

UBE三菱セメントのカーボンニュートラルに向けた取り組み ～セメントキルン排ガスを利用したメタネーションとキルンでのガス燃焼技術開発～

2024年11月7日

フェロー

地球環境対策プロジェクトリーダー

島 裕和



UBE三菱セメント

MUCC

Mitsubishi UBE Cement Corporation

説明内容

1. 会社概要
 2. セメント産業の特徴
 3. カーボンニュートラルに向けた取り組み
 4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン
 5. セメントキルンにおけるアンモニア混焼技術の実証
- (参考) その他の取り組み事例

1. 会社概要（事業統合(2022年4月1日)）

三菱マテリアルとUBEのセメント事業・関連事業を統合し、**UBE三菱セメント**として事業開始

 **三菱マテリアル**

セメント事業・関連事業

UBE / 宇部興産株式会社

セメント事業・関連事業

対象事業の承継

2022年4月1日

 **UBE三菱セメント株式会社**
MUCC Mitsubishi UBE Cement Corporation

 宇部三菱セメント株式会社

吸収合併

セメント・コンクリート事業



資源事業



環境エネルギー事業



1. 会社概要（主要情報）

事業内容

セメント事業・
コンクリート事業



セメント
コンクリート
建設資材

資源事業



石灰石
カルシア
マグネシア

環境エネルギー事業

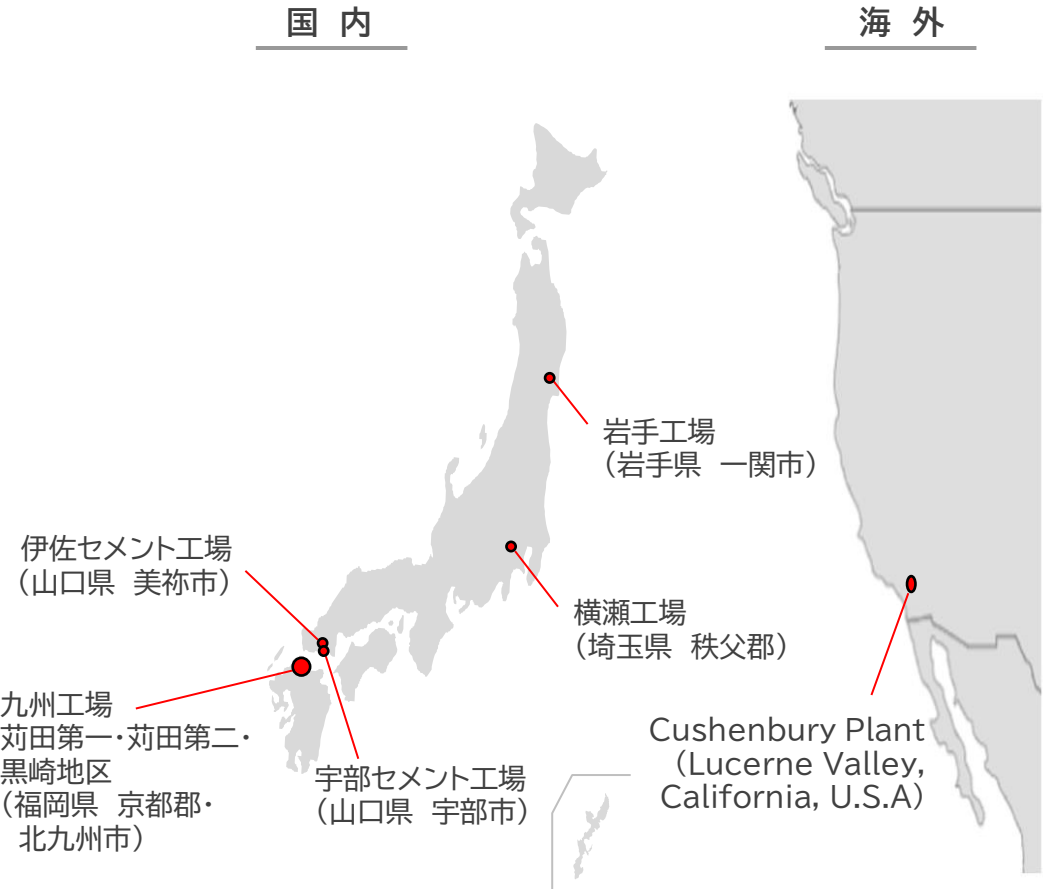


リサイクル
石炭 & バイオマス
電力

事業規模

売上高	従業員数	セメント・クリンカ 生産量	セメント・クリンカ 生産拠点
6,000億円/年	8,000名以上	国内 1,100万t/年 海外 150万t/年	国内 7拠点(5工場) 海外 1拠点

セメント工場の所在地



2. セメント産業の特徴

セメント産業では主に熱エネルギー由来CO₂、主原料である石灰石起因のプロセス由来CO₂が発生

熱エネルギー由来CO₂の削減には熱エネルギー転換があるが、プロセス由来CO₂の削減には利用・貯留が必須



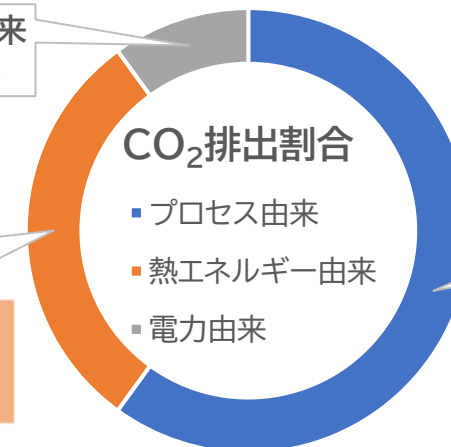
セメント工場

- ✓ 製造工程のほぼ全てで電力を使用
- ✓ 火力発電所での発電時にCO₂発生

電力由来
10%

熱エネルギー由来
30%

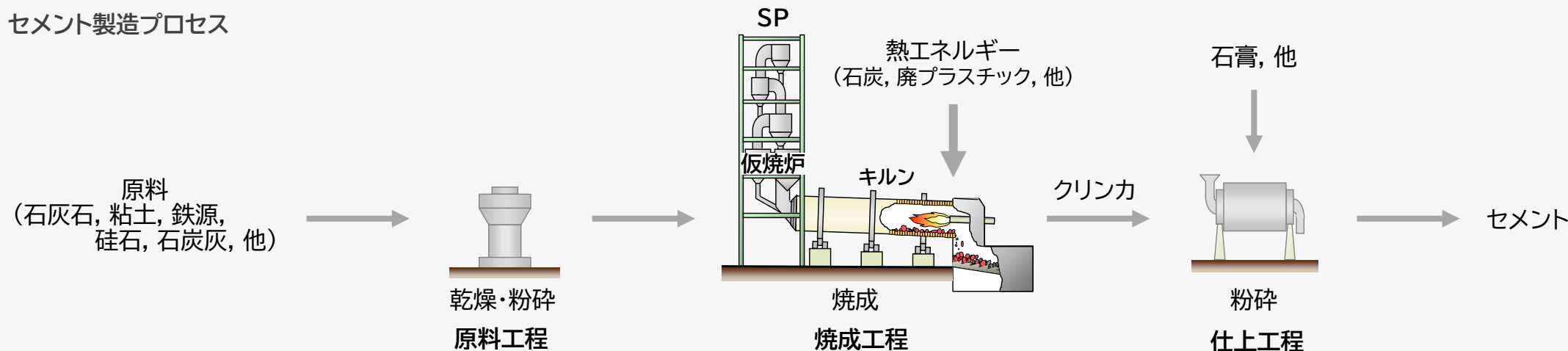
- ✓ 仮焼炉での脱炭酸、キルンでの焼成に加熱必要
(仮焼炉:900℃前後、キルン:1450℃前後)
- ✓ 石炭等の化石エネルギー燃焼によりCO₂発生



- ✓ セメントの主原料である石灰石の脱炭酸によりCO₂発生
($\text{CaCO}_3 \Rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)

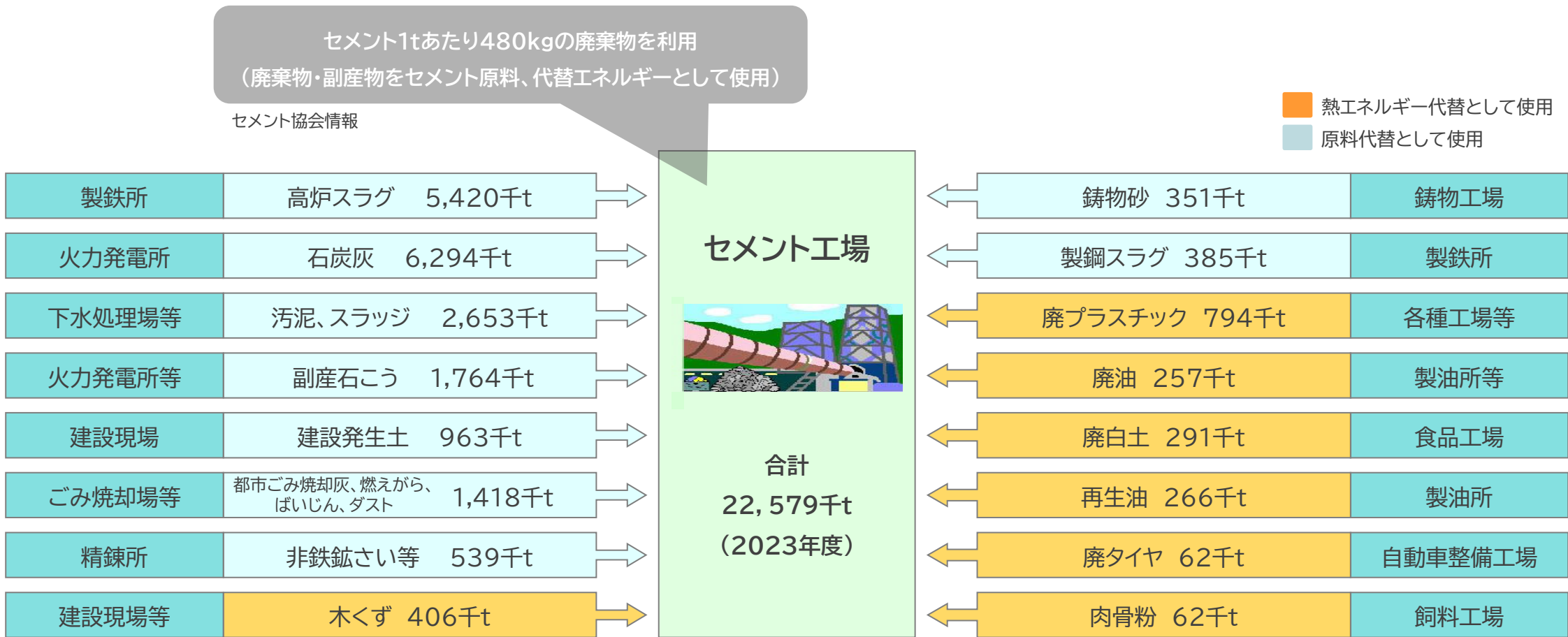
プロセス由来
60%

セメント製造プロセス



2. セメント産業の特徴

セメント産業は、日本の廃棄物総量の5%(循環利用の11%)をセメント製造に利用して処理することで、循環経済(サーキュラーエコノミー)の中核産業として重要な役割を担っている



3. カーボンニュートラルに向けた取り組み

熱エネルギー由来CO₂の削減に向け、廃棄物(廃プラ等)、NH₃、e-CH₄等に転換する戦略を策定
プロセス由来CO₂の有効利用を早期実現するため、メタネーション実証試験、炭酸塩化技術開発にも着手

目指す姿

先端技術を確立し早期に社会実装とセメントメーカー独自の事業性のある脱炭素スキームの実現により、

2030年:CO₂排出量40%削減(対2013年比) **2050年:カーボンニュートラル**

事業戦略

I. エネルギー転換の早期実現

- 焼成用熱エネルギー転換
廃棄物(廃プラ等)代替:50% (～2030年)
カーボンフリーエネルギー:50%(～2050年)
【アンモニア(NH₃)・水素(H₂)・合成メタン(CH₄)等]
- 電力用エネルギーの非化石化
(～2030年排出削減、～2050年完全非化石化)

II. CCU※の早期事業化

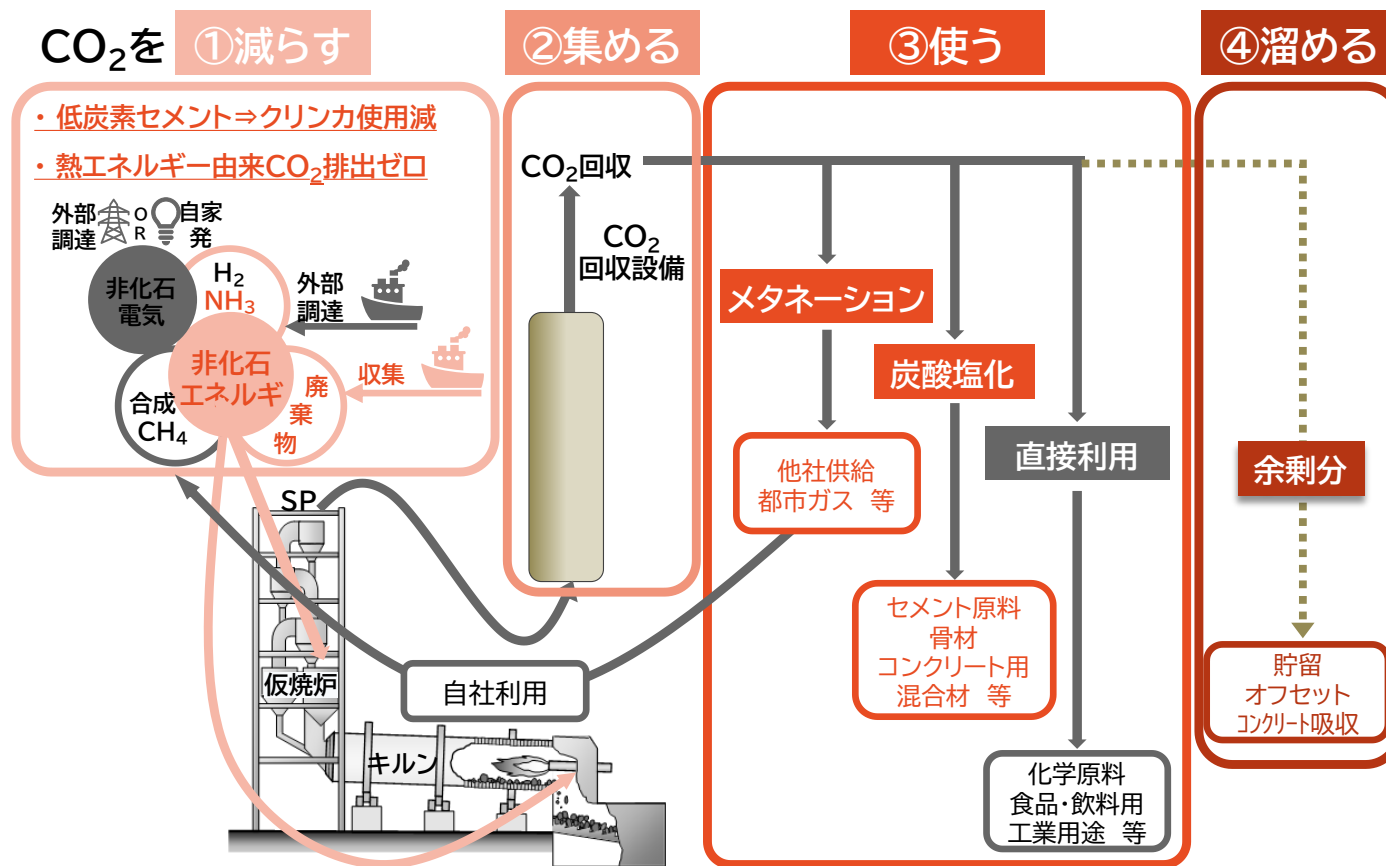
- セメント製造プロセスから回収できる、
低コスト・高濃度のCO₂を有用な資源と認識
- 回収CO₂の利活用可能なビジネスモデルを確立
(～2030年)

※CCU:Carbon dioxide Capture and Utilization
(CO₂分離回収と有効利用)

3. カーボンニュートラルに向けた取り組み

セメントメーカー独自の事業性のある脱炭素スキーム実現を目指し、幅広く施策を打ち出し推進

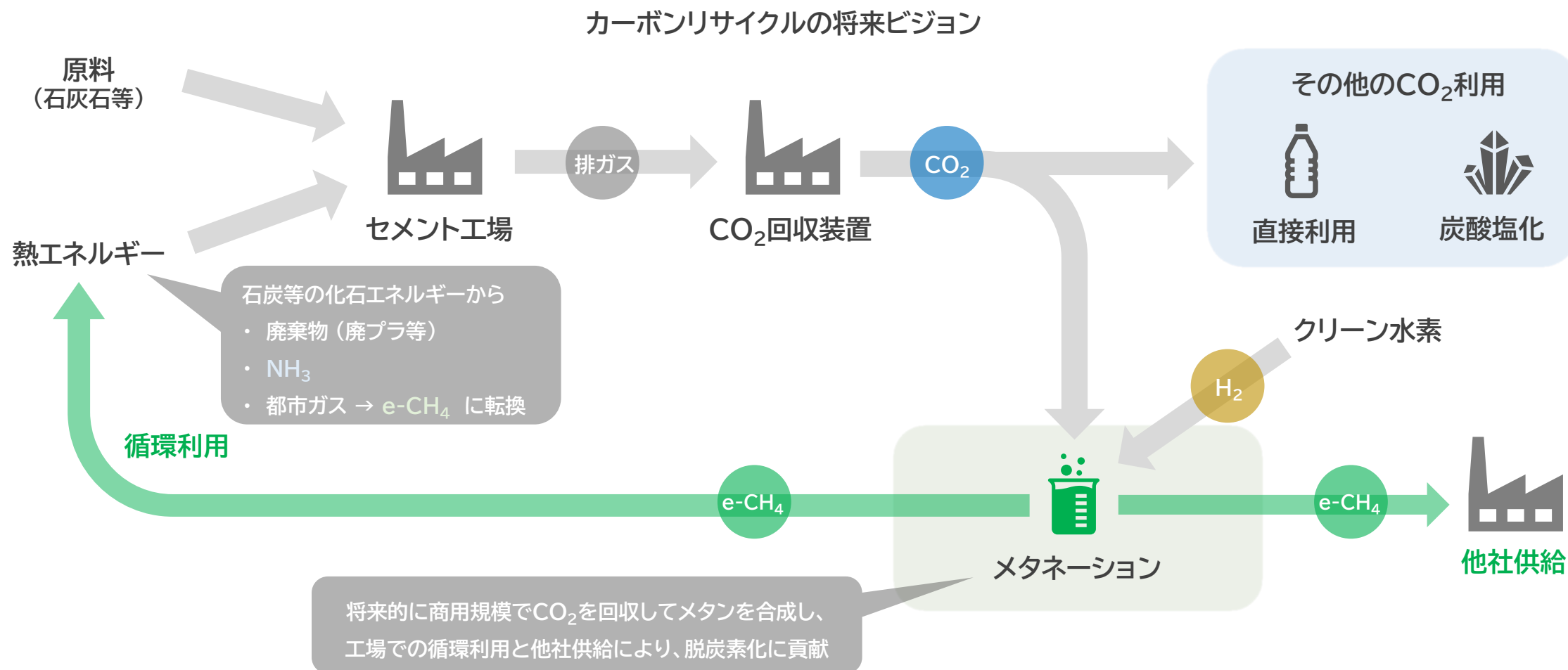
将来ビジョンと主な施策の進捗



- 1 低炭素セメント**
環境配慮型コンクリート共同開発
(CO₂削減量 約80%:普通コンクリート比)
■CNエネルギー転換
アンモニア混焼実証試験設備着手
(山口県補助事業)
■廃棄物利用
廃プラ収集基地設置計画
廃プラ処理設備増設
✓ **本日より紹介**
- 2 CO₂回収技術**
固体吸収材他、各種技術の評価実施中
- 3 メタネーション**
実キルン排ガスからのCO₂分離回収・メタン合成の小規模実証に成功
■炭酸塩化
廃コン等を用いた直接炭酸化法を研究開発中(NEDO/GI基金事業)
産官学連携の協議会に参画
✓ **本日より紹介**
- 4 貯留**
大阪ガス、三井物産と共同検討開始
✓ **本日より紹介**
(前者のみ)

4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン

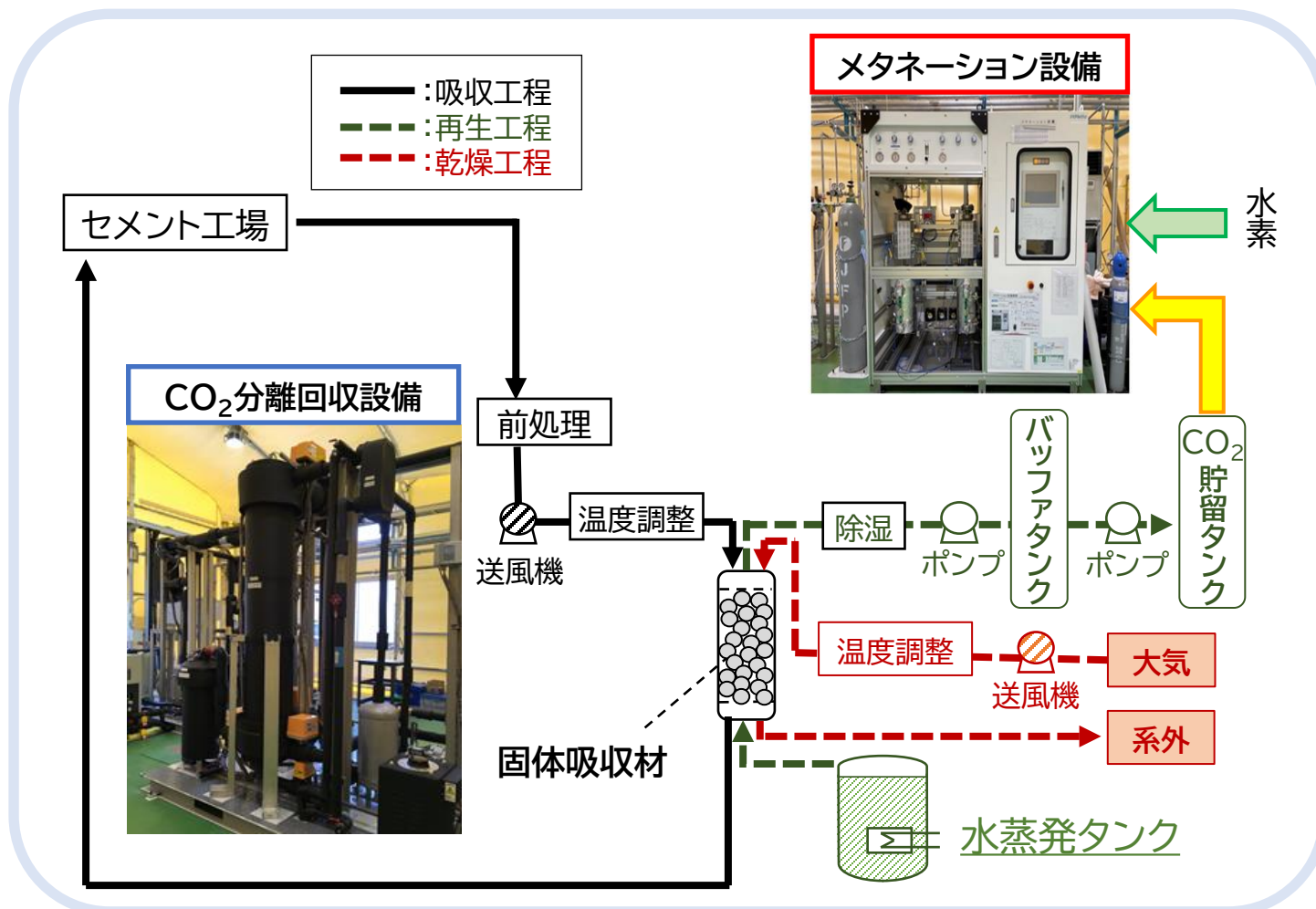
セメント排ガスからのCO₂回収・利用の分野では、メタネーションと炭酸塩化の検討に着手
メタネーションについては九州工場(黒崎地区)に試験装置を設置し、実証試験を実施中



4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン

2021年度より、九州工場(黒崎地区)に

CO₂分離回収設備とメタネーション設備を設置し、セメント排ガスを使った実証試験を開始



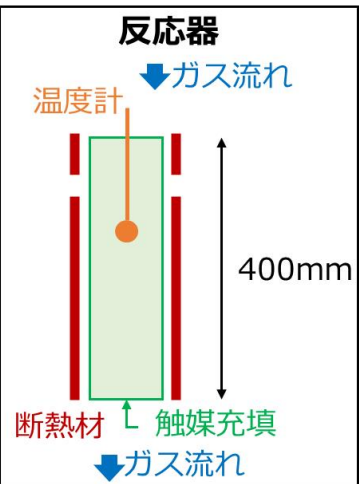
4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン

セメント排ガスを用いて、90%以上と高い濃度のメタンの合成を確認
今後も規模や方式に応じた実証試験を行い、セメント排ガスの適用性を確認、必要に応じ前処理技術を開発する予定

メタネーション設備の概要

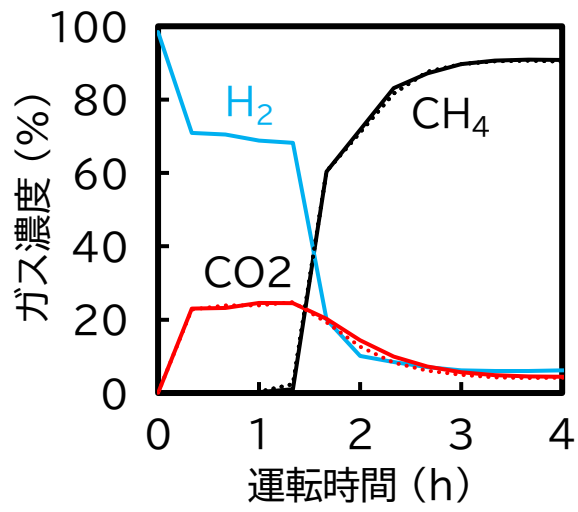


- カナデビア社製(旧 日立造船株式会社)
- サバティエ反応
- メタン生成量 100 L-CH₄/h



実証試験結果の一例

設定温度	CO ₂ ガス流量	H ₂ 流量	供給ガス組成 CO ₂ : H ₂	反応圧力
230℃	100L/h	400L/h	1 : 4.02	0.5 MPa



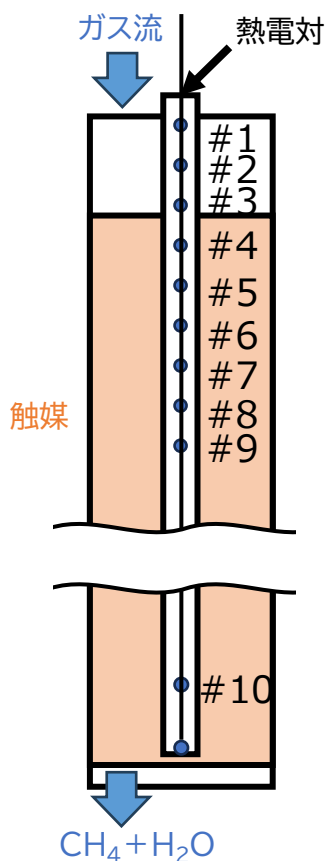
・1時間で230℃に到達し、3時間程度で90%以上の高い濃度でCH₄が生成した。
・液化炭酸ガスを使用した試験結果と差異はなく、セメント排ガスへの適用性を検証できた。

(備考) 実線:液化炭酸ガス、点線:回収CO₂ガス

4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン

反応機構、操業変化によるe-CH₄品質への影響を理解し、将来のスケールアップ設備での高効率・安定操業に向けて準備
CO₂回収およびメタネーション装置メーカーと連携し、セメント工場への商用設備の早期導入を目指す

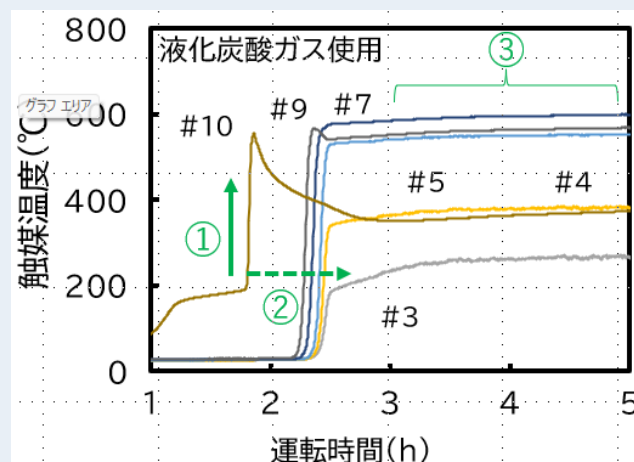
反応器と温度計



多点式熱電対を使用して触媒層内の温度を連続的に測定

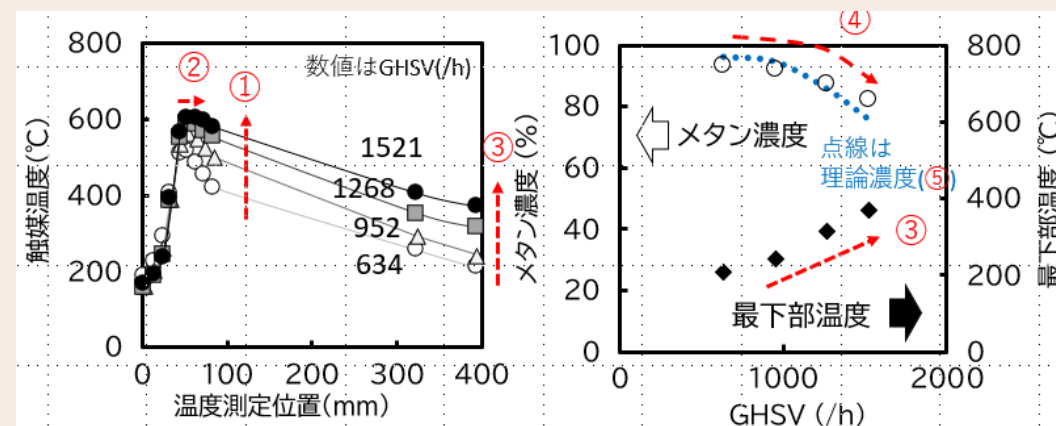
反応開始時の温度挙動

反応器内部の温度分布を連続測定し、
反応の機構や安定性への影響を確認



原料ガス量変更時の運転影響

原料ガス量を変更することで、空間速度(GHSV)と触媒温度分布や
メタン量との関係に関するデータを取得し、運転条件の影響を確認



4. セメント排ガスを用いたメタネーション技術の実証試験と将来ビジョン

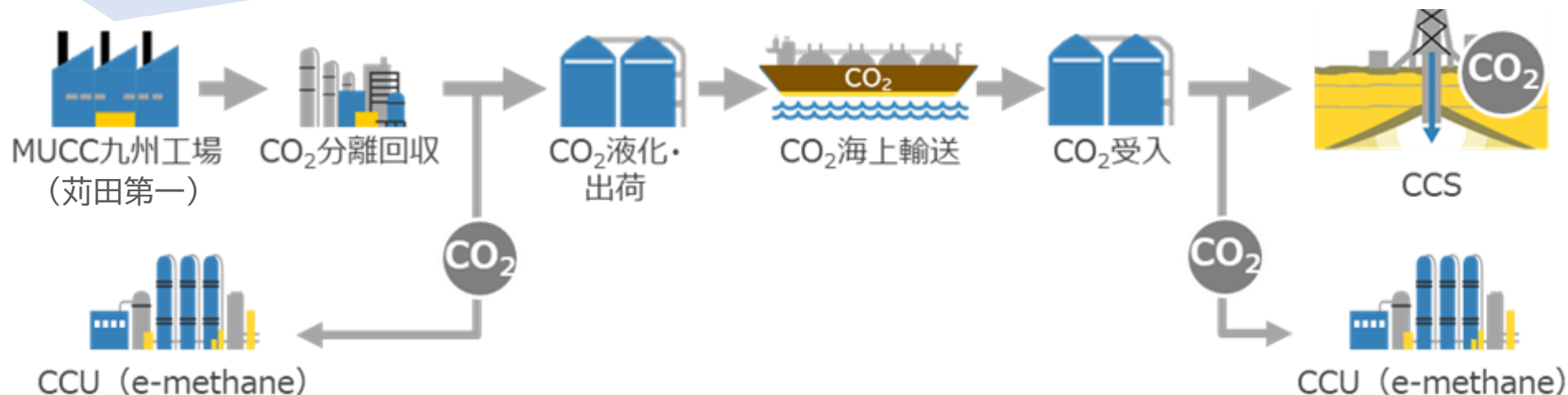
メタネーションの事業展開の可能性をさらに探っていくため、
大阪ガス株式会社と共同でセメント製造プロセスのカーボンニュートラルに向けたCCUSに関する共同検討を開始



2024年3月28日

セメント製造プロセスのカーボンニュートラルに向けた排出CO₂のCCUSに関する共同検討の開始について
https://www.mu-cc.com/information/20240328_01.html

国内最大のセメント生産能力を誇るMUCCの九州工場(福岡県京都郡)のセメント焼成用キルンから排出される熱エネルギー由来およびセメント原料由来のCO₂を回収し地中深くに圧入・貯留(CCS: Carbon Capture and Storage)することや、e-methane(以下「e-メタン」)※1として再利用(CCU: Carbon Capture and Utilization)することを目的に、CO₂の分離回収、液化・貯蔵、液化CO₂の海上輸送、CO₂地下貯留ならびe-メタン製造の一連のバリューチェーンの設計および経済性の評価を共同で行います。



5. セメントキルンにおけるアンモニア混焼技術の実証

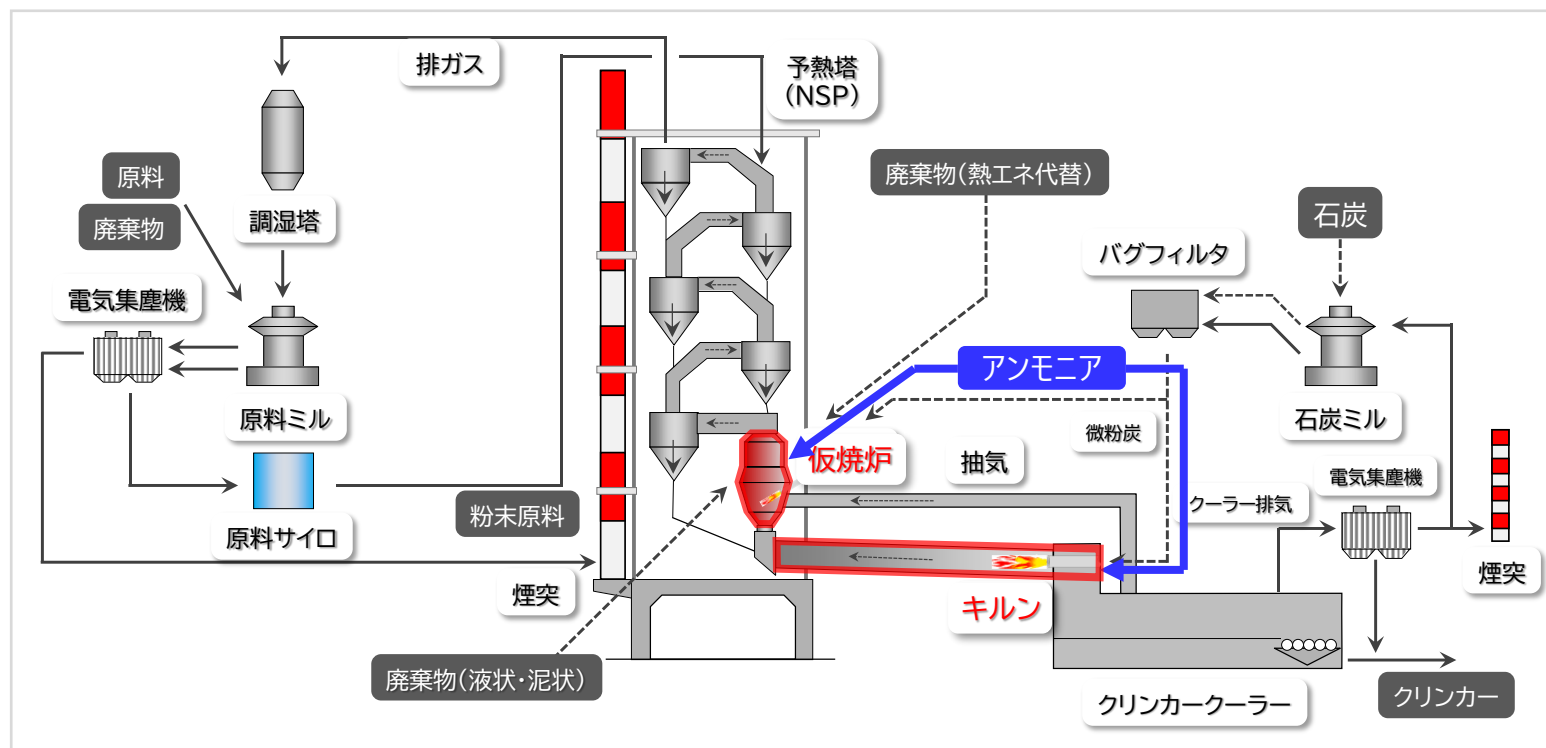
セメント工場で世界初の商用規模でのアンモニア混焼の実証を2025年までに実施（目標 最大30%混焼）
過去に実施した小型工業炉での燃烧試験や数値解析の経験、独自のシミュレーション技術を駆使して準備中

2023年9月1日

「セメント製造プロセスにおけるアンモニア燃烧技術実証事業」

山口県令和5年度カーボンニュートラルコンビナート構築促進補助金の採択について

https://www.mu-cc.com/information/20230901_01.html



NEDOの「グリーンイノベーション基金事業／CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト」に参画 廃コンクリートからのセメント微粉の効率的な回収、直接炭酸塩化技術の開発に着手

当社研究開発紹介ページ

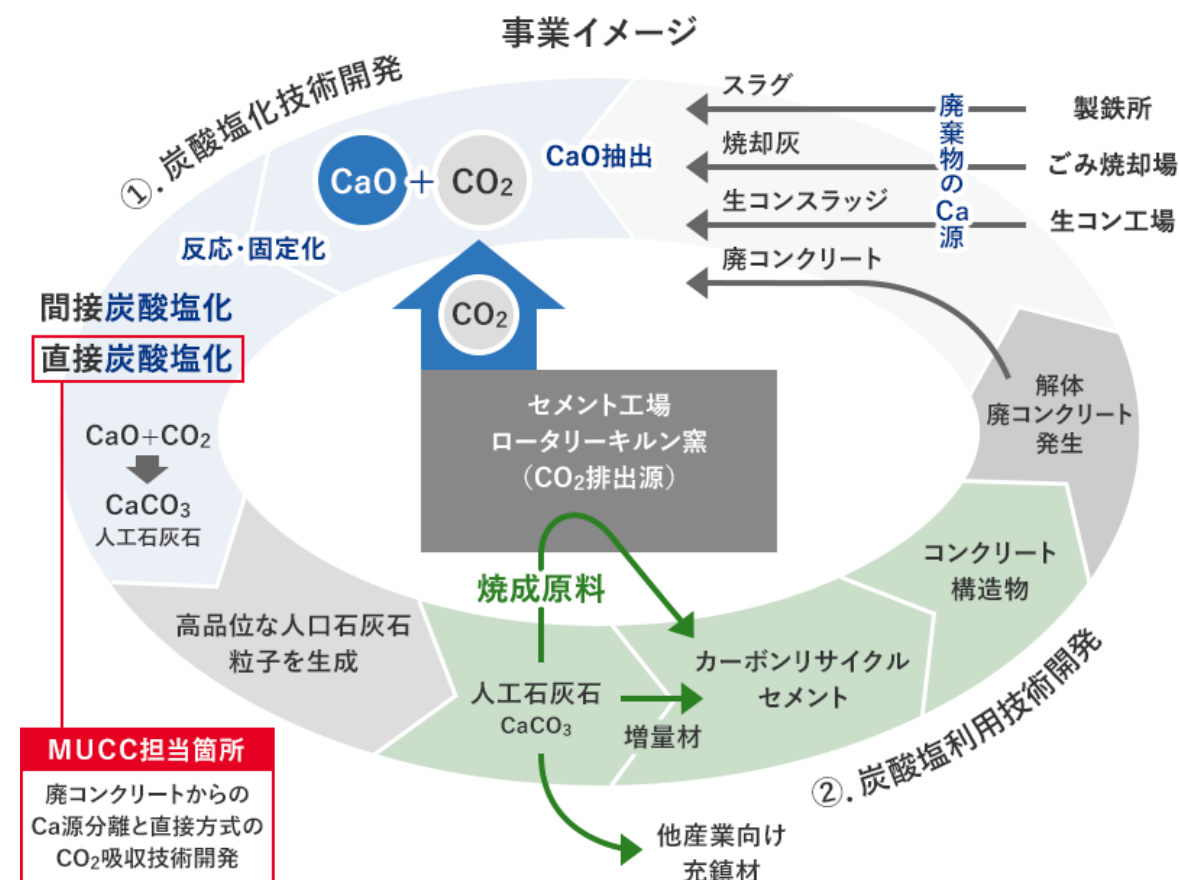
NEDO/グリーンイノベーション基金「CO₂回収型セメント製造プロセス
の開発 ― 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立」

<https://www.mu-cc.com/corporate/business/rd.html>

事業の目的・概要

セメント(主成分CaO)は天然石灰石(CaCO₃)の脱炭酸(CO₂分離)反応により工業生産されていますが、廃コンクリートや一般焼却灰などCaを含有する多様な廃棄物等からCaOを抽出し、セメント生産工程で分離されたCO₂と再結合させることで、人工石灰石(CaCO₃)を生成(炭酸塩化)、これを原料としたカーボンリサイクルセメント(CRC)を製造することにより、セメント産業でのカーボンニュートラルを目指します。

本事業の中で当社は、廃コンクリートからのセメント微粉(CaO)の効率的な回収、およびセメント工場の排ガス(CO₂)を用いたセメント微粉の直接炭酸化(CaCO₃生成)について実証試験を実施します。



清水建設株式会社と共同でセメントの約80%を高炉スラグ微粉末に置換した環境配慮型コンクリートを開発
製造時のCO₂排出量を一般的なコンクリートと比べて約8割削減し、優れた温度ひび割れ抵抗性も実現

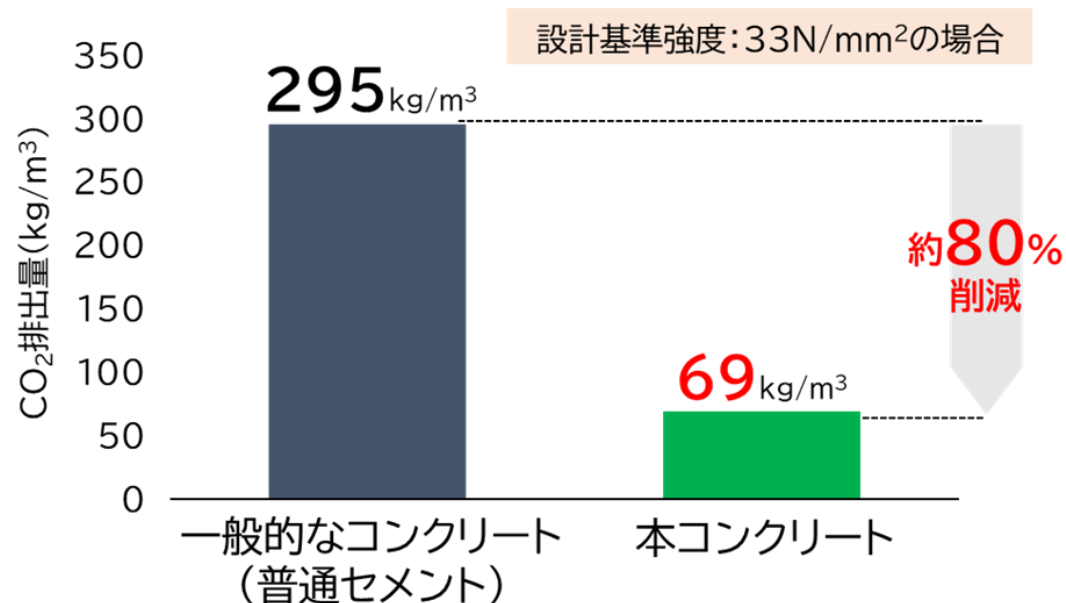
2024年4月24日

セメントの約80%を高炉スラグ微粉末に置換した環境配慮型コンクリートを共同開発

～製造時のCO₂排出量 約8割削減～

https://www.mu-cc.com/information/20240424_01.html

CO₂排出の低減



スランプ試験の状況



Infinity with Will

ずっと支える、地球の未来を。



MUCC

UBE三菱セメント

Mitsubishi UBE Cement Corporation