

エネルギー基本計画の見直しに向けて

2024年8月30日
電気事業連合会

- 前回の第6次エネルギー基本計画策定後のエネルギーに係る大きな動きとして、2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻以降、世界規模での資源争奪戦や燃料価格の高騰が勃発し、さらには脱炭素化の潮流への対応により、エネルギー供給構造は一層複雑さを増し、様々な課題が顕在化している状況。
- 安定供給とGXの同時実現に向けて、論点別に「課題認識」と「対応の方向性」を整理。

<エネルギー基本計画の見直しに向けた重要論点>

1. 将来の不確実性を見据えたシナリオ検討
2. 安定供給とエネルギー安全保障の重要性の明確化
3. 再生可能エネルギーの推進
4. 原子力発電の活用の明確化
5. 火力発電の維持・確保、脱炭素化の推進
6. 電化の推進
7. GX実現に向けた環境整備

課題認識

- 近年、電力需要は横ばい～減少トレンドで推移していたが、今後は2050年カーボンニュートラルに向けた電化の進展やデータセンター・半導体などのデジタル化への対応等から、電力需要が大きく伸びていく可能性が高まっている。
- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、安定供給を確保しつつ、電源・燃料の脱炭素化を進めていくことになるが、資源・燃料を巡る国際情勢や脱炭素技術の進展などの見極めは難しく、これまで以上に将来の不確実性は高まっている。



安定供給の観点から、電力需要増大にも確実に対応できる供給力および電力系統の確保、さらに不確実性への対応も念頭においた柔軟なエネルギー政策が必要

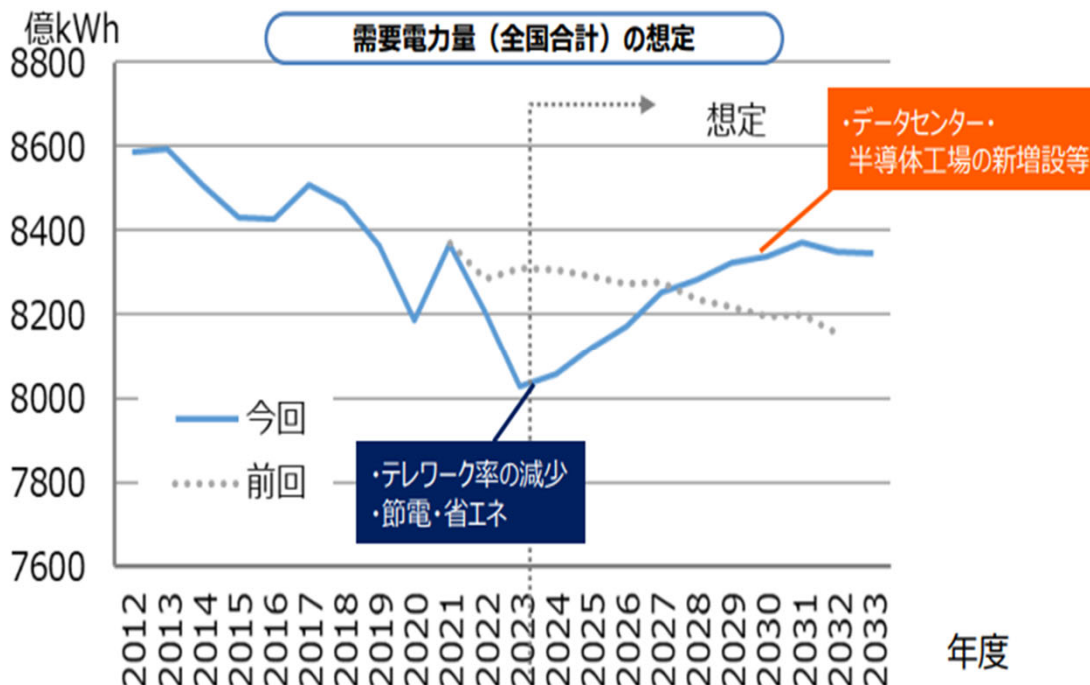
1. 将来の不確実性を見据えたシナリオ検討（蓋然性の高い需要想定）

3

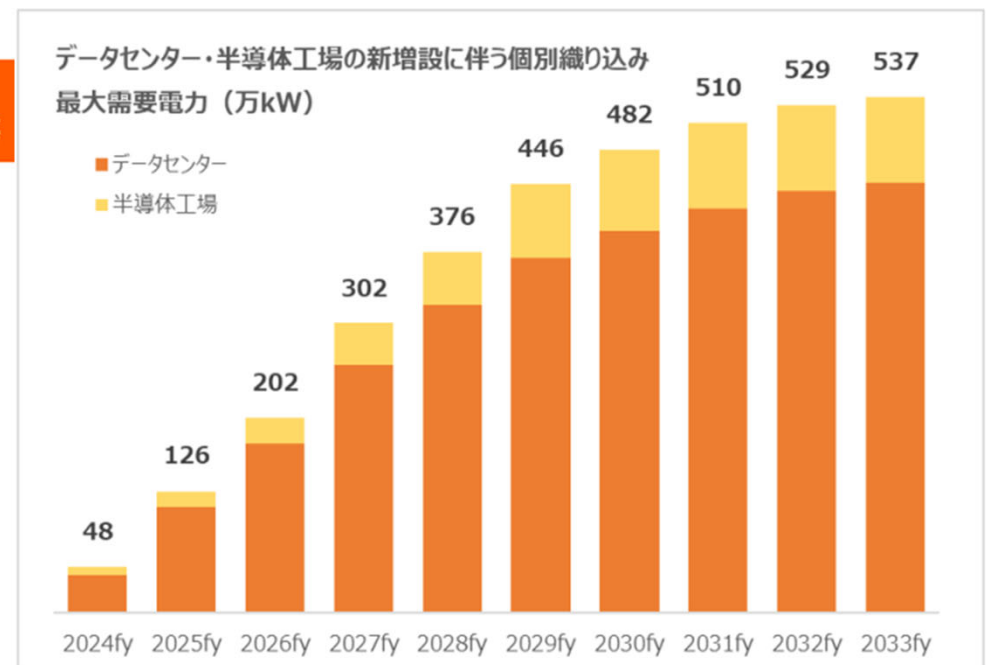
- 2050年カーボンニュートラルに向けた電化の進展や、デジタル化への対応等も踏まえると、**将来の電力需要は伸びていく可能性**が高く、それらも念頭においた**蓋然性の高い需要想定を前提に、建設リードタイムなども踏まえつつ、将来にわたり供給力および電力システムを確保し続けることが必要**。
（下図のとおり、**供給計画向け需要想定においても上昇トレンドへの転換が見られる状況**）
- 一方で、需要見通しや脱炭素技術の進展等、将来の趨勢を決め打ちすることは難しいことから、**不確実性への対応の観点から、シナリオに一定の幅を設けるなど、柔軟な検討が必要**。

■ 2024年度供給計画向け需要想定（電力広域的運営推進機関取りまとめ結果）

＜需要電力量の推移および想定（使用端）＞



＜左図のうちデータセンター・半導体工場新増設影響＞



- 電源の建設には、十数年単位のリードタイムが必要なため、事業者が適切に投資判断できるための環境整備、全体の需給構造の把握が求められている。

■ 電源開発のリードタイム

- ・電源開発には、各種調査・環境アセス、建設工事のリードタイムを考慮することが必要



- **送電線の建設**には、送電線のこう長や電圧階級、立地環境等に応じて、**数年～十年単位のリードタイムが必要**であり、調査・設計、建設工事等を行うための期間の確保が求められる。

架空送電線 建設プロセス例



地中送電線 建設プロセス例



課題認識

- 東日本大震災以後、電力システム改革が推し進められ、自由化の進展と同時に、気候変動問題への関心の高まりや再エネの大量導入、世界的な化石燃料の高騰など、電気事業を取り巻く環境は目まぐるしく変化。
- 足元では、原子力発電所の再稼働が遅れ、発電事業の収益性低下により火力電源の退出が進展する一方で新規電源投資は停滞する中、電力の需給ひっ迫、卸価格の高騰、ウクライナ侵攻に起因する燃料・電気料金高騰などの課題が顕在化。
- また、燃料調達の観点からも、昨今の国際的なエネルギー情勢の変化の中で、燃料の供給途絶リスクも想定される中、安定調達に向けて更なる対応が必要な状況。

S + 3Eの中でも極めて重要な「安定供給とエネルギー安全保障の確保」が脅かされている状況

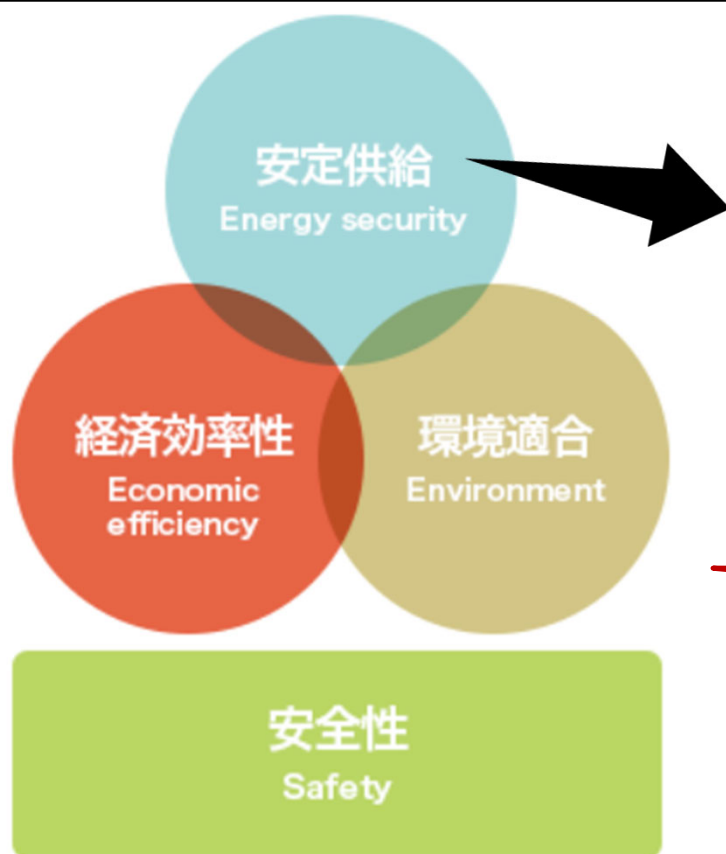
2. 安定供給とエネルギー安全保障の重要性の明確化（総論）

7

- 資源に乏しい我が国では、S+3Eの観点※から、多様なエネルギー源を組み合わせることが、エネルギー政策の大原則。

※ S+3E：安全性 [Safety] を前提とした上で、エネルギーの安定供給 [Energy Security] を第一とし、経済効率性の向上 [Economic Efficiency] による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に環境への適合 [Environment] を図ること。
(第6次エネルギー基本計画)

- しかしながら、近年、需給ひっ迫の発生等、安定供給が大きく毀損し、S+3Eのバランスが崩れている状況にあることから、我が国経済と国民の暮らしを支えるためにも、「安定供給・安全保障の確保」の重要性を改めて明確化することが必要。



■ 3Eの中でも安定供給が大きく毀損

<需給ひっ迫の発生>

- 2021年1月：全国的な需給ひっ迫
- 2022年3月：初の「電力需給ひっ迫警報」（東京、東北）
- 2022年6月：初の「電力需給ひっ迫注意報※」（東京）

※2022年3月の需給ひっ迫を受け2022年6月に新設

〔原因〕 寒波、猛暑、地震、燃料在庫減少・・・

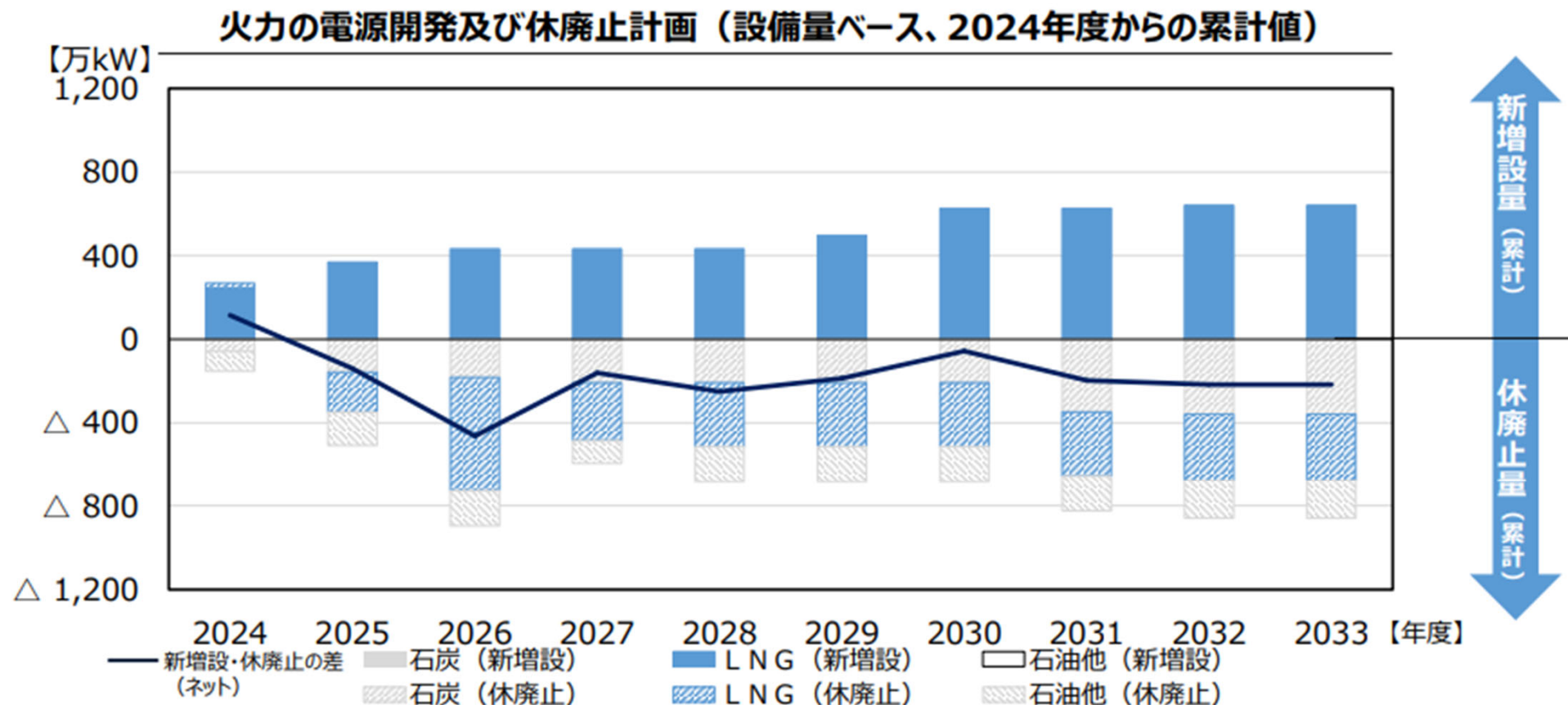
■ 問題の所在

安定供給が毀損＝「供給力不足」「燃料調達の不確実性増大」

2. 安定供給とエネルギー安全保障の重要性の明確化（投資回収予見性の確保）

8

- 足元では、再エネ出力変動の補完による稼働率低下や、卸電力価格のボラティリティ上昇により、投資回収予見性が低下し、特に火力発電については、**休廃止が進むとともに新規投資に課題があり、供給力不足が顕在化。**
- 脱炭素化を進めるにあたり、電源の新規投資促進の観点から、投資回収予見性の確保に向けた制度措置の構築が必要。



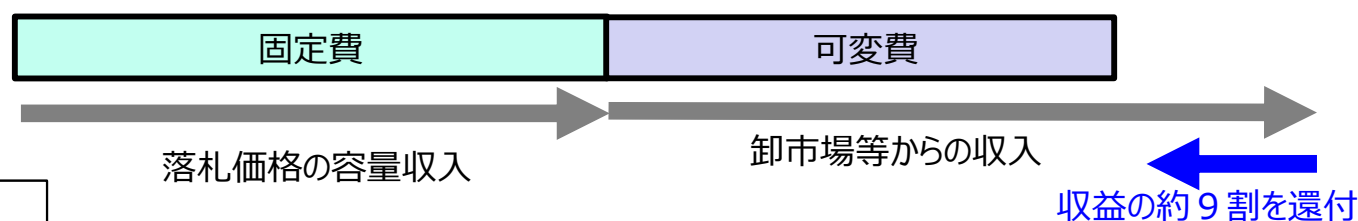
（第59回 基本政策分科会 資料）

(参考) 長期脱炭素電源オークションの課題

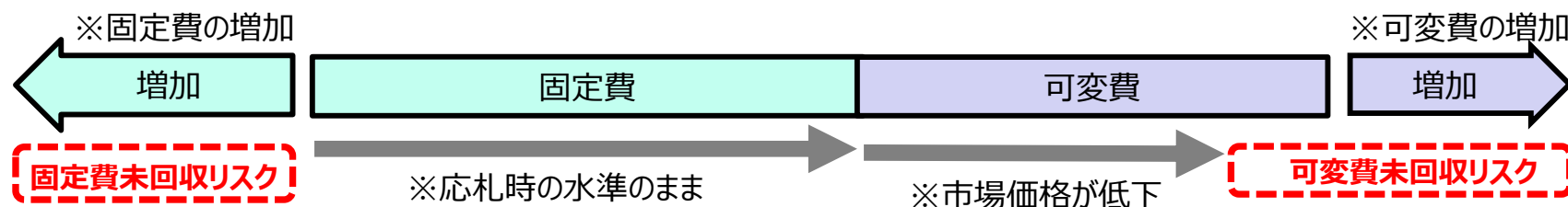
9

- 脱炭素電源への投資を促進するため長期脱炭素電源オークションが導入され、一部の電源については投資判断が可能となった。
- 但し、落札後の**固定費の上振れ等については投資回収予見性が十分でないこと**や、運開後に容量確保金が支払われる仕組みであり、**建設期間中に先行して発生するキャッシュ負担が大きいこと**、全電源種一律に事業報酬が設定されており、**電源種毎のリスクが反映されていない**といった課題があり、**電源種によっては不十分な仕組み**となっている。

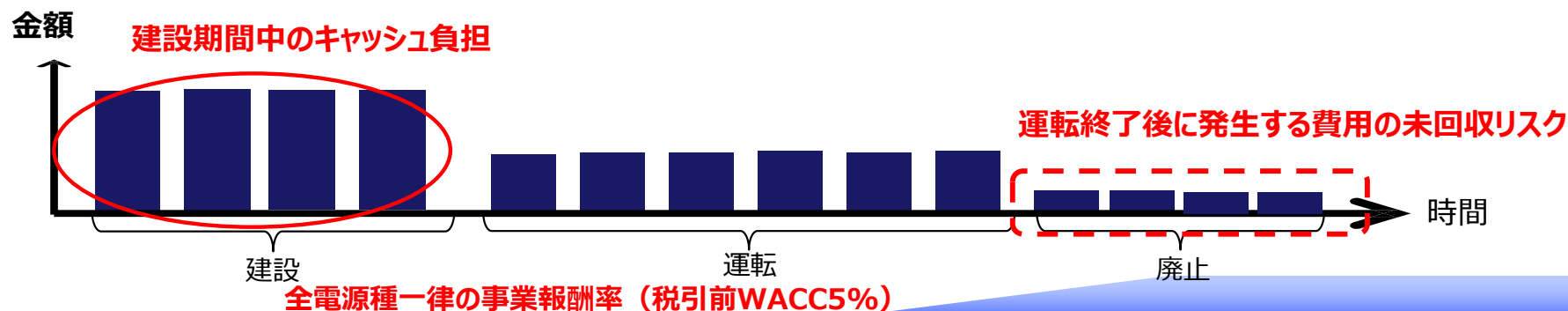
オークションを活用した場合の収入構造



費用回収面での課題



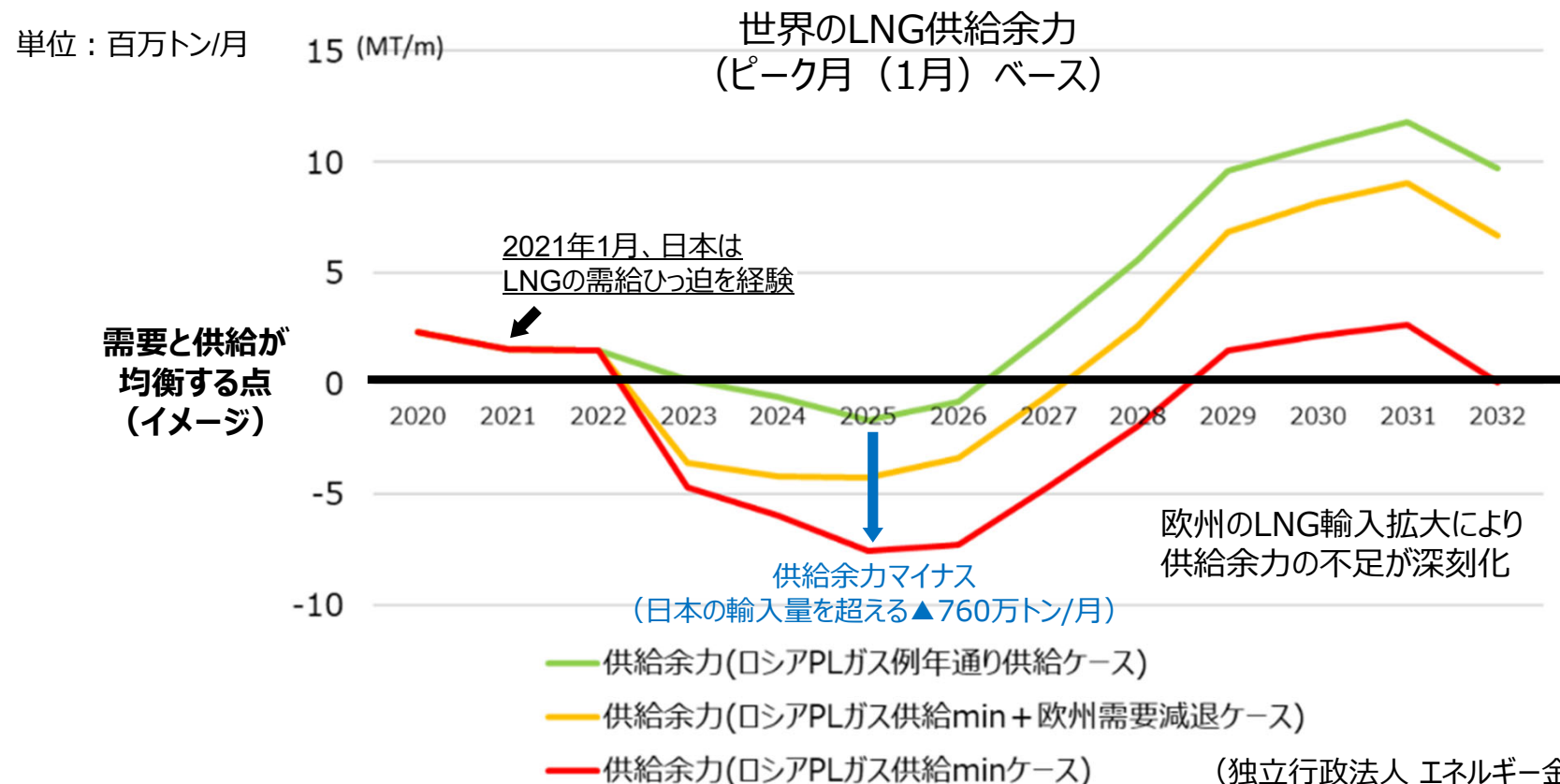
キャッシュアウトイメージ



2. 安定供給とエネルギー安全保障の重要性の明確化（燃料調達）

10

- 自由化されている発電分野において、燃料の安定的な調達は民間事業者が自らの責任で行うことが基本である一方、昨今の国際的なエネルギー情勢の変化の中で、民間事業者による経済合理性に基づく対応では、安定調達が困難な状況。
- カーボンニュートラルの潮流を受けたLNGプロジェクトへの投資減少に加えて、欧州におけるLNG輸入拡大もあり、世界のLNG需要と供給能力の差は、2025～2026年頃に拡大し、LNG供給余力が減少することから、グローバルな「LNG争奪戦」が過熱する可能性。



(独立行政法人 エネルギー・金属鉱物資源機構資料
「2024/1/16 天然ガス・LNG最新動向」を一部加筆)

- 世界的な脱炭素化の流れの中で、燃料調達を取り巻く不確実性は増大しており、2023年度冬季よりLNGの供給途絶リスクに対応するため、戦略的余剰LNG（SBL）が創設されたが、安定供給・エネルギー安全保障の確保の観点からは、更なる国による主体的な資源・燃料の確保策（余剰LNGの確保等）が必要。

■ SBLの課題

- ・ LNGの大規模供給途絶リスクに対応するため、2023年度冬季から運用が開始されたが、確保量が不十分
[確保量]
 - ・ 当面、冬季（12～2月）に最低1カーゴ/月
 - ・ 中長期的には、最低12カーゴ/年

項 目	考えられる対応の方向性
■ SBLの運用拡大	・ 年間12隻運用を速やかに実施 ⇒ SBL取組方針で2020年代後半の年間12隻運用を規定
■ LNG備蓄・タンク活用	・ 国内外のLNGタンクを活用し、有事に備えた容量を予め国が確保
■ LNG調達数量の柔軟性確保	・ LNG調達契約における引取数量の増量オプションの確保に対する財務的支援

課題認識

- 第6次エネルギー基本計画においては、**再生可能エネルギーの主力電源化を徹底**することが示されており、電力各社においても再エネ導入目標を掲げ、**最大限の導入拡大に取り組んでいる**。
- 一方で、**再エネ開発には以下の課題がある**ことから、さらなる拡大に向けてはこれらへの確実な対応が必要となる。
 - **安定供給への影響**
太陽光や風力は気象条件によって出力が変動するため、出力変動に対する調整力を確実に確保する必要。また、電力系統における慣性力や同期化力低下への対応も必要。
 - **電力コスト上昇の可能性**
電力系統の安定性を維持するために必要な系統コストの上昇や適地の減少による電源設置コスト上昇の可能性。
 - **地理的・社会的制約**
再エネ適地不足や地域偏在といった地理的制約や、安全面や防災面等に係る地域の懸念の高まり、漁業との共生などの社会的制約もある。

3. 再生可能エネルギーの推進（導入目標）

13

- 再生可能エネルギーの主力電源化を徹底する観点から、安定供給と経済性も考慮した技術開発と最大限の導入に向けた取り組みを促進していくことが必要。

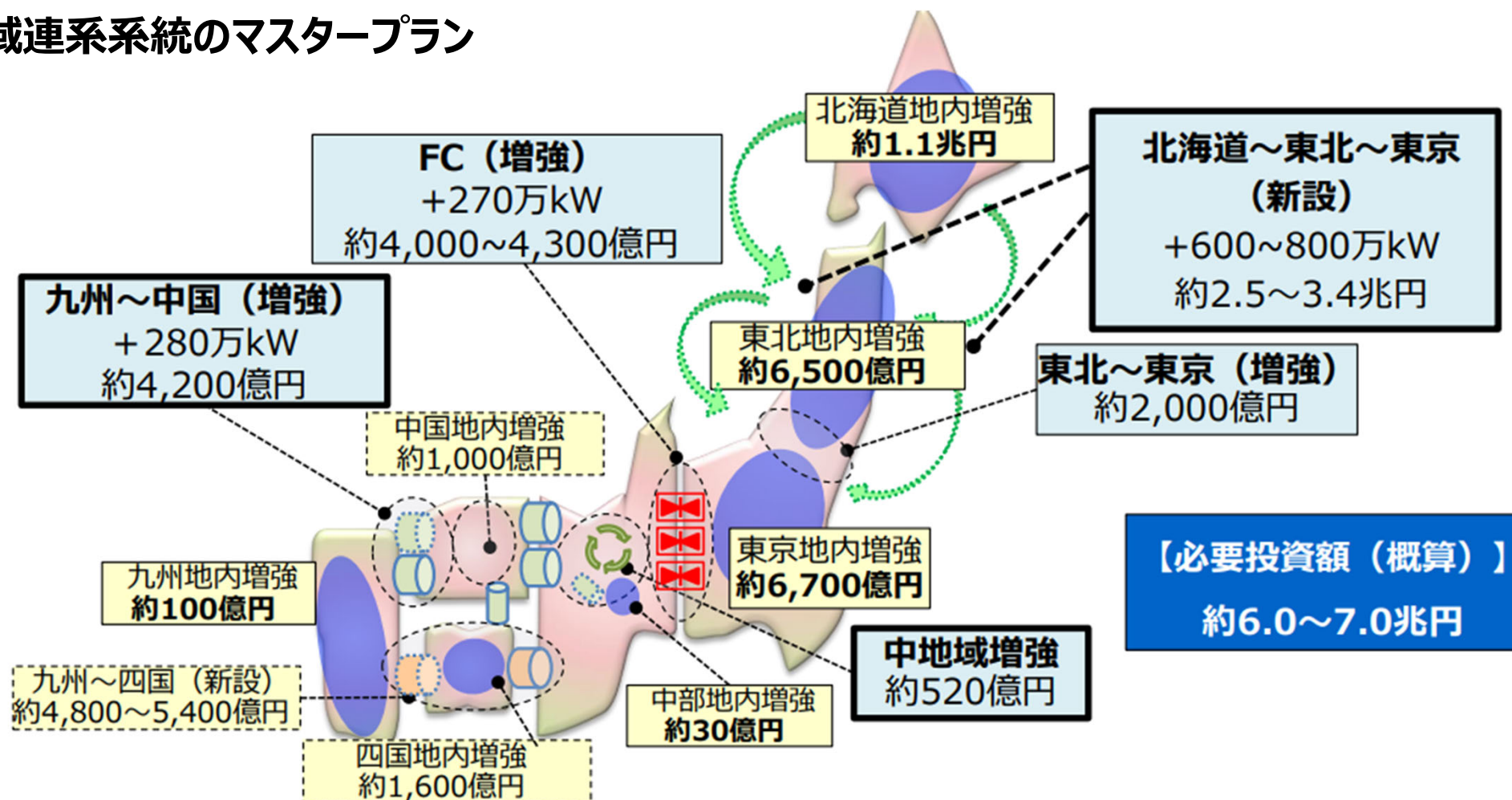
会社	再エネ開発目標
北海道電力	2030年度までに2019年度比 <u>30万kW</u> 以上増
東北電力	2030年代早期に <u>200万kW</u> 以上の開発（2018年度比）
東京電力	2030年度までに2017年度比国内外で <u>600～700万kW</u> 程度の新規開発
中部電力	2030年頃に2017年度末と比較して <u>320万kW（80億kWh）</u> 以上の開発
北陸電力	2030年代早期に2018年度比、開発量 <u>+100万kW</u> 以上（ <u>+30億kWh/年</u> 以上）
関西電力	2040年までに2019年度比国内で新規開発 <u>500万kW</u> 、累計開発 <u>900万kW</u> 規模の開発
中国電力	2030年度までに2019年度比 <u>30～70万kW</u> の新規導入
四国電力	2000年度以降、国内外で2030年度までに <u>50万kW</u> 、2050年度までに <u>200万kW</u> の新規開発
九州電力	2030年度までに国内外で開発量 <u>500万kW</u> （2025年度： <u>400万kW</u> ）
沖縄電力	2030年度までに2019年度比 <u>+10万kW</u> の新規開発
電源開発	2030年度までに国内で2022年度比 <u>40億kWh</u> の年間発電電力量増大

※目標にはグループ会社を含む。国内外での設備容量合計。

3. 再生可能エネルギーの推進（電力系統整備）

- 再生可能エネルギー拡大にあたっては、大規模な電力系統整備やそれに伴う費用負担も避けることはできないため、国民負担抑制の観点から、費用便益評価（B／C）をしっかりと行った上での判断や、地域偏在の課題についても引き続き検討が必要。
- 加えて、系統整備にあたっては、コスト上振れリスクやファイナンス、技術的な課題等への対応も必要となる。

■ 広域連系系統のマスタープラン



課題認識

- 資源に乏しい島国である我が国において、エネルギーセキュリティを確保するためには、**電源の多様化**が必要。その上で、**2050年カーボンニュートラルと電力の安定供給を同時達成**するためには、長期安定的に発電可能な**原子力発電を最大限活用**する必要。
- 一方で、残されたリードタイムは少ないことから、**既設炉の最大限活用が不可欠**であり、また、2050年に向けて必要な規模を確保していくためには、**次世代革新炉の開発・建設が必要不可欠**。
- 但し、原子力事業は、巨額の投資が必要であり、規制・審査による不確実性が伴い、建設リードタイムを含め事業期間が長期に渡るといった事業特性を抱えており、**民間として取り組んでいく上では以下の課題**がある。
 - ① **エネルギー基本計画における原子力の位置付けが不十分**
 - ② **原子力事業における投資・コスト回収予見性が不十分。また、資金調達環境も悪化（ファイナンス）**
 - ③ **バックエンド事業（再処理・最終処分等）における不確実性**
 - ④ **原子力損害賠償における無過失無限責任**

- 民間として原子力事業に取り組んでいく上では、次期エネ基において、我が国における原子力の位置付けを明確に示していただくことで、エネルギー政策における予見性を確保する必要があり、
 - 資源に乏しい島国であるという日本の国土条件を踏まえると、エネルギーセキュリティ上、多様な電源を確保する必要。
 - その中でも、原子力は、準国産エネルギーとしてエネルギー自給率の向上に寄与することに加え、天候に左右されず安定的に発電出来る脱炭素電源であることから、エネルギーの安定供給やカーボンニュートラル達成に向けて重要な役割。
 - 原子力を活用することで、化石燃料への依存度を低減することが可能となり、長期的な電力価格の安定性に貢献。
 - 原子力は、再エネ（太陽光・風力）と比較して、技術自給率が高く（国内企業に技術が集約）、我が国の経済成長にも貢献。
 - 原子力を活用することが、国際関係における日本のプレゼンス向上にも貢献。

といった原子力の持つ価値を再評価し、我が国にとって原子力は必要不可欠な電源であり、「最大限活用していくべき電源」へと位置付けの見直しを図っていくことが重要。

4. 原子力の活用の明確化（①原子力の位置付け）

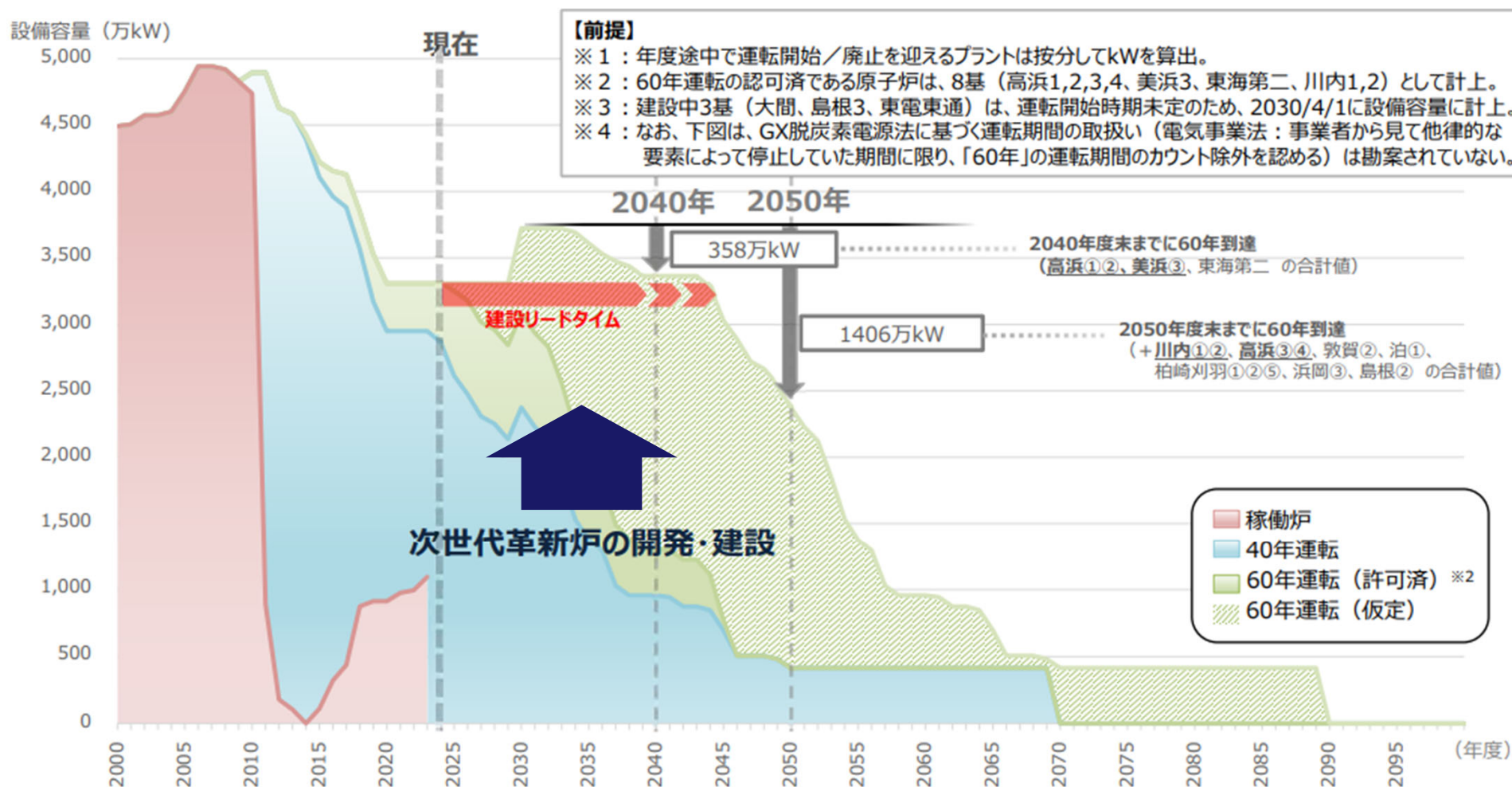
17

- また、2040年以降に控えている原子力発電量の落ち込みに対応するためには、次世代革新炉の開発・建設が必要であり、原子力の建設リードタイムを踏まえると、今回の第7次エネルギー基本計画での明確化が必要となる。
- そのような中、国による具体的な開発・建設目標量を設定することが、原子力事業者や原子力サプライチェーンにとって、事業の予見性向上につながり、技術・人材の確保にも貢献。

（参考）各国の原子力利用に係る方針

アメリカ	● 米エネルギー省は2050年ネットゼロの達成には米国国内で最大550～770GWのクリーン電力の追加が必要であるとし、<u>米国にはそのうち最大200GWを原子力で補うポテンシャルがあると分析</u>。
イギリス	● 2050年までに原子力の発電割合を最大で25%に拡大し、<u>24GWの導入を目指す</u>。 ● 2030年から2044年まで<u>5年毎に3 - 7 GWを供給する投資決定を確実に行うことを目指す</u>。 ● 更なる大型炉プロジェクトの検討を推進するとともに、国内でのSMR導入にも取り組む。
フランス	● 既存原子炉の運転期間の延長を検討。 ● 原子力発電容量を増強し2030年に発電量を現行の279TWhから360～400TWhまで拡大。 ● EPR（欧州加圧水型炉）を改良した<u>6基のEPR2建設について2024年末に最終決定を行う</u>。 ● <u>8基のEPR2追加新設（総発電容量13GW）についても検討を行い2026年末までに決定</u>。
韓国	● 2024年5月、産業通商資源部の諮問委員会が「第11次電力需給基本計画」の草案を発表。 ● 2038年までに国内で<u>大型原子炉440万kW分（約3基相当）とSMR70万kW分（約1基相当）を建設する計画</u>。

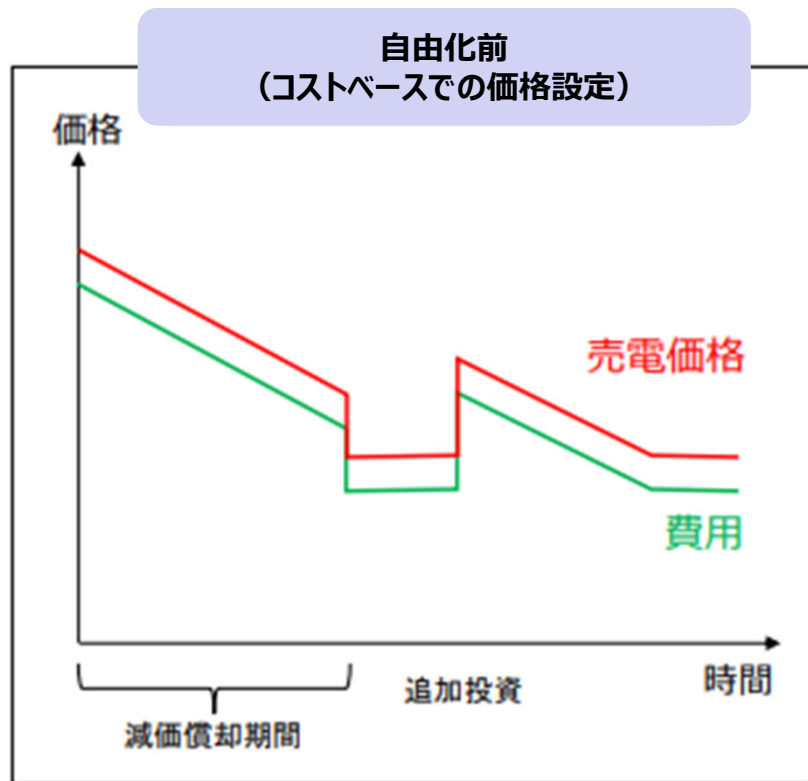
- 2040年代以降、原子力の設備容量の減少が想定される。
- 我が国として持続的に原子力の規模を確保するためには、原子力の建設リードタイムを踏まえ、早急に次世代革新炉の開発・建設に向けて着手する必要。



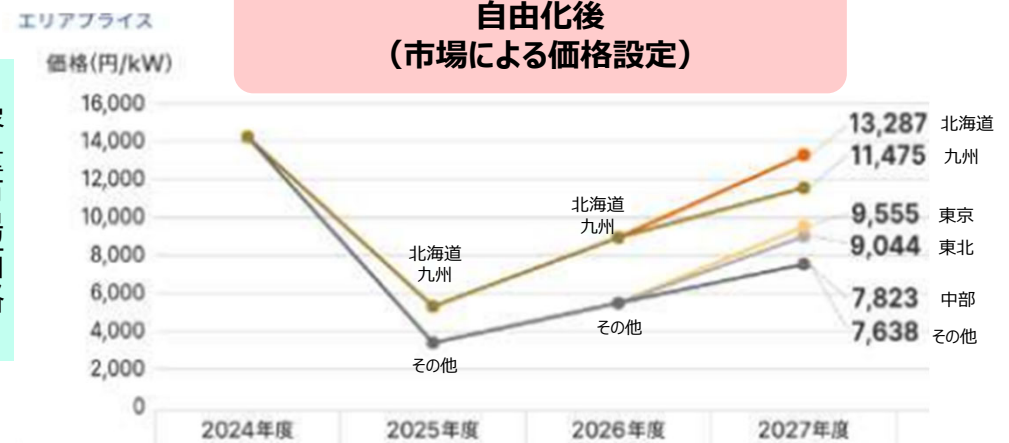
4. 原子力の活用の明確化（②投資・コスト回収予見性）

19

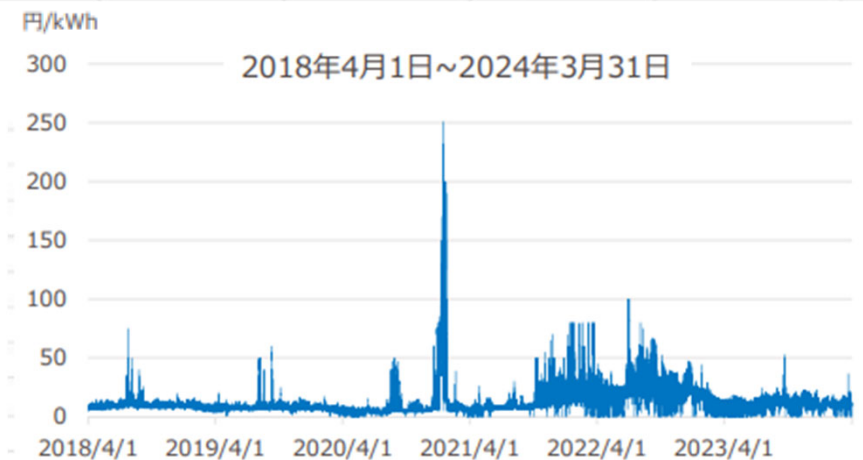
- 原子力事業は、巨額の投資が必要かつ回収期間が長期に亘る。自由化以前は、**総括原価の下、長期的にコスト回収が確保**されており、**巨額の投資判断、資金調達も可能**であった。
- 自由化後は、短期的な市場メカニズムに基づく卸電力市場ベースでの価格設定となり、**各種市場価格の変動により、投資・コスト回収予見性が低下、電源投資判断が困難な一因に**。
- また、震災後は新規規制基準への対応に伴い、**安全対策投資が大幅に増加**。
（例：女川2号の安全対策投資は7,100億円程度）



容量市場価格



卸電力市場価格



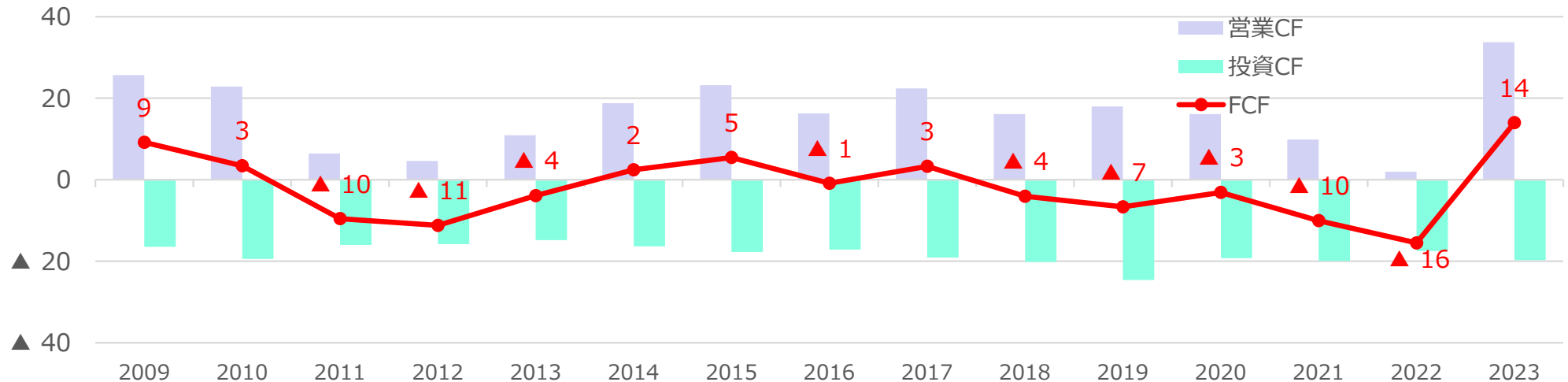
4. 原子力の活用の明確化（②ファイナンス）

20

- 震災以降、フリーキャッシュ・フローは低迷する状態が続いており、自己資本比率も震災前水準に回復していない会社が多い。

【フリーキャッシュ・フローの推移】（単位：兆円）

※電力9社計（北海道・東北・中部・北陸・関西・中国・四国・九州・沖縄）



【連結自己資本比率の推移】（単位：%）

	2009	2010	2011	2012	2013	2014		2022	2023	震災前との比較
北海道	25.4	24.4	19.5	10.8	7.6	9.8	～	11.7	14.9	↘
東北	22.8	20.5	13.9	11.3	12.6	14.6		10.5	15.4	↘
中部	30.9	31.1	26.8	24.7	24.2	26.1		31.9	36.4	↗
北陸	25.4	25.7	24.5	23.7	22.6	22.7		12.9	16.6	↘
関西	25.0	24.8	20.1	16.5	15.3	13.4		20.4	25.2	→
中国	24.3	23.2	22.2	21.1	20.4	20.0		11.1	14.6	↘
四国	26.0	25.4	23.7	20.6	20.6	21.5		18.3	22.1	↘
九州	26.4	25.4	19.7	11.9	10.5	9.0		10.4	15.5	↘
沖縄	32.5	32.6	32.8	31.1	32.7	34.9		23.4	23.4	↘

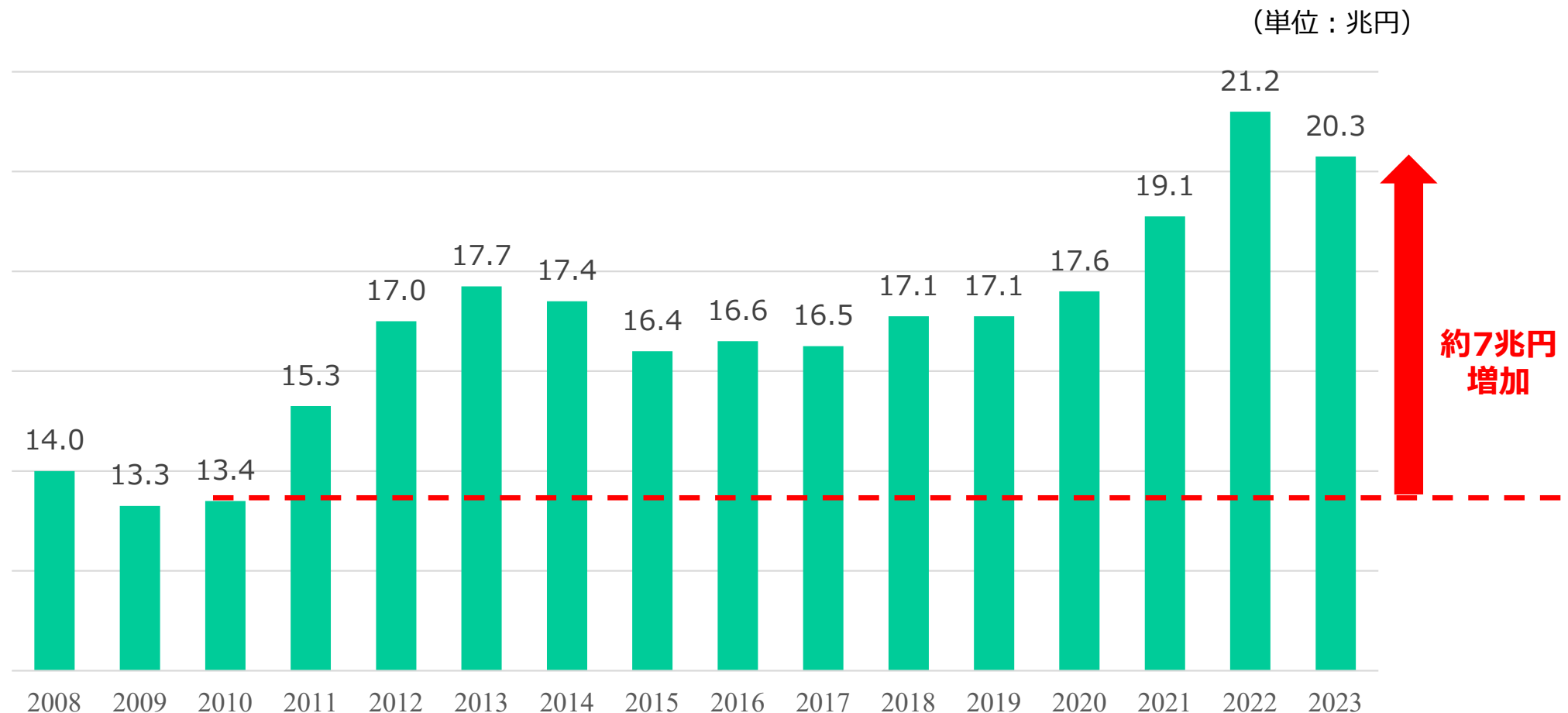
※東京電力は東日本大震災以降の福島第一原子力発電所事故への対応等に伴い、他の原子力事業者と異なった財務指標の推移を示すため対象から除外

4. 原子力の活用の明確化（②ファイナンス）

21

- 震災以降、火力燃料費の増、原子力発電所への安全対策投資等により有利子負債残高は増加。

【有利子負債残高の推移】



■ 分析対象：原子力事業者（北海道、東北、中部、北陸、関西、中国、四国、九州、日本原電）の個社合計

※東京電力は東日本大震災以降の福島第一原子力発電所事故への対応等に伴い、他の原子力事業者と異なった財務指標の推移を示すため対象から除外

■ 有利子負債：各社有価証券報告書より、社債、長期借入金、短期借入金、コマーシャル・ペーパー、1年以内に期限到来の固定負債のうち社債及び長期借入金を集計したもの

- 震災以降、電気事業者のフリーキャッシュ・フローは低迷し、有利子負債残高は大幅に増加。
- 既に電力セクターの与信が膨れ上がっていることに加え、多排出産業である電力はファイナンス・エミッションによるリスクも抱え、電力の資金調達環境は悪化。また、一般担保社債の経過措置についても、2024年度末で終了予定。
- 今後、系統整備や再エネ・火力の脱炭素化に向けた投資も必要な中、既設炉の再稼働に向けた安全対策投資や次世代革新炉への投資を進めるためには、事業継続性の観点から、投資・コスト回収予見性や事業収益性を確保することは大前提。そのうえで、円滑なファイナンスが可能となる資金調達環境整備も必要不可欠。

事業者としての取り組み

- バックエンド事業（再処理・最終処分等）を着実に遂行できるよう、事業者としても以下の取り組みを実施。

【再処理・MOX】

- 原子燃料サイクルの中核となる六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の早期しゅん工に向け、引き続き電力が人的側面から支援を実施（日本原燃社員の育成を含む）。また、電気事業連合会に設置した「サイクル推進タスクフォース」にて、メーカー、ゼネコンとともにオールジャパンで技術的側面から支援を実施中。

【最終処分】

- 国やNUMOとも連携しつつ、地域の皆さまと対話活動等を通じて、全国のできるだけ多くの皆さまのご関心やご理解が深まるよう、基本方針改定等を踏まえ、国・NUMO・電力の合同チームでの自治体訪問等を実施中。引き続き連携を強化しつつ最終処分の実現に向けて文献調査の実施地域の拡大等に取り組む。

【廃炉】

- NuROによる廃止措置の総合的なマネジメントのもと、事業者としても効率的な廃炉作業を行えるよう取り組む。

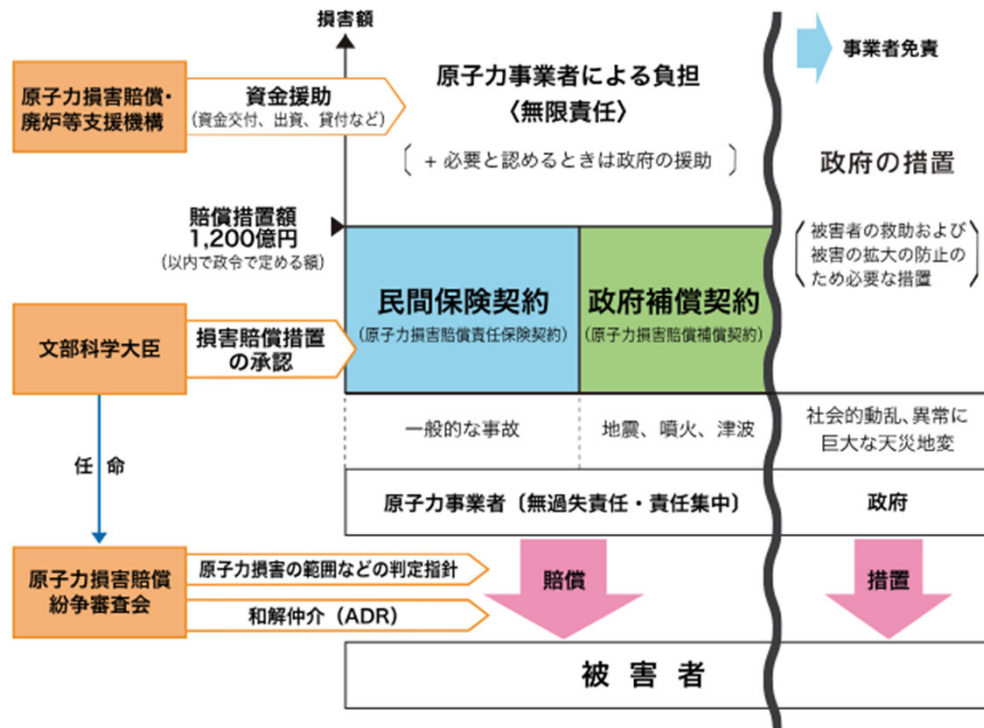
事業を遂行していく上での課題

- 再処理、最終処分等といったバックエンド事業は、超長期かつ多額の費用を要する事業であり、非常に不確実性が高い。
- 原子力発電を持続的に活用する上で、スケジュールや費用面で不確実性の高いバックエンド事業の予見性確保が必要であり、民間だけで対応することが困難な課題については、国による更なる関与（官民の役割分担）が必要。

4. 原子力の活用の明確化（④原子力損害賠償）

- 現行の**原子力損害賠償制度**は、被害者救済の観点から**無過失無限責任**となっており、原子力事業者にとって**事業を進める上での予見性が十分ではなく、投資判断・ファイナンスにおけるネックとなる懸念**。
- 引き続き、**民間で原子力事業に取り組んでいく**必要があることを踏まえると、**適切な賠償を迅速に実施することを前提**としつつ、**原子力事業者の予見性が確保されるよう、原子力損害賠償制度の見直しが必要**。

現行の原子力損害賠償制度



原子力推進国における原子力損害賠償制度

	日本	アメリカ	イギリス	フランス
事業者責任限度	無限責任	有限責任	有限責任	有限責任
事業者免責事由	社会的動乱 異常に巨大な 天災地変	戦争行為	武力紛争	戦闘行為 敵対行為 内戦・反乱
事業者賠償準備額	民間・政府保険 1,200億円	民間保険 5億ドル/サイト 事業者共済 156億ドル	民間保険 12億£	民間保険 7億€
準備額を上回る場合	機構を通じた政府 による資金援助 (事業者による 相互扶助)	大統領が議会に 補償計画を提出	国会の議決の 範囲で主務官庁 から補償	上記 (7億€) を上 回る場合は、国 家負担 (5億€)・ 改正ブラッセル補 足条約締結国負 担 (3億€) で補償。 それを超える分は 補償なし

課題認識

- 化石燃料からの脱却という国際的な潮流は強まっており、それぞれの国の実情に応じて脱炭素への移行（トランジション）を進めていく必要。
- 資源に乏しい我が国において、安定供給を維持しつつ、2050年カーボンニュートラルを実現するためには、火力発電についてもトランジション（移行）の観点が必要不可欠。
- ただし、火力発電の脱炭素化に向けては、現状において下記の課題がある。
 - 火力発電の脱炭素化に向けては、かなりの規模の投資・コスト負担は避けられず、現状では、どの脱炭素化技術に成長が見込めるかなどが不透明な状況。
 - 火力発電の脱炭素化に取り組んでいくものの、長期脱炭素電源オークションでの上限価格見直し※やファイナンス施策など、推進に向けて実効性ある対策が必要。

※長期脱炭素電源オークションにおける上限価格と試算結果（3/22制度検討作業部会資料5より作成）

	燃種	上限価格	諸元を基に計算した結果
水素（10%以上）の新設	グレー・ブルー水素	8.4万円/kW/年	—
	グリーン水素		14.9万円/kW/年
既設火力を水素10%以上の混焼にするための改修	グレー・ブルー水素		48.9万円/kW/年
	グリーン水素		113万円/kW/年
既設火力をアンモニア20%以上の混焼にするための改修	グレー・ブルーアンモニア		17.7万円/kW/年
	グリーンアンモニア		97.7万円/kW/年

5. 火力発電の維持・確保、脱炭素化の推進（位置付けの明確化）

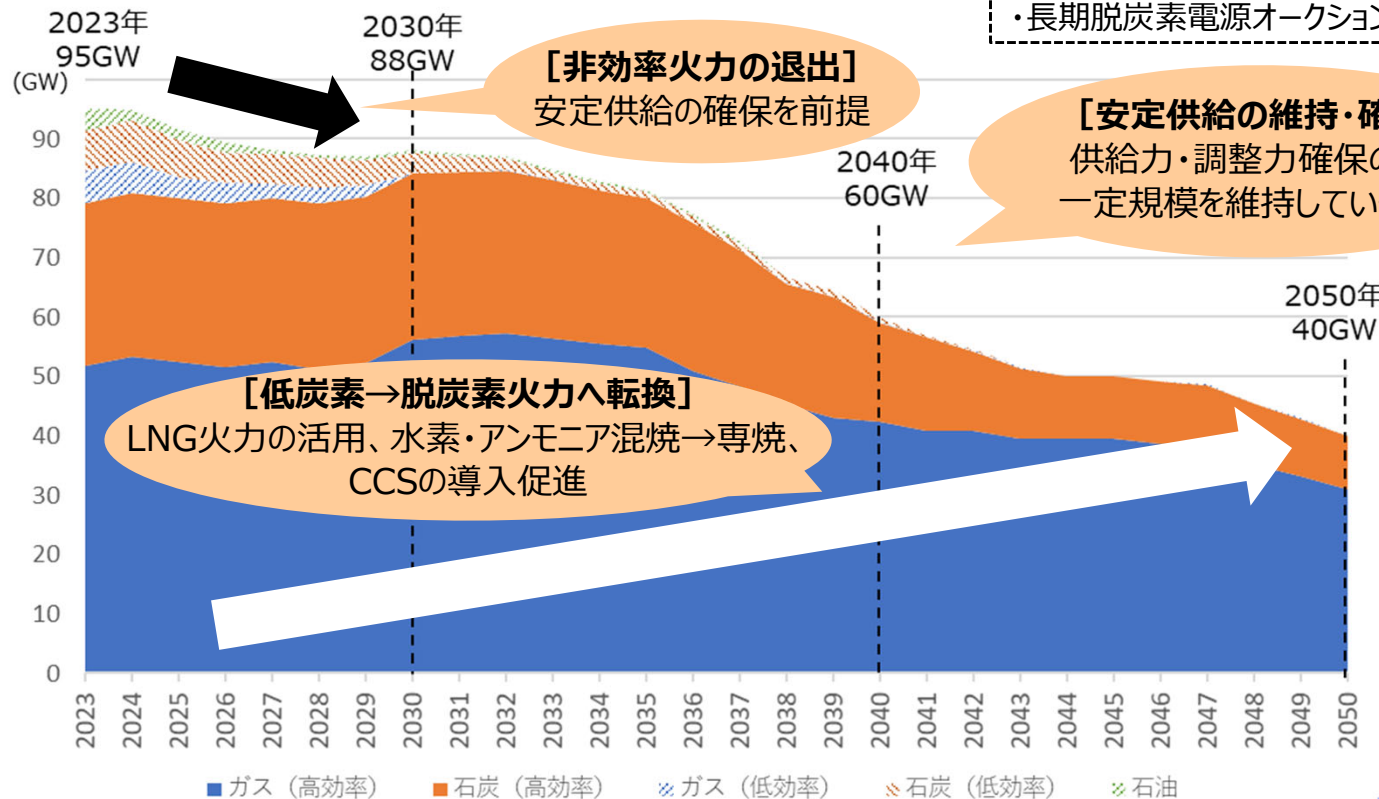
26

- **火力発電**は、カーボンニュートラルに向けて再エネ電源の導入を拡大していく中においても、**安定供給のための供給力や調整力確保のために欠かせない電源**。
- 一方で、火力発電の脱炭素化も重要であることから、カーボンニュートラルを実現していくためには、**CCSの技術開発・導入促進**に加え、**脱炭素燃料（水素・アンモニア・バイオマス）を混焼する火力発電をトランジション電源と明確に位置付け、今後も一定の役割を担っていくことを明確化**するとともに、**LNG火力をトランジション期における低炭素電源として活用することを明確化**する必要。
- また、安定供給の観点から、**既設火力の位置付け**についても**明確化**する必要。

■火力発電のkW推移（運転開始40年未満）

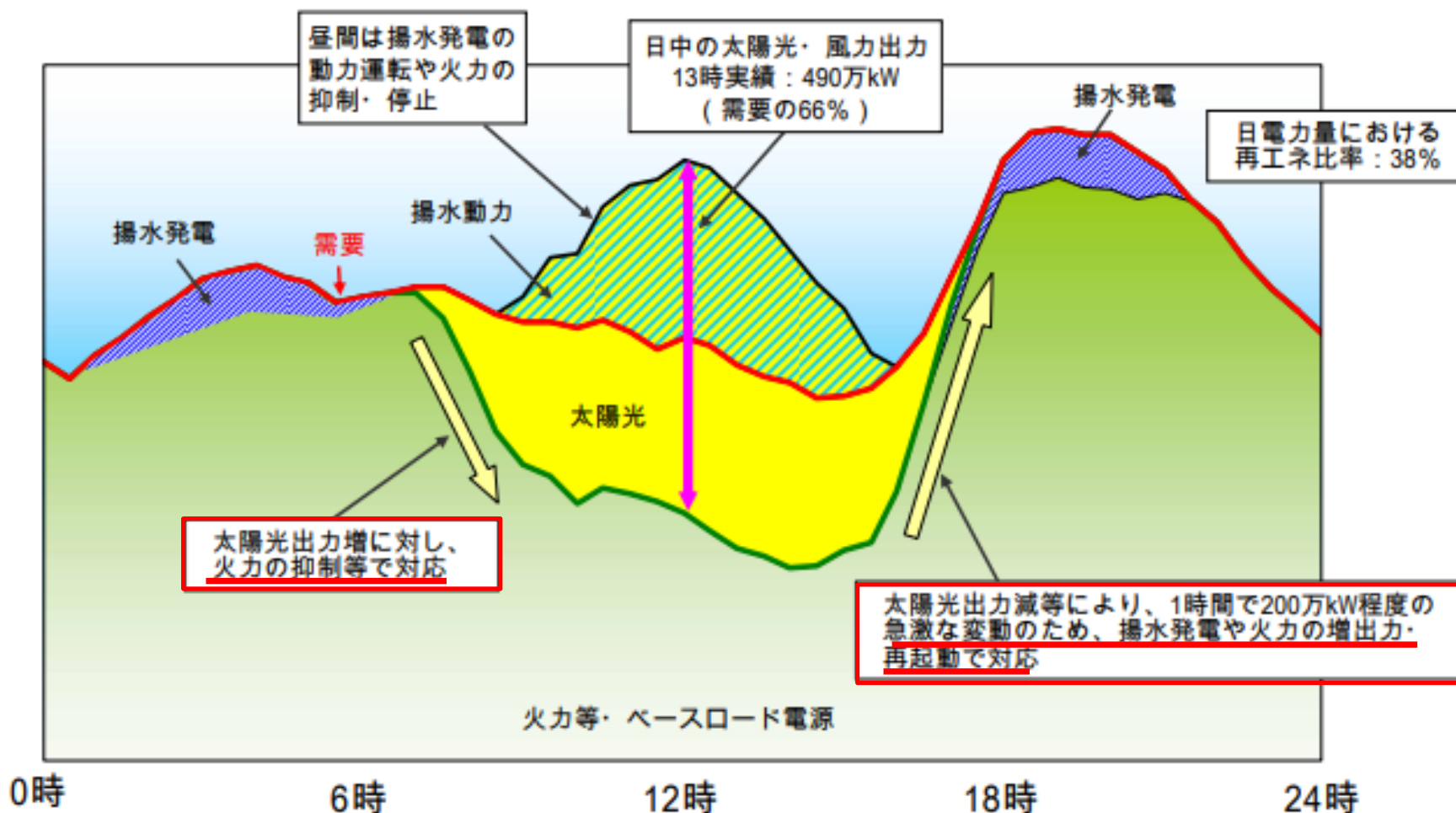
<前提>

- ・高効率火力：ガス＝GTCC、石炭＝USC・IGCC・USC並効率SC
- ・長期脱炭素電源オークションによる新設ガス火力1,000万kWを含む



(GW)	2030	2040	2050
ガス（高効率）	56	42	31
石炭（高効率）	28	17	9
ガス（低効率）	0	0	0
石炭（低効率）	3	1	0
石油	0	0	0
合計	88	60	40

- 太陽光などの天候に左右される再生可能エネルギーの導入の進展に伴い、その出力変動を吸収し、需給バランスを調整する機能を持つ他電源の存在が必要。
- 火力発電は、再エネの出力増減に応じて抑制・停止、起動・増出力といった出力調整を行いながら運用されており、電力の安定供給に大きく貢献している。



課題認識

- 2050年カーボンニュートラル実現に向けては、我が国のエネルギー起源CO2 排出量の過半を占める非電力部門の化石燃料の直接燃焼についていかに減らしていくかが重要であり、そのためには電化の推進が不可欠だが、第6次エネルギー基本計画においては、電化の必要性に言及されているものの、電化率の向上に向けた具体的な手段・方法については記述がない。
- 特に、電化の推進に向けては、化石燃料の直接燃焼を代替する熱の再生可能エネルギーである「大気熱」を活用するヒートポンプ技術等の既存の電化の技術の活用が有効だが、第6次エネルギー基本計画においては、その「大気熱」の利用が記載されていない状況（大気熱が再生可能エネルギーとして明確に位置付けられていない）。

○第六次エネルギー基本計画

P21（１）2050年カーボンニュートラル時代のエネルギー需給構造
（中略）

・徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、脱炭素電源により電力部門は脱炭素化され、その脱炭素化された電源により、非電力部門において電化可能な分野は電化される。

P38（１）現時点での技術を前提としたそれぞれのエネルギー源の位置付け
（中略）

⑤熱

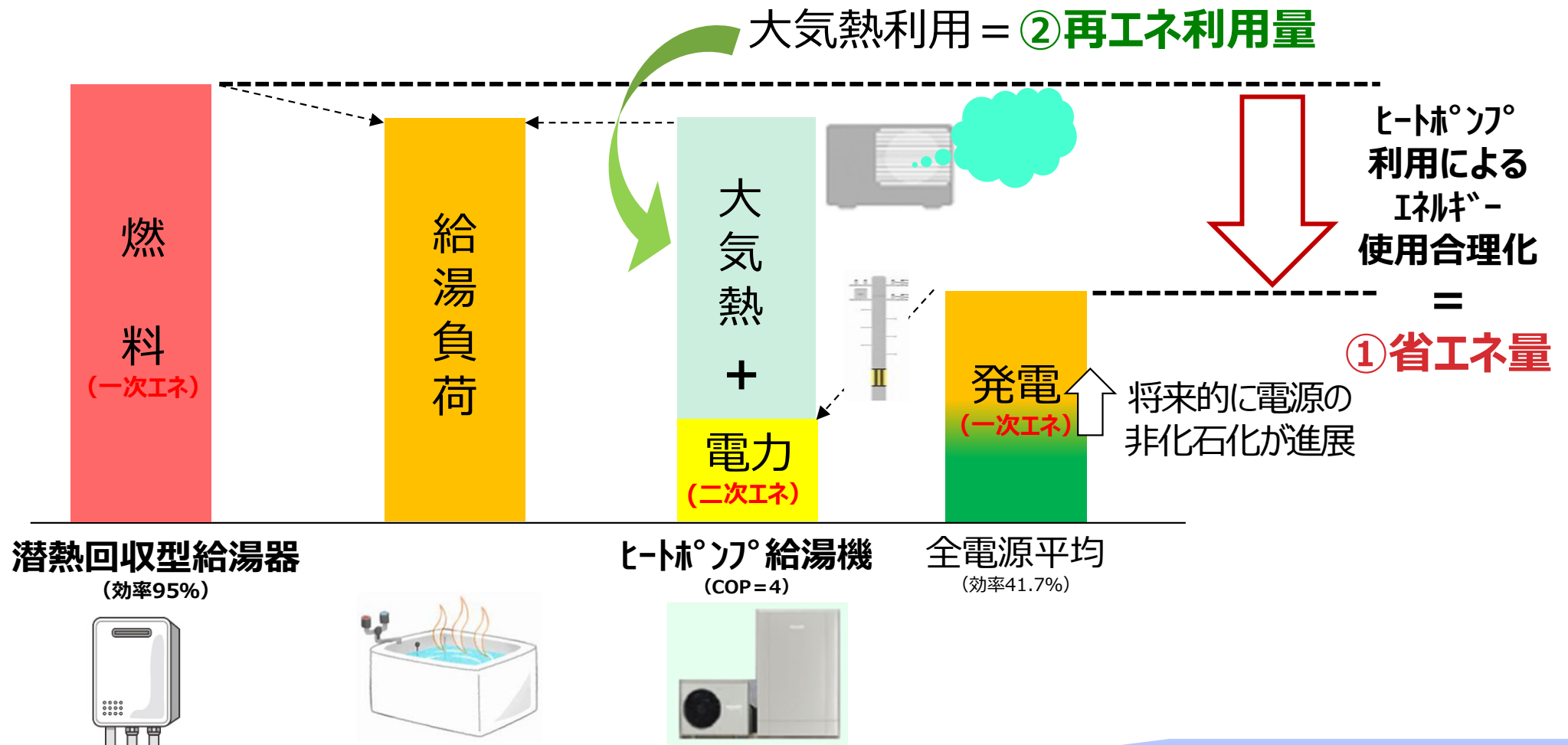
現時点において、我が国の最終エネルギー消費の過半は熱利用を中心とした非電力部門が占めており、2050年カーボンニュートラルを見据え、省エネルギーや燃料転換などにより、更に熱を効率的に利用する 必要がある。（中略）また、地域の特性を活かした太陽熱、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱をより効果的に活用していくことも重要である。

- ヒートポンプは、化石エネルギーの使用を合理化（省エネ）するだけでなく、非化石エネルギーである「大気熱」を利用すること、さらには系統電力の脱炭素化が進んだ将来においては、系統電力の利用（電化）によって脱炭素化された電源を活用できることから、再エネ利用拡大に資する技術である。加えて、給湯機を中心としたヒートポンプ機器は系統余剰時の再エネ電力を有効活用する需要の最適化（DR）に貢献することにより、再エネの最大限の導入に寄与することができる。
- ヒートポンプの普及拡大は、熱需要で消費する化石燃料を大気熱に代替することでエネルギー自給率の向上に寄与するだけでなく、ヒートポンプ機器についても、日本のメーカーが技術面で一定の優位性を持っていることから、エネルギー安全保障・GX推進戦略の観点からも重要と考える。
- そのため、次期エネ基においては、カーボンニュートラル実現において求められる、電化推進の方向性の打ち出しや、各分野における電化推進に資するヒートポンプ機器等（蓄熱システムやエレクトロヒート（電気加熱）を含む）のさらなる導入拡大・利活用に係る記載を期待するとともに、高度化法において再エネ源として位置付けられているものの、第六次エネ基においては再エネ熱として明確に位置付けされていない大気熱について、再エネ熱としての明確な位置付けがされることを期待。

なお、欧州では、ヒートポンプの普及拡大が急速に進んでいるが、ヒートポンプで利用する「大気熱」を再エネ熱として明確に定義し、エネルギー統計の対象としていることが、普及拡大を後押ししている一因になっていると考えられる。日本においても同様の扱いとすることについて、検討が必要。

- ヒートポンプは、電気への熱源転換によって、エネルギーの使用の合理化 (=省エネ) に資する技術であり、かつ、大気熱を利用する再エネ利用技術であると言える。

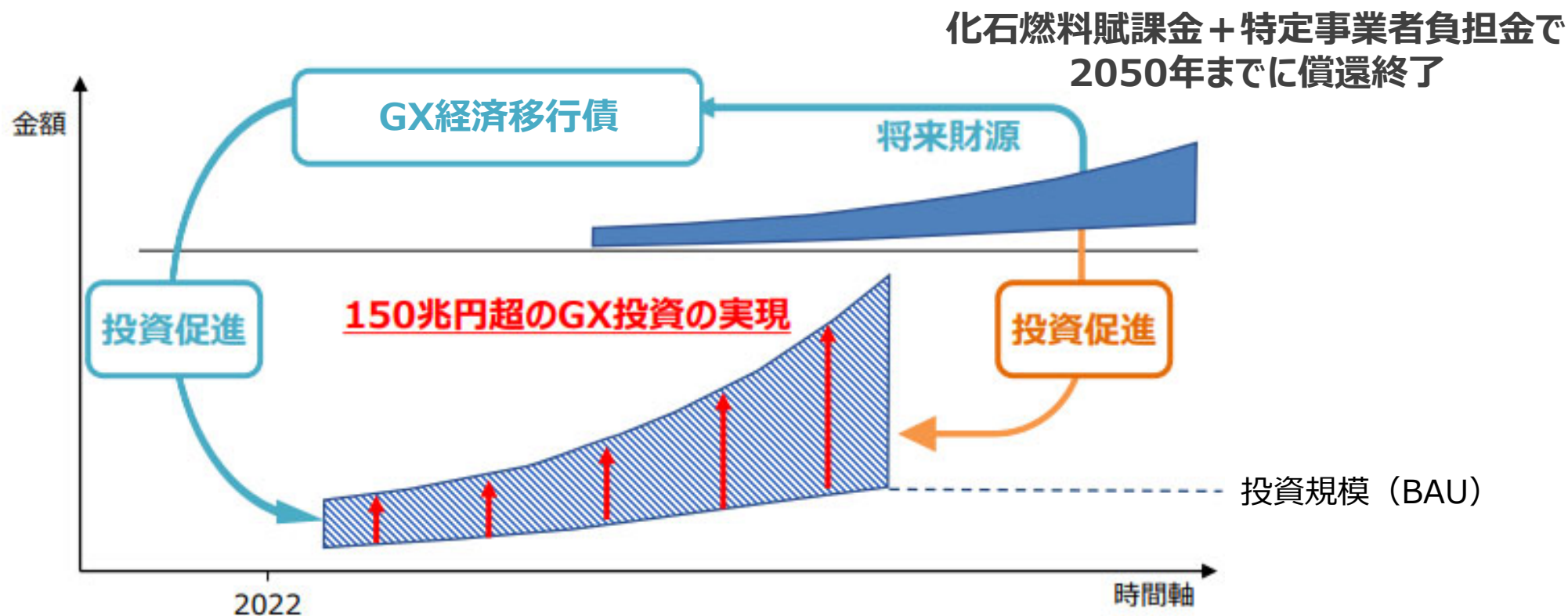
- ① **省エネ量**：対策前後における、使用合理化量（対象となる一次エネルギーの差分）
- ② **再エネ利用量**：再エネと定義されるエネルギーを、実際に使用した量



課題認識

- GX実現に向けては、今後10年間で150兆円の官民投資を実現するための呼び水である「GX経済移行債」による20兆円の投資支援が期待されているところ。
- この償還財源としてカーボンプライシング導入が予定されているものの、特定事業者負担金は発電事業者のみが対象になっている。
- カーボンプライシングを含む温暖化対策に係るコストについては、国民の行動変容を促す観点からも、広く社会全体・国民全体で負担すべきであり、特定の事業者に負担が偏るようなことになると、電化の進展を阻害し、脱炭素化の取り組みに悪影響が生じる虞があるため、海外の排出量取引の仕組みも参考にしつつ、有償/無償オークションの対象について検討する必要。

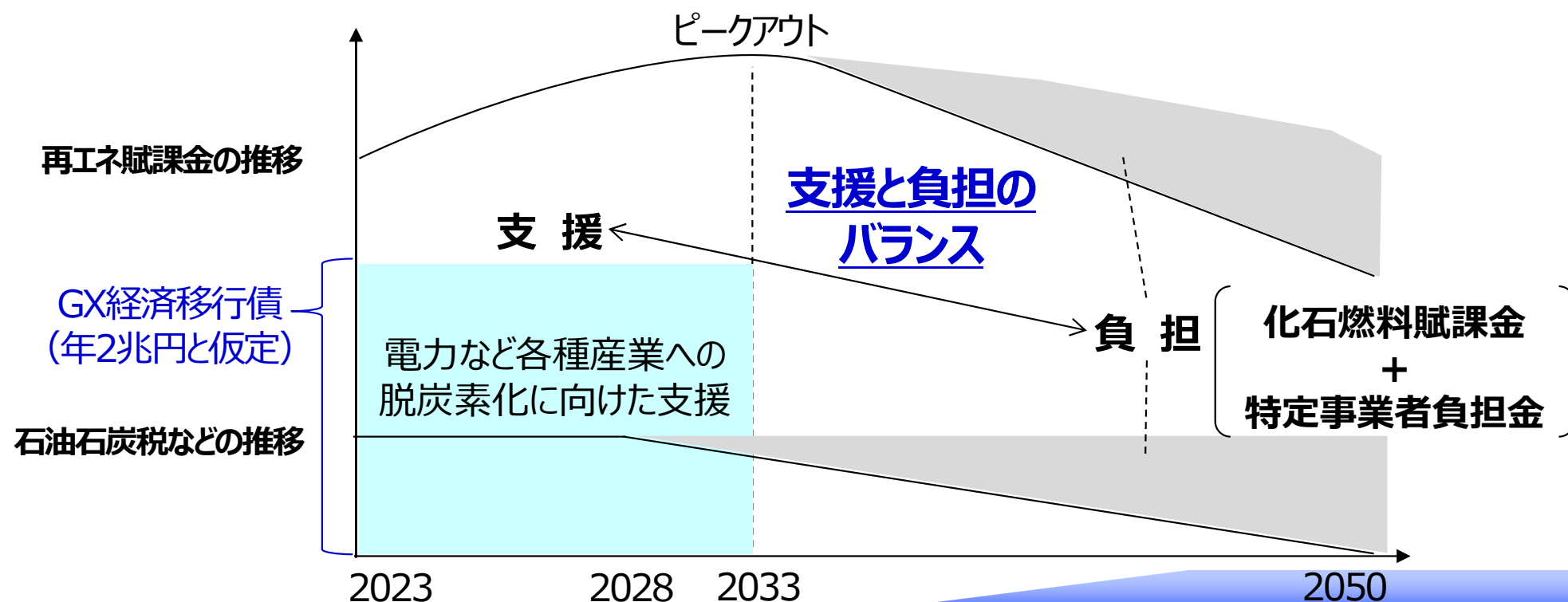
- の両輪で、GXを加速化させていく方針。



7. GX実現に向けた環境整備（カーボンプライシングの課題）

33

- 電源・燃料の脱炭素化やカーボンプライシング導入など、カーボンニュートラル実現に向けては相応の脱炭素コストの負担は避けられないことから、必要となるコストの適正な負担の在り方を整理するとともに、社会全体での公平な負担に向けた国民理解の醸成が不可欠であり、国の率先による国民理解を得る取り組みが重要。
- また、GX経済移行債による投資支援とカーボンプライシングは「支援と負担」の表裏一体の関係にあり、そのバランスに配慮した制度設計とすることが重要。
- カーボンプライシングによる負担の多くが発電事業者に対する特定事業者負担金によって賄われることとなった場合、GX経済移行債の支援対象には電気の需要家が利益を享受しないものも散見される等、「支援と負担のバランス」が十分に図られているとは言えないこととなる。

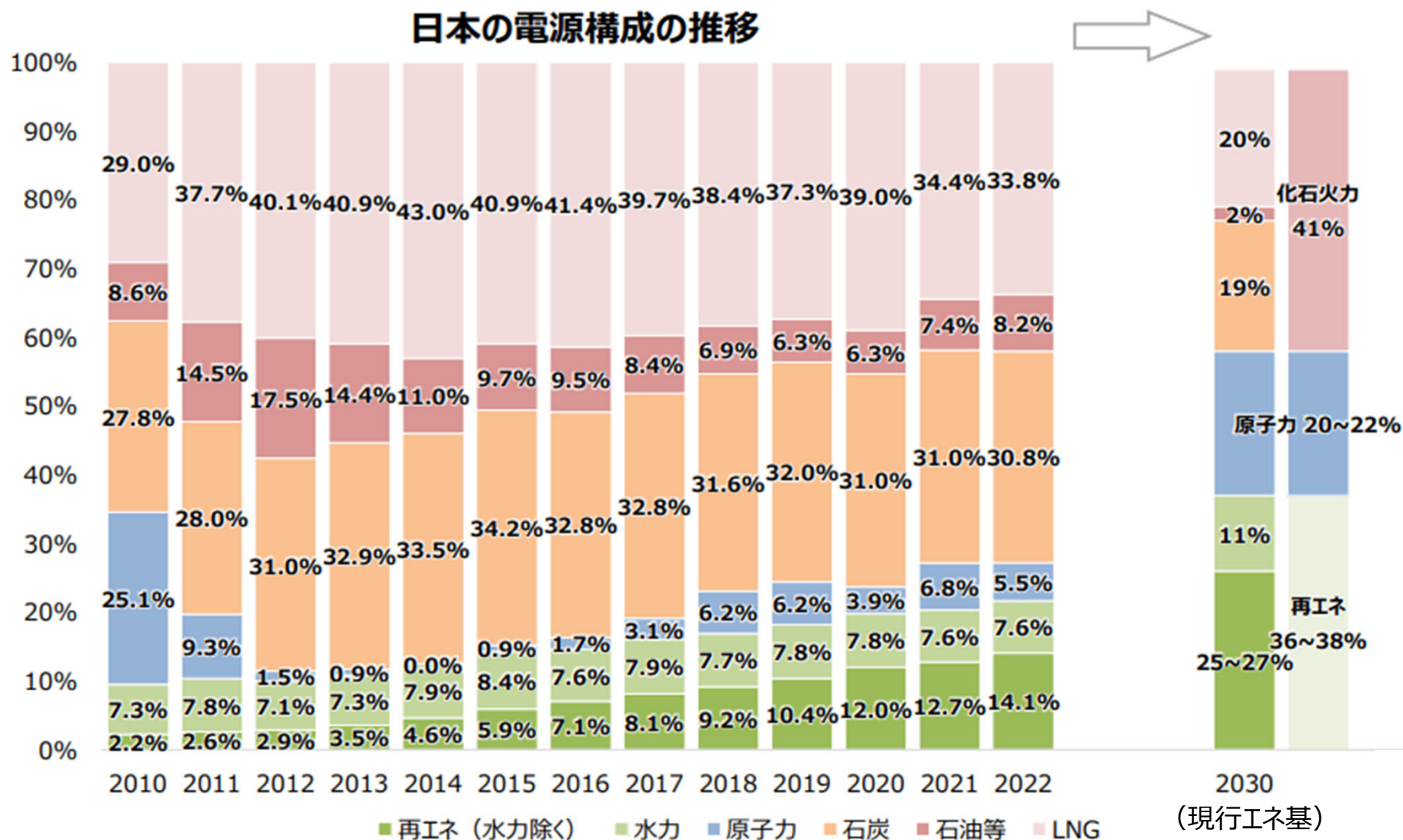


以降、参考資料

安定供給とエネルギー安全保障の重要性の明確化 電源構成の推移

35

- 現行エネ基（**2030エネルギーミックス**）の電源構成比率（**非化石電源59%、化石電源41%**）に対して、**足元実績**では、**非化石27%、化石73%**と乖離している状況。
- なお、震災前は、原子力の稼働により、非化石35%、化石65%。



太陽光発電の開発

● 主な案件

※ グループ会社や共同出資で取り組んでいる案件も含む
※ 出資案件についても設備容量全量で記載

会社	案件名	設備容量	備考
関西電力	コーポレートPPA向け発電所 （ヘリオスソーラー）	170MW	2029年度末までに運開予定
関西電力	コーポレートPPA向け発電所 （KDS太陽光）	最大150MW	2025年度末までに運開予定
沖縄電力	かりーるーふ（PV-TPO事業）	50MW	2030年度末までに運開予定
電源開発	北九州市響灘	30MW	2024年度 運開予定

風力発電の開発

● 主な案件

※ グループ会社や共同出資で取り組んでいる案件も含む
※ 出資案件についても設備容量全量で記載

会社	案件名	設備容量	備考
東京電力	長崎県における着床式洋上風力開発	420MW	2029年度 運開予定
東北電力	秋田県八峰町及び能代市沖洋上風力	375MW	2029年度 運開予定
東北電力・ 電源開発	秋田県男鹿市、潟上市及び秋田市沖 洋上風力	315MW	2028年度 運開予定
九州電力・ 電源開発	響灘洋上風力発電所	220MW	2025年度 運開予定
北海道電力	（仮称）清陵風力発電事業	最大189MW	未定

■ 陸上風力の開発に加え、再エネ海域利用法に基づき促進区域に指定された地域の洋上風力プロジェクトへの参画や、浮体式洋上風力の実証等に取り組んでいる会社もある。

地熱発電の開発

● 主な案件

※ グループ会社や共同出資で取り組んでいる案件も含む
※ 出資案件についても設備容量全量で記載

会社	案件名	設備容量	備考
東北電力	きじやま 木地山地熱発電所	14.9MW	2029年度 運開予定
東京電力	かたつむり山発電所	14.9MW	2026年度 運開予定
九州電力	霧島烏帽子岳バイナリー発電所	4.9MW	2026年度 運開予定

水力発電の開発

● 主な案件

※ グループ会社や共同出資で取り組んでいる案件も含む
※ 出資案件についても設備容量全量で記載

会社	案件名	設備容量	備考
東北電力	新上松沢発電所	9.4MW	2031年度 運開予定
中部電力	安倍川水力発電所	7.5MW	2024年度 運開予定
関西電力	新坂上発電所	4.3MW	2025年度 運開予定
東北電力	鳴瀬川発電所	2.3MW	2034年度 運開予定
四国電力	黒藤川水力発電所	1.9MW	2024年度 運開予定

電力各社における再エネ主力電源化に向けた取り組み（バイオマス）

バイオマス発電の開発

● 主な案件

※ グループ会社や共同出資で取り組んでいる案件も含む

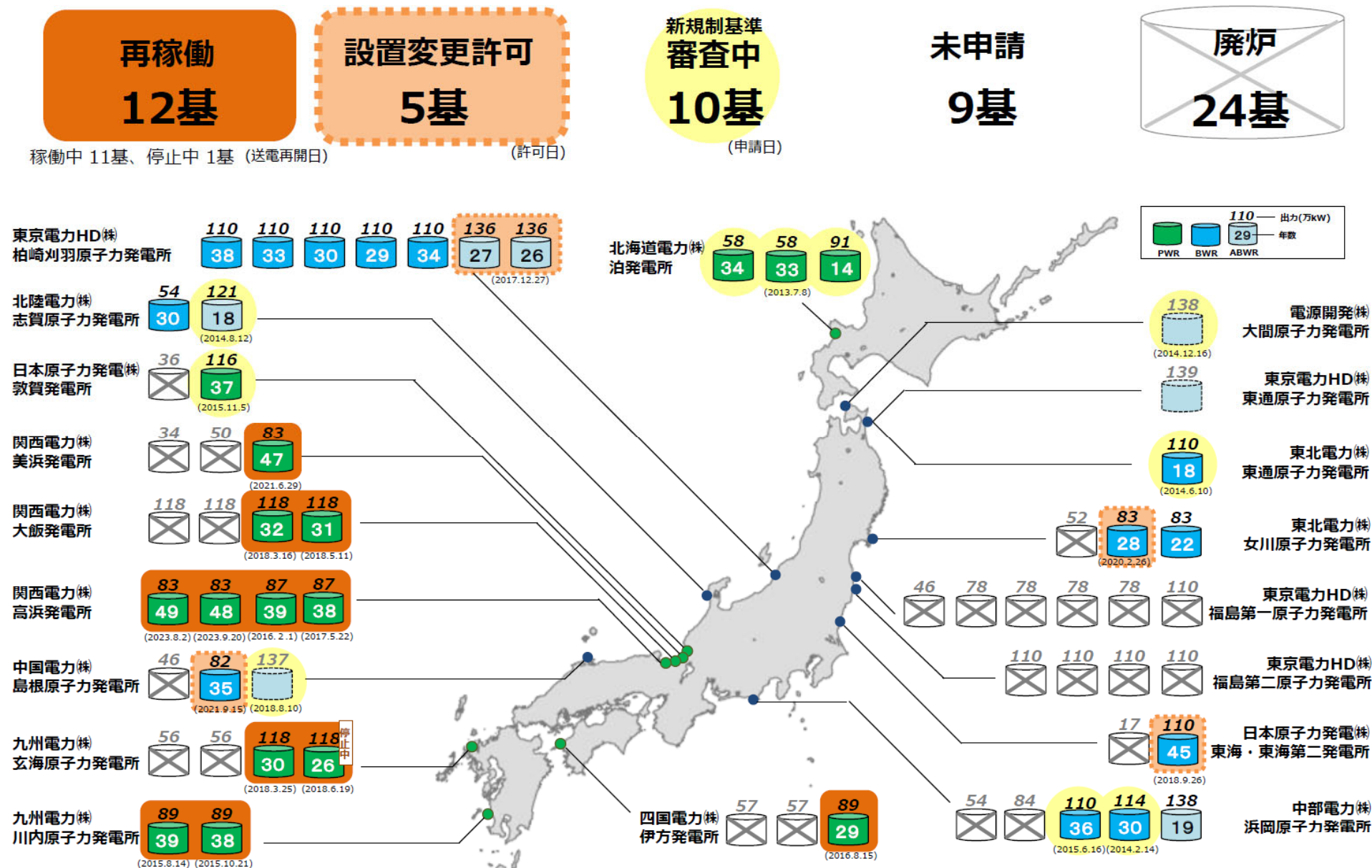
※ 出資案件についても設備容量全量で記載

会社	案件名	設備容量	備考
中部電力	田原バイオマス発電所	112MW	2025年度 運開予定
北陸電力	仙台港バイオマスパワー発電所	112MW	2025年度 運開予定
四国電力	坂出バイオマス発電所	74.9MW	2025年度 運開予定
東北電力	鳥海南バイオマス発電所	52.9MW	2024年度 運開予定
中部電力	福山バイオマス発電所	52.7MW	2025年度 運開予定

原子力発電 原子力発電所の状況

39

- 再稼働済の原子力発電所は、**12基／36基**（2024年8月現在）。



既設炉の最大限活用に向けて

- 原子力事業者としても、早期再稼働に向けた審査対応上の課題や、確実なプラント起動に向けた準備のため、「**再稼働加速タスクフォース**」を電事連に設置し、**業界大での取り組みを進めているところ。**

<再稼働加速タスクフォースの取り組み>

① 人的支援の充実

■ 業界大の機動的な人的支援の仕組みの構築と実践

審査課題を迅速に各社へ共有し、必要により業界大で機動的に支援する仕組みを構築。（審査資料のレビュー等の支援）

■ 先行電力の協力会社等による再稼働業務支援の拡大

電力間での人的支援を補完するため、先行電力の協力会社等を未再稼働電力に紹介。（先行協力会社が対応可能な業務として、設工認図書作成支援や安全対策請負工事などの実績を共有）

② 審査等の情報共有の強化

■ 後発の審査を加速するための最新審査情報等の共有

最新の審査情報を審査が本格化する電力会社と共有。設工認ヒアリングを他社が傍聴する仕組みを構築。

③ プラント立ち上げに向けた技術支援

■ 先行電力等による再稼働準備に向けた説明会

確実にプラント起動するため、再稼働全体計画や体制等に加え、長期停止を踏まえた系統浄化方法、水質管理など再稼働に至るまでの先行プラントの知見や教訓を未再稼働電力と共有。

- 既設炉は新規規制基準を踏まえた安全対策を講じ、順次再稼働を達成してきており、東京電力福島第一原子力発電所事故以前と比較して、安全性は高まっている。

＜従来の規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準
(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても
炉心損傷に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

＜新規規制基準＞

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮 (新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

(テロ対策) (シビアアクシデント対策)

強化又は新設

強化

- 地震の想定を引き上げ
引き上げ幅 最大420ガル
(例) 女川 580ガル→1000ガル
※東日本大震災時は567.5ガル
- 津波の想定を引き上げ
太平洋側：10m程度の引き上げ
その他地域：2～4m程度の引き上げ
(例) 女川13.6m→23.1m
海拔29mの防潮堤設置
※東日本大震災での津波は13m
- 非常用電源を強化
(例) 女川原子力発電所
電源車 0台→11台
ガスタービン発電機 0台→2台
蓄電池 8時間分→24時間分
- 注水冷却機能の多様化
(例) 女川原子力発電所
淡水貯水槽の設置
高圧代替注水設備の設置
大容量送水車の配備 等
- 発生した水素を除去する装置を導入
- 放射性物質の大気中への放出を抑制する装置 (フィルタベント設備) を導入



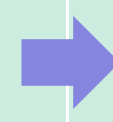
令和6年6月25日 総合資源エネルギー調査会 電力・ガス事業分科会 原子力小委員会資料より

安全対策前の炉心損傷頻度

安全対策後※²の炉心損傷頻度

再稼働済10基※¹の
原子力発電所平均

2.3×10^{-4} [／炉・年]
(約4,300炉・年に1回)



3.1×10^{-6} [／炉・年]
(約320,000炉・年に1回)

※¹：安全性向上評価において確率論的リスク評価結果を公開している美浜3号機、高浜3,4号機、大飯3,4号機、伊方3号機、川内1,2号機、玄海3,4号機の10基を対象とした。

※²：一部のプラントにおいては、特重施設を考慮した確率論的リスク評価 (PRA) が未評価であるため、特重施設によるリスク低減効果を考慮できていない炉心損傷頻度を用いて平均値を計算している。

革新軽水炉

現行炉のメカニズム・出力規模をベースに安全性を高めた炉



◆ 三菱重工業
(SRZ-1200)

○特長

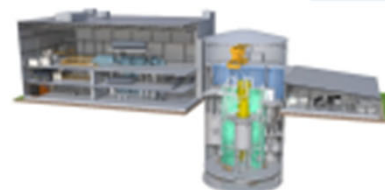
- ✓ 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- ✓ 受動安全システムや外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- ✓ シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による発電所外の影響低減

○課題

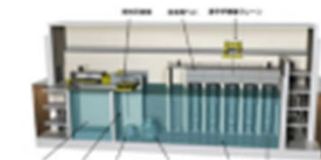
- ✓ 初期投資の負担
- ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク

SMR（小型モジュール炉）

現行炉と比べて小型の軽水炉



◆ GE日立（BWRX-300）



◆ NuScale（VOYGR）

○特長

- ✓ 炉心が小さく自然循環冷却
- ✓ 事故も小規模になる可能性
- ✓ 工期短縮・初期投資の抑制

○課題

- ✓ 小規模なため効率が低い（規模の経済性が小さい）
- ✓ 安全規制等の整備が必要

高速炉

冷却材にナトリウムを使用し、高速中性子を用いる炉



◆ 三菱重工業（実証炉）

○特長

- ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減
- ✓ 資源の有効利用

○課題

- ✓ ナトリウムの安定制御等の技術的課題
- ✓ 免震技術・燃料製造技術等の技術的課題

高温ガス炉

冷却材にヘリウムガスを使用し、高温の熱を得る炉



◆ 三菱重工業（実証炉）

○特長

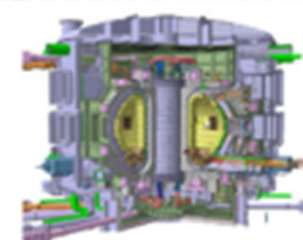
- ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- ✓ 高温耐性で炉心溶融なし
- ✓ 950℃の熱利用が可能（水素製造等に活用）

○課題

- ✓ エネルギー密度・経済性の向上
- ✓ 安定な被覆燃料の再処理等の技術的課題

核融合

核分裂反応ではなく、核融合反応から熱を得る炉



◆ ITER（実験炉）

○特長

- ✓ 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- ✓ 放射性廃棄物が非常に少ない

○課題

- ✓ プラズマの維持の困難性、主要機器の開発・設計（実用化には相応の時間が必要）
- ✓ エネルギー密度・経済性の向上

水素・アンモニアへの取組み

- 水素・アンモニア発電**については、**各社が技術開発プロジェクトへ参画**するとともに、保安・技術基準策定に向けた取組みも推進。

アンモニア発電に向けた実証試験※（JERA）

JERAはIHIとともに、大型の火力発電プラントにおいて、石炭をアンモニアへ転換する世界初の実証事業に着手。

（事業期間：2021年6月～2025年3月）

碧南火力発電所4号機（定格発電出力：100万kW）における燃料アンモニア転換実証試験を終了した。

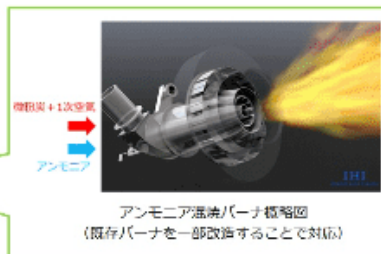
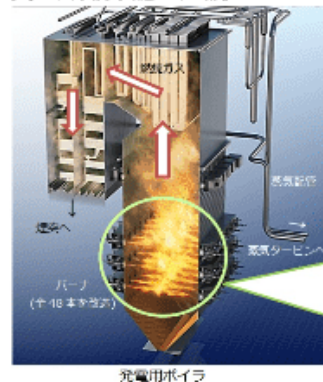
参考1：実証事業を行う碧南火力発電所（愛知県碧南市）



実証試験では、定格出力運転において20%転換を達成。転換前と比較して、NOxは同等以下、SOxは約20%の減少を確認。

温室効果の強いN2Oは検出されず、良好な結果が得られた。

参考2：ボイラおよび改造バーナの概略



（出典：JERA プレスリリース資料）

水素発電に向けた実証試験※（JERA）

国内の大型LNG火力発電所において、燃料のLNGの一部を水素に転換して発電し、運用特性や環境特性等の評価を行う。

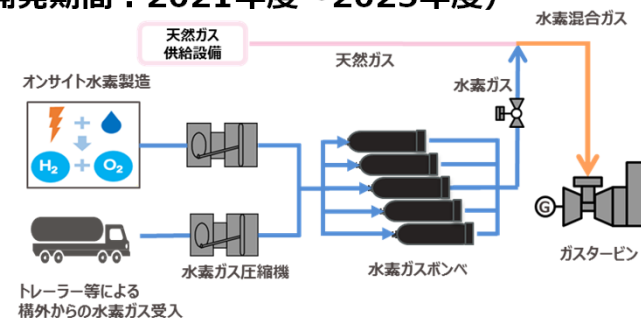
初期のFS結果を踏まえて、水素供給設備や水素とLNGを混合燃焼できる燃焼器をガスタービンに設置し、2025年度に体積比で約30%（熱量比で約10%相当）のLNGを水素に転換して発電することを目指す。（事業期間：2021年10月～2026年3月）

※NEDO助成事業にて実施

水素発電に向けた実証試験※（関西電力）

既設火力発電所に設置のガスタービン発電設備を活用した水素混焼発電実証を行い、水素発電の社会実装に資する運用技術の確立を目指す。

（研究開発期間：2021年度～2025年度）



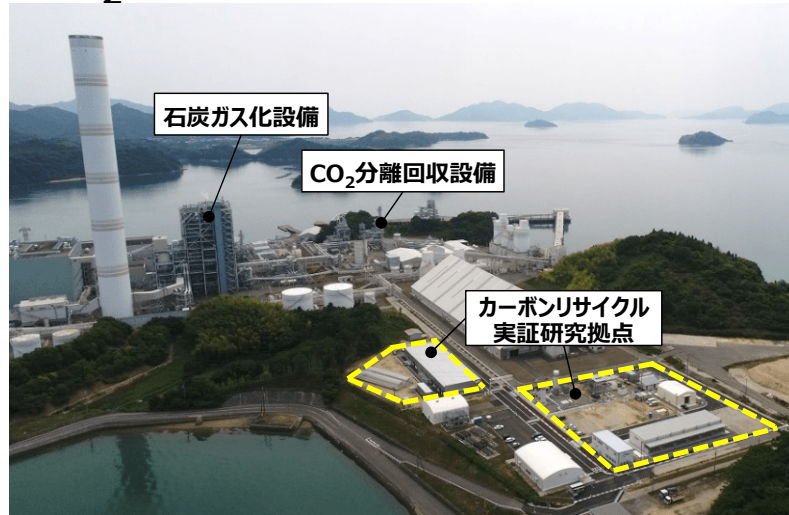
2021	2022	2023	2024	2025
	FSフェーズ	設計・製作フェーズ	設計・製作フェーズ	実証フェーズ
・実証での技術課題、工程等机上検討		・関連設備の詳細設計 ・機器の製作、据付、既設改造		・実証試験

※NEDO助成事業にて実施

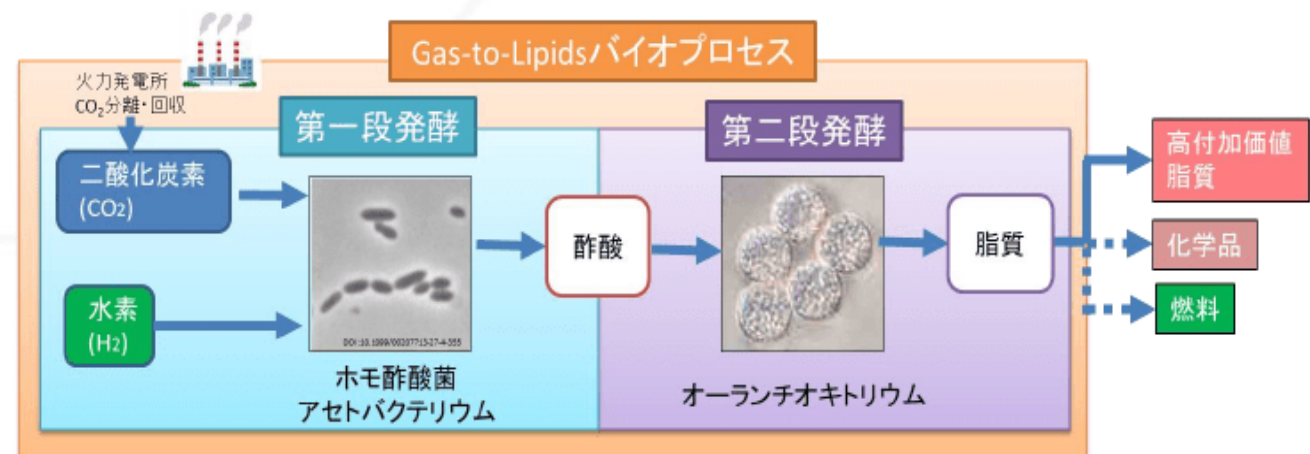
※NEDO助成事業にて実施

CCUSへの取組み

大崎上島におけるカーボンリサイクル技術の研究開発（電源開発、中国電力）

CO₂分離回収

- OCG(大崎クールジェン)プロジェクトにてCO₂液化までを視野に入れた物理吸収法+CO₂液化プロセスの最適システムを検討
- 回収されるCO₂の一部を液化・輸送し、有効利用するカーボンリサイクルの実証を実施
- 経済産業省は「カーボンリサイクル3Cイニシアティブ」を示し、大崎上島をカーボンリサイクル技術の実証研究拠点として整備
- OCGは、NEDOのCO₂有効利用拠点化推進事業として、拠点を整備、IGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）で分離回収したCO₂を供給
- 中国電力は、NEDOの研究拠点におけるCO₂有効利用技術開発・実証事業として、カーボンリサイクル技術開発（CO₂有効利用コンクリートおよびGas-to-Lipidsバイオプロセス）を実施

CO₂利用（カーボンリサイクル）微生物を用いたCO₂固定化技術

脱炭素化（水素・アンモニア発電／化石+CCUS）に向けた取組み（3）

水素・アンモニア、CCUSへの取組み

GENESIS松島計画（電源開発）

GENESIS※松島計画は、水素社会実現へのトランジション技術として既設の松島火力発電所2号機（出力50万kW）に新たにガス化設備を付加し、CO₂をはじめとする環境負荷を速やかに低減しつつ電力の安定供給を実現するもの。バイオマスやアンモニアを導入することにより、更なるCO₂削減の実現を目指す。本計画は、CCUSを組み合わせることによりCO₂フリー水素発電およびCO₂フリー水素の製造・供給を実現するというゴールに向けての第一歩である。

※GENESIS:Gasification ENergy Sustainable Integrated Systemの略。

【GENESIS計画の概要】

所在地：長崎県西海市

出力：50万kW級

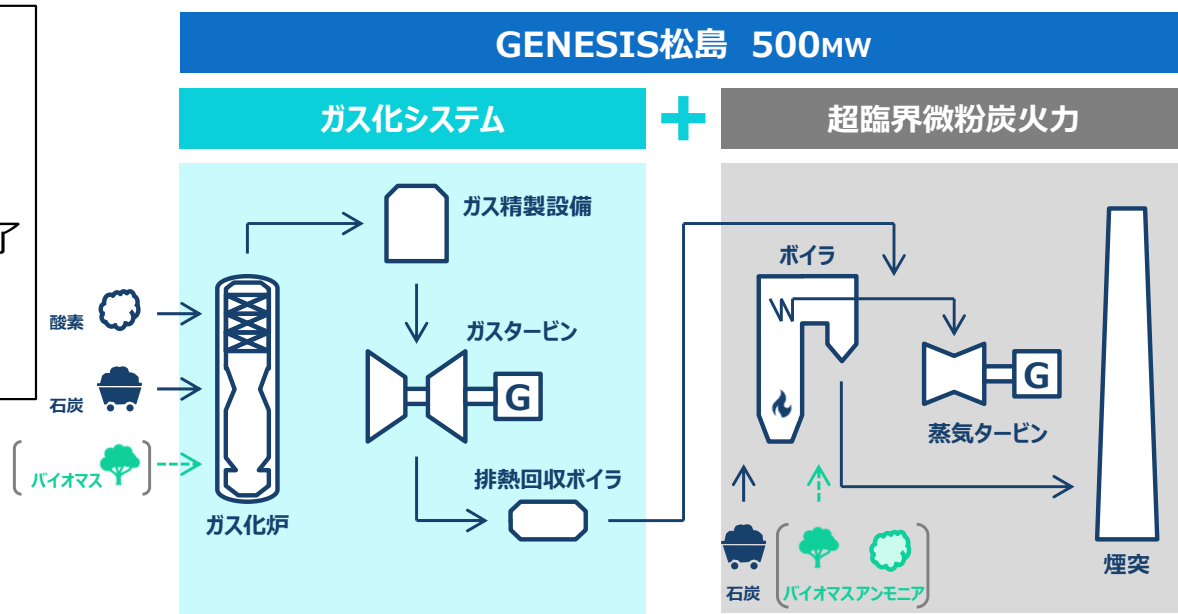
発電方式：ガスタービン及び汽力(複合発電方式)

環境影響評価等：環境影響評価方法書手続き完了

着工：2026年(予定)

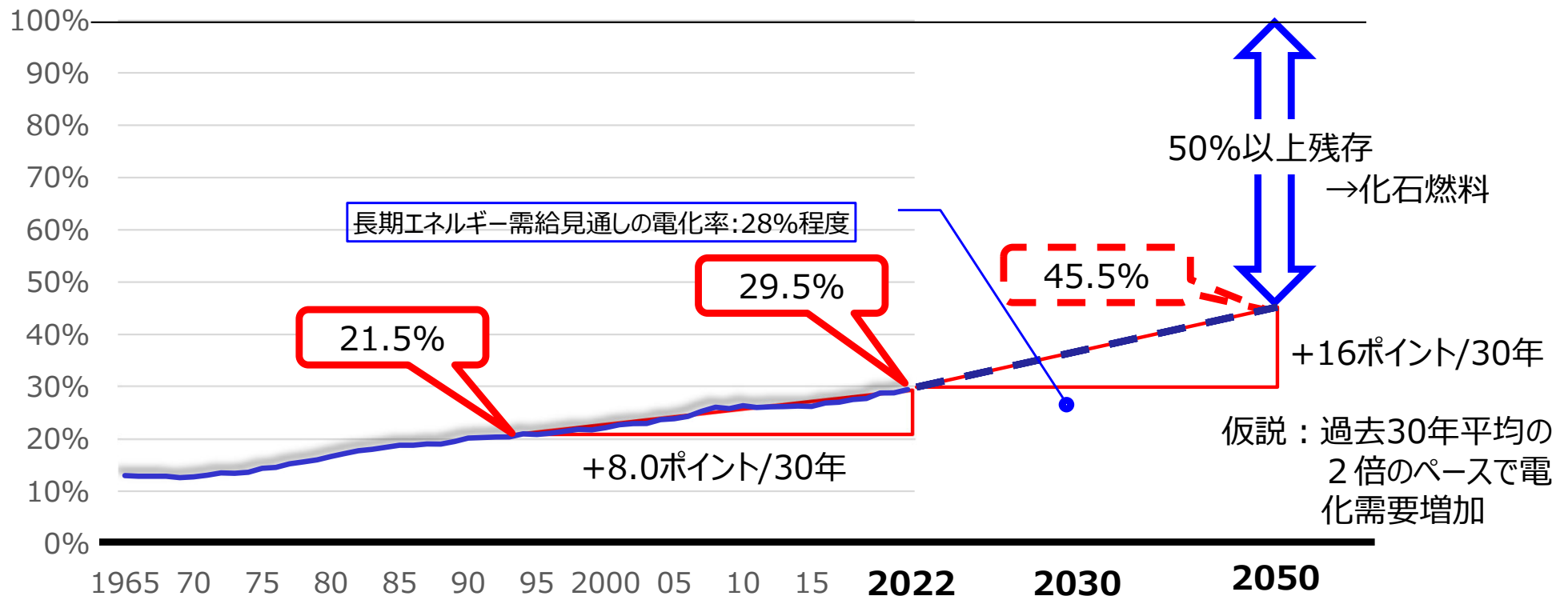
運転開始：2028年度(予定)

松島火力発電所(現在) 長崎県西海市



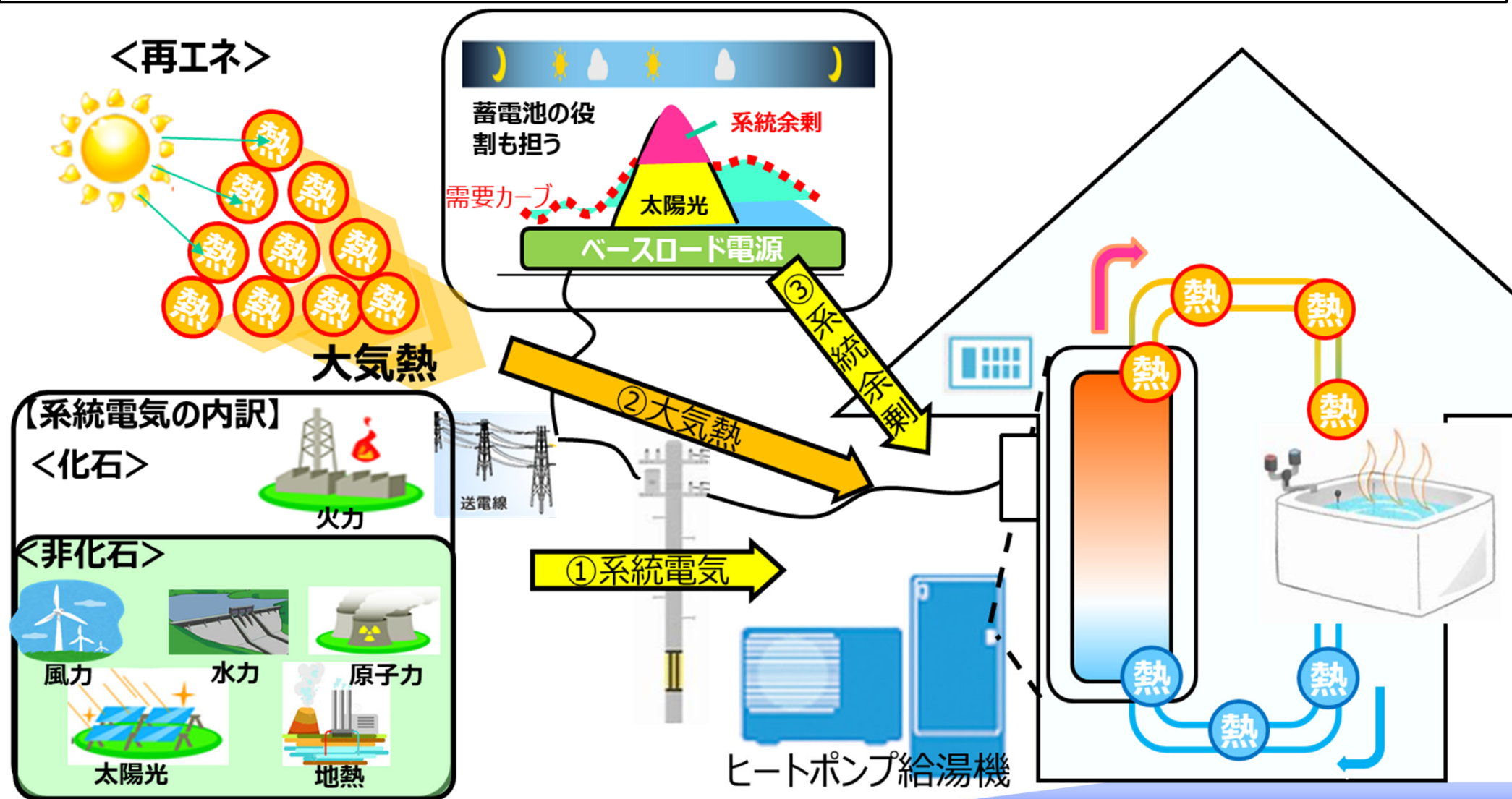
- 過去30年間で最終消費に占める電化率は8.0ポイント上昇したが、仮に今後、この2倍のペースで電化が進んだとしても2050年では46%(+16ポイント)であり、化石燃料が50%残存することとなる。
- そのため、既存の電化技術の実装を促進することが必要。

最終エネルギー消費に占める電力の割合（電化率）の推移・展望



出典：EDMC2024

- ヒートポンプ機器は、次のとおり再生可能エネルギーを最大限に活用。
 - ① 系統電力利用による非化石エネルギーを拡大（電化）
 - ② 化石燃料に替えて大気熱という再エネ熱を利用（再エネ利用量の拡大）
 - ③ 系統余剰時には需要シフトに貢献（DRによる再エネ有効活用）



- 家庭用、業務用、産業用のヒートポンプ機器の導入による電化の進展により、大幅なCO2排出量の削減効果が期待。
- 2050年カーボンニュートラル達成に向けて、普及拡大に向けた取組を加速化していく必要。

<ヒートポンプ機器の普及見通し> （一財）ヒートポンプ・蓄熱センターの公表資料に基づき電事連にて一部加筆

		2022年度 (推計)	2030年度 見通し	2035年度 見通し	2040年度 見通し	2050年度 見通し
家庭用 (給湯)	ストック台数 (万台)	747.2	1,900.4 (2.5倍)	2,714.1 (3.6倍)	3,299.7 (4.4倍)	3,651.1 (4.9倍)
業務用 (給湯)	ストック台数 (万台)	4.6	11.2 (2.4倍)	36.3 (7.9倍)	62.9 (13.7倍)	92.7 (20.2倍)
産業用 (加温)	ストック設備容量 (千kW)	350.1	5,613.4 (16.0倍)	22,793.5 (65.1倍)	60,465.0 (172.7倍)	102,497.7 (292.8倍)
CO2排出量の削減効果 (2020年度比、万トン-CO2/年)			1,999.7	3,987.1	6,710.4	10,459.2
エネルギー起源CO2排出量削減に占める寄与度 (対2020年度排出実績：9.67億トン※)			2%	4%	7%	11%

※2013年度のエネルギー起源CO2排出量は12.35億トン