

# NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025

## プログラムNo.14

### 「多様なカルシウム源を用いた炭酸塩技術の確立」 (グリーンイノベーション基金事業／CO<sub>2</sub>を用いたコンクリート等 製造技術開発／CO<sub>2</sub>回収型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)

発表：2025年7月15日

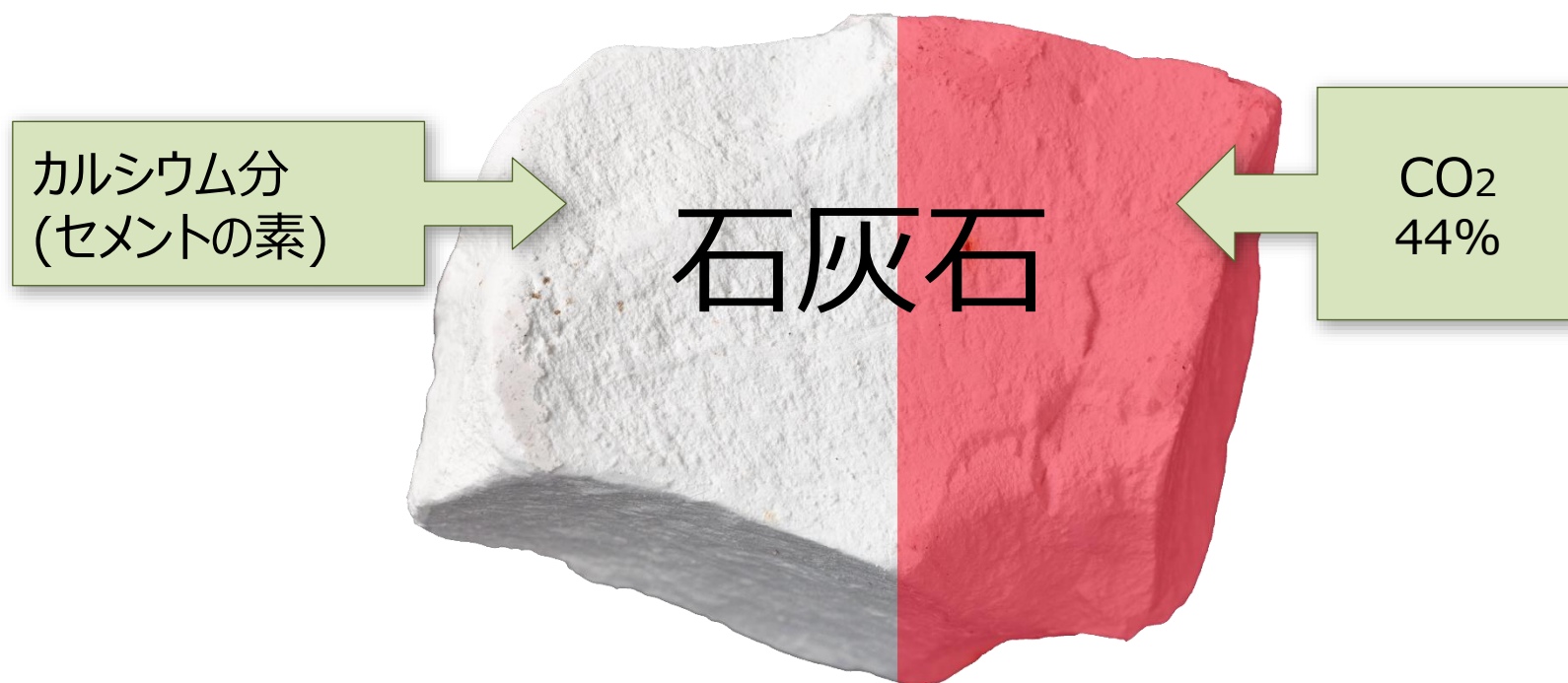
国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 小西 正芳

住友大阪セメント(株)・(国)山口大学・(国)京都工芸繊維大学・(国)東京科学大学・(国)東京大学・  
UBE三菱セメント(株)・大成建設(株)

問い合わせ先 住友大阪セメント(株) E-mail:mkonishi@soc.co.jp TEL:047-457-0185

- 岩石はCO<sub>2</sub>を閉じ込めることができる
- 石灰石の44%はCO<sub>2</sub>できている



CO<sub>2</sub>を人工の石灰石にして中に閉じ込めれば良い = 鉱物化  
NEDO グリーンイノベーション基金事業

## ■開発目標

2030 年までに、回収した CO<sub>2</sub>から炭酸塩を製造し、炭酸塩をセメント原料等に利用するための以下の水準を満たす技術を確立

- 炭酸塩化の基盤技術として、廃棄物から 10%以上の酸化カルシウム（CaO）を抽出し、炭酸塩 1 トンあたりに固定化する CO<sub>2</sub>固定量が 400kg 以上
- 回収した CO<sub>2</sub>から製造した炭酸塩の生成コストが、従来の石灰石の市価の 5 倍程度の価格
- 炭酸塩の利用の拡大のため、利用技術のガイドラインを策定

本事業では、2025年までに廃棄物などから酸化カルシウムの回収量を考慮しつつ有望なカルシウム源を複数選定するとともに、回収CO<sub>2</sub>を固定化した炭酸塩を生成し、セメント原料化や有効利用技術の開発を進める。なお、今後のカルシウム源確保の観点からも、まだ未着手の要素技術にも同時に取り組む。

■ 開発項目と実施内容

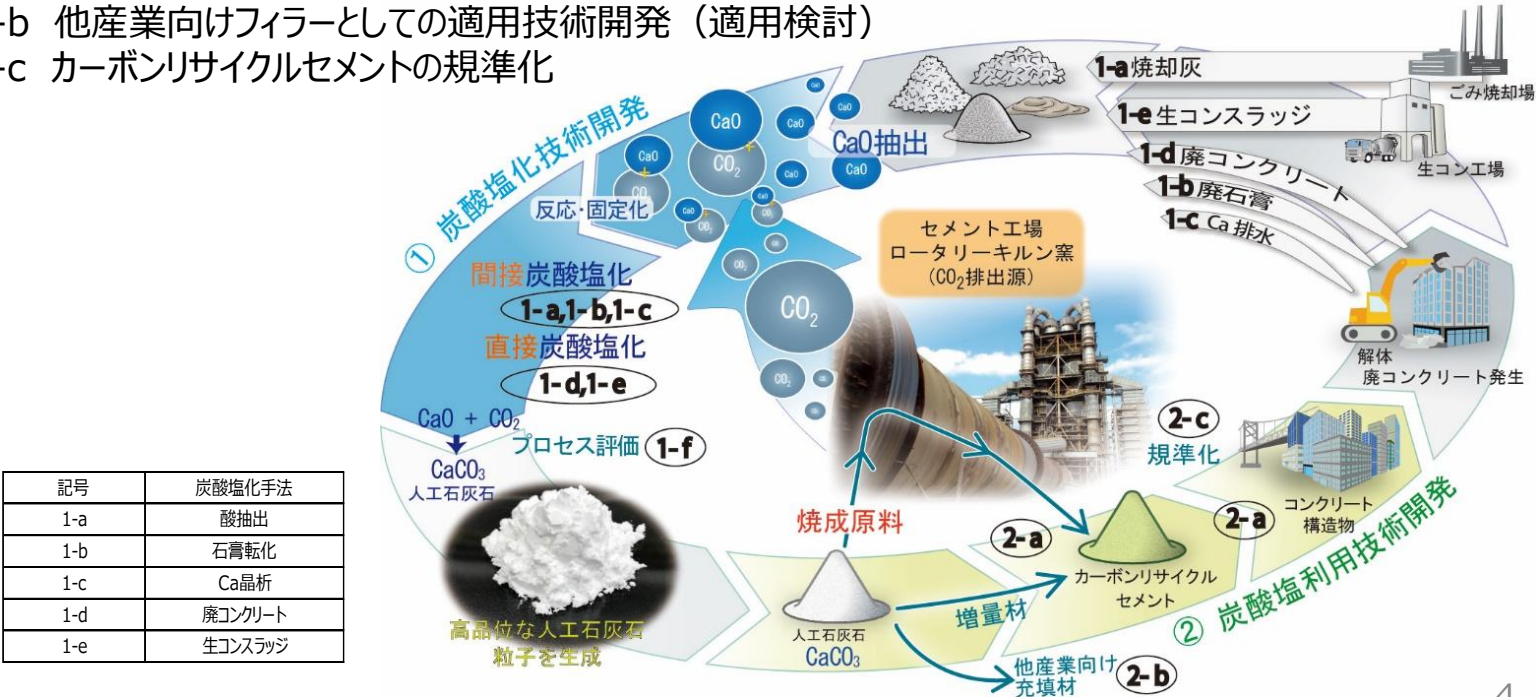
＜①炭酸塩化技術開発＞

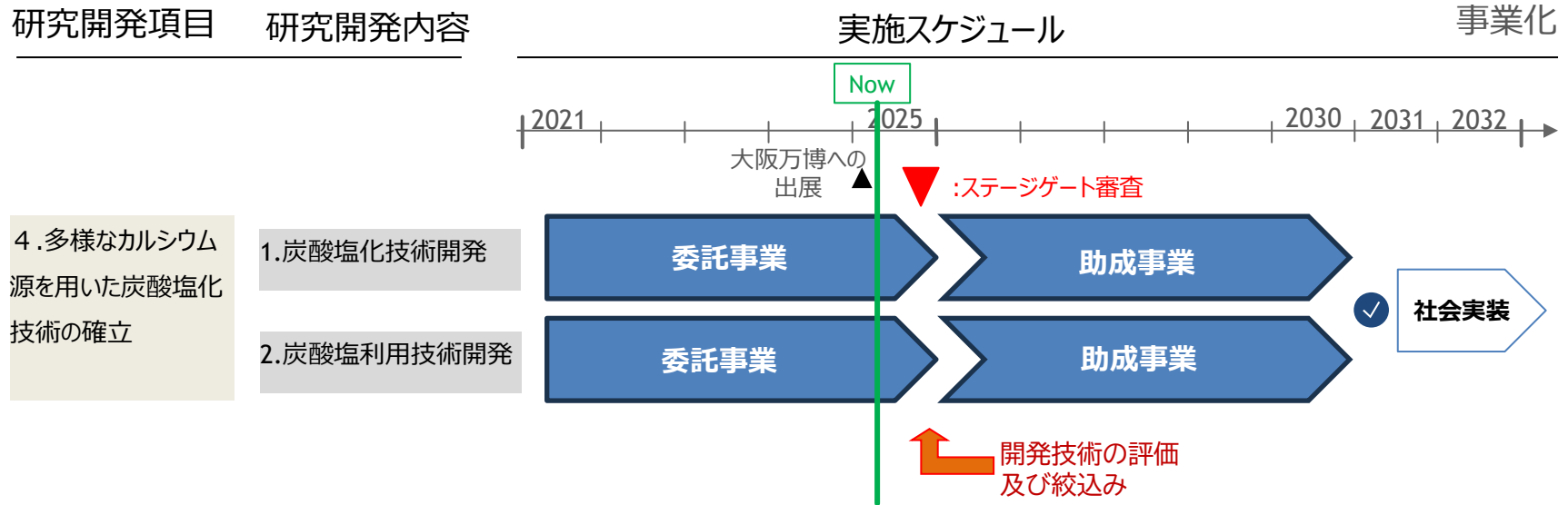
- 実施項目1-a 抽出（酸）による炭酸塩化技術開発  
実施項目1-b 石膏転化による炭酸塩化技術開発  
実施項目1-c Ca晶析による炭酸塩化技術開発  
実施項目1-d 廃コンクリートの加速炭酸化と高純度化技術開発  
実施項目1-e 生コンスラッジの加速炭酸化と高純度化技術開発  
実施項目1-f 炭酸塩化技術のプロセス評価およびカルシウム源調査

間接炭酸化（酸・アルカリ利用）  
  
  
  
直接炭酸化（ガス接触など）

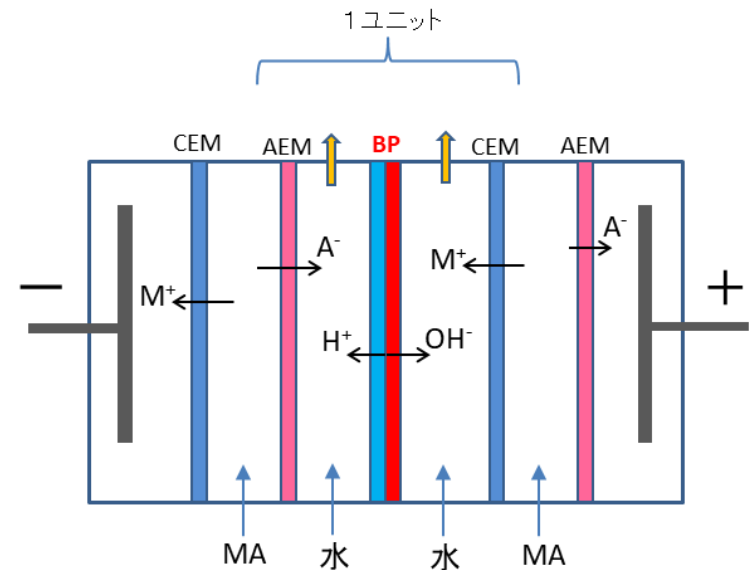
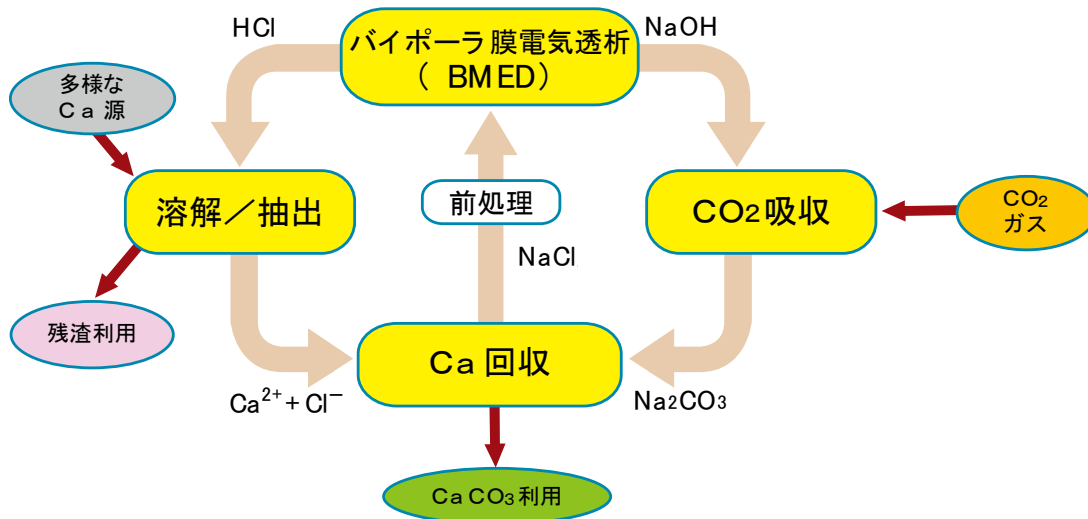
＜②炭酸塩利用技術開発＞

- 実施項目2-a カーボンリサイクルセメントの有効利用技術開発  
実施項目2-b 他産業向けフィラーとしての適用技術開発（適用検討）  
実施項目2-c カーボンリサイクルセメントの規準化





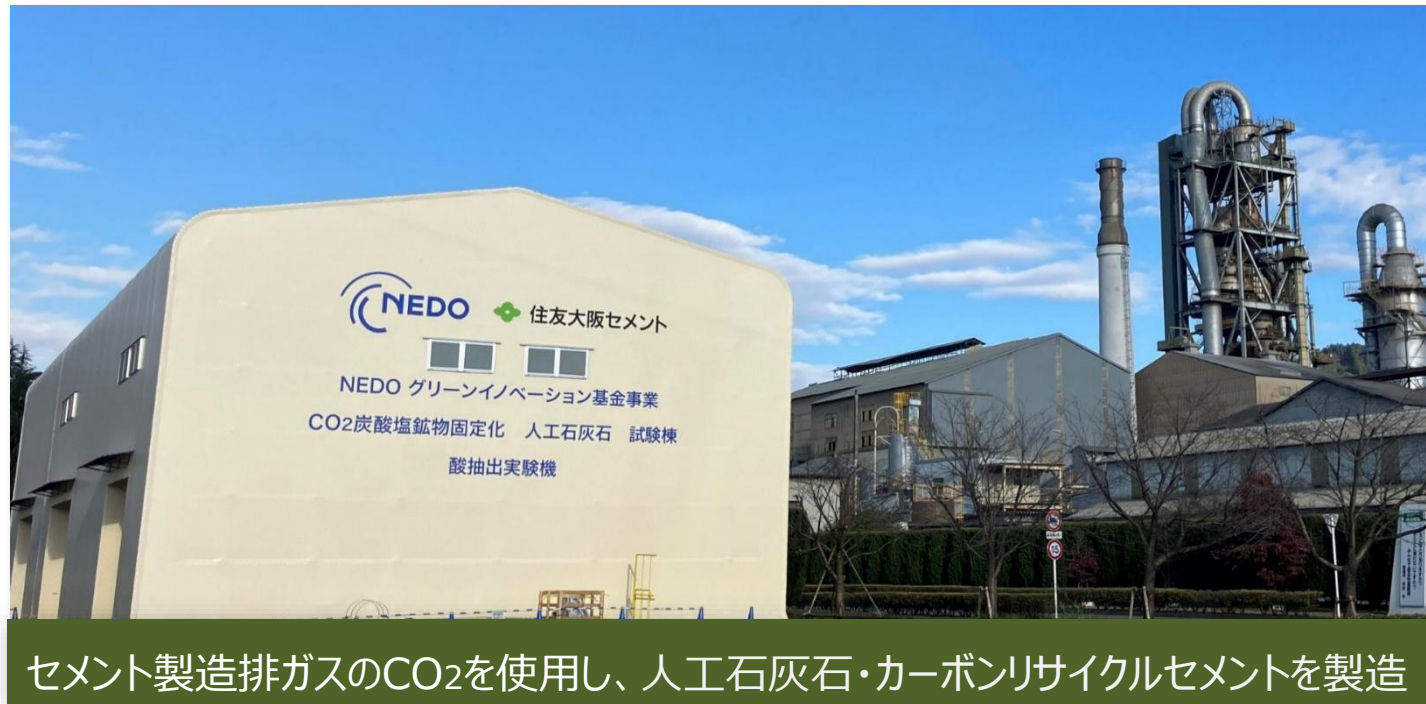
炭酸塩技術開発（間接炭酸化手法）においては、バイポーラ膜電気透析装置（BMED）を用い、酸・アルカリ生成を行い、これらを用い、炭酸塩を合成する。



<BMEDの模式図>

BP:バイポーラ膜  
AEM:陰イオン交換膜  
CEM:陽イオン交換膜

■ 焼却灰を主原料とする、酸抽出プロセス



2025年4月～稼働  
能力：焼却灰100kg/h級  
CO<sub>2</sub>固定量：420kg-CO<sub>2</sub>/t-炭酸塩

# 研究成果 ①炭酸塩化技術開発 (IDC方式) 1-b)石膏転化による炭酸塩化技術開発

## ■ 廃石膏ボード粉を原料に人工石灰石に転化



2023年5月～稼働  
能力：焼却灰10kg/h級  
CO<sub>2</sub>固定量：420kg-CO<sub>2</sub>/t-炭酸塩

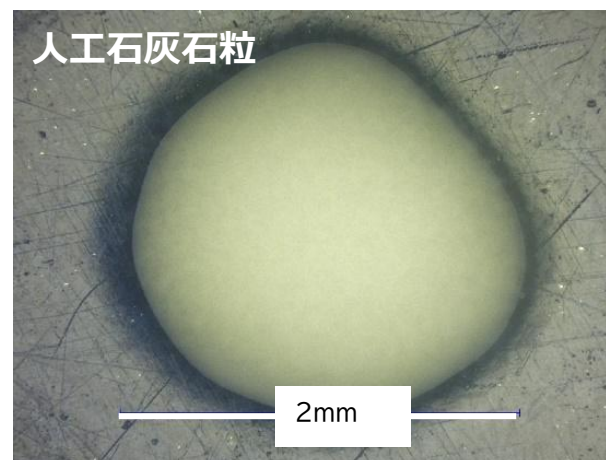
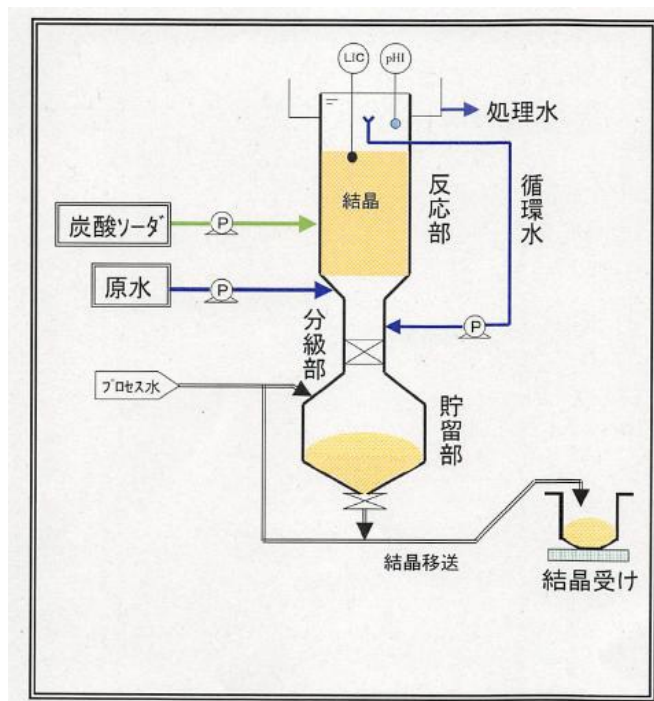


- 継続的に運転を行い、データ収集と安定的な運転条件の検討
- 主に、この人工石灰石を利用し、②炭酸塩利用技術開発を実施

# 研究成果 ①炭酸塩化技術開発 (IDC方式) 1-c) Ca晶析による炭酸塩化技術開発

## ■ Ca含有排水などを用いて粒状を得る

- **新たなCa源として、浸出水・CaCl<sub>2</sub>排水**の検討を行う。
- 粒状の炭酸塩=コンクリート用細骨材などのへ用途可能性検討
- 簡素な設備構成が可能となるため、IDCのコストダウンへの利用可能性

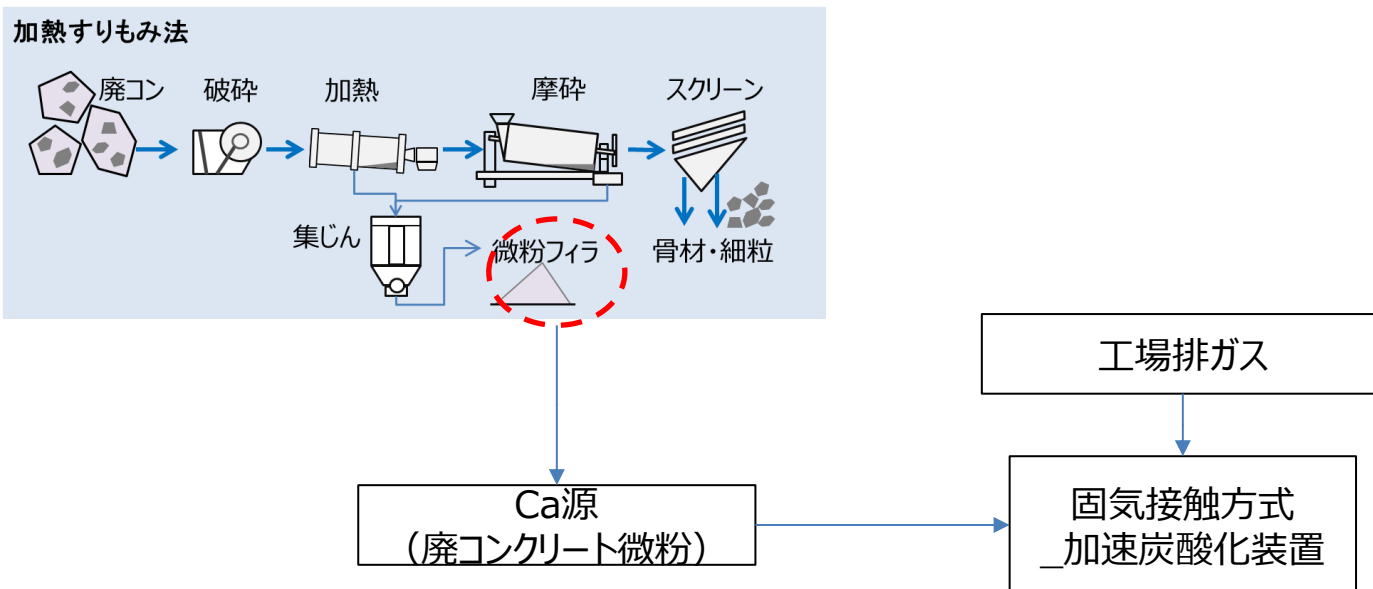


2022年7月～稼働  
能力：300g/h級  
CO<sub>2</sub>固定量：420kg-CO<sub>2</sub>/t-炭酸塩

## ■ 加速炭酸化技術開発（固気接触）

- セメント由来のカルシウムが含まれている廃コンクリートから効率的に骨材とセメントを分離し、CaO濃度の高い微粉を得て、同時に微粉を効率的に炭酸化する廃コンクリートの加速炭酸化及びその炭酸化した微粉を選別し高純度人工石灰石を得る技術開発を行う。

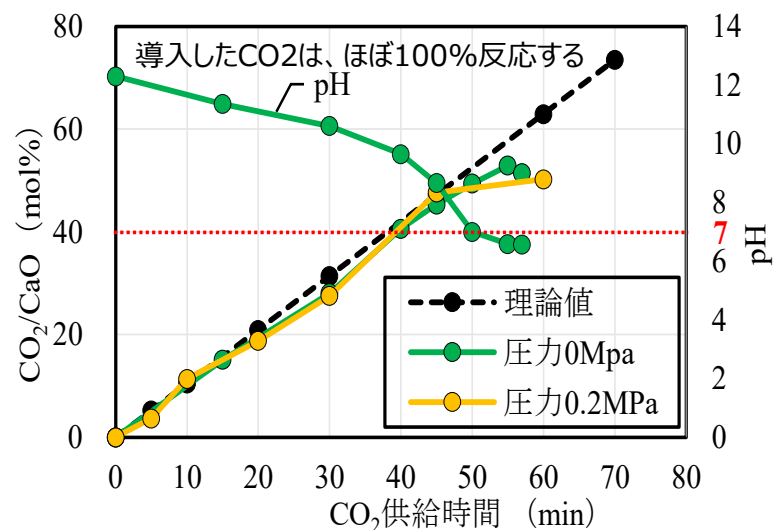
### 再生骨材の製造法による比較



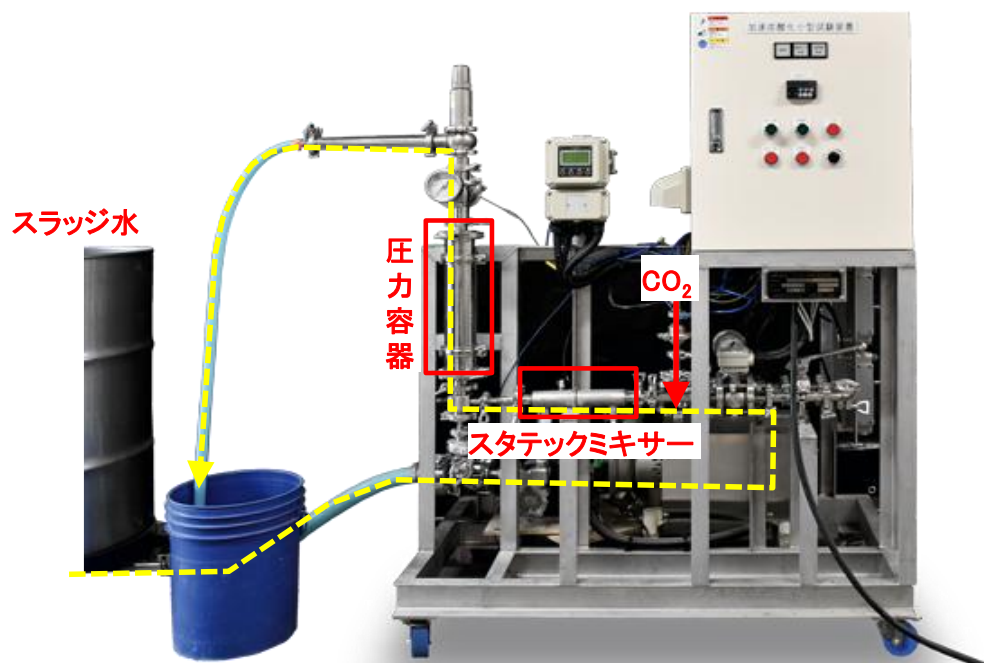
## ■ 加速炭酸化技術開発（マイクロバブル）

- 生コン工場内にあるミキサ・アジテータ車に残留した生コンの効率的な洗浄方法（骨材とセメントの分離）の開発を行うと共に、生コンスラッジの効率的な炭酸化を検討する。
- 上記処理で炭酸化した生コンスラッジに、実施項目1-dで開発する高純度化技術を適用させ、固液分離後、再結晶化の上、高純度な人工石灰石を得る技術開発を行う。

### 効率的な加速炭酸化手法を確立中



＜生コンスラッジの炭酸化処理の継時変化＞



＜生コンスラッジの加速炭酸化試験装置＞

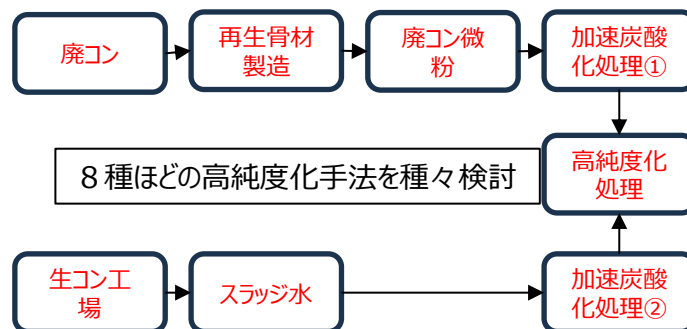
#### ■ 高純度化技術開発

- 生コン工場内にあるミキサ・アジテータ車に残留した生コンの効率的な洗浄方法（骨材とセメントの分離）の開発を行うと共に、生コンスラッジの効率的な炭酸化を検討する。
- 加速炭酸化した廃コンクリート・生コンスラッジに高純度化処理を行い、400kg-CO<sub>2</sub>/t-炭酸塩の人工石灰石を得る技術開発を行う。

手法5, 8 : CO<sub>2</sub>固定量400kg-CO<sub>2</sub>/t-炭酸塩（純度90%）を達成可能



JIS規格 で利用可能な純度



遠心分離



浮遊選鉱

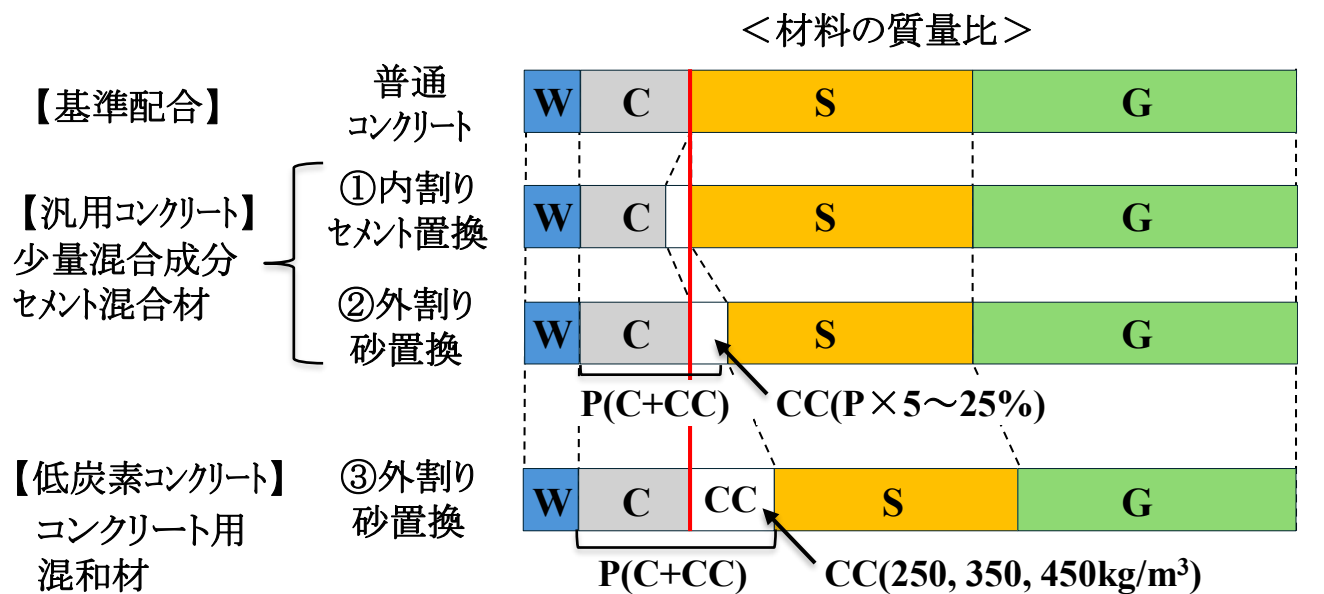
■ ①製造技術開発・②基礎物性評価  
(クリンカ原料利用)

- 天然石灰石100%置換  
(天然原料品と人工石灰石品比較)
- 電気炉焼成 ⇒ モルタル試験 ➡ 天然石灰製品と変わりなし
- テストキルン焼成 ⇒ モルタル・コンクリート試験 (実施中)  
(焼成は問題なく可能)



### ■③材料開発

- 2023年度：人工石灰石bをセメントに内割りで5～25%置換した「汎用コンクリート①」と、外割りで250～450kg/m<sup>3</sup>置換した「低炭素コンクリート③」に分けて、圧縮強度を同一として物性と耐久性を評価
- 2024年度：汎用コンクリートと低炭素コンクリートを外割り置換（②と③）とし、水セメント比（W/C）を揃えて物性と耐久性を統一的に評価
- セメント水比と圧縮強度の関係：人工石灰石bの置換量の増加に伴い、強度増進効果を確認



W:水, C:セメント, CC:人工石灰石, S:細骨材, G:粗骨材

## ■他産業利用

- セメント・コンクリート産業以外のお素材産業（例えば紙・プラスチックなどのフィラー用途）でより高付加価値領域での利用が可能であるか調査・試験を実施する。

| 対象国 | 業界              | 評価中のGI基金の開発成果物 |             |              |
|-----|-----------------|----------------|-------------|--------------|
|     |                 | 人工石灰石<br>単品    | CRC<br>焼成利用 | CRC<br>増量材利用 |
| 日本  | セメント            | 要素実験中          |             |              |
|     | 建設<br>道路<br>PCa | ●              |             | ●            |
|     | 製紙              | ●              |             |              |
|     | ゴム              | ●              |             |              |
|     | 合成紙             | ●              |             |              |
|     | 熱可塑性樹脂          | ●              |             |              |
|     | 道路標示・警察         | ●              |             |              |

### 関西・大阪万博での成果の各種発信

①プレキャスト製品

②樹脂・紙・道路用塗料

各業界分野の各社に協力を  
いただき、利用可否の試験・サ  
ンプルの試作などを実施

# 研究成果 ②炭酸塩利用技術開発 2-b)他産業向けフィラーとしての適用技術開発（適用検討）

## ■大阪・関西万博での成果の情報発信



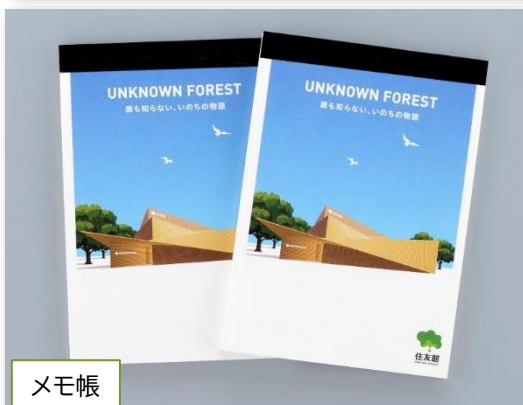
ブロック製品



道路白線



樹脂製書類フォルダ



メモ帳



記念絵葉書



住友館コンセプトブック

Copyright © 2025 SUMITOMO OSAKA CEMENT CO.,LTD. All Rights Reserved.

ご協力:草竹コンクリート工業(株)様, (株)キクテック様, 日泉ポリテック(株)様, 王子エフテックス(株)様, 富国紙業(株)様 他

# 研究成果 ②炭酸塩利用技術開発 2-c)カーボンリサイクルセメントの規準化

|        |  |                           |         |  |                           |  |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 197                                                                               |                           |         | C150                                                                                | C595                      | R 5210                                                                              |
|        | Portland Cement                                                                   | Portland Limestone Cement |         | Portland Cement                                                                     | Portland Limestone Cement | 普通ポルトランドセメント                                                                        |
|        |                                                                                   | A-L                       | B-L     |                                                                                     |                           |                                                                                     |
| 少量混合成分 | 0 ~ 5                                                                             | 0 ~ 5                     | 0 ~ 5   | 0 ~ 5                                                                               | 0 ~ 5                     | 0 ~ 5                                                                               |
| 混合材    | —                                                                                 | 6 ~ 20                    | 21 ~ 35 | —                                                                                   | 6 ~ 15                    | —                                                                                   |

JIS改正で、0~10%に改正予定

JISにない

パイロットスケール設備での連動実証試験をベースに2028年度目途に大型実証プラントを建設, プロセスと事業性評価を行いながら2031年度以降の社会実装を目指す。

| 実施項目       | 実施内容                          | 技術的課題                                                                                                                     |
|------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①炭酸塩技術開発   | 1-a)抽出（酸）による炭酸塩化技術開発          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製造コストダウン（設備費、ランニング費ともに）</li> <li>● 品質安定（Ca抽出率、CO<sub>2</sub>固定量、粒度など）</li> </ul> |
|            | 1-b)石膏転化による炭酸塩化技術開発           |                                                                                                                           |
|            | 1-c) Ca晶析による炭酸塩化技術開発          |                                                                                                                           |
|            | 1-d)廃コンクリートの加速炭酸化と高純度化技術開発    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 加速炭酸化におけるCaOの炭酸化率の向上</li> <li>● 高純度化におけるCaO抽出率のアップ</li> </ul>                    |
|            | 1-e)生コンスラッジの加速炭酸化と高純度化技術開発    |                                                                                                                           |
|            | 1-f)炭酸塩化技術のプロセス評価およびカルシウム源調査  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 各試験プロセスのデータの収集</li> </ul>                                                        |
| ②炭酸塩利用技術開発 | 2-a)カーボンリサイクルセメントの有効利用技術開発    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 規格・規準づくりに向けた、モルタル・コンクリートデータのさらなる収集</li> </ul>                                    |
|            | 2-b)他産業向けフィラーとしての適用技術開発（適用検討） | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 各分野での品質要件の安定的達成</li> </ul>                                                       |
|            | 2-c)カーボンリサイクルセメントの規準化         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用拡大のための規格化など仕組みづくり</li> </ul>                                                   |

# 順次スケールアップを実施し、2040年頃に商用設備複数基設置を想定

- 2021年採択以来、セメント工場での実排ガスからのCO<sub>2</sub>吸収実証の後、ベンチスケールでのプロセス実証を経て、2024年度のパイロット設備にて実証試験中。'28年頃には更にスケールアップした大型実証プラント建造予定。

2021

採択

2022



ベンチスケール設備(大阪)  
10kg-廃棄物/h級

2023

2024

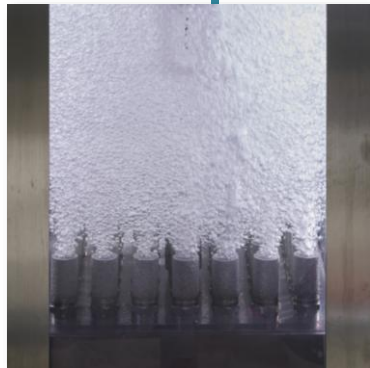
2028

2031  
以降



実証スケール設備

商用設備  
×複数基



ラボスケール設備（栃木／船橋）



パイロットスケール設備（栃木）  
100kg-廃棄物/h級

以上