

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／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

団体名：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)

発表日：2026年7月22日

事業の目的・目標

セメント製造におけるCO₂排出のうち、主原料である石灰石の分解反応（脱炭酸反応）によるプロセス起源CO₂が約6割を占めている。

リサイクル品の利用拡大によりエネルギー起源（化石燃料の燃焼に由来）CO₂排出削減を進めているが、カーボンニュートラルを目指すうえで残り6割のプロセス起源のCO₂についてはCCUS技術の開発と社会実装が必要不可欠。

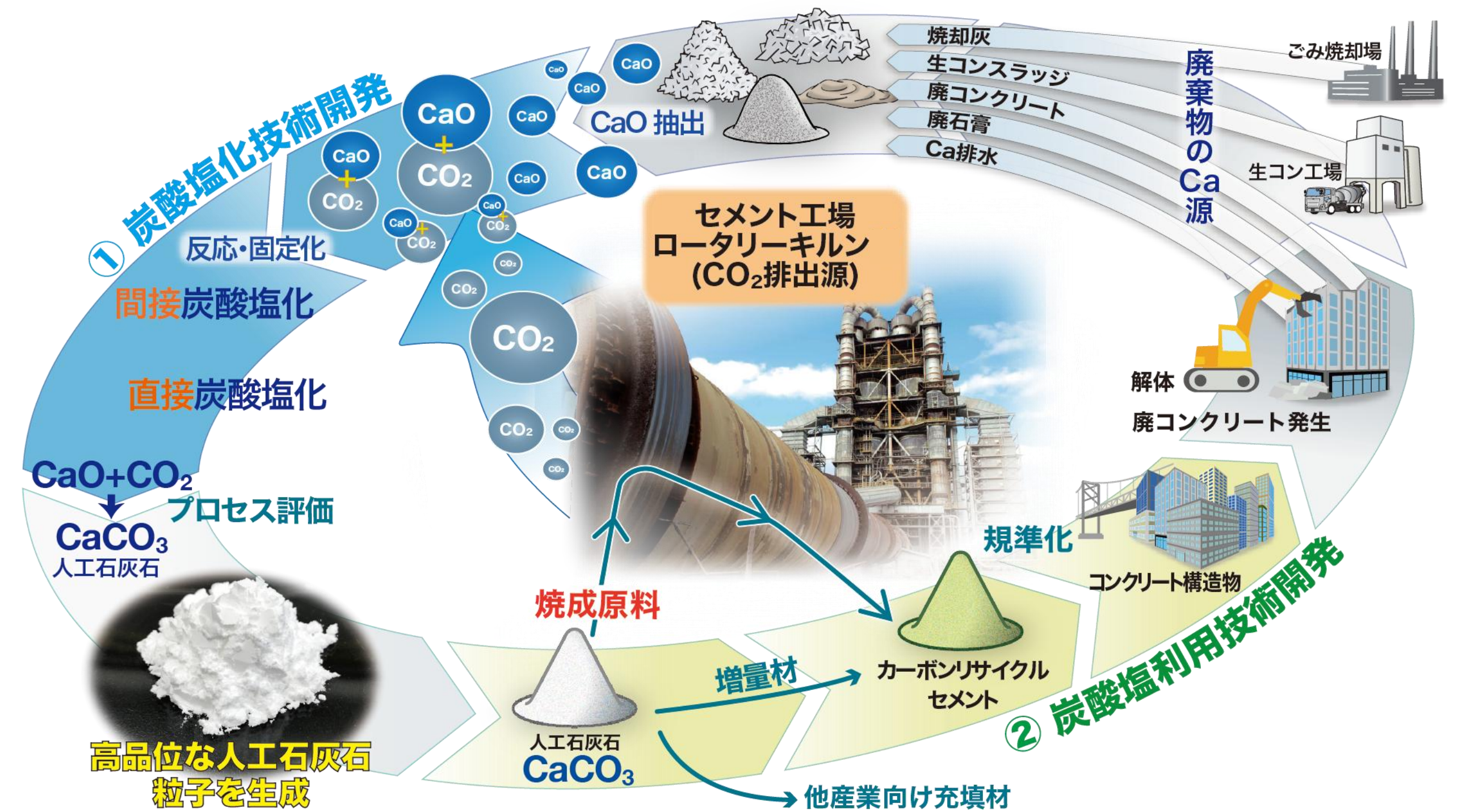


早期実現可能なCCUS技術として、セメント製造プロセスから回収したCO₂の鉱物固定化に着目。未利用廃棄物を活用した鉱物固定化と得られた炭酸塩をセメント原料等として広く利用する技術を開発する。

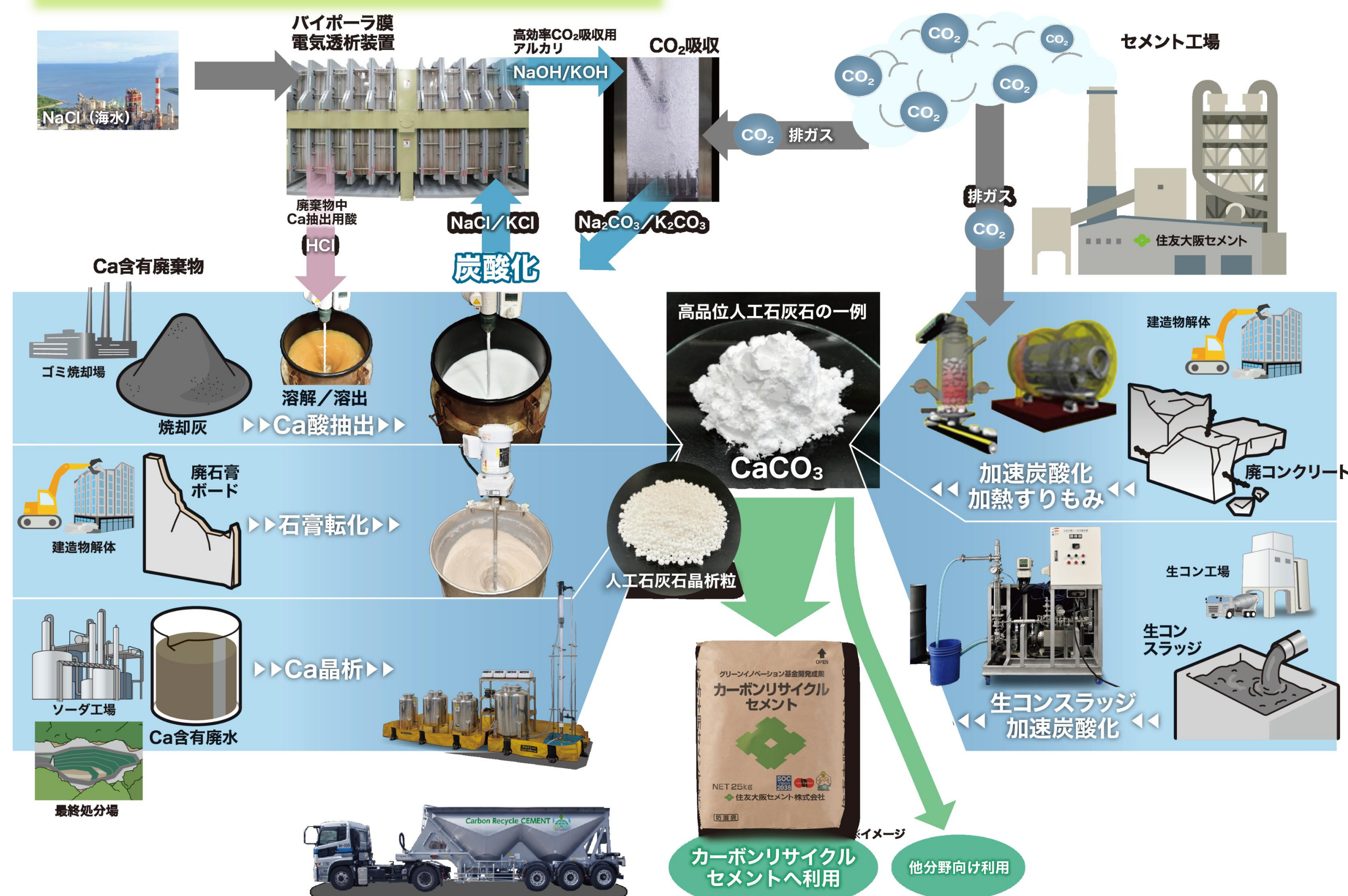
開発のコンセプト

炭酸塩化に必要なカルシウムを様々な未利用廃棄物から抽出、セメント工場排出ガスに含まれるCO₂と反応させることで炭酸カルシウム（人工石灰石）を製造する。

得られた人工石灰石はカーボンリサイクルセメントの焼成原料や増量材として使用することで、CO₂とカルシウムのデュアルリサイクルを実現する。



炭酸塩化技術の概要



成果② 炭酸塩利用技術開発

セメント原料利用について以下目標が達成可能であることを確認した。

- ・セメント焼成用Ca原料として天然石灰石を100%置換できる。
- ・セメント増量材として①少量混合成分，②混合セメント20%，混和材利用いずれも場合もコンクリート性能が確保できることに目途。

また充填材としても様々な用途について適用可能な分野があることを確認，試験製造による検証を実施中。



課題と今後の取組み

炭酸塩製造についてはエネルギー効率や経済性の評価を行い，運転条件や設備仕様を最適化して最も合理的なシステムを確立する必要がある。

実証試験機を導入して長期運転データを取得・評価を行うほか，設備改造などにより仕様のブラッシュアップを行っていく。

成果① 炭酸塩化技術開発

間接炭酸塩化，直接炭酸塩化それぞれの手法で目標としていたCaO抽出率およびCO₂固定量について，技術的に達成可能な手法があることを確認した。

今後はこれらの炭酸塩化手法の組合せにおいて，エネルギー効率や経済合理性などの観点から，炭酸塩化手法／製造プロセスの最適化を行う。

	原料	手法	CaO抽出率 (%)	CO ₂ 固定量 (kg-CO ₂ /t-炭酸塩)	炭カル純度 (%)	備考
間接炭酸化方式		目標値	80以上	420以上	95.5以上	
	焼却灰	酸抽出	93	430	97.7	抽出率：pH1で抽出した場合の結果。使用塩酸1mol/Lのため、使用量増大さらに、pHを高めるためのアルカリ使用量も同じく増大することが課題。⇒コストを考慮した最適値の検討が必要。
	廃石膏ボード	転化反応	99	422	95.8	僅かな付着水や不純物を取り除くことで純度を高めることが可能
	模擬浸出水	Ca晶析	85	422	96.0	CaCl2溶液
	実浸出水		85	406	92.3	Mgの除去を行っていないため含有されている。炭酸塩であるが、分解が低温で起こる。また粒の硬度を高めるためのBa,Srが含まれており、炭酸塩であるが、分解しない。

	原料	手法	CaO抽出率 (%)	CO ₂ 固定量 (kg-CO ₂ /t-炭酸塩)	炭カル純度 (%)	備考
直接炭酸化方式		目標値	15以上	400以上	90.9以上	
	コンクリート微粉	加速炭酸化⇒分級	6.4	116	26.5	分級回収率：7.9%
		高圧低温処理	18.1	405	92.0	製品回収率：8.5%
		加速炭酸化⇒浮遊選鉱		226	51.3	
	実生コンスラッジ	加速炭酸化⇒乾式分級 (EJ)	11.9	320	72.8	分級回収率：13.1%
		加速炭酸化⇒乾式分級 (TC)	14.3	308	70.0	分級回収率：20.8%
		加速炭酸化⇒湿式サイクロン	32.7	289	65.6	分級回収率：40.1
		湿式水酸化ナトリウム処理		430	97.7	

成果③ カーボンリサイクルセメント(CRC)の規準化に向けた取り組み

人工石灰石，CRCの社会実装に必要な規格改正・新設を目指して様々なアプローチを実施中。

ポルトランドセメントJIS規格の改正（2026年3月公示）において，少量混合成分として人工石灰石の使用が認められた。

実用化・事業化の見通し

実証試験機運転によりシステムの最適化を進め，コストミニマムな商用機の開発により早期の社会実装を目指す。

また運転によって得られた炭酸塩（人工石灰石）の評価試験を積極的に行うことで様々な分野での実績を積み上げて普及拡大を図る。