

火力政策をめぐる議論の動向について

2021年12月14日

資源エネルギー庁

本日の御議論

- 前回の小委員会において、脱炭素に向けた火力政策についてどう進めていくべきか等の課題について、カーボンニュートラル実現のために火力発電比率の引き下げを行う基本方針の下、安定供給の確保とのバランスの保つことが重要である点についてご議論いただいた。
- 足元では、トランジション・ファイナンスや脱炭素火力への新規投資促進、火力等の最低出力基準の引下げについてそれぞれの検討の場において議論が進められている。
- 本日はこのような直近の議論の動向を紹介しつつ、2050年のカーボンニュートラル実現を見据え、トランジションをはじめとする将来的な脱炭素化の道筋について、どのような方法が考えられるかについて、ご議論いただきたい。

＜基本的な考え方＞

- 脱炭素の世界的な潮流の中、2050年カーボンニュートラルに向けて、火力発電から大気に排出されるCO2排出を実質ゼロにしていくという、火力政策の野心的かつ抜本的な転換を進めることが必要。このため、2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていくことが基本。
- その際、火力は震災以降の電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であり、また再エネの更なる導入拡大が進む中で、当面は再エネの変動性を補う調整力・供給力として必要であり、過度な退出抑制など安定供給を大前提に進めていく。

＜対応の方向性＞

- 脱炭素化に向けた過渡期においては、再エネの大量導入の下で、①調整力として再エネを補完する、②不足する供給力を賄う等、火力はトランジションを支える重要な役割。エネルギー安全保障の観点から、天然ガスや石炭を中心に適切な火力ポートフォリオを維持しつつ、非効率な火力をフェードアウト。
- また、2050年カーボンニュートラルに向けて、従来型の化石火力が果たしてきた機能を脱炭素型電源に置き換えていくことが必要。このため、火力の脱炭素化の取組を加速度的に促進。

【参考】検討の視点（例）

- 新たなエネルギー基本計画において、火力については、安定供給を大前提に、電源構成に占める比率（現状約 7 割）をできる限り引き下げていくこととされ、新たなエネルギーミックスにおいて、2030年の火力比率は約 4 割とされた。
- こうした中で、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けて、再エネの最大限の導入を進めるに際し、電力の安定供給確保のための供給力、調整力、更には慣性力としての火力の役割について、どのように考えるか。
- 火力の脱炭素化に向けて、技術・人材・ファイナンス面でこういった課題があり、政策的な後押しをどのように考えるべきか。特に、バイオマス・アンモニア・水素・CCS等の有望分野の取組の加速にあたって、投資の後押しや経済的インセンティブを含め、どのような視点が必要か。
- 火力の中でも、LNG、石炭、石油それぞれに一長一短がある中で、S+3Eの観点から、あるべき火力のポートフォリオについて、どのように考えるか。例えば、LNGはCO2排出量が少ない一方、貯蔵ができず、価格変動が大きいことについて、どのように考えるか。
- 火力の比率を引き下げて行くに際し、どのような施策を講じていくことが求められるか。非効率石炭のフェードアウトに向けては、省エネ法や容量市場の仕組みを活用することとしているが、石炭比率の更なる削減に際し、追加的にどのような措置が求められるか。その際、安定供給確保の観点で当面維持していく必要がある部分について、どのような課題・後押しがあるのか。
- 火力の休廃止にあたっては、地域の経済・雇用・製造分野における自家発電にネガティブな影響を与える可能性がある点について、どのように考えるべきか。

【参考】前回小委における主な御意見

- 火力を脱炭素化するというのは正しい方向。一方カーボンニュートラル（CN）を目指す中で、まず石炭を切り落とし、石油天然ガスを切り落とすという話ではない。火力の供給力と調整力が、再エネの導入を助けているという事実をよく認識し、化石燃料が再生可能エネルギーと助け合いながら最適なシステムを作っているという事例を作り出していき、イギリスのような凝り固まった国に理解してもらう必要がある。反対するだけだと、グリーンウォッシュという汚名を貼られてしまう。
- トランジションでいかにソフトランディングさせるかが重要。当局や業界と連携して進めていかないといけない。非効率火力のフェードアウトは雇用や地域経済に配慮しながら進めるべき。
- エネルギー安全保障の観点から、急激な退出を防ぐ必要がある。事業の予見可能性が重要であり、そのためにはトランジションロードマップが重要になる。事業者も金融機関も各方面から圧を受けているから、国が道筋を示すことが重要。
- CNに向けて火力比率引き下げが急務。3Eを毀損することなく、技術動向を見極めながらエネルギー転換を進めなければいけない。火力の脱炭素化に向けては、技術的、経済的ハードルは高く、グリーンイノベーション基金以上の何らかの政策的支援も必要に応じて進めていくべき。製造業の自家発電は、製造業の国際競争力を考えたときに重要であり、また、製造プロセスと密接不可分の場面もあり、慎重な議論が必要。
- 調整力、コスト面から見て火力発電は不可欠。安定供給とCNの両立を目指す方向に異論はないが、地域特性に応じて進めていくべき。石炭火力についても高効率のものは一定程度維持すべき。過度な退出が進めば、電力コストの上昇は避けられない。3.11以降のエネルギー価格上昇の影響を受けている中小企業にとって、これ以上のコスト増は苦しい。環境面のみならず、経済効率性をよく考えていただきたい。
- 安定供給の必要性は理解するが、CNに逆行することは避けるべき。国全体としてCNに向けていく中で、できることを全てやるべき。
- 火力発電は、現時点の技術を踏まえれば安定供給に欠かせない。石炭比率の更なる削減に追加的にどのような措置が必要かという点。火力の退出が加速化するのはよくない。タイミングや強度について慎重な検討を求める。

【参考】総理所信演説における脱炭素電源に関する発言

第207回国会における岸田内閣総理大臣所信表明演説(令和3年12月6日)【抜粋】

③気候変動問題

人類共通の課題である気候変動問題。この社会課題を、新たな市場を生む成長分野へと大きく転換していきます。

2050年カーボンニュートラル及び2030年度の46%排出削減の実現に向け、再エネ最大限導入のための規制の見直し、および、グリーンエネルギー分野への大胆な投資を進めます。

目標実現には、社会のあらゆる分野を電化させる必要があります。その肝となる、送配電網のバージョンアップ、蓄電池の導入拡大などの投資を進めます。

火力発電のゼロエミッション化に向け、アンモニアや水素への燃料転換を進めます。そして、その技術やインフラを活用し、アジアの国々の脱炭素化に貢献していきます。

エネルギー供給のみならず、需要側のイノベーションや設備投資など需給両面を一体的に捉えて、グリーンエネルギー戦略を作ります。

火力政策に関連するこれまでの取組及び議論の動向

（１）火力発電比率の引下げ

- 規制（省エネ法）と誘導（容量市場）両面の措置により非効率石炭火力のフェードアウト
- 電力会社のCO2排出量・排出係数の改善のための自主的取組や各社のフェードアウトの見通し
- 安定供給確保のための過度な電源退出防止

（２）脱炭素化の促進

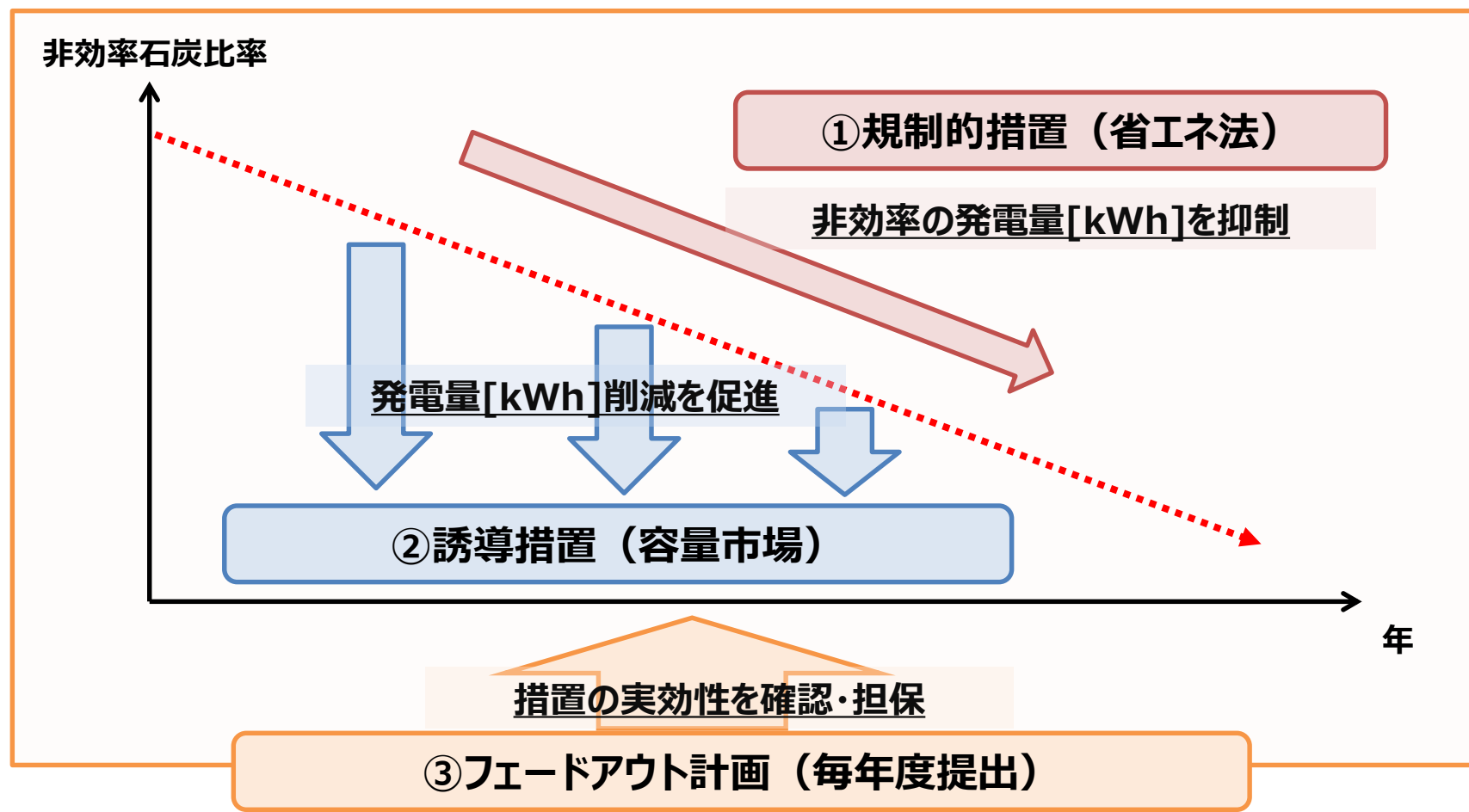
- 電力分野の脱炭素へ移行するためのトランジション・ファイナンス **【直近の議論の動向①】**
- 脱炭素火力への新規投資促進の確保に向けた制度措置 **【直近の議論の動向③】**
- 省エネ法目標達成における水素・アンモニア混焼への配慮措置
- アンモニアを燃料として直接利用するための技術開発

（３）再エネ促進

- 再エネ導入加速のための火力等の最低出力基準の引下げ **【直近の議論の動向②】**

- 足下の石炭火力比率は32%（うち非効率石炭火力は16%）であるが、2030年に向けて非効率な石炭火力は着実にフェードアウトしていくことが必要。
- そのため、規制・誘導両面から措置を講じるだけでなく、フェードアウト計画により事業者の取組を確認・担保することで、安定供給を確保しつつ、フェードアウトを着実に推進。

< 非効率石炭火力フェードアウトに向けた対応 >



【参考】省エネ法による規制的措施の概要

総合エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会
石炭火力検討WG（2021年4月23日）中間とりまとめ概要

- 省エネ法による石炭火力の発電効率目標の強化等により、個別発電所の休廃止規制（kW削減）ではなく、安定供給や地域の実情に配慮しながら、非効率石炭火力のフェードアウト（kWh削減）及び石炭火力の高効率化を着実に促進。

＜新たな規制的措施の主なポイント＞

① 新たな指標の創設

火力全体のベンチマーク指標

※燃料種別の発電効率の加重平均が指標
（石油等39%、石炭41%、LNG48%）
⇒非効率石炭火力を減らすとともに、発電効率の高いLNG火力を増やすことで達成可能

② 発電効率目標の強化

石炭火力の発電効率目標41%

※USC（超超臨界）の最低水準
※火力全体のベンチマーク指標の内数

③ 脱炭素化への布石

バイオマス等混焼への配慮措置

※発電効率の算出時に、バイオマス等混焼分を分母から控除（⇒発電効率が増加）

$$\text{発電効率} = \frac{\text{発電量}}{\text{石炭投入量} - \text{バイオマス等投入量}}$$

現行

新たな措置

石炭単独のベンチマーク指標を新設

※既存の火力ベンチマークとは別枠で新設
⇒石炭火力に特化した指標により、フェードアウトの実効性を担保

発電効率目標43%に引き上げ

※既設のUSC（超超臨界）の最高水準
※設備単位ではなく、事業者単位の目標水準
⇒高効率石炭火力は残しつつ、非効率石炭火力をフェードアウト

アンモニア混焼・水素混焼への配慮措置を新設

※バイオマス等混焼と同様の算出方法を使用
⇒脱炭素化に向けた技術導入の加速化を後押し

※製造業等が保有する自家発自家消費の石炭火力についても、発電効率と高効率化に向けた取組の報告を追加的に措置。

【参考】誘導措置におけるインセンティブ設計について（設備利用率基準）

総合エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会
制度設計専門会合（2021年4月15日）資料 3

- 誘導措置においては、設備利用率の高低によって傾斜をつけることを基本として検討中。特に前回の作業部会では、基準となる設備利用率について、再エネの導入拡大に従い毎年低下している足下の設備利用率を参照しつつ、需給逼迫時の稼働も勘案しながら、2030年度のエネルギーミックス実現を念頭に具体的な基準を設定していくこととした。
- このとき、①足下の設備利用率は約70%で、ここ数年は低下傾向にあり、エネルギーミックスを念頭におくと、少なくとも足下よりも設備利用率を落としていく必要があること、②非効率石炭の発電量を着実に削減しつつも、安定供給の観点から夏冬の高需要期のフル稼働も見込んでおくこと、といった観点を考慮すると、春秋は停止しつつも夏冬はフル稼働することを想定した設備利用率として、減額の閾値を設備利用率50%としてはどうか※。
- ※例えば、春秋と夏冬の端境期にTSOからの発電指令により稼働した場合の扱い等についても整理が必要。
- なお、設備利用率については、容量市場の中での措置であることを踏まえて、発電所のもつ定格出力のうち契約容量分（kW）を分母、TSOが把握しているメーター値（送電端kWh）を分子として算出された数値とする。

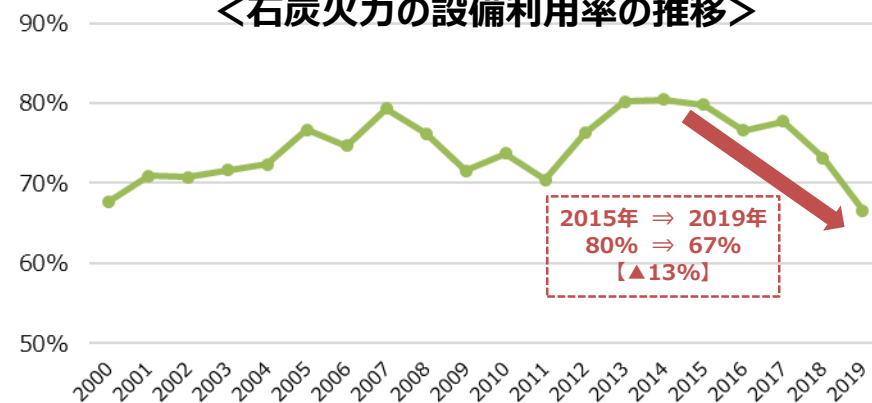
＜設備利用率の考え方＞

一般に使われる、発電端[kWh]と定格出力[kW]ではなく、以下の計算式を使用。

$$\text{年間設備利用率 [\%]} = \frac{\text{メーター値（送電端） [kWh]}}{\text{契約容量 [kW]} \times 8760 [\text{h}]} \times 100$$

※各発電所のメーター値（送電端）や契約容量については、広域機関で把握する。

＜石炭火力の設備利用率の推移＞



※ 休止中の設備も含めた試算であり、一部見かけ上の設備利用率が低くなっていることに留意が必要。

（出所）2012～2015年度：電源開発の概要（資源エネルギー庁）、2017年度以降：供給計画取りまとめ（電力広域的運営推進機関）から作成

【参考】電力会社の自主的取組

- 電力業界は、2015年7月に、「電気事業における低炭素社会実行計画」を策定。これまでのエネルギーミックスと整合的な2030年度の排出係数（0.37kg-CO₂/kWh）を自主的に設定し、**CO₂排出量、排出係数を毎年改善**してきた。
- また、**一定の石炭火力発電事業者による2030年度に向けた非効率火力削減計画**を踏まえ、試算を行ったところ、これまでのエネルギーミックスで定める**石炭比率（26%）**を達成する見込みであった。

産業構造審議会 地球環境小委員会 資源・エネルギーWG
(2021年12月6日) 資料5-1 電気事業低炭素社会協議会説明資料

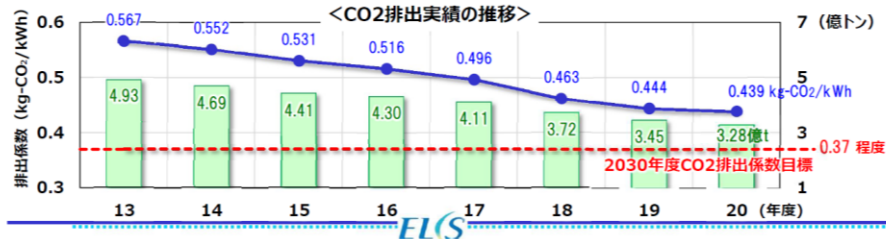
I 国内の企業活動における取組み

- ①非化石エネルギーの利用拡大、②電力設備の効率向上等の継続的な取組み等により、**協議会設立以降、CO₂排出量・CO₂排出係数は毎年改善**
- 2013年度と比較すると、
 - ・調整後CO₂排出量は1.66億トン削減（▲約34%）
 - ・調整後CO₂排出係数は0.128kg-CO₂/kWh改善（▲約23%）

CO₂削減実績

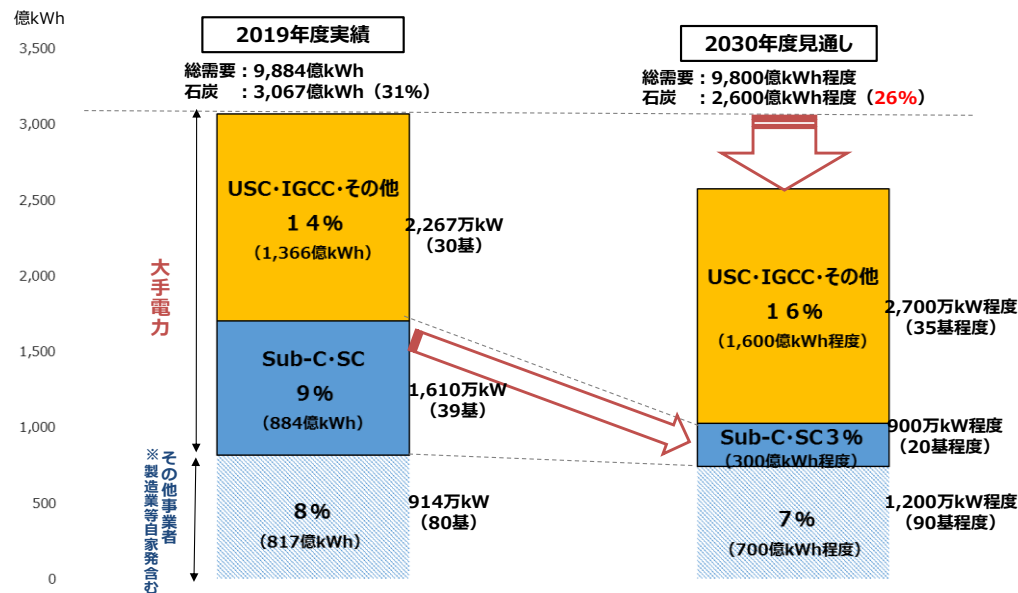
CO₂排出量・排出係数ともに調整後の値
※2013年度は電事連および新電力有志実績

年度	2013※	2015 (協議会設立)	2016	2017	2018	2019	2020
販売電力量 (億kWh)	8,703	8,314	8,340	8,285	8,036	7,764	7,469
CO ₂ 排出量 (億t-CO ₂)	4.93	4.41	4.30	4.11	3.72	3.45	3.28
CO ₂ 排出係数 (kg-CO ₂ /kWh)	0.567	0.531	0.516	0.496	0.463	0.444	0.439



総合エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会
石炭火力検討WG (2021年4月23日) 中間とりまとめ概要

非効率石炭火力フェードアウトの見通し



【参考】フェードアウトに関する計画の詳細について

総合エネルギー調査会 電力・ガス基本政策小委員会
石炭火力検討WG（2021年4月23日）中間とりまとめ概要

＜計画の位置づけについて＞

- 2030年に向けた非効率石炭火力のフェードアウトの着実な実施のためには、規制的措置や誘導措置等の措置が事業者へどのような行動変容をもたらすのかを定期的に確認し、その措置を不断に見直していくことが重要。このため、計画は毎年度作成するものとし、発電事業者が経済産業大臣に届け出る供給計画の補足資料として位置づけ。なお、本計画は供給計画とは異なる前提※で作成。

＜作成対象の事業者＞

- ミックス実現の実効性確保の観点から、石炭火力からの発電量が、石炭火力全体の約8割を占める大手電力及び大手電力と同等以上の発電量を持つ事業者を対象とする。
- ただし、製造業等が持つ石炭火力については、これまでの石炭火力検討WGでのヒアリングを踏まえると、自家発 自家消費目的で発電する場合は代替性が乏しく、低廉な電力供給が企業の競争力に直結しており、また、熱利用等で高効率化の工夫もなされてきている。その点を踏まえて、売電ベース※で見たときに大手電力と同等ではない場合は対象の除外とする。

※発電量全体から自家発自家消費目的での発電量を控除したもの。

＜計画の公表＞

- 事業者にとって競争上の重要情報であり、また地元との調整に影響を及ぼすこと等により、むしろ着実なフェードアウトを妨げる恐れがあるため、各事業者単位での計画については公表せず、全事業者を統合した形で2030年に向けたフェードアウトの絵姿を公表する。

※ 2030年度エネルギーミックス水準を踏まえ計画を作成。再エネ導入状況や原子力の再稼働状況等、今後の他電源の見通しの変動により石炭火力の見通しも変動するもの。

※ 休廃止計画には、地元調整等が完了した場合など、条件付きで休廃止可能とする発電設備も含む。

【参考】安定供給確保のための過度な電源退出防止に関する議論

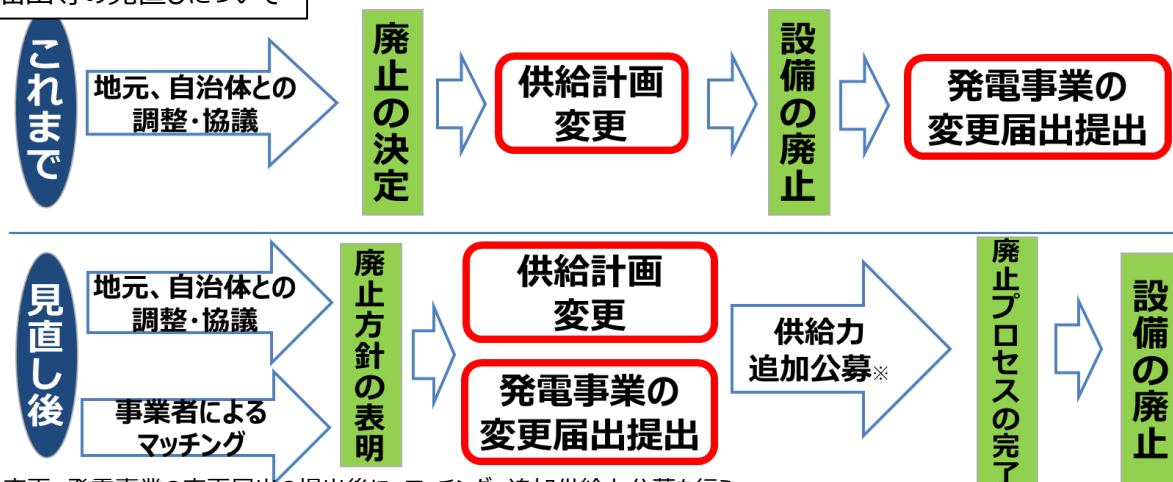
- 供給力の低下に伴う安定供給へのリスクが顕在化する中で、供給力確保のための強化策及び枠組に関する議論をしてきた。

第40回電力・ガス基本政策小委員会
(2021年10月26日) 資料5 一部加工

電源の退出防止

- 足下では、安定供給に必要な予備率を下回るエリア・時期が発生する見通し。再エネの導入量拡大を背景に、とりわけ冬季において、再エネ供給力の予測誤差が需給バランスに与える影響が増大。
 - 再エネの出力変動に対応する調整電源、供給力不足が見込まれる場合のセーフティネットの重要性が高まっている。
- ⇒ **送配電事業者等が必要な供給力・調整力を確実に確保できる仕組み**の構築
- ⇒ **国において、休廃止予定の電源を確実に把握し、安定供給に与える影響を評価**

発電事業の変更の届出等の見直しについて



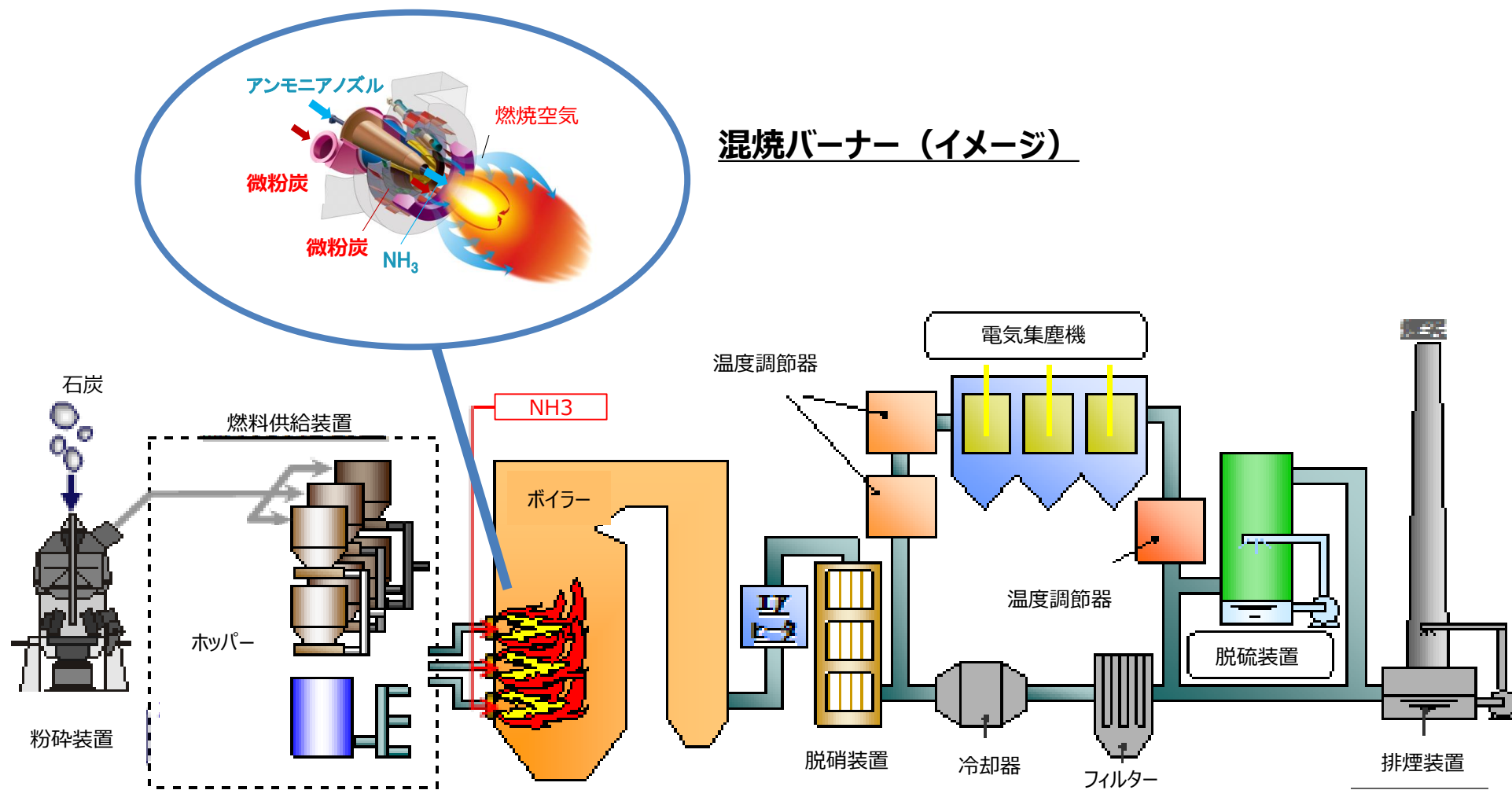
※見直し後は、供給計画の変更、発電事業の変更届出の提出後に、マッチング、追加供給力公募を行う。

これらのプロセスを経て、必要な措置が終わった段階で、廃止が確定し、設備の廃止へとつながっていくことを想定。

※供給力追加公募については、予備率等を踏まえて実施の判断をする。また、容量市場導入に伴う追加オークション等も踏まえ位置づけについては、別途検討する。

【参考】火力発電へのアンモニア混焼に関する技術開発（NEDO実証事業）

- 火力発電設備でアンモニアを燃料として直接利用するための技術開発を実施中。将来的な専焼技術を目指して、混焼技術の開発を進めているところ。
- 現在、石炭火力のバーナーにアンモニアを20%混焼して、安定燃焼とNOx排出量の抑制に成功。今年度から実機での実証（4年間）を開始。



直近の議論の動向① トランジション・ファイナンス

- 2015年パリ協定において、世界的な平均気温上昇を産業革命以前と比較し1.5℃に抑える努力をすることが、世界共通の長期目標となった。この目標達成のためには、2050年前後に温室効果ガス排出量を実質ゼロにする必要がある。
- その実現には、再生可能エネルギー等の脱炭素電源の導入加速化に加え、**排出削減困難なセクターにおける低炭素化の取組など、脱炭素へのトランジション（移行）を促進する必要**があり、投資促進に向けてファイナンスが果たす役割は大きい。
- このため、排出削減困難なセクターを要する企業が、**パリ協定に整合的な目標設定を行い、長期的な戦略に則った温室効果ガス削減の取組を実施するためのファイナンス**を「トランジション・ファイナンス」として推進することとしている(※)。
- トランジション・ファイナンスの黎明期においては、資金調達者の前向きな挑戦と資金供給者の理解、双方の創意工夫の下、何がトランジション・ファイナンスに該当するか、事例を積み上げながら明確にしていくことが必要不可欠である。
- そのような取組を後押しする観点から、関係者がファイナンスの実施に当たり参照できる材料として、現在、電力分野を含めたエネルギー多消費分野において、**業種別のロードマップの策定が進められている**。

【参考】クライメートファイナンス分野の政策の経緯

＜トランジション・ファイナンスの推進＞

- グリーンか、否かの2元論で整理するE Uタクソノミーへの対応として、脱炭素に向けた省エネやエネルギー転換などの「移行」に焦点を当て、そこに資金供給を促す、「トランジション・ファイナンス」を推進。
- 昨年12月の国際原則を踏まえて、金融庁・環境省・経産省で、トランジション・ボンドやトランジション・ローンとラベリングするための「基本指針」を今年5月に策定。

多排出産業が脱炭素に向けた道筋を描くための分野別のロードマップを策定。

2021年8月6日
経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス
推進のためのロードマップ策定検討会

クライメート・トランジション・ファイナンスに 関する基本指針

2021年5月
金融庁・経済産業省・環境省



【参考】トランジションロードマップの目的・位置づけ

- 「第1回経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のためのロードマップ策定検討会」
(2021年8月6日開催)において、本年5月に策定された「クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本方針」(金融庁・経済産業省・環境省)を踏まえ、**電力を含む、トランジションの重要性が高い7分野**(※)について、「**分野別ロードマップ**」を策定すべきことが示された。
- (※)①CO2他排出産業であり、かつ、②CO2排出ゼロのための代替手段が技術的・経済的に現状利用可能ではない分野
- これを受けて、国として、「電力分野のトランジション・ロードマップ」の策定に向けて、各電力会社や金融機関等から丁寧に意見をお伺いしながら、検討を進めているところ。
- 「電力分野のトランジション・ロードマップ」は、**我が国企業が電力分野においてトランジション・ファイナンス※¹を活用した資金調達を検討するにあたり参照することができるものであると同時に、銀行・証券会社・投資家・評価機関等において、我が国企業が電力分野において実施しようとしているトランジション戦略又はファイナンスの資金使途がトランジション・ファイナンスの対象として適格かどうかを判断する際の**一助とするものである。
- 「電力分野のトランジション・ロードマップ」は、2050年のカーボンニュートラルの実現を最終的な目標とし、**現時点で入手可能な情報に基づき、2050年までに実用化が想定される低炭素・脱炭素技術や、それらの実用化のタイミングについて、イメージを示すもの**である。
- なお、分野別ロードマップは、パリ協定に基づき定められた国の排出削減目標(NDC)※²やグリーン成長戦略※³、グリーンイノベーション基金における研究開発・社会実装計画※⁴と整合的な形で策定されるものである。

※1:「トランジション・ファイナンス」とは、基本指針において、『気候変動への対策を検討している企業が、脱炭素社会の実現に向けて、長期的な戦略に則った温室効果ガス削減の取組を行っている場合にその取組を支援することを目的とした金融手法をいう』とされている。

※2: <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai41/siryou1.pdf>

※3: <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf>

※4: https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/003_03_00.pdf

電力分野のトランジションに関する基本的な考え方①

- 我が国の最終エネルギー消費あたりCO2排出量のうち、電力由来の間接排出は38%を占めており、電力分野におけるCO2排出量の削減は喫緊の課題である。
- 「電力分野のトランジション・ロードマップ」は、電力分野におけるトランジションの大きな絵姿を示すことで、企業のトランジション戦略の妥当性を評価する際の指針となる。
- また、現時点の見通しに基づくトランジション技術の道筋を示すことで、個別の企業がこれらの技術を活用して進めていく具体のプロジェクトのトランジション適格性についての指針になるものである。
- なお、2050年のカーボンニュートラル達成という大目標は多くの国で共通しているものの、電力分野のトランジションは、個別の国の事情によって、その経路は変わりうる。我が国におけるトランジションへの取組については、エネルギー基本計画をはじめとする我が国のエネルギー政策と一体的に進めていくべきものである。
- 「電力分野のトランジション・ロードマップ」に示す内容についても、我が国のエネルギー政策と整合的なものとなっている。

電力分野のトランジションに関する基本的な考え方②

- トランジションを進めるにあたっては安全性を大前提とした上での**電力の安定供給や経済効率性の確保が必要**である。我が国は、四方を海に囲まれ、国際連系線がなく、特殊な自然条件もあり、化石資源に恵まれないといった、諸外国と異なるエネルギー供給の脆弱性を抱えている。
- また、電力事業は経済活動を支える重要な社会インフラの一つであり、国民生活や社会経済に及ぼす影響が大きいものである。また、国内の各地域においても再エネ賦存量や系統状況などに固有の特性を有する。
- 各社がトランジションに向けた戦略を策定する際及び金融機関や第三者機関が各社の戦略や個別の資金調達のトランジション適格性を判断する際、この点は考慮されるべきである。
- **トランジション技術の道行き**について、具体的なトランジション戦略の策定及びトランジションファイナンスの判断に資するよう、**できる限り定量的に示す**ものとする。
- その際、各社によって、「電力分野のトランジション・ロードマップ」に沿って全ての技術を開発すべきということではなく、どの技術に重点的に投資するかは、2050年のカーボンニュートラル達成を目指すという前提の下で、各社の戦略に依拠する点には留意が必要である。
- なお、「電力分野のトランジション・ロードマップ」については、**今後の脱炭素及びトランジションに関する技術の開発や実用化の動向を踏まえ、必要に応じ、随時改定を行う**ものとする。

電力分野トランジションロードマップの範囲（コーポレートレベルでの取組）

- 各社のコーポレートレベルでのトランジション戦略の妥当性の検証にあたっては、脱炭素化に向けた道筋が具体的に示されているかという点が重要。特に、**個別の取組が、全社的なカーボンニュートラルの取組にしっかり紐付いていることが大前提。**
- その際には、**再エネ・原子力等を用いた着実な脱炭素化への取組を進めつつ、火力発電のゼロエミ化（水素・アンモニア・バイオマス混焼・専焼/CCUSの活用等）**といった取組の促進が重要。
- コーポレートレベルの電源構成で考えれば、**既存の火力発電所の休廃止**（再エネの出力制御削減に向けた火力の最低出力低下等の調整力としての運用の高度化に係る取組を含む）に向けた取組もトランジションの範疇だと考えられる。
- また、再エネの導入拡大に向けた送配電網の増強や電化（※）といった**系統や需要サイドにおける脱炭素化に向けた取組、蓄電池の導入といった取組**も、間接的に脱炭素化を推し進めるという意味において、トランジションであると言える。

（※）ただし、大元の電力供給自体の脱炭素化が進むことが大前提

- さらに、「クライメートトランジション・ファイナンスに関する基本指針」で示されているとおり、事業者による直接的な排出削減への取組のみならず、経済的な不利益を被る立場にある者への支援を含む**「公正な移行」への取組**や、**他社の脱炭素化の取組への支援**も含まれる。例えば、大型発電所の休廃止を含むカーボンニュートラルの取組にあたっては、**地域経済や雇用への影響**を踏まえながら、地域の実情に応じてトランジションを進めていく必要がある。
- 各事業主体の排出削減努力を徹底的に行う前提の下で、当該努力だけでは脱炭素化が困難な特別の事情がある事業者については、**カーボンクレジットの活用やカーボンオフセット商品の購入等**も考えられる。

電力分野トランジションロードマップの範囲（技術）

- 他分野のトランジションロードマップと同様、今後有望な技術については、その見通しを可能な限り定量的にロードマップで示すこととする。
- 技術的オプションとしては、水素・アンモニア発電や火力発電のゼロエミ化（高効率化/CCUS活用等）等が対象となりうる。これらの新たな技術を実現するためには水素・アンモニア等の燃料供給サプライチェーンの確立やCO2分離回収・カーボンリサイクル等の要素技術開発も必要。
- なお、コーポレートレベルで考えれば、再エネや原子力の推進、送配電網の増強や電化、火力の休廃止といった既存の技術を用いた着実な脱炭素化の取組もトランジションの範疇。

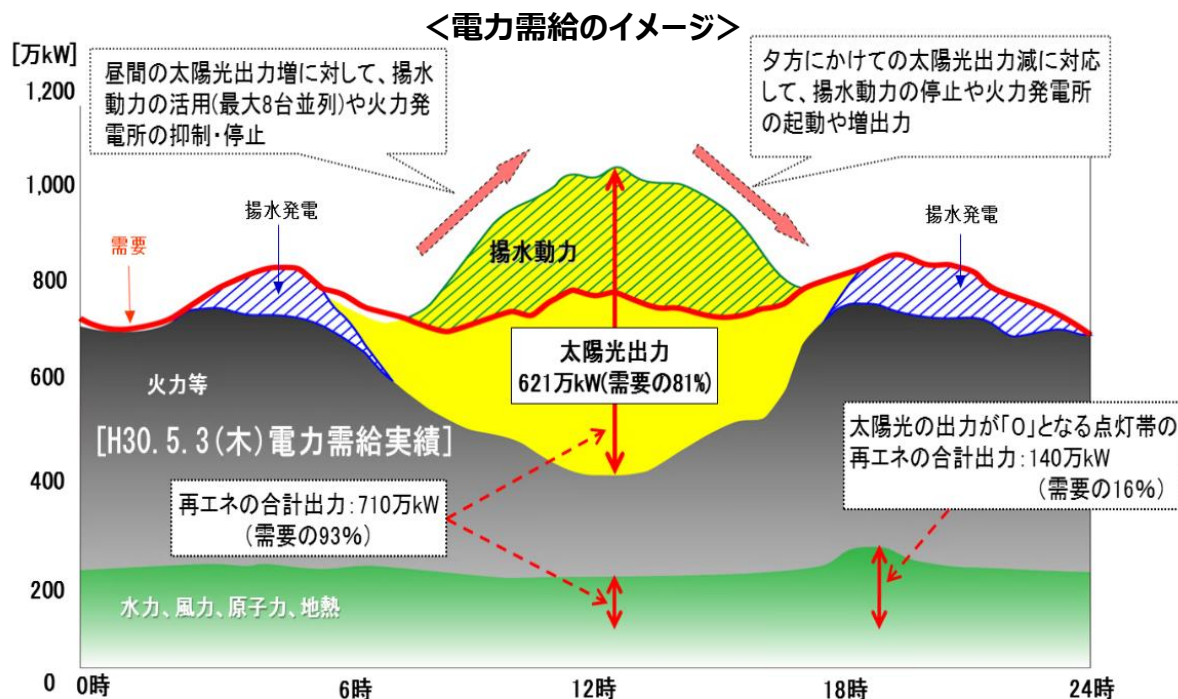
直近の議論の動向② 再エネ出力制御の低減

- 2050年カーボンニュートラル実現、2030年のエネルギーミックス達成に向けて、再エネ導入の更なる加速化が求められる中、系統制約が再エネ導入の妨げとならないよう、短期的にはノンファーム型接続など既存系統の効率的な利用を進めつつ、中長期的にはマスタープランに基づきプッシュ型で系統増強を進めていくこととしている。
- 電力の安定供給のためには常に需給を一致させる必要があり、変動再エネの増加に伴い、2018年以降、九州エリアにおいて需給バランス維持のために出力制御が行われている。他方、出力制御が頻繁に行われては、再エネが有効活用されないのみならず、再エネ投資の拡大の妨げとなるといった指摘もある。
- 現在、再エネの出力制御が行われているのは九州エリアのみであるが、再エネの導入拡大に伴い、その制御率は増加傾向にある。また、再エネの導入が全国大で進む中で、今後、九州エリア以外でも出力制御が行われる可能性が高まっている。
- こうした中で、今後、再エネの導入を更に加速していくにあたり、出力制御の最大限の抑制に向けてどのように対応していくべきか、再エネ大量小委系統WGにおいて検討が進められている。

【参考】再エネ大量導入に向けた出力調整

2021年9月7日 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（第35回） 資料2 一部修正

- 我が国においては、S+3Eの観点から、コストのみならず各電源の特性を踏まえて出力制御順を決定する必要がある。
- ベースロード電源は、常に安定的な出力が期待できるというメリットがある上で、短時間での出力制御が難しいという技術的な特性もある。また、仮に、水力発電や原子力発電などのベースロード電源の出力制御を行った場合、出力が回復するまでの間、代替の火力発電で需要をまかなう必要があり、CO₂やコストが増加するという構造となっている。
- そのため、現状は、電力の供給が需要を上回る時などに、燃料費やCO₂排出がある火力をまず最大限制御し、揚水や連系線などを最大限活用した上で、CO₂排出がない再エネの中でも、太陽光・風力の前に、燃料費の大きいバイオマスをまず制御するルールとなっている。



※九州における2018年5月3日の実際の電力需給状況
(出典: 2018年10月10日系統ワーキンググループ第17回 資料2)

＜優先給電ルールに基づく対応＞

- ①火力(石油、ガス、石炭)の出力制御、揚水等の活用
- ②他地域への送電(地域間連系線)
- ③バイオマスの出力制御
- ④**太陽光、風力の出力制御**
- ⑤長期固定電源※(水力、原子力、地熱)の出力制御

※出力制御が技術的に困難

（火力）

- メーカーへのヒアリングによると、最近の大型石炭火力は最低出力約30%の設備が多い一方、より低い最低負荷（例えば20%）で運用している例もある。
- また、近年建設されたガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）は最低出力約50%の設備が多いが、最新鋭機では、最低出力25%程度での運用例もある。
- 今後、2050年のカーボンニュートラル実現に向けて火力の比率はできる限り引き下げていくことを踏まえると、新たに建設される火力発電設備については、再エネの出力制御を最大限抑制できるよう、最低出力をできる限り低くすることが求められる。
- このため、新設の火力発電設備の最低出力は、20～30%を基本としつつ、設備の構成・特性に応じて定めていくこととしてはどうか。

（バイオマス）

- メーカーへのヒアリングによると、出力 1 万kW以上のバイオマス発電設備は、最低出力50%とすることが一般的であり、50%より低くすることは極めて困難である。
- 他方、ボイラーの数を増やしたり、熱を利用したり（コジェネ）することにより、最低出力を50%より引き下げられる可能性がある。また、出力 1 万kW未満であれば、設備の仕様によっては、最低出力を40%程度まで引き下げられる可能性がある。
- このため、設備の規模や特性に留意しつつ、現行の50%より一定程度最低出力を引き下げる方向で、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。

火力等発電設備の最低出力の引下げ（既設への適用）

2021年11月25日系統WG 第34回 資料1

- 既存の火力等発電設備のうち、調整電源（電源Ⅰ・Ⅱ）として一般送配電事業者と契約している発電設備については、調整力公募の募集要綱等において、既に新設と同様の最低出力基準を適用することとしている。
- その他の既存の火力等発電設備（電源Ⅲやバイオマス）への新たな最低出力基準の適用に際しては、設備改修の必要性も含めた追加的なコストのほか、各設備の所在するエリアにおける出力制御の発生状況や、エリアの系統規模に比した電源の規模などを踏まえつつ、S+3Eの観点から総合的に判断する必要がある。
- その際、出力制御が生じる一時的な断面のみならず、その前後で稼働する電源がどのように変化し、どのような影響が生じるかも考慮しなければならない。特に、バイオマス発電設備については、設備の特性上、火力発電設備に比べて負荷追従性が低い点に留意する必要がある。
- また、専ら発電の用に供する発電設備と異なり、一定程度自家消費を行う自家発電設備については、運用の特性上、その他の設備と同様に新設の基準適用を求めていくことは困難である点に留意しなければならない。
- こうした点を踏まえ、まずは、出力制御が発生しているエリアに所在する発電専用の火力発電設備について、一定の時間的猶予を経た上で新設基準への対応を求めることを基本としつつ、同じエリアに所在するバイオマス発電設備や自家用の火力発電設備への対応と併せて、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。
- 更に、出力制御が発生する可能性があるエリアに所在し、かつ、エリアの系統規模に比して電源の規模が大きい火力等発電設備についても、出力制御が発生しているエリアと同様の対応を求めることを基本としつつ、引き続き検討を深めていくこととしてはどうか。

- 電力広域機関により行われている出力制御の事後検証では、再エネ出力制御が発生する断面に稼働が想定された発電所について、「発電所名（電源Ⅰ・Ⅱのみ）」「最低出力値」「前日計画値」「前日計画と最低出力に差異があった場合の理由」が公表されている。
- これを踏まえ、出力制御の実施状況等を踏まえながら定期的なフォローアップを行う観点から、再エネ出力制御時に稼働していた電源Ⅲ火力・バイオマス発電設備について、「発電所名（事業者名）」「出力値※¹」「稼働理由※²」を取りまとめた上、本WGにおいて公表することとしてはどうか。

※1 自家発電設備については、系統への逆潮流分のみを対象とし、必要に応じて生産工程上の制約や燃料貯蔵の困難性等により出力制御が困難な場合はその旨を記載できることとする。

※2 個々の電源の事情を踏まえ、選択肢から選ぶことを想定。

- 公表の頻度としては、毎年の出力制御の見通し算定のタイミング（年2回程度）に合わせて、実施することとしてはどうか。また、公表対象の日としては、出力制御が発生した日のうち、例えば、至近の出力制御率の大きかった日を代表日として用いることとしてはどうか。

電源Ⅲ火力・バイオマスの公表情報イメージ

発電所名(事業所名)	出力値 [出力率%]	稼働理由
A発電所 (▲▲▲発電(株))	□□万kW [○○%]	●●●● (選択肢)
...	...	...

稼働理由
(a) ●●●●
(b) ●●●●
...
(f) ●●●●
(g) ●●●●
...

【参考】最低出力基準の遵守が望まれる既存の火力等発電設備（案）

2021年11月12日系統WG 第33回 資料1

- 現行の各エリア（沖縄除く）の系統連系技術要件では、10万KW以上の火力等発電設備に最低出力等の周波数調整機能を具備することが要件とされている。
- 沖縄エリアでは、系統規模に対して、調整電源の数や規模も限られていることから、現状で調整力としている発電設備の容量と同等とし、他エリアより小さい基準（3.5万kW以上）で運用されている。
- こうした実態を鑑み、既設については、見直し後の最低出力基準の遵守が望まれる対象として、以下のように整理することが一案。

判断軸① 判断軸②		電源の規模	
		小	大
出力制御の 発生状況	現に発生	最低出力基準の遵守が強く望ましい	
	発生可能性あり	最低出力基準の遵守が望ましい	
	現状は可能性なし	※エリアの出力制御可能性が出てきた際には、基準遵守が望まれる。	

公表

直近の議論の動向③ 電源への新規投資の確保に向けた制度措置

- カーボンニュートラル目標と安定供給の両立に向けた電源投資を促進させる観点から、「持続可能な電力システム構築小委員会」において、電源投資確保のための新たな制度措置の方向性についての議論が行われている。
- 今後、「電力・ガス基本政策小委員会」の下部組織であり、現行容量市場の在り方について検討してきた「制度検討作業部会」において具体的な検討していくこととしてはどうか。

第13回 持続可能な電力システム構築小委員会
(2021年12月3日) 資料3

- 本日は、本制度の対象の基本的な考え方について、御議論いただきたい。
- その上で、具体的な対象や、制度の詳細については、現行容量市場と密接な関係を有することから、「電力・ガス基本政策小委員会」の下部組織であり、現行容量市場の在り方について検討してきた「制度検討作業部会」において、具体的な検討を進めることとしてはどうか。
- なお、検討に当たっては、一定の制度検討期間を考慮する必要があるが、早期に本制度を開始できるよう、例えば2023年度の導入を目処として、検討していくこととしてはどうか。

【参考】制度措置の方向性

第13回 持続可能な電力システム構築小委員会
(2021年12月3日) 資料 3

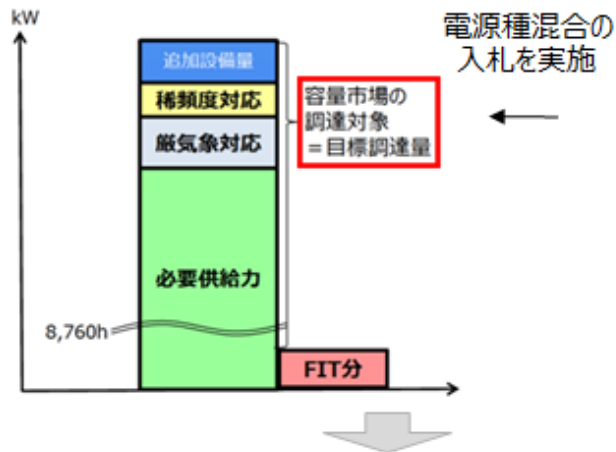
- 本年8月の構築小委員会の第二次中間取りまとめでは、「カーボンニュートラルと安定供給の両立に資する新規投資に限り、電源種混合での入札を実施し、落札案件の容量収入を得られる期間を複数年間とすることで、巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する方法が考えられる。今後、この案を基礎に、制度の詳細を検討していく」こととされた。

持続可能な電力システム構築小委員会
第二次中間とりまとめ（2021年8月）より一部修正

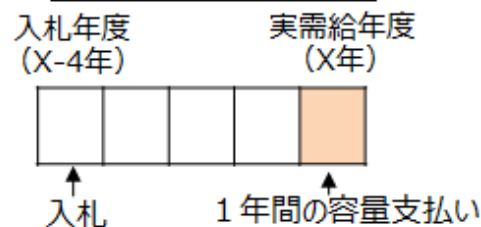
現行の容量市場

①目標調達量

②対象



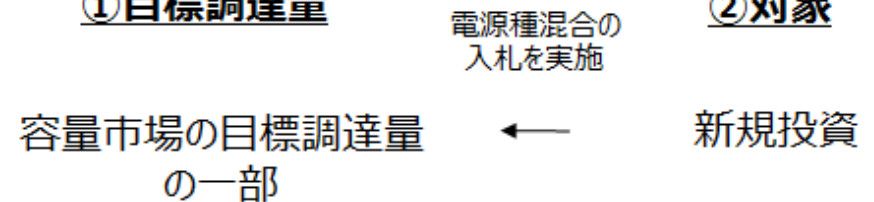
③落札案件の収入



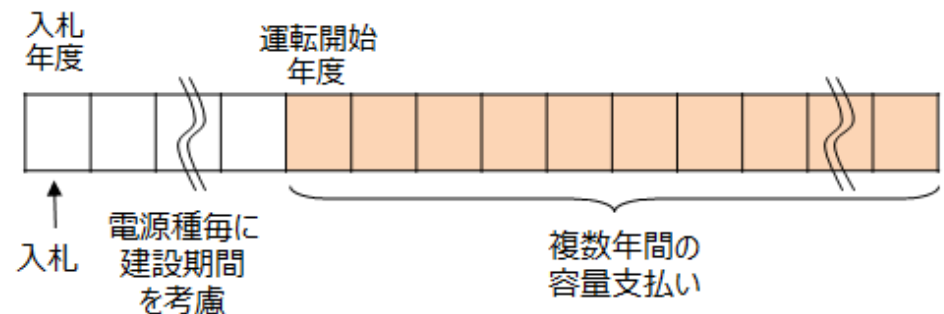
新たな制度措置案

①目標調達量

②対象



③落札案件の収入



【参考】今後検討を深めるべき論点

持続可能な電力システム構築小委員会
第二次中間とりまとめ
(2021年8月) より抜粋

論点	検討すべき内容
①対象	・具体的な対象 ・CO2を排出する供給力や調整力の取扱い
②募集量	・募集量の設定方法
③リードタイムの考慮	・運転開始までのリードタイムの考慮方法
④入札価格の在り方	・初期投資額の取扱い ・制度期間中に発生する運転維持費や大規模修繕の取扱い ・長期間に渡る他市場収益をどのように考慮すべきか
⑤調達方式	・どのような方法で調達する供給力や調整力を決定するか
⑥制度適用期間	・設備の耐用年数と制度適用期間の関係の考え方
⑦上限価格	・上限価格の設定方法
⑧調整係数	・長期間にわたる調整係数の設定方法
⑨拠出金の負担者	・負担者と負担計算方法の考え方
⑩リクワイアメント・ペナルティ	・参入障壁とのバランスの考慮
⑪現行容量市場との関係	・現行容量市場と制度措置案の統合的な設計の在り方

【参考】対象の基本的な考え方について

- 第6次エネルギー基本計画を踏まえ、本制度で対象とする「新規投資」の基本的な考え方については、発電・供給時にCO2を排出しない電源（脱炭素電源）への新規投資としてはどうか。
- なお、水素・アンモニアの火力発電への活用は、特にアンモニアについては、まずは混焼から導入を拡大させていき、その後、専焼化させていく必要がある。
- そのため、こうした「混焼」のための新規投資を本制度でどこまで対象とするかといった対象の詳細については、制度検討作業部会における検討の中で、引き続き検討していくこととしてはどうか。

第6次エネルギー基本計画（抜粋）

5. 2050年を見据えた2030年に向けた政策対応

（7）火力発電の今後の在り方

また、アンモニア・水素等の脱炭素燃料の火力発電への活用については、2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や、水素専焼、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標に、実機を活用した混焼・専焼の実証の推進、技術の確立、その後の水素の燃焼性に対応した燃焼器やNO_xを抑制した混焼バーナーの既設発電所等への実装等を目指す。

6. 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた産業・競争・イノベーション 政策と一体となった戦略的な技術開発・社会実装等の推進

燃料アンモニアは、燃焼してもCO₂を排出しないゼロエミッション燃料である。

需要面では、石炭火力への20%混焼技術の実機実証を進めつつ、NO_x排出量を抑制した高混焼バーナー等、専焼化も見据えた技術開発を行う。

検討の基本的方向性（案）

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電力システムの脱炭素化を進めていく中で、足元で全発電量の約 8 割を占める火力は、当面、安定供給を支える供給力として重要な役割を担う。
- このため、今後、エネルギー基本計画に沿って、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていきつつ、2030年に向けては、アンモニア・水素混焼等を通じた火力の脱炭素化を最大限促進していくこととしてはどうか。
- その際、2050年のカーボンニュートラル実現を見据え、例えば、2050年までの脱炭素化の道筋を明確にするなど、徒に火力の延命につながらないようにすることが重要である。
- また、2030年に向けては、太陽光や風力等の自然変動電源の導入が更に進むと見込まれる中、これらの再エネの出力変動を柔軟に調整できる蓄電池等の代替手段が確立するまでの間、当面、火力が調整力として重要な役割を担うと考えられる。
- このため、当面、再エネの導入拡大を支える調整力としての役割を担う火力について、新設と既設で対応に必要な期間や対応可能なレベルが異なることを踏まえた上で、最低出力の引下げや負荷追従速度の向上など、出力変動の柔軟性を高める取組を更に強化していくこととしてはどうか。
- ただし、従来、大規模化・高効率化を追求してきた既存の火力発電設備においては、技術的な対応可否や過度に柔軟性を高めることが設備トラブルの増加につながり得る点に留意する必要がある。
- 上記の方向性に沿った取組を促進する上で、容量市場や需給調整市場等の活用のほか、どのような方策が考えられるか。