

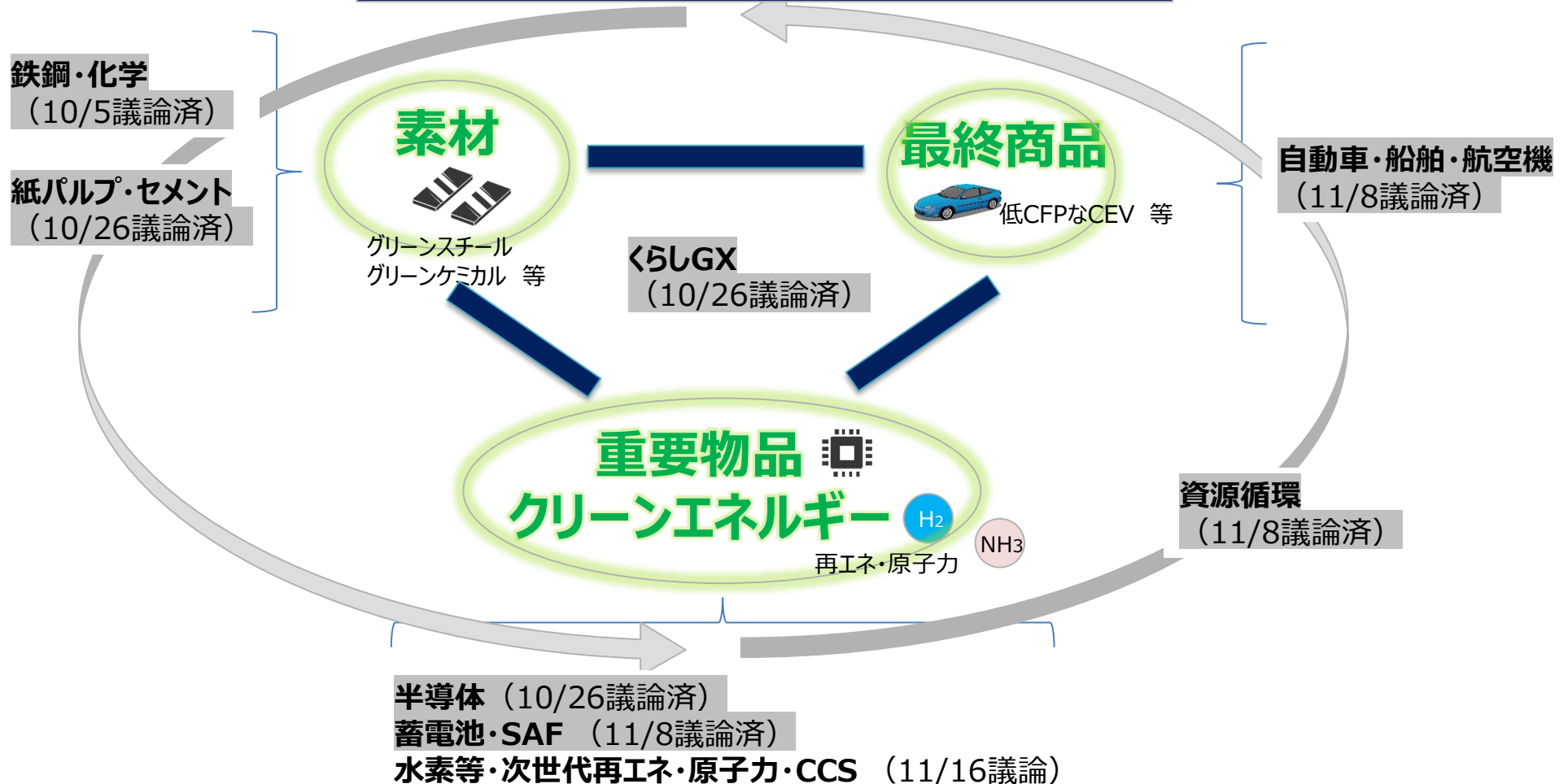
分野別投資戦略について④ (水素等・次世代再エネ・原子力・CCS)

令和5年11月16日
内閣官房GX実行推進室

分野別投資戦略の対象

- GX基本方針（GX推進戦略として令和5年7月閣議決定）の参考資料として、国が長期・複数年度にわたるコミットメントを示すと同時に、規制・制度的措置の見通しを示すべく、22分野において「**道行き**」を提示。
- 今般、当該「道行き」について、大括り化等を行った上で、重点分野ごとに本WGで議論を行い「**分野別投資戦略**」としてブラッシュアップ。官も民も一歩前に出て、**国内にGX市場を確立し、サプライチェーンをGX型に革新する。**

分野別投資戦略と、GX型サプライチェーンの関係

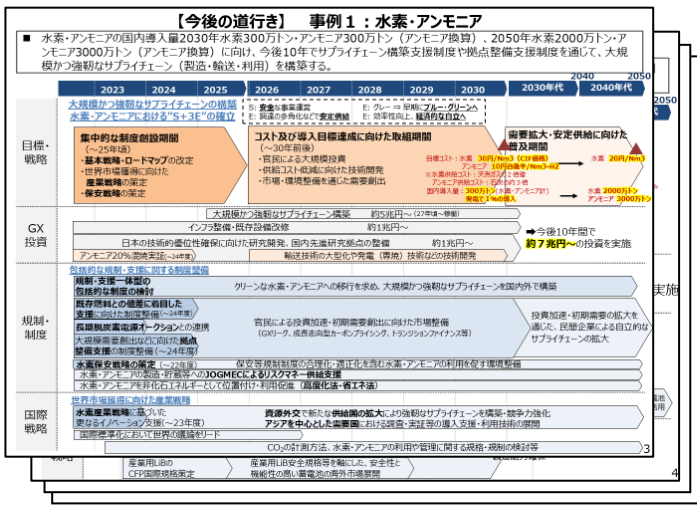


本WGで年内に御議論いただきたい内容

- ①「道行き」で示した投資内容、規制・制度について、「**分野別投資戦略**」の中で、**中身の具体化及び時間軸を明確化**するとともに、②今後10年の官民投資額の内、どの程度、政府として支援を行うか、**支援総額の目安（特に、GX予算として来年度対象となる事業）**を示す。
- また、GX実行会議で示されている、「**国による投資促進策の基本原則**」（P6）や投資促進策決定の考え方（P7）も踏まえ、投資促進策の適用を求める事業者に、コミットを求める内容を具体化した「**先行投資計画**」等について、その考え方について、検討を加える。（※詳細の中身については、GX予算の執行の段階で作り込みを行う。）
- なお、分野別投資戦略について、**関連する審議会等でも、併せて御議論をいただき御意見をいただく**予定。
- 最終的には、**GX実行会議で取りまとめ**。

【今後の道行き】

※令和5年2月 GX基本方針参考資料



【分野別投資戦略の策定】

- ①**中身の具体化、時間軸の明確化**
 ※国際競争の状況等を踏まえた、方向性の具体化
 ※先行投資支援と一体的に講じる規制・制度の方向性、導入時期等の具体化
- ②**国によるGX経済移行債による支援総額の目安の提示**
 ※GX先行投資支援策について、いわゆる国庫債務負担行為を活用し、国が複数年度にわたってコミットをする予算措置の総額（最長5年）や、今後10年間の見通し（一部戦略では、委託事業等の進展を踏まえ、年明け以降も、具体化を進める）
- ③**事業者にコミットを求める「先行投資計画」等の考え方の検討**
 ※分野別投資戦略に基づくGX予算事業では、当該「先行投資計画」等を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の可否、優先順位付けを実施。
 ※内容としては、GXリーグへの参画や、自社成長性のコミット等の横断的な考え方や、当該戦略分野に固有の項目で構成

不断の見直しを実施

支援策の対象となる事業者を求めるコミットメントの考え方

- **GX経済移行債による支援**は、GX実現に向けて、「**国による投資促進策の基本原則**」（P6）など、従来の支援策とは異なる考え方、枠組みに基づき、実施するもの。
- 具体的には、GX投資を官民協調で実現していくための、「**大胆な先行投資支援**」として、GXリーグへの参画等、**支援対象企業にはGXに関する相応のコミットを求めるとともに、効果的にGX投資を実現していく観点から、規制・制度的措置と一体的に講じていく。**（※GXリーグは、カーボンニュートラルへの移行に向けた挑戦を果敢に行い、国際ビジネスで勝てる企業群が、GXを牽引する枠組み。我が国のCO2排出量の4割以上を占める企業群が参画。野心的な削減目標達成に向けた排出量取引の実施、サプライチェーン全体での排出削減に向けたルールメイキング、目標・取組状況の情報開示等を通じて、我が国全体のGXを加速。）
- こうしたコミットは、**支援策により自ら排出削減と成長を目指す主体のみならず、需要家の購入支援や、機器導入支援等の支援策において対象となる機器等の製造事業者においても、当該製品のライフサイクルを通じた環境性能の向上や、サプライチェーンでの排出削減、安定的な供給体制確保を通じた国内の人的・物的投資拡大など、我が国全体でのGX推進に向け相応のコミットを求めていく。**
- また、脱炭素への着実な移行（トランジション）を進めるための、「**トランジション・ボンド**」として、**資本市場から資金を調達するもの**であることから、用途となる事業においては、排出削減効果等について着実に補足するとともに、「**トランジション・ファイナンスに関する分野別の技術ロードマップ**」等、**我が国のクライメート・トランジション戦略と整合的な取組である**ことを前提とする。

【投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ】

※各分野別投資戦略や、具体的な事業の制度設計において具体化

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット（GXリーグへの参画）
- ◆ 先行投資計画による削減量、削減の効率性（事業規模÷削減量）

+

産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット（営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示）等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット（調達/供給）等

各分野
共通

「投資促進策」の基本原則

【基本条件】

- I. 資金調達手法を含め、**企業が経営革新にコミットすることを大前提として**、技術の革新性や事業の性質等により、**民間企業のみでは投資判断が真に困難な事業を対象とすること**
- II. **産業競争力強化・経済成長及び排出削減のいずれの実現にも貢献するものであり**、その市場規模・削減規模の大きさや、GX達成に不可欠な国内供給の必要性等を総合的に勘案して優先順位を付け、**当該優先順位の高いものから支援すること**
- III. 企業投資・需要側の行動を変えていく仕組みにつながる**規制・制度面の措置と一体的に講ずること**
- IV. **国内の人的・物的投資拡大につながるもの***を対象とし、海外に閉じる設備投資など国内排出削減に効かない事業や、クレジットなど目標達成にしか効果が無い事業は、**支援対象外とすること**

※資源循環や、内需のみの市場など、国内経済での価値の循環を促す投資も含む

【類型】

産業競争力強化・経済成長

A **技術革新性**または**事業革新性**があり、外需獲得や内需拡大を見据えた成長投資

or

B 高度な技術で、**化石原燃料・エネルギーの削減**と**収益性向上**（**統合・再編やマークアップ等**）の双方に資する成長投資

or

C **全国規模**の市場が想定される**主要物品の導入初期の国内需要対策**（供給側の投資も伴うもの）

排出削減

① 技術革新を通じて、将来の**国内の削減**に貢献する**研究開発投資**

or

② 技術的に削減効果が高く、**直接的に国内の排出削減**に資する**設備投資等**

or

③ **全国規模で需要**があり、高い削減効果が長期に及ぶ**主要物品の導入初期の国内需要対策**



先行投資支援と、規制・制度（カーボンプライシング含む）の関係性

- 国による先行投資支援と、カーボンプライシング（CP）を含む規制・制度は、GXを進める両輪
- 成長志向型CPは①先行投資支援の裏付けとなる将来財源であり②GX関連製品・事業の競争力を高めるもの
- 規制・制度の強度を適切に高めることで、投資促進効果を更に高めることも可能（※本年6月に施行したGX推進法は、施行後2年以内に、必要な法制上の措置を講ずるものとしている。）

規制・制度

- ◆ 企業投資・需要側の行動を変えていく

カーボンプライシング

- ◆ 当初低い負担から、徐々に引き上げていく方針を予め明示
 - 23fy GXリーグでの排出量取引の試行
 - 26fy 排出量取引の本格稼働
 - 28fy 化石燃料賦課金の導入
 - 33fy 有償オークションの導入

投資を後押し

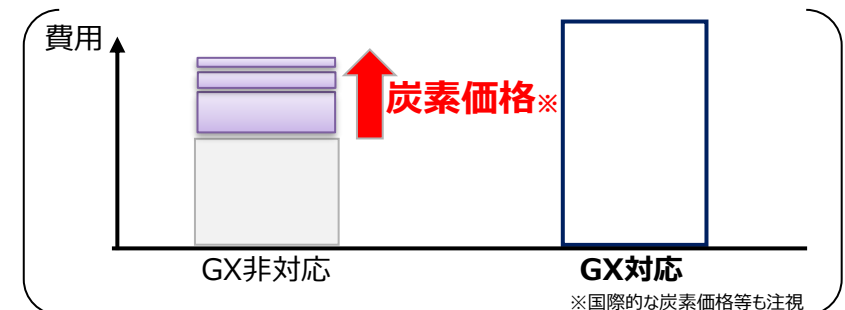
先行投資支援 (20兆円規模)

⇒150兆円超の官民投資

- ◆ 国が複数年度にわたってコミットする予算措置

①財源

②炭素排出に値付けし、GX関連製品・事業の相対的な競争力を向上させる



(参考) GXリーグと先行投資支援の連動

- GXリーグは、CN移行に向けた挑戦を果敢に行い、国際ビジネスで勝てる企業群（我が国のCO2排出量の4割以上）が、プレッジ&レビューの下、野心的な削減目標達成に向けた排出量取引、サプライチェーン全体での排出削減に向けたルールメイキング、市場創造の取組等を行い、**我が国全体のGXを牽引する枠組み**。
- そのため、我が国全体でのGXを強力に進めるため、**GX経済移行債に基づく「大規模な先行投資支援」は、その対象者はGXリーグ参画を前提とする**。（一定規模以上の排出をしている企業（中小企業を除く）は要件化）
- また、**排出量取引制度は、26年度から本格稼働させることとなっている**。その際、「規制・制度一体型」の考え方に照らし、GX経済移行債での支援との**更なる連動の深化を検討**。



我が国のGXを牽引する企業群

（排出量の4割以上を占める約500社以上が正式参画）

2050年CNと整合的な2030年削減目標だけでなく、2025年までの中間削減目標を掲げ、野心的な削減に挑戦。

一定規模以上排出する企業

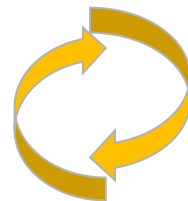
- 素材系産業（排出量が多い：Hard to Abate）
- 製造業
- エネルギー・運輸 等

幅広い業種の先駆的な企業群から構成される強みを生かし、グリーン市場創出等、GX実現に向けた各種ルールメイキング。

排出規模に関わらず業種横断

（上記業種に加えて・・・）

- 金融業
- デジタル・サービス業 等



連動

GX経済移行債での支援

- ◆ 自社やサプライチェーンでの削減につながる支援策の適用事業者は、GXリーグ参画を前提。

※ 排出量の少ない企業については、GXリーグ参画を支援の前提としないが、支援を受ける場合は参加を奨励

- ◆ 事業者が提出する「先行投資計画」における削減量等について、GXリーグでも適切に反映。

- ◆ 支援策に関する削減効果や、グリーン市場創造等の取組の評価において、GXリーグでのルールメイキングの成果を適切に反映。

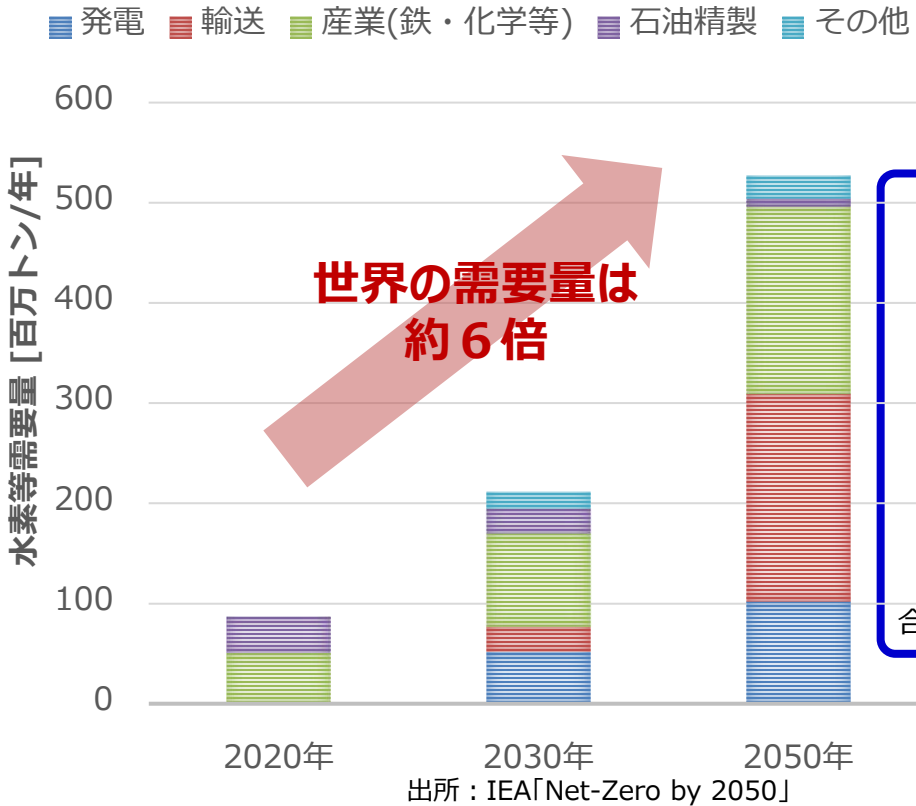
分野別投資戦略の考え方

水素等

水素社会の広がり

- 水素は、カーボンニュートラルに向けて鍵となるエネルギー。2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、世界の水素等※需要量も拡大の見込み。※水素等：アンモニア、合成メタン、合成燃料を含む
- 代替技術が少なく転換が困難な、鉄鋼・化学等のhard to abateセクターや、モビリティ分野、サプライチェーン組成に資する発電等での活用が期待される。

<世界の水素等需要量>



<水素等需要の広がり>



水素基本戦略を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

- ①2030年の水素等導入目標300万トンに加え、2040年目標を**1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定（コスト目標として、現在の100円/Nm³を2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³とする） ②2030年までに国内外における日本関連企業の**水電解装置の導入目標を15GW程度**と設定 ③**サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備** ④**G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行**

水素産業戦略 ～「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現～

- ①「**技術で勝ってビジネスでも勝つ**」となるよう、早期の量産化・産業化を図る。
 ② **国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術（燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等）が活用される世界を目指す。**

➡脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。（官民合わせて**15年間で15兆円**のサプライチェーン投資計画を検討中）

つくる

- **水電解装置**
- **電解膜、触媒などの部素材**
- **効率的なアンモニア合成技術**

・A社（素材）は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。
 ・B社（自動車）は、燃料電池の技術力をベースに、多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。
 ・C社（ベンチャー）は、GI基金を通じアンモニア製造の新技术を開発・実証。

はこぶ

- **海上輸送技術（液化水素、MCH等）**

・D社（重工）は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。
 ・E社（エンジニアリング）は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。

つかう

- **燃料電池技術**
- **水素・アンモニア発電技術**
- **革新技术（水素還元製鉄、CCUS等）**

・F社（自動車）は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。
 ・G社（重工）は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。
 ・H社（発電）は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。

水素保安戦略

～ **水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備** ～

需給一体の国内市場の創出

規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

供給

- 既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援
-S+3Eの観点からプロジェクト評価
-ブレンデッド・ファイナンスの活用

Energy Security : 国内製造、供給源の多角化
Economic Efficiency : 経済的な自立化見通し
Environment : CO2削減度合いに応じた評価
- 効率的な供給インフラ整備支援 -国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- 低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討
- 保安を含む法令の適用関係を整理・明確化
- 上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保

需要

- 需要創出に向けた省エネ法の活用
-工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。
-トップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- 燃料電池ビジネスの産業化（セパレーター等の裾野産業育成）
-国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- 港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援
- 地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解※特に「福島新エネ社会構想」の取組加速

世界市場の獲得

拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

- 規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援
- 大規模サプライチェーン構築支援の有効活用
- 海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画
- 『アジア・ゼロエミッション共同体（AZEC）』構想等の枠組みを活用したアジア連携
- 日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組（GI基金等も活用）
- 人材育成の強化・革新技术の開発

米国：インフレ削減法(IRA)により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定（約50兆円規模 ※水素以外も含む）
欧州：グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表（約5.6兆円規模 ※水素以外も含む）
英国：国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定（第一弾として約5,400億円規模）

水素等のサプライチェーン構築に向けて（価格差に着目した支援制度）

- 低炭素水素等の供給に向け、各国でプロジェクトの検討が進められているところ、我が国でも、S+3Eを大前提としたGX実現に向けて、まずは国内における水素等の製造、供給体制の構築に取り組むことが重要。しかしながら、当面の間は、国内の再生可能エネルギー電力が高いこと等から、**国内での水素等製造は小規模であり、海外から水素等を輸入するコストに比べて高いとの見方もある。**
- 他方、再生可能エネルギーが出力制御される局面においては、余剰電力価格が安いことに加え、調整力として再生可能エネルギーの更なる導入拡大に資することを踏まえれば、国内製造ポテンシャルを最大限生かして利活用を推進していく必要がある。
- こうした観点から、例えば、既存燃料との価格差に着目した支援を行う場合に、**エネルギー安全保障を強化する観点から、十分な価格低減が見込まれ、将来的に競争力を有する見込みのある国内事業を最大限支援することが考えられる。**
- 加えて、水素等は多分野における活用が期待され、**国内で製造可能な水素等の供給量では賅えない規模の供給が必要**になることが想定される上、世界では既に権益獲得競争が始まっていることから、安価かつ大量に水素等の供給が可能な**国産技術等**を活用して製造された水素等の輸入についても支援することが考えられる。

評価項目

▷ 政策的重要性

「エネルギー政策」(S+3E)

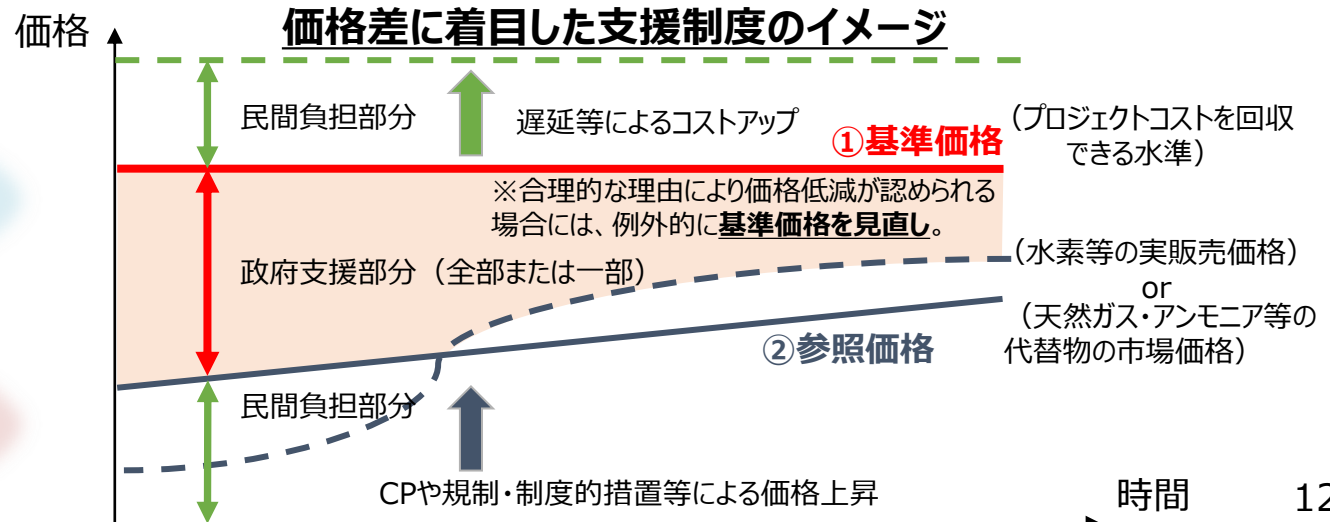
－ 安全性、安定供給、環境性、経済性

「GX政策」(脱炭素と経済成長の両立)

－ 産業競争力強化・経済成長、排出削減

▷ 事業完遂見込み

事業計画の確度の高さ、国と企業のリスク分担の整理に基づく計画の妥当性



価格差に着目した支援の中核となる条件

- GX実現の観点から、価格差に着目した支援の必須条件を、以下のように設定することを議論中。

①エネルギー政策（S+3E）の観点

- S+3Eそれぞれの観点、すなわち、安全性を大前提として、安定供給（利用）に貢献し、低廉で、脱炭素化に資する取組であり、かつ、経済的に合理的・効率的な手法で脱炭素資源が活用される事業であること。

②GX実現の観点

- GX施策は「GX経済移行債を活用した投資促進策の基本原則」に基づき、「産業競争力強化・経済成長及び排出削減のいずれの実現にも貢献」するものを、「GX達成に不可欠な国内供給の必要性等を総合的に勘案して優先順位をつけ、当該優先順位の高いものから支援」することとしている。
- こうした観点を踏まえ、価格差に着目した支援を受けようとする事業計画に含まれる事項として、以下3点を求める。
 - 1) 鉄・化学といった代替技術が少なく転換困難な分野・用途に関し、新たな設備投資や事業革新を伴う形で原燃料転換も主導するものであること。
 - 2) 1)の結果、低炭素水素等の供給及び利用に関する産業の国際競争力の強化に相当程度寄与すると認められること。
 - 3) 国際的な算定ルールと統合的な考えの下、国内の排出削減に資するとともに、炭素集約度が一定値以下になると見込まれること。

※ 1)を確認するため、事業計画は支援を受けようとする供給者・利用者の双方による連名で一体的な計画を作成することとする。

③自立したパイロットサプライチェーンの構築

- 価格差に着目した支援では、2030年度までに供給開始が見込まれるプロジェクトのうち、それ以降の後続サプライチェーンの構築へと繋がる、先行的で自立が見込まれることを条件に、プロジェクトを採択する必要。
- そのため、経済的な自立を担保する観点から、15年間の支援終了後、一定期間（10年間）の供給を継続することを求める。
- また、価格差に着目した支援で得られた知見を適切に還元するため、支援対象事業のノウハウ等を活用して、新産業・新市場開拓のため、国内外で新たな関連事業を実施等の取組を予定しているか、についても確認することとする。

水素等拠点整備の重要性

- 今後大量に必要となる水素等を安定・安価に供給するには、大規模な需要創出と効率的なサプライチェーン構築の両者を可能とするようなカーボンニュートラル燃料供給拠点の形成を促していくことが重要。

【水素等の潜在的需要地のイメージ例】

大規模発電利用型

- 大規模なガス/石炭火力発電所が存在。
- 水素・アンモニア発電を中心に導入。

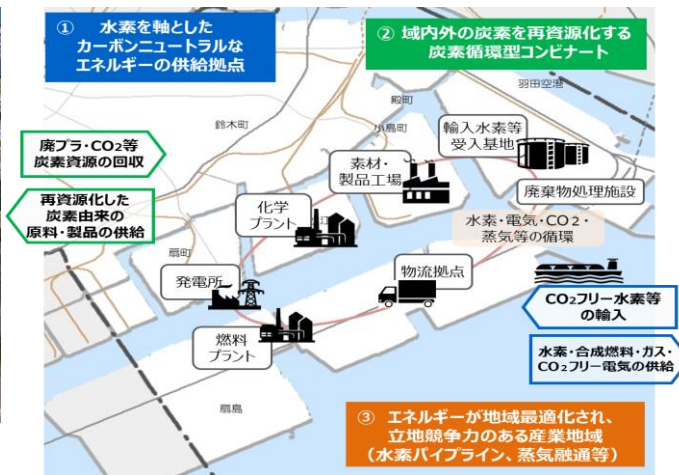
(碧南の例)



多産業集積型

- 電力以外に石油化学、石油精製、製鉄等の産業が集積。
- 複数の用途で水素/アンモニアの利用が見込まれる。

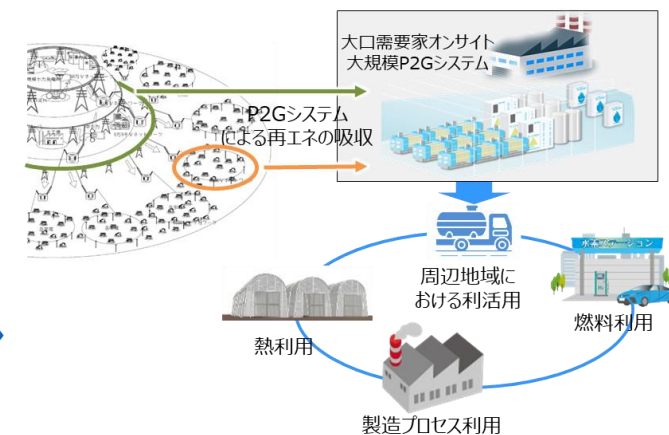
(川崎市の例)



地域再エネ生産型

- 地域で再エネ生産を行い、水素・アンモニア製造を行う。
- 地域での需要創出が重要。

(山梨県の例)



➡ <今後10年間程度で整備する拠点数の目安>

大規模拠点：大都市圏を中心に3か所程度
中規模拠点：地域に分散して5か所程度

【参考】内閣総理大臣の会期末記者会見

- 6月に岸田総理より、水素等の導入推進に向け、「支援制度等について、所要の法制度を早急に整備」との発言があったところ。
- 諸外国も低炭素な水素等への投資を拡大するための法整備等を進める中、我が国も遅れることなく、規制・支援の両面で制度整備の検討が必要。

第211回通常国会閉会岸田内閣総理大臣記者会見



世界各国は、例えばGX（グリーン・トランスフォーメーション）の分野において過去に類を見ない、大胆な政策に着手しており、我が国でも150兆円規模のGX投資を官民で実現していくため、2つのGX法案をこの国会で成立させたところです。

今後、この法律の下、例えば我が国が強みを持つ水素エネルギー活用の基盤を整えとともに、水素と化石燃料との価格差に着目した支援制度等について、所要の法制度を早急に整備します。

【参考】 各国の支援と規制・制度例

主な支援制度例

145円/\$、184円/£、157円/€
外国為替公示相場を元に換算(2023/9/1時点)

主な規制制度等例



超党派 インフラ法

水素ハブ 7か所選定

IRA

国内水素製造への税額控除

5年間で95億ドル
(約1兆3,700億円)

国内水素製造に対し、
最大3ドル/kg税額控除

- ・燃料供給事業者に炭素集約度を低下させる規制 (カリフォルニア、オレゴン、ワシントン; Low Carbon Fuel Standard)
- ・2036年以降、中大型トラックは電動のみ販売 (カリフォルニア)



値差支援 (CfD)

第一次対象案件 年内選定予定

※年内に第二次募集実施予定

設備投資等支援

第一次案件選定。後続案件選定中

1億ポンド (約184億円)
以上 (詳細非公表)

2.4億ポンド (約441億円)

- ・UK-ETS (排出量取引。無償枠廃止可能性)
- ・「エネルギー法」で水素賦課金検討 (審議中)



水素銀行※

※グリーン水素生産への投資を後押し、その普及を目指す政策構想。

11月 2024年
(EU域内) 入札開始予定 春頃選定

10年間で8億ユーロ
(約1,250億円)
EU域内・域外の水素製造に対し、
kgあたり定額補助

- ・炭素国境調整メカニズム導入 (2026年)
- ・EU-ETS (排出量取引) およびその無償枠を2026年~2034年に段階的廃止
- ・産業グリーン水素比率義務化 (2030年42%、2035年60%)



H2Global※

※グリーン水素の国外生産と輸入を推し進めるためのプロジェクト

初回入札中、年内選定予定

輸入水素等を10年間固定価格買取
・初回入札に9億ユーロ
(約1,400億円)
・今後、35億ユーロ
(約5,490億円) を調達見込

- ・石炭火力の2038年までの段階的廃止
- ・新設・大規模改修の火力発電は「水素レディ」化の義務づけを検討中

需要家側支援 気候保護契約(C-CfD) (検討中)



水素法

水素発電
入札市場

上半期・下半期1度ずつ実施

水素関連事業者を指定
研究開発や税額控除を検討

- ・「水素法」制定 (2022年12月)
 - － 水電解装置等の保安措置
 - － 水素発電入札実施

- 今後10年間で官民150兆円を超えるGX投資を実現していくためには、国として長期・複数年度に渡り支援策を講じ、民間事業者の予見可能性を高めていく必要がある。
- そのため、この度政府が創設したGX経済移行債を活用し、20兆円規模の大胆な先行投資支援を実施していくが、この投資策が新たな市場創出・利用拡大につながるよう、規制・制度的措置と一体で支援策を講じることが、GX基本方針でも明記されたところ。
- そのため、電力分野、都市ガス分野、燃料分野、産業分野等における適切な制度のあり方について、関連審議会等においても議論が進められることが望ましい。

電力分野

都市ガス分野

燃料分野

産業分野

etc.

電力・都市ガス・燃料・産業分野など各分野における新たな市場創出・利用拡大につながる適切な制度の在り方を関連審議会等で議論

省新分科会
省エネ小委、工場WG

電ガ分科会
電ガ小委、ガスWG

資燃分科会等

水素等サプライチェーンの拡大と強み

- 世界各国の国内産業育成が加速する中で、**我が国企業の技術的な強みを生かし、海外の支援制度も活用しながら、水素をつくる水電解膜、水素等の輸送技術・燃焼ガスタービンなどの要素技術においても世界展開を図る。**

つくる



はこぶ (ためる)



つかう



要素技術の例	<ul style="list-style-type: none"> ・水電解装置 ・電解膜等の部素材 ・アンモニア合成技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・海上輸送技術 (液化水素、MCH等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池技術 (FCV) ・水素・アンモニア発電技術
主なプレイヤー	【水電解装置】 旭化成、日立造船、東レ、東芝ESS Sunfire (独) Siemens Energy (独) 等	【液化水素船】 川崎重工 韓国造船海洋 (韓) GTT (仏) 等	【発電】 三菱重工、Siemens (独) 【燃料電池】 トヨタ、ホンダ、現代自動車 (韓) 等
日本の立ち位置	水電解装置の安全安定稼働や部材の革新的な技術開発に強み	世界初の液化水素運搬船による日本への大規模海上輸送を完了	燃料電池において、世界に先駆けて研究開発を進め、特許数も世界一
具体的な動き	<ul style="list-style-type: none"> ・海外企業が、他社より優れた日本製膜の採用に向けて共同研究実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・欧州や韓国企業も追い上げを見せる中、水素輸送の要素技術は日本が牽引 	<ul style="list-style-type: none"> ・国内企業が、国外大規模水素発電プロジェクトにてガスタービンを受注 ・燃料電池商用車の市場獲得に向け戦略検討中

水電解装置の位置づけと国内外の動向

- **水電解装置**は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、①再エネの**大量導入時に安価な余剰再エネ等を活用（国産再エネ由来水素を確保）**し、②**非電力部門の脱炭素化を進める上で重要**。
- 海外では水電解装置の野心的な導入目標を掲げ、これまでに類をみない**大規模水素製造プラントの建設計画の発表**や**水電解装置の量産体制構築支援**など、様々な取組がなされているところ。
- そのため、先行する**海外市場獲得**や、今後導入される**国内再エネポテンシャルを最大限活用**すべく、**水電解装置の競争力強化や国内市場形成に資する取組を強化**する必要。

我が国の水素製造プロジェクト例

国内に新規導入された水電解装置



トヨタ自動車が開発した水電解装置をデンソー福島工場内に実装（2023年3月）（出所）(株)デンソー



北海道電力に導入した水電解装置（2023年5月）（出所）日立造船（株）

国内企業の海外展開

- Siemens Energy社（独）の電解スタックに東レ製膜を搭載すべく、パートナーシップを提携して共同研究中。
- インドの工場において効率的な熱運用を実現するため、工場内に約10MW規模の水電解装置の導入を検討中（FS段階）

海外の大規模水素製造プロジェクト例



（出所）Air liquide社

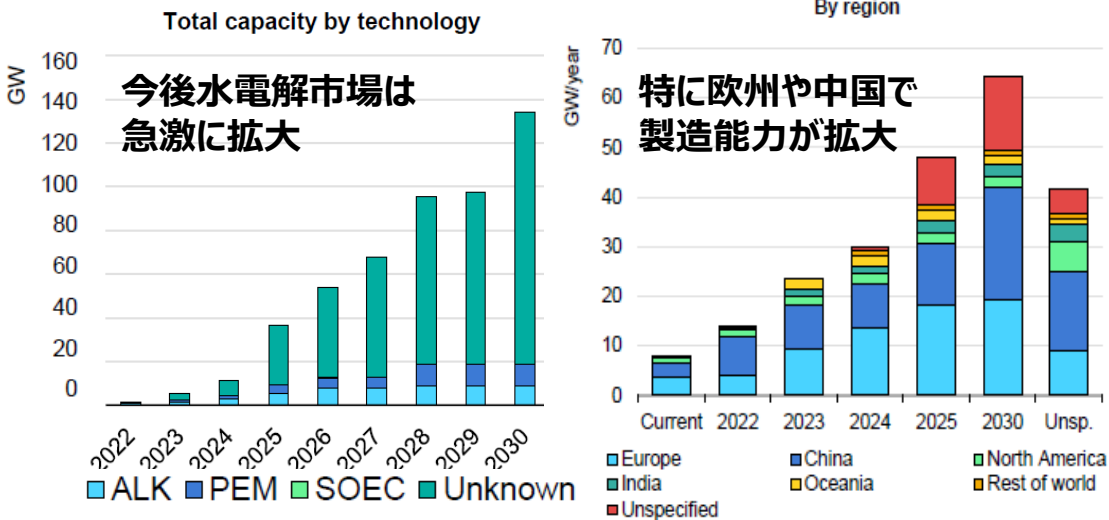


（出所）Thyssenkrupp社

- Siemens Energy社（独）と Air Liquide社（仏）が共同出資し合弁会社を設立。ベルリンに自動製造工場を建設し、2025年までに3GW/年の製造能力に拡大予定。
- Thyssenkrupp社（独）は Shell社（英）と契約を結び、ロッテルダム港に200MWの水電解装置を設置することで合意。（2025年頃稼働予定）
- サウジアラビアにおける政府主導のプロジェクト「NEOM」では、2026年頃の稼働に向け、Thyssenkrupp社（独）の2.2GWの水電解装置を導入予定。

今後の水電解装置産業政策の方向性

- 水電解装置の技術開発は世界で加速しており、**性能は各国が競い合っている状況**。他方、海外では社会実装段階にあるアルカリ型及びPEM型の装置の量産に対する支援が既に決定されており、**企業の大規模な製造能力拡大に向けた投資計画が動き始めている**。
- 我が国でも**水電解装置やその部素材に強みを有すること**から、こうした製造への支援を早期に行うことで、日本企業の**コスト及び納期に関する競争力が向上**し、2025年度以降の急拡大するグローバル市場に海外勢と同等の条件で参画可能。



(出所) IEA Global Hydrogen Review 2022

- 2030年までに134GW程度の導入が予測される。
(日本の2030年国内外水電解装置導入目標：15GW)

アルカリ型	強み	大規模・安価な製造
	企業	旭化成、トクヤマ、Thyssenkrupp等
	戦略	既存食塩電解の技術やメンテ先を流用可
PEM型	強み	変動対応が可能、コンパクト
	企業	日立造船、トヨタ、Siemens Energy等
	戦略	燃料電池技術の流用、要素技術（膜(東レ、AGC等)や電極等)に強みが多い
SOEC	強み	熱の活用による高効率水素製造
	企業	東芝ESS、デンソー、Sunfire等
	戦略	燃料電池技術のノウハウを活用可能
AEM型	強み	貴金属触媒が不要なため装置が安価
	企業	トクヤマ、Enapter 等
	戦略	膜の開発が肝。化学製品分野の技術蓄積が強み。

量産投資フェーズ 研究開発の加速

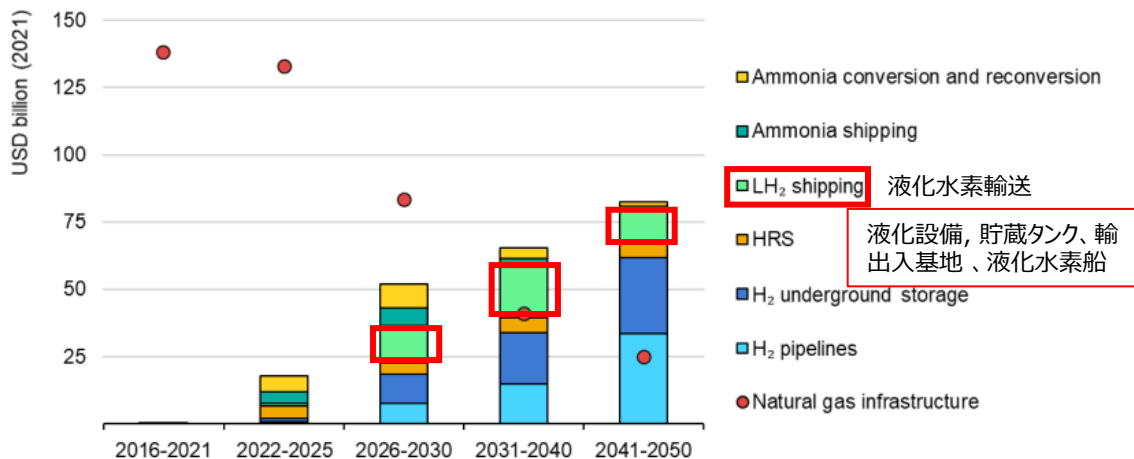
液化水素運搬に関する技術の今後の展開

- 世界で液化水素関連機器を含む水素関連機器の投資が2030年までに520 億ドル、2050年までに820 億ドルまで拡大する見込み。
- 液化水素運搬船をはじめ、国内企業が液化水素関連技術の開発に取り組んでいるが、海外でも同様の開発が進められており、競争が激化している。

今後液化水素に対する投資は急激に拡大

ネットゼロシナリオにおける年間水素関連設備に対する投資額

: 2030年までに520 億ドル、2050年までに820 億ドルまで拡大する見込み



(出所) IEA energy technology perspectives 2023

液化水素運搬船 160,000-m³型(完成イメージ)



(出所)川崎重工業

液化水素ローディングアーム



(出所) 東京貿易エンジニアリング*
*現: TBグローバルテクノロジーズ

液化水素船の開発の競争が激化

2030年までに商用化が公表されている液化水素運搬船の計画

企業	水素貨物コンテナ	量 (m ³)
韓国造船海洋 (韓)	Spherical	20,000
サムスン重工業 (韓)	Type C	20,000
C-Job Naval Architects, LH2 Europe (蘭)	Spherical	37,500
川崎重工業 (日)	Spherical	160,000
サムスン重工業 (韓)	Membrane	160,000
GTT (仏)	Membrane	-

(出所) IEA energy technology perspectives 2023を加工

液水関連機器 (液化水素船以外) を開発する国内企業

液化水素タンク	液化機	ローディングアーム
川崎重工業	川崎重工業	TBグローバルテクノロジーズ、川崎重工業

燃料電池車（FCV）導入拡大に向けた今後の方向性

- 今後、欧州、中国を中心に、FCVの市場は拡大し、その大半は商用車。国内でも、FCの特徴を活かして、商用車に重点を置いた市場を作る中で、国内に製造基盤の立地を促していく。
- このため、2030年に向けては、大型トラックなど長距離の基幹輸送を集中的に支援。加えて、地域における小型トラックやその他モビリティなどの需要をまとめ、水素ステーションの稼働率の向上を目指す。
- 当面は費用低減が難しい中で、リスクをとって先行的に水素ステーションや車両を導入していく事業者を総合的に支援。こうした絵姿を関係者が共有し、不確実性を低減させ、民間投資を促していく。

（参考）現在の取組

- 福島・東京で実証を開始、2025年までに300台規模で社会実証【GI基金】



- FCトラックの購入費用の一部を補助【GX経済移行債を活用】

- 水素STの整備費・運営費の一部を補助【エネ特会】

176箇所(整備中含む)、うち大型車対応は3箇所

- 改正省エネ法に基づき、FCVを含む非化石エネルギー自動車への転換の目標目安を提示

8t以下のトラック：2030年時点で5%

8t超のトラック：今後、検討

2030年頃の絵姿 水素基本戦略

- 国内市場の立ち上げ
 - ✓ 8t超 5000台の電動化（FCVが有望）
 - ✓ 2030年モビリティでの水素消費量 8万t
- 海外の獲得
 - ✓ 中国・欧州を中心に市場は拡大。燃料電池市場は2030年に5兆円規模、多くは商用車。
 - ✓ OEMはFCや水素タンクの開発を推進。商用車と合わせ、建機や産業機械にも拡販。



- 水素基本戦略の改定
 - ✓ 商用車への支援の重点化
 - ✓ 先行的に導入を進める事業者への総合的支援
 - ✓ 海外市場獲得やFCの用途拡大によるコスト低減

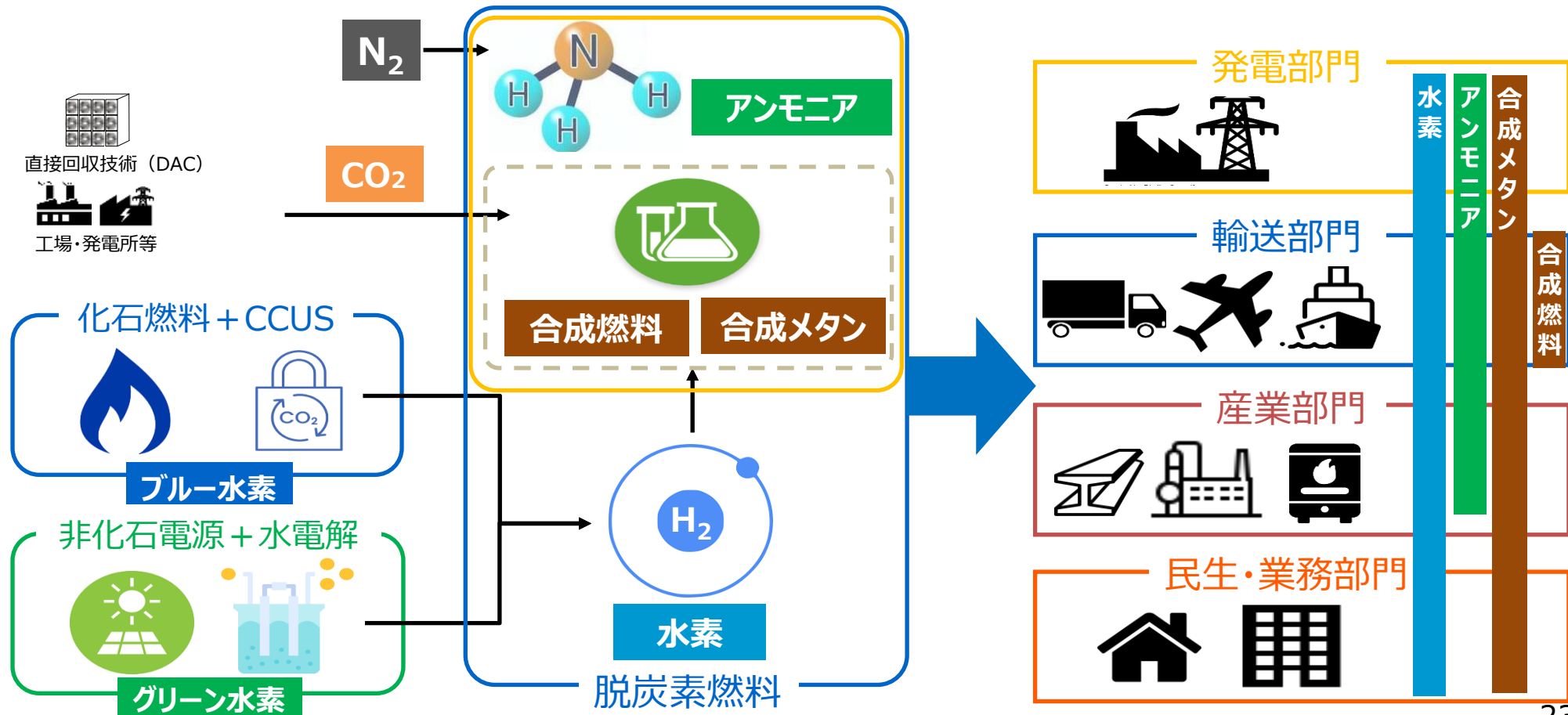
課題と対応の方向性

- 不確実性の低減（3すくみの打破）
 - ✓ 長距離輸送の幹線や、地域での配送など、塊の需要がある重点地域を設定。
- 水素STの自立化
 - ✓ ①需要拡大・稼働率向上による固定費の低減
 - ✓ ②圧縮コストの低減や機械の耐久性向上などの変動費の低減が課題だが、どちらも時間がかかる。
 - ✓ 将来の低炭素水素の活用に向けて、先行的に水素STを運営する事業者を重点的に支援。
- FC商用車の需要の喚起
 - ✓ ディーゼル車との運用コスト差の縮小が必要。
 - ✓ 野心的な目標を掲げ、先行的にFC商用車を用いる事業者を重点的に支援。

水素等（アンモニア・合成メタン・合成燃料含む）の重要性

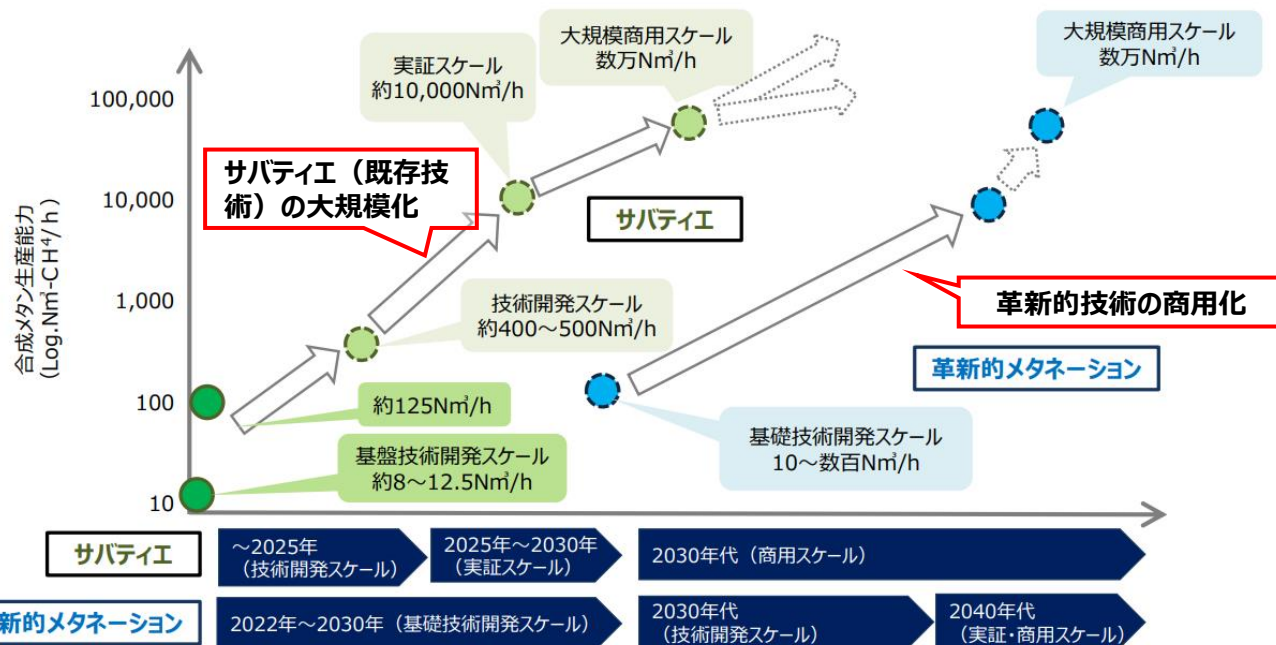
- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、**水素等※は様々な用途で活用が期待される原料燃料**として注目。 ※水素等：アンモニア、合成メタン、合成燃料を含む
- これら脱炭素燃料の社会実装・拡大に向けて、**低コスト化等の技術開発を推進**するとともに、**安定的な需要と供給のためのサプライチェーン構築**が必要不可欠。

水素等の供給源及び需要先



合成メタン (e-methane) に関する今後の方向性

- 水素と回収したCO2から合成（メタネーション）される合成メタン（e-methane）は、再エネ・水素利用の一形態。
- 合成メタンは、LNG・天然ガスの既存のサプライチェーンをそのまま利用可能であり、需要側・供給側双方にとって、設備コストを抑えながら脱炭素化を図ることが可能。
- 2030年の供給開始に向けた大型プロジェクトが検討されているとともに、GI基金を活用し、2040年代の実用化を目指す革新的メタネーション技術開発の実証を実施中。
- 2050年に向けて、合成メタンの製造コストを低減させていくためには、革新的メタネーションによる高効率化だけでなく、電力コストの低減が重要。



既存技術の大規模化の動向を踏まえつつ、**2040年代の革新技術の実用化を確実に達成**するため、GI基金等を活用した集中的な支援を実施。

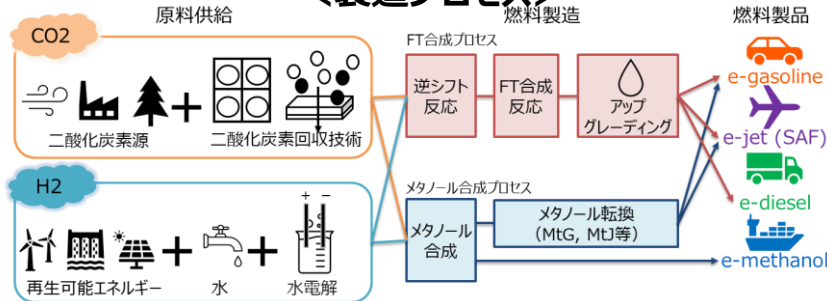
【第6次エネルギー基本計画】

2030年に既存インフラへ、**1%の合成メタンを注入**（他の手段と合わせてガスの5%をカーボンニュートラル化）、2050年に既存インフラへ、**90%の合成メタンを注入**（他の手段と合わせてガスのカーボンニュートラル化）を目指す。

合成燃料 (e-fuel) に関する今後の方向性

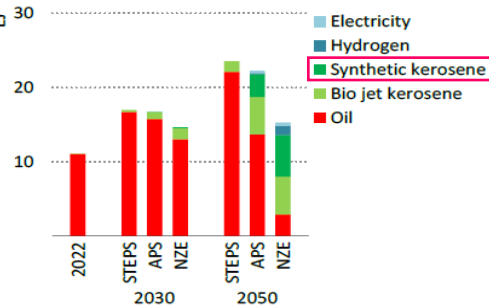
- 合成燃料 (e-fuel) は、CO2と水素を合成して製造される人工的な燃料。既存の内燃機関や燃料インフラ (タンクローリー・ガソリンスタンド等) が活用できることや、化石燃料と同等の高いエネルギー密度を有することがメリット。
- このため、エネルギー・自動車業界等で構成する官民協議会を開催し、2030年代前半までの商用化を目標に掲げており、① GI基金を活用した大規模かつ高効率な製造プロセスの開発や、② コストの低減を目指した製造技術の開発などを進めている。
- これに加え、既存技術を活用したe-fuelの製造に向けた検討や海外プロジェクトへの参画を念頭においた検討など、早期供給を目指した取組を進めている。
- e-fuelの普及に向けては、原料となる水素の低コスト化やサプライチェーン構築を進めていくことが重要となる。

<製造プロセス>

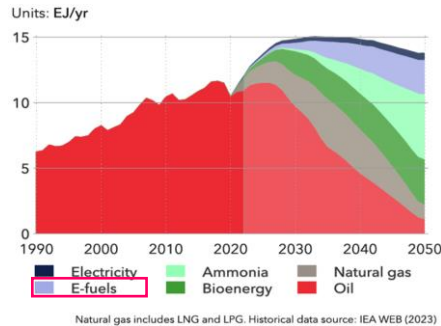


<今後の導入見通し>

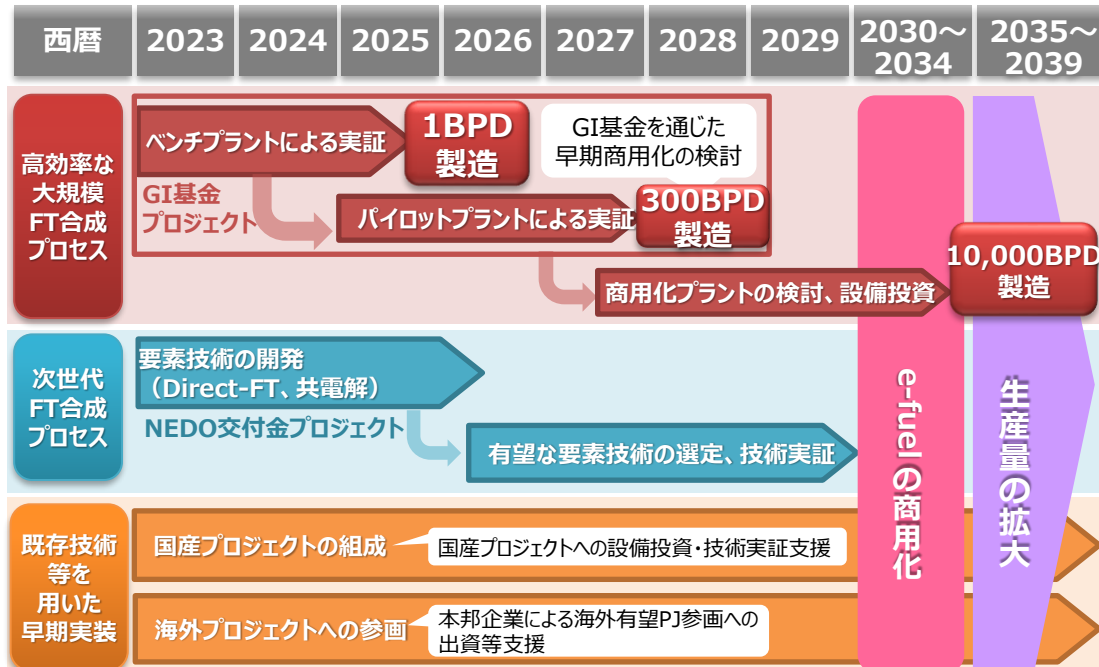
航空燃料の需要予測



船舶燃料の需要予測



<e-fuel導入に向けたロードマップ>



水素等※の分野別投資戦略（暫定版） ①

※水素等：アンモニア、合成メタン、合成燃料を含む

1

分析

- ◆ 水素等は、幅広い分野での活用（発電、自動車、鉄、化学、産業熱等）が期待される、カーボンニュートラルの実現に向けた鍵となるエネルギー。
- ◆ 世界では、大胆な技術開発支援に留まらず、水素等の製造や設備投資に対する支援策が相次いで表明されており、豊富で安価な再エネや天然ガス、CCS適地などの良質な環境条件や、各国における水素関連技術の優位性などを利用して産業戦略が展開され、資源や適地の獲得競争が起こり始めている。
- ◆ 他方、我が国でも水素製造や輸送技術、燃焼技術など複数分野における技術で世界を先導。GI基金事業等で開発した技術を社会実装すべく、各社事業投資計画を検討中。

<方向性>

- ① 水素等の大規模な供給と利用を一体で進め、利用の拡大とコストの低減を両輪で進めていく。そのためには、水素等のサプライチェーン構築に向けた集中的な投資を促進するとともに、水素等の利用環境整備を行う。
- ② さらに、世界で拡大する水素等の市場を獲得し、我が国の産業競争力強化や経済成長に繋げていくため、世界に先行した技術開発により競争力を磨くとともに、世界の市場拡大を見据え設備投資に企業が先行して取り組むことを促す。

国内水素等導入量目標の推移

時期	導入量
現在	200万 t
2030年	300万 t
2040年	1,200万 t
2050年	2,000万 t

今後10年程度の目標

国内排出削減：6,000万 t～
官民投資額：7兆円～

※水素・アンモニアに係るもの。その他、合成メタン、合成燃料に係るもの（今後10年間で約2.4兆円～）等が存在。

2

GX先行投資

- ① 所要の法整備を行い、投資の予見性を高め、大規模な水素等のサプライチェーンを構築
- ② 水素等関連技術の社会実装に向けた研究開発及び設備投資
- ③ 需要家側の原燃料転換の促進

※省エネ投資（将来の水素等の利用など、脱炭素転換を見越した、自家発の石炭からガスへの移行含む）を含む。
※鉄鋼・化学、紙パルプ及びセメントの分野別投資戦略と連動

<投資促進策>

- ◆ 大規模な水素等のサプライチェーン構築に向けた既存燃料との価格差に着目した支援制度の整備、拠点整備支援制度の整備
- ◆ 産業競争力のある水電解装置や燃料電池の製造設備の投資に対する支援
- ◆ 幹線や地域での需要を踏まえた大規模水素ST支援及びFC商用車導入促進
- ◆ GI基金によるR&D・社会実装加速

※自動車の分野別投資戦略と連動

- 規制・制度
- カーボンプライシングや排出量取引の導入により水素等の利活用促進を図る
 - 電力・都市ガス・燃料・産業分野など各分野における新たな市場創出・利用拡大につながる適切な制度のあり方を関連審議会等で検討

3

GX市場創造

<クリーン水素等の環境価値評価基盤構築>

- ◆ 中長期的に炭素集約度の低い水素等の供給を拡大していくための制度導入検討
- ◆ クリーン水素等の国際認証方法（排出したCO₂排出量の測定方法）の確立に向けた取組及び認証体制構築
- ◆ 大口需要家の、スコープ3カテゴリー1（購入した製品・サービスに伴う排出）削減目標の開示促進（温対法・GXリーグと連携）

<水素等の利活用に対するインセンティブ付与>

- ◆ J-クレジットの活用による水素等の環境価値の創出
- ◆ 炭素集約度の低い水素等の購入に対するインセンティブがつかうような市場設計の検討
- ◆ 公共調達におけるGX価値評価促進
- ◆ 需要家（自動車・発電・鉄・化学・産業熱等）に対する需要喚起策導入（例：省エネ補助金等の活用、導入補助時のGX価値評価 等）

投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ

分野別投資戦略

先行投資計画

※政府は計画を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の要否、優先順位付けを実施
※採択事業者は、計画の進捗について、毎年経営層へのフォローアップを受ける

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット (GXリーグへの参画)
- ◆ 先行投資計画による削減量、削減の効率性 (事業規模÷削減量)

+

産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット (営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示) 等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット (調達/供給) 等

その他項目

(既存燃料との価格差に着目した支援)

- ◆ 水素等の供給の継続へのコミット
- ◆ 新産業・新市場開拓に繋がる将来の新規関連事業への貢献
- ◆ 国際的な算定ルールと整合的な考えの下、国内の排出削減に資するとともに、炭素集約度が一定値以下となるクリーン水素等の供給拡大への貢献
- ◆ 産業における原燃料転換を主導することに繋がる需要家の開拓

(大規模水素ステーション支援及びFC商用車の導入促進)

- ◆ 中長期的な視点での新たな技術の取り込み等によるコストダウン
- ◆ 省エネ法で定められている非化石化目標達成への積極的なコミット

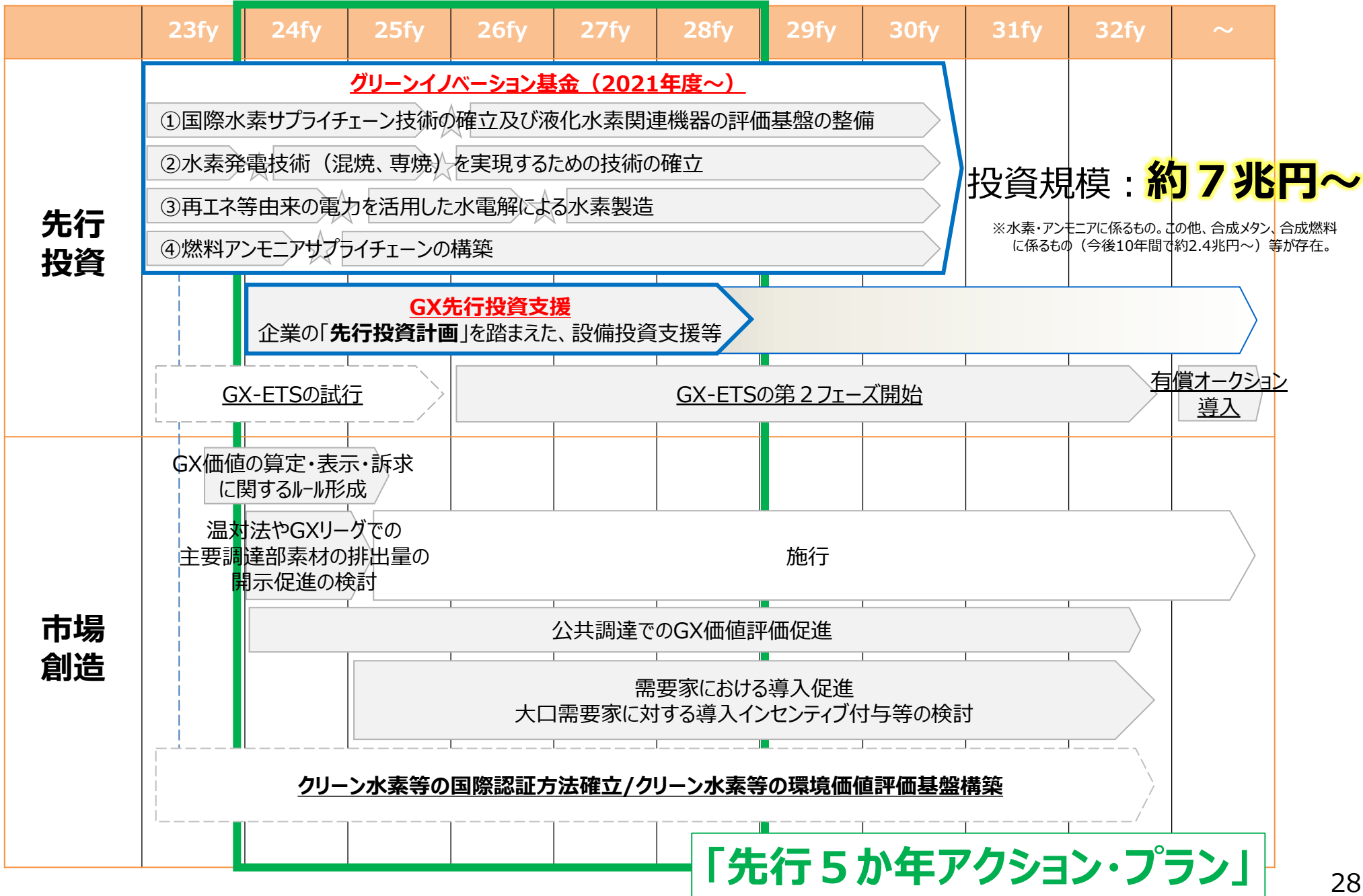
(大規模サプライチェーン構築のための拠点整備支援)

- ◆ 水素等の供給の継続及び一定以上の取扱量へのコミット
- ◆ CO2削減量・削減割合へのコミット
- ◆ 水素等の導入による地域経済への貢献
- ◆ 中長期的視点での周辺地域の水素等需要の立ち上がりや脱炭素に資する新規技術を柔軟に取り込める拠点整備の予定

(水電解装置・燃料電池等の製造能力拡大)

- ◆ 事業継続に関するコミット
- ◆ 国内産業の更なる投資拡大・競争力強化への貢献
- ◆ 政府目標 (導入・コスト等) の達成に向けたコミット

水素等の分野別投資戦略（暫定版）②



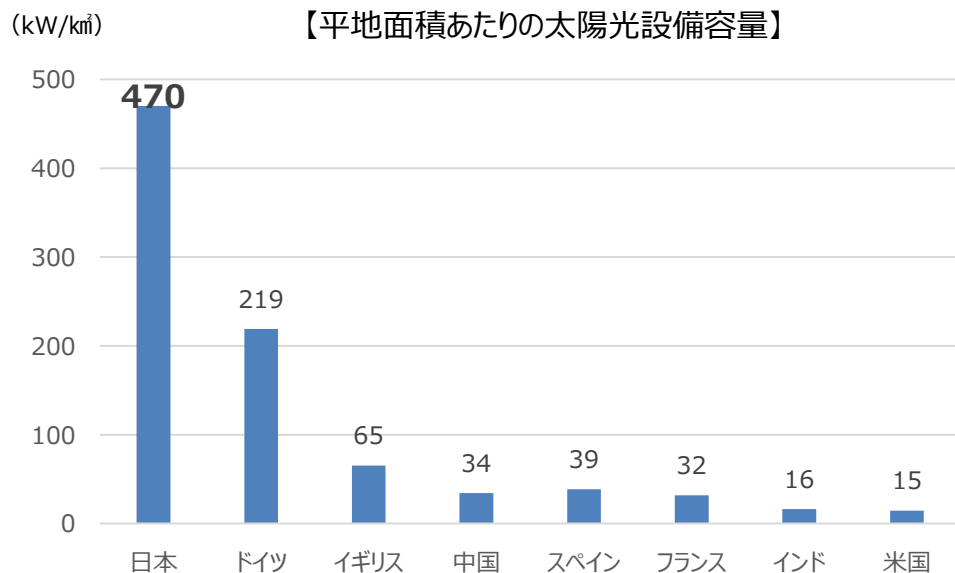
分野別投資戦略の考え方

次世代再エネ

(次世代型太陽電池、浮体式等洋上風力)

次世代型太陽電池を開発する必要性

- 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光の導入を拡大するためには、**立地制約の克服**が鍵。
- **日本は既に平地面積あたりの導入量は主要国で1位**であるが、**地域と共生しながら、安価に事業が実施できる太陽光発電の適地が不足している**という声があがっている。
- **既存の技術では設置できなかった場所**（耐荷重の小さい工場の屋根、ビル壁面等）にも導入を進めるため、**軽量・柔軟等の特徴を兼ね備え、性能面（変換効率や耐久性等）でも既存電池に匹敵する次世代型太陽電池**の開発が不可欠。



ビル壁面等に太陽光パネルを設置するイメージ



出所：大成建設（株）

(出所) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、

Global Forest Resources Assessment 2020

(<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)

IEA Market Report Series - Renewables 2020 (各国2019年度時点の発電量)、総合エネルギー統計(2020年度確報値)、FIT認定量等より作成

ペロブスカイト太陽電池の特徴

- ペロブスカイト太陽電池は、既存の太陽電池と異なり、
 - ① **少ない製造工程**で製造が可能（**製造コスト↓**）
 - ② プラスチック等の軽量基板の利用が容易であり**軽量性や柔軟性を確保しやすい**。
 - ③ 主要な材料であるヨウ素の生産量は、**日本が世界シェア30%（世界2位）**を占めている。
といった特徴を有し、**シリコン系太陽電池以外で実用化が可能な技術として期待**される。

日本における主な取組状況

<積水化学工業（株）>

ビルの壁面や耐荷重の小さい屋根などへの設置が可能な軽量で、柔軟なフィルム型太陽電池を開発。

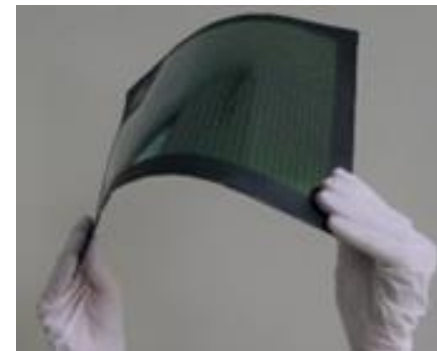
出所：積水化学工業（株）



<（株）東芝>

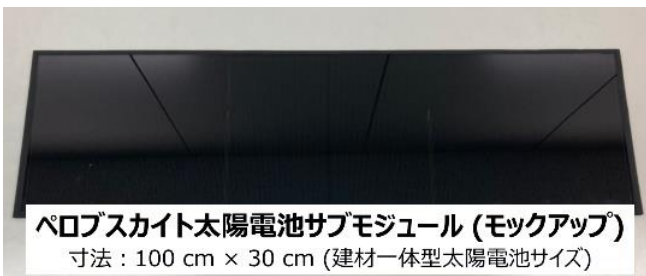
メソカス塗布法を用いて、フィルム型の太陽電池を作製。エネルギー変換効率の向上と生産プロセスの高速化の両立を目指す。

出所：（株）東芝



<（株）カネカ>

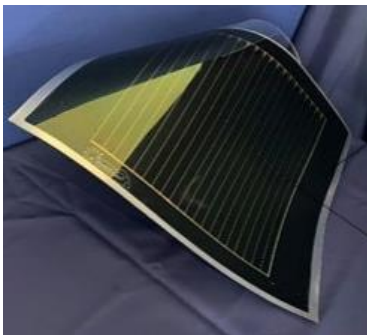
建材一体型への展開を目指し、既存のシリコン太陽電池製造技術を活用した技術開発。



ペロブスカイト太陽電池サブモジュール（モックアップ）
寸法：100 cm × 30 cm（建材一体型太陽電池サイズ）

出所：（株）カネカ

<（株）エネコートテクノロジーズ>

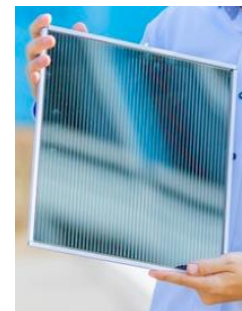


京大発ベンチャーIoT機器、建物などへの展開も念頭に太陽電池を開発。

出所：（株）エネコートテクノロジーズ

<（株）アイシン>

ペロブスカイト材料を均一に塗布するスプレー工法の技術を開発。



出所：（株）アイシン

諸外国におけるペロブスカイト太陽電池の開発動向

- 中国では、**2015年頃からペロブスカイト太陽電池関連のスタートアップ企業が複数設立**。多数の企業や大学が中国国内での特許取得を進めていると見られ、**研究開発競争は激化**。**Dazheng**や**GCLPerovskite**などをはじめとして、**量産に向けた動き**が見られる状況。
- 英国では、オックスフォード大学発スタートアップの**オックスフォードPV**は、**タンデム型（複数種を組み合わせた電池）太陽電池技術**の商品化・量産化・製造プロセスの開発に注力しており、**2025年前後の大量生産**を目指している。
- ポーランドのスタートアップ企業である**サウレ・テクノロジーズ**は、**屋内向けの電子商品タグ等**のペロブスカイト太陽電池の開発を進めており、**2023年内の商用化を計画**するとともに、**壁面を用いた実証の取組を開始**。

<中国・DaZheng Micro-Nano Technologies (大正微納科技有限公司)>

- 2012年から研究開発に着手。2020年にペロブスカイト太陽電池で**21%の変換効率**を実現（3mm角程度のセル）と発表。
- **2023年7月14日に100MW級の生産ライン構築に向けた調印式**を開催。ただし、**モジュールの性能（特に耐久性）については不明**。

<中国・GCL Perovskite>

- 太陽光パネルメーカー大手のGCLを親会社に持つ2019年創業のスタートアップ企業。
- **発電効率16%以上を達成し、2024年には、生産ライン整備に100億円を投資し、量産に向けた体制構築を進める**ことを計画中。

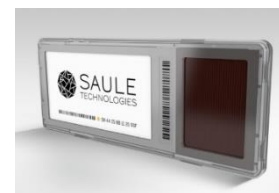
<英国・オックスフォードPV>

- 2023年に**ペロブスカイト・シリコンのタンデム型で28.6%の変換効率**を実現（160mm角のセル）。
- タンデム型が中心であり、住宅・発電事業用などがターゲット。**2025年前後の大量生産**を目指す。



<ポーランド・サウレ・テクノロジーズ>

- **スーパーなどで用いられる電子値札**について、**パイロットラインで量産化**を進めている。
- **2023年内に少量から商用化**を行う計画。
- この他、**オフィスの壁面**を用いて、**52枚のペロブスカイト太陽電池モジュール（1.3m×0.9m²）規模での実証**の取組を実施。



この他、UtmoLight（中国）、Microquanta（中国）、CATL（中国）、Meyer Burger（スイス）、Caelux Corporation（米国）など、各国の多数の企業で研究開発が進められている。

（出所）各社HP、公表情報及び委託調査による

日本におけるペロブスカイト太陽電池の研究開発状況

- ペロブスカイト太陽電池は、ヨーロッパや中国を中心に技術開発競争が激化している状況にあるが、日本は世界最高水準に位置し、特に製品化のカギとなる大型化や耐久性の分野でリードしている状況。
- 例えば、積水化学工業は、現在、30cm幅のペロブスカイト太陽電池のロールtoロールでの連続生産が可能となっており、耐久性10年相当、発電効率15%の製造に成功。既に建物壁面への実装工事も行われるなど、実証の取組も進捗が見られており、11月15日には、世界初となる1 MW超の建物壁面への導入計画が公表された※。
※なお、現行のシリコン系太陽光パネルは出力保証20~25年、発電効率20%程度が一般的
- 今後、1 m幅での量産化技術を確立させ、2025年の事業化を目指している。



ロールtoロールによる製造

出所：積水化学工業（株）HP



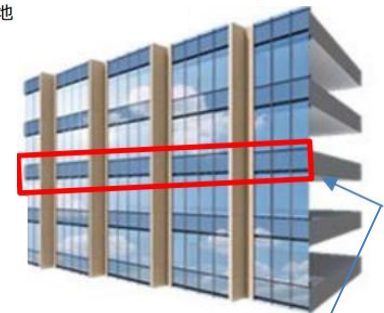
建物壁面への実装工事の様子

出所：積水化学工業（株）HP

内幸町一丁目街区南地区第一種市街地再開発事業 世界初 フィルム型ペロブスカイト太陽電池による 高層ビルでのメガソーラー発電を計画

第一生命保険、中央日本土地建物、東京センチュリー、
東京電力P G、東電不動産、東京電力HD

内幸町一丁目街区南地区第一種市街地
再開発事業完成イメージ



スパンドレル部（※）外壁面内部

（※）本計画では、ビルの各階の床と天井
の間に位置する防火区画に位置する外壁面

1 MW導入計画プレスリリース

出所：中央日本土地建物グループ・東京電力HD HPより一部加工

次世代太陽電池の早期社会実装に向けた今後の政策の方向性

第56回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会（2023年11月7日）資料2より抜粋・一部加工

- 次世代太陽電池については、中国や欧州など諸外国でも研究開発競争が激化している状況にあり、諸外国に先駆け、早期の社会実装が必要。
- 早期の社会実装に向けては、量産技術の確立、生産体制整備、需要の創出に三位一体で取り組んで行く。
 - ① 引き続き低コスト化に向けた技術開発や大規模実証を支援し、社会実装を加速。
 - ② 2030年までの早期にGW級の量産体制を構築し、国内外市場を獲得。
 - ③ 次世代型太陽電池の導入目標の策定を通じて、官民での需要を喚起するとともに、予見性を持った生産体制整備を後押し。

量産技術の確立

【GI基金によるR&D・社会実装加速】

- 「次世代型太陽電池の開発プロジェクト」（498億円）を通じて、2030年の社会実装を目指す。
- 本年8月、WGを開催し、支援の拡充（498億円→648億円）について合意。
- 技術開発に加えて、導入が期待される様々なシチュエーションにおけるフィールド実証を行うべく、今年度中に、③次世代型太陽電池実証事業を公募開始予定。

生産体制整備

【サプライチェーン構築】

- 2030年までの早期にGW級の量産体制構築に取り組む。
- 令和6年度概算要求として、GXサプライチェーン構築支援事業（R6年度1,171億円（国庫債務負担行為要求額 5,785億円））を計上。
- Tier1に限らず、Tier2以下も含めたサプライチェーン全体に対する生産体制整備支援を実施することで、高い産業競争力を有する形での国内製造サプライチェーンの確立を目指す。

需要の創出

【需要創出に向けて想定される取組】

- 導入目標の策定（特に公共施設は先行検討）
- FIT・FIP制度における導入促進策や大量生産等による価格低減目標を前提とした需要支援策などの検討
- 太陽電池の製造からリサイクル・廃棄までを見据えたビジネスモデルの普及・制度設計やルール作り
- 諸外国とも連携した耐久性などの評価手法等の国際標準化
- アジア、欧米など、有志国と連携した海外市場獲得

(参考) 次世代型太陽電池の早期社会実装に向けた追加的取組 (国費負担額 (見直後) : 上限648億円)

※「次世代型太陽電池の開発」プロジェクトの拡充

(見直前) : 上限498億円

令和5年8月31日 第6回 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 グリーン電力の普及促進分野ワーキンググループ 資料を一部加工

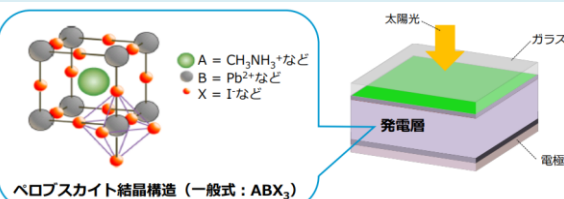
- 次世代型太陽電池のペロブスカイト太陽電池は、**軽量、柔軟といった特徴**を有することから、**これまで設置が困難であった場所にも設置を可能**とするとともに、**主な原料であるヨウ素は、日本が世界シェアの30%を占める**など、**強靱なエネルギー供給構造の実現**にもつながる次世代技術。
- こうしたことから、グリーンイノベーション基金において、「**次世代型太陽電池の開発プロジェクト**」(498億円)を立ち上げ、**2030年の社会実装**を目指している(目標:2030年度までに、一定条件下での**発電コスト14円/kWh以下**)。
- これまでの支援を通じて、例えば、**積水化学工業(株)**は**発電効率15%&耐久性10年相当を達成**するなど、**研究開発の成果が実りつつある**一方、中国や欧州をはじめとして、**諸外国との競争が激化**する状況にある中、我が国が競争を勝ち抜くためには、**支援の拡充を通じて、2030年を待たずして社会実装を実現**することが必要。

研究開発内容の拡充

【研究開発内容①】

次世代型太陽電池基盤技術開発事業

- 変換効率と耐久性の向上に向け、**最適な材料を探索し、分析評価技術**を開発。
- 実際に事業化される**大型モジュールに対応した**デバイスの欠陥評価や特性・耐久性に深く関与する**組成分布の分析などの基盤技術の拡充等**を行い、企業の開発・実証と連携を前提に、フェーズ3の最終年度を念頭に、**期間を最大5年間延長**。



【研究開発内容②】

次世代型太陽電池実用化事業

- 製品レベルの大型化を実現するための**各製造プロセスの個別要素技術の確立**に向けた研究開発を実施。
- **製造技術の確立と合わせて、テスト的に実証を行い、その結果を性能向上等にフィードバックすることを通じて発電コストの向上に取り組む**べく、拡充。

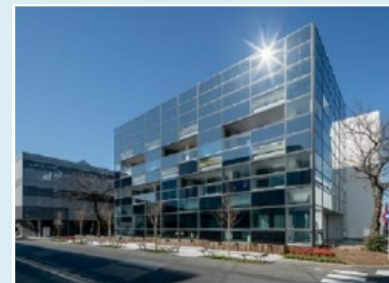


2023年度以降公募予定

【研究開発内容③】

次世代型太陽電池実証事業

- 安定した品質かつ大量生産可能な**量産技術の確立**と**設置方法・施工方法等を含めた性能検証**のため、**引き続き製造プロセスの個別要素技術の改善に取り組む**とともに、**導入が期待される様々なシチュエーションにおけるフィールド実証**を行うべく、拡充。

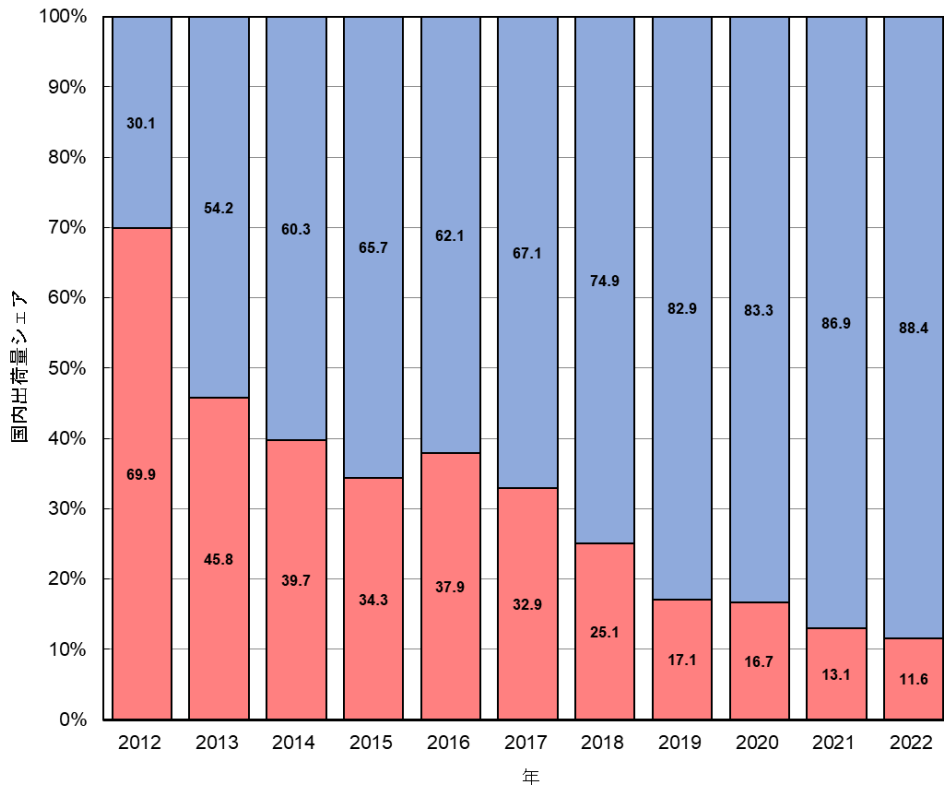


出典) 大成建設(株)

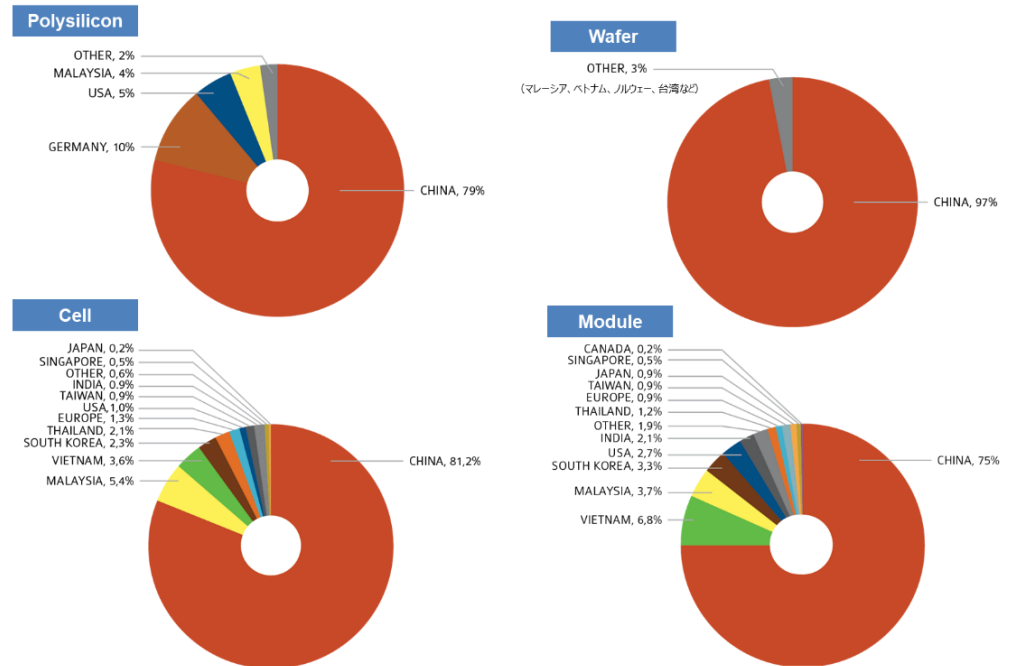
(参考) 太陽光パネルの日本企業のシェアの変遷

■ 太陽光パネルの世界市場は、欧州や中国等での導入が加速化し、海外市場が猛烈なスピードで急拡大する中で、市場の拡大を見通した設備投資の不足や厳しい価格競争により、日本企業はシェアを落とした。

日本国内出荷量シェアの推移



シリコン系太陽電池のサプライチェーンのシェア



出所 IEA (2022), Trends in PV Applications 2022, IEA PVPS, Paris https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-2022

凡例 赤棒：国内生産 / 国内出荷量
青棒：海外生産 / 国内出荷量

(出所) (一社) 太陽光発電協会 出荷統計

出所 IEA (2022), Trends in PV Applications 2022, IEA PVPS, Paris https://iea-pvps.org/trends_reports/trends-2022

次世代型太陽電池の分野別投資戦略（暫定版） ①

1

分析

- ◆ 太陽光発電は、2030年度の電源構成14～16%に向けて、2021年度の8%から約倍増させるとともに、カーボンニュートラルに向けて、引き続き導入拡大に取り組んでいく必要があるが、既に国土面積あたりの導入容量は主要国の中で最大。こうした中、次世代型太陽電池であるペロブスカイト太陽電池は、従来設置が困難な場所にも導入が可能であり、今後の太陽光発電の導入拡大の有力な選択肢。
- ◆ 主要原料のヨウ素は国内で生産されるなど、製造に必要な各原材料の国内調達が可能であり、特定国からの原料供給状況に左右されない強靱なエネルギー供給構造の実現につながる。
- ◆ 加えて、太陽光発電市場は、世界的にも、導入量が毎年右肩上がり増加（2021年：176GW、2022年：234GW）しており、世界的な市場の獲得も期待される。
- ◆ シリコン系太陽電池では、欧州や中国等での導入が加速化し、海外市場が猛烈なスピードで急拡大する中で、市場の拡大を見通した設備投資の不足や厳しい価格競争により、日本企業はシェアを落とした。
- ◆ ペロブスカイト太陽電池では、中国や欧州など諸外国でも研究開発競争が激化している状況にあるが、投資の「規模」と「スピード」でも競争し、諸外国に先駆け、早期の社会実装を進めていく。

<再エネ導入推移>

	2011年度	2021年度	2030年度ミックス
再エネの電源構成比 発電容量:GW	10.4% (1,131億kWh)	20.3% (2,093億kWh)	36-38% (3,360-3,530億kWh)
太陽光	0.4% 48億kWh	8.3% 861億kWh	14-16%程度 1,290~1,460億kWh

<方向性>

量産技術の確立、生産体制整備、需要の創出に三位一体で取り組んで行く。

- ① 引き続き低コスト化に向けた技術開発や大規模実証を通じて、社会実装を加速。
- ② 2030年までの早期にGW級の量産体制を構築し、国内外市場を獲得。
- ③ 次世代型太陽電池の導入目標の策定やその達成に向けて必要なアプローチを通じて、官民での需要を喚起するとともに、予見性を持った生産体制整備を後押し。

※なお、ペロブスカイト太陽電池以外の次世代型太陽電池についても、引き続き可能性を追求していく。

今後10年程度の目標

国内排出削減：約2,000万トン

官民投資額：約31兆円～※の内数

※再生可能エネルギー：約20兆円～、次世代ネットワーク：約11兆円～の合計

2

GX先行投資支援

- ① 2025年の事業化、その後の更なる性能向上のためのR&D
- ② 様々なフィールドでのユーザー企業と連携した大規模実証
(ex:建築物壁面、耐荷重性低い屋根、公共インフラ、モビリティ、IoT機器)
- ③ サプライチェーン構築に向けた大規模投資
- ④ 需要支援を通じた初期需要創出

<投資促進策> ※投資促進策の適用は、GXリーグ参画が前提

- ◆ GI基金によるR&D・大規模実証などの社会実装加速 ※措置済
- ◆ 生産拠点整備のためのサプライチェーン構築支援
- ◆ 需要支援策の検討 ※右記参照

規制・制度

- 省エネ法における各産業分野の非化石エネルギー転換措置による導入促進
- 建築物省エネ法における再エネ利用促進区域制度等との連携検討
- 太陽電池の製造からリサイクル・廃棄までを見据えたビジネスモデルの普及・制度設計やルール作り

3

政策誘導によるGX市場創造

- <導入目標の策定>
- ◆ 次世代型太陽電池の導入目標の策定
 - ➔ 2025年からの事業化を見据え、2020年代年央に、100MW/年規模、2030年を待たずにGW級の量産体制を構築することを前提に検討。
 - ◆ 特に、公共施設の導入目標は先行して検討。
- <導入支援策の検討>
- ◆ 政府実行計画への位置付けや地方公共団体実行計画制度を通じた、政府・地方公共団体等の公共施設での率先導入
 - ◆ FIT・FIP制度における導入促進策や大量生産等による価格低減目標を前提とした需要支援策の検討
- <海外展開・市場獲得>
- ◆ 欧米等とも連携した評価手法等の国際標準化
 - ◆ 各国のエネルギー事情を踏まえ、アジア、欧米などの海外市場獲得

投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ

分野別投資戦略

先行投資計画

※政府は計画を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の要否、優先順位付けを実施
※採択事業者は、計画の進捗について、毎年経営層へのフォローアップを受ける

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット（GXリーグへの参画）
- ◆ 先行投資計画による削減量、削減の効率性（事業規模÷削減量）

+

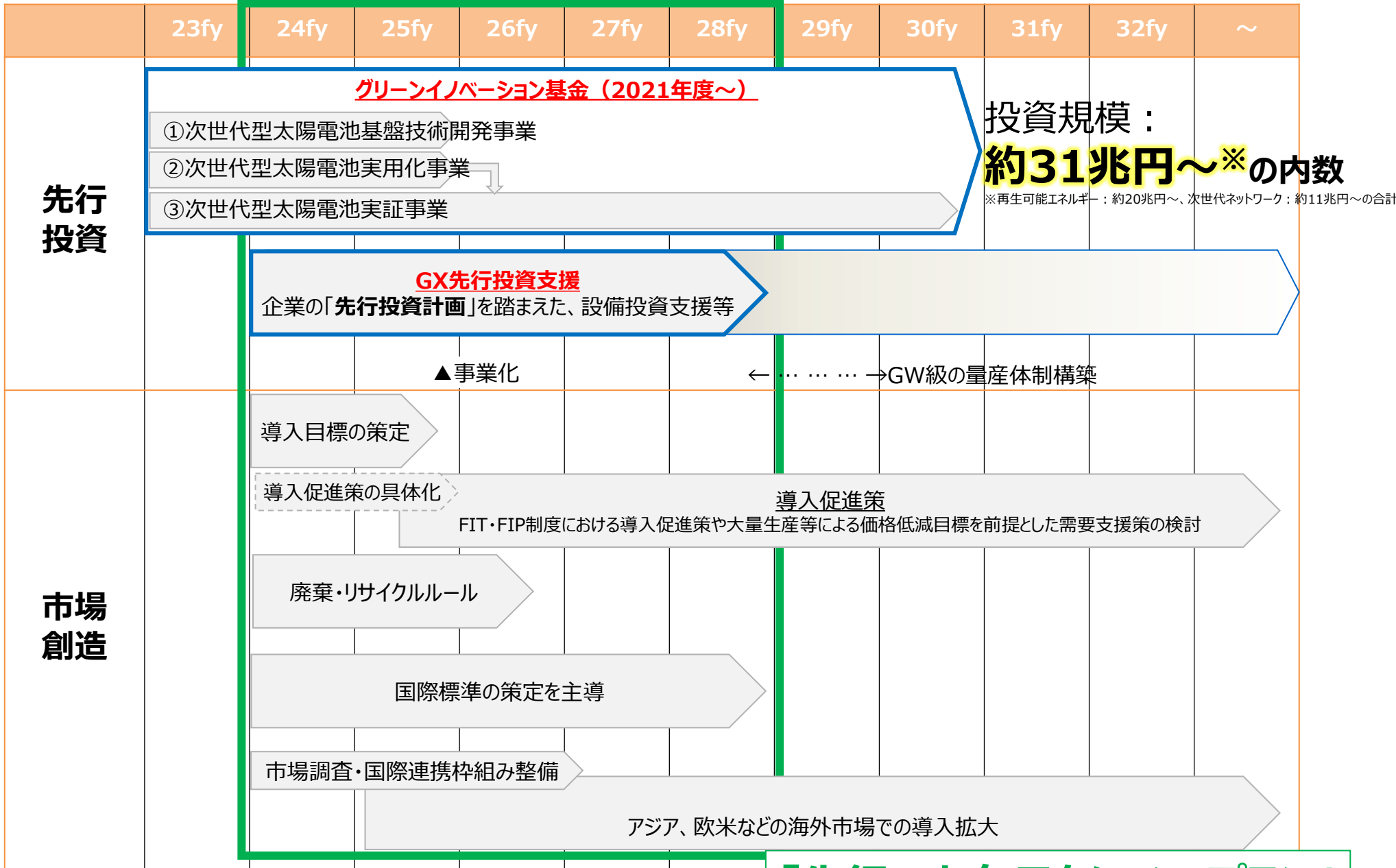
産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット（営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示）等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット（調達/供給）等

その他項目

- ◆ 国内市場だけでなく、海外市場の獲得も含めた事業計画を策定すること
- ◆ 更なる発電コストの改善に資する技術開発・実証の取組を継続すること
- ◆ 販売した太陽電池を適切に管理し、回収まで行うなど、資源循環に配慮したビジネスモデルであること 等

次世代型太陽電池の分野別投資戦略（暫定版）②



「先行5か年アクション・プラン」

分野別投資戦略の考え方

次世代再エネ

(次世代型太陽電池、浮体式等洋上風力)

洋上風力発電導入の意義

- 洋上風力発電は、①導入拡大の可能性、②コスト競争力のある電源、③経済波及効果が期待される。
- 同時に、①導入に当たり、防衛レーダーとの干渉や漁業との共生が不可欠。また、②昨今のインフレを背景に、米国や英国では入札参加事業者の撤退も発生。加えて、③高い経済波及効果が期待される一方、大型風車メーカーが国内に存在しないといった課題がある。
- エネルギー政策と産業政策の両面から洋上風力に係る取組を推進していくことが必要。

① 導入拡大の可能性

- 欧州を中心に世界で導入が拡大
- 四方を海に囲まれた日本でも、北海周辺とは地形や風況が異なるものの、今後導入拡大が期待されている。

洋上風力発電の各国政府目標

地域/国	目標 (2023年時点)	
EU	60GW (2030年) 300GW (2050年)	
ドイツ	30GW (2030年) 70GW (2050年)	
アメリカ	30GW (2030年) 50GW (2040年)	
中国	112GW (2040年)	
台湾	5.6GW (2025年) 40~50GW (2050年)	
韓国	12GW (2030年) 25GW (2040年)	

② コスト競争力のある電源

- 先行する欧州では、遠浅の北海を中心に、落札額が10円/kWhを切る事例や市場価格(補助金ゼロ)の事例等、コスト低減が進展。

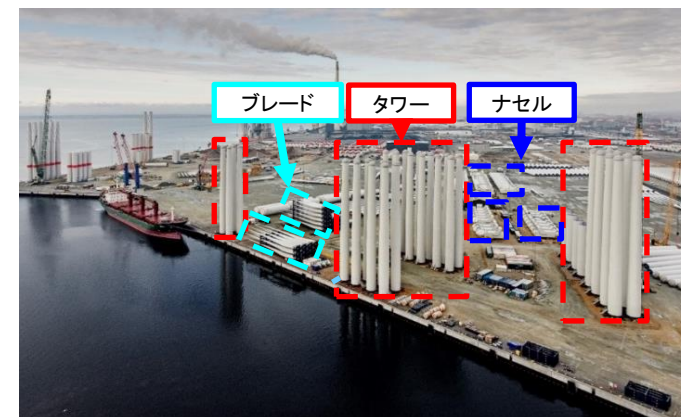
国	プロジェクト名	価格 (€=131.4円 £=155円) ※2021年平均相場	運転開始年
オランダ	The Princess Amalia	200EUR/MWh (26円/kWh)	2008年
オランダ	Borssele III + IV	54.49EUR/MWh (7.1円/kWh)	2021年
オランダ	Hokkandse Kust Noord V	市場価格 (補助金ゼロ)	2023年
オランダ	Hollande Kust Zuid 3 & 4	市場価格 (補助金ゼロ)	2023年
イギリス	Sofia	44.99EUR/MWh (5.9円/kWh)	2024年
イギリス	Doggerbank Creyke Beck A	44.99EUR/MWh (5.9円/kWh)	2024年
フランス	Dunkirk	44 EUR/MWh (5.8円/kWh)	2026年
イギリス	Hornsea3,4	37.35ポンド/MWh (5.7円/kWh)	2027年

③ 経済波及効果

- 洋上風力発電設備は、部品数が多く(数万点)、また、事業規模も大きいことから、関連産業への波及効果が大きく、地域活性化にも寄与。

欧州の港湾都市の事例 (デンマーク・エスビアウ港)

- ・ 建設・運転・保守等の地域との結びつきの強い産業も多いため、地域活性化に寄与。
- ・ エスビアウ市では、企業誘致にも成功し、**約8,000人の雇用を創出。**



洋上風力政策の現状と今後の方向性

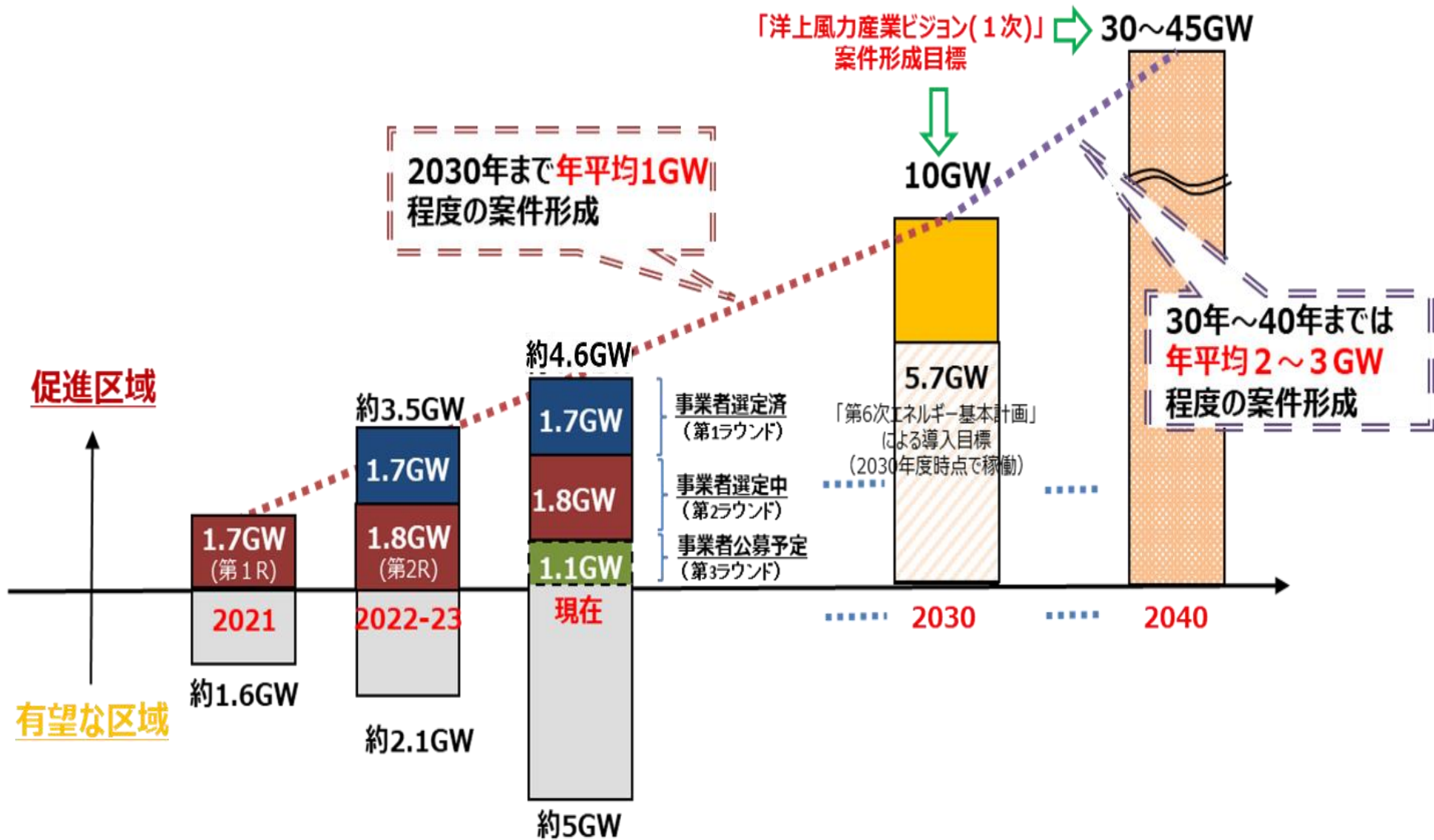
<現状>

- 「洋上風力産業ビジョン」（2020年、官民協議会）において、政府として2030年10GW、2040年30～45GWの案件形成、産業界として2040年までに国内調達比率60%の目標を設定。
- 現在、再エネ海域利用法に基づき、沿岸海域における着床式を中心に、年平均で1GWのペースで10箇所の促進区域を創出（合計4.6GW）。この他、港湾区域において、2023年1月に秋田港・能代港の洋上風力が運転開始、2023年末には石狩湾新港の洋上風力が運転開始予定。
- また、さらなる案件形成の加速化に向け、セントラル方式の一環として今年度からJOGMECが設備の基本設計に必要な風況や地質構造の調査を実施。
- こうした区域の創出に加えて、サプライチェーン補助金を呼び水に、国内における投資が進展。
例えば、
 - ✓ 第1ラウンド公募（秋田2区域、千葉1区域）に関して、風車のナセルを東芝京浜工場で製造・組立。永久磁石はTDKが生産。電気キャビネット等については、秋田県の地元企業の参画に向けたマッチングが進む。さらに、O&M（Operation（運用）& Maintenance（保守））は北拓が実施予定。
 - ✓ 石狩湾新港のプロジェクトでは、日鉄エンジニアリングによるジャケット基礎の建設に加え、清水建設のSEP船による施工等により、国内調達比率60%超を達成。
国内で生産できない主要部品は大型風車のブレードのみ。

<今後>

- 2040年目標の達成を見据え、着床式の案件の加速化に加え、沖合における浮体式に着手する必要。
 - ① 浮体式に特化した導入目標を策定・公表し、国内外の投資を促進
 - ② EEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的な制度措置等の検討
 - ③ 欧米等と連携した研究開発・調査を実施し、国際標準等を実現
 - ④ 風車メーカーを含むサプライチェーンの国内立地の促進に向けた大規模な設備投資を支援
 - ⑤ 必要なスキルを取得するための政策支援と併せて、地域における人材育成の拠点構築を支援

(参考) 目標達成に向けた案件形成状況について



(参考) 再エネ海域利用法等における各地の区域の状況

区域名	万kW	
事業者選定済	①長崎県五島市沖(浮体)	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
促進区域 選定評価中	⑤秋田県八峰町能代市沖	36
	⑥秋田県男鹿市・潟上市・秋田市沖	34
	⑦新潟県村上市・胎内市沖	35,70
	⑧長崎県西海市江島沖	42
有望区域	⑨青森県沖日本海(南側)	60
	⑩山形県遊佐町沖	45
	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
準備区域	⑲千葉県いすみ市沖	41
	⑳北海道岩宇・南後志地区沖(浮体)	㉔富山県東部沖(着床・浮体)
	㉑北海道島牧沖(浮体)	㉕福井県あわら沖
	㉒青森県陸奥湾	㉖福岡県響灘沖
	㉓岩手県久慈市沖(浮体)	㉗佐賀県唐津市沖

第1ラウンド公募
事業者選定済
約170万kW

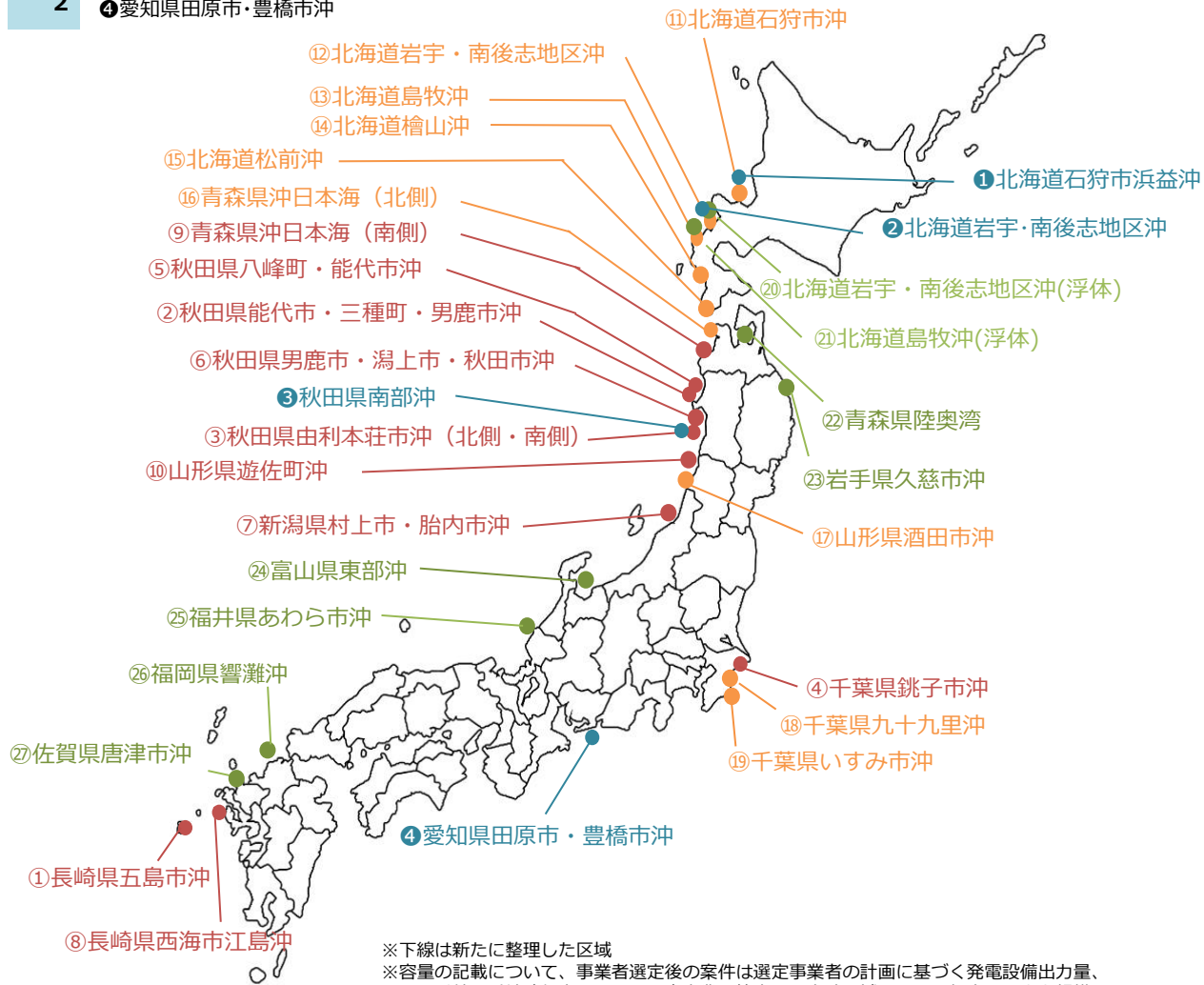
第2ラウンド公募
現在、選定評価中
(2023年度内)
約180万kW

浮体実証を行う候補海域

フェーズ2	①北海道石狩市浜益沖
	②北海道岩宇・南後志地区沖
	③秋田県南部沖
	④愛知県田原市・豊橋市沖

【凡例】

- 促進区域 (事業者選定済、選定評価中)
- 有望な区域
- 一定の準備段階に進んでいる区域
- GIフェーズ2の候補海域



※下線は新たに整理した区域
※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。

「セントラル方式」の推進とJOGMECによる調査

- 洋上風力の案件形成における課題として、複数の事業者が同一海域で重複した調査を実施し非効率であるほか、それに伴い地元漁業における操業調整等の負担の増加が生じている。
- これら弊害を解消するために、案件形成の初期段階から政府が主導的に関与し、より迅速・効率的に調査等を実施する仕組みとして、「セントラル方式」を確立すべく、必要な制度設計を進めている。
- 「セントラル方式」の一環として、JOGMEC（独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構）が担い手となり、洋上風力発電事業の検討に必要な調査を実施。調査結果は事業者に提供（令和5年度予算額36億円、令和6年度概算要求額75億円）。
※JOGMECに当該調査業務を追加することを含む改正法を、2022年5月20日に公布。

「セントラル方式」における案件形成プロセスのイメージ



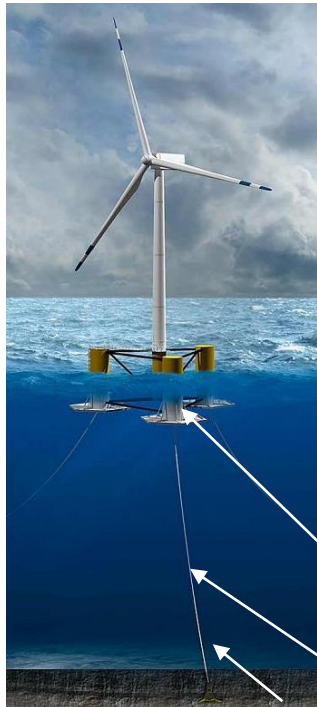
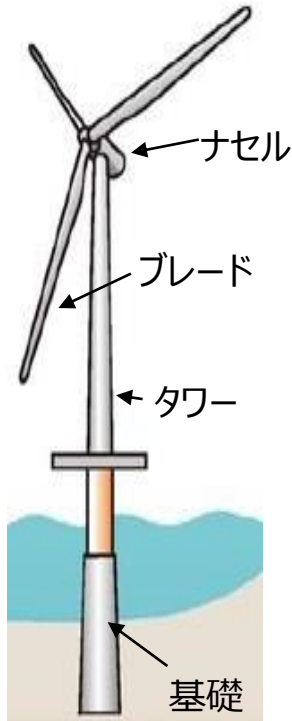
洋上風力サプライチェーンの全体像

■ 風力発電機器は、風車製造のみならず、基礎製造やO&M (Operation (運用) & Maintenance (保守))
などを含めサプライチェーン全体で多くの関連部品等があり、その数は約3万点にのぼる。

洋上風力サプライチェーンのコスト構造 (着床式の例)

調査 開発 2.9%	風車製造 23.8%	基礎製造 6.7%	電気系統 7.7%	設置 15.5%	O&M 36.2%	撤去 7.2%
------------------	---------------	--------------	--------------	-------------	--------------	------------

風車本体組立製造



発電機



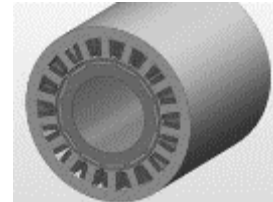
ベアリング



増速機



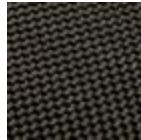
永久磁石



電力変換器



ブレード用



タワー



ケーブル



ボルト



浮体式
基礎

着床式
基礎

浮体式
基礎

係留索

アンカー

高電圧
ダイナミックケーブル



アンカー

洋上風力サプライチェーン構築に向けた動き

- 2021年から2022年にかけて、サプライチェーン補助金等の支援を実施。それを呼び水に、**海外企業との協業や地元企業の活用を含め、日本に立地する鉄鋼産業、重電産業、機械産業等の競争力を活かした、基礎（モノパイル、ジャケット）、ナセルをはじめとする各種資機材等への国内における新たな設備投資が進んでいる。**

資機材等の国内生産の動き

事業者名	製品	事業実施場所
東芝エネルギーシステムズ(株)	風力発電設備部品（ナセル）	神奈川県
NTN(株)、(株)NTN宝達志水製作所	発電機等部品（軸受）	石川県
thyssenkrupp rothe erde Japan(株)	発電機等部品（軸受）	福岡県
(株)山田製作所	発電機等部品（シャフト）	愛知県
TDK(株)	発電機等部品（磁石）	千葉県
(株)ヤマヨ	発電機等部品（墨染）	富山県
福井ファイバーテック(株)	ブレード・ハブ	愛知県
JFEエンジニアリング(株)	基礎（モノパイル等）	岡山県
JFEスチール(株)、JFE物流(株)、JFE瀬戸内物流(株)	基礎（鋼材）	岡山県
日鉄エンジニアリング(株)、日鉄鋼構造(株)	基礎（ジャケット）	福岡県
三菱長崎機工(株)	基礎	長崎県
東光鉄工(株)	基礎（架台）、タビッドクレーン	秋田県
和田山精機(株)	その他（金型）	岐阜県

ナセル（GE・東芝 ナセル組立工場） ■磁石（TDK 磁石製造工場）

洋上風力発電システム分野において戦略的提携契約を締結※1

GE-東芝 戦略的パートナーシップ

GE リニューアブルエナジー 東芝エネルギーシステムズ

- ✓ Hallade-X（洋上12MW機）の要素技術を共有
- ✓ 東芝と共に日本のサプライチェーンを共同で構築
- ✓ ナセルに関する組立て、品質管理、輸送および予防保全サービスを提供
- ✓ 日本市場における販売と商取引に関する責任を担う

国内企業および発電所の地元企業の皆さと協力して日本における洋上風車のサプライチェーン構築を目指します

※1 2021年5月11日プレスリリース https://www.toshiba-energy.com/info/info2021_0511_02.htm
 ※2 GE Renewable Energy HP <https://www.ge.com/renewableenergy/>



■基礎（JFE モノパイル工場）



■基礎（日鉄 ジャケット設置）



洋上風力サプライチェーン等形成における取組事例

風車（ナセル等）

東芝とGEは、2021年5月に洋上風車分野での提携を発表。風車のナセルを東芝京浜工場
で製造・組立を行い、第1ラウンドの3海域
（1.7GW）の風車134基に供給予定。

風車発電機には**TDKの永久磁石を使用予定。**

＜国内・地域サプライチェーンの構築＞



＜地元企業・港湾・金融機関の活用＞

	建設関係	O&M関係
地元企業活用	建設、砂利、サービス業(廃棄物処理) 各種リース・レンタル(機械・設備等) 等	警備、電気・水道工事、情報通信、機械器具設置、運輸業、一般ゴミ収集/資源回収 等
関係者	交通(タクシー等)、カーリース・レンタカー、燃料小売 等	飲食サービス(弁当・仕出倉)、宿泊(旅館・ホテル)、清掃、クリーニング、不動産、小売(食料飲料、燃料等)、保険、娯楽 等
生活環境関連		卸売業・小売業 等
流通		シニアローン 借入
金融機関		拠点港湾/地元港湾
港湾		

例) 秋田県内地元企業 (100社超) と様々な面で連携 サプライヤーマッチングイベントを実施済

- ▶ 風車調達 (GE/東芝) : (連携候補先) 地元企業17社、国内企業14社
- ▶ 建設工事 (鹿島/GE他) : (連携候補先) 地元企業94社、国内企業12社
- ▶ O&M (北拓/日本郵船他) : (連携候補先) 地元企業88社、国内企業3社

三菱商事 三菱商事エナジーソリューションズ

(出所) 第11回総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会洋上風力促進ワーキンググループ 交通政策審議会港湾分科会環境部会洋上風力促進小委員会 合同会議 資料2 三菱商事エナジーソリューションズ作成資料より抜粋

基礎（ジャケット）

石狩湾新港内事業（GPI）及び北九州港内プロジェクト（九電みらい等）では、**日鉄エンジニアリングのジャケット基礎構造を採用。**



石狩湾新港内事業

設置（SEP船）

清水建設が保有する**世界最大級のSEP船「BLUE WIND」**が、石狩湾新港内事業など先行するプロジェクトで利用されている。



SEP船での風車設置

O&M（人材育成）




日本郵船は、メンテナンスを担う作業員輸送船等の営業体制強化や**人材育成等のため、東北初の秋田支店を2022年に開設。**男鹿海洋高校の施設を利用し、**専門作業員向け訓練施設を秋田県内で整備中。**



操船シミュレーター

再エネ人材の育成に向けた計画的な対応

- 洋上風力の事業開発を担う人材、エンジニア、専門作業員の育成に向け、カリキュラム作成やトレーニング施設整備に係る支援を2022年度から実施（R4年度6.5億円、R5年度6.5億円）。
- 令和6年度においては、引き続き、洋上風力分野において、地域の高専等を含め産学が連携し、必要なスキルを取得するための政策支援、を行うとともに洋上風力分野以外も含め、再エネ導入拡大やサプライチェーン構築に必要な人材育成・獲得を計画的に推進すべく、「再エネ人材育成戦略」の策定に向けて、検討を進めていく（R6年度概算要求額8.5億円）。

カテゴリ	事業開発 (ビジネス・ファイナンス・法務関連) 	エンジニア (設計・基盤技術・データ分析関連) 	専門作業員 (建設・メンテナンス関連) 
目指す姿	事業計画立案・調整、財務計画を管理するのに必要なビジネス・ファイナンス知識、法務知識を有し、プロジェクトを総括・主導する人材	風車本体や支持構造物などの構造設計や工事計画、管理やリスクマネジメントに必要な電気や機械の基盤技術に関する専門的知見を有する人材	洋上での風車の組立や設置、O & M、撤去フェーズで必要な高所作業や作業船の操作等の特殊作業に関する専門的知識や技能を有する専門人材
採択事業者例 (2022年度)	<ul style="list-style-type: none"> ●長崎大学 ・長崎大が中心となり、秋田大、秋田県立大、千葉大、北九州市立大や三菱商事、中部電力等5事業者による産学連携。 ・人材育成カリキュラムを策定し、洋上風力発電施設を用いた実践型インターンシップ等を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ●九州大学 ・エンジニア向け人材育成プログラムを構築。風車本体や支持構造物などの構造設計や工事の計画、管理やリスクマネジメントに必要な電気・機械の基盤技術に関する専門的知見を持つ人材を育成。 	<ul style="list-style-type: none"> ●日本郵船 ・秋田県において、地元の男鹿海洋高校の施設（訓練用プール等）を利用し、専門作業員を対象に教育プログラムを実施。 ・これに向け、国際認証を取得した安全訓練施設やシミュレータを活用した船員の訓練設備の整備を目指す。

浮体式洋上風力の導入拡大に向けた課題

- **日本の排他的経済水域（EEZ）の面積は世界第6位**。浮体式洋上風力の大きなポテンシャル。他方、現行の再エネ海域利用法は領海を対象。このため、**EEZでの実施に向けて、国外の取組を参考にしつつ、案件規模の拡大や効率的な案件形成を実現する、制度的措置が必要**。
- 加えて、**導入目標を策定・提示**することにより、グローバルに揺籃期にある浮体式洋上風力分野について、**内外の投資を呼び込む**。洋上風力に係る**サプライチェーンの国内立地を促進し、新たな産業を創出**すると同時に、日本がこの分野について国際的なプレゼンスを十分に発揮し、**グローバルに議論を主導**していく必要がある。



順位	国名	領海と排他的経済水域を合わせた海域の面積		国土面積
1	アメリカ	762万平方km	国土面積の0.8倍	963万平方km(3位)
2	オーストラリア	701万平方km	国土面積の0.9倍	769万平方km(6位)
3	インドネシア	541万平方km	国土面積の2.9倍	190万平方km(15位)
4	ニュージーランド	483万平方km	国土面積の17.9倍	27万平方km(73位)
5	カナダ	470万平方km	国土面積の0.5倍	998万平方km(2位)
6	日本	447万平方km	国土面積の11.8倍	38万平方km(60位)

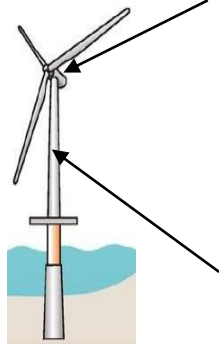
出典)各国の海域面積は、アメリカ国防省LIMITS IN THE SEAS, Theoretical Area Allocations of Seabed to Coastal States
日本の海域面積は、海上保安庁ホームページ、各国の国土面積は総務省統計局「世界の統計2009」より

GI基金を活用した浮体式洋上風力の技術開発

- GI基金を活用し、現在、浮体式洋上風力の要素技術開発（フェーズ1）を実施中。
- 今後、フェーズ2として、国内の海域を活用した浮体式洋上風力の実証事業を実施予定（4候補海域より2海域程度をNEDOの公募で決定）。高いコストや大量生産に係る技術が未確立といった課題を解決するため、1基あたり10MW以上の大型風車を用いて、コスト目標等を設定し、我が国と気象・海象が類似するアジア等への海外展開も見据えたプロジェクトを実施していく。
- また、「風車・浮体等のインテグレーションに係る共通基盤の開発」を新たに追加する方向で検討中。

（参考）フェーズ1採択事例

①次世代風車技術開発事業



●ナセル内部部品（軸受・増速機）

【大同メタル工業株式会社】

風車主軸受の滑り軸受化開発

【株式会社 石橋製作所】

15MW超級増速機ドライブトレインの開発など

【NTN株式会社】

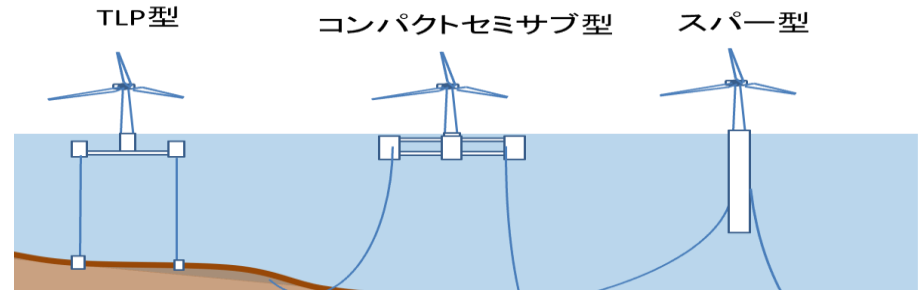
洋上風力発電機用主軸用軸受のコスト競争力アップ

●タワー

【株式会社駒井ハルテック】

洋上風車用タワーの高効率生産技術開発・実証

②浮体式基礎製造・設置低コスト化技術開発事業



①三井海洋開発等

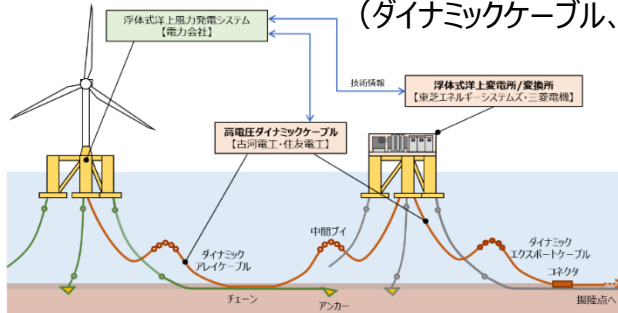
②日立造船等
③ジャパンマリン
ユナイテッド等
④東京瓦斯等

⑤東京電力RP等
⑥戸田建設等

③洋上風力関連電気システム技術開発事業

【東京電力RP等】

低コスト浮体式洋上風力発電システムの共通要素技術開発
（ダイナミックケーブル、洋上変電所等）



出所：東京電力リ
ニューアブルパワーHP

④洋上風力運転保守高度化事業

【関西電力等】

ドローンを使った浮体式風車ブレードの革新的点検技術の開発
【古河電気工業等、東京汽船等の2者】

海底ケーブル敷設専用船(CLV)、風車建設・メンテナンス専用船(SOV)
【東京電力RP等、株式会社北拓、NTN、戸田建設の4者】
デジタル技術やAI技術による予防保全やメンテナンス高度化

フェーズ2：風車・浮体・ケーブル・係留等の一体設計を行い2023年度から実証事業を実施

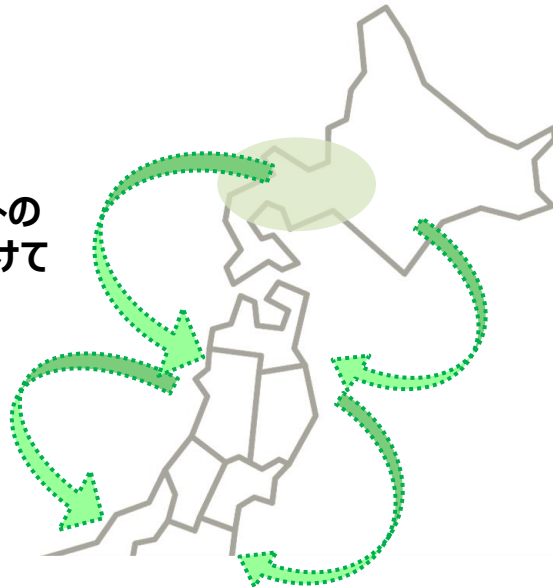
4つの候補海域：①北海道石狩市浜益沖、②北海道岩宇・南後志地区沖、③秋田県南部沖、④愛知県田原市・豊橋市沖 51

北海道～本州間の海底直流送電について

- 北海道～本州間の海底直流送電の整備は、洋上風力等の適地である北海道の再エネポテンシャルの最大限の活用や、再エネ出力制御の低減、東日本の電力ネットワークのレジリエンス強化を目的としたもの。
- こうした送電網整備について、例えば、米国では送電網の新設・改良に助成金として130億ドルを拠出することが決定され、また、欧州でも数千億円単位のプロジェクトが複数進むなど、海外でも需要が高まっている。
- 我が国においては、2023年2月10日に閣議決定した「GX実現に向けた基本方針」において、「北海道からの海底直流送電については、2030年度を目指して整備を進める」とするとともに、本年5月に成立したGX脱炭素電源法においても、広域連系系統整備に関する資金調達の環境を整備。

北海道～本州間の海底直流送電

※まずは、日本海ルート
の200万kWの増強に向けて
検討



GX脱炭素電源法における関連措置

- 電力の安定供給の確保の観点から特に重要な送電線の整備計画（整備等計画）を、経済産業大臣が認定する制度を新設。
- 認定を受けた整備等計画のうち、再エネの利用の促進に資するものについては、従来の使用開始後に加え、工事に着手した段階から系統設置交付金（再エネ賦課金）を交付。
- 電力広域的運営推進機関の業務に、認定を受けた整備等計画に係る送電線の整備に対する貸付業務を追加。

浮体式洋上風力の早期社会実装に向けた今後の政策の方向性

第56回再エネ大量導入・次世代電力NW小委員会（2023年11月8日）資料2より抜粋、一部加工

- 浮体式を含む洋上風力に関し、我が国の産業競争力を強化し、早期導入を実現していくことを目的に、以下に取り組む。

セントラル方式

- セントラル方式の一環としてJOGMECが設備の基本設計に必要な風況や地質構造の調査を実施することで、案件形成を加速。

浮体式を含む洋上風力の案件形成

- 浮体式に特化した我が国の導入目標を策定し、公表することにより、国内外の投資を促進。
- 世界第6位の面積を有するEEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的な制度的措置等の検討を行う。

研究開発・実証

- GI基金による研究開発・大規模実証を行い、社会実装を加速。
- 欧米等と連携し研究開発・調査を実施。あわせて国際標準等の実現を目指す。

サプライチェーン構築

- GX経済移行債の活用を含め、風車メーカーを含むサプライチェーンの国内立地の促進に向けた大規模な設備投資を支援。

人材育成

- 地域の高専等を含め、産官学が連携し、必要なスキルを取得するための政策支援と併せて、地域における人材育成の拠点構築を支援。

浮体式等洋上風力の分野別投資戦略（暫定版） ①

1

分析

- ◆ 洋上風力発電は、①導入拡大の可能性、②コスト競争力のある電源、③経済波及効果が期待される。
- ◆ 2020年12月にとりまとめた洋上風力産業ビジョンにおいて、2030年10GW、2040年30～45GWとする案件形成目標を設定。2030年目標達成のため、再エネ海域利用法の下これまで合計4.6GWの案件が着床式を中心に具体化するなど、着実に進捗。
- ◆ 今後、2040年目標を達成するためには、水深の深い沖合に適した浮体式洋上風力の導入拡大が必要。
- ◆ 欧州等においても、浮体式洋上風力については実証事業を中心に展開。

<再エネ導入推移>

	2011年度	2021年度	2030年度ミックス
再エネの電源構成比 発電電力量:億kWh 設備容量:GW	10.4% (1,131億kWh)	20.3% (2,093億kWh)	36-38% (3,360-3,530億kWh)
風力	0.4% 47億kWh	0.9% 94億kWh	5%程度 510億kWh

<方向性>

- 浮体式を含む洋上風力に関し、我が国の産業競争力を強化し、早期導入を実現
 - ①浮体式に特化した我が国の導入目標を策定・公表し、国内外の投資を促進
 - ②世界第6位の面積を有するEEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的制度的措置等の検討
 - ③低コスト化に向けた技術開発や大規模実証により社会実装を加速するとともに、国際標準等の実現に向け、欧米等と連携しながら研究開発や調査を実施。
 - ④必要なスキルを取得するための人材育成の強化
 - ⑤洋上風力等の再エネ大量導入に向けた、広域連系系統整備

今後10年程度の目標

国内排出削減：約5,500万トン
官民投資額：約31兆円～※の内数
 ※再生可能エネルギー：約20兆円～、次世代ネットワーク：約11兆円～の合計



2

GX先行投資

- ①国際標準等の実現に向けた研究開発・実証
- ②国内サプライチェーン構築に向けた大規模投資
- ③大規模な広域連系系統整備に向けた投資

<投資促進策>

- ◆ GI基金によるR&D・実証などの社会実装の加速、国際標準等の実現※措置済
- ◆ 生産拠点整備のためのサプライチェーン構築支援
- ◆ 必要なスキルを取得するための人材育成支援
- ◆ 海底直流送電の整備を促進する敷設等技術の開発、次世代エネルギー含め環境整備に向けた金融支援

- EEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的な制度的措置等を行うための検討

規制・制度

3

政策誘導によるGX市場創造

<案件形成の加速化>

- ◆ セントラル方式の一環として、JOGMECが設備の基本設計に必要な風況や地質構造の調査を実施することで案件形成を加速
- ◆ 再エネ海域利用法に基づいた区域創出・事業者選定を行い、着実に案件形成を進める
- ◆ 洋上風力産業ビジョン(第1次)で掲げる国内調達比率60%目標を達成するため、サプライチェーン構築支援等の投資促進策を実施
- ◆ EEZにおける環境配慮の確保を含む、風力発電に係る環境影響評価制度の在り方について検討
- ◆ 広域連系系統整備の長期展望を示すマスタープランを踏まえた、プッシュ型の設備形成の推進

<市場の拡大>

- ◆ 浮体式に特化した導入目標の策定により、事業者の予見性を確保し国内外の投資を促進
- ◆ EEZにおける洋上風力の導入に向けた具体的な制度的措置等の検討

<海外展開>

- ◆ 欧米等との連携を通じ、国際標準等の実現に向けた研究開発・調査を実施
- ◆ アジア等海外市場への展開

投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ

分野別投資戦略

先行投資計画

※政府は計画を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の要否、優先順位付けを実施
※採択事業者は、計画の進捗について、毎年経営層へのフォローアップを受ける

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット（GXリーグへの参画）
- ◆ 先行投資計画による削減量、削減の効率性（事業規模÷削減量）

+

産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット（営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示）等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット（調達/供給）等

その他項目

（共通）

- ◆ 国内市場だけでなく、海外市場の獲得も含めた事業計画を策定すること

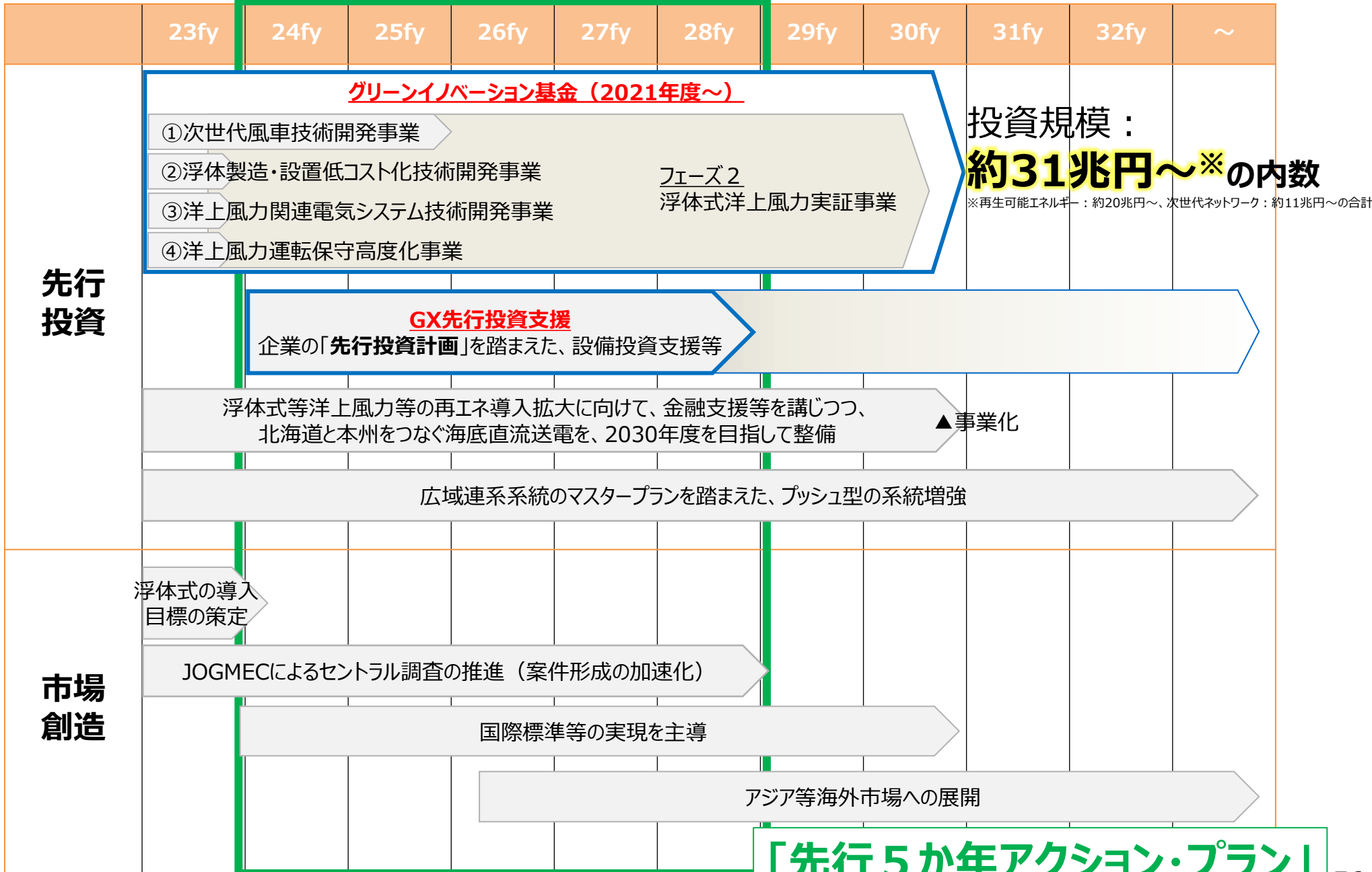
（浮体式等洋上風力）

- ◆ 洋上風力発電設備の量産化・低コスト化を図るための技術開発・実証の取組を継続すること

（広域連系系統整備）

- ◆ 洋上風力等の再エネ大量導入に向けて、系統整備に要する期間や、電源の導入見込みを考慮した計画的な広域連系系統整備を実施すること

浮体式等洋上風力の分野別投資戦略（暫定版） ②



分野別投資戦略の考え方

原子力（次世代革新炉）

次世代革新炉の種類と特長

革新軽水炉



◆ SRZ-1200 (三菱重工業)

- 既設の軽水炉 (PWR・BWR) をベースに安全性を向上した軽水炉

<技術的特徴>

- 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) による所外影響の低減

<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

高速炉



◆ 実験炉：常陽 (JAEA)

- 高速中性子により、核分裂連鎖反応が維持される原子炉

<技術的特徴>

- 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



◆ 試験炉：HTTR (JAEA)

- 950℃の高温熱を取り出せる原子炉

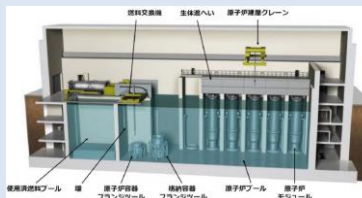
<技術的特徴>

- 高温でも安定したヘリウム冷却材 (水素爆発なし)
- 高温耐性で炉心溶融なし
- 高温の熱を利用した熱のカスケード利用が可能 (水素製造、発電など)

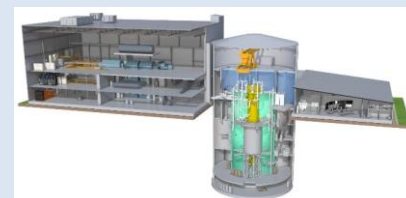
<課題>

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

SMR (小型炉)



◆ VOYGR (NuScale社)



◆ BWRX-300 (日立GE)

- 電気出力が30万kW以下の原子炉

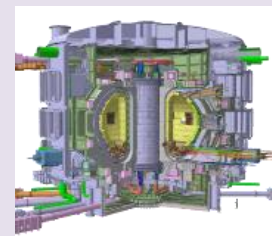
<技術的特徴>

- 炉心が小さく自然循環冷却、事故も小規模に
- 工期短縮・初期投資の抑制

<課題>

- ・ 小規模なため効率低い (規模の経済性小)
- ・ 国内外の自然条件の違い

核融合



◆ 実験炉：ITER

- 重水素と三重水素等の核融合を利用した原子炉

<技術的特徴>

- 連鎖反応が起こらず、万一の場合は反応がストップ
- 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)
- ・ エネルギー密度・経済性の向上

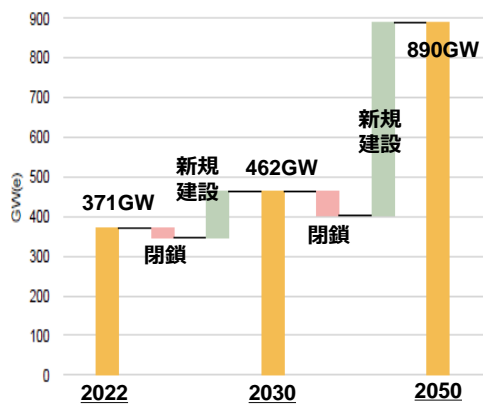
世界の原子力市場の拡大見通し

- NEI（米国原子力エネルギー協会）の分析によると、原子力の市場規模は、**2050年には最大で年間約40兆円まで拡大**。そのうち、**アジアの旺盛な需要拡大**に因應する伸び（石炭からのリプレイス等）が大宗を占める。
- 非従来型炉は、2050年の市場において、最大で25%を占める可能性があるとの予測。

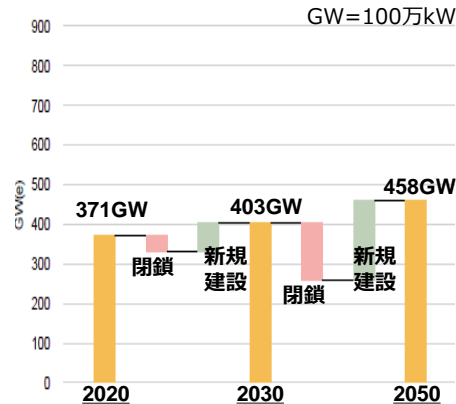
世界の原子力設備容量予測

～IAEA：国際原子力機関～

【高予測】各国で温暖化対策を拡充

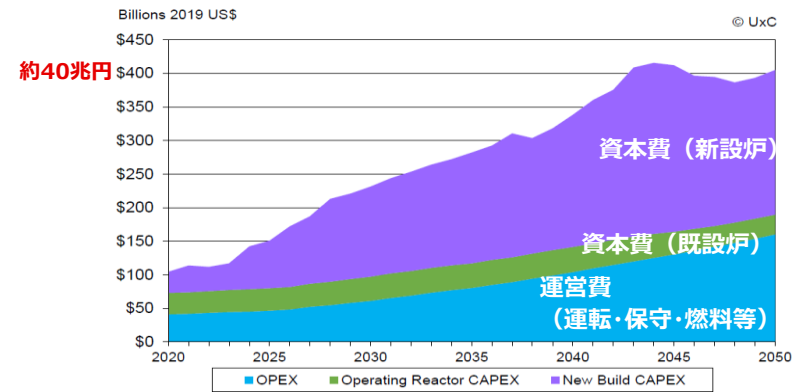


【低予測】各国で現状維持

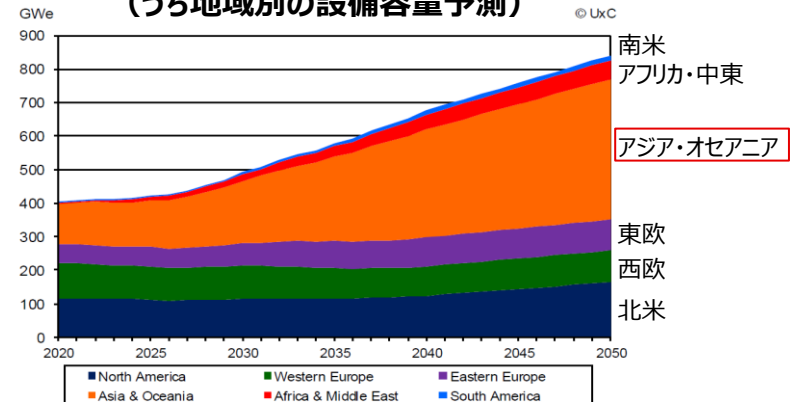


世界の原子力市場予測（IAEA「高予測」に相当）

～NEI：米国原子力エネルギー協会～



（うち地域別の設備容量予測）



非従来型炉の市場規模予測

～NEI：米国原子力エネルギー協会～

「SMR、マイクロ炉、革新炉（高温ガス炉、溶融塩炉等）が、より市場に浸透していけば、これら**非従来型の炉は、2050年の市場において、最大で25%を占める可能性**がある」

【参考】世界の原発利用国の状況

2023年11月時点

将来的に利用

28カ国

- ・米国 [93/1]
- ・フランス [56/1]
- ・中国 [55/22]
- ・ロシア [37/3]
- ・韓国 [25/3]
- ・インド [19/8]
- ・カナダ [19/0]
- ・ウクライナ [15/2]
- ・英国 [9/2]
- ・スウェーデン [6/0]
- ・チェコ [6/0]
- ・パキスタン [6/0]
- ・スロバキア [5/1]
- ・フィンランド [5/0]
- ・ハンガリー [4/0]
- ・アルゼンチン [3/1]
- ・南アフリカ [2/0]
- ・ブラジル [2/1]
- ・ブルガリア [2/0]
- ・メキシコ [2/0]
- ・ルーマニア [2/0]
- ・オランダ [1/0]
- ・アルメニア [1/0]
- ・イラン [1/1]
- ・UAE [3/1]
- ・ベラルーシ [2/0]
- ・スロベニア [1/0]
- ・日本

凡例：[運転中の基数 / 建設中の基数]

「運転中の基数」= IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

「建設中の基数」= IAEAにより "Under Construction"と紹介されている基数

16カ国

- ・インドネシア
- ・ウズベキスタン
- ・エジプト [3]
- ・カザフスタン
- ・ガーナ
- ・サウジアラビア
- ・シリア
- ・リトアニア
- ・トルコ [4]
- ・ナイジェリア
- ・バングラディシュ [2]
- ・フィリピン
- ・ポーランド
- ・イタリア
- ・モロッコ
- ・ヨルダン

凡例：[建設中の基数]

「建設中の基数」= IAEAにより

"Under Construction"と紹介されている基数

現在、原発を利用

4カ国・地域

- ・スペイン [7] (2020年政府発表/2035年閉鎖)
- ・ベルギー [5] (2003年法制化/2036年閉鎖)
- ・スイス [4] (2017年法制化/-)
- ・台湾 [2] (2019年政府発表/-)

凡例：[運転中の基数] (脱原発決定年/脱原発予定年)

「運転中の基数」= IAEAにより "In Operation"と紹介されている基数

現在、原発を利用せず

4カ国

- ・ドイツ (2002年法制化/2023年閉鎖)
- ・オーストリア (1978年法制化)
- ・オーストラリア (1998年法制化)
- ・マレーシア (2018年首相発言)

将来的に非利用

出所：IAEA Power Reactor Information System
ホームページ等

(注) 主な国・地域を記載

■ **米・英は、相次いで原子力への大規模な支援策を発表。**①**安全性を高めた大型軽水炉の支援等**、②**革新炉の研究開発支援**の二本立てであり、後者は**具体的な実証・実装プロジェクトに紐付けられている**。**仏・韓も具体的な原子力支援を表明**。国営企業が、新規建設で産業基盤を維持しつつ、将来に向けた革新炉開発も推進。



米国

◆既設支援

- ・経済的困難な状況にある既設炉への**財政支援**（2022年4月）：
\$60億(約6,000億円)
- ・既設炉の**販売電力量に応じ税控除**

大型軽水炉
支援

◆研究開発

- ・革新炉実証プログラム（ARDP）（2020年5月）：
\$32億(約3,200億円) / 6年実証炉2基に対する資金支援
 - TerraPower社(高速炉)：
約2000億円
 - X-energy社(高温ガス炉)：
約1200億円
- ・SMRの技術開発支援・財政支援
 - NuScale社：
R&D \$5.3億(約530億円)
運営主体支援 \$13.55億(約1355億円)/10年間

非従来型炉
研究開発
支援



英国

◆新設支援

- ・国内新規建設を支援する**資金調達モデル(RABモデル)関連法**が成立（2022年3月）
- ・大型原子力発電所の**新規建設推進**：
 - サイズウェルC建設への直接投資 **£6.79億(約1,018億円)** 等

◆研究開発

- ・「革新原子力ファンド」**設立**（2020年12月）：
£3.85億(約577億円)
 - SMR開発：
£2.15億(約322億円)
 - AMR実証炉開発(高温ガス炉)
£1.70億(約255億円)
- ・「未来の原子力実現基金」**設立**（2022年5月）：
£1.2億(約180億円)



仏国

◆新設支援

- ・2020年9月「France Relance」にて原子力産業の支援策を発表。
 - 人材支援 **€約1.1億(約143億円)**
 - 中小企業支援(ファンド創設) **総額€2億(約260億円)**
- ◆マクロン大統領は、2022年2月に「**6基のEPR2の新設に着手し、更に8基の新設に向けた検討を開始**」と宣言。

◆研究開発

- ・SMRを含むプロジェクトに **€10億(約1,300億円)**（2021年10月）
- ◆マクロン大統領は、「2030年までに、革新的な小型原子炉をフランスに導入する」と発言。



韓国

◆海外新設支援

- ・輸出推進のため「**原子力輸出諮問委員会**」を2021年に設置。
- ・中小企業の資機材輸出のためのポータルサイトを立ち上げ。
- ◆**国内建設**（3基建設中）
 - ・政府および政府系金融機関が電力公社に50パーセント超の株式を保有し、下支え。

◆研究開発

- ◆SMRを含むプロジェクトに **2兆7000億W(約2700億円)** /（2022年から5年間）
※詳細な内訳は不明。

幅広い産業における原子力利用の拡大

- 近年、データセンター等の電力需要増を見込んだ海外IT企業による原子力活用や、炭素集約度の高い産業における積極的な原子力活用に向けた動きが報じられている。

IT産業における原子力活用の動き

米 : Microsoft社

- 2023年6月、米コンステレーション・エナジー社（原子力発電事業者）と、データセンター向けに原子力由来の電力を供給する契約を締結。

米 : OpenAI社

- 2023年7月、ChatGPTを開発したOpenAI社のアルトマンCEOは、米オクロ社（2015年から同氏が会長を務める革新炉開発ベンチャー）がニューヨーク証券取引所への上場を行う方針を発表。

- 上場で得られた資金は、液体金属を用いたマイクロ高速炉「Aurora」の開発に充てられ、データセンターや産業施設等を将来顧客として見込んでいる。また、同社は、NETFLIX社、Apple社、Google社等との提携を発表している。



オクロ社が開発する
マイクロ高速炉「Aurora」

スウェーデン : Bahnhof（バーンホフ）社

- Bahnhof社は、ストックホルムにあるデータセンターにSMRを設置する考えを表明。
- スウェーデンメディアのSVT Nyheterは、スウェーデンのデータセンターは現在、年間3TWhの電力を消費しているが、2、3年内にはこの需要が倍増すると推計している。

製造業における原子力活用の動き

加 : Cenovus Energy社（石油・天然ガス総合企業）

- 多量の温室効果ガスを排出するオイルサンド回収事業へのSMRの適用可能性について複数年にわたる調査を実施。アルバータ州政府は2023年9月、同事業に対し700万加ドル（約7億7,000万円）を助成すると発表した。



セノバス社の幹部およびアルバータ州政府の
関係閣僚ら ©Government of Alberta

米 : Nucor社（鉄鋼メーカー）

- 2023年5月、米NuScale社製のSMR「VOYGER」をベースロード電源として、製鋼所にクリーンな電力を供給する計画を進めるため、同社との協力深化に向けた覚書を締結。

米 : Dow社（化学メーカー）

- 熱電供給可能な米X-energy社製SMR「Xe-100」4基を備えた発電所の建築を目指すDow社は、2023年5月、テキサス州シードリフト市を建設予定地に選定。



「Xe-100」発電所の完成予想図

革新炉型毎のグローバル市場獲得ポテンシャル

- 革新軽水炉では、海外市場で一定の競争力を有するサプライヤーが国内に存在。
- その他炉型についても、相手国のサプライチェーンの弱みを補完する形で初号機プロジェクトに参画し、実績を積むことで、将来市場を獲得できる可能性。

	対象国	市場規模※	機器・部材例	備考
EPR	英、仏、東欧等 (18基～)	250億円~/基	大型鍛造品、ポンプ 蒸気発生器、バルブ 等	■ 仏英において、大型の革新軽水炉（EPR、EPR2）の建設の動き。 <u>日本勢による受注確度が高い機器・部材もあり、仏国内の生産能力次第では更なる市場拡大が見込める可能性</u> 。
AP1000	欧州等 (数基～)	250億円~/基	タービン、格納容器 大型鍛造品、ポンプ、バルブ 等	■ WECはポーランド等の欧州で受注活動展開中。 <u>米ボーグルで日本企業の供給実績あり、欧州でも市場獲得の可能性</u> 。
高温ガス炉	英、ポーランド (各1基)	400億円~/基	制御棒駆動装置、バルブ、 大型鍛造品、燃料交換機、 炉内構造物・黒鉛材 等	■ 英国実証炉やポーランド研究炉について、HTTRで実績をもつJAEAと連携中。 <u>本国調達目標が低く（英国は本国調達率50%を目標）、主要な構成機器・部材で受注の可能性</u> 。
高速炉 Natrium	米 (1基)	200億円~/基	燃料交換機、制御棒計装 原子炉容器、バルブ 等	■ <u>JAEA/もんじゅの経験を活かし、米テラパワー社と開発協力</u> 。原子炉容器・炉内構造物・ナトリウム冷却システム機器等について、受注の可能性。
VOYGR (NuScale)	米、ルーマニア等 (2基～)	100億円~/基	格納容器、伝熱管 バルブ、溶接材 等	■ 先行する北米・東欧案件への機器供給を通じ、グローバル市場獲得を目指す。 <u>現地企業と連携した原子力機器供給モデルの構築を通じた市場獲得の可能性</u> 。
BWRX-300	カナダ、米、欧州等 (9基～)	100億円~/基	原子炉容器部材 制御棒駆動機構 バルブ、炉内構造物 等	■ <u>日立GEは実プロジェクトへの主要機器・部材供給を目標に対応中</u> 。北米に加え、欧州で候補炉型に選定され、機器・部材供給市場拡大の可能性。
SMR160+	米、欧州等 (数基～)	60億円~/基	鍛造材、バルブ 計装制御システム 等	■ 閉鎖済みパリセイド原発を再稼働させ、その敷地内にSMRを建設する計画。 ■ <u>三菱電機は計装制御システムを2016年から共同開発中</u> 。

(出所) ヒアリング、各種資料等

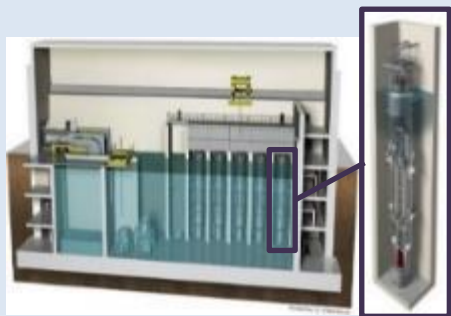
※ ヒアリングで可能性があると評価された機器・部材の想定販売額を積み上げたもの。

国際連携プロジェクトにおける貢献

- **国内の高い製造・研究開発基盤**を生かして**米英仏等の革新炉プロジェクト**に参画し、欧米諸国の**原子力産業基盤維持と世界の脱炭素**に貢献。

小型軽水炉(SMR)

- 小型、受動安全 (約300℃)
- モジュール生産、工期短縮
⇒固有の安全性、低資本費



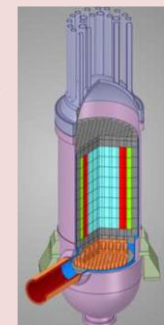
高速炉

- 高速中性子を利用した、ナトリウム冷却炉(約550℃)
- ⇒固有の安全性、資源の有効利用、放射性廃棄物の減容化・有害度低減、



高温ガス炉

- 化学的に安定したヘリウム冷却材・多重被覆燃料を使用した高温の原子炉(約950℃)
- ⇒熱利用・水素製造、固有の安全性



アメリカ
SMR協力



米・仏
高速炉R&D協力



イギリス
高温ガス炉



国際連携



実験炉：常陽



試験設備：AtheNa



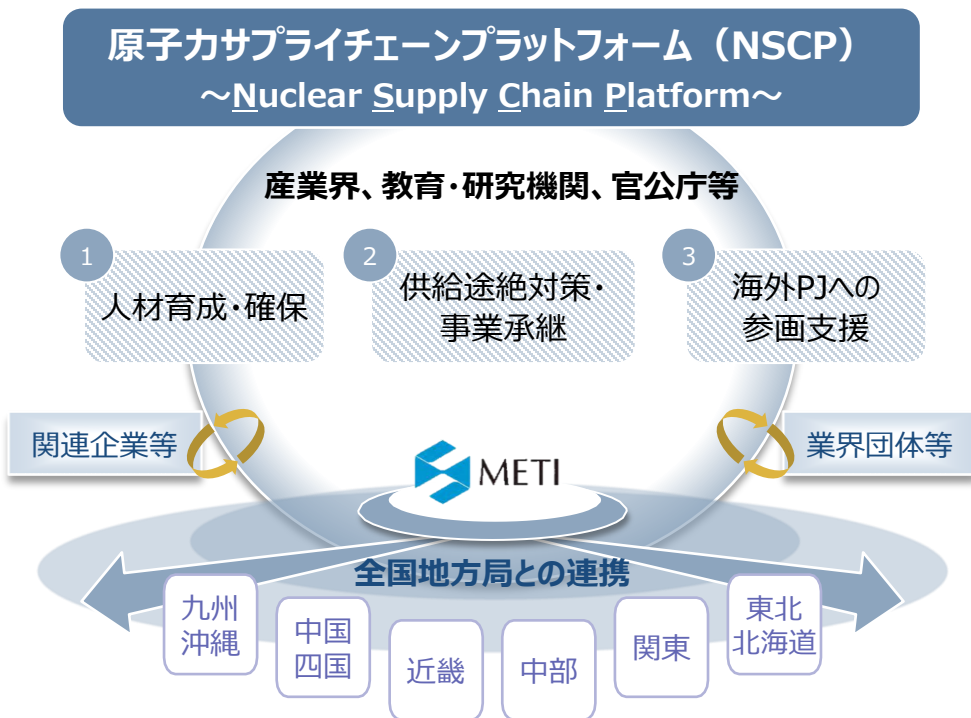
試験炉：HTTR

JAEA施設

サプライチェーンの維持・強化に向けた取組

- 人材育成・確保支援、部品・素材の供給途絶対策、事業承継支援など、**地方経済産業局等と連携し、サプライチェーン全般に対する支援態勢を構築。**
- 次世代革新炉の開発・建設が進む場合にも、サプライヤが実際に**製品調達・ものづくり等の機会を得るまでには相当程度の期間を要する**ことも踏まえ、**関連企業の技術・人材の維持に向け、海外市場機会の獲得を官民で支援**していく。

サプライチェーン強化の枠組み



支援策の概要

① 戦略的な原子力人材の育成・確保

- 産学官の人材育成体制を拡充し、大学・高専と連携したものづくり現場のスキル習得を進め、原子力サプライヤの講座への参加を支援

② 部品・素材の供給途絶対策、事業承継

- 地方局との連携も通じ、政府が提供する補助金・税制・金融等の経営支援ツールの活用を促進

③ 海外PJへの参画支援

- 国内サプライヤの実績や技術的な強みを発信する機会・ツールを積極的に企画・開発し、日本企業による海外展開を支援

革新サプライヤチャレンジ

海外ベンダーへの発信・輸出金融・規格取得支援等を通じ、海外PJへの参画を後押し

炉型毎のチームを「革新サプライヤコンソーシアム」認定



■ 中国・ロシアは、革新炉においても、米英仏に先駆けて、開発・実証を推進中。

中国

<高速炉>

- ロシア技術の輸入により、実験炉を運転中。
- 2017年、実証炉建設を開始。
- 2030年代に商用炉導入予定。

<高温ガス炉>

- 2000年に研究炉が運転開始。
2021年9月、実証炉が初臨界。

<SMR>

- 2021年、国産PWR型SMR「玲龍1号」の実証炉を着工。
- 2026年運転開始予定。



HTR-PM外観

ロシア

<高速炉>

- 旧ソ連時代から豊富な運転経験を有する。
- 1980年、原型炉(BN-600)運転開始。
- 2015年、実証炉(BN-800)運転開始。
- 2035年頃に商用炉 (BN-1200)導入予定。

<SMR>

- 2020年、世界で初めて浮体式洋上SMRであるアカデミック・ロモノソフの商業運転を開始。
- 2021年、極東サハ自治共和国内に商用陸上SMRの建設許可を発給。2028年までの完工を目指す。



BN-800外観



アカデミック・ロモノソフ外観

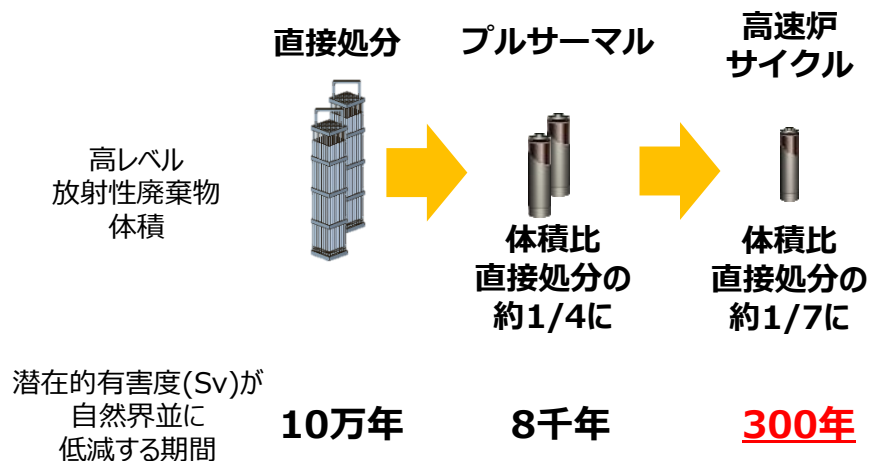
高速炉による廃棄物・資源問題解決への貢献

- 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、引き続き推進することが重要。
- **高速炉**では、高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度が自然界並に低減する期間が**10万年から300年に**。長期的には資源の有効利用も可能であり、エネルギーセキュリティの確保にも貢献。**核燃料サイクルの効果をより高める可能性。**

高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減

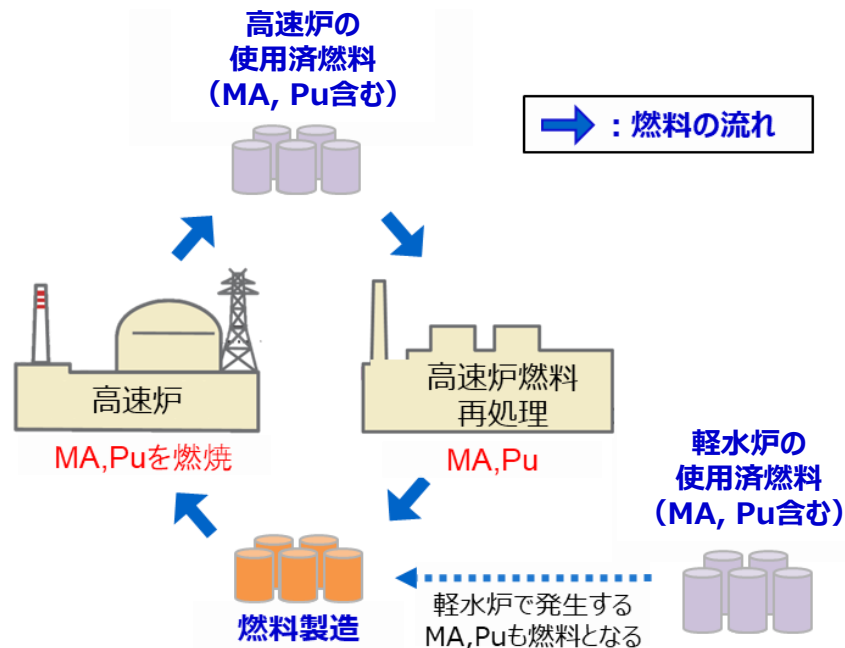
高速炉サイクル

- ・ マイナーアクチノイド（MA） 燃焼等でナトリウム冷却高速炉が米加で脚光を浴びる。



資源の有効利用

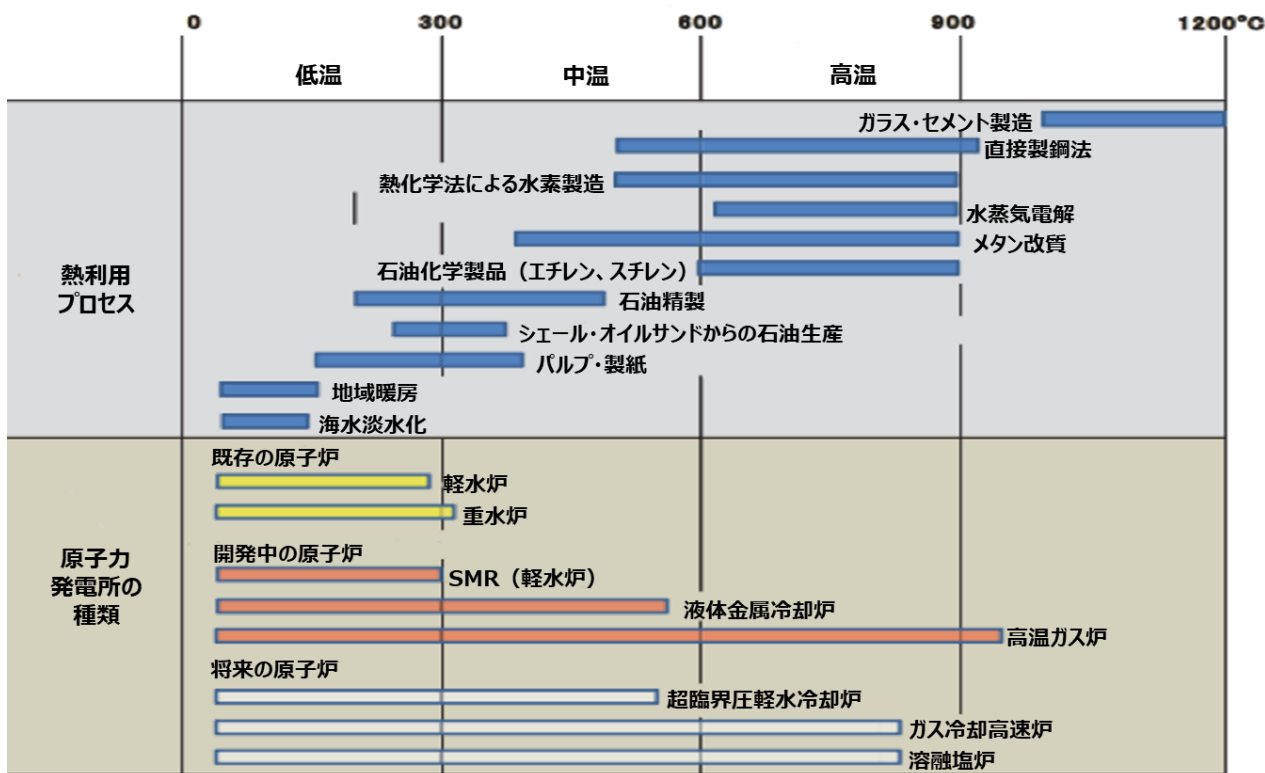
- ・ 使用済燃料の再処理を経て製造した燃料を、軽水炉（プルサーマル）や高速炉で利用することで、資源を有効利用。



高温ガス炉による水素社会への貢献

- 将来的な水素社会において、**鉄鋼・化学等における原料、輸送機器や発電における燃料**としては、**大規模かつ経済的な水素の安定供給**が必要。
- 高温ガス炉では950℃の高温熱が取り出せることから、**水素製造や発電など熱のカスケード利用が可能**。

熱利用プロセスと各炉型の温度範囲



(出所) IAEA Nuclear Energy Series, Opportunities for Cogeneration with Nuclear Energy

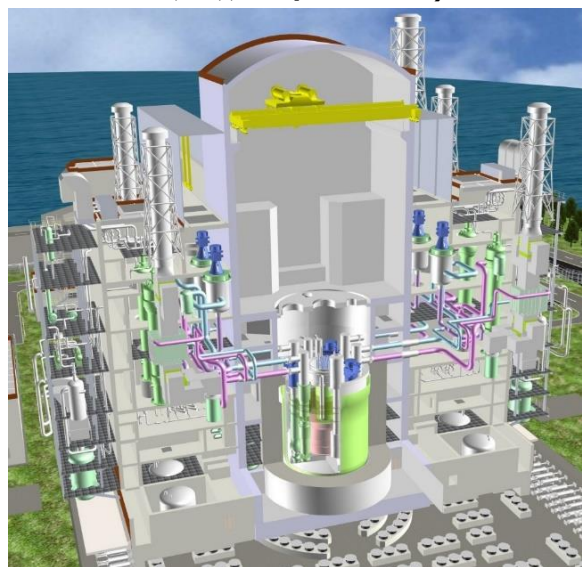
水素社会での高温ガス炉活用のイメージ



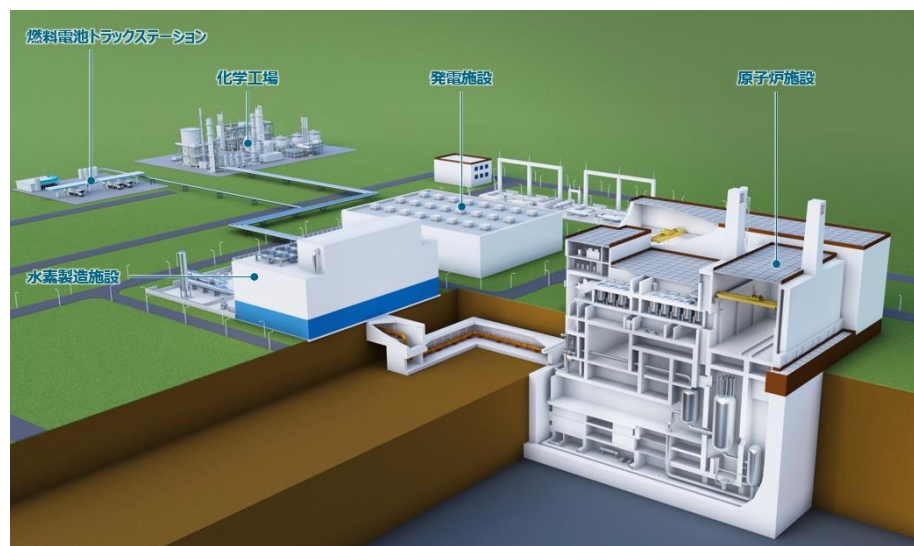
高速炉・高温ガス炉の実証炉開発

- 「GX 経済移行債」による投資促進策として、高速炉・高温ガス炉の実証炉開発に関する予算を、今年度から3カ年でそれぞれ460億円、431億円措置し、研究開発を加速していく。
- 高速炉については、7月12日、炉概念として三菱FBRシステムズ株式会社が提案する『ナトリウム冷却タンク型高速炉』を、中核企業として三菱重工業株式会社を選定した。
- 高温ガス炉については、7月25日、中核企業として三菱重工業株式会社を選定した。

<高速炉（イメージ）>



<高温ガス炉（イメージ）>



<高速炉実証炉 今後の開発の作業計画> 令和5年度 76億円

2023年7月：炉概念の仕様を選定【選定済】
2024年度～2028年度：実証炉の概念設計・研究開発
2028年頃：実証炉の基本設計・許認可手続きへの移行判断

<高温ガス炉実証炉 今後の開発の作業計画> 令和5年度 48億円

事業開始～2030年度：実証炉の基本設計・詳細設計
2030年度～2030年代後半：許認可の取得、建設、据付
2030年代後半：運転開始

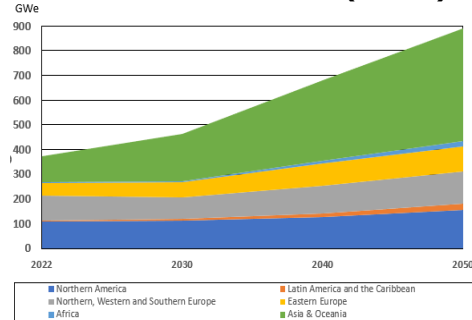
原子力（次世代革新炉）の分野別投資戦略（暫定版） ①

1

分析

- ◆ 原子力は、**運転時にCO2を排出しないことに加え、ライフサイクルCO2排出量でも、水力・地熱に次いで低い水準。**燃料投入量に対するエネルギー出力が圧倒的に大きく、電源の脱炭素化と電力の安定供給の両立を進める上で、**安全最優先で原子力を活用。**
- ◆ 国際機関IAEAの分析によると2050年にかけて世界の設備容量は拡大する見通し。**市場規模は2050年には最大で年間約40兆円まで拡大、非従来型炉には2030年代に運転開始を目指すものもあり、2050年では市場の最大25%になるとの予測もある。**欧米でも、国内で大規模支援を実施しつつ、国際協力を推進。中露は先行して革新炉の開発を推進。
※NEI「Global Nuclear Market Assessment Based on IPCC Global Warming of 1.5°C Report」では、SMR、マイクロ炉、革新炉（高温ガス炉、熔融塩炉等）を非従来型炉と定義。
- ◆ 次世代革新炉のうち**高速炉は、高レベル放射性廃棄物の減容化・有害度低減や、資源の有効利用等に資する核燃料サイクルの効果をより高める意義**がある。自然に止める・冷える・閉じ込める機能を目指すナトリウム冷却高速炉は、**実機経験を我が国が豊富に持ち、優れた安全性を持つ。**
- ◆ 次世代革新炉のうち**高温ガス炉は、炉心溶融が基本的に発生しない固有の安全性を有する。**世界最高温度950℃を記録した試験炉「HTTR」の技術を活用することで、**水素製造と発電の両立を実施することも可能であり、効率的な水素製造の可能性もある。**
- ◆ 原子力産業基盤は次世代革新炉の開発・建設にも不可欠。国内原子力サプライヤによる海外サプライチェーンの弱みを補完する形での海外プロジェクト参画などにより、国内産業基盤の維持・強化が必要。

<IAEAによる設備容量予測(高予測)>



(出所) IAEA「Energy, Electricity and Nuclear Power Estimates for the Period up to 2050 (2023 edition)」より資源エネルギー庁作成

<方向性>

- ① 安全性向上を目指し、**新たな安全メカニズムを組み込んだ次世代革新炉の開発・建設**
- ② 次世代革新炉の開発・建設などへの投資を可能とする**事業環境整備**

今後10年程度の目標

国内排出削減： -
官民投資額： 1兆円～

2

GX

先行投資

- ① 高速炉や高温ガス炉の実証炉開発
- ② 次世代革新炉の開発・建設に向けた技術開発、サプライチェーン構築（国際連携も活用）

<投資促進策>

- ◆ 高速炉や高温ガス炉の実証炉の開発・設計等
- ◆ 国内の原子力サプライチェーンや原子力人材などの基盤強化支援



規制・制度

- 長期脱炭素電源オークション等の事業環境整備を通じた脱炭素投資促進
- 高度化法の「非化石電源比率達成義務」

投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ

分野別投資戦略

先行投資計画

※政府は計画を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の要否、優先順位付けを実施
※採択事業者は、計画の進捗について、毎年経営層へのフォローアップを受ける

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット (GXリーグへの参画)
- ◆ 先行投資計画による削減量、削減の効率性 (事業規模÷削減量)

+

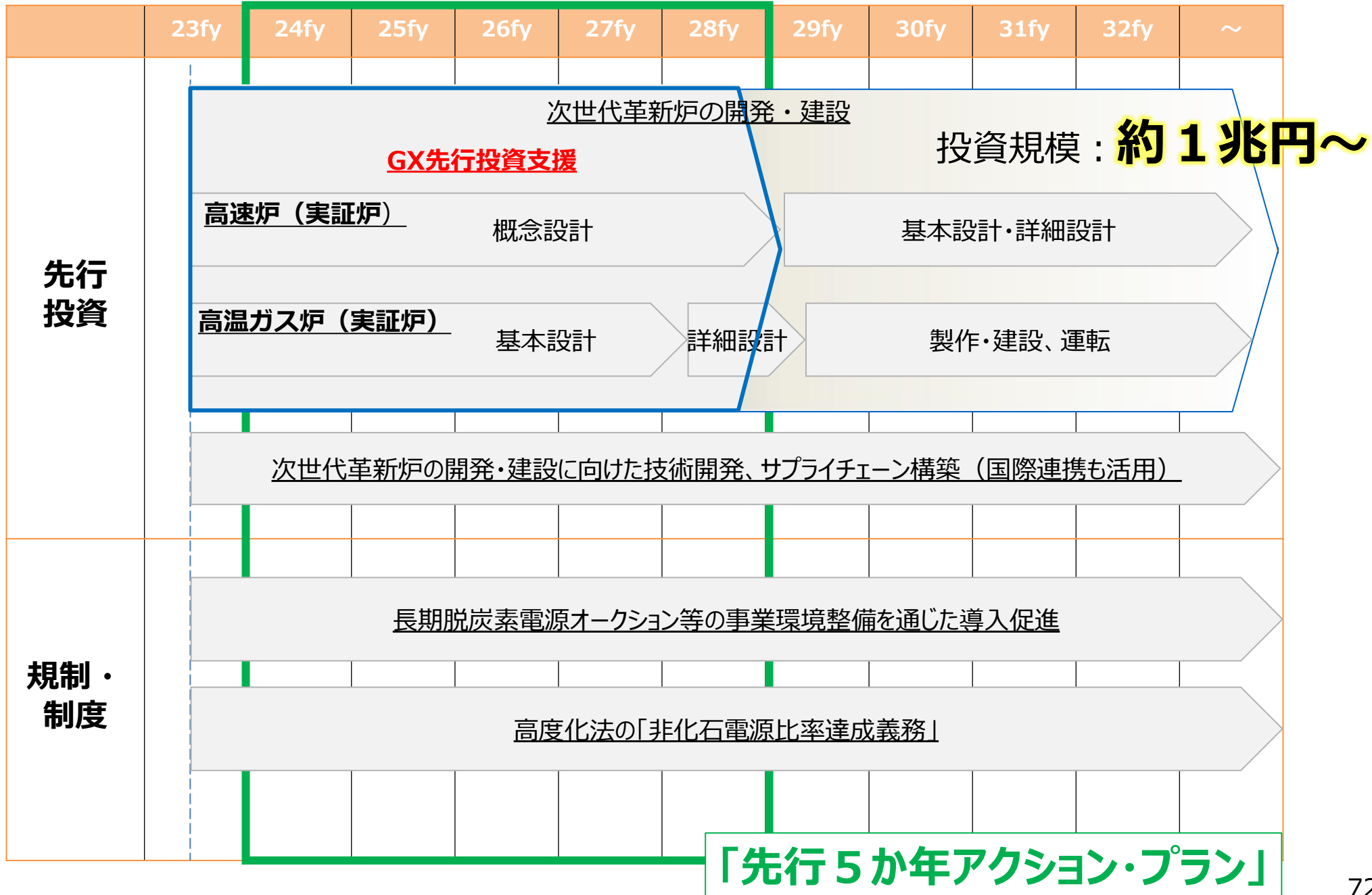
産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット (営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示) 等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット (調達/供給) 等

その他項目

- ◆ 国内の原子力産業基盤 (技術・人材・サプライチェーン) を維持・強化するための取組が見込まれること

原子力（次世代革新炉）の分野別投資戦略（暫定版）②

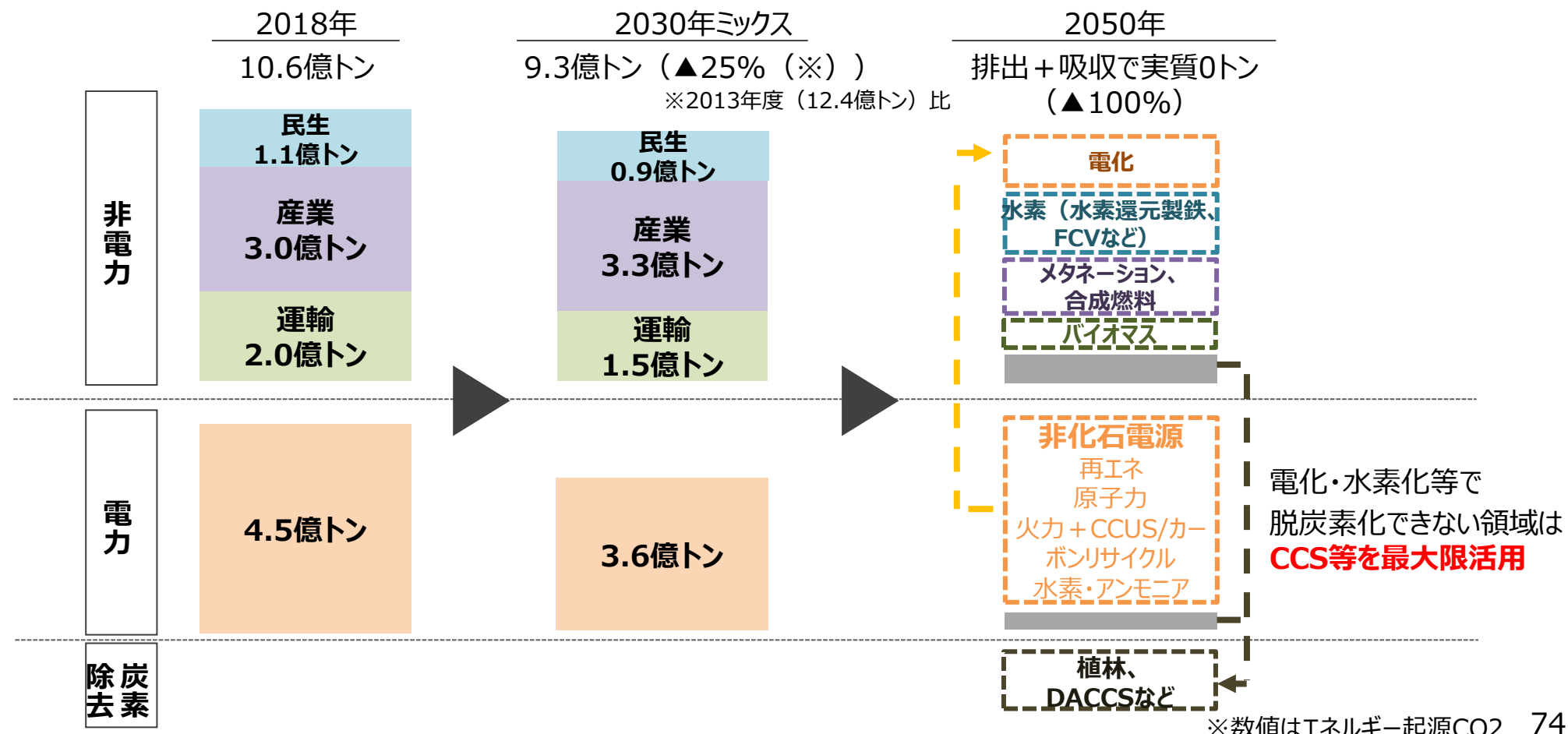


分野別投資戦略の考え方

CCS

2050年カーボンニュートラルに向けたCCSの位置づけ

- 2050年カーボンニュートラルの実現には、電化や水素化などでは、**CO2の排出が避けられない分野においても、確実に排出を抑制する必要がある**。
- 「**CCS**」は、排出されたCO2を地中へ固定化することで社会全体の排出量を削減するものであり、2050年カーボンニュートラルの実現と、エネルギーの安定供給、我が国の産業立地上の競争力を確保するため、重要な意義を有している。



世界各国のCCSに向けた動向

- 世界各国では、CCSに関する法制度や政府支援の整備が進み、米欧中印だけで、2050年までに年間40億トン超の貯留を行うことが見込まれている（世界の現行排出量の約10%、日本の排出量の約4倍）。
- 貯留適地と見込まれる枯渇ガス田やCO2を輸送するパイプライン網などが豊富でない我が国では、貯留適地開発、コスト低減、事業化、貯留地域の地元関係者調整や理解増進といった課題がある。
- そうした課題を乗り越えるためにも、貯留地開発に向けた具体的な地点実証に基づくさらなる地質データの獲得や、民とのリスク分担を前提とした法制度や支援制度など事業環境整備が必要。

英国

- ・2008年に、エネルギー法2008にてCO2貯留を規制。加えて2023年には、エネルギー法2023により、CO2貯留・輸送に事業規制を導入。
- ・排出者のために200億ポンド（約3.6兆円）の支援を決定。
- ・一般産業向けには価格差に着目した予算支援、電力分野は需要家に対する賦課金による資金拠出を実施予定。

EU・欧州

- ・EUは、今年3月、Net-Zero Industry Actを提案。この中で、石油ガス業界等に対し、2030年5000万トンのCO2貯留容量の開発に向けて、貢献を義務付け。
- ・オランダが、技術中立・コスト評価によるCO2削減を目指し、炭素価格を実質支援するSDE++において、Porthosプロジェクトを最安として採択。欧州で初めて、貯留事業許可を発給。
- ・ドイツやフランスが、CCS活用に向けて、政策見直しを実施中。
- ・国際輸出に向けたMOUを締結
(ベルギーとデンマーク、ノルウェーとオランダ)

米国

- ・2021年インフラ法により、120億ドル（約1.8兆円）の予算措置。
- ・2022年成立したインフレ削減法(IRA)により、税額控除（45Q）の規模を、CO2貯留量1トンあたり85ドルに拡充（実質的に、国がCCSコストを負担する形式）。
- ・海域におけるCCSの規制について検討中。

豪州

- ・政権発足後、CCSの積極活用に政策面で転換。ロンドン条約・ロンドン議定書両改正案の批准に向けて法案審議中、下院は通過。
- ・CO2の貯留、輸送に関して、海域石油・温室効果ガス貯留法で権利設定・規制を実施。

ASEAN・アジア

- ・インドネシアは、CCSの省令を整備(2023年3月)。
- ・マレーシア・タイは、CCS関連の法整備を検討中。

世界の主要排出企業のCCSに向けた動向

業界	企業名 (国名)	取組内容
鉄鋼	ArcelorMittal (ルクセンブルグ)	<ul style="list-style-type: none"> エクイノール（ノルウェー）主導の<u>CCSバリューチェーン開発プロジェクトへの参画に関する覚書を締結</u>。
	宝山鋼鉄 (中国)	<ul style="list-style-type: none"> 中国最大の上場鉄鋼メーカー宝山鋼鉄は、国営石油大手シノペック、シェル、ドイツ化学大手BASFと、<u>CCUSに関する共同研究契約を締結</u>。4社は共同で、中国東部に1,000万トンのCCUSプロジェクトの事業性を評価する予定。
	POSCO (韓国)	<ul style="list-style-type: none"> マレーシア国営石油ガス会社ペトロナスとの間に、マレーシアのサラワク州における<u>CCS事業の実施に関する覚書を締結</u>。
化学	BASF (ドイツ)	<ul style="list-style-type: none"> 北海における<u>CCSプロジェクトに参画予定</u>。
	Dow Chemical (米国)	<ul style="list-style-type: none"> ジム・フィットリンCEOは、<u>北米の化学産業やその他のエネルギー集約型産業の包括的な脱炭素化には、水素とCCSが不可欠</u>。「CCS技術推進のための世論基盤を提供することが現在の優先課題だ」とインタビューでコメント。
	INEOS (英国)	<ul style="list-style-type: none"> デンマークで実施中の<u>CCSパイロット・プロジェクト（グリーンサンド・コンソーシアム）にリーダーとして参画</u>。本プロジェクトは、デンマークの北海の地下貯留を目的とした実証。短期的には、<u>2025年に年間150万トンのCO2貯留を、そして2030年までに年間800万トン</u>を貯留することを目指している。
セメント	Holcim (スイス)	<ul style="list-style-type: none"> <u>2030年までに年間500万トン以上のCO2回収</u>に取り組む方針を公表。そこにはCCSだけでなくCCUも含まれるが、<u>現在11のフラッグシッププロジェクト</u>にてネットゼロセメント工場の実現に向けて取組を進めている。 また、ヤンCEOは自社HPにて、「<u>CCUSはネット・ゼロの未来に向けて業界を根本的に変えることができる</u>」とコメント。
	Lehigh Cement (カナダ)	<ul style="list-style-type: none"> アルバータ州のセメントプラントで低炭素化に向けたCO2回収・貯留システムの案件形成調査を開始。
	Heidelberg Materials (ドイツ)	<ul style="list-style-type: none"> ブレビクのセメント生産施設において、<u>年間40万トンのCO2を回収し、世界初の工業規模のCCSプロジェクト実現を目指す</u>。

(参考) RITEによるCCSのコスト試算

- RITEは、一定の条件下でCCSコストについて、以下の通り試算。
- CCSコストを詳細に把握するためには、より具体的な実証に基づく試算等を行うことが必要となる。

RITEが一定の条件下で行ったCCSコストの低減見込みの試算結果

円/tCO ₂	足元	2030年	2050年 足元コストからの低減率
分離回収①	4,000	2,000円台 (2,000)	1,000円以下 (1,000)
輸送② (PL20km)	2,600 (50万tCO ₂ /年)	2,600 (50万tCO ₂ /年)	1,600 (300万tCO ₂ /年)
輸送③ (船舶1,100km)	9,300 (50万tCO ₂ /年)	9,300 (50万tCO ₂ /年)	6,000 (300万tCO ₂ /年)
貯留(陸上)④	6,200 (20万tCO ₂ /年・本)	6,200 (20万tCO ₂ /年・本)	5,400 (50万tCO ₂ /年・本)
貯留(海上)⑤ ※着底	6,900 (20万tCO ₂ /年・本)	6,900 (20万tCO ₂ /年・本)	5,400 (50万tCO ₂ /年・本)
合計			
PL+陸上：①+②+④	12,800	10,800	8,000 (38%低減)
PL+海上：①+②+⑤	13,500	11,500	8,000 (41%低減)
船舶+陸上：①+③+④	19,500	17,500	12,400 (36%低減)
船舶+海上：①+③+⑤	20,200	18,200	12,400 (39%低減)

※本試算は既往文献（平成20～24年度のNEDOによる革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト発電からCO₂貯留までのトータルシステムのフィジビリティ・スタディー「全体システム評価」成果報告書など）にあるコストデータを元にした試算例であり、実際のコストとは必ずしも一致するものではない。また、土地代、土地利用、土地整備、地下性状、その他の補償費等は一切考慮されていない。

(参考) CCSを用いた場合の発電コスト

■ 発電コスト検証ワーキンググループでの試算によると、CCSを伴う火力発電の発電コストは以下のとおり。

- CO₂分離回収型IGCC 発電コスト(2030年) 14.3~14.9 円/kWh
- CO₂分離回収型石炭火力発電コスト(2030年) 14.0~14.6円/kWh
- CO₂分離回収型LNG火力発電コスト(2030年) 11.7~11.8円/kWh

■ なお、CO₂分離回収コストは、苫小牧CCUS実証（陸上施設から傾斜井を通して海底下への貯留を行うケース）を基に試算しているが、日本では、苫小牧CCUSと同様のケースは貯留ポテンシャルが限られる可能性があり、また、船舶によるCO₂の海上輸送が必要なケースも存在するため、必要コストは試算値より上昇する可能性がある点に留意が必要。

2030年の電源別発電コスト試算の結果概要

均等化発電原価(LCOE)は、標準的な発電用立地条件等を考慮せずに新規に建設し予定期間適用した場合の「総発電コスト」の試算値。政策支援を前提に達成すべき性能や価格目標とも一致しない。

1. 各電源のコスト面での特徴を踏まえ、どの電源に政策の力点を置くかといった、**2030年に向けたエネルギー政策の議論の参考材料**とする。
2. **2030年に、新たな発電設備を更地に建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算。**
(既存の発電設備を運転するコストではない)。
3. 2030年のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、太陽光の導入量などの**試算の前提を変えれば、結果は変わる**。
4. 事業者が**現実に発電設備を建設**する際は、ここで示す**発電コストだけでなく、立地地点毎に異なる条件を勘案して総合的に判断**される。
5. **太陽光・風力（自然変動電源）の大量導入により、火力の効率低下や揚水の活用などに伴う費用が高まる**ため、これも考慮する必要がある。
この費用について、今回は、系統制約等を考慮しない機械的な試算（参考①）に加え、**系統制約等を考慮したモデルによる分析も実施し、参考として整理**（参考②）。

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼, 5%)	バイオマス(専焼)	ガスコージェネ	石油コージェネ
発電コスト(円/kWh) ※()は政策経費なしの値	13.6~22.4 (13.5~22.3)	10.7~14.3 (10.6~14.2)	11.7~ (10.2~)	24.9~27.6 (24.8~27.5)	9.8~17.2 (8.3~13.6)	25.9 (18.2)	8.2~11.8 (7.8~11.1)	8.7~14.9 (8.5~14.6)	25.2 (22.0)	10.9 (8.7)	16.7 (10.9)	14.1~22.6 (13.7~22.2)	29.8 (28.1)	9.5~10.8 (9.4~10.8)	21.5~25.6 (21.5~25.6)
設備利用率	70%	70%	70%	30%	25.4%	33.2%	17.2%	13.8%	60%	60%	83%	70%	87%	72.3%	36%
稼働年数	40年	40年	40年	40年	25年	25年	25年	25年	40年	40年	40年	40年	40年	30年	30年

(注1) 表の値は、今回検証で扱った複数の試算値のうち、上限と下限を表示。将来の燃料価格、CO₂対策費、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算としている。例えば、太陽光の場合「2030年に、太陽光パネルの世界の価格水準が著しく低下し、かつ、太陽光パネルの国内価格が世界水準に追いつくほど急激に低下するケース」や「太陽光パネルが劣化して発電量が下がるケース」といった野心的な前提を含む。

(注2) グラフの値は、IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)の公表政策シナリオの値を表示。コージェネは、CIF価格で計算したコスト。



- CCSのバリューチェーンには、分離・回収、輸送、貯留と3つのセクターが存在。
- 現時点では、貯留層における二酸化炭素（以下「CO2」という。）の安定的な貯留を確保するための法制度が整備されていないため、CO2の安定的な貯留を脅かす第三者に対する妨害排除を可能とし、資金調達を円滑化する仕組みが存在しない。
- このため、我が国における2050年カーボンニュートラルの実現やCO2の排出削減が困難なセクターにおける脱炭素に向けた取組を促すため、CO2の安定的な貯留を確保するための権利の創設や、多数のCO2排出者が貯留サービスに適切にアクセスすることができる環境を整備する観点から、貯留事業者が行う貯留事業について、一定の規律を確保するための措置を講じる必要がある。
- また、貯留層におけるCO2の貯留を目的としたCO2の輸送については、パイプライン輸送の場合、CO2を貯留するサイトとCO2排出源との間で、パイプラインを介した物理的な接続を前提とするため、地域における自然独占の発生や、輸送事業者がCO2排出者に対して優越的な地位になることも想定される。このため、輸送事業者が行う輸送事業についても、一定の規律を確保するための措置を講じる必要がある。
- こうした背景を踏まえ、今回のCCS全般に係る包括的な制度的措置を検討する。

※現在、分離・回収については、ある事業者が第三者に対して分離・回収サービスを提供するのではなく、各排出者が、それぞれの排出源に分離・回収設備を設置し利用することが一般的である。また、諸外国のCCSに関する法制度においては、貯留と輸送のみを事業規制の対象としていることが一般的であるため、分離・回収に係る事業規制の必要性については将来的な検討事項とし、引き続き規制すべき実態があるかどうかを注視することとする。

先進的CCS事業の目的・概要

- 2050年カーボンニュートラルの実現には、**横展開可能なCCSビジネスモデルを早期に確立する必要がある**。このため、**事業者主導の「先進的CCS事業」を選定し、国が集中的に支援していく方針**。
- 国による支援事業として、その効果を最大限高めるため、**CO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域の組み合わせが異なるプロジェクトを支援**することで、**多様なCCS事業モデルの確立**を目指すとともに、**2030年までに年間貯留量600万～1,200万トンの確保にめどを付ける**ことを目指す。
- 今年度は、次年度以降に実施予定の詳細設計に向けた地質データ分析・FS支援が中心。

<モデル性の内容のイメージ>

2030年までの事業開始、CO2回収源のクラスター化やCO2貯留地域のハブ化による事業の大規模化・圧倒的なコスト低減を目標とし、分離・回収、輸送、貯留の各プレイヤーが参画するコンソーシアムを形成し、年間CO2貯留量が50万トン以上である事業構想。以下のパターンを踏まえて、多様な組み合わせを選定。

想定されるCO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域のパターン

CO2の回収源	輸送方法	CO2貯留地域
火力発電所 製鉄所 化学工場 セメント工場 製紙工場 水素製造工場 等	パイプライン 船舶	陸域の地下 海底下（沿岸地域） 海底下（沖合）

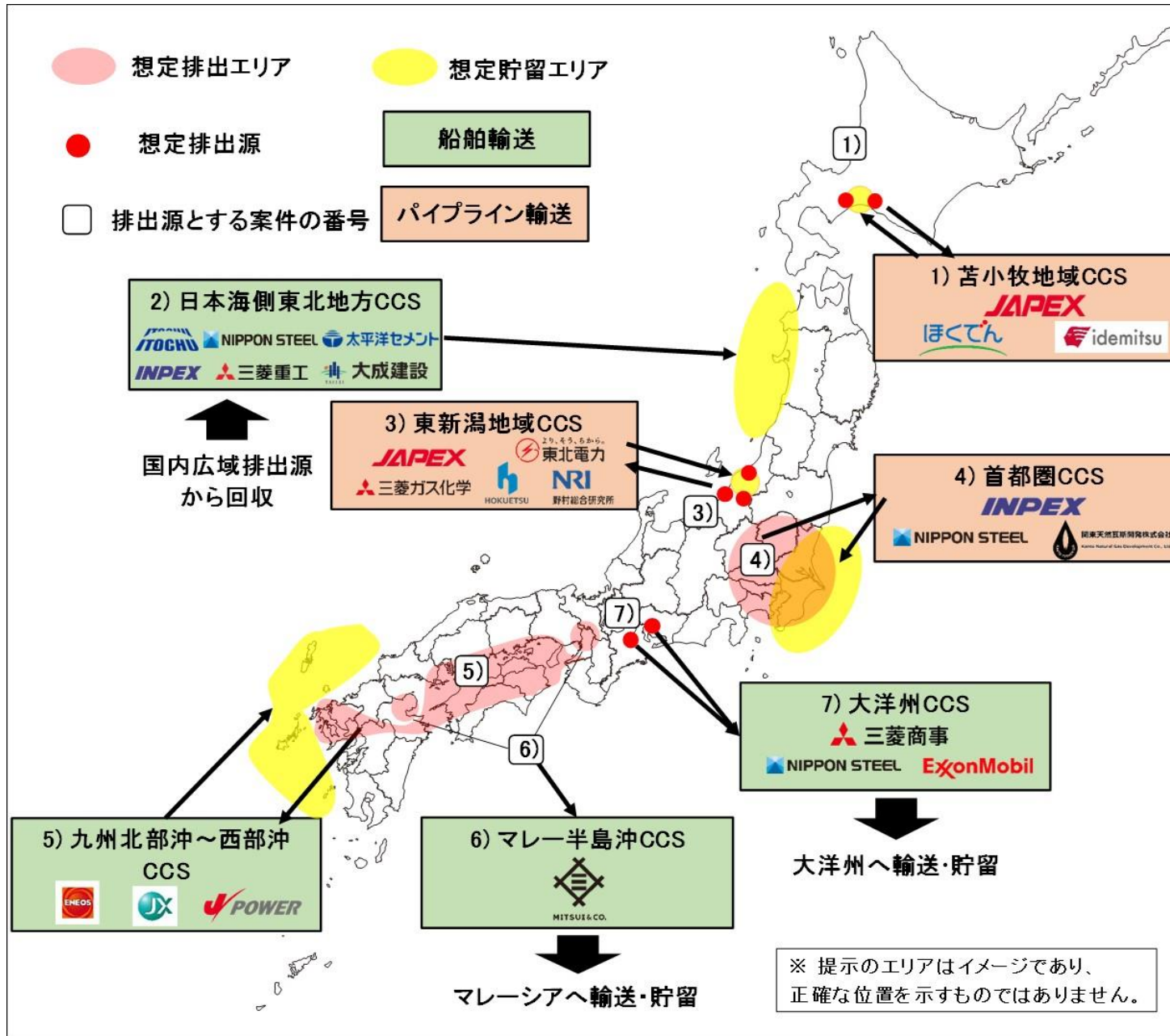
事業性調査に基づく選定案件の概要

- 公募の結果、6月13日、回収源、輸送方法、貯留地域を踏まえて、7件（うち2件は海外輸出）を採択。
- 多排出源である発電、石油精製、鉄鋼、化学、紙・パルプ、セメント等の事業分野をカバーし、国内の多排出地域のバランスを踏まえる。
- これら7件の事業者が想定する2030年の年間貯留量見込の合計は約1,300万トン。

<CO2の回収源、輸送方法、CO2貯留地域の組み合わせ>

案件（貯留場所）	回収源	輸送方法	CO2貯留地域
①苫小牧地域 石油資源開発、出光興産、北海道電力	製油所、火力発電所	パイプライン	国内／陸域枯渇油ガス田 又は海底下（沿岸地域）
②日本海側東北地方 伊藤忠商事、INPEX、大成建設、日本製鉄、太平洋セメント、三菱重工、伊藤忠石油開発	製鉄所、セメント工場	船舶、パイプライン	国内／海底下（沿岸地域）
③東新潟地域 石油資源開発、東北電力、三菱ガス化学、北越コーポレーション、野村総合研究所	化学工場、製紙工場、 火力発電所	パイプライン	国内／陸域枯渇油ガス田及び 海底下（沿岸地域）
④首都圏 INPEX、日本製鉄、関東天然瓦斯開発	製鉄所 他	パイプライン	国内／海底下（沿岸地域）
⑤九州北部沖～西部沖 ENEOS、JX石油開発、電源開発	製油所、火力発電所	船舶、パイプライン	国内／海底下（沖合）
⑥マレーシア マレー半島東海岸沖 三井物産	製油所、化学工場他	船舶、パイプライン	海外（マレーシア）
⑦大洋州 三菱商事、日本製鉄、ExxonMobil	製鉄所 他	船舶、パイプライン	海外（大洋州）

(参考) 選定した7案件概要 (一覧)



CCSのバリューチェーンの優位性と今後の期待

- 日本はCCSのバリューチェーンについて、競争力あるCO2の分離回収、輸送、貯留、トータルエンジニアリング技術を有している。また、分離回収から貯留まで一貫したCCSシステムの構築が可能。（苫小牧実証事業で実証済。）

成長の余地

分離回収



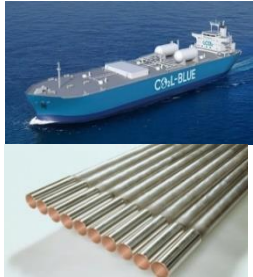
- 固体吸収材や分離膜は、他国でも開発を進めているが、エネルギー消費量や分離膜の選択性・耐久性などの観点で我が国の技術は優位性を有する。
- アミン吸収法による分離回収プラントについては、三菱重工が世界シェアの7割を供給。



黎明期の規模だが、世界シェアの7割を供給
Petra Novaプロジェクトに供給

輸送

(船舶・パイプライン)



- 現在、NEDO事業で研究開発・実証している低温・低圧によるLCO2輸送船の船舶用タンクは、実用化されれば世界初の技術であり、LNG船並の数万吨級の大型化が可能となる。さらに我が国の優位性が高まり国内外からの需要が見込まれる。
- LCO2輸送船の船舶用タンクやタンク用安全弁などの船用機器の製造については、従来より我が国企業に優位性がある。

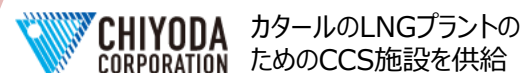
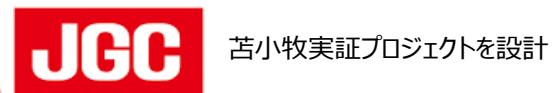


Northern LightsプロジェクトのCO2圧入井に
シームレスパイプを提供

貯留/ トータルエンジニアリング

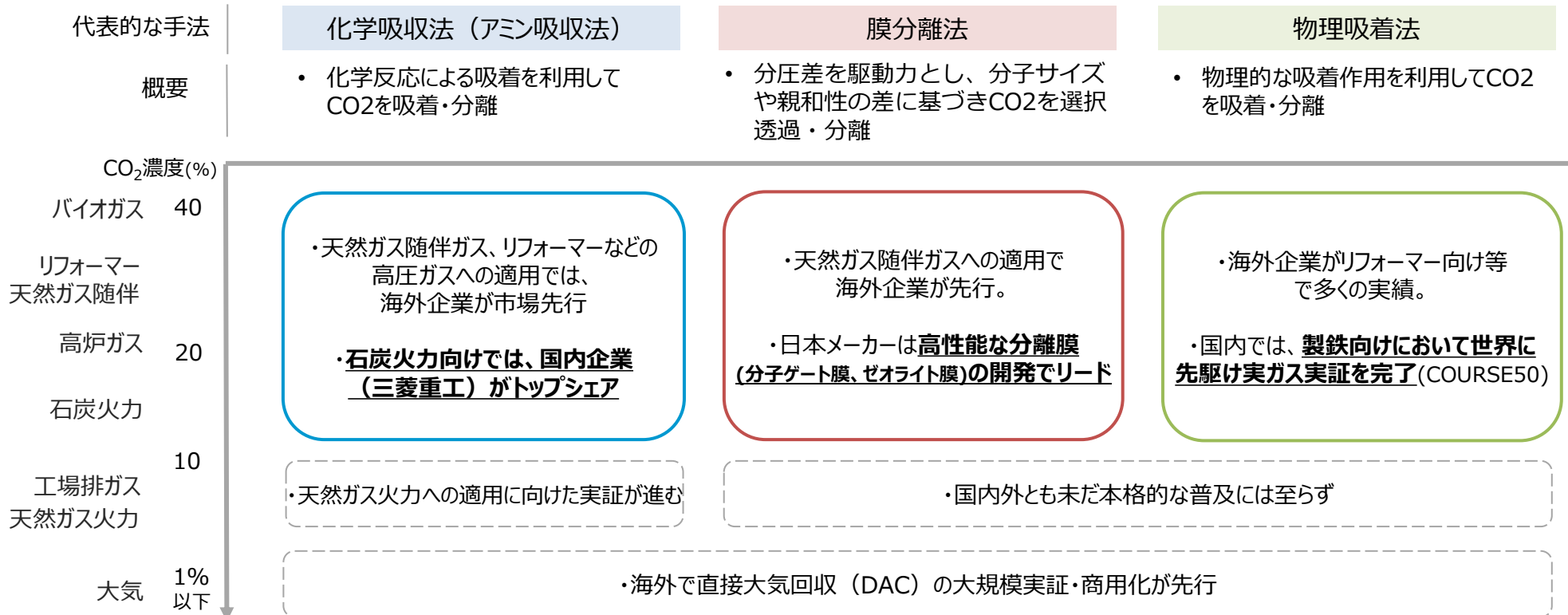


- これまで、長岡、苫小牧、国際共同研究における貯留に係るモニタリング技術についても技術蓄積があり、JCCSや技術研究組合や組合員企業により共有している。
- また、海外の貯留場開発への参入も期待。産油国からの期待もある。



バリューチェーンの優位性と課題 例①分離回収

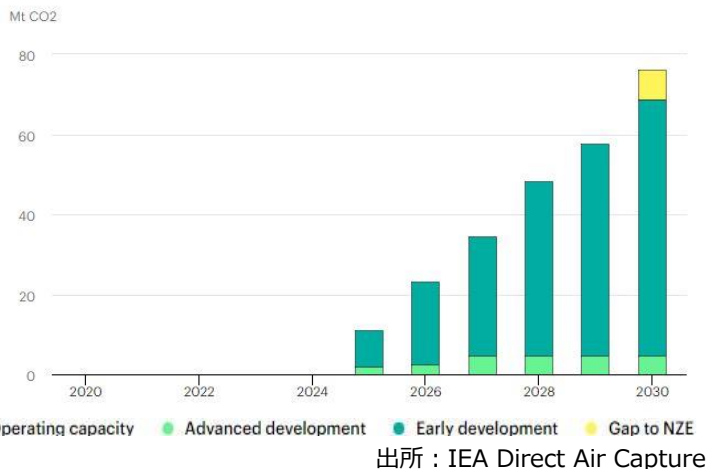
- 固体吸収材や分離膜は、他国でも開発を進めているが、**エネルギー消費量や分離膜の選択性・耐久性などの点で我が国の技術は優位性を有する。**
- 他方、これまで主流だった**アミン吸収法**は、高純度のCO2回収に適した手法とされているが、**コストが高いことや消費エネルギーが大きいこと、アミン等の飛散による環境影響が課題**であり、**固体吸収材や分離膜など新たな手法の開発**により、省エネルギー化やコスト低減等が可能。
- また、**回収源の多様化を図る**ためには、CO2回収が未着手である**天然ガス火力や工場等の、より低いCO2濃度の排出源への適用**等を進めていくことも重要。



参考：DAC（直接大気回収）技術の発展

- 最大限CO2排出削減をした場合でも、**最終的にCO2排出が避けられない分野においてける排出を相殺する手段**として、**大気中からのCO2除去**（CDR, Carbon Dioxide Removal）**が期待されている。**
- 米国政府による35億ドル超の大型投資等を背景に、特に貯留・固定期間が長く、モジュール化により大規模化が比較的容易な**DAC**（Direct Air Capture：直接大気回収）**の市場規模が急拡大**している。
- 我が国では、DACについて**CO2回収プロセスの省エネルギー化・低コスト化に向けた研究開発**を実施。今後、分離回収分野における技術優位性を活かし、**早期に実証・社会実装を進めていくことが重要。**

今後稼働が予定されているDACプロジェクト



代表的なスケールアップの例

Carbon Engineering

2025年：50万トン/年(米国・テキサス)にて稼働
100万トン/年への拡張可能なDAC設備



Climeworks

2024年：3.6万トン/年(アイスランド)稼働開始予定
2027年：20万トン/年稼働開始予定



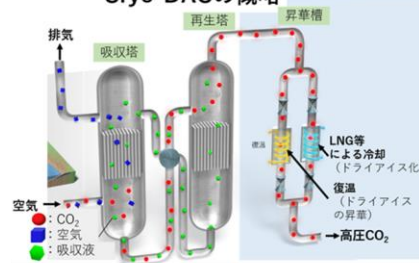
DACの省エネルギー・低コスト化に向けた研究開発： ムーンショット研究開発型事業

冷熱を利用した大気中二酸化炭素 直接回収の研究開発

則永 行庸 PM
(国大)東海国立大学機構名古屋大学 教授

- LNG等の未利用冷熱を活用し、CO₂を昇華させドライアイスにすることで、圧力を下げ、吸収液からCO₂を回収する新プロセス(Cryo-DAC)を開発
- 常温で超低濃度（～400 ppm）のCO₂を効率よく吸収する液体を開発

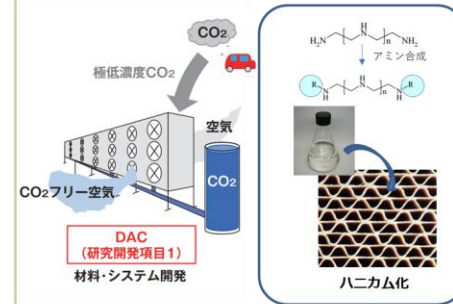
Cryo-DACの概略



大気中からの高効率CO2分離回収 技術の開発

児玉 昭雄 PM
(国大)金沢大学 教授

- 60℃の低温でCO₂の分離が可能な革新的ポリアミンを開発
- 従来技術よりも少ないエネルギーで再生可能なCO₂濃縮回収プロセス(ハニカム型)を開発



バリューチェーンの優位性と課題 例②船舶輸送

- LCO2輸送船の船舶用タンクやタンク用安全弁などの船用機器の製造については、従来より我が国企業に優位性がある。
- 現時点で確立されている輸送技術は中温・中圧であるが、LCO2を低温・低圧で輸送する場合には、船舶用タンクの大型化が可能になるとともに、船舶による輸送コストの低減が期待される。
- 現在、NEDO事業で研究開発・実証している低温・低圧によるLCO2輸送船の船舶用タンクは、**実用化されれば世界初の技術**であり、さらに我が国の優位性が高まり国内外からの需要が見込まれる。
- 一方で、船舶及び大型タンクの製造キャパシティの確保が課題。現状では、必要量に対して供給量が不足すると予想され、CCS事業展開の制約になるおそれがある。

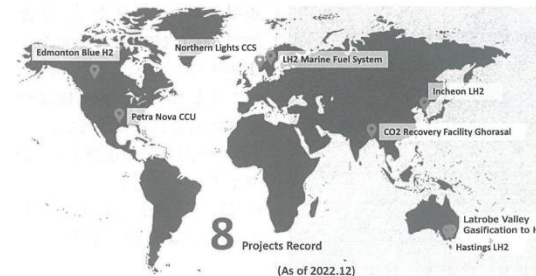
<LCO2輸送用タンク>

- 製造事業者：**泉鋼業、新来島サノヤス造船** 等
- LPG船タンク**（LCO2とほぼ同規格）については、泉鋼業と新来島サノヤス造船で**世界シェアの大部分を占める**
- NEDO事業では、**低温・低圧LCO2タンク（700m³×2基）**を製造し、様々な条件下での輸送実証を実施
- 本格的な社会実装に当たっては**タンクの大型化（5,000m³～10,000m³）が必要**であるが、**5,000m³程度であれば国内製造可能**（ただし、現状では製造能力に限度がある）



<タンク用安全弁>

- 製造事業者：**福井製作所**
- 同社はLNG等のタンクの安全弁では**世界シェアNo.1**
- ドライアイス化を防ぐための配管構造をもつLCO2タンク用安全弁をすでに開発**。CCS関連事業者向けのデモンストラクション等を実施
- NEDO実証、Northern Lights（ノルウェー）でも同社の安全弁を使用**



福井製作所が関与するCN実証プロジェクト（海外）

出所：ENGINEERING NETWORK Vol.529（2023/04/10）【FOCUS / Cover Story】

CCSの分野別投資戦略（暫定版）①

1

分析

- ◆ 削減しきれないCO2を地中に埋める「CCS」は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて重要。
- ◆ エネルギーの安定供給に加え、排出削減が困難な産業にとって不可欠の技術であり、産業立地にも影響。経済性の確保と、安定的に事業や投資を行える事業環境が必要。
- ◆ IEAのシナリオでは、2050年時点で、CCSの年間貯留量は世界全体で約38~76億トンが必要と試算。各国の政策により、どの程度CCSを活用するかは異なるが、仮に2021年時点の日本のCO2排出割合（3.3%）を掛けると、約1.2~2.4億トンとなる（機械的に2030年に引き戻すと、600~1200万トンの貯留量に相当する。これに対応すべく、先進的CCS支援事業において、2030年までの事業開始を目指す事業者を採択。）

<方向性>

- ① 先進的なCCS事業を2030年までに開始させるべく、我が国におけるCCS事業環境整備とビジネスモデル構築を進める。
- ② 同時に、日本からのCO2輸出を前提とした海外でのCCS事業を推進する。
- ③ CO2分離回収プラント、液化輸送船、トータルエンジニアリングなどCCSバリューチェーンにおける産業競争力を強化する。



今後10年程度の目標

国内排出削減：約4000万トン
官民投資額：約4兆円～

2

GX先行投資支援

- ① CCS本格展開に向けたビジネスモデル構築
- ② CCSバリューチェーン構築(CO2の分離回収、輸送、貯蔵)への設備投資
- ③ CCS適地の開発、海外CCS事業の推進

<投資促進策>

- ◆ 先進的なCCS事業へのCO2貯留量評価支援、設備投資支援
- ◆ 諸外国のCCS事業を支える支援措置（予算、税制、クレジット、カーボンプライシング等）を参考に、CCS立ち上げ期におけるビジネスモデルを踏まえ、最適な制度を組み合わせた支援制度設計
- ◆ コスト削減に向けた研究開発（分離回収手法、CO2輸送船舶など）

- 規制・制度
- 事業環境整備に関する法整備に基づくCCSに係る制度的措置
 - 長期脱炭素電源オークション
 - 排出量取引等の導入により効果的な付加価値を創造することでCCS等の利活用促進を図る

3

政策誘導によるGX市場創造

<Step1: ビジネスモデル設計>

- ◆ 海外事例やGX先行投資支援を踏まえたCCSビジネスモデルの設計

<Step2: インセンティブ設計/GX価値の見える化>

- ◆ 各産業での検討に合わせ、CCSによる脱炭素化のGX価値の扱いの検討
- ◆ 公共調達におけるGX価値評価促進
- ◆ 需要家（自動車・発電・鉄・化学・産業熱等）に対する需要喚起策導入（例：導入補助時のGX価値評価、GX価値の表示スキーム等）
- ◆ 我が国としてCCSすべき量とカーボンリムーバルすべき量の継続検討

<Step3: 持続性あるCCSコスト転嫁の仕組み検討>

- ◆ Step2までの進展や各素材の大口需要家を対象にした規制導入の検討を踏まえた持続性あるCCSコスト転嫁の仕組み検討
- ◆ CO2回収アグリゲーター・CCSセカンドムーバー・小口CO2排出者のビジネスモデル・制度の検討

投資促進策の適用を求める事業者が提出する先行投資計画のイメージ

分野別投資戦略

先行投資計画

※政府は計画を踏まえ、専門家の意見も踏まえ、採択の要否、優先順位付けを実施
※採択事業者は、計画の進捗について、毎年経営層へのフォローアップを受ける

排出削減の観点

- ◆ 自社の削減、サプライチェーンでの削減のコミット（GXリーグへの参画）
- ◆ 先行投資計画による削減量

+

産業競争力強化

- ◆ 自社成長性のコミット（営業利益やEBITDAなどの財務指標の改善目標の開示）等
- ◆ 国内GXサプライチェーン構築のコミット
- ◆ グリーン市場創造のコミット（調達/供給）等

その他項目

- ◆ 2030年までのCCS事業開始に向けた計画
- ◆ CO2分離回収に関する最新技術の開発・導入や、既設プラント見直し、回収量大規模化によるコスト低減の見通し
- ◆ CO2排出者からの回収量拡大計画と、地質調査の進展に伴う貯留量拡大計画
- ◆ CO2回収源のクラスター化やCO2貯留地域のハブ化による事業の大規模化
- ◆ 業種毎の共通手法の横展開の計画

CCSの分野別投資戦略（暫定版）②

