

CCUS説明会



2021.10.12

三菱重工業株式会社

第1章 | CCUSへの期待

- カーボンニュートラルに必要な年間CO₂回収量
- CCUSの課題
- CCUSにおける貯留の現状

第2章 | CCUSに対する当社事業の貢献

- 3つのフレームワーク（CO₂NTAIN・CO₂NNECT・CO₂NVERT）
- 実現に向けたタイムライン

第1章 | CCUSへの期待

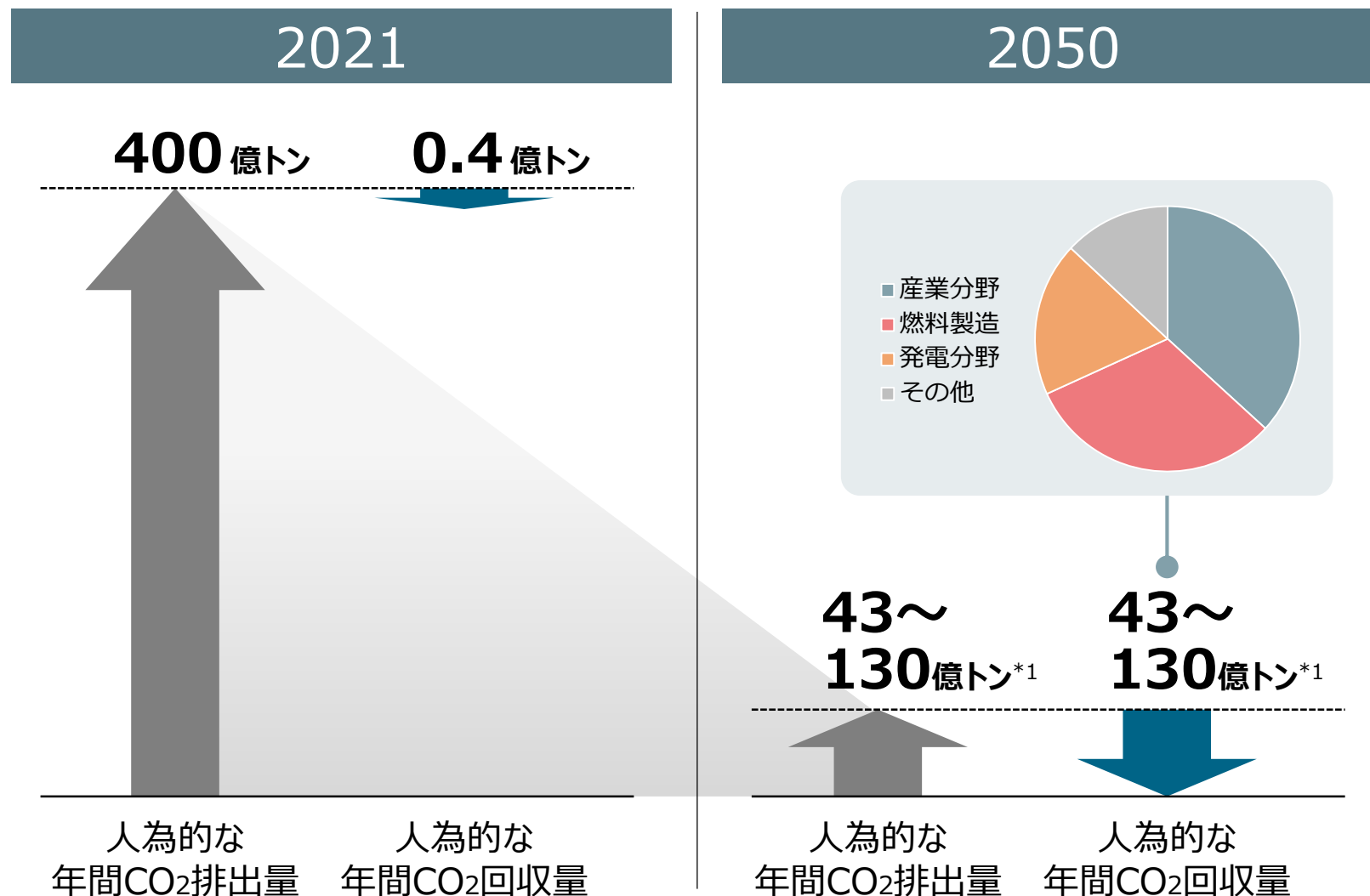
- カーボンニュートラルに必要な年間CO₂回収量
- CCUSの課題
- CCUSにおける貯留の現状

第2章 | CCUSに対する当社事業の貢献

- 3つのフレームワーク（CO₂NTAIN・CO₂NNECT・CO₂NVERT）
- 実現に向けたタイムライン

- 2050年にカーボンニュートラルを達成するために、CO₂ 排出量は各種打ち手により削減されるが、43～130億トンのCO₂排出が残る。
- この残るCO₂排出量は、回収が必要で、量としては現在の100～300倍となる。
- 2050年にCO₂回収する分野は産業分野、燃料製造(ブルー燃料製造を含む)、発電分野、その他(航空・輸送等)多岐にわたる。

幅広い分野においてCCUSの導入が必要

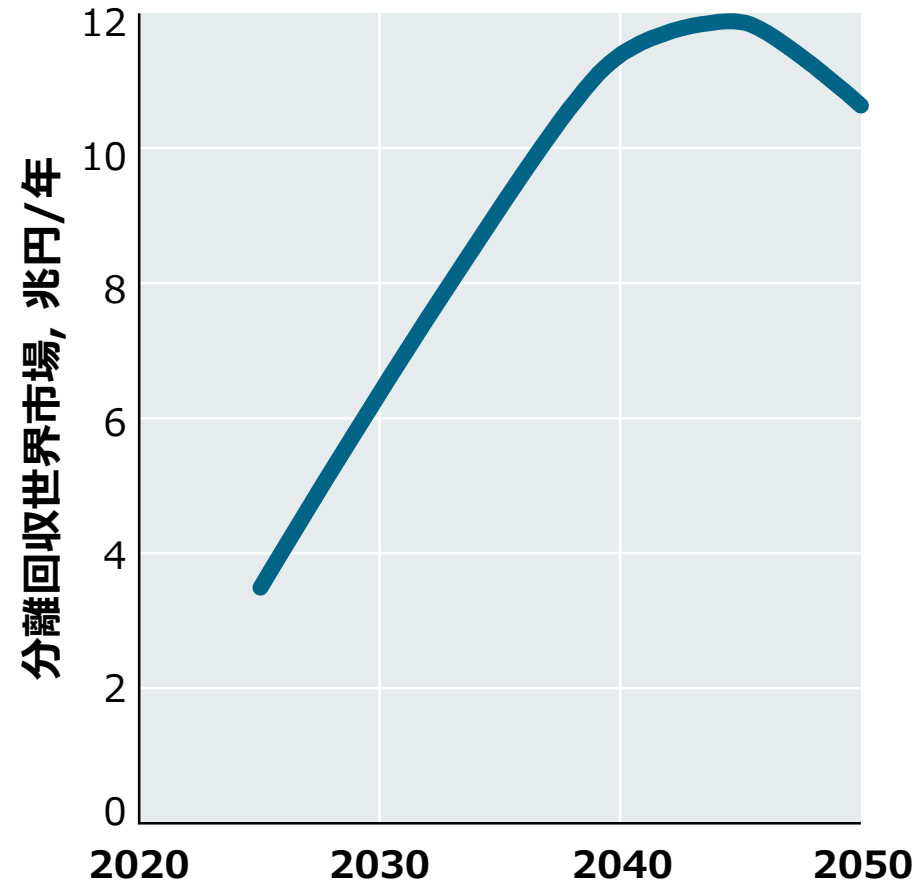


*1 : 主要レポート(McKinsey 1.5°Cシナリオ、IEA Net Zero by 2050、IEA SDS、IPCC等)を元にした当社纏め。

- 右図は、経産省HP『「ビヨンド・ゼロ」実現までのロードマップ』より抜粋した世界のCO₂回収市場規模の見通し。
- IEA2017年レポートのCO₂回収量(2030年で年間20億トン、2050年で年間86億トン)に、CO₂回収コスト(日本、米国、中国の目標推定平均値)を掛けることで試算している。

CO₂回収市場は2030年で約6兆円、2050年で10兆円を超える。

CO₂回収市場の見通し






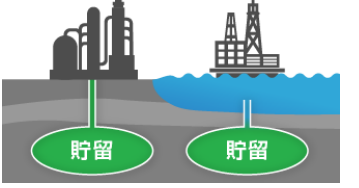
費用内訳		
設備費	62~69%	プラント
変動費	10~25%	素材、薬品
その他	11~23%	燃料費

※GI推進会議第一回WG発表資料を参考にMETI作成

https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/roadmap/innovation/ccus.html

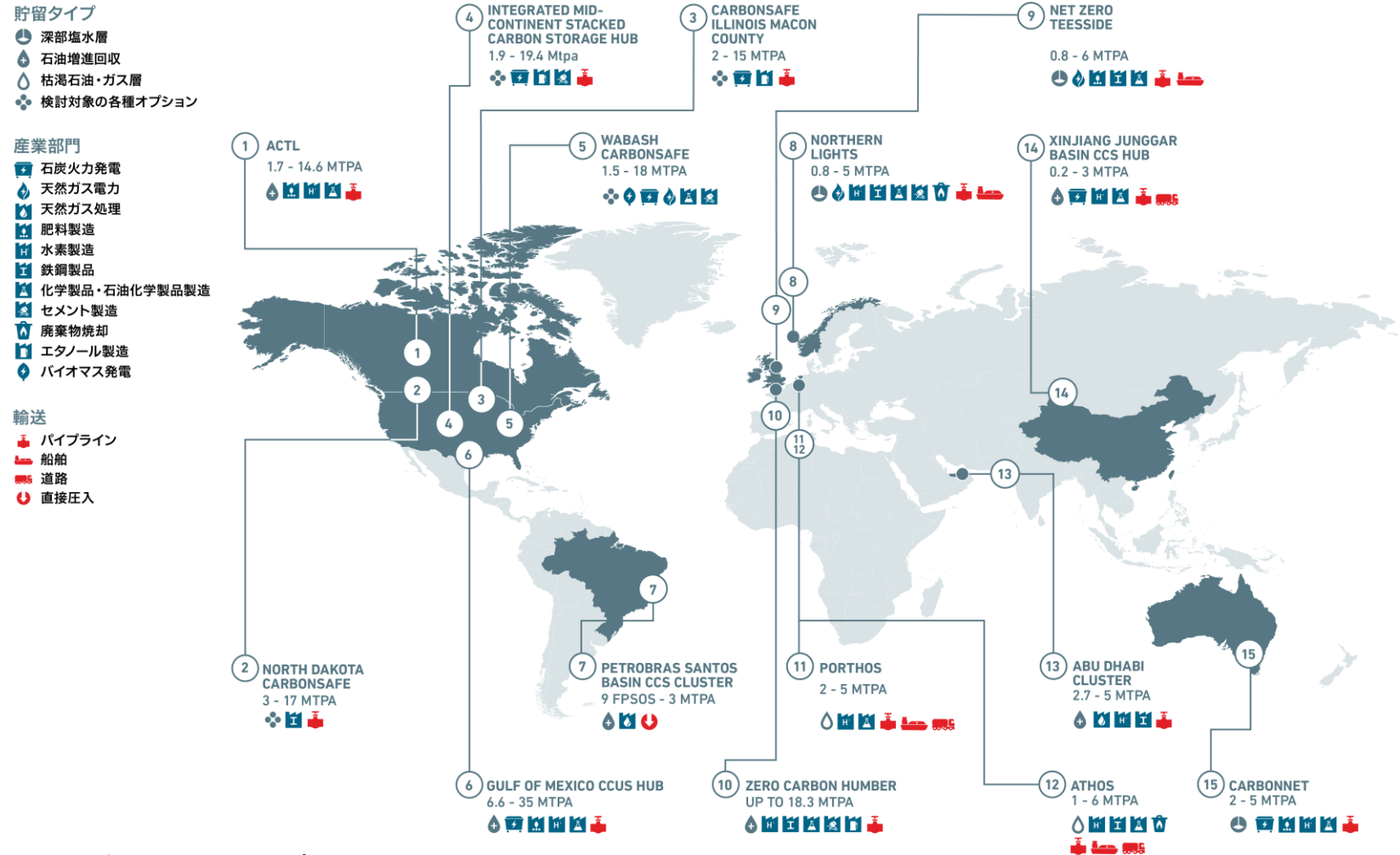
- CCUSとは、CO₂回収（CO₂ Capture）転換利用（Utilization）貯留（Storage）の略称。輸送も必須だがCCUSの略称には含まれていない。

CCUSには、制度的・規模的・技術的課題などがあり、それぞれに解決が必要になる。

	CC 	T 	U 	S 
制度的課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ CO₂排出削減施策と炭素税やカーボンプライスとのバランス ■ CSRの実行に対するインセンティブの提供 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 輸送コスト負担者の責任範囲が不明確 ■ 輸送需要が決まらず投資に進めない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ “グリーン・プレミアム”が限定的で高く売れない ■ CO₂固定に直結しにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ モニタリング含む環境アセスメント条件が未整備 ■ 貯留ビジネスモデルの成立条件が厳しく投資条件が揃いにくい
規模的課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 回収後のCO₂の持って行き場が限定的 ■ 回収装置の設置・運転コストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 輸送量が限定的 ■ 輸送コストが高い 	<ul style="list-style-type: none"> ■ エンドプロダクトに目新しさがなく従来品のリプレースが主 ■ 経済性の面でプレーヤが参入しにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 実用化された貯留地が少なく、そこで貯留できる国・地域は限られている ■ 貯留場所が離れており地中深いため高コスト
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> ■ 実用化された回収技術が限られ適用範囲の早急な拡大が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 大容量のCO₂海上輸送技術が確立していない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 実用化された転換利用技術の選択肢が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ■ モニタリング技術の成熟度が低い

- 現在CCSは米州、欧州を中心に開発計画が進む。
- 現在の貯留規模は年間100万～3500万トンと多様。この規模で年間43～130億トンのCO₂を貯留するには数百か所の貯留サイトが世界中で整備されてゆく。
- IEAによると貯留ポテンシャルは8兆トン以上(2050年排出量で600年分以上)と推定される。

貯留サイト数の大幅な増加と、輸送を含むネットワーク構築によるCCSの拡大加速が必要。



操業段階或いは開発段階のCCSプロジェクト

出典： Global CCS Institute, 2020. The Global Status of CCS: 2020. Australia.
<https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2021/09/Global-Status-of-CCS-Report-Jan-28-1.pdf>
 IEA, Energy Technology Perspectives 2020

第1章 | CCUSへの期待

- カーボンニュートラルに必要な年間CO₂回収量
- CCUSの課題
- CCUSにおける貯留の現状

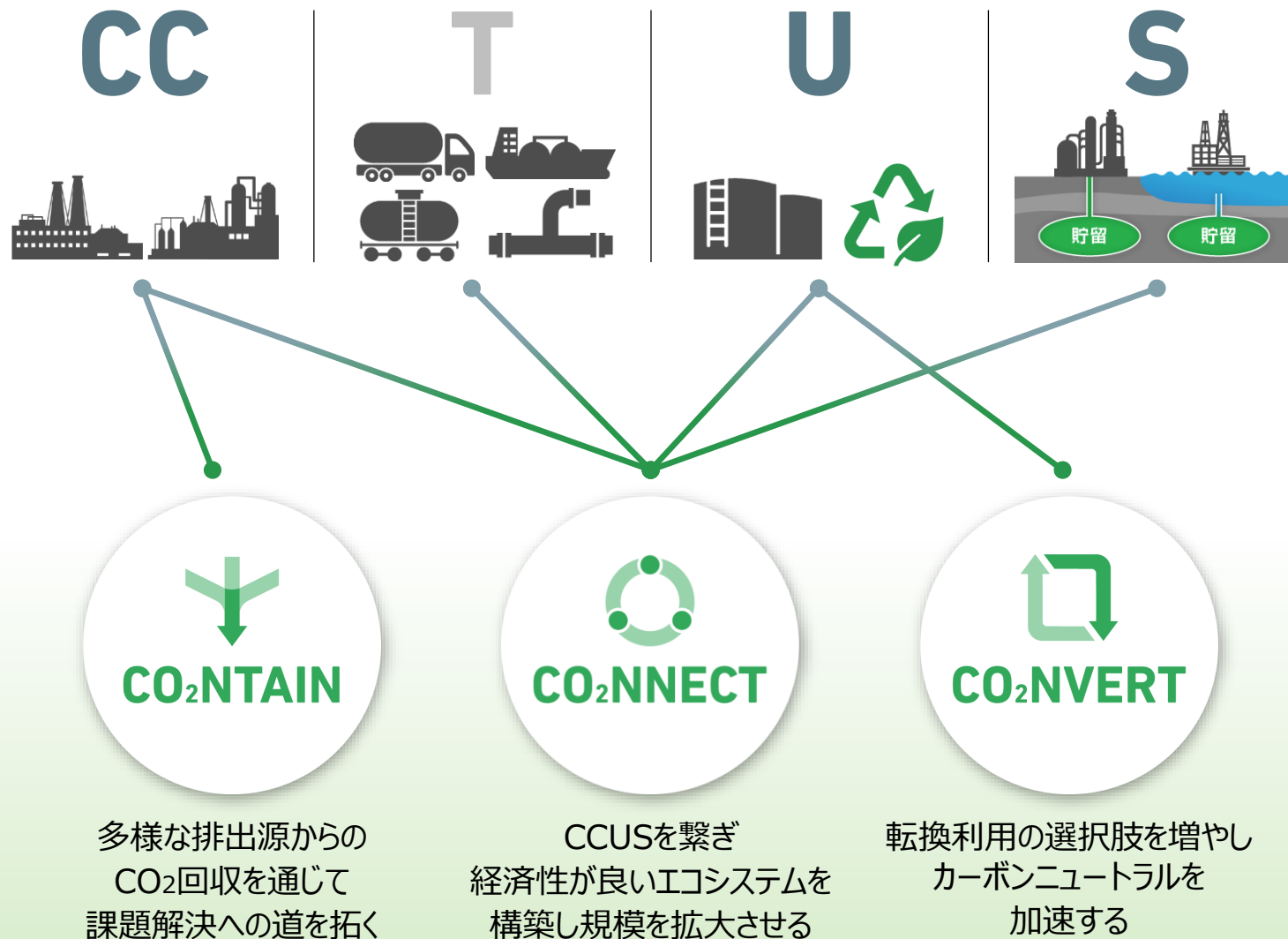
第2章 | CCUSに対する当社事業の貢献

- 3つのフレームワーク（CO₂NTAIN・CO₂NNECT・CO₂NVERT）
- 実現に向けたタイムライン

3つのフレームワーク (CO₂NTAIN・CO₂NNECT・CO₂NVERT)


- 前述CCUSの課題における技術的課題や規模的課題に対し、当社は3つのフレームワークを提案。

CO₂NTAIN (とる)
CO₂NNECT (つなぐ)
CO₂NVERT (いかす)



当社CCUS事業のフレームワーク



- 世界トップシェアを有するテクノロジー
KM CDR Process™
- VOC（お客様の声）
- 多様な排出源からのCO₂回収の必要性和当社の取り組み
- パートナーの声 

■ CO₂回収には様々な技術がある。現在排ガスからのCO₂回収では、化学吸収法が主に採用されている。

当社は高性能吸収液(KS-1™, KS-21™)による化学吸収法 KM CDR Process™による30年以上の商用実績を持ち、排ガスからのCO₂回収において世界シェア70%以上。

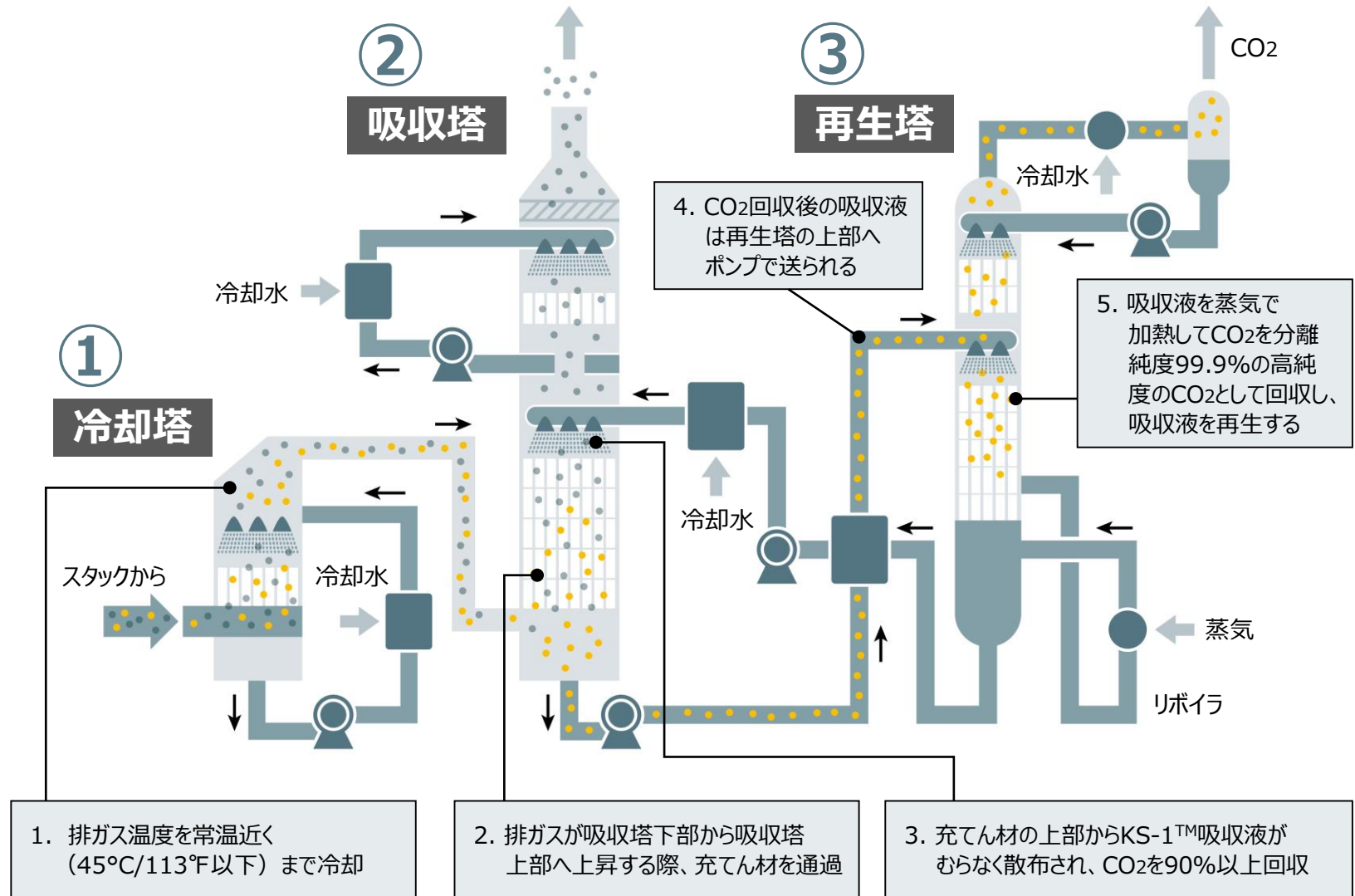
技術カテゴリー*1	特徴	開発状況	企業
化学吸収法 (液体吸収)	<ul style="list-style-type: none"> CO₂を液体中に溶解させ分離し、吸収液中の成分と反応させ吸収 排ガスからの分離に適する 大型の実績(1日5000トン)がある 一般にアミン系溶媒が用いられることが多い 	<ul style="list-style-type: none"> 商用化済 吸収液の開発や、設備のコストダウン(初期費用や運転コスト)、技術適用範囲の拡大が焦点 	MHI Shell Fluor Aker Carbon Clean Toshiba
固体吸着法	<ul style="list-style-type: none"> 固体の吸着剤表面や細孔にCO₂分子が吸着する方式 吸着後は熱や圧力により吸着したCO₂を脱着する 吸着材としては、有名なものとして活性炭、ゼオライト等があり宇宙ステーション等にも使用される 	<ul style="list-style-type: none"> 商用化済 設備の大型化、材料開発、低エネルギー化、技術適用範囲の拡大が焦点 	Air Liquide Air Products Svante CO ₂ Solutions
膜分離法	<ul style="list-style-type: none"> 浸透圧による分離方式 高圧・高濃度ガスからの分離に適する(排ガス等からのCO₂回収は不利) 	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス用には商用化済 高分子膜など新しい技術はパイロット試験段階が多い 材料開発が焦点 	Air Liquid MTE



*1：現在主要なCO₂回収技術より商用化観点にて3つのカテゴリーを選択し表示。

- 化学吸収法のプラント構成はどのメーカーもほぼ同様である。
- 初期コスト、運転に必要なエネルギー、吸収液の性能、プラントの環境対策などが技術的な差別化要素となる。

お客様はパイロット試験ではなく商用運転を求めており、当社のこれまで数トン～数千トンの商用実績は大きな強み。



- いただいたお客様の声からは、実績・エンジニアリング能力・ノウハウを重視している。

当社は13プラントで商用実績と幅広いラインナップ（約200トン～5000トン／日の回収能力）を有する。

“ MHI is an *ideal partner* for large industrial providers like us – they have *experience* with our industry and the *engineering talent* needed to pull this off ”

『私たちの様な大きな産業メーカーにとってプロジェクトを成功させるためには、実績やエンジニアリング能力に優れたMHIは理想的なパートナーである。』

鉄鋼会社幹部

“ This year is the *first time* we’re actually *paying* for *Carbon emissions*. *Tens of millions*. We are taking this seriously, so we need a *serious provider* to show us a new path ”

『CO₂排出に対して数十億円の支出が発生し始めた。大きな問題であり真摯に向かい合ってくれるパートナーが必要である。』

セメント会社取締役

“ We don’t want to be *someone’s testing ground*. We need a *provider* with a *proven history* and *proximity to industry* ”

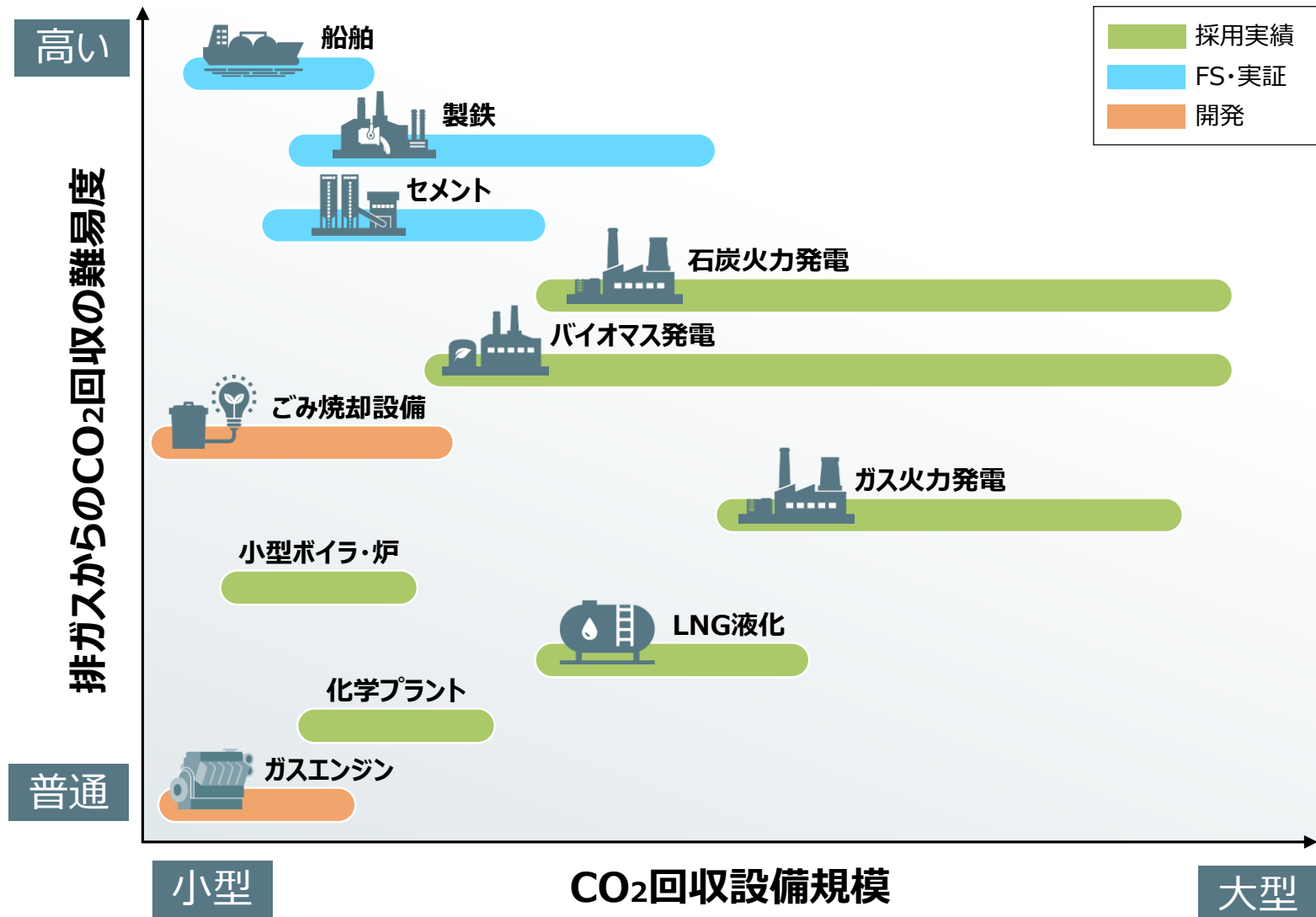
『我々は誰かの実験台にはなりたくない。我々が望んでいるのは実績を持ち業界ノウハウを持ったパートナーである。』

発電会社事業責任者



- さまざまな排出源に対応するには、小型から大型までの設備規模や、CO₂回収の難易度に応じたエンジニアリングがオールラウンドに必要。
- CO₂回収の難易度は、不純物、排ガス温度、負荷変動、設置制約、構造や当社既存技術との近さなどから総合的に表示。

当社は多くの分野でご評価頂き、実証・FSから採用実績があるものまで展開。今後さらに製品ポートフォリオを広げる。



- 当社はコア技術を軸にCO₂回収適用先をさらに拡大してゆく。
- 小型回収装置はモジュール化やデジタル化を進めることでお客様の課題とニーズに応えていく。

当社はCO₂回収技術のリーディングカンパニーとして幅広くCO₂回収技術を提供する。



石炭・ガス発電

世界最大のCO₂回収プラント
(2021現在)

Petra Nova



バイオマス

年間800万吨超のCO₂回収 (計画)

Drax



LNG液化

LNG製造の低炭素化に貢献

NextDecade



セメント

技術難易度が高い分野でのFS

Lehigh Cement



製鉄

脱化石燃料が難しい分野での実証

国内製鉄所



船舶

世界初の実航海上のCO₂回収実証

川崎汽船



ごみ焼却設備
ガスエンジン
小型ボイラ・炉 等


モジュール化で小規模設備によるCO₂回収



Mr. Will Gardiner
Chief Executive
Officer

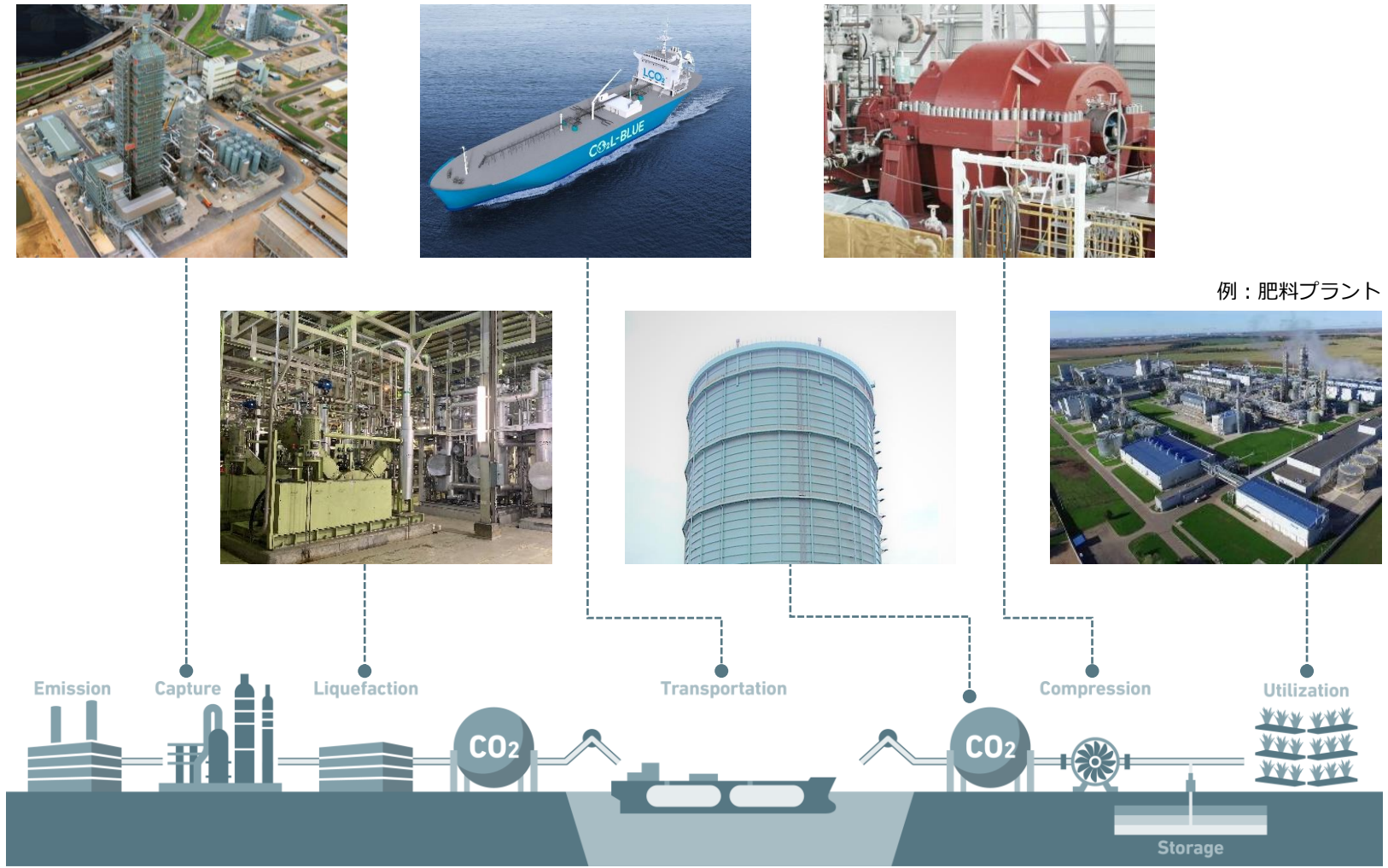




- CCUSバリューチェーンを構成する
主要コンポーネント
- CCUSバリューチェーンへの参画
- 当社が取り組むCO₂流通を可視化する
プラットフォーム
- パートナーの声 

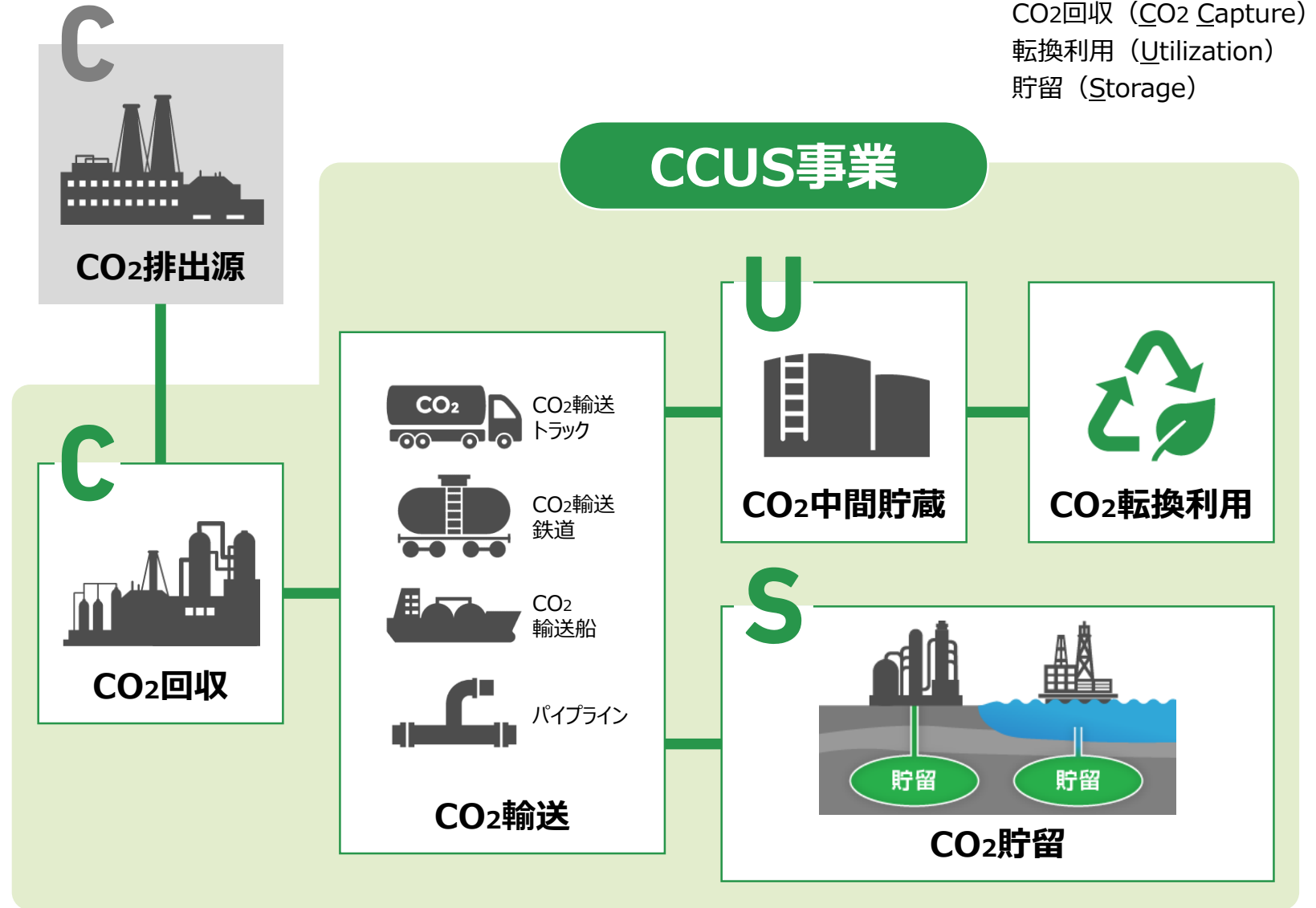
- 当社は回収、輸送、圧縮などCCUSに欠かせない技術を保有している。
- 物量増大に伴い必要となる大型のCO₂輸送船やCO₂圧縮分野等でさらなる拡大をにらむ。

当社は、CCUSに関連する技術提供を通じてバリューチェーン構築に貢献する。



- 現在CCUSはカテゴリー毎にプレイヤー間で相対事業が展開されている。今後CCUSの規模拡大に応じて、CCUS事業が発生する。
- CCUS事業とは、排出源の負担(初期投資や回収後処理の煩雑さ)軽減のため、CO₂回収引き取りから貯留・転換利用までのプロセスを一手に担う事業。

当社は、CCUS関連各技術の提供に加え、CO₂NNEX等を用いてCCUS事業へ貢献する。



CO₂回収 (CO₂ Capture)
転換利用 (Utilization)
貯留 (Storage)

- CO₂NNEXはCO₂流通を可視化するプラットフォームで、2021年5月6日に日本IBMとコンセプト共同発表。

現在本コンセプトに賛同する数十社と協議しながら、ワーキング・グループを組成し、国内外での実証を計画中。



CO₂NNEX

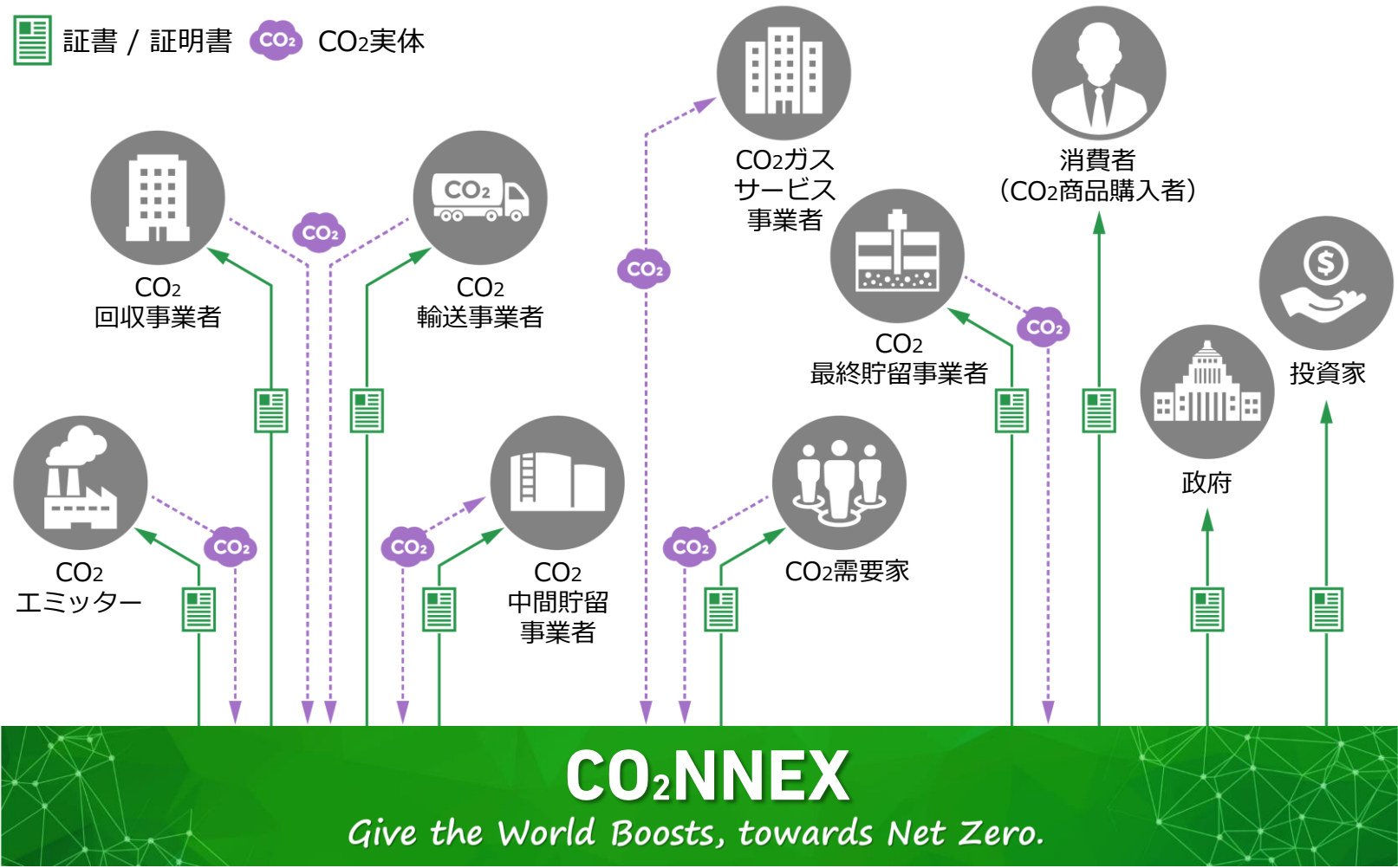
Give the World Boosts, towards Net Zero.

CO₂NNEXは、厄介者のCO₂に価値を与え、CO₂に関わる地球上のあらゆるエコシステムをつなぎ、加速することで、カーボンニュートラルを最速に実現



- CO₂NNEXはスマートメーターなどのIoT技術とブロックチェーン技術を用いて、サイバー空間でCCUSを可視化、管理する。
- CO₂削減の数値的価値を明らかにし証跡提供ができる。またプレイヤー間で多岐にわたるマッチングが創出可能に。

参画各社がそれぞれのビジネスモデルを持ち寄りエコシステムが構築できる、オープンなプラットフォームの検討を進めていく。



山口 明夫 様

日本アイ・ビー・エム株式会社
代表取締役社長執行役員

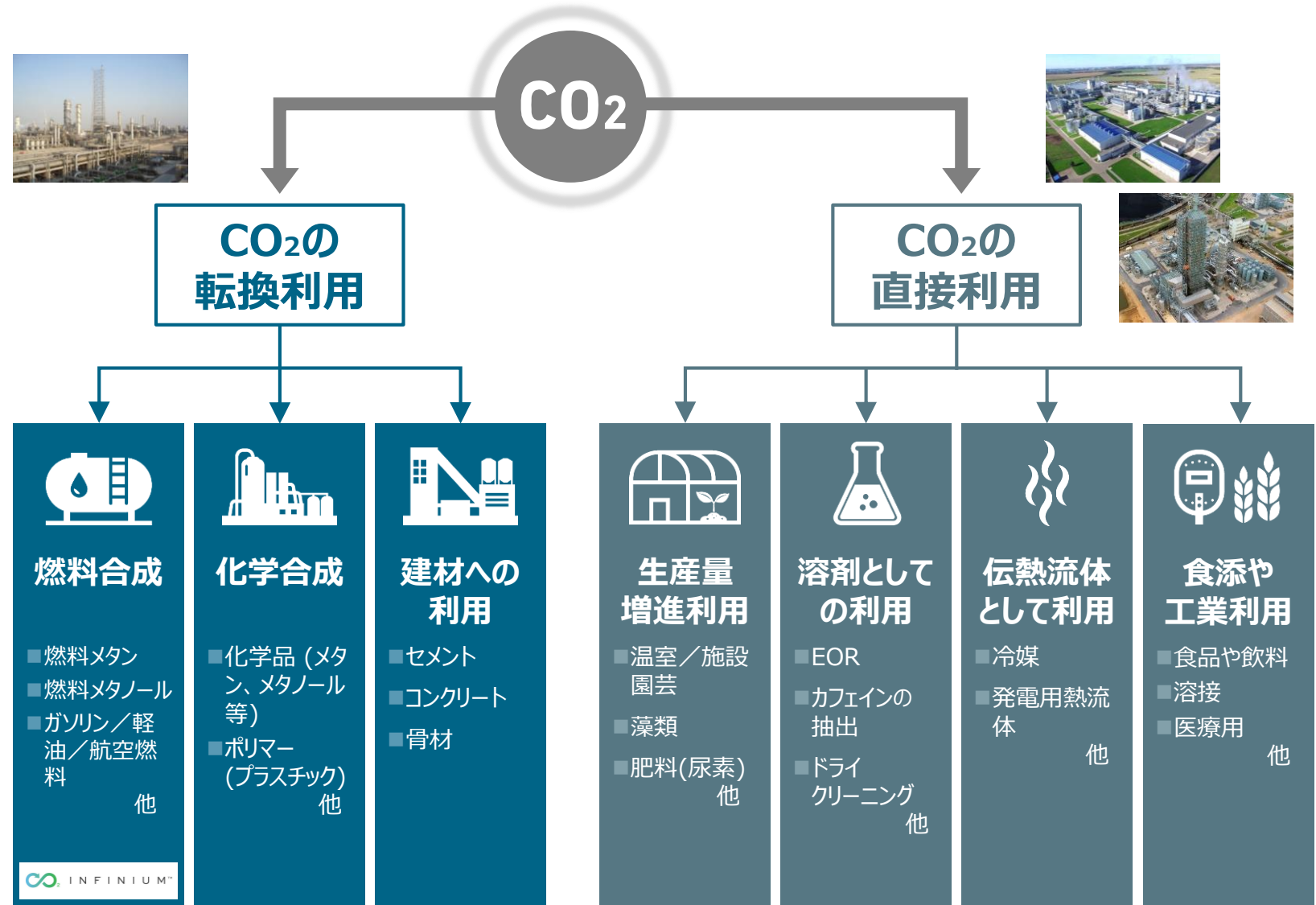




- **CCUにおけるCO₂利活用の可能性**
- **当社のCCUに対する取り組み**

- CO₂の利活用には、直接利用と、他の有価物への転換利用がある。
- 当社は、直接利用として肥料(尿素)製造や石油増進回収(EOR)への対応実績がある。
- 当社は、転換利用として化学合成の対応実績に加えて、燃料合成等のスタートアップへの投資を進めている。

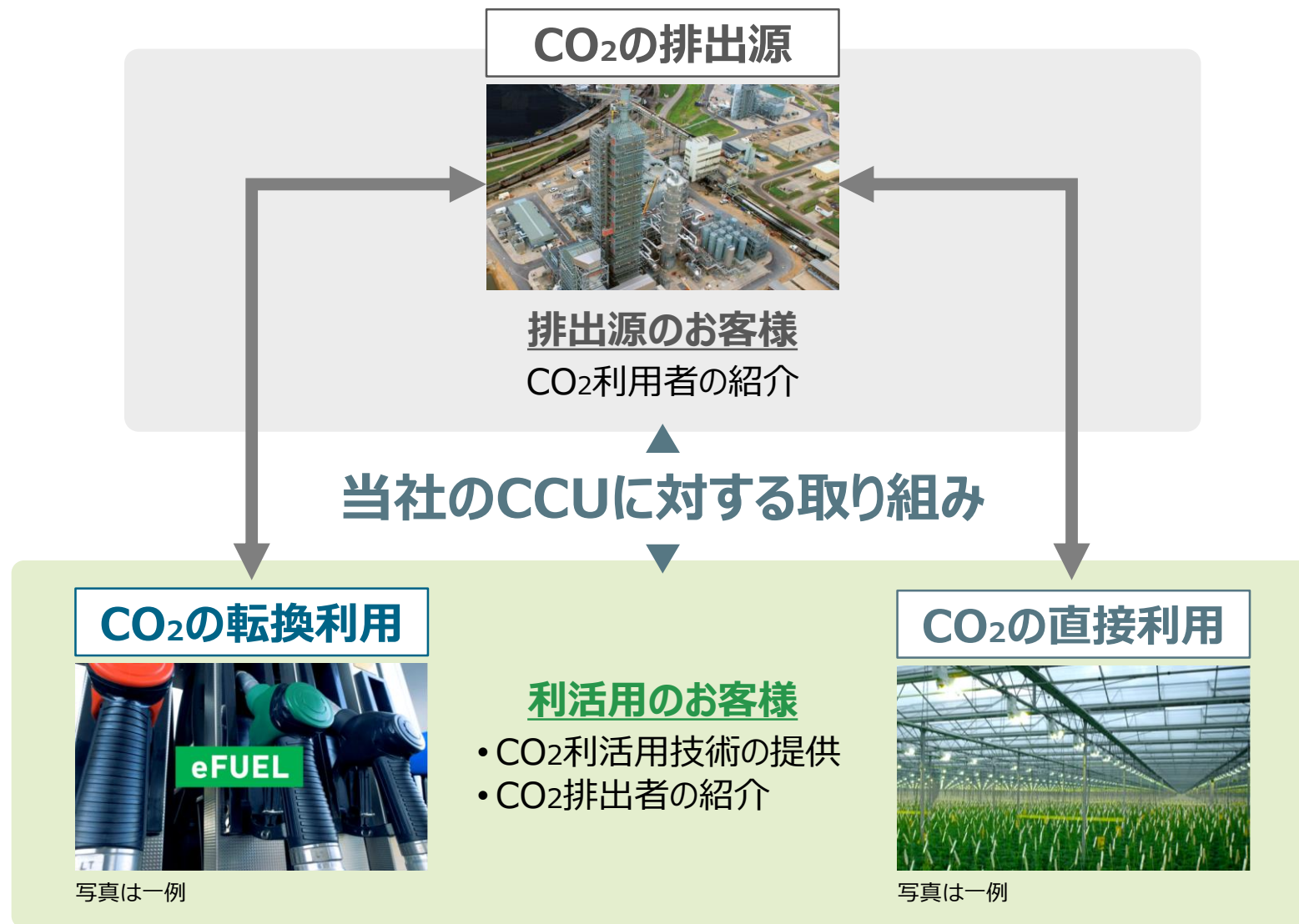
CO₂利活用に関しては、様々な分野での検討が進んでおり、当社も利活用に関するポートフォリオを充実させていく。



<https://www.iea.org/reports/about-ccus>

- 当社はCO₂回収をベースに、地域毎のお客様ニーズと、自社利用技術や連携するパートナー技術とをマッチングさせて、高い経済性でカーボンニュートラルを目指すCCUの提案を行う。

当社は回収や利用の単独技術の提案からCCUマッチングまで幅広いバリューチェーンの提案を行う。



2020

2025

2030

CCUS
技術・
サービス
開発

KS-1™ CO₂回収 当社現行CO₂吸収液

Source: Technology Center Mongstad



▼2021/8 TCMにてKS-21実証完了

KS-21™ CO₂回収 改良型CO₂吸収液 実証完了し実用化へ

▼2021/6 Draxライセンス契約

▼2021/8 川崎汽船船上CO₂回収検証開始

小型CO₂回収装置 モジュール型CO₂回収装置 ラインナップ準備中



▼2021/8 CC-Ocean船上搭載

▼2021/9 LCO₂船カーゴタンクAIP取得

LCO₂船 CO₂大量輸送 技術開発と社外パートナーとの事業検討を進行中



▼2021/8 TotalEnergies LCO₂船FS検討

CO₂NNEX CO₂流通プラットフォーム 実証に向け潜在パートナーと協議中 

▼2021/5 日本IBM社と共同開発MOU

ビジネス
モデル

テクノロジープロバイダ

▼2021/8 SUEZ社と検討に向けMOU締結

CCUS事業 CO₂回収、引き取り、貯留・転換利用までを一に行う事業

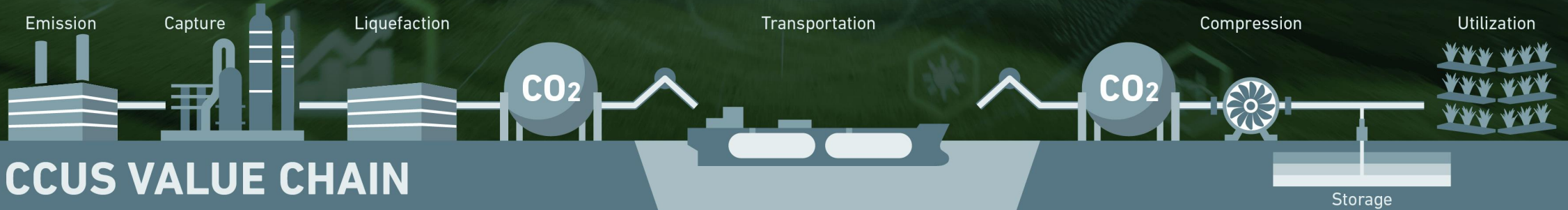
ご清聴ありがとうございました

- 2050年カーボンニュートラルを達成するためには、CCUSが必要になります。
- 当社はCCUSに関わる多くの技術を有しており、CCUS全体へさらに広がっていきます。
- 当社はCCUSのグローバル・リーダーとして、経済発展と環境負荷の低減の両立に貢献します。

NET ZERO



CO₂ ECOSYSTEM



CCUS VALUE CHAIN



CCUS, transport and trade: creating a holistic carbon market

In order to hit its 2050 net zero target for carbon dioxide emissions, the world will have to virtually eliminate the 40 gigatonnes of CO₂ that it currently pours into the atmosphere every year. Even if the significant growth of renewables and other carbon free energy sources continues, we redouble our efforts to reduce consumption and also improve energy efficiency, a sizeable gap will remain: an annual 4-12 gigatonnes of CO₂ will somehow have to be removed from the atmosphere to reach a carbon neutral world.



<https://spectra.mhi.com/ccus-transport-and-trade-creating-a-holistic-carbon-market>



Makoto Susaki is leading MHI Group's CCUS business taskforce.

TOP > How carbon capture can become more affordable

How carbon capture can become more affordable

Achieving net-zero goals will be virtually impossible without carbon capture technologies, according to analysis from the International Energy Agency's (IEA) landmark [Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector](#) report.

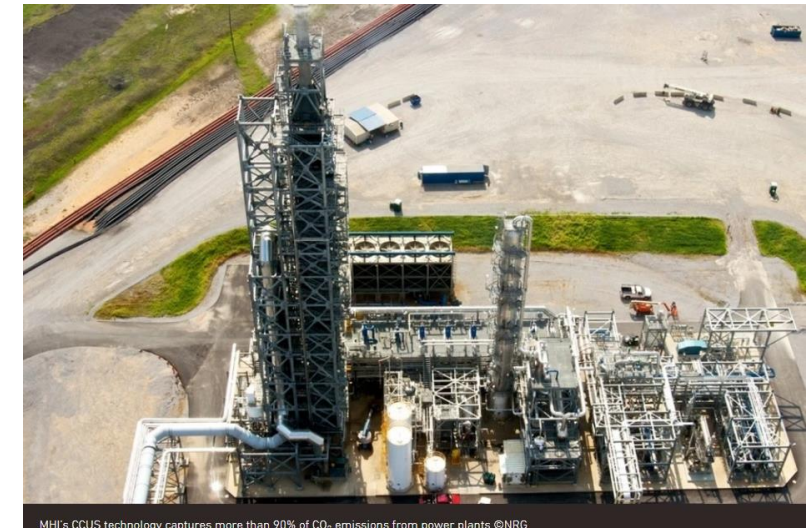
[Carbon capture, utilization and storage \(CCUS\) systems trap CO₂ emissions from the exhaust flues of industrial processes](#), and these are then either used by industry or stored deep below ground.

When retrofitted to existing power or industrial plants, the capture process can prevent many millions of tonnes of CO₂ emissions reaching the atmosphere, help decarbonize hard-to-electrify industrial sectors and support the production of low-carbon hydrogen from fossil fuels. But this emissions-busting technology comes at a cost.

Despite its many benefits, there are currently only [26 commercial-scale operations in place globally](#), capturing 40 million tonnes of carbon dioxide annually. So, when and how will the price of CCUS come down so that it can take off?



<https://spectra.mhi.com/how-carbon-capture-can-become-more-affordable>



MHI's CCUS technology captures more than 90% of CO₂ emissions from power plants ©NRG

PRESS INFORMATION

三菱造船、LCO₂船用カーゴタンク的设计基本承認 (AIP) を船級協会から取得

2021-09-02

- ◆三菱重工グループが取り組むCCUSバリューチェーン事業拡大の一環、三菱造船の高度ガスハンドリング技術を活用
- ◆今回のAIP取得を通じ、LCO₂船の市場投入に必要な各種技術の開発および提供に尽力



<https://www.mhi.com/jp/news/210902.html>



PRESS INFORMATION

三菱造船、仏トタルエナジーズ社とLCO₂船に関する 検討を開始 CO₂排出量削減に向けたCCUSバリュー チェーンの技術開発と市場形成を促進

2021-08-26

- ◆ 大手エネルギー企業トタルエナジーズ社と実効性調査を開始
- ◆ 三菱重工グループが取り組むCCUSバリューチェーン事業拡大の一環、三菱造船の高度なガスハンドリング技術を活用



<https://www.mhi.com/jp/news/21082602.html>



PRESS INFORMATION

三菱造船、川崎汽船および日本海事協会と共同の洋上用CO₂回収装置検証試験“CC-Ocean”プロジェクトの実証を開始

-- 国交省の海洋資源開発関連技術高度化研究開発事業の対象プロジェクト --

2021-08-05

- ◆ 小型のCO₂回収デモプラントを川崎汽船運航の東北電力向け石炭運搬船に搭載完了
- ◆ 実航海での実証試験は世界初、操作性・安全性評価を通じ洋上におけるコンパクトなCO₂回収システム実用化へ



<https://www.mhi.com/jp/news/21080501.html>



PRESS INFORMATION

三菱重工と日本IBM、CO₂流通を可視化するデジタルプラットフォーム「CO₂NNEX™」構築へ 取引サイクルを活性化しカーボンニュートラルの早期実現に貢献



<https://www.mhi.com/jp/news/210506.html>

2021-05-06

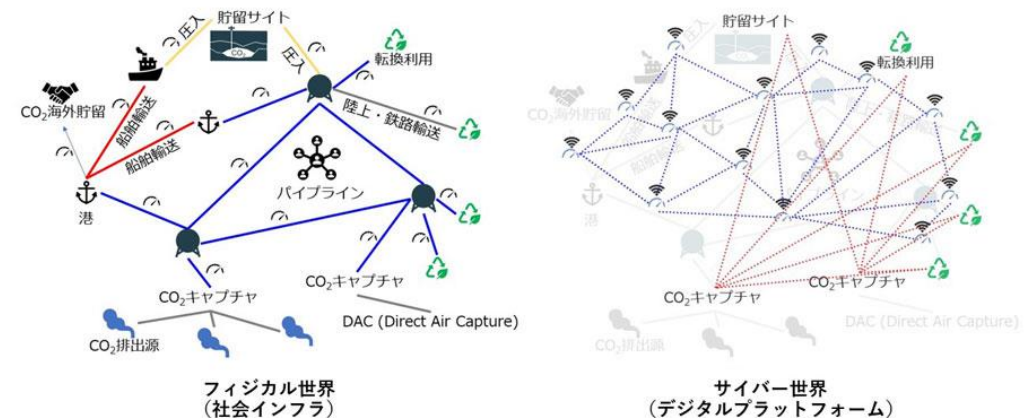
三菱重工業株式会社

日本アイ・ピー・エム株式会社

- ◆ CCUSバリューチェーンの可視化とCO₂流通の整流化により、課題を顕在化して用途の選択肢を拡大
- ◆ 三菱重工はフィジカル世界におけるインフラ構築、日本IBMはサイバー世界のデジタルネットワークを担う



CO₂NNEXの概念



PRESS INFORMATION

米国テキサス州・LNG液化プラント向けCO₂回収システムの基本計画について契約締結 世界初、LNG液化プラントの排ガスからCO₂回収・貯留の実施に向け前進

2021-04-15

NextDecade Corporation

米国三菱重工業株式会社

- ◆ MHIAはLNG液化プラントの排ガスからCO₂を回収するシステムの基本設計、ライセンス供与を担当
- ◆ MHIENGが関西電力と共同開発したCO₂回収技術「KM CDR ProcessTM」を採用



<https://www.mhi.com/jp/news/21041501.html>



PRESS INFORMATION

三菱重工エンジニアリング、ノルウェーの世界最大級 CO₂回収実験施設で実証試験

TCMと合意、新吸収液KS-21TMの商用化に向け検証

2021-03-04

三菱重工エンジニアリング株式会社
Technology Centre Mongstad

- ◆ MHIENGと関西電力株式会社が共同開発したKS-21TMで、2021年5月から試験を開始
- ◆ TCMは、本試験において最先端の設備と専門知識を提供
- ◆ MHIENGはKS-21TMの商用化を加速させ、英国・欧州市場においてCO₂回収事業の受注拡大を目指す



<https://www.mhi.com/jp/news/210304.html>



PRESS INFORMATION

カナダ・アルバータ州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

2021-01-22

Lehigh Cement

International CCS Knowledge Centre

米国三菱重工業

- ◆ セメントプラントの排ガスから年間約60万トンのCO₂を回収するためのシステムの概念設計を実施
- ◆ 北米のセメント業界において初めてとなる調査



<https://www.mhi.com/jp/news/21012102.html>



PRESS INFORMATION

日本液炭 水島工場でCO₂回収装置を完工 回収能力283トン／日、新設の液化炭酸ガス製造設備 を構成

2017-12-18 発行 第5911号

- ◆ 液化炭酸ガスの製造に向け、三菱ケミカル 水島事業所で発生するCO₂を回収
- ◆ 安全管理最優先で完工、西日本における炭酸のさらなる安定供給に貢献



<https://www.mhi.com/jp/news/1712185911.html>



PRESS INFORMATION

米国テキサス州で石炭燃焼排ガスを対象とした世界最大のCO2回収プラントを完成 原油増進回収（EOR）向けで処理能力4,776トン／日

2017-01-10 発行 第 5826号

三菱重工業は、米国テキサス州で世界最大の処理能力を持つCO2回収プラントを完成させました。このプラントは、排ガス中にCO2が多く含まれる石炭焼き火力発電設備から4,776トン／日のCO2を回収するもので、関西電力株式会社と共同開発した高性能な吸収液（KS-1™）を用いてCO2回収時のエネルギー消費量を大幅に抑制できる独自のCO2回収プロセス（KM CDR Process®）を採用しています。



<https://www.mhi.com/jp/news/1701105826.html>



CO₂回収プラント



製品情報

<https://www.mhi.com/jp/products/engineering/co2plants.html>



三菱重工エンジニアリング

<https://www.mhi.com/jp/group/mhieng/>



輸送船



製品情報

<https://www.mhi.com/jp/group/mhimsb/products>



三菱造船

<https://www.mhi.com/jp/group/mhimsb/company>



コンプレッサ



製品情報

<https://www.mhi.com/jp/products/industry/geared.html>



三菱重工コンプレッサ

<https://www.mhi.com/jp/group/mco/>



液化ガス回収設備



製品情報

<https://www.mhi-air.co.jp/contents/14-engineering/ekikagas-kaishu.html>



 三菱重工冷熱

<https://www.mhi-air.co.jp/>



ガスホルダ



製品情報

<https://www.mhi-ms.com/jp/products/steelstructures/gas/>



 三菱重工機械システム

<https://www.mhi-ms.com/jp/>



MOVE THE WORLD FORWARD

**MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**