

世界が進むチカラになる。



MUFGトランジション白書2.0

2023年10月

三菱UFJ銀行

MUFG：当社が提示したネットゼロ戦略の「基本的な考え方」

1 当社の立ち位置

- 400兆円弱のバランスシートを有する本邦最大手の金融グループ
- 日本、その他の主要な地域において、様々なセクターへの貸出からなる投融資ポートフォリオを有する

2 ネットゼロの基本的考え方

- “**実体経済のネットゼロ達成**”を通じ、**当社のネットゼロ達成を志向**
- お客様のトランジションを支援することが当社のネットゼロ達成に寄与

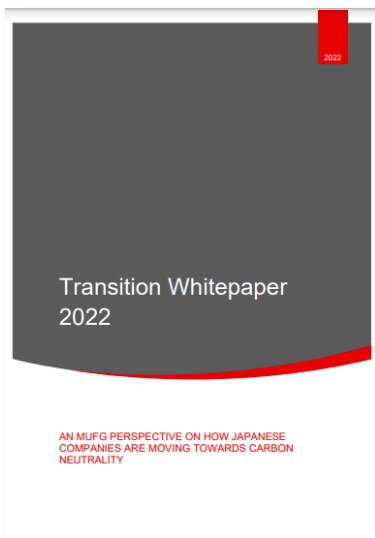
3 どのような手段を用いるか

- “ダイベストメント”ではなく“エンゲージメント”
- “チェリーピック”（一部セクターのみを支援等）ではなく、可能な限り幅広いお客様の“トランジション支援”によるネットゼロを目指す

4 必要な対応

- トランジション投融資に際し、カーボンニュートラルに資する事業から安定的なキャッシュフローが得られると確認できることが必須
- そのため、各国のマクロ状況やマイクロレベルで政策・企業の進捗を確認

MUFGトランジション白書1.0: 取組みの振り返り



- 2022年4~7月 : 白書パートナー企業の皆様との対話
- 2022年8月 : MUFGフォーラム
- 2022年8月~9月 : 欧米政策当局との対話
- 2022年10月 : MUFGトランジション白書1.0発刊
- 2022年11月 : COP27発信

Source: MUFGトランジション白書



白書1.0のKey Take away

1 地域特性

- **地域でCNのスタートポイント、方向性が異なる**
- ①排出源、②接続性、③安全保障、④社会政治

2 産業連関(Interdependency)

- 個別セクター切り出しでなく、**産業の縦横の連関性(Interdependency)を考慮したCNレバースの認定**
- 日本では「電気と熱」のCNが重要なレバース

3 日本版Managed Phase Out

- Managed Phase Outの方向性は日本と欧米は類似だがアプローチが異なり、欧州は早期退役、日本は短期(混焼)→中長期(専焼)
- 日本はManaged Phase OutのRetrofit/Repurposeの概念を体現

白書1.0欧米ツアーのフィードバック



認識すり合わせ/着信したポイント

- 国ごとの特性に応じ、CNのスタートポイント/方向性が異なること
- 個別セクター切り出しでなく、産業の縦横の連関性を考慮したCNレバーの認定が重要であること



発信を継続すべきポイント

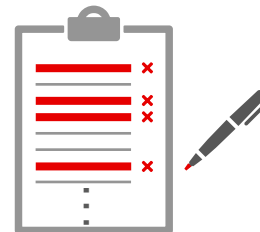
- 地域特性の違いを踏まえ、日本のCNがどのような道すじを目指しているか、違いがあれば示すこと
- CNに向けた進捗を踏まえた定期的な情報発信の継続

MUFGトランジション白書2.0: 取組みの目的



白書2.0のアプローチ
「電気と熱」のCNにフォーカス

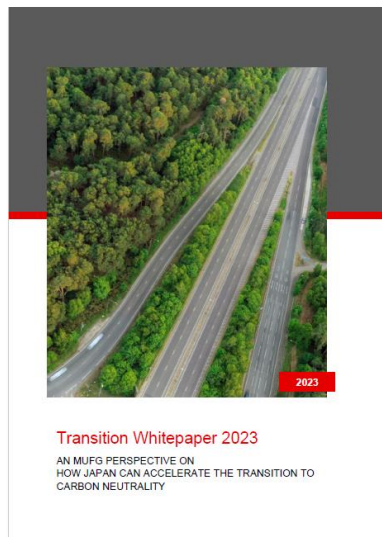
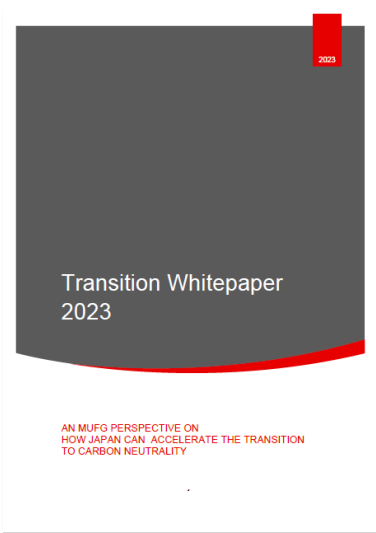
×ダイベスト型



○エンゲージメント型
(ポジティブテクノロジーリスト)



欧米政策と比較した上で
具体的に日本が「電気と熱」のCNで実装を検討して
いる技術のリストを英文でレトリックを構築して発信



- 2023年1-2月 : 欧米亜中/日の政策分析
- 2023年2月 : MUFGフォーラム (第1回)
- 2023年6月~7月 : 欧米行政当局との対話
- 2023年8月 : MUFGフォーラム (第2回)
- 2023年9月 : MUFGトランジション白書2.0発刊

日本の「電気と熱」CN化において重要な技術(初期時点仮説)



①風力



②太陽光



③送配電



④原子力



⑤産業の電化
(ヒートポンプ等)



⑥水素由来・
バイオ由来燃料



⑦CCUS

7領域の技術が日本の
「電気と熱」CN化において重要
との仮説に基づき、検討を開始

- お客様とのエンゲージメントを通じた議論
- 海外の環境政策との比較分析

海外の環境政策分析アプローチ

1 脱炭素技術全体像 (ロングリスト)

どんな技術が実装できるか？
2030~35年頃の社会実装目途が立っている
全世界の脱炭素技術リスト

産業分類	技術大分類	技術中分類 (167件)
再生可能 エネルギー発電	再生エネルギー	再生エネルギーの製造
	太陽光	太陽光発電
	太陽熱	太陽熱発電
	風力	陸上風力発電 着床式洋上風力発電 浮体式洋上風力発電
	バイオマス	バイオマス発電
	水力	水力発電 揚水発電
	地熱	地熱発電
	潮力	潮力発電
	海洋	海洋発電
	宇宙太陽光発電	宇宙太陽光発電

2 タクソミー対象技術 (ミドルリスト)

どの技術を許容するか？
国・地域が許容する技術リスト
(公的文書に記載されている脱炭素技術)



EUタクソミーレポート



米国インフレ抑制法 (IRA)



中国グリーンボンド支援
プロジェクトカタログ



ASEANタクソミーレポート

3 経済支援対象技術 (ショートリスト)

どの技術を実装支援するか？
各国・地域が政策支援する技術リスト

地域別ショートリスト技術
(=タクソミー技術のうち、優先的に公的資金が配分されている技術)

EU 欧州	米国	中国	ASEAN
水素	水素	水素	
合成燃料	合成燃料		
CCUS	CCUS	CCUS	CCUS
太陽光	太陽光	太陽光	太陽光
風力	風力	風力	風力
原子力	原子力	原子力	
送配電/蓄電	送配電/蓄電	送配電/蓄電	送配電/蓄電
ヒートポンプ			
EV	EV	EV	EV

技術数

167件



71件



33件



40件



51件



10件¹⁾



9件



5件

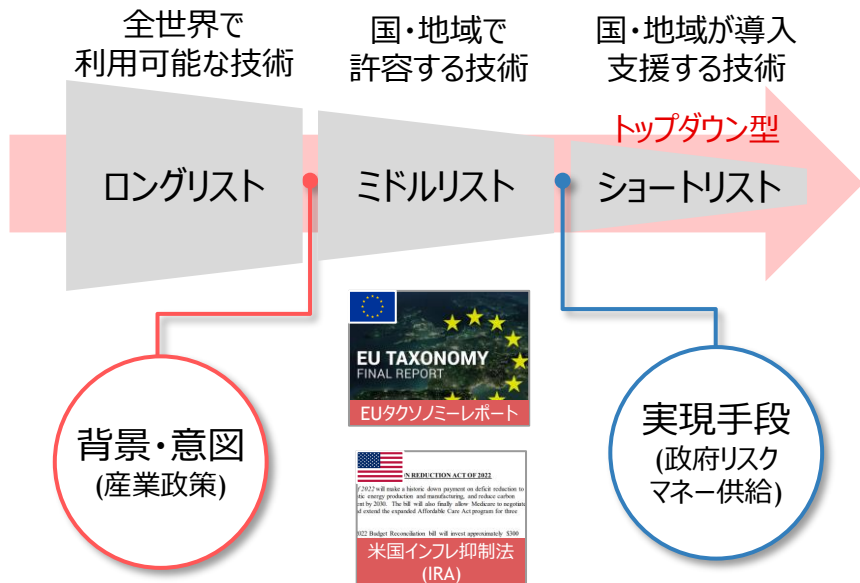


7件

1. トランジション技術の原子力・ガスを含む
Source: 各国タクソミー公的文書及びタクソミー策定関与者エキスパートインタビュー

日欧米の政策支援比較 | 政策構造の違い

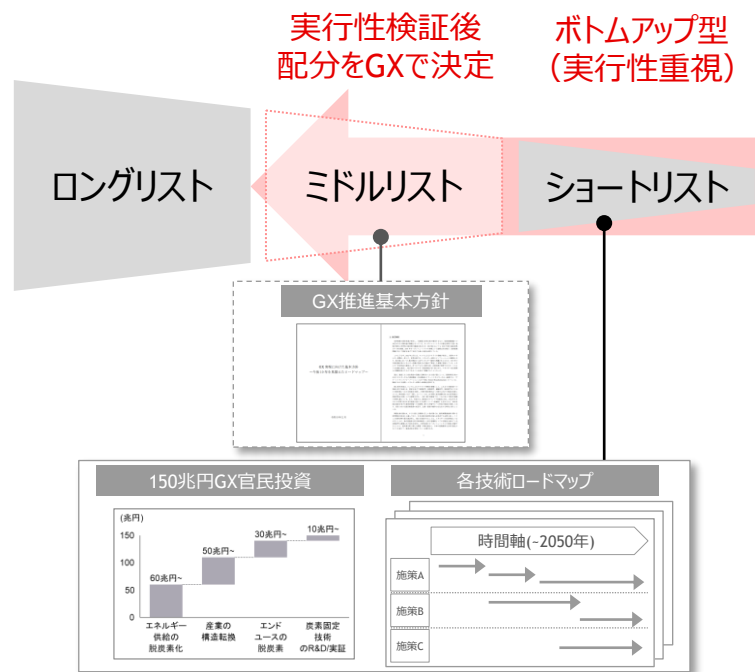
海外タクソミーの政策構造



- ① 背景・意図
- ② 技術の一覧性

ミドルリストがあることで、背景や意図が明確であり、ステークホルダーが評価しやすい



日本のGX政策の構造



実行性は高く、法律・規制・税などでミドルリストが補強されるとステークホルダーがスピード感ある対応を取れる

日欧米の政策支援比較 | 政策アプローチの違い

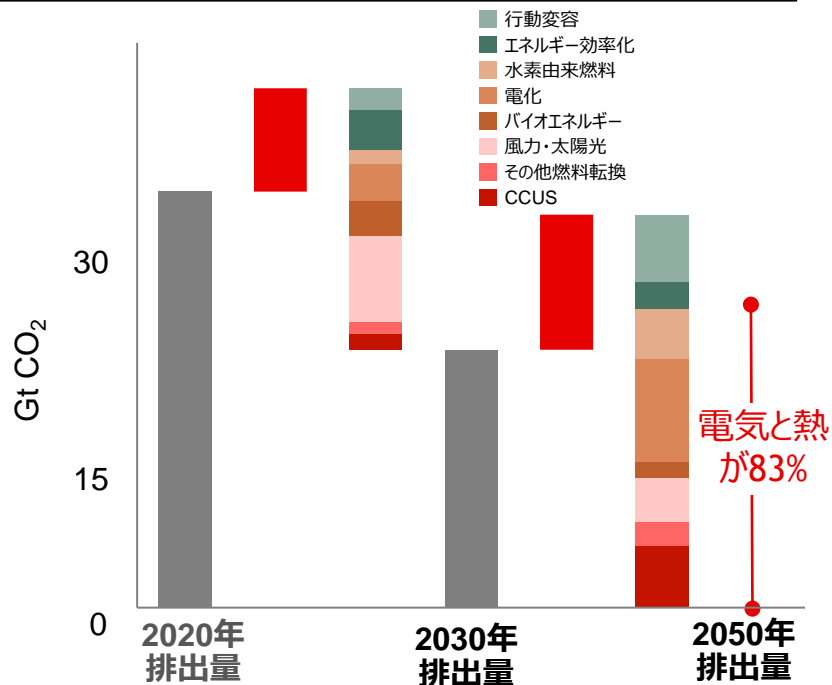
ゴールは同じだが、アプローチは異なる

1	 <p>規制重視：タクソミー+開示</p> <ul style="list-style-type: none">• タクソミー+開示• Stick/Carrot (RepowerEU、EUETS市場等)	×	トップダウン型	直接投資 の誘導 (市場の透明性重視)
2	 <p>市場重視：インセンティブ × 市場原理</p> <ul style="list-style-type: none">• IRAを通じた経済政策	×		Tax incentive で事業を誘発 (事業性重視)
3	 <p>実行性検証重視</p> <ul style="list-style-type: none">• 政府主導の技術毎の官民連携アプローチ	×	ボトムアップ型 (実行性検証重視)	官民連携 ロードマップ ↓ GX政策支援




日欧米の政策支援比較 | 各地域の支援技術

構造・アプローチは違っても、電気と熱のCNで政策支援が検討されている技術は同じである

IEAネットゼロシナリオが定義するCN化のレバー



電気と熱で各地域で政策支援されている技術

			
①風力	✓	✓	✓
②太陽光	✓	✓	✓
③送配電	✓	✓	✓
④原子力	✓	✓	✓
⑤産業の電化 (ヒートポンプ等)	✓	✓	✓
⑥水素由来・ バイオ由来燃料	✓	✓	✓
⑦CCUS	✓	✓	✓

日欧米の政策支援比較 | 日本独自の支援技術

欧米と差分がある支援技術は、当該技術が日本で必要となる背景や技術実装の蓋然性につきロジックを構築・補強

欧米の状況

日本の背景・蓋然性

1



火力水素・アンモニア
混焼/専焼 (発電)



発電所での積極的な水素・アンモニア
混焼/専焼が想定されていない



CCS/DACの導入インセンティブが強い



日本の背景・蓋然性

電力系統が閉じた日本で再エネを最大化する
場合は、再エネの変動性吸収の観点で火力
発電の低排出、CN化が重要なこと
(=火力延命でなく再エネ最大化)

2



水素・CO2
海上輸送



欧州、米国ともに現時点では
水素製造/利用、CO2回収/貯留は
自国周辺エリアが前提



水素・アンモニア・CO2のグローバルサプライ
チェーン構築に向けて各種輸送手段の
磨き込みを進めていること

日本は過去LNG供給ネットワークを構築した
実績があること

3



メタネーション
(炭素回収・循環含)



再エネ最大活用 + 電化を志向する
欧州、自国ガス資産の最大活用を
志向する米国ともメタネーションの
積極活用を想定していない



既存ガスパイプライン・タンカーを通じて水素を
活用し熱源低排出を実現する手段であること

将来的には、大気由来CO2活用による
CN化を検討していること

日欧米の政策分析の比較からの示唆

- ① **構造:** 各国で「トップダウン型」「ボトムアップ型」の**違い**
- ② **アプローチ:** 規制・市場・実行性検証の何を重視するかに**違い**
- ③ **技術:** 支援技術は**大方同じ**。導入方法により**細目に違い**

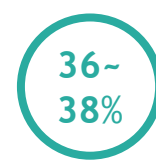
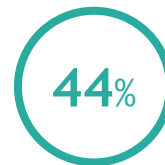
日欧米の政策における再エネが占める電気と熱のCNの割合

日欧米のいずれの地域でも“熱と電気のCN化”における主要技術は再エネであるが、再エネを取り巻く各国事情は異なるため、導入量拡大に向けた道すじが異なる背景をハイライト

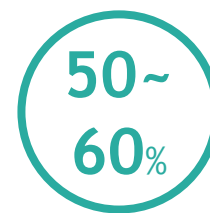
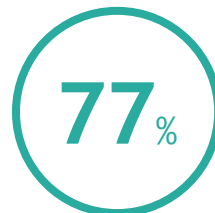
再エネ比率



2030年



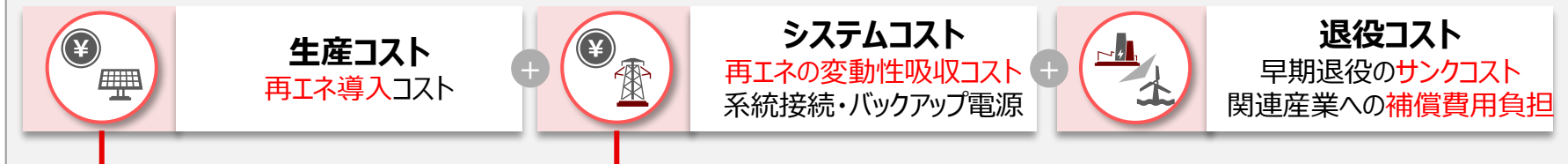
2050年



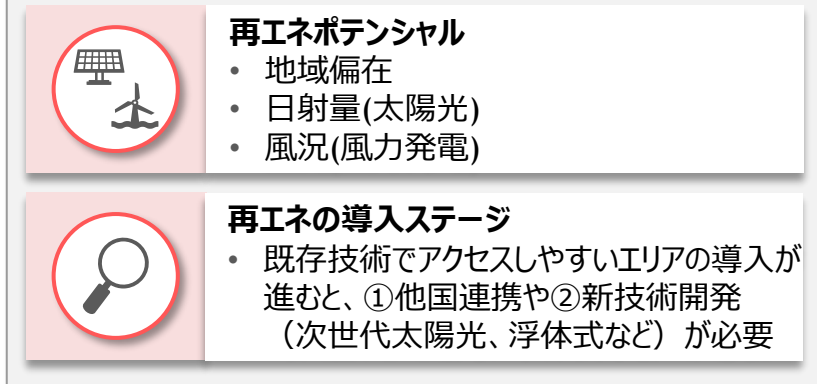
再エネの導入量・方法を定めるファクター

どの程度/どのように再エネを導入するかのもっとも適当な解は、国/地域によって異なる

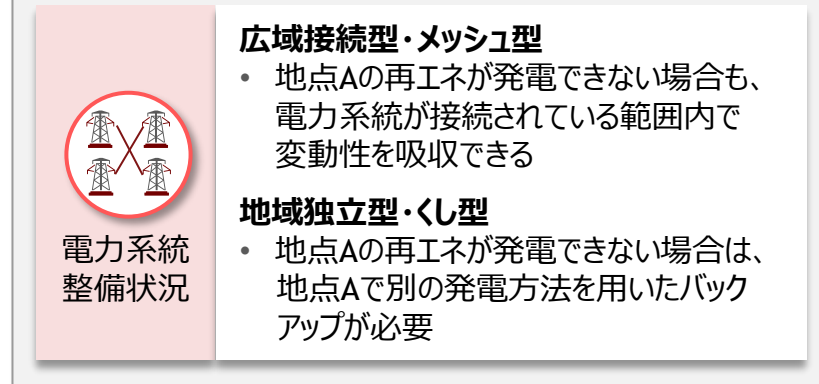
再エネ総コスト



① 生産コストドライバー



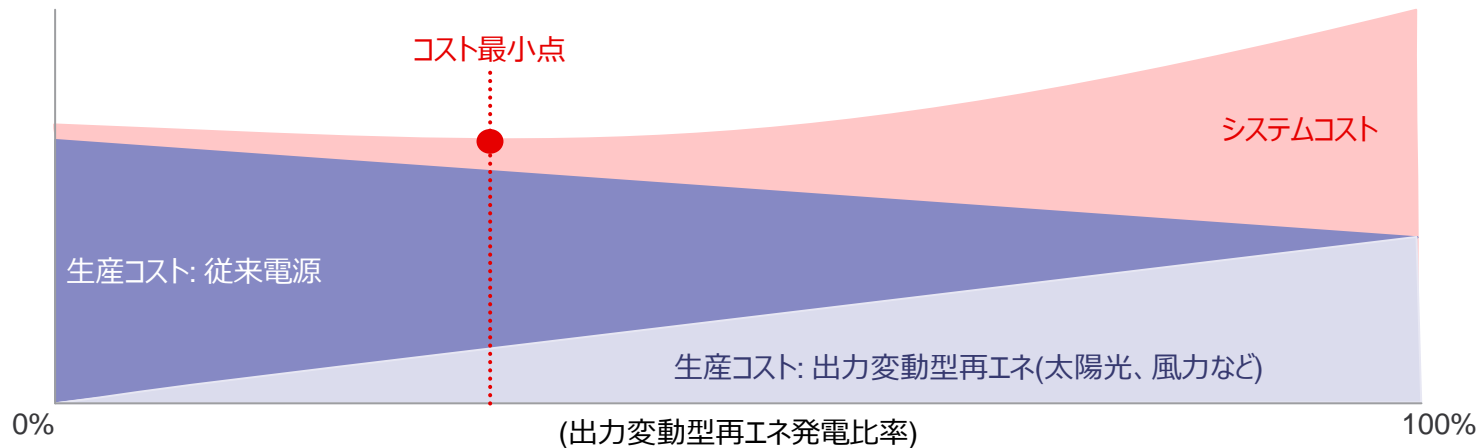
② システムコストドライバー



再エネの生産/システムコストの構造

限界費用の安い再エネの導入が進むとコストは下がっていくが、一定以上の普及が進むと再エネ変動性吸収のシステムコストが上がる/新技術開発コストが上がる地域もあり、合計コストでその他排出削減策との比較が重要

(再エネ利用コスト, 円/kWh)



初期導入

地理的にアクセスしやすい地域から
再エネ発電設備を導入

開発

アクセスが困難な地域における既存技術の
拡大と、再エネの潜在的な利用を最大化
させる革新的技術の導入

成熟

既存の再エネ技術が発電の大部分を
占めるため、システムコストが増加し、
革新的な技術が必要となる

① 再エネポテンシャル | 太陽光 / 風力の ポテンシャル/生産コスト

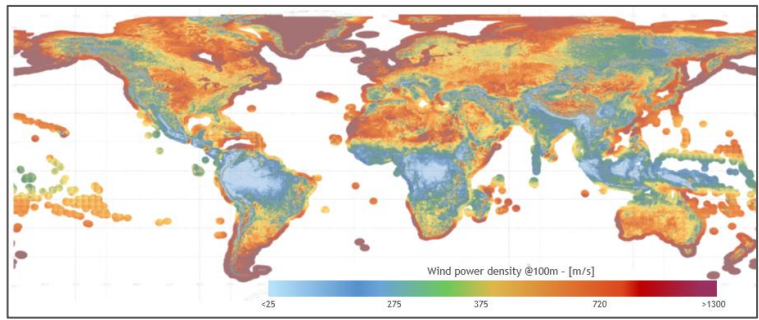
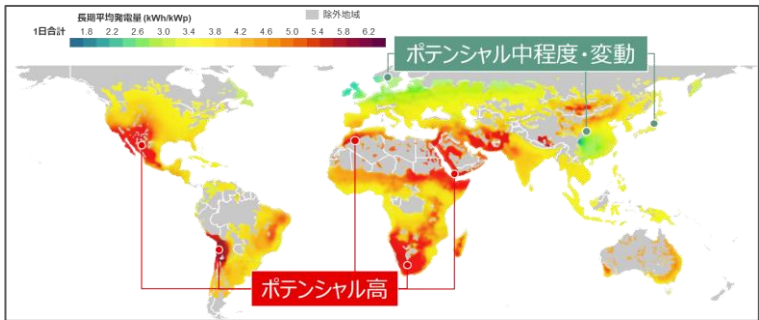
再エネのポテンシャルは世界で遍在しており、導入コストは日射量、風況、土地制約などで国ごとに異なる

☀️ 太陽光

💨 風力

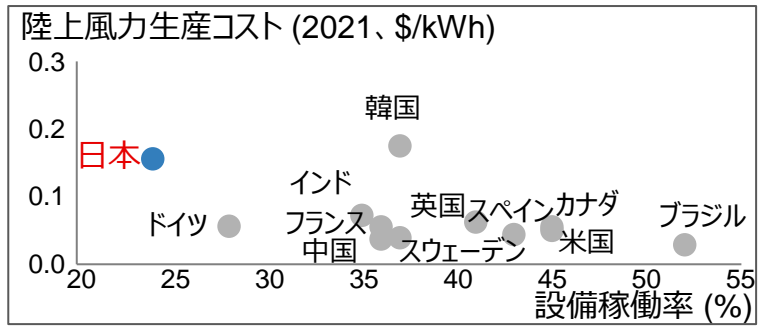
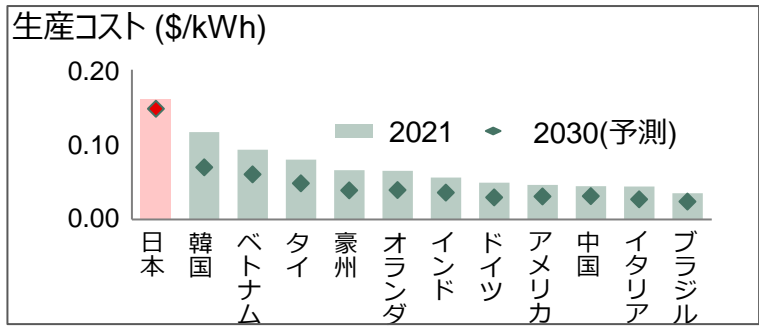
ポテンシャル

地域偏在



生産コスト

日射量/風況
土地制約



② 電力系統接続性 | グリッド接続の日欧米比較

再エネの出力変動性の吸収方法、コストは送配電網の形状・接続状況で異なる。
島国で送配電網が閉じた日本では、バックアップ電源の低排出・CN化が再エネ最大化に求められる

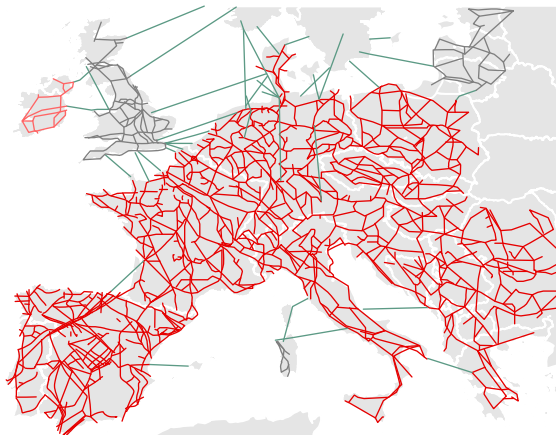
EU (国家間での接続)



米国 (地域間での接続)

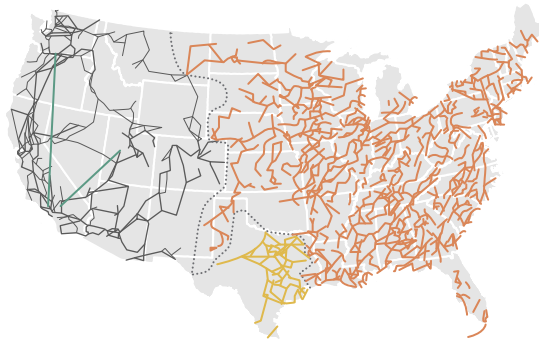


日本 (地域毎に独立)

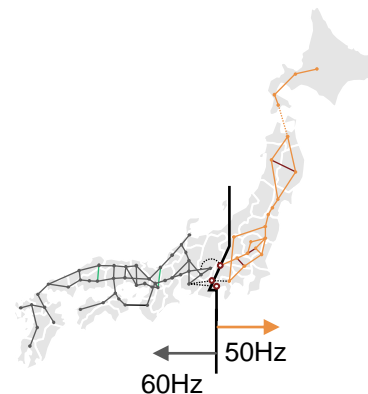


- 国際的で広域の相互接続
- メッシュ状のグリッドネットワーク

➡ 再エネ変動性は系統内の需給調整で吸収可能



- 各地域の広域相互接続
- 西部・東部・南部それぞれのメッシュ状のグリッドネットワーク

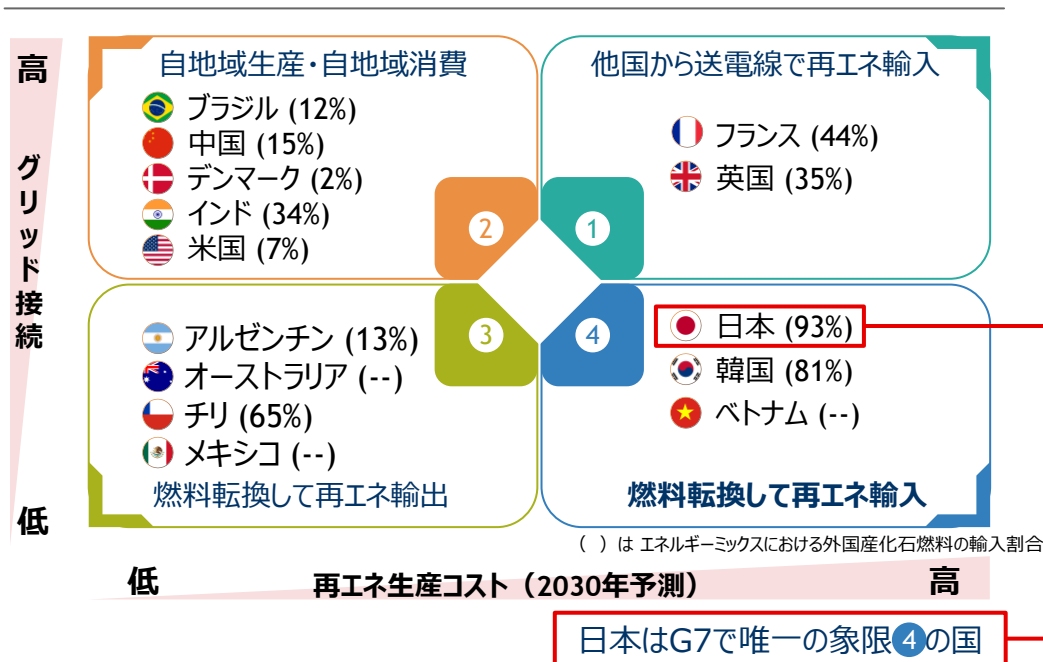


- 国際接続無し
 - 系統運用周波数は東西で分離
 - メッシュ状ではない、ハブ型ネットワーク
- ➡ 変動制調整のための火力のCN化がカギ

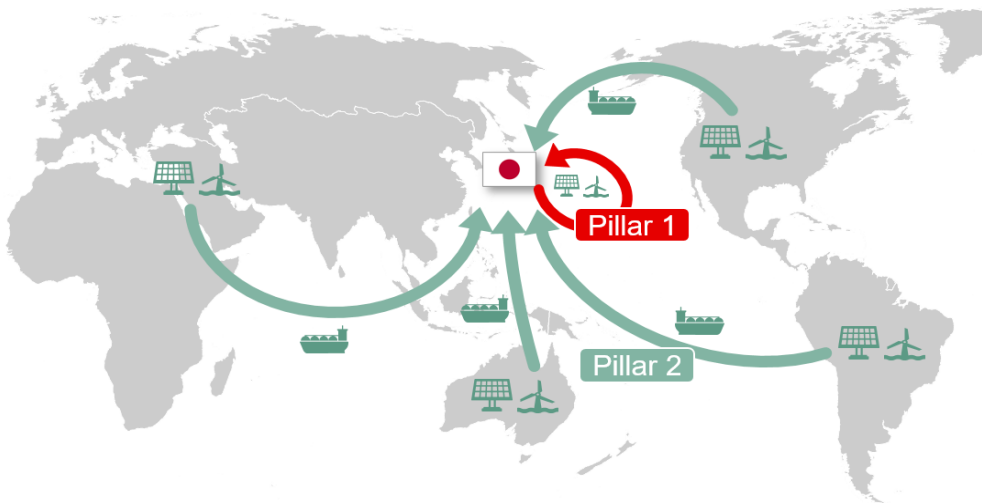
日本独自技術の背景 | 系統/再エネコストを踏まえた日本の方向性

再エネ生産コストの高低、電力送配電グリッドの高低で、国ごとの戦略は4つの象限に区分できる
 象限④（再エネコスト高、グリッド接続低）の国々では、国内再エネの最大化に加え、
 海外連携（輸入）と次世代技術開発（浮体式・次世代原子力）などが選択肢となる

グリッド接続とコストに基づく4つの道すじ



日本にとってのPillar1/2 アプローチ



日本では再エネの最大化という観点で、
Pillar 1/2：国内創エネ＋海外連携（輸入）、
そして再エネ変動性吸収のための火力電源の
混焼専焼が進められているレトリックで取りまとめ

日本の電気と熱のCNは、国内創エネのPillar 1と
海外輸入のPillar 2の二つの柱が検討されている

国内での創エネルギー最大化

Pillar 1 国内創エネ

- 日本政府は再エネ・グリーンエネルギーの最大化を狙っている
- **現行技術**：太陽光/着床式洋上風力の導入、既設原子力の再稼働
- **次世代技術**：次世代技術開発（ペロブスカイト、浮体式洋上風力、原子力次世代炉など）

海外からのクリーン電力輸入

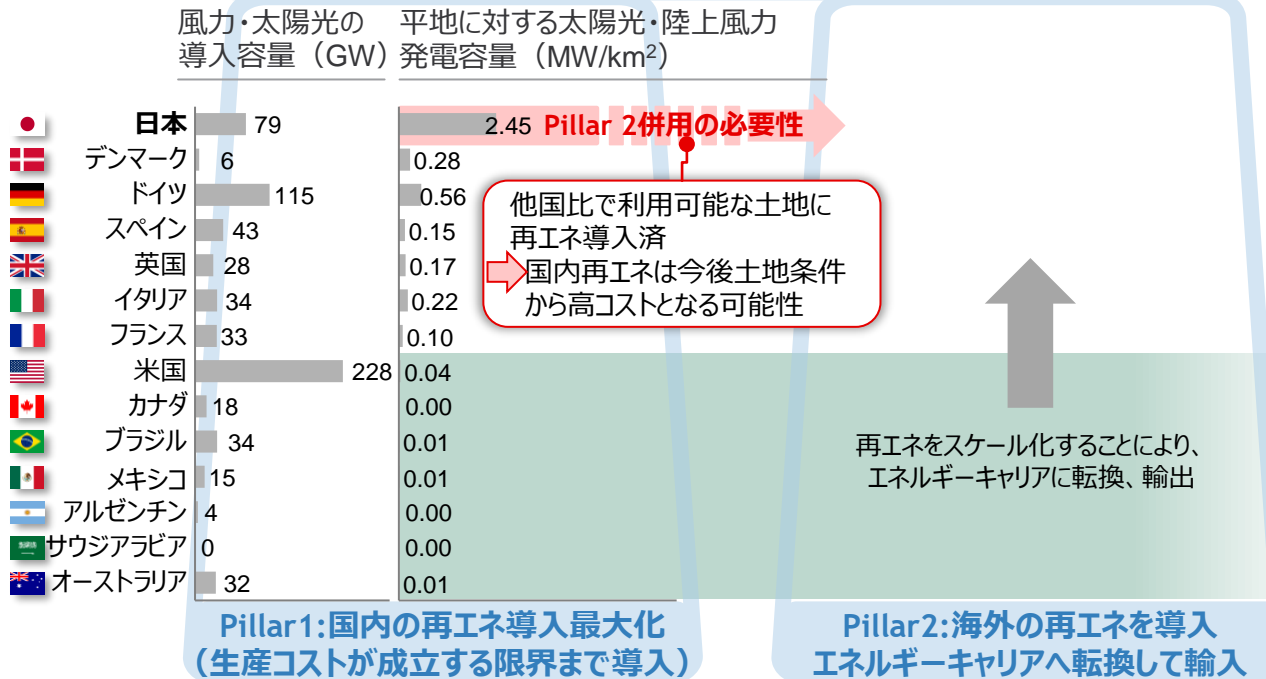
Pillar 2 海外連携

- 海外での再エネ電源開発と水素キャリアへの転換
- 水素キャリアの海上遠距離輸送手段の確立
- 需要側での水素利用技術（アンモニア/水素混焼・専焼、e-メタン）の開発と導入

日欧米の再エネ導入ステージの差

国内での再エネ導入が一定以上進捗した日本は、Pillar2の海外輸入が重要であり、その後に浮体式・次世代原子力などの技術進捗に合わせたPillar1のポテンシャルと合致させることが求められる

Pillar2による海外再エネを輸入しつつ、Pillar1の新技術の開発（浮体式、原子力新增設等）の次世代技術開発でエネルギー転換を図っていく必要



日本の「電気と熱」CNにおけるポジティブテクノロジーリスト(“白書2.0”)

白書2.0では7つの技術につきお客様/政府とのエンゲージメント活動を通じて得られた知見を記載

白書2.0でカバーする内容

Pillar 1
国内創エネ



①風力

後段で
ご紹介



②太陽光



③送配電

後段で
ご紹介



④原子力



⑤産業の電化
(ヒートポンプ等)



⑥水素由来・
バイオ由来燃料

後段で
ご紹介



⑦CCUS

Pillar 2
海外連携

各テクノロジーの概要

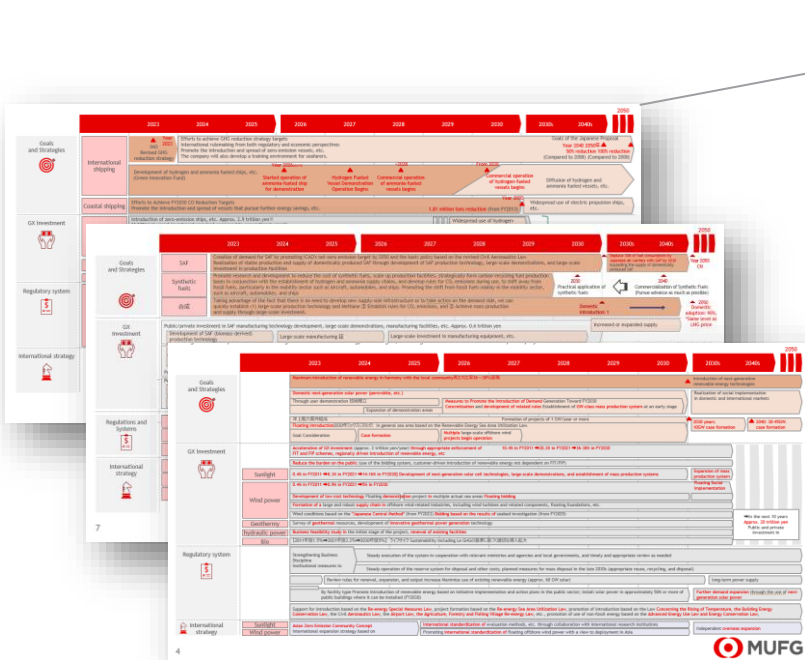
日本のマクロ状況に基づく当該技術の必要性

日本のGX政策での検討内容

各種企業の取り組み
(技術ごとにケーススタディとして多数掲載)

GX実現に向けた基本方針が掲げるロードマップ

S + 3E原則に基づき、日本政府はGX政策において22領域のロードマップを策定



白書2.0でカバーする
Pillar1/2技術も包含

GX実現に向けた基本方針

1. 水素・アンモニア
2. 蓄電池産業
3. 鉄鋼業
4. 化学産業
5. セメント産業
6. 紙・パルプ産業
7. 自動車産業
8. 資源循環産業
9. 住宅・建築物
10. 脱炭素目的のデジタル投資
11. 航空機産業
12. ゼロエミッション船舶(海産産業)
13. バイオものづくり
14. 再生可能エネルギー
15. 次世代ネットワーク(系統・調整力)
16. 次世代革新炉
17. 運輸分野
18. インフラ分野
19. カーボンサイクル燃料(SAF、合成燃料、合成メタン)
20. CCS
21. 食料・農林水産業
22. 地域・くらし

白書における発信のポイント(1/4) | クリーンエネルギーの導入

日本の独自技術のみではなく、国内創エネ + 海外輸入とそれを必要とする
混焼・専焼技術の全体につき、官民連携で磨き込みが進められていることを発信

Pillar 1 : 国内創エネ

Pillar 2 : 海外輸入

再エネ

原子力 & 火力 + CCUS

水素・アンモニア

50-60%

30-40%

0-10%

電源構成
(2050年)



マクロ要素
(国の背景・状況)

- 島国日本での「洋上風力」のポテンシャルの大きさ
- 平地・浅瀬割合の低さ
- コスト重視の導入推進

- 安定したベースロード電源確保とそのCN化の必要性

- 再エネ変動性吸収/バックアップとしての既設火力CN化の重要性



ミクロ要素
(技術含めた進捗)

- 着床式: 足許 1 GW/年程度で着実に拡大
- 浮体式: 複数プレイヤーでの開発・実験が推進

- 既設: 再稼働に向け着実にバックエンドでの取組推進
- 新增設: 既設と並行し、ポテンシャルの精査が進む

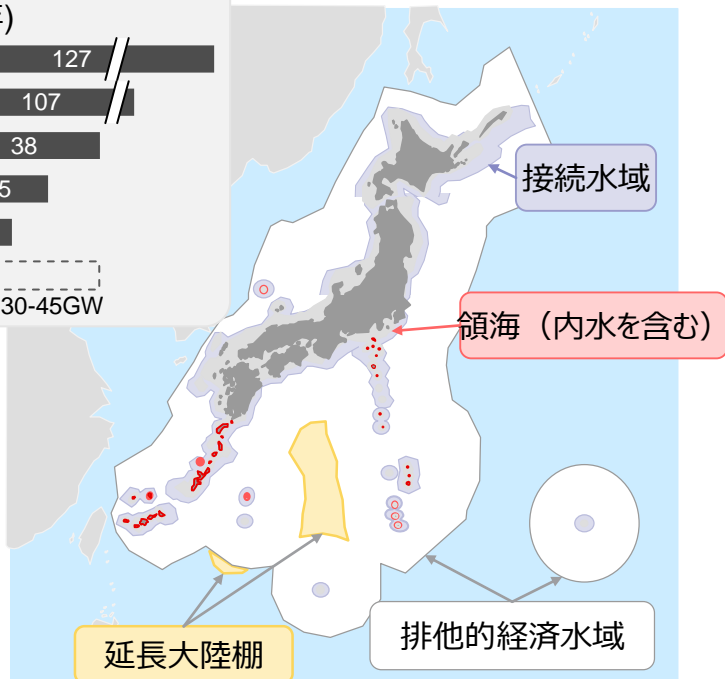
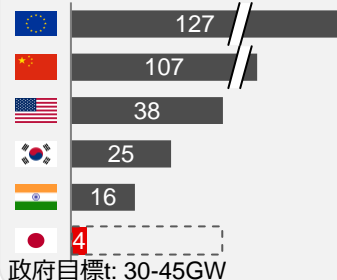
- 政府目標、ロードマップ、重工業メーカーと電力事業者の技術・事業の磨き込み、政策支援が一体化

白書における発信のポイント(2/4) | 洋上風力

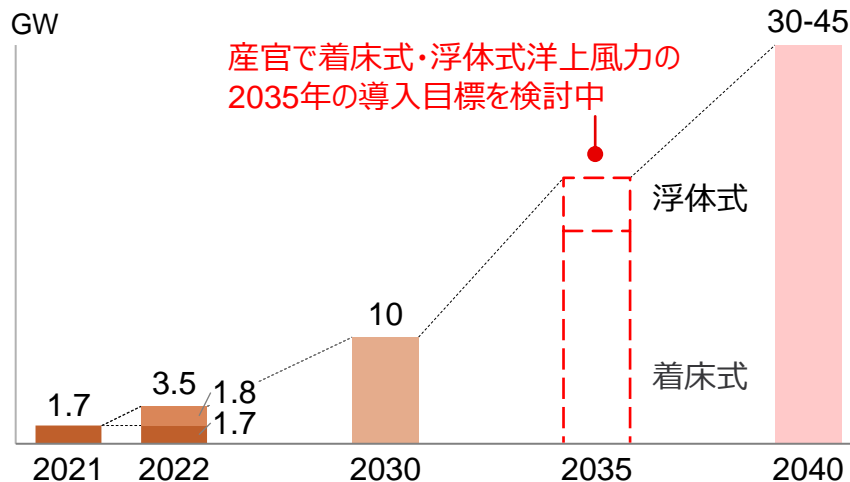
着床式洋上風力を中心に国内再エネは足元拡大が進められており、今後のポテンシャルを実現するためには浮体式も検討が進められている

日本における洋上風力のポテンシャル

洋上風力発電容量
(2040年)



日本の洋上風力の目標と進捗



- ラウンド1 (事業者選定済)
地域: 秋田県 (能代市・三種町・男鹿市沖/由利本荘市沖)、千葉県銚子市沖
- ラウンド2 (事業者選定評価中)
地域: 秋田県 (八峰町・能代市沖 / 男鹿市・潟上市・秋田市沖)、新潟県村上市・胎内市沖、長崎県西海市江島沖
- 候補地域選定及び関係者との調整を実施中
- 洋上風力産業ビジョン (第一次) 目標

白書における発信のポイント(3/4) | 水素由来・バイオ由来燃料

政府と産業界の取組みが一体で進捗、単一企業の取組みに比べ中断・断念リスクが僅少化されている進捗がある

政府

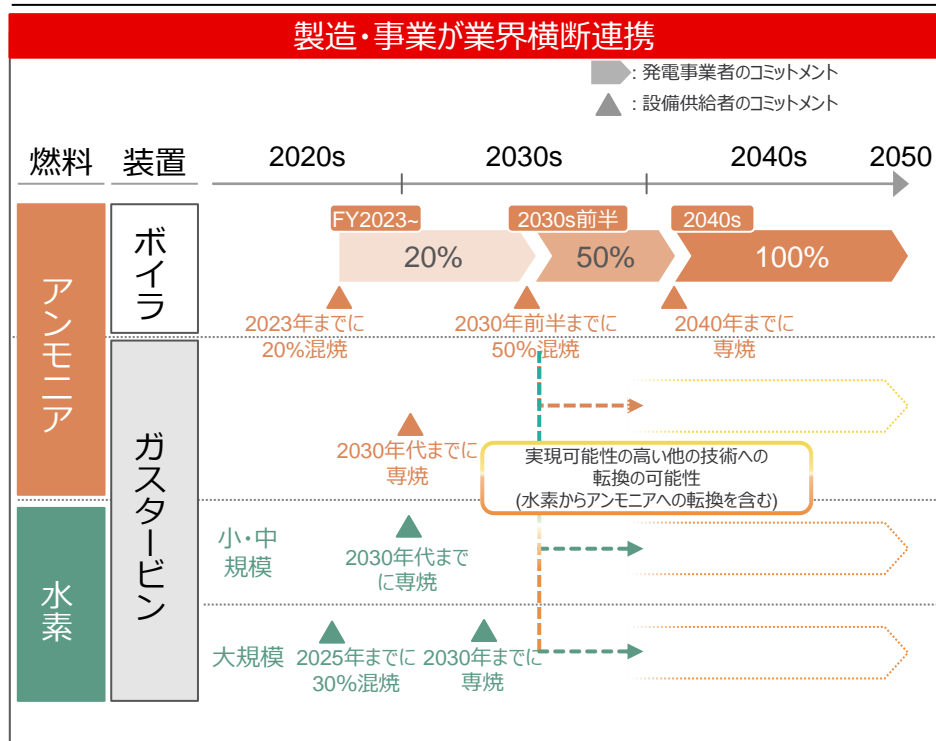
政府のコミットメント			
電源構成への織込 + 価格/導入量のコミットメント			
		水素価格 (Nm3あたり)	導入量
現在	0%	100円	200万トン
2030	1%	30円	300万トン
2050	10%	20円	2000万トン

政策支援

将来の価格下落、導入量コミットメントを実現するため、政策を通じて、民間でのスケールを支援

- ・ 値差補填：既存燃料に比べた水素燃料の価格差を15年程度支援する仕組みの導入
- ・ 長期脱炭素電源オークション：水素・アンモニア混焼・専焼を行うために新設・更新する電源を対象に、落札すると20年間固定費相当金額の収入を保証

産業界（水素/アンモニア混焼の技術導入ロードマップ）

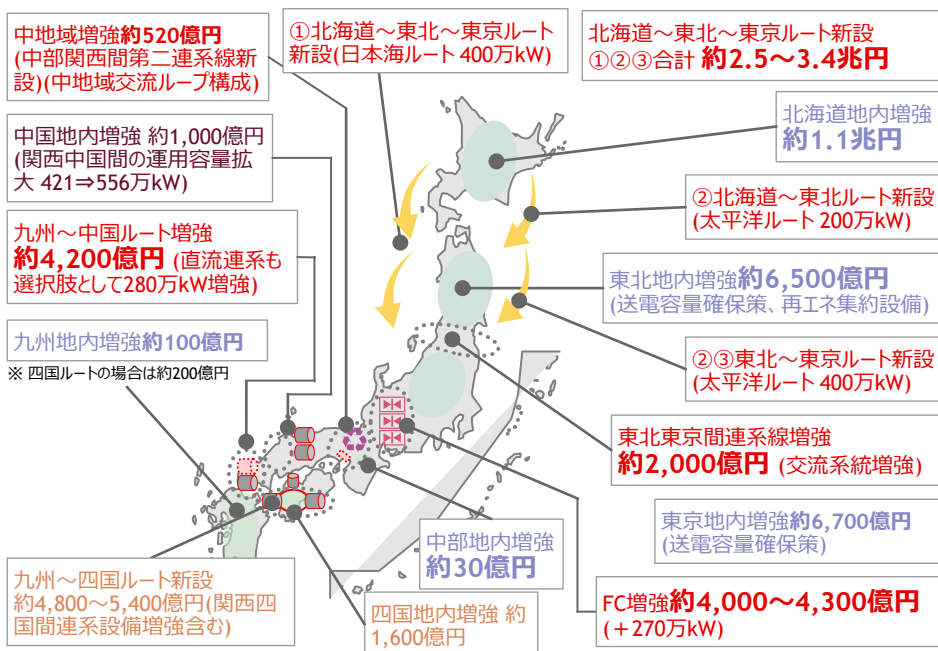


白書における発信のポイント(4/4) | 日本の系統増強マスタープラン

日本では再エネ導入拡大のために「連系線増強」と「地内増強」を組み合わせ、総額6~7兆円の投資を計画

マスタープラン上の系統増強範囲

(凡例) : 連系線増強
: 地内増強
: 将来の選択肢



マスタープラン実行における投資対効果

必要投資額 ¹	約6-7兆円
費用便益比(B/C) ¹	0.7 ~ 1.5
年間コスト ^{1,2}	約5,500 ~ 6,400億円/年
年間便益(純便益)	約4,200 ~ 7,300億円/年 (約▲2,200-1,800億円/年)
削減された燃料費 ³	約3,300～6,700億円/年
削減されたCO2対策コスト (削減されたCO2排出量)	約780億円/年 (約2,430万 t /年)
アデカシー便益 ⁴	約310億円/年
送電ロス	約▲430～▲250億円/年
システムの安定性	地域間連系の複線化による周波数安定性の向上、災害時等のバックアップ機能の強化
再エネ比率	増強後47% (50%) 増強前43%
出力制御率	増強後12% (7%) 増強前22%

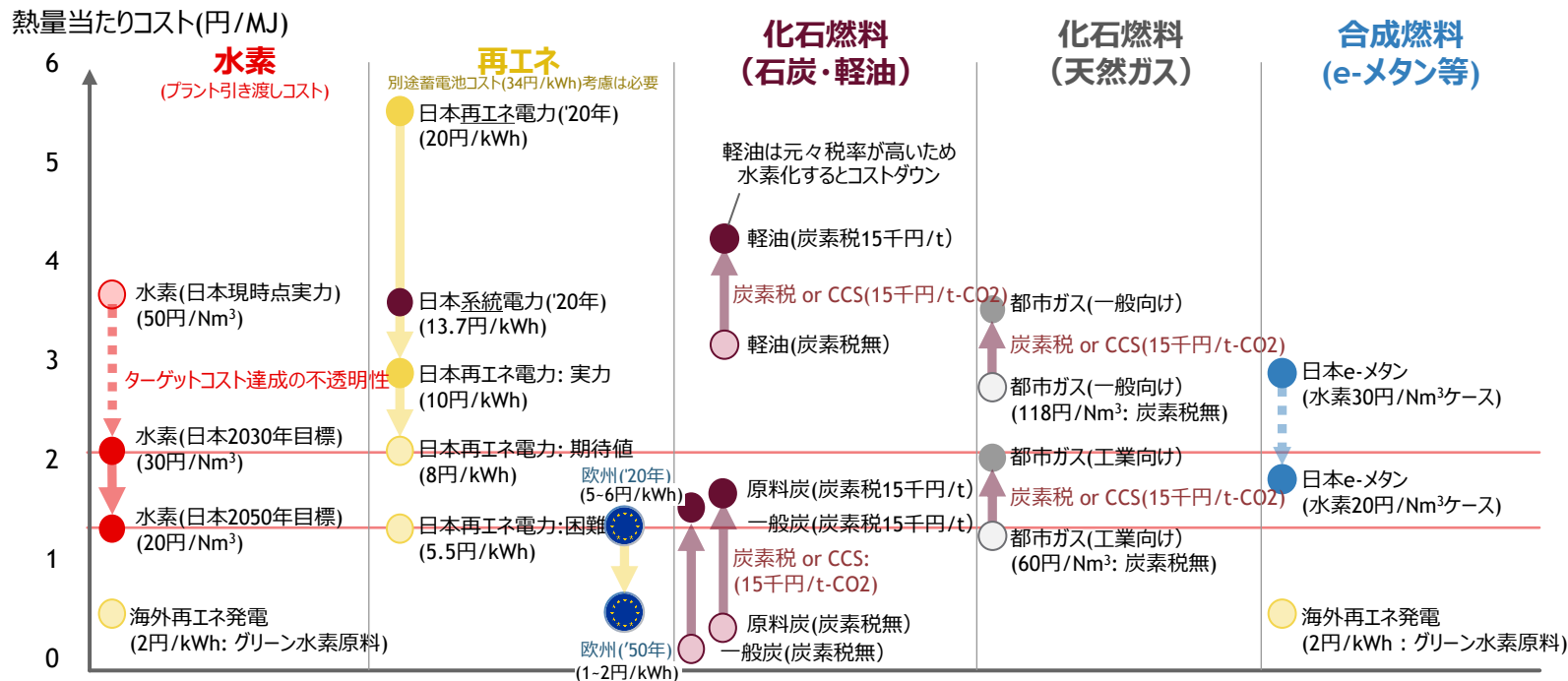
※ () は系統増強以外の施策として、電源側の立地の最適化等を行った場合の参考値

1 HVDCコスト幅等を考慮して試算; 2 費用をもとに右の年経費率にて算出 架空送電(7.9%)、地中送電(9.0%)、変電(10.7%); 3 燃料価格想定の下限～上限を考慮; 4 系統増強によるエリア間融通拡大効果のうち電源予備力削減や停電期待量削減の観点から得られる便益を貨幣価値換算するもの
Source: 経産省「マスタープラン策定に向けた検討状況について(長期展望(案)について)」(2022/12)



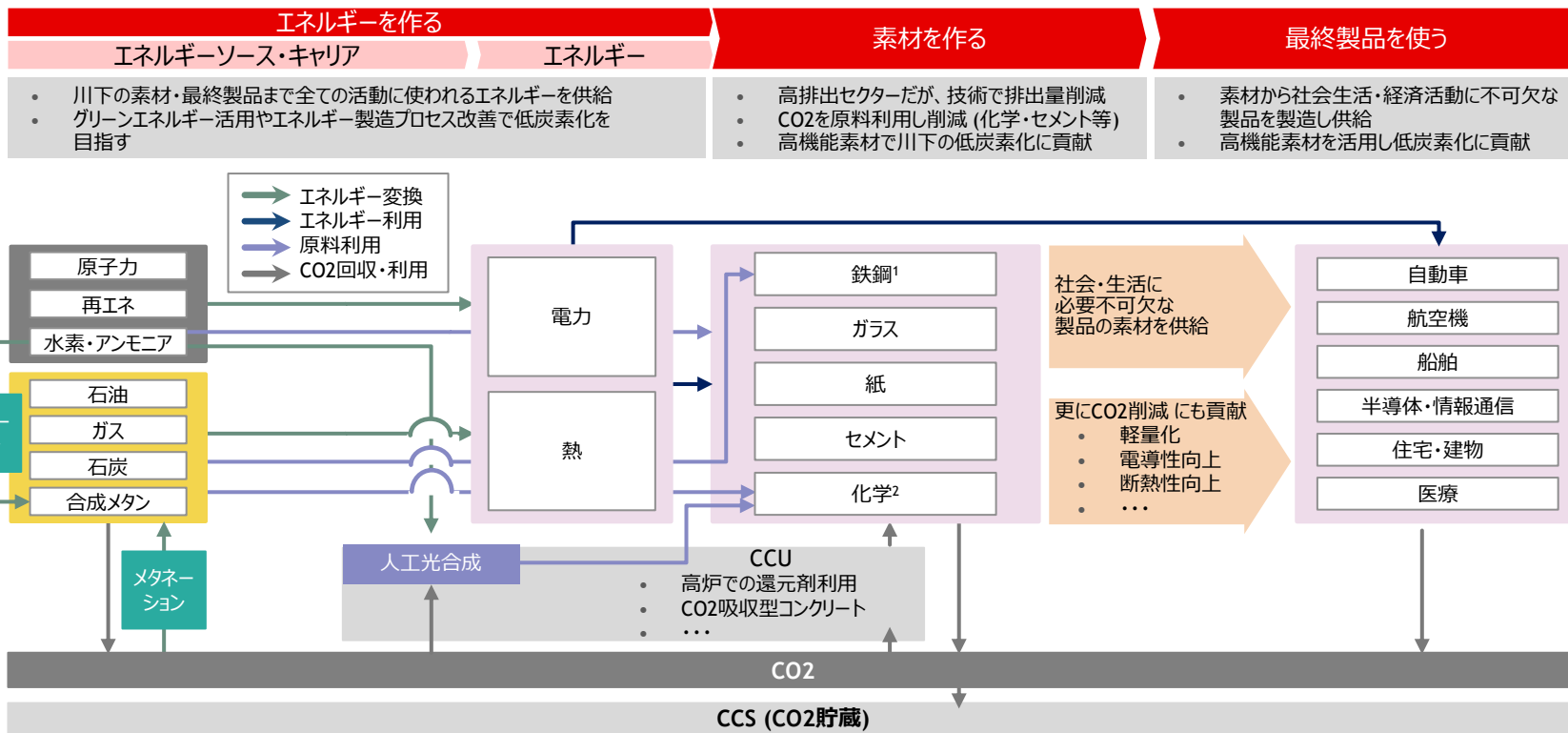
日本のエネルギーコスト

新技術はどの領域でも目標とする価格の実現は確実ではないため、幅広い投資が求められている。
更に、新技術を実装した場合も他国比で日本のエネルギーコストが高い状況は続く見込み



Source: 各種公開情報を基にした分析

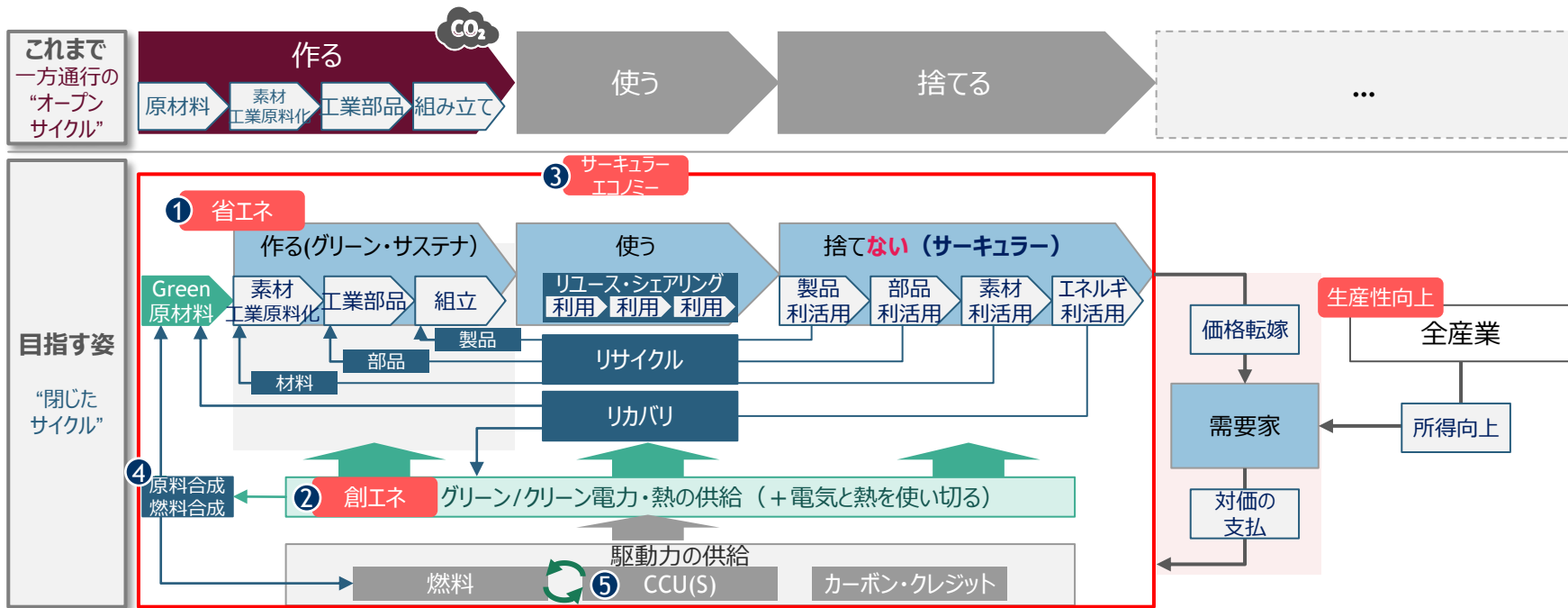
「白書1.0」で整理した産業連関



1. 原料としての石油利用は、鉄鋼業界において限定的 2. 原料としての石炭利用は、化学業界において限定的

日本型循環型社会の高度化

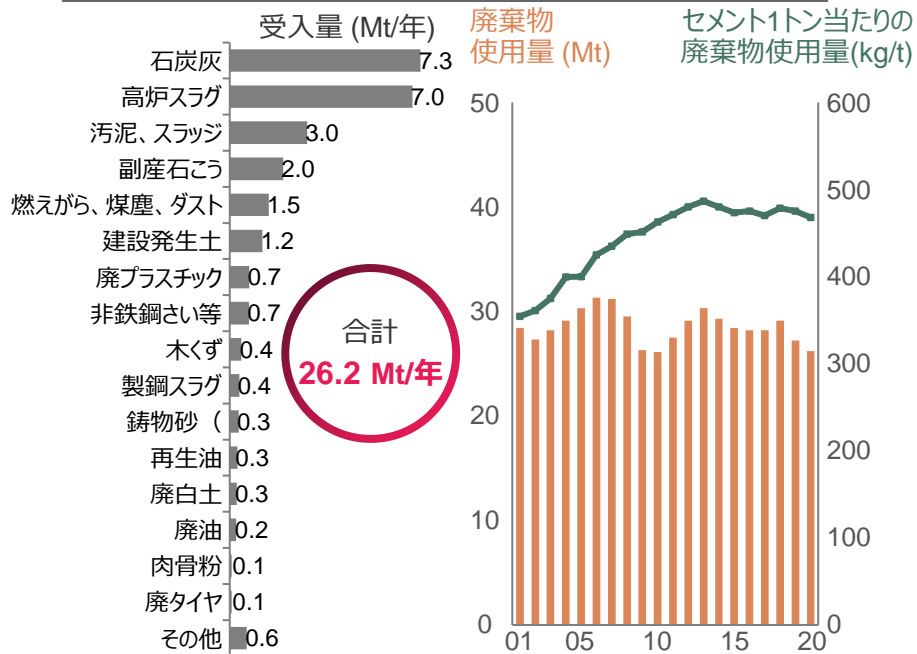
省エネ/生産性改善、モノを捨てずに大切に使う(=循環型社会)、新たなエネルギー源の可能性を追求、の基本動作継続/強化を通じ、CNにより今後押し上げられることが想定されるコストと向き合っていく必要



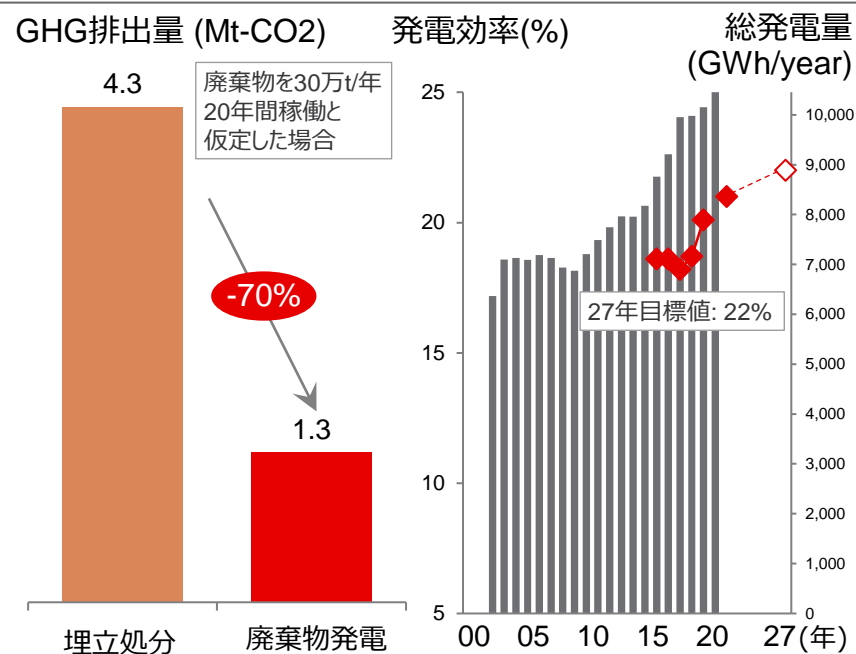
日本における循環型社会の基盤

日本は資源不足から、廃棄物をセメント生成や発電で活用する循環型社会モデルの基盤が既に存在

廃棄物再活用を通じたセメント生成



廃棄物発電を通じた熱リカバリー



Source: 経産省、環境省、日本産業機械工業会 等

「日本型循環型社会」を高度化するための4つのカギ



省エネ

エネルギー使用側での徹底した効率改善/高度化を通じ、消費の無用な膨らみを抑制



創エネ

Pillar 1/2を進める事を通じて、国内産のグリーン/クリーン電力の発展を追及



サーキュラーエコノミー

循環モデルを構築して、日本の産業競争力強化に繋げる

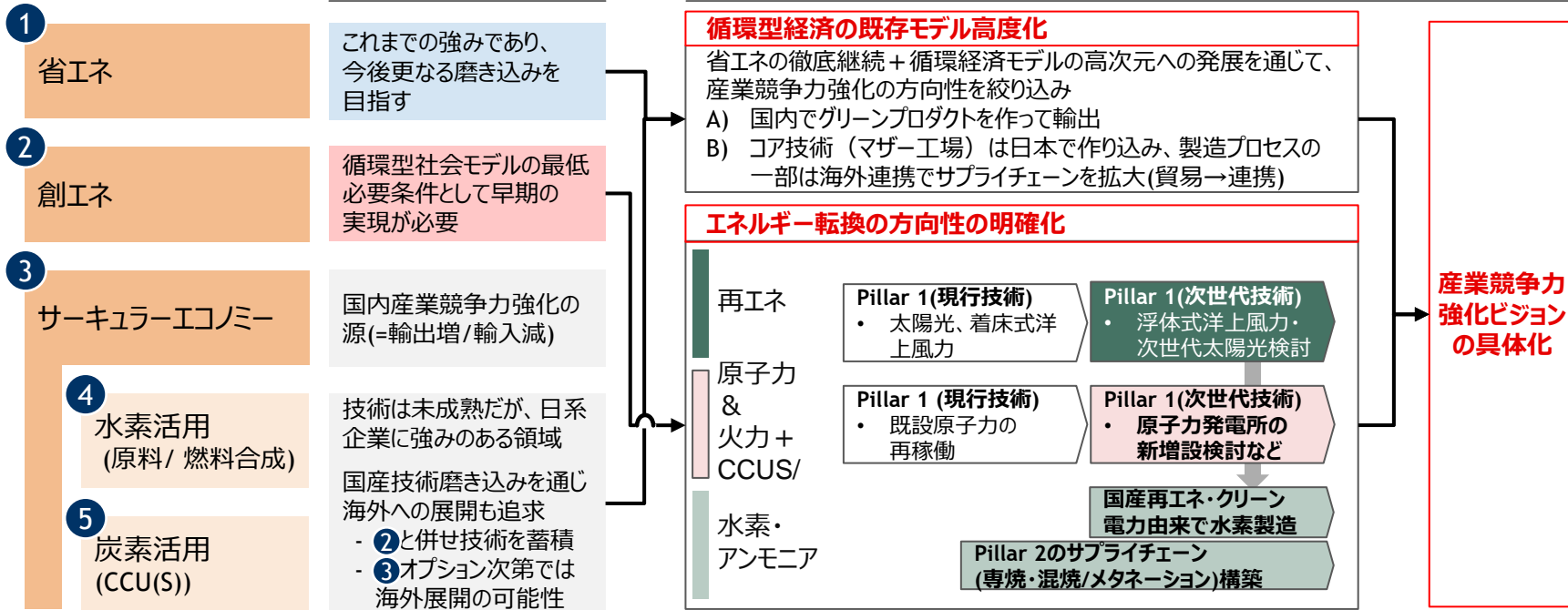


生産性向上

所得改善により価格転嫁を実現可能な水準まで引き上げ

日本型循環型社会高度化に向け必要なアクション

日本にとっての意味合い 循環型社会移行におけるカギとなるアクション

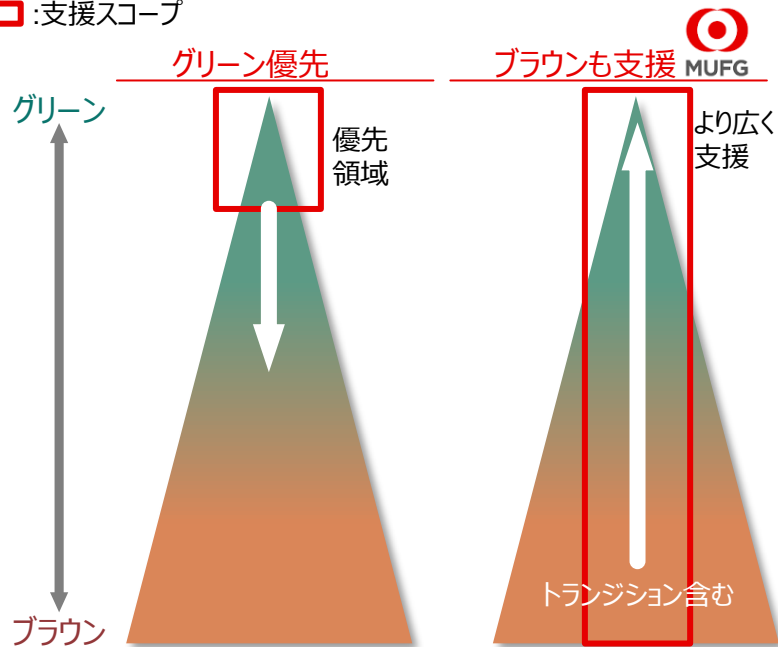


日本型循環型社会構築には既にある土台を更に高度化するとともに、「創エネ」実現を通じ産業競争力強化の方向性具体化が必要

白書2.0を踏まえMUFGが今後取り組むこと

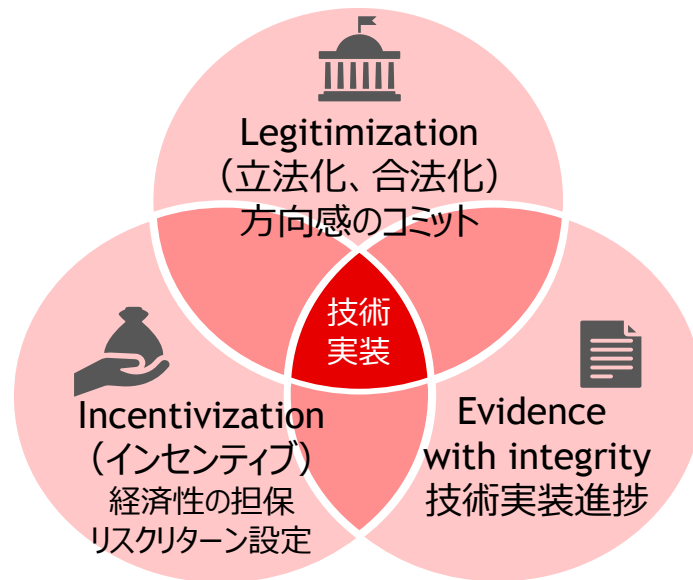
金融支援の「入口」

□: 支援スコープ



MUFGはブラウン領域を入り口で
支援対象から除くスタンスは取らない

金融支援の「出口」



投融资実行にあたっては、MUFGが事業性を精査する
際に用いる3要素の充足を確認して行っていく

世界が進むチカラになる。



Appendix

ポジティブテクノロジーの概要

ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

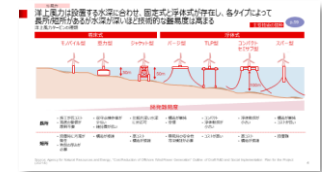
ポジティブ技術1：風力発電サマリー 1/2

技術の概要

- 風力発電は、まず陸上と洋上に大別され、陸上の社会実装が一定進んだ現在は洋上風力が新たな成長領域
- 洋上風力は設置する水深に合わせ、着床式と浮体式が存在し、各タイプによって長所/短所があるが水深が深いほど技術的な難易度は高まる
- 洋上風力のサプライチェーンは、風車の製造と発電に大別され、前者は素材からナセル（含む発電機や増速機）といったコア部品まで含む
 - 洋上風力のサプライチェーンは自動車並みの約2万点の部品を要し、産業波及が大きいのが特徴

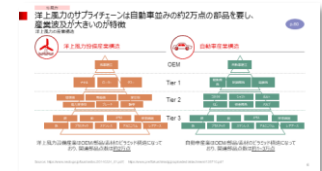
日本における背景と必要性

- 日本における必要性は製造と発電の2つの観点で存在
 - 製造：政府目標である2040年までに6割まで国内生産を高め産業振興を図るとともに国内の安定供給を確保し、更には海外での事業展開を目指す
 - 発電：2050年に向け再エネ比率を政府目標の50-60%まで高めるための切り札



洋上風力のサプライチェーン

部品	材料	加工	組立	検査	出荷
ブレード	FRP	切削	組立	検査	出荷
ギヤ箱	鋼材	切削	組立	検査	出荷
発電機	鋼材	切削	組立	検査	出荷
変圧器	鋼材	切削	組立	検査	出荷
基礎	コンクリート	切削	組立	検査	出荷



洋上風力に関する詳細情報リスト

項目	内容
1. 概要	洋上風力発電の概要、特徴、メリット・デメリット
2. 市場動向	世界の洋上風力発電市場の動向、成長率、主要国
3. 技術動向	洋上風力発電の技術動向、新技術の開発
4. 政策動向	各国の洋上風力発電政策、支援策
5. 課題	洋上風力発電の課題、解決策
6. 展望	洋上風力発電の今後の展望

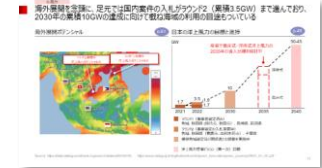
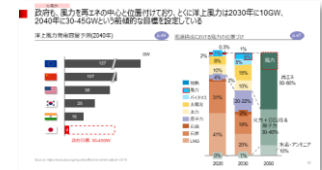
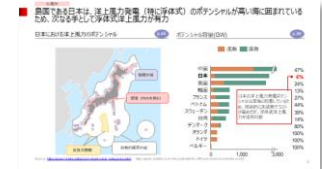
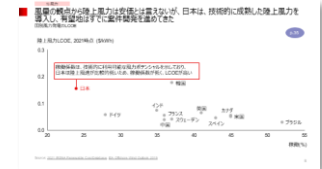
ポジティブ技術1：風力発電サマリー 2/2

日本における背景と必要性

- 風量の観点から陸上風力は安価とは言えないが、日本は、技術的に成熟した陸上風力を導入し、有望地はすでに案件開発を進めてきた
- 島国である日本は、洋上風力（特に浮体式）のポテンシャルが高い海に囲まれているため、次なる手として浮体式洋上風力が有力
 - 日本の洋上風力のポテンシャルは、着床式6%(浅瀬)、浮体式94%(深海)である。

政策と進捗

- 政府も、風力発電を再エネの中心と位置付けており、とくに洋上風力は2030年に10GW、2040年に30-45GWという目標を設定している
- 足元では案件の入札がラウンド2（累積3.5GW）まで進んでおり、2030年の累積10GWの達成に向けて概ね海域の利用用途もついているほか、先々の海外展開を念頭におき東南アジアで洋上風力の適地があることも確認できている



ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

ポジティブ技術2：太陽光発電サマリー 2/2

日本における背景と 必要性

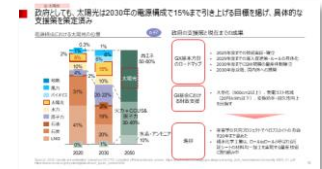
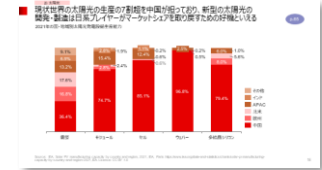
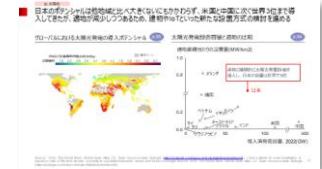
- 日本のポテンシャルは他地域と比べ大きくないにもかかわらず、米国と中国に次ぐ世界3位まで導入してきたが、適地が減少しつつあるため、建物やIoTといった新たな設置方式の検討を進める必要がある

政策と進捗

- 製造の観点では、現状世界の太陽光発電設備生産の7割超を中国が担っており、新型の発電設備の開発・製造は日系プレイヤーがマーケットシェアを取り戻すための好機といえる
- 政府としても、太陽光は2030年の電源構成で15%まで引き上げる目標を掲げ、具体的な支援策を策定済み
 - GX実現に向けた基本方針（以下、GX基本方針）¹の中で社会実装に向けたロードマップを提示
 - グリーンイノベーション（以下、GI）基金²では特にペロブスカイトの開発や大規模製造の支援を行っており、課題だった耐久性や生産方式に進捗が見られる

ケーススタディ

- AGC：建材一体型太陽光発電の開発



1. 2023年2月に公表された政府の基本方針や分野別ロードマップ
2. 2020年に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）に造成された政府の2兆円基金

ケーススタディ：建材一体型太陽光発電の開発

会社概要

- 日本、アジア、欧州、米州に拠点を持ち、グローバルに素材ソリューション（ガラス、エレクトロニクス、化学、セラミックス、その他）を提供
- AGCは、製品を通じて世界の温室効果ガス排出削減に貢献すると表明

建材一体型太陽光発電（BIPV）：サンジュール®、Artlite Active

強み

- 効率的な発電（建材×発電）、高い耐久性、自由なデザイン、様々な用途での使用が可能
- 屋根以外での発電を可能にすることで、ZEB達成にも貢献
- 建築設計から設置まで一貫したサービスを提供
- 機能性：発電、多層構造による遮熱・断熱
- 用途に合わせた製品ラインナップを展開。様々な製品を開発中

製品展開

施工イメージ



透視性が高いサンジュール®SUDARE



自由な意匠性を持つ
Artlite Active

ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

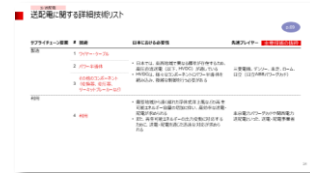
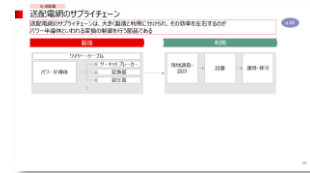
ポジティブ技術3：送配電サマリー 1/2

技術の概要

- 発電地と需要地を結ぶのが送配電網であり、天候等によって電力供給の変動が大きい再エネの導入が進むほど、地域間での電力融通に果たす役割が大きくなる
- 送配電網のサプライチェーンは、大きく製造と利用に分けられ、その効率を左右するのがパワー半導体といわれる変換の制御を行う部品である

日本における背景と必要性

- 日本における送配電網の必要性は製造と利用の2つの観点で存在
 - 製造：国内での安定供給と産業振興を目指し、国内生産基盤を構築する必要性とともに、将来的には海外での事業展開も見据える
 - 利用：2050年に向け再エネ比率を政府目標の50-60%まで高めると、太陽光や風力といった天候による発電量の変動が大きい電源の利用が増加する。また、そもそも再エネのポテンシャルは国内地域間でばらつきがある。よって、現状の安定した電力供給と再エネ導入の加速を両立するには、国内の地域間の一層の電力融通が重要



ポジティブ技術3 : 送配電サマリー 2/2

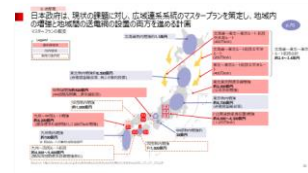
日本における背景と
必要性

- 日本の送配電はメッシュ状に整備された欧米と異なり、ハブ同士をつなぐ形状かつ、東西の分断があるため、国全体の電力融通は更に進める余地がある



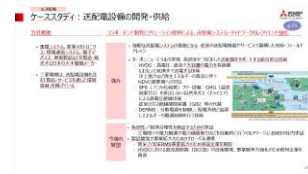
政策と進捗

- 日本政府は、現状の課題に対し、広域連系システムのマスタープランを策定し、地域内の増強と地域間の送電網の設置の両方を進める計画
- マスタープランでは合計6~7兆円の投資を想定しているが、これによって地域間で再エネを有効活用し化石燃料の利用を低減する効果や、それに伴うCO₂排出の削減が想定される



ケーススタディ

- 三菱電機 : 送配電設備の開発・供給



ケーススタディ：送配電設備の開発・供給

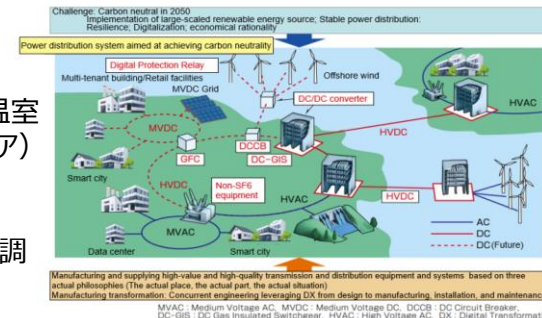
会社概要

- 重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システム、電子デバイス、家電製品などを製造・販売する日本の大手電機メーカー
- 三菱電機は、送配電設備を含む「製品・サービスを通じた環境貢献」を掲げている

コンポーネント開発とソリューション提供による、送配電システム・ネットワークのレジリエント強化

強み

- 強靱な送配電システムの基盤となる、従来の送配電機器やサービスで蓄積した技術・フィールドナレッジ
- カーボンニュートラルの実現、高効率かつ安定した送配電をサポートする総合的な技術
 - HVDC：高電圧、直流で大容量の電力を長距離にわたって低損失で送電する技術
洋上風力など再生エネルギーの普及に伴うHDVC需要増への対応
 - SF6（六フッ化硫黄）フリー設備：GHG（温室効果ガス）を排出しない自然系ガス（ドライエア）による高電圧絶縁技術
従来のガス絶縁開閉装置（GIS）等の代替
 - DERMS：分散電源を制御し、配電系統と協調しエネルギーの最適制御を行う技術



今後の展望

- 有効性／経済合理性を検証するための実証
 - 工場間での電力融通や電力価値取引などを自動的に行うマルチリージョンEMSの社内実証
- 製品開発や事業拡大のためのグローバル連携
 - 欧米でのDERMS事業拡大のため英国企業を買収
 - HVDCIにおける直流遮断器（DCCB）の技術開発、事業競争力強化のため欧州企業を買収

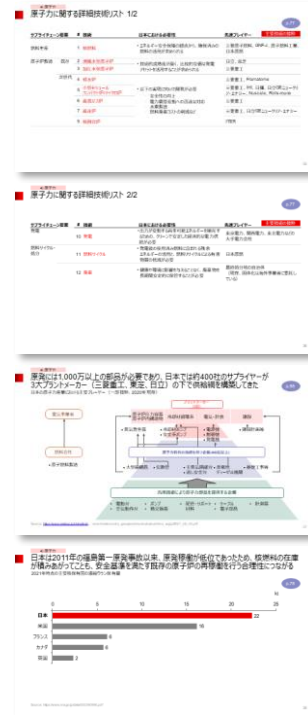
ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

ポジティブ技術4：原子力発電サマリー 2/4

日本における背景と 必要性

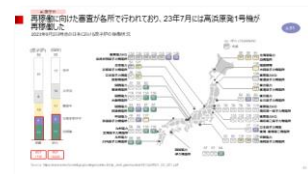
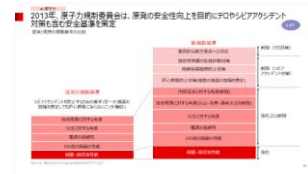
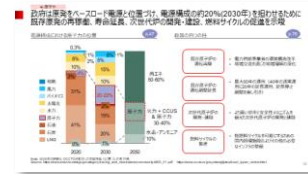
- 日本は2011年の福島第一原子力発電の事故以来、低稼働が続いてきたが、脱炭素に向け原子力発電の重要性が再度認識され始めている
- 原子力発電のサプライチェーンは以下の要素からなり、一気通貫で強化する必要がある
 - 燃料調達：既に在庫は確保済み
 - 原子炉製造：日本は1970年以降原子力発電の製造を行ってきた中で、既に国内の製造基盤があるため、今後の次世代炉の製造にも活用可能
 - 発電：安価かつCO₂排出の少ないベースロード電源は再エネの導入時に引き続き必要
 - 燃料サイクル・廃棄：燃料の有効活用や安全な廃棄の観点で強化が必要
- 原子力発電には1,000万以上の部品が必要であり、日本では約400社以上のサプライヤーが3大プラントメーカー（三菱重工、東芝、日立）の下で供給網を構築してきた
- 日本は2011年の福島第一原子力発電所事故以来、全国の原子力発電の稼働が低位であったため核燃料在庫が積みあがっていることから、安全基準を満たす既存原子炉再稼働によりエネルギー安全保障に貢献可能



ポジティブ技術4：原子力発電サマリー 3/4

政策と進捗

- 政府は原子力発電をベースロード電源と位置づけ、電源構成のうち約20%（2030年）まで担わせる計画で、このために既存原子力発電の再稼働、寿命延長、次世代炉の開発・建設、燃料サイクルの促進を示唆している
- 再稼働・寿命延長：
 - 2013年、原子力規制委員会は、原子力発電の安全性向上を目的にテロやシビアアクシデント対策も含む安全基準を策定
 - GX脱炭素電源法の中で、原則40年、最長60年までの運転が認められている
 - これらを通じ、再稼働に向けた審査が各所で行われており、23年7月には高浜原子力発電の1号機が再稼働した



ポジティブ技術4：原子力発電サマリー 4/4

政策と進捗

- 次世代炉の開発・建設：
 - 原子炉の製造では、次世代炉の開発に向け3大プラントメーカーを中心に国内外のプロジェクトに参画
 - 相対的に技術的な成熟度が高い革新軽水炉は、電力4社と三菱重工が協働し2030年代半ばの商用化を目指す
 - 政府はGX基本方針の中で、安全性を前提としたうえでの次世代炉の開発加速や建設の可能性を示唆しており、概ね2030年代からの制作・設計を行うロードマップを策定済み

—
(具体例はMHIの
ケーススタディを参照)

- 燃料サイクル促進：
 - 国内に蓄積した使用済み燃料を再度活用するための再処理工場の設置が進められる
 - 国内で長期間安定的に保管するための廃棄物処理地の選定も行われている



- 関西電力：既存原子炉の再稼働
- 三菱重工：次世代革新炉の開発

ケーススタディ



ケーススタディ：既存の原子炉の再稼働

会社概要

- 関西電力（KEPCO）は、関西地域で事業を行う、日本の大手電力会社のひとつである
- 同社は、「ゼロ・カーボン発電量で国内首位を維持」、「2025年度に発電に伴うCO₂排出量を2013年度比で半減」を表明している

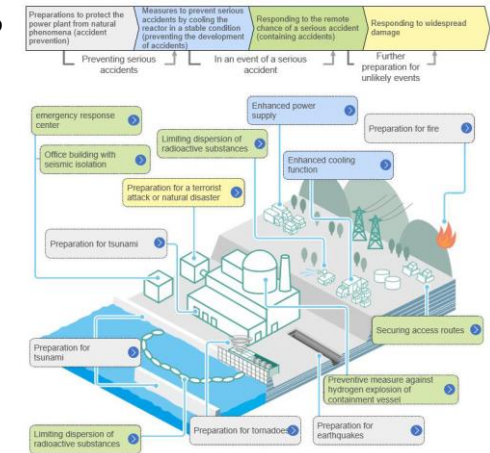
既存の原子炉の再稼働

背景

- 関西電力「ゼロカーボンロードマップ」の中では、既存炉7基の再稼働を2025年を目途に行うこととしており、12年間休止していた高浜原発1、2号機を再稼働させる方針である（※）
- 高浜原発1、2号機については、2015年4月運転期間延長申請書を提出し、2016年6月に運転期間延長の認可を取得

再稼働に向けた取り組み

- 関西電力は、新規規制基準対応やそれを超えるあくなき安全性の追求（自主的な取り組み）を着実に実施し、安全性向上対策を推進してきた
- 高浜発電所では、リスクを4つの段階に分け、各段階でその影響を最小化するための様々な対策を講じている
- ステークホルダーとの対話：規制当局および原子力発電所における地域社会とのコミュニケーション



（※）2023年9月22日付「トランジション白書2023」発刊時は上記記載であるが、現在、高浜原発1号機は2023年8月28日付、高浜原発2号機は2023年10月16日付本格運転を再開し、7基体制を実現している

ケーススタディ：次世代革新炉の開発

会社概要

- エネルギー、プラント・インフラ、ロジスティクス、熱・駆動システム、航空、防衛・宇宙を網羅するエンジニアリング・製造会社
- 国内唯一の加圧水型原子炉（PWR）メーカーとして、軽水炉発電プラントの設計・製造・保守に加え、燃料サイクル施設や原子力廃止措置など、原子力に関するほぼすべての分野でサービスを提供

次世代革新炉

商業化間近の原子炉

- 革新軽水炉（SRZ-1200）：
 - 既存の加圧水型原子炉（PWR）技術をベースに革新的な技術を導入し、世界最高水準の安全性を達成すると同時に、経済性を確保し、カーボンフリー電源として、CO₂排出量の大幅削減に貢献
 - 基本設計の80%を完了し、2030年代半ばの商業化を目指す

将来に向けて開発中の原子炉

- 三菱重工は、以下のような多様な原子炉の開発と商業化を推進している
 - 小型軽水炉（SMR）
 - 高温ガス炉
 - 高速炉
 - マイクロ炉
 - 核融合炉

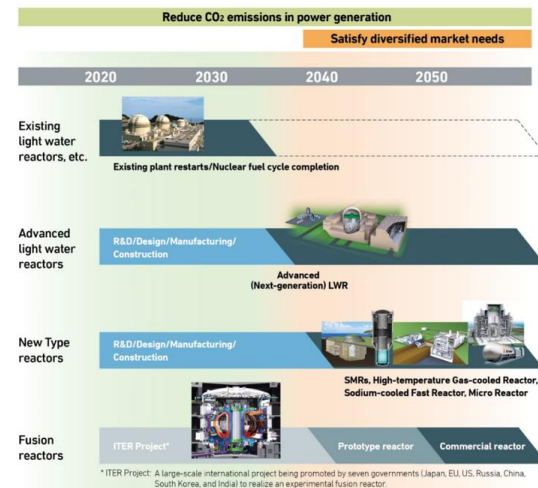


Figure 8 Nuclear Energy Roadmap Toward Carbon Neutrality

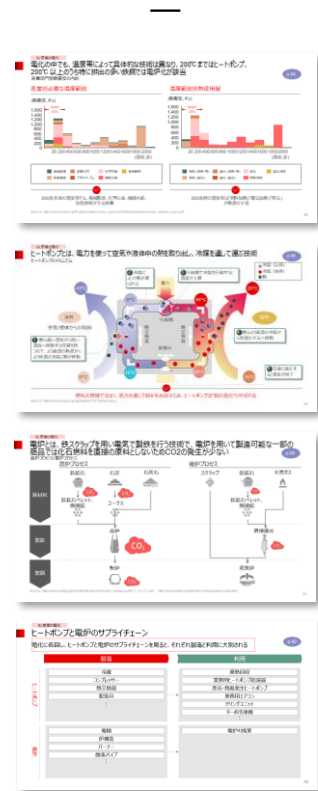
ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

ポジティブ技術5：産業の電化サマリー 1/3

技術の概要

- 産業部門の脱炭素に向けた選択肢は、燃料転換、CCUSも挙げられるが、本節では再エネや原子力発電等グリーンな電力を前提とした電化に着目
- 電化の中でも、温度帯によって具体的な技術は異なる
 - 200℃まで：ヒートポンプ
 - 200℃以上：様々な産業で電化の可能性あり
(例：特に排出の多い鉄鋼では電炉等)
- ヒートポンプとは、電力を使って空気や液体中の熱を取り出し、冷媒を通して運ぶ技術である
- 電炉とは、鉄スクラップを用い電気で製鉄を行う技術で、電炉を用いて製造可能な一部の商品では化石燃料を直接の原料としないためCO₂の発生が少ない
 - ただし、鉄鉱石やコークスの反応を通して鉄を生成する際に多量のCO₂を発生する高炉プロセスで製造可能な製品もあり、これらは燃料転換やCCUSといった別の手段での脱炭素化が検討される
- 電化に着目し、ヒートポンプと電炉のサプライチェーンを見ると、それぞれ製造と利用に大別される



ポジティブ技術5 : 産業の電化サマリー 2/3

ヒートポンプ

日本における背景と必要性

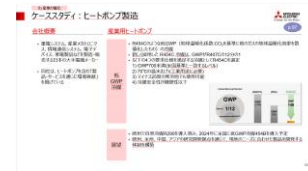
政策と進捗

ケーススタディ

- ヒートポンプのサプライチェーンは利用と製造の両面で強化の必要性がある
 - 利用：技術成熟度やインフラ制約により燃料転換やCCUSよりも実施しやすい、安価な場合の産業熱の脱炭素化手段
 - 製造：既に国際競争力がある国内メーカーを中心に一層の供給確保を行うほか、ヒートポンプの適用先の拡大に向けた開発が必要
- 政府のグリーンエネルギー戦略では、製造業を脱炭素化する手段の一つとしてヒートポンプを挙げ、年間～0.5兆円の官民投資の必要性を示している
- 現状のヒートポンプの適用範囲は100℃までの低温帯が中心だが、今後更なるヒートポンプの活用を行う場合、より高い温度帯への対応が必要となる
- また、冷媒利用から出るGHG（フロンガス等）の排出削減もヒートポンプの活用上課題となっており、政府の支援と民間の開発が行われている
- 三菱電機：ヒートポンプ製造



(具体例は三菱電機
ケーススタディを参照)



ポジティブ技術5：産業の電化サマリー 3/3

電炉

日本における背景と必要性

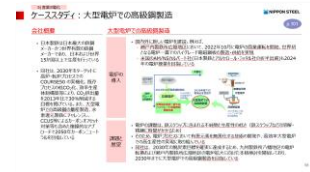
政策と進捗

ケーススタディ

- 電炉のサプライチェーンは、ヒートポンプ同様に利用と製造の両面で強化の必要性がある
 - 利用：高炉が全体排出の7割を占めるため、電化の余地が大きい。今後の技術進歩とともに電炉で製造可能な製品ラインナップが拡大すれば電化は適用範囲も広がり、燃料転換やCCUSと併せて一層有効な脱炭素手段となる
 - 製造：電炉の供給を確保するとともに、高炉で製造してきた製品を電炉生産に切り替える場合の製造手法の確立が必要
- 政府はGX基本方針において、グリーンスチールの製造に向けて水素利用（水素由来・バイオ由来燃料で記載）に加え電炉活用方針を出しており、呼応して鉄鋼メーカーも技術開発を中心に電炉の導入を積極化している
- 電炉の導入に当たって、鉄スクラップの入手可能性や、電炉ではスクラップから混入する不純物により製造可能な製品に限られるという課題が存在しているが、業界横断の研究開発により技術的な進捗が明確化している
- 日本製鉄：大型電炉での高級鋼製造



(具体例は日本製鉄ケーススタディを参照)



ケーススタディ：ヒートポンプ製造

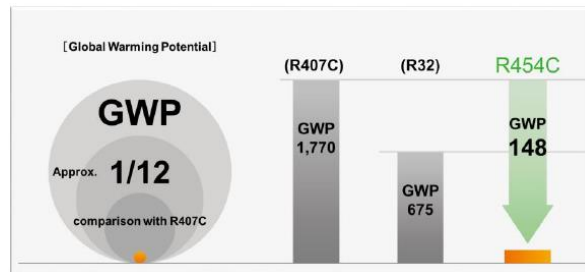
会社概要

- 重電システム、産業メカトロニクス、情報通信システム、電子デバイス、家電製品などを製造・販売する日本の大手電機メーカー
- 同社は、ヒートポンプを含む「製品・サービスを通じた環境貢献」を掲げている

産業用ヒートポンプ

低GWP冷媒

- R454Cのような低GWP（地球温暖化係数:CO₂を基準に他のガスの地球温暖化効果を数値化したもの）の冷媒
- 新しく採用した R454C 冷媒は、GWPがR407Cの12分の1
- 以下の4つの要求仕様を満足する冷媒としてR454Cを選定
 - GWP700未満(米国基準と一致するレベル)
 - 70℃の温水出力(工業用途に必要)
 - マイナス25度の寒冷地でも使用可能
 - 冷媒安全性が微燃性以下



展望

- 欧州で自然冷媒R290を導入済み、2024年に米国に低GWP冷媒454Bを導入予定
- 欧州、米州、中国、アジアの研究開発拠点を通じて、現地のニーズに合わせた製品を開発する体制を構築

ケーススタディ：大型電炉での高級鋼製造

p.101

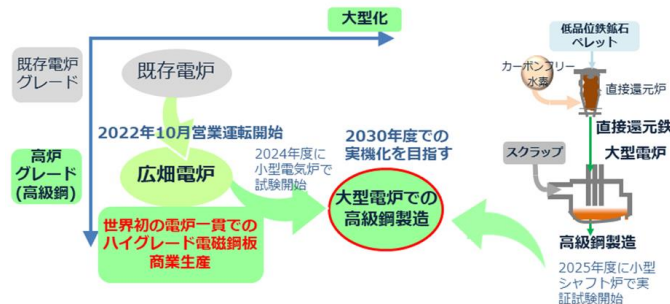
会社概要

- 日本製鉄は日本最大の鉄鋼メーカーかつ世界有数の鉄鋼メーカーであり、日本および世界15か国以上で生産を行っている
- 同社は、2030年をターゲットに高炉・転炉プロセスでのCOURSE50の実機化、既存プロセスの低CO₂化、効率生産体制構築等により、CO₂排出量を2013年比で30%削減する目標を掲げている。また、大型電炉での高級鋼の量産製造、水素還元製鉄にチャレンジし、CCUS等によるカーボンオフセット対策等も含めた複線的なアプローチで2050年カーボンニュートラルを目指している

大型電炉での高級鋼製造

電炉の導入

- 国内外に新しい電炉を建設。例えば、
 - 瀬戸内製鉄所広畑地区において、2022年10月に電炉の商業運転を開始、世界初となる電炉一貫でのハイグレード電磁鋼板の製造・供給を実現
 - 米国のAM/NSカルバート社(日本製鉄とアルセロール・ミタル社の折半出資)も2024年の電炉操業を目指している



課題と展望

- 電炉の課題は、鉄スクラップに含まれる不純物と生産性の低さ（鉄スクラップなどの溶解・精錬に時間がかかるため）
- そのため、電炉プロセスにおいて有害元素を無害化する技術の開発や、高効率大型電炉での高生産性の実現に取り組んでいる
- 同社は、2030年の脱炭素目標を確実に達成するため、九州製鉄所八幡地区の電炉転換および瀬戸内製鉄所広畑地区の電炉拡大に向けた本格検討を開始しており、2030年までに大型電炉での高級鋼製造を目指している

ポジティブテクノロジーの概要

1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 1/7

技術の概要

- 化石燃料に代わるクリーンな燃料として、ここでは水素、アンモニア、バイオ燃料、合成燃料を水素由来・バイオ由来燃料と呼ぶ
 - 特にグリーン水素およびそのキャリア（アンモニア等）は、再エネポテンシャルの豊富な国々から燃料の形で再エネを輸入する方法である

- 脱炭素に向けて、電化やCCUSに並ぶ選択肢である燃料転換に用いられるのが本節の水素由来・バイオ由来燃料である

- 水素由来・バイオ由来燃料のサプライチェーンは製造、輸送、需要/利用からなり、燃料やそのアプリケーションが多様であることから様々なパスが存在している

- 水素由来・バイオ由来燃料は海外からの輸入を可能とすべく早期に調達を確保するとともに、合わせて下流の需要/利用までの社会実装が、各アプリケーションの脱炭素の実現上重要

- 日本は世界に先駆けてLNGサプライチェーンを構築した実績があり、水素由来・バイオ由来燃料でも同様に国際連携を通してサプライチェーンを構築する方針

- 日本における必要性は、それぞれのサプライチェーン要素ごとに語ることができる（次ページ）



日本における背景と必要性

ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 2/7

日本における背景と 必要性

<需要/利用>

• 発電

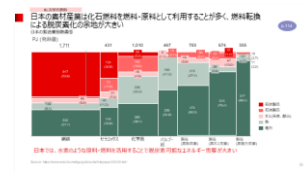
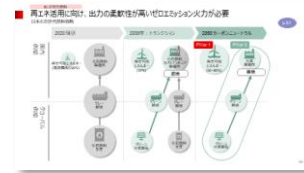
再エネ活用に向け、出力の柔軟性が高いゼロエミッション火力が必要

- 今後、電源構成に占める再エネの比率が更に高まり、天候等による出力変動を吸収する必要あり
- 日本の送配電網の分断を踏まえると、既に全国に配置されている火力発電所の脱炭素化が現実的な選択肢
- そのためには火力発電所の燃料を化石燃料から水素・アンモニアに転換（専焼・混焼）することが必要
- その際、燃料の形で輸入した再エネを国内で再度電力に変換して利用する必要がある

• 産業

日本の素材産業は化石燃料を燃料・原料として利用することが多く、燃料転換による脱炭素化の余地が大きい

- 鉄鋼：高炉プロセスでの石炭使用
- 化学：石炭自家発電の運用、原料として化石燃料を使用
- セメント：焼成時の石炭利用
- 紙・パルプ：石炭自家発電の運用



ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 3/7

日本における背景と
必要性

<需要/利用>

● 運輸

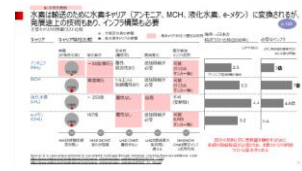
- 航空：国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）の2050年ネットゼロ目標への対応
- 船舶：国際海事機関（International Maritime Organization: IMO）の2050年ネットゼロ目標への対応

<輸送>

- 再エネ資源が潤沢な国々から日本が水素を輸入する際、海上船舶輸送が必須
- 水素は輸送のために水素キャリア（アンモニア、MCH、液化水素、e-メタン）に変換されるが、発展途上の技術もあり、インフラ構築も必要

<製造>

- 水素・アンモニア：再エネからグリーン水素を製造する手法は複数あり、商用化されているが、大量の利用に向けてさらなる効率性が必要



ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 4/7

日本における背景と 必要性

<製造>

• 合成燃料

水素とCO₂から燃料を製造するが、日本においては既存のインフラも活用できるe-メタンの活用可能性がある

- 日本のガス会社は1970年代以降、SO_xやNO_xの排出が少なく高カロリーな天然ガスの供給を行うべく、1兆円超をかけインフラを国内に整備した
- e-メタンは天然ガスと組成が近く、こうした既存のガスインフラでの供給を行いやすい

• CO₂から製造した燃料は、CO₂の由来によってネットゼロか否かが決まるため、真のネットゼロに向けた大気・バイオ由来CO₂の利用が今後のポイント

- 化石燃料由来CO₂の場合、合成燃料を通じて新規のCO₂を大気に放出
- 大気・バイオ由来CO₂の場合、大気中に存在していたCO₂のリサイクルであり、新規の排出はない

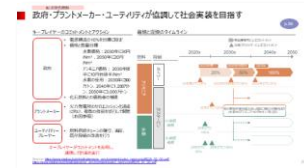


ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 5/7

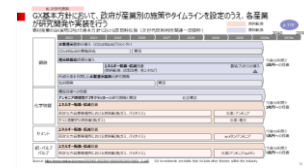
政策と進捗

<需要/利用>

- 発電
 - 政府・プラントメーカー・発電事業者が協調して社会実装が進捗
 - 政府：電源構成における水素・アンモニアを10%に設定のうえ、化石燃料との値差補填や水素供給目標を設定
 - プラントメーカー：水素/アンモニア、タービン/ボイラーと複数の技術を同時並行で開発
 - ユーティリティ：水素・アンモニアの調達確保を含む専焼・混焼の実行タイムラインにコミット
- 産業
 - GX基本方針において、政府が産業別の施策やタイムラインを設定のうえ、各産業プレイヤーが研究開発や実装を行う
 - 鉄鋼：高炉への水素注入や水素による直接還元
 - 化学：自家発電の燃料転換や、プラスチック製造における原料を代替
 - セメント：焼成時に利用される石炭をアンモニアに転換
 - 紙・パルプ：自家発電の燃料転換



※詳細は三菱重工、JERAのケーススタディ参照



ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 6/7

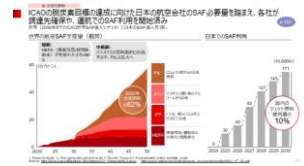
政策と進捗

<需要/利用>

- 運輸
 - 航空：ICAOの脱炭素目標の達成に向けた日本の航空会社のSAF必要量を踏まえ、各社が調達先確保や、運航でのSAF利用を開始済み
 - 海運：造船メーカーが水素由来・バイオ由来燃料を利用する船舶を開発するほか、海運プレイヤーも運航に向けたタイムラインを設定

<輸送>

- 造船・海運プレイヤー：発電などの用途を充足する量の供給に向け、各キャリアの輸送船の開発や運航オペレーションの準備を進めている
- 各ユーティリティ（アンモニア：JERA、MCH；ENEOS、e-メタン：大阪ガス等）が米国、豪州といった再エネポテンシャルの大きい国々での案件開発、調達契約を結び供給量の増加を具体化



※詳細はJALケーススタディ参照



※詳細は日本郵船ケーススタディ参照

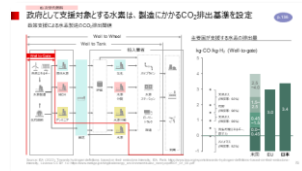
—
※詳細は日本郵船、ENEOS、大阪ガスケーススタディ参照

ポジティブ技術6：水素由来・バイオ由来燃料サマリー 7/7

政策と進捗

<製造>

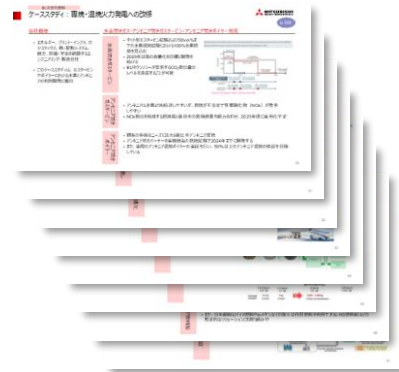
- 政府：政府として支援対象とする水素は、製造にかかるCO₂排出基準が3.4kg-CO₂e（アンモニアは0.84kg-CO₂e/kg-NH₃）以下に設定
- 民間：合成燃料は最終的には大気・バイオ由来CO₂の利用に切り替える方針で案件の確保に動いており、例えば大阪ガスは豪州のDAC由来CO₂のメタネーションは既に開始済み



—
※詳細は大阪ガス
ケーススタディ参照

ケーススタディ

- MHI: 専焼・混焼火力発電への改修
- JERA: 専焼・混焼オペレーション
- 日本製鉄: 水素還元製鉄（高炉水素還元、水素直接還元）
- JAL: SAF利用
- 王子製紙: SAF生産
- ENEOS: MCHの海上輸送
- 日本郵船: 水素輸送船オペレーション
- 大阪ガス: e-メタン供給



ケーススタディ：専焼・混焼火力発電への改修

会社概要

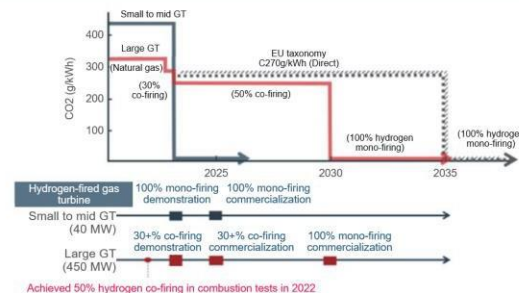
- エネルギー、プラント・インフラ、ロジスティクス、熱・駆動システム、航空、防衛・宇宙を網羅するエンジニアリング・製造会社
- このケーススタディは、ガスタービンやボイラーにおける水素とアンモニアの利用開発に着目

水素焚きガスタービン・アンモニア焚きガスタービン・アンモニア焚きボイラー発電

水素ガスタービン

- 小型・中型ガスタービンの水素専焼は2025年以降、大型ガスタービンの30%水素混焼は2025年、水素専焼は2030年での商用化を目指す
- EUタクソミーが要求するCO₂排出量のレベルを達成することが可能

- Demonstration of hydrogen-fueled carbon-free power generation is proceeding as planned toward commercialization
- Achieved 50% hydrogen co-firing in combustion tests for commercialization in 2025



アンモニアガスタービン

- アンモニアは水素よりも輸送しやすいが、燃焼が不安定で窒素酸化物（NOx）が発生しやすい
- NOx排出を低減する燃焼器と高効率の脱硝装置を組み合わせ、2025年以降に実用化予定

アンモニアボイラー

- 顧客の多様なニーズに応える少量から多量まで幅広い混焼割合に応じたアンモニア混焼技術
- 実機相当スケールバーナーでの燃焼試験を行い、アンモニア焚きバーナーを2024年度迄に開発する
- また、実際のアンモニア混焼ボイラーの実証も行い、50%以上のアンモニア混焼の検証を目指している

ケーススタディ：専焼・混焼オペレーション

会社概要

- 国内の発電電力量の約30%を発電する国内最大の発電会社であり、世界最大級の液化天然ガスの取扱い規模となっている
- 同社は、2050年に国内外の事業から排出されるCO₂をゼロとする「JERAゼロエミッション2050」の挑戦に取り組む

アンモニア・水素によるゼロエミッション火力とサプライチェーンの構築

背景

- 「JERAゼロエミッション2050」は、「再生可能エネルギー」と、水素・アンモニア等のグリーンな燃料を導入した発電時にCO₂を排出しない「ゼロエミッション火力」によって実現を目指す
- 第6次エネルギー基本計画における2030年度の電源構成として、水素・アンモニアの発電電力量は約1%と設定（燃料アンモニア：300万トン）

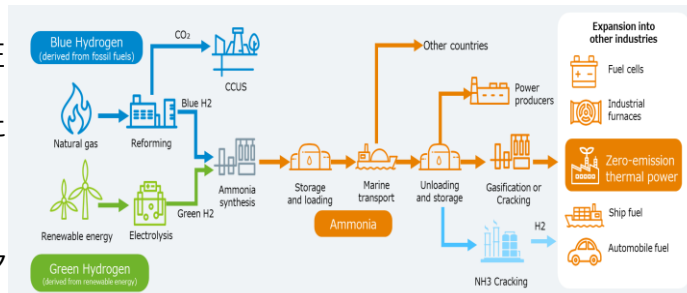
取り組み

- 碧南火力発電所4号機において、石炭の20%をアンモニアに転換する実機実証試験を2023年度に実施（※）
- 50%以上のアンモニア発電を導入するため、GI基金を活用し、2028年度までに実証試験を実施
- 燃料アンモニア調達のための国際入札を行い、CFI社、YARA社の2社とブルーアンモニア製造事業の共同開発を協議
- 大規模サプライチェーンが構築されるアンモニアより水素供給するため、クラッキング技術の開発を実施（※）

（※）NEDO事業にて実施

見通し

- 大規模需要家である発電事業者が水素・アンモニアの需要を牽引し、サプライチェーンを構築。
- 2020年代後半までに碧南火力4号機の商用運転を開始する計画、2030年代前半までに50%以上のアンモニア発電の商用運転を予定



ケーススタディ：水素還元製鉄（高炉水素還元、水素直接還元）

p.119

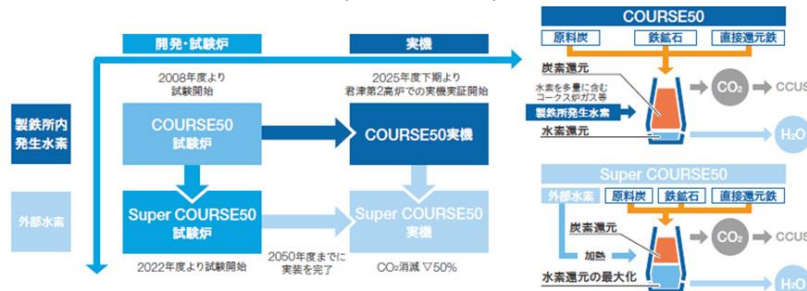
会社概要

- 日本製鉄は日本最大の鉄鋼メーカーかつ世界有数の鉄鋼メーカーであり、日本および世界15か国以上で生産を行っている
- 同社は、2030年をターゲットに高炉・転炉プロセスでの COURSE50 の実機化、既存プロセスの低CO₂化、効率生産体制構築等により、CO₂排出量を2013年比で30%削減する目標を掲げている。また、大型電炉での高級鋼の量産製造、水素還元製鉄にチャレンジし、CCUS等によるカーボンオフセット対策等も含めた複線的なアプローチで2050年カーボンニュートラルを目指している

水素還元製鉄（高炉水素還元、水素直接還元）

高炉水素還元

- COURSE50（製鉄所内で発生する水素を利用）
 - 2026年に大規模実機実証（4,500m³）を実施予定
 - JFEスチール、神戸製鋼所等との合同プロジェクト
- SuperCOURSE50（外部水素を利用）
 - 水素還元の吸熱反応に対する炉内温度の確保や通気性確保、規模拡大等が課題
 - 対策として、水素加熱吹込み技術の確立、CCUSと組み合わせたコークスの使用等を検討中。また、安定的な外部水素の大量・安価な調達が可能となる必要がある



水素直接還元

- 2025年度に小規模試験シャフト炉（1t/h）による試験を開始、2027年度にはスケールアップ実証を計画、現行高炉プロセス比50%以上のCO₂削減に取り組む。その上で、2050年までに水素直接還元炉の実機化を目指す
- 炉内温度の確保、原料制約（純度の高い鉄鉱石のみ使用可能）等が課題
- 対策として、水素加熱吹込み技術や原料ソースを拡大する操業技術等を開発中。また、高炉水素還元と同様、安定的な外部水素の大量・安価な調達が可能となる必要がある

ケーススタディ：SAF利用

会社概要

- 日本を代表するフルサービスキャリアであり、ワンワールド・アライアンス加盟航空会社である日本航空（JAL）は、2050年に1.5度シナリオを前提としたネット・ゼロエミッション、中間の2030年では2019年対比で総排出量10%削減を目指している
- この目標を達成するための取組みとして、省燃費機材への更新、運航の工夫、SAF（持続可能な航空燃料）の活用を挙げしており、本ケーススタディでは、SAFの活用に関する各種取組を紹介する

SAFの使用

産業界規模での取組み

- 2021年10月、JALは、日本の競合フルサービスキャリアであるANA社との「共同レポート」を策定・発信した。レポートでは日本の航空業界における課題を整理し、そのうえで、SAFの普及にかかるインフラ投資への政府支援と、航空輸送に関わるあらゆる産業セクターとの協力に向けた連携にコミットを提示している
- 2022年3月、国産SAFの事業化に向けた任意団体「ACT FOR SKY」を他15社と設立し、SAF活用に向けた課題の抽出や業界横断的な情報共有・発信を行っている。JALは幹事の1社として、加盟社の行動を推進
- 2022年4月以降、GX基本方針に基づいたSAFの導入促進に向けた技術的・経済的課題につき、官民協議会を通し、パブリックセクターも交えた議論を重ねている

個社の取組み

- JALは、下記のようなSAFの調達努力や省エネ性能の高い機体の導入、カーボンオフセット等を併せ、2022年にはCO₂排出実質ゼロのサステナブルチャーターフライトを東京・沖縄間で運航。今後もこのようなSAFの利用拡大を供給確保と併せて推進していく方向である
- ワンワールドアライアンスでのSAFの共同調達を実施
 - JALはワンワールドアライアンスメンバーとともに、2021年11月に米国のAemetis社と、2022年3月に米国のGevo社と、それぞれSAFを調達する契約を締結。今後米国西海岸発便にて使用予定
 - 伊藤忠商事とのSAFの調達契約を締結
 - 2023年3月、JALは伊藤忠商事とのSAFの調達契約を締結し、フィンランドNeste OYJ社が製造するSAFを、一部を中部国際空港発着便にて使用。今後羽田成田でも使用予定



ケーススタディ：SAF生産

会社概要

- 国内最大の製紙会社
- 製紙事業を起点に、生活産業資材、機能材、資源環境ビジネス、印刷・情報メディアといった幅広い事業を展開
- 国内外に計603千ha（国内188千ha、海外415千ha）の森林を保有しており、森林資源を活かしたグリーンイノベーションに注力し、カーボンニュートラル社会への貢献を目指す

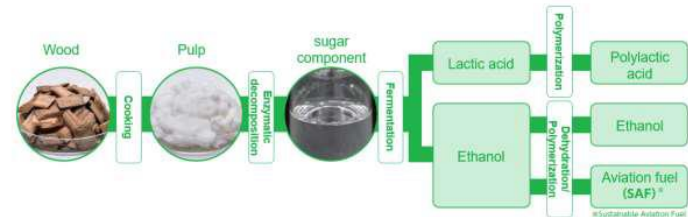
SAFとして使用可能なバイオエタノール生産

背景

- 従来、石油から製造されていた様々な素材・製品を、バイオマスから製造する機運が加速している（バイオものづくり革命）
- その場合、食料供給と競合するといった課題が存在

木質バイオマスの利用

- 王子HDは、自社保有の生産林を活用した木質由来の新素材として、燃料（SAF）の原料又は基礎化学品製造に利用できるエタノール、及びバイオものづくりの基幹物質となる糖液の開発に取り組んでいる
- 木質バイオマスは分解が難しいため、製造コストが高いことが課題
- 王子HDは、木材に含まれる油分（リグニン）をバイオマスエネルギーとして活用できるパルプ製造技術と、パルプを分解するための酵素を再利用するプロセスを融合させることで、上述の課題に対応中
- 2023年5月には、木質由来エタノール・糖液のパイロット製造設備を導入することを発表した。2024年度後半に稼働させ、エタノールとして最大1,000kl/年の生産を見込んでいる。



ケーススタディ：MCHの海上輸送

会社概要

- 石油上流開発、非鉄金属資源開発から石油精製・販売、金属事業、非鉄金属製品の製造・販売まで、エネルギー事業に従事
- ENEOSは、製造の最適化、CCSと自然吸収を通じて、温室効果ガス排出削減を目指している。このケーススタディでは、水素供給に関連するMCH事業に着目

メチルシクロヘキサン（MCH）

MCHの強み

- LOHC（Liquid Organic Hydrogen Carrier：液体有機水素キャリア）の一種
- 輸送効率：同じ体積の場合、水素ガスにの500倍以上の水素を輸送可能
- 既存のインフラに適合：MCHは石油に似た常温常圧で無色の液体

個社の取り組み

- ENEOSはグリーンイノベーション基金事業、大規模水素サプライチェーンの構築プロジェクトとして採択され、MCHを利用した大規模水素サプライチェーンの構築に取り組んでいる
 - MCHサプライチェーンの大規模実証
 - 豪州やマレーシア等の現地企業と共同で、海外におけるCO₂フリー水素とMCH製造プラントの建設・運用、MCHの海上輸送、当社製油所数か所における既存設備を活用したMCH受入・貯蔵・水素製造について、年間数万トンの商用規模の技術を実証する
 - 直接MCH電解合成（Direct MCH®）技術開発
 - ENEOSがこれまで独自に進めてきた、再生可能エネルギー由来のMCH製造の低コスト化を可能とするDirect MCH®技術の実用化を目指し、MCH製造装置の大型化に向け技術開発を行う
 - ENEOSは、社会実装に向け豪州でMCH生産の大規模実証試験を実施
 - ブリスベンにて、150キロワット規模の中型電解槽（従来の実証機の約200倍、工業用としてはほぼ最大）を設置
 - クイーンズランド州の実証プラントでは、中型電解槽と250キロワットの太陽光発電システムを組み合わせることでグリーンMCHを生産
- ENEOSは2025年度までに、より大型の5メガワット規模の電解槽を開発し、商業化を目指す

ケーススタディ：水素輸送船オペレーション

会社概要

- 日本郵船は日本最大の海運企業であり、グローバルな総合物流企業として活躍の場を広げる
- 日本郵船は、IMOの削減目標やEU-ETSなどの地域規制に対応するため、最先端の技術開発に取り組んでいる

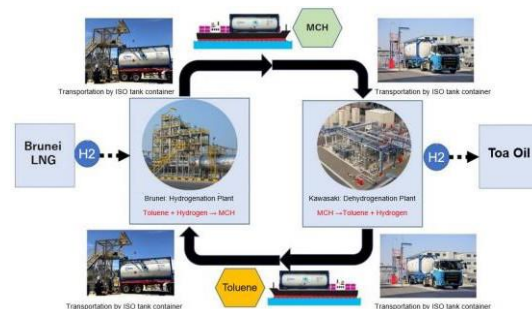
次世代エネルギー・キャリア

アンモニア輸送

- 2022年、日本郵船とJERAが碧南火力発電所向けをはじめとした燃料アンモニア輸送の検討を行うことに合意
 - 覚書では、①燃料アンモニア輸送船の開発、②燃料アンモニアの輸送・受入体制の構築、③アンモニアを燃料とする推進機関の実装および航行、④燃料アンモニア受入に関するルール形成に向けた関係各所への働きかけの検討、などを定めている

MCH輸送

- 「次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合」において、日本郵船は世界初の国際間水素サプライチェーン実証実験に参画



アンモニア燃料船

- グリーンイノベーション基金の支援を受けたアンモニア燃料船の開発プロジェクト
 - ①アンモニア燃料タグボートの開発（内航船）、②アンモニア燃料輸送船の開発（外航船）
 - 2021年にエンジン開発を開始し、2024年に内航船、2026年に外航船の竣工を目指す
- また、日本郵船はバイオ燃料やe-メタンなどの様々な代替燃料を利用できるLNG燃料船などのブリッジソリューションにも取り組み中

ケーススタディ：e-メタン供給

p.140

会社概要

- 大手都市ガス事業者であり、2050年までのカーボンニュートラル実現を目指す
- e-メタンの導入による都市ガスの脱炭素化、再生可能エネルギーの導入による電源の脱炭素化が軸となる

メタネーション

e-メタンの必要性

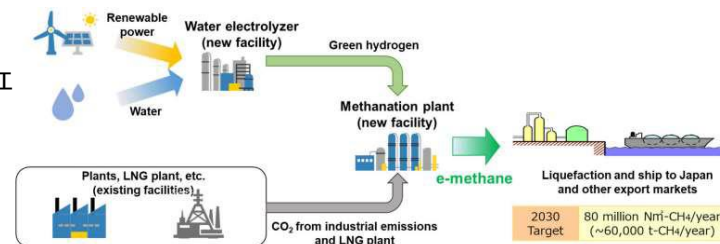
- e-メタンは、水素とCO₂を合成して生成される水素ベースの燃料である。天然ガスと化学組成がほぼ同じであるため、既存の都市ガスインフラを有効活用し、早期導入・経済性が期待できる
- 大阪ガスは、2050年のカーボンニュートラル達成に向け、2030年までにガス販売量の1%に相当するe-メタン導入を目指し、研究開発とサプライチェーンの構築に取り組んでいる

研究開発

- 大阪ガスの研究開発の一つであるSOECメタネーションは、再生可能エネルギーを利用し、電解装置で水とCO₂から水素・一酸化炭素を生成し、触媒反応でメタンを合成するもので、水素を調達する必要がない
- さらに、合成時の排熱を有効利用することで約80%~90%という世界最高のエネルギー変換効率を達成できる可能性がある
- NEDOの支援と有力企業との連携により、研究開発を進めている

サプライチェーン構築

- 大阪ガスは、再エネが広く利用されている豪州、北米、中東、東南アジア等で複数のe-メタンプロジェクトの検討を進めている
- 豪州では、エネルギー会社 Santos社とe-メタン製造プロジェクトの共同検討を進めている
- 米国では、東京ガス、東邦ガス、三菱商事と協力して、米国で生産されたe-メタンを2030年を目標に日本に輸出することを検討中



ポジティブテクノロジーの概要

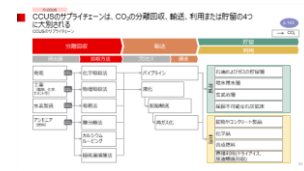
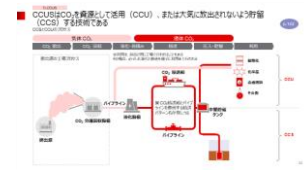
1. 風力発電
2. 太陽光発電
3. 送配電
4. 原子力発電
5. 産業の電化
6. 水素由来・バイオ由来燃料
7. CCUS

ポジティブ技術7 : CCUSサマリー 1/4

技術の概要

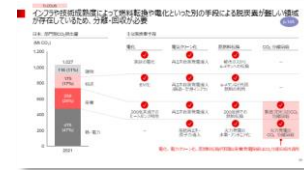
- CCUSはCO₂を資源として活用（CCU）または大気に放出されないよう貯留（CCS）する技術
 - CCU : CO₂を原料として燃料や化学品、セメント等を製造
 - CCS : CO₂を長期的に地下に貯留
- CCUSは、電化や燃料転換が適用できない、あるいは経済性が成立しない領域での排出削減手段であり、CO₂を資源として有効活用可能
- CCUSのサプライチェーンはCO₂分離回収、輸送、利用、貯留の4つに大別
- CCUSのサプライチェーンは上流から下流までが揃って初めて機能するため、一気通貫で整備が必要であり、かつ貯留や輸送は国家レベルでの国際連携が必要となる
- CCUSの必要性はサプライチェーンの4要素ごとに整理できる
 - 分離回収：
インフラや技術成熟度によって燃料転換や電化といった別の手段による脱炭素化について難しい領域が存在

日本における背景と 必要性



CCUSに関する詳細技術リスト-12

技術名	概要	開発状況
1. CO ₂ 分離回収	CO ₂ を原料として燃料や化学品、セメント等を製造	実証実験中
2. CO ₂ 輸送	CO ₂ を長期的に地下に貯留	実証実験中
3. CO ₂ 貯留	CO ₂ を長期的に地下に貯留	実証実験中
4. CO ₂ 利用	CO ₂ を原料として燃料や化学品、セメント等を製造	実証実験中



ポジティブ技術7 : CCUSサマリー 2/4

日本における背景と 必要性

- 貯留：
回収したCO₂の封じ込めという観点で必要であり、日本はまず国内実証を進めつつも、より貯留ポテンシャルの高い豪州や東南アジアでの貯留も想定
- 輸送：
島国である日本から海外への貯留を前提とすると、海上輸送が必要
- 利用：CO₂を貯留するのではなく原料として化学、セメント等での利用が進められており、政府もGX基本方針の中でタイムラインや量の目標を定めている

政策と進捗

- 日本では、脱炭素化の一步として、CCS長期ロードマップ検討会において2050年目標を掲げたうえで、回収・輸送・貯蔵の日本発CCS実証プロジェクトを推進している
 - CCS量の目標：1.2-2.4億t
 - コスト目標 (回収～貯留)：8,000-12,400円/t
- CCUの目標もGX基本方針の中で定められている
 - 化学：2030年までにCO₂を原料とした化学物質の製造プロセス確立
 - セメント：カーボンリサイクルセメントの生産量を2030年の200万tから2050年の1,800万tに増加



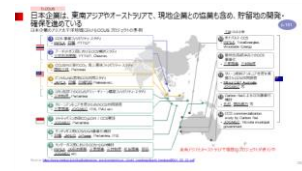
ポジティブ技術7 : CCUSサマリー 3/4

政策と進捗

- 政府方針を受けて民間でも動きが積極化
 - 分離回収：三菱重工の分離回収装置は市場で7割のシェアを持っており、他の日本企業も、現在主流となっている化学吸収法に加え、物理吸収法などの開発を進めている
 - 輸送：三菱重工を含む造船各社は、2025年の商業化を目指してCO₂運搬船の開発を進めており、日本郵船や商船三井などの海運各社は、運航船やビジネスパートナーの確保、規制への対応に取り組んでいる
 - 貯留：日本企業は、東南アジアや豪州で、現地企業との協業も含め、貯留地の開発・確保を進めている
 - 利用：産官学が化学品やセメント製造の開発を進めており、実用化の例もある

—
(MHIケーススタディを参照)

—
(MHIおよび日本郵船ケーススタディを参照)

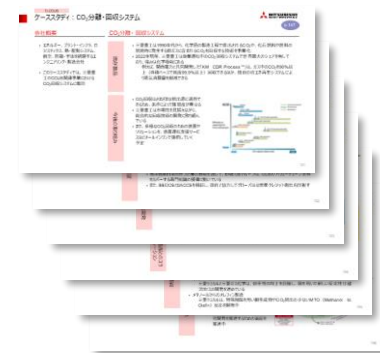


—
(三菱ケミカルおよびUBE三菱セメントケーススタディを参照)

ポジティブ技術7 : CCUSサマリー 4/4

ケーススタディ

- MHI: CO₂分離・回収システム
- ENEOS : CO₂貯留
- MHI : CO₂輸送船 (造船)
- 日本郵船 : CO₂輸送船 (オペレーション)
- 三菱ケミカル : 人工光合成を用いた原料生産
- UBE三菱セメント : CO₂を原料としたセメント生産



ケーススタディ：CO₂分離・回収システム

会社概要

- エネルギー、プラント・インフラ、ロジスティクス、熱・駆動システム、航空、防衛・宇宙を網羅するエンジニアリング・製造会社
- このケーススタディでは、三菱重工のCCUS関連事業におけるCO₂回収システムに着目

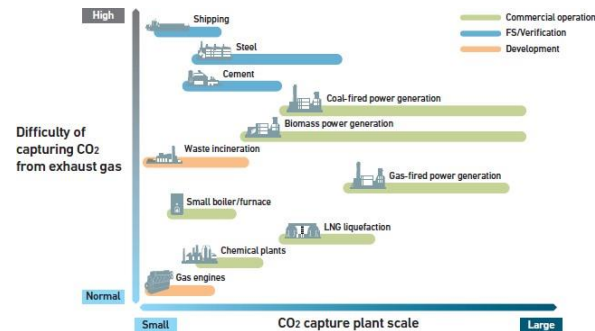
CO₂分離・回収システム

既存製品

- 三菱重工は1990年代から、化学品の製造工程で排出されるCO₂や、化石燃料や燃料の燃焼時に発生する排ガスに含まれるCO₂を回収する技術を事業化
- 2022年現在、三菱重工は商業運転中のCO₂回収システムで世界最大のシェアを有しており、強みは化学吸収にある
 - 例えば、関西電力と共同開発した「KM CDR Process™」は、ガス中のCO₂を90%以上（体積ベースで純度99.9%以上）回収できるほか、独自の省エネ再生システムにより蒸気消費量を削減できる

今後の取り組み

- CO₂回収はさまざまな排出源に適用できるため、条件によって難易度が異なる
- 三菱重工は市場性を見据えながら、総合的な回収技術の開発に取り組んでいる
- また、多様なCO₂回収のための装置やソリューションを、装置運転支援サービスなどオールインワンで提供していく予定



ケーススタディ：CO₂貯留

会社概要

- 石油上流開発、非鉄金属資源開発から石油精製・販売、金属事業、非鉄金属製品の製造・販売まで、エネルギー事業に従事
- ENEOSは、製造の最適化、CCSと自然吸収を通じて、温室効果ガス排出削減を目指している。本ケーススタディではCCSに着眼

ENEOSのCCS

目標

- ENEOSグループのカーボンニュートラル計画では、2030年に300万t/年、2040年に1,100万t/年をCCSし、温室効果ガス排出量を削減することを目指す
- さらに、自社排出分のCCSだけでなく、2040年までに日本最大のCCSバリューチェーンを構築し、他社のCO₂（400万～1,000万t/年）を貯留、事業化することも目指している

進行中の取り組み

- 電源開発が有するバイオマスガス化技術を用いた水素生成（同工程にてCO₂を回収）とENEOSのCO₂地下貯留技術を組み合わせ、2023年度までにCCSの実現を目指す

展望

- 国内外の知見を活用し、ENEOSの製油所から排出されるCO₂の貯留を東日本と西日本で検討中
 - 例えば、九州北部沖～西部沖のCCSプロジェクト（海域帯水層）は、今年度JOGMECの支援を受ける先進プロジェクトに採択
- 海洋掘削技術を持つ企業の株式取得を通じて、ENEOSグループは、CCSのバリューチェーン全体をカバーする専門知識の獲得に動いている
- また、BECCSとDACCSを検証し、政府と協力してグローバルな炭素クレジット創出も目指す

ケーススタディ：CO₂輸送船（造船）

会社概要

- エネルギー、プラント・インフラ、ロジスティクス、熱・駆動システム、航空、防衛・宇宙を網羅するエンジニアリング・製造会社
- このケーススタディは、CO₂エコシステムの一側面であるCO₂輸送船の開発に焦点を当てている

液化CO₂（LCO₂）輸送船

LCO₂輸送船の位置付け

- 三菱重工は、陸から船までのバリューチェーン全体を最適化するソリューションを提供
- 液化CO₂（LCO₂）輸送船は、島国である日本のバリューチェーン上では、特に重要
- 三菱重工グループの三菱造船は、日本の実証プロジェクト向けにLCO₂輸送船を建造しており、その経験を活かしてグループ全体の戦略的なエネルギー転換事業を強化するとともに、CCUSバリューチェーン構築に必要な技術開発を行う

他社との連携を通じた開発

- 三菱造船は、グローバル企業との協業を通じて知見を蓄積し、より高度な技術の創造に取り組んでいる
 - 2021年、CCUSのバリューチェーンで主導的な役割を果たすTotalEnergiesと、LCO₂輸送船の共同研究を開始
 - 世界初のCCUS向けLCO₂輸送実証試験船を建造
- 今後も複数のパートナー企業との協業を通じて、同技術の活用を拡大していく方針
 - 2023年に日本シップヤードと外航LCO₂輸送船に関する共同検討を開始。2027年以降に日本シップヤードでの竣工を目指している

ケーススタディ：CO₂輸送船（オペレーション）

会社概要

- 日本郵船は日本最大の海運企業であり、グローバルな総合物流企業として活躍の場を広げる
- 日本郵船は、IMOの削減目標やEU-ETSなどの地域規制に対応するため、最先端の技術開発に取り組んでいる。本ケーススタディは、CCSのためのCO₂輸送船に着目

CO₂輸送船

現状

- CO₂輸送船の運用には、以下のような課題が存在
 - 液化時および港湾施設の温度・圧力制御
 - 船上でのCO₂の安定性
 - 貯留時の圧入技術
- 課題の解消に向け、日本郵船は、グローバル・プレーヤーとの共同開発を続けている

CO₂キャリア (KNCC)

- ノルウェーの大手船主Knutsen Groupとジョイントベンチャーを設立し、液化CO₂の海上輸送・貯留事業を開始
- 常温・高圧で液化CO₂を輸送するLCO₂-EPタンクシステムを開発し、CCUSバリューチェーン全体のコスト最適化と、船舶の大型化を目指す
- 2023年にノルウェー船級協会（DNV）から詳細な設計内容に対する承認を得たことで、Knutsen NYK Carbon AS社は同技術の新造船や既存船への搭載が可能になった



三菱造船とのコラボレーション

- 2021年から三菱造船と大型船によるCO₂輸送技術開発で協業
- 2022年に日本海事協会から基本設計承認（AiP）を取得し、液化CO₂の大量輸送に前進

ケーススタディ：人工光合成を用いた原料生産

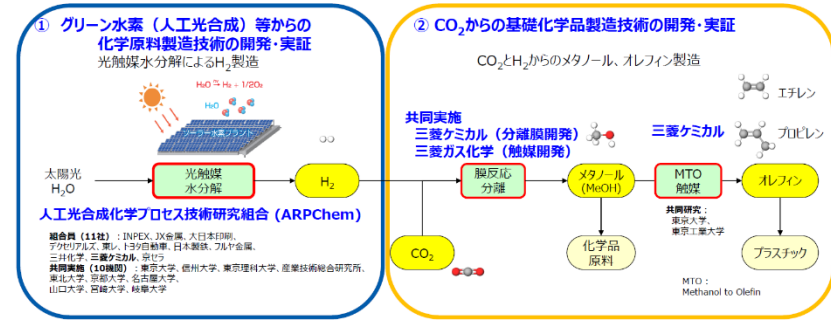
会社概要

- 日本最大の総合化学会社
- 光触媒を使った水素製造と、水素とCO₂を使った化学品製造を組み合わせた人工光合成技術を開発中

人工光合成による化学原料生産

技術の概要

- この技術は、太陽光を利用した光触媒水分解によって得られた水素とCO₂から、メタノールを経由し、オレフィンを製造する
- プロセスは以下で構成
 - 1) グリーン水素製造 (人工光合成)
 - 2) 水素とCO₂からの基礎化学品製造



詳細技術

- グリーン水素製造 (人工光合成)
 - 日系企業11社が参加する技術組合ARPCHEMは、光触媒によるグリーン水素製造のコスト削減を目指し、10の大学・研究機関と提携
 - 2021年にARPCHEMは、世界で初めて100m²規模の光触媒水分解による水素製造に成功しており、2040年代の大規模製造開始を目指している
- 水素とCO₂からのメタノール製造
 - 三菱ケミカルと三菱ガス化学は、効率性の向上を目指し、分離膜を用いた新しいメタノールの反応分離プロセスの開発を進めている
- メタノールからのオレフィン製造
 - 三菱ケミカルは、特殊触媒を用い副生成物やCO₂排出の少ないMTO (Methanol to Olefin) 反応技術を開発中

ケーススタディ：CO₂を原料としたセメント生産

p.162

会社概要

- 日本のセメント業界をリードし、日本全国の社会インフラ整備に基礎資材を供給
- MUCCは、2030年までにCO₂排出量を2013年比で40%削減するという目標を掲げている。本ケーススタディは、セメント製造におけるCO₂回収とカーボンリサイクル製品に着目

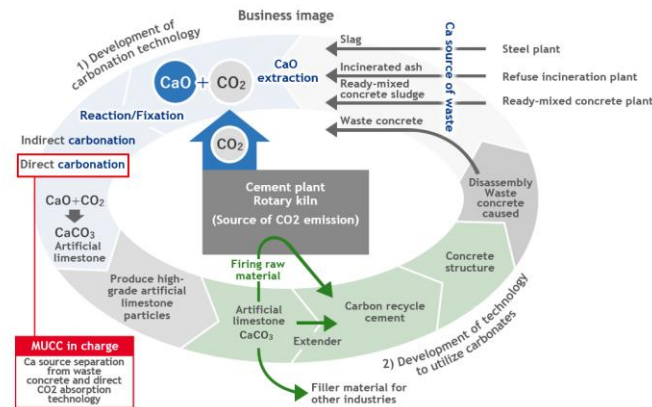
背景

セメント製造におけるCO₂回収とカーボンリサイクル製品

- セメント原料は炭酸カルシウム (CaCO₃)、二酸化ケイ素 (SiO₂) などを含むが、無害化を通して廃棄物や副産物の有効利用につながっている
- 石灰石が主原料であり、高温処理には熱エネルギーが必要なため、その過程で大量のCO₂が排出される

カーボンリサイクルプロセス

- 分離・回収
 - 石灰石由来のCO₂を効率的に回収する海外のセメント工場独自の技術導入を検討中
 - キルン排ガス中のCO₂分離回収技術の実証中
- 利用
 - 使用済みコンクリートの再生技術を開発中
 - その他、使用済みコンクリート以外の廃棄物や副産物を利用したCO₂固定化・利用技術の実証を推進中



ディスクレームー

本プレゼンテーションにより、貴社と株式会社三菱UFJ銀行の間には何ら委任その他の契約関係が発生するものではなく、当行が一切法的な義務・責任を負うものではありません。

本資料は信頼できると考えられる各種データに基づいて作成されていますが、当行はその正確性、完全性を保証するものではありません。ここに示したすべての内容は、当行の現時点での判断を示しているに過ぎません。また、本資料に関連して生じた一切の損害については、当行は責任を負いません。その他専門的知識に係る問題については、必ず貴社の弁護士、税理士、公認会計士等の専門家にご相談の上ご確認下さい。

株式会社三菱UFJ銀行と三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社は別法人です。本資料は三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社が提供する商品・サービスについて説明するものではありません。また、株式会社三菱UFJ銀行の役職員は三菱UFJモルガン・スタンレー証券株式会社が提供する商品・サービスの勧誘行為をすることはできません。

本資料は当行の著作物であり、著作権法により保護されています。当行の事前の承諾なく、本資料の全部もしくは一部を引用または複製、転送等により使用することを禁じます。

Copyright 2023 MUFG Bank, Ltd. All rights reserved.

〒100-8388 東京都千代田区丸の内 2-7-1

株式会社 三菱UFJ銀行 コーポレートバンキング企画部、サステナブルビジネス部

当行が契約している指定紛争解決機関 一般社団法人 全国銀行協会

連絡先 全国銀行協会相談室

- 電話番号： 0570-017109 または 03-5252-3772
- 受付時間： 月～金曜日9:00～17:00（祝日、12/31～1/3等を除く）

株式会社 三菱UFJ銀行

コーポレートバンキング企画部、サステナブルビジネス部

〒100-8388

東京都千代田区丸の内 2-7-1

www.mufg.jp

