

革新的CO<sub>2</sub> 分離回収技術シンポジウム

# 川崎重工の二酸化炭素分離回収 技術開発

2023/2/13

川崎重工業株式会社

エネルギーソリューション&マリンカンパニー  
エネルギーディビジョン  
パワープラント総括部  
安原 克樹

 **Kawasaki**  
Powering your potential

かわる、  
さきへ。  
Changing forward

## 目次

- Section 1 川崎重工のご紹介
- Section 2 CO<sub>2</sub>分離回収技術の歩み
- Section 3 当社のCO<sub>2</sub>回収技術について
- Section 4 商用化に向けた取組み
- Section 5 その他の取組み
- Section 6 今後の展望

## Section 1

# 川崎重工のご紹介

## 川崎重工の歩み



**1878年** 創業者川崎正蔵が川崎築地造船所（東京）を創設

**1902年** 乾ドック（神戸工場 第1ドック）完成

**1926年** 東京市の永代橋を制作

**1941年** 「飛燕」戦闘機の生産を開始

**1975年** 米国でモーターサイクルの生産を開始

**1976年** ガスタービン発電設備PU200を開発

**1981年** わが国初のLNG運搬船を引渡し

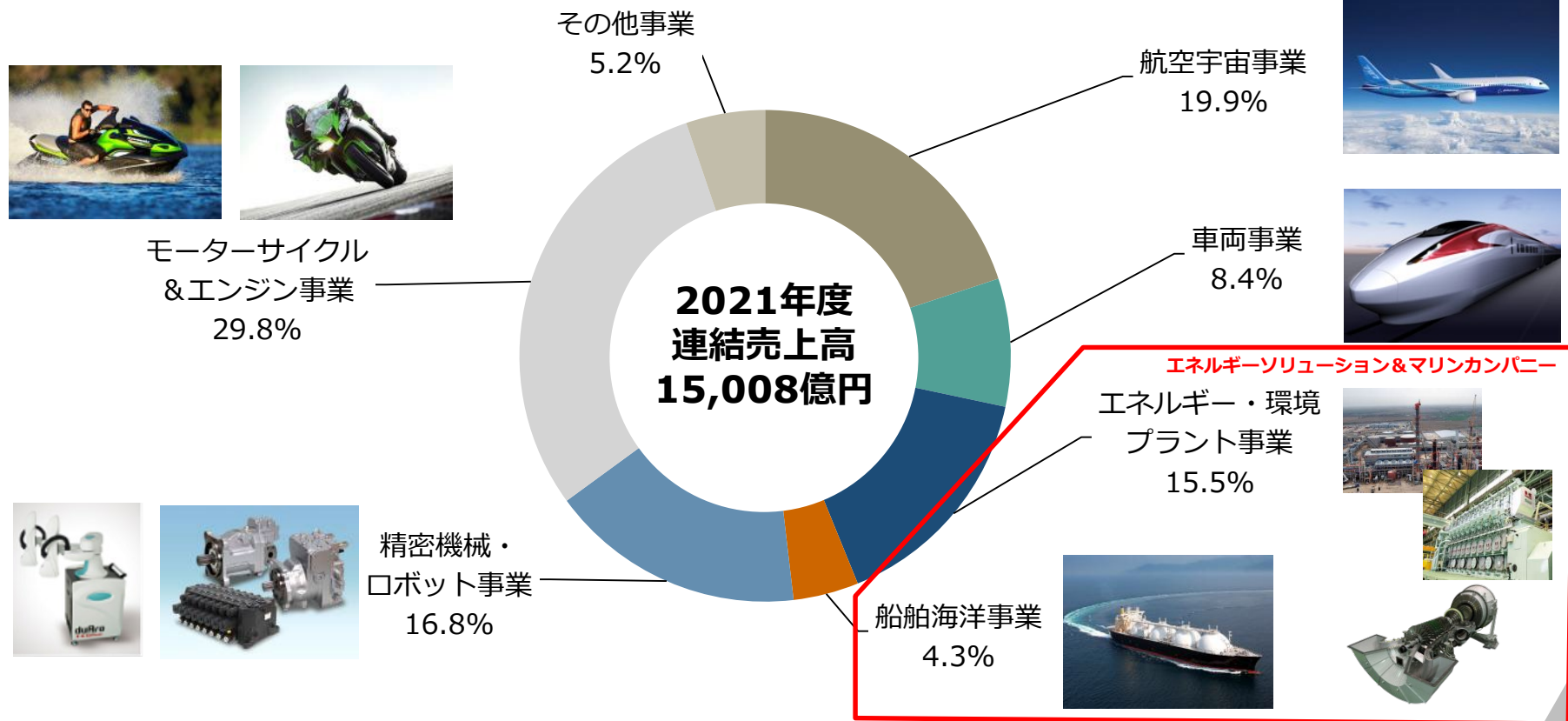
**1996年** 東京湾アクアライン向けシールド掘削機、掘削完了

**2001年** 北米唯一の鉄道車両一貫製造の専用工場が完成

**2004年** 台湾高速鉄道向け車両初出荷

**2019年** 世界初の液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」が進水

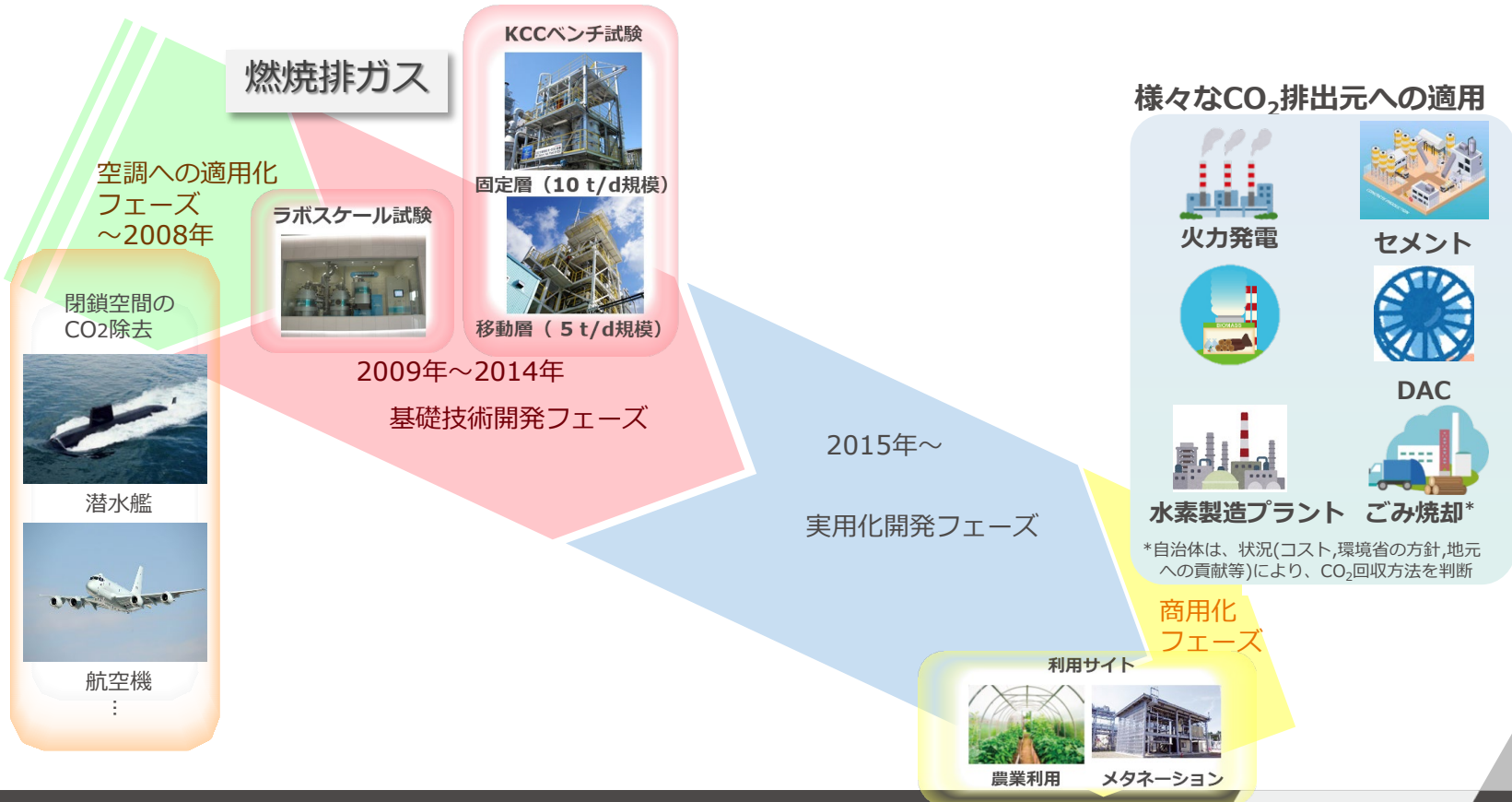
## 事業セグメント別売上高比率（連結）



## Section 2

# CO<sub>2</sub>分離回収技術の歩み

# 当社のCO<sub>2</sub>分離回収技術について



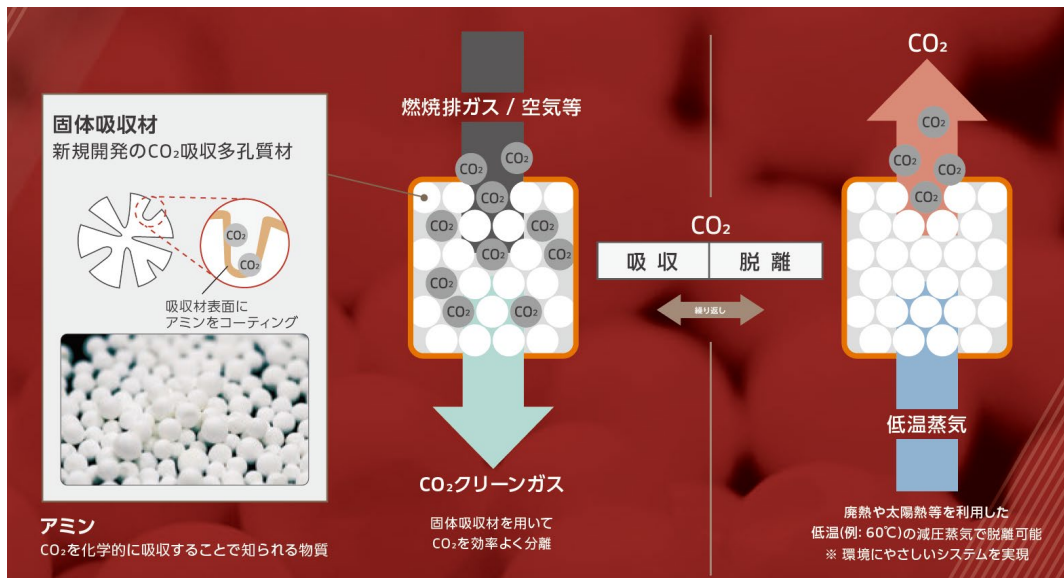
## Section 3

### 当社のCO<sub>2</sub>回収技術について

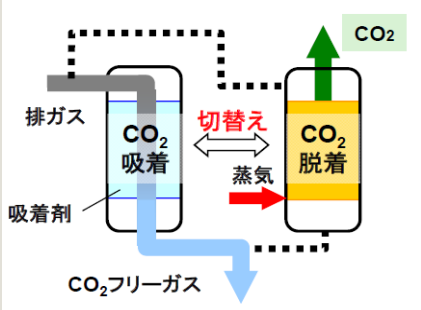
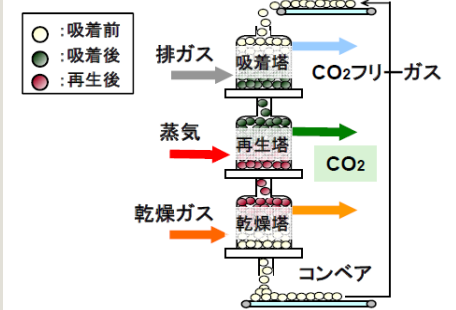




## KCC (Kawasaki CO<sub>2</sub> Capture)

- 潜水艦等の閉鎖空間中CO<sub>2</sub>除去の技術を応用
- 多孔体にアミンを担持した新規開発の固体吸収材を用いる事で、従来方式より省エネルギーでCO<sub>2</sub>分離回収を実現
- 有効に利用できない排熱（100℃以下）を利用可能

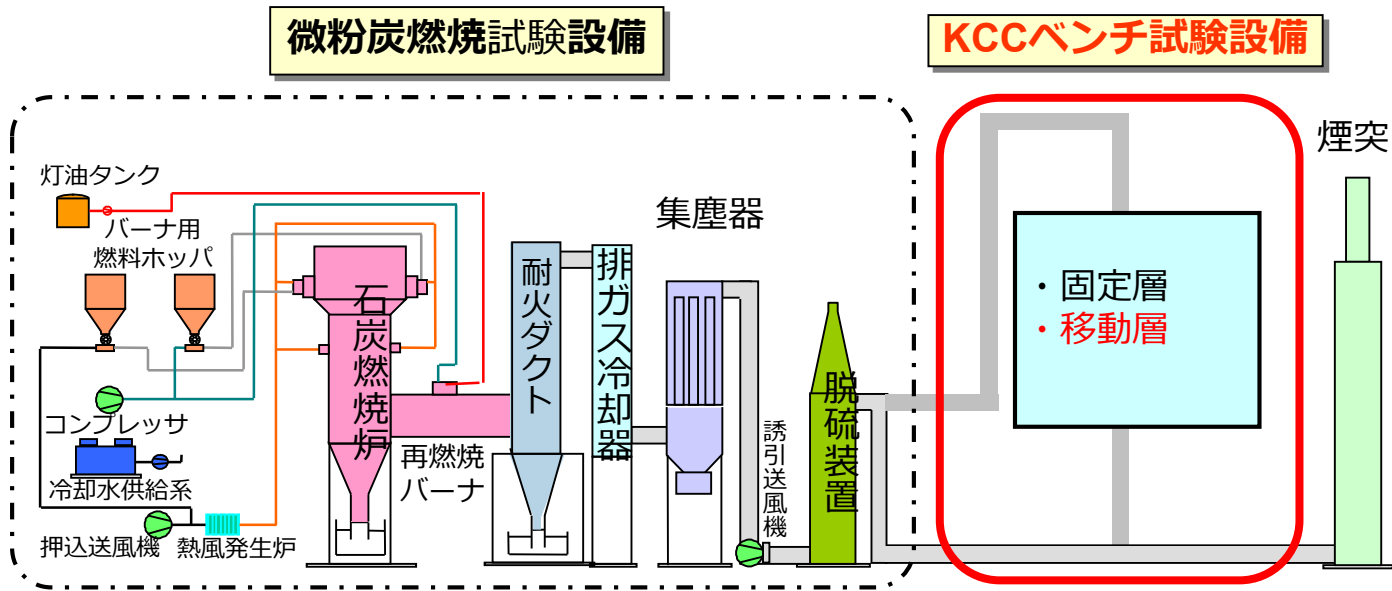


# KCCシステムの比較

方式	固定層システム	移動層システム
<p>システム概要</p>	 <p>吸収材は移動せず、排ガスや蒸気を切替えて供給し、バッチ式にCO<sub>2</sub>の吸脱着を行うシステム</p>	 <p>吸収材は吸着塔、再生塔、乾燥塔を循環し、連続的にCO<sub>2</sub>の吸脱着を行うシステム</p>
<p>ベンチ試験装置外観写真</p>		

## 社内ベンチスケール試験

自社工場内の微粉炭燃焼設備にKCCベンチ試験設備  
(固定層、移動層)を併設して開発を実施



## 社内ベンチスケール試験

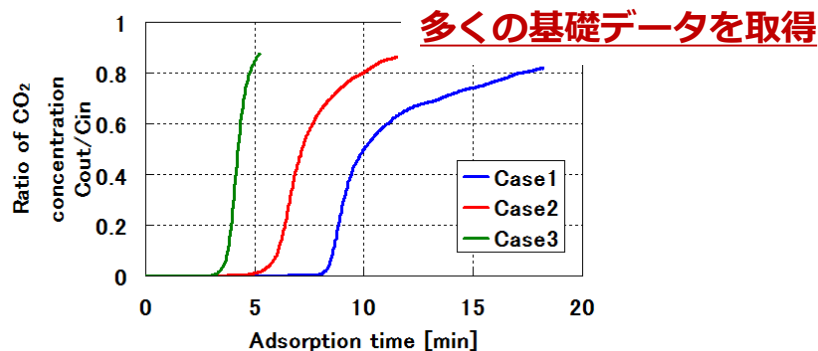
吸収材の基本特性評価を目的とし、以下の項目を確認

- 石炭燃焼排ガスからCO<sub>2</sub>を分離
- **低温蒸気（60℃）**を用いて**高濃度CO<sub>2</sub>を回収**

〈固定層ベンチ試験設備の外観〉

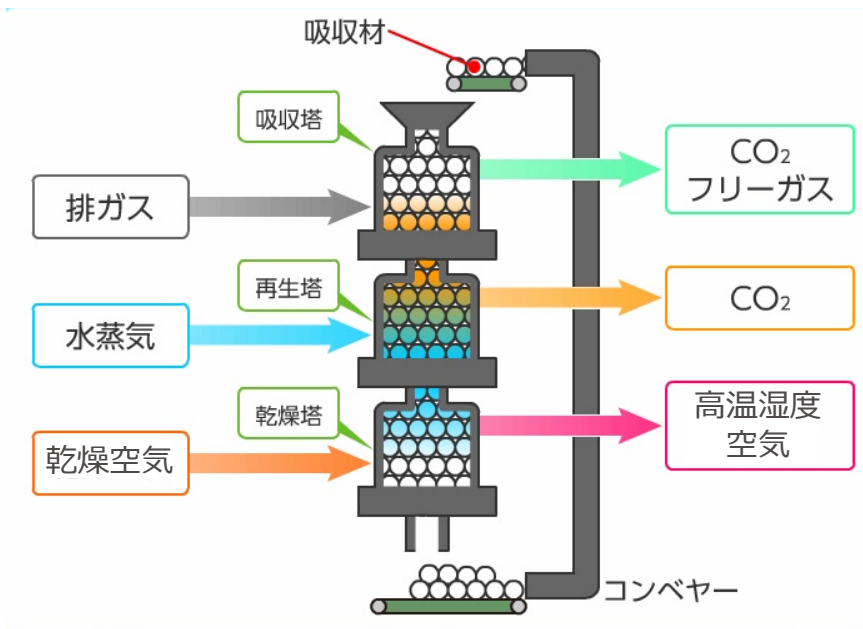


CO<sub>2</sub>処理量：10 ton/d  
設備サイズ  
：6.5 m(W)×7.5 m(L)×12 m(H)

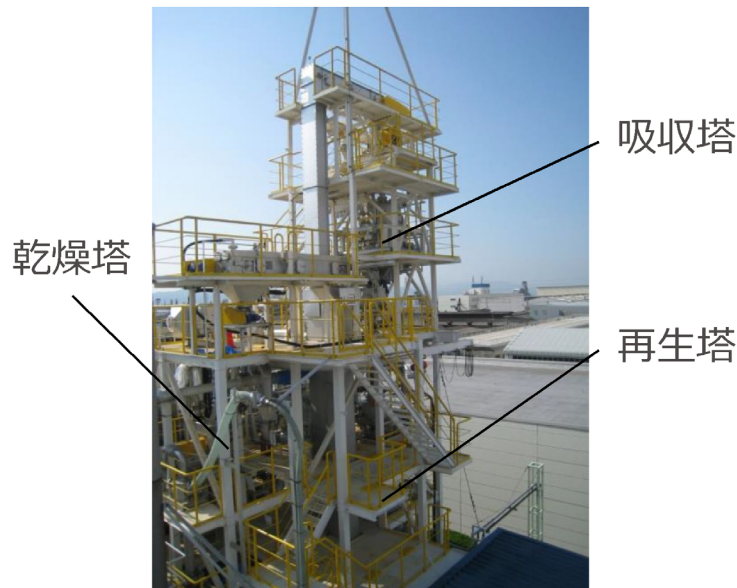


## KCC 移動層システムの特長

- 吸収塔、再生塔、乾燥塔の3塔で構成
- **連続回収を行い大規模プラントに適用可能**



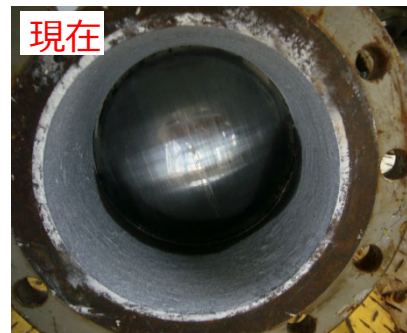
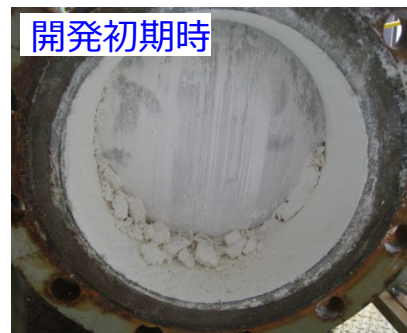
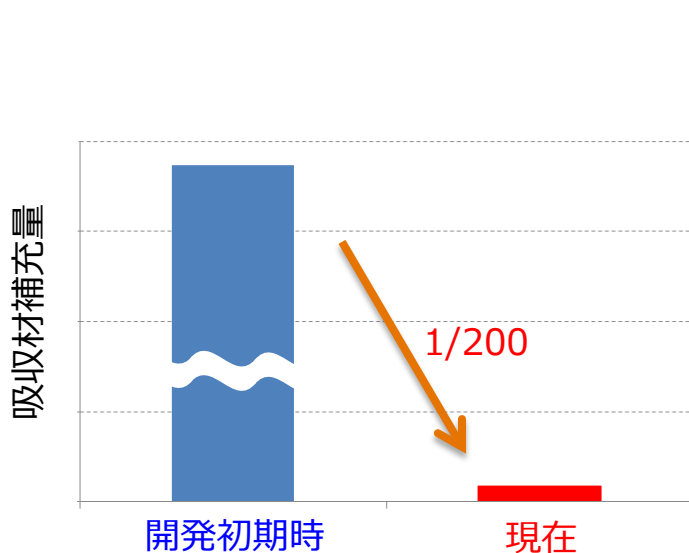
### <移動層ベンチ試験設備>



CO<sub>2</sub>回収量 : 5 トン-CO<sub>2</sub>/日  
設備高さ : 約20m

## 社内ベンチスケール試験

**移動層設備の改良と吸収材の担体改良で、破砕量を大幅に低減し、吸収材補充量を約1/200に低減**

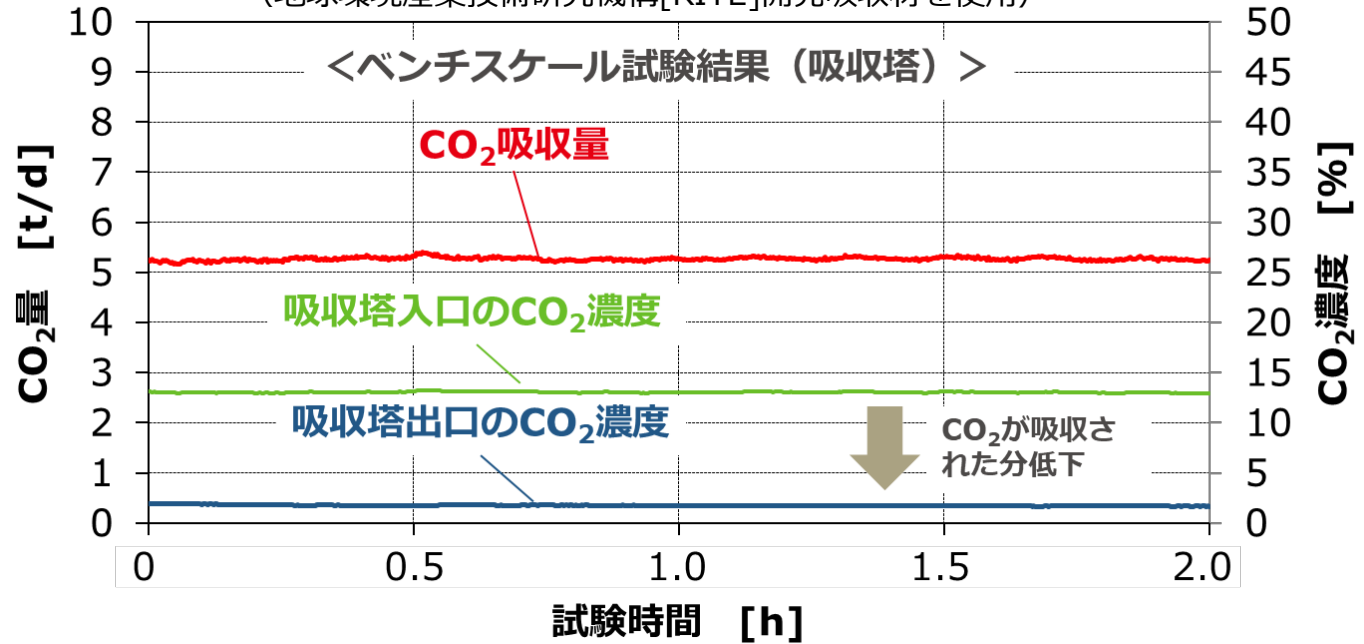


(運転時間: 200 h以上)

## 社内ベンチスケール試験

### ■ 5ton-CO<sub>2</sub>/d以上のCO<sub>2</sub>を分離回収

経済産業省「CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発事業」での成果  
(地球環境産業技術研究機構[RITE]開発吸収材を使用)



## 社内ベンチスケール試験/次のステップへ

- 吸収材の性能劣化対応や、大型プラントの成立性を検証するためには、スケールアップした実ガス試験が必須。
- 商用化へのステップを考えれば、ベンチスケール排ガス試験の約10倍程度の規模は必要。



移動層パイロットスケール試験へ



## Section 4

### 商用化に向けた取組み

- カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術/CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発/  
先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

# カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術/CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発/ 先進的の二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究※

実施者：川崎重工、RITE 協力：関西電力

試験機：KHI製（KCC移動層）40 ton-CO<sub>2</sub>/d 吸収材：RITE材

目的：石炭火力発電所の実燃焼排ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収試験

予定：2022年末 建設完了 2023年2月から総合試運転、CO<sub>2</sub>分離回収試験開始

当日提示させて  
いただきます



試験設備全景

※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）の委託事業

# カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術/CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発/ 先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

当日提示させていただきます

## 実施目標・体制

<対象> 石炭火力発電所（燃烧後CO<sub>2</sub>回収）

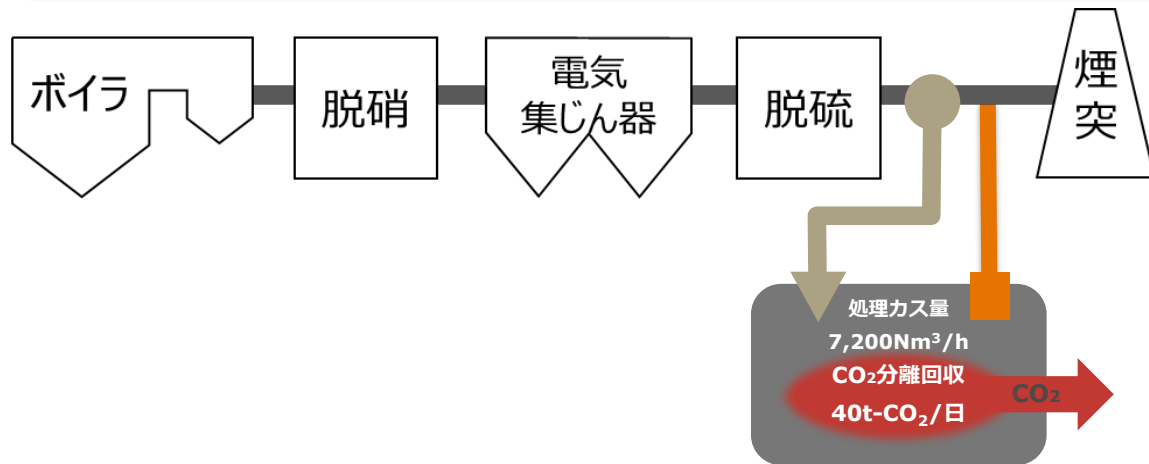
<目標> 火力発電所内に移動層パイロットスケール試験設備を建設・試運転完了  
パイロット試験用固体吸収材の改良及びスケールアップ製造、供給完了  
移動層シミュレーションの高度化及び実ガス試験での最適運転条件の提示

<体制>



## 燃焼排ガス向け実証

- (1) 処理ガス量 : 7,200Nm<sup>3</sup>/時
- (2) CO<sub>2</sub>回収量 : 40t-CO<sub>2</sub>/日
- (3) 検証課題 : ●安定的なCO<sub>2</sub>分離回収の実施  
●分離回収エネルギーの評価  
●固体吸収材の耐久性の確認他

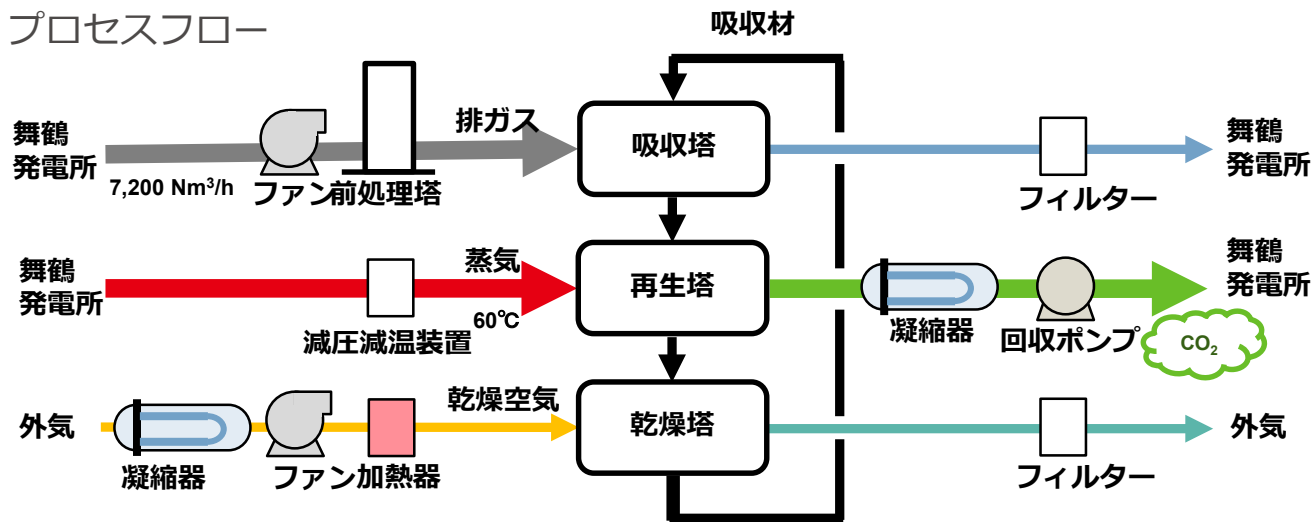


## 概要(プロセスフロー)

### 移動層特徴

- 移動層システムは、吸収塔(CO<sub>2</sub>吸収)、再生塔(CO<sub>2</sub>脱離)、乾燥塔(水分除去)から構成
- 吸収材の循環運転により、吸収反応、再生反応を連続的に行える
- 吸収材の循環速度変更により、CO<sub>2</sub>濃度変動に追従可能

### プロセスフロー



## パイロットスケール試験実施で期待できる効果

- 石炭火力発電所からの実ガスによるCO<sub>2</sub>分離回収試験ができる。
- 実ガスでの長時間運用による吸収材性能、耐久性評価ができる。
- 機器大型化、吸収材循環量による性能検証ができる。
- 事業化・商用化に向けたKCCプラントの運用方法の確立、連続操作/制御応答性の開発・検証ができる。

## 工事進捗状況(1)

当日提示させて  
いただきます。

工事進捗状況 (2021年8月)



当日提示させていただきます。

工事進捗状況(2022年5月時点)





## 工事進捗状況(2)



当日提示させていただきます

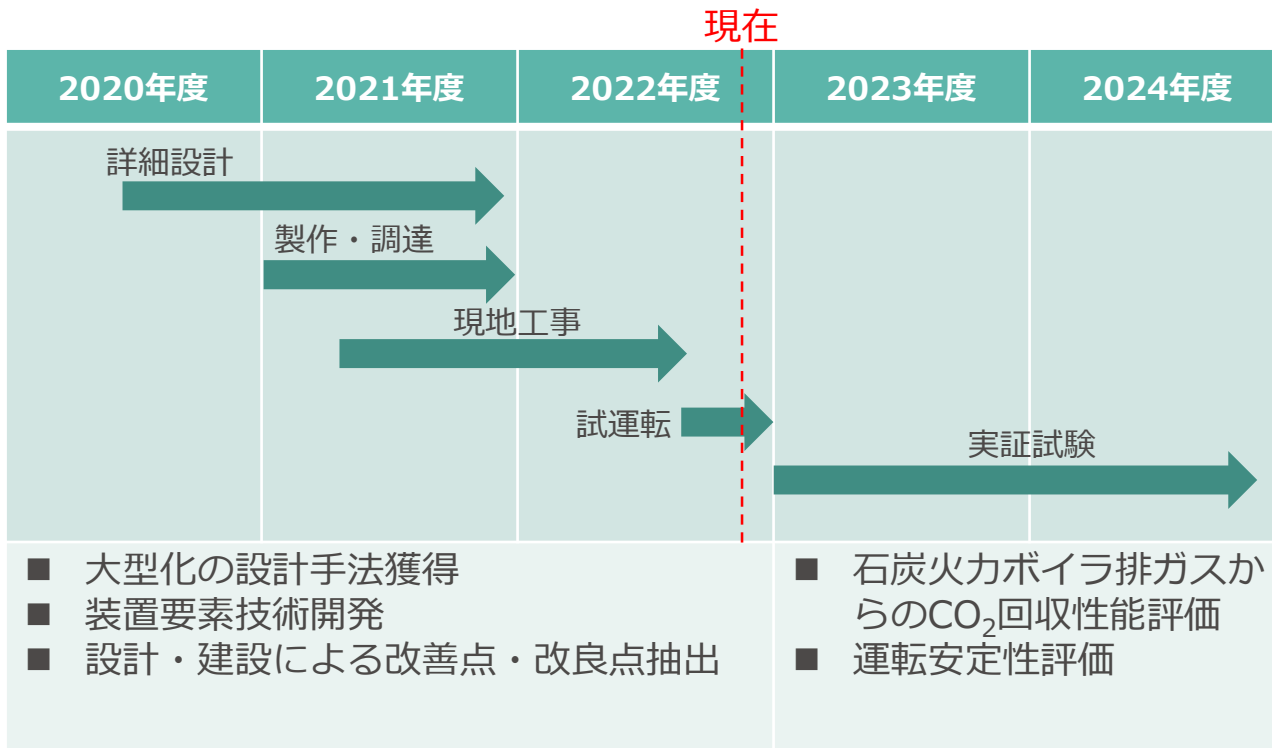
工事進捗状況 (2022年7月時点)



当日提示させていただきます

工事完了(2023年1月時点)

## 実証スケジュール



➡ 設計時の改善点、実証試験結果をフィードバックし更なる改善を図る

## Section 5

### その他の取組み

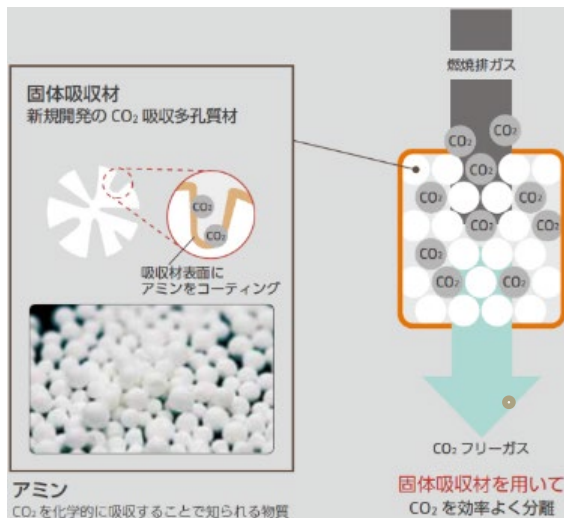
- 環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務(固体吸収剤による分離回収技術実証)
- 二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務(低濃度二酸化炭素回収システムによる炭素循環モデル構築実証)/Direct Air Capture (DAC)実証事業

# 環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務※1 (固体吸収剤による分離回収技術実証)

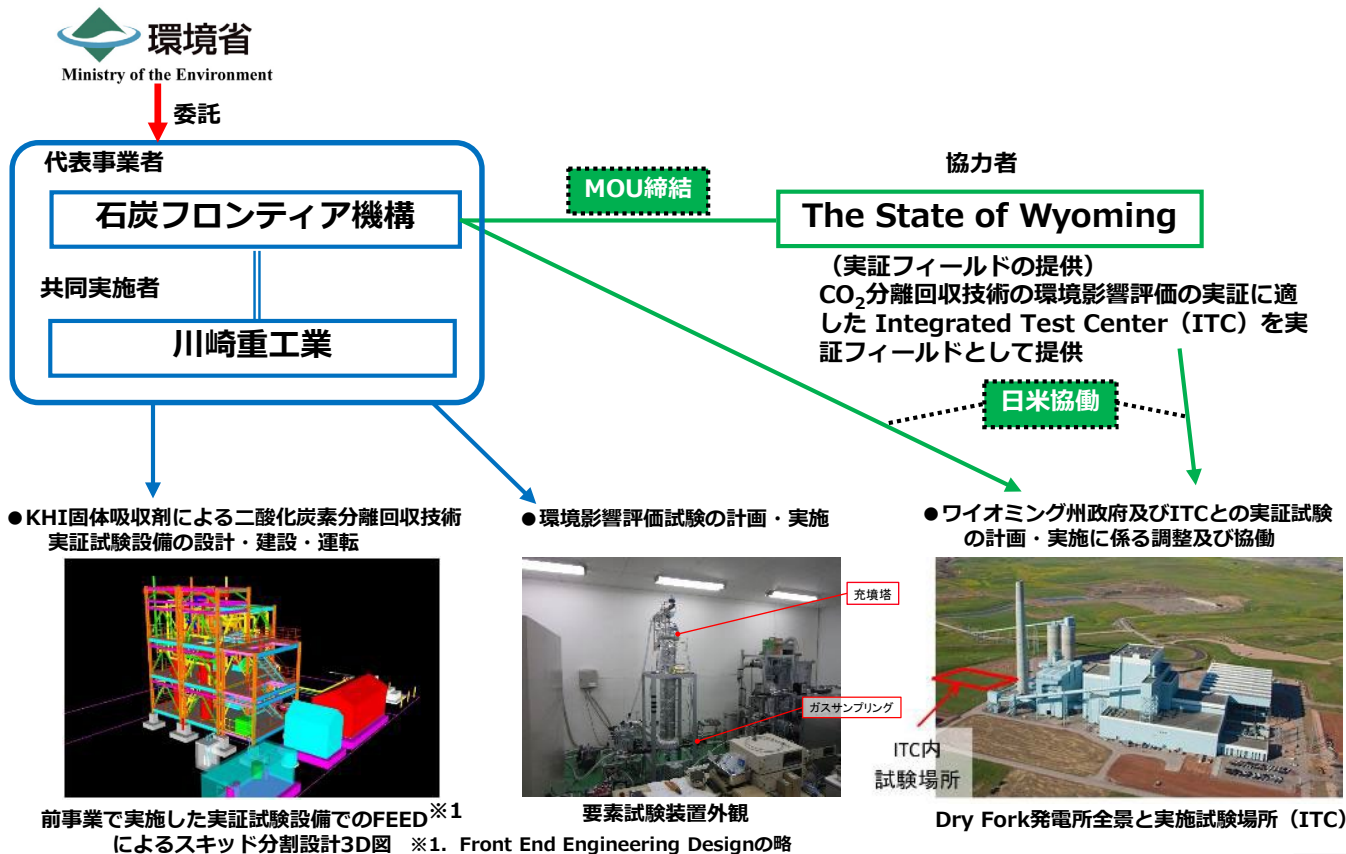


# 環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務 (固体吸収剤による分離回収技術実証)

## KHI固体吸収剤のアミン変質物、 排ガス中成分の影響による分解生成物の 大気放出可能性及び環境影響評価



# 環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務 (固体吸収剤による分離回収技術実証)



# 環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務 (固体吸収剤による分離回収技術実証)

**環境モニタリング**も計画しており、実証試験前、  
中、後に下記地点の大気組成を計測・評価予定

<計測予定箇所>



## 二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務 (低濃度二酸化炭素回収システムによる炭素循環モデル構築実証) /Direct Air Capture (DAC)実証事業

空気からのCO<sub>2</sub>分離回収の実証を目的に、5kg-CO<sub>2</sub>/d規模の試験設備を弊社明石工場内に設置



40年前から閉鎖空間に不可欠なCO<sub>2</sub>除去技術を開発（まさにDAC技術そのもの）

日本の潜水艦に当社CO<sub>2</sub>分離回収技術を採用

空気中のCO<sub>2</sub>を1,000時間以上連続で分離回収

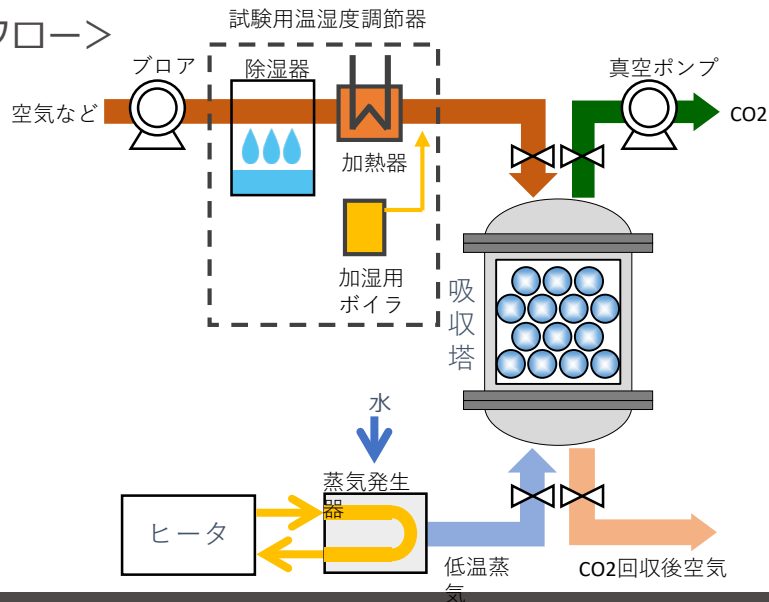
小型試験機データを基にCO<sub>2</sub>分離回収工程のLCA評価を実施し、再エネ電力を利用することでネガティブエミッションを実現。



## 二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務 (低濃度二酸化炭素回収システムによる炭素循環モデル構築実証) /Direct Air Capture (DAC)実証事業

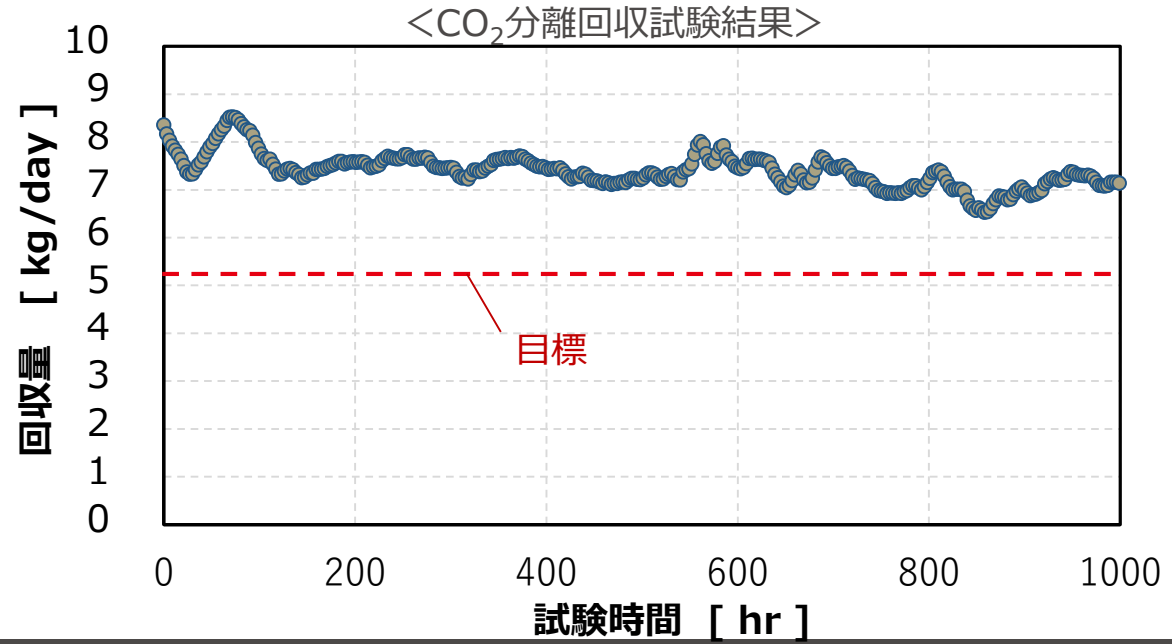
- 季節、天候の影響を把握するために、温湿度調節器を設置
- CO<sub>2</sub>回収時に用いる蒸気はヒーターで生成  
(実機では排熱の利用を想定)

〈実証試験設備のフロー〉



# 二酸化炭素の資源化を通じた炭素循環社会モデル構築促進事業委託業務 (低濃度二酸化炭素回収システムによる炭素循環モデル構築実証) /Direct Air Capture (DAC)実証事業

- 空気中のCO<sub>2</sub>を**1,000時間以上連続で分離回収**
- CO<sub>2</sub>吸収量は外気温と湿度の影響で変動するものの、**性能を維持** (温湿度調節器は停止して運転)



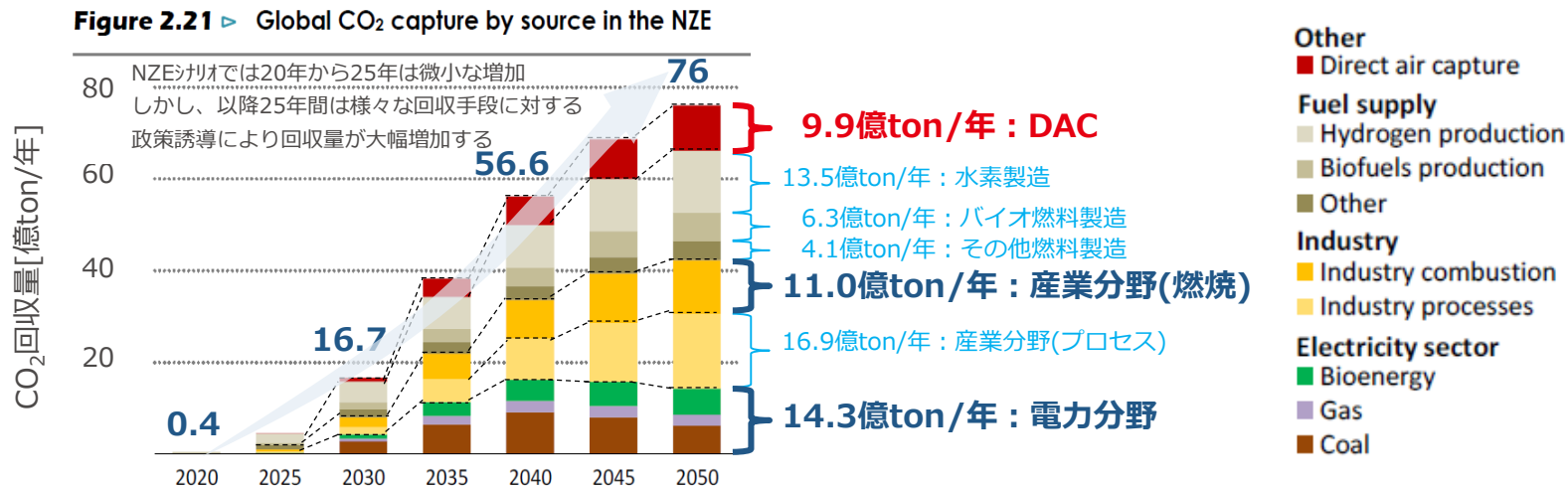
## Section 6

### 今後の展望

## 将来動向（世界）

- IEAのNZEシナリオでは、**2030年16.7億ton/年、2050年76億ton/年で回収量が増加**の見込み
- 2050年に向けて**燃焼後排ガス・DACにて、35億ton/年(約半分)のCO<sub>2</sub>回収を見込み**市場は大きい

※その内、DACによるCO<sub>2</sub>回収は2030年0.9億ton/年、2050年9.9億ton/年(約13%)  
伸長が大きい



出典 : IEA Net Zero by2050 A Roadmap for the Global Energy Sector

## 実証後の展開（適用領域の拡大）

### 【技術の波及】

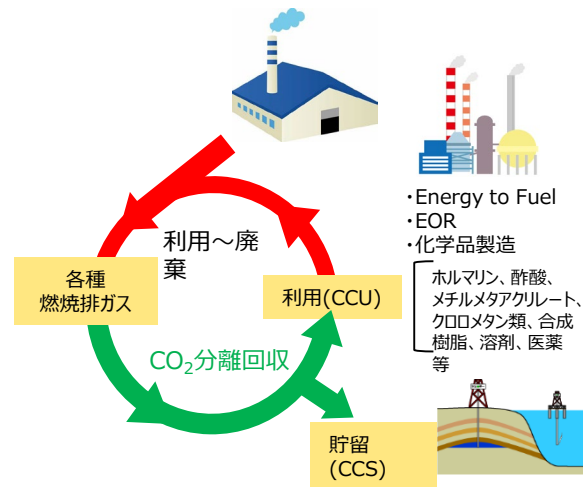
- 事業ターゲットである石炭火力発電所燃焼排ガス（10-15% CO<sub>2</sub>）に加え、同程度のCO<sub>2</sub>濃度を有する他の排出源や、異なる要求仕様によって技術的ハードルが高い適応先への展開を図っていく。

（例 1）：都市ごみ処理施設等からのCO<sub>2</sub>分離回収

（例 2）：各種ボイラやガスエンジン等の中小規模の自家発電設備を持つ事業者の工場から排出されるCO<sub>2</sub>削減

→ 余剰排熱を利用して発電設備から発生するCO<sub>2</sub>を分離回収。システムのレトロフィット等。

- 更なる適用先の開拓によって、カーボンリサイクル社会実現への貢献が期待できる。



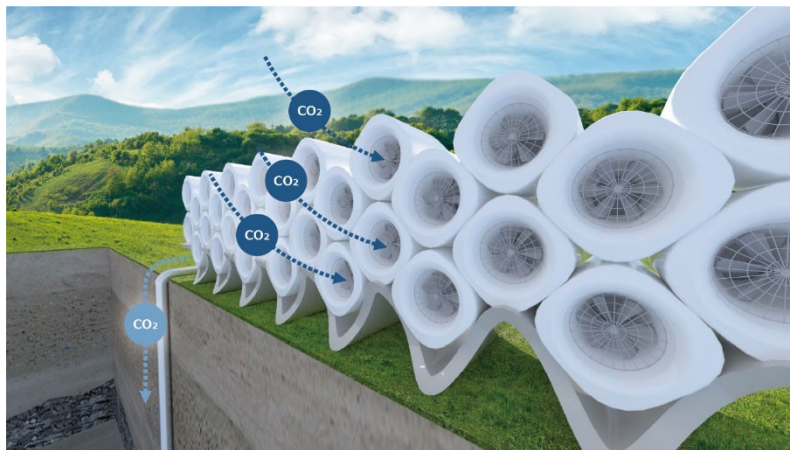
## 実証後の展開（回収規模の拡大）

当日提示させていただきます

## 更なる適用拡大

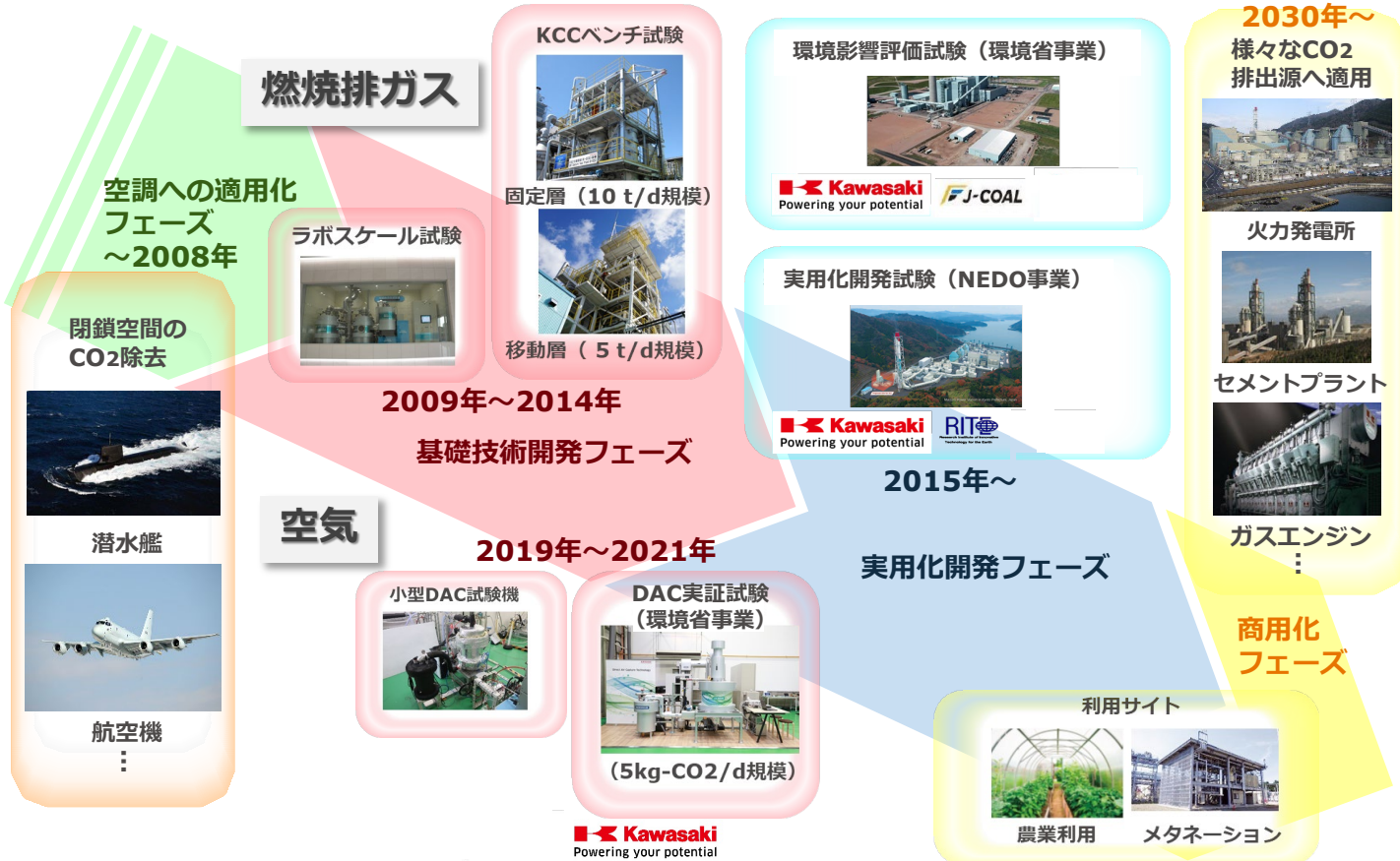
燃焼排ガスからのCO<sub>2</sub>回収は、パイロットプラントでの技術実証準備段階にあり、取得するデータを基に大型化、商用化を実現する。DACは、カーボンニュートラル実現のために期待される技術との認識が高まっている。そのため、こちらについても大型化、商用化を進める。

当社がこれまで培ってきたプラント技術を活かし、KCC技術の更なる深化を図ると共にカーボンニュートラル実現に貢献していく。



大規模DACイメージ

# Kawasaki CO<sub>2</sub> Capture: KCC開発スケジュール







New Values

安全安心リモート社会



Cross Over

つぎの社会へ、  
信頼のこたえを

Trustworthy Solutions  
for the Future



エネルギー・環境ソリューション



近未来モビリティ

Frontier





**Powering your potential**