

# エナジートランジション説明会

2023年5月24日

取締役副社長 加口 仁

常務執行役員 エナジードメイン長 土師 俊幸

三菱重工業株式会社

1. はじめに
2. 既存インフラの脱炭素化の取り組み
3. 水素エコシステム実現に向けた取り組み
4. CO<sub>2</sub>エコシステム実現に向けた取り組み
5. おわりに

# 1. はじめに



## グローバルでのエナジートランジションの加速

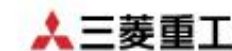
- ウクライナ侵攻によるエネルギー危機
- 米国における IRA成立による加速
- APAC市場も動きが活性化

## エナジートランジション推進に関する当社取り組み強化

- 2021年10月 三菱パワーの統合
- 2023年4月 三菱重工エンジニアリングの統合

- 事業計画計画推進状況説明(4月5日)の成長領域の開拓に関するトピック
- エネルギーの供給側、即ちエナジートランジションの推進に関してご説明

## 成長領域の開拓



- 2040年カーボンニュートラルの達成を宣言(MISSION NET ZERO)
- カーボンニュートラルの達成に向け、エナジートランジションによる脱炭素化(供給側)と、社会インフラのスマート化による省エネ・省人化・脱炭素化(需要側)を両面で推進

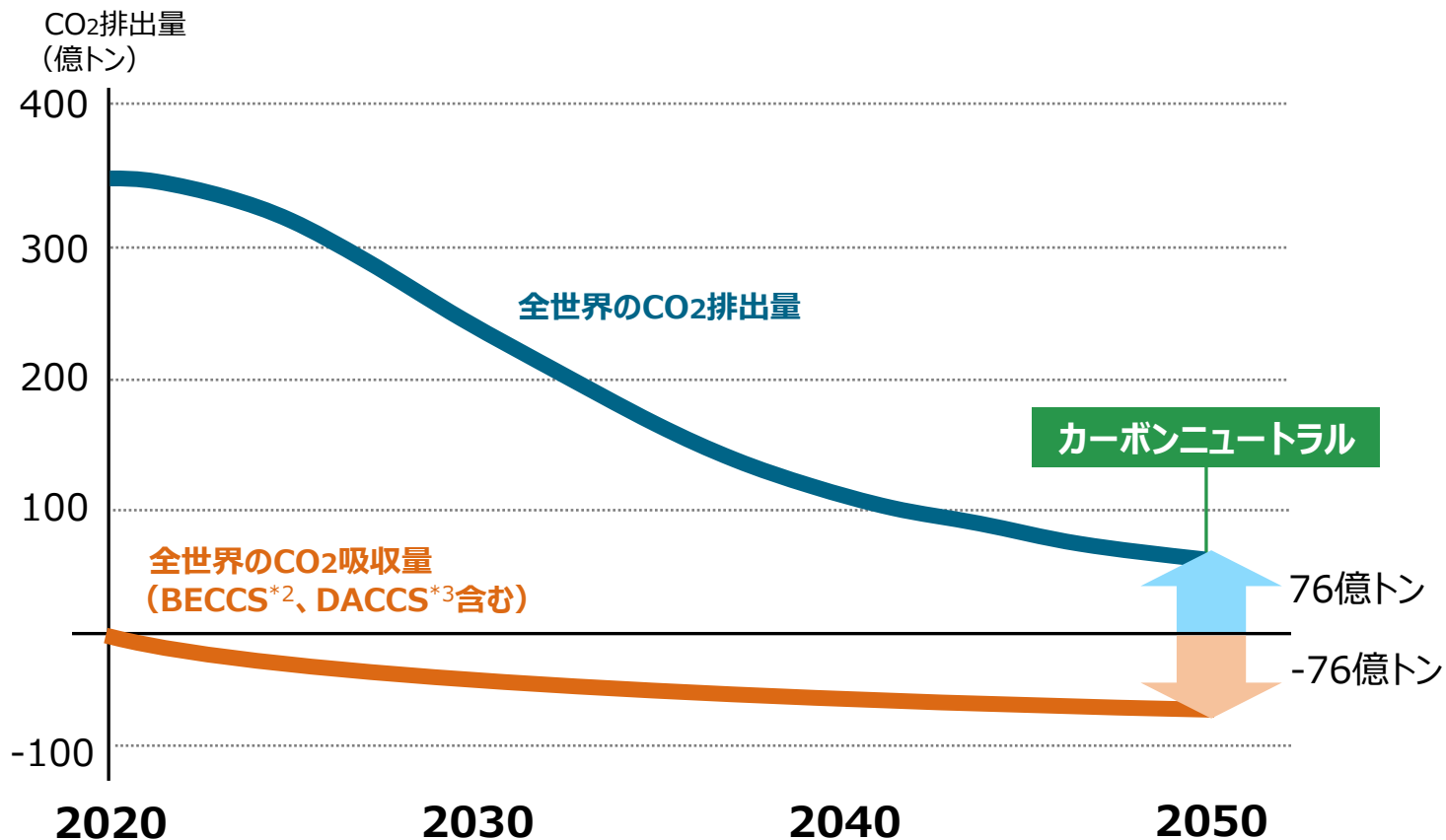


© Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. All Rights Reserved.

12

2023年4月5日 2021事業計画進捗説明資料より抜粋

## 主要レポートに基づく当社予測\*1



\*1 : 主要レポート(McKinsey 1.5℃シナリオ、IEA Net Zero by 2050、IEA SDS、IPCC等)を元にした当社纏め

\*2 : Bio Energy with Carbon Capture and Storageの略、バイオマス由来の排ガスからのCO<sub>2</sub>回収・貯留

\*3 : Direct Air Carbon Capture and Storageの略、大気中からのCO<sub>2</sub>回収・貯留

既存インフラの脱炭素化

- ロードマップ
- 技術開発
- 高砂・長崎での取り組み
- 水素・アンモニア焼きプロジェクト

水素エコシステムの実現

- 当社の取り組み領域
- 水素製造技術開発
- 米国でのAdvanced Clean Energy Storageプロジェクト

CO<sub>2</sub>エコシステムの実現

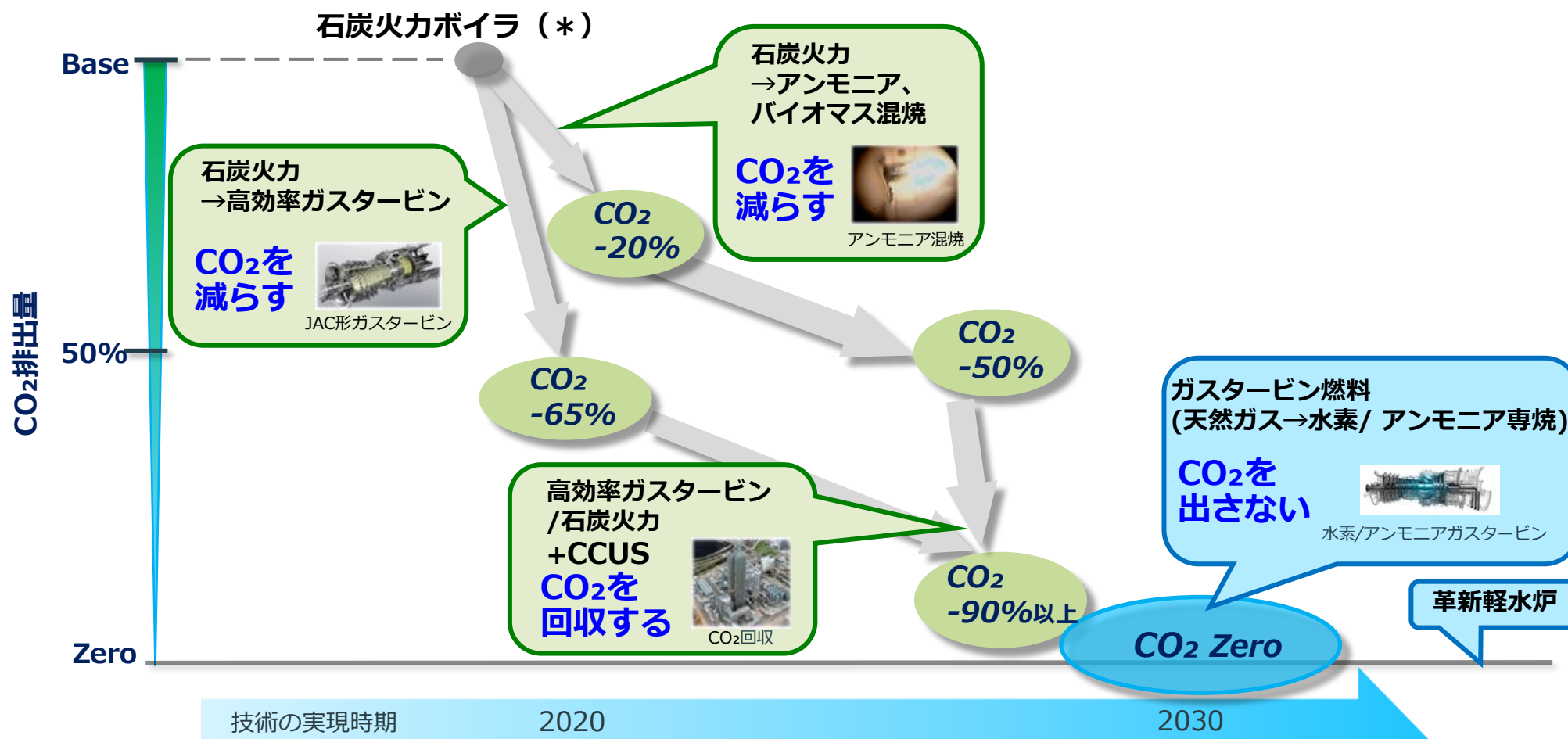
- 当社の取り組み領域
- CO<sub>2</sub>回収
- CO<sub>2</sub>輸送
- CO<sub>2</sub>貯留
- カーボンリサイクル

## 2. 既存インフラの脱炭素化

An aerial photograph of a city, likely Tokyo, showing a dense urban landscape with numerous buildings and skyscrapers. The sky is clear and blue. The text '2. 既存インフラの脱炭素化' is overlaid on the left side of the image.

# 既存インフラの脱炭素化 ロードマップ

- 火力発電の脱炭素化を実現するには、CO<sub>2</sub>を「減らす」・「回収する」・「出さない」の道筋がある
- 脱炭素電源である原子力の最大活用によりCO<sub>2</sub>の排出量を削減する道筋もある



(\*) : 亜臨界圧石炭焼きボイラCO<sub>2</sub>排出量を基準



■ 長崎/高砂で要素開発を行い、高砂(兵庫県)で実証後、商用化予定

## ① 要素を開発（長崎/高砂）



長崎工場



香焼工場 /長崎県



高砂製作所/兵庫県



<長崎地区>



<高砂地区>



## ② これらの要素を実発電設備で実証（高砂）

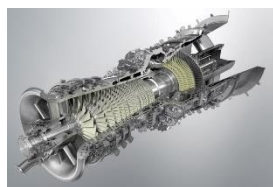


<高砂水素パーク実証>

## 1. EUタクソノミーを達成する50%水素混焼技術 大型ガスタービン向けの燃焼試験を成功 (2022年)



GTCC発電設備



JAC形GT(天然ガス/水素)



米国商用プラントで  
20%H<sub>2</sub> 混焼を達成

## 2. CO<sub>2</sub>排出ゼロの水素専焼技術 中小型ガスタービン向けの燃焼試験を成功 (2022年)



H-25 ガスタービン

## 3. CO<sub>2</sub>排出ゼロのアンモニア専焼技術 中小型ガスタービン向けの燃焼試験を成功 (2022年)

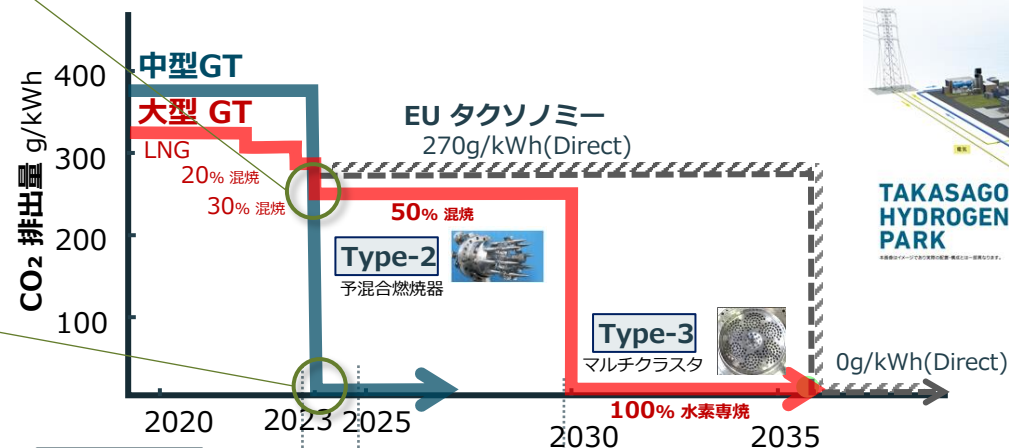


現在の炭化水素燃料



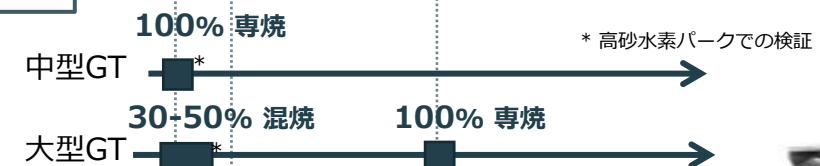
アンモニア (燃焼試験)

## 4. 実際の大容量発電設備にて実証 高砂水素パークで開始 (2023年)



TAKASAGO  
HYDROGEN  
PARK

### 水素発電



### 水素貯蔵

### 水素製造

### アンモニア発電

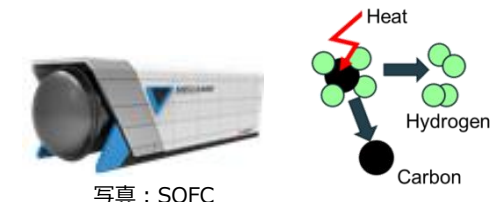


写真: SOFC

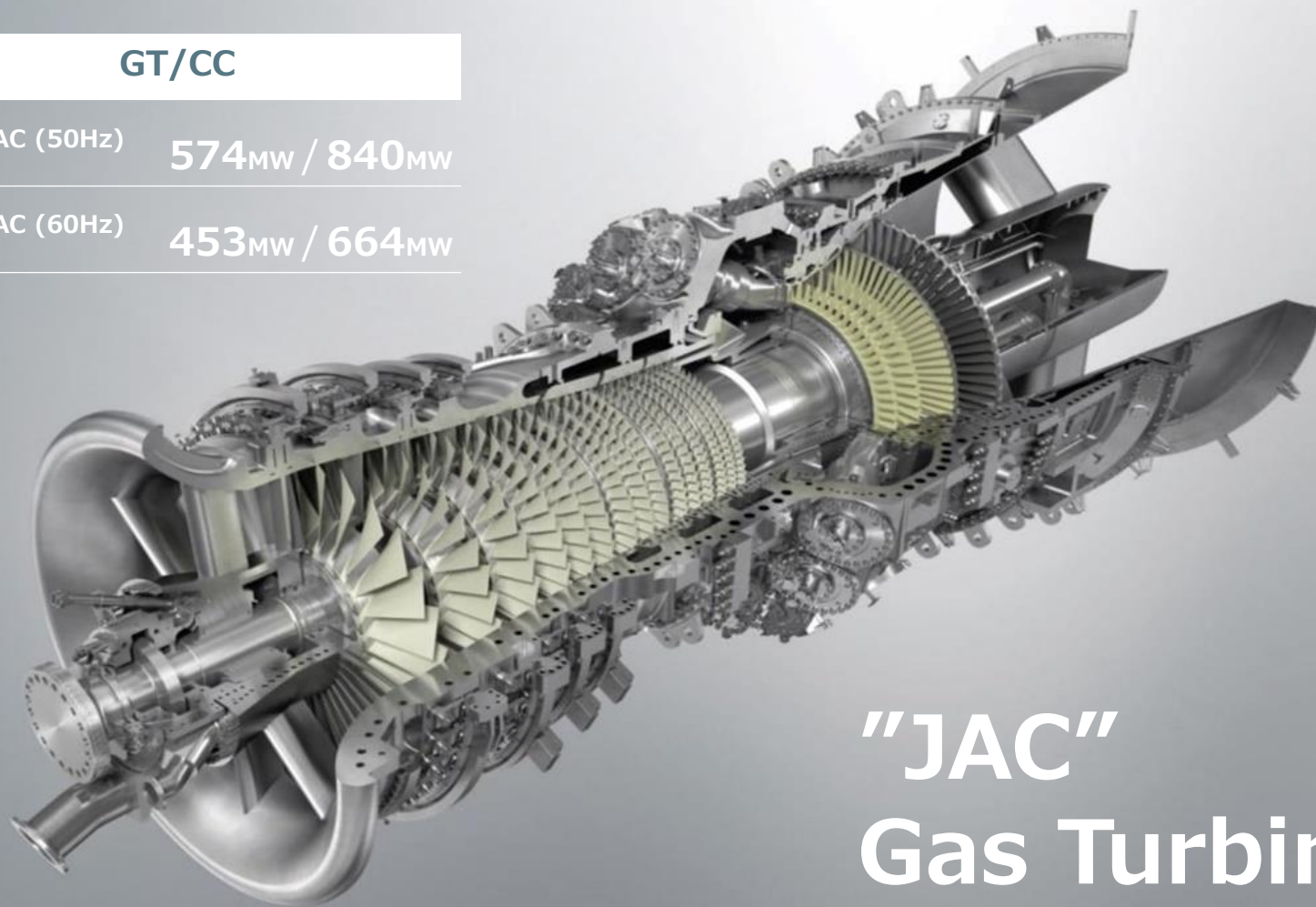
## 5. 水素製造 水電解、SOECとターコイズ水素による水素製造技術 検証開始 (2023年~)

■ 石炭火力をガス焼きGTCCに置き換えるだけで、CO<sub>2</sub>排出量を65%削減できる

## GT/CC

M701JAC (50Hz) 574MW / 840MW

M501JAC (60Hz) 453MW / 664MW



## "JAC" Gas Turbine

### 高効率

#### 64%のCC効率

- 高圧力比圧縮機 (25:1)
- 強制空冷燃焼器
- 先進TBCの超厚膜化

### 信頼性

#### 99.5%の信頼性

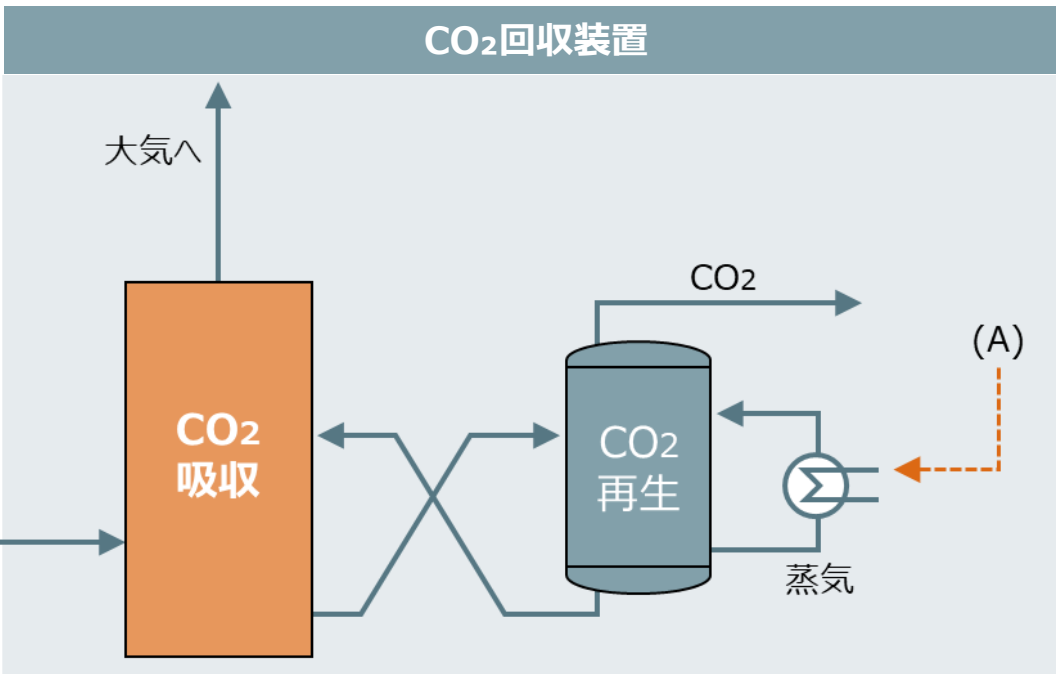
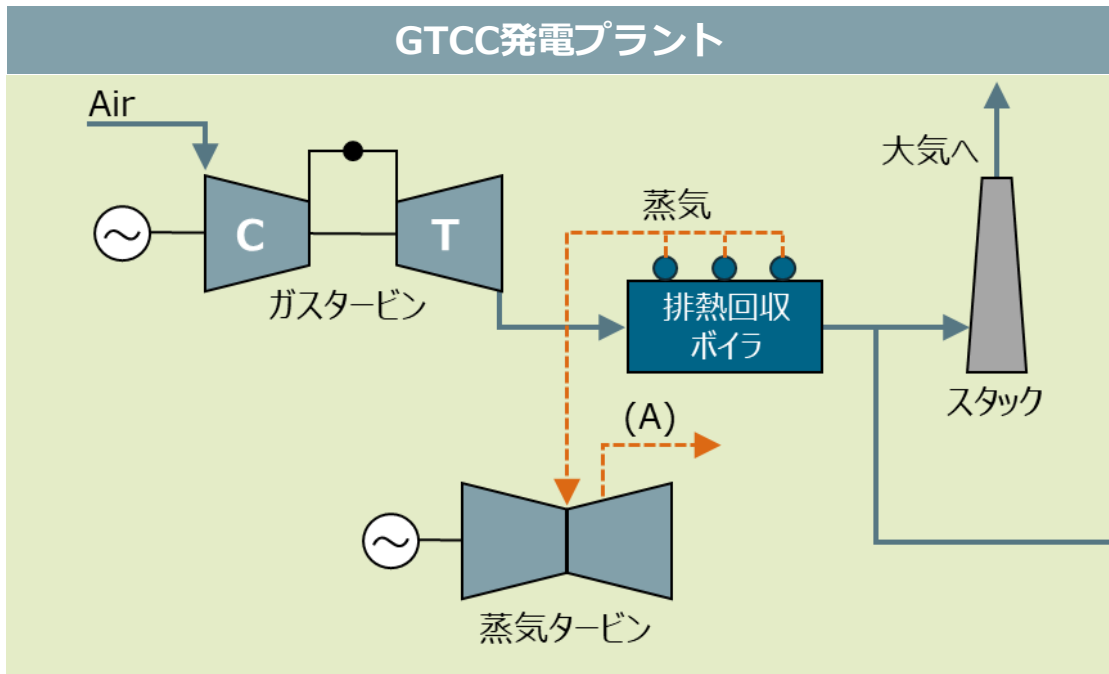
- 累積運転時間：200万時間超
- 受注台数：108台  
(Jシリーズ 2023年4月末時点)

### 燃料柔軟性

#### 多様な燃料への対応性

- 化石燃料 (天然ガス・石油)
- クリーン燃料 (水素)

■ GTCCにCO<sub>2</sub>回収システムを適用することにより、90%以上のCO<sub>2</sub>を回収できる



- カナダ・アルバータ州の天然ガス焼きGTCC発電設備向けCO<sub>2</sub>回収プラントに関する基本設計を受注
- GTCCとCO<sub>2</sub>回収システムの両面からお客様の脱炭素化を支援

<https://www.mhi.com/jp/news/220711.html>



- スコットランドの発電設備向け、GTCC発電設備・CO<sub>2</sub>回収プラントに関する基本設計を受注
- 商用規模CCS導入をサポートし、英国の2050年ネットゼロ達成に貢献

<https://www.mhi.com/jp/news/22083001.html>

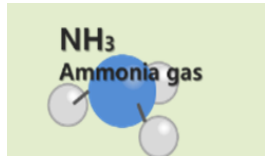
■ 天然ガス焚きガスタービンの燃焼器を交換、燃料系統の追加のみで、水素焚き/アンモニア焚きガスタービンが実現でき、脱炭素を達成できる



天然ガス

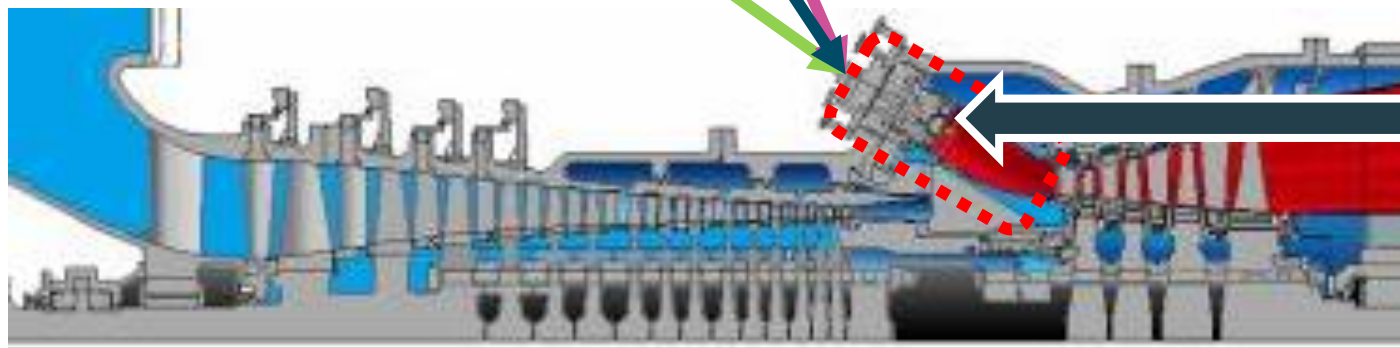


水素



アンモニア

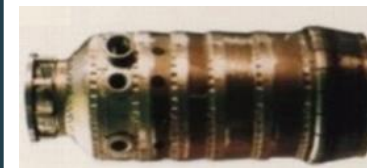
Type1 (拡散)	100% 水素	開発完了	いつでも実機適用可能
Type2 (予混)	30% 水素混焼 50% 水素混焼	開発完了	
Type3 (マルチ クラスタ)	100% 水素	2022年	大型ガスタービン向けの燃焼試験成功
Type1 (拡散)	100% アンモニア	2025年の実機運転、商用化に向け検証中	



## 燃焼器交換

燃焼器交換と燃料系統の追加で水素・アンモニア仕様へ

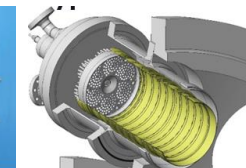
Type1



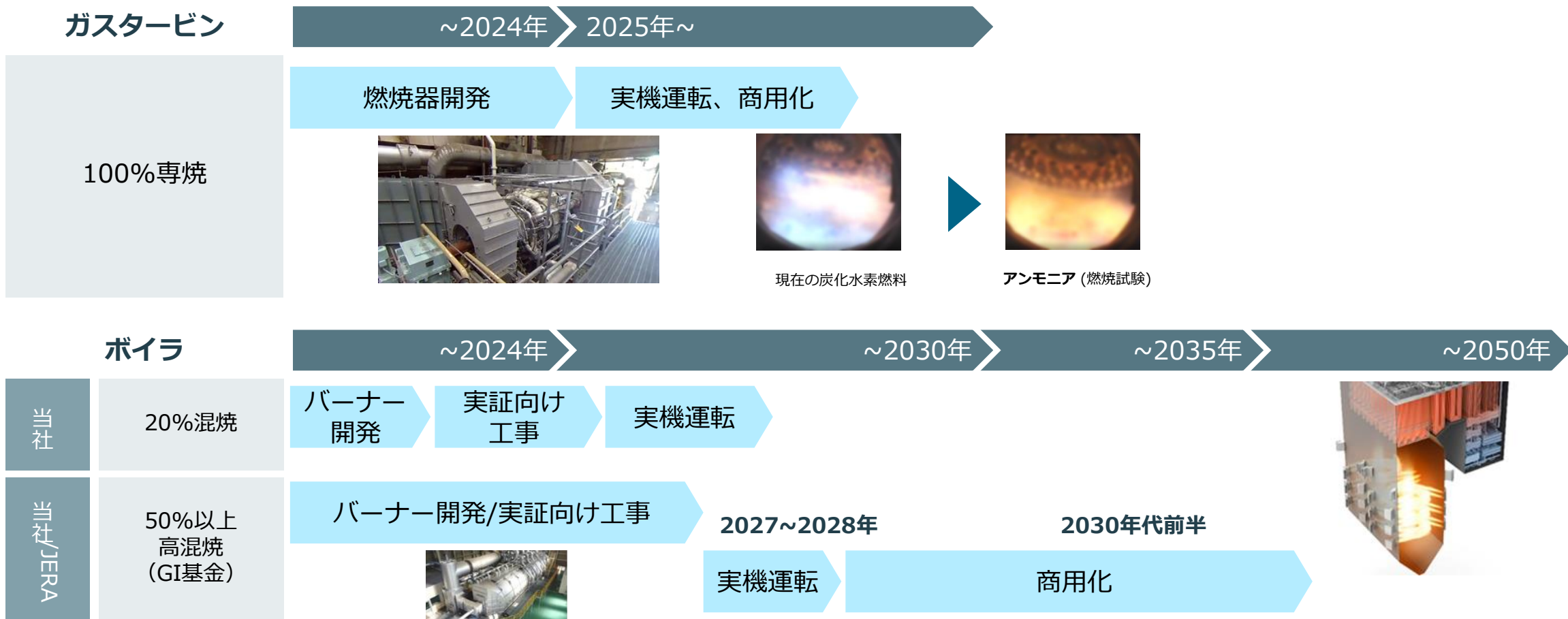
Type2



Type3



- ガスタービン : 現在燃焼器開発中で、2025年以降の実機運転、商用化を目指す
- ボイラ : 現在バーナー開発中で、2030年代前半の商用運転開始を目途に、50%以上の高混焼技術を開発中。



■ 高砂製作所内で、水素製造、水素貯蔵、水素利用の一気通貫での検証を、2023年より開始した

## 水素利用（発電）

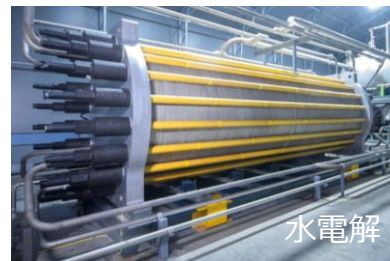


H-25



M501JAC

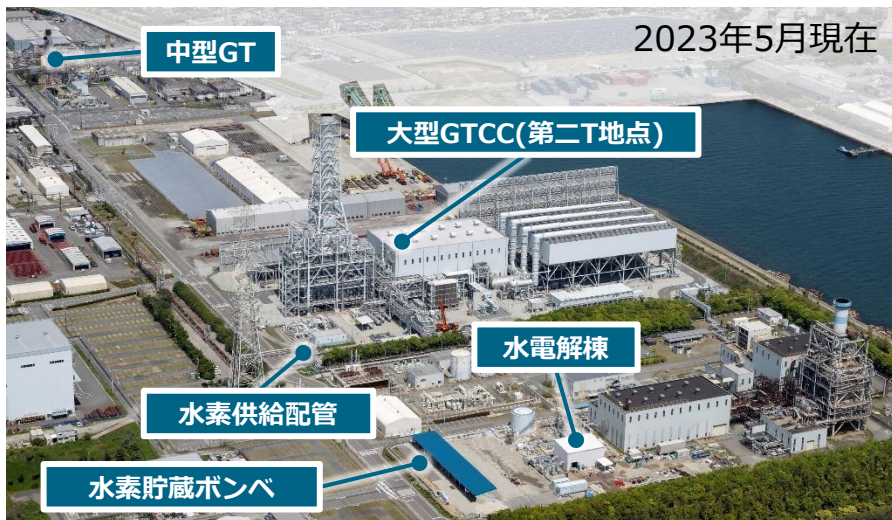
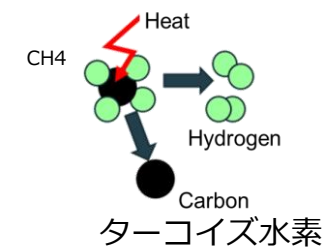
## 水素製造



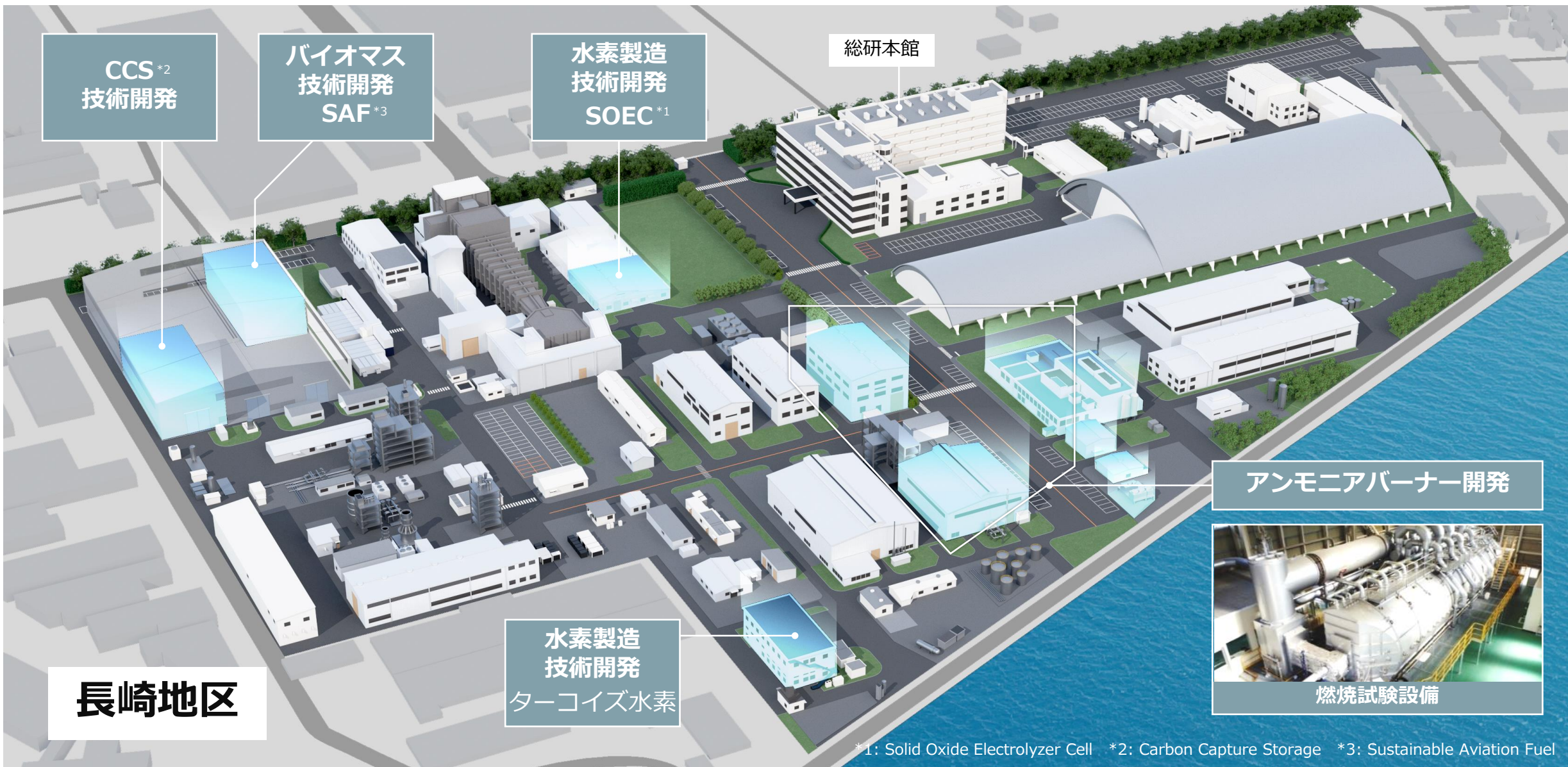
水電解



SOEC



# カーボンニュートラルに向けた各種技術開発



CCS<sup>\*2</sup>  
技術開発

バイオマス  
技術開発  
SAF<sup>\*3</sup>

水素製造  
技術開発  
SOEC<sup>\*1</sup>

総研本館

アンモニアバーナー開発



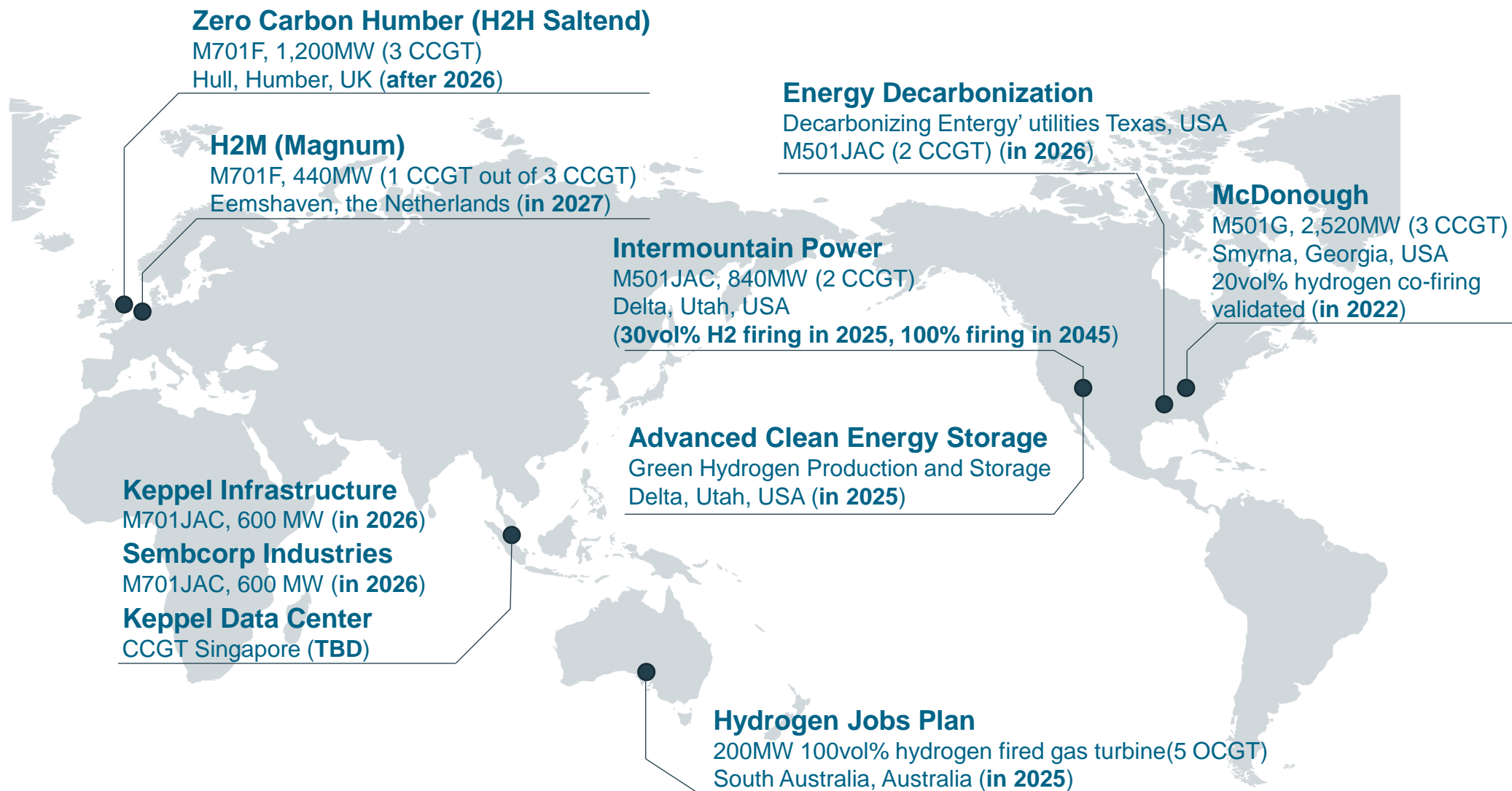
燃焼試験設備

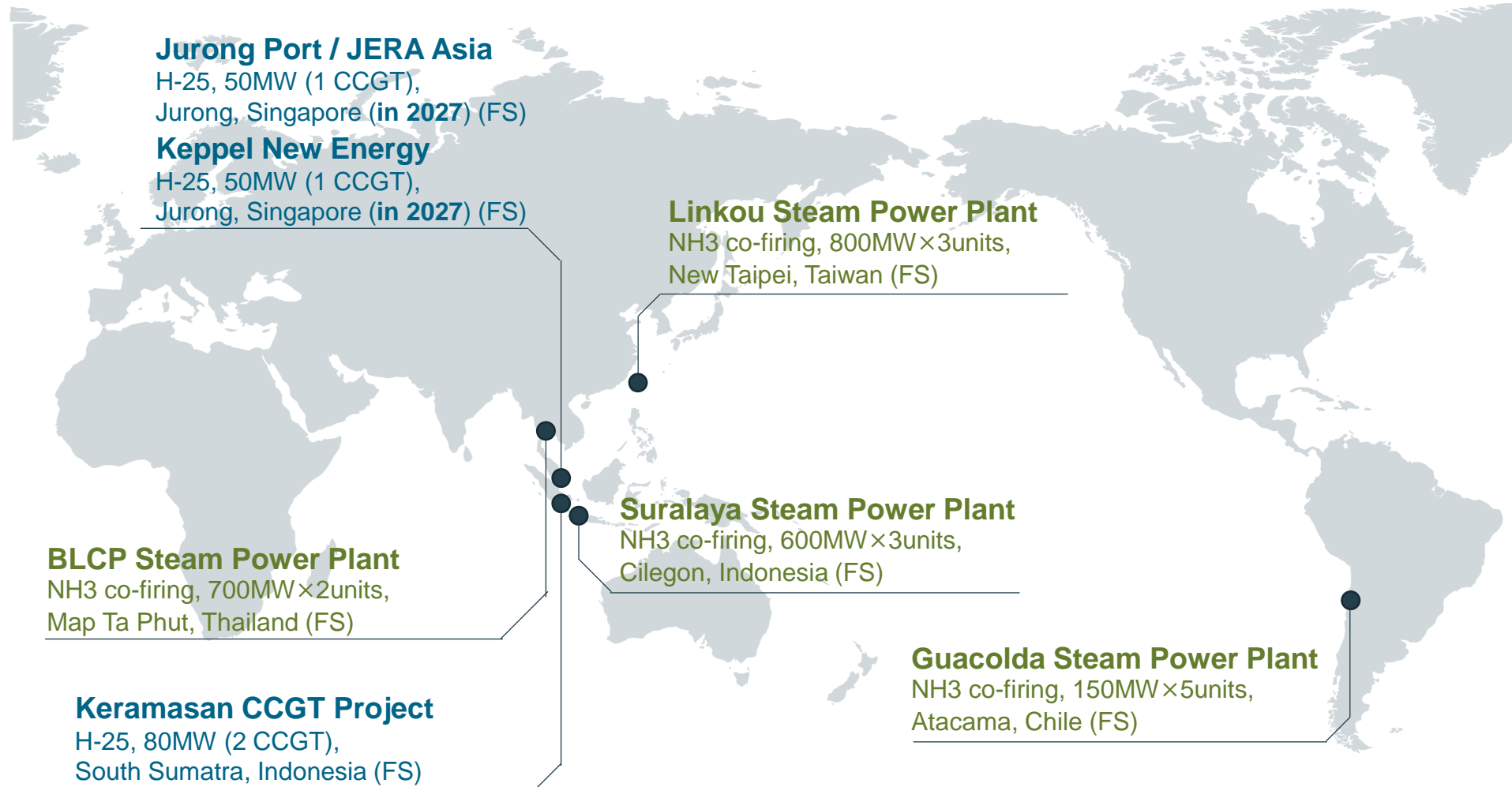
長崎地区

水素製造  
技術開発  
ターコイズ水素

\*1: Solid Oxide Electrolyzer Cell \*2: Carbon Capture Storage \*3: Sustainable Aviation Fuel

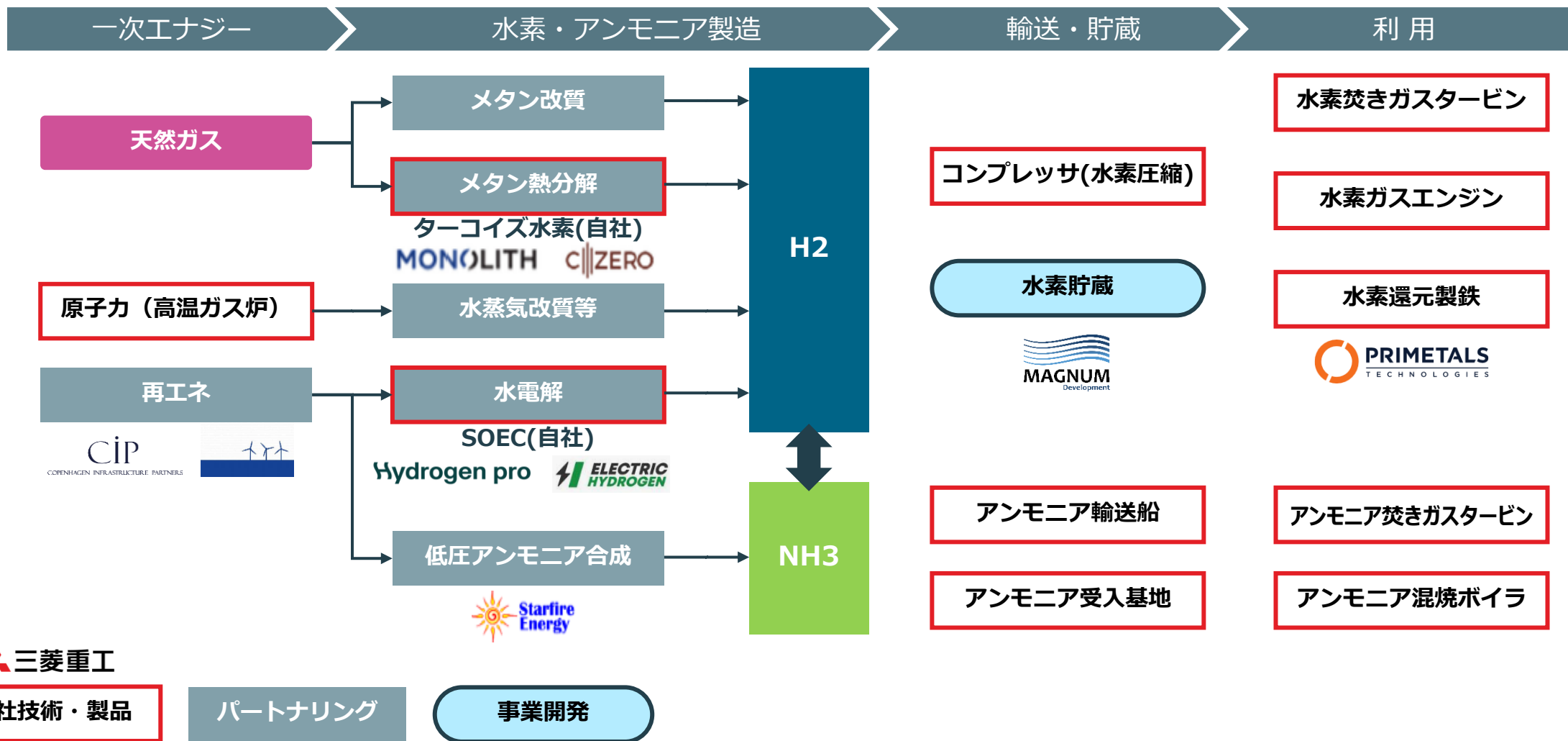






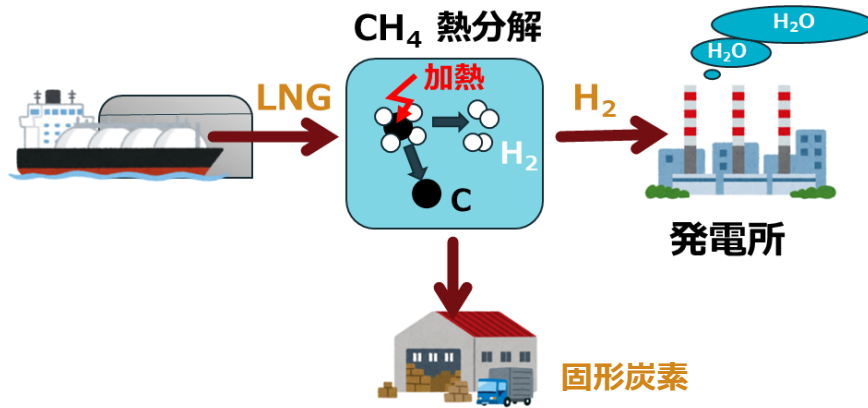
### 3. 水素エコシステム実現に向けた取り組み

■ 自社開発に加え、パートナーとの連携を含め、バリューチェーン全体をカバーした事業展開を推進



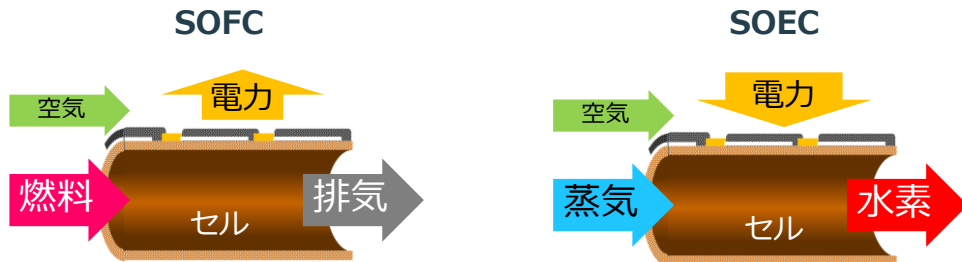
## ターコイズ水素

- 触媒でメタンを分解し水素製造、炭素は固体で回収
- 既存LNGインフラを活用、大量・低コストのCO<sub>2</sub>フリーのH<sub>2</sub>を供給



## SOEC

- SOEC(Solid Oxide Electrolysis Cell)は蒸気と電力から水素製造（電気分解）
- SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)の逆反応でセル技術が応用可能



- 2023年度より自社開発のSOECの検証を開始予定
- 2026年以後の商用化を目標に開発・検証中

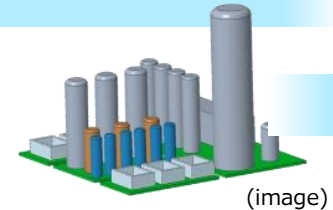
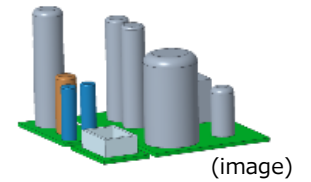
2023年 > 2024年 > 2025年 > 2026年~

## ターコイズ水素

要素試験

開発検証

商用化

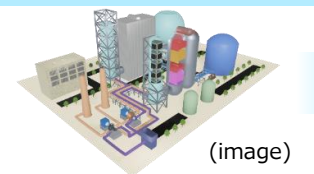


## SOEC

要素試験

開発検証

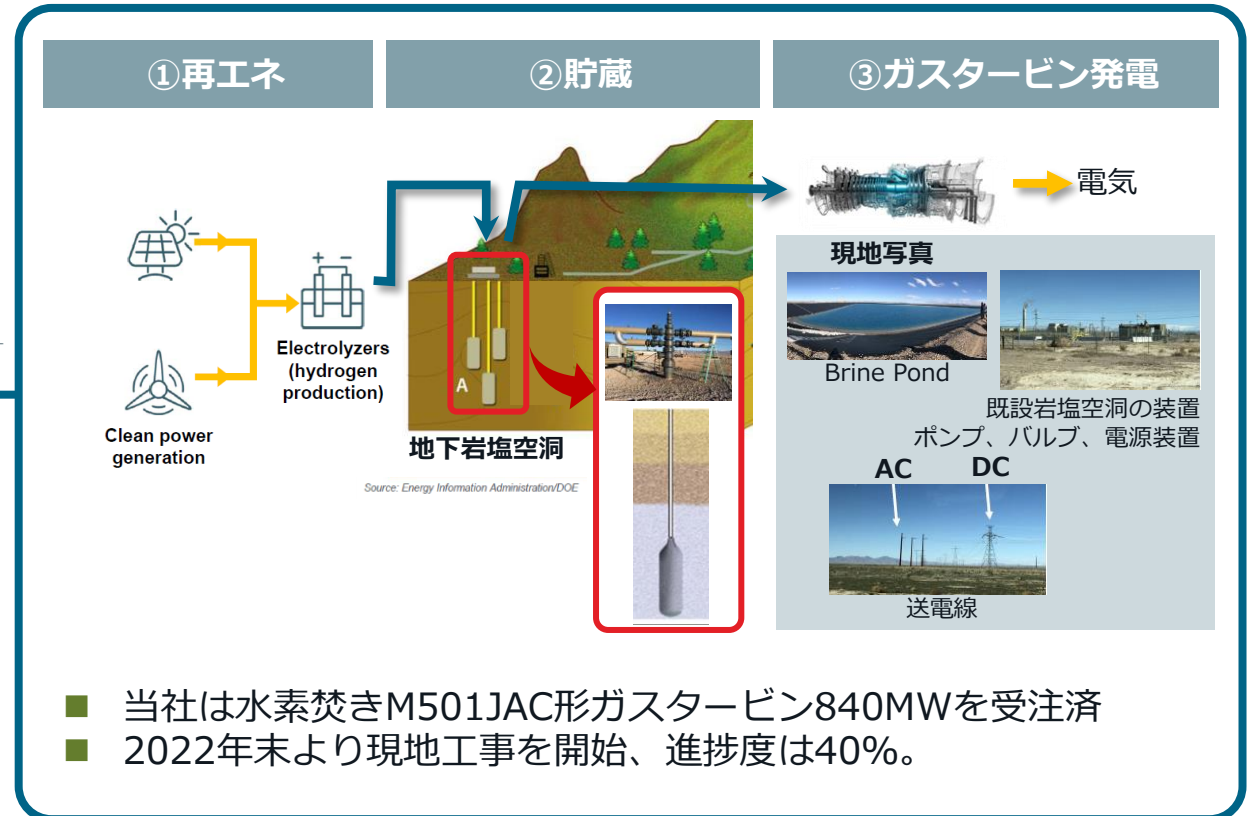
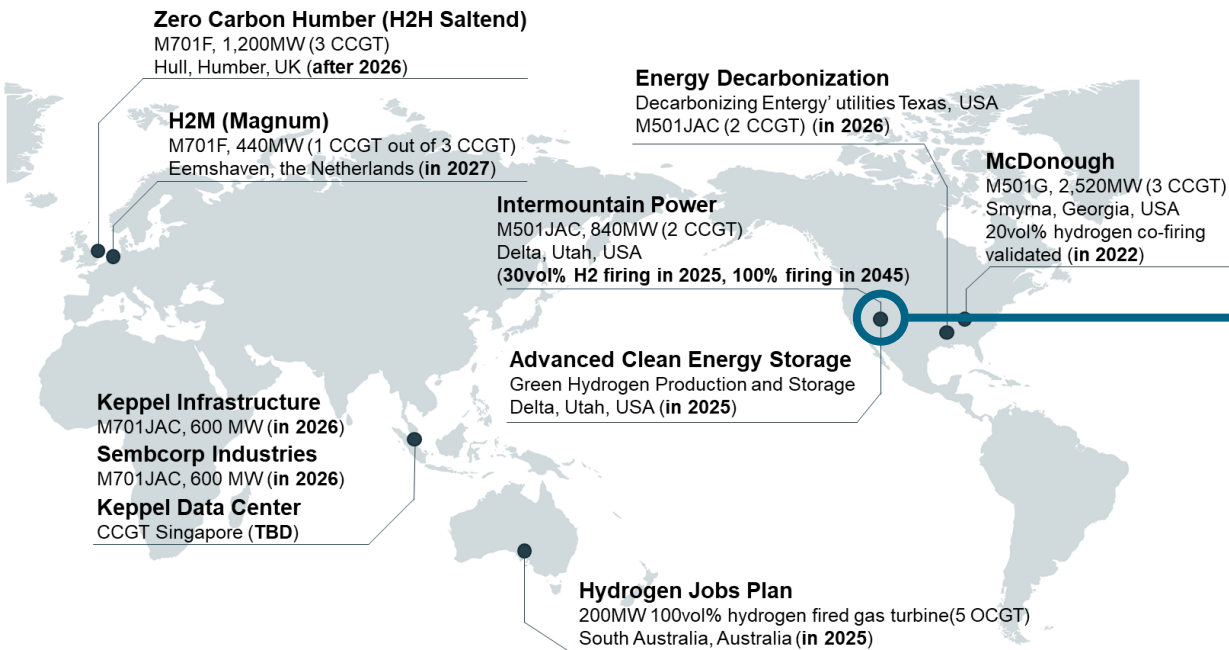
商用化



# 米国における水素貯留・ガスタービンプロジェクトの例

## Advanced Clean Energy Storageプロジェクト (米国ユタ州)

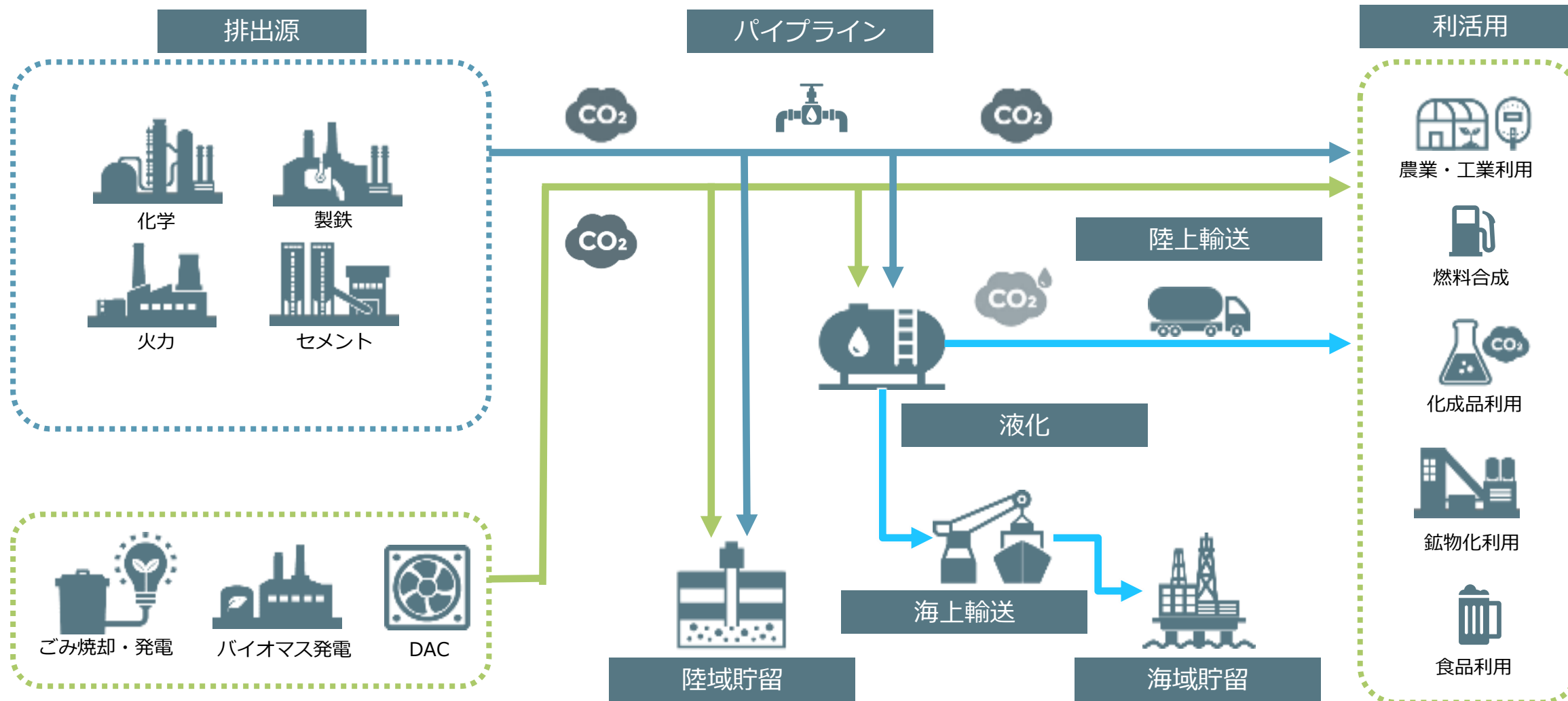
- 西海岸の豊富な再生電力からグリーン水素を製造し、地下岩塩空洞にそのグリーン水素を貯蔵
- 電力必要時にグリーン水素を取り出し、ガスタービンで発電し、中長期間の電力需給安定化を図る
- 2022年6月にFID。2025年に水素30%混焼を開始予定。



## 4. CO<sub>2</sub>エコシステム実現に向けた取り組み

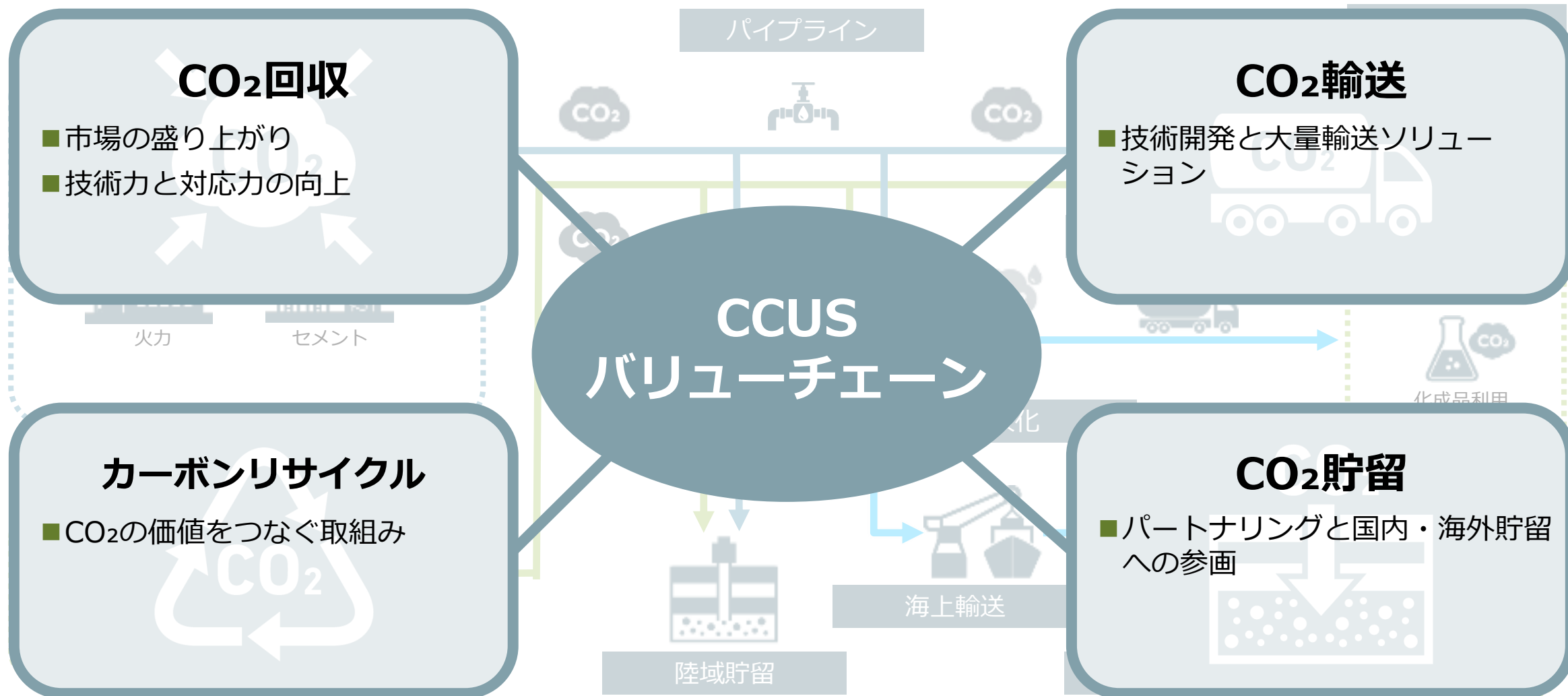


■ CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエナジートランジションにて対応する領域は以下

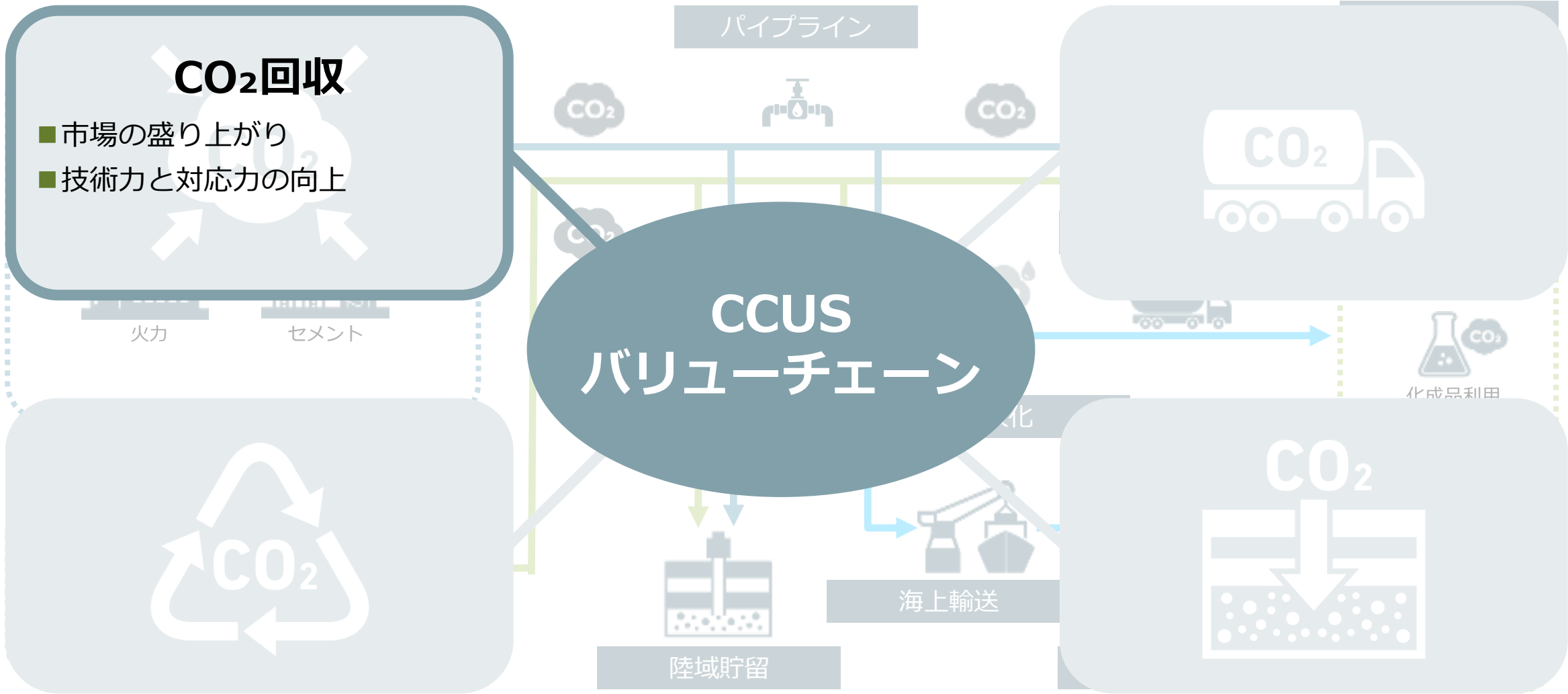




■ CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエネルギー転換に向けて対応する領域は以下



■ CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエナジートランジションにて対応する領域は以下



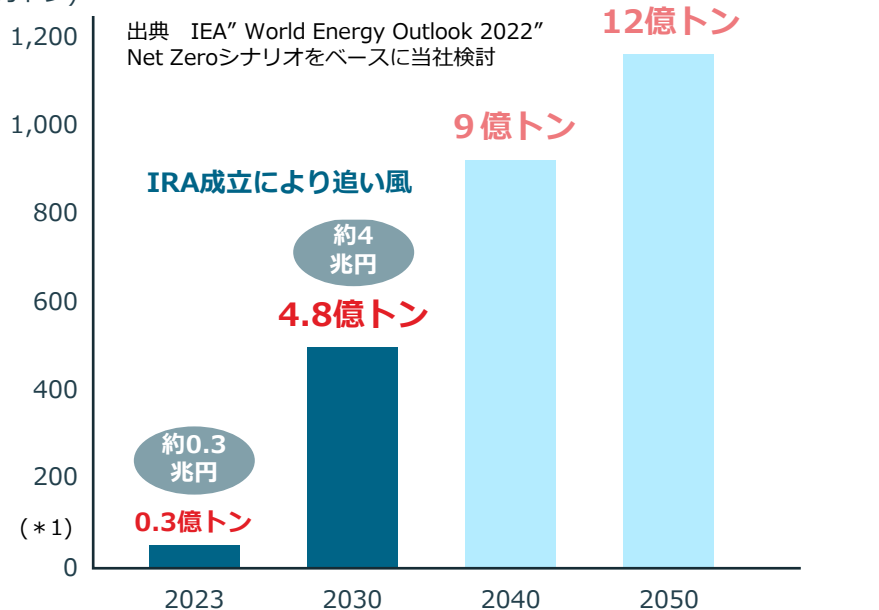
# CO<sub>2</sub>回収： 回収市場の盛り上がり

- 米国IRA成立を追い風に、欧米中心に商談旺盛、今後さらに拡大する米国のCO<sub>2</sub>回収ニーズに応え、事業拡大、シェアのキープを図る
- DOEのクリーンエネルギー実証局(OCED)は、本年5月に助成案件としてFEED交渉権を得た8件のプロジェクトを発表、技術力が評価され、3件で当社CO<sub>2</sub>回収技術を採用予定

## Net Zeroシナリオにおける必要なCO<sub>2</sub>回収量(米国)

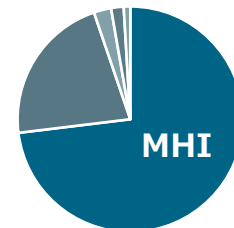
### CO<sub>2</sub>回収量

(百万トン)



No.	選定事業者	サイト所在地
1	Duke Energy Indiana, LLC	インディアナ州
2	Energy Services, LLC	ルイジアナ州
3	Lehigh Hanson, Inc	インディアナ州
4	Navajo Transitional Energy Company, LLC	ニューメキシコ州
5	Southern States Energy Board	アーカンソー州
6	Taft Carbon Capture, LLC	ルイジアナ州
7	Tampa Electric Company	フロリダ州
8	University of Illinois at Urbana-Champaign	イリノイ州

当社CO<sub>2</sub>回収技術を採用予定



当社の世界シェアは、排ガスからのCO<sub>2</sub>回収において70%以上 (\*2)

### 【DOEプログラム：Carbon Capture Demonstration Projects Program】

2022年9月 CCSを目的としたFEEDプロジェクトに総額\$189mil.の資金供与を公表

(\*1)：当社にて稼働日数を300日/年と仮定し、1日あたりのCO<sub>2</sub>回収量を年換算したもの

(\*2) 商用機CO<sub>2</sub>回収量(納入)ベース、当社調べ

- 世界をリードする当社回収プロセスのさらなる進化を進め、その適用先拡大に向けてArcelorMittalを始めとした多様な産業分野のパートナーと実証を推進
- グローバルでの商談機会拡大に対応するため、サプライチェーンのキープレーヤ（例：地域・顧客チャネル）とのライセンスパートナーリングを推進

## 技術力向上

- 関西電力(株)と共同で、新開発の吸収液「KS-21™」を活用したプロセス「Advanced KM CDR Process™」を商品化
- 世界最大級のCO<sub>2</sub>回収実験施設「ノルウェー モングスタッドCO<sub>2</sub>回収技術センター」での実証試験でKS-21™の優位性を確認（2021/8）
- KS-21™の特長（従来のKS-1™との比較）
  - 揮発性が低く、劣化に対する安定性が高い
  - 酸化分解抑制により、アミンエミッション値を低減
  - 再生塔高圧化により、CO<sub>2</sub>圧縮機動力を低減

	KS-1™	KS-21™ (*)
揮発性	100	50-60
熱劣化率	100	30-50
酸化反応率	100	70
吸収熱	100	85

(\*)：排ガス等の条件による

## ライセンスパートナーリング

- 2023年4月大手エンジニアリング会社伊Saipem社をプロジェクト協業パートナーとして、欧州・中東を中心とした地域にCO<sub>2</sub>回収プラントを拡販



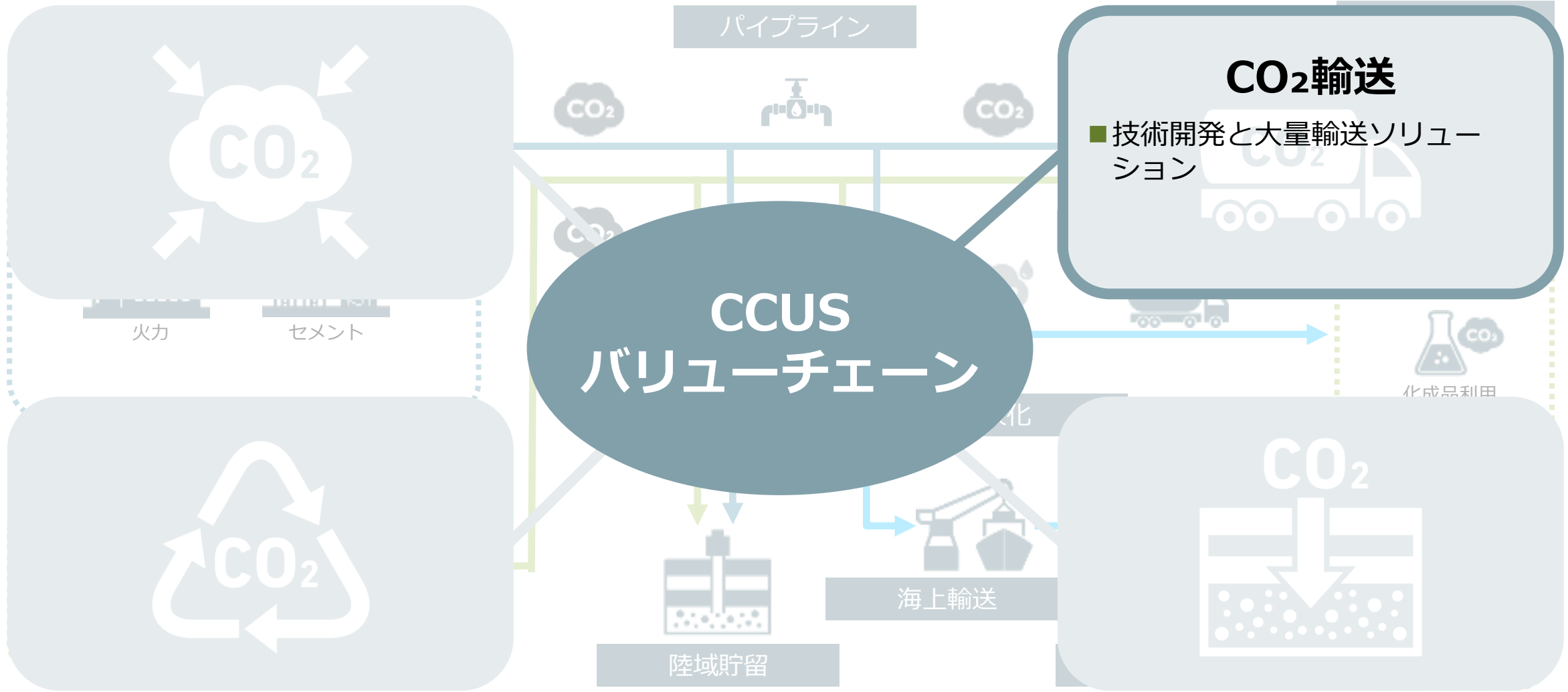
### 【Saipem社について】

- 石油/ガスを中心としたプラントの設計/調達/建設/プロジェクト管理などを行なうイタリアのエンジニアリング会社
- 70カ国以上の拠点を持ち、先進的かつ革新的なエンジニアリング技術と豊富なプラント納入実績を有する
- 当社はSaipem社が有する尿素技術において長年協力関係にあり、これまで世界各国に肥料プラントを建設

## 実証パートナーリング

	製鉄	Arcelor Mittal他 協業契約締結 (FY22/10)
	セメント	トクヤマ 2022年6月末～ 2023年5月末
	ごみ焼却 設備	横浜市 2023年1月～ 2024年3月
	ガスエンジン	社内 2022年7月末～ 2023年5月末

■ CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエナジートランジションにて対応する領域は以下



- CCSの本格商用化において、重要になるCO<sub>2</sub>大量輸送に対し、船舶輸送技術により貢献
- 2023年3月には液化CO<sub>2</sub>輸送実証船の進水式を下関において実施
- CO<sub>2</sub>輸送に関するFS（これまでにのべ20件）やパートナーリングを展開



進水式（2023年3月）



2023年末に完成後、2024年より、舞鶴でCO<sub>2</sub>を積載し、  
苫小牧に輸送予定

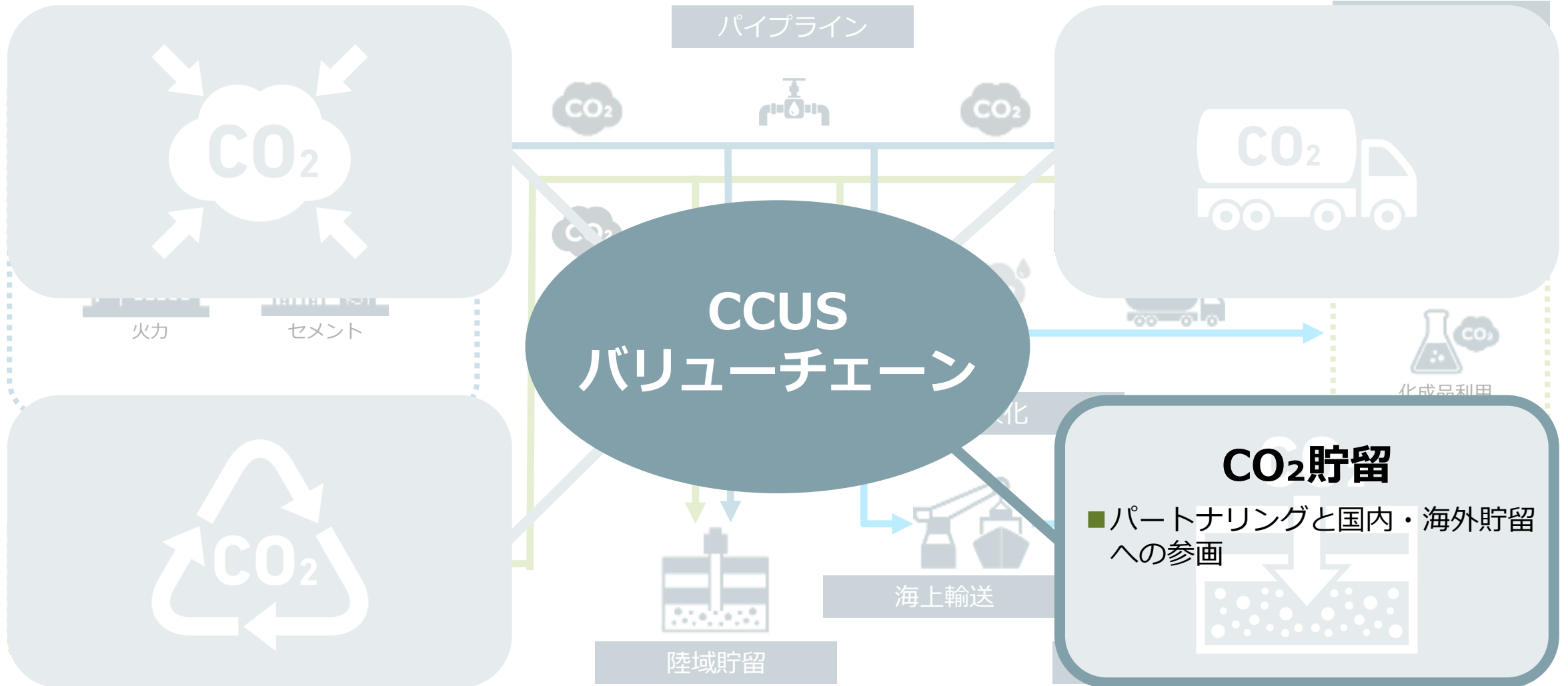
Flag	Japan	Class	ClassNK
Length o.a.	72.0m	Breadth	12.5m
Tank capacity	1,450m <sup>3</sup>	Draught	4.55m

## FSや基本設計承認、パートナーリングの展開

カテゴリー	パートナー候補
CCS事業者	Equinor、INPEX、伊藤忠、TotalEnergies 他
船舶運航事業者	川崎汽船、商船三井、日本ガスライン、日本郵船、山友汽船 他
船級協会	ビューローベリタス※ <sup>1</sup> (Bureau Veritas)、日本海事協会、DNV※ <sup>2</sup> (Det Norske Veritas) 他
建造パートナー	日本シップヤード 他

社名ABC順

- CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエナジートランジションにて対応する領域は以下



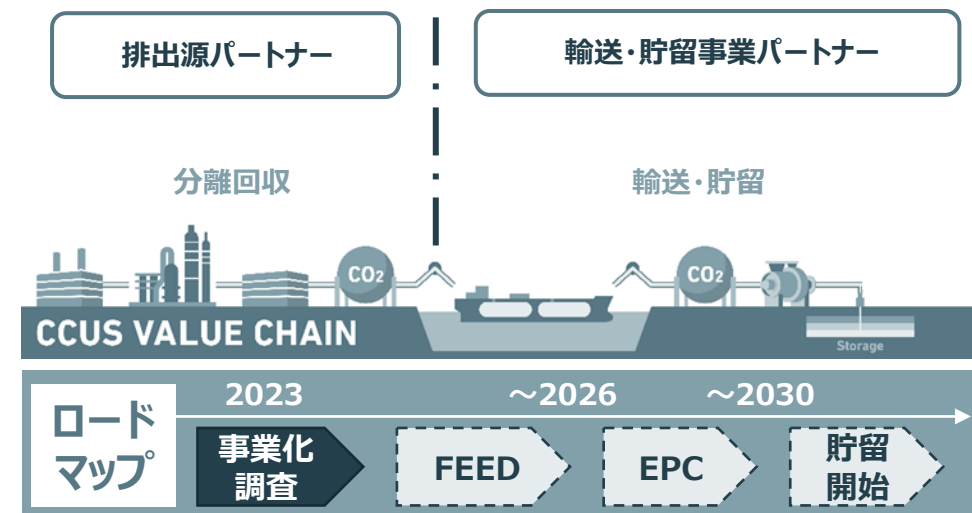
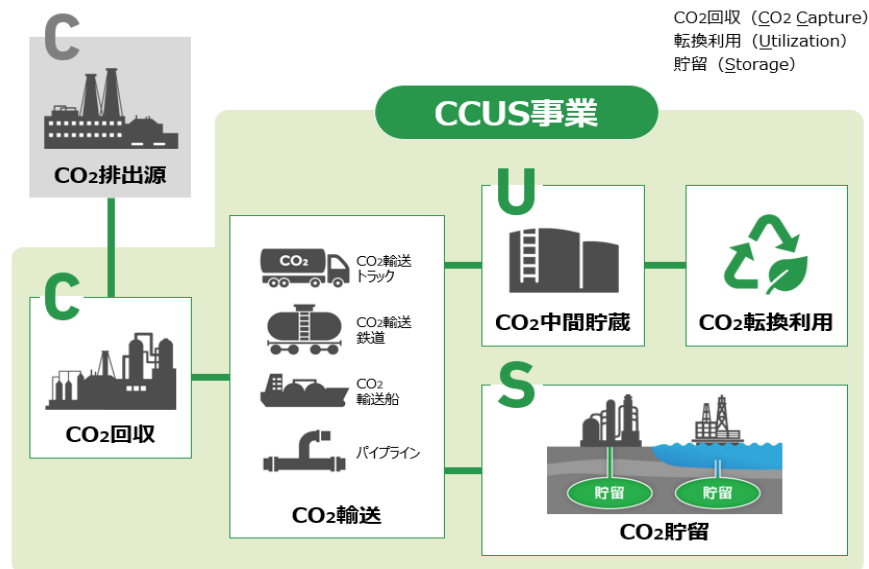
- 2022年 ExxonMobil社とのアライアンスに合意、バリューチェーン全体に対してソリューションを提供できる体制を整え、世界各国で案件具体化を促進中
- この取り組みにより、排出源と貯留・利活用を繋ぐ、end-to-endでのCO<sub>2</sub>エコシステム構築に向けて当社が貢献できるようになる

## 全世界：ExxonMobilとの協調(CCSプロジェクトの拡大)

- ExxonMobilは、CO<sub>2</sub>回収と回収したCO<sub>2</sub>を輸送し、地層に安全に注入する30年以上の実績を有する
- 当社のCO<sub>2</sub>回収技術とExxonMobilが保有する輸送・地下貯留技術を組み合わせることで、産業分野のあらゆる顧客に対し、回収から貯留まで一貫したCCS提案が可能
- 米国を中心に、全世界のCCSプロジェクトにおける連携を強化

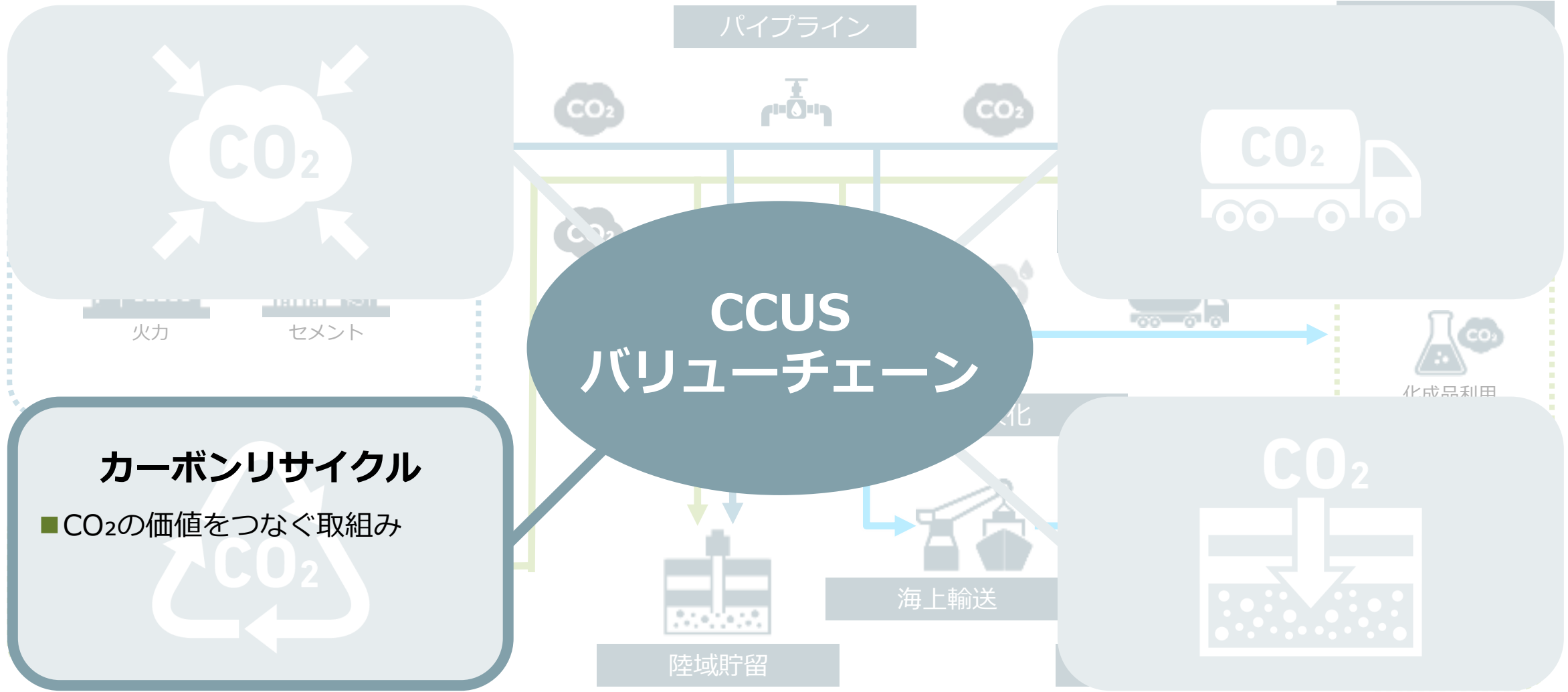
## 日本：バリューチェーン事業の共同スタディへ参画

- 政府はCAPEX、OPEXへの補助を含めCCS長期ロードマップを推進中
- CO<sub>2</sub>回収源、輸送方法、CO<sub>2</sub>貯留地域の組合せが異なる3~5つのプロジェクトが採択され、国内CCSが急速に立ち上がる計画
- 当社は、INPEX等と共にCCS事業者として共同スタディを実施予定(FY23)





■ CO<sub>2</sub>エコシステムを構成するCCUSバリューチェーンの全体像において、当社のエナジートランジションにて対応する領域は以下

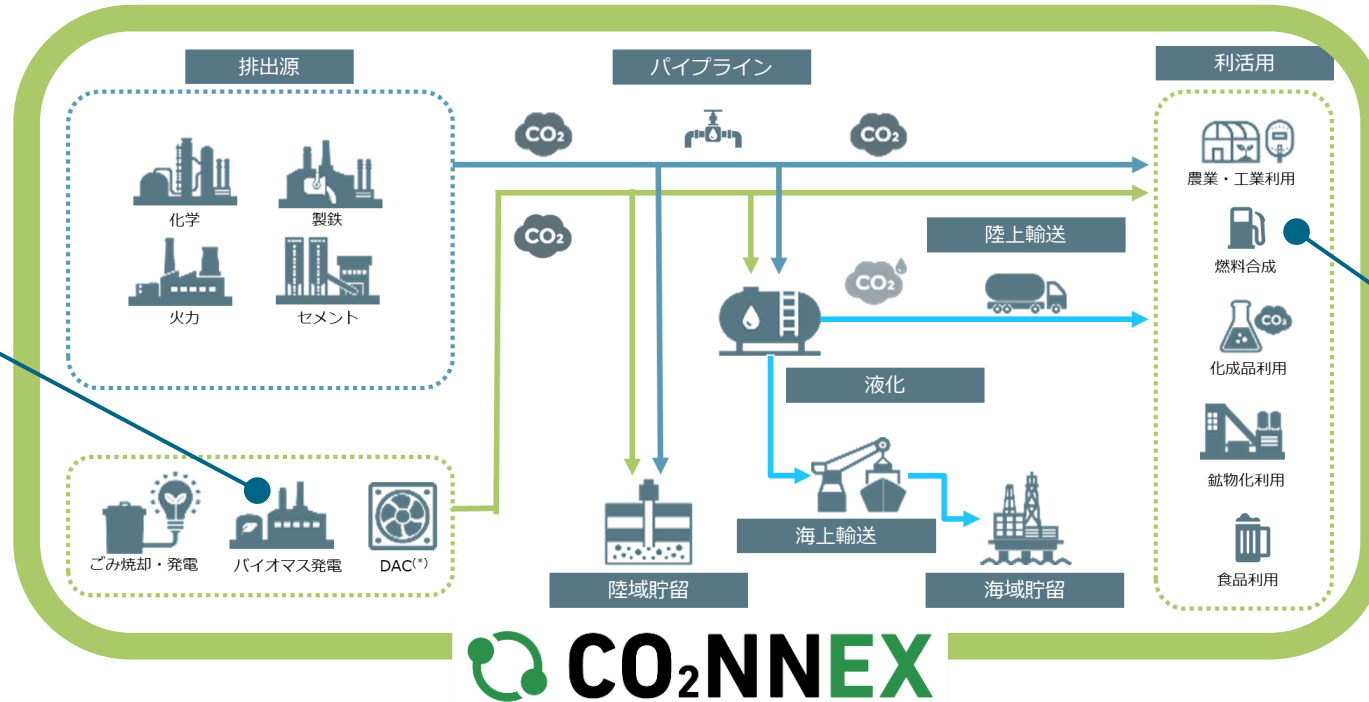


**カーボンリサイクル**

■ CO<sub>2</sub>の価値をつなぐ取組み

# カーボンリサイクル：CO<sub>2</sub>の価値をつなぐ取組み

- CCUSバリューチェーン内のCO<sub>2</sub>の価値を精緻に把握、可視化し、流通・取引を支援
- 肥料製造やメタノール製造等の当社経験に加え、スタートアップ投資を通じて利活用産業の幅広い領域で市場拡大に貢献



DACやバイオマス由来といったCN貢献の価値が高いCO<sub>2</sub>を正しく流通

- 広島市バイオマス発電所 CO<sub>2</sub>回収・利用
- DAC技術開発

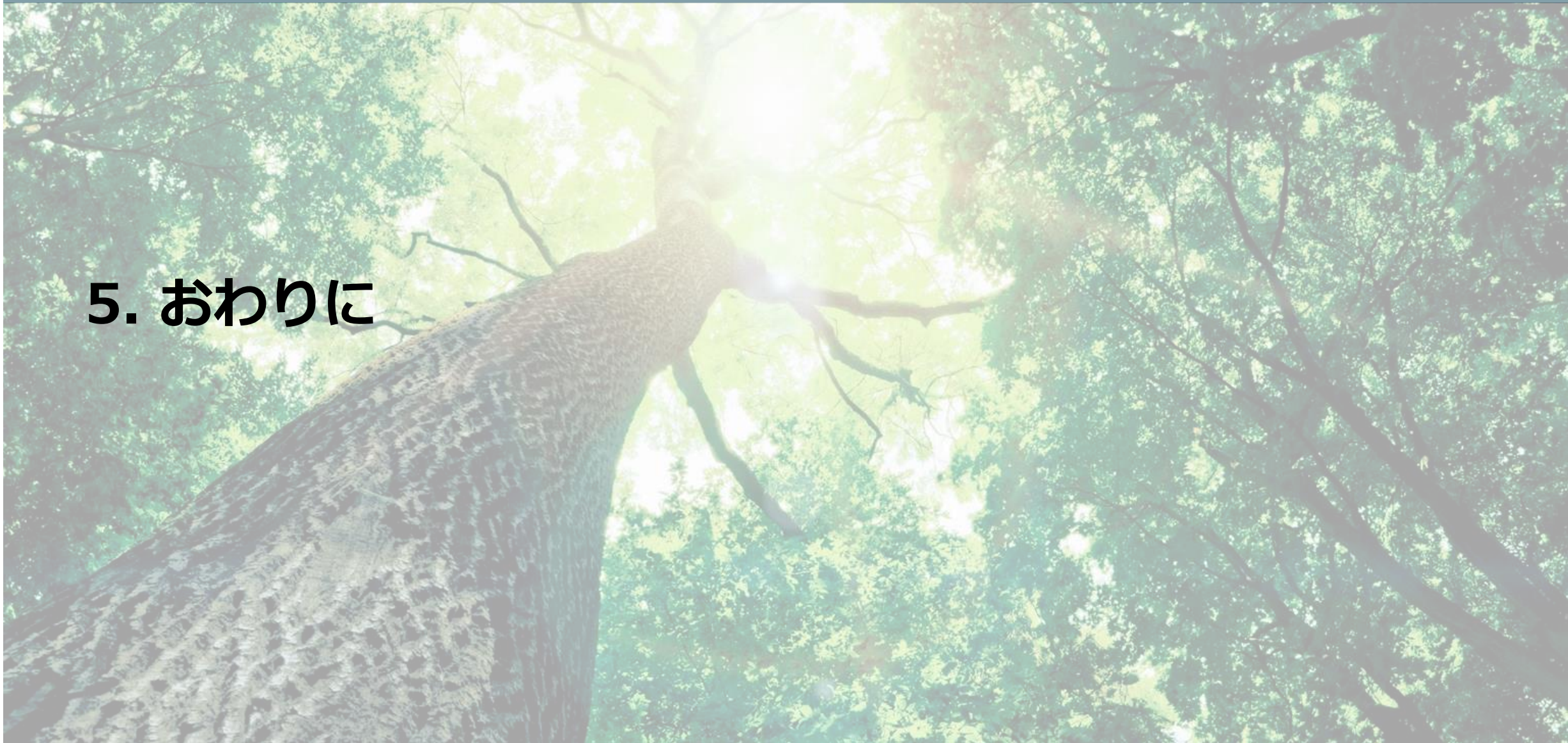
スタートアップ投資も含めて市場拡大に貢献

- 合成燃料 e-fuel
- バイオテクノロジー
- 化学合成
- 鉱物化 等

CCUSデジタルプラットフォーム上で、バリューチェーンの各プレーヤーとCO<sub>2</sub>をつなぎ、カーボンリサイクルの市場拡大に貢献。(CO<sub>2</sub>NNEX™は日本IBMと共創)

- 国内で数件のPoCを推進
- 導入検討が進むe-methane等への適用を大阪ガス他と共に推進

# 5. おわりに



- 各領域での個々の技術開発は着実に進捗
- エコシステムの実現に向けて広く議論をしていく
- 当社にとっては様々な成長の機会がある



既存インフラの  
脱炭素化



水素エコシステムの  
実現



CO<sub>2</sub>エコシステムの  
実現



## 当社の方針にかかわるこれまでのご説明

**当社が考えるエナジートランジション**

2050年のカーボンニュートラル社会実現に向け  
脱炭素化技術と水素バリューチェーン構築で貢献

ネットゼロカーボンの達成

水素バリューチェーンの構築

カーボンリサイクルの推進

産業用エナジーの効率的な活用

火力発電の脱炭素化  
原子力によるCO<sub>2</sub>削減

2020年11月26日 エナジートランジション説明会  
～三菱重工グループの新たな挑戦～

**当社グループが目指すエコシステム**

- 単なるバリューチェーンではない
- 多種多様な産業分野を繋げて環境価値、経済価値を創出

⇒ 当社グループの幅広い製品・サービスで早期社会実装

実現するための**6つのキーワード**

- 活用する
- 交換する
- 分離する
- 循環する
- 集約する
- 合成する

2022年03月18日 カーボンニュートラル説明会  
～MISSION NET ZERO～

**成長領域の開拓**

- 2040年カーボンニュートラルの達成を宣言(MISSION NET ZERO)
- カーボンニュートラルの達成に向け、エナジートランジションによる脱炭素化(供給側)と、社会インフラのスマート化による省エネ・省人化・脱炭素化(需要側)を両面で推進

MISSION NET ZERO

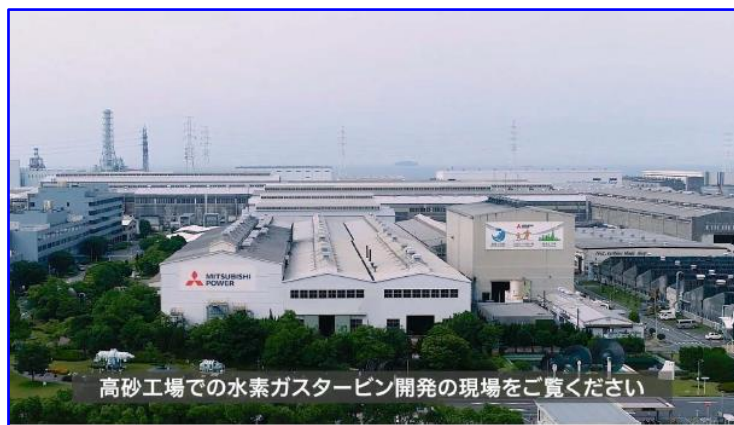
安全 安心 快適 安全・安心・快適な社会

エネルギーの供給側 エナジートランジション

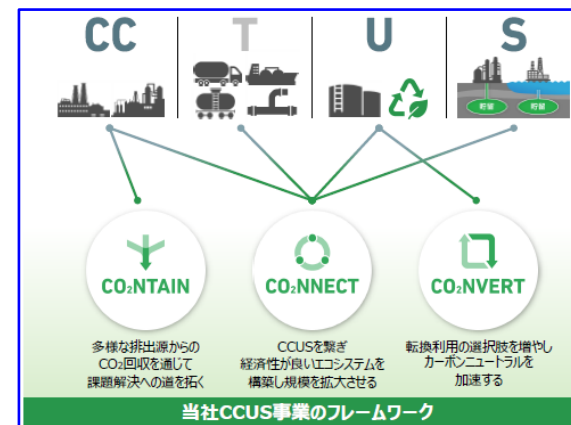
エネルギーの需要側 エナジートランジション

2023年04月05日 2021事業計画進捗状況  
～三菱重工グループの新たな挑戦～

## 個別推進状況にかかわるこれまでのご説明



2021年06月14日 水素技術バーチャル工場見学会



2021年10月12日 CCUS説明会