

【第9回 将来の電力需給シナリオに関する検討会】に関する議事録

日時：2025年5月21日 18:00～20:00

場所：電力広域的運営推進機関 第二事務所会議室 O（Web 併用）

出席者：

大橋 弘 座長（Web）東京大学 副学長 大学院経済学研究科 教授
秋元 圭吾 委員（対面）公益財団法人地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
河辺 賢一 委員（Web）東京科学大学 工学院 電気電子系 准教授
北野 泰樹 委員（Web）青山学院大学 大学院 国際マネジメント研究科 准教授
工藤 拓毅 委員（Web）一般財団法人日本エネルギー経済研究所 理事 電力ユニット担任
小宮山 涼一 委員（Web）東京大学大学院 工学系研究科 教授・レジリエンス工学研究センター長
田村 多恵 委員（Web）みずほ銀行 産業調査部 次長
濱崎 博 委員（対面）デロイトトーマツコンサルティング合同会社 パブリックセクター マネージングディレクター
間瀬 貴之 委員（対面）一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所 主任研究員
圓尾 雅則 委員（欠席）S M B C日興証券株式会社 マネージング・ディレクター

市村 健 オブザーバー（Web）エナジープールジャパン株式会社 代表取締役社長 兼 CEO
寺井 義和 オブザーバー（Web）東京電力ホールディングス株式会社 企画室 技術担当部長
鳥居 敦 オブザーバー（Web）東京ガス株式会社 電力事業部 担当部長
中谷 竜二 オブザーバー（Web）中部電力株式会社 執行役員 経営戦略本部 部長
林 将宏 オブザーバー（Web）一般社団法人 日本風力発電協会 政策部会 副部会長
東谷 知幸 オブザーバー（Web）株式会社 J E R A 企画統括部 経営環境部 上席推進役
藤井 良基 オブザーバー（Web）J F E スチール株式会社 専門主監
増川 武昭 オブザーバー（Web）一般社団法人太陽光発電協会 事務局長
森 正樹 オブザーバー（Web）電源開発株式会社 経営企画部長
山本 竜太郎 オブザーバー（Web）一般社団法人送配電網協議会 専務理事・事務局長
米田 宇一郎 オブザーバー（Web）E N E O S Power 株式会社 経営戦略部 部長
筑紫 正宏 オブザーバー（Web）資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力基盤整備課長
中富 大輔 オブザーバー（Web）資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力供給室長

配布資料：

資料 議事次第

資料 1-1 2050 年に向けた日本の電力需給の見通し：火力（公益財団法人地球環境産業技術研究機構）

資料 1-2 将来の電力需給シナリオに関する技術検討（デロイトトーマツコンサルティング合同会社）

資料 2 技術検討会社の将来想定を踏まえた方向性について（火力）（事務局）

資料 3 需要・供給力の各モデルケースを踏まえた概算バランスの算定結果について（事務局）

議題：

- (1) 技術検討会社による将来想定（火力電源の脱炭素化）
 - ① 公益財団法人地球環境産業技術研究機構
 - ② デロイトトーマツコンサルティング合同会社
- (2) 技術検討会社の将来想定を踏まえた方向性について（火力）
- (3) 需要・供給力の各モデルケースを踏まえた概算バランスの算定結果について
- (4) 自由討議

(今井部長) ただいまより「第9回将来の電力需給シナリオに関する検討会」を開催する。本日の検討会はWeb併用のハイブリッド開催となっている。検討会の録画データを弊機関のホームページに掲載することについてご承知おきいただきたい。検討会中に接続や音声の乱れ等が生じた場合には、臨機応変に対応させていただく。本日は圓尾委員がご欠席との連絡を受けている。以降の議事進行については、大橋座長に願います。

(大橋座長) ご参集に感謝申し上げます。議事進行については、技術検討会社および事務局より議題1～3の資料を説明いただいたあと、最後に自由討議を行う。それでは、議題1「技術検討会社による将来想定（火力電源の脱炭素化）」について、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）より説明をお願いする。

・各技術検討会社より資料の説明を行った。

(大橋座長) 説明に感謝申し上げます。続いて、議題2「技術検討会社の将来想定を踏まえた方向性について（火力）」である。事務局より説明をお願いする。

・事務局より資料の説明を行った。

(大橋座長) 説明に感謝申し上げます。続いて事務局に議題3「需要・供給力の各モデルケースを踏まえた概算バランスの算定結果について」の説明をお願いする。

・事務局より資料の説明を行った後、議論に入った。

(大橋座長) 説明に感謝申し上げます。それでは、ここまでの内容に基づいて、委員、オブザーバーの方々からご意見・ご質問をいただければと思う。ご発言希望の方は挙手をしていただきたい。ご出席者も多いため、手際よくご発言をお願いする。闊達な意見交換ができればと思う。

→ (市村オブザーバー) 大変わかりやすいご説明に感謝申し上げます。一通り話を伺い、2050年に向けた方向性が見えてきたように感じた。2点、事務局のご意見を賜りたい。1点目は、資料3のP.13で地熱について言及されていた部分である。地熱発電は資料に記載のあるとおり、100～150万kWというのも一つの目安であるが、現在60万kW程度が存在している。2050年、2040年の断面では、例えば先端技術としてカナダのスタートアップ企業が取り組んでいるクローズドループのような技術が進化を遂げる可能性がある。カナダのスタートアップ企業はドイツで実証をしており、そのレポートを拝読した。日本のような火山大国では、極論を言うところでも発電所が作れる潜在能力があり、日本でも中部電力が出資して進めている。従って、現在60万kWあることを踏まえると、2025年に100～150万kWという想定は控えめであるように感じるので、ご意見を賜りたい。2点目は、P.17のロードカーブについてで、前回もご議論いただいた点であるがコメントする。DRを大きく取り上げていただきありがたく思う。DRは需要家の全面的な協力がないと成立しないビジネスである。本資料では、一定程度の需要を休みの日にシフトする想定のもので理解している。しかし、我々のような実業を担う立場からすると、「言うは易く行は難し」であり、DRがどの程度実現す

るかはわからないため、いくつかのバリエーションをもって想定すべきではないか。DRの実現性はインセンティブによるが、インセンティブを高めても、社会コストとのバランスや制約もある。ただし、ケミカル工場等の連続稼働をする工場において、稼働率を変更・調整する余地がある場合には十分可能であると思う。しかしそれ以外の需要家においては、働き方改革のような大きなうねりもある中で、休日に需要をシフトするのは容易ではない。2050年においてもその前提は変わらないように思うので、冷静な分析も必要ではないか。

→(小宮山委員) RITE、デロイトには詳細なプレゼンをしていただき説明に感謝申し上げる。RITEはCCSと海外から輸入する合成燃料の最適化に関する火力発電の燃料需給バランスについて、興味深く拝聴した。デロイトも、電力モデルを解き、kWhとkWの設備構成のミックスに関して、最適な結果を提示されていて大変興味深かった。事務局資料についても、火力の数値を踏まえてトータルでkWのバランスを提示いただき興味深かった。火力も含めて設備容量(kW, kWh)のバランスを試算していたが、変動性のある再エネの比率が高まる中で、調整力の必要量と供給量のバランスを見る視点が大切なのではないか。調整力の概算については、例えば平滑化効果や出力抑制の頻度等の様々な要素があり難しいと思うが、可能であれば調整力の必要量と供給量、全体の充足率についても数字があると、事業者にとって大変有益な情報になるのではないか。最後に、資料3のP.14の系統用蓄電池に関してはkWで示されているが、全体の電源ミックスの構成の中で変動性再エネの比率が高まると、長時間での充電・放電・電力貯蔵に対応するニーズが高まると思うので、kWhの容量に関しても、どの程度の容量が電力市場において必要になるのかを示すと、事業者にとって大変重要な情報になると思う。

→(田村委員) 説明に感謝申し上げる。RITEの資料に関して事前にいただいた時はすぐに理解ができなかったが、本日の説明を聞いて非常に良くわかった。CO₂のバランスを含めてどのような考え方であるかを理解した。事務局が整理している内容については、2040年の石炭火力へのCCS導入が先行し、残りの貯留量に応じてLNG火力へもCCSが導入されるという考え方については理解できる。一方で、実際にCCSを導入しようとするのが難しいのではないか。CCSの導入においては、設備を実際に置くための敷地面積等の制約があると思う。それは水素、アンモニアについても同じである。考え方の整理としては非常に理解できるが、実際に導入を進めるには課題があるのだろうと感じた。本検討は、考え方の整理と一定の前提を置いた定量化を目指すものなので、考え方として理解はできた。また、価格の面では、先々の価格を見通すのは非常に難しいと思うので、現段階においてはこのような考え方で整理しつつ、今後も定期的な見直しが必要ではないか。資料3のモデルシナリオの比較は非常にわかりやすかった。P.50を見ると、火力のリプレースを全くしなければ電源が不足することがわかるので、何らかのリプレースをする必要性があるのだと理解した。2点質問する。モデルケースの前提として置かれているCCS貯留量のうち、どの程度を電力向けに割り当てているのか。RITEは試算の前提を置いていたが、事務局資料の前提を教えてほしい。資料2について、火力の経年廃止に伴って電源のリプレースが必要であると思うが、P.27～28で示されている電源種は何を想定されているのかを教えてください。最後に、コメントとして、繰り返しになるが、石炭、LNG、水素、アンモニアのいずれの燃料についても、燃料調達の問題なくできるのかという点は、現実には難しい部分もあるのではないか。石炭が2040年以降も調達できているのであれば、石炭火力へのCCS導入も現実的なものではないかと考えている。

- （工藤委員）ご説明に感謝申し上げます。大変勉強になった。非常に情報量が多くなってきており、複数のシナリオで整理していくとなると、今後の検討の進め方や、どのような視点で整理していくのが気になった。特に、費用の概念をどのようにシナリオに織り込んでいくのが興味深い。RITEの説明の中で政策の現実感等への言及があったが、このような考え方を、各シナリオの中でどのように俯瞰していくのが一つの留意点になるだろうと感じた。今回の分析でフォーカスされていたのは火力であり、燃料種は多様であるが、火力発電の位置付けに関して示されている。RITEの説明にもあったように、CCSの貯留量の上限值や海外との関係性、水素・アンモニアの専焼・混焼等のコスト的な相互競争の影響を受ける。特に水素・アンモニアのコストは、国際的な再エネコストの低減度合いや、各国の目標設定によっても大きく左右されとの説明があった。冒頭にも申し上げたとおり、シナリオ背景の説明として、海外各国の目標や、再エネコストの状況等の世界的な情勢がどのように織り込まれていくのかを、可能であれば参考情報として教えていただきたい。今後の議論のために参考になる情報だと考える。
- （北野委員）丁寧な説明に感謝申し上げます。事務局の分析は良くまとまっているという印象である。それぞれの事業者の分析について質問する。まずRITEの資料P.19において、ケースによってCO₂の限界削減費用にかなり差が出てきていたが、この違いがどういった要因によるものなのかを教えてください。排出削減高位ケースの870ドルという数字は、DACCSを想定しているからであろうが、CO₂の限界削減費用は単体でも参照されることが多い指標であるので、広く有用と思う。内容の深堀りをお願いしたい。一方、デロイトにおいてはCO₂の限界削減費用が示されていなかったが、何らかの試算データがあれば、比較対象として役に立つと思うのでご教示いただきたい。また、2050年のアンモニア専焼の発電量について、デロイトの試算はわずかで、従来の火力発電に対してCCSを使うという結果で、RITEの方はCCS不要なアンモニア専焼が一定割合入るという結果になっている。しかし、事務局資料2のP.13を見ると、CCSの貯留量の想定に関しては、アンモニア専焼が入るRITEの方がむしろCO₂貯留量を多めにとっている。デロイトはほぼCCSを使用するという試算にもかかわらず、CCS以外も使うRITEの貯留量が多くなるのか、ご教示いただきたい。恐らくRITEの方は電力以外の要素も考慮しているので、その影響がここに出ているのかと推測する。
- （河辺委員）説明に感謝申し上げます。資料3のP.24にあるkWバランス、kWhバランスの調整係数に関して質問する。調整係数については供給計画の値を採用したとのことだが、そもそも調整係数はどのように設定されているものなのかを教えてください。今後の取りまとめにあたって算定根拠等をまとめている資料があれば、提示していただきたい。以前、調整係数の考え方について伺った際には、蓄電池等の場合、導入量によって変わりうると理解したが、今回もそれに該当するのか。今回の試算においては、いずれのモデルケースにおいても調整係数は全て同じ値を採用していると認識している。調整係数は導入量により変わりうるのか、もし変わりうる場合、誤差等がどのような形で作用するのかを教えてください。
- （中谷オブザーバー）説明に感謝申し上げます。資料2の火力について発言する。P.13に記載されている技術検討会社の想定において、経済優位性の観点から石炭火力、LNG火力へのCCSの導入が先行して進むとされており、P.29～30に記載の燃料別設備容量にもそれが反映されている。その結果から、まずは、CCSに投資することが火力を脱炭素化させていくために合理的であると思う。逆に

言えば、全員が同じ行動をとった場合、我が国としてCCSへの一本足となり、リスクもあるのではないか。手段を分散させ、リスクを避けるためには、水素アンモニア発電へのさらなる政策支援を通じて、コスト低減・技術開発を行っていく事が重要になる。資料3の概算バランスについて、P.50の算定結果は非常に衝撃的で大きな危機感を持った。需要が少ない場合においても、火力がリプレイスされなければ供給力が不足するというのは、非常に重要なメッセージであると思う。事業者としても適切な電源投資を行う必要があると思うが、P.50にあるような非常に大きな需給ギャップを埋めていくためには待った無しの状況である。エネルギー基本計画で示された事業環境整備やファイナンス環境整備について早急に具体化が必要だと感じた。また、これはお願いになるが、P.52以降のkWhバランスについて、事業者の投資判断に役立てるため、kWバランスと同様にkWhの表においても火力の燃料別の値を記載いただきたい。エネルギーミックスの確認にも必要ではないか。また、需要想定の際に記載いただいた定性的な世界観についても、記載してもらえるとより活用性の高いものになるかと思う。

→（東谷オブザーバー）資料2と資料3についてコメントする。資料2では2点コメントする。1点目は、想定の方針について、これまで検討してきた電力需要、再エネ・原子力等の火力以外の供給力は、ある程度の蓋然性が考慮され、想定幅が過大にならないよう配慮されていたと認識しているが、今回の火力の想定は、P.15に示されているとおり、経年で全てリプレイスされるか、あるいはすべて廃止するかというかなり割り切った考え方により導き出されたものであることは、改めて認識しておく必要がある。単に電力需要から再エネ・原子力等の火力以外の供給力を差し引いた分を今後必要な火力の供給力として示す方法もあると思われるため、次回の見直しに向けて検討いただきたい。2点目は、脱炭素化に向けた火力の電源構成について、現時点の見立てとして、LNG専焼がトランジションとして重要な役割を果たすこと、CCSの台頭により、水素・アンモニア混焼／専焼が限定的となる可能性が高いことは、作業会でも同様の趣旨をお伝えしたとおりだが、特にCCSは、現状期待値が大きく膨らんでいる一方で、今後の技術動向に加え、貯留先や法整備の課題など不透明な部分が多いため、引き続き動向を注視する必要がある。続いて資料3についてコメントする。P.50のkWの概算バランスについて、火力をリプレイスしない場合、需要が最も小さいシナリオにおいてもkW不足になることが示されており、今後の安定供給のためには、火力のリプレイスが必要不可欠であることを改めて示していただいたものと理解している。また、需要が比較的大きいシナリオでは、全てをリプレイスした場合でも若干kW不足になるという結果が示されているが、最も厳しい断面での結果であるということを踏まえると、仮にこの不足する断面のkWhがそれほど大きくなければ、蓄電池を更に活用していくという手段も考えられるため、kWhでの同様な分析・評価も重要ではないか考える。最後に、火力のリプレイスについて一言申し添えると、ファイナンス面もさることながら、限られたメーカーしかない中での製造能力など、様々な制約条件を踏まえると、言うまでもなく経年一律でリプレイスするのは難しいため、現実的には、需要動向等の事業環境を見極めつつ、既存設備の延命化と組み合わせながらkWを確保していくことになるかと思う。

→（寺井オブザーバー）火力の将来想定、概算バランスの取りまとめに感謝申し上げる。特に火力については不確定要素の制約が多い中で、公表情報等の客観的データに基づき、事業者の意見も反映してまとめていただいた結果と理解した。現段階の検討結果として、事務局提案に賛同する。2点コメ

ントする。1点目は、概算バランスの算定結果である。資料3のP.50は他の方々からもコメントがあったところであるが、電力需要の大幅な増加と脱炭素化への対応が求められる状況下で、経年や脱炭素化に伴って火力発電の廃止が想定され、経年リプレースがなければ、需要水準に関わらずいずれのケースも不足する。すなわち、安定供給の確保に向けては、需要の増加に応じた火力発電所の新設・リプレースが必要不可欠であるという結果が示されたものと認識している。一方、kWhバランスを見ると、火力の利用率は約40%程度と低い水準が見込まれるということが併せて示されている。概算バランスとして全体的な世界観が示されたものと認識しているが、長期的な需要水準は不確実性を伴うものであり、稼働もあまり見込めないとすると、事業者としては投資判断を躊躇し、電源の新陳代謝が順調に進むのかを懸念している。長期的な電源開発に必要な政策措置の在り方についても本検討の検討項目とされていたと認識しているので、その検討も進めていただきたい。2点目は、kWhの内訳についてである。これも他の方からもコメントがあったが、kWhの内訳は事業者が今後の事業環境の変化を理解し、投資を検討する場合に有用な情報であると思うので、最終的なとりまとめの際には、kWh内訳についても検討いただきたい。最後になるが、需要の取りまとめにおいて、モデルケースごとに定性的な説明を補足していただいたが、これは事業者の理解と活用を促す点において非常に有用な情報であると感じている。同様に供給力についても、定性的な説明を捕捉・記載いただけると、本検討結果がより有用なものになると考えるので検討いただきたい。

→（米田オブザーバー）既出のものと重複する部分もあるかもしれないが、2点コメントする。1点目は、火力のモデルケースの設定について、一定の前提条件下で、火力の脱炭素化の手段や経年廃止のリプレースの有無で2つのケースを設定し、将来の供給力を評価したと理解している。今回の需給バランスの結果を踏まえると、将来的に電力需要が増加する世界においては火力のリプレースがなければ供給の予備率が大きく低下することが示されたので、この結果からも火力の供給力、あるいは調整力としての重要性が示されたのではないかと。したがって、長期脱炭素電源オークションにおけるLNG火力枠の今後の動向や、アンモニア・水素やCCSの技術開発動向、また大規模工場の自家発火力の脱炭素化の状況等を注視しながら、引き続き火力の供給力について見直すことが重要と考える。2点目は、LNG火力の調整係数についてコメントする。今回は発電コスト検証WGの所内率と補修率の数字を使っているが、ガスタービンについては外気温が高いほど出力が低下するという特性がある。特に夏場の気温が35℃を超える状況では、出力が10%程度低下する場合もある。ガスタービンの吸気を冷却することで回復する措置をとっている事業者もいるが、季節によるガス火力への影響を考慮した方が良いのではないかと。

→（藤井オブザーバー）簡潔に要領よくご説明いただき感謝申し上げます。RITE資料のP.19において、排出削減コストが高くなった際にも現実的な政策として行えるのかという点について、同感である。また、CCSの使い方として、国内CCSが優先的に使われ、海外CCSへ移行するとのことであった。国内CCSはパイプラインでCO2輸送をする場合は安いと、沖合へ船舶輸送する場合には海外CCSと大差ないコストである。パイプライン輸送を前提として国内CCSが優先されるものと理解した。また、デロイト資料のP.9について、EVが電力価格の安価な時間帯にスマートチャージを行うということだったが、具体的にどのような時間帯でスマートチャージが行われる想定であるかをご教示いただきたい。事務局資料2について、CCS貯留量の中で産業部門の分も見

込んで貯留量を評価しているとのことで、Hard-to-Abate 産業である鉄鋼としては CCS に期待する部分もかなり大きいので、その点は安心した。P.24 で鉄鋼の自家発電等の容量の評価がされていたが、270 万 kW という数字は全国規模だと考えると小さいのではないかと感じた。年間の kWh を平準化して kW に直している場合は、過小評価となっている可能性がある。資料 3 の P.25 において、蓄電池の利用率・調整係数が 7~8 割となっているが、充電が必要になった時間帯を含めると kW・kWh のバランスがあっているのか疑問に感じた。P.17 でバランスが示されているが、この時間帯で充放電が賄えるのかが気になった。最後に、ここには出て来なかったが、全体的に変動再エネの利用が増えた際に、系統の容量が確保されているのかを確認することの必要性を感じた。

- (山本オブザーバー) 資料 3 の P.50 についてコメントする。kW バランスの算定結果について、全体的に供給力が不足傾向となるという結果は、長期的な供給力確保の議論において重要な示唆であると理解している。今後の状況変化に応じて将来の見通しについて定期的に見直すことが必要だと認識した。一方、今回得られた計算結果は前提条件に応じて異なるので、とりまとめの際にはシナリオ全体の世界観や各要素の考え方などを記載し、数字だけが独り歩きしてミスリードを招かないようにしていただきたい。併せて、関係者が今後カスタマイズする観点からも、諸元等のデータについて、可能な限り整理して公表していただくことが望ましいと考える。
- (森オブザーバー) 資料 3 の P.50 についてコメントする。全シナリオ 20 のうち 14 のシナリオにおいて供給力が不足するという結果になっており、将来的な供給力不足を回避するためには、火力のリプレース・脱炭素化が極めて重要であることが明らかになったと認識している。加えて、今回のシナリオでは、2040 年あるいは 2050 年の一断面における需給状況を示したものである点にも留意が必要である。例えば、非効率石炭火力の内、脱炭素化の措置を講じない発電所については、国のフェードアウト政策に則り、原則 2030 年までに設備を休廃止するものと認識している。他にも、経済性等の観点からも休廃止をする火力が出てくる一方で、これらの電源が退出することで減少する供給力を、今後立ち上がる予定の供給力や脱炭素化のための改修・リプレースによってタイムラグなく補填できるかが課題になると考える。具体的には、古い発電所を同じ場所で脱炭素化をする場合、リプレースの工事中は供給力を提供できない期間が生じる問題がある。そのため、今回の検討のスコープ外であることは理解しているが、今後の検討の課題として、時系列で見た際にシームレスに需給バランスが担保できているかを確認する必要がある。場合によっては需給バランスがより厳しい断面がありうることも認識しておく必要がある。次に、今回のシナリオは、全国の需給バランスの概算結果を示しているが、発電事業者として電源開発の投資判断や既存設備にかかる方向性を検討するうえでは、エリア別の需要想定シナリオも重要な要素になる。また、時系列での需給バランスという観点でも、火力のリプレースを実施するユニット数やリプレースを実施する時期がエリア別に異なり、それらが需給バランスに与えるインパクトにも差が生じる可能性がある。すると、より厳しい需給バランスになるエリアが出てくるのではないかと懸念している。エリア別のシナリオ想定は今後の課題と考えているが、検討していく必要があるのではないかと考える。
- (鳥居オブザーバー) 技術検討会社による丁寧な説明に感謝申し上げる。事務局においては、発電所ごとに脱炭素化の方針や経年リプレースの方針が異なる中、それらをヒアリングした上でモデルケースを設定していただいたと認識しており、感謝申し上げます。他の方からのご発言もあったが、資料 3 の P.50 についてコメントする。今後すべての火力電源がリプレースをされたとしても、予

備率が基準を満たさないケースがある。また、利用率が現行よりも大きく下がることから、kWh で収益を上げるのが今よりもかなり難しくなると想定される。その中で少しでも多くのリプレースを促す必要があるという、非常に難しい状況であると理解した。火力電源の新規開発やリプレースを促進する政策として長期脱炭素電源オークションがあるが、それだけで全てのリプレースを賄うのは非現実的だと考える。それらを踏まえると、市場原理を活用した電源が必要になるのではないか。火力電源の新設・リプレースへの投資予見性を高めるためには、kWh で収益を上げるのが今よりも難しいという想定をすると、調整力（ Δ kWh）の価値も含めて事業性を確保できるような市場設計が必要になるのではないかと受け止めている。

→（増川オブザーバー）検討結果のご提示に感謝申し上げます。事務局資料3のP.5～6についてコメントする。再エネの導入量に関しては、野心的と捉える方もいるかもしれないが、我々としては過小評価であると感じており、見方の差があるという点をご認識いただきたいというのが1点目である。2点目は、何が制約となって過小評価になっているかである。一つは地域との共生や社会受容性が大きな課題となっているのではないか。もう一つは、RITEの前のコメントにもあったように、統合費用がかかり、コスト効率性の問題から導入が進まないという回答だったと理解している。今回の変動性再エネの導入量は、電源構成を踏まえると、全体の三十数%程度～4割に満たない程度であった。第7次エネ基の統合費用を参照すると、太陽光そのものの事業コスト（発電単価：LCOE）が8円で、それに統合費用を加えても15円未満である。一方で40年のモデルプラントとして検討されているCCS付き石炭火力は27.7円であり、これを見ると、コスト要因が制約となって導入が進まないということにはならないのではないか。今回の検討において、太陽光を含めて統合コスト等のデータを電源別で示していただきたい。RITE資料のP.10において、制約条件として年間拡大制約を設定されている。太陽光ポテンシャルについて、低位0.75%/yr、高位で1.5%/yrとなっている。制約となっているのはコストなのか、あるいは年間の伸び率によるものであるのかをご確認いただきたい。デロイト資料では、事業太陽光のコスト（発電単価）が7円であった。統合費用を考慮されていないので、コストだけを見ると一番競争力があるように見える。これに関しても、社会受容性が制約条件になっていると理解しているが、認識に相違ないかをご確認いただきたい。3点目は、事務局資料3のP.6において、2050年のモデルケースで電力需要が9500億kWhのケースでは太陽光の導入量が12,000万kW、12,500億kWhのケースでは18,000万kWとなっており、再エネだけが電力需要に応じて導入量が変化する点に違和感がある。ある程度の相関関係はあると思うが、どちらかという社会受容性や統合コストの影響を受けるのではないか。導入量が増えれば統合コストが高くなるのは当然であるが、導入量が増えても統合コストを安くすることができれば需要の大小に影響されずより多く導入されるという結果になることもありうると思う。モデルケースの中で再エネだけが需要に比例している点に違和感がある。太陽光の社会受容性についてもHigh, Middle, Lowなどの区分があるとわかりやすいのではないか。最後に4点目である。再エネ、特に太陽光の調整係数について示していただき感謝申し上げます。EUEの火力代替の評価手法では過小評価となるため、広域機関による需給見通しではEUE評価ではない評価手法を採用しており、その場合は調整係数がかなり高くなるものと認識している。何を用いたかをご教示いただきたい。

→（間瀬委員）技術検討会社の説明及び事務局の資料とりまとめに感謝申し上げます。コメントを2点と、

確認を1点させていただきたい。これまでに指摘があったとおり、事務局資料3のP.50において、定量的に供給力の不足分を示したのは、今後の政策や電源開発を検討する上で非常に重要な情報になると考えている。特に、電力需要が増えずに、火力のリプレースがない場合に、供給力不足が生じる点は、重要な結果である。加えて、供給力が足りる場合においても、CCSと混焼技術の見通しが不確実性であることを踏まえると、脱炭素火力へのリプレースは容易ではない。次に、データの公表について、これまでの検討では、スライド形式で多くの情報を示してきている。一方で、検討会の一つの目的としては、検討結果を電気事業者が電源開発の検討材料として自由に使えるようにすることがある。そのため、本検討会の結果内容を幅広く使ってもらうためにも、スライドだけでなくデータを、可能な限り公表するのが良いのではないかと。最後に、確認として、事務局資料2の火力発電の経年の廃止については、事務局が独自に期間やリプレース・廃止の想定をおいているのか。作業会で電力会社の意見をもらっているものの、一読しただけでは事業者が判断したものと誤解される可能性もあるため、事務局の想定である点は明記したほうが良いのではないかと。

(大橋座長) 発言希望のあった委員とオブザーバー全員から発言していただいた。様々なコメントをいただき、感謝申し上げます。まずは、技術検討会社からコメントをいただき、その後に事務局からコメントをするという順番でお願いしたい。発表順で、まずはRITEからお願いします。

→ (秋元委員) 様々なコメントをいただき、感謝申し上げます。簡潔にご回答する。まず工藤委員から海外の排出削減のシナリオについて質問をいただいた点は、前回ご説明したとおり、P.8にシナリオを記載している。日本のGHG排出削減が▲90%、世界全体で1.5°C目標、日本とG7各国でNDC及び2050年▲90%と想定を置いて計算している。今回も同じ目標を前提として計算している。想定するシナリオが変わると試算結果も変化するものとご理解いただきたい。北野委員より2点ご質問があった。CO2限界削減費用はP.19に示すとおり、様々な想定の違いにより変化しうる。例えば再エネについて、再エネ高位のケースではコスト低減をより多く見込んでいるために、2050年の限界削減費用が他のシナリオに比して大きく下がっている。また、排出削減目標が緩和されると限界的な対策を取らずに済むため費用は下がり、反対にカーボンニュートラルを目指すとき大きく上がる。今回は、再エネ中位のシナリオの技術想定をベースに排出削減目標の条件だけを変化させている。DACCSが限界的な対策になる可能性が高く、e-fuelについても、運輸部門での脱炭素化においてEV化だけではなくトラック等にe-fuelを使って対策を取る場合は、DACCSに近い限界的なコストになる。精緻に見ないと断言はできないが、これまでの経験からするとそのような結果になっているのではないかと。次に、CCS貯留量に関するデロイトとの違いについてである。RITEのCCSポテンシャルはデロイトより大きめに設定しているが、Non-CO2 GHGも含めて評価をしているので、Non-CO2 GHGの排出量のオフセットにCCSを使用する。特にカーボンニュートラルを実現するシナリオでは、Non-CO2 GHGが優先的にオフセットされるため、デロイトよりもCCSのポテンシャルを大きくとっていても、発電用に使えらるCCSのポテンシャルが少なくなる結果になっているのではないかと。藤井オブザーバーからのコメントで、国内CCSの中でもパイプライン輸送の場合は安いと、船舶輸送の場合は海外CCSと変わらないという点についてはご指摘のとおりである。RITEは国内の貯留においても貯留のコスト関数を設定していて、条件が良い

場合では安いコストになっているが、条件が悪い場合にはコストカーブが上がるような想定になっている。そのため、場合によっては海外と遜色のないコストになるモデルとなっている。増川オブザーバーからのご質問については、前回ご回答したように、地域共生制約と統合費用の両方が太陽光導入の制約となっている。本検討会では足下の伸び方を想定した現実的な検討を行っており、P.10 の表の一番右側のようなコスト・ポテンシャル制約と年間拡大制約を設定している。地域共生制約の方がより強い制約であることを踏まえて年間拡大制約を設定しており、これらの制約が結果に影響している。また、導入量が増えると系統統合費用が影響してくる。統合コストのエネ基との比較について、増川オブザーバーが参照されたのは、おそらく発電コスト検証 WG で荻本先生と松尾先生が推計された結果だと推察する。モデルの違いはあるものの、エネ基では容量ベースで4割のケース・5割のケース・6割のケースを想定していたと認識している。kW ベースであれば容量ベースよりも低い数字感になる。おそらく10%かそれ以上に低かったかと思う。kWh ベースか kW ベースかで数字が異なるため、その点を勘案すると大きな差はなく、モデルという意味ではほぼ同じような傾向を示していると考えている。エネ基との差については、エネ基においては容量ベースで計算しているが、実際には kWh ベースで評価するかどうかで異なる。それを含めて見て頂くとそれほど大きな差ではないと認識している。

- (濱崎委員) 質問、コメントに感謝申し上げる。まず北野委員からの質問に回答する。CCS のポテンシャル量は RITE に比べてデロイトの方が低いが、CCS を用いた火力発電所での CO₂ 削減がメインであるのはなぜかというご質問であった。秋元委員からもコメントがあったが、実際に発電部門で使える CCS はどの程度かという点について述べる。我々の CCS の上限設定は火力発電に対する上限であり、1.8 億トン-CO₂ を電力部門で使用してよいという想定になっている。計算結果は上限値に達していないため、必要量の CCS を使える結果になっている。資料には掲載していないが、CCS の上限を下げた場合にはアンモニアや水素混焼が導入される結果になっており、傾向としては RITE と同様である。もう一点北野委員より質問があった限界削減費用の想定については、表示が漏れており申し訳ない。2040 年に 20,000 円/t-CO₂、2050 年に 31,000 円/t-CO₂ 程度と想定している。注意が必要なのは、EV が V2G として蓄電池のような挙動をする点と、水素が一定の価格で制約なく輸入できる、海外でどのようなことが起きようとも一定の価格で輸入できる想定になっていることから、削減費用としてアクセスが良い点である。これらに制約をかけると、秋元委員のコメントのとおり、DAC のような高いオプションを当然使うようになる。電力以外の世界観についても勘案する必要があると考える。藤井オブザーバーから、EV のスマートチャージはいつを想定しているのかというご質問があったが、日中を想定しているというのが回答である。日中の出力制御により太陽光発電の電力が余りやすい場面で EV の充電を行うことを想定している。最後に、増川オブザーバーより、太陽光の導入量が抑えられているのはなぜかというご質問があった。我々は系統・送電線の制約を設定しているため、それが大きく影響しているのではないかと。また、先ほど申し上げたように、CCS は貯留上限を超えない結果となっている。そのため、火力・CCS と、ある程度系統の制約がある条件下での太陽光・蓄電池の競争では、火力・CCS の方が競争力のある場面があり、それにより太陽光の導入量が抑えられる結果となっている。
- (早矢仕シニアマネジャー) それぞれのコメントについて事務局より回答する。火力について6点回答する。1点目は、今回事務局で設定した脱炭素化想定の妥当性についてである。田村委員、中谷オ

ブザーバー、東谷オブザーバーをはじめとして、土地の制約、価格面、燃料調達、CCS 特有の採掘等のリスク、既存設備の延命化等を踏まえながら進めるようご指摘があった。これまでの検討と同様に、一定の不確実要素があると理解しているので、今後の見直しを検討する上では、今回いただいたコメントを念頭に置いて進めたい。2 点目は、間瀬委員よりコメントいただいた個別プラントの判断について補足説明をさせていただく。今回、作業会の中で各事業者へ個別のプラントの情報を伺ったが、「公表情報に対する事実誤認が無いか」という観点で確認をしている。よって、発電事業者独自の意見等は反映しておらず、例えば、経年リプレースであれば稼働年数 45 年等、事務局で設定した一定の考え方に基づいて整理をしている点をご理解いただきたい。3 点目は、田村委員よりコメントいただいた、リプレース時の電源種の取扱いについてである。事務局資料 2 の P.27, 28 については、同じ電源種へリプレースされることを想定している。一部考えにくいケースもあるが、機械的に設定している。4 点目は、電力部門へ対する CCS の割り当て方について、田村委員よりコメントいただいた点である。今回提示した火力モデルケースにおいては、技術検討会社の検討結果を基にした CCS 貯留量の範囲内で、他産業における CCS 活用量を考慮したうえで事務局資料 P29 に記載のとおり CCS 火力を設定している。5 点目は、共同火力の設定について藤井オブザーバーより質問をいただいた点である。資料 2 P.24 の鉄鋼の共同火力の設備容量がやや小さいイメージを持たれたとのことであった。共同火力設備の性質上、自家発電として使われる部分と系統に流される売電部分に分かれるが、本検討では系統に流される部分のみを対象としている。自家消費分の容量をあらかじめ控除して記載しているために数値が小さく見えるのではないかな。また、東谷オブザーバーより、モデルケースの考え方についてご質問があった。リプレースがされるかされないかという割り切った考え方で設定しているのはご指摘のとおりである。今後の検討方法として、全体の需要から火力以外の供給力を差し引いた分を火力の供給力とみなす方法もあるのではないかとコメントをいただいたので、参考にさせていただき、必要に応じて深めていければと考える。続いて、概算バランスについて 6 点に纏めて回答する。資料 3 の P.50 における火力のリプレースの必要性および重要性について、田村委員、間瀬委員、中谷オブザーバー、東谷オブザーバー、寺井オブザーバー、米田オブザーバー、山本オブザーバー、森オブザーバーから、事業者を中心に多数コメントをいただいた。今回の結果の解釈や活用方法は別の委員会や審議会に譲る部分も多いが、火力リプレースの必要性が共通の認識になったという点は大きな成果だと思う。2 点目は、蓄電池の調整係数について、河辺委員、小宮山委員、藤井オブザーバーよりコメントをいただいたので回答する。資料 3 の P.72 をご参照いただくと、蓄電池の調整係数については、25 年度の供給計画で使用している揚水のエリア別の調整係数を参考にしている。4 時間容量を前提条件として設定しているため、その点にご留意いただければと思う。kWh バランスの評価は、あくまで簡易評価であるため、蓄電池について計算上考慮できていないという点にもご留意いただきたい。3 点目は、ガス火力の調整係数について、米田オブザーバーよりいただいたコメントに回答する。LNG のガス火力について、気温の上昇に伴い出力が低下する影響を留意した方がよいという点については、貴重なお意見として承り、今回の検討でどのように織り込むかも含めて事務局内で検討する。4 点目は、太陽光の調整係数について、増川オブザーバーより質問いただいた点である。OCCTO の供給計画の数値（EUE）を活用して評価しているが、認識に齟齬があれば補足訂正をさせていただきたい。5 点目は、今後公表していくべき情報について、中谷オブザーバ

一、山本オブザーバー、間瀬委員からコメントをいただいた。具体的には、kWh バランスにおける詳細な燃料種別等の内訳や、需要と同様に定性的な世界観、全てではなくとも必要な数値情報などについて公表すべきではないかというご意見があったが、事務局内で確認しながら可能な範囲で対応方針を検討する。6 点目は、評価方法について、東谷オブザーバーから、kW だけでなく kWh の不足量も踏まえた検証もありえるという点や、森オブザーバーから、40 年、50 年だけではなく時系列としての評価やエリア別の評価も必要ではないかという点、また、小宮山委員より、調整力の検討についてもご指摘をいただいた。当初の検討会の中でも触れてきたように、今回はあくまでスタートの検討であり、全てを網羅することはできていない。今回いただいたご意見を今後ブラッシュアップするなかで、留意点として検討していきたい。最後に、市村オブザーバーから地熱やロードカーブについて、増川オブザーバーから太陽光の導入量についてのご意見をいただいた。今回の火力の検討に限らず、個別電源のケース設定については実業の方々の観点からもう少し検討の余地があるものと認識している。本検討会は、不確実性がある中で一定の想定を置いて進める必要がある。いただいたご意見には留意しながら織り込み方等を検討していきたい。

(大橋座長) 以上の技術検討会社や事務局の回答に対し、追加のご意見があれば発言いただきたい。本日は大変活発な意見交換をさせていただき、感謝申し上げます。RITE、デロイト、事務局は相当数のシナリオを踏まえて検討いただき、大変議論が深まったという意見を委員・オブザーバーより多くいただいた。本日の議題は以上とし、閉会とする。大変遅い時間までご議論いただき、皆様に感謝申し上げます。

以上