

電気事業における2050年カーボンニュートラル 実現に向けた取り組みと課題について

2024年9月3日
電気事業連合会

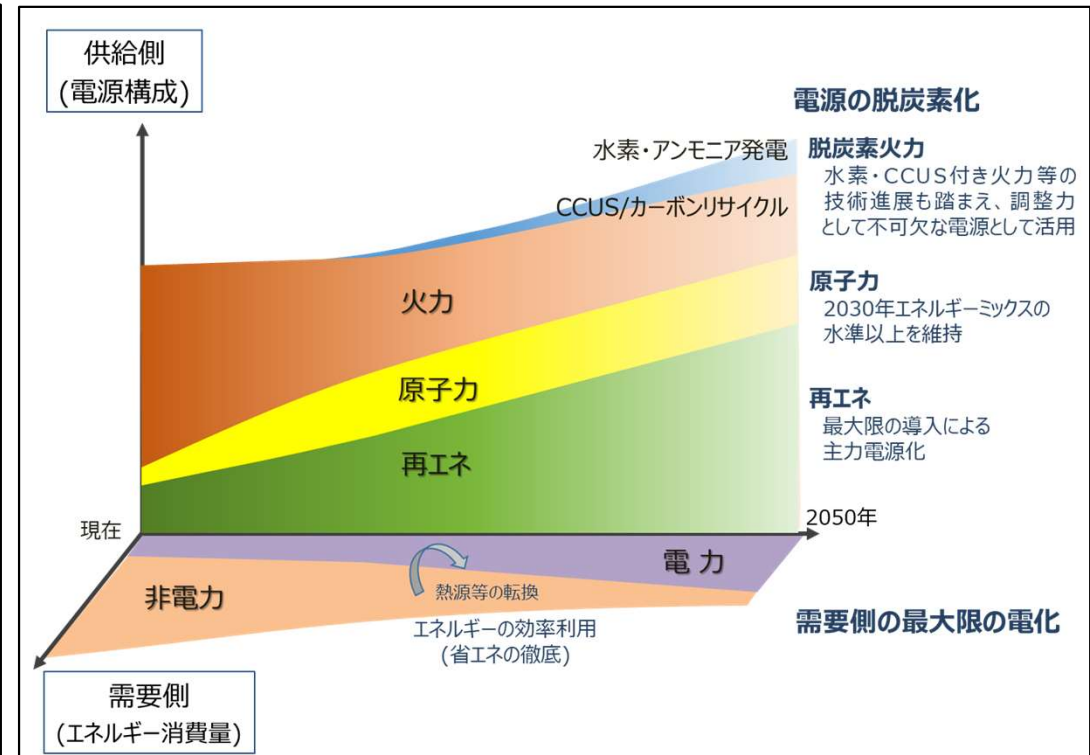
1. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた道筋とこれまでの取り組み
2. 電気事業における環境変化と脱炭素化に向けた課題
3. GX実現に向けた排出量取引制度の在り方

- 電気事業連合会は2021年5月、2050年カーボンニュートラルに向けた具体的取り組みのロードマップやアクションプランをまとめた「**2050年カーボンニュートラルの実現に向けて**」を発表。
- 電力業界は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「**S+3E**」の同時達成を前提に供給側における「**電源の脱炭素化**」と需要側における最大限の「**電化の推進**」の両面から、**積極的に挑戦していく所存。**

2050年カーボンニュートラル実現 に向けた基本的な考え

- 2050年カーボンニュートラルの実現は、非常にチャレンジングな目標です。その実現には、多くの課題や不確実性が存在し、**革新技术を創造するイノベーションが不可欠**です。
- カーボンニュートラルの実現に向けて、電力業界が担う役割は大きく、供給側における「**電源の脱炭素化**」のみならず、需要側における最大限の「**電化の推進**」による脱炭素化の両面からの取り組みが必要です。
- 従来よりエネルギーは、安全性(Safety)の確保を大前提に、安定供給(Energy Security)・経済性(Economic Efficiency)・環境保全(Environment)の「**S+3E**」の同時達成を追求することが最重要であり、**2050年カーボンニュートラルの実現に向けても変わらないものです。**
- わたしたちは、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、「**S+3E**」の同時達成を前提に、供給と需要の両面からの取り組み、革新的技術を生み出すイノベーション等を通じ、持てる技術と知恵を結集して、**業界全体で積極的に挑戦**していきます。

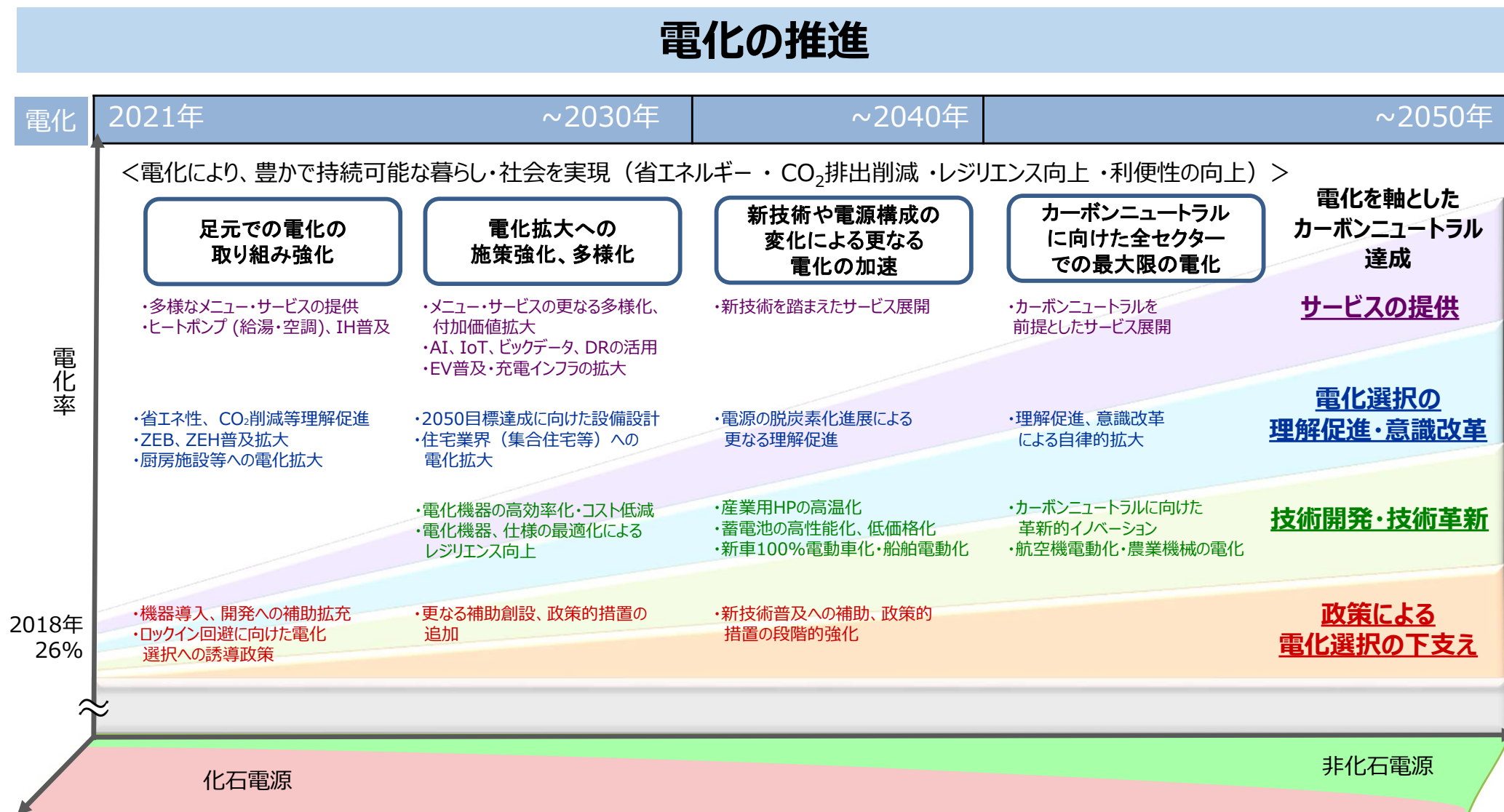
電源の脱炭素化、需要側の 最大限の電化のイメージ



電源の脱炭素化

	2021年	～2030年	～2040年	～2050年
再エネ	再エネの主力電源化に向けた電源開発			
原子力	早期再稼働 安全性向上	安全性を高めた既設炉の 最大限の活用	リプレース・新增設 (次世代軽水炉・SMRなど)	
	原子燃料サイクルの確立 廃止措置の円滑な推進		原子燃料サイクルの推進 廃棄物処理・処分の円滑な推進	
脱炭素 火力	取り組みのフェーズ： 開発 → 実証 → 導入拡大 → 自立商用			
水素・ アンモニア発電	石炭・GTCC混焼技術/ サプライチェーン開発	石炭・GTCC混焼技術/ サプライチェーン実証	設備導入・拡大 (混焼率拡大・専焼化含)	商用化
CCUS	CO ₂ 分離回収	実証	導入・拡大	商用化
	技術開発（物理吸収、膜分離等）	（要素技術 ⇒ 大規模化、低コスト化）		
カーボンリサイクル	CO ₂ 固定化技術（コンクリート製品等） 燃料化技術（藻類バイオ燃料等）他	実証	導入・拡大	商用化
社会 インフラ	CO ₂ 輸送・貯留	CO ₂ 輸送・貯留インフラの整備		

※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。



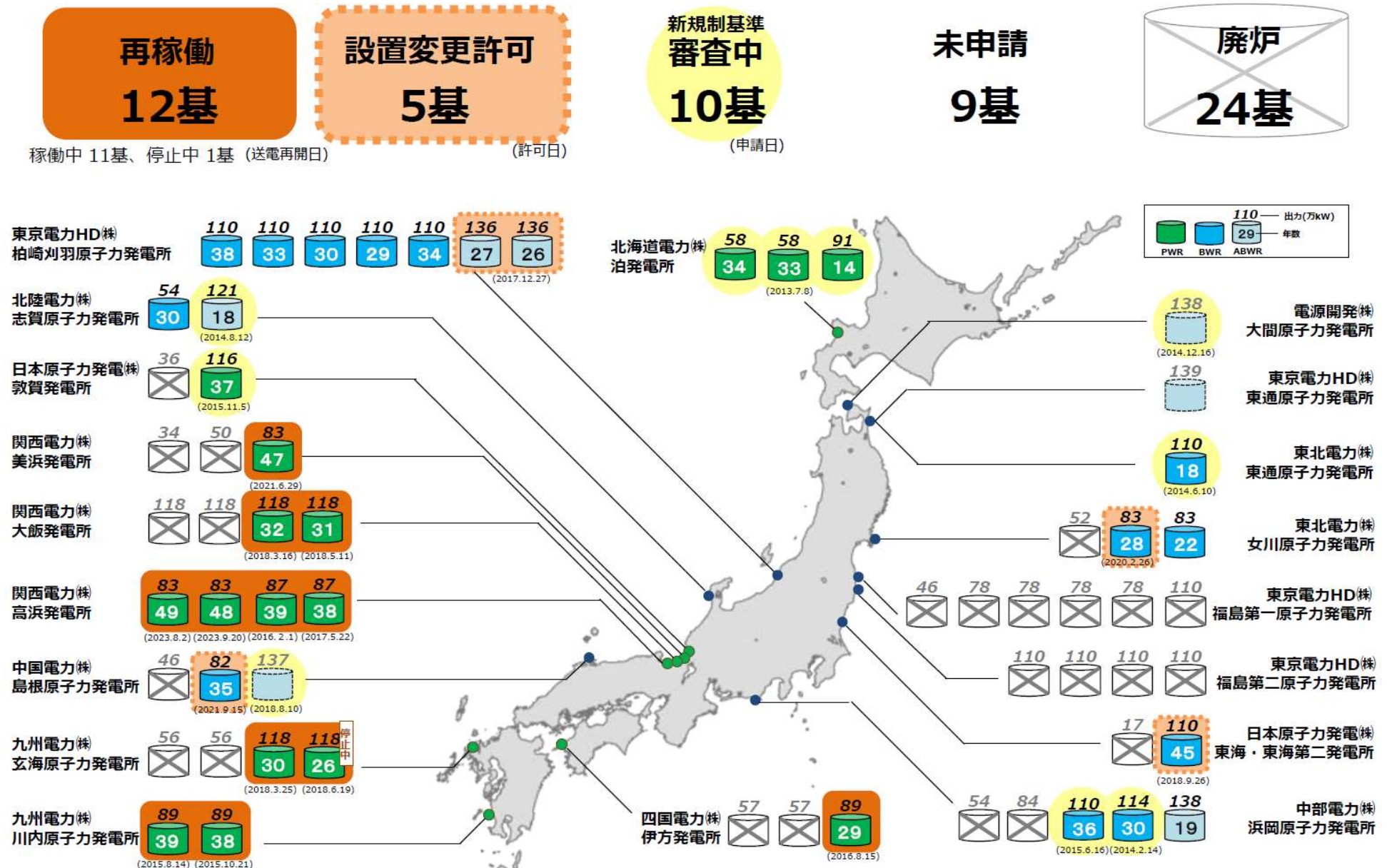
※ ロードマップは、S+3Eの同時達成が満たされることが前提であり 国の温暖化対策・エネルギー政策や技術開発の進捗状況に応じて適宜見直します。

○ 電力各社は再エネ開発目標を設定し、主力電源化に向けた取り組みを推進。

※目標水準はグループ会社を含む国内外での設備容量

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 <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

○ 再稼働済の原子力発電所は、12基／36基（2024年8月現在）。



- 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。

水素・アンモニアへの取り組み

- **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り組みも推進。

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：ボイラおよび改造ボイラの概略



（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。

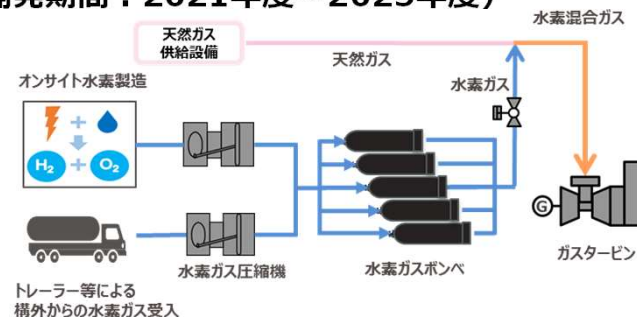
初期のFS結果を踏まえて、水素供給設備や水素とLNGを混合燃焼できる燃焼器をガスタービンに設置し、2025年度に体積比で約30%（熱量比で約10%相当）のLNGを水素に転換して発電することを目指す。（事業期間：2021年10月～2026年3月）

※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

CCUSへの取り組み

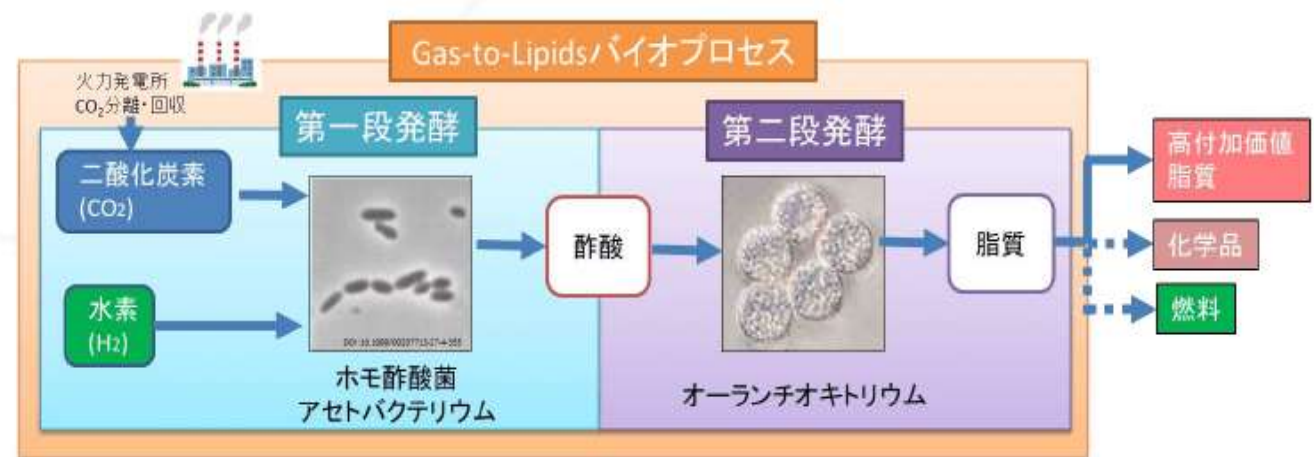
大崎上島におけるカーボンリサイクル技術の研究開発（電源開発，中国電力）

CO₂分離回収



- OCG(大崎クールジエン)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

水素・アンモニア、CCUSへの取り組み

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

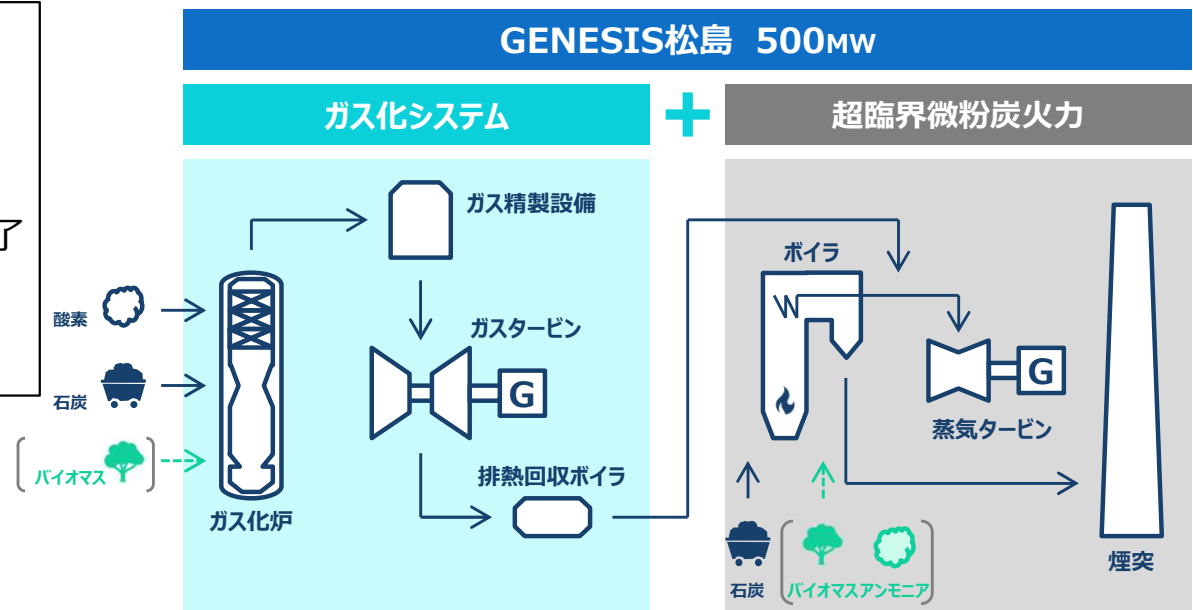
発電方式：ガスタービン及び汽力(複合発電方式)

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

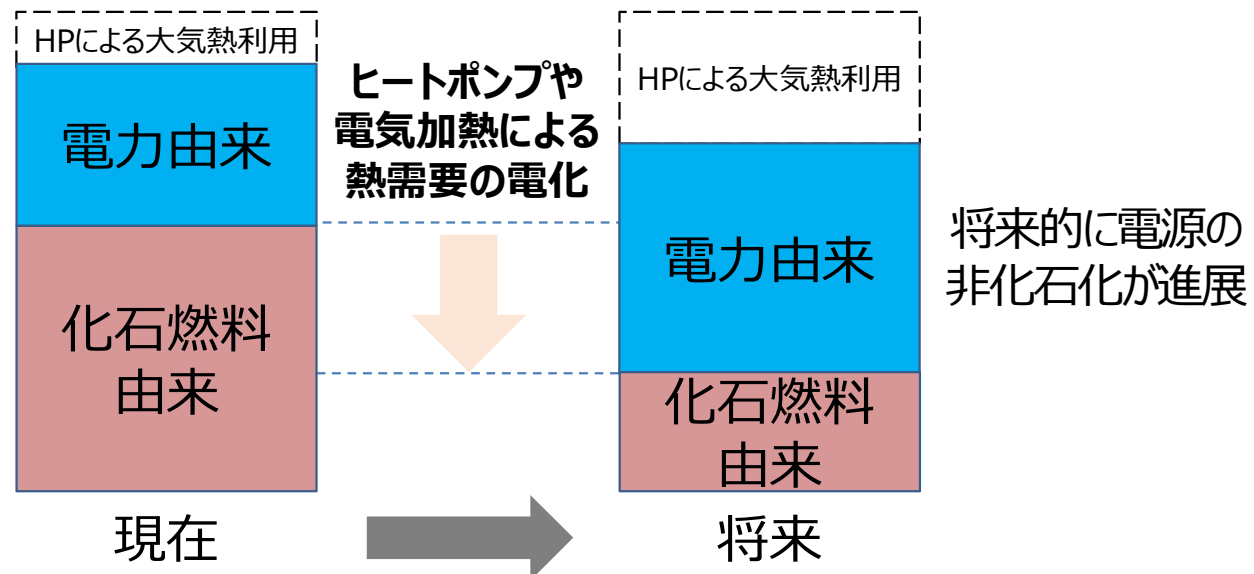


○ 電事連として、ヒートポンプ等の普及拡大の後押しに繋がるよう、下記取り組みを推進。

<取り組み事例>

- ヒートポンプ等の認知度向上に向けた広報活動
- ヒートポンプのDR活用に向けた小売電気事業者への働きかけ
(DRready勉強会等での議論含む)
- ヒートポンプ・蓄熱センター、日本エレクトロヒートセンター、日本冷凍空調工業会およびメーカーと連携したヒートポンプ・蓄熱システムおよびエレクトロヒートシステムの普及に関する取り組みの推進
- ヒートポンプ等の普及拡大に向けた政策当局への働きかけ

【熱需要の電化のイメージ】

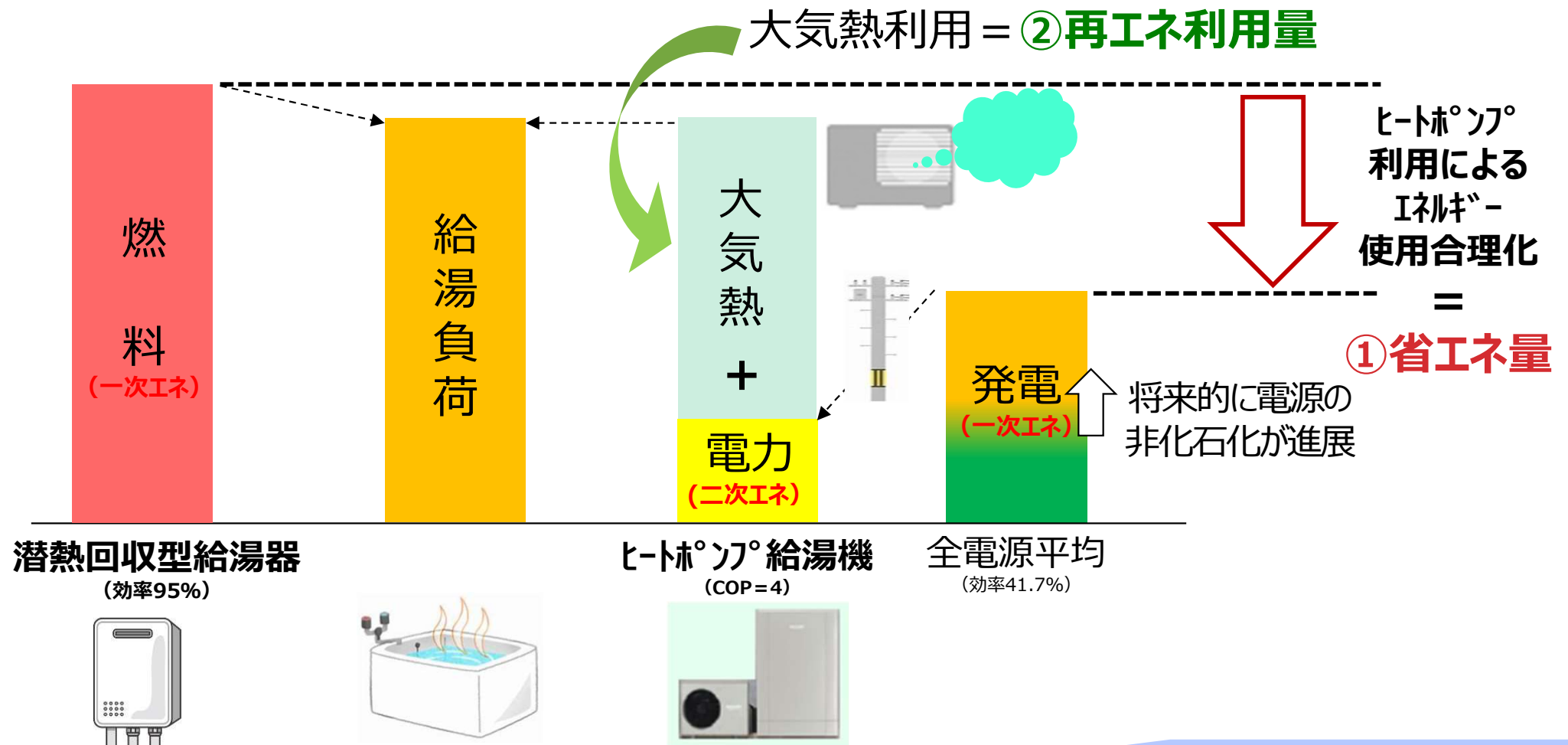


※将来の省エネの進展についてはイメージ図に反映していない

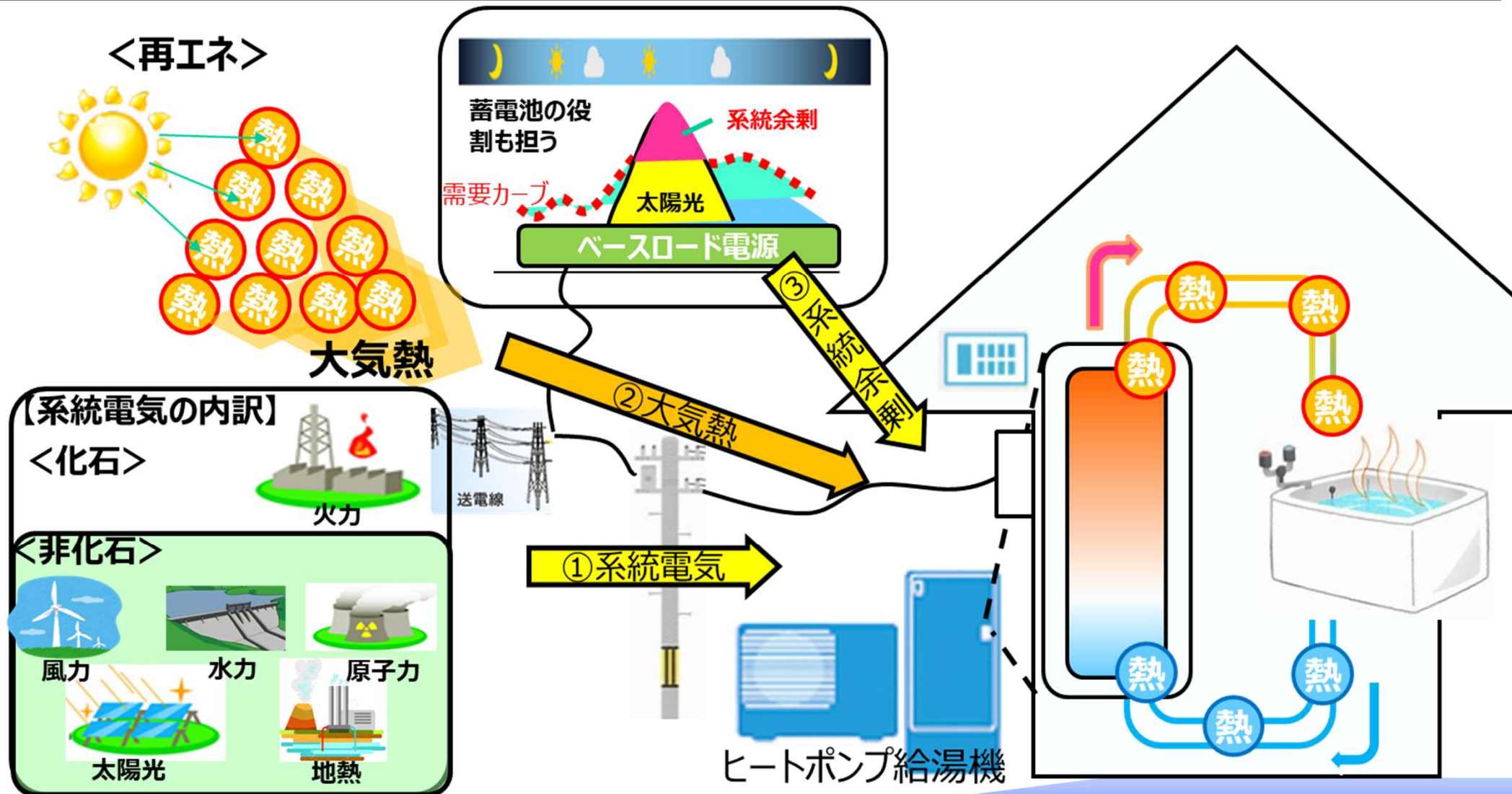
○ ヒートポンプは、電気への熱源転換によって、エネルギーの使用の合理化（＝省エネ）に資する技術であり、かつ、大気熱を利用する再エネ利用技術であると言える。

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



- 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）



- ※電気事業低炭素社会協議会参画企業合計(2022年度末時点)



Created with mapchart.net

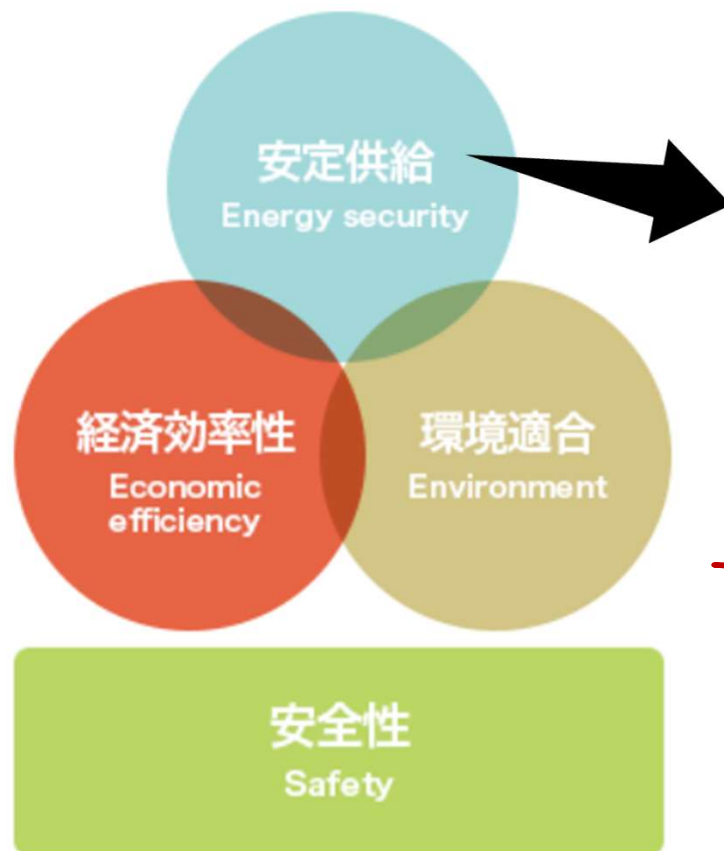
電気事業低炭素社会協議会「電気事業における地球温暖化対策の取組み」より

1. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた道筋とこれまでの取り組み
2. 電気事業における環境変化と脱炭素化に向けた課題
3. GX実現に向けた排出量取引制度の在り方

- 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。



■ 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・・・

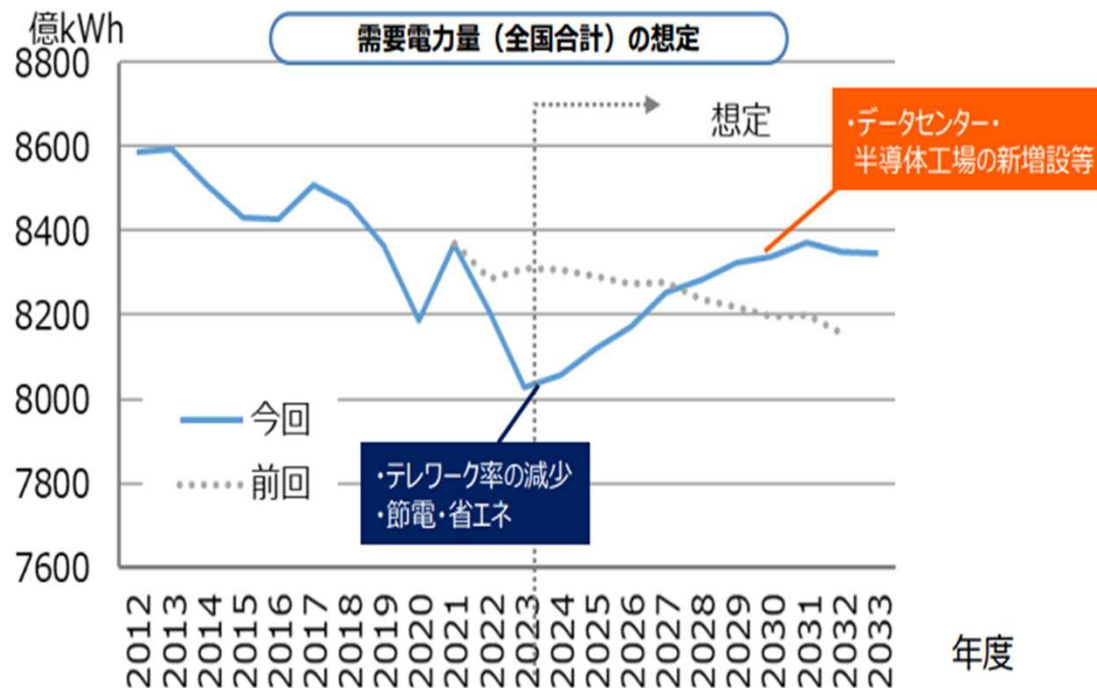
■ 問題の所在

安定供給が毀損＝「供給力不足」「燃料調達の不確実性増大」

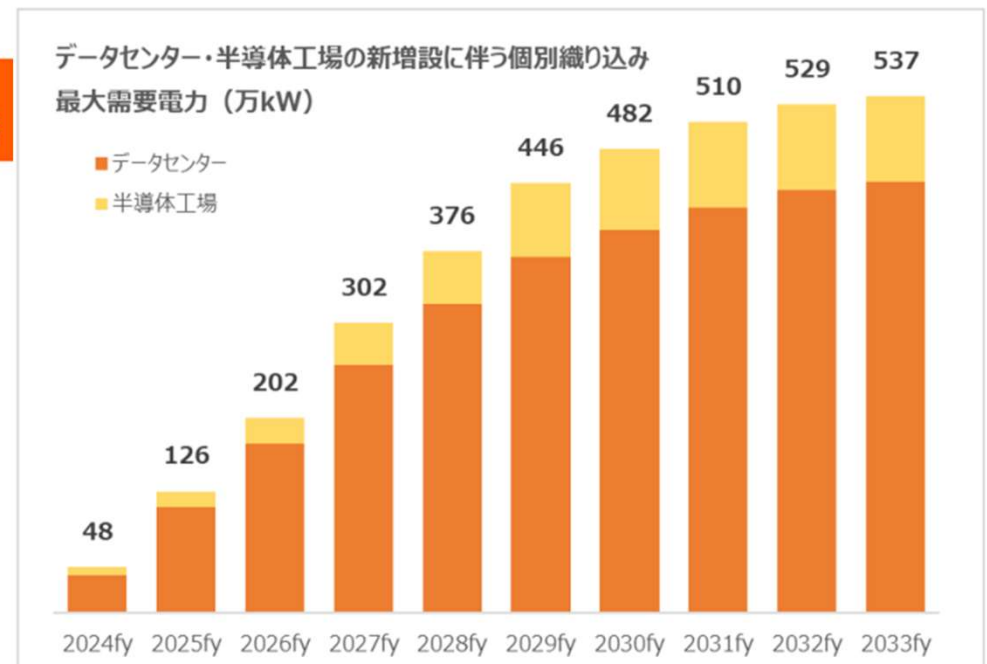
- 2050年カーボンニュートラルに向けた電化の進展や、デジタル化への対応等も踏まえると、**将来の電力需要は伸びていく可能性**が高い。
- それらも念頭においた**蓋然性の高い需要想定を前提に、脱炭素技術の進展や脱炭素電源開発のリードタイムなども踏まえつつ、将来にわたり供給力を確保し続けるため、計画的に脱炭素電源投資を進めていく必要。**

■ 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）>



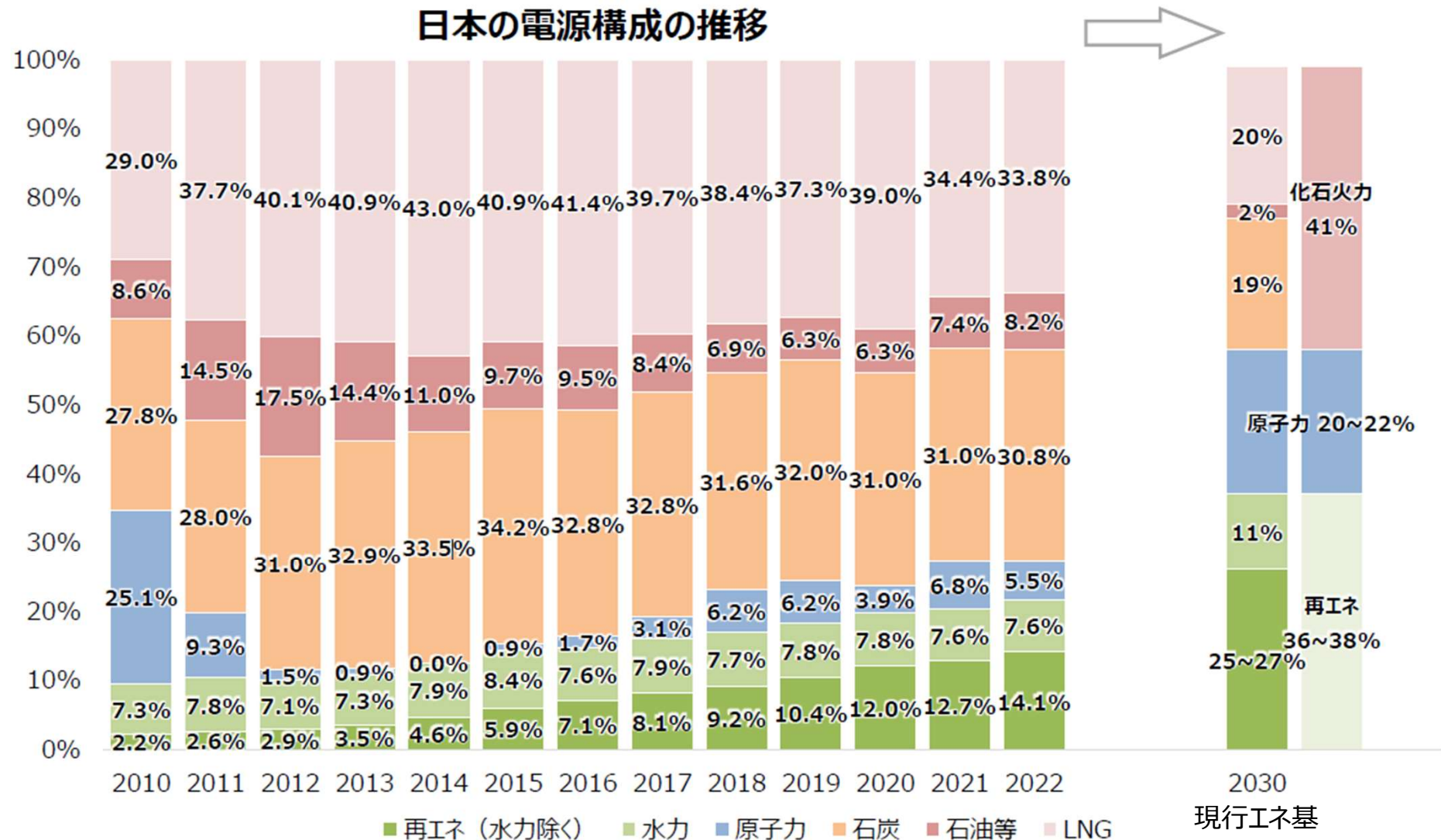
<左図のうちデータセンター・半導体工場新増設影響>



電力広域的運営推進機関HP「2024年度 全国及び供給区域ごとの需要想定について」より

【参考】電源構成の推移

- 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%。



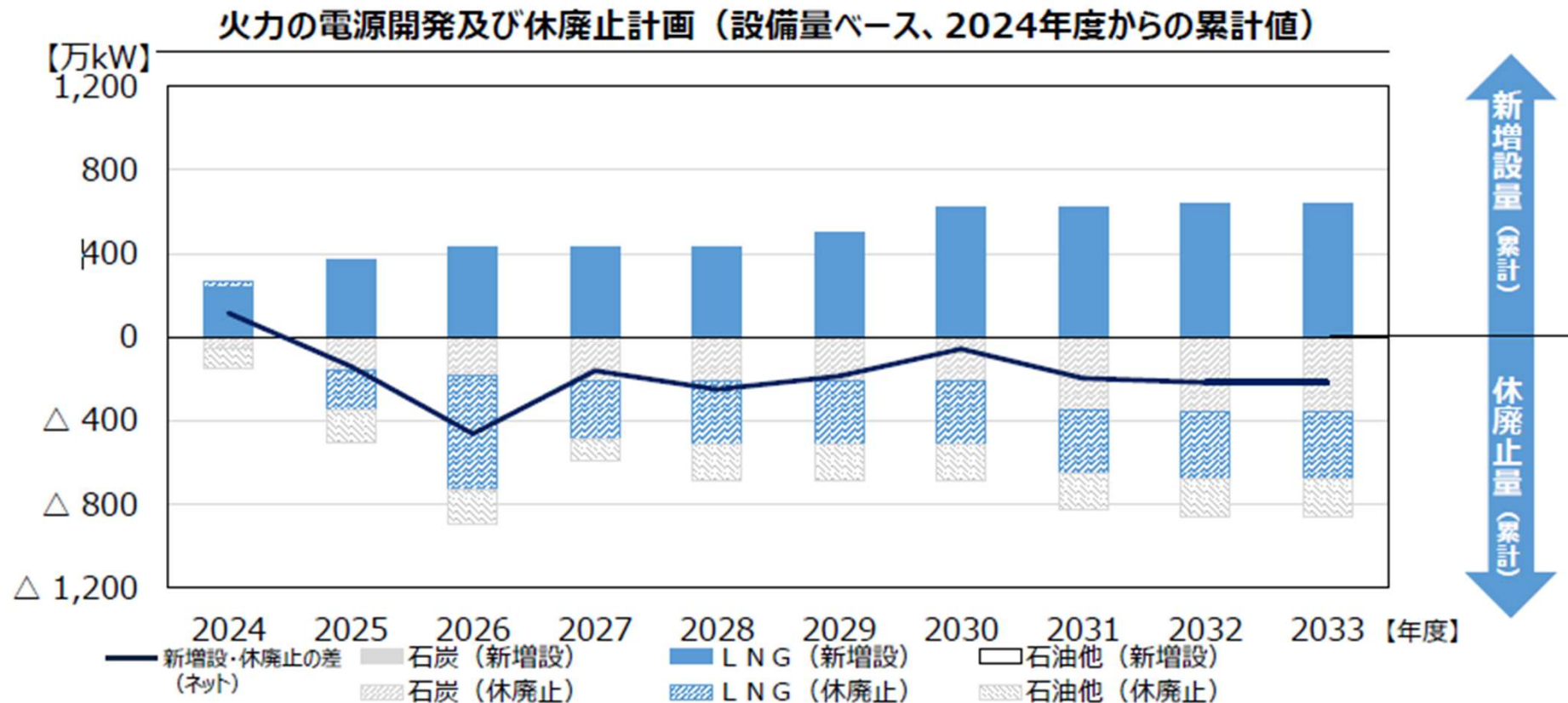
- **電源の建設**には、**十数年単位のリードタイムが必要**なため、事業者が適切に投資判断できるための環境整備、全体の需給構造の把握が求められている。

■ 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

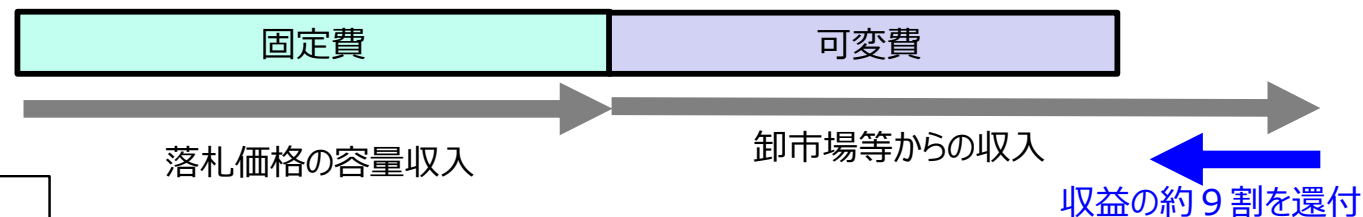


- 足元では、再エネ出力変動の補完による稼働率低下や、卸電力価格のボラティリティ上昇により投資回収予見性が低下し、特に火力発電については、休廃止が進むとともに新規投資に課題があり、供給力不足が顕在化。
- **脱炭素化を進めるにあたり、電源の新規投資促進においては投資回収予見性が重要であり、その確保に向けた制度措置の構築が必要。**そのうえで、円滑なファイナンスが可能となる資金調達環境整備も必要不可欠。

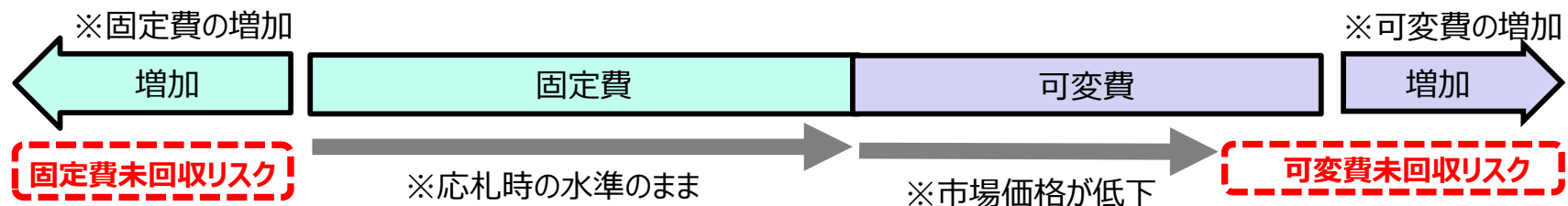


- 脱炭素電源への投資を促進するため長期脱炭素電源オークションが導入され、一部の電源については投資判断が可能となった。
- 但し、落札後の**固定費の上振れ等については投資回収予見性が十分でないこと**や、運開後に容量確保金が支払われる仕組みであり、**建設期間中に先行して発生するキャッシュ負担が大きいこと**、全電源種一律に事業報酬が設定されており、**電源種毎のリスクが反映されていない**といった課題があり、**電源種によっては不十分な仕組み**となっている。

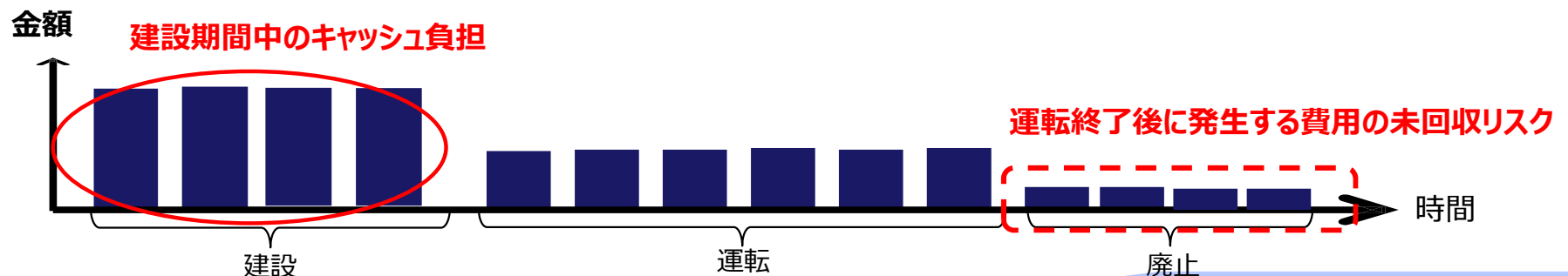
オークションを活用した場合の収入構造



費用回収面での課題



キャッシュアウトイメージ



全電源種一律の事業報酬率（税引前WACC5%）

各電源の課題

火力の 脱炭素化

- 火力発電の脱炭素化に向けては、相当規模の投資・コスト負担を要することに加え、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

再エネ

- 安定供給への影響
出力変動に対する調整力確保や電力系統における慣性力や同期化力低下への対応が必要。
- 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
適地不足や地域偏在等の地理的制約や、安全・防災面等に係る地域の懸念の高まり等。

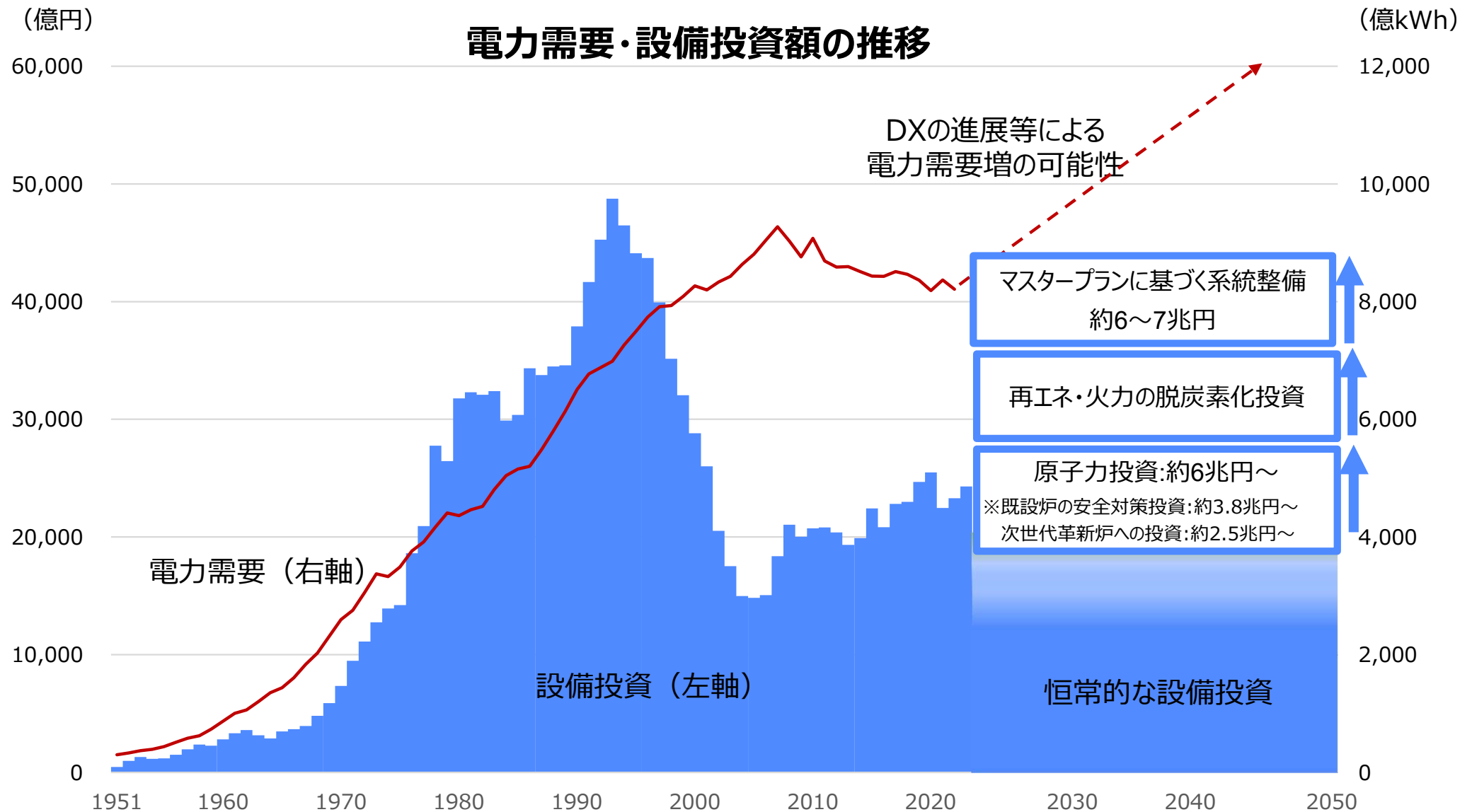
原子力

- 既設炉の最大限活用、次世代革新炉の開発・建設に向けては、サプライチェーンの維持、バックエンド事業の不確実性や原子力賠償の無限責任の不確実性に加え、長期にわたる資金調達の確保などが課題

共通

- 投資・コスト回収予見性および事業収益性の確保
- 資金調達環境の悪化

- 今後の電力需要増や2050年カーボンニュートラルへの対応を踏まえると、再エネや火力の脱炭素化に向けた投資だけでなく、原子力への投資、マスタープランに基づく系統整備など、極めて多額の投資が必要となる。



（備考）電力需要は10社の流通対応需要実績、設備投資は沖縄を除く9社の実績

1. 2050年カーボンニュートラル実現に向けた道筋とこれまでの取り組み
2. 電気事業における環境変化と脱炭素化に向けた課題
3. **GX実現に向けた排出量取引制度の在り方**

-
- 金額
- GX経済移行債
- 将来財源
- 化石燃料賦課金開始
- 特定事業者負担金開始
(有償オークション)
- 投資促進
- 150兆円超のGX投資の実現
- 投資促進
- 投資規模 (BAU)
- 2022 2026 2028 2032 2033 時間軸
- 化石燃料賦課金 + 特定事業者負担金で
2050年までに償還終了

有償オークション導入（第3フェーズ）

GX-ETS第2フェーズにおいて、成長志向型の排出量取引制度とするためには、以下の点を踏まえた制度設計が重要。

□ 脱炭素化への移行（トランジション）に対する考慮

- ・GX実現や、今後の電力需要増加に向けた供給力の確保のため、脱炭素電源の拡大に向けた投資を推進していく必要。
- ・脱炭素電源開発のリードタイムや脱炭素技術の開発の時間軸を踏まえれば、トランジション期においては、一定規模の既存火力発電も活用しながら安定供給を確保し、我が国の経済と国民の皆さまの暮らしを支えていく必要。

⇒ トランジションに要する時間軸を意識した排出削減目標の設定

社会全体のGX推進を支える観点から、安定供給の確保を前提に電源の脱炭素化を進める後押しとなるような適切な目標水準の設定が不可欠。

□ 事業・投資の予見性確保

- ・脱炭素電源の拡大に向けては、排出量取引制度による事業活動への影響への予見性や、投資の予見性が確保されることが必要。

⇒ 第3フェーズを見据えた制度設計

第2-3フェーズ間で制度骨格に大幅な変更が伴い、制度の予見性が損なわれないよう第2フェーズの制度検討を行う必要。

⇒ 取引価格の上限・下限価格の導入

取引価格の上限・下限価格の導入に加え、その水準については、投資の予見性の観点だけではなく、我が国の経済と国民の皆さまの暮らしへの影響の観点も踏まえて設定することが重要

□ 電化の推進と統合的なカーボンプライシングの制度設計

GXに伴うコストについては、国民の皆さま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るところ、GX経済移行債の償還財源として導入されるカーボンプライシングのうち、特定事業者負担金は発電事業者のみが対象。カーボンニュートラル実現に必要な電化が推進されGX実現につながる適切な負担水準となるような制度設計が必要。

【カーボンプライシングの試算】

カーボンプライシング	2050年頃のCO ₂ 単価（円/t-CO ₂ ）	累積歳入（兆円）
化石燃料賦課金	2,069~6,094	6.1~7.8
特定事業者負担金	12,400~19,078	12.2~13.9

日本エネルギー経済研究所「20兆円の歳入を生むカーボンプライス」より

□ GXに伴う追加負担に対する理解の醸成

GXはエネルギーや経済の姿を変え、我々の暮らしを変える大変革であり、GXを通じて国民の皆さまが受ける利益と追加的な負担に対して、国が率先して国民の皆さまの理解の醸成を図っていくことが不可欠。

□ 既存政策との関係整理

電気事業には高度化法に基づく非化石電源比率義務や省エネ法火力発電効率ベンチマーク指標等、カーボンプライシングと効果・目的が重複する既存制度が存在。全体の整合性が取れるよう、カーボンプライシングと既存制度の関係整理が必要。