍進シナリオでは後退シナリオに比べて2割程度の省エネを見込んでございます。一方で、暖房などの電化の余地が存在しますので、躍進シナリオでは、ガス・石油の消費量が約半減、電化率は65%向上すると見込んでおります。

14 ページ、続きまして運輸セクターでございます。こちらの躍進シナリオはエネルギーの消費効率改善による省エネルギー消費量の削減と、あと石油系燃料から電力、EV、バイオへの転換、航空に関しては、合成燃料へのシフトも見込んでございます。

右下 15 ページ、以上の、セクター別のエネルギー消費内訳から電力需要のみを抜き出したものがこちらのグラフとなっておりまして、エネルギー消費の中で躍進シナリオ、後退シナリオに比べて1割強の省エネが見込まれているんですけれども、電化が進みますので電力のみを抜き出すと、そちらの需要増と需要減が均衡して、シナリオ間での電力需要はほとんど同じように見ております。

これ以降は、エネルギー電力需要に対して供給側の見立てを見ていければというふうに思いまして、16 ページ、こちらの一次エネルギー供給の内訳になってございまして、化石燃料が全体7割以上を占める後退シナリオに比べて、躍進シナリオは当然、消費量が削減されるような結果となっております。詳細は、躍進シナリオで見えていきますと、再エネ推進シナリオは特に太陽光の発電量が大きくなってきているところと、あとは調整力として、ゼロエミ燃料として水素を活用する見込みになってございます。水素躍進シナリオは、水素に比べてアンモニアも活用していることと、CCUS躍進シナリオにおきましても、ガスとCCSの組合せが特に大きくなっているということが見られるかなというふうに思います。

右下 17 ページ、発電電力量の電源種別の内訳になってございます。躍進シナリオ群に、全てのシナリオにおきまして再エネの導入が進むというところで、約4～5割程度の電力が再エネ由来となるというふうな見通しになってございます。

いずれのシナリオでも、特に低排出量のベースロード電源として水素・アンモニア、また

はガス・CCS発電も入ってくると。そちらが約2から3割程度の電力を供給するというところは強調できればなというふうに思っています。

右下 18 ページ、躍進シナリオにおける発電コストを比較したものとなっておりまして、相対的に3技術躍進シナリオ、全ての技術がバランス的に見れるというところが相対的に最も安価となるというふうな試算となっておりまして、こちらは、安価な再エネを前提としながらも、調整力として必要な水素、CCUSも十分に投資が進むという中で、コスト低下が進んでいくというところで、コストが下がっていくというふうに見ていきます。

対比として、再エネのみが躍進するケースですけれども、こちらはやはり蓄電池を活用するということと、水素躍進シナリオを基に、コストが下がらない中で水素を使っていく必要があるということでコストが高くなるというふうな見立てになっていきます。

右下 19 ページ、GHG排出量の内訳ですけれども、こちら、強調する点としましては、電力由来のCO₂排出量を50～70Mt程度に抑える必要があるというふうに出ておりまして、こちらは第6次エネ基の2030年目標が7から8割の削減になりますので、2040年に向けてということとは、やはり電力セクターというのは非電力よりもかなり吸収に脱炭素化が必要というふうに見ております。

20 ページ、これははもろもろ分析のパラメータを一覧としているものになりますので割愛させていただきまして、最後、まとめのページ、21 ページ、ちょっと時間の都合で全ては読み上げませんが、1点だけ、先ほどの3躍進シナリオがやはり一番コストが安くなるというふうに見ていましたけれども、再エネをしっかり入れていくということと、調整力、ベースロード、水素、CCSをうまく使うというところが、組合せが非常に重要なというふうに思っております。

プレゼンは以上になります。ありがとうございます。

○隅分科会長

和田様、ありがとうございました。

それでは、ここから各機関同士での質問・回答という形に移らせていただきますけれども、順番にこちらがご指名しますので、質問がある場合には、できましたら1分半以内をめぐにご質問いただければと思います。そして、どこの機関への質問かということを明確にさせていただきますよう、お願いを申し上げます。

それでは、国立環境研究所の日比野様、どうでしょう。

○国立環境研究所日比野研究連携コーディネーター

では、シンプルにご質問させていただきます。1点目、RITEさんです。世界モデルで分析されているということでありますので、お聞きしたい点が1点ありまして、新燃料、それなりに海外依存、多分CO₂も海外への貯留ということもあるかと思いますが、必ずしも1対1対応で輸出入を見ているわけではないかと思いますが、日本への供給先であり、またCO₂の貯留先みたいなのところをご示唆いただければありがたいなと思います。

あと、もう一つ、2点目、エネ研さんです。最終エネルギー消費量の14ページのところでございますが、石炭と天然ガスが2050年でも少し残っているかと思いますが、何となく石炭はCCSかなと思うのですが、天然ガスはCCSなのか、それともどこかでオフセットされているのか、その辺り、お聞かせいただければと思います。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、まず各機関からのご質問だけいただいて、後からまたご回答いただく形にしますので、次に、じゃあ、RITE様、ご質問がありましたら。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

ありがとうございます。まず1点目は、IGESさんだと思うんです。IGESさんにコメント、質問という感じでお願いしたいんですけども、ほかの研究機関は大体、モデルによってコスト最適化、コスト最小化みたいな基準があったと思うんですけども、もちろん機関によっては、いろいろ部分的にモデルを組み合わせているので全体最適にはなっていないというふうに理解しているんですけども、特にIGESさんの場合はシナリオとして作られているので、何かコスト最適の基準になっていないというふうに理解したのが1点で、そこに対して、そういう作り方というのもあると思うんですけど、シナリオというのは、いろんなやり方はあっていいとは思いますが、そこに関して少し、要は、さらにそこで意見として入っているのは、何か企業さんがたくさん入られていますけど、エネルギー多消費産業の方がほとんどだというふうに理解したので、そうすると、何かエネルギー多消費産業の視点で、別に何か基準がある世界ではない中でシナリオを作られているという理解をしたので、そういう理解で正しいか。それに対して何か、そういうシナリオもあるということは理解するものの、一般的な社会に説得するために、どういう説得の仕方があるのかなというのは少し研究者として聞きたいところがございますので、少しコメントをいただければと思います。

もう一点は、ほかの研究機関にですけども、基本的に、うちのモデルは世界モデルだったわけですけど、ほかの機関は、基本は日本モデルだというふうに理解したので、やっぱり海外とのバウンダリの中で、とりわけ水素系エネルギーを海外から持ってくるというところに関する、その一つ、恐らく量を定めるか、量の上限を決めるのか、価格を一つ定めるのかということでされていると思うんですけども、そのバウンダリの決め方について、もう少し補足いただいたほうがいいかな。我々のモデルは世界モデルですので、先ほどのご質問とちょっと絡むんですよ。どこから持ってくるかによってコストは変わってきますし、量も変わってくるので、それも含めて全体最適化しているわけですけども、そうすると、安いところのコストの水素系のエネルギーもありますし、高いところもあるし、ただそれをミックスする中で全体の最適を図っているということですけど、日本だけの場合に、とりわけ海外との、この条件が重要になってくるかと思うので、補足いただければ幸いです。ありがとうございます。

ざいました。

○隅分科会長

秋元さん、今のは、ほかの機関全部にということですか。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

I G E S さん以外の残りの、I G E S さんのところは大丈夫です。

○隅分科会長

分かりました。

それでは、I G E S の栗山さん、お願いいたします。

○地球環境戦略研究機関栗山リサーチマネージャー

ありがとうございます。私からは、特定の機関に質問というわけではないんですけど、もしかしたら秋元先生の質問の裏返しになってしまうかもしれないんですが、やはりコストの計算というのはすごく大事ですし、皆さん、精緻な計算をされているということにはすごく敬意を表しているところでございます。

一方で、こういったコストの計算をしていくと、この外部不経済をどういうふう to 経済の中に入れていくかという観点も論点になってくるかと思ひますし、昨今の状況を見ますと、気候変動に伴う災害でありますとか建設現場での熱中症、あるいは一般市民の中でのメンタルヘルスへの影響といったことも、いろんな形で負の影響というのは出てくるというところとございまして、こういった負の影響と外部削減コスト、あるいは、もしかしたら炭素価格という形でも見ることもできるかもしれないんですけど、そういったバランスといひますか、そういったところをどういふふう to 今後、シナリオから出てきた、モデル分析から出てきた結論をコミュニケーションしていくことが、一歩前に進めるのかという観点から、もしご意見があればお伺ひしたいと思ひます。こちらは、エネルギー基本計画の骨子のところの最後のほうにコミュニケーションというところがありまして、そこにも有効な示唆を得られるのではないかと考えております。

私からの質問は以上です。

○隅分科会長

栗山様、ありがとうございました。

それでは、デロイトトーマツコンサルティングの濱崎様。

○デロイトトーマツコンサルティング濱崎マネージングディレクター

デロイト、濱崎と申します。

I G E S さんにご質問なんですけど、早期削減シナリオということで、かなり社会が変わっていくような絵姿を前提にされているのかなと思ひます。それってどういふふうな産業構造が関わっていくのかというのはお教へいただければなというのと、あともう一個、エネルギーシステムをかなり D X するような感じのイメージかな。いわゆる V 2 G になるとかといういふような形があると思ひるので、それって外生的に与えているのか、そうではなくて、何らかの最適化でやっているのかという、その最適化のバウンダリをちょっとお教へいた

ければなというふうに思います。

あと、国立環境研究所様に関しては、C G E の需要結果をでエネルギーモデルへ持っていて、電源モデルへ導入し、回しているということではあるんですけども、ただ一部、水素とか、あと電化とか、それってどの辺ぐらいまで内生ができているのかなというところをお教えいただければなというふうに思います。

あと、最後です。マッキンゼーさん、ぜひ教えていただきたいんですけども、恐らく電力部門での最適化かなと思うんですけども、その電力部門の最適化のときに、系統蓄電とかV 2 Gにするだとか、電力周りの柔軟性というのも内生化されているのかどうかというのをお教えいただければなと思います。

以上です。

○隅分科会長

濱崎様、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の松尾様。

○日本エネルギー経済研究所松尾特別主幹研究員・立命館アジア太平洋大学教授

松尾でございます。

モデル全体についてちょっと認識を確認した上で、もし私の認識が正しければ個別の質問になるんですが、私の認識する限りでは、エネルギー需要から供給全体にわたって最適化していくのは国立環境研究所さんとR I T Eさんとデロイトさんと我々ということで、マッキンゼーさんはその電力部門だけ最適化しているというふうに認識しているところです。それで、国環研さんは多分、二つ電力モデルと接合している。R I T Eさんは全世界でハードリンクした上で統合費用の部分だけ外づけしていると。日本国内で全部ハードリンクしているのがデロイトさんと我々というふうに認識していますが、もし違っていましたらお教えください。

その上で、国環研さんですけど、たしか前回、火力、C C S と、それから海外からの新燃料に上限を置いているので、実質的に火力に上限がかかっているというような感じだったと思っているんですが、今回もそうなっているのかどうかというのが1点です。

それから、デロイトさんについては、非常に地理的に細かくて、時間的区分が若干粗いと認識していますが、その辺はどういうふうに影響しているのか、難しいとは思いますが、我々のモデルでは時間は1時間刻みですが、地域は5地域ですと。5地域が10地域になったところで、それほど影響しないということは確認しているんですが、それがもっと細かくなると、多分それなりに影響してくるだろうと。したがって、地域区分が粗いことによる再エネの導入量の過大評価が若干あるだろうというふうに我々は認識してまして、その辺について、もしお考えがありましたらお聞かせください。

R I T E さんも、世界全体があって、日本は一地域だと思いますので、その地域的解像度が一地域であることによる何か限界みたいなものが、もしお考えでしたらお知らせください。

以上です。

○隅分科会長

それでは、マッキンゼーの和田様、お願いいたします。

○マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン和田アソシエイト・パートナー

私、皆さんご質問いただいていますけど、I G E S さんのシナリオの部分、ちょっとどういった基準で、やはり、この最後の脱炭素化レバーの組合せを決定されているかをお伺いできればなと思っていました。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、今、皆様から出ました質問に対して、ご質問のあった各機関からのご回答をお願いいたします。今度は、ご質問の数に応じて最大3分程度を目安とさせていただきますので、よろしくお願いをいたします。

それでは、国環研の日比野様からお願いいたします。

○国立環境研究所日比野研究連携コーディネーター

ご質問ありがとうございます。まず海外とのバウンダリ、新燃料のところでありますけれど、我々のほうとしては、政府の目標の価格、それを外生的に与えまして、それに基づいて、既存のエネルギーの価格と炭素価格に応じてその燃料をチョイスするかという感じで与えておりますので、バウンダリという意味では新燃料の価格自体を与えているところでございます。水素と電化の内生は、水素についてはそのようにジャッジしているところであります。電化についても、給湯器や電気自動車といったところを外生的に価格のシナリオを与えまして、それがどのように選ばれるかというところで内生化しているところでございます。

あと、火力の上限ということでもありますけど、どちらかというと再生可能エネルギーにも上限がありますので、その上限に、再生可能エネルギーは比較的安くなるように、将来的に安くなることになっていますので、その上限に張りついているのは火力が選ばれていくという感じでもありますので、火力に上限を設けているという、必ずしもそういう想定にはなっていないというところであります。

あと、外部不経済については、正直まだ取り込めておらず、どう取り込んでいいかというのを検討しているところであるという状況でございます。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、R I T E の秋元様、お願いいたします。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

まず、国立環境研究所さんからのご質問で、新燃料とかCCSがどこに行くのか、どこから来ているのかということだったと思うんですけども、ちょっとすみません、非常にモデルが複雑で、バランスに関しては付録に記載していると思いますけども、どこから来ているのかというのは、これはモデルで最適化していますので、一般的に言うと、例えば液体系の *e-fuel* であると、遠くから持ってきても輸送費用が安いので、そういう面では、遠くで条件のいいところで作って、*e-fuel* として液体燃料として持ってきたほうが、コストが安い傾向があると。他方で、例えば水素であると輸送費用が高いので、比較的近めのところ、例えばオーストラリアとか、そういうところが入りやすいと思いますけど、そういうところで水素を作って日本に持ってきたほうがいいと。もしくは、場合によっては、すごく極端なケースとしては、中国で作って持ってくるというのも、モデルの解としてはないわけではないと思いますけど、ただ中国の場合は、また中国で需要が大きいので、需要の取り合いになるので、それも含めてモデルで最適化計算されているということです。よって、我々のモデルは、世界でどういう対策を取っているのかによって、日本がどこから持ってくるのがコスト効率的なのかということも変わってくると。要は新燃料の取り合いが起きますので、もし海外が緩い制約であれば日本は安いものにアクセスしやすくなるわけですけども、海外が厳しいとみんなで取り合いになるので、なかなかいい条件のものがなくなってくるので価格も上がってくるという中で、モデルで最適化計算がなされているというふうにご理解いただければと思います。

IGESさんの外部不経済という件ですけれども、我々は直接扱ってはいないわけですけども、今回解いているのは、基本的に1.5℃を統合的なシナリオでしか解いていないということでございまして、ご説明は省きましたけども、28 ページ目に本分析シナリオで、もちろんカーボンニュートラルのシナリオはかなり1.5℃整合的ということですし、他方、炭素価格シナリオの排出上振れシナリオであっても、一応2100年に1.5℃を満たしているようなシナリオになっているということで、環境外部性は分からないですけど、みんなそういう環境外部性を考えた上で、しかも安全サイドを見て1.5℃目標というふうに世界は言っているわけでございますので、基本的に1.5℃目標を分析しているというのは、環境外部性は内部化していると。もちろん、CO₂以外の環境外部性というのものもあるかもしれませんが、基本的には、CO₂に関しては、温室効果ガスに関しては内部化していると。しかも安全サイドを見ているというシナリオになっているというふうにご理解いただければと思います。

あと、エネ研さんから統合費用の話がありましたが、我々はもともと前回のエネ基の分析のときに、エネ研さん、松尾さんのモデル分析を援用させていただいて、統合費用がどれぐらいなのかということ、分析結果をたくさんいただいて、そこから近似曲線を使ってモデルに内部化していますので、基本的に内生化していると。近似ですけども、完全に内生化しているということだと思います。地域解像度は1地域ですけども、ただこれも多分デロイトさんと似たような感じだと思いますけど、再エネの分布はGIS上で分布を見ているので、それぞれのコストポテンシャル曲線を精緻につくり上げて、それを内部化していますの

で、1地域だけど地域の分散というものを一応見たような形の中で評価をしているということでございます。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、IGESの栗山様、お願いいたします。

○地球環境戦略研究機関栗山リサーチマネージャー

まず、私の資料の30ページに、このシナリオのインプットとアウトプットというのをまとめさせていただいておりますので、ちょっと全ては書き切れていないんですけど、より詳細のものは冒頭ご紹介しましたテクニカルレポートに記載されております。その上で、まずこのシナリオ分析はどのようなアプローチなのかということを簡単に申し上げますと、これは、目的としているのは各企業、いろんな企業さんを含むステークホルダーの方に、部門ごとのパラメータというのを議論していただいているというところでございます。JCLP企業さんというところが中心でございますが、そういった企業の方と、1日半×数回という時間をかけて、部門ごとのパラメータというのを見ていただいている。それで2030年、40年、どれぐらいの変化が起き得るかというのを建設業界、住宅業界、あるいは製造業といった方で見てもらっている。その上で、その出てきたパラメータ、もちろんそれを研究者の中で内部整合的に精査するという作業を行っておりますが、そこで技術を積み上げていって、その積み上げた結果、コストはどうか。ここで重要なのは、コストが非常に高くなるか、低いのか、この需要ができないほど高くなるか、ならないかということを見るのが重要であって、それが最適かどうかというところの論点を見ているというわけではないという点でございます。その結果が電力コストではじかれているように、電力コストで見た場合は、現在の燃料価格の変動の範囲内で、大きなコストの変動幅が収まるということがまず確認できてということを示して、このシナリオとして一つ置けるんだろうというような議論をしているところでございます。

2点目のご質問としまして、その企業さんが、素材産業などのエネルギー多消費産業が入っていないんじゃないかというご質問でございますが、これにJCLPの加盟企業さんとしては、大手鉄鋼業界さんとかは入っておりませんが、ただサプライチェーンとして取引のある企業さんは多く入っているというところ、その観点からのエネルギー多消費産業への影響というのも加味されているというふうに考えております。

また、この技術进行评估するときに、IEAが出している技術成熟度というデータベースでありますとか削減費用のコストカーブというのを見ておりまして、このコストがネガティブ、すなわち対策をすれば便益があるという技術を優先的に入れていこうというふうに取っておりますし、それを進めていくには、コスト的な議論だけではなくて、ルールあるいは制度というのをどういうふうに変えていくことで、そういった対策費用がマイナスのものをに入れていくかというような議論をした上で、その技術導入量のパラメータというのを置

いております。

濱崎様のご質問で、V2Gといった、技術の導入レベルをどういうふうに考えているのかという点でございます。V2Gにつきましては、交通部門においてはかなり地域解像度を高くして評価しております。地域の中で自動車のストックを入れ替えていく。その中に、新車販売台数のうちEV比率がどのくらいかという条件を置いていって、各地域にEVがどれくらいあるか、2050年までにどれくらい、各断面で、各年代であるかというのを推計した上で、それがさらに電力系統分析では上位2系統、すなわち500ノード程度での分析をしておりますので、各ノードにどれくらいのEVがあるのか。そのEVが1日のうち何時間、電力系統の需給バランスに貢献できるかという想定を置いて、V2Gの効果を表現しております。

私からの回答は以上となります。

○隅分科会長

それでは、デロイトトーマツの濱崎様、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マネージングディレクター

ご質問、ありがとうございます。デロイト、濱崎です。

まず、RITE、秋元先生からのご質問ですけど、確かに我々、日本モデルで、そこから外は外生という世界になっておりまして、よくやるパターンは、おっしゃられたとおり、価格を固定するか、量を固定するか、この二つのやり方しか実はありません。恐らくグローバルで解いていった場合、秋元先生がおっしゃったとおりに、ほかの国が一体どういうCO₂削減目標とか削減行動をするのかによって、その20円なんてあり得るのか、実は30円かもしれないというのは当然あると思いますので、そこは正直言えば対応できていなくて、20円できた場合前提ですので、日本の外の状況移管しては十分踏み込めていないというのが、今回の評価の中の限界かなというふうに思っております。

あと、IGES様の外部不経済のところ、本当にこれ、私も盛り込みたいなと思っはいるんですが、まだできていないというのが正直なところで、例えば負の影響としたら、労働生産性が下がるだとか、あと洪水が増えるだとか、いろいろあると思いますし、あと、よく言われるのは、生物多様性に近いんですけども、バイオマス価格にも影響があるんじゃないかとか、そういうのは、実は踏み込めていないので、ちょっと今後の研究課題でその辺をやっていければなと考えております。

あと、松尾先生の質問ですが、これはモデラーあるあるかなというご質問かなと思って、時間軸×地域区分みたいなお話かなと思っておりまして、地域区分を我々、細かくするほうを優先したということは、再エネというのがかなり地域区分、地域に分散しているということで、その需要と供給に差があるため、アンマッチングがあるための影響を見たいというのがそもそもの目的で、例えば系統を自由に拡張するというようなシミュレーションを仮にやった場合に、確かに数倍拡張しましょうだとか、あと、拡張しなかった場合、価格差がかなり出てくるとか、地域分断もあるのかなということで、それなりに細かくしていくこと

は意味があるのかな。ただ、そうすると時間側のタイムスライスを捨てないといけないという中で、12とか16とか、そんなレベルになってくるということで、今、8,760のモデル化を実はちょっとやっつけてはいるんですけど、何となくのイメージとしましては、再エネのGWがより本当は、リアルな世界では必要になるんじゃないかなというのと、あと柔軟性のところもちょっと我々、必要な系統蓄電とか、そういうのをちょっと過小評価する傾向にあるのかなというのは今持っている所感でございます。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、エネ研の松尾様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所松尾特別主幹研究員・立命館アジア太平洋大学教授

ありがとうございます。まず日比野さんから最終需要についてご質問いただきましたが、そうですね、石炭・天然ガスを使っています。石炭は、我々は水素還元製鉄を想定していますが、2050年に全部、日本国内で水素還元製鉄になるとは想定していませんので、そういったところに残るというのはある。CO₂が出た分は、CCSもしくは負の排出技術で対応ということになるのかなと思います。ガスもそうでした、全ての家庭や建築物が2050年にオール電化になるというふうには考えていませんので、やはり都市ガスは残るであろう。そうすると、合成メタンを使うか、もしくは普通に都市ガスを使って、負の排出技術でオフセットするか、どっちかになると。それがモデルによって選ばれるということになるかなというふうに考えているところです。

それから、秋元さんからご指摘がありましたとおり、やはり我々は同じように日本モデルですので、海外のものは計算できていないんですが、5ページ目にありますように、例えば水素・アンモニア・合成メタン、こういったものの経済性を評価していますので、例えば合成メタンの場合、水素を輸入してきて日本国内でメタネーションするか、もしくは合成メタンで海外から持ってくる。それで、海外と日本とのコスト差になると思うんですが、そこについては経済性を評価した上でやっているもので、基本的には、使うのであれば、今の解では国内でメタネーションではなくて、合成メタンで持ってくるというふうに考えています。

それから、地域区分については、秋元さんのおっしゃるとおりで分かるんですけども、GISを用いたポテンシャル評価についてはデロイトさんもRITEさんもやっているんですが、他方で連系線ですね、今、濱崎さんがおっしゃいましたが、連系線のコストって、やっぱり地域区分を細かくしないと評価できないところがあります。それは我々のモデルもたかが5地域、10地域なので、もっと細かくすると、やはりその辺のコストがもうちょっと乗ってくるということはあるんじゃないかなというふうに思います。

それから、外部不経済については、秋元さんと同じご回答になるかなというふうに思っています。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、マッキンゼーの和田様、お願いいたします。

○マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン和田アソシエイト・パートナー

まず1点目、RITEさんからのご質問ですけれども、我々、電力の国内の供給側は日本で閉じておりますけれども、それ以外の、例えば水素ですとかガス及び石油等々はグローバルで見ているものになっています。ご質問の水素に絞ってお答えしますと、これはこれでグローバルトレードフローモデルというのを持っておりまして、各国で水素のコストがどれぐらいあるかというのと、供給ポテンシャルがどれぐらいあるか。あとは各国の脱炭素のときに需要側でどれくらい水素があるかというのを見て、供給余力があるところは輸出するし、足りないものは輸入すると。それが、世界全体を見て、どこからどう出すと一番効率的かというのを見た上で、日本側にどれぐらい水素がどこか運ばれるかを見ております。この部分だけグローバルで見えておりまして、シナリオ分析上はそこから見える輸入価格をインプットとして入れて計算しているというふうなものになってございます。

デロイトさんのご質問です。蓄電池に関しましては、揚水と系統蓄電池、この点については内生化してコスト最適化に含めております。V2Gまでは入れていないというふうな形になっています。

IGESさんのおっしゃっていたモデルの理解もおっしゃるとおりでして、あくまでもコスト最適化をしっかりやっているのは電力だけですけれども、それ以外のところについてはセクター別に、例えば自動車ですと、BEVのTCOがどこまで下がればどれぐらいで消費者が転換するか、どれだけ充電設備があるかどうかとか、その辺のものも見て、実際あり得そうなパスウェイというのを置いていくというのも個別に見ていくという形でやっております。セクター間で分析した結果同士が矛盾しないかというのを見ていますけれども、全体をまとめて需要と供給の均衡を図っていくところまでは行っていないというふうなご理解が正しいかなというふうに思っております。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

以上で、機関同士の質疑応答を終えまして、これから委員の皆様からの質疑時間に移ります。

委員の皆様には、2分以内にコンパクトにご質問をまとめていただいて、それから、どなたに、どこの機関に質問されるかということを確認にご発言の中に入れていただければと思います。

それでは、いかがでございましょうか。

では、澤田委員、どうぞ。

○澤田委員

6団体の皆様、大変ありがとうございます。幾つか大きな示唆がありました。まずマッキンゼー和田様が資料20ページで、再エネを推進した場合の電力のコストが12.8円/kWh、進まない場合の電力のコストが12.2円と示されました。再エネがコストアップになるというのは、感覚的にはそのとおりです。現在再エネ賦課金が約2.6兆円と聞いておりますが、全体の中でやはり1割、2割近いようなコストアップ要因になっていると思われます。電力は産業基盤そのものなので、6団体の皆様に、もし分かれば、あるいは感覚でもよろしいのですが、今回のシミュレーションの結果の電力コストが国際比較ではどれぐらいなのか、同等なのかどうかというコメントがあれば教えていただきたいです。

もう一点は個別で、IGESの栗山様の資料11ページに、デジタル、これはDXだと思いますが、これで12%エネルギーが減少するという表現が出てきます。これは非常に感覚と合いません。DXやデジタルを進めるとエネルギーは増加するというのが今のコンセンサスだと感じておりますが、この点についてコメントをお願いします。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、続いて、オンラインでご参加の黒崎委員、お願いいたします。

○黒崎委員

ありがとうございます。黒崎です。

私のほうからは、質問ではなくてコメントといいますか、考えていることを述べたいと思います。

エネルギーミックスについての私の常々考えていることは3点ございます。一つは、何か一つの電源が突出しているような状況というのはあんまり好ましい姿ではないんじゃないかなということでありまして、やはり一つに頼り過ぎると、それがこけたときの反動がものすごく大きいということで、再エネ・原子力・脱炭素火力、魅力と課題を理解した上でバランスのよい組合せを目指す、これが一つ目の考え方なのかなと思っています。

二つ目の考え方は、2050年の姿というのを常に意識して考えていかなきゃいけないということで、言うまでもなく現時点でのターゲットは2050年カーボンニュートラルですし、その先も未来は続いていきます。少なくとも2050年の姿を無視して2040年の姿を議論することはできないんじゃないかなと思っています。

3点目が、成長することを前提とした高い目標を掲げてほしいということです。2050年カーボンニュートラル、物すごくハードルが高いです。だからといって、人為的にブレーキをかけるのではなくて、全てのプレーヤーがそれぞれの立場で目いっぱい成長した姿というのをまずは目指すべきだと思っています。

これが、私が考える3点でして、それを踏まえて、最後、原子力について述べたいと思います。2040年あるいは2050年に向けて、我が国では原子力を最大限活用していく、発電に

寄与していくということになると思います。ただ、2040 年代以降、原子力の設備容量が減少するということや建設のリードタイムが長いということは、これはもう事実です。こういった事実を目を背けていては駄目で、減る分を補う、あるいは需要の見通しを見極めながら必要な規模を確保していくという、そういった将来像を明確にしなければならないと思っています。位置づけの明確化がないままでは、原子力業界は動くことはできないということで、原子力も再エネとか水素、CCSと同じように、目いっぱい成長することで脱炭素社会が実現するんじゃないかというふうに考えています。

以上です。

○隅分科会長

黒崎委員、ありがとうございました。

それでは、遠藤委員、お願いいたします。

○遠藤委員

R I T Eの秋元先生から、ユニークなシナリオ分析があり、40 年に原子力ゼロの場合の推計が参考資料のほうでされています。限界削減費用がゼロシナリオだと大幅に増加するという事になっているんですが、原子力もゼロなのですから、再エネも低位であります。その場合、何によって発電をし、その結果として原子力ゼロシナリオの限界費用が上がるのか。補足でご解説をいただけるとありがたいです。

○隅分科会長

遠藤様、ありがとうございました。

それでは、オンライン参加の小堀委員、お願いいたします。

○小堀委員

小堀です。ありがとうございました。

6 機関の皆様、それぞれのモデルを用いて詳細な分析、そして細かいデータ数字まで出していただきまして、本当にどうもありがとうございます。私のほうからは、細かい数字というよりも考え方などについて、質問したいと思います。

まずは R I T E さん、デロイトさん、エネルギー経済研究所さん、マッキンゼーさん、これらの機関はそれぞれエネ庁のシナリオ分析の前提状況をベースに、再エネ・水素・CCUS、それぞれの技術が進展した場合のシナリオが記載されていますが、どのシナリオが最も蓋然性が高いのでしょうか。また、各シナリオの上振れや下振れ、変動ですよね、このリスクをどう見ているのでしょうか。この辺については、それぞれの機関同士の質問をお聞きすると、やはり海外の技術革新やコスト等がかなり影響していると推察されますけれども、再エネ・水素・CCUSで特に海外の動向で注目されている点があるものがあれば、コメントいただけたらと思います。

それからもう一つ、I G E S さんに質問なのですが、最後のまとめのところに、「幅広い主体の声を包摂できるアプローチをとること」とありますが、どのようなアプローチをイメージされているか、具体的に何か考えがあるかということをもう少し教えていただけたら

と思います。政府や経済界だけではなくて、国民の声というものも非常に重要になってくると思いますけれども、そういうのも含めた何か方策等をお考えでしたら、ご説明をお願いできればと思います。

私からは以上です。

○隅分科会長

小堀委員、ありがとうございました。

それでは、田辺委員、どうぞお願いいたします。

○田辺委員

ありがとうございます。私、需要に関して質問させていただきたいと思うんですけども、第6次エネルギー基本計画、2013年で、3億6,300万kLで、経済成長1.4%で需要低下して、6,200万kLで省エネ、17%ぐらいだと思うんですけど、需要低下を見て23%ぐらいになるという予想をされたと思うんですが、皆様の資料を見ると、国環研が8ページで2040年の最終エネルギー消費量に触れられていて、技術進展で220Mtoe、技術革新+社会変容で195、RITEは35ページで220Mtoe、IGESは38%シナリオで200Mtoe、それからデロイトが23%で225、PJなのでちょっと換算がおかしいかもしれませんが、エネ研が250Mtoe、ちょっと大きめだと思うんですけども、マッキンゼーは230と書かれて、需要量はそんなにぶれがないのかなというふうに見ていました。皆様に、需要減少と省エネ対策、分離は難しいかもしれないんですけども、40年に向けて、どの程度省エネが必要なのかというのが分かっていたら教えていただきたいと。

それから、2040年の産業・業務・家庭・運輸の必要な需要割合というのがもし計算の中から導かれていたら教えていただきたいと。

それから、自家発電はどこに分類されているのかというのをモデル上で伺えればと思います。

以上です。

○隅分科会長

田辺委員、ありがとうございました。

それでは、寺澤委員、お願いいたします。

○寺澤委員

まず、6機関の皆さんのシナリオ分析に敬意を表したいと思います。その上で、これからエネルギー基本計画をつくるということで、質問というかコメントということで3点いたします。

まず、こうしたシナリオ分析で、世界でやる場合は、コスト最小化分析というのはやっぱりマストになってくるんだろうということなので、これからの検討に当たっては、エネルギー全体についてのコスト最小分析をやる、そうしたシナリオがベースになってくるのかなと思います。また、再エネのコストについては、再エネの導入が広がると出力変動が大きくなってくるので、これに対応するコスト、いわゆる統合費用、これをきちっと捉えることが

重要だと思います。その際、静態的、スタティックではなくて、再エネの導入が増えれば増えるほど、コストが大きく上がっていくというダイナミックなコスト分析ということが前提になった、そういうシナリオであることが重要だと思います。

二つ目に、これから 2050 年カーボンニュートラルを基にしたシナリオというもの、これがベースになるというのは、これは当然だと思うんですけども、望ましい姿で技術進展が進むとかコスト削減が進むわけでは必ずしもないと。これはやっぱり現実なんだろうと思います。こうした現実に対応した、英語で言う Contingency Plan、あるいはプラン B ということを提示することが重要だと思います。望んだ姿、目指す姿にならなくて、結局エネルギーが足りないということは何としても避ける必要があると。特に、LNG については長期調達の基本になってくるので、そういう意味ではいろんなリスクに備えて必要な量の LNG をあらかじめ確保することが重要だと思います。もちろん目指すべきシナリオというのは不可欠だと思いますけれども、同時に備えておくべきシナリオというのを提示することは重要なだろうと思います。

最後に、いろんな再エネとか水素とか CCS というのは導入シナリオに相当幅があるわけでありまして。この幅を小さくするためには、最大限の導入を実現する、それに資する政策というのは不可欠だと思います。また、サプライサイドだけでなくデマンドサイドというのは当然必要になってくると思うんです。こうした四つの分野について、最大限の効果をもたらす、そうした実効性のある、インパクトのある、そういう政策をぜひエネルギー基本計画の中では盛り込んでほしいというふうに思います。

以上です。

○隅分科会長

寺澤さん、ありがとうございました。

それでは、村上委員、お願いいたします。

○村上委員

各機関からのシナリオのご説明、どうもありがとうございました。短時間ですが、まず 2 点、お願いを申し上げたいと思います。

1 点目は、各機関ばらばらのフォーマットで前提や結果が示されているんですけども、私のような素人には、短い時間で比較検討することは非常に困難でした。第 6 次エネルギー基本計画の議論でもお願いしたんですけども、広く国民が関心を持って検討できるように、統一のフォーマットで分かりやすく表にさせていただくなど、工夫をお願いしたいと思います。

2 点目は、限界費用についてはどの機関も触れているんですけども、電気料金には、より強く関係するものとして平均費用というのがあるというふうに、以前、伺ったことがあります。したがって、平均費用についてもお示しいただけたらありがたいなというふうに思います。

それから、シナリオについて幾つか質問させていただきます。事務局から示されたのは 8

ページの5パターンということなんですけれども、水素やCCSはいまだ世界的に商用稼働がほとんど始まっていないことから、あまり現実的ではないのかなというふうに思いましたが、実現可能な数字、皆様が示されたのは可能な数字なのではないかということ。また、多くの機関の結果で、原子力はどのシナリオでもほぼ一律に2040年で20%前後となっていますけれども、これはシミュレーションの前提として設定されているのかどうか。そして、原子力が社会的要因で想定ほど入らないという可能性は考えられると思うので、原子力は十分に進まないシナリオというのも検討しておくべきではないかということをご提案したいと思います。

それから、多くのシナリオで、再エネの割合は、2040年では五、六割にとどまっている状況だと思いますが、これはポテンシャルの上限が低いのではないかなというふうに感じています。日本の強みが生かせるペロブスカイトですとか、浮体式洋上風力ですとか、そのようなポテンシャルも十分織り込まれているのかどうかということを確認できればと思います。

以上です。

○隅分科会長

村上委員、ありがとうございました。

取りあえず、今7名の方のご質問をいただきましたので、ここで一旦打ち切りまして、各機関から今のご質問等に対して、最大3分程度以内でご回答いただければと思います。

それでは、まず国環研の日比野様、お願いいたします。

○国立環境研究所日比野研究連携コーディネーター

ちょっと名前が漏れていただけたかもしれないですけど、再エネ、水素、CCSについてシナリオ分析をいたしました。その中でどれが、蓋然性が高いかといったところでありますけど、これまでも議論に出てきた、非常に技術革新次第というところであって、今どれというのは非常に言うのが難しいと私は思っております。ですので、今のところ、どれも必要だということとは言えるという点と、あと、どれかに絞るといって、一本足打法で2050年を迎えたら大丈夫かという、やはり調和が必要でありますので、どれも満遍なく導入できるような技術開発、インフラ整備というのはやっていく必要があろうかというふうに思っているところであり、この先も定期的にどの分野が進んでいるかというのは、進捗をちゃんと点検して計画も見直しを行っていく必要があろうかというふうに思っているところでございます。

あと、省エネ、最終消費部門でありますけれども、やはりこの部分を頑張っておかないと、非常に大きな発電が必要となりますので、非常に省エネを頑張っていく必要があろうかと思っております。どの部門がということもなく、現状のNDCでも掲げている省エネ目標、これも大変厳しいものでありますけど、少なくともこのペースで守っていかなければいけないですし、2030年までというところできくと、電化というのがそこまで声高に言っていないところもありますので、この電化のシフトというのも非常に、全部門にわたって、産業・民生・運輸、全部門にわたって厳しくやっていかなければいけないというふうに思っている

ところでございます。

あと、原子力のシミュレーションでありますけど、今回については、もう外生的に原子力の想定を行ったところでありまして、特に感度分析を行っていないところでありますけど、原子力のみならず、いろいろな技術について引き続きウオッチしながら見ていく必要があらうかというふうに思っているところでございます。

再エネについては、ただ、これは電力需要とのバランスで、必ずしも何%というのがありきではなくて、やっぱり何GWぐらい顕在化できるのかといったところの絶対値の数字をきちんと見ながら引き続きやっていく必要があらうかというふうに思っているところでございます。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、R I T Eの秋元様、お願いいたします。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

ありがとうございます。澤田委員からの、ちょっと電力コストの国際比較というのは、我々のモデルは世界モデルですので、出せるので、ちょっと詳細は事務局とまたご相談させていただきたいとは思いますが、ただ基本的にベースとして、そもそも日本は電力コストが高いので、そこに対して今回概算として見ていただくと、この炭素プライス、限界削減費用というのをCO₂の限界削減費用を出していますので、そういった分、余計に日本のほうが乗りやすいというようなイメージを持っていただければというふうに思います。

その次、遠藤委員から、付録にある原子力2040年ゼロシナリオの限界費用が上がっているというケースで、まさに、2040年で原子力をゼロにしてしまうと相当CO₂の限界費用も上がりますし、電力の限界費用も上がるということで、その理由は、このシナリオでいきますと、再エネに移行したいんですけども、再エネも保守的、保守的というか通常のコスト低減のほうを見込んでいます。そうすると、再エネがたくさん入ってくると、そもそも再エネが高いですし、また系統統合費用も上がってくるので、非常にコストが上がってくると。そうすると、途中から再エネに頼るのではなくて、海外からブルーアンモニアとかグリーンアンモニアも含めて、そちらから輸入したほうがまだコストが安いと。ただ、こちらも海外の制約が、CCSの制約も再エネの制約もコスト低減がそれなりに進まないというケースですので、そうすると、全体としてやっぱりコストが上がってくるという中で、非常にコストは上がるケースになっています。ただ、我々の通常のコスト低減の見込みもそれなりに、今のペースで進むほうを見込んでいますので、全然、かなり保守的というわけではなくて十分あり得るシナリオですので、あんまり極端に原子力を減らすとか、そういうことをすると、非常に我々のエネルギーシステムコストを上げてしまう、電力コストを上げてしまうという結果になっているかなというふうに思います。

小堀委員から、どのシナリオの確度というお話がありました。先ほどもありましたように、

なかなか読めないで、我々としては今回、五つプラス付録で2シナリオと。2シナリオのほうは若干極端ですが、ただ政策を誤れば十分にそういうシナリオもあり得るというふうに思いますので、どのシナリオもあり得るというのが私からの回答でございます。

田辺委員から省エネ量ということでございますが、私の資料の35ページ目が最終エネルギー消費量全体でございますので、一応ベースラインも比較で載せておりますので、ベースラインとの比較ということを見ていただくと、その差分が省エネルギー量ということになりますので、ベースラインは通常で人口が減ったり、そういったものの中で減る部分でございまして、そこからカーボンプライスがかかるというか、温暖化対応によって省エネルギーがどれぐらい進むかということに関しては、その差分を見ていただければと思います。

自家発電の量ですけれども、ちょっと直接読める資料はなかったんですけども、基本的にカーボンニュートラルに向かって厳しくなってくると、やはり自家発電を減らしたほうが合理的だと。緩くなってきた、恐らく排出上振れシナリオでいくと、むしろ自家発電を使ったほうがいいということだと思いますけれども、カーボンニュートラルになってくると、自家発電をやめて、なるべくカーボンニュートラルの原子力とか再エネとか、そっちに、もしくは水素・アンモニアといったようなところに変えていくということになりますので、そういう結果になっているかなと思います。すみません、結果として直接見えるものはないかなと思います。

寺澤委員のおっしゃったことは私も同意するところです。すみません、省きます。

村上委員からは、平均費用に関しては、我々、限界費用と平均費用と両方載せておりますので、資料では、少なくともR I T Eの分析では記載があるかと思います。

C C S、水素は、十分商用化はされていないということかもしれませんが、実際にC C Sはもうアメリカとかほかでも動いていますので、立ち上がりは十分あるかなと。早く立ち上がる場合は十分あり得ると思っていますので、2040年という時間軸でいくと全然あり得るような水準感だと思いますし、そうやらないとカーボンニュートラルには間に合わないということだと思います。

原子力の2040年の20%は、我々は、想定ではなくて上限制約として20%を置いています。これは現在の2030年のエネルギーミックスの上限20から22%という幅の20%というのを40年までそのまま延長して、それを上限として置いていて、モデルはコスト最小化の結果、解いていますので、ただ結果として見ると20%に張りついていると。原子力は安いので、少なくともこの73%減という目標の下では安いので、張りついているということでございます。原子力が進まないシナリオは付録に記載しております。

再エネポテンシャルの想定が小さいのではないかとということですが、17ページ目にありますように、再エネポテンシャル自体は十分見込んでいます。日本の総発電電力量を超えるぐらいの量を見込んでいますが、ただコストの問題、そしてまた系統統合費用もありますので、その中の最適化結果として、結果として今回ご提示したような再エネ比率になっているということでございます。

以上です。

○隅分科会長

秋元様、ありがとうございました。

それでは、IGESの栗山様、お願いいたします。

○地球環境戦略研究機関栗山リサーチマネージャー

まず初めに、澤田委員からのご質問に関しまして、このデジタル化による最終エネルギー消費量の効果が大き過ぎるのではないかとということでございますが、こちらはデジタル化によってどこまで影響を拾っていくかという範囲によるというふうに考えておりまして、我々は参考資料の40ページ、こちらにこういった変化まで追っているかというのを、どちらも概念的でございますが、示しております。

このデジタル化によって、生産性の向上でありますとか、いろんなオンライン会議が増えていくというようなこともございますし、また、このデジタル化によって自動技術が進展しやすいということで、自動技術と相性がいい電化がさらに進展していくというようなことも想定しております。そういった観点から、移動の形態が変わっていくということも入れております。

また、一つ大きいところは、デジタル化によって循環経済も進展していくということもございます。いろんなもののトラッキングができるということは、素材の利用履歴というものもトラッキングしていくことで、バージン素材ではなくリサイクル素材というものでも高品質な素材が作られていくようなことが進展していくだろうということも議論されているわけでございます。こういったことは、いろんなエネルギーの視点だけではなくて、この「参考にした政府資料」と書いてあるように、いろんな省庁様の2040年後のビジョンに書かれているようなところを拾って、それが実現していくと、こういった変化になっていくという、ある意味、大きな変化を拾った結果、最終エネルギー消費量も大きく進展していくというふうな絵を描いているわけでございます。

また、このデータセンター、DXが進むとデータセンターの電力消費量が増えるのではないかとということでございます。こちら幅はあると思っておりますが、我々のシナリオでは、やはりデータセンターでの電力消費量が増えるということは、そのままデータセンターのコストが上がるということですので、何かしらのデータセンターの電力消費量削減、効率化していく措置が取られていくだろうということもございますし、また、このデータ処理をエネルギー効率的に行っていくアルゴリズムの開発でありますとか、デバイスの開発というのも、目下行われているということでございますので、そういったことを鑑みて、2040年の姿を見ていくと、こういった数値に収まるという一つのシナリオでございます。

また、最終エネルギー消費量については減っておりますが、電力需要については増えております。そういった観点から、このデジタル化による電化、あるいはデータセンターの電力消費量の増というところも反映しているということも言えるかと思えます。

その他、小堀委員からは、幅広い主体をどうやって巻き込んでいくのかという具体的な提案はありますかという質問でございますが、こちらは少なくとも、こういったシナリオ分析

をしていく上で、シナリオ、分析の結果を見据えるというような作業だけではなくて、どういった前提条件がつけられていくのかというのをもう少し丁寧にやっていく、これを今回の場のような、1回限りではなくて、少しサブワーキンググループのようなものをつくって理解を深めていくということが大事ではないかなと思っています。こういったことは、我々の活動の中で、地域レベルあるいは市民レベルでは、そういったプロセスをやっていくことで市民との理解度が上がっていった、自治体レベルでの政策形成につながっていくというようなことは実際ありましたので、国レベルでどうやっていくのかというのは、また別途アイデアは必要かと思いますが、方向性としてはそういった手段が考えられると考えております。

私からは以上です。

○隅分科会長

それでは、デロイトトーマツの濱崎様、お願いします。

○デロイトトーマツコンサルティング濱崎マネージングディレクター

デロイト、濱崎です。

まず、小堀委員から頂戴した質問で、どのシナリオが、一番蓋然性が高いのかということでございますけど、まだ現状段階において、水素、またCCS等々、なかなかちょっと先を見通しするのは難しいなと。どれを選ぶべきかというよりは、この三つ、おのおのやった場合において、限界削減費用が下がっていくということです。この三つを着実にやっていくというのは効果があるというようなことが、取りあえず見えてきているのかなというふうに思っております。ある意味、それがうまい具合にいかない場合、じゃあ、先ほどのプランBとして何があるのかというのを検討するという進め方がいいのかなと考えております。

あと、田辺委員から、どの程度省エネが必要なのかというところで、基礎的な需要がどれぐらい増えていく、下がっていくというのと、あと、おのおの、その中で省エネがどれぐらい必要なのかに関しまして、私の説明資料のスライド11のところに、基礎的なものと、あと省エネがどれぐらい進むのかというのを書かせていただきましたので、そちらをご参照いただければと思います。

あと、寺澤委員がおっしゃったことは、まさにそのとおりかなと思ひまして、全体で見ていく必要があるというのと、当然、再エネは増えていきますので、単純なLCOEの比較だけではなくて、統合費用を考えるとというのはそうかなと。また、その統合費用を下げっていくために、需要サイドのDRとか、どれが必要なのかというのも検討に十分値するのかなと我々も思っております。

最後、村上委員から頂戴した質問で、再エネのシェアというのが足元20%で、我々のところで5割から6割にとどまっているということだけれども、これはどういうことかということかなと思ひまして、ペロブスカイトに関しましては、実は中に盛り込んでおりません。ただ、我々、実はペロブスカイトというのは日本全国でどれぐらいポテンシャルがあるのかというのは、実は評価自体をやっているんでモデルに組み込んでいないというの

が現状でございます。ペロブスカイトに関しましては、ある意味、南面、東面、西面ということでピークが違うというのと、それによって、ある意味ピークの違いが非常に、全体から見て費用というのが低減していく可能性があるんじゃないかとか、あと、こういった都心部、ビルがいっぱいあるところ、当然、屋根に置いているだけでは十分な再エネ供給、自給率100%は非常に難しいわけでございますので、壁面を設けることによって、系統とかの整備というのはかなり軽減される可能性があるというふうに思っている状況でございます、まだ十分な検討がモデルの中でできていないということがありますので、現在、そういうこともできるように進めております。また我々のほうで結果が出ましたら、公表できればなと思っております。

ご質問ありがとうございます。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、エネ研の松尾様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所松尾特別主幹研究員・立命館アジア太平洋大学教授

松尾です。

まず、電力コスト等についてなんですが、限界費用と平均費用があると思っています。限界費用については、我々が今回示しておりますのは最適解なので、最適解でも当然、海外に比べれば高いんですが、限界費用がむちゃくちゃ上がるということは、極端なシナリオにしない限りはないかなというふうに思っています。ただ、平均費用的なところで、やっぱり日本では海外に比べると太陽光・風力のコストが高いということで、これはコストワーキングの守備範囲ですが、やはり少なくとも再エネが何十%入ってくる中で、再エネ、太陽光・風力のコストが高いと当然平均費用は高くなりますので、海外との競争ということを考えても、やはり太陽光・風力のコストをいかに下げていくかということは重要な課題であるというふうに認識しています。

それから、どのシナリオの蓋然性が高いかというご質問をいただいたかと思いますが、やはり何もしないと、例えば再エネのポテンシャル小とか、例えば水素で言うと、国の目標は非常にやっぱり野心的でして、我々、普通に積み上げると高価格ぐらいになってしまうというところがあって、そこをさらに低価格まで下げていくというのはかなりの努力が必要かなというふうに思っています。再エネのポテンシャルでも、例えば営農型太陽光みたいなものをどんどん入れていくとか、そういったことがポテンシャル大のほうでは必要になってくるかなというふうに思っています。

それから、省エネについてですけれども、どの程度必要かはなかなか難しいところなんです。ちょっと言い訳みたいになるんですが、基本的には一般論として、こういう最適化のモデル分析をすると、CO₂で制約をかけますので、そうすると、電化をすれば、そこは電力を脱炭素化すればCO₂にならないので、省エネのインセンティブが働きにくいところはモデルの特性上あるというふうに思っています。したがって、こういったモデルで出されるよ

りも、さらに、実際には、やはり省エネがもっとあってしかるべきだと思っていますので、それはそういうふうに見ていただくのがよいかなと思っています。

それから、自家発電につきましては、基本的にこれは、エネルギーバランス表上で自家発電は最終消費に入らずに、エネルギー転換部門の中に入るかなというふうに思っています。

それから、原子力については、先ほどスライドで示しましたが、基本的に、2030 年前後に幾つかのプラントを除き再稼働して、しかもカウントストップを考えると 2050 年、これぐらい残るというふうに考えて置いています。それが楽観的かと言われると、何ともコメントしようがないんですが、そういうふうに置いているということと、それから新增設ということが今後あり得るかもしれません。それはちょっと今回置いていけませんので、また別途の議論になるかなというふうに思っています。

それから、再エネのポテンシャルですが、これも秋元さんと同じお答えになるんですが、ポテンシャル自体は非常にたくさんありまして、先ほど申しましたとおり、例えば風況が良いところと悪いところとあるので、風況が良いところから入っていくと。そうすると、だんだんコストが上がってくる、導入が進むにつれてコストが上がってくる、それから統合費用もかかってくるということで、そういったところで、最適な電源構成では再エネばかりにはなっていない状況です。

ただ、これも先ほど申し上げましたが、50～60%という数字は、これは確定的なものでは必ずしもなくて、前提条件に非常に強く依存しますので、多分、35 ではなかろうとか、95 ではなかろうとか、そこまでは分かるんですが、じゃあ、50 なのか 70 なのかというところは、やはり確定的なものではないので、それはモデルの特性上、そういうふうなものだと思っていただくのがよろしいかと思います。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、最後にマッキンゼーの和田様、お願いいたします。

○マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン和田アソシエイト・パートナー

まず澤田委員からのご質問の電力コストでございますけれども、外国のほうのコスト、我々のほうの平均費用で見ているのが、ちょっと比較にしかないんですけども、今と比べて再エネのCAPEXは下がっていく分、系統絶縁費用が上がっていく結果平均費用は、大体同じぐらいで推移するというふうに見ています。そうすると、今、日本が高い分、この差異は変わらずということかと思っていますので、やはり日本のコストが高く見えてくるというところかなというふうに思っております。

小堀委員のシナリオの蓋然性、我々としてもこれが一番高いというのはちょっと控えたかなというふうに思うんですけども、上振れ変動リスクのところで一つ申し上げたいなと思っているのが、やはり水素とかCCSという新技術、投資が進むとコストが下がって

もっと進むという、その循環があると思うんですけども、ここ数年間でいかにその最初の積み上げができるかというのが一つ注目ポイントかなというふうに思っていて、我々の毎年出している、昨年の全世界のグローバル需給のモデルに比べると、今年、水素の投資の部分というのが、少しF I Dが進んでいないというのが見えていますので、結構保守的に修正しているという部分もございますので、この辺り、どこまで今、この数年間で進むかというのは一つポイントとしてあるかなというふうに思っています。

田辺委員ご質問の省エネ、こちらについても、我々、はっきりと数字が出しづらいんですけども、2040年のGDP、そこまで横ばいで見ている中で、エネルギー需要は10%ぐらい減っています。大体それぐらいが省エネかなと、ざっくりとお答えすると、そんなイメージかなというふうに思っています。

エネルギー需要の産業カテゴリーの割合、10ページに示しているとおりかなというふうに思っていますというところと、自家発は供給側に含めて分析を行ってございます。

村上委員のご質問の平均費用は我々のほうも資料に載せておりまして、次の水素とCCSの実現可能性ですけども、これはやはり技術によって全然、水素・CCSもユースケースが全然違うので、そこはちょっと個別に見る必要があるかなというふうに思っています。我々の場合は結構アグレッシブにやるべきかなと見ていまして、製鉄での水素の利用というのも、2040年の断面でも含めて、ある意味これがないと排出削減が目標に行かないということも含めながら入れているというふうな状況になっています。

原子力は、ほかの皆さん同様、前提として外生的に与えているふうなものになっていまして、最後、ご質問のペロブスカイト、浮体式、若干シナリオによって違うんですけど、いずれもポテンシャルとして入れているようなものになってございます。

以上になります。

○隅分科会長

和田様、ありがとうございました。

それでは、まだご質問されていない委員の方がおられますので、その委員の方の質問時間に入らせていただきます。ご発言は、可能な限り手短に、よろしくお願いをいたします。

それでは、武田委員、お願いいたします。

○武田委員

事務局の皆様、各機関のプレゼンターの皆様、本日は大変丁寧なご説明をありがとうございました。

冒頭のエネルギー基本計画についての基本的な考え方ですが、事務局資料の2ページにございますとおり、様々な不確実性が存在することを念頭に、エネルギー需給について複数のシナリオを用いた幅のある内容とすることに同意いたします。その上で、骨子で書かれていましたⅡ章が、前回のエネルギー基本計画と今回の基本計画の大きな背景の違いになると思います。5点とも大変重要と思いますが、特に、五つ目に書かれておりますDXやGXなどの進展に伴う電力需要の増加の可能性について、先ほど議論がございましたとおり、A

Iやデータセンター等による需要の増加と、半導体技術の開発等による電力効率の向上等と両面あると思います。需要見通しにおいても、その技術の活用や進展度合いにより、増える側と抑制する側の双方において幅があると見ております。

また、RITEの秋元様から、GDPの想定について、成長実現シナリオ、つまり内閣府の高いシナリオを置いているとのご説明がございましたが、人口減が進む中で、仮に成長実現シナリオが前提となるならば、労働力が下がる中で高成長が実現するということは、生産性の大幅上昇が起きるというシナリオになります。生産性の上昇は、先ほど澤田委員からもございましたように、DXが相当進んでいないと実現は難しいと思いますが、AIの普及によるICTセクターにおける電力需要と、整合的かどうかという点も考慮が必要だと思います。

各機関の皆様への質問として、前提にある成長と、そのもとでのICTセクターにおける電力需要、省エネ型のAI活用や半導体技術の開発による電力効率をどこまでシナリオで置かれているのか、追加で補足等がございましたら、この点のシナリオと前提についてお話をいただければと思います。

以上です。

○隅分科会長

武田委員、ありがとうございました。

それでは山内委員、お願いいたします。

○山内委員

このモデルシミュレーションについては、昨日見せていただいて見ただけなので、全部理解できているとは言えないので、もし誤解があったら申し訳ないんですけど、最初に謝っておきますけど。

それで、事務局のシナリオ分析についてという資料で、何をこう、このモデルが重要かということ自分なりの感想で言うと、例えば社会全体フレームがあって、経済のフレームがあって、その中にまたエネルギーがあって、それがこれからどういうふうに変わっていくのかということシミュレートする。

そのときに非常に重要なのは、複数シナリオのところで、いろいろ技術革新とかなんとかというのと、それから産業構造が変わっていくという、それをうまく表現できるかどうかと、そういうことだと思うんですね。

その意味で言うと、私は経済学なので全部は分かりませんが、経済学で言うと、一般均衡モデルみたいなものを作って、どなたかの資料にありましたけども、一般均衡モデルを作って、それでシミュレーションするんだろうなというふうに思いました。そのときに、要するに、このモデルとして優劣をつけるわけじゃないんですけど、どういうことかというのと、そういう変動、変化をどういう形でそのモデルの中に組み込んで、それがうまくシミュレートされているかということを確認する必要があるんだろうなというふうに思っています。

それで、ただ、これはさっきどなたかおっしゃっていましたが、同額的に見ないと多分出ないので、同額のモデルを、解を出すというのは結構難しいので大変だなと思いますけど

も、でも今日、出されたので、それはよいかなと思うんですけど。

一つだけ質問があるとする、その一番分かりやすい例が、I G E S さんの資料の 9 ページのところに、経済構造想定というのがあって、I G E S のモデルって、この経済想定については産業連関分析をやっているんですね。産業連関分析で、投入係数はいろいろ変わっていくので、構造が変わるとき、投入係数も変わるんだと、これは産業連関分析、当然なんですけど、どんなふうにされているのかという。ここに書いてあるのは、調整してとか、統合何とか、そういう書き方だったんですけど、一つの例としては、これがさっきの構造変化みたいなものをモデル化している例になるわけなんですけど、多分これ、産業連関表だけど、ほかの人は、ほかのモデルは一般均衡で関数形を使っていると思うんですけど、一番分かりやすいのと言うと、例えばこれについてはどんなふう調整しているのかというのを教えていただけるとありがたいというふうに思います。

○隅分科会長

山内委員、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

ありがとうございます。事務局の冒頭の資料にもありますけれども、今回シナリオ分析をこういう形で示していただいたのは大変貴重だと思っています。やはり、30 年、40 年時限、30 年超 40 年時限を伴うについて考えていくときに、需要にしても技術の見通しにしても、やはり一定の不確実性を避けられないということ。それから、国として、50 年カーボンニュートラル 1.5℃目標という一つの大きな上位目標を持っている中で、それをどういうふう解を出していくかという意味で重要な作業だというふうに思っております。

同時に、モデルの皆様から指摘もありましたけど、やはり一定の想定を置いた将来予測なので、これが決まって一義的な未来を示しているのではないというのは共通してご指摘があった点だと思います。これは多分、社会的コミュニケーションとして非常に重要だというふうに思っております。

多くの質問、既にほかの委員からご指摘をいただいたので、コメントが中心ですけれども、一つはエネルギー需要、あるいは電力需要について田辺委員からご指摘があったところがあります。電力需要については、データセンターあるいはデジタル化の進展が上げ要因だけれども、その程度には幅がある。これはここでの議論でもありました。

同時に、電化の進展が、電力需要の非常に大きな重要な要因の一つであるというところも共通していたように思います。他方で、一次エネルギー消費は減少するという、これも共通した特徴だったように思います。

二つ目の点は、エネルギー、山内先生がおっしゃった点も近いかなと思って聞いていたけれども、エネルギー転換と脱炭素化に伴う便益をそれぞれのモデルの中でどう表現されているのか、あるいはモデルの制約からできないのかという点が一つお尋ねしたいところです。

一つの指摘がありましたように、気候変動の影響の回避という炭素の社会的費用の観点はもちろんあります。それを盛り込んでいる、盛り込んでいないというのは、先ほど議論がモデル屋さんの間でもありましたけれども、ほかに、例えばGXの文脈で言っても、自給率、これはそれぞれのモデルのところで一定示されたと思います。

それからエネルギーコスト、これは澤田委員がおっしゃった点で、村上委員もご指摘になりましたが、限界削減費用の形で示されていますけれども、追加的にCO₂を1 t減らすときに幾らかかるかというよりは、国民の負担として、電力あるいはエネルギーにどれだけ払うのか、あるいはその払うことを回避できるのかということを示していくということは重要なというふうに思っております。

山内先生がおっしゃった点というのは、産業連関表で実際に輸入化石燃料を、地域で例えばクリーンエネルギーが入っていったときに、それによって、どれだけ地域にそこへの投資、経済効果が残るのかという分析がされているモデルがあると思うんですけれども、これはナショナルなレベルでも、輸入化石燃料依存が対外支払いを抑える、あるいは国内にお金を残す、あるいは海外市場獲得の経済効果、秋元さん、RITEのモデルでもご指摘いただいていますけれども、GXに資するエネルギー政策という観点からは、こうしたプラスの効果ということをしっかり見せることが必要だと思っていまして、この点について、もしモデルのほうから、私、見落としていたところもあるかと思いますが、こういうことが可能であるという点、あるいはこういう分析をしているという点があれば教えていただければというふうに思っております。

すみません、あと二つほどですが。

○隅分科会長

すみません、時間がちょっと押し迫っていますので、簡潔にお願いいたします。

○高村委員

はい、申し訳ありません。

一つは、今の文脈で、既存の技術の導入を先駆けて行うことで排出経路が下振れすると、IGESさんの早期削減シナリオがそうだと思うんですが、これは気候変動対策の観点もさることながら、先ほど言いましたプラスの便益があるとする、いかに、例えば海外市場獲得の経済効果なんかはそうなんですけれども、感度分析でおやりになるのか、新たなシナリオでおやりになるのかというのがあるんですけど、もし何かこれについても追加であれば教えていただきたいというふうに思います。

最後というのは、これは事務局へのご質問でして、これも山内先生がおっしゃった点に重なっているかもしれませんが、先ほど申し上げたように、なかなかエネルギーミックスについて、従来の積み上げ型では作りにくい次元の議論をしていると思っております。今回、シナリオ分析は非常に重要だと思うんですが、これをどうエネルギーミックスに反映といひましようか、転換していくのかという、ここの難しさも同時に、モデルの様々な特徴、限界も踏まえて感じているものですから、事務局から今の段階でのお考えについてお尋ねでき

ればと思います。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございます。

それでは続きまして、オンラインご参加の河野委員、お願いいたします。

○河野委員

河野でございます。シナリオ分析と、次期エネ基の骨格（案）に関して、それぞれ簡単に意見を申し上げたいと思います。

まずシナリオ分析に関してですが、各機関からのご説明ありがとうございました。2050年カーボンニュートラルは、まだ誰も経験したことがなく、先の長い道のりであり、科学的・技術的要素だけではなくて、経済的・政治的な利害が生じることなど、常に不確実性が伴うことを考えると、皆様からプレゼンしていただきました複数のシナリオ分析に基づいた各種プランを用意して状況変化に対応する必要があるということは理解できました。

将来シナリオを伺いますと、必ずしも悲観的になることはなく、適切に政策を進めていけばNDCはクリアできるという見通しも示されたところですが、シナリオの正否というのは、技術革新もさることながら、変化に対する社会の受容度とそれに伴う社会変容がキーワードであるというメッセージを、いち国民として私は受け取りました。改めて、手持ちのリソースと時間軸、財源、技術革新、それから政策等をうまく組み合わせて、トレードオフの考え方で解決策を探っていくことが重要だというふうに受け止めました。

2点目ですけれども、次期エネ基の骨格の6番目に書いてくださっています国民各層とのコミュニケーションに関してでございます。どのような精緻な政策を掲げたとしても、国民がその目的を理解して、自分も計画の中で役割を与えられているという自覚を持ってないようでは絵に描いた餅でしかありません。今回のエネ基でも、需要側の省エネ、非化石転換として産業・業務・家庭・運輸部門に求められる取組が明記されますけれども、国民が計画の蚊帳の外に置かれないように、策定後ではなく、計画策定と同時進行で適切に情報提供を進めていただきたいと思います。あわせて、言葉の意味を明確に示すべきかと思っております。また、カーボンニュートラル、ネットゼロは、必ずしも化石燃料を全否定している概念ではなく、社会で正確に理解されているかどうか、そういったところにも、ぜひ情報提供の際には留意してほしいと思います。

また、イギリスのゼロエミッション車販売義務化ルールの見直しが報道されましたが、理想だけが上滑りして現実が伴わないような提案というのは実行困難です。政策のみが先行して、笛吹けど踊らずを回避しなければなりません。吹いた笛の音色をちゃんと理解して行動変容につながるように、早期に社会や国民との相互コミュニケーションの場を設けていただきたいと思います。現在もエネ基に対して国民の声を募っていることは理解しておりますけれども、双方向とはなっていない状況ですので、何らかの工夫が必要だというふうに思っております。

質問ではございませんけれども、以上、所感を述べさせていただきました。ありがとうございます。

○隅分科会長

河野委員、ありがとうございました。

それでは最後に、オンラインご参加の橋本委員、お願いいたします。

○橋本委員

ありがとうございました。勉強になりました。

2点だけです。要するに、今日分かったことは、現時点でシナリオを確定していくことは現実的にはできないことだと思います。例えば、水素がどうなるかについても、本当は世界全体の水素の需要がどうなるかによって供給の量とかコストが決まってきます。こういうようなことも含めて、なかなか今それは組み込めないということだと思いますので、事務局からのシナリオ分析についてという資料1もありますように、決め付けないということが一番大事だというふうに思います。

2点目は、足元で、日本は排出量削減計画に対してオントラックで来たということであるんですけど、これは事務局の資料の5ページにも分析があるように、やっぱり日本経済の活動量が落ちたというのが主な要因ですよね。これは製造業、建設業、景気が世界的に悪い、それから中国の失速と、世界全体の需要の問題もありますけれども、電力コストが高い、あるいは円安で、いろんなエネルギー資源コストが高くなったことで、競争に負けて生産シェアを落としたということもあるわけです。この状況を脱さねばなりません。我が国が成長と分配の好循環を回すのが第1。0番地として理解しなければならないのは、オントラックで来たからこの線上でいけるというのは大きな、危険な誤りであるということです。また、日本だけが無理して、この直線的な経路からさらに踏み込むというのは、それは意味があるのかなと。世界の3%の排出量しかない日本が踏み込んだからといって、世界がみんな踏み込むようになるということは到底考えられないということでもありますので、日本の産業競争力を失わないという大前提を外さないように、今後、議論していくことが大事なかなというふうに思います。

以上、2点です。

○隅分科会長

橋本委員、ありがとうございました。

それでは、本日ご欠席の杉本委員より意見書が出ておりますので、事務局から紹介してもらいます。お願いします。

○小高戦略企画室長

資料9でございます。

公務のため、本日の会議に出席できませんので、原子力立地地域の立場から、私がこれまで本委員会や原子力小委員会で申し上げてきた特に重要な事項を中心に、改めて申し上げます。

1、原子力政策の明確化。

今回、各団体から様々な試算が提示されましたが、2050年のエネルギーミックスにおける原子力の割合は、2040年よりも低下していくものの、一定の割合は維持されているという試算が多いように思います。

2040年代以降、原子力の設備容量が急速に減少していく中、国は、2040年だけでなく、2050年のカーボンニュートラルが実現した社会を見据え、脱炭素電源である原子力の必要な規模はどれくらいなのか、その規模をどのように確保していくのか、原子力の将来像をより明らかにしていくことが重要です。これにより、事業者の安全確保に向けた投資や人材確保が促進され、立地地域の安全につながると考えます。

また、既設炉、次世代革新炉を問わず、事業者が安全対策に十分な投資を行えるよう、国が事業環境を整備することが重要と考えます。

さらに、次世代革新炉については、安全性がどのように高まっているのか、開発・建設をどう具体化していくのか、国が責任を持って示す必要があると考えています。

2、核燃料サイクル。

六ヶ所再処理工場の竣工遅れは、核燃料サイクルへの漠然とした不安をつのらせるだけでなく、敷地内の貯蔵プールが逼迫している全国の発電所の安定運転、電力の安定供給に影響しかねない重大な問題です。

国においては、竣工に向けた進捗管理を事業者任せではなく、国自ら厳しく管理し、規制委員会も含めて、政府全体として責任を持って取り組む必要があります。

さらに、再処理工場の竣工後を見据えて、国全体の原子力発電所を安定して運転する観点から、各発電所の稼働状況や貯蔵プールの状況などを踏まえて、使用済燃料の搬入について、事業者の間の連携や調整に国が関与していくことが重要だと考えます。

こうした再処理工場への搬出を含む使用済燃料対策については、国は、単に事業者からの報告を受けるにとどまらず、政策当事者として、それを着実に実行していくため、自らも責任を持って取り組むべきだと考えます。

3、クリアランス物のリサイクルの推進。

本県では、クリアランス推定物の集中処理を行う、我が国初の事業の検討を進めており、これは円滑な廃止措置や資源の有効活用などに大きく貢献するものと考えています。

今後、全国で廃炉が本格化する中において、こうした先進的な取組も十分に踏まえつつ、国は責任を持って、クリアランス処理を含む低レベル放射性廃棄物全体の処理・処分の最適化を図る戦略を示すことが重要だと考えます。

4、立地地域との共生。

原子力政策を進める上では、立地地域の理解と協力が不可欠であり、国や事業者は、原子力基本法に基づいて、これまで以上に地域の振興や課題解決に向けた取組を強化していく必要があります。

特に、能登半島地震を踏まえて、立地地域における避難道路の多重化・強靱化が強く求め

られていますが、その整備は一向に進んでいません。

国は、全国の立地地域において避難道路の多重化・強靱化を積極的に進めていく方針を明確に示すとともに、早期整備を図るための十分な財源措置を講じるべきです。その上で、原子力の様々な課題の解決に先行的に取り組む地域においては、避難道路を特に優先的に整備していくことを、次期エネルギー基本計画に明記すべきだと考えます。

5、全国に先行して直面する課題への対策・実行

国は、こうした課題への対策について、次期エネルギー基本計画に反映するだけでなく、国民に丁寧に説明し、確実に実行していくことが重要です。

福井県では、これらの課題をはじめ、再稼働や高経年化、廃炉の進展等に伴い、全国に先行して原子力の様々な課題に直面しています。国は、こうした先行する課題への対策を具体的な形にして国民への説明責任を果たし、着実に実行していくべきだと考えます。こうした取組こそが全国の課題解決につながると思います。

以上でございます。

○隅分科会長

ありがとうございました。それでは、各機関の皆様には、先ほどの委員の方からのご質問に対しましてご回答いただきたいんですけども、ちょっと時間が押しておりますので、誠に申し訳ないんですけど、1分半以内ぐらいで簡潔にお答えいただければと思います。恐れ入ります。

それでは、国環研の日比野さんから。

○国立環境研究所日比野研究連携コーディネーター

では、お答えいたします。A I、I C Tの生産性の向上をどの程度見込んでいるのかというところでありますけど、我々も内閣府の経済成長を2033年までは折り込んで、その後はつながるものがなかったので、我々の想定ではあるんですけど、やっぱりその中でかなり効率の改善というのは見込まないと、人口減の中でなかなか達成できない数字でありますので、I C T分野の資本投資や電力需要の増加というのは見込んでいるところでございます。

ただ一方で、I C Tによる電力需要の増加だけではなくて、I C Tによる電力削減というところも社会変容と合わせて見ていく必要があるかというところで、そういったシナリオも併せて書いているところでございます。

また、そういった社会変化について、我々もC G Eモデルを使っているところでありますので、どういうふうに入れ込んでいるかと申しますと、高齢化やサービス化などを反映できるように、需要関数の係数を変えるとともに、投入係数はエネルギーや付加価値を対象に効率改善や高付加価値化をパラメータとして想定して分析したところでございます。

国民負担を見せられるかというご意見がございましたけど、なかなか、にわかには難しいものだと思いますので、我々にとっての課題として、持ち帰らせていただきたいと思います。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それでは、R I T Eの秋元様、お願いいたします。

○地球環境産業技術研究機構秋元グループリーダー・主席研究員

まず、武田委員からのご質問ですけれども、我々は一応、内閣府の成長実現シナリオを想定していて、それは2033までですけれども、ただ、それ以降も1人当たりGDPに関しては同じ成長率が続くというふうに想定しています。それで、矛盾がない形でエネルギーシステムは分析しているというふうに理解しています。ただ、それ以上の、1人当たりGDPではなくて、GDPとして、人口が減るのにもっと成長するというシナリオを描こうとすると、かなり無理はあるんですけれども、暗黙的な想定としては、おっしゃられたようにDXで稼ぐと。そこは、エネルギー多消費なので、エネルギー、電力は上がるかもしれませんが、それに伴っていろいろ社会が変容して、変容というか、例えばシェアリング経済とかサーキュラー経済も誘発するような感じの中で、エネルギー消費自体は下がるという可能性もありますので、そういう全体像として矛盾のない世界観は描いていると思います。ただ、もっと成長しようと思うと、DXはとても重要だというふうに思いますし、我々としては、今回はご提示してないですけど、別の2年前ぐらいの研究会では、サーキュラー経済の分析というのも出したことがございますので、そういったものも場合によってはご参考いただければというふうに思います。

続いて、高村委員からのご質問ですけれども、若干もう既に回答済みではありますが、便益の推計ということでございますが、自給率を例に挙げられました。それで、自給率自体は我々のモデルからすぐ計算することはできるわけですけども、自給率といってもなかなか私は難しいところがあると思ってまして、再エネ等でいくと、今は中国製がもうほとんどですし、蓄電池でもそういう状況なので、そういったものが大量に入っている世界が、本当に自給率が高いというふうに言えるのかどうか、経済安全保障上どうなのかということもありますので、誤ったメッセージを出さないような指標が必要かというふうに思いますので、そういう視点で見る必要があると。

あと、電力コストやエネルギーシステムコストというのは、繰り返しですが、我々の資料では出ていて、そこに関しては、回避できる費用も含めて、便益も含めて推計していますので、正味でのコストを出しているということでご理解いただければと思います。

ご回答し切れていないかもしれませんが、以上とさせていただきます。ありがとうございました。

○隅分科会長

ありがとうございました。それではI G E Sの栗山様、お願いいたします。

○地球環境戦略研究機関栗山リサーチマネージャー

私からは、山内委員からのご質問について回答いたします。この産業連関分析のやり方でございますが、まずベースとしているのは、日本経済研究センター様が作成されている産業連関分析を出発点にしております。こちらは既に、無形資産への投資でありますとかDXの

進展によって産業構造が変わっていくといったものを日経センターさんのほうで出されております。これは、日経センターさんの中でも会員企業の様々な方からインプットをもらった上で投入係数を設定してできたものだというふうに伺っておりまして、我々もその作成者と密にコミュニケーションを取りながら、やり方というのを教えてもらいながら、この分析に着手している点でございます。

その上で、我々のシナリオで表現するために、追加的に投入係数を修正するという作業を行っております。我々の作業をさらに、日経センター様を含む専門家の方に見ていただいて、これがD Xによって産業構造が変化していく連関表だということを定めた上で、活動量等を入れて、分析に入れているというような手順でございます。

そういった意味で、この部分も、幅広い意味ではステークホルダーとの対話的プロセス、あるいは反復的プロセスの一環として表現できるのではないかと考えております。

私からは以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。それでは、デロイトの濱崎様。

○デロイトトーマツコンサルティング濱崎マネージングディレクター

ご質問ありがとうございます。十分に説明できていないところがあったので、武田委員のご質問に対して付け加えさせていただければと思います。

I C Tによる電力需要に関しましては、データセンター及び半導体工場による電力需要の増加に関しましてはスライド 11 のほうに前提として書かせていただいているのでご参照いただければと思います。ただ実際、D X等々が進むことによって、当然高効率化していくということですが、それに関しては十分ここでは考慮していないということで、上振れする部分のみを考慮しているということです。

以上です。

○隅分科会長

濱崎様、ありがとうございました。それではエネ研の松尾様、お願いいたします。

○日本エネルギー経済研究所松尾特別主幹研究員・立命館アジア太平洋大学教授

松尾です。I C Tについては我々も想定を置いています、これはやはり非常に不確実なので、やっぱり今後さらに検証していく必要があるという、その不確実性が大きいところというのは認識する必要があると思います。

ほかについては、ほかの委員とかぶると思いますので省略します。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。それでは和田様、お願いいたします。

○マッキンゼー・アンド・カンパニー・インコーポレイテッド・ジャパン和田アソシエイト・パートナー

武田委員のご質問で、マクロフレームの部分につきましては、G D P、グローバル全体の

モデルを使っていますので、日本のというよりは、グローバルなものを出しているオックスフォード・エコノミクスのもを使っておりまして、大体、人口が減っていくのと、生産性向上で相殺されるレベルで、ほぼ横ばいというふうなイメージで見えております。

デジタルのほうの電力需要ですけれども、データセンターを主にご説明しますけれども、直近10年ぐらいは、もう既にTSMCの半導体のキャパとかは結構上限が決まっているので、その間積み上げで実際ここまで行きますというのを見た上で想定を置いています。そこから先は、GDPに合わせて伸ばしていくというところと、あとは、その効率化の部分につきましては、技術革新で冷房の効率化とかを見込んで個別に置いていますので、双方、割と細かく見ているところかなというふうに思っています。

高村委員の便益のほうで、我々もぜひそういったモデルができればいいなと思います。やはり、この経済成長を含めて本当は最適化することができるというかなと思いつつ、なかなか我々はまだそこまで至っていないというようなイメージかなと思っています。

以上です。

○隅分科会長

ありがとうございました。

それではここから、事務局から手短に、コメントがありましたらお願いいたします。

○畠山資源エネルギー庁次長

高村委員から、これをどうエネ基、エネルギーミックスに生かしていくのかと、こういうことがありました。それで、正直、積み上げでやるのはあまり現実的じゃないというふうに思っておりまして、その意味で、今日ご紹介いただいたようなシナリオを踏まえて、それで、そういうシナリオ分析を活用して、それでミックスを作っていくということかなというふうに思っておりまして、そこを最後どういうふうにするのかというのを、今まさに検討を行っております。

以上でございます。

○隅分科会長

ほかはよろしいですか。

○畠山資源エネルギー庁次長

大丈夫です。

○隅分科会長

どうもありがとうございました。冒頭あれでしたね、遠藤さん、エネ基のことで一言言いたいけども後にしようかという、よろしいですか。

○遠藤委員

いえいえ、私だけじゃなくて、質問だけをされた委員の方々もいらっしゃると思いますので、ちょっと今日、時間が全部詰め詰めだったのでご遠慮させていただいていたんですけれども、どのようにすればよろしいでしょうか。

○隅分科会長

じゃあ、こうしましょう。追加で、今日言い足らなかったこと、多分おありでしょうから、コメントがありましたら、簡単な意見書という形で事務局のほうにお出しいただけますでしょうか。

○遠藤委員

はい、承知しました。

○隅分科会長

恐れ入ります。

今日は、各機関の皆様、お忙しい中プレゼンいただきまして、誠にありがとうございました。今回、六つのシナリオ分析につき説明と議論をいただいたわけですが、新たなエネルギーや脱炭素技術、需要側の想定などによって、エネルギー構成には大きな幅があって、その不確実性が高いということが改めて今日は浮き彫りになったかなと思っています。

また、当然のことながら、アフォーダブルな価格でエネルギー供給ができるかによって、これによって需要が大きく変わる結果も出ていたように思います。これは、安価なエネルギーが供給できないことによって、国内産業が衰え、成長が阻害されるということにほかならないわけですが、国民生活にも支障を来すことになるということだろうというふうにも見ております。

次期エネルギー基本計画では、脱炭素に向けた野心的なビジョンを掲げつつ、様々な不確実性がある中でも経済成長を確保し、国民生活を守り抜くという現実も踏まえた計画を練っていく必要がございます。今回は事務局から次期エネルギー基本計画の骨子が示されておりますけれども、次回には、エネ基の素案を提示してもらい論議を行いたいと、このように思っております。

事務局には、本分科会をはじめ、調査会における論議を踏まえた素案を準備いただくとともに、委員の皆様におかれましては、非常にタイトなスケジュールとなっておりますし、また何とか年内にという希望を持っておりますので、野心的かつ現実も踏まえました計画とエネルギーミックスとなりますよう、活発かつ真摯な議論をお願いしたいと思います。

今日はちょっと、時間を10分ばかり超過してしまいました。本当に、長時間ありがとうございました。

3. 閉会

○隅分科会長

よろしゅうございますか。

それでは、また次回の日程は、追ってご連絡を差し上げますので、よろしく願いいたします。本当に、今日は各機関の皆様ありがとうございました。