

エネルギーに関する国際動向等について

令和6年10月
資源エネルギー庁

目次

1. これまでの議論の整理

2. エネルギーに関する最近の国際動向

3. 脱炭素電源・技術に関する足元の状況

4. 本日の議題

これまでの議論の整理

- 第62回（議題：GXに向けた取組と省エネ・非化石転換）、第63回（議題：若者団体や若手経営者などへのヒアリング）、第64回（議題：電力システム改革とエネルギーに関する最近の国際動向）の議論を通じて、概ね共通認識が得られた内容は以下のとおり。

全体について

- 安定供給、経済性、脱炭素のバランスが重要であり、過度な脱炭素化は安定供給や経済性を損なう可能性がある。
- 国際競争力の確保には、電力価格が海外と同程度の水準である必要がある。そのためにも、速やかに政策を決定・実行するべき。
- 脱炭素化をリードしてきたEUが、脱炭素が産業に与える負の側面も踏まえ、産業競争力強化を行う方針を提示したことは重要な事実。今後もエネルギーに関する国際動向を十分踏まえつつ、日本としても現実を踏まえたエネルギー基本計画を作る必要がある。
- DXやGXの進展に伴う電力需要増加が見込まれる中、必要な脱炭素電源を確保できるかが日本の国際競争力を左右しかねない状況。脱炭素電源が不足するが故に、データセンターや半導体工場などの新たな設備投資が行われないといった事態は避けるべき。また、必要な脱炭素電源の確保に向けた支援も含めた検討が必要。
- 化石燃料輸入に伴う貿易赤字に加え、デジタル収支の悪化も近年拡大。貿易収支の改善や経済安全保障の観点からも、国内で必要なデータセンター等が整備される必要がある。同時に、データセンターの電力需要削減に向けた取組も検討する必要があり、デジタル技術活用による省エネ等も含めて検討が必要。
- 2050年ネットゼロに向けては、イノベーションが不可欠であり、政府としても必要な支援を行うべき。
- 若者を含め、様々な階層でエネルギー政策に関する議論が行われることは重要。意見の代表性についても留意しながら、エネルギー政策の検討に活用するべき。

これまでの議論の整理

省エネ・非化石転換について

- 資源の大宗を海外に依存し、国産資源に乏しい我が国では、徹底した省エネの重要性は不変。
- その上で、2050年ネットゼロ実現に向けては、省エネに加え、電化や非化石転換の割合も大きくなるため、今後は、CO2をどれだけ削減できるかという観点を踏まえつつ、コスト最適な手段を用いて取組を強化していく必要。
- 足元では最終エネルギー消費量が減少傾向にあるが、経済活動の低下により減少している割合も少なくない。経済活動を維持し、経済成長を目指しながら脱炭素化を進めていく必要がある。
- アジアを始めとする海外の省エネポテンシャルは大きく、日本の技術を活用して省エネを行うことで、世界の脱炭素化や、産業発展につなげる必要がある。

電力システム改革について

- 電力システム改革時には、国内電力需要は減少、脱炭素が現在ほど強調されていないなど、今とは状況が異なっている。こうした状況変化に対応して、今後の電力システム改革を進めていく必要がある。
- 大型発電事業や系統整備のためには、政府による信用補完などファイナンスを円滑化する施策の検討が必要。
- 電力の安定的な供給は国民生活や経済活動に不可欠。小売電気事業者に供給責任をしっかりと果たすことを求めるとともに、大規模需要家の脱炭素電源ニーズ等を踏まえたサービスの提供の障壁となっているような制度については見直しを検討することが必要。
- 電力システム改革について、消費者に対する更なる情報提供などを通じた理解促進が必要。

福島について

- 福島復興と再生はエネルギー政策の原点。事故の反省から得られる教訓を活かす必要があり、安全性向上の不断の努力を積み重ねるべき。
- 復興の現状や今後の見通しを今後も情報発信し続けることが重要。

目次

1. これまでの議論の整理

2. エネルギーに関する最近の国際動向

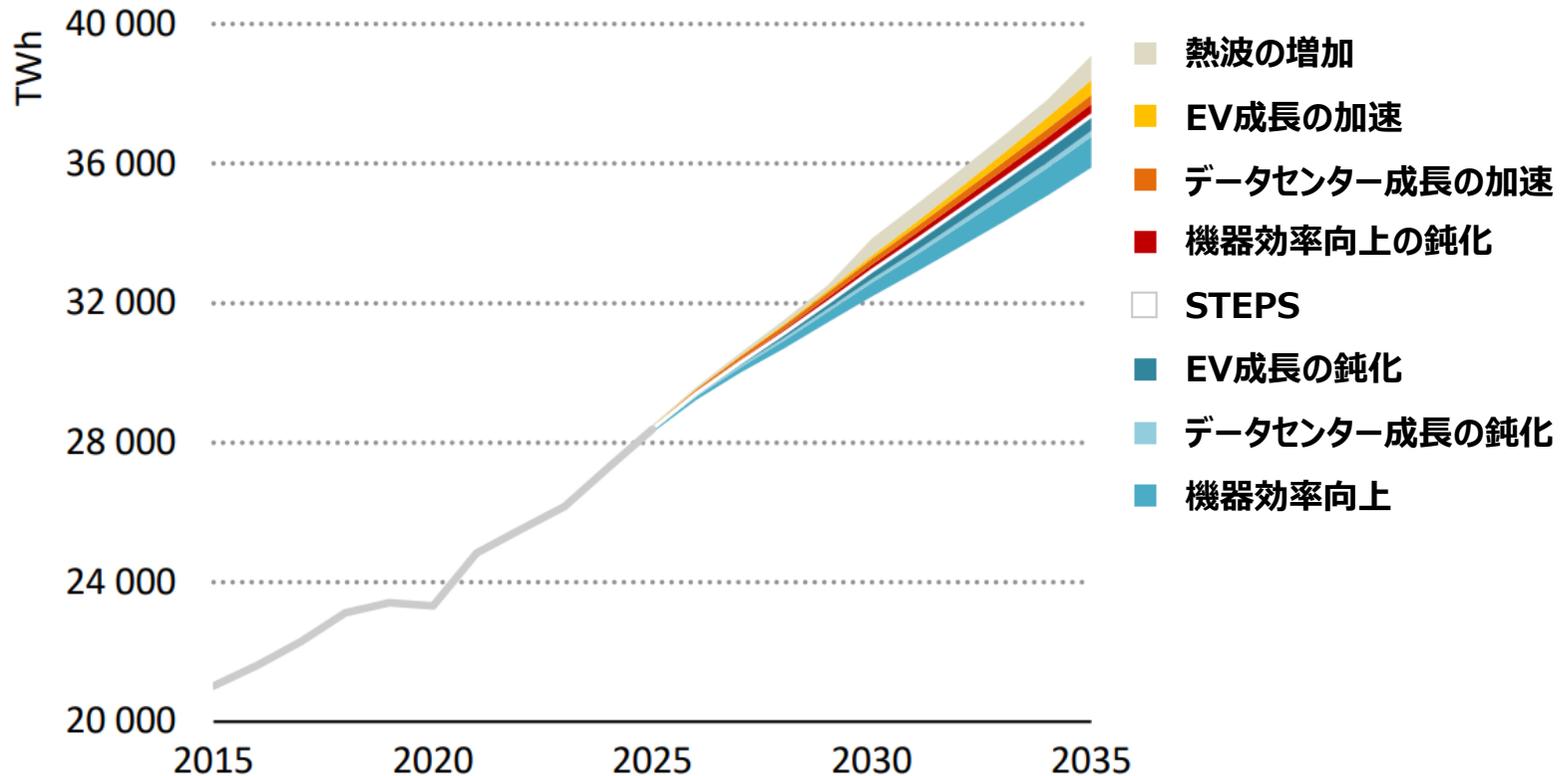
3. 脱炭素電源・技術に関する足元の状況

4. 本日の議題

WEO2024における世界の電力需要予測

- 本年10月、IEAは「World Energy Outlook 2024」を公表。世界的なエネルギー危機や特定国へのサプライチェーン依存によるリスクの高まりを踏まえて、**エネルギー安全保障の不変の重要性を再確認**するとともに、**不確実性を強調**し、「**将来のエネルギー需給の姿に対して単一の見解を持つことは困難**」と指摘。
- また、**世界の電力需要は、STEPS（注）で2023年から2035年に向けて年率約3%で増加すると予想**。電力需要の**主な変動要因として、①データセンター需要、②平均気温の上昇、③電気機器の省エネ、④EV需要**を挙げている（①～④の感度分析では、年成長率は約2.7%～3.4%まで変動）。

世界の電力需要予測とSTEPS感度分析（2015年～2035年）

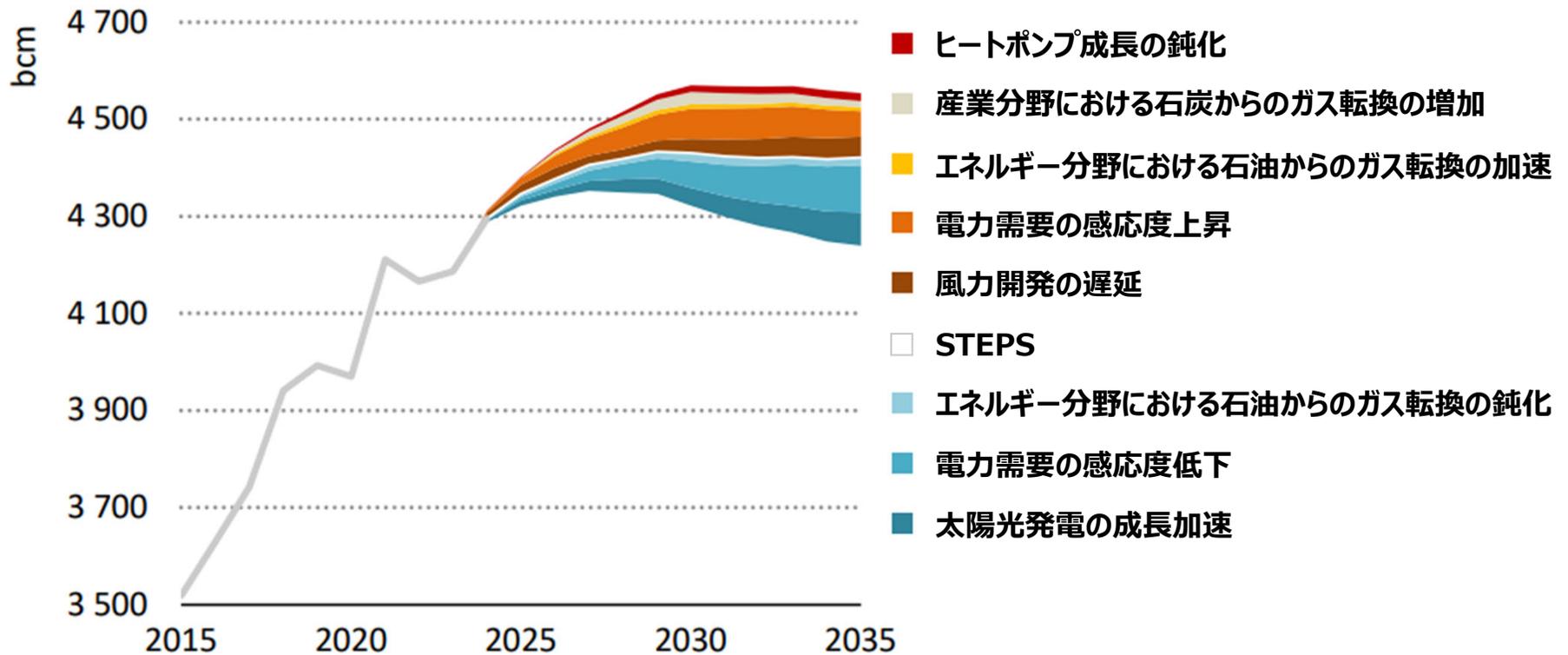


(注) STEPS : Stated Policies Scenario、公表政策シナリオ
(出典) IEA「World Energy Outlook 2024」を基に経産省作成。

WEO2024における天然ガス需要の感度分析

- IEAの「World Energy Outlook 2024」では、将来のエネルギー需給見通しの不確実性の高さを指摘しており、STEPSの天然ガス需要についても感度分析を実施。
- 世界の天然ガス需要については、世界における電力需要の増加や太陽光・風力の導入状況、石炭からの燃料転換の程度などによって、需要が大きく変わるとしている。

世界の天然ガス需要予測とSTEPS感度分析（2015-2035年）



(注) STEPS : Stated Policies Scenario、公表政策シナリオ
(出典) IEA「World Energy Outlook 2024」を基に経産省作成（和訳は経産省にて作成）。

米国がAI分野でリーダーシップは発揮できるかはエネルギーに依存

- コロンビア大学のJason Bordoff教授らは、「America's AI Leadership Depends on Energy」との記事を寄稿。AI分野において自国の経済成長や経済安全保障を確保するためには、省エネ、系統整備、原子力などの脱炭素電源の確保が重要である点を強調している。

Foreign Policy「America's AI Leadership Depends on Energy」の主なポイント

- クリーン電源は、従来は、米国が気候変動という難題に対応するためのものであったが、現在は、AIが提起する国家安全保障と経済的理由からも緊急に必要性が増加。
- GAFAMなどの大手テック企業は、AIに必要な電力を確保できないというは取り得ない選択肢であり、より多くのクリーン電力を得るために必要なことは何でも行う。マイクロソフトによる休止中のスリーマイル原子力発電所の再稼働はその一例。
- 国内での電力需要の増加に対応することが困難となれば、中東などの海外にデータセンターが設置され、その結果、技術移転や、紛争・緊張時におけるAIシステムへのアクセスなど、国家安全保障上の懸念が生じる。米国が国内のクリーン発電を大幅に拡大できないことは、現在の主導的役割を損なう危険性がある。
- このため、次期政権は、次の5つの対策を行うべき。
 - ① 第一に、AIのエネルギー需要を満たすため、エネルギー需要の削減を行うこと。
 - ② 第二に、新しいエネルギー・インフラの建設。
 - ③ 第三に、既存インフラの効率的に利用に対するインセンティブ付与。
 - ④ 第四に、風力や太陽光のような変動電源ではなく、常時利用可能な電源を増やす必要。具体的には、先進的な原子力技術の研究、実証、導入を支援し、そのようなプロジェクトを許可し、実行可能な価格帯で建設することを容易にすべき。そのためにもまず、原子力規制委員会の改革が必要。
 - ⑤ 第五に、AI分野における米国企業の海外進出の機会を創出し、同盟国におけるAIイノベーションのペースを加速

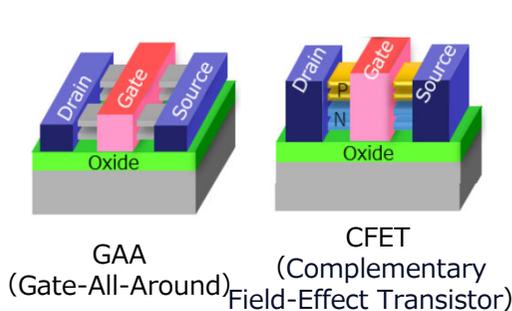
(注釈) Jason Bordoff教授は、コロンビア大学公共政策大学院のCenter on Global Energy Policyの創設者であり、Columbia Climate Schoolの共同学長を務める。

(出典) Foreign Policy「America's AI Leadership Depends on Energy」を基に経産省作成（和訳は経産省にて作成）。

データセンターの効率改善について

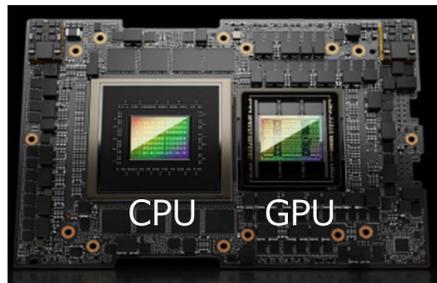
- データセンターのエネルギー効率の改善に向けては、最先端の情報処理技術（半導体・通信等）やそれを支える最先端の付帯設備（冷却等）の導入が有効。

情報処理技術のイノベーション



GAA、CFET

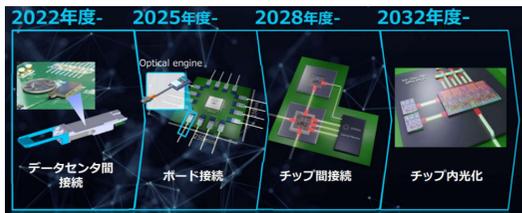
- 半導体の微細化技術。GAAはプロセスノード2nm台、CFETはプロセスノード1nm台を実現可能。
- プロセスノードが小さくなるほど、情報処理に要するエネルギー消費量が低減。
- 微細化によって情報処理のエネルギー効率は飛躍的に向上。



(出典：NVIDIA)

情報処理効率の向上に向けたチップ進化及び先端実装

- AI需要が増加する中、効率的なAIの計算のためには、汎用GPUから専用GPUに転換。
- また、GPUの処理を相互補完するためのCPUの進化も進む。
- さらに、これらを先端パッケージで統合することで情報処理効率の飛躍的な向上が期待される。



(出典：NTT)

光電融合

- 電子デバイスの電気配線を光配線に置き換える技術。
- 省エネ化・大容量化・低遅延化（ネットワークシステム全体で電力消費1/100）を実現。

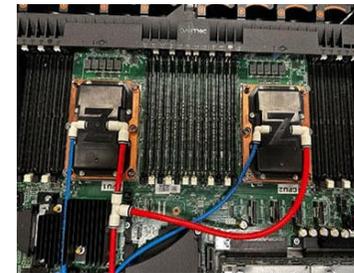
情報処理を支える付帯設備のイノベーション



(出典：NTTファシリティーズ)

水冷式リアドア型空調機

- サーバからの高温排気の排出部であるラックの背面に、冷水などを導通させた熱交換器とファンを設けて冷却する。
- サーバ排熱を即座に回収する構成とすることで熱交換効率を高め、高い冷却性能とエネルギー効率を実現。
- PUE1.2程度※の性能が期待される。



(出典：三菱重工)

コールドプレート冷却

- チップに冷却用の金属板を取り付け、チップからの発熱を直接取り除く。
- 金属板を介して冷却液とチップの間で直接熱交換を行うため、高い冷却能力とエネルギー効率を実現。
- PUE1.2~1.1程度※の性能が期待される。



(出典：KDDI)

液浸冷却

- 冷却液の入った液槽にサーバーを丸ごと浸して冷却する。
- 冷却液によりサーバー全体から直接発熱を取り除くため、冷却ファン等が不要になり、高い冷却性能とエネルギー効率を実現。
- PUE1.1~1.0程度※の性能が期待される。

データセンターに関する世界各国の規制

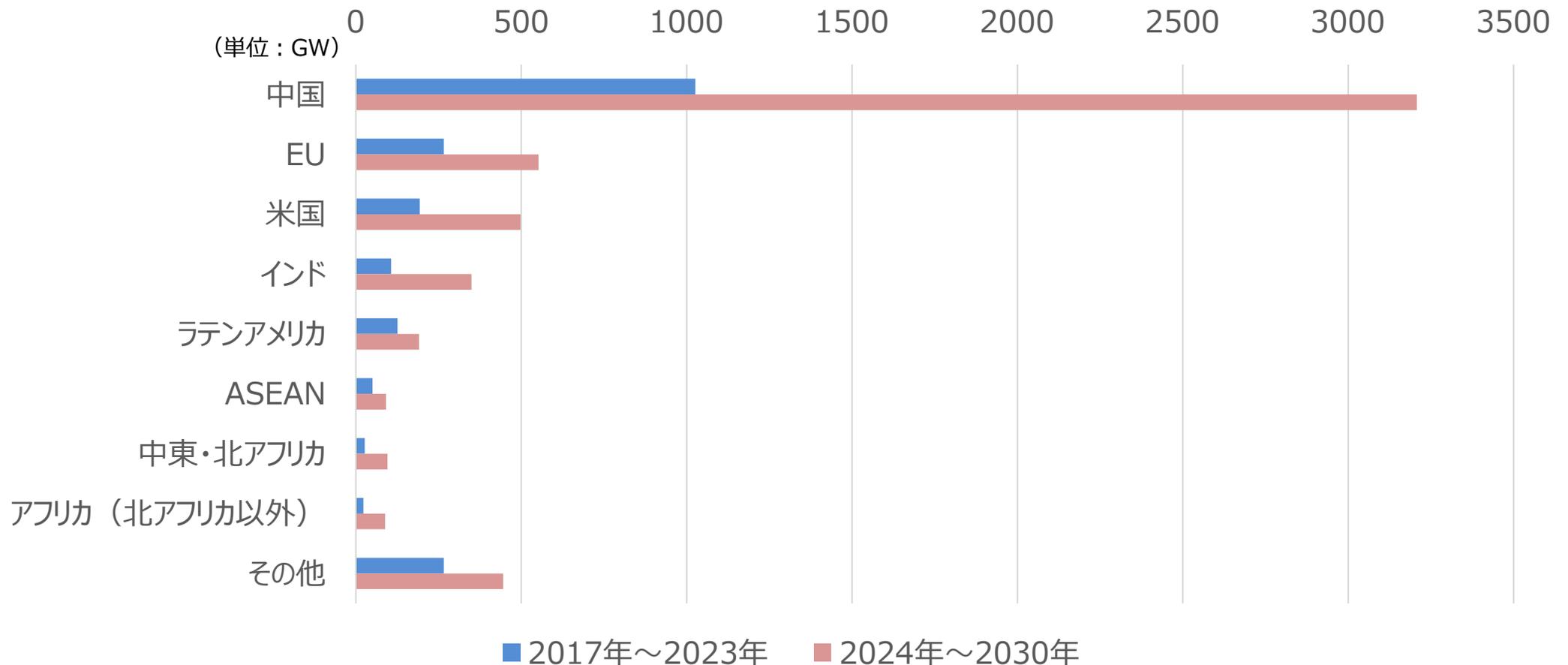
- データセンターによる電力需要の増加が見込まれる中、主要国では、データセンターのエネルギー効率を向上させ、電力需要を抑える取組を強化している。

国	規制内容
EU	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 <u>エネルギー効率指令（EED）</u>：EU加盟国に対し、<u>自国内の500kW以上のデータセンター所有者及び運営者を対象に、データセンター毎のエネルギー使用量や効率の実績について情報公開</u>を求める。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> • 2023 <u>エネルギー効率法</u>：データセンターの運営者に対し、<u>情報の公開と連邦政府への送付を求め、エネルギー効率に関する要件を設定</u>。（2026年7月以降に運用開始するものはPUE1.2以下等）
シンガポール	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 持続可能な方法によるDCの規制・管理の検討のため、<u>DC新設の一時停止を公表</u> • 2022 <u>エネルギー効率（PUE1.3未満等）等</u>に係る<u>要件を設定した上で、DC新設の公募を開始</u>（公募の結果、<u>4社によるDC新設を発表</u>）
中国	<ul style="list-style-type: none"> • 2021, 2022 <u>東数西算（東部のデータを西部のDCで処理）プロジェクト</u>に基づき、国家ハブ・ノード地区を指定し、データセンタークラスターを集積させると発表。 • 2024「<u>データセンターのグリーン・低炭素発展のための特別行動計画</u>」：<u>2025年までに、国家ハブ・ノード地区の新設DCはPUE1.2以下、その他の大規模新設DCはPUE1.25以下</u>としていくことを重点任務の一つとして掲げる。
バージニア州（米国）	<ul style="list-style-type: none"> • 2024 DCのエネルギー使用量について四半期ごとの報告を求める法案（HOUSE BILL NO.910）や、エネルギー効率等の要件を満たすDCを免税対象とする法案（HOUSE BILL NO.116）等、複数法案が州議会に提出。

世界の再エネ導入状況

- 本年10月、IEAは「Renewables 2024」を公表し、世界の再生可能エネルギー容量は、**2030年までに2022年比で約2.7倍（約7900GW）に到達**すると予想。
- 他方で、**今後2030年に向けて増加が見込まれる再エネ容量の約60%は中国が占める**とされている。
- なお、日本の再エネ容量は、**2024年から2030年にかけて75GW拡大することが予測**されている。

地域別の再エネ導入予測（IEA Renewables 2024）



次世代地熱に関する世界の動向①各国の動向

- 世界的に次世代型地熱技術への関心が高まっており、欧米諸国の政府は、その開発支援を強化。
- **米国**では、**EGSやクローズドループ等の技術開発を推進**している。米国エネルギー省は、**2035年までにEGSの発電コストを90%削減し、\$45/MWh（約6.7円/kWh）とすることを目標**としている。また、次世代地熱により、**現状3GWの地熱発電容量が、2050年までに90GW以上に拡大**し得ると推計。
- **EU**では、**ドイツにおいて商用のクローズドループ型の地熱施設の建設**に取り組むEavor社に対して、欧州投資銀行やEUイノベーション基金が支援している。
- **アイスランド**では、**官民のコンソーシアムが超臨界地熱に取り組んだ結果**、2017年に、超臨界状態で存在する地熱流体を世界で初めて確認することに成功した。

（参考）主要な次世代型地熱関連技術の概要

	従来型地熱技術	主要な次世代型地熱関連技術		
		EGS (Enhanced Geothermal System)	クローズドループ	超臨界地熱
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 高温・高圧の蒸気・熱水が貯まる地熱貯留槽に井戸を掘削し、蒸気・熱水を採取して発電に利用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 岩石を水圧で破碎することで地熱貯留層を人工的に造り、水を圧入し、蒸気を生産し、発電に利用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 2つの井戸を繋ぎ合わせ、または1つの井戸の中で、流体を注入・循環させることで、蒸気を生産し、発電に利用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地中深くのマグマ付近の高温・高圧な超臨界熱水を発電に利用。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然に対流する熱水を用いて効率的かつ持続的に地下の熱を採取できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 天然の熱水が不要なため広範囲な地熱資源が活用可能。 ● 貯留層造成にシェール開発技術が転用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 天然の熱水が不要なため広範囲な地熱資源が活用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 高熱量の超臨界流体が活用可能。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ● 適地探索が難しい。 ● 温泉資源や環境資源との共生。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水圧破碎により地震が誘発される可能性。 ● 発電システムの持続性に懸念。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 熱伝導によるため採熱量に物理的限界があり、規模拡大には、難易度の高い長大な坑井掘削が必要。 ● 日本の複雑な地質構造への適用可能性に課題。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用可能な超臨界流体の存在は日本では現在未確認。 ● 蒸気と一緒に生産される腐食性流体の処理プロセスがない。 ● 高温の掘削技術が未発達。12

次世代地熱に関する世界の動向②IEAの動き

- IEAは、次世代型地熱技術の登場によって、地熱産業が重要な岐路に立っているという現状認識の下、2024年11月、地熱に関するワークショップをフランス・パリで主催。
- 日・米・欧・NZ・比等の政府機関や、米欧の石油メジャー、地熱発電事業者、地熱関係のベンチャー企業、NGO、ベンチャー・キャピタル等、総勢100名以上が参加。
- 各国の参加企業が、様々な次世代型地熱技術（※）及びその事業化に向けた取組を紹介。次世代型地熱技術の開発・普及を早急に進める必要性について、参加者間で一致。掘削技術の高度化により大幅なコストダウンを実現したシェール開発を例に、これらの次世代型技術を活用した地熱発電も同様に事業化を目指すことが可能との声が多く上がった。
- 加えて、従来型の地熱発電の促進における課題と対応策についても議論され、①初期投資リスクの軽減、②許認可取得のプロセスの簡素化や規制の明確化、③地熱発電に関する地元理解の促進が今後の地熱政策のカギとの理解が参加者間で共有された。また、地熱の用途について、電力のみならず、欧州の参加者からは、熱供給への期待も示された。
- IEAは、11月下旬に、今般の議論も踏まえた、地熱に関するレポートを発表予定。



（※）次世代型地熱技術の例

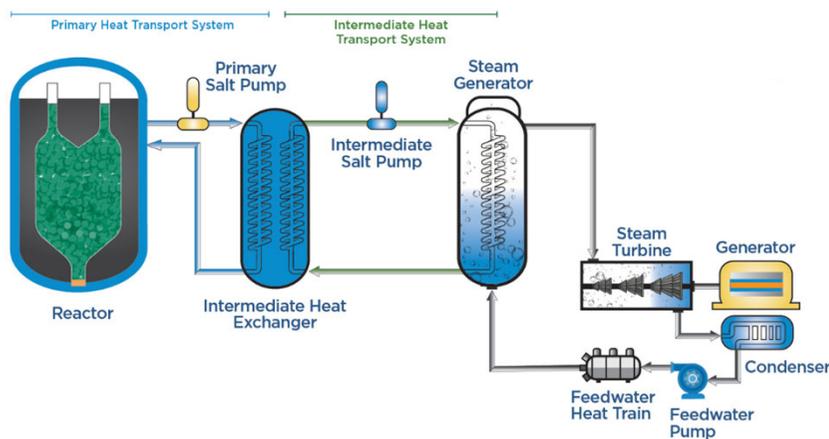
- クローズドループやEGS（Enhanced Geothermal System）のほか、
- ① フラッキングを行う際に発生する微細な地震活動をセンサーを用いてリアルタイムでモニタリングする技術
 - ② 地熱発電所の設備に必要な電力を太陽光発電で供給し、太陽光の余剰電力を地熱として地下に貯蔵する技術
 - ③ 効率的な掘削を可能とする技術
 - ④ 地下リスク評価のためのデータ活用 等

大手テック企業による原子力活用の動き

- 米Google社や米Amazon社などの**大手テック企業**は、データセンター等の電力需要の増加見通しを背景に、**カーボンフリー電源の供給先として新規原子力プロジェクトへの投資等を相次いで公表**している。

米Google社

- 2024年10月、米Google社が、**米カイロス・パワー社と、同社の開発する革新炉（溶融塩炉）から原子力由来の電力を購入する契約**を締結した旨を公表。
- カイロス・パワー社は、2030年までに初号機の運転を目指し、その後、さらに追加の建設を行う予定。今回発表された契約では、**最大500MWの電力供給**を見込むこととされている。



カイロス・パワー社が開発する「KP-FHR」（溶融塩炉）の概念図
（出所）カイロス・パワー社ウェブサイト

米Amazon社

- 2024年10月、米Amazon社が、原子力プロジェクトの推進に向けた以下3点の合意内容を公表。
 - ① 革新炉（高温ガス炉「Xe-100」）を開発する**米X-energy社**に対して、大学等とともに**約5億ドルの共同投資**を決定。
 - ② **ワシントン州の電力会社Energy Northwest社**と、同州における**革新炉（X-energy社の高温ガス炉「Xe-100」）の建設プロジェクト支援**に係る契約を締結。本契約により、Amazon社は、最初のプロジェクト（4基、320MW）から電力を購入する権利を獲得。
 - ③ 世界の巨大データセンターが多数立地する**バージニア州の電力会社Dominion Energy社**と、ノース・アナ原子力発電所近傍に**革新炉（小型モジュール炉（SMR））の設置を検討するMOU**を締結。



X-energy社が開発する「Xe-100」（高温ガス炉）の完成予想図
（出所）X-energy社ウェブサイト

(参考) 英国「2050年までの原子力ロードマップ」(2024年1月)

- 本年1月、英国は、2050年までに最大2,400万kWの原子力容量を達成し、電力需要の25%を原子力で供給するとの目標を実現するため、「2050年までの原子力ロードマップ」を公表。

【2050年までの道筋】

- 政府は、**更なる大型炉プロジェクトの検討を推進**。
- 政府は、**国内でのSMR導入**に取り組む。
- 政府は、**2050年までに最大2,400万kWの原子力発電を導入するとの目標**に向け、2030年から2044年まで**5年毎に300万～700万kWを供給する投資決定を確実に**行うことを目指す。
- 政府は、**民間ベンダーに対する強力な政府支援策を策定**する。

【主な取組】

資金調達

- 新設プロジェクトの投資家や事業者は、**差金決済取引(CfD)やRABモデルの適合性について政府と対話**することが可能となる。
- 原子力第三者賠償制度を強化するために、「**原子力損害の補完的な補償に関する条約(CSC)**」への**加盟**を目指す。
- 準備を進めている英国の**グリーンタクソミー**に、**原子力が含まれるよう働きかける**。

立地 土地利用

- 政府は、**原子力立地に関する新たな柔軟なアプローチの開発**を目指す。
- **コミュニティ・エンゲージメント**は、**今後も立地プロセスに不可欠**。
- 原子力廃止措置機関(NDA)は、**所有する土地のどの土地が間もなく再利用可能かについて記載した予定案を定期的に公表**。土地の提供に当たっては、まずは新規原子力プロジェクトに供されると想定した上で、公正かつ透明性のあるプロセスを実行する。

核燃料 サイクル

- 政府は、**英国国内の燃料サイクル能力を再生し、成長**させる。
- 2030年までに、**英国へのあらゆるロシア産の核燃料及びウランの供給を排除**する。また、国際的なパートナーと協力し、**ロシアへの国際的な依存を終わらせるとともに、政治的影響のリスクに左右されない、強靱かつ緊密なサプライチェーンを構築**する。
- 産業界とともに**最大3億ポンドを投じ、英国産低濃縮ウランの濃縮および再転換能力を提供**する。

英国の民生用原子力サイト (商業炉のみ)



LNG産消会議2024（2024年10月6日開催）

- 経済産業省と国際エネルギー機関（IEA）の共催で、第13回「LNG産消会議2024」を広島にて開催。今回の会議は、官民対話に重点を置き、LNG輸入者国際グループ（GIIGNL）と連携。
- 再エネの間欠性補完、成長するアジア等のエネルギー需要の充足、石炭からの転換などLNGの必要性や、LNGバリューチェーンの低炭素化やガスセキュリティ強化のための国際連携を深めていくことなどが確認された。

主な成果① LNGの役割に関する発信

ディスカッションペーパー・共同議長サマリー

- LNG産消会議の議論の土台として、IEAとMETI連名でディスカッションペーパーを公表するとともに議論の成果を共同議長サマリーとして取りまとめ。LNGの役割として以下を確認。①LNG火力は再エネの間欠性補完のために必要、②成長するアジア等でのエネルギー需要の充足、石炭からの転換に役割を持つ、③LNGバリューチェーンは低炭素化が可能であり、既存インフラは低炭素ガスに接続可能。



オープニングスピーチの様子



パネルディスカッションの様子



「広島宣言」手交式の様子

LNG産消会議2024（2024年10月6日開催）

主な成果② ガスセキュリティの強化

① イタリア政府とのLNGにおける包括的な協力を確認

- 資源エネルギー庁と伊環境エネルギー安全保障省でのLNGでの包括的な協力を確認。近い将来、協力覚書を締結することを発表。

② イタリアEniとJOGMECのLNG調達多角化にむけた協力覚書

- JOGMECとEniがガスセキュリティの向上とLNGの調達支援、調達多角化に向けた協力を確認。

③ 韓国・通商産業資源部との共同プレスリリース

- 両国間のLNGの安定的な調達に関する協力に向け、韓国企業（KOGAS）と日本企業（JERA）の間で、LNG調達に関する取組（カーゴスワップ取引等）を試行する方向で一致。

主な成果③ LNGバリューチェーンの低炭素化

① CLEANの成果レポート公表、事業者拡大、上流企業・国際機関等との連携

- 2023年JERA・KOGAS(韓国)が、JOGMECのサポートの下で開始した、メタン排出削減対策の情報の透明化を後押しする「CLEAN（Coalition for LNG Emission Abatement toward Net zero）」を電力・ガス事業者、主要な商社に拡大(計24社に拡大)。世界の4分の1程度のLNG輸入量をカバーする取組となる。また、エネルギー企業(11社)・国際機関等(6機関)からの本取組へのサポートを公表。

② 欧州委員会(EC)とのメタン排出削減対策に向けたLNG輸入国アライアンス

- 主要なLNG輸入者である欧州と日本が、メタン排出削減対策に共通の方針で取り組むことを表明。

③ GIIGNLとのカーボンニュートラルLNG認証に向けた協力声明

- LNG輸入者国際グループ（GIIGNL）とカーボンニュートラルLNGの認証の推進に向けた協力を表明。

世界的なメタン対策の機運の高まり

メタン排出に関する情報公開や国際標準化等の取組が進展

- 上中流のGHG排出の中で相当のインパクトを有するメタン排出に対する取組について、世界的に取組が進展。
- 国連の機関であるIMEO(International Methane Emissions Observatory) は、衛星データに基づき、世界のLNGプロジェクトのメタン漏洩状況の可視化に取り組む。
- 欧州は2024年5月に、エネルギー部門におけるメタン排出削減規則を議会承認。中国も2023年11月に、カーボンニュートラル政策を所管する生態環境保護部主導、国家発展改革委員会、国家能源局など11行政部門と共同で国家メタン排出抑制行動計画を発表。
- 米国エネルギー省と欧州エネルギー総局は、LNGサプライチェーンにおけるGHG排出についての観測・測定・報告・認証の国際標準化に向けたMMRV (Monitoring, Measuring, Reporting Verification) の議論もリード。
- 日本は韓国と連携し、2023年7月の第12回LNG産消会議でCLEAN(Coalition for LNG Emission Abatement toward Net zero)イニシアティブを発表。

IMEOの動向

- メタン観測衛星を打ち上げ、トップダウンでもメタン排出状況を観測。衛星から集めたデータは「IMEO Methane Data」として、インターネット上に随時公開。メタン排出状況の可視化を目指す。
- 70以上の国の140の企業が参加するメタン排出の報告・認証枠組みである「OGMP2.0(Oil & Gas Methane Partnership 2.0)」を通じて、石油・ガス企業からプロジェクト毎のメタン排出量データを収集し、分析を実施。
- IMEOの活動方針は、欧米中心のIMEO加盟国で決定されているが、IMEO独自の情報公開を強化する動きもある。



LNGバリューチェーンの低炭素化と認証に向けた国際連携

CLEANイニシアティブを通じたメタン測定技術・方法の国際標準化

- **LNG産消会議2024において、CLEANイニシアティブの取組拡大を発表。**日本の電力会社8社、ガス会社9社、商社5社の計22社がLNG消費者として新たに参加。加えて、LNG生産者であるエネルギー企業11社、国連・国際メタン観測所（IMEO）を含む6つの国際機関・組織と連携していくことも公表。また**GIIGNLとは、低炭素LNGの認証のためのフレームワーク構築に取り組んでいくことに合意し公表した。**さらに、**欧州委員会とメタン排出削減のためにLNG輸入国間で連携することに合意した。**
- メタン対策に関する国際標準化や技術協力等の国際連携の重要性が高まる中で、具体的な取組として世界的な認知が高まっている**CLEANイニシアティブ**について、**更なる協力の可能性が拡大。**特にメタン排出に関する報告・認証の国際的な枠組みであるOGMP2.0※を管理する**IMEOとの連携は、今後アジアのLNG設備での実証を経た技術・方法論を国際標準化に組み込むうえで重要。**今後、欧米、アジア諸国、国際機関と連携し日本のメタン測定技術・方法の国際標準化を進める。

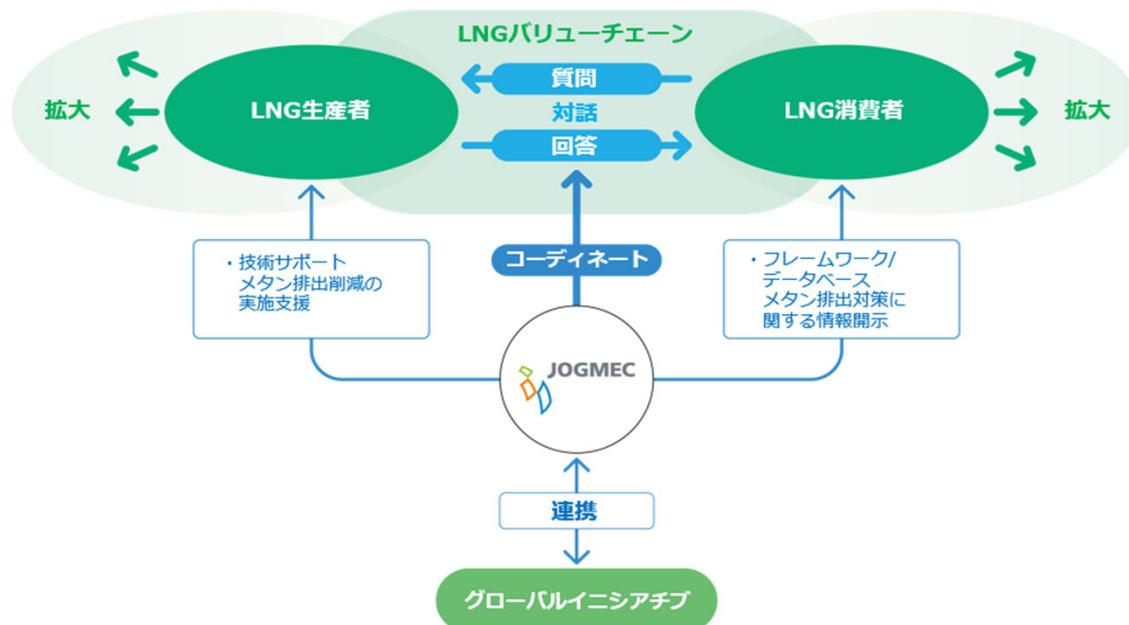
※OGMP2.0:Oil & Gas Methane Partnership 2.0

LNGバリューチェーンの低炭素化のロードマップ策定、認証制度の検討の促進

- 今後、**IEAとLNGバリューチェーンの低炭素化に向けて技術ロードマップの作成について連携を深めるとともに、カーボンニュートラル／低炭素化認証されたLNG**について、市場価値を高めるためにも需要サイドの取組として、**当該LNGを利用する電源を脱炭素電源として認めるなどの制度的対応の検討を進めていく。**

【CLEANの概要】

- 日韓LNG消費者が連携し、JOGMECのサポートでLNGからのメタン排出削減のために産消の対話を促進し、データ公開を通じ情報透明化に貢献するイニシアティブ



欧州委員会との共同声明公表

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低い国を中心に全廃の年限を表明。**英国は2024年9月末に石炭火力を全廃。カナダなどは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9月30日、最後の石炭火力発電所の運転を終了し、 G7で初めて石炭火力を全廃。	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年は 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 。

(出典) 電力需要及び石炭火力の割合についてはIEA World Energy Balances (各国2022年の発電量)、総合エネルギー統計 (2022年度確報) をもとに、各国の政策方針については各国政府HP、各種報道をもとに経産省作成

英国における石炭火力全廃と高炉の廃止

- 本年9月30日、英国は国内最後のラトクリフ・オン・ソア（Ratcliffe-on-Soar）石炭火力発電所を停止し、G7で初めて石炭火力を全廃。
- また同日、Tata Steel社は、英国最大級のポート・タルボット（Port Talbot）製鉄所において、高炉4号機を閉鎖。残された国内最後の高炉を所有するスカンソープ（Scunthorpe）製鉄所についても、British Steel社は、今後電炉へ転換する方針を示している。
- なお、2022年の英国の粗鋼生産量約600万トンのうち約8割が高炉由来とされている。

ラトクリフ・オン・ソア石炭火力発電所の廃止

- ドイツのエネルギー大手ユニパーは、9月30日、英国内最後の石炭火力発電所ラトクリフ・オン・ソア発電所の運転終了を表明。
- 同発電所はイングランド北部ノッティンガム近郊に位置し、1967年に運転を開始。発電容量は2GW。
- 英国は、G7で初めて石炭火力を全廃した国となった。



（出所）Uniper社のプレスリリースを基に経産省作成。写真は同社HPより引用。

ポート・タルボット製鉄所の高炉閉鎖

- タタ製鉄は、9月30日、ポート・タルボット製鉄所において、残された高炉4号機を閉鎖。
- 当初、タタ製鉄は、高炉の廃止に伴い、最大2800人の雇用に影響が出るとしていたが、今後、英国政府の支援を受けながら、電炉への転換を進める予定。



（出所）タタ製鉄社のプレスリリースを基に経産省作成。写真はBBCより引用。

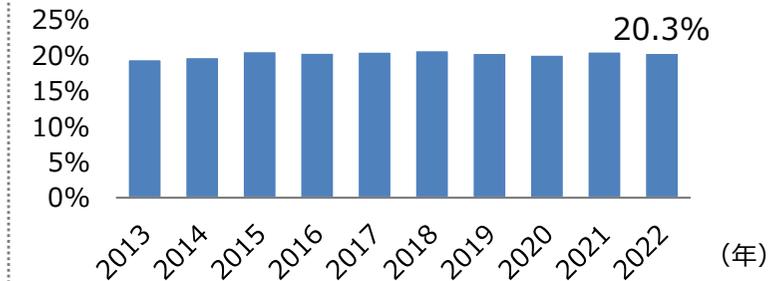
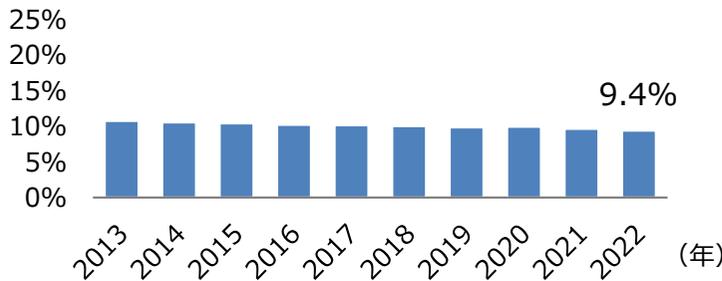
(参考) 産業・貿易構造とエネルギー供給構造の日英比較

- 英国のGDPに占める製造業比率は9.4%に対し、日本は20.3%。
- 貿易収支を見ると、英国は「機械」輸出はマイナスで「サービス」の輸出により外貨を稼ぐ構造であるのに対し、日本は自動車などを含む「機械」の輸出によって外貨を稼ぐ構造であり、両国では産業・貿易構造が異なる。

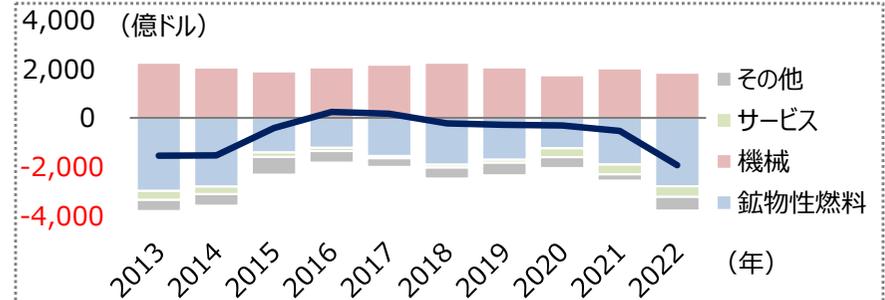
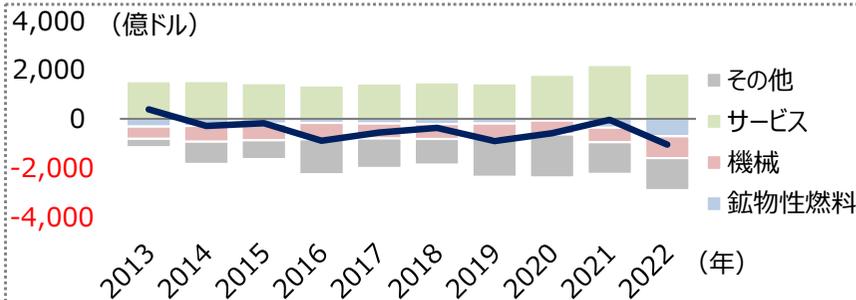
英国

日本

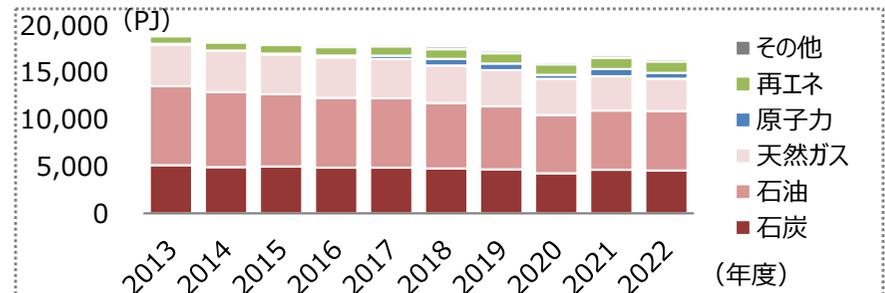
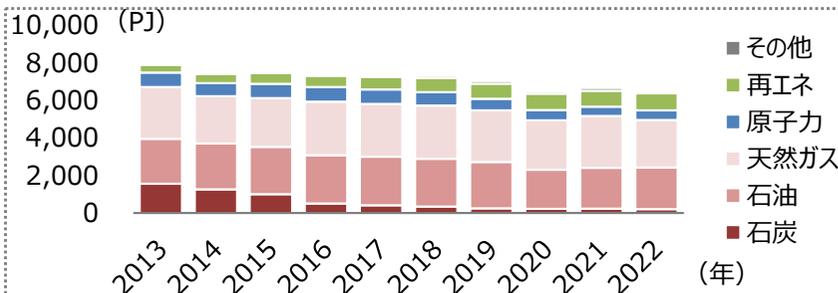
GDPに占める
製造業比率



貿易収支



1次エネルギー
の推移



(出所) United Nations "National Accounts – Analysis of Main Aggregates Database", World Trade Organization "International Trade Statistics", IEA "World Energy Balances"をもとに経産省作成。

(参考) 英国の石炭火力の廃止と脱炭素エネルギーの拡大

- 2024年7月に政権交代した労働党は、**クリーンエネルギー投資を経済成長及び政府支出の拡大に関する旗艦ミッション**と位置付け。**公営の支援機関であるGreat British Energyを設立**し、再エネ、原子力、炭素回収等への投資、地域再エネプロジェクトへの開発支援等を行う。

英国のエネルギー政策の概要

再エネ

- 政権交代に伴い**目標強化**。2030年までの導入目標は、現在の水準から**洋上風力4倍**（55GW。うち5GWは浮体式。）、**陸上風力2倍**（35GW）、**太陽光3倍**（55GW）。

原子力

- **2050年までに最大で24GWの導入、電力需要の25%を原子力で供給***することを目指す。
- ヒンクリーポイントCは今後稼働させる方針。**サイズウェルCは2022年7月に建設承認、2024年8月には最大55億ポンドの補助金割り当てを発表**。
- **SMRの政府セレクションを実施中**。

火力

- **2024年9月末に全ての石炭火力発電所を廃止（G7初）**。人材確保難などから、非常用稼働契約の延長交渉が難航。

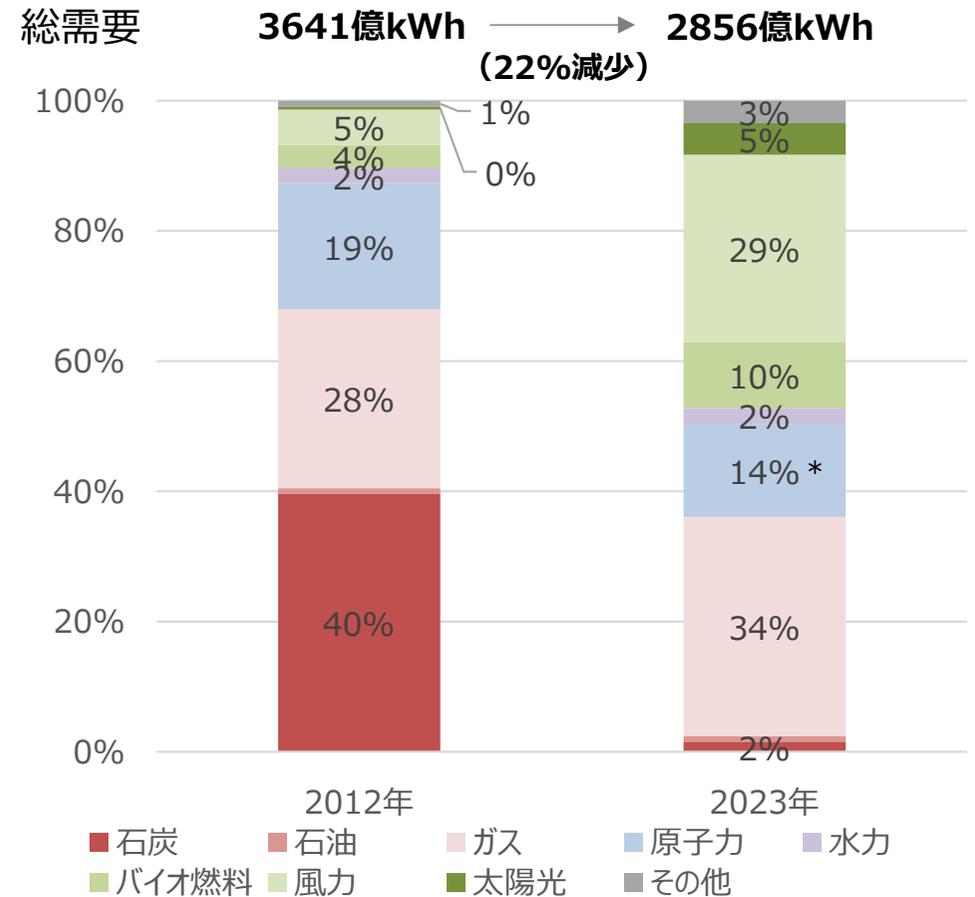
省エネ

- Warm Home計画により66億ポンドを追加投資し、**500万戸の断熱などの住宅エネルギー性能を改善**する方針。

水素

- **2030年までに低炭素水素を10GW**（少なくとも半分はグリーン）の製造能力を開発する方針。
- 総額2億4,000万ポンドの政府ファンドが支援。**CCUSの開発と合わせ、ブルー・グリーン水素双方の導入を進める**。

英国における電源構成の推移



(注釈) Nuclear Industry AssociationによるNational Grid情報の分析結果によると、2024年第1四半期の英国の純電力輸入量は9TWh（約15%）に達し、過去最高としている。

石炭火力・原子力敷地内の原子力新設の可能容量を評価

- 2024年9月、米エネルギー省は、米国内の石炭火力及び原子力の既設発電所サイトを対象に、原子力の新規建設によって拡大可能な発電設備容量を評価する報告書を公表。
- 同報告書では、今後、原子力発電所の新規建設によって拡大可能な発電容量として、閉鎖予定又は閉鎖済みの石炭火力発電所サイトでは1億2,800万～1億7,400万kW相当、運転中又は閉鎖済みの原子力発電所サイトでは6,000万～9,500万kW相当が米国内に存在すると評価している。

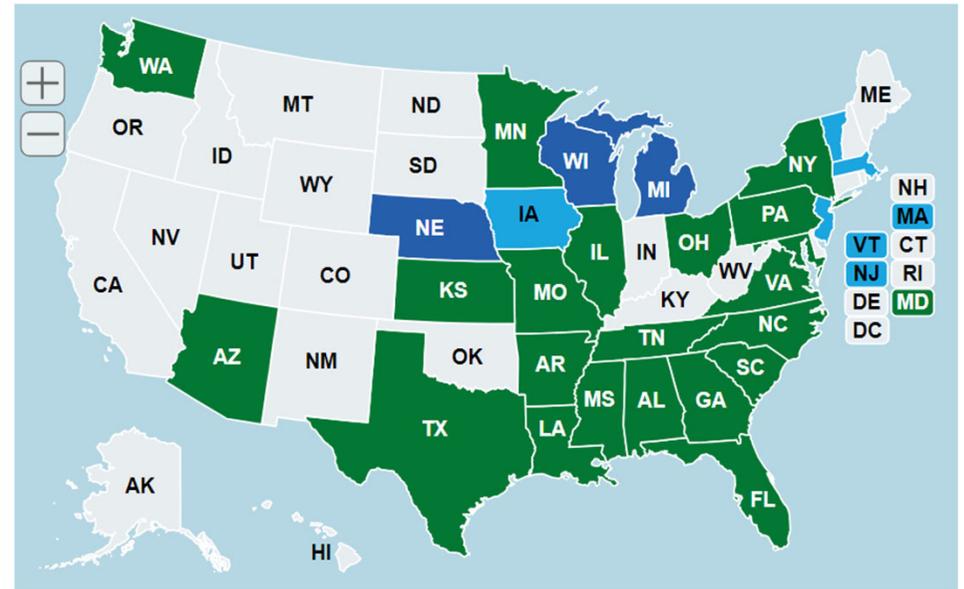
閉鎖済み又は今後閉鎖予定の石炭火力発電所サイトに対する評価

炉の出力 (想定)	新規建設可能な基数	拡大可能な発電設備容量
60万kW	290基	1億7,400万kW
111.7万kW (AP1000等)	115基	1億2,800万kW

運転中又は閉鎖済みの原子力発電所サイトに対する評価

炉の出力 (想定)	新規建設可能な基数	拡大可能な発電設備容量
60万kW	158基	9,500万kW
111.7万kW (AP1000等)	54基	6,000万kW

原子力の新規建設スペースが存在する原子力の既設発電所サイト (州別)



- …運転中のサイトが存在する州
- …閉鎖済みのサイトが存在する州
- …運転中及び閉鎖済みのサイトが存在する州

- 10月11日、石破総理が議長を務め、ラオスで開催された第2回AZEC首脳会合において、“**今後10年のためのアクションプラン**”を含む**首脳共同声明に合意**。武藤経済産業大臣も出席し、8月の第2回閣僚会合の成果を報告。
- AZECパートナー国の首脳からは、①AZECを主導してきた**日本の取組に対する支持**、②地域の脱炭素化、経済成長、エネルギー安全保障を同時に達成しつつ、各国の事情に応じて多様な道筋の下でネットゼロを目指す**AZEC原則への強固な支持**が示された。
- また、AZEC原則に従った**排出削減対策**（再生可能エネルギー推進、火力発電ゼロエミッション化、CCS技術等）や、技術革新、エネルギー移行に向けた**ファイナンス促進**により、地域として温室効果ガス排出削減を進めていくことへの、重要性が表明された。
- これまでの「個別プロジェクトの実施」に加え、各国とのルール形成を含む「政策協調」のステージへと、**新たな協力のフェーズに進展**。

首脳声明の主なポイント

①世界の脱炭素化への貢献／AZEC構想とAZECパートナー国の地域戦略の実施の加速

- ・ COP28の成果（再エネ3倍目標等）を歓迎し、取組を加速していくことをコミット。
- ・ AZECの取組を、パートナー各国の戦略や取組を反映した形で進めることを確認。

②AZEC原則の確認／AZECにおける進捗の歓迎

- ・ 脱炭素・経済成長・エネルギー安全保障の確保の同時実現
- ・ 各国の事情に応じた多様な道筋によるネットゼロの実現
- ・ 8月に開催されたAZEC閣僚会合（経産大臣議長）の成果やアジア大で進む官民の協力イニシアティブ等を歓迎。

③「今後10年のためのアクションプラン」

柱1：AZECソリューション（脱炭素化に資する活動を促進するルール形成等）の推進

例) GHGの算定・報告の促進等、サプライチェーン全体の排出量の可視化
トランジション・ファイナンスの推進
農林分野・運輸部門等の脱炭素化

柱2：イニシアティブの始動

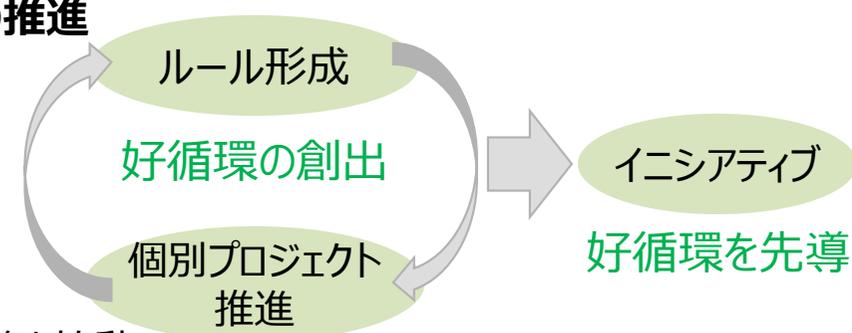
例) 知的エンジンとしてジャカルタに「アジア・ゼロエミッションセンター」を設置
排出量の多い電力・運輸・産業の脱炭素化に関するロードマップ策定等を始動

柱3：個別プロジェクトの更なる組成

例) ODAや政府機関（JBIC、JETRO等）の政策ツールを活用した脱炭素プロジェクトの創出等
（再生可能エネルギー普及、グリーン工業団地開発等）



(出典：外務省HP (写真提供：内閣広報室))



(参考) アジア・ゼロエミッション共同体 (AZEC) の意義

- AZECは、2022年1月、岸田総理（当時）が、施政方針演説において、**アジア各国が脱炭素化を進めるとの理念を共有し、エネルギーtransitionを進める**ために協力することを目的として提唱。
- ASEANの多くの国は、**電力の大宗を石炭・天然ガスの火力発電に依存し、産業構造の高い割合を製造業が占める**など日本と同様の課題。**脱炭素化の取組が遅れると、ASEANはグローバルなビジネス機会を喪失**するおそれ。
- 但し、現下の国際情勢下、**脱炭素化の取組は、経済成長とエネルギー安全保障を両立**する形で進める必要あり。
- 即ち、各国の事情に応じた**多様な道筋による現実的な形で、着実にアジアの脱炭素を進めていく**必要があり、そのため、AZECの枠組みの下、**日本の技術やファイナンスを活用していくことは、世界の脱炭素化のために重要**（日本自身の温室効果ガス（GHG）排出量は世界の3%）。

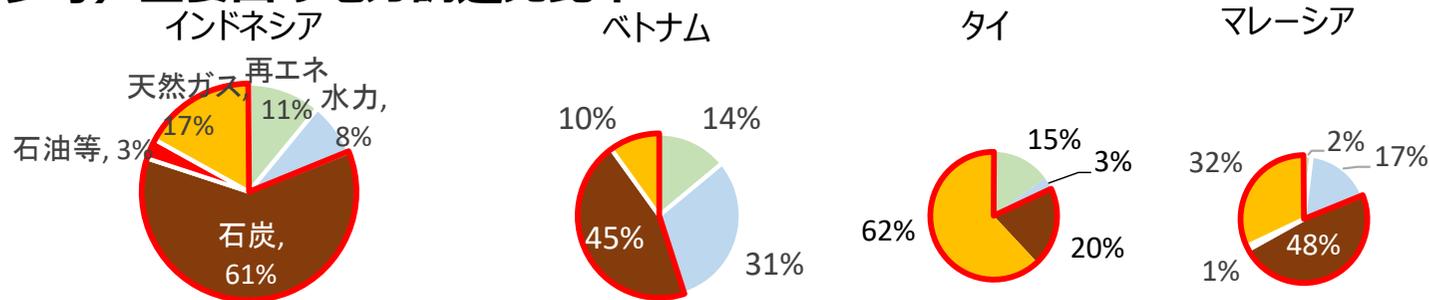
参加国



- これまで首脳会合（2023年12月：東京）と閣僚会合（2023年3月：東京、2024年8月：ジャカルタ）を開催
- エネルギーセクターを中心に、再エネやグリーンアンモニア等の個別プロジェクトを推進
⇒ **アジアの産業やエネルギー構造を変えていくための面的なアクションが必要な状況**

2024年は今後10年のためのアクションプランを含む共同声明に合意し、新たなフェーズへ

(参考) 主要国の電力調達先比率



(参考) AZECにおける個別プロジェクトの事例

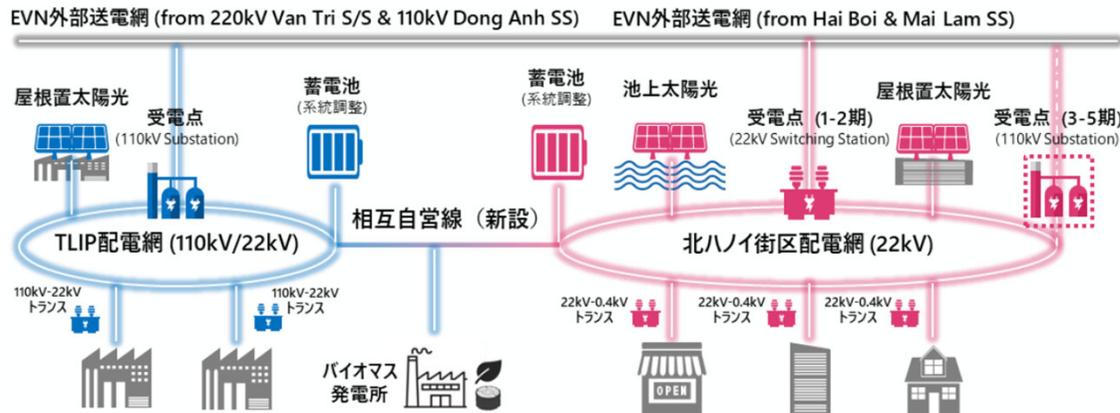
- AZECにおいて、各国の事情に応じたエネルギー移行の推進に向け、**個別プロジェクト支援**を実施中。
- ネットゼロの実現に向け、電力部門、輸送部門、産業部門を中心に、再エネ、省エネ、水素・アンモニア、CCUS等をはじめとする技術導入を支援。

住友商事、タンロン工業団地、北ハノイスマートシティ、BRG Group (ベトナム事業者) 間の脱炭素化/エネルギーマネジメント協力に関する覚書 (ベトナム)

概要：日系製造業が集積するタンロン工業団地及び日越フラッグシップとして開発を進める北ハノイスマートシティにおいて、再生可能エネルギー供給の拡大および両案件間での広域エネルギーマネジメントならびに省エネ設備の導入を通じて、工業団地と街区のグリーン化・脱炭素化を検討。

事業者：住友商事、タンロン工業団地、北ハノイスマートシティ、BRG Group

<広域エナジーマネジメント・マイクログリッド イメージ>



建築分野のカーボンニュートラルを実現するためのZEB実証事業 (マレーシア)

概要：マレーシア政府機関SEDAの移転先ビルを対象とした蒸暑地域における既存改修型のNearly ZEBの実証。
ISO/TS23764に基づくZEBコンセプトを適用し、空調の省エネ性と快適性を両立し、過冷却の抑制等、利用者の行動変容が期待される。

事業者：パシフィックコンサルタンツ、AGC、三菱電機、アズビル

<SEDA移転予定ビル/事業概要>

総エネルギー消費量：約75%削減 (目標) 「Nearly ZEB」を目指す

1 屋根の断熱性向上 ・ 屋根断熱材設置 PCKK	2 外壁面の改修 ・ 外壁断熱材設置 ・ BIPV設置による日射遮蔽 PCKK	3 開口部の改修 ・ ガラスの高断熱・高遮熱化 (Low-Eガラス) AGC
4 空調設備 ・ 高効率VRV空調 ・ 潜熱分離空調による空調設置温度緩和 三菱電機	5 換気設備 ・ 外気処理ユニット付き全熱交換器導入 ・ CO2センサーによる外気制御 三菱電機	6 照明設備 ・ 高効率LED照明 ・ 人感センサー ・ 昼光センサー ・ タスクアンビエントによるベース照明電力の緩和 PCKK
7 運用最適化 ・ CO2センサーによる外気制御 ・ 自動制御ブラインドによる自然光制御 ・ 温冷感申告に基づく室内温度設定緩和 三菱電機, Azbil, PCKK	8 人材マネジメント ・ BEMSによる消費エネルギー量の見える化と、設備設定値への反映 Azbil	9 創エネ設備 ・ 建材一体型太陽光発電パネル (BIPV) ・ 屋根置き太陽光発電パネル PCKK, AGC



国際連携：エネルギー分野における日EU間の連携①

- 日EUグリーン・アライアンスに基づき、日EU双方においてネット・ゼロ目標に向けた多様な道筋を認識し、エネルギー分野における協力強化等を進めてきた。

日EUグリーン・アライアンスの概要

- 再エネ（特に洋上風力）、蓄電池、水素、炭素回収・利用・貯蔵、原子力における協力を強化する。また、カーボンリサイクルに関する情報交換を行う。
- 天然ガスがエネルギー・気候移行において重要な役割を果たすことを認識し、ネット・ゼロ目標にも留意しつつ、ガス部門の脱炭素化に関する分析及び専門技術の情報交換、メタン排出に対処する国際的な機運の向上を行う。

これまでの主な歩み

第27回日EU定期首脳会議（令和3年5月）

- 日EUグリーン・アライアンスに合意。

第28回日EU定期首脳会議（令和4年5月）

- 日EUグリーン・アライアンスのもとで、水素、エネルギー移行、サステナブル・ファイナンス等の分野で引き続き、日・EU間で気候変動、環境分野の取組を加速し、国際社会をリードしていくことで一致。

第29回日EU定期首脳会議（令和5年7月）

- 日EUグリーン・アライアンスに基づき、省エネ、再生可能エネルギー、水素分野での協力、バッテリー及び重要鉱物のサプライチェーンの強靱化等の必要性を確認し、多様な道筋が、2050年ネット・ゼロという共通目標につながることを確認。
- 特に水素分野に関しては、令和4年12月に閣僚級で合意した日EU水素MOCを着実に実行するべく、首脳レベルの関与による産業・金融・技術分野での協力枠組み組成を通じた、水素市場形成、企業協力等の深化に合意。

（出典）外務省HP等を基に経産省作成。

国際連携：エネルギー分野における日EU間の連携②

- 第29回日EU定期首脳会議における合意も踏まえ、2024年6月に日EU水素ビジネスフォーラムを開催。
- 閣僚レベルで官民で政策連携や具体的な協力分野について議論し、日EUグリーン・アライアンスを踏まえて、太陽光や風力、水素の分野において、透明性、多様性、安全性、持続可能性、信頼性の原則に基づき、強靱なサプライチェーン構築に繋がる連携を強化した。

日EU閣僚による共同プレス声明

齋藤経済産業大臣及びシムソン委員は以下を含む事項について合意。

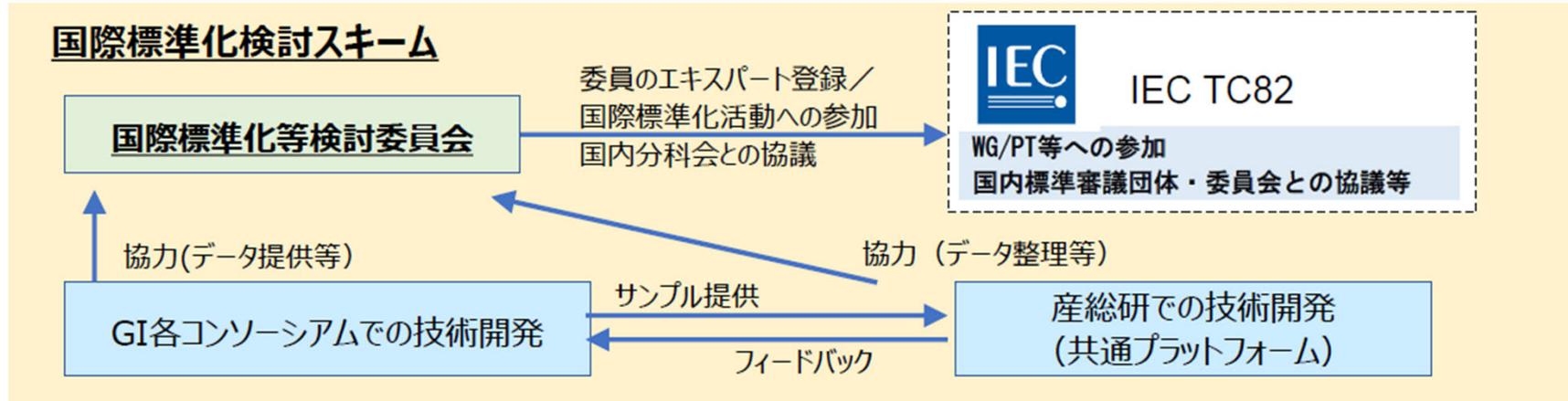
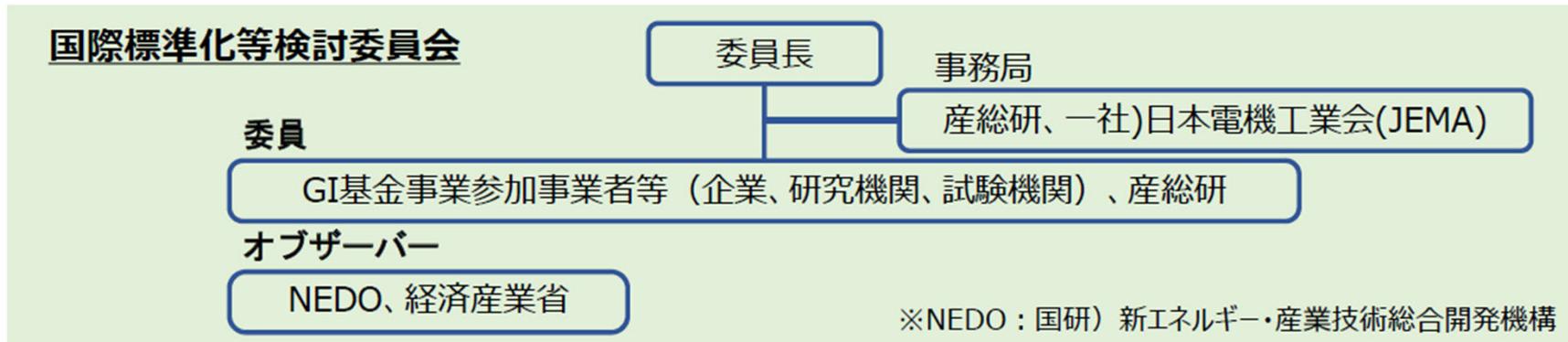
- 両者は、クリーンエネルギー分野における供給・需要サイドの政策で協力し、透明性、多様性、安全性、持続可能性及び信頼性の原則に基づき、脱炭素、安定供給、サイバーセキュリティといった価格以外の要件を適切に評価する。両者は、まずは風力、太陽光、水素分野において作業を始め、今後対象分野を拡大することを確認する。
- 両者は、同志国と連携し、透明、強靱で持続可能なサプライチェーンを可能な限り広範に構築し、強化することの重要性に合意し、上記2の作業を行う日EUグリーンエネルギー産業政策対話の設置に合意する。



2024年6月の水素ビジネスフォーラム開催時に行われた齋藤経産大臣、シムソン欧州委員（エネルギー担当）の閣僚セッション後の共同記者会見

(参考) ペロブスカイト国際標準の策定に向けた取組

- ペロブスカイト太陽電池は、製品の品質等を確認する試験の試験条件、プロトコルが確立されていない状況。ペロブスカイト太陽電池の耐久性や信頼性を評価する試験技術、第三者による確認スキームの検討等に必要となる技術開発・データ取得を進めていく。
- 2024年3月に国際標準化等検討委員会を設立し、産総研などの関係者による、太陽電池の性能評価に関する標準規格の検討を開始。今後、必要な測定データなどを集約し、太陽電池のIEC規格の標準原案の検討・策定を進めていく。



国際連携：GX実現に向けた日米協力

- 本年4月、岸田首相は米国を公式訪問し、バイデン大統領と会談。日米首脳共同声明において、両国のグローバルなパートナーシップを前進させるため、気候変動対策の加速化に取り組むことが合意された。
- これを受け同月10日、齋藤経済産業大臣とポデスタ米国大統領上級補佐官は、GX推進戦略と米国インフレ削減法（IRA）に関する政策対話をワシントンにて開催。
- 排出削減とエネルギー移行を加速させ、持続可能なサプライチェーンを構築し、産業競争力を向上させるため、GXとIRAのシナジーを高めしていくことに合意。
- 事務レベルでのフォローアップ会合も行いながら、年内にも次回会合を開催予定。

【日米GX-IRA政策対話における議論の概要】

GXとIRAのシナジーを高めしていくため、今後、以下3点を中心に、具体的な協力を進めていくこととなった。

1 日米連携プロジェクトの促進

排出削減、経済成長、雇用創出の原動力となるのは企業による投資。洋上風力やペロブスカイト太陽電池、水素・アンモニア、水電解装置、ヒートポンプ、革新炉、カーボンマネジメント技術等の分野において、日米における投資環境を整備していく。

2 持続可能なクリーンエネルギー・サプライチェーンの構築

経済安全保障の観点も踏まえながらGXとIRAを進め、持続可能なサプライチェーンの構築を目指す。

3 新たな仕組みづくりやスタートアップの活用

例えば、グリーン鉄やグリーン化学など製造時の排出削減分が利用者に分かる形で適切に評価されるような仕組みや、脱炭素分野におけるスタートアップの活用についても検討を進めていく。



日米首脳会談（外務省HP）



日米GX-IRA政策対話

(参考) 岸田首相訪米成果文書におけるエネルギー分野の協力

日米首脳共同声明（「未来のためのグローバル・パートナー」）の主な内容

- 日米両国は、気候危機が我々の時代の存亡に関わる挑戦であることを認識し、世界的な対応のリーダーとなる意図を有する。クリーン・エネルギーへの移行の加速化という共通の目標に向け、我々は、補完的かつ革新的なクリーン・エネルギー・サプライチェーンを促進し、産業競争力を向上させるため、この10年間のエネルギー移行の進展を加速させることを目指した**日本のグリーン・トランスフォーメーション（GX）推進戦略及び米国のインフレ削減法を含め、それぞれの国内施策を実施し、それらの相乗効果と影響を最大化する方法に関する、新たなハイレベル対話を立ち上げる。**
- 本日、**日本が米国の Floating Offshore Wind Shot の最初の国際的な協力者として加わることを発表する。**我々は、クリーンエネルギー・エネルギーセキュリティ・イニシアティブ（CEESI）を通じて、各国の事情を考慮しながら、Wind Shot に沿った世界的な野心に向けて協働する意図を有し、**技術コストを削減、脱炭素化を加速**し、沿岸地域社会への便益をもたらす革新的なブレークスルーを追求していく。アカデミアとの連携を通じて浮体式洋上風力発電のコスト削減と量産化を目指す、**日本が新たに立ち上げた産業プラットフォーム「浮体式洋上風力技術研究組合（FLOWRA）」を米国は歓迎する。**
- 米国は、**予見可能な形で LNG を供給する能力を含め、日本及び他の同盟国のエネルギー安全保障を支援するための揺るぎないコミットメント**を維持するとともに、ゼロ・エミッション・エネルギーへの世界的な移行を加速させ、**化石燃料バリューチェーン全体でメタン排出を実行し得る限り最小化**するために、他の化石燃料輸入国及び生産国と協力する。

この他、「ファクトシート」においてグリッド、原子力（A/SMRs）、カーボンマネージメント、合成メタン、SAF、水素サプライチェーン、地熱の重要性について確認した。

(参考) 浮体式洋上風力技術研究組合 (FLOWRA) の概要

- FLOWRAは国内の発電事業者が協調し、海外諸機関との連携含め浮体式のコストとリスクを低減させる共通基盤技術開発に取り組むことで、浮体式大規模商用化・CN社会・国内産業創出の実現への貢献を目指し、2024年2月に経済産業大臣の認可を受けて設立。2024年10月現在の参加企業は20社。具体的には以下等のことに取り組んでいる：
 1. 風車・浮体・係留・ケーブルといった構造物を一体システムとして捉えた上で、最適な設計手法を開発
 2. 浮体式洋上風力の低コスト化に繋がる、量産技術等の仕様や標準規格を、グローバルに連携して定める
- その実行にあたっては、日本のゼネコン・マリコン・材料/造船/重電メーカー等と強力にタッグを組んで、プロセスイノベーションの視点を取り入れて技術開発を推進。また、浮体式洋上風力のグローバル市場の拡大、海外プロジェクトへの参入も視野に、商用プロジェクトで先行する欧州・米国等と連携

<FLOWRA>

組合員：20社（2024年10月現在）

<共同研究パートナー>

ゼネコン・マリコン・材料/造船/重電メーカー等

港湾工事 高炉 造船所

出典：Shutterstock

<諸外国>

米国 デンマーク 英国 等

(欧州を中心に連携に向けて協議)

<国立研究機関>

産総研
国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
NMRI National Maritime Research Institute

<教育・研究機関>

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

RCAST
Research Center for
Advanced Science and Technology
The University of Tokyo

<認証機関>

ClassNK



目次

1. これまでの議論の整理

2. エネルギーに関する最近の国際動向

3. 脱炭素電源・技術に関する足元の状況

4. 本日の議題

- 再生可能エネルギーについては、**地域共生を前提に、国民負担の抑制**を図りながら、**主力電源として、最大限の導入拡大**に取り組む。
- 他方、再エネ導入にあたっては、**我が国のポテンシャルを最大限活かす**ためにも、**以下の課題を乗り越える必要**がある。

①地域との共生

- ✓ 傾斜地への設置など安全面での懸念増大。
- ✓ 住民説明不足等による地域トラブル発生。
- ⇒ **地域との共生に向けた事業規律強化が必要**

②国民負担の抑制

- ✓ FIT制度による20年間の固定価格買取によって国民負担増大（2024年度3.49円/kWh）。
- ✓ 特にFIT制度開始直後の相対的に高い買取価格。
- ⇒ **FIPや入札制度活用など、更なるコスト低減が必要**

③出力変動への対応

- ✓ 気象等による再エネの出力変動時への対応が重要。
- ✓ 全国大での出力制御の発生。
- ✓ 再エネ導入余地の大きい地域（北海道、東北など）と需要地が遠隔。
- ⇒ **地域間連系線の整備、蓄電池の導入などが必要**

④イノベーションの加速とサプライチェーン構築

- ✓ 平地面積や風況などの地理的要件により新たな再エネ適地が必要。
- ✓ 太陽光や風力を中心に、原材料や設備機器の大半は海外に依存。
- ✓ 技術開発のみならず、コスト低減、大量生産実現に向けたサプライチェーン構築、事業環境整備が課題
- ⇒ **ペロブスカイトや浮体式洋上風力などの社会実装加速化が必要**

⑤使用済太陽光パネルへの対応

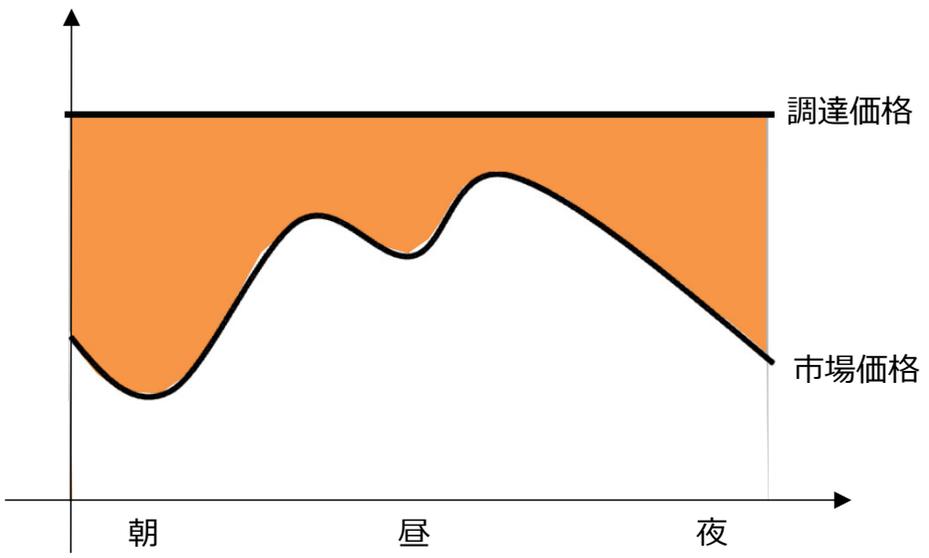
- ✓ 不十分な管理で放置されたパネルが散見。
- ✓ 2030年半ば以降に想定される使用済太陽光パネル発生量ピークに計画的な対応が必要。
- ✓ 適切な廃棄のために必要な情報（例：含有物質情報）の管理が不十分。
- ⇒ **適切な廃棄・リサイクルが実施される制度整備が必要**

FIP制度の活用状況 (FIP制度の概要)

- 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。
- 再生可能エネルギー発電事業者に対して、蓄電池を用いた供給シフトなどの電力市場における需給の状況に応じた行動を自ら取るように促すことで、再生可能エネルギーの電力市場への統合を進めることが重要。
- 電力システム全体のコスト低減や再生可能エネルギーの出力制御量の低減につながるためにも、FIP制度の活用を進めていく。

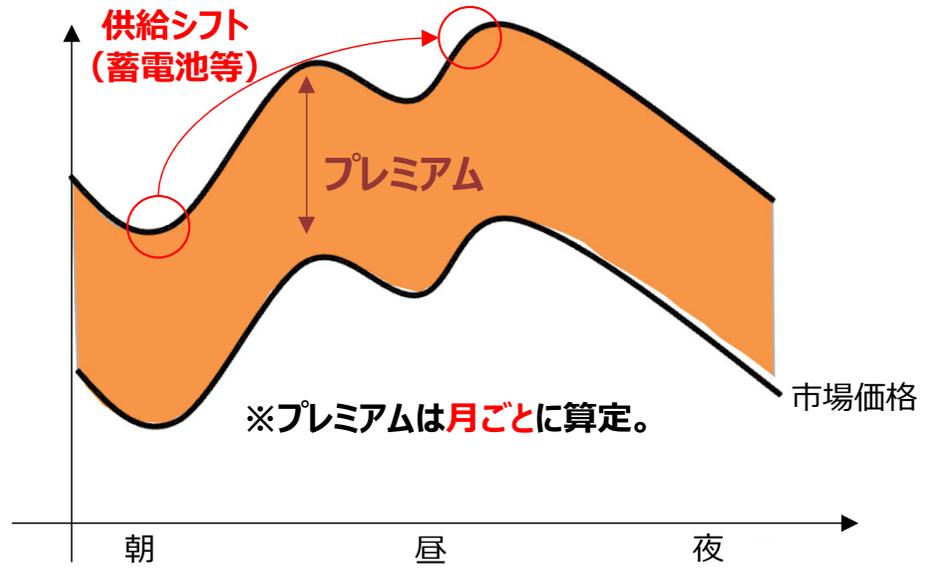
FIT制度における発電事業者収入

$$\text{調達価格} \times \text{発電量}$$



FIP制度における発電事業者収入

$$(\text{売電価格} + \text{プレミアム}) \times \text{発電量} + \text{非化石価値取引の収入}$$



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業者に帰属することを前提に、非化石価値相当額を割引。

FIP制度の活用状況（2024年3月末時点）

第66回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会
(2024年8月7日) 資料3を一部修正

- 2024年3月末時点のFIP認定量は、**新規認定・移行認定を合わせて、約1,761MW・1,199件**。
- 2023年10月時点の認定量（約986MW・275件）から、**容量は1.8倍／件数は4.4倍**となっている。
- 新規認定・移行認定の件数については、太陽光発電が最も多いが、**新規認定では水力発電、移行認定ではバイオマス発電の利用件数が多い傾向**。

電源種	新規認定		移行認定		合計	
	出力 (MW)	件数	出力 (MW)	件数	出力 (MW)	件数
太陽光	449	779	160	319	609	1,098
風力	274	7	235	18	510	25
地熱	7	2	0	0	7	2
水力	185	33	68	6	253	39
バイオマス	61	8	322	27	383	35
合計	976	829	785	370	1,761	1,199

※ 2024年3月末時点。バイオマス発電出力はバイオ比率考慮後出力。

※ 「移行認定」は、当初FIT認定を受けた後に、FIP制度に移行したものを指す。

※ 2024年3月末時点で、FIP制度に未移行の事業（FIT認定済・住宅用太陽光を除く）は、86,304MW、734,399件。

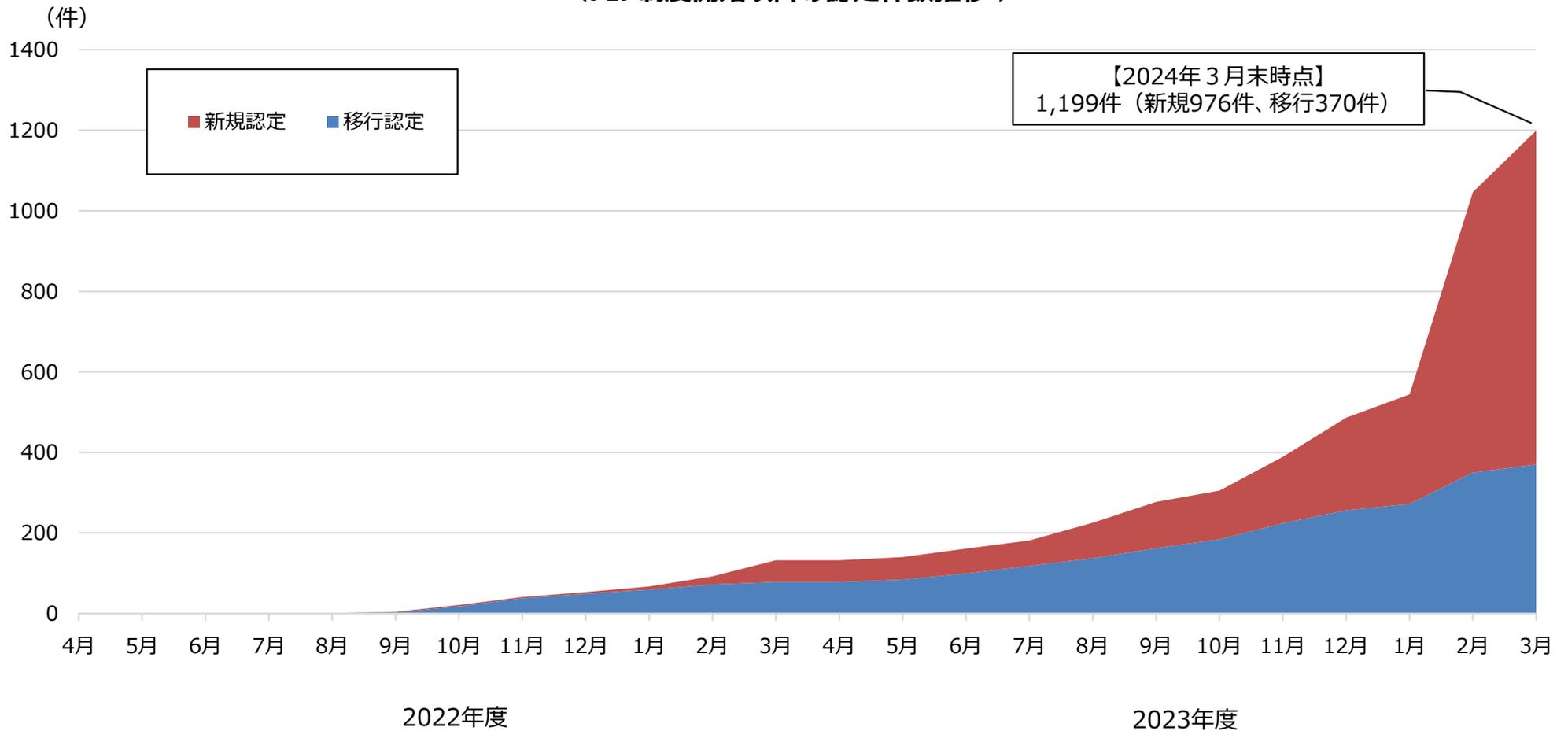
※ 2023年度の太陽光のFIP認定量は、FIT/FIP制度全体の認定量の約31%。

FIP制度の活用状況（認定件数の推移）

第66回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会
(2024年8月7日) 資料3を抜粋

- FIP認定件数は、新規認定・移行認定のいずれについても、**2023年度下半期に大きく増加**している。
- なお、2023年12月に、**本小委員会においてバランシングコストの見直し案について議論を実施（2024年4月から新制度開始）**したことなどにより、**FIP制度の活用を検討する事業者の行動を後押し**した効果が一定程度見られた。

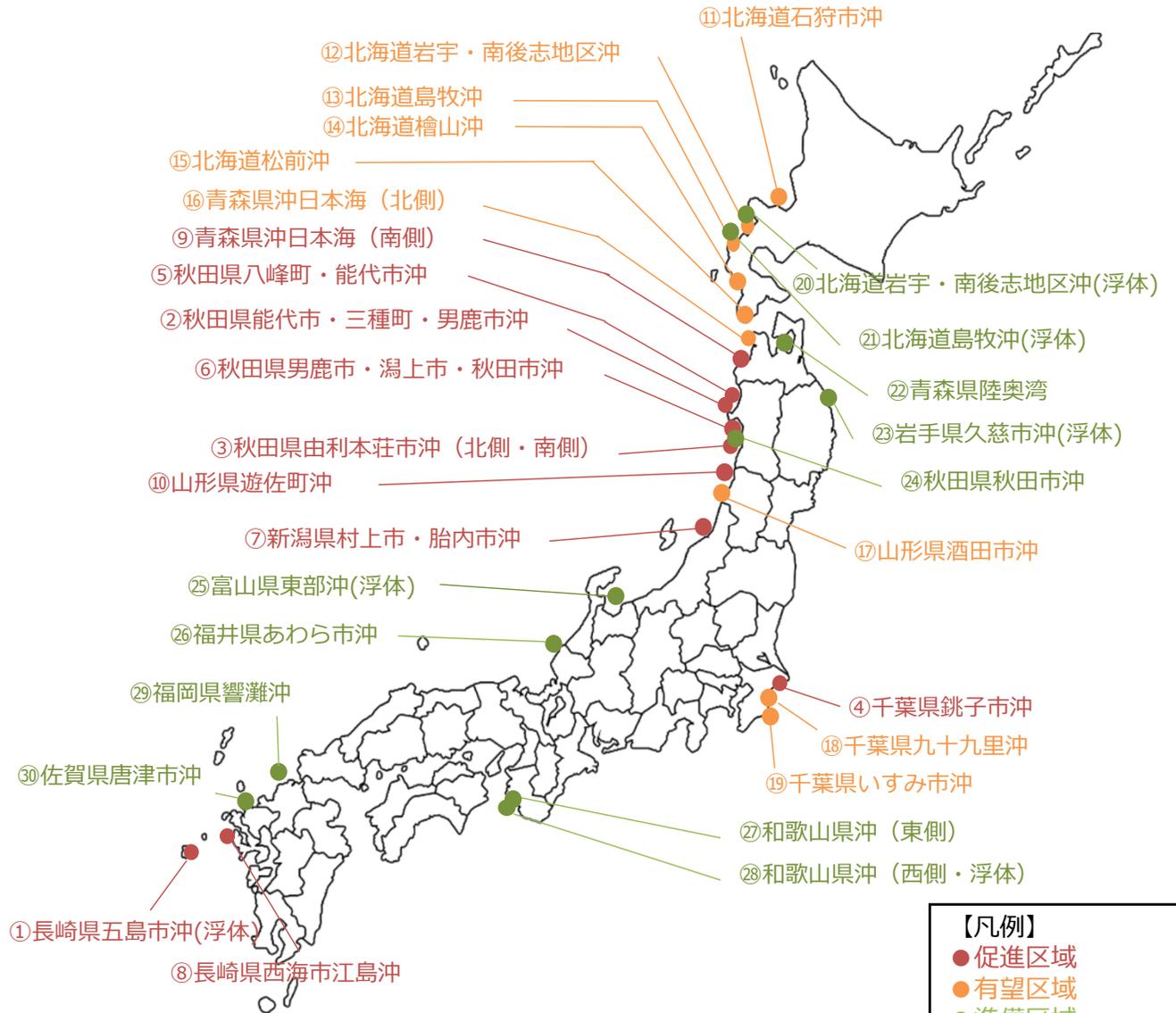
<FIP制度開始以降の認定件数推移>



再エネ海域利用法の施行等の状況

- 2023年10月3日に新たに**2区域（青森県日本海（南側）、山形県遊佐町沖）を促進区域に指定**。現在、**上記2区域**について事業者の選定評価中であり、**年内を目途に結果を公表予定**。（系統容量 **計約110万kW**）
- 2024年7月、**北海道松前沖について、法定協議会において取りまとめ**。今後、促進区域に指定の後、公募を開始予定。

区域名	万kW ※2	
促進区域	①長崎県五島市沖（浮体）※1	1.7
	②秋田県能代市・三種町・男鹿市沖	49.4
	③秋田県由利本荘市沖	84.5
	④千葉県銚子市沖	40.3
	⑤秋田県八峰町能代市沖	37.5
	⑥秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	31.5
	⑦新潟県村上市・胎内市沖	68.4
	⑧長崎県西海市江島沖	42
	⑨青森県沖日本海(南側) 事業者選定中	60
	⑩山形県遊佐町沖 事業者選定中	45
有望区域	⑪北海道石狩市沖	91～114
	⑫北海道岩宇・南後志地区沖	56～71
	⑬北海道島牧沖	44～56
	⑭北海道檜山沖	91～114
	⑮北海道松前沖	25～32
	⑯青森県沖日本海（北側）	30
	⑰山形県酒田市沖	50
	⑱千葉県九十九里沖	40
	⑲千葉県いすみ市沖	41
	準備区域	⑳北海道岩宇・南後志地区沖(浮体)
㉑北海道島牧沖(浮体)		㉕和歌山県沖（東側）
㉒青森県陸奥湾		㉖和歌山県沖（西側・浮体）
㉓岩手県久慈市沖(浮体)		㉗福岡県響灘沖
㉔秋田県秋田市沖		㉘佐賀県唐津市沖
㉕富山県東部沖(浮体)		



※1 浮体式の公募では売電価格は固定価格とし、事業性評価のみで選定。
 ※2 容量の記載について、事業者選定後の案件は選定事業者の計画に基づく発電設備出力量。それ以外は、系統確保容量又は調査事業で算定した当該区域において想定する出力規模。

【凡例】

- 促進区域
- 有望区域
- 準備区域

太陽光パネルの排出量予測（推計結果）

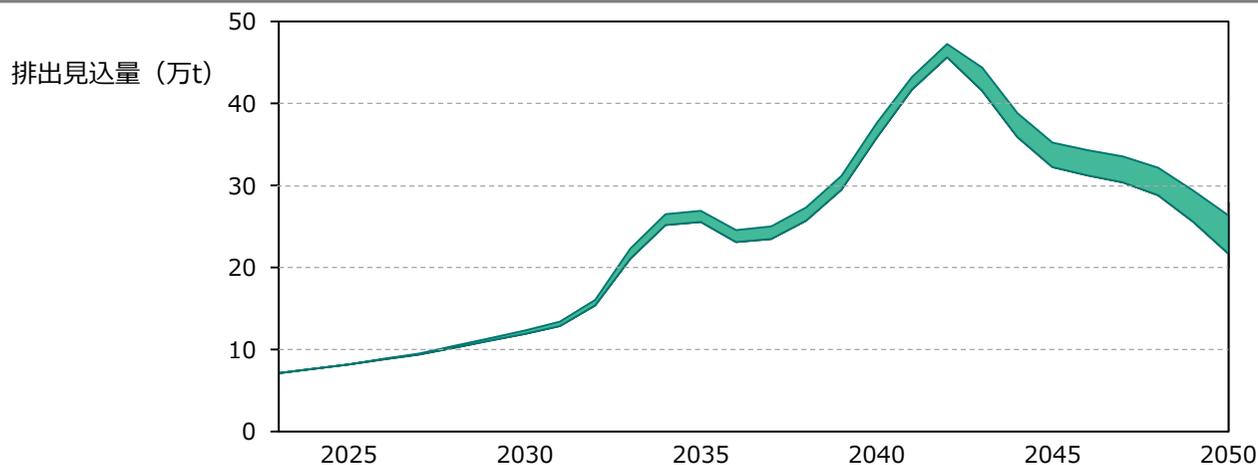
第3回 産業構造審議会 イノベーション・環境分科会 資源循環経済小委員会 太陽光発電設備リサイクルワーキンググループ 中央環境審議会 循環型社会部会 太陽光発電設備リサイクル制度小委員会 合同会議（2024年10月15日）資料1を抜粋

- 太陽光パネルの推計排出量は**2030年代半ばから増加し、最大50万 t /年程度（うち、既設の太陽光パネルは40万 t /年程度）まで達する見込み**。これが全て直接埋立処分された場合、2021年度の**最終処分量869万 t /年に対して約5%に相当**する。

※長期利用や再資源化等による排出の平準化を考慮せず保守的な設定で推計

- 個別リサイクル法の枠組みにより処理されている自動車や家電4品目の現在の処理量と比較しても、太陽光パネルも**将来的には同程度の排出**が見込まれている。

⇒ **リサイクルを着実に進めなければ、最終処分量の大幅な増加に繋がることになる。**



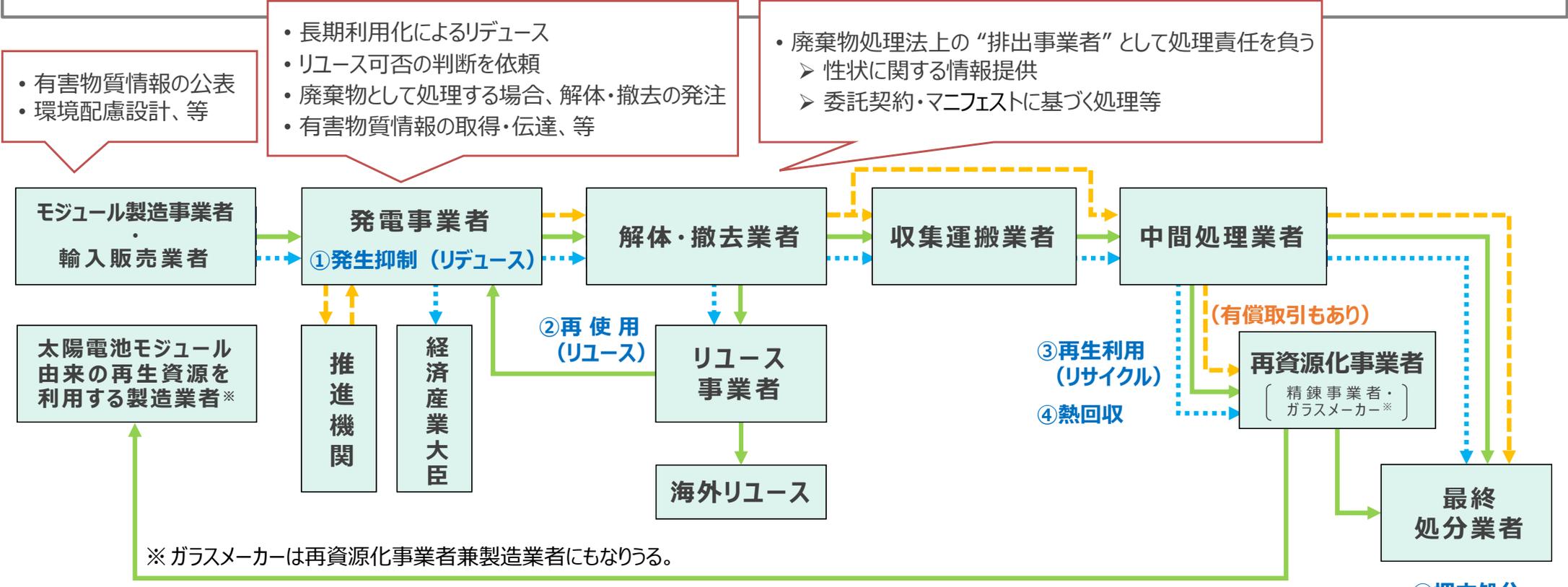
【（参考）各個別リサイクル法における再資源化の状況】

法律名	現状の再資源化の状況
自動車リサイクル法（R 4年度実績）	製造業者等による自動車シュレッダーダストの処理実績： 約46万 t （約241万台分）
家電リサイクル法（R 5年度実績）	製造業者等による再商品化等処理重量： 約57万 t （参考）製造業者等による処理台数：エアコン約369万台、テレビ約359万台、冷蔵庫・冷凍庫約337万台、洗濯機・衣類乾燥機約385万台
小型家電リサイクル法（R 4年度実績）	認定事業者による処理量： 約9万 t

太陽電池モジュールのリユース・リサイクル・埋立処分の全体像

第3回 産業構造審議会 イノベーション・環境分科会 資源循環経済小委員会 太陽光発電設備リサイクルワーキンググループ 中央環境審議会 循環型社会部会 太陽光発電設備リサイクル制度小委員会 合同会議（2024年10月15日）資料1を一部修正

- 現行法では、**廃棄する太陽電池モジュールに対してリサイクルは義務付けられておらず**、廃棄物処理法に則って、適正処理されることになっている。
- 但し、循環型社会形成推進基本法に基づき、①発生抑制（リデュース）、②再使用（リユース）、③再生利用（リサイクル）、④熱回収、⑤埋立処分の**優先順に沿った対応が必要**である。
- **上記①～⑤に向け、使用済み太陽光パネルの適正なリユース・リサイクル・廃棄が確実に行われるようにするため、制度面での対応も進めていく。**



凡例

廃棄等費用の流れ：--> モノの流れ：-> 情報の流れ：...>

・太陽電池モジュール由来の廃棄物（残渣等）を埋立処分する場合、浸出水の管理が可能な、管理型処分場への埋立が求められる。

原子力発電所の現状

再稼働
12基

稼働中 10基、停止中 2基 (送電再開日)

設置変更許可
5基

(許可日)

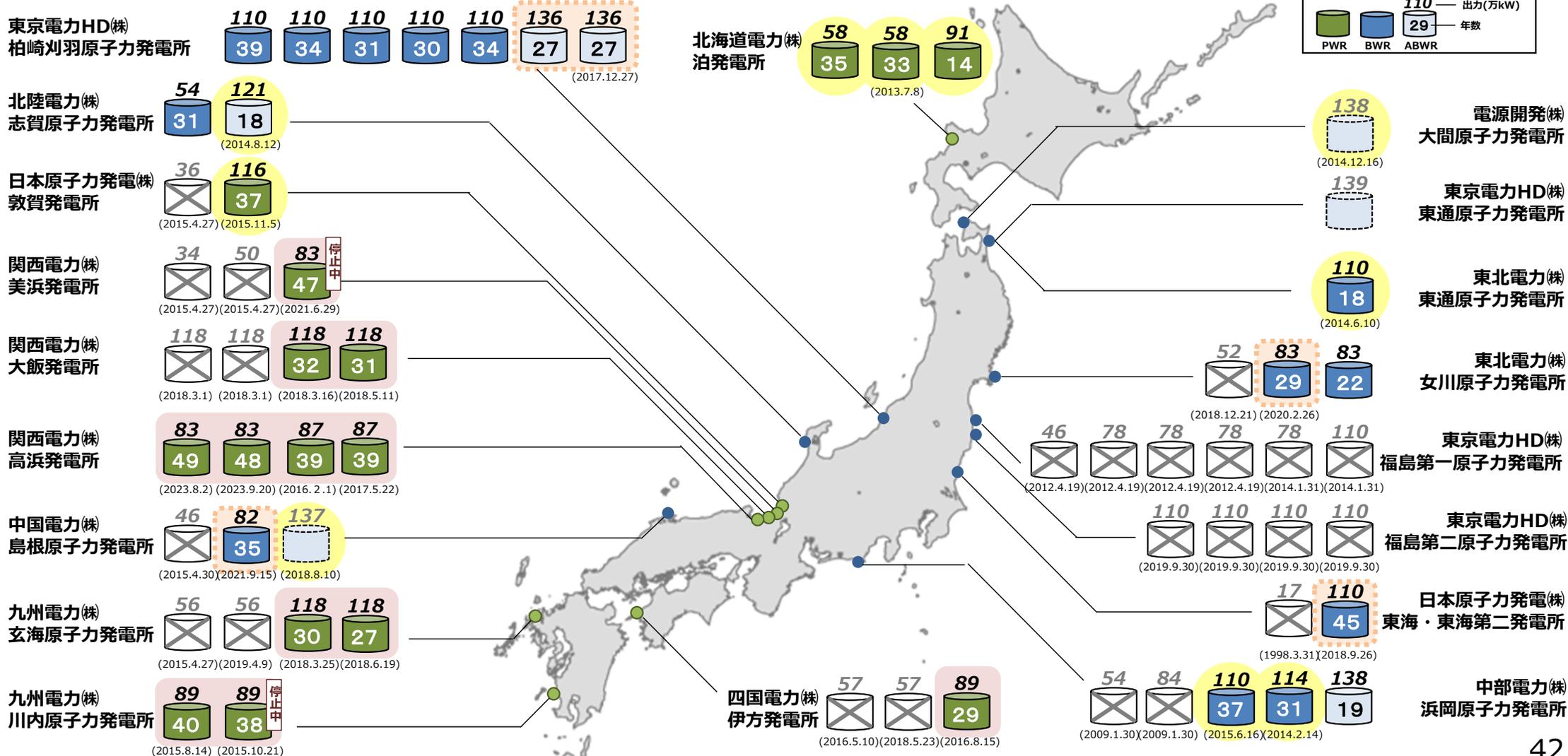
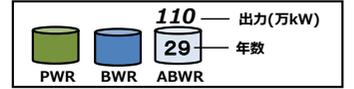
新規規制基準
審査中
10基

(申請日)

未申請
9基

廃炉
24基

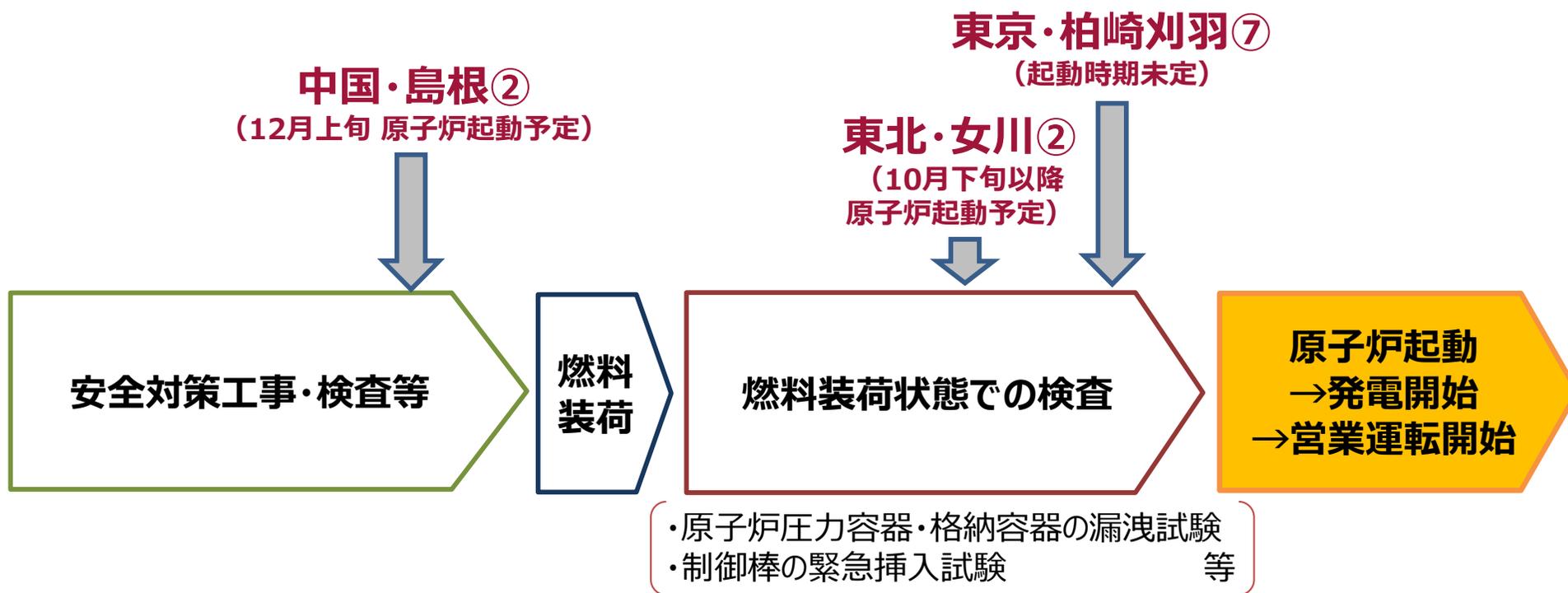
(電気事業法に基づく廃止日)



再稼働の進捗状況（主に技術的工程）：柏崎刈羽⑦・女川②・島根②

- 東京・柏崎刈羽⑦：本年6月までに燃料装荷状態での事業者による検査を一通り完了。9/6には、原子力関係閣僚会議を開催。再稼働に向けて政府が一体となって対応すべく、再稼働の重要性や避難対策を中心とする具体的対応の方針について確認。
- 東北・女川②：10月下旬以降（10/29予定）の原子炉起動、11月上旬の発電開始に向けて、燃料装荷状態での検査を進めているところ。
- 中国・島根②：10月（10/28予定）の燃料装荷開始、12月上旬の原子炉起動、12月下旬の発電開始に向けて、使用前事業者検査等を進めているところ。

【再稼働工程・進捗のイメージ図】



革新軽水炉に関する最近の動向

- 電力・メーカー等から成る原子力エネルギー協議会（ATENA）は、革新軽水炉の導入に向けて同会内に革新軽水炉WGを設置し、規制基準との関係性を含め課題検討・整理を進めている。
- 規制委員会との意見交換において、ATENAから、本年3月には革新軽水炉の規制基準に関する今後の意見交換の進め方イメージを、9月には規制の予見性が十分でないと考える事項を提示。規制委員会は、10月、実務レベルの技術的意見交換会を設置し議論を進めていく方針を了承。

原子力規制委員会-ATENA・CNO意見交換会※（2024年9月12日）

※第19回 主要原子力施設設置者（被規制者）の原子力部門の責任者との意見交換会

ATENA：規制の予見性が十分でないと考える事項（ATENA提示資料より抜粋）

【論点①】 常設設備を基本とした重大事故等対応

【論点②】 特重施設の在り方・重大事故等対処設備（4b;格納容器破損防止）と特重施設の機能統合

【論点③】 溶融炉心冷却対策への新技術導入（ドライ型コアキャッチャの導入）

【その他（現時点で直ちに開発に大きい影響を及ぼすものではないが、今後確認したい事項）】

・新技術等の適用促進に向けて技術等を事前確認する制度の活用・拡大

原子力規制委員会（2024年10月9日）

原子力規制庁：建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会の設置（資料1抜粋）

3. 意見交換会の設置（案）（委員会了承事項）

建替原子炉の設計について事業者と実務的に意見交換する場として、別添のとおり、「建替原子炉の設計に関する事業者との実務レベルの技術的意見交換会」（以下「意見交換会」という。）を設置することについて了承いただきたい。（後略）

4. 今後の進め方

SRZ-1200の設計及び設計の思想、事業者側が規制の予見性が十分でないと考える事項に係る具体的内容、セキュリティ上の考慮等について、事業者と意見交換を行う。年内に意見交換会を開始し、原子力規制庁において規制上の論点等を整理し、事業者から聴取した内容とあわせて、1年程度を目処に原子力規制委員会に報告し、規制上の取扱いに係る原子力規制委員会の議論に供することとする。なお、意見交換の過程においても、必要があれば原子力規制委員会に進捗状況等を報告する。

【参考】次世代革新炉の種類（各事業者による開発コンセプト）

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

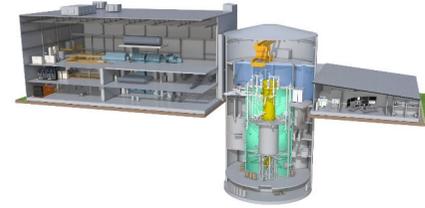
- ✓ 技術熟度が高く、規制プロセスを含め高い予見性あり
- ✓ 受動安全システムや外部事象対策（半地下化）により更なる安全性向上
- ✓ シビアアクシデント対策（コアキャッチャー、ガス捕集等）による発電所外の影響低減

○課題

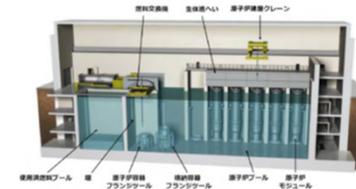
- ✓ 初期投資の負担
- ✓ 建設長期化の場合のファイナンスリスク

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

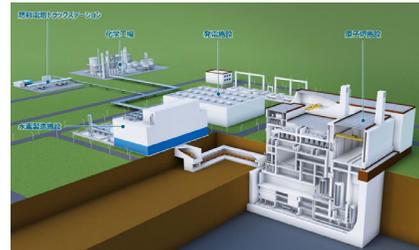
- ✓ 金属ナトリウムの自然対流による自然冷却・閉じ込め
- ✓ 放射性廃棄物の減容・有害度低減
- ✓ 資源の有効利用

○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

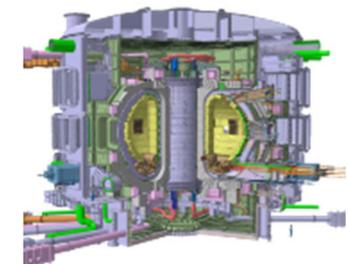
- ✓ 高温で安定なヘリウム冷却材（水素爆発なし）
- ✓ 高温耐性で炉心溶融なし
- ✓ 950℃の熱利用が可能（水素製造等に活用）

○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

核燃料サイクル政策の概要

- **核燃料サイクル**は、**①高レベル放射性廃棄物の減容化**、**②有害度低減**、**③資源の有効利用**等の観点から、今後も原子力発電を安定的に利用する上で、関係自治体や国際社会の理解を得つつ、**引き続き推進することが重要**である。
- また、高レベル放射性廃棄物についても、国が前面に立って最終処分に向けた取組を進める。
- 上記については、**2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画でも明記**している。

核燃料サイクルのメリット

軽水炉サイクル
(当面の姿)

高速炉サイクル
(将来的に目指す姿)

①減容化



■再処理：最大800トンU/年
原発40基/年 相当のSFを再処理

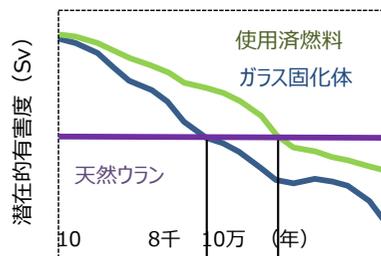


体積比約1/4に



体積比約1/7に

②有害度低減



毒性が自然界並に低減する期間

【Bq】100万年 → 数万～10万年

【Sv】10万年 → 8千年

【Bq】900年

【Sv】300年

③資源の有効利用



■MOX：最大130トンHM/年

新たに1～2割の燃料

800トンの使用済燃料から100トン程度のMOX燃料
(プルサーマル12基/年 相当)

更なる有効利用

核燃料サイクルの確立に向けた取組状況

- 核燃料サイクル施設の事業変更許可、第1回設計及び工事計画の認可（設工認）取得、最終処分の取組など、核燃料サイクルの取組は着実に前進している。
- 核燃料サイクル確立に向けて、**①六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工**、**②使用済燃料対策の推進**、**③最終処分の実現**、**④プルトニウムバランスの確保**等の取組を加速することが重要である。

○プルトニウムバランスの確保

- プルサーマル計画に基づき、2030年度までに少なくとも12基でプルサーマルを実施
- プルトニウムの回収と利用のバランスを管理

(2018. 7 我が国におけるプルトニウム利用の基本的な考え方)
 (2020.12 プルサーマル計画)
 (2024. 2 プルトニウム利用計画)

○ウラン燃料

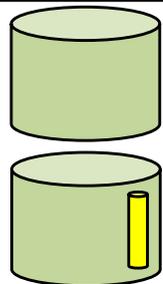
サプライチェーンの確保

- 経済安全保障推進法に基づき、「特定重要物資」にウランを指定
- ウラン燃料の安定的な調達に向けた支援策を検討中

○最終処分の実現

- 複数地点で文献調査を実施中
- できるだけ多くの地域で関心を持っていたけるよう、全国での対話活動に取り組む

原子力発電所



12基稼働済

うち4基でMOX燃料を使う
= 「プルサーマル」を実施

使用済燃料

貯蔵容量の約8割を使用

中間貯蔵・乾式貯蔵施設

六ヶ所再処理工場

MOX燃料工場

MOX燃料

地層処分施設 (最終処分地)

高レベル放射性廃棄物 (ガラス固化体)
 (3地点で文献調査実施中)

○使用済燃料対策の推進

- 業界全体で貯蔵能力の拡大を推進
2030年頃に容量を約3万トンへ
- 業界大の連携・協力を推進
- 使用済MOX燃料の技術開発を加速

(2020. 9 伊方 許可)
 (2020.11 RFS 許可)
 (2021. 4 玄海 許可)
 (2024. 1 使用済燃料対策推進計画 改訂)
 (2024. 8 RFS社 安全協定を締結)

(2020. 7 許可)
 (2022.12 第1回設工認取得)

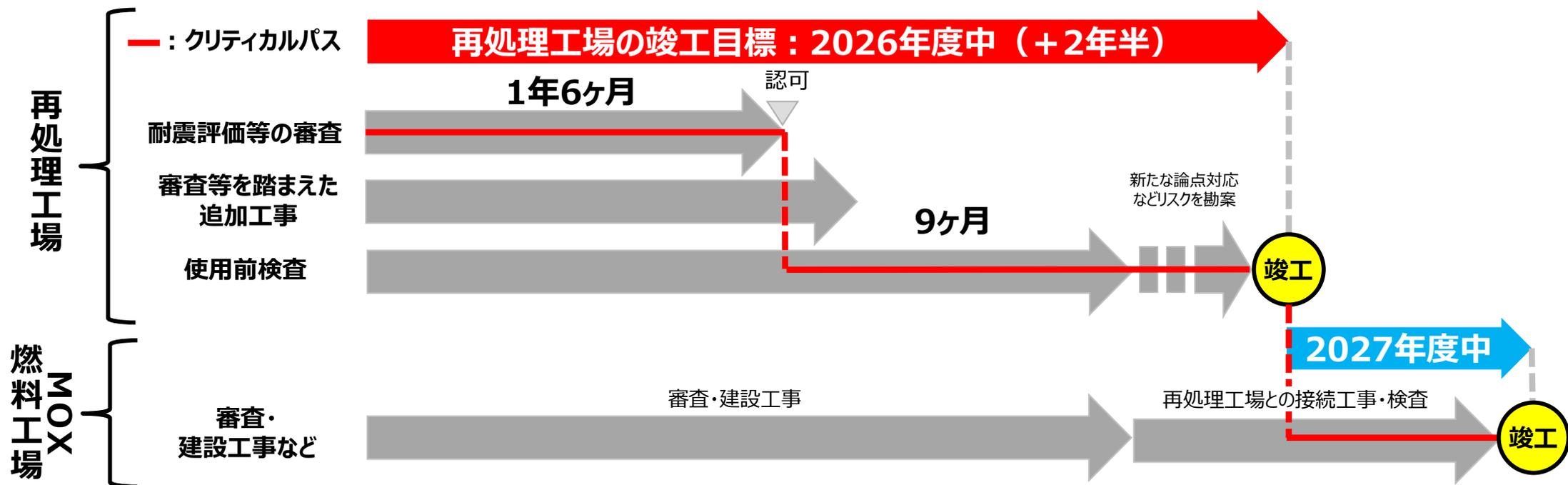
(2020.12 許可)
 (2022. 9 第1回設工認取得)

○再処理工場・MOX工場の竣工

- 業界大で原燃の審査・竣工を支援
再処理：2026年度中
MOX：2027年度中

六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場の竣工目標の見直し

- 六ヶ所再処理工場・MOX燃料工場については、一品モノで審査前例がなく、特に再処理工場については物量が膨大（原発の6～7倍）など特有の難しさがあり、適合性審査は長期化してきた。
- これに対し、電力・メーカーから、再稼働審査を経験した人材を日本原燃に多数派遣（100名以上）派遣し、体制を抜本強化してきた。
- その上で、これまでの審査過程で生じた、耐震再評価などの追加的な解析・工事等への対応期間を積み上げた結果、8月29日、日本原燃は、新たな竣工目標として、六ヶ所再処理工場は「2026年度中」、MOX燃料工場は「2027年度中」とする旨を公表した。
- 今回の工程見直しに当たって、日本原燃は規制委に対して、適合性審査における説明の「全体計画」を提示し、進め方について規制委と共通認識を得た上で、審査対応を実施していく。



核燃料サイクルの確立に向けた今後の課題と取組

【六ヶ所再処理工場の安全・安定的な長期利用】

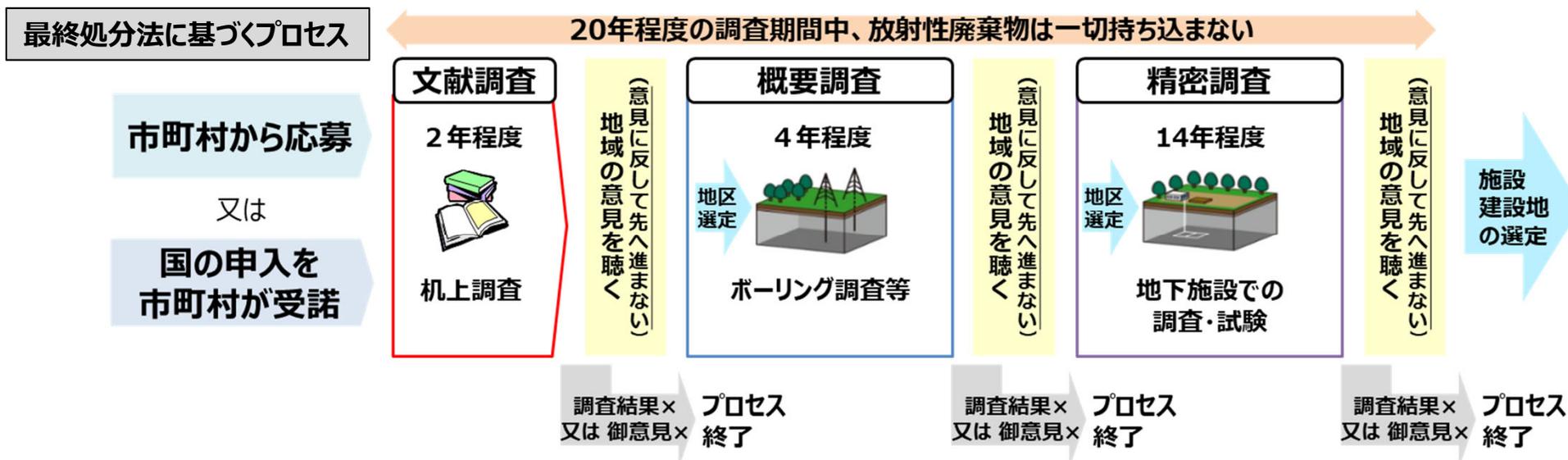
- 六ヶ所再処理工場の竣工後、安全性確保を大前提に、数十年にわたる長期において安定的に運転することは、核燃料サイクルを推進していく上での重要な課題である。
- 六ヶ所再処理工場については、運転期間に関する法令上の上限は無い。また、同工場において、例えば、40年で維持や取替が困難となり、プラント全体の廃止が必要となる設備は想定されていない。
- 一方、着工から約30年が経過し、アクティブ試験から約20年が経過する中、設備メンテナンスを担う事業者や、取替用部品のメーカーで、一部撤退が発生するなど、将来的な長期利用に向けた課題も生じている。
- こうした課題への対応は中長期での取組が必要と考えられ、例えば、メンテナンス技術の高度化、サプライチェーン・技術の維持、使用済MOX燃料に関する再処理技術の確立などについて、今から官民で対応を進めていくべきと考えられる。

【プルトニウムの着実な利用】

- 核燃料サイクルを進める上では、「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則を堅持し、保有するプルトニウム量を適切に管理することが必要である。
- 今後、六ヶ所再処理工場が稼働していく中で、同工場で取り出されたプルトニウムについても着実な利用を進め、資源の有効利用や廃棄物量・有害度の低減といった核燃料サイクルの効果を最大限発揮できるよう、核燃料サイクルを実効的に回していくため、事業者間の連携・調整機能の強化など、必要な対応を進めていくことが重要と考えられる。

最終処分に関する経緯（高レベル放射性廃棄物）

- 2000年 「最終処分法」制定、NUMO※設立 → 全国公募開始（手挙げ方式）
- 2007年 高知県東洋町が応募/取り下げ ※Nuclear Waste Management Organization（原子力発電環境整備機構）
- 2015年 最終処分法に基づく「基本方針」改定
 国が前面に立つ観点から、
- 科学的により適性の高いと考えられる地域を提示
 - 理解状況等を踏まえた国から自治体への申入れ 等
- 2017年 「科学的特性マップ」公表 → 全国各地で説明会を実施中
- 2020年 北海道2自治体（すつちょう寿都町、かもえないむら神恵内村）において「文献調査」開始
- 2023年 最終処分法に基づく「基本方針」改定 → 文献調査の実施地域拡大に向けた取組強化
- 2024年 佐賀県げんかいちょう玄海町で「文献調査」開始
- 北海道2自治体の文献調査報告書案について審議会で評価、準備が整い次第、法定プロセスへ

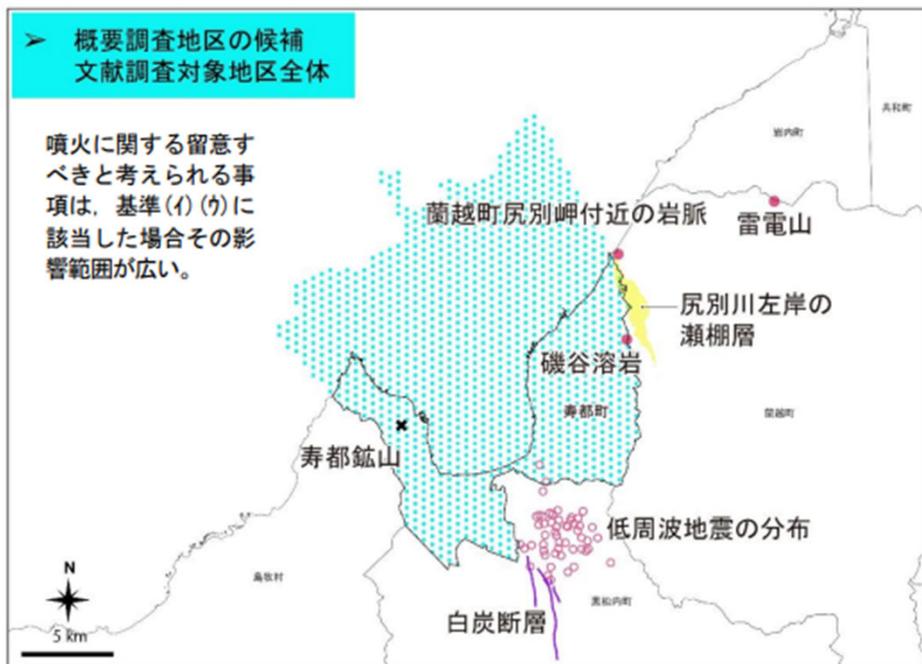


(参考) NUMO文献調査報告書案のポイント

北海道・寿都町

○概要調査地区の候補

- ・文献調査対象地区(寿都町全域及びその沿岸海底下)全域
- ※図の青ドットのエリアが概要調査地区の候補



凡例 避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の例

- 地震・活断層に関する事項
- ○ 噴火に関する事項
- × 鉱物資源に関する事項
- 第四紀の未固結堆積物に関する事項
- 概要調査地区の候補

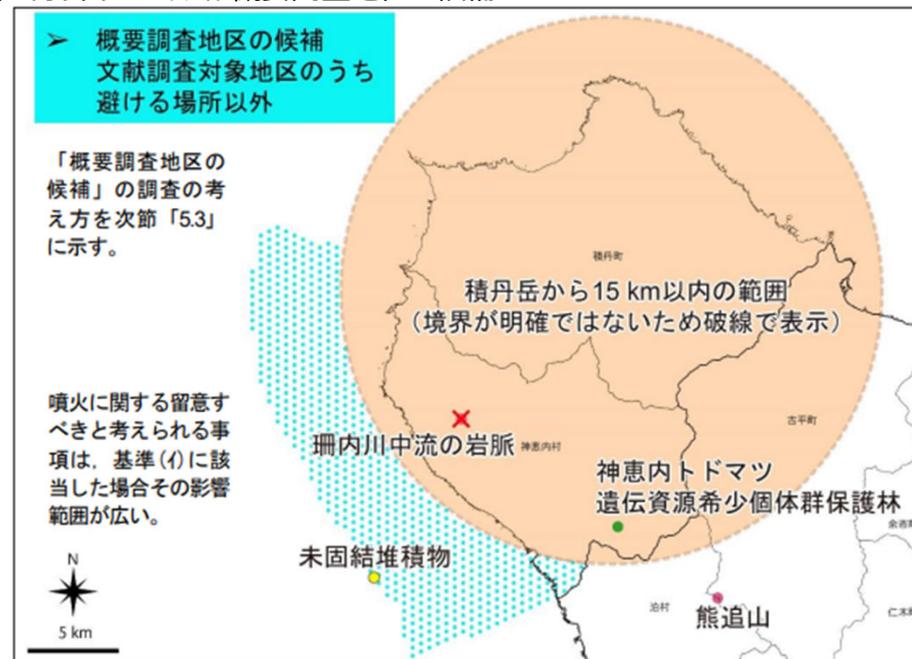
○文献調査で分かったこと (主なポイント)

- ・雷電山、磯谷溶岩、蘭越町尻別岬付近の岩脈
- ・低周波地震の分布
- ・寿都鉱山

北海道・神恵内村

○概要調査地区の候補

- ・文献調査対象地区(神恵内村全域およびその沿岸海底下)のうち、積丹岳から15 km以内の範囲を除いた範囲
- ※図の青ドットのエリアが概要調査地区の候補



凡例 避ける場所

- × 噴火 (珊内川中流の岩脈)
- 噴火 (「積丹岳」の活動中心が明確ではなく15 kmの境界が明確ではないため破線で表示)
- 経済社会的観点からの検討 (土地利用が原則許可されない地域)
- 避ける場所の基準に該当する可能性の観点から概要調査に向けて留意すべきと考えられる事項の例
- ○ 噴火に関する事項 (珊内川中流の岩脈、熊追山)
- 第四紀の未固結堆積物に関する事項
- 概要調査地区の候補

○文献調査で分かったこと (主なポイント)

- ・珊内川中流の岩脈、熊追山
- ・未固結堆積物

文献調査の今後のプロセスと全国的な理解促進活動

- 北海道2地点については、今後準備が整い次第、法定プロセスとして①「文献調査報告書」の知事・市町村長への送付、②公告・縦覧、③説明会の実施、④意見の受付・見解作成等を経て、⑤経産大臣から知事・市町村長に意見聴取を実施予定。
- また、文献調査地域では、調査と並行し、地域において最終処分に関する議論を深めて頂くとともに、地域の将来像等についても議論いただく「対話の場」を開催。本年6月に文献調査を開始した佐賀県玄海町でも設置に向け検討中。引き続き国・NUMOは地域の対話をサポート。
- 文献調査地域拡大に向け全国的な理解を促進していくべく、国・NUMOにおいては、対話型説明会の開催（2017年～2024年8月末までに197回開催）や若年層（大学生・高校生）向けの理解活動、マスメディア広報（新聞広告・WebCM）、イベント出展等を実施。加えて、2023年7月より新たに、全国の地方公共団体を個別に訪問する全国行脚を開始しており（2024年8月末137自治体）、こうした取組を通じ、理解醸成に努めていく。

①北海道での「対話の場」

●寿都町

<主なテーマ>

地層処分について思うこと
文献調査の進捗状況
町民が集まりやすい機会づくり
放射線による人体影響
海外先進地(フィンランド)との意見交換
将来の町の在り姿について 等



●神恵内村

<主なテーマ>

地層処分について思うこと
処分事業の安全性についての考え方
文献調査の進捗状況
文献調査の模擬体験
交付金制度と村の将来について 等



②対話型全国説明会のイメージ



③大学祭出展（R5）



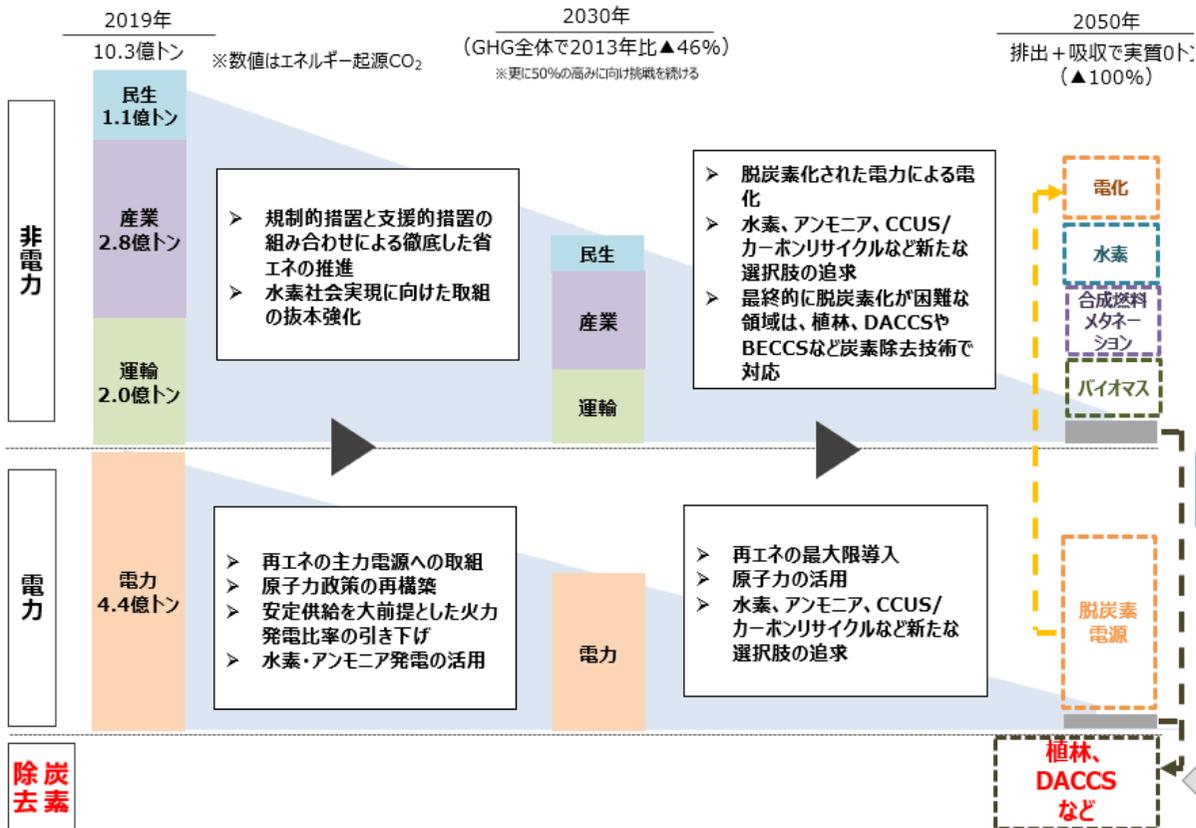
④高校生研修（R5）



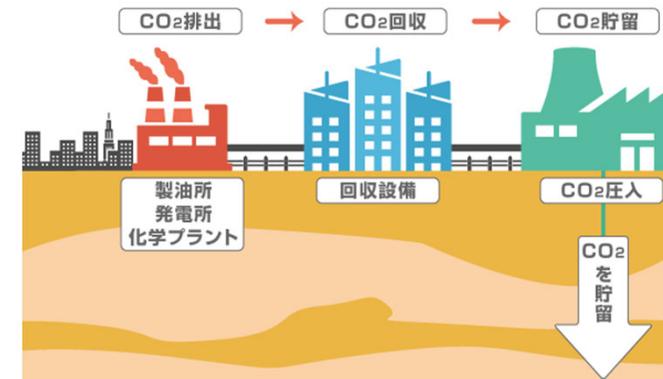
CDR（二酸化炭素除去）の位置づけ

- **CDR（Carbon Dioxide Removal、二酸化炭素除去）**とは、**大気中のCO₂を回収・吸収し、貯留・固定化することでCO₂を除去すること。**
- **カーボンニュートラル（CN）達成**に向け、**最終的にCO₂排出が避けられない分野からの排出（残余排出）を相殺する手段**として必須となる。

我が国の2050年カーボンニュートラルに向けた削減・除去イメージ

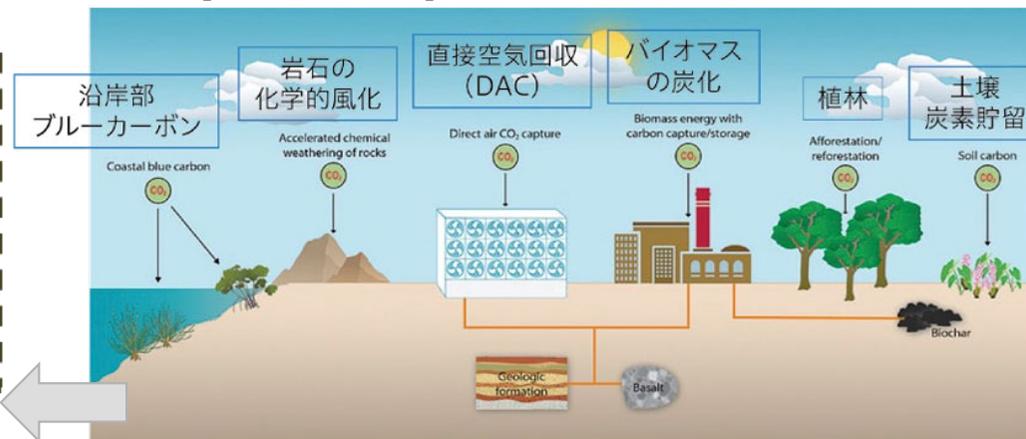


削減(Reduction)



出典：九州エネコHP「CCS・CCUとは？」より

除去(Removal)



<https://spaceshipearth.jp/dac/>

CDRの分類および各技術の成熟度等

- 各CDR技術(IPCCによる分類)において、日本を含む世界の企業や公的機関等の公表資料を元に、経済産業省の委託事業にて技術成熟度、CO2除去コストおよびCO2除去ポテンシャルについて分析¹⁾。
- 技術の成熟度、実施主体となるプレイヤーの有無、エネルギー構成、地理的状況、世界の議論等も踏まえながら、研究開発、実証、CO2除去量算定のための方法論確立、各国の温室効果ガス排出量を把握するためのインベントリへの追加、クレジット化等を推進し、市場創出に向けて取り組む。

CDR技術	内容	技術成熟度 (TRL) ¹⁾	CO2除去コスト (\$/t-CO2) ²⁾	CO2除去ポテンシャル (Gt-CO2/年) ³⁾
植林・再生林	植林は新規エリアの森林化、再生林は自然や人の活動によって減少した森林への植林。すでに社会実装済みであり、J-クレジットでの取引事例も多数あり。	9	5~50	0.2~10.5
土壌炭素貯留	バイオマスを土壌に貯蔵・管理する技術。ムーンショット事業 ⁴⁾ にて研究開発を支援。	7	-45~100	0.4~8.6
バイオ炭	バイオマスを炭化し炭素を固定する技術。GI基金 ⁵⁾ 、F-REI事業 ⁶⁾ にて技術開発を支援しており、J-クレジットでの取引事例もあり。	6	0~121	0.2~4
BECCS	バイオマスの燃焼により発生したCO ₂ を回収・貯留する技術。CO ₂ 回収技術は確立済。	7	60~200	0.5~16.1
DACCS	大気中のCO ₂ を直接回収し貯留する技術。工学的手法であるため、容易に吸収したCO ₂ を測定でき、今後、国連気候変動枠組み条約事務局に提出している温室効果ガスインベントリへの追加、J-クレジット化を議論予定。ムーンショット目標4にて研究開発を支援。	6	94~400	0.4~8
風化促進	玄武岩などの岩石を粉砕・散布し、風化を人工的に促進する技術。風化の過程(炭酸塩化)でCO ₂ を吸収。ムーンショット事業にて研究開発を支援。	4	50~200	1.2~7.6
海洋肥沃化	海洋への養分散布や優良生物品種等を利用することにより生物学的生産を促してCO ₂ 吸収・固定化を人工的に加速する技術。大気中からのCO ₂ の吸収量の増加を見込む。	3	23~111	2.6~6.2
海洋アルカリ度の向上	海水にアルカリ性の物質を添加し、海洋の自然な炭素吸収を促進する炭素除去の方法。	3	10~600	2~20
沿岸生態系のブルーカーボン管理	マングローブ・塩性湿地・海草・海藻などの沿岸のブルーカーボン維持・再生によるCO ₂ 吸収・固定化。インベントリへはマングローブ林、藻場(海草・海藻)を計上。ムーンショット事業、GI基金、F-REI事業にて技術開発を支援。	2	50~94	0.7~1
その他の海洋CDRアプローチ	研究事例が少ないが「人工湧昇」「作物残渣又は丸太など陸上バイオマス投棄」「大型海藻養殖等の海洋バイオマスCDRオプション」「海水からの直接CO ₂ 抽出(貯蔵あり)」等あり	-	-	-

1) 技術成熟度(TRL)：基礎理論の着想段階、ラボ実証、実環境での実証や実運用までを9段階で定量評価した尺度 2) CO2除去コスト：世界における2050年想定CO2排出を追加的に1トン除去するために要する費用を意味し、単位はUS\$/t-CO2で表される。
 3) CO2除去ポテンシャル：世界における2050年想定CO2排出を追加的に1年間でCO2除去可能な量を意味し、単位はGt-CO2/年で表される。 4) ムーンショット型研究開発制度 目標4：https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/sub4.html
 5) グリーンイノベーション基金事業「食料・農林水産業のCO2等削減・吸収技術の開発」：https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101602.html
 6) 福島国際研究教育機構(F-REI)「ネガティブエミッションのコア技術の研究開発・実証」委託事業：https://www.f-rei.go.jp/research_and_development/ongoing_commissioned_project.html
 7) 世界の企業や公的機関等の公表資料をもとに集計、推測、積み上げを行っており、現時点で想定されるイメージを示している。
 令和3年度 地球温暖化・資源循環対策等に資する調査委託費(カーボンニュートラルに向けた我が国の産業構造及び諸外国の気候変動政策に係る分析・調査事業) p.191を参考に作成 https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000699.pdf

DACCSに対する大型投資案件

- 米国においては、安価で豊富な再生可能エネルギーや枯渇ガス田をはじめとした豊富なCCS適地を活かし、DACCSの商用化を推進している。
- 米エネルギー省が支援をするDACハブの取組や、インフレ抑制法(IRA)による支援も後押しになったことで、米Amazonやマイクロソフトといった巨大テック企業のDAC由来のクレジットの長期間・大量購入という需要創出と大規模なプロジェクト組成が実現。

米国エネルギー省・DACハブ 2プロジェクトで12億ドル規模の支援

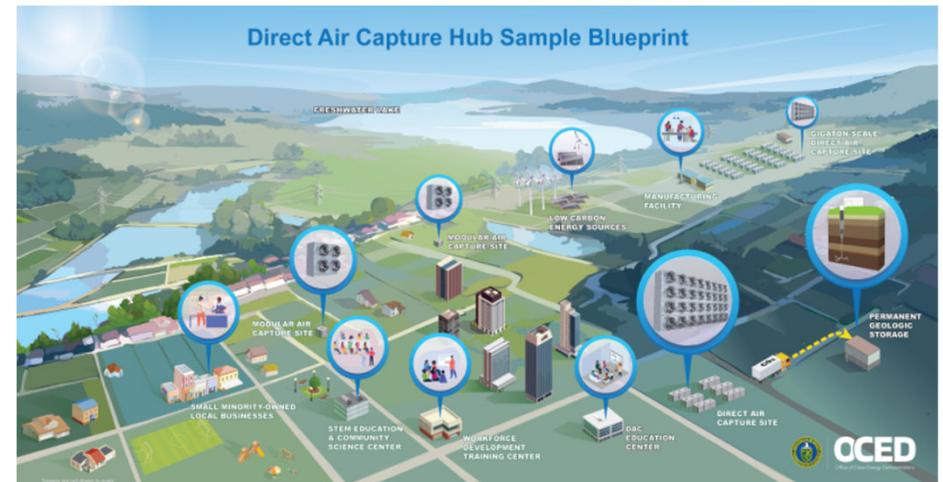
● Project Cypress

DACスタートアップのClimeworks および Heirloomが
ルイジアナ州で2030年までに100万トン/年の商用設備開発予定

● South Texas DAC Hub

米国準石油メジャーOccidentalの子会社1pointfiveが
DACスタートアップCarbon Engineeringと連携し、
テキサス州で将来的に商用設備開発予定

<https://www.energy.gov/oced/regional-direct-air-capture-hubs-selected-and-awarded-projects>



Amazon : 1PointFive社から、10年間で合計25万トンのクレジットを購入予定 (2.5億ドル)

マイクロソフト : 1PointFive社から、6年間で合計50万トンクレジットを購入予定 (5億ドル)

(金額は1000ドル/tCO₂として試算。いずれの契約も2025年に商業運転(50万トン/年)開始予定のSTRATOSプロジェクト由来。CO₂回収はCarbon Engineeringと連携。)

<https://esgjournaljapan.com/world-news/31971> <https://jp.investing.com/news/company-news/article-93CH-802531>

(参考) 川崎重工におけるDAC技術開発の取組例 (グローバルサウス未来志向型共創等事業)

- 貯留ポテンシャルの高さや豊富な再生可能エネルギーの存在など、豪州や東南アジアの一部地域でもDAC市場の立ち上がりが期待される。グローバルサウス補助金等も活用し、日本企業の海外でのDAC事業の実現可能性の調査・検討も後押し。

独自のCO2分離回収剤を用いた、CO2直接回収技術の開発

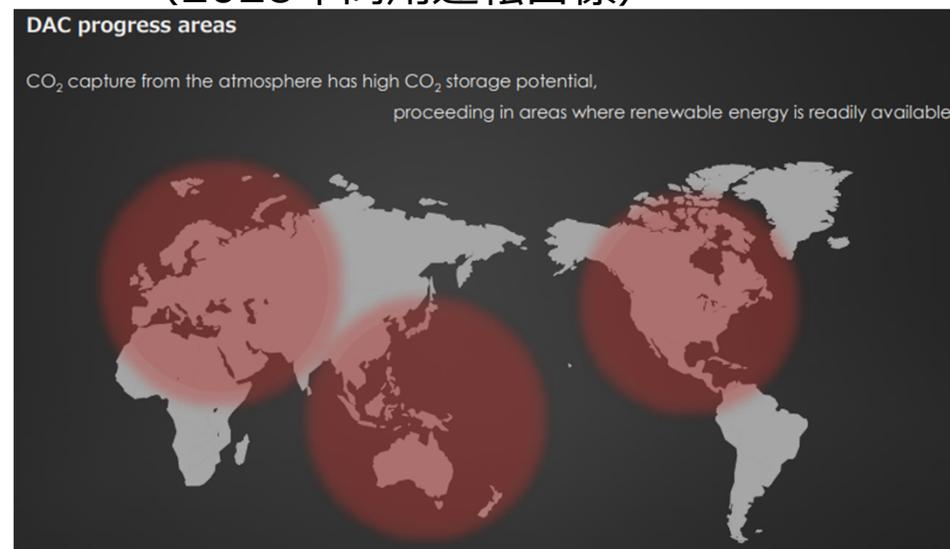
固体吸収法

- 潜水艦などの閉鎖空間中空気からのCO2除去技術の研究から始まった固体吸収材を使用したKCC(Kawasaki CO2 Capture)プロセスを開発。
- 固体吸収剤は、CO2吸収多孔質材表面に吸収材用アミンをコーティングしたものであり、60℃でCO2脱着可能。
- 2022年に、環境省事業にて5kg/day規模の実証試験を完了。

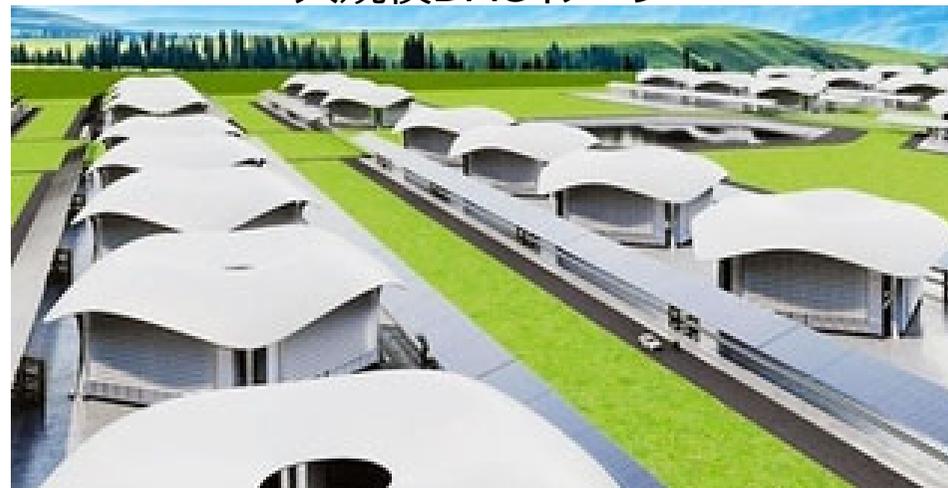


出典：第2回ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会 川崎重工業提出資料

東南アジアでDAC実証設備を建設予定 (2028年商用運転目標)



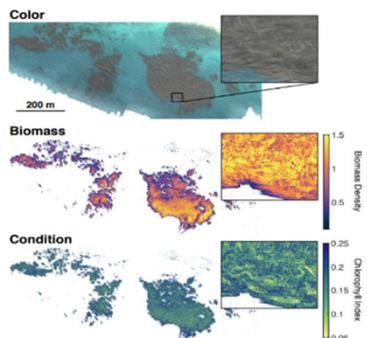
大規模DACイメージ



(参考) ブルーカーボン管理／大型海藻養殖

- 世界第6位の排他的経済水域、海岸線の長さを有し、海藻養殖等の関連技術を有するなど国内での導入しやすさが考えられる。
- 欧米では、海洋CDRや大型海藻養殖（沖合養殖含む）に関して総合的な研究開発がプロジェクト体制で進められており、国内でも、沖合養殖なども含めた多面的な研究開発を進めていくことが必要。また、ブルーカーボン生態系の面積と活動量を正確に把握するため、海域に合わせた海洋観測技術やモニタリング等も重要。
- ブルーカーボン生態系によるCO₂吸収量の算定方法の明確化、国内ボランタリークレジット制度の拡大等、現在の取組を引き続き進めていくことも必要。

MARINERプロジェクト（米国）



モニタリングは衛星写真やドローン、水中ドローン等の最新技術を用いた方法が検討されている

出典：https://arpa-e.energy.gov/mariner-annual-review-2021

ドローンモニタリングの例

Ocean NETsコンソーシアム（欧州）



欧州委員会における研究開発プログラム Horizon2020からの助成を受け、海洋ベースのNETsの研究推進を目的としたOcean NETsコンソーシアムを結成。
海洋アルカリ化のポテンシャルや環境影響の評価、大型海藻養殖などのシミュレーション分析、アカウンティング手法の評価などを実施。

Jブルークレジット制度（国内ボランタリークレジット制度）の概要



出典：（左）ARPA-E MARINER Annual Review 2021, Ocean NETs HP
 （右）第4回ネガティブエミッション市場創出に向けた検討会資料4（桑江委員発表資料）

目次

1. これまでの議論の整理
2. エネルギーに関する最近の国際動向
3. 脱炭素電源・技術に関する足元の状況
4. 本日の議題

本日の議題

- 本年10月に公表されたIEAの「World Energy Outlook 2024」では、世界的なエネルギー危機や特定国へのサプライチェーン依存によるリスクの高まりを踏まえて、エネルギー安全保障の不変の重要性を再確認するとともに、**「将来のエネルギー需給の姿に対して単一の見解を持つことは困難」**と指摘している。
- 国際的にエネルギーに関する不確実性が高まる中、**次期エネルギー基本計画においても、こうした不確実性にも対応できる柔軟性を兼ね備えた計画の検討**が重要。
- 世界的なデータセンターの拡大・電化による**電力需要の増加の見通し**を踏まえ、次世代地熱への関心の高まりなど**再エネの更なる導入拡大**、主要テック企業を中心に原子力の調達が進むなど、**様々な手段を駆使しながら脱炭素エネルギーを確保する動き**が広がっている。また、現実的なトランジションの観点からLNG確保の必要性が確認されるとともに、石炭火力廃止の動きも見られる。**脱炭素エネルギーの確保、GXの実現は世界共有の課題**であり、**国際連携の強化**も進展している。
- 脱炭素電源は、**使用済太陽光パネルのリサイクル・廃棄や、核燃料サイクル・放射性廃棄物の最終処分などの課題**もあるため、中長期的に脱炭素電源を活用していく上で、こうした課題にも取り組んでいく必要がある。また、2050年ネットゼロ実現に向けては、**ネガティブエミッション技術も不可欠であり、技術開発を加速していく必要がある**。
- このような観点から、本日は、**①エネルギーに関する国際動向を踏まえた我が国の政策検討の方向性、②脱炭素電源の活用に伴う課題への対応、③ネガティブエミッション技術への対応**、などの論点についてご議論をお願いしたい。