

電力システムが直面する課題と対応方針①

～電力システム改革の検証～

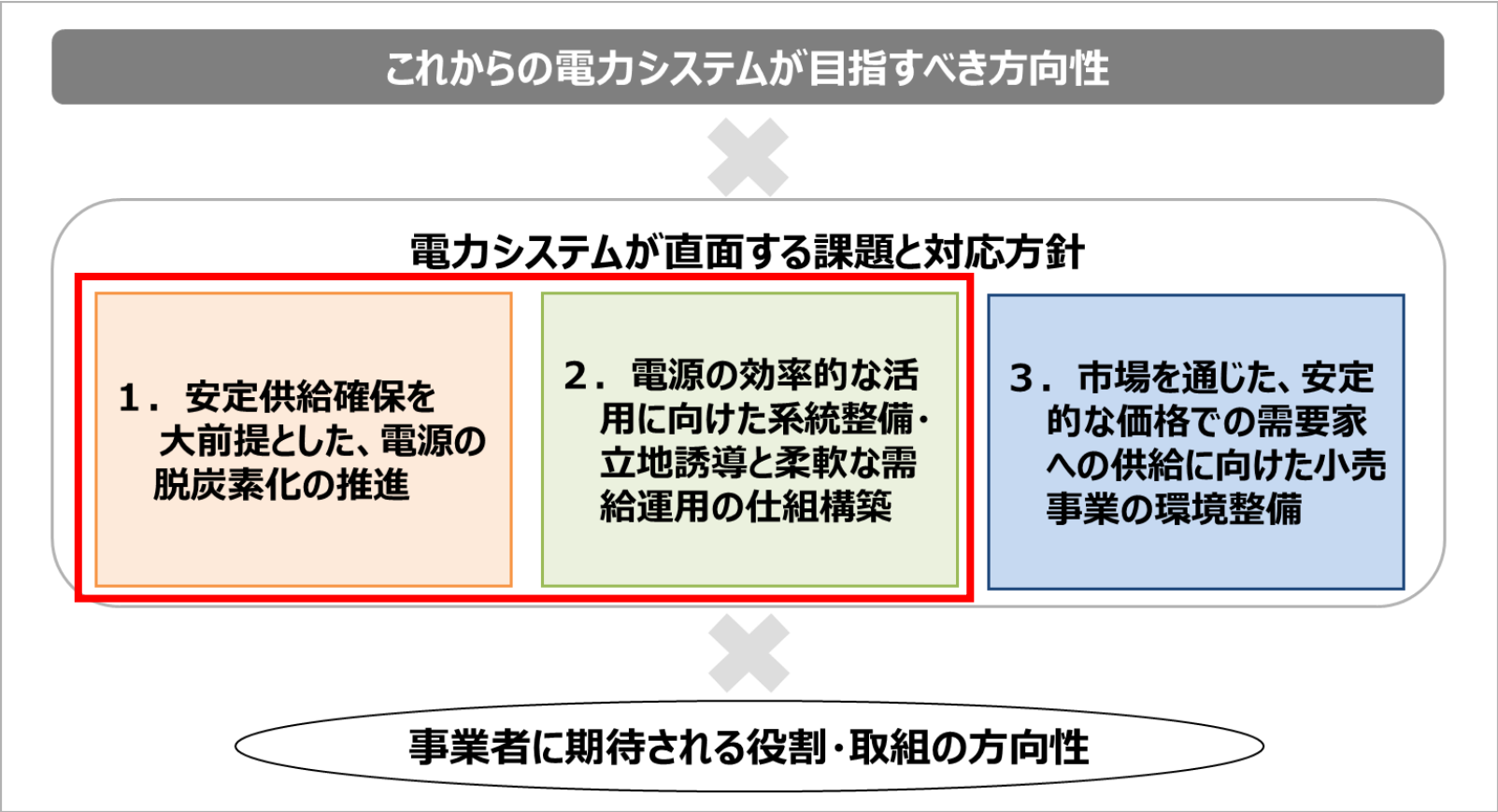
2024年9月9日

資源エネルギー庁

本日の御議論

- 前回の小委における電力システムがこれから目指すべき方向性についての議論も踏まえつつ、7月9日の小委でお示した電力システムが直面する課題と対応方針のうち、電源の脱炭素化の推進、電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導を中心に御議論をいただく。

(出所) 第78回 電力・ガス基本政策小委員会
(2024年7月9日) 資料4から引用



電力システムが直面している課題と、これから目指すべき方向性について

- 主な課題は、それぞれに関連するものであり、目指すべき方向性を整理するに当たっては、その関係性を考慮した検討が必要ではないか。

安定的な電力供給を実現する

(具体的に検討が必要な課題)

- ・需要の増加の可能性が指摘される中で、必要な供給力を確保するための電源投資の確保
- ・電力需給の動向を踏まえた、レジリエンス強化のための系統増強
- ・安定供給を支える調整力・慣性力の確保
- ・地政学的な情勢の変化の中において、安定的に供給可能な電源・燃料の確保 等

電力システムの脱炭素化を進める

(具体的に検討が必要な課題)

- ・カーボンニュートラルの目標を見据えた、脱炭素電源の確保に向けた投資の推進
- ・非効率石炭火力のフェードアウトのより一層の促進
- ・脱炭素電源を最大限に活かすことができる系統や需給運用の仕組みの構築
- ・需要家の脱炭素ニーズを捉えた電源投資や非化石価値等の経済的インセンティブの促進 等

課題は相互に関連

これらを考慮しながら目指すべき方向性を整理する

安定供給や脱炭素化、物価上昇等による価格への影響を抑制しつつ、
需要家に安定的な価格水準で電気を供給できる環境を整備する

(具体的に検討が必要な課題)

- ・安定供給や電力システムの脱炭素化を着実に進めるために必要な費用の確保や、物価の高騰や金利の上昇、円安も含めた電気料金の上昇要因への対応
- ・長期的な視野に立ち、事業者の競争の下、国際的に遜色のない価格での電気の供給の実現
- ・国際的な燃料価格等、国内外の急激な情勢変化によって生じる過度な料金高騰や変動への対応 等

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

- (1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備**
- (2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進**
- (3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保 (LNGの長期契約の確保等)**
- (4) その他**

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

- (1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方**
- (2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進**

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

- (1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備
- (2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進
- (3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）
- (4) その他

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

- (1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方
- (2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

電力システムが直面する課題と論点①

1. 安定供給確保を大前提とした、電源の脱炭素化の推進

- 2050年カーボンニュートラルに向けては、今ある**火力電源による供給力を、再エネ・原子力・脱炭素火力等の脱炭素電源の供給力へとシフトさせていく必要**。これに加えて、半導体工場やDC需要の増加による20年振りの**需要増見通しに対応できるための脱炭素電源投資も進めていく必要**。このように、一連の電力システム改革時には必ずしも想定していなかった状況変化が生じており、高度成長時代以来の**大規模な電源投資が必要な時代**へと突入している。
- 特に、こうした脱炭素電源の大規模投資は、新規参入者のみならず、既に多くの電源を保有している大規模発電事業者にとっても容易ではなく、その投資決定へ向けては様々な課題が指摘されている。具体的には、**既存の投資促進制度**（長期脱炭素電源オークション）には、**約定後に建設費を含む費用が増加するリスクに対応できないことや、自由化後の電力市場における収入の不確実性、脱炭素火力の高い燃料費を回収することができない、リスクや収益性などとの関係からの資金調達のハードルの高さ等の課題がある**ことがヒアリングにおいて指摘された。また、こうした脱炭素化を進める中で、安定供給に必要な電源を維持することも課題。海外における制度等も参考にしながら、**脱炭素電源投資を更に一步進めるための事業環境整備を行う**必要があるのではないかと。
- 一方で、足下から脱炭素に向けた**トランジション期には、火力発電の役割は引き続き重要**。電力の自由化が進み、短期的な卸電力市場が活発化するとともに、小売電気事業者との卸取引の形態も多様化したが、結果的に、**発電事業者にとって中長期的で安定的に電気を販売できる見通しが立ちづらく、燃料（特にLNG）の長期契約を結ぶハードルが高まっている**ことが指摘された。2020年度冬季にはLNG在庫不足による電力需給ひっ迫が生じ、2022年にはLNGのスポット価格が高騰。**安定的な量と価格での燃料調達の重要性**があらためて認識されている。全国で必要な燃料を量と価格の両面から安定的に確保するため、**燃料の長期契約を確保するといった方策**が必要ではないかと。

【今後、議論を深めていく主な論点のイメージ】

- ①大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備
- ②安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや火力ゼロエミ化の推進
- ③安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）

本日の電源投資に関する議論にあたって ～電力システム改革当時からの環境変化～

- 発電部門から見た電力システム改革の大きな変化として、発電に資する原価の回収が保証されていた総括原価方式から脱却し、安い電源から順にメリットオーダーにより発電所を動かすことを目指すとされたことが挙げられる。電力システム改革に関する改革方針では、こうした措置等により、発電投資の適正化を進めることを目指していた。
- 一方で、これまでのヒアリング等を通じて、電力システム自由化後においては、電力需要の不確かさに加えて、収入の不確実性、更には費用の不確実性も高まっていることが指摘されている。また、電力システムを取り巻く経済社会環境の変化として、世界的な脱炭素化の流れの加速、地政学を含む経済安全保障リスクの高まり、世界全体でのインフレの進行等が生じ、経営環境の不確かさも増している。こうした中、電気事業の事業予見可能性が低下しており、特に長期的な取組が必要となる燃料確保も含めた電源投資に対して躊躇する動きも見られる。
- 今後、2050年のカーボンニュートラルも見据え、安定的な電力供給を確保しつつ、電力システムの脱炭素化を進めていく、更には、需要家に安定的な価格水準で電気を供給できる環境を整備するためには、実際に稼働するタイミングでは、脱炭素も考慮しつつ、原則として限界費用の安い電源から動かしていくというメリットオーダーの考え方は活かしながら、安定供給や脱炭素を両立するために必要な電源に対しては、長期的かつ継続的に必要な電源投資が行われ、安定的に電源の運用ができるような仕組みの構築を目指す必要があるのではないか。
- こうした観点を踏まえつつ、安定供給確保を大前提とした、電源の脱炭素化の推進について、必要となる制度的な措置について御議論いただきたい。

電力システム改革専門委員会報告書（2013年2月）の抜粋

I．なぜ今、電力システム改革が求められるのか

3．電力システム改革を貫く考え方

(略)

電力は、その物理的特性として、同一の送配電網から送り届けられる限り、どの事業者から購入しても、停電頻度や周波数の安定といった品質は同一であるという特徴がある。そのため、電力という商品は完全に代替可能であり、本来であれば、価格を基準として活発な競争が行われることが想定される。電力のこうした特性にもかかわらず競争が不十分であるのは、小口需要への小売参入が規制され、卸電力市場での電力取引の流動性が低く、送配電網へのアクセスの中立性確保に疑義があることが主な原因である。こうした要因を取り除き、競争環境を整備することにより、競争によるメリットを最大限引き出していく。**発電部門における競争は、燃料調達や発電所建設における効率の追求や、最も競争力のある電力から順番に使用することによる発電の最適化（メリットオーダー）が進展する結果として、卸価格の低減やエネルギー産業の国際競争力向上に寄与することとなる。**他方、小売市場における競争のメリットは、新たなサービス・料金メニューの提供や、低廉な小売価格という形で生み出されることとなる。

(略)

我が国の電力システムは、原子力発電の停止に伴う燃料コストの上昇、新興国の資源需要の増加による趨勢的な資源価格の上昇リスク、再生可能エネルギーの導入のためのコストの増加といった構造的な変化の中にあり、電気料金のコストは今後さらに上昇することが想定される。その中で、電力供給の効率性と安定性の両立を図るためには、競争を徹底することに加え、**価格シグナルを通じた需要抑制を図ることのできる電力システムに転換することで、電力選択や節電意識といった国民の考え方の変化を最大限活かせる仕組みを作り上げていくことが有効**である。そのために、**新電力等も含めた多様な事業者、多様な電源の参加のもとで、全国大でのメリットオーダーにより最適化が図られる電力供給体制を実現**する。それとともに、節電や省エネにより生み出される供給余力の活用（ネガワット取引）、需給ひっ迫の状況に応じた電力需要の削減（デマンドレスポンス）などにより企業や個人の力を活用することで、安定供給を確保しつつ、供給コストの低減を実現していく。自由化により柔軟な料金設定を可能にし、需要側の取組を引き出ししていくことは、需給が厳しい状況にあってこそ大きな意義を持つ。

(略)

(参考) これまでの電力ガス基本政策小委員会の御意見概要 (電源投資関係) ①

- 武田専門委員：安定供給を前提とした電源の脱炭素化について、脱炭素の調整力を含む脱炭素電源への大規模投資を促す方策が今後重要になってくる。何が電源投資の妨げになっていて、どうすれば投資判断を下せるのかを把握して事業環境整備について検討を深め、望ましい方向性を提示し、制度として展開していただきたい。安定供給に必要な燃料の確保について、発電用の燃料調達の主体は、あくまで民間事業者だが、適切なインセンティブを付与することに加えて、政府としても天然ガスや脱炭素燃料への投資、権益確保含めて、燃料調達に積極的な役割を果たすことが重要と思う。戦略的余剰LNGで確保する量が年間需要に比べて極めて少なく、限られている点に不安も聞かれる中、需給逼迫時の燃料確保策も含めて、システムにおける官民の役割分担を検証して、今後の制度の改善に生かすべきかと考える。(第78回)
- 大橋委員：既存の投資促進制度は、既存の電源と新規の電源を基本的には区別することなく、容量でもそうだが、基本的に進めてきたが、新規にその投資をする場合と、既存の電源を維持する場合は、同じキロワットでも相当程度、ビジネス上の意味合いが違ってくるとするならば、そうしたものに対応するような投資促進制度を、現在のものから改変していくのは相当程度求めることであり、ヒアリングでもそう聞いたかと思う。(第78回)
- 大橋委員：投資をしっかりと促されるっていうことと、あとAIによる需要増において、そもそも供給力不足が懸念される中で、さらに積み増して供給力を確保しなきゃいかんということをこうしていくのかということについて、今後、しっかり議論していくということが、システム改革の検証を踏まえた上で、新たな課題として、しっかり議論すべき点だということなんだと思います。その間で考えてみたときに、やはりその電源投資っていうのと一定の事業見通しと、あと将来的な事業拡大の展望がないと、大規模な投資は図れませんし、また値頃感も出てこないということだと思います。これは必ずしも電力市場だけでできる話じゃなくて、その基金とかGX債で、そのしっかりあのGX産業政策とかGXリッチ政策進めていくということもありますし、また脱炭素税の導入を、将来的に据えていくということと、様々セットにして、議論されるべきだと思うんですが、電力市場の観点で言うと、やはりその小売事業者が、しっかりその供給力を確保していくと、これそもそも電事法の中の規定だと思いますけれども、そうしたところをしっかりとやっていくっていうのは、重要なのかなと思います。事業者、新電力の中にあのしっかり電源を持ってる事業者もありますので、そうした事業者もっと評価していくということが必要ですし、あるいは小売事業者において、そもそも供給力確保のあり方といったどういうあるべきなのかということについてしっかり原点見据えて、考えていくということが必要なんだろうと思います。(第79回)
- 秋元委員：LNG等の長期契約の確保が重要になってくると思うが、価格や需要も含めて、どのように売却していくのか、予見性が高くないと長期契約ができないと思うので、全体のシステムとして、どのように担保していくかは大きな課題であり、引き続き議論していきたい。(第78回)

(参考) これまでの電力ガス基本政策小委員会の御意見概要 (電源投資関係) ②

○松村委員：次に安定供給の重要性も繰り返し言われた。容量市場での調達量を増やせば、それは安定供給上、安心感が増すのはもちろんあるし、その時に地域の制約をよりきつくして広域的なものではなく、それぞれの地域ごとに十分な量を考えていけば、安定供給上は高まるかもしれないが、コストは当然跳ね上がることになる。その点については、安定供給を重視することは、一定のコストは受け入れてでも安定供給を高めたいということでない、無責任になるのではないかと思う。この点についてもトレードオフと十分理解を得られるように、何度も何度も繰り返し説明していかなければいけないのではないかと思う。さらにそのリスクに関しては、確かにもう色々なリスクがいっぱいあることは十分わかるが、特に燃料調達や電源投資のリスクに関して、その社会的な安定供給のリスクに関して、量がとても重要なのはわかるが、本当にその事業環境のリスクは量の問題なのかは十分考える必要があると思う。長期契約によってスポット価格が、条件が良かったという結果としてすごく低くなったということになり、結果的にものすごく割高なものをつかまされていて、その損を覚悟で買わなければいけない、転売しなければいけない状況になるのはとても大きなリスクで、だから長期契約によるインセンティブが十分でないときにサポートする発想はとても重要と思う。その低価格は低収益性のリスクが第一義にあるのだと思う。そこを混乱して量も価格も言い出すと、制度の設計がとてつもなく複雑になり、難しくなり、結局それを口実にして変な制度が次々と入ることになりかねない。本当に何がリスクなのかは、その冷静にちゃんと理屈が通るような格好で今後も整理していくべきと思う。(第78回)

○佐々木オブザーバー：国民生活を支えていくためには、電源の脱炭素化に向けた政策がスピーディーかつ柔軟性を持って行われることが必要不可欠。その上で3つ御願いしたい。

1つ目、脱炭素化に向けた環境整備について電源投資施策に、投資家や金融機関から見て資金を投じる価値があるかどうかといった視点も、併せて検討されることを期待している。加えて、脱炭素を国民全体で支えていくんだという、エネルギーを利用する皆様の理解を得ていくことも重要だと考える。この点、脱炭素化の施策と併せて、国が先頭に立って対応いただきたい。

2つ目、火力のゼロエミ化の推進について、トランジション期においては安定供給確保のために必要となる火力電源の維持活用を実現するとともに、水素、アンモニア、CCSなどの火力電源の脱炭素化に向けた実効性のある対策の検討をお願いしたい。

3つ目の燃料確保については、自由化の下で事業者が負担できない燃料調達のリスクに関し、エネルギー安全保障の観点から国が燃料資源の安定的な確保、調達に関与する仕組みづくりが重要だと考える。(第78回)

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

(1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備

(2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進

(3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保 (LNGの長期契約の確保等)

(4) その他

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

(1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方

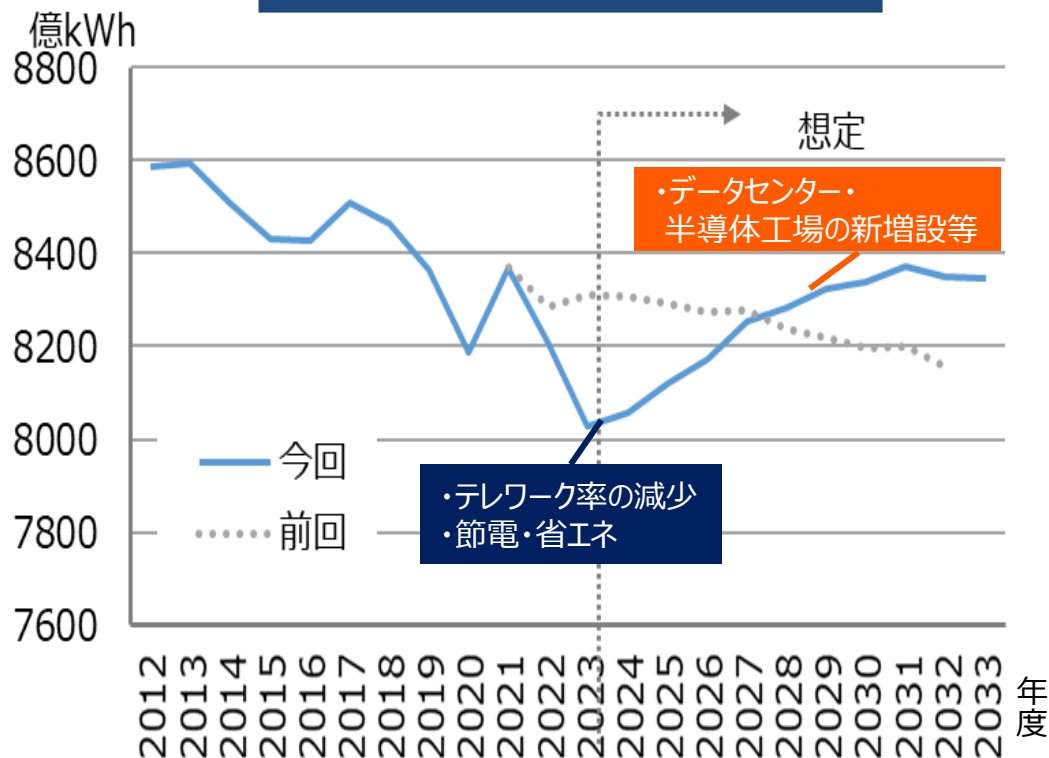
(2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

DXの進展による電力需要増大

第11回 GX実行会議
(2024年5月13日) 資料 1

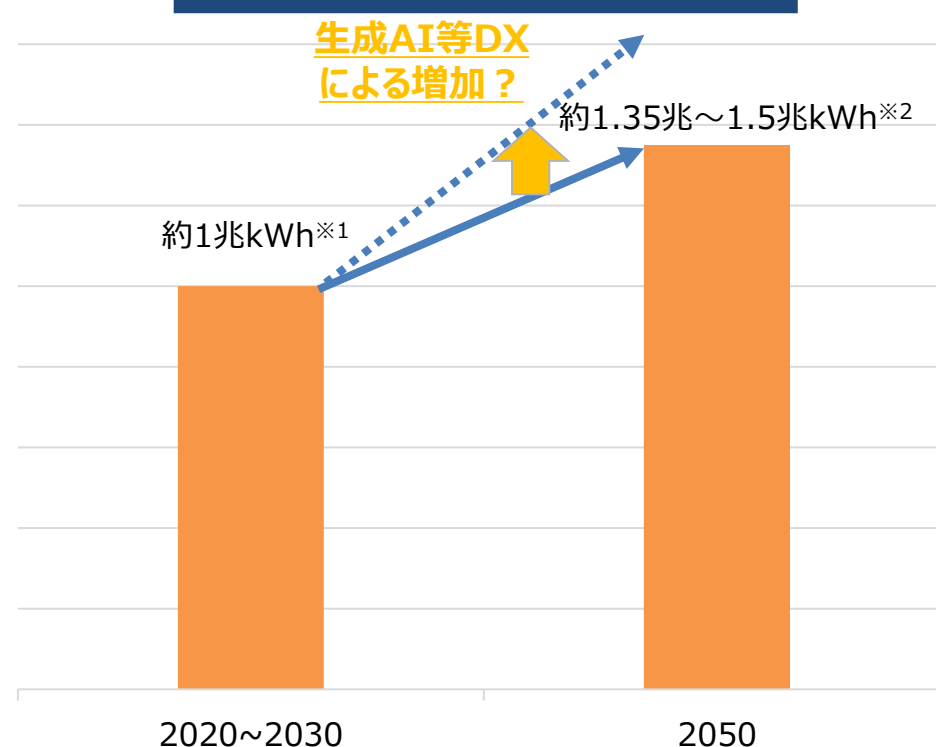
- 半導体の省エネ性能が向上する一方で、Chat GPTなどの生成AIの利活用拡大に伴い、計算資源における電力消費量が増加する可能性。
- 半導体の微細化や光電融合等の消費電力の低減に大きく寄与する半導体技術の開発等を進めながらも、今後、AIの進展による計算量の増大に伴い、電力消費量が急増するシナリオも想定しておく必要。（増加量の見通しは、半導体の省エネ性能の向上による効果などがどの程度期待できるかによって、大きな幅がある。）

我が国の需要電力量の見通し



(出所) 電力広域的運営推進機関「全国及び供給区域ごとの需要想定（2024年度）」
(令和6年1月24日) を元に作成

国内発電電力量のイメージ



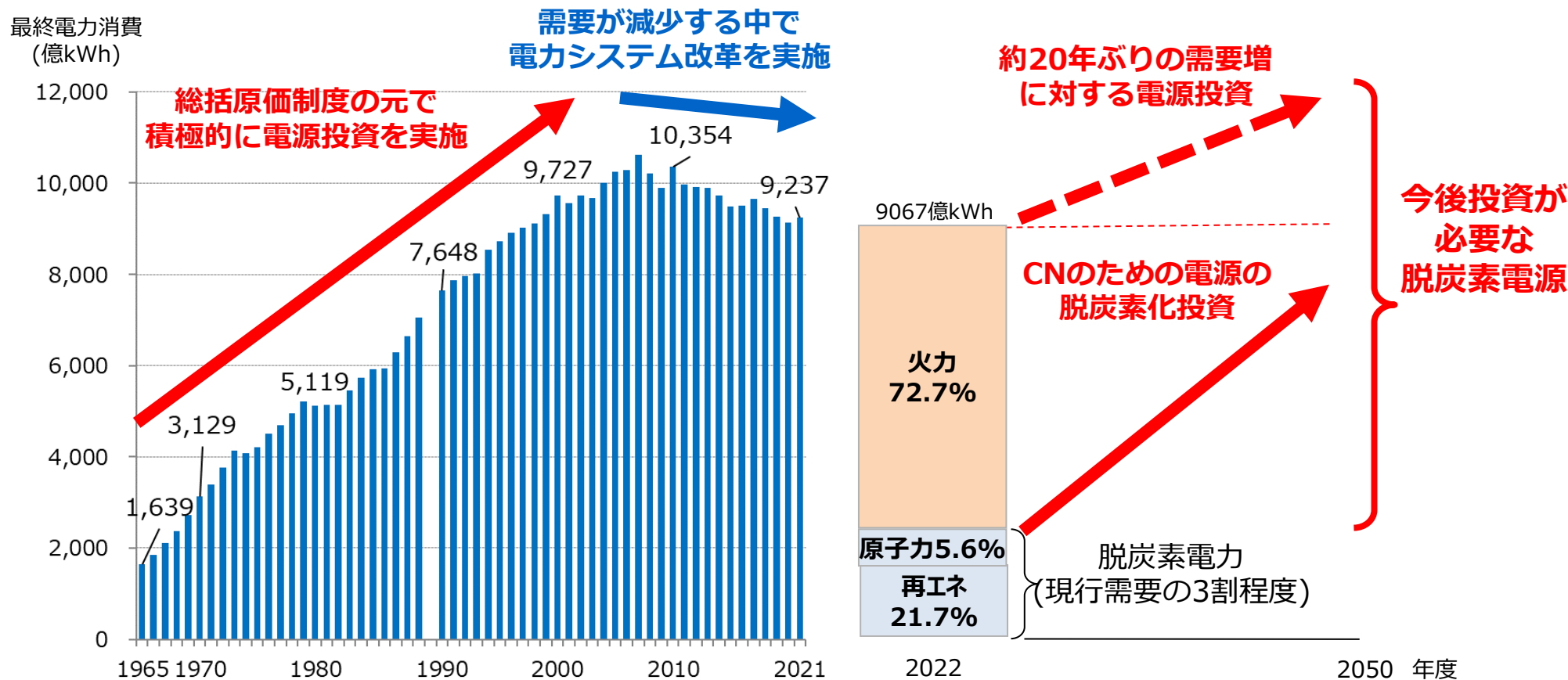
※1：総合エネルギー統計、第6次エネルギー基本計画に基づく。

※2：第43回基本政策分科会で示されたRITEによる発電電力推計を踏まえた参考値。

- 半導体工場の新規立地、データセンター需要に伴い、国内の電力需要が約20年ぶりに増加していく見通し。2050CNに向けた脱炭素化とあいまって、大規模な電源投資が必要な時代に突入。これまでの電力システム改革時には必ずしも想定されていなかった状況変化が生じている。

- 脱炭素電源の供給力を抜本的に強化しなければ、脱炭素時代における電力の安定供給の見通しは不透明に。

※電力広域的運営推進機関は、2024年度から29年度にかけて電力需要が年率0.6%程度で増加する見通しを公表（2024年1月）。

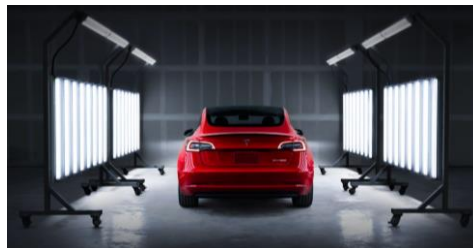


- **AIなどのデジタル技術の進化**は、我が国が得意としてきた摺り合わせによる高付加価値製品製造ノウハウが計算/設計能力により容易に海外展開が可能となり、計算/設計能力が製造プロセスの鍵を握り、その結果、**日本でしか出来ない工程は極小化する可能性**（Winner Takes All）。
- 更に、世界で時価総額トップの米国IT企業は、**クリーンエネルギー**で24時間稼働するデータセンター整備など、GXを前提にしたDXに先手を打つ中、**脱炭素電源の制約とそれに起因する「デジタル敗戦」は、産業基盤を根こそぎ毀損する危険性**をはらんでいる。
- デジタル技術で容易に複製できない、製造ノウハウの源泉となるマザー工場や、虎の子の開発拠点を国内に備えるとともに、デジタル技術を使いこなす「頭脳」や、大前提としての**脱炭素電力供給が立地競争力上、死活的に重要**。

【デジタルで変わるものづくり】

Tesla（米）

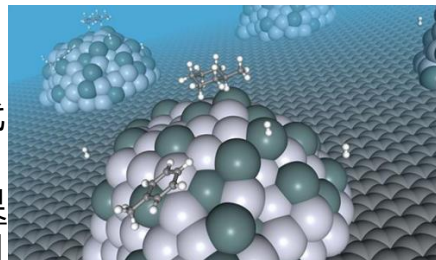
- ソフトウェア重視の自動車を設計。統合ECUの開発に成功し、2022年通期の生産台数は前年同期比で約47%増を実現。



（出所）Teslaホームページ

ENEOS × Preferred Networks（日）

- 独自AI技術を用いた汎用原子レベルシミュレータMatlantis™を開発し、クラウドサービスとして提供。従来手法と比べ10,000倍以上の高速計算が可能に。
- 排ガス浄化触媒や水素吸蔵合金等に必要なレアアース、次世代型太陽電池等で使われるハロゲン元素などにも対応し、温室効果ガス削減やクリーンエネルギーの開発への貢献が期待される。



（出所）ENEOSグループホームページ

【世界をリードする企業はGXでも先行】

Microsoft（米）

- 100%カーボンフリー電源で稼働するデータセンターをスウェーデンに整備。
- 2030年までの「カーボンネガティブ」（排出量<除去量）達成を目指し、2022年度は合計150万トンの炭素除去クレジットを購入。



（出所）Microsoftホームページ

Apple（米）

- 2018年以来、世界44か国のオフィス、データセンター、直営店の電力を全て再生可能エネルギーにより賄う。
- これまで総額47億ドルをグリーンボンドで調達し、太陽光などの再生可能エネルギーや低炭素アルミニウム生産などに投資。



（出所）Appleホームページ

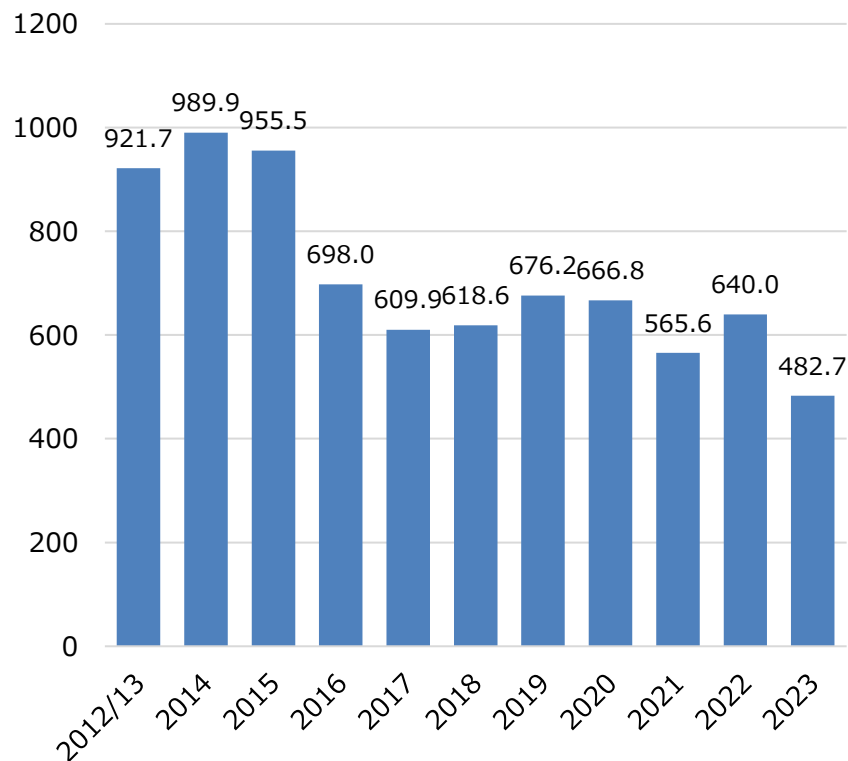
1. DXによる電力需要増に対応するため、徹底した省エネ、再エネ拡大、原子力発電所の再稼働や新型革新炉の設置、火力の脱炭素化に必要な投資拡大①

第12回 GX実行会議
(2024年8月27日) 資料 1

- DXやGXの進展に伴い、電力需要増加が見込まれる中、**再エネと原子力への転換を推進**する必要。
- FIT/FIP制度等により再エネの導入拡大を進めてきたが、**足元では導入速度がやや鈍化**。原子力についても、安全性が確認された原子力発電所の再稼働を進めているが、**新たに原子力発電所の建て替えが行われない限り、中長期的に原子力発電所の容量は減少**する。

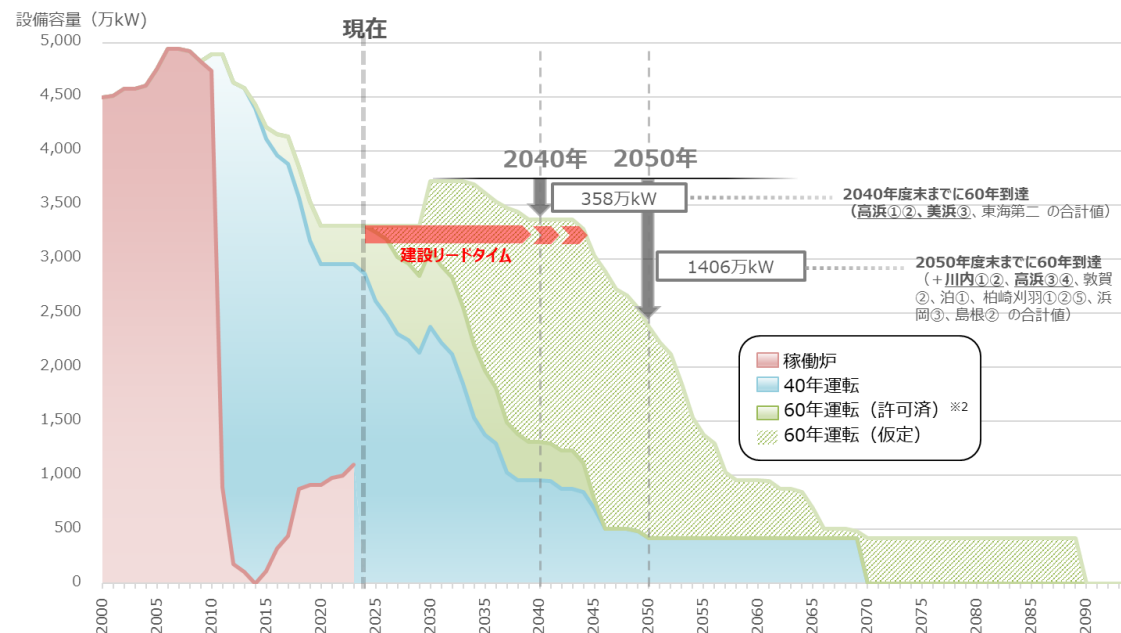
FIT/FIPによる再エネ導入容量

設備容量 (万kW)



(出所) データ等は第58回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会から引用。

原子力発電所の設備容量 (見通し)



【前提】

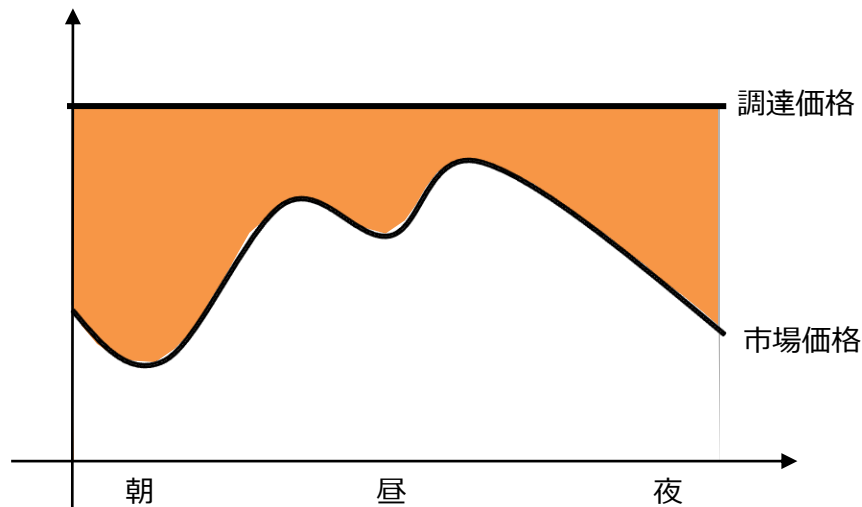
- ※ 1 : 年度途中で運転開始／廃止を迎えるプラントは按分してkWを算出。
- ※ 2 : 60年運転の認可済である原子炉は、8基 (高浜1,2,3,4、美浜3、東海第二、川内1,2) として計上。
- ※ 3 : 建設中3基 (大間、島根3、東電東通) は、運転開始時期未定のため、2030/4/1に設備容量に計上。
- ※ 4 : なお、下図は、GX脱炭素電源法に基づく運転期間の取扱い (電気事業法：事業者から見て他律的な要素によって停止していた期間に限り、「60年」の運転期間のカウント除外を認める) は勘案されていない。

(参考) FIP制度の導入

- FIP制度は、投資インセンティブを確保しながら、電力市場のメカニズムを活用しつつ、再エネ電源の電力市場への統合を図るもの。2022年4月に制度を開始した。
- FIP制度における発電事業者収入は、電力市場での売電価格等にプレミアムを加えたものが基本となるため、市場価格に連動。
- FIP制度を活用する事業者は、例えば、市場価格が低い時間帯に蓄電池等に蓄電した電気を、市場価格が高い時間帯に供給すること等を通じ、事業全体の期待収入を高めることが可能。

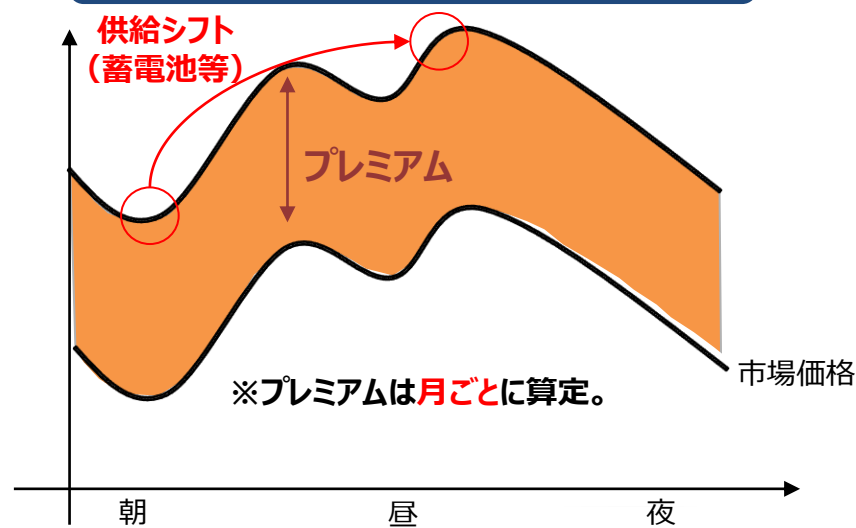
FIT制度における発電事業者収入

調達価格 × 発電量



FIP制度における発電事業者収入

(売電価格 + プレミアム) × 発電量
+ 非化石価値取引の収入

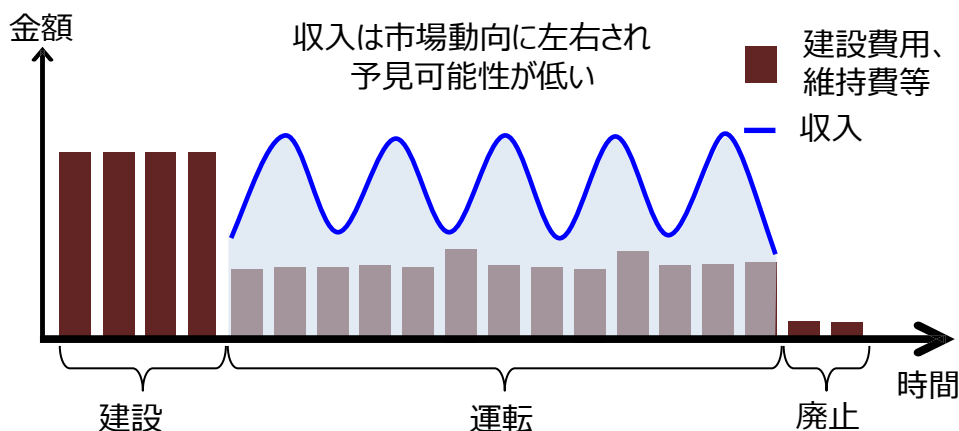


プレミアム = 基準価格 (※1) - 参照価格 (※2) - 非化石価値相当額 (※3)
(※1) FIT制度の調達価格と同水準に設定。交付期間にわたって固定。
(※2) 市場価格をベースに、月ごとに機械的に算定。
(※3) 再エネ発電事業者が自ら非化石価値取引を行い、その収入が再エネ発電事業者に帰属することを前提に、非化石価値相当額を割引。

(参考) 長期脱炭素電源オークションの概要

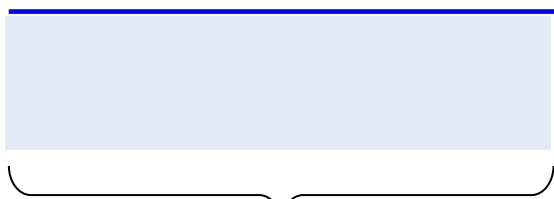
- 近年、既存電源の退出・新規投資の停滞により供給力が低下し、電力需給のひっ迫や卸市場価格の高騰が発生。
- このため、脱炭素電源への新規投資を促進するべく、**脱炭素電源への新規投資を対象とした入札制度（名称「長期脱炭素電源オークション」）を、2023年度から開始。**
- 具体的には、脱炭素電源を対象に電源種混合の入札を実施し、落札電源には、**固定費水準の容量収入を原則20年間得られる**こととすることで、巨額の初期投資の回収に対し、長期的な収入の予見可能性を付与する。

〈電源投資の課題〉



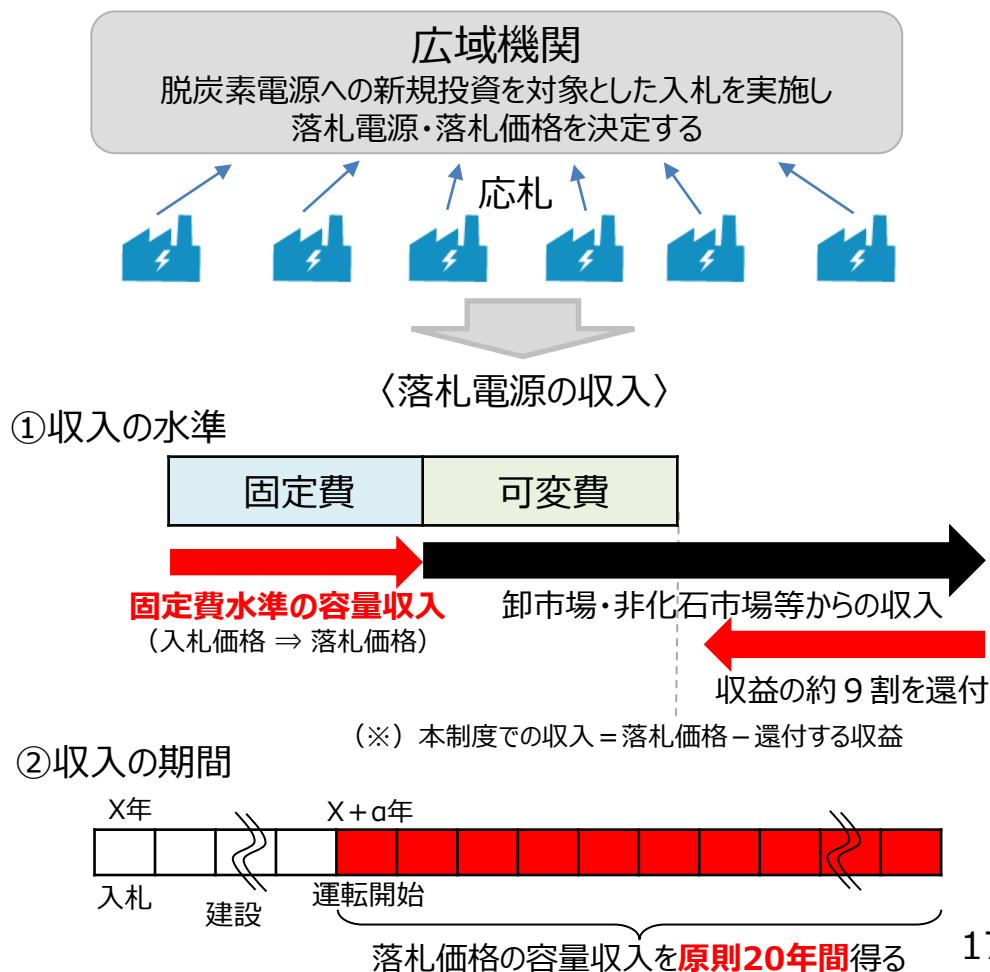
〈投資判断に必要な要素〉

①投資判断時に
収入の水準を
確定させたい



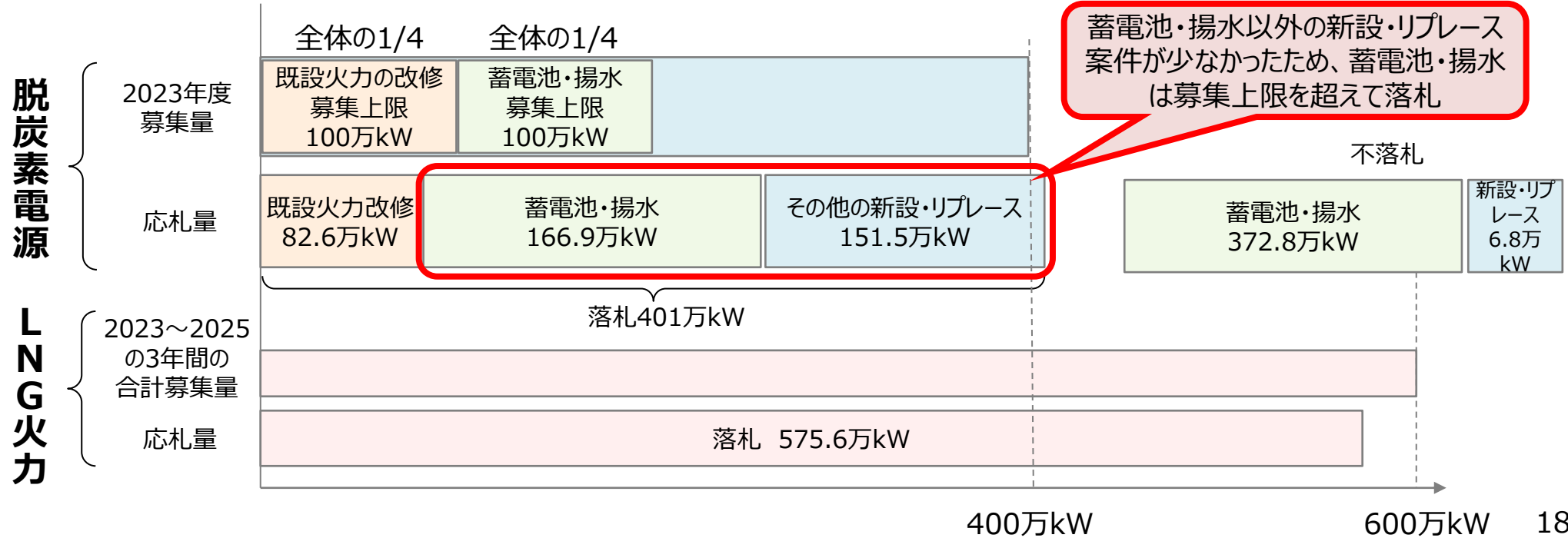
②投資判断時に
長期間の収入を
確定させたい

〈新制度のイメージ〉



(参考) 初回入札の募集量と落札容量

電源種		応札	落札	不落札
既設火力の改修	水素混焼	5.5万kW	5.5万kW	－
	アンモニア混焼	77.0万kW	77.0万kW	－
蓄電池		455.9万kW	109.2万kW	346.7万kW
揚水		83.8万kW	57.7万kW	26.1万kW
原子力		131.6万kW	131.6万kW	－
水素10%混焼LNG		6.8万kW	－	6.8万kW
バイオマス専焼		19.9万kW	19.9万kW	－
脱炭素電源の合計		780.5万kW	401.0万kW	379.6万kW
LNG		575.6万kW	575.6万kW	－
合計		1,356.2万kW	976.6万kW	379.6万kW



第3回GX2040リーダーズパネル（令和6年8月1日）における 岸田総理大臣の指示

本日はG X（グリーン・トランスフォーメーション）とD X（デジタル・トランスフォーメーション）を総合的に進め、成長につなげるための産業構造、スタートアップをイノベーション創発の担い手とするための方策、投資の予見可能性を高めるためのカーボンプライシング市場、また新たな市場創造やリスクテイク型先行投資への支援の在り方、さらには中小企業から見たG Xなどについて、示唆に富む貴重な御見解を伺いました。皆様の御協力に感謝を申し上げます。

このリーダーズパネルにおいては、内外の最先端の現場で活躍する方々から、エネルギーや地球温暖化という範疇（はんちゆう）を超えた、幅広い視点から、様々な御指摘を頂きました。

頂いた御指摘を整理したものが、ただ今齋藤G X担当大臣が説明した7つの課題です。まず、この7つの課題に答えを示していくことが必要です。次回8月末のG X実行会議では、7つの課題について、それぞれ検討のたたき台を示してください。

政府はこれから年末にかけてG X国家戦略、次期エネルギー基本計画、次期地球温暖化対策計画を本格的に取りまとめていくプロセスに入ります。その際、このたたき台を具体的な政策に練り上げていくプロセスを並行して進めてまいります。特に制度的対応や予算要求を伴うものについては、会議の結論を待つことなく、スピード感を優先して検討を始めます。

例えば、**長期的で巨額な投資を必要とする脱炭素電源、広域送電などについて、民間投資を促進する制度的対応や支援措置**、2028年から化石燃料賦課金が本格的に始まることをにらんで投資の予見可能性を高めるため、市場制度の詳細設計や調達加速化のための制度的措置などは、**年内に制度設計のめどを立てるよう、齋藤G X担当大臣を中心に、関係閣僚と共に検討を加速してください**。

最後に改めて御協力いただきました皆様方に御礼を申し上げます。誠にありがとうございました。

これまでのヒアリング等における長期投資の難しさに対する発電事業者から指摘

- 電源投資の意思決定において、長期の収入予見性の確保が必要だが、市場価格はボラティリティが大きく、収入の見通しが立てづらく、総事業期間が長期に亘るほど、費用の未回収リスクが大きい。
- 脱炭素電源への投資を促すために「長期脱炭素電源オークション」が導入され、固定費回収の予見性が高まり、一部の電源投資は実施可能となったが、総事業期間における予期せぬ事後的な費用変動等のリスク（金利上昇、為替変動、規制変更など）には対処できないことや、他市場収益の約9割還付、上限価格の設定、全電源一律WACC 5%の事業報酬といった仕組みの中では、全ての電源投資で活用できるとは言えない。
- 特に、大型電源については、投資額が大きく、総事業期間も長期に亘るため、収入・費用の変動リスクが大きく、投資意思決定により慎重な事業性評価が必要。
 - 火力：総事業期間が60年程度と比較的長期に及び、主に調整力として活用され、将来の稼働見通しが不透明。水素・アンモニア・CCSといった脱炭素化技術・サプライチェーンの構築やコストが課題。
 - 揚水：総事業期間が80年程度と超長期に及び、余剰電力を吸収する蓄電機能や起動停止が早いなどの特徴を有するが、将来の稼働見通しが不透明。
 - 原子力：総事業期間が100年程度と超長期に及び、建設時の新規制基準に基づく審査に加え、運転開始後も弛まぬ安全性向上対策（バックフィットを含む）を継続して実施。
- 安定供給に必要な供給力を確保するための大型電源投資を促進していくため、総事業期間における様々な要因によって生じる費用変動を適切に回収し、長期に亘る事業期間における適切な収益確保の予見性を向上する仕組みや、発電事業者が財務健全性を維持しつつ、大型脱炭素電源の投資に必要な資金が調達できる仕組み等の事業環境整備が望まれる。

電源投資の資金調達環境に関する指摘（過去の審議会）

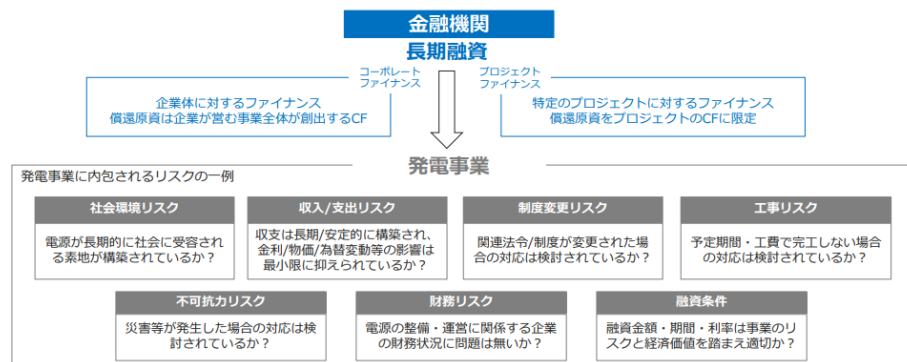
- 電力業界が多額の設備投資を行ってきた1970年後半～90年代前半と今とでは、金融機関及び電力業界をとりまく環境は変化。
- 金融機関については、銀行の数が減り、バーゼル規制等、様々な規制が強化傾向にあり、ファイナンスドエミッションといった従来無かった考え方もある。特にグローバルに活動する金融機関にとっては、様々な規制がかけられており、今後どのように規制強化されていくかということも、危機感を持っているところ。また、金融機関が、事業者ですら投資回収の見通しが立たない事業を支援するということは、一般論として難しい。
- 金融機関のエネルギー分野に対する投融資残高は、東日本大震災後の原発を含む電源整備の資金需要の増加や、ウクライナ紛争等をきっかけとする資源高に対応するための融資等が増加したこともあり、高水準。大口管理の観点からは、エネルギー向けの残高はそんなに余裕がある状況ではない。一部の地方金融機関では、上限規制から、これ以上電力業界へ貸出が出来ない事例も存在。
- 電力業界については、再稼働にむけた安全対策工事費用は1基あたり数千億円を要するものの、再稼働に至れば、火力の燃料費や他社からの購入電力費用等を抑制できる効果があるため、社債などによる資金調達が進められてきた。こうした中、電力全体の発行額が多いのに加え、他業界でも発行が増加。足元では金融政策の修正により金利が上昇し、限られた投資枠のなかで競争する状況。また、一般担保廃止となれば、投資対象から外す投資家も存在。その上、有利子負債が積み重なり、自己資本比率が悪化。
- 事業者が、原子力のみならず発電、送配電事業を対象とした脱炭素投資をしっかりと行っていくために、投資回収予見性や事業収益性の確保のあり方に加え、資金調達のあり方も重要であり、投資の意思決定と十分な資金調達できるような環境を整えることが必要。
- 事業者がとれるオプションを拡大する必要があり、原子力事業の特性及び諸外国と日本での原子力事業を取り巻く環境、状況の類似性及び相違性なども踏まえ、民間サイドでのグリーンボンド、トランジション・リンク・ローンの活用に加えて、政府による信用補完の活用等について、聖域なき議論を行い、資金調達を円滑化する制度措置を今後検討していくことが必要。

（参考）電源投資の資金調達環境に関する指摘（金融機関からの意見）

- 第75回電力・ガス基本政策分科会において、有識者より、投資・コスト回収やファイナンス等の観点での課題・リスクについて御提示いただいた。
- **今後、長期かつ大規模な脱炭素投資が必要**となるものの、**リスクファクターが多く**、脱炭素投資を進めるためにも、**超長期資金や資本性資金の活用に加え、政府信用の活用が必要**との課題提示があった。

金融機関から見た電源整備におけるリスクファクター

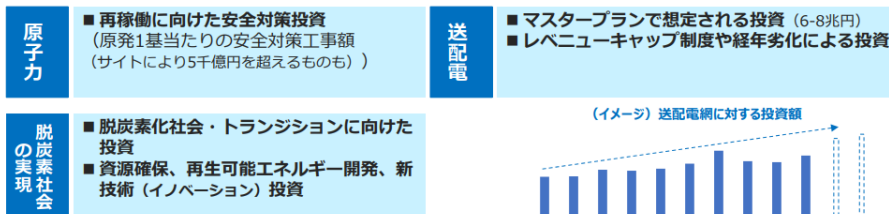
- 長期融資における償還蓋然性に関する審査
 - 事業キャッシュフローを原資とした蓋然性を重視し、各種リスク（収支確度・完工/制度変更/マクロ環境変化リスク等）を精査
- 多様な金融手法
 - コーポレートファイナンス以外にも事業特性やリスクを踏まえたプロジェクトファイナンス等も採用
- リスクに対する感応度分析も合わせ、総合的に与信を判断



4



安定供給に向けた課題



- 安定供給に向けた電源投資の必要性
 - 更なる脱炭素電源の開発や送配電網の充実が必要であり、近時はエネルギーセキュリティの確保も議論が必要
- 継続的な投資促進に向けた官民の適切な役割分担
 - 継続的な資金の呼び込みには各関係者が許容可能なリスクの分別と分担が必要
- 政策の予見性・安定性の重要性
 - 電力システム改革で創出した「競争環境」と安定供給を実現するための「相互補完」の両立に向けた整理
- エネルギー産業の成長と発展に向けた取組強化の必要性
 - 水素・アンモニアを含む新技術開発なども並行する必要

超長期資金や資本性資金、政府信用の活用等、聖域ない議論が必要

8



世界における電源投資の状況

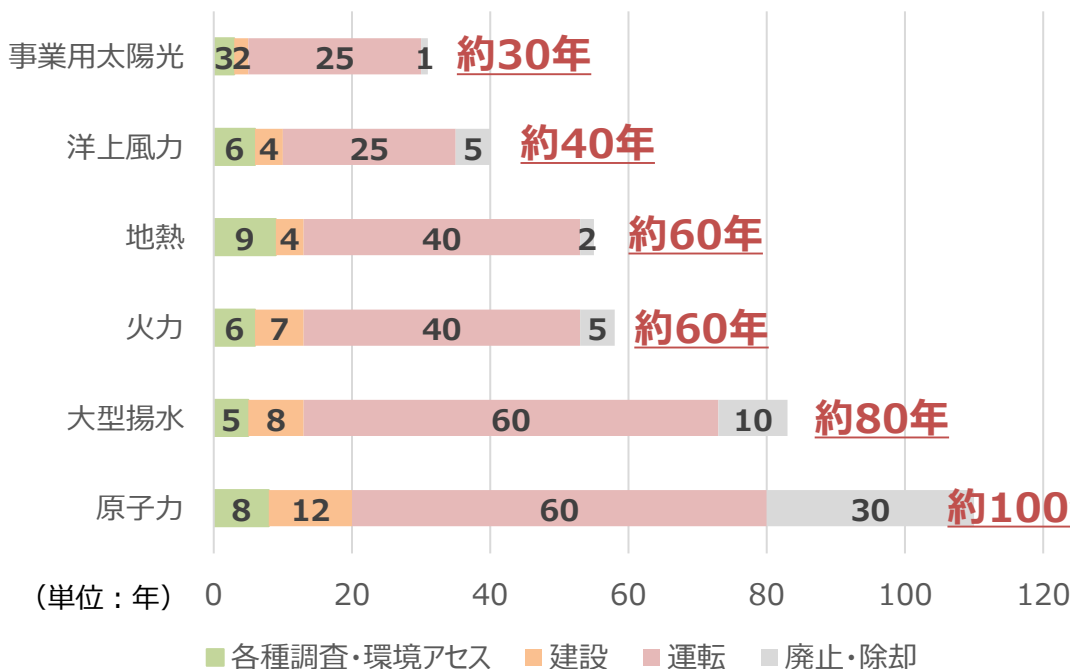
- 欧米で計画されていた洋上風力のプロジェクトは、昨今のインフレや金利上昇により、建設費・資金調達コストが増加し、事業の中止や延期が相次いでいる。
 - 洋上風力最大手のオーステッド（デンマーク）は、2023年11月、米東部ニュージャージー州の沖合で計画する2件の洋上風力のプロジェクト（出力200万kW以上）から撤退すると発表。
 - スウェーデンの電力大手バッテンフォールは、2023年7月、英国の大型洋上風力プロジェクトを停止すると発表。
 - ノルウェーのエクイノールは、2023年5月、ノルウェー沖で計画していた大型洋上風力の建設を無期限で延期すると発表。
- 英国では、再エネや原子力への投資促進のための制度として、FIT-CfD（差額契約型固定価格買取制度）を導入したが、建設費用の上振れリスクなどに起因して、リスクプレミアムが大きく膨らみ、長期で固定する基準価格（ストライクプライス）が高水準となったとの批判を踏まえ、費用の変動リスクを需要家と投資家が分担して負うことで資金調達コストを低減できる「規制資産ベース（Regulated Asset Base）モデル」が導入された。
- EUでは、電力価格の安定化や脱炭素化を目的として、EU電力市場改革を法制化した。2021年夏以降のエネルギー価格高騰や、2022年のエネルギー危機を踏まえ、加盟国に対して、補填と還付の双方向の差額決済契約（CfD）や、長期の電力売買契約（PPA）の拡大等に取り組むことを求めることにより、電力価格の高騰から需要家を保護するとともに、脱炭素電源の拡大を図ることとしている。

1. DXによる電力需要増に対応するため、徹底した省エネ、再エネ拡大、原子力発電所の再稼働や新型革新炉の設置、火力の脱炭素化に必要な投資拡大②

第12回 GX実行会議
(2024年8月27日) 資料 1

- インフレや金利上昇などの要因により、**今後も電力分野の建設コストは上昇していく可能性あり。**
- 大型電源については**投資額が大きく、総事業期間も長期間となるため、収入・費用の変動リスクが大きく、合理的に見積もるとしても限界がある。そのようなリスクに対応するための事業環境整備が必要。**

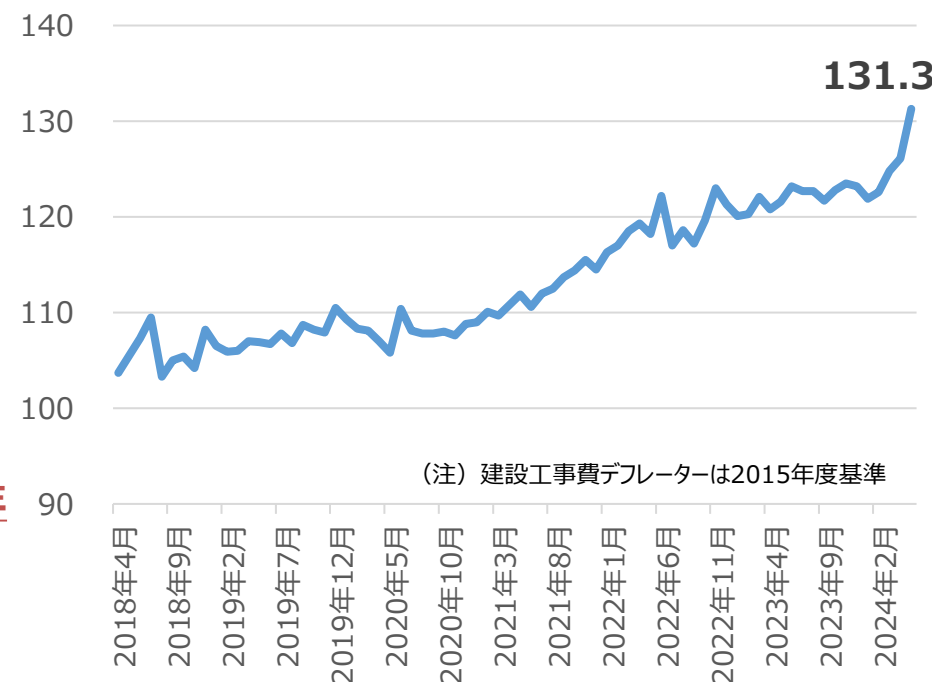
脱炭素電源の総事業期間（イメージ）



⇒ 脱炭素電源の事業期間は、最大約100年以上に及ぶ長期的なものであり、**事業者の予見可能性を高めるには、市場環境の整備の検討とともに、事業期間中の収入・費用の変動に対応した支援策を検討する必要**がある。

(出所) 電力・ガス基本政策小委資料やFIT/FIP制度の運転開始期限の年数などを基に作成

電力分野の建設工事費デフレーター



⇒ 現行制度では支援価格が20年間固定となっているが、足元のインフレや賃金上昇などを受けて**建設工事費が上昇**する中、**事後的な費用の増加に備えた制度を検討する必要**。

(出所) 国交省HPの建設工事費デフレーターを基に作成。

今後の方向性（脱炭素電源投資を進めるための事業環境整備①）

【認識と基本的考え方】

- エネルギーの安定供給確保、経済成長、脱炭素の3つの同時実現を目指し、官民でGXを推進。
電力分野の脱炭素化は、我が国全体の脱炭素化にとって必要不可欠。GX実現の鍵を握る。
- そうした中、これまでも、再生可能エネルギーの導入拡大に向けたFIT／FIP制度、長期脱炭素電源オークションなどの制度を整備し、再エネ・原子力・脱炭素火力等の脱炭素電源の導入促進を進めてきた。
- 一方、直近の議論では、DXの進展に伴い、今後、半導体工場やデータセンターの新規立地が進むなど、**国内の電力需要が、約20年振りに増えていく見通し**が示されており、**今後、益々高まる需要家の脱炭素電源へのニーズにこたえつつ、この電力需要の増加に対応**していかなければならない。**こうした電力システム改革時には必ずしも想定していなかった状況に対応するために、これまで以上に強力に取り組んでいく。**
- この難しい状況に対応するためには、**将来の需要の見通しを見据えつつ、脱炭素電源に対する投資をこれまで以上に積極的に行うことが求められる**。しかしながら、電力自由化を始めとする現在の事業環境の下では、将来的な電力収入の不確実性が大きく、**脱炭素電源に対する長期かつ、大規模な投資は、あらゆる事業者にとって容易なものではない**。特に、長期の事業期間を見込む投資規模の大きな投資や、技術開発の動向、インフレ等により**初期投資や費用の変動が大きくなる****ことが想定される投資**については、**事業者が新たな投資を躊躇する懸念**がある。また、新規投資に必要な資金調達に際しては、**資金供給先の財務基盤や、投資のリスク・リターンを踏まえ、金融機関等が、ファイナンスを実行できるか**も重要な視点になる。

今後の方向性（脱炭素電源投資を進めるための事業環境整備②）

【脱炭素電源投資を促す投資・市場環境について】

- こうした課題を乗り越え、脱炭素電源への長期かつ大規模な新たな投資を実現するための事業環境整備に向け、事業期間中の市場環境の変化等に伴う収入・費用の変動に対応できるような制度措置や市場環境の整備などについて、さらに検討を進めるべきではないか。

【投資を可能にする資金調達（資金供給）環境について】

- 脱炭素電源に対する長期かつ、大規模な投資について、事業者が投資意思を持っているにもかかわらず、金融機関・機関投資家等が資金供給を行うことを躊躇するような事業環境であれば、その投資は実行されないことになる。
- これまで積み上がった残高に加えて、今後さらに大規模な投資への資金供給を想定した場合に、金融機関・機関投資家等にとって、長期に渡るリスクアセットの管理継続の観点や、1社・セクターの残高規模管理の観点、ファイナンスドエミッションの観点等から、ファイナンスを実行することへのハードルが高まりつつあることが指摘されているところ。
- こうした金融機関・機関投資家等側の事情によって、脱炭素電源投資の更なる拡大が滞ることがないよう、公的機関による信用補完等の現行制度の活用・拡大を含め、必要な措置を検討すべきではないか。

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

(1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備

(2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進

(3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）

(4) その他

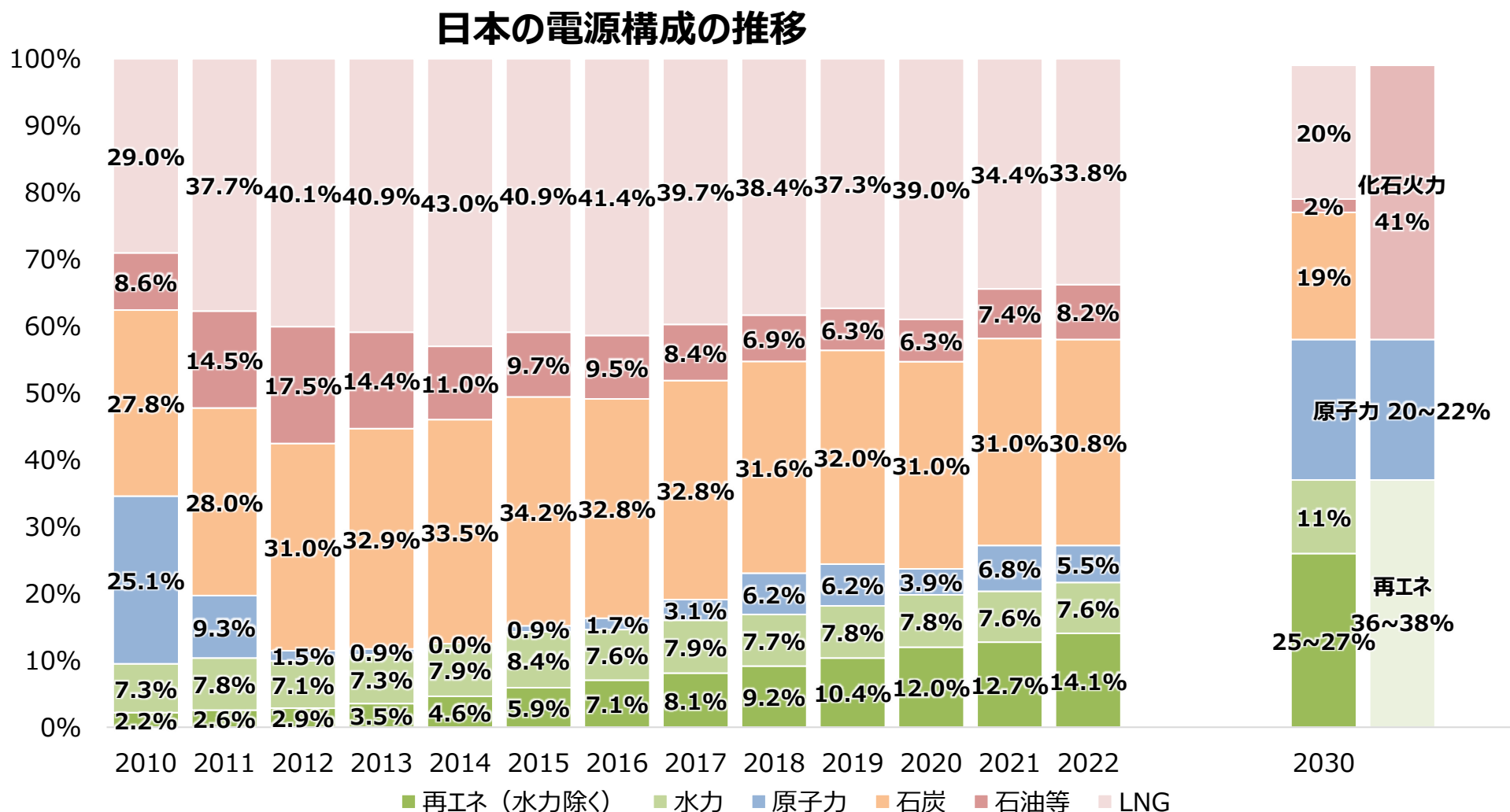
2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

(1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方

(2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

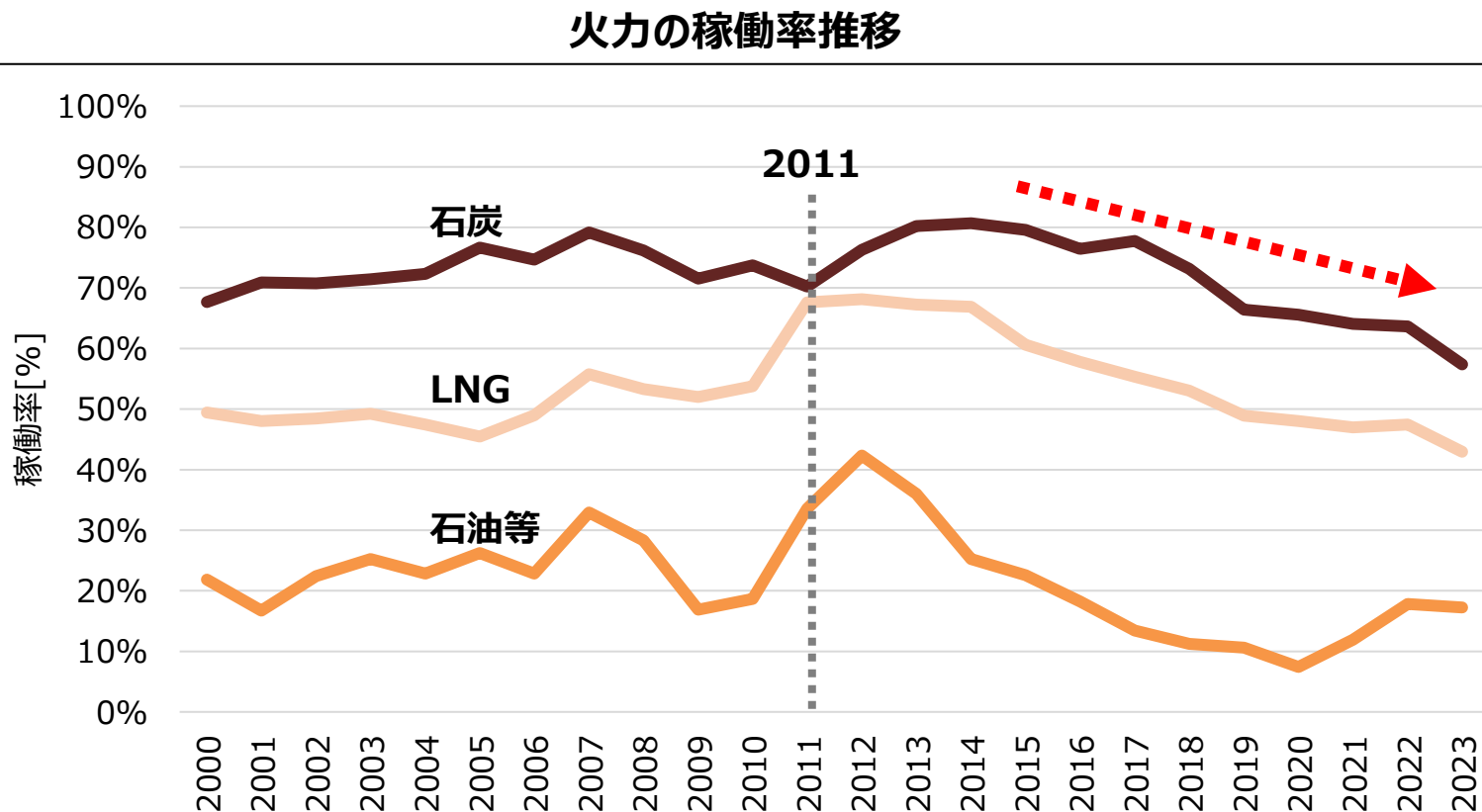
日本の電源構成の推移と2030年度の電源構成

- 火力発電は、東日本大震災直後は急激に割合が増えたが、その後減少傾向が続いている。
- しかし、2022年度の脱炭素電源は約27%であり、残りの約73%は火力発電に依存している状況にある。



火力の稼働率の推移

- 足元における火力の稼働率は、震災後、特にLNG・石油火力を中心に増加したものの、足元においては燃料種を問わず低下傾向。
- なお、2021～22年にかけて、石油火力の稼働率が増加傾向となったが、電力需給の厳しさや、LNG・石炭の価格高騰によるメリットオーダーの逆転等によるもの。



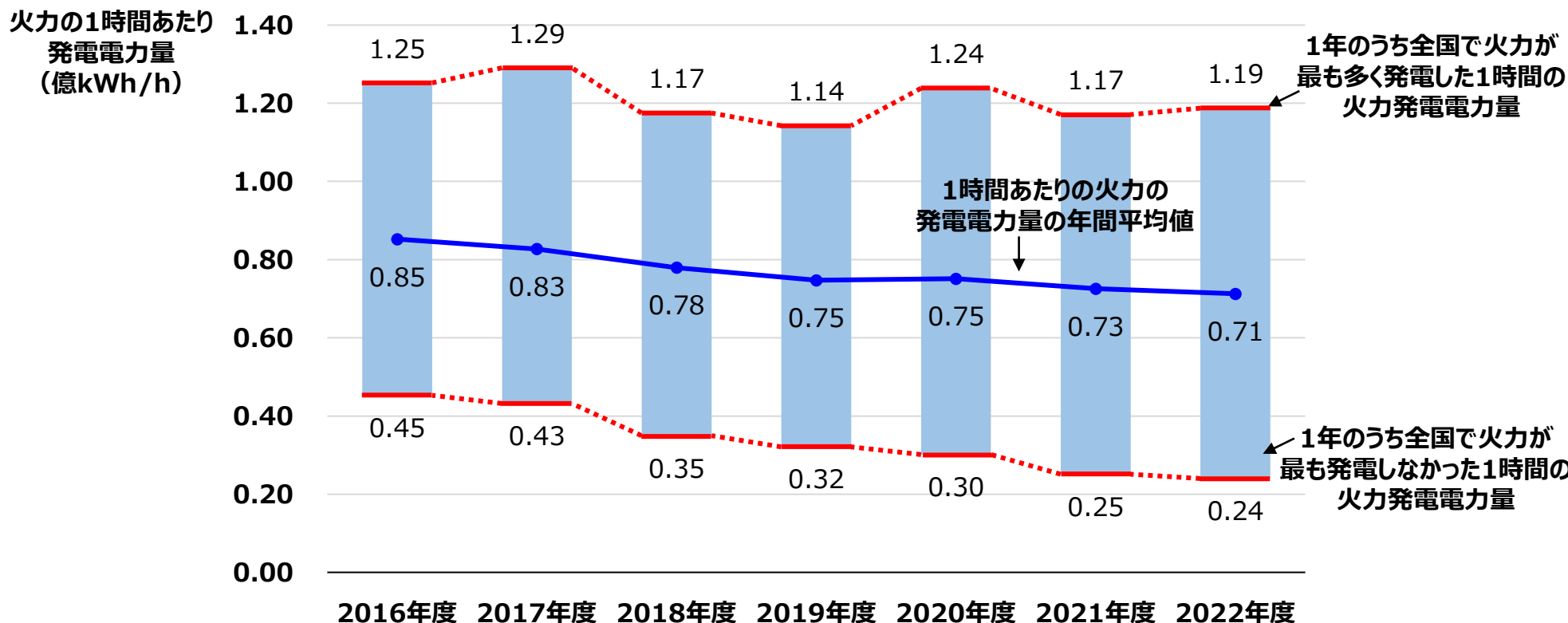
(出典) 2000～2015年度：電源開発の概要（資源エネルギー庁）、2016年度以降：供給計画とりまとめ（電力広域的運営推進機関）から作成

(注) 燃料ごとの発電電力量を、設備容量に1年の時間（24時間×365・366日）を乗じた値で除して算出している。

発電容量には、休止中の火力発電所の発電容量も含まれることに留意。

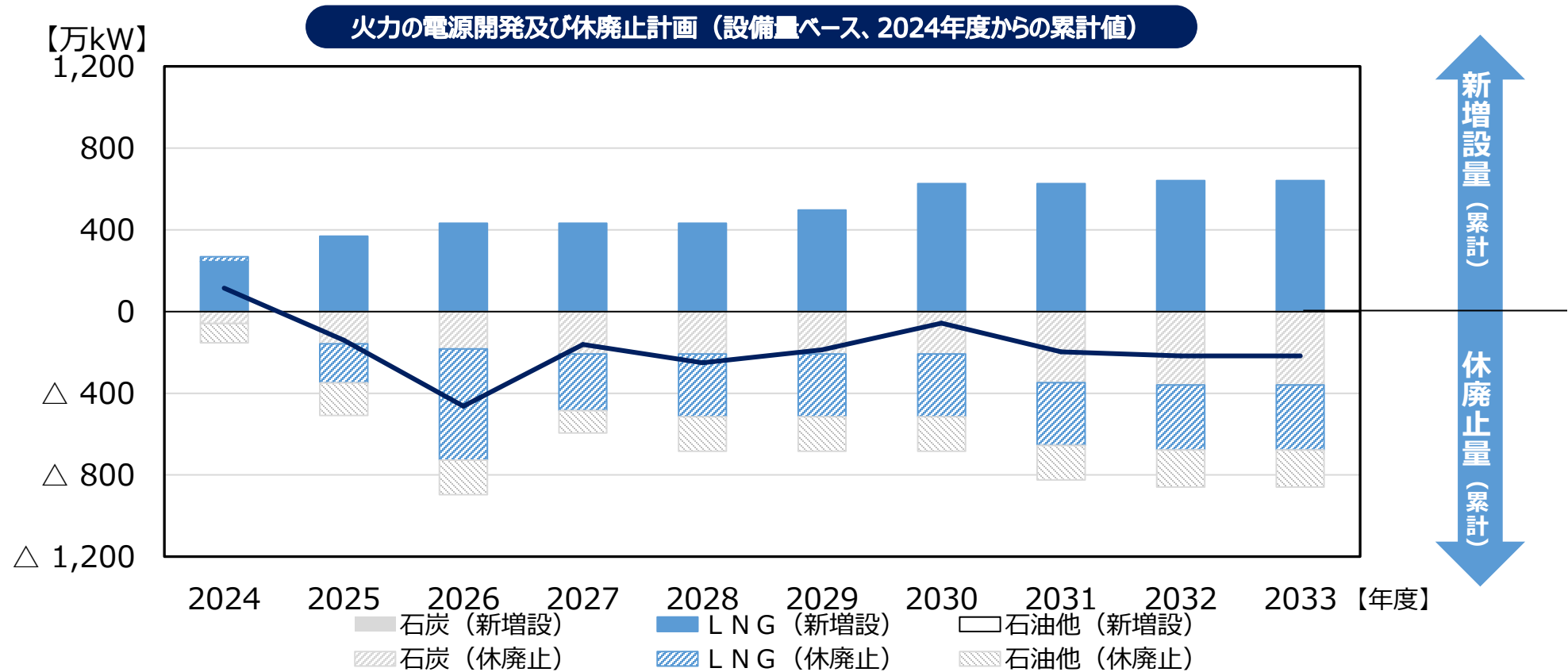
1時間あたりの火力の発電電力量の推移

- 一般送配電事業者が公表している1時間毎のエリア発電実績を集計すると、**火力の1時間あたり発電電力量の年間平均値は、減少傾向**にある。また、火力の1時間毎の発電電力量の最小値（1年のうち、全国の火力が最も発電しなかった1時間の発電電力量）も、減少傾向。
- 他方で、火力の1時間毎の発電電力量の最大値（**1年のうち、全国で火力が最も多く発電した1時間の発電電力量**）は横ばい。再エネが導入拡大する中で、**火力の発電電力量は減少する一方で、火力に求められるkWは変わらず、発電電力量の振れ幅が拡大**している。



火力の新增設及び休廃止計画の推移

- 供給計画のとりまとめによると、2025年度以降は火力の休廃止が増加し、新增設を上回る状態が続く見込み。
- 2027～2033年度にかけては、現在より約200万kW程度火力の設備容量が減少する状態が継続する見込み。



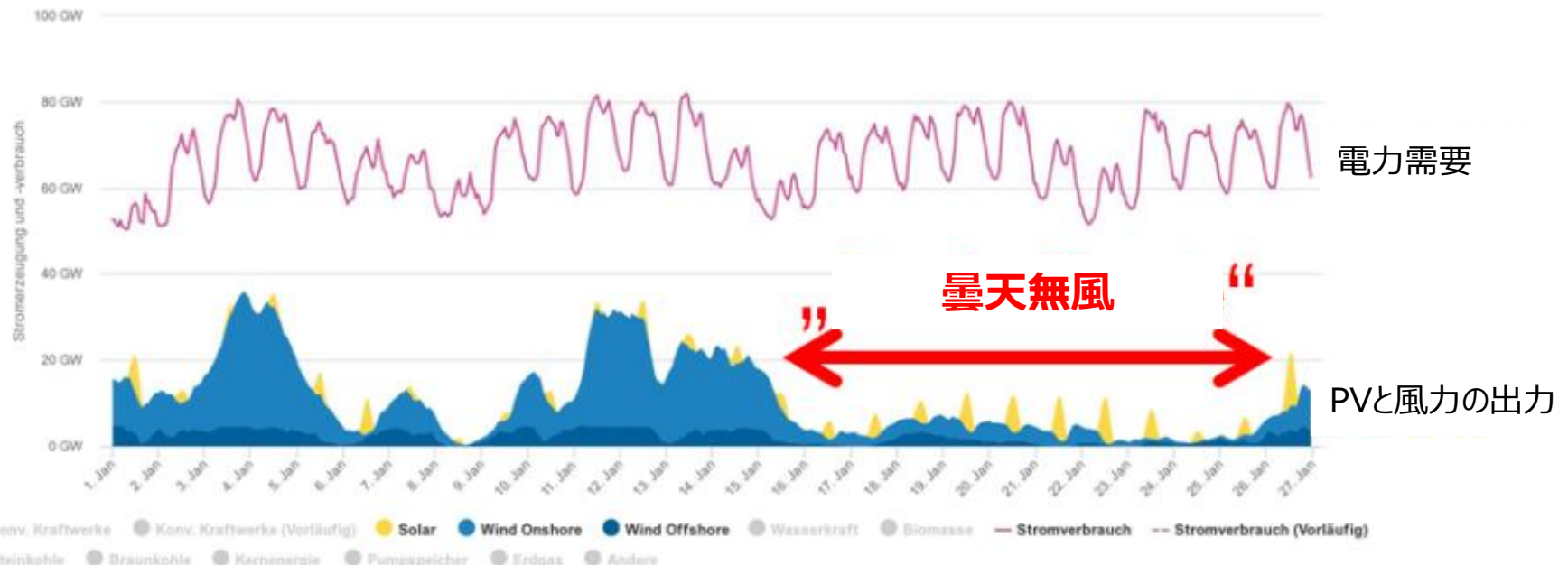
(出典) 2024年度供給計画のとりまとめから資源エネルギー庁作成
(注) 2024年度からの累計値である点に留意。
石油他は、石油、LPG、その他ガス、歴生物混合物の合計値。休廃止には長期計画停止を含み、休止・長期計画停止からの再稼働による休止容量の減少分も含む。

31

再エネの出力変動による電源出力の変化

- ドイツでは、2017年1月16日～25日の約10日間、平均気温は零下となり電力需要は高かったにもかかわらず、風力は設備容量の10%、太陽光は設備容量の3%の供給となり、いわゆる、曇天無風状態が継続。
- 当時、ドイツでは、ガス火力等の十分な供給力があり、国際連系線の利用も可能であったため、停電等の問題は発生しなかったが、風力や太陽光等の自然変動電源の大量導入の進展によって、半導体やデータセンターなどの需要に対する供給力不足が生じる可能性は存在する。
※ドイツにおいては、48時間連続で太陽光・風力の出力が設備容量の10%以下となる減少が、年2回程度発生。
- なお、一般的な系統用蓄電池の時間容量は2～5時間程度。仮に、このような長時間の出力低下分を、現状の蓄電池のみでカバーするためには、電力需要を大幅に上回る容量の蓄電池の設置が必要と考えられる。

ドイツにおける曇天無風期間の出力状況（2017年1月）



今後の方向性（安定供給の確保）

- 足元では、再エネ導入の拡大に伴い火力全体で稼働率が低下しており、休廃止に向けた動きも進展。加えて、再エネ出力変動に伴うDSSの増加等に伴い故障率が増加し安定的な稼働が難しくなっているとの声もある。
- 他方で、冬の悪天候時などを念頭におけば、安定供給の観点からは、再エネによって、火力が完全に代替できると考えることは適切ではない。データセンターや半導体工場の新増設等による需要の増加も想定すれば、再エネ・原子力等の脱炭素電源を最大限導入しつつ、火力においては、非効率な電源を中心に発電量（kWh）を減らしながらも、安定供給に必要な発電容量（kW）を維持していく必要があるのではないかな。
- 必要な発電容量の維持に向けては、容量市場における必要な供給力の確保に加え、電力需要の伸び幅に応じては、短期的な供給力不足の懸念に対応する観点から2050年までの脱炭素化を前提としたLNG火力を計1,000万kW募集することとしている長期脱炭素電源オークションにおいても、追加的な措置の検討が必要ではないかな。
- 加えて、大規模災害等による電源の脱落や需要の急増など、緊急時に追加の供給力を確保する必要が生じた際に、一定期間内に稼働が可能な休止電源を維持する枠組みである予備電源制度の初回募集を開始したところ。今後の調達実績等を踏まえ、必要に応じて検討を進めることとしてはどうか。

【参考】供給力の見通しと確保するための仕組み（2024年度以降）

	中長期（1年超）	短期（1年以内）
	供給計画	電力需給検証
需要	一般送配電事業者が、電力広域機関が公表する経済見通し、その他の情報、直近の需要動向、過去の需要の実績、供給区域の個別事情等を考慮し需要を想定	供給計画のH3需要をベースに 猛暑・厳寒H1需要を想定
供給力	供給力は、(a-b-c-d)等による1時間平均電力の合計 a:発電所及び蓄電所の設備容量 b:大気温及びダム水位低下等の影響による能力減分 c:計画補修等による停止電力 d:最大需要電力発生時に必要となる所内消費電力 （自家消費電力がある場合はそれも含む）	供給計画をベースに、至近の状況を反映
電力需給 バランス検証	全国大及び各エリアの前年度及び第一・二年度の電力需給バランスを評価（短期） 全国大及び各エリアの第三年度～第十年度の 電力需給バランスを評価（長期）	猛暑・厳寒H1需要に対して 予備率3%の確保の確認

	容量市場 （メインオークション）	長期脱炭素電源 オークション	電源入札	容量市場 （追加オークション）	kW公募
目的	中長期的な 供給力の確保	脱炭素電源による 供給力の確保	供給力確保を担保する セーフティネット	中長期的な供給力 確保の補完	追加の供給力対策
供給時期	4年後	電源種別※	（不定期）	実需給 1 年前	実需給数ヶ月前
費用負担	容量抛出台金（小売） （一部託送料金）		託送料金	容量抛出台金（小売） （一部託送料金）	託送料金

※原子力：17年、水力：12年、水素・アンモニア混焼改修：11年 等

予備電源
（大規模災害等による電源の脱落や、需要の急増など、追加の供給力確保を行う必要が生じた際に、一定期間内で稼働が可能な休止電源を維持）

【参考】長期脱炭素電源オークションにおけるLNG火力の募集

- 長期脱炭素電源オークションにおいて、短期的な供給力不足の懸念に対応する観点から、**2050年までの脱炭素化を前提としたLNG火力を23～25年度の3年間で計600万kW募集。第1回オークションにおける落札容量が計576万kWに上り、3年分の枠の96%が第1回で落札**される結果となった。
※本オークションで落札したLNG火力については、2050年までの脱炭素化を前提としており、その道筋を記載した「脱炭素化ロードマップ」の作成・遵守を求めることとしている。
- データセンター等の新增設などによって**電力需要が増加傾向となる見通し**が示されたことを踏まえ、**非化石電源の導入拡大を前提としつつ、更に安定供給に万全を期す観点**から、更に24～25年度の**2年間で400万kWを追加募集（合計1,000万kW）**することとした。

第1回オークションにおけるLNG火力の落札電源一覧

事業者	発電所	落札容量[万kW]
北海道電力株式会社	石狩湾新港発電所	55.1
東北電力株式会社	東新潟火力発電所第6号機	61.6
関西電力株式会社	南港発電所1号機	59.2
関西電力株式会社	南港発電所2号機	59.2
関西電力株式会社	南港発電所3号機	59.2
中国電力株式会社	柳井発電所新2号機	46.4
東京瓦斯株式会社	千葉袖ヶ浦パワーステーション	60.5
大阪瓦斯株式会社	姫路天然ガス発電所3号機	56.6
株式会社JERA	知多火力発電所7号機	59.0
株式会社JERA	知多火力発電所8号機	59.0
合計		575.6

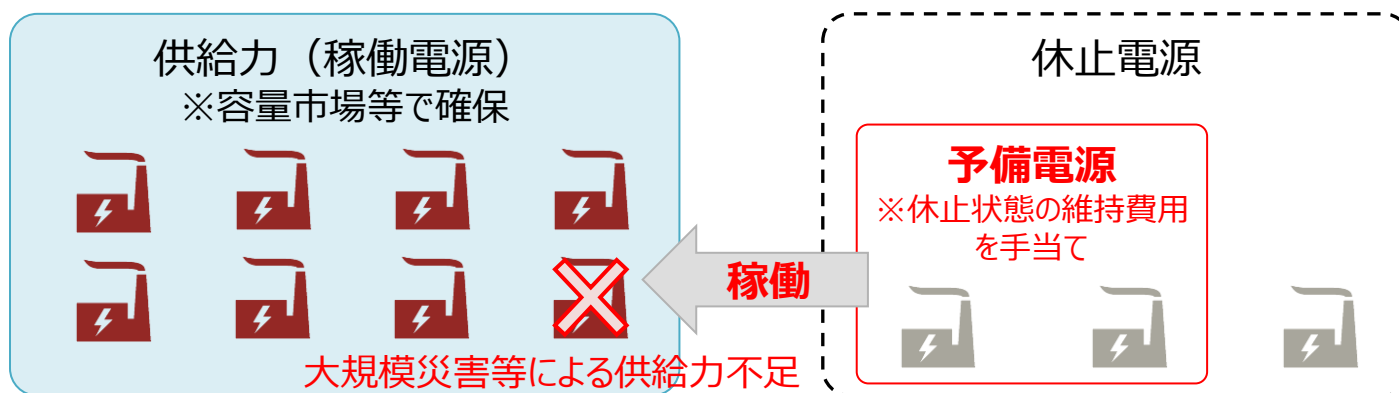
（出典）電力広域的運営推進機関HP 容量市場 長期脱炭素電源オークション約定結果（応札年度：2023年度）から資源エネルギー庁作成

（注）四捨五入の関係で、個別発電所の落札容量を足し上げた値と、合計落札容量に差異が生じている点に留意。

【参考】予備電源制度の概要

- 緊急時にも必要な供給力が確保されるよう、一定期間内に稼働が可能な休止電源を維持する枠組みである「予備電源」制度について、2024年8月30日に初回公募を開始。
- 目的：大規模災害等による電源の脱落や、需要の急増など、追加の供給力確保を行う必要が生じた際に、休止中の予備電源を稼働させることで、供給力不足を防ぐ。
 - 対象電源・対象費用：休止中又は休止を予定している10万kW以上の火力（容量市場において2年連続で落札できなかった電源）から選定し、休止状態の維持や修繕等に必要な費用を手当てする。なお、予備電源を稼働させる際は、供給力不足が生じた際の公募等のプロセスを経ることとする。
 - 調達量・制度適用期間：合計で300～400万kW程度とし、募集エリアは東西の2エリア、制度適用期間は最大3年間とする。
 - 費用負担・実施主体：託送料金による負担とし、電力広域的運営推進機関で調達等のプロセスを実施する。

予備電源の制度イメージ



※予備電源は、短期（3カ月程度）で立ち上げが可能な電源と長期（1年程度）で立ち上げを行う電源に分けて募集を行う。

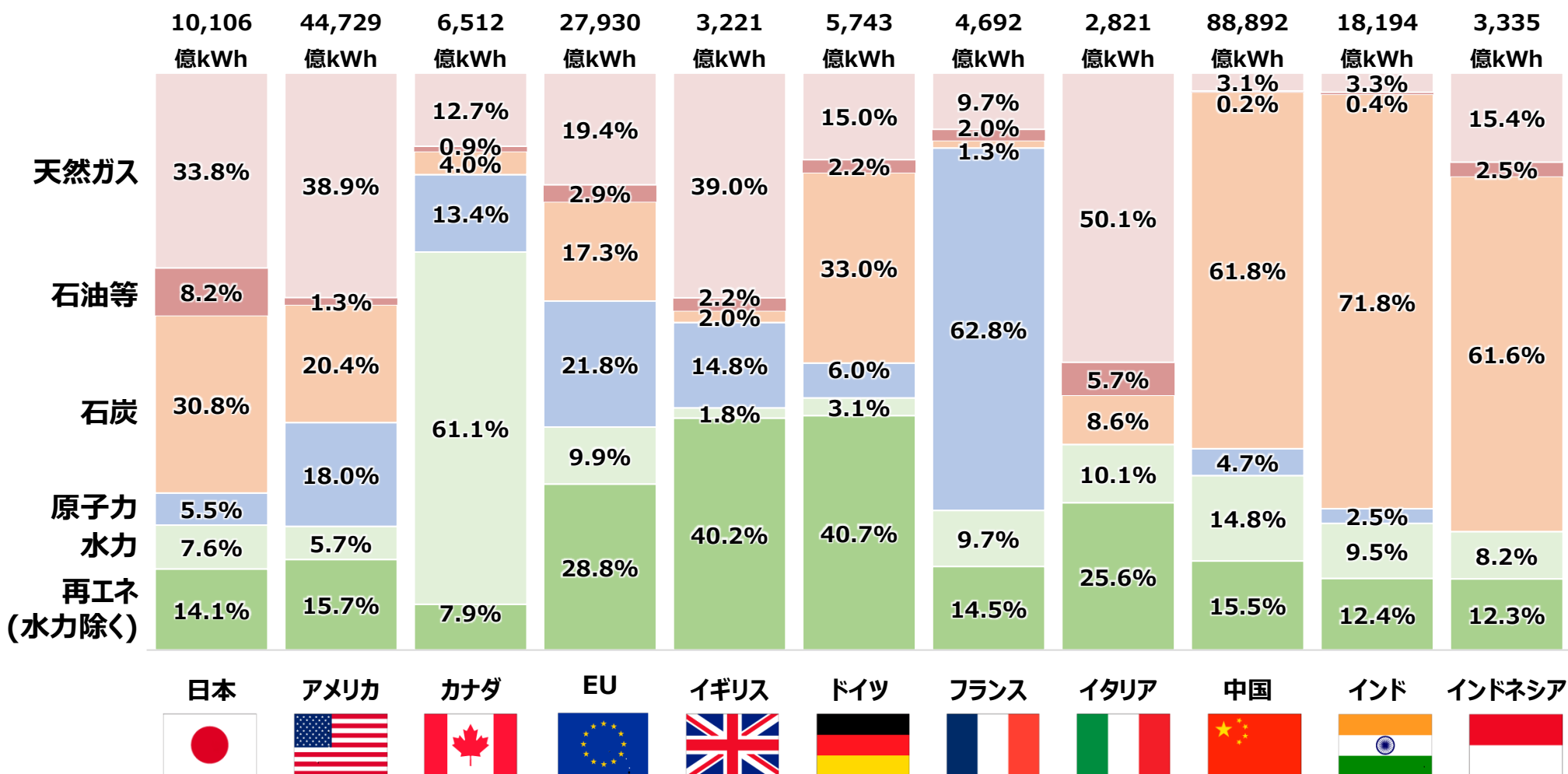
石炭火力発電に関する各国の状況

- 石炭火力発電の割合が元々低い国は全廃の年限を表明しつつも、カナダのようにCCUS付きであれば廃止年限以降も石炭火力を稼働可能として容量を確保する国も存在。
- 一方、石炭火力の割合が高い国は、段階的な脱炭素化を目指す。

	石炭火力全廃の年限を表明					火力発電の段階的な脱炭素化					
国名	フランス	イギリス	カナダ	イタリア	ドイツ	アメリカ	日本	韓国	オーストラリア	中国	インド
											
発電量 (億kWh)	4,692	3,221	6,512	2,821	5,743	44,729	10,106	6,102	2,708	88,892	18,194
石炭火力 の割合	1.3%	2.0%	4.0%	8.6%	33.0%	20.4%	30.8%	33.9%	49.3%	61.8%	71.8%
今後の 見通し	2027年1月1日まで に石炭火力 を退出。	2024年 10月1日ま でに、排出 削減対策が 講じられて いない石炭 火力をフェ ーズアウト (残る容量は約 2GW)	2030年ま でに排出削 減対策が講 じられてい ない石炭火 力をフェー ーズアウト。 CCUS付き であれば 2030年以 降も稼働可 能。	2025年ま でに石炭火 力をフェー ーズアウト (サルデー ニャを除く)。 遅くとも 2038年ま で(理想的 には2030 年まで)に 石炭火力を フェーズア ウト。		2035年ま でに発電部 門のネット ゼロを、 2050年ま でに排出量 のネットゼロ を達成。	2030年 ミックスで 19%。 非効率な石 炭火力の フェードア ウト、水素・ア ンモニアや CCUS等を 活用。	石炭火力の 発電電力 量比率を 2030年に 約20%ま で引き下げ る方針。	2035年に 再エネ82% とするも、石 炭火力につ いては言及 なし。	国全体の 排出を 2030年に ピークアウト させる方針 だが、石炭 火力に関す る明確な言 及なし。	容量シェア は23年 51%から 2029-30 年に32% に減少も、 容量そのも のは 40GW増 える見込み。

【参考】各国の電源構成の比較

- 各国では、それぞれの経済やエネルギー状況を踏まえ、電源構成を決定。
- 欧州各国は、再エネや原子力の活用により、電源構成に占める火力の比率は、日本と比べると低い。一方、アジア各国は、特に石炭火力の比率が高い状況。



【参考】COP28の概要

- COP28の決定文書では、世界の進捗と1.5℃目標には隔たりがあり緊急的な行動が必要であること、世界全体で再エネ3倍・省エネ改善率を2倍へ拡大、化石燃料からの移行などに合意。
- 総理は、排出削減対策の講じられていない新規の国内石炭火力発電所の建設を終了していく方針を宣言。

COP28/GSTの概要

- 1.5℃目標の達成に向けて緊急的な行動が必要。
- 2030年までに再エネ発電容量を世界全体で3倍、省エネ改善率を世界平均で2倍へ拡大。
- 排出削減が講じられていない石炭火力フェーズダウン加速
- 2050年ネットゼロに向けた化石燃料からの移行
- 再エネ、原子力、CCUSなどのCO2除去技術、低炭素水素などを含むゼロ・低排出技術の加速



岸田総理スピーチの概要

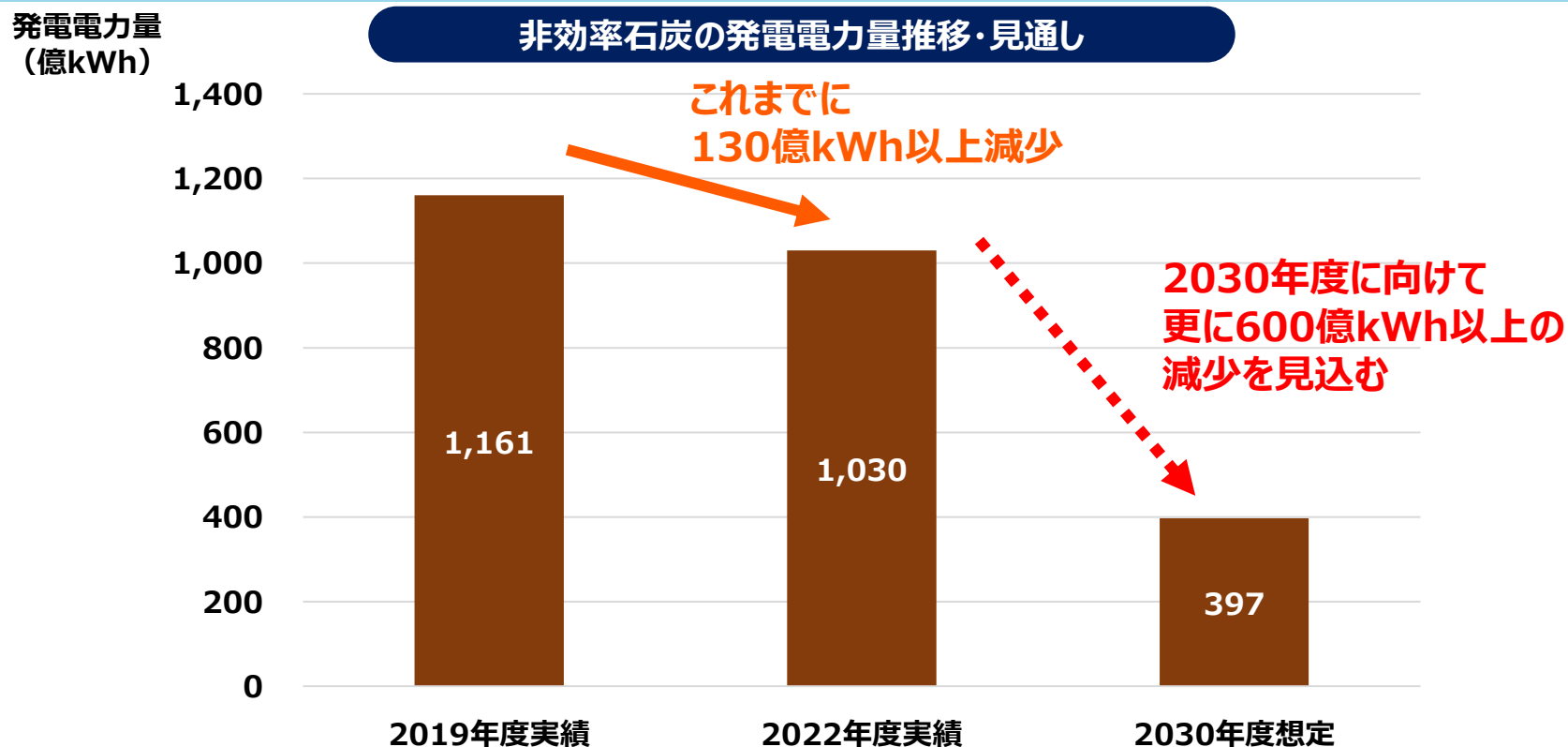


日本は、2030年度に46%減、更に50%の高みに向け挑戦を続けています。既に約20%を削減しており、着実に進んでいます。G7広島サミットで確認されたように、経済成長やエネルギー安全保障と両立するよう、多様な道筋の下で、全ての国が一緒になりネット・ゼロという共通の目標を目指そうではありませんか。

排出削減対策の講じられていない石炭火力発電所については、各国の事情に応じたそれぞれのネット・ゼロへの道筋の中で取り組まれるべきです。日本は、自身のネット・ゼロへの道筋に沿って、エネルギーの安定供給を確保しつつ、排出削減対策の講じられていない新規の国内石炭火力発電所の建設を終了していきます。

火力脱炭素化計画における非効率石炭火力の発電電力量推移

- 火力脱炭素化計画（旧・フェードアウト計画）の集計結果を見ると、**大手石炭火力発電事業者が保有するSC（超臨界圧）以下の発電電力量**は、フェードアウト計画作成初年度である**2019年度から2022年度にかけての3年間で、130億kWh以上減少**している。
- 各社から提出のあった計画を集計すると、**2030年度に向けては、更に600億kWh以上減少する見通し**となっている。

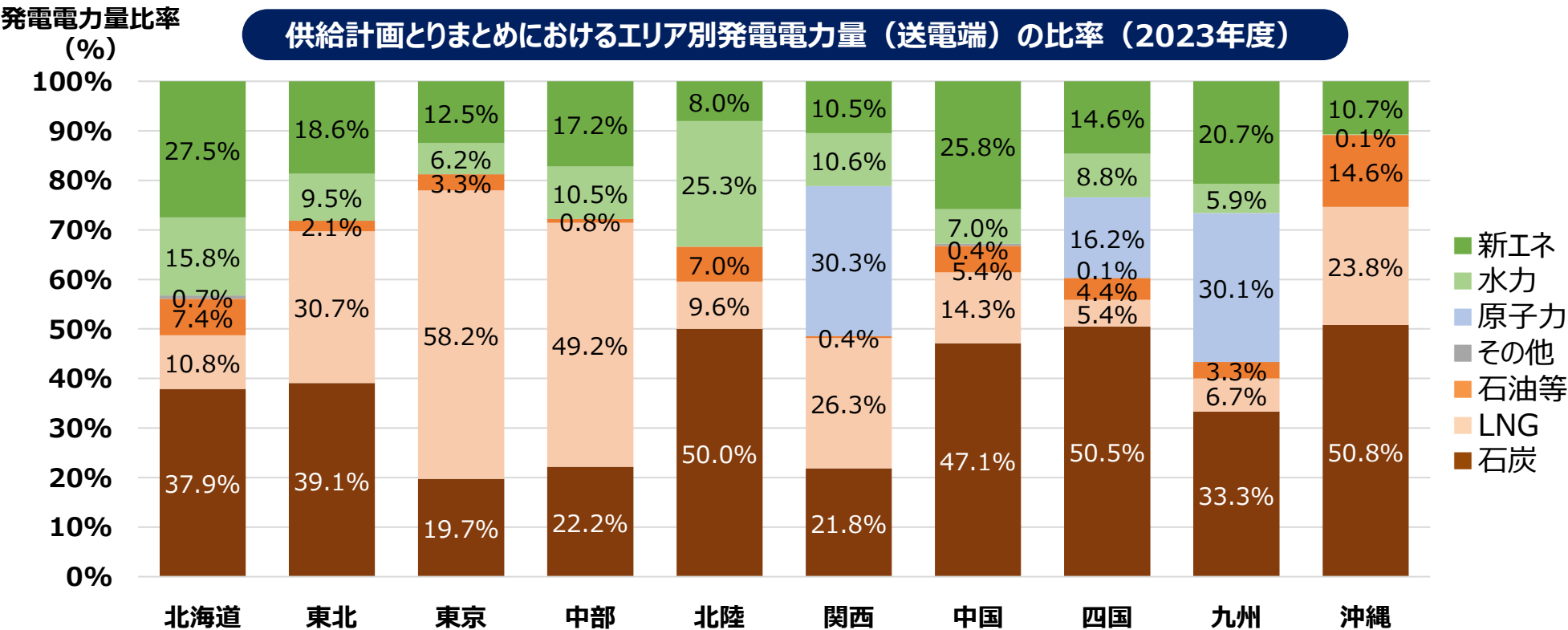


(出典) 火力脱炭素化計画（旧・フェードアウト計画）から資源エネルギー庁作成

(注) 火力脱炭素化計画の作成対象である大手発電事業者（旧一般電気事業者、JERA、電源開発、日本製鉄、神戸製鋼）のみの発電電力量を積み上げたもの。
集計対象はSC・Sub-C・PFBC。

エリア別の電源構成

- 電力広域的運営推進機関が試算した各エリアの電源構成によると、再エネ（水力含む）の割合が高いのは、北海道・北陸・中国エリア。関西・九州エリアは原子力の割合が高く、火力の割合が小さい。
- また、北陸・中国・四国・沖縄エリアは石炭火力の比率が高く、約50%が石炭。

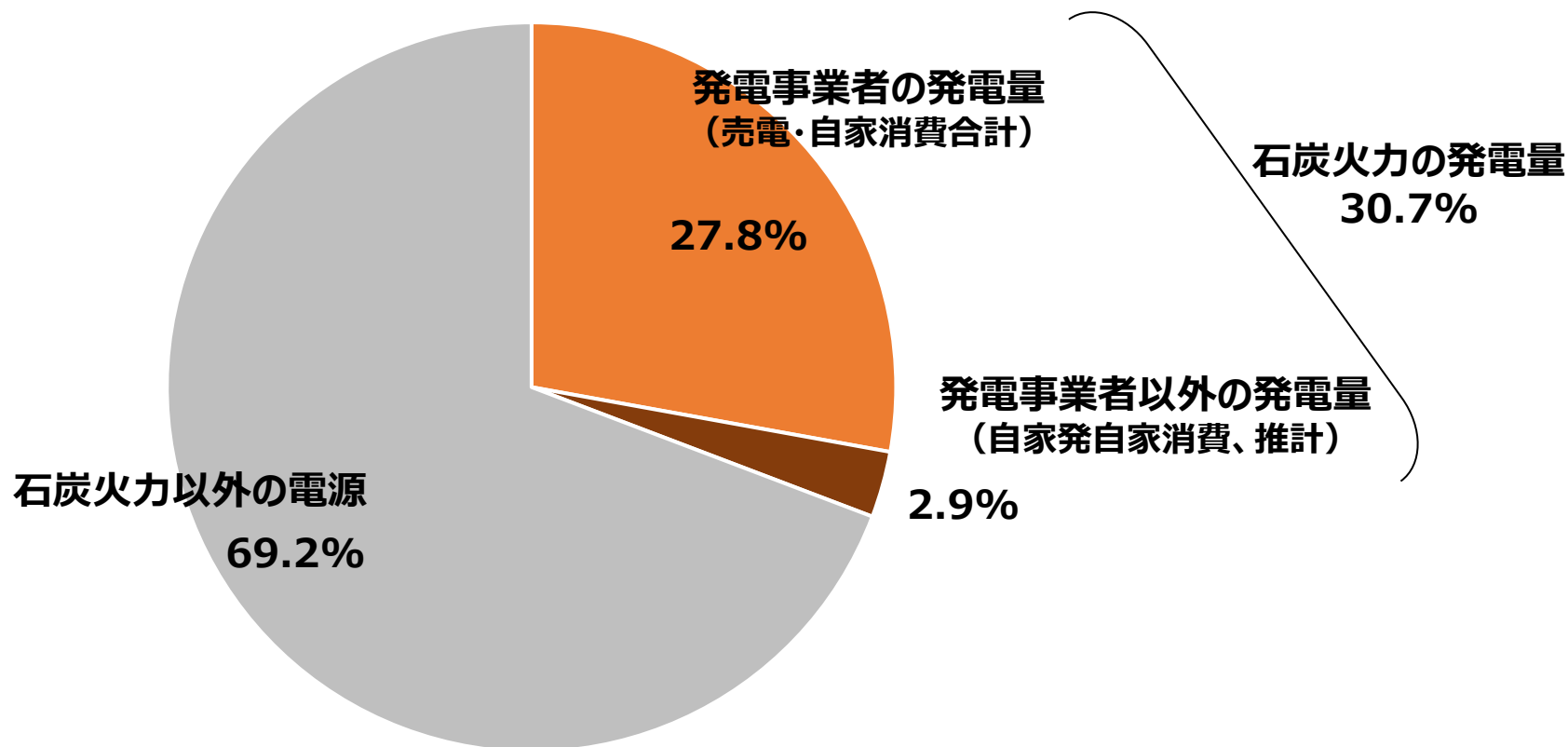


（出典）2024年度供給計画の取りまとめから資源エネルギー庁作成
（注）「新エネ」は、風力・太陽光・その他新エネの合計。その他新エネは、地熱・バイオマス・蓄電池・廃棄物の合計。
水力は揚水を含む。なお、揚水については、汲み上げの動力の一部は火力で発電された電力を使用している点に留意。
一定の仮定の下で計算した値であり、実際の発電電力量とは異なる点に留意。また、四捨五入の関係で、個別電源の比率を足し上げた値と差異が生じている点に留意。

自家発電としての石炭火力の現状

- 足下の石炭火力比率は30.7%であり、このうち発電事業者による発電量（売電用・自家消費用の合計）は27.8%程度。よって、残りの2.9%程度が、発電事業者以外が保有する自家発電・自家消費用の石炭火力の発電電力量であると考えられ、自家発電設備による発電量も一定程度のボリュームを占めることが分かる。

電源構成における石炭火力の割合とその内訳（2022年度）



（出典）総合エネルギー統計及び電力調査統計から資源エネルギー庁作成。

（注）総合エネルギー統計における2022年度の石炭火力の発電電力量から、電力調査統計における2022年度の石炭火力の発電電力量を引き、発電事業を営んでいない自家発自家消費石炭火力の発電電力量を推計。

今後の方向性（石炭火力）

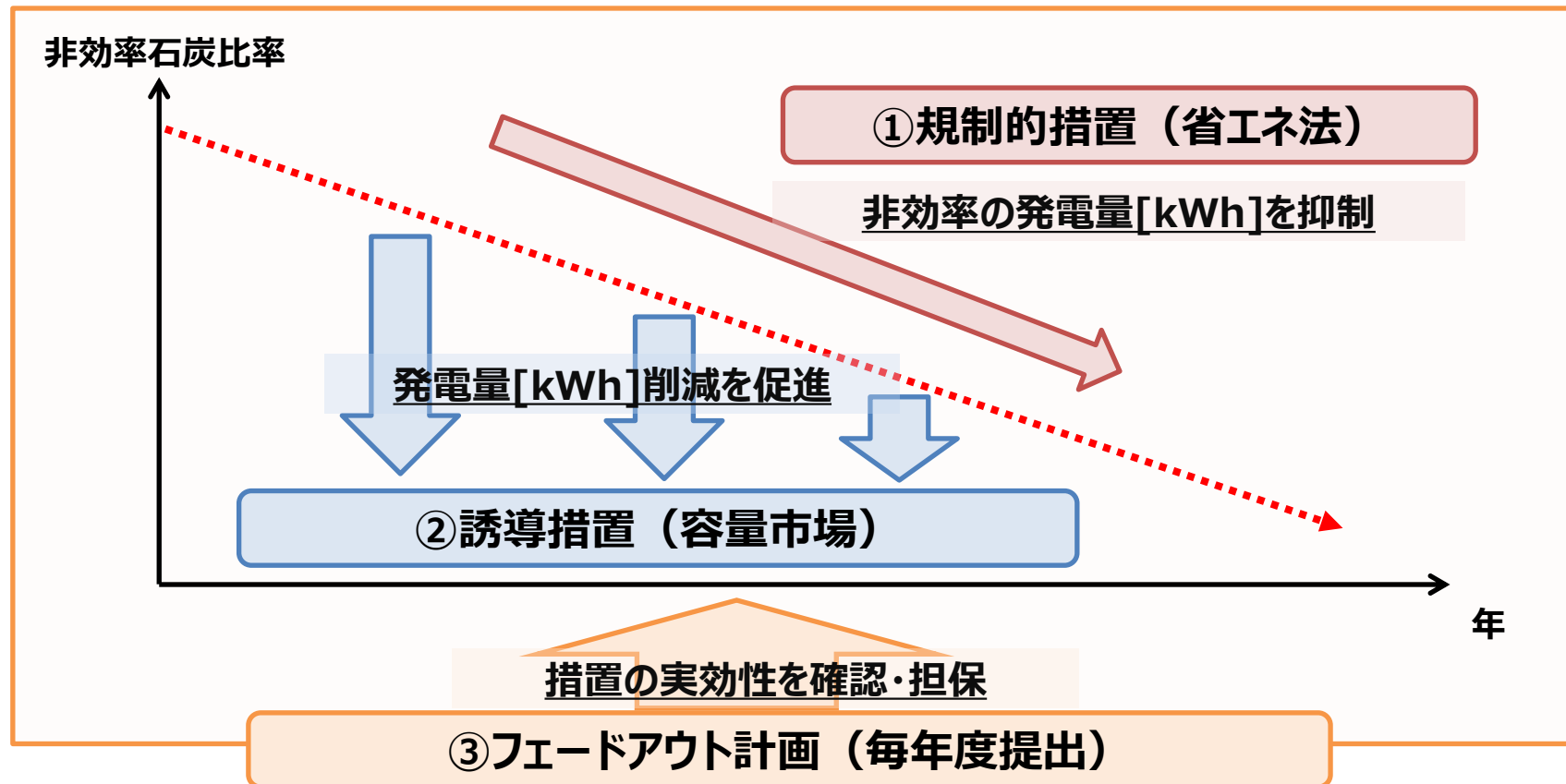
- 石炭火力に対しては、休廃止に向けた国際的要請が高まっている。
- これまで、非効率な石炭火力に対し、省エネ法における規制的措置のほか、来年度から容量市場において、稼働率が50%を超える非効率石炭火力への減額措置を開始し、高需要期のみの稼働へ誘導している。
- 他方、2030年に向け、非効率石炭火力のフェードアウトをより一層促進するため、GX-ETSや化石燃料賦課金等の他制度の影響も考慮しながら、更なる制度措置の強化が必要ではないか。
- 2030年以降、フェードアウトされていく電源についても、今後の需要の高まりの可能性、自然災害リスクへの備え、系統安定性の確保等の観点から、kWhを低減していく一方で、当面の間のkW維持の必要性についても見極めていく必要があるのではないか。
- 2030年以降は、非効率でない石炭火力のうち、排出削減対策が講じられていない電源については、安定供給確保の観点から必要なkWを維持しつつ稼働率を低下させていく必要があるのではないか。その際、低稼働電源のkWの維持のために必要な制度的措置についても検討する必要があるのではないか。
- また、自家発電用の石炭火力についても、引き続き活用される設備については、脱炭素化に向けた取組を進めていく必要があるのではないか。

【参考】非効率石炭火力フェードアウトに向けた対応の方向性

石炭火力検討WG 中間取りまとめ概要
(2021年4月23日)

- 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

石炭火力検討WG 中間取りまとめ概要
(2021年4月23日)

- 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さずとも、発電効率の
高いLNG火力を増やすことで達成可能

現
行

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）

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

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

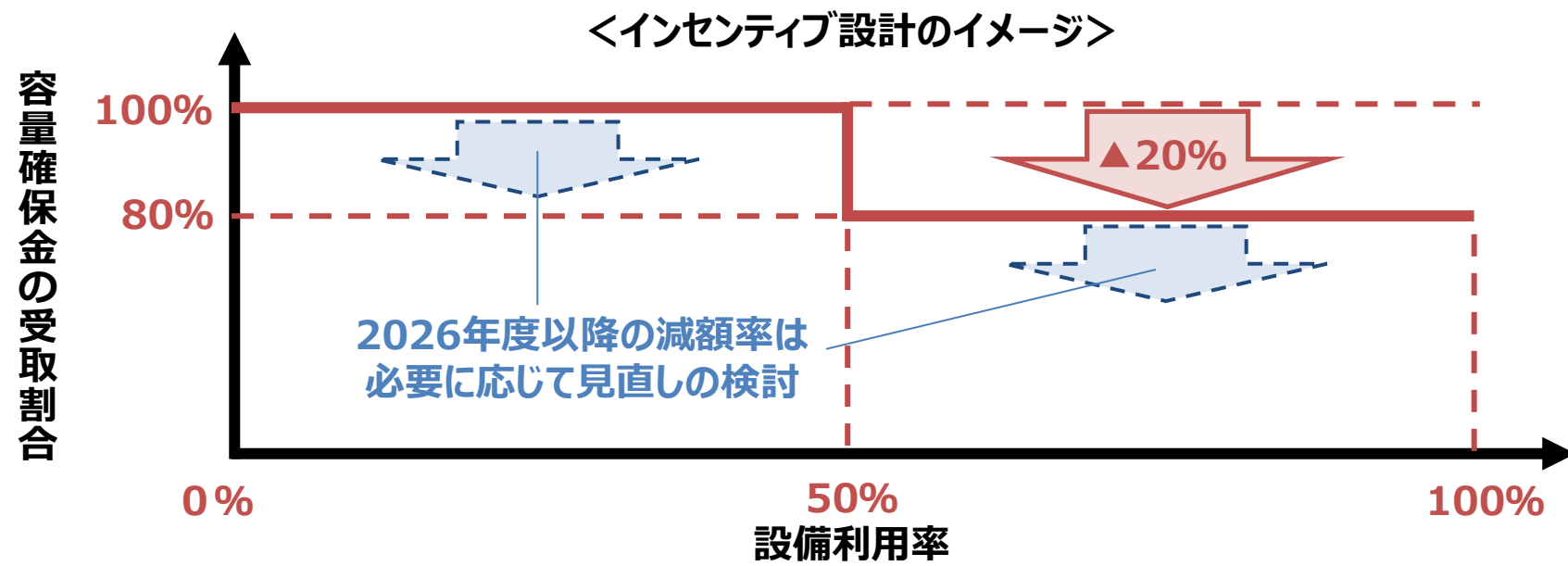
※バイオマス等混焼と同様の算出方法を使用
⇒脱炭素化に向けた技術導入の加
速化を後押し

※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。

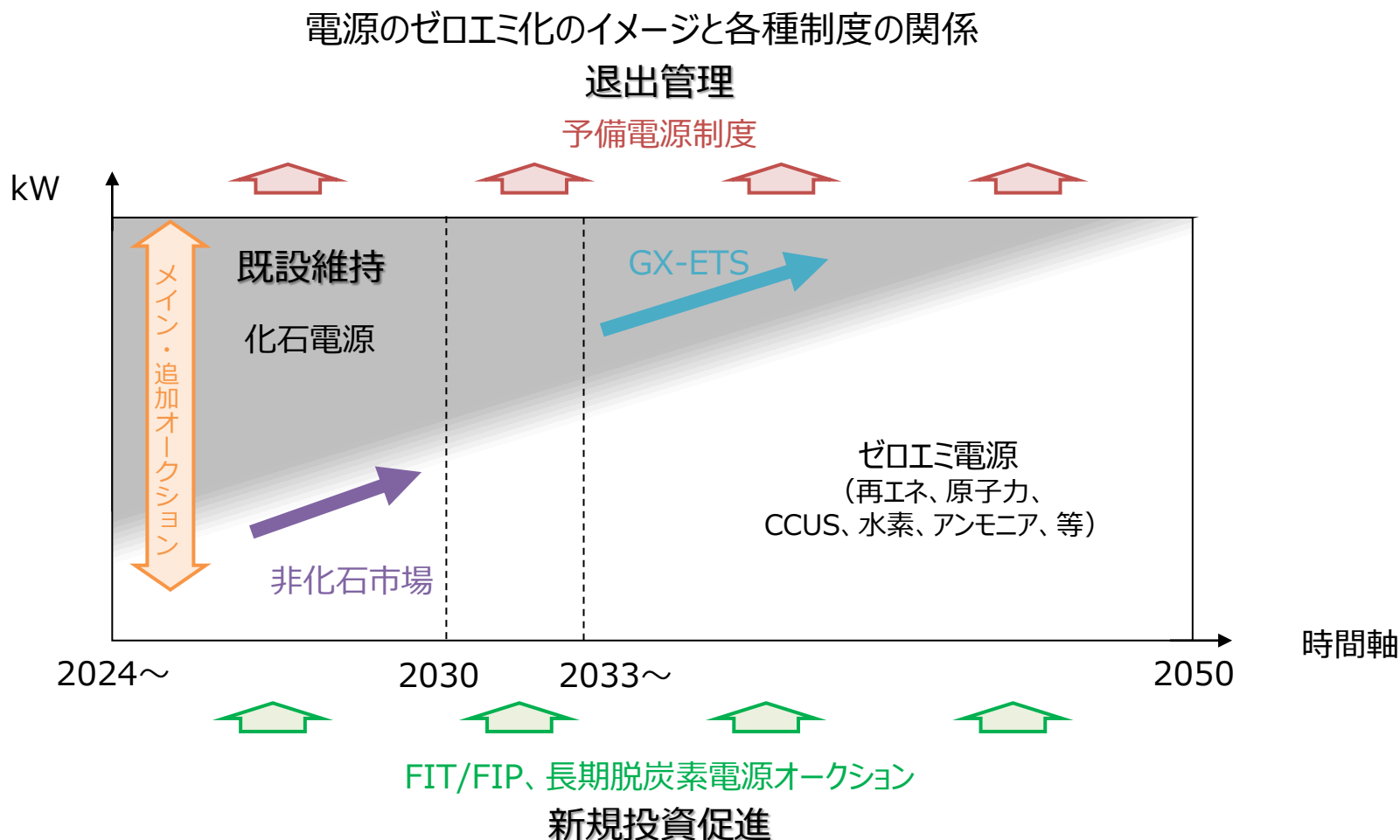
【参考】誘導措置におけるインセンティブ設計について（減額率）

第49回 制度検討作業部会
(2021年4月15日) 資料3

- 前回の作業部会で、非効率石炭火力の具体的な容量確保金の減額幅については、
①脱炭素化を進める観点からは強い稼働抑制を求められる一方、足許の供給力が必ずしも十分でないことを踏まえると、非効率石炭火力の過度な退出を招かないよう留意する必要があること
②インセンティブ強化により退出した非効率石炭火力の再稼働は極めて困難であるが、非効率石炭火力の退出を促すため、インセンティブを段階的に強化すること
という考えの下で定めていくこととした。
- このとき、足下の平均設備利用率67%から減額の閾値50%まで稼働抑制する場合、約20%分の稼働抑制（収入減少）が発生。その中でも、稼働抑制のインセンティブを付与する観点から、誘導措置においては、50%まで稼働抑制できない場合、20%分の容量確保金の減額措置を講じることが一案。
- 係る観点から、2025年度オークションにおいては、急激な減額による事業者の予見性喪失の緩和の観点も含めて、まずは設備利用率50%超の電源の減額率を20%として、2026年度以降の減額率については、石炭火力の稼働状況等も踏まえつつ、必要に応じて見直しを検討することとしてはどうか。



- 電源のゼロエミ化の促進を進めるにあたっては、ゼロエミ電源の新規導入促進等のため、電源の性質等を踏まえながら、**必要な施策ツールについて整備**してきたところ。
- 既存の施策ツールを最大限活用しつつ、電源のゼロエミ化を更に誘導していくためには、**今後の制度的措置の在り方に関して、どのように考えていくべきか。**



【参考】火力発電所のトランジション事例

- 火力発電所の道行きは、各発電所の個別の事情等に応じて様々な事例が存在する。

地点を廃止し、跡地を有効活用するケース

資源循環・再エネ拠点化

- 九州電力 川内火力発電所
(鹿児島県薩摩川内市、重油・原油、2022年廃止)
⇒ **資源循環拠点「サーキュラーパーク九州」構想を発表、企業・地域の廃棄物の再資源化等の取組を開始**
- 九州電力 大村発電所
(長崎県大村市、石炭、2004年廃止)
⇒ **跡地に大村メガソーラー発電所を建設**

産業利用

- 関西電力 海南発電所
(和歌山県海南市、重油・原油、2019年廃止)
- 関西電力 多奈川発電所、多奈川第二発電所
(大阪府泉南郡岬町、重油・原油、多奈川発電所：2001年廃止、多奈川第二発電所：2020年廃止)
⇒ **製造業など産業拠点を誘致**
- 九州電力 唐津発電所
(佐賀県唐津市、重油・原油、2015年廃止)
- 中国電力 岩国発電所
(山口県岩国市、重油・原油、2020年廃止)
⇒ **電力会社の研修所等の施設を開設**

引き続き地点・発電設備を活かすケース

低炭素化・脱炭素化

- JERA 碧南火力発電所4号機 (愛知県碧南市、石炭)
⇒ **20%アンモニア転換実証試験を実施**
- 電源開発 松島火力発電所2号機 (長崎県西海市、石炭)
⇒ **石炭ガス化設備やCO2分離回収設備の導入を進めるなど、将来的なCO2フリー水素発電を目指した設備改修を計画**
- 中国電力 水島発電所1号機 (岡山県倉敷市、石炭)
- 東北電力 新仙台火力発電所1号機
(宮城県仙台市、重油)
⇒ **設備更新・リプレイスによって、燃料を石炭・石油からLNGへ転換**

計画停止後、一時的に再稼働

- 関西電力 海南発電所2号機
(和歌山県海南市、重油・原油、2019年廃止)
- 九州電力 苅田発電所新2号機
(福岡県苅田町、重油・原油、2017年廃止)
⇒ **長期計画停止中だったが、東日本大震災による需給ひっ迫を受け、供給力確保の一環として一時的に運転を再開**

火力のトランジションに向けた方向性の提示

- 火力電源の長期脱炭素電源オークション応募時に作成・遵守を求めている「脱炭素化ロードマップ」は、約定結果公表から3か月後を目途に広域機関HPで公表することとされており、7月22日に、第1回オークションで落札した火力電源16件のロードマップが公表された。
- また、発電事業者が独自に発電設備ごとのトランジションの方向性を提示するケースも存在。
- このように、個別の発電設備の道行きが公表されつつある。

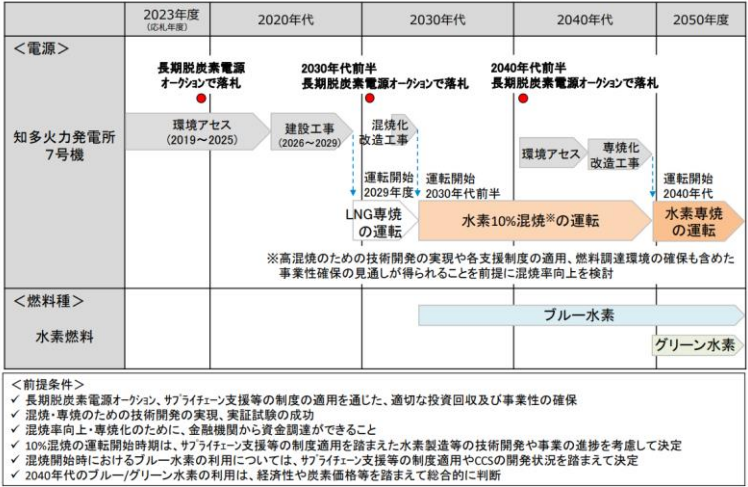
長期脱炭素電源オークションにおける 脱炭素化ロードマップ

7月22日に、第1回オークションで落札した火力電源16件の脱炭素化ロードマップが公表された。

様式3

知多火力発電所7号機の脱炭素化ロードマップ

2023年 10月
(株式会社JERA)



※上記の他にも、15件の脱炭素化ロードマップが公表されている。
(出典) 広域機関HP、J-POWERグループ中期経営計画 2024-2026から資源エネルギー庁作成

発電事業者による 火力トランジションの方向性の提示

電源開発株式会社は、24年5月に公表した中期経営計画において、カーボンニュートラルに向けた国内火力発電所の発電設備ごとのトランジションの方向性を提示。

国内火力トランジションの方向性

本計画は、政府のGX政策(エネルギー基本計画・地球温暖化対策・NDC等)、電力需給状況、電力制度設計、産業発展の進捗等の前提条件に応じて随時更新・見直し・詳細化する

BLUE MISSION 2050 ロードマップに従い、非効率石炭火力をフェードアウトするとともに、高効率石炭火力も地点の特性を踏まえて最適な技術を選択し、電力安定供給に貢献しながら低炭素化・脱炭素化を図っていく



今後の方向性（火力のゼロエミ化）

- 安定供給に必要な火力のkWを維持すると同時に、それらについて2050年カーボンニュートラルと整合的な形でゼロエミ化を進めていく必要。
- 火力のゼロエミ化に不可欠な技術の中には開発途上のものもあり不確実性も高いところ、技術開発や実証を進めるとともに、長期脱炭素電源オークションを通じ、投資回収の予見性を高めることで、事業者の脱炭素投資を促してきたところ。更にゼロエミ化を進めていくため、引き続き、脱炭素電源投資の予見性を高めるための方策が必要ではないか。
- なお、ゼロエミ化を進めるにあたっては、火力の建設・運転・維持等に必要なサプライチェーン等の維持や、ゼロエミ化や休廃止等に伴って生じる影響にも留意が必要であるところ、長期脱炭素電源オークションにおける脱炭素化ロードマップのような形で、発電事業者から関係者に対し、ゼロエミ化等に向けた火力のトランジションの方向性が広く提示されることも重要ではないか。

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

- (1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備
- (2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進
- (3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）**
- (4) その他

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

- (1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方
- (2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

世界のエネルギー価格の変動

- 日本のLNGのCIF価格は、石油価格に連動して価格が決まるオイルリンクの長期契約が多いため、欧州の天然ガスやアジアのLNGほどの急騰は避けられたと考えられる。

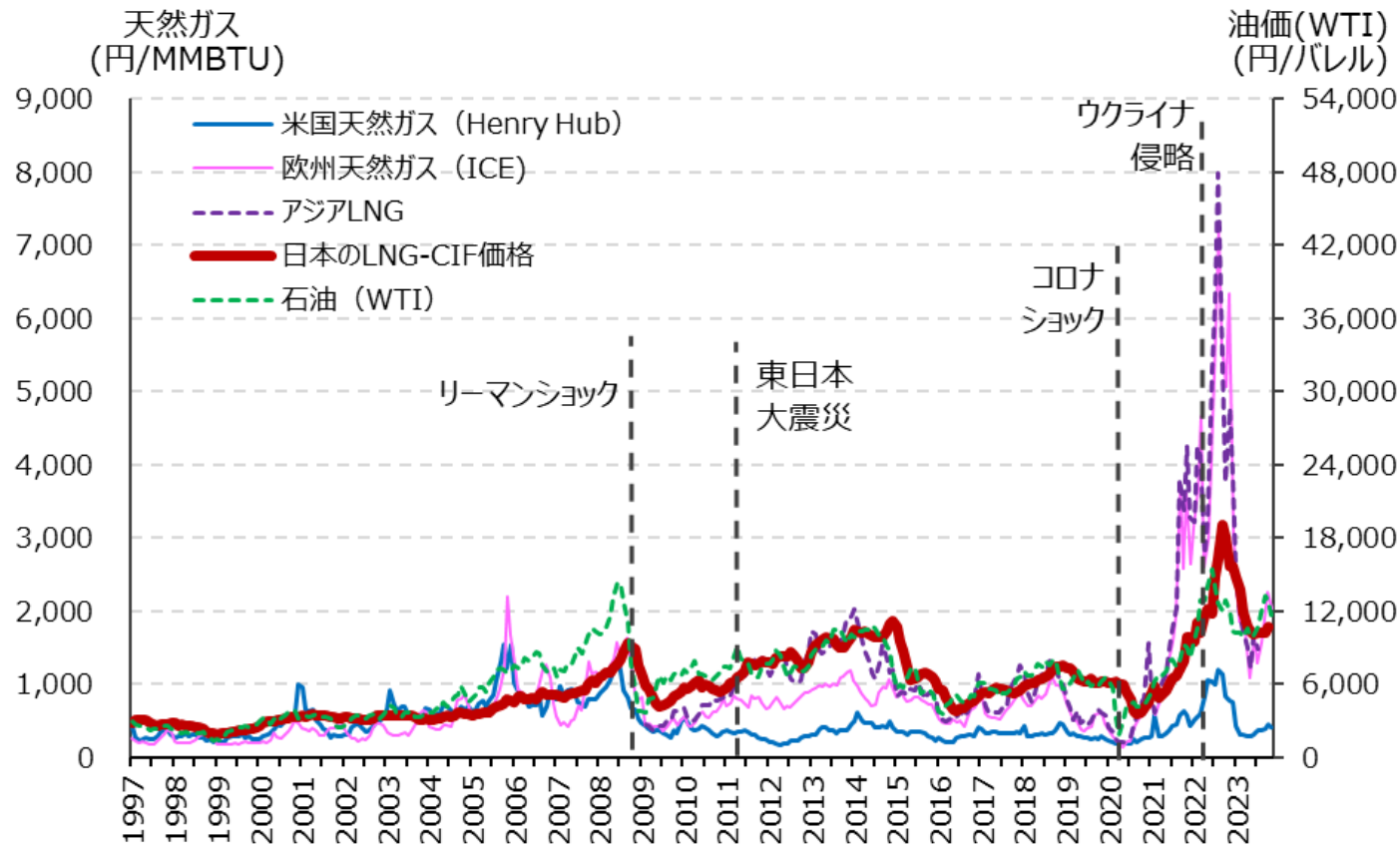
2022年のピーク月の価格と、2020年の平均値との比較（括弧内は2022年のピーク月）

欧州天然ガス（8月）
1 5 倍（米ドルベース）

アジアLNG（8月）
1 2.4 倍（米ドルベース）

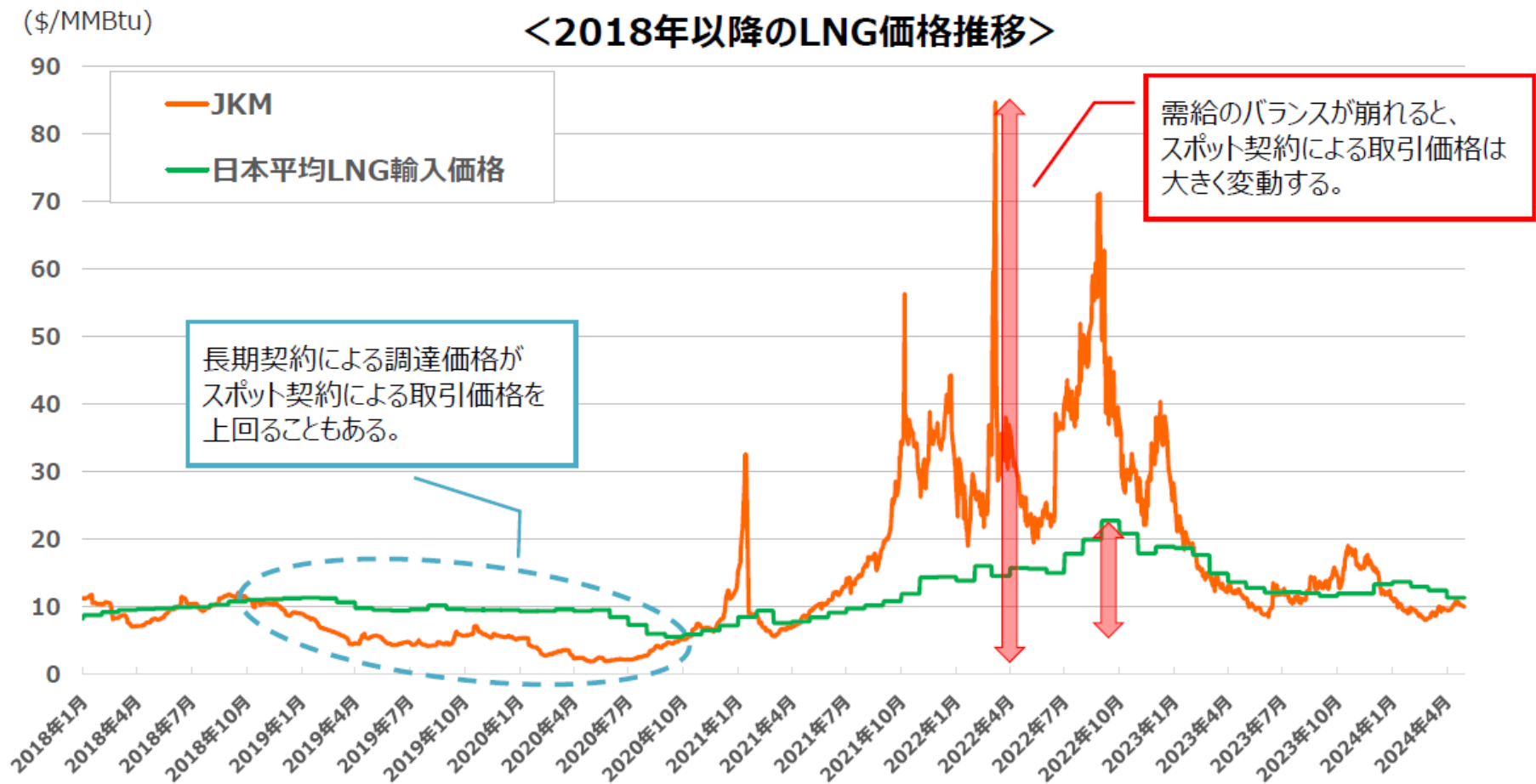
石油（6月）
2.9 倍（米ドルベース）

日本のLNG-CIF（9月）
3.8 倍（円ベース）



LNGの長期契約の意義

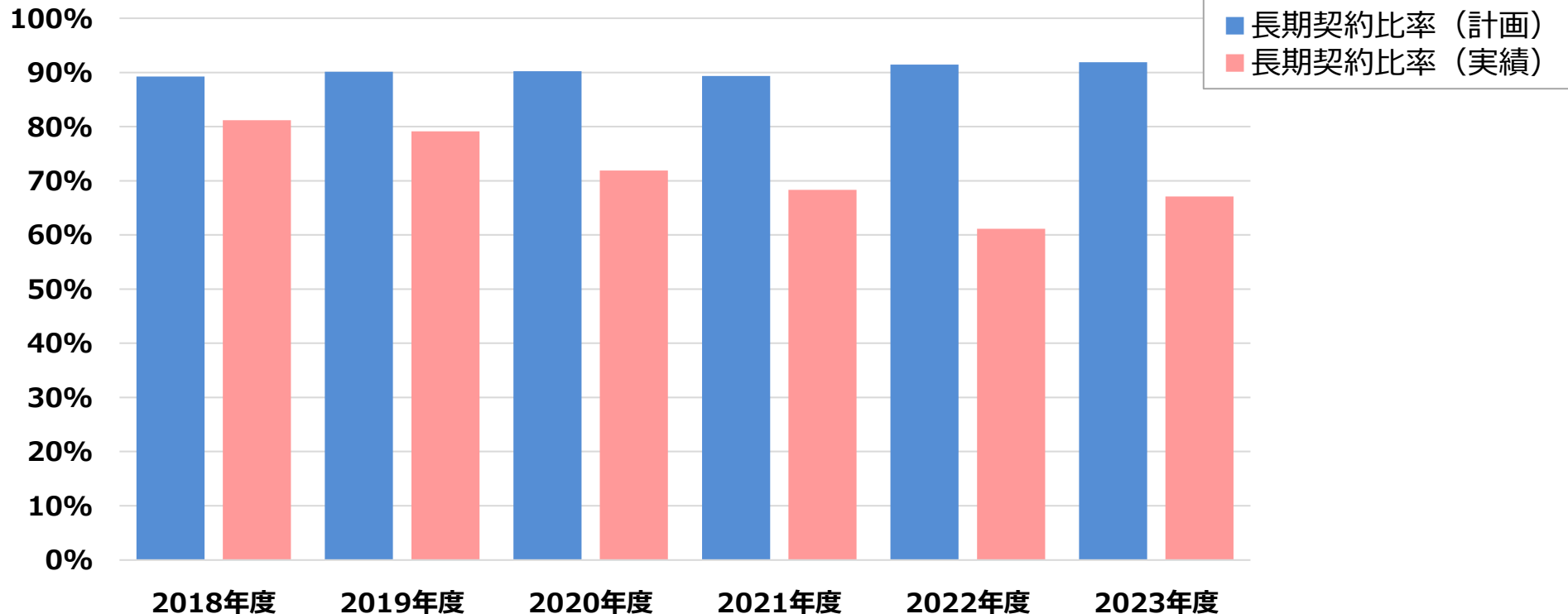
- 我が国においては、国内に輸入されるLNGの8割程度が長期契約によって購入されていることから、スポット契約による調達と比較して、安定した価格で決められた量を購入することが可能。
- 常に長期契約による調達が安価な訳ではなく、市況によっては価格が逆転することもあることに留意しつつ、中長期間に亘って調達価格を安定させる最適なバランスの追求が必要。



LNGの長期契約比率（計画・実績）の推移

- 大手電力会社への調査によると、年度当初の計画では、各社が受け入れるLNGのうち9割程度を長期契約によって調達する計画としているが、年度中に追加のスポット調達や長期契約の転売等を行うことにより、実績の受入量に占める長期契約の比率が計画時を下回る傾向。また、実績の長期契約比率についても、相対的に低い状況が継続している。

LNG
長期契約比率



（出典）資源エネルギー庁が大手電力会社（旧一般電気事業者＋JERA（2018年度は東京電力フュエル＆パワー・中部電力））に対して行った調査を基に作成
（注）各年度における長期契約比率（計画・実績）は、各社が受け入れたLNGのうちターム・ポートフォリオによる調達量を、各社が受け入れたLNGの総量で除して算出。
いずれも長期契約の契約数量から算出したものではない。

発電用燃料に関するリスク

- 発電用燃料（特にLNG）を巡っては、以下のようなリスクが存在すると考えられる。こうしたリスクに対して、官民が連携しながら対応していく必要がある。

	全国で必要な燃料を確保できないリスク	有事の際に必要な燃料が確保できないリスク	長期契約の減少による価格変動リスク
リスクの概要	<u>電力需要の上振れや燃料産出国でのトラブル</u> などによって、全国で燃料が不足して燃料制約に陥る	<u>燃料産出国や日本近海における有事</u> などによって、全国で燃料が不足して燃料制約に陥る	<u>長期契約比率が中長期的に減少</u> することで、 <u>燃料のスポット価格が高騰した際、電気料金の高騰を招く可能性</u> が高くなる
数量面での影響評価	<u>一時的に燃料が不足する可能性</u> ※ 影響度合いは状況・規模次第で様々。 ※ スポット市場に十分な燃料が流通していれば追加調達は可能 ※ 他方、LNGは調達から受入まで2か月程度かかるため、 <u>有事発生～受入までの間に燃料が不足する可能性</u> もある		※ スポット市場に十分な燃料が流通していれば、必要量の調達は可能
価格面での影響評価	<u>燃料調達費用が高騰する可能性</u> ※ <u>高騰するスポット市場から燃料を追加調達</u> した場合、発電原価・電気料金に影響を及ぼす可能性 ※ 調達した燃料が結果的に余剰となって転売する場合、 <u>転売損や、逆に転売益が生じる可能性</u>		<u>スポット市場の価格変動影響を受けやすくなる可能性</u> ※ スポット市場高騰時に発電原価・電気料金が受ける影響が相対的に大きくなる

今後の方向性（安定供給に必要な燃料の確保）

- 発電用燃料（特にLNG）の安定供給に向け、2021年のLNG需給ひっ迫以降、燃料ガイドラインの策定や、燃料在庫の定期的なモニタリング、全国・地域での連携スキームの構築や、戦略的余剰LNG（SBL）の導入等を進めてきた。その結果、事業者の自主的な取組により、必要な燃料を確保する仕組みが構築されつつある。
- しかしながら、自由化の進展による小売事業者の売電量の予見性低下及び、これに伴う長期PPAの減少等によって、燃料の調達量を予見することが難しくなりつつある。
- 加えて、再エネ導入拡大に伴う、低需要期における燃料消費量の低下や、季節間の燃料消費量の振れ幅拡大等によって、長期契約を通じて安定的に確保される燃料量が低下しつつあり、発電事業者、ひいては需要家が燃料スポット価格の変動リスクにさらされる懸念が高まっている。
- 今後、石炭火力の稼働率がLNG火力の稼働率、燃料確保の予見性に与える影響を見極めつつ、緊急時/平時それぞれの燃料確保の対応について、国、関係する事業者等に期待される役割と責任をどのように考えるべきか。必要な範囲で制度的な対応を行うことも含め、検討を進めるべきではないか。
- また、石炭火力の稼働率が低下すると、石炭火力の燃料確保の在り方、サプライチェーン維持の在り方が変化することが想定される。経年化が進む石油火力についても同様のことが言える。今後の石炭・石油のサプライチェーンにも配慮した制度等の在り方についても検討が必要ではないか。

【参考】燃料ガイドラインの策定

- 電力の安定供給や電力市場の安定化のため、発電事業者（自家発電事業者を含む）が取る燃料調達行動の目安と、国・広域機関の取り得る対応や役割を示す、「燃料ガイドライン」（案）を策定し、第38回の本小委員会に提示。
- 9月3日～10月1日の間パブリックコメントを実施し、5件の御意見があり、HP上に回答を公表済。内容に関わる修文なく、ガイドラインを10月25日に策定。

＜寄せられたご意見の例＞

- 「各社における運用下限の考え方については、対外的に公表されることが望ましい」とあるが、対外的な公表の方法や手続きについては、発電事業者の需給運用等への影響を踏まえたものとしていただきたい。
- これまで、LNGの余剰・不足を補ってきたのは、主に石油火力である。（中略）今回の異常高騰は、十分な運用ノウハウが無い中で石油を停止していることも一つの大きな要因と考えられるため、石炭・石油ともにガイドラインの対象にすべき。
- 広域機関におけるkWhモニタリングにおいてひっ迫が予測された場合に、需要（kWh）見通しに対する各事業者（BG・TSO）の費用負担を含めた対応責任範囲・分担についても速やかに整理し、制度設計頂きたい。

＜燃料ガイドラインの位置づけと目次＞

燃料ガイドラインは、電力の安定供給や電力市場の安定化のため、**発電事業者が取る燃料調達行動の目安**や、**国・広域機関の取り得る対応や役割**を示すもの。

1. ガイドライン策定の背景
2. ガイドラインの必要性
3. ガイドラインの位置づけ・対象
4. 燃料確保にあたって望ましい行動
 - （１）燃料調達の実態
 - （２）燃料確保にあたって発電事業者に望まれる行動
5. 燃料ひっ迫を予防するための仕組みとひっ迫時の行動
 - （１）燃料ひっ迫を予防するための仕組み
 - ①発電情報公開システム（HJKS）による燃料制約情報の公開
 - ②燃料在庫のモニタリング
 - （２）燃料ひっ迫が生じた際の対応
6. ガイドラインの見直しについて

【参考】業界を超えた原燃料融通の枠組みのイメージ

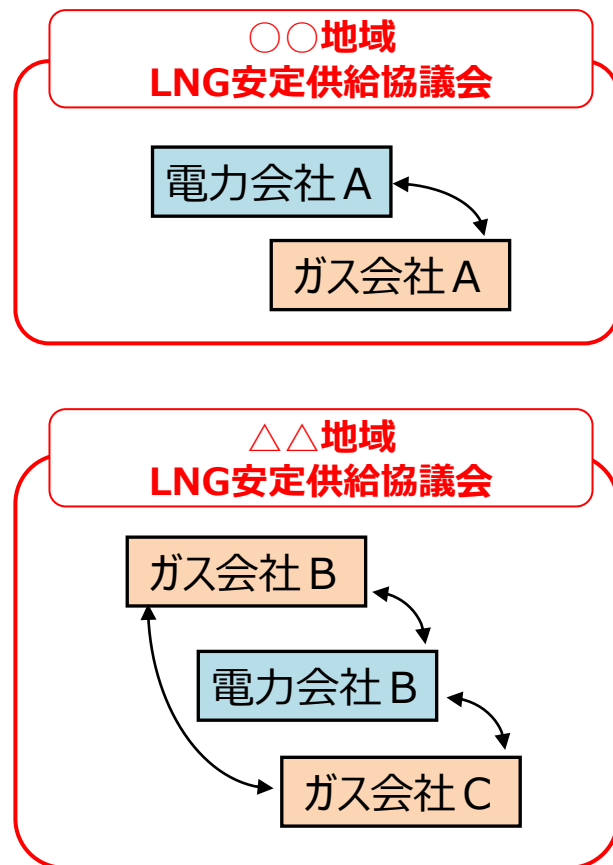
第54回 電力・ガス基本政策小委員会
(2022年10月17日) 資料3 一部修正

低

原燃料途絶等の深刻度

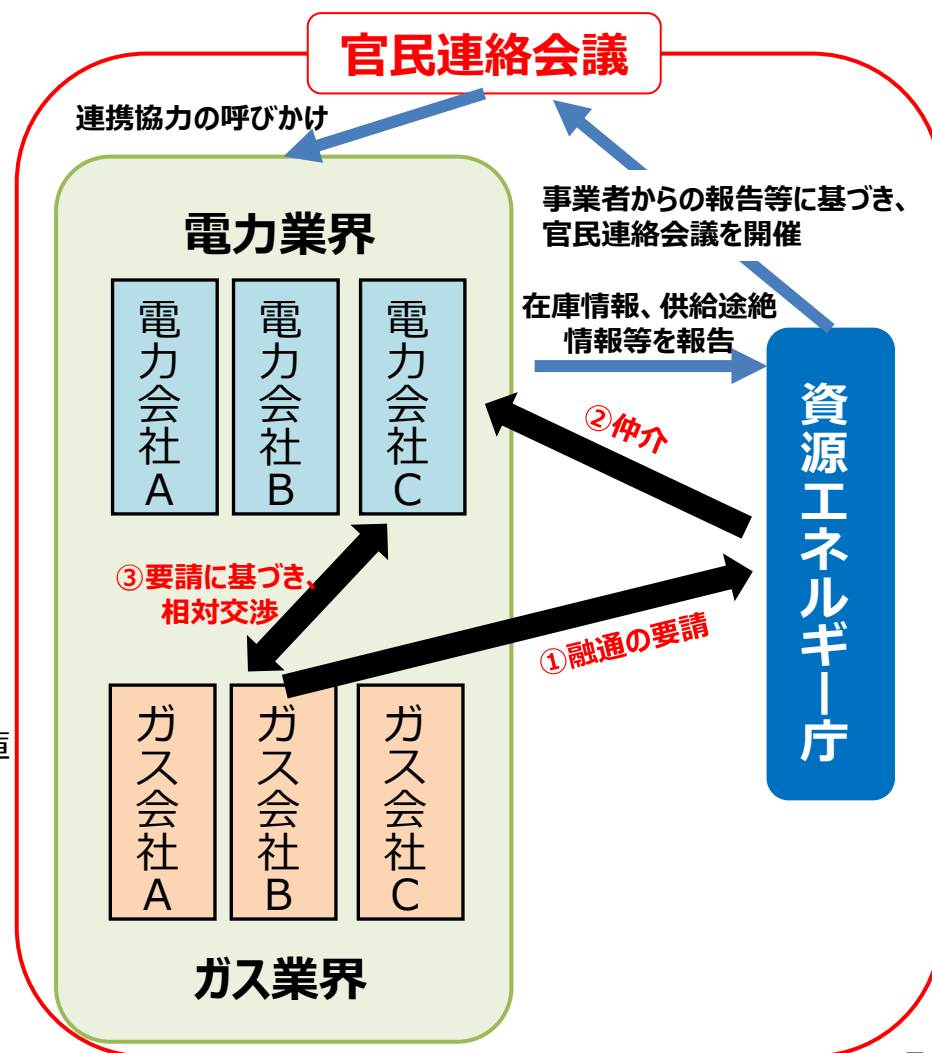
高

<地域連携スキーム>



- ① 紛争・事故等による大規模供給途絶
- ② 全国的な在庫の減少
- ③ その他これらに準ずる場合

<全国連携スキーム>



※地域ごとの連携体制は、共同基地を有している、基地間の距離が近い、導管によりガスを送ることができる電力・ガス会社間の連携を想定。

連携体制は平時から構築しておく。

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

- (1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備
- (2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進
- (3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）
- (4) その他**

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

- (1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方
- (2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

今後の方向性（一般水力）

- 水力発電は、安定した出力を長期的に維持することが可能な脱炭素電源として重要。
- 水力発電による発電電力量は、近年、年間700～800億kWh付近を推移しているところ（電源構成における比率は7～8%程度）、第6次エネルギー基本計画では、新規開発による容量増加（2019年度比70万kW増※）、既存発電の有効活用（2019年度比80億kWh程度増（野心的水準では130億kWh程度増））により、2030年度に年間発電電力量980億kWh（電源構成における比率は11%程度）が目標として掲げられている。
- 新規開発に関しては、これまで、新規地点の開発、発電未利用ダムへの発電機の設置等の取組が進められているところ（2024年3月末時点での追加導入量は約20万kW※、FIT/FIP認定済みの未稼働量は約30万kW※）。※設備容量3万kW未満の中小規模に限る。
- 既存発電の有効活用に関しては、ハイブリッドダム等における水位運用の高度化、上流・下流の連携運用による水位の最適化、長時間流入量予測等のデジタル技術の活用等による効率的な貯水運用等の取組が関係省庁とも連携しながら進められているところ（2020～2023年度で約4.0億kWh導入）。
- 他方で、新規開発リスクの高さ（開発地点が限定的、開発期間の長期化、投資回収期間が長いことによる投資予見性の低さ等）、河川環境に関連する地域の合意や系統制約、ダム貯水池等への堆砂進行による発電機能への影響等が課題となっている。
- 今後も関係省庁と連携し、発電電力量増加に向けた取組を積極的に進めつつ、課題に対する対応を検討していくことが重要ではないか。

(参考) 高山ダムにおける水位運用高度化

- 関西電力と水資源機構は、高山ダムにおいて、令和5年台風第7号に伴う出水において、令和5年8月17日から9月7日にかけて、洪水調節容量に流水を一時的に貯留することで水位運用高度化操作を実施。
- 通常の操作と比較して約1,064千 m^3 の水を発電に有効利用し、発電電力量が約13.7万kWh増加（当該設備の2022年度年間発電電力量（約1920万kWh）の1%程度に相当）。



(参考) デジタル技術を用いた既存発電ダムの運用改善

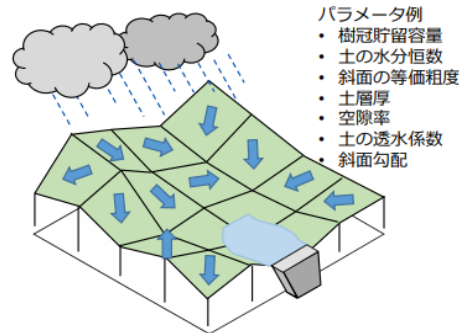
- 長時間流入量予測などのデジタル技術の活用等により、効率的に貯水運用を行うことで、水力エネルギーの有効活用を進めている事例もある。

流入予測へのAI技術の活用事例

- 北陸電力では、過去のダム流入量や降雨実績をAIエンジンに学習させるとともに、自社の予測ノウハウと融合させることで、予測精度が大幅に向上することを確認。また、予測結果を活用してダム運用を最適化することで、発電電力量を増加できることも確認。

- 従来は、物理式で出水予測システムを構築し、流域の地層や勾配などのパラメータを調整することで精度を担保。
- この流入量予測にAI技術を活用し、高精度な流入量予測式を構築。
【必要なもの】 数年分のダム流入量のみ（全国の降雨実績は保有済み）

従来のシステム概念（イメージ）



降水がダムに集まる区域をメッシュ状に分割。各メッシュについて、多数のパラメータを設定し、落水方向を設定。（複雑なシステム構造）

今回構築したシステム概念（イメージ）



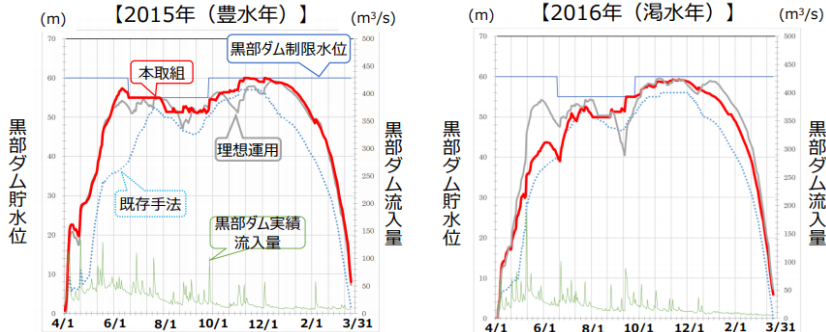
降雨と流入量の関係を数式化し、学習させる。従来発生していたパラメータ調整が不要になり、運用が容易でシンプルなシステムに。

出典：北陸電力

予測流入量に基づく発電計画の高度化事例

- 関西電力では、気象予測データの選定や流出解析モデルを改良し流入量予測を行い、それに基づいた発電計画の高度化をシミュレーション。年間計画時点では1～2%の発生電力量を増加させることを確認。

シミュレーション結果 ①30年平均ベース（既存手法） ②予測流入量ベース（本取組） ③正解値ベース（理想運用）



【発生電力量比較】

	黒部川水系全体の年間発生電力量（GWh）			増電効果 （②-①）
	①既存手法	②本取組	③理想運用	
2015年（豊水年）	3,728	3,802	3,838	74
2016年（渇水年）	3,209	3,250	3,275	41

30年平均流入量による運用カーブより本取組の予測流入量を用いた運用カーブに従った方が、年間計画時点では1～2%、発生電力量で40～70（GWh）の年間発生電力量を増加させることを確認した。

出典：関西電力

(参考) 第7回水循環政策本部会合の開催

- 2024年8月30日に第7回水循環政策本部会合を開催。
- 令和6年能登半島地震の発生、水道行政の移管、気候変動の影響の顕在化等、近年の水循環を巡る情勢の変化等を踏まえ、水循環基本計画※¹を変更。
- 併せて、関連する施策の工程表を策定。岸田総理からは以下の発言があった。

※1：平成26年に成立した水循環基本法に基づき、水循環に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために定められる、我が国の水循環に関する基本的な計画



第7回水循環政策本部会合における岸田総理発言 (中略)

第3に、流域総合水管理の推進です。これまで進めてきた流域治水に加えて、流域単位での水力発電の増強によるカーボンニュートラルの視点も含めた流域総合水管理を推進し、長期脱炭素電源オークション制度も活用して、水力エネルギーを最大化してください。そして、こうした水力エネルギー増強の取組を、今年度末を目途とするエネルギー基本計画の見直しに反映してください。

これら3点を含め、効果的で、持続可能な水循環政策を、政府一丸となって推進していただきますよう、お願いいたします。

(参考) 新たな水循環基本計画の概要

新たな水循環基本計画の概要について

水循環基本計画の変更について

- 水循環基本計画は、水循環基本法(以下「法」)に基づき、水循環施策の総合的・計画的な推進を図るため策定。情勢の変化を勘案等し、おおむね5年ごとに見直し(水循環政策本部で案文を作成し、閣議決定)
 - 近年の水循環に係る情勢の変化
 - 令和6年能登半島地震では上下水道等のインフラが被災し、生活用水の確保が課題。これにより、水循環を構成する水インフラの耐震化や地下水の活用等による代替性・多重性の確保など、平常時からの備えの重要性が顕在化
 - 最適で持続可能な上下水道への再構築が求められている中、令和6年度から水道行政が国土交通省及び環境省に移管。上下水道一体での施設等再編や官民連携による事業の効率化・高度化を図ることで基盤強化の一層の推進が必要
- これら水循環をめぐる情勢の変化等を踏まえ、令和6年8月30日に計画変更(あわせて、水循環政策本部で主要施策の工程表を策定)

新たな水循環基本計画において「重点的に取り組む主な内容」

今後おおむね5年間は、主に以下の取組に重点を置いて取組を推進

1. 代替性・多重性等による安定した水供給の確保

- ・水インフラの耐震化、早期復旧を実現する災害復旧手法の構築
- ・非常時における地下水等の代替水源としての有効活用
- ・災害対応上有効と認められる新技術の活用推進

2. 施設等再編や官民連携による上下水道一体での最適で持続可能な上下水道への再構築

- ・地域の実情を踏まえた広域化や分散型システムの検討
- ・上下水道一体のウォーターPPPを始めとした官民連携やDX導入等による事業の効率化・高度化を図ることで基盤強化を推進

3. 2050年カーボンニュートラル等に向けた地球温暖化対策の推進

- ・流域一体でのカーボンニュートラルに向けた取組の推進
- ・官民連携による水力発電の最大化、上下水道施設等施設配置の最適化による省エネルギー化
- ・渇水対策や治水対策などの適応策の推進

4. 健全な水循環に向けた流域総合水管理の展開

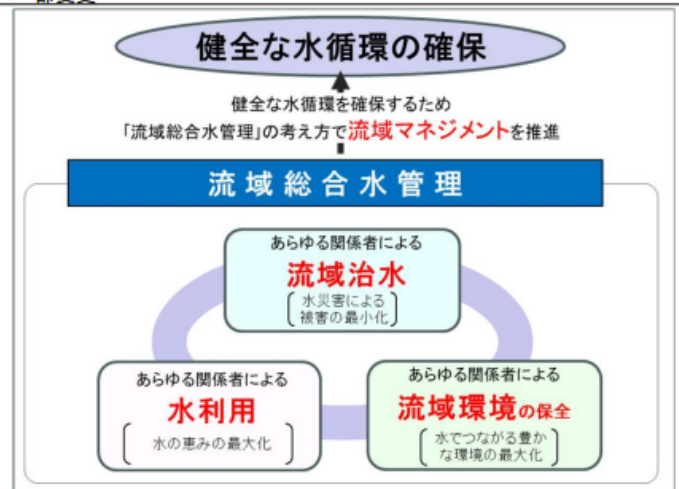
- ・あらゆる関係者による、AIやデジタル技術などを活用した流域総合水管理を、各流域の特性を踏まえつつ、全国へ展開
- ・地方公共団体等における流域総合水管理を踏まえた流域水循環計画策定の推進

このほか、教育・人材育成、普及啓発、技術開発、国際連携・協力などにも注力

計画変更の実績等

- 平成27年7月10日(策定)
- 令和2年6月16日(変更)
- 令和4年6月21日(一部変更※)
- **令和6年8月30日(変更)**

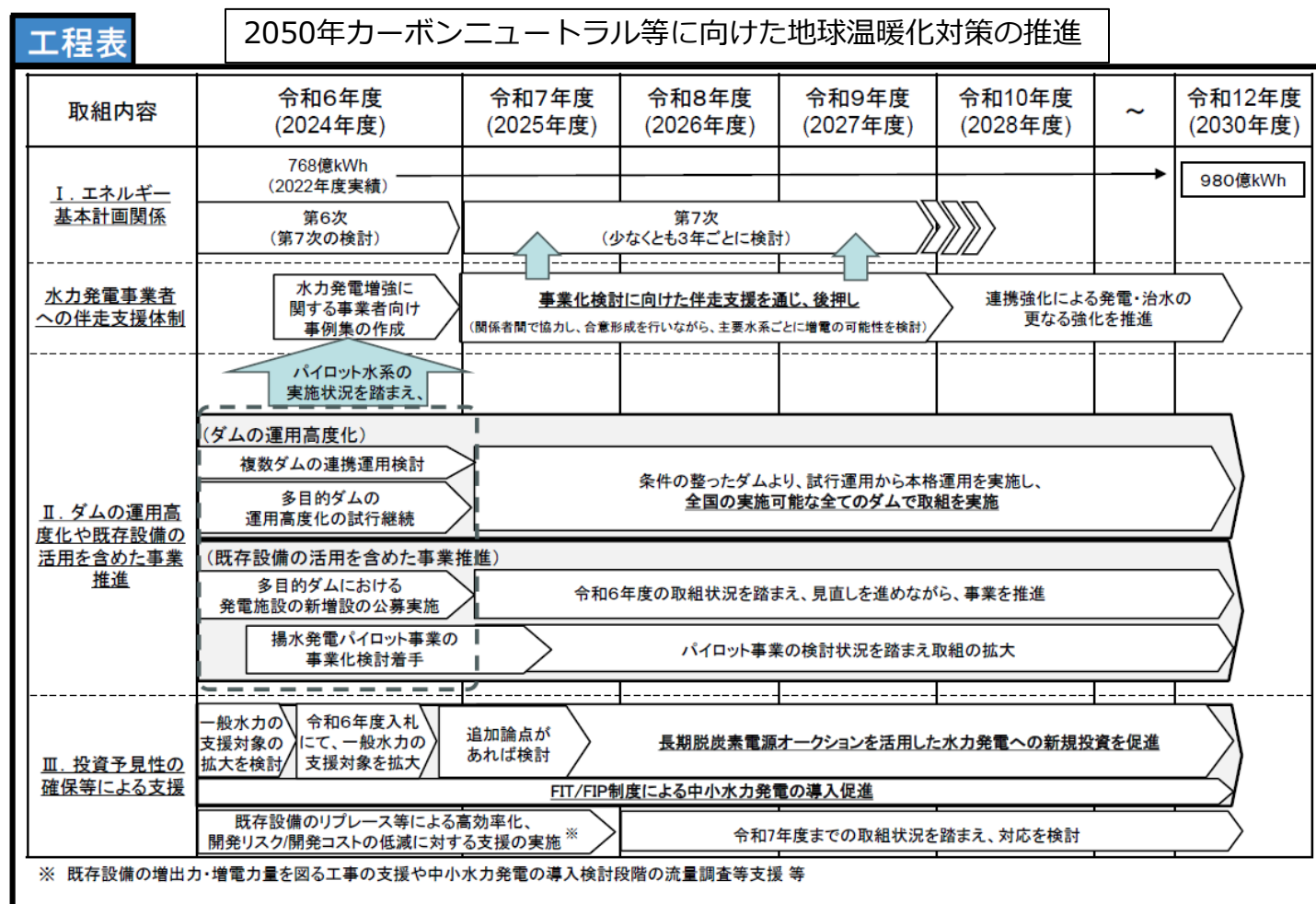
※ 令和3年の法改正(「地下水の適正な保全及び利用」を追加)を踏まえた一部変更



「流域総合水管理」の考え方(イメージ)

(参考) 新たな水循環基本計画における主要施策の工程表について

- 代替性・多重性等による安定した水供給の確保、最適で持続可能な上下水道への再構築、**2050年カーボンニュートラル等に向けた地球温暖化対策の推進**、健全な水循環に向けた流域総合水管理の展開の4つの分野について工程表を策定。



(参考) 治水機能の強化と水力発電を両立するハイブリッドダムへの推進

- 気候変動への適応・カーボンニュートラルへの対応のため、治水機能の強化と水力発電の促進を両立させる「ハイブリッドダム」の取組を推進。

ハイブリッドダムとは

治水機能の強化、水力発電の増強のため、気象予測も活用し、ダムの容量等の共用化など※ダムをさらに活用する取組のこと。

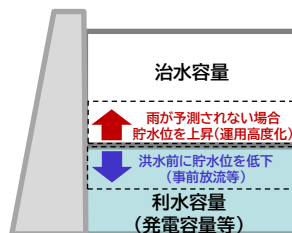
※「ダムの容量等の共用化」としては、例えば、利水容量の治水活用（事前放流等）、治水容量の利水活用（運用高度化）など。単体のダムにとどまらず、上下流や流域の複数ダムの連携した取組も含む。ダムの施設の活用や、ダムの放流水の活用（無効放流の発電へのさらなる活用など）の取組を含む。

取組内容

(1) ダムの運用の高度化

気象予測も活用し、治水容量の水力発電への活用を図る運用を実施。

〔・洪水後期放流の工夫
・非洪水期の弾力的運用〕 など



(2) 既設ダムの発電施設の新増設

既設ダムにおいて、発電設備を新設・増設し、水力発電を実施。



発電設備のイメージ

(3) ダム改造・多目的ダムの建設

堤体のかさ上げ等を行うダム改造や多目的ダムの建設により、治水機能の強化に加え、発電容量の設定などにより水力発電を実施。



ダムのかさ上げによる
治水機能の強化と水力発電の増強

令和6年度までの取組

国土交通省、水資源機構管理の76ダムで試行。
運用高度化に伴うルール化の検討。

※運用の高度化の試行による増電量

○令和4年度実績

6ダムで試行し、215万kWh(一般家庭約500世帯の年間消費電力に相当)を増電

○令和5年度実績

73ダムで試行し、1,162万kWh(同約2,800世帯同)を増電

○令和6年度試行

76ダムで試行中。

令和7年度以降

国土交通省、水資源機構管理の全ての可能なダムで試行を継続し、運用の高度化の本格実施を目指す。
単体のダムにとどまらず、複数ダムの連携運用を検討・実施。

発電

国土交通省管理の3ダム(湯西川ダム、尾原ダム、野村ダム)で、ケーススタディを実施し、事業スキーム等を検討。「事業者公募の手引き及び公募要領」をR6.6にとりまとめ。

モデルダムにおいて、民間事業者等からの意見聴取や公募手続きを実施。

発電施設の新設・増設を行う事業の事業化(新たに参画する民間事業者等の公募)を目指す。併せて、地域振興への支援にも取り組む。

発電

治水と発電、地域振興を両立させる事業内容を検討。

ダム改造、多目的ダム建設と合わせて増電を検討。

治水

発電

◎上記について官民連携で地域振興への支援にも取り組む

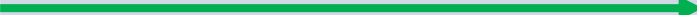
治水 ダム改造、多目的ダム建設の推進により、治水機能を強化するとともに水力発電の促進を目指す

発電 ダム運用高度化等の水力発電増強に関する事例集を作成・周知し増電を促進するとともに、条件の整ったダムより試行運用から本格運用を実施し、全国の実施可能なすべてのダムで取組を実施

(参考) 長期脱炭素電源オークションにおける水力の支援対象

- 現在、一般水力（自流式・貯水式）は、FIT/FIP制度において3万kW未満の新設・リプレイス案件を対象としている。
- 長期脱炭素電源オークションの初回入札では10万kW以上の一般水力の新設・リプレイス案件を対象としていたが、3万kW以上の一般水力の新設・リプレイス案件に対象を拡大し、今年度実施する第2回入札より適用。
- 2024年1月に行った初回オークションでは、揚水発電で3件（計57.7万kW）が落札。

※ 関西電力奥多々良木発電所3号機・4号機、中部電力高根第一水力発電所

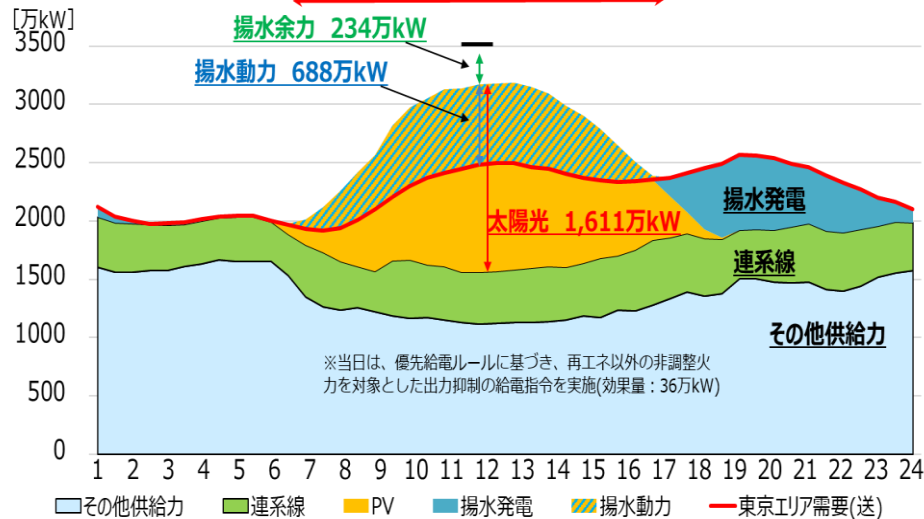
	中小水力（3万kW未満） ※新規開発できる余地あり	大規模水力（3万kW以上） ※新たなダムは限定的。既設の維持が重要
一般水力 （自流式・貯水式）	 FIT/FIP	対象追加 10万kW以上 長期脱炭素電源オークション
揚水		 長期脱炭素電源オークション

今後の方向性（揚水発電）

- **揚水発電**は、再エネの導入が拡大する中において、再エネが発電した電力を一旦蓄電し、夕方の需要ピーク時に電力を供給する**調整電源としての重要性が増加**している。例えば、本年のGWに供給力が需要を大きく上回った際には、揚水を実施することにより、需給バランスを維持。
- 一方で、揚水発電は、約 3 割の電力損失が発生する上に、設備投資やメンテナンスのコストも高く、採算性の確保が課題となっている。
- このため、**既存設備の採算性向上に向けた設備投資や、新規開発に向けた導入可能性調査の支援**を実施しているが、**今後より一層新規投資を促す仕組みを検討していくことが重要ではないか。**

【本年5月3日の揚水の稼働状況】

【昼間は余剰】
(最大700万kW規模の揚水動力を稼働)

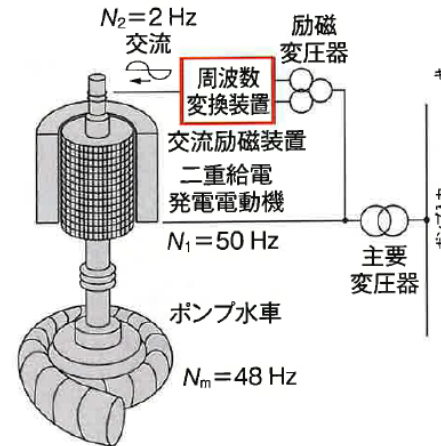


出典：東京電力パワーグリッドより提供

【支援措置の事例】

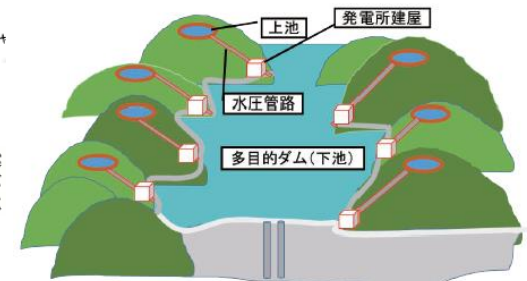
○運用高度化支援

- ・低効率の周波数変換装置を入れ替え、高効率化し、ロスを低減



○開発可能性調査支援

- ・既存発電所の高台に中小規模の揚水を多数整備し、容量と調整力を拡大



※JST(科学技術振興機構)のレポートでは岐阜県、山形県等に開発ポテンシャルが存在

(参考) 揚水の新規開発について (九州エリア)

- 九州電力と九州地方整備局は、松原ダム・下釜ダムを活用した揚水発電の導入可能性について、今後、検討を開始する旨を公表。

再生可能エネルギーの更なる活用に寄与する揚水発電について



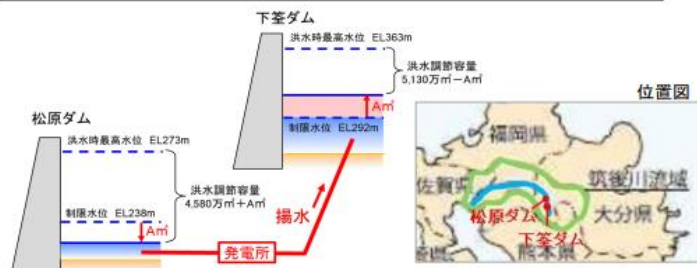
- 揚水発電は蓄電機能を有し、調整電源の役割を担っている。このため、エネルギー政策の観点からは、再生可能エネルギーの出力制御の低減や電力需給逼迫時の電源等の意義があり、カーボンニュートラルの実現に寄与するものである。
- 再生可能エネルギーの出力制御量については、全国で約18.9億kWh/年(令和5年度実績)発生している。今後再生可能エネルギーの導入量増加に伴い、この傾向は全国的な課題になっていくと考えられる。
- このため、2つの既設ダムが上下流方向に隣接し、各々にほぼ同量の発電容量を有している筑後川水系の松原ダム・下釜ダムにおいて、パイロット事業として、治水面での効果を加味しつつ、揚水発電の実現可能性について検討していく。

九州本土(離島除く)の太陽光の接続量の推移 (万kW)



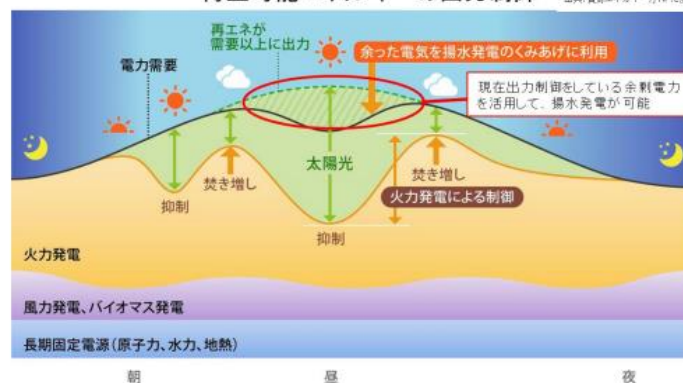
揚水発電の仕組み

【揚水時】
電力需要が少ない時に、上池(下釜ダム)に水をくみ上げる。【蓄電池の役割】
【発電時】
電力需要が高い時に、下池(松原ダム)へ落水させて発電する。



再生可能エネルギーの出力制御

出典: 資源エネルギー庁HPに加盟



①GXへの貢献

- 再生可能エネルギーの出力制御の低減や火力発電の発電抑制に貢献することが可能。

②治水面の効果

- 揚水発電の放流管を活用することで、事前放流に要する時間が短縮可能。
- 揚水発電のための空虚容量が生じることから、非洪水期においても実質的に洪水調節が可能となる。

1. 安定供給確保を大前提とした電源の脱炭素化の推進

- (1) 大規模な電源の脱炭素化に向けた事業環境整備**
- (2) 安定供給を大前提とした非効率石炭火力のフェードアウトや
火力ゼロエミ化の推進**
- (3) 安定供給に必要なとなる燃料の確保（LNGの長期契約の確保等）**
- (4) その他**

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導

- (1) 再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方**
- (2) GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進**

電力システムが直面する課題と論点②

2. 電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導と柔軟な需給運用の仕組構築

- 電源の脱炭素化を進め、再エネや原子力が増えることにより、これまで**変動を支える供給力や調整力を提供してきた火力発電の量が低下していく**。こうした中で、**脱炭素電源のポテンシャルを最大限に活かし、出力制御をできる限り抑えつつ、効率的・安定的な需給・系統運用を行う**ためには、地域を越えた**広域的な再エネ等の融通と発電・需要の近接による効率的な電力利用**の両面をバランスよく推し進めていくことが必要。
- 電力のレジリエンス強化と再エネ最大導入に向け、現行の電力広域機関と送配電体制を検証した上で、地域間連系線等に加え、**再エネ導入等の観点で全国に便益が裨益する地内基幹系統等の整備を進める**ことに関する議論も踏まえつつ、このために**必要な検討・整備等の主体や費用負担の在り方を整理**することが必要ではないか。
- 再エネ資源を有効的に活用していくためには、大口需要家のGX投資等を後押しするため、**大規模需要立地を見据えた系統整備と立地インセンティブの両面を推進することが必要**ではないかといった指摘があった。
- また、再エネ大量導入を進め、化石燃料への依存を下げている中で、**再エネの変動に対する供給力・調整力の確保・運用が課題**となることが指摘されている。需給調整市場の運用改善に取り組むとともに、中期的には限られた電源を有効活用するため、短期（1週間前～実需給直前）の需給運用については、**卸取引（スポット）市場、時間前市場、需給調整市場の機能について、互いが競合することなく、全体として最適な形が実現する**ようにすべきと考えられる。そのための方策として、広域需給運用の強化に向けて、次期中央給電指令所システムの整備が進められている中で、**同時市場の検討が進められているところであり、導入に向け、さらに検討を進めていく必要がある**のではないかと。

【今後、議論を深めていく主な論点のイメージ】

- ①再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備の在り方
- ②GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進
- ③再エネが大量導入される中でも短期の需給運用を効率的に行う枠組みの在り方と今後の方向性（卸取引市場と需給調整市場を統合する市場（同時市場）の在り方）
- ④送配電部門の中立性・透明性向上

今後の方向性（電源の効率的な活用に向けた系統整備・立地誘導）

- 電源の効率的な活用に向けては、送配電分野において、現在計画策定プロセス中のものを含む地域間連系線等の整備を着実に進めるとともに、既設連系線の状況や地内系統の増強、再エネ電源の更なる導入見通し、大規模需要の立地状況等を踏まえた対応が必要。
- 特に、以下の政策課題への対応を進めることが重要。

（今後検討を進める課題）

（１）再エネの効率的な活用を行うための広域及び地内系統整備

- 北海道～本州間海底直流送電や関門連系線等の大規模地域間連系線の整備を加速させるための資金調達環境の整備（事業報酬率の在り方や資金の量的な確保への対応）や、地内基幹系統整備の仕組みの検討

（２）GX産業立地政策と連動した、大規模需要の立地誘導、送配電網整備の推進

- ウェルカムゾーンマップの全国展開とともに、大規模需要の局地的な発生を見据えた、効率的な系統整備等の観点での適地への集約的な誘導と、当該適地における先行的・計画的な系統整備の仕組みの検討
- 特定の需要家に系統整備の費用負担が偏らない仕組みの検討

- 東日本大震災後の需給ひっ迫時において、供給予備力の地域的偏在や、周波数変換設備（FC）、地域間連系線などの送電制約により、需給がひっ迫した緊急時のバックアップ体制が不十分であることが露呈した。
- こうした課題を踏まえ、電力システム改革において、電力広域的運営推進機関（以下、「電力広域機関」）を創設（2015年）し、需給ひっ迫時の地域間の需給調整や、地域間連系線等の増強の推進を行う体制を構築した。この成果として、需給ひっ迫時の地域間融通や、地域間連系線や周波数変換設備の増強などの取組が進展。
- 引き続き、電力の安定供給確保は大前提であり、周波数を維持し安定供給を実現するため、一般送配電事業者は、需要と供給を最終的に一致させる調整力を確保するという、極めて重要な役割を担っている。そのため、これまでに、調整力公募の実施や、需給調整市場の開設による調整力の確保などを進めてきた。加えて、需給ひっ迫に対する暫定的な措置としてkW公募、予防的措置としてkWh公募の実施などを進めてきた。
- また、既存の送配電網をより最大限活用するための「日本版コネクト&マネージ」を推進するとともに、再エネ大量導入とレジリエンス強化のため、電力広域機関において、広域連系系統のマスタープランを策定し、地域間連系線の整備に向けた検討を進めている。
- こうした取組の中で、エリアを超えた一般送配電事業者同士の横の連携も進み、平常時からエリアを越えた全国的な対応が進められている。

- 小売全面自由化以降、送配電事業は従来型の規制を存置し、許可制とするとともに、日本全国大での効率的な運用・設備形成を行うために、**電力広域機関の設立や、需給調整市場の導入**などの取組を進めてきた。
- カーボンニュートラルの実現に向けて再エネの導入を進めるに当たり、既存の電力系統では需要地への円滑な送電には制約がある。そのため、これまでに**日本版コネクト&マネージの取組**や、全国大での広域連系系統の形成を計画的に進めるための**広域連系系統のマスタープランの策定**などを行ってきた。
- また、出力が変動する再エネの導入に伴い、調整力や慣性力等の確保が課題となっており、電力ネットワークの整備等とあわせて、**費用回収を支える制度的な対応**を進めてきた。

既に講じた主な取組

- ・電力広域的運営推進機関の設立（2015）
- ・需給調整市場の導入
- ・日本版コネクト&マネージ（2018～）
- ・送配電部門の法的分離（2020）
- ・災害時連携計画の策定（2020）
- ・配電・アグリゲーターライセンスの創設（2022）
- ・レベニューキャップ制度の導入（2023）
- ・広域連系系統のマスタープランの策定（2023）

【参考】電力システム改革（第五次制度改革）の全体像

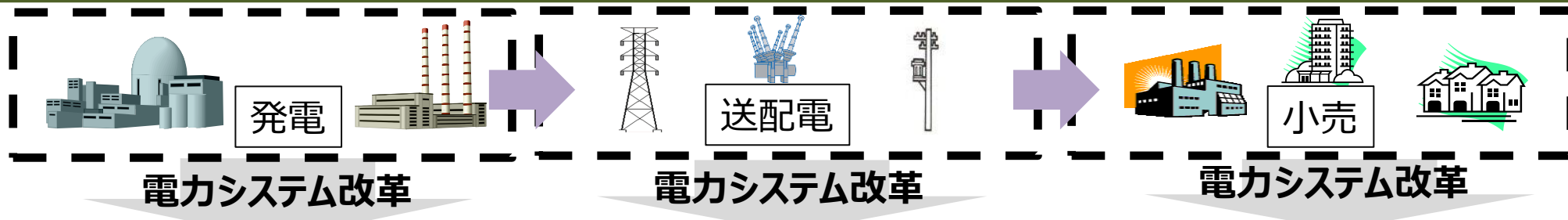
第74回 電力・ガス基本政策小委員会
(2024年5月8日) 資料3

①安定供給の確保②電気料金の最大限の抑制③需要家の選択肢や事業者の事業機会の拡大等を目的に、1995年以降、段階的に電力システム改革を実施。

- 送配電事業 → 従来型の規制存置（許可制、地域独占、総括原価、需給調整責任）
- 小売事業 → 自由化（登録制、供給力確保義務） + 電取委※を通じた適正な競争の確保
- 発電事業 → 自由化（届出制、経産大臣の供給命令に従う義務） + 供給計画を通じた供給力全体の管理

※電力・ガス取引
監視等委員会

地域独占電気事業者（戦後～10社）



自由化

発電事業者（届出制）

1995年 発電部門自由化

↓

様々な事業者が参入（1128者）

- ・自家発を有する製造業（鉄、製紙等）
- ・鉄道会社 ・商社
- ・石油元売り会社 ・ガス事業者 等

規制

送配電事業者（許可制）

2015年 電力広域的運営推進機関創設

2020年 発送電分離

↓

全国的な連携を強化
送配電部門の規制は存続

自由化

小売電気事業者（登録制）

2000～04年部分自由化・範囲拡大
※特別高压→高压

2016年 全面自由化（家庭など）

↓

様々な事業者が参入（729者）

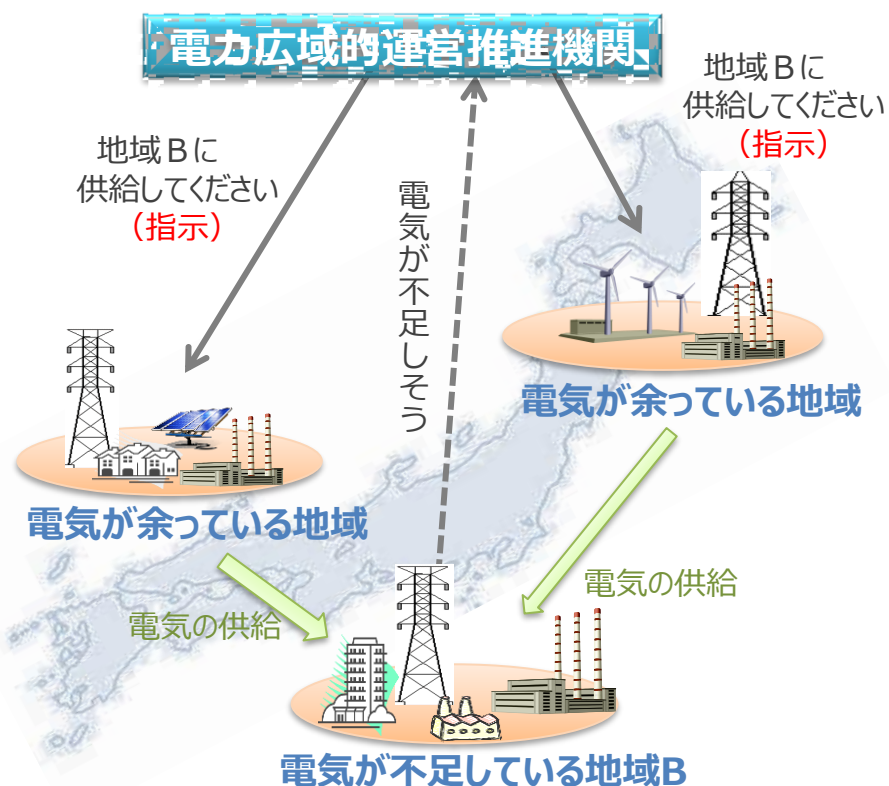
- ・ガス事業者 ・通信事業者 ・商社
- ・石油元売り ・鉄道会社 ・住宅メーカー 等

事業者数は2023年末時点

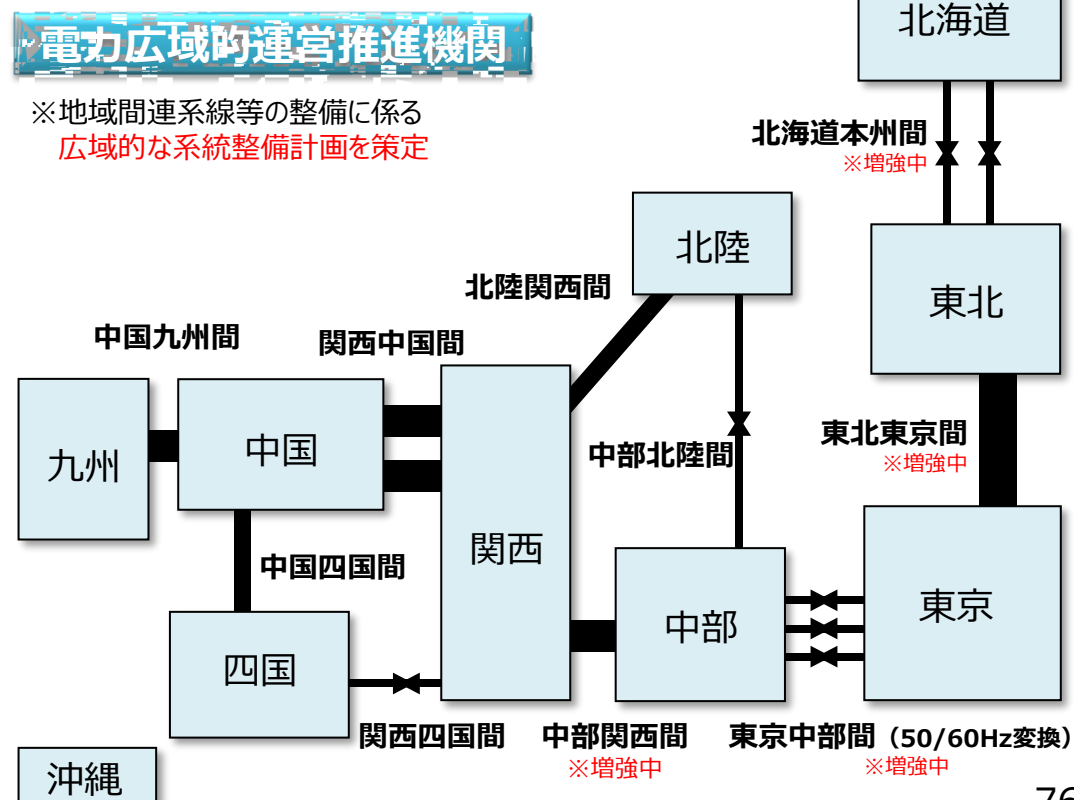
(参考) 電力広域的運営推進機関 (OCCTO) の概要

- 2015年4月、送配電網の広域運用の司令塔として、電力広域機関を創設。
- 電力広域機関は、需給ひっ迫時における地域間の需給調整や、地域間連系線等の増強の推進を通じ、全国大での効率的な電力流通の実現を目指す。

① 地域間の需給調整



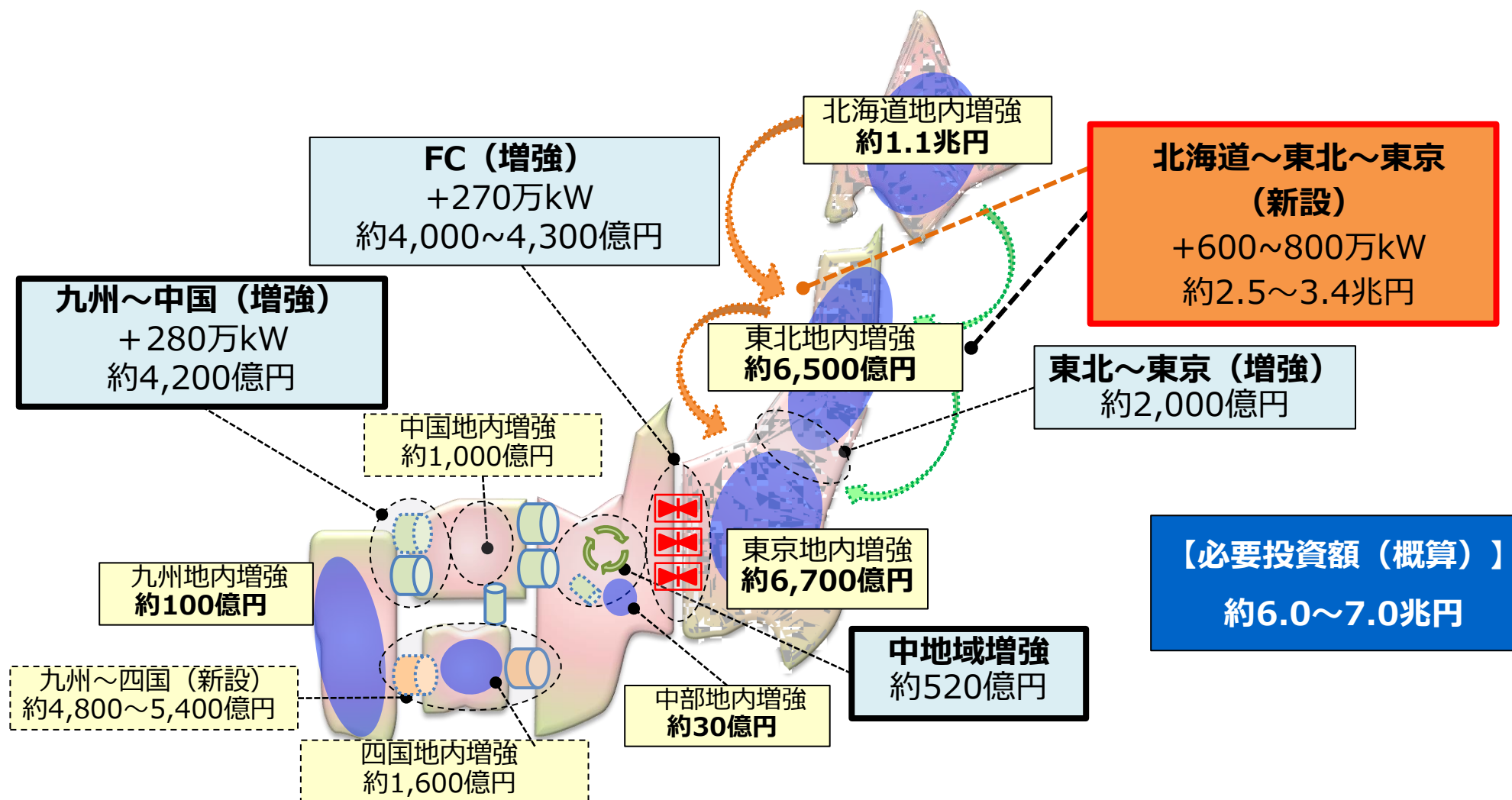
② 地域間連系線の整備



(参考) 「マスタープラン」の概要

第52回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会
(2023年6月21日) 資料2より抜粋 (一部修正)

- 再エネ大量導入とレジリエンス強化のため、電力広域的運営推進機関において、2050年カーボンニュートラルも見据えた、広域連系システムのマスタープランを2023年3月29日に策定・公表した。



(参考) 現在の地域間連系線の整備状況

- 北海道本州間連系設備（新々北本）（北海道電力ネットワーク、東北電力ネットワーク）
- 東北東京間連系線（東北電力ネットワーク、東京電力パワーグリッド）
- 東京中部間連系設備（東京電力パワーグリッド、中部電力パワーグリッド、電源開発送変電ネットワーク）
- 中部関西間連系線（中部電力パワーグリッド、関西電力送配電）

