



Energy Transformation



エネルギートランスフォーメーション 実現の「鍵」

電力中央研究所 EX研究本部

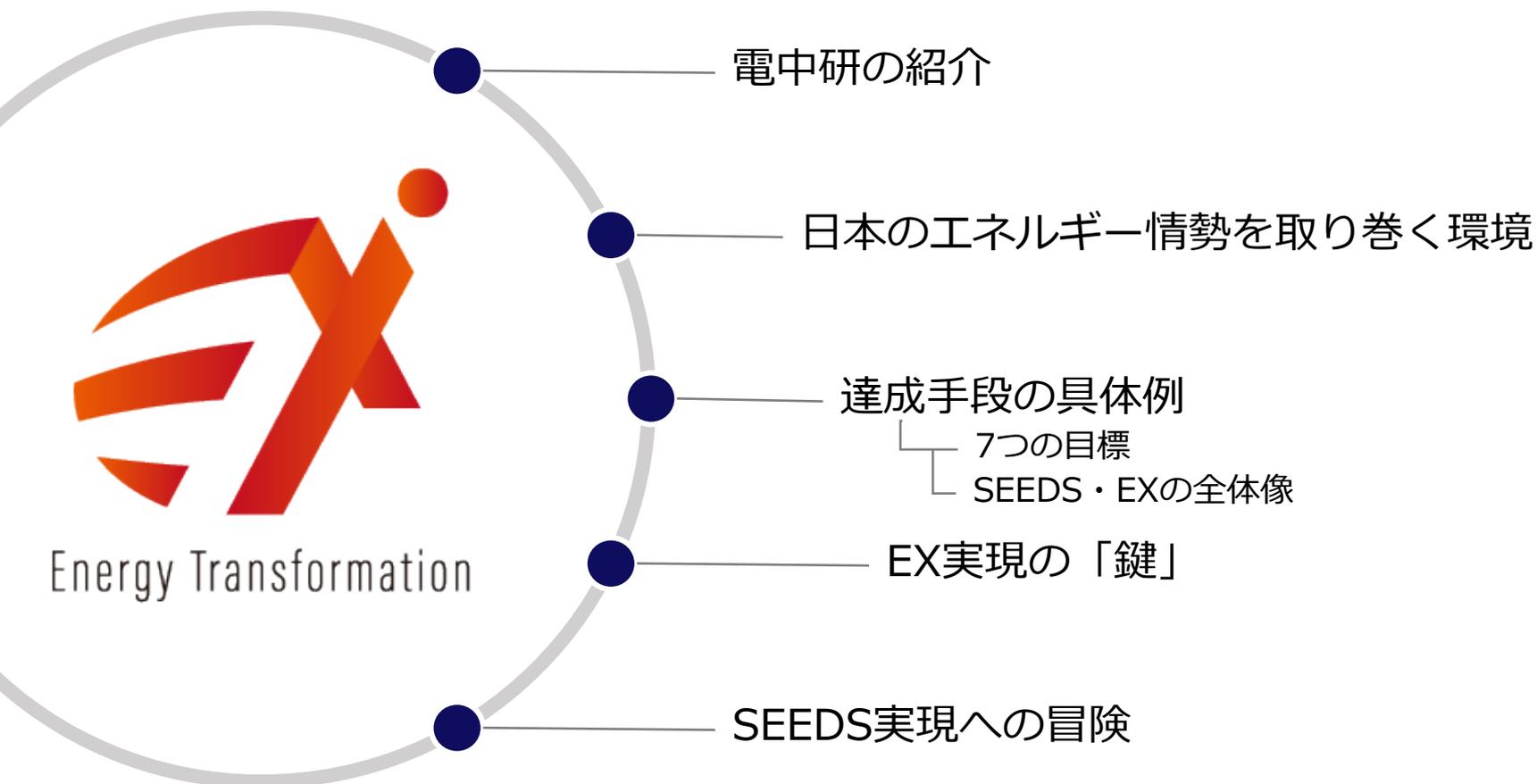
研究本部長 植田 伸幸

ENEX2023 第47回地球環境とエネルギーの調和展 基調講演

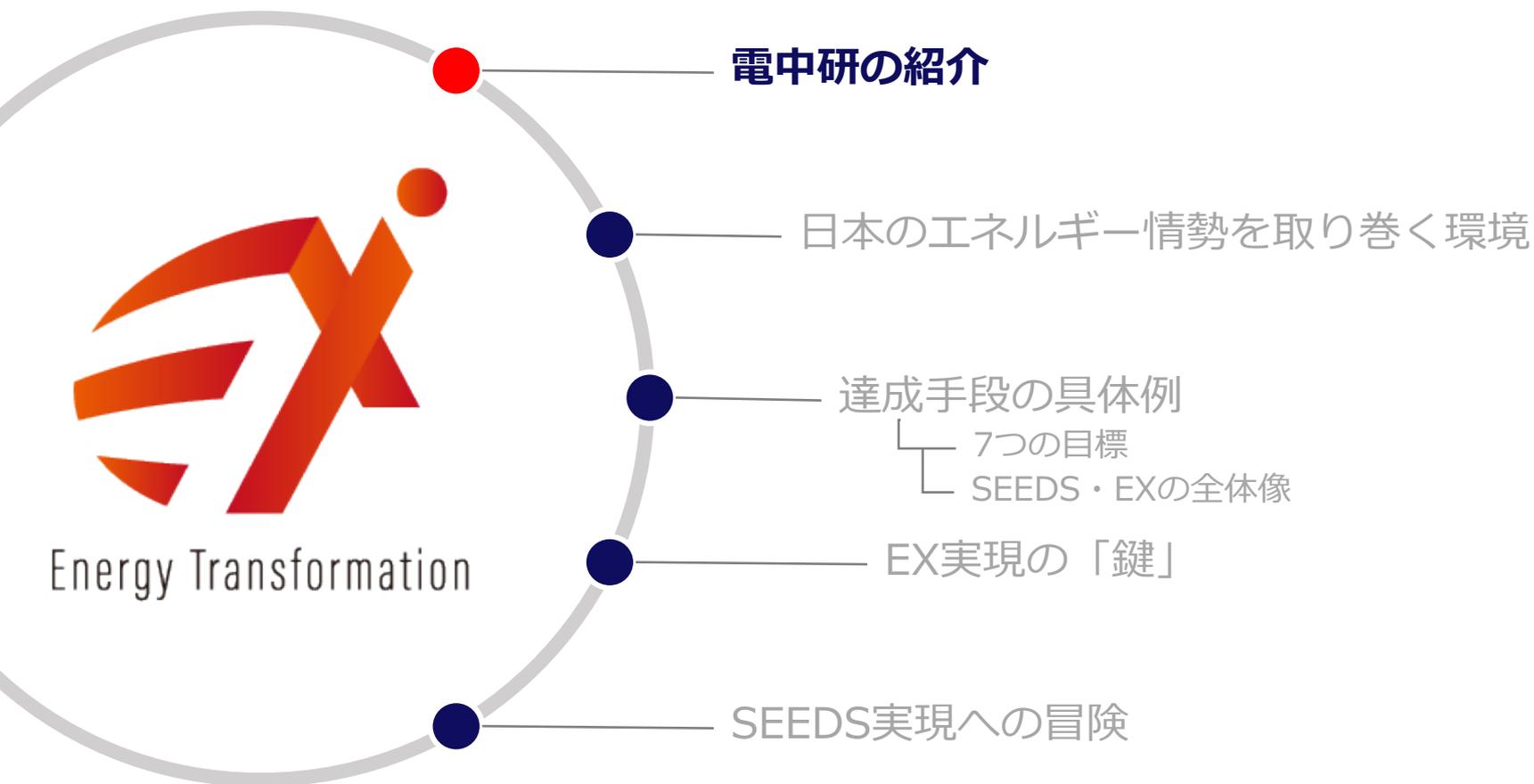
2023年2月2日

 電力中央研究所

本日の内容



本日の内容



自己紹介

植田 伸幸 (うえだ のぶゆき)

一般財団法人電力中央研究所 常務理事
エネルギートランスフォーメーション研究本部長

経 歴

- 1988年 東京大学大学院 工学系研究科 原子力工学専攻
博士課程後期修了(工学博士)
- 1988年 財団法人 電力中央研究所入所
- 2005年 原子力技術研究所 新型炉領域リーダー
- 2012年 原子力技術研究所長
- 2016年 業務執行理事
- 2021年 現職

専 門

原子炉安全設計、原子炉安全評価



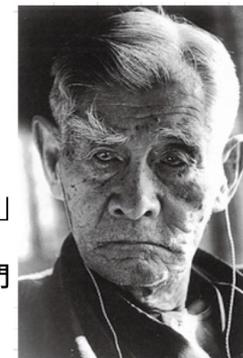
一般財団法人電力中央研究所の概要

■ 事業目的

電気事業の運営に必要な電力技術及び経済に関する研究、調査、試験及びその総合調整を行い、もって技術水準の向上を図り、電気事業一般業務の能率化に寄与すること。

「産業研究は知徳の練磨であり、もって社会に貢献すべきであると悟った。」

電力中央研究所創設者 松永安左工門



松永安左工門 (1875~1971)

■ 沿革

- 1951年 電力技術研究所設立
- 1952年 電力中央研究所に改称
- 2012年 一般財団法人へ移行

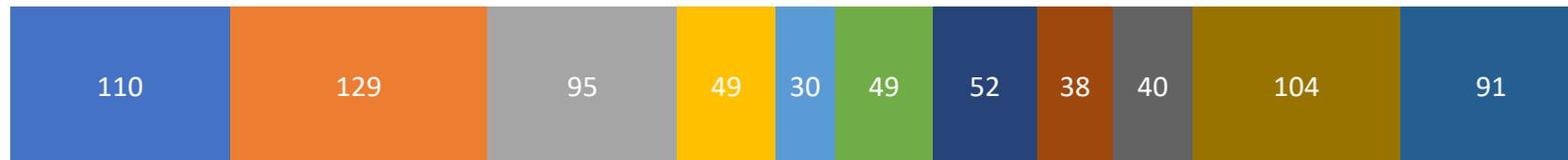
■ 活動分野



■ 事業規模 (2021年度)

決算：299億円
 要員：787人 (研696人、事91人)
 博士号取得者数：405人

■ 専門分野別要員数



■ 電気 ■ 土木・建築 ■ 機械 ■ 化学 ■ 生物 ■ 原子力 ■ 環境 ■ 情報・通信 ■ 経済・社会 ■ 研究支援・管理 ■ 事務

研究組織

エネルギー変換・貯蔵技術の開発、原子力発電所の長期運転と革新軽水炉開発、ゼロエミッション火力の実現等に向けた研究・開発

エネルギー変換・貯蔵技術の開発、原子力発電所の長期運転と革新軽水炉開発、ゼロエミッション火力の実現等に向けた研究・開発

革新的なエネルギー変換・貯蔵技術の開発、原子力発電所の長期運転と革新軽水炉開発、ゼロエミッション火力の実現等に向けた研究・開発

再生可能エネルギーの導入拡大と安定供給確保を両立する新たな広域系統や地域エネルギー需給基盤の構築、電化推進に寄与する研究・開発

再生可能エネルギーの導入拡大と安定供給確保を両立する新たな広域系統や地域エネルギー需給基盤の構築、電化推進に寄与する研究・開発

再生可能エネルギーの導入拡大と安定供給確保を両立する新たな広域系統や地域エネルギー需給基盤の構築、電化推進に寄与する研究・開発



電力設備の効果的な防災・運用・保全によるレジリエンス強化、放射性廃棄物処分や放射線安全等に関する研究・開発

電力設備の効果的な防災・運用・保全によるレジリエンス強化、放射性廃棄物処分や放射線安全等に関する研究・開発

電力設備の効果的な防災・運用・保全によるレジリエンス強化、放射性廃棄物処分や放射線安全等に関する研究・開発



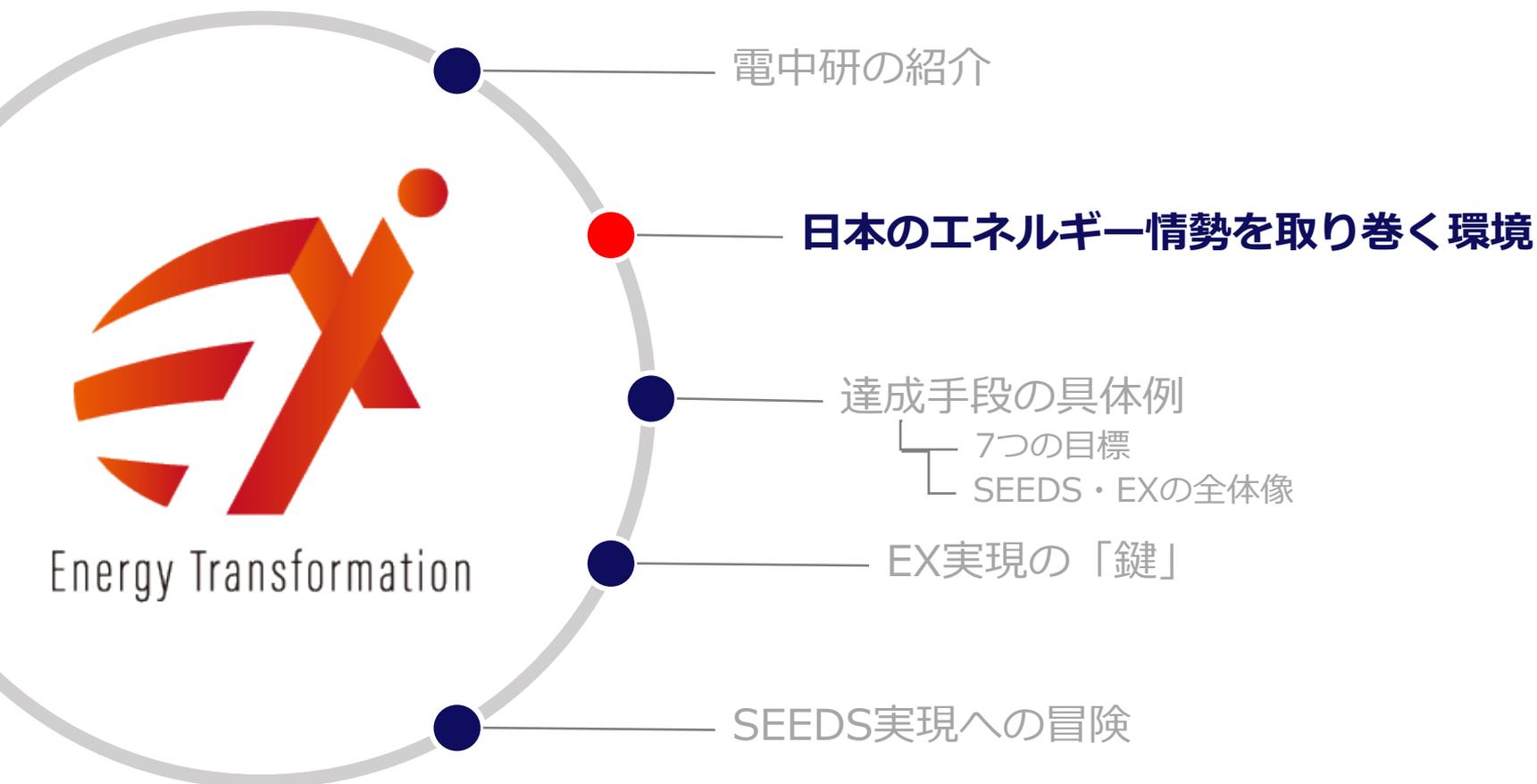
社会経済研究所

社会経済やエネルギー需給、電気事業経営などの研究・調査・分析

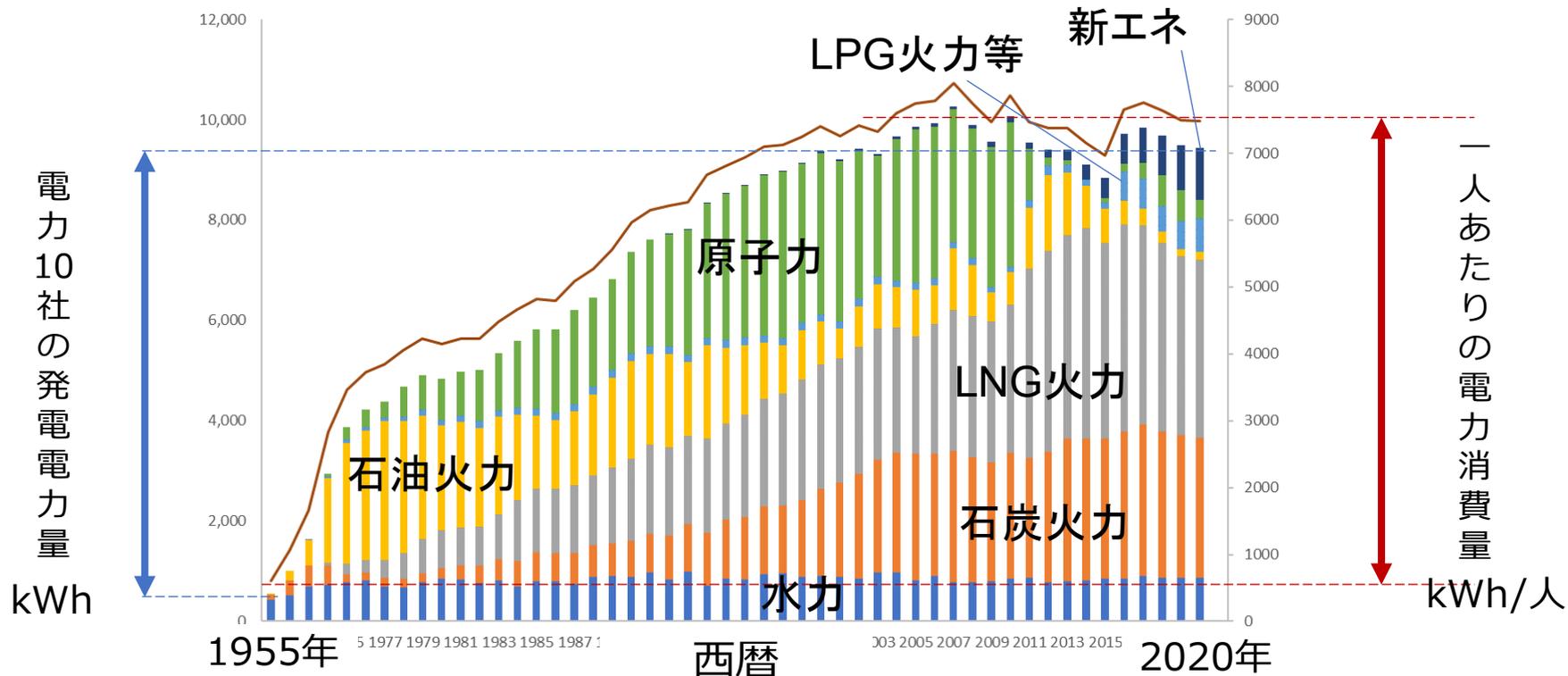
原子力リスク研究センター

確率論的リスク評価（PRA）、リスク情報を活用した意思決定（RIDM）等の研究・手法開発と活用支援

本日の内容



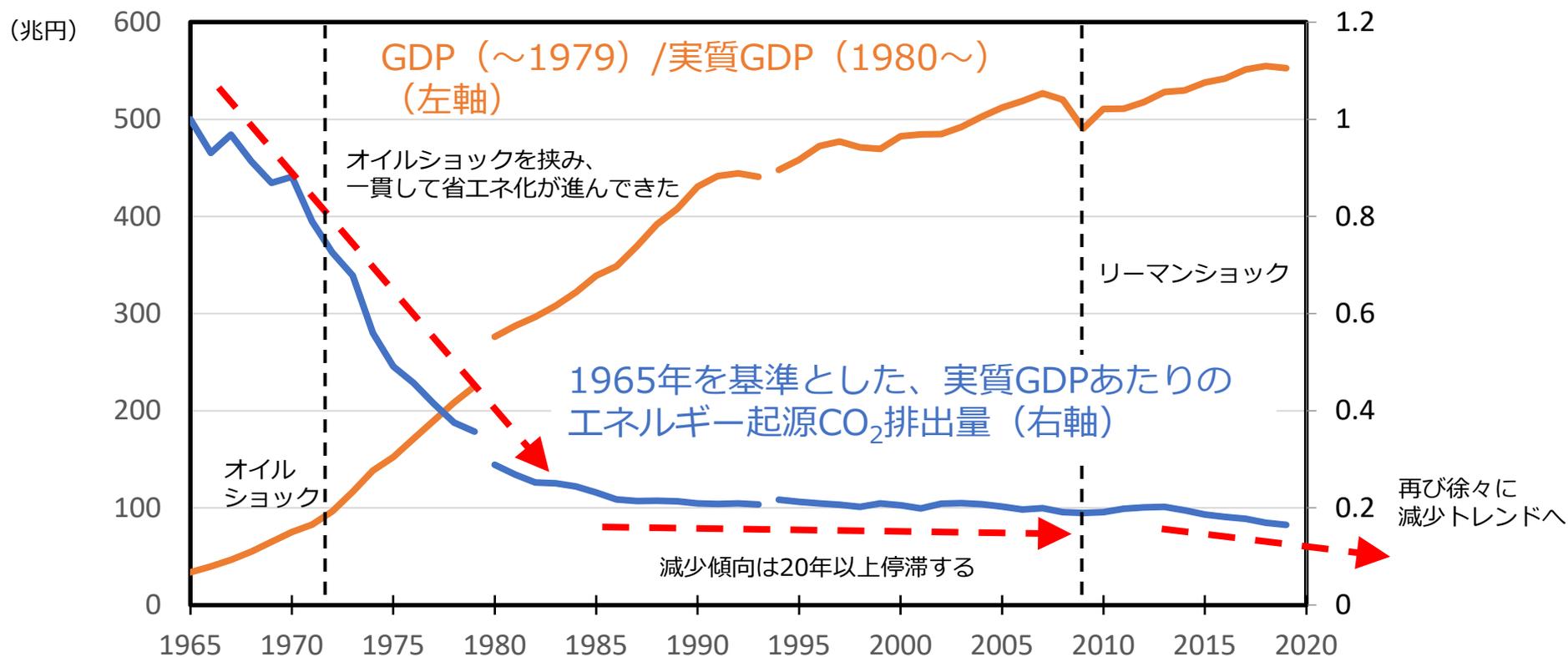
高度経済成長期以降における 発電電力量と電力消費量の推移



$$\begin{array}{ccc}
 \text{人口} & \times & \text{一人あたり電力消費量} \\
 1.4\text{倍} & & 12\text{倍} \\
 & & = \\
 & & \text{発電電力量} \\
 & & 17\text{倍}
 \end{array}$$

戦後一貫して、人口も電力消費量も成長し続けてきた
 → 今後は人口減少がほぼ確実
 電化により消費量は増大
 発電量は…？

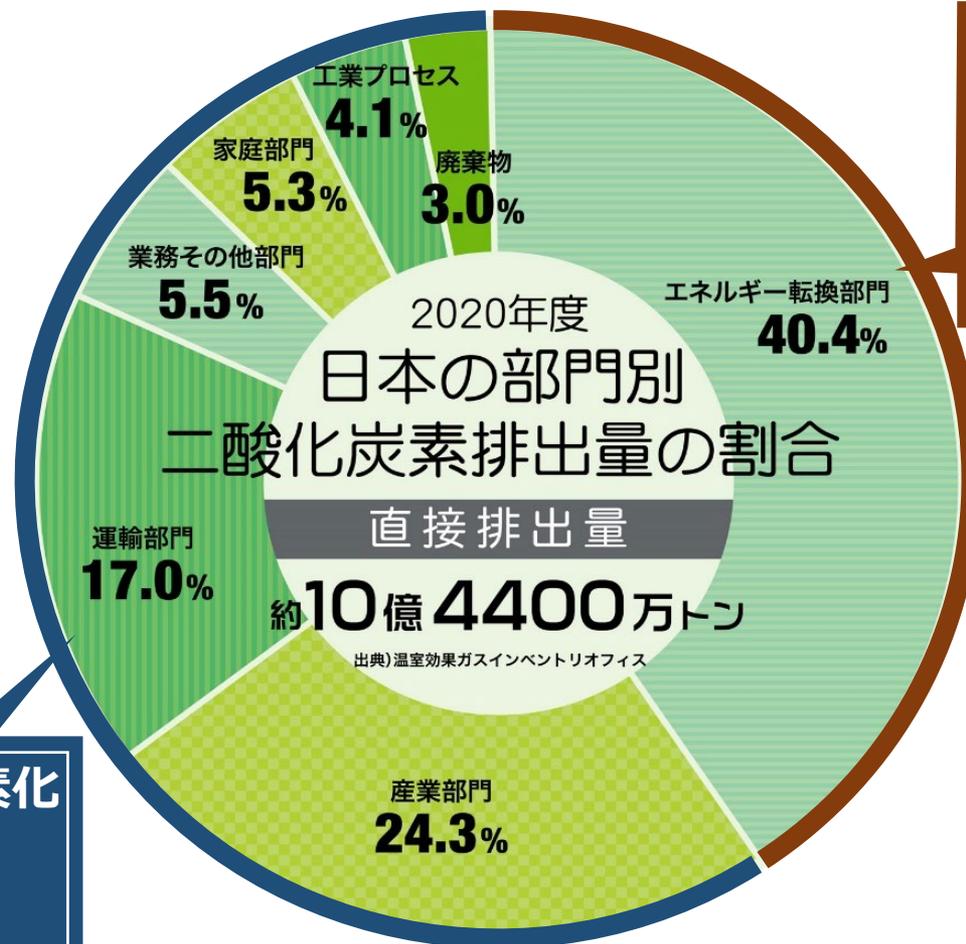
我が国のエネルギー起源CO₂排出量の長期的な推移



2014年以降徐々に減りつつあるが、
1990年以降、GDPあたりのCO₂排出量の減少は停滞している

これまでとは異なる非連続的な変革が必要

脱炭素化を進めるには



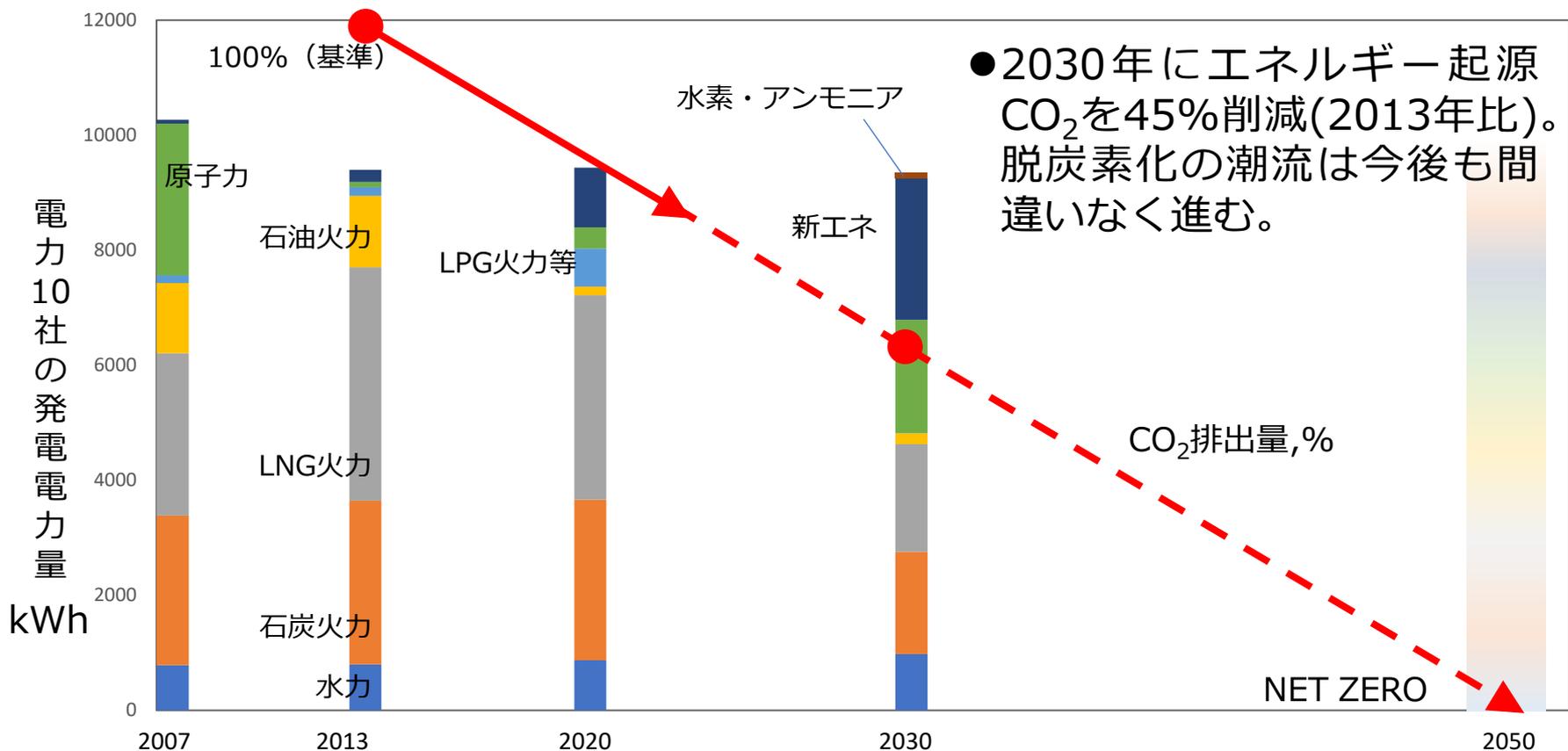
電力部門の脱炭素化

- ①再エネ普及
- ②原子力最大限活用
- ③火力のゼロエミ化
(ゼロエミッション)

非電力部門の脱炭素化

- ①省エネの推進
- ②燃料転換の推進
(CN燃料利用など)
- ③電化の推進
(電気自動車の普及など)

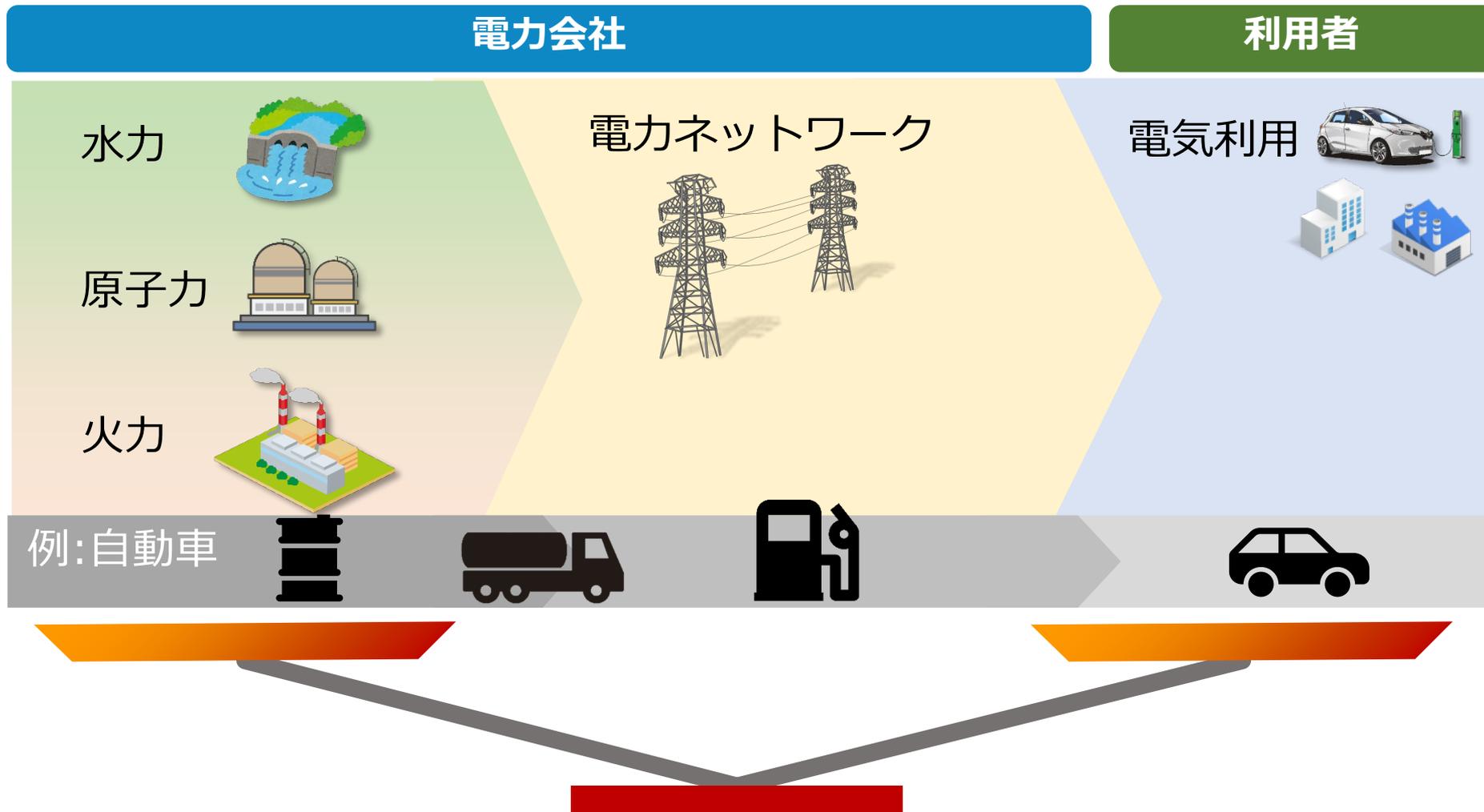
2030年以降のシナリオ



- 2050年にNET ZEROという目標は示されているものの、具体的な道筋はこれから。
- エネルギー事業者は2050年に向かって何をすべきなのか？

これまでの電気などのエネルギーの流れとバランス

左右のバランスがとれた安定した高品質の電気を供給できていた



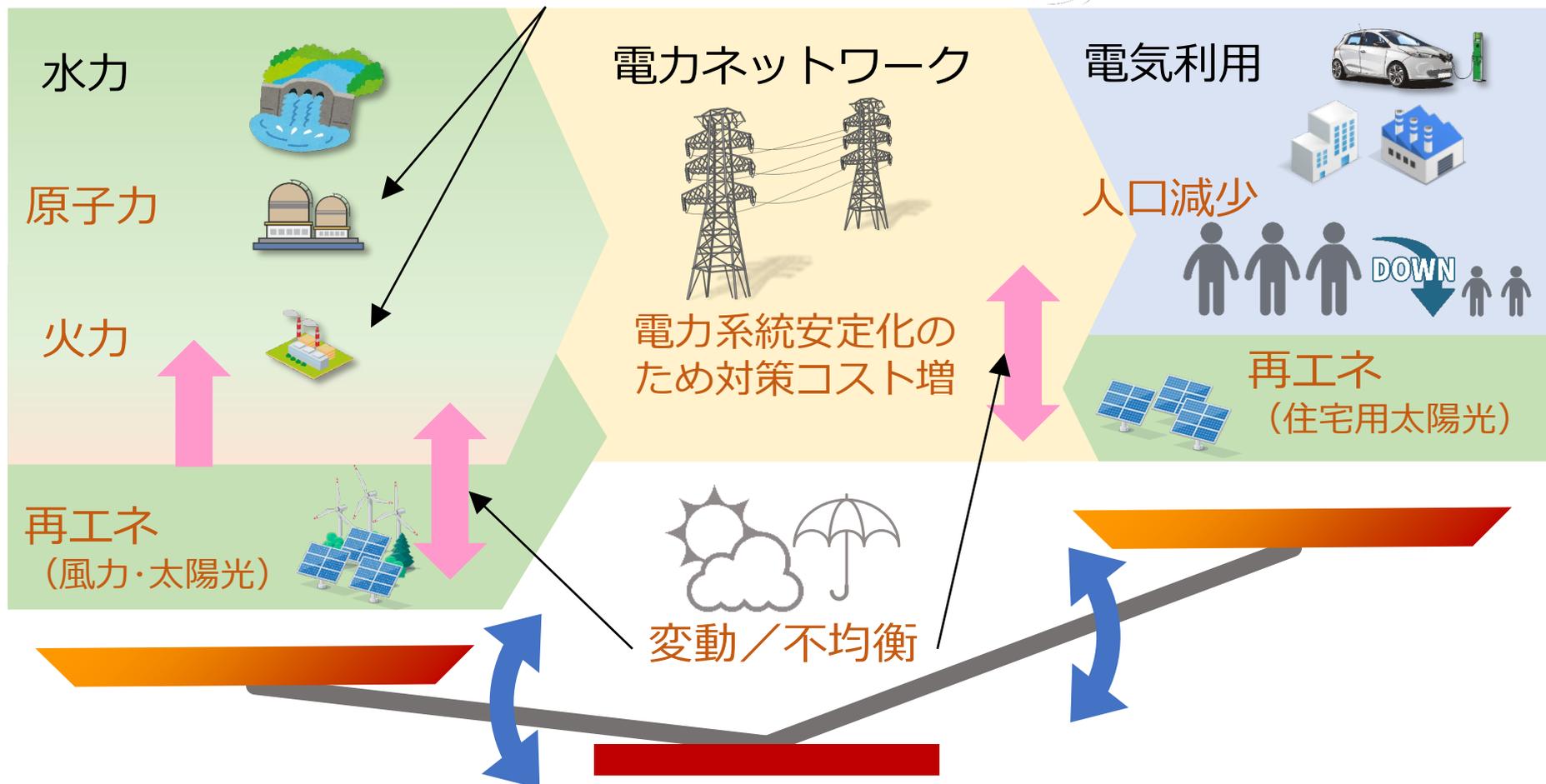
電力需給の不均衡等の課題が発生



地政学リスク、気候変動対策等に伴う
国のエネルギー政策・制度の変更



自然災害



需給バランス確保とニュートラル化の推進

電力インフラの合理的な保全性確保と革新は必須

ニュートラル化
ベストミックス

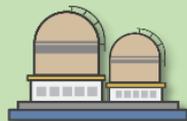
エネルギーネットワークの強化

ニュートラル化
電化社会と水素社会

水力



原子力
最大限活用



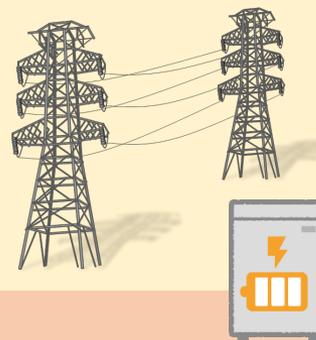
ゼロエミ火力
(水素/アンモニア)



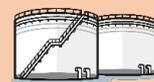
再エネ
(風力・太陽光)



柔軟性のある
電力ネットワーク



新たなエネルギー
ネットワーク形成
変換、貯蔵、輸送



電気利用



再エネ
(住宅用太陽光)



水素エネルギー



エネルギーの脱炭素化を進める上で必要となること - 考慮すべき事項の整理 -



- ①再エネ普及
- ②原子力最大限活用
- ③火力のゼロエミ化による
脱炭素化

①②③のバランスのとれた
エネルギーミックスを維持
することで、地政学的なリ
スク回避、自給率向上など、
エネルギーセキュリティを
確保



天候に左右される再エネ電源
に対応した**柔軟性のある電力
系統への高度化**

再エネ出力予測や蓄電による需
給バランス、周波数・電圧調整、
フリッカ対策等

需給バランスを保つ**新たな
エネルギーネットワークの
形成**

水素やアンモニア合成など、
エネルギー貯蔵・輸送

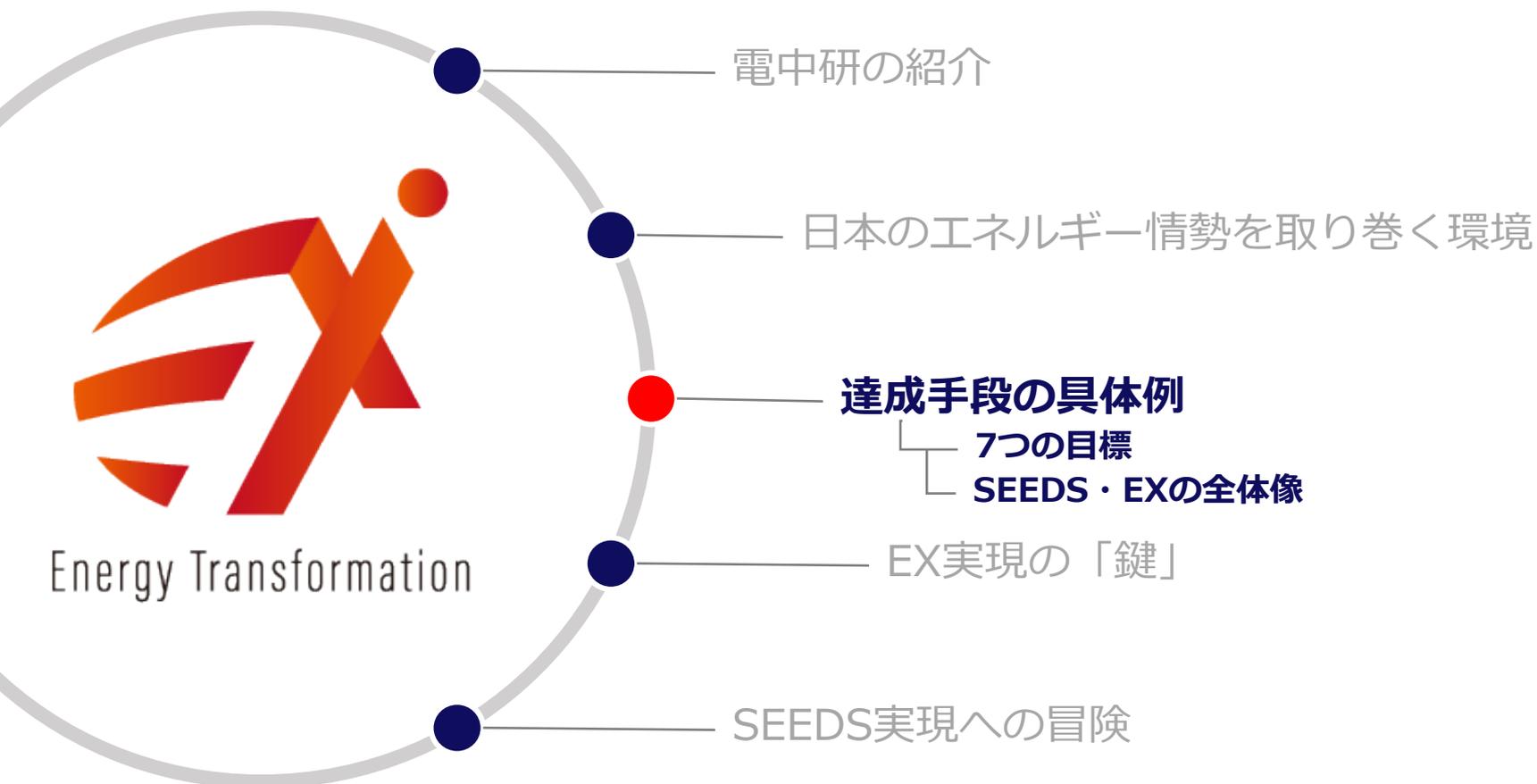


脱炭素化に向けて**電化の推進**
(化石燃料からの熱源転換等)

EVやPVの普及等により1日
の電力負荷カーブが変化する
ため、デマンドレスポンスや
バーチャルパワープラント等
負荷平準化方策の実現

電気エネルギーでは代替でき
ない分野の**水素利用等の脱炭
素化促進**

本日の内容



電中研が定める2050年へ向けた目標

2050年への 7つの目標

2050年のエネルギーシステムの実現には、電源の脱炭素化や持続可能な供給、電化社会、災害の激甚化や再生可能エネルギーの大量導入にも耐える電力系統などが必要と考え、7つの目標を定めて研究開発に取り組んでいます。

電化社会



レジリエントなエネルギーシステム

地域エネルギー需給基盤の構築



高安全・低コストの原子力

新たな広域系統の形成



ゼロエミッション火力



再エネの主力電源化

SEEDS

2050年以降の姿としてSEEDS実現を目指す

Sustainable
Energy
Ecology
De-carbon
Society

持続可能なエネルギー・エコシステム社会

EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環→CR, 窒素循環

新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化



電化の取り組み強化

電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環→CR, 窒素循環

水素

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化



電化の取り組み強化

電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

原子力の活用

当所で設定した高安全・低コストの原子力の実現のため、
2030年に達成すべき4テーマ

① 原子力の安全性 の定量化

確率論的リスク評価(PRA)手法開発

自然外部事象評価

原子炉内熱流動事象解明・燃料健全性評価など

② 原子炉の長期運転

経年劣化評価

定検短縮に向けた保全合理化研究

③ 革新軽水炉開発

研究開発状況調査

事故耐性燃料など革新技术開発

新增設・リプレースに備えた設計段階でのPRA適用

④ 原子力利用 の持続性確保

使用済燃料貯蔵技術の多様化

再処理工場の安定運転支援

高速炉サイクル技術開発

次期再処理工場の仕様検討

放射線安全規制強化への対策

経年炉の廃止措置技術開発

放射性廃棄物処分の合理化

1F廃炉支援

原子力の安全性の定量化

① 原子力の安全性の定量化

確率論的リスク評価(PRA)手法開発

自然外部事象評価

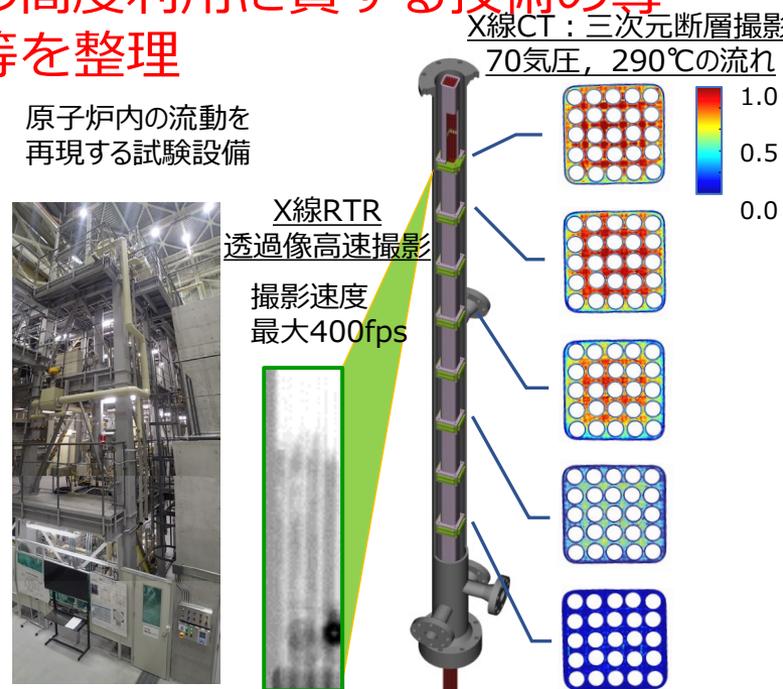
原子炉内熱流動事象解明・燃料健全性評価など

◆ 原子炉内現象の解明

統計的安全評価による原子炉増出力、負荷追従運転、再生可能エネルギーとの共生など、**再稼働後のプラントの高度利用に資する技術の導入を推進するための課題や研究開発項目等を整理**

◆ 事故耐性燃料

米国等の商用炉において試験的使用が進む「**事故耐性燃料**」の被覆管材料 (FeCrAlおよびCrコーテッドジルカロイ) と2,000℃の高温まで反応しない**新型中性子吸収体(制御棒材料)**を開発



EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環→CR,窒素循環

水素

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化

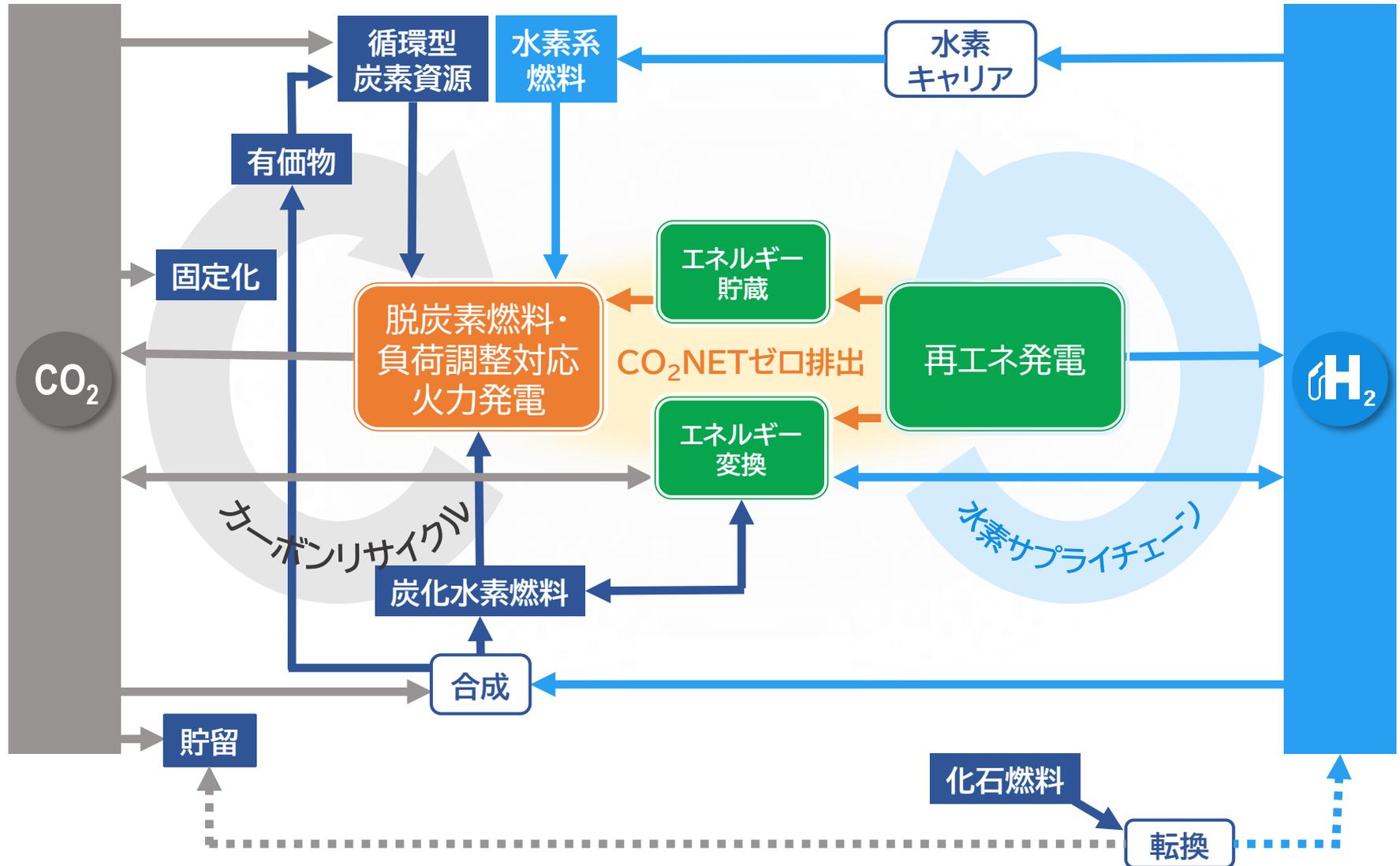


電化の取り組み強化

電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

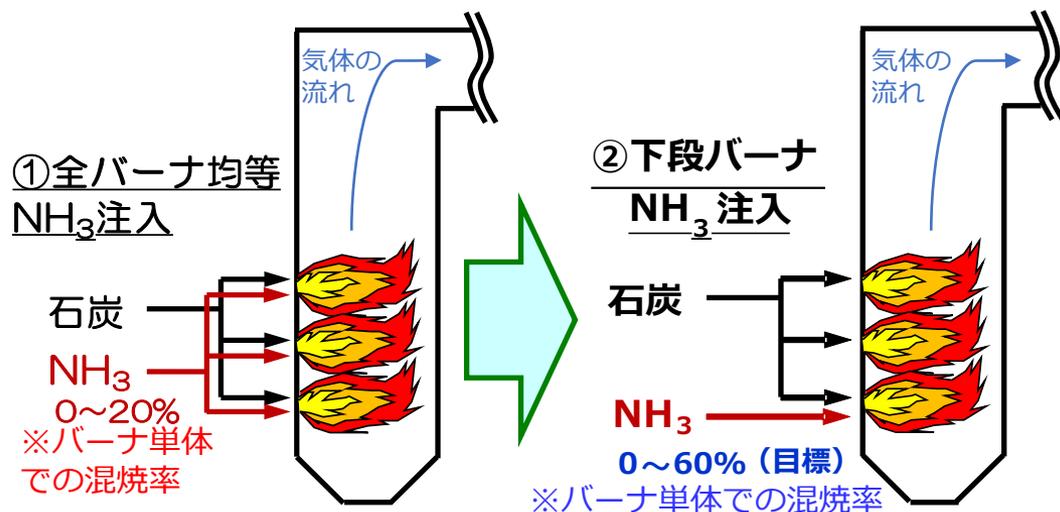
ゼロエミッション火力発電 (2050年までに達成すべき姿)



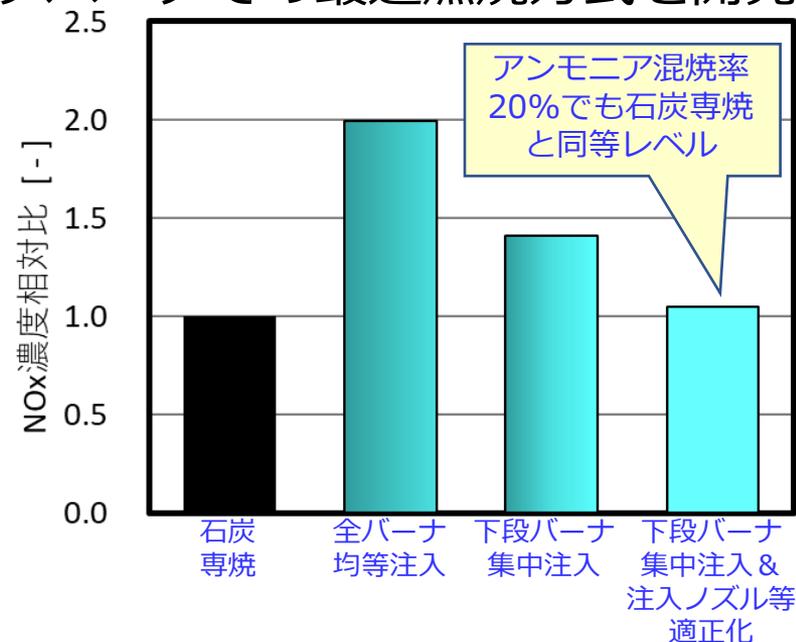
石炭火力におけるアンモニア混焼技術の開発(1)

(2015~2018年度SIP、2019~2020N 詳細はセミナー①で

- 2015~2018年度：戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）
⇒石炭とアンモニアの混焼技術の開発に世界で初めて本格的に取り組み、アンモニア混焼時の燃烧特性を解明
- 2019~2020年度：NEDO次世代火力発電技術推進事業
⇒実機ボイラでの適用を念頭においたマルチバーナでの最適燃烧方式を開発



一部のバーナへアンモニアを集中供給



アンモニア混焼率20%を目標とした燃烧技術は、実機適用への見通しが立った段階

EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環 → CR, 窒素循環

水素

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化



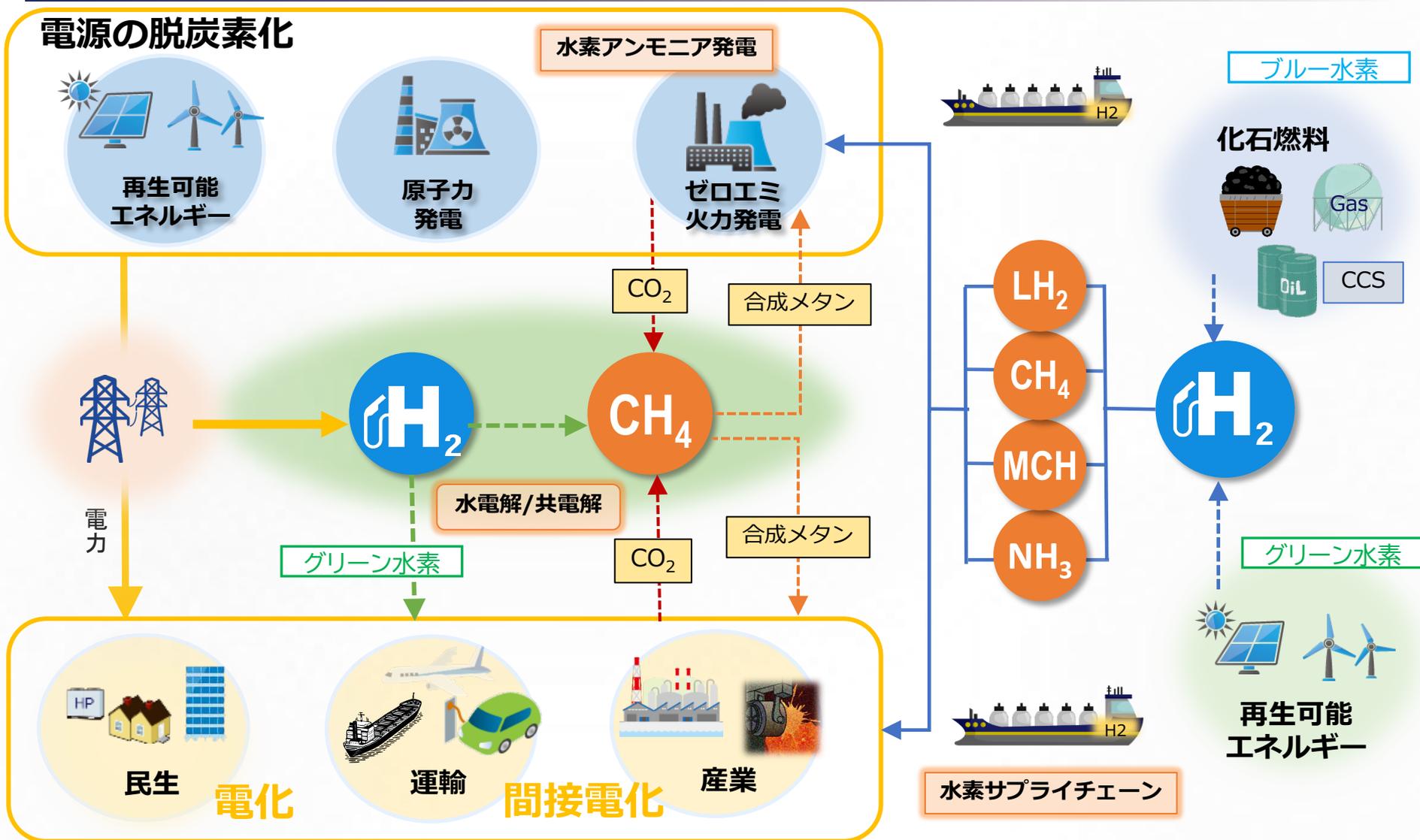
電化の取り組み強化

電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

水素利用社会の絵姿

詳細はセミナー①で



SOEC/SOFCリバーシブル技術

詳細はセミナー①②で

SOEC/SOFC（固体酸化物電解セル/燃料電池）需給調整システムにおいては、CO₂を有効利用（カーボンリサイクル）するとともに、蓄電池よりも長い時間軸での調整力市場をターゲット

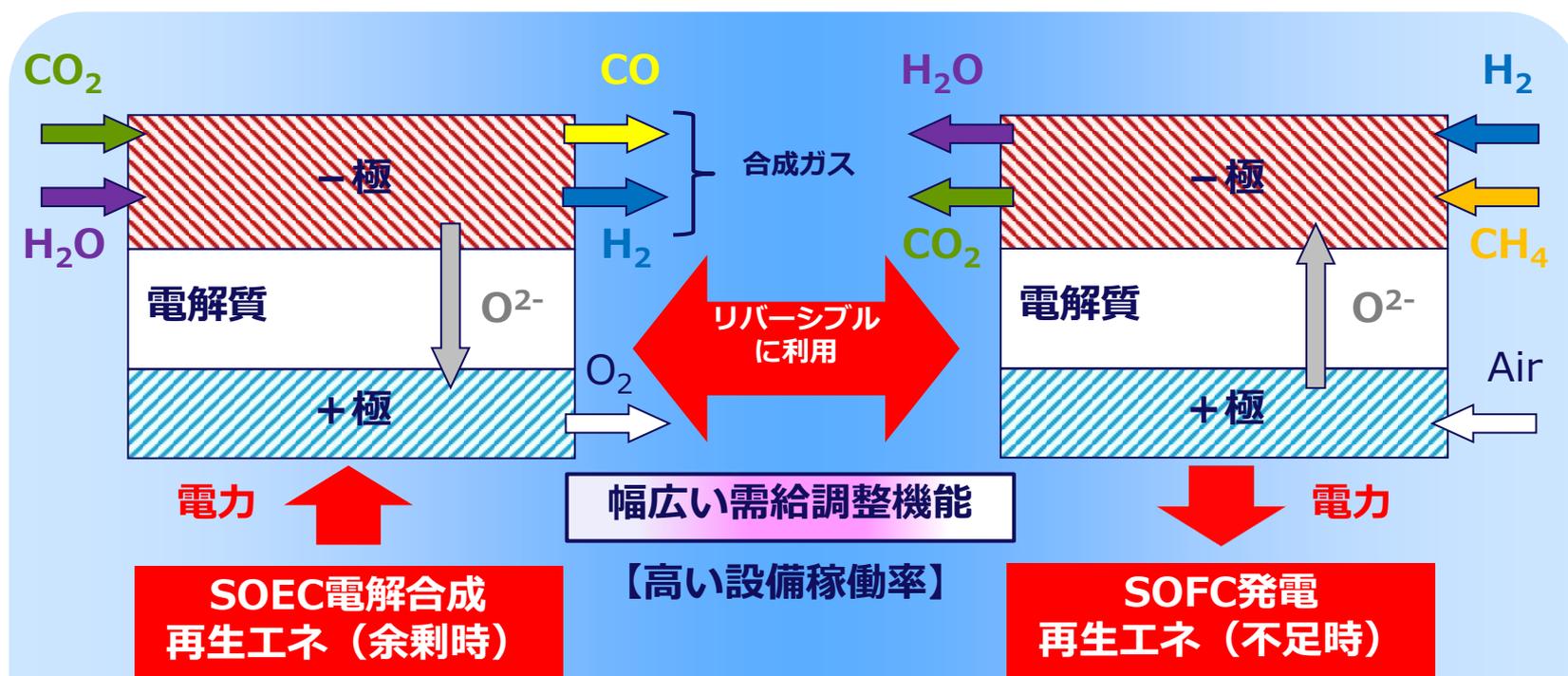


図 リバーシブル運転による需給調整概要

EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環→CR, 窒素循環

水素

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化

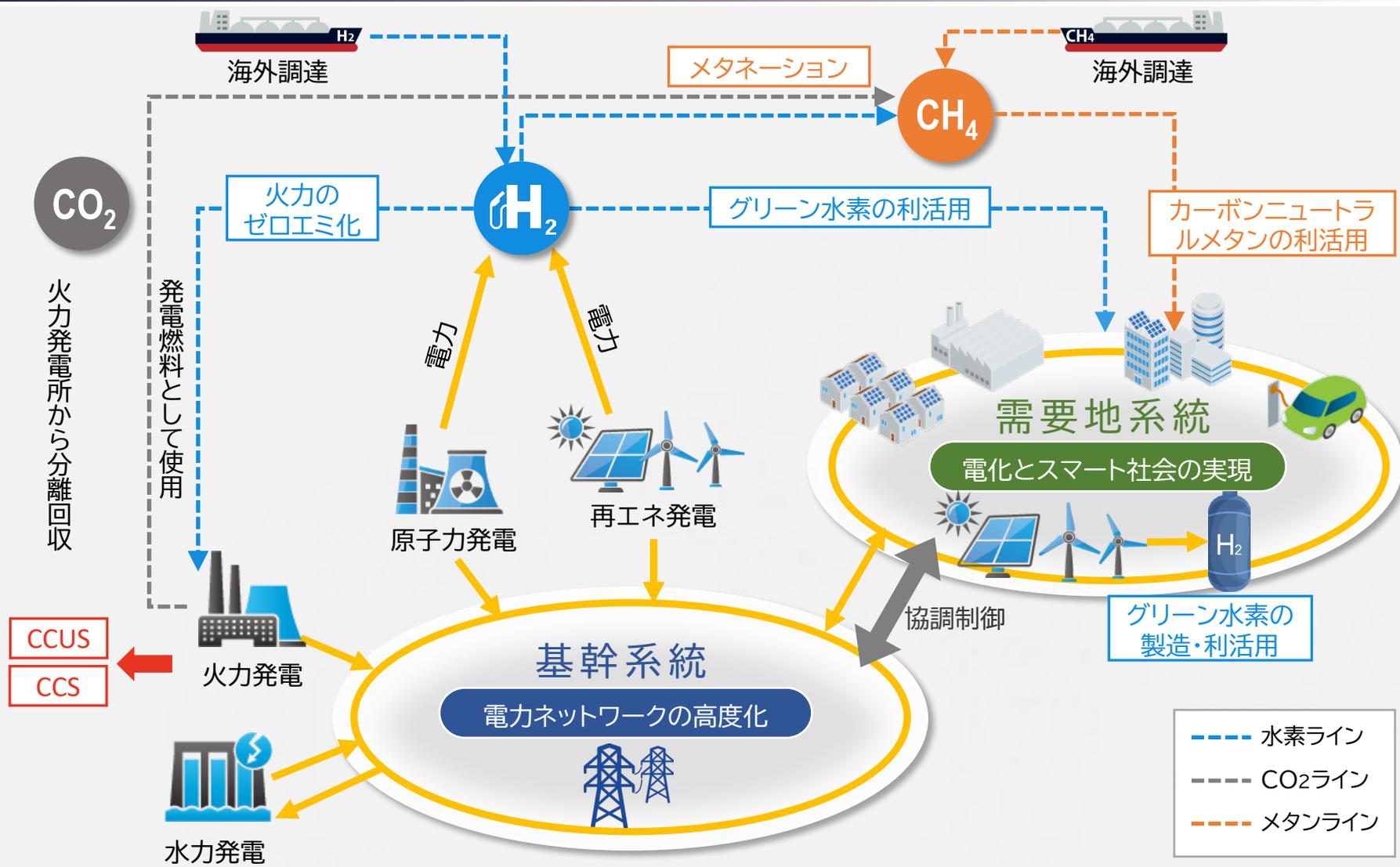


電化の取り組み強化

電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

新たなエネルギーネットワークの絵姿



EXの全体像

SEEDS(持続可能なエネルギー・エコシステム社会)の実現

電源の脱炭素化

再エネ

再エネの主力電源化に向けた電源開発



原子力

再稼働

安全性向上

安全性を高めた既設炉の最大限活用

リプレース・新增設



ゼロエミ火力

脱炭素火力の技術開発・実証・導入・商用化の推進



物質循環→CR, 窒素循環

水素

水素サプライチェーン(燃料/電気のキャリア)



新たなエネルギーネットワークの取組

次世代 エネルギー ネットワーク

安定供給

品質維持

柔軟性向上

レジリエンス強化

電化の促進

電化



電化の取り組み強化

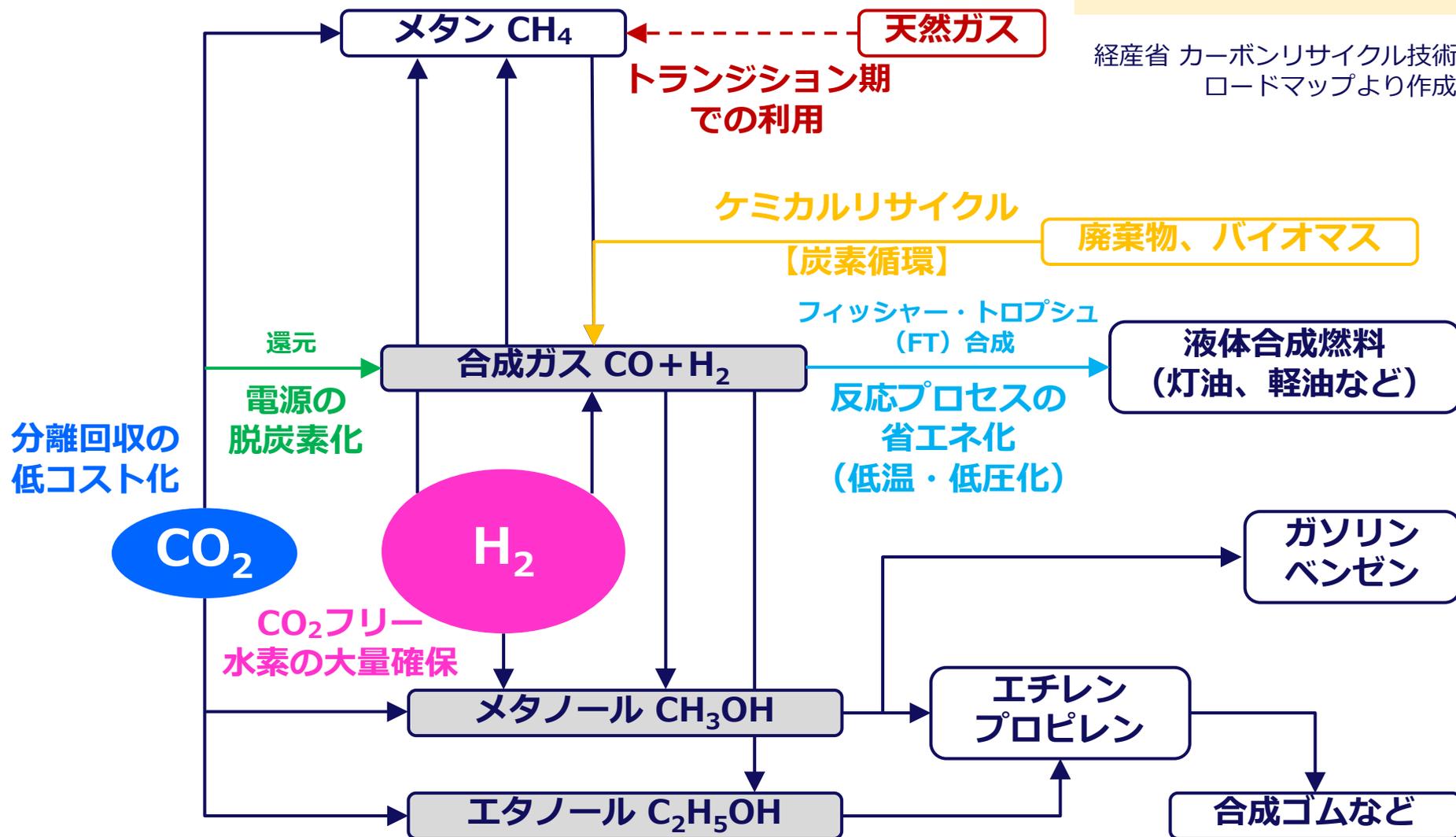
電化拡大への施策強化・多様化

新技術や電源構成の変化による
電化の加速

CO₂利用のフロー図（化学品、燃料）

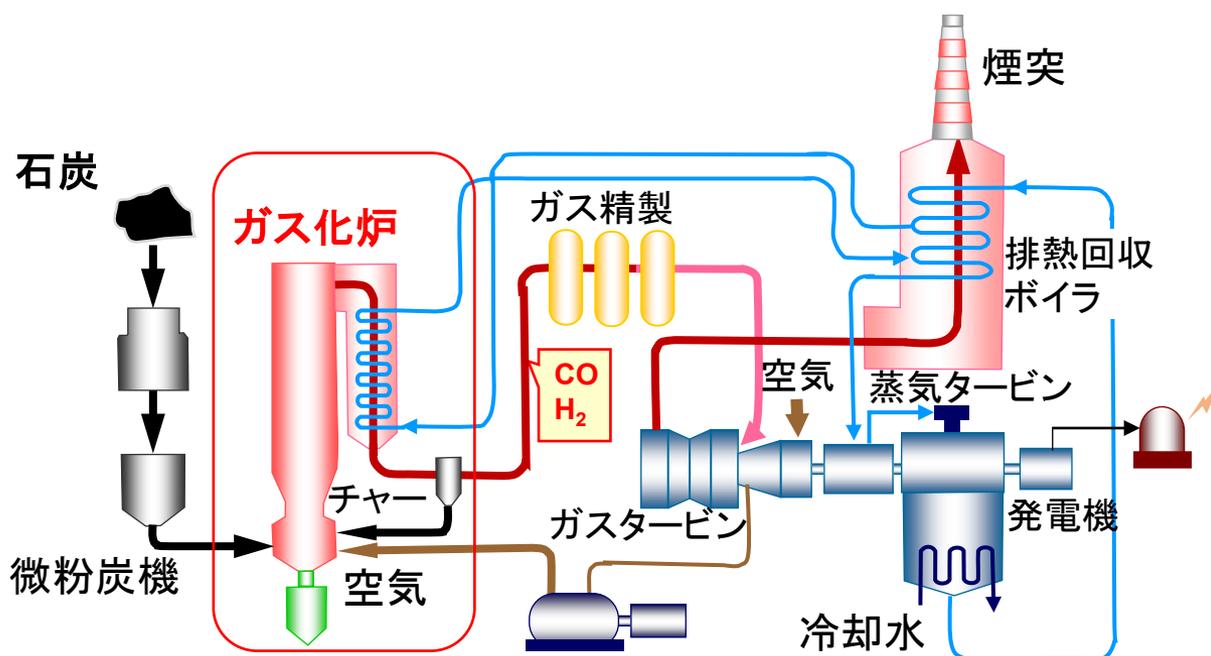
詳細はセミナー②で

経産省 カーボンリサイクル技術
ロードマップより作成

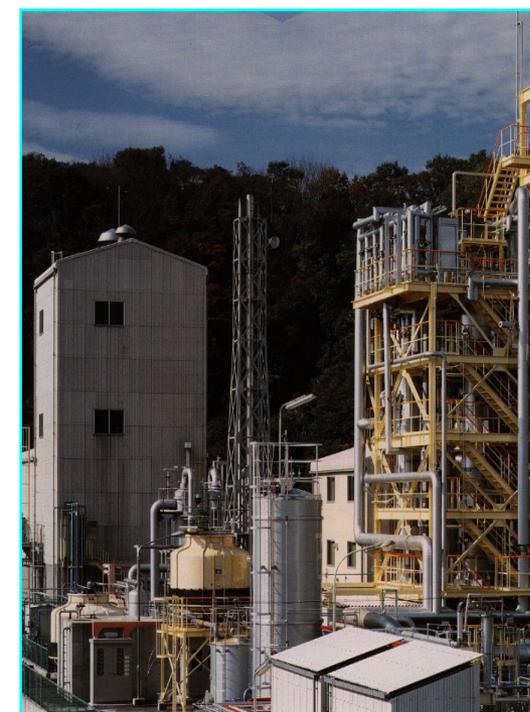


高効率石炭火力IGCCの技術開発

1980年代よりメーカーと共同で石炭ガス化複合発電（IGCC）の開発に着手。その後、国・電気事業が進める200T/日パイロットプラント、250MW級実証機プロジェクトの設計・運転に貢献。



石炭ガス化複合発電（IGCC）の系統図



2T/日石炭ガス化炉と
乾式ガス精製実験設備

CO₂回収型ポリジェネレーションシステム

詳細はセミナー②で

石炭、廃棄物、バイオマスを用いてCO₂を回収しながら高効率に発電し、かつ有価物も併産することで、CO₂分離・回収コストも低減する需給調整機能付きCO₂回収型ポリジェネレーションシステムの開発

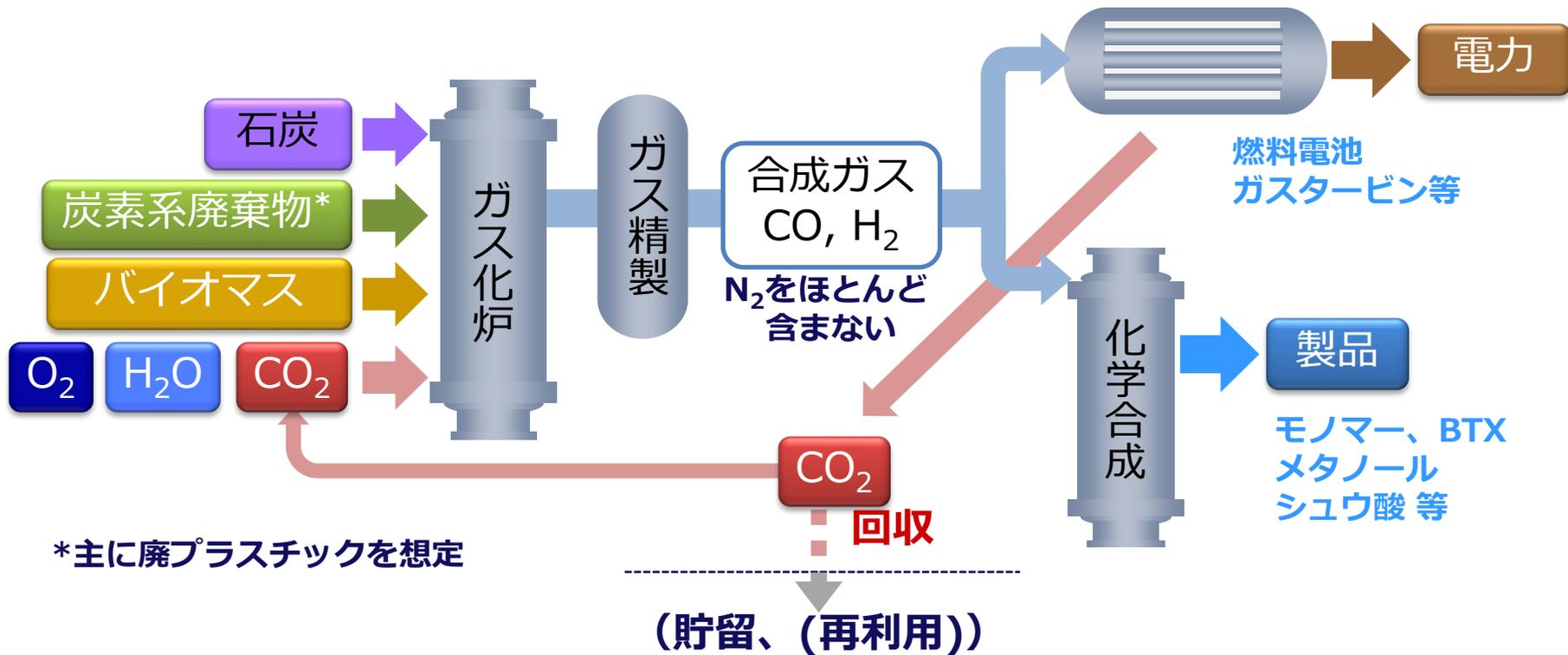
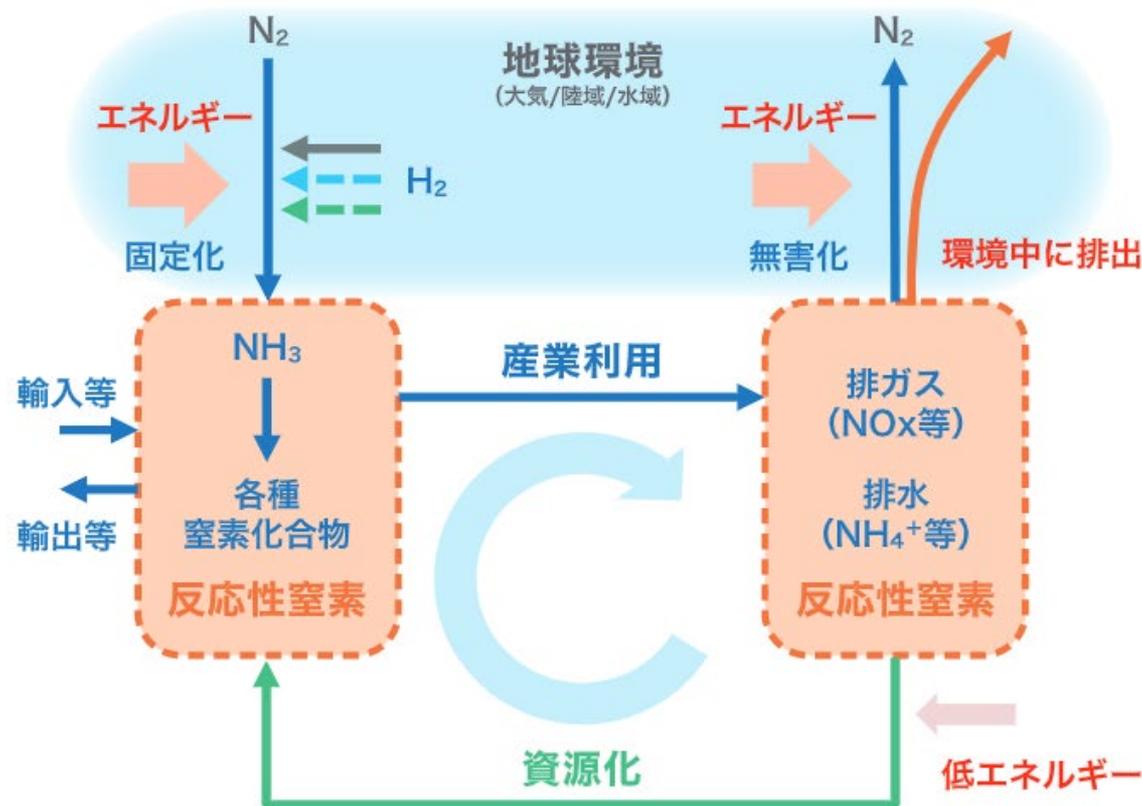


図 CO₂回収型ポリジェネレーションシステムの概要

窒素循環

詳細はセミナー②で

- ✓ 人間活動によって排出される反応性窒素は地球上に蓄積され、環境汚染の原因
- ✓ 現在は、反応性窒素の無害化のため多くのエネルギーを消費
- ✓ 窒素利用と環境負荷の低減を両立させた“窒素循環”



現状の窒素利用

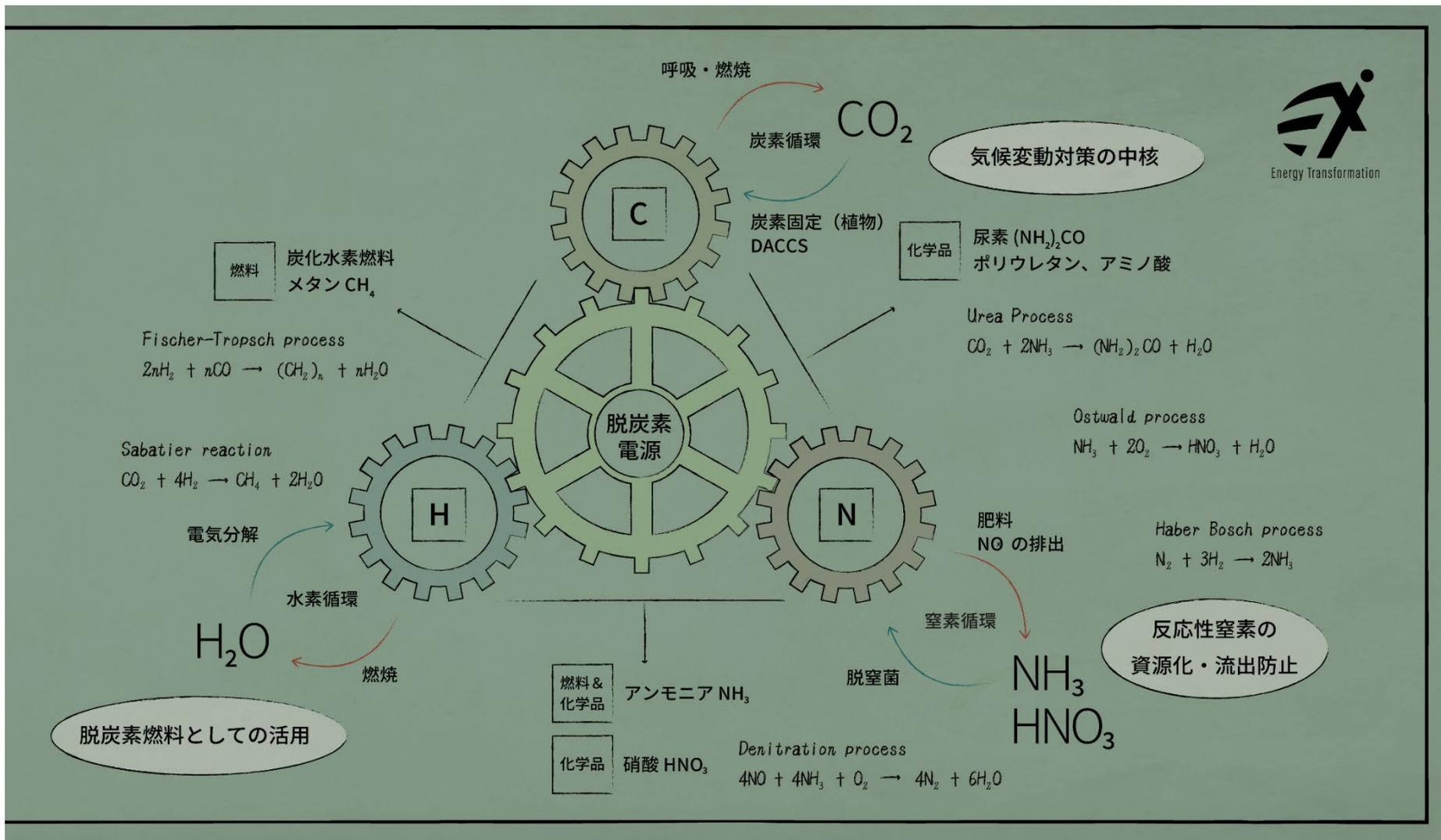
大量のエネルギー消費を伴う固定化と無害化
 反応性窒素の排出による環境汚染の拡大

将来

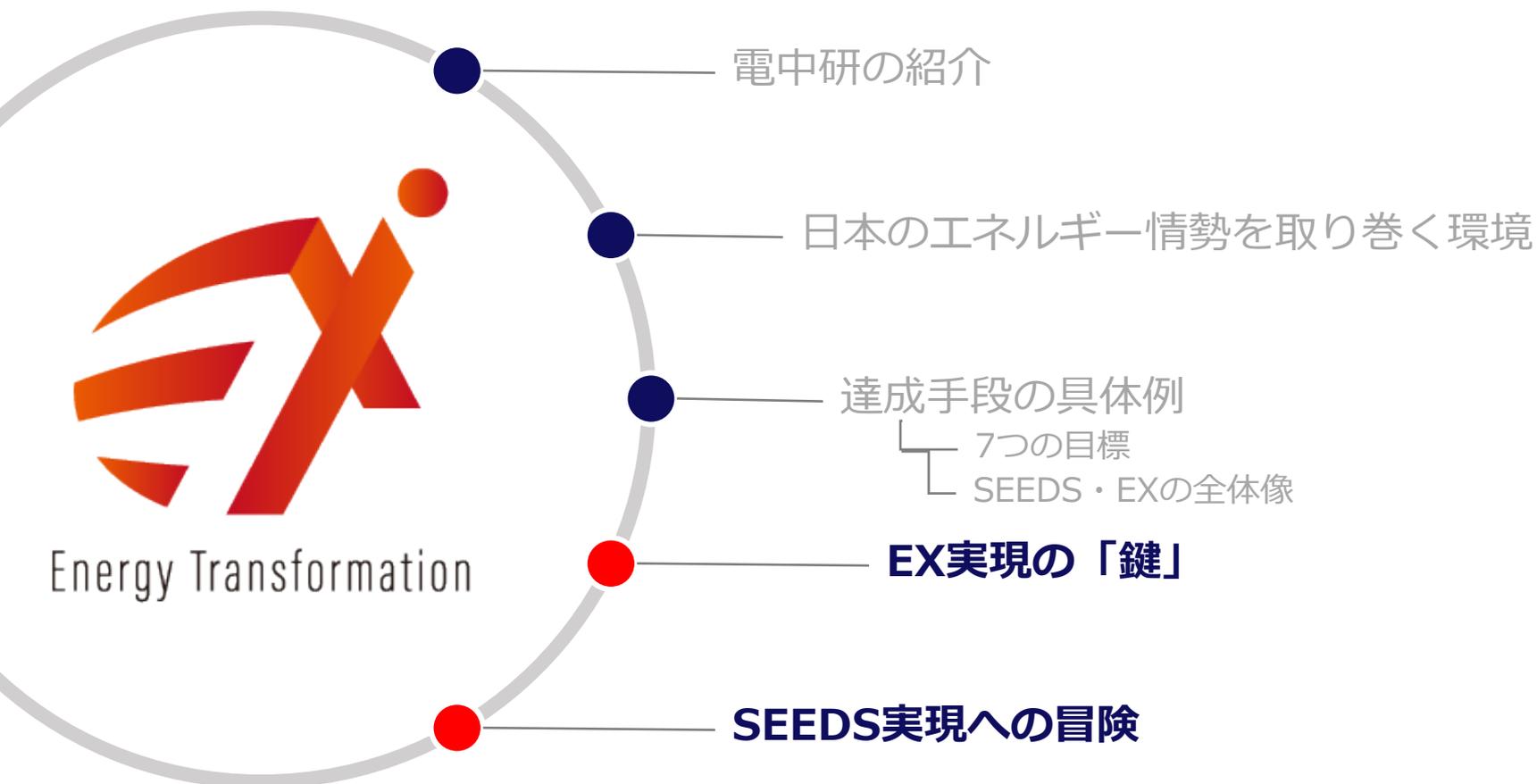
持続可能な窒素利用

産業利用後の反応性窒素を低エネルギーで資源化
 反応性窒素の排出抑制による環境汚染の防止

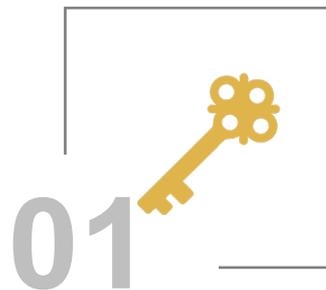
C, H, N の物質循環



本日の内容

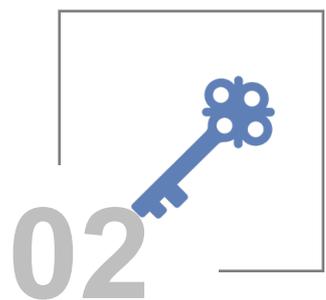


EX実現の「鍵」



ベストミックスの構築 Best Energy Mix

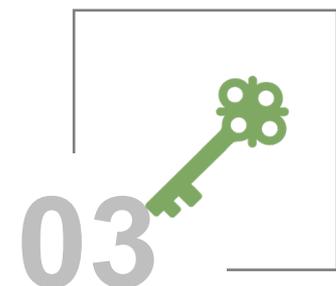
地政学的リスク回避、自給率向上など、エネルギーセキュリティを確保した**ベストミックスの構築**



新たなエネルギーネットワークの形成

Advanced Energy Network

電気に加え水素や合成ガスなどの新たなエネルギーを組み合わせ、柔軟性とレジリエンスを高めた**エネルギーネットワークの形成**

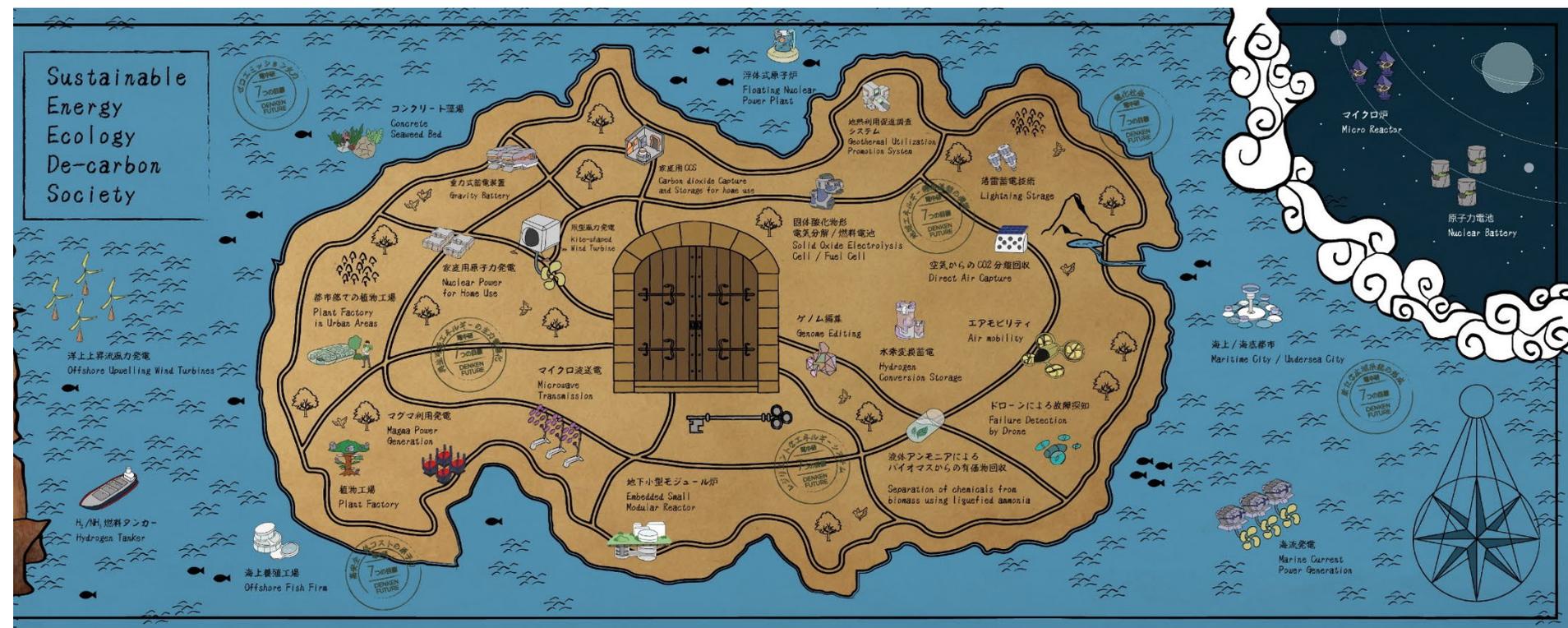


物質循環 Energy Neutrality by Redox

気候変動を持続的に抑制可能な**エネルギーのニュートラル化**（高度な物質循環の組み込み）

SEEDS実現への冒険

“SEEDS実現への冒険”と題して、電力中央研究所が考える将来に必要なとされる技術を紹介しています。ぜひブースでご覧ください。

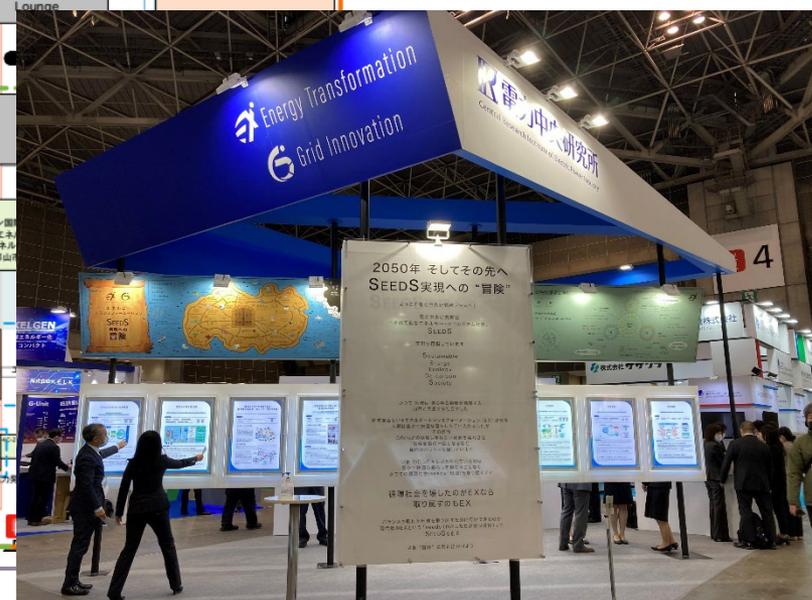
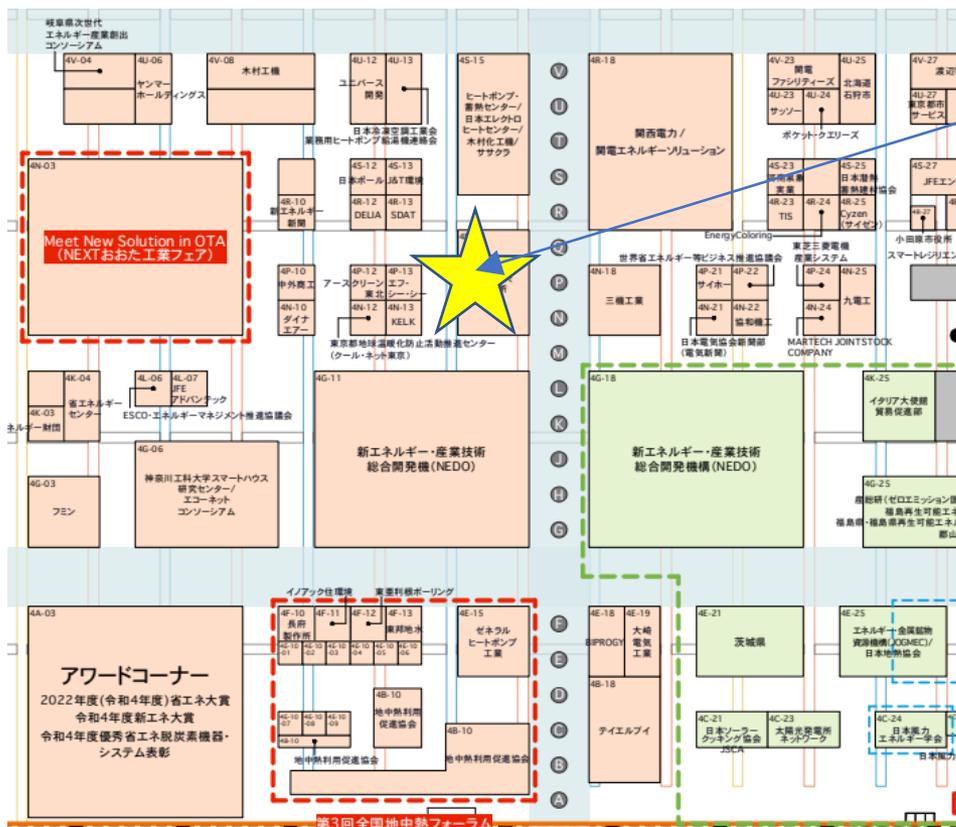


電力中央研究所ブースの紹介

ENEX2023にブースを出展しております。
 前述の物質循環・SEEDS実現への冒険のほか、電力中央研究所の
 取り組みや組織紹介等を展示しております。

小間番号：4N-15（NEDO様裏）

電力中央研究所
 ブース



セミナー：2/3（金） 10:30～

- ◆ 本日のご説明を補完する内容を、「エネルギートランスフォーメーション実現に向けた電中研の取り組み」として、以下3件のセミナーにてご説明いたします。

- ① カーボンニュートラル実現を目指した水素製造・利活用
水素エネルギー研究戦略担当 研究参事 市川 和芳
- ② 火力発電分野における物質循環
カーボンリサイクル研究戦略担当 副研究参事 森田 寛
- ③ 再エネ主力電源化に向けた地域グリッドの未来
地域グリッド研究戦略担当 副研究参事 上村 敏

- 日時：2/3(金)[最終日] 10:30～12:00
- 展示会場（ビックサイト東4ホール）内のエネルギーステージB
- 参加無料・事前申し込み不要ですので、お気軽にお越しください。

セミナー：2/3（金） 10:30～

エネルギートランスフォーメーション実現に向けた電力中央研究所の取り組み

【主催】一般財団法人電力中央研究所

【開催時間】10:30-12:00

無料

登録不要

エネルギートランスフォーメーション実現に向けた電力中央研究所の取り組み — カーボンニュートラルを目指した水素製造・利活用—

10:30-11:00

会場：エネルギーステージB（東4ホール）



一般財団法人電力中央研究所
エネルギートランスフォーメーション研究本部
水素エネルギー研究戦略担当 研究参事

市川 和芳氏

エネルギートランスフォーメーション実現に向けた電力中央研究所の取り組み — 火力発電分野における物質循環—

11:00-11:30

会場：エネルギーステージB（東4ホール）



一般財団法人電力中央研究所
エネルギートランスフォーメーション研究本部
カーボンリサイクル研究戦略担当 副研究参事

森田 寛氏

エネルギートランスフォーメーション実現に向けた電力中央研究所の取り組み — 再エネ主力電源化に向けた地域グリッドの未来—

11:30-12:00

会場：エネルギーステージB（東4ホール）



一般財団法人電力中央研究所
グリッドイノベーション研究本部
地域グリッド研究戦略担当 副研究参事

上村 敏氏



Energy Transformation

ご清聴ありがとうございました