

カーボンニュートラル実現に向けた技術対応と JIS化への取組み

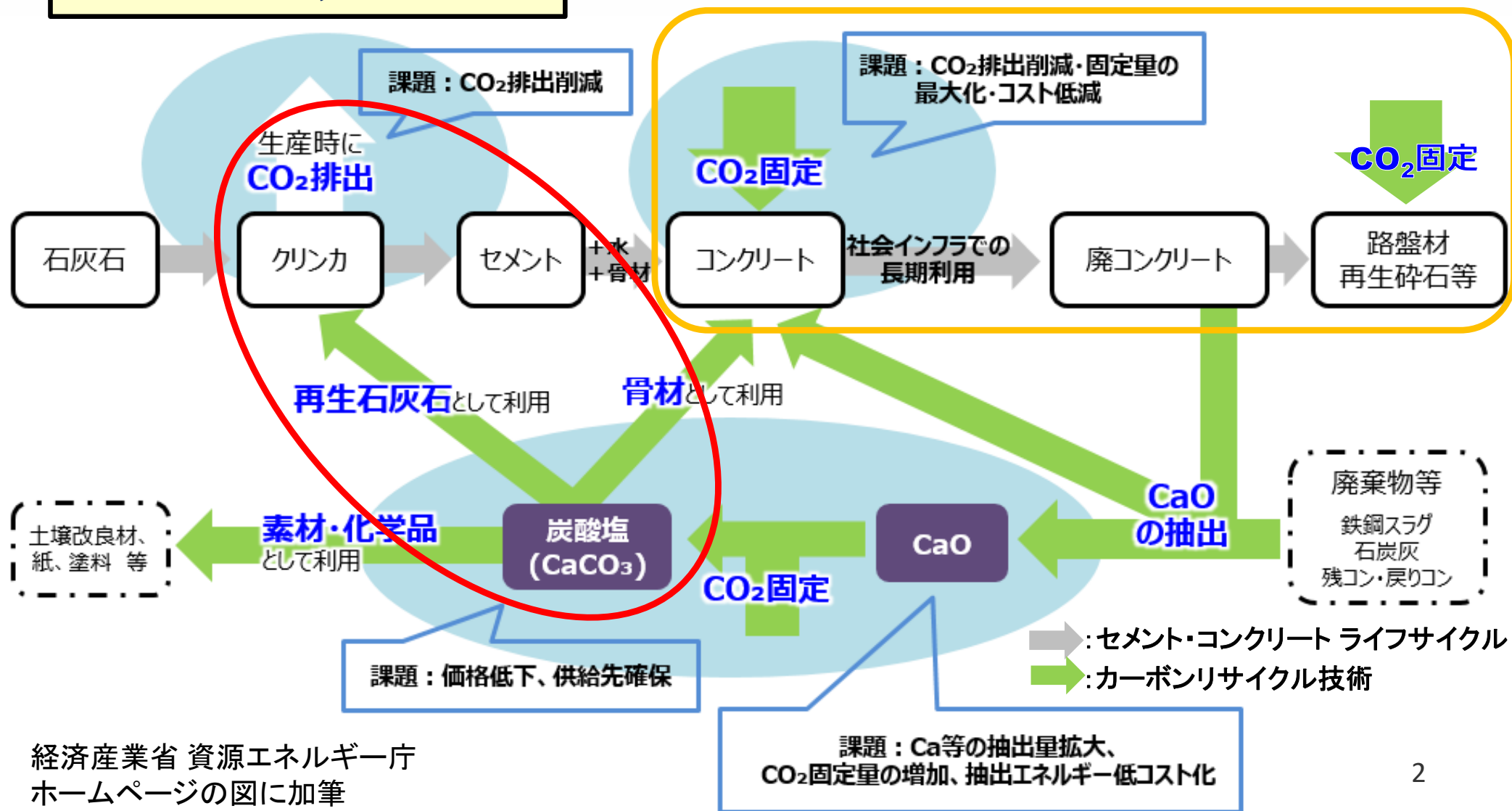
2023年10月26日

一般社団法人 セメント協会
技術委員会 委員長 小山 誠

2050年カーボンニュートラル実現に向けた取組み

・クリンカ比率の低減
・人工炭酸カルシウムを活用
⇒セメントのJIS改正

・CO₂固定量測定方法の確立
・コンクリートのCO₂固定量評価
⇒セメント産業に係るCO₂削減への貢献明確化



クリンカ比率低減・人工炭酸カルシウムの活用

普通ポルトランドセメント(N)の構成



※1：高炉スラグ，フライアッシュ，シリカ質混合材，石灰石

※2：人工炭酸カルシウムを含む

【想定される効果】 Nクリンカー5%削減に相当するプロセス由来およびエネルギー由来のCO₂排出量の削減

【課題】 品質の維持および循環型社会構築に向けた廃棄物・副産物の使用原単位維持

実機にて少量混合成分10%添加のNを試製

試製セメントを用いたコンクリート試験

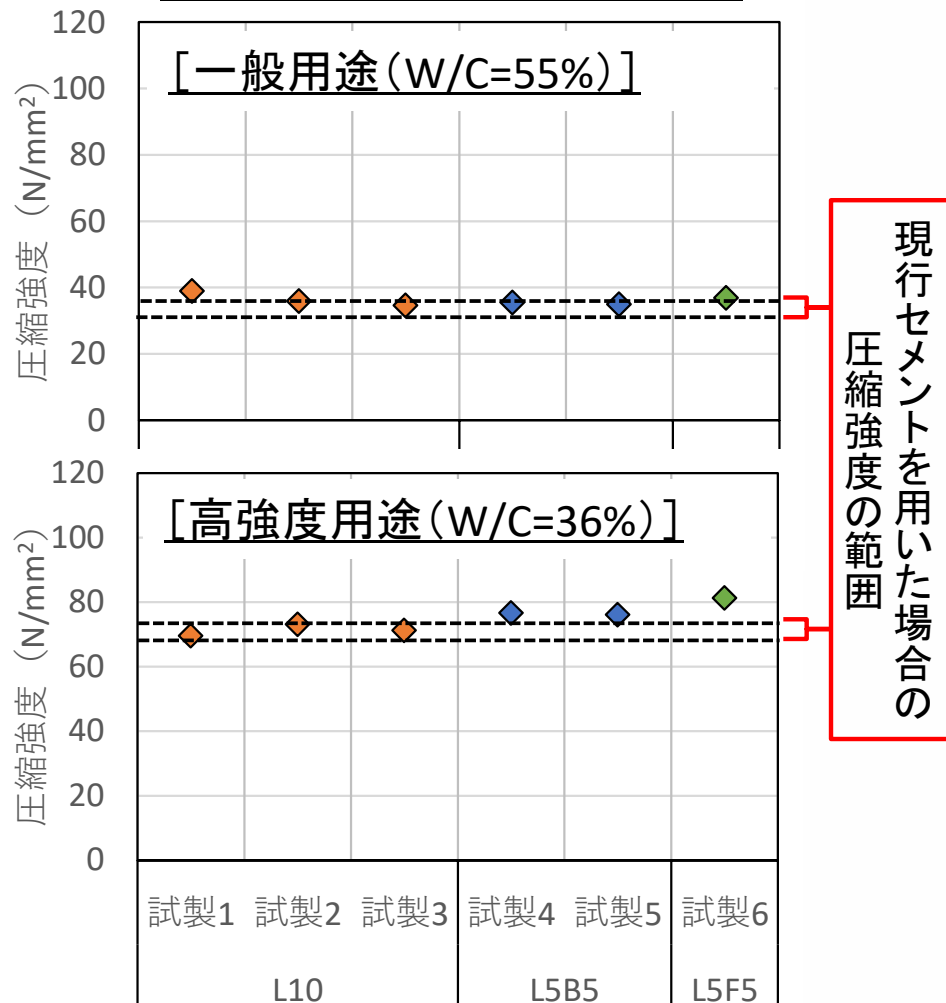
試製セメントを用いたコンクリートの 諸特性を評価



試製セメントを用いたコンクリート試験結果

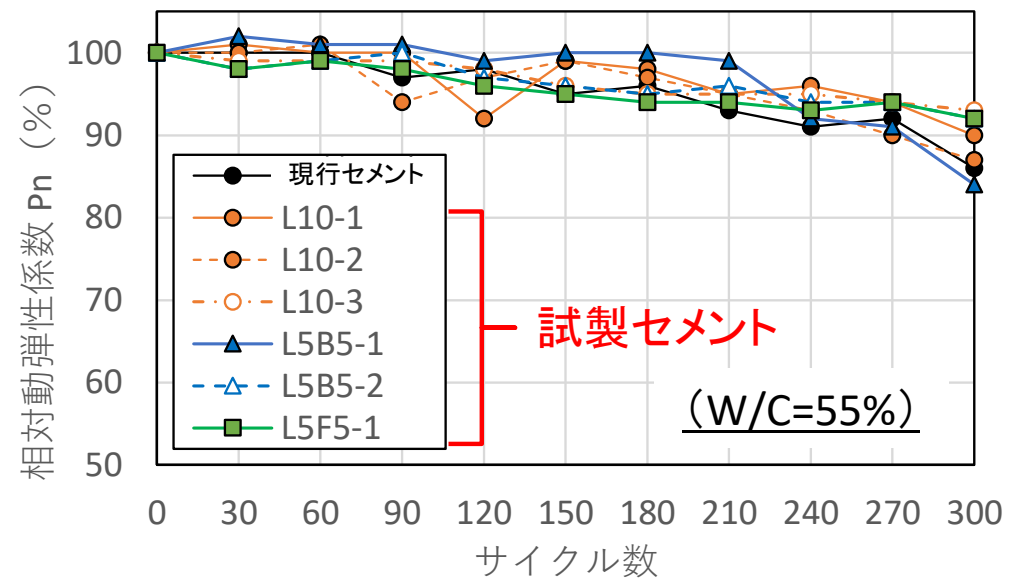
コンクリート試験結果の一例

圧縮強度(水中28日)



試製セメントの少量混合成分
 L10 : 石灰石10%
 L5B5: スラグ5%, 石灰石5%
 L5F5: フライアッシュ15%, 石灰石5%

耐久性(凍結融解特性)



各種試験で現行のセメントと
同等の性能を有することを確認

セメント関連のJIS規格

JIS規格は、時代のニーズや開発技術、国際規格への整合化などにより、必要に応じて内容の改正が行われる

【品質に関する規格】

JIS R 5210「ポルトランドセメント」

JIS R 5211「高炉セメント」

JIS R 5212「シリカセメント」

JIS R 5213「フライアッシュセメント」

JIS R 5214「エコセメント」

【試験方法に関する規格】

JIS R 5201「セメントの物理試験方法」

JIS R 5202「セメントの化学分析方法」

JIS R 5203「セメントの水和熱測定方法(溶解熱方法)」

JIS R 5204「セメントの蛍光X線分析方法」

CO₂排出量の低減を目的として関連JISの改正に取り組む

JIS R 5210 ポルトランドセメントの改正概要

(1) 普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量

種類	クリンカーとせつこうの含量 (質量%)	少量混合成分の含量 (質量%)
普通ポルトランドセメント	(現) 95以上100以下	0以上5以下
	(新) 90以上100以下	0以上10以下^{a)}

注^{a)} 少量混合成分は10%以下とし、石灰石または同等品質のもの以外は合計して5%まで

(2) 人工炭酸カルシウムの適用

省資源化並びにカーボンリサイクルに向けて、石灰石と同等の品質を有するものの使用も可能とする

(3) 普通ポルトランドセメントの強熱減量上限値の改正

少量混合成分(特に石灰石)を増量した場合、強熱減量が増加するため、強熱減量の規格値を「5.0%以下」から「**7.0%以下**」に改正

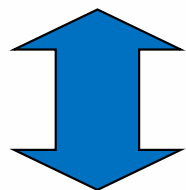
JIS改正までの流れ

JIS改正



日本産業標準調査会 (JISC)

(経済産業省内に設置の審議会)



セメント協会



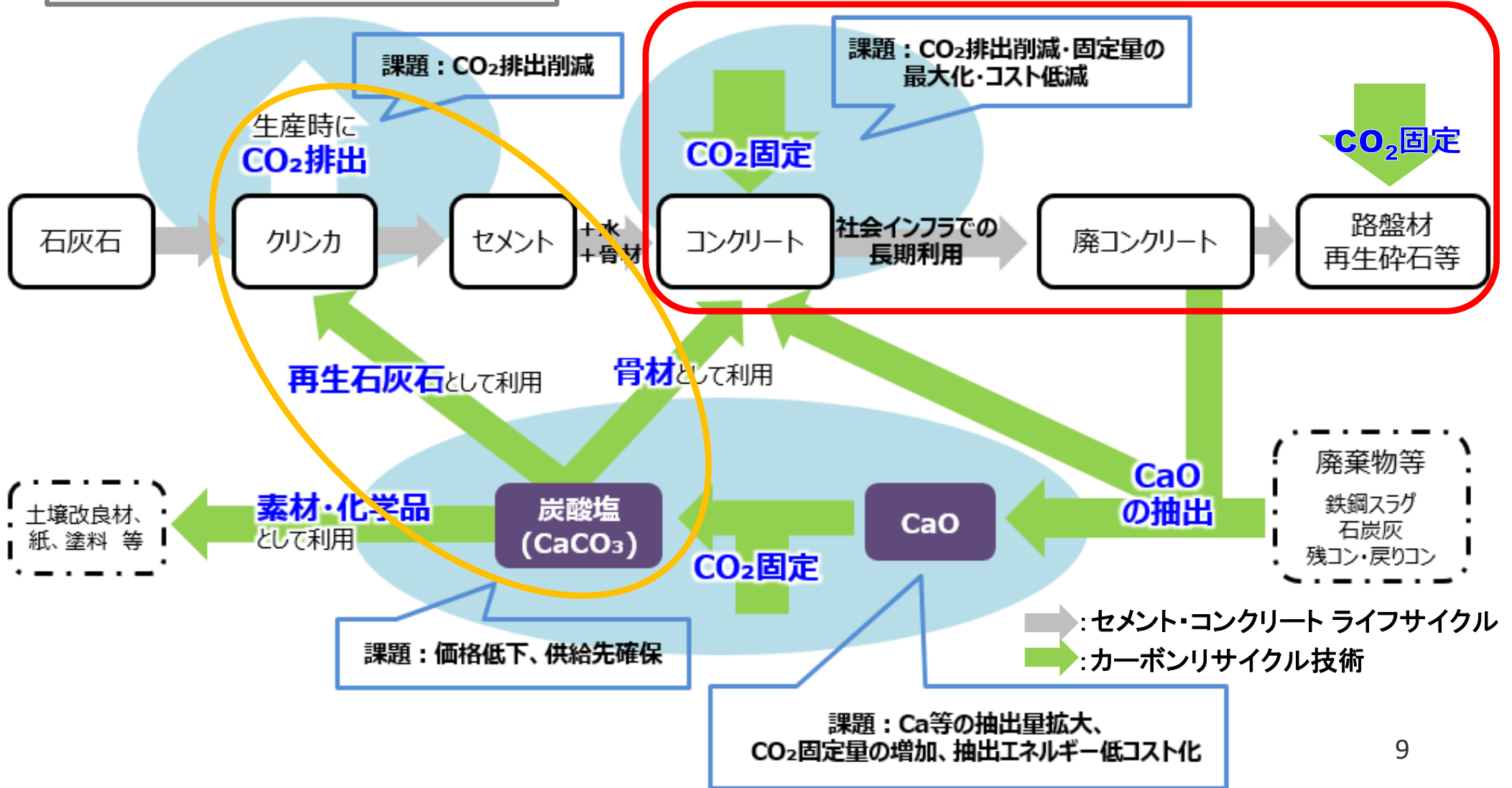
JIS原案作成委員会

* JIS原案に関する審議

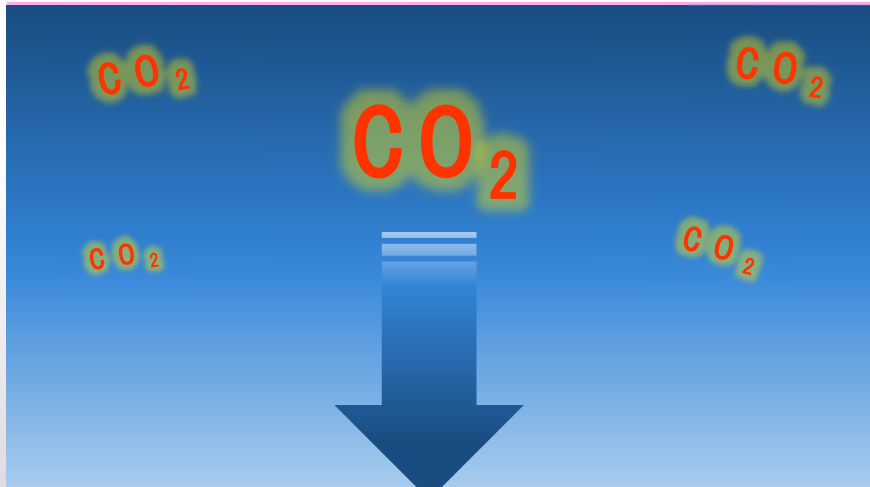
カーボンニュートラルに関連した技術対応

- ・クリンカ比率の低減
- ・人工炭酸カルシウムを活用
- ⇒セメントのJIS改正

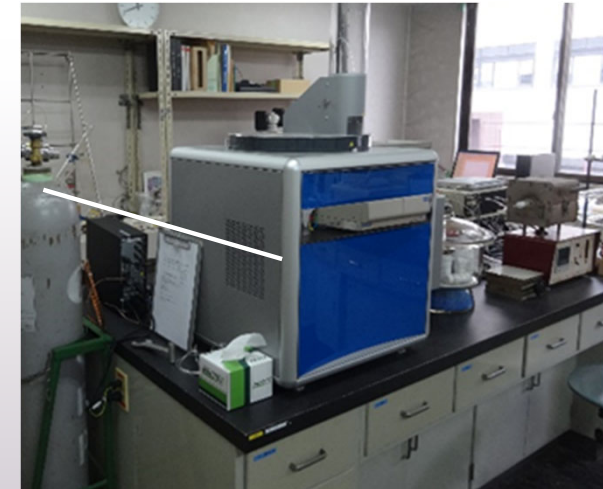
- ・CO₂固定量測定方法確立
- ・コンクリートのCO₂固定量評価
- ⇒セメント産業に係るCO₂削減への貢献明確化



コンクリートのCO₂固定量の測定方法検討

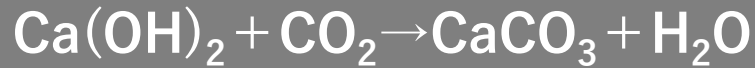


炭素分析装置



コンクリート

コンクリート表面より
二酸化炭素を吸収



CO₂固定量は？

コンクリート中の水酸化カルシウムCa(OH)₂と反応して炭酸カルシウムが生成され、CO₂はコンクリート中に固定される

炭素分析装置による定量化

測定用試料を900℃まで強熱し、発生したCO₂を赤外線検出器で検出



CO₂含有率を測定

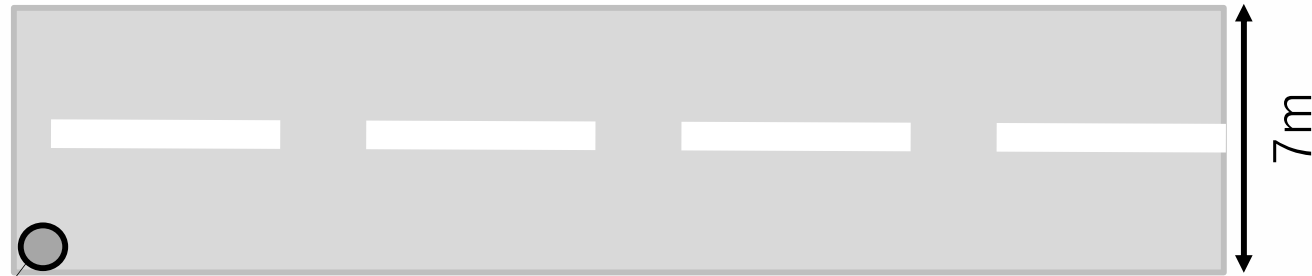


コンクリートのCO₂固定量を算出

湿式分析法, 熱分析法も検討 ⇒ 評価方法のJIS化に参画

コンクリート舗装におけるCO₂固定量評価

供用後21年経過したポーラスコンクリート舗装路面よりコアを採取



コア採取

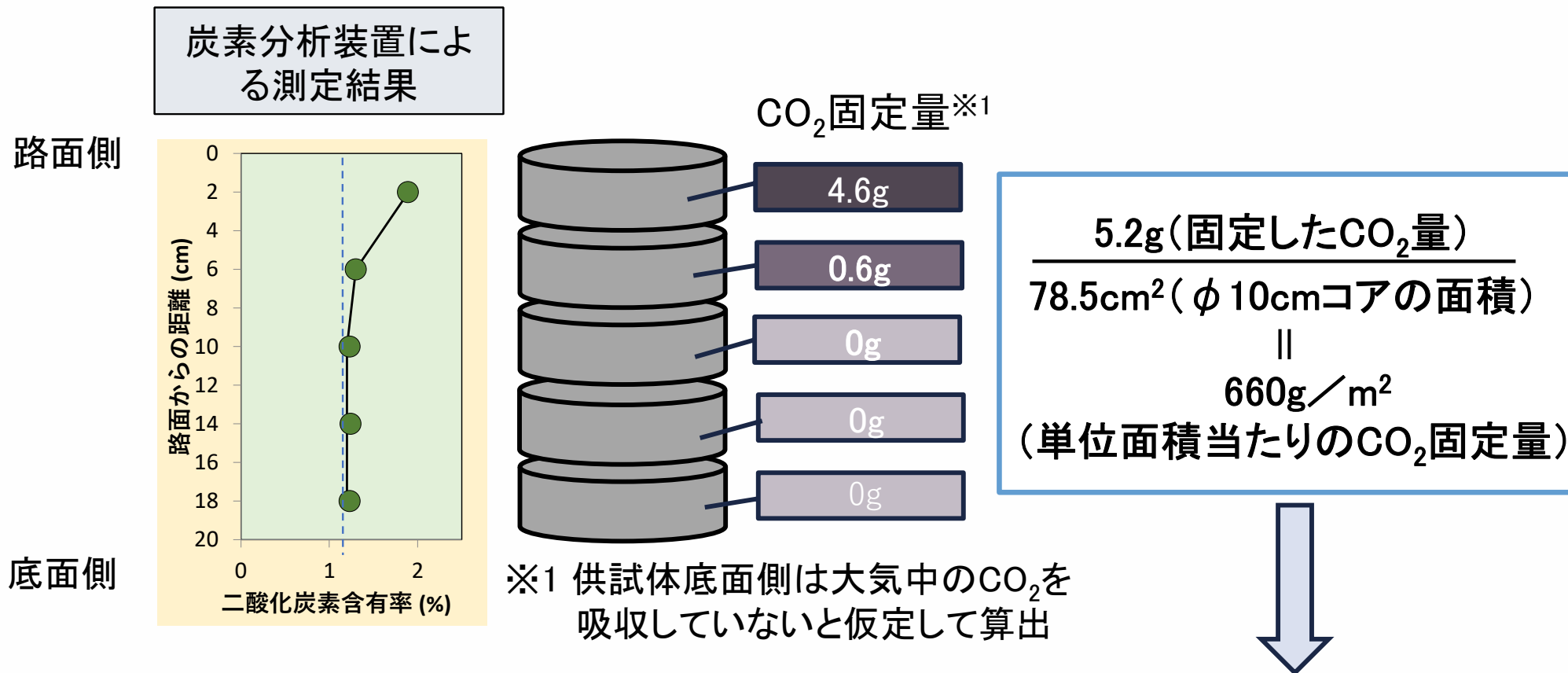


採取した
コア供試体
(ϕ 10 × h20cm)



コンクリート舗装におけるCO₂固定量評価

CO₂固定量を測定



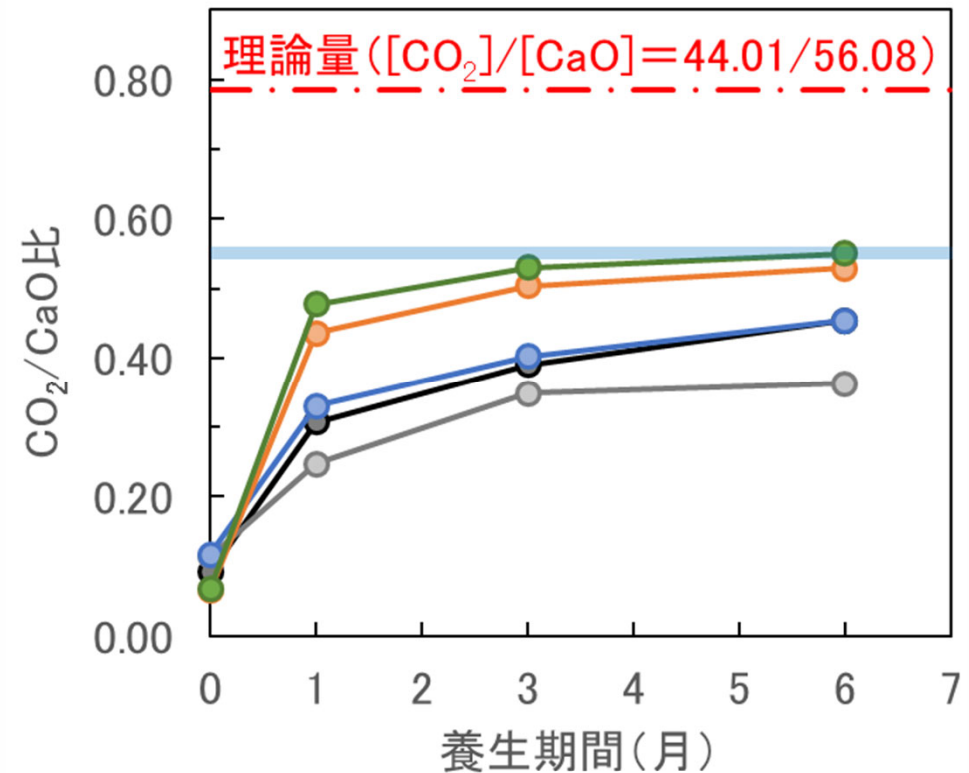
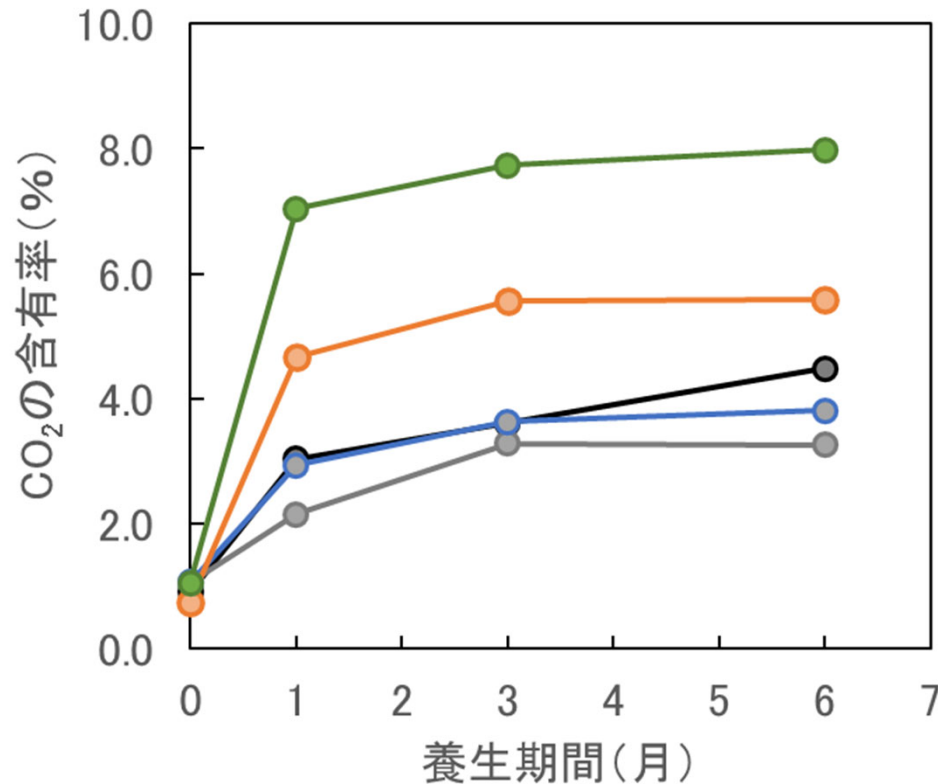
舗装1kmあたり4.6トンのCO₂を固定※2, 路面近傍のみ固定量大
⇒コンクリート舗装全体としてはさらに固定できる可能性あり

※2：幅員7mとして計算

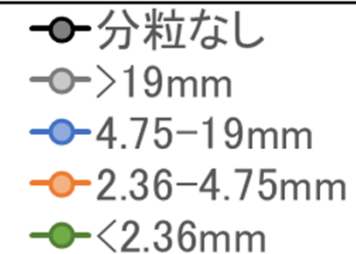
試製再生砕石でのCO₂固定の特性検証

コンクリート供試体を破砕してRC40相当とし、CO₂固定量を評価

材齢28日で粗砕し、20°C, RH 60%条件下で粒度別に養生(骨材中のCO₂量は補正)



再生砕石の粒度が細かいほど多くのCO₂を固定
CO₂/CaO比は最大で理論比の7割程度
⇒さらにCO₂を固定できる可能性あり



カーボンニュートラルに向けた今後の対応

セメント製造におけるCO₂削減

- クリンカ比率の低減・人工炭酸カルシウムの活用
2024年度に関連JISの改正を行い、普通ポルトランドセメントのクリンカ比率に関しては、2030年までに5%低減することを目指す
- クリンカ比率低減のための技術開発・新たな混合材の開発
学識経験者と連携して研究を推進

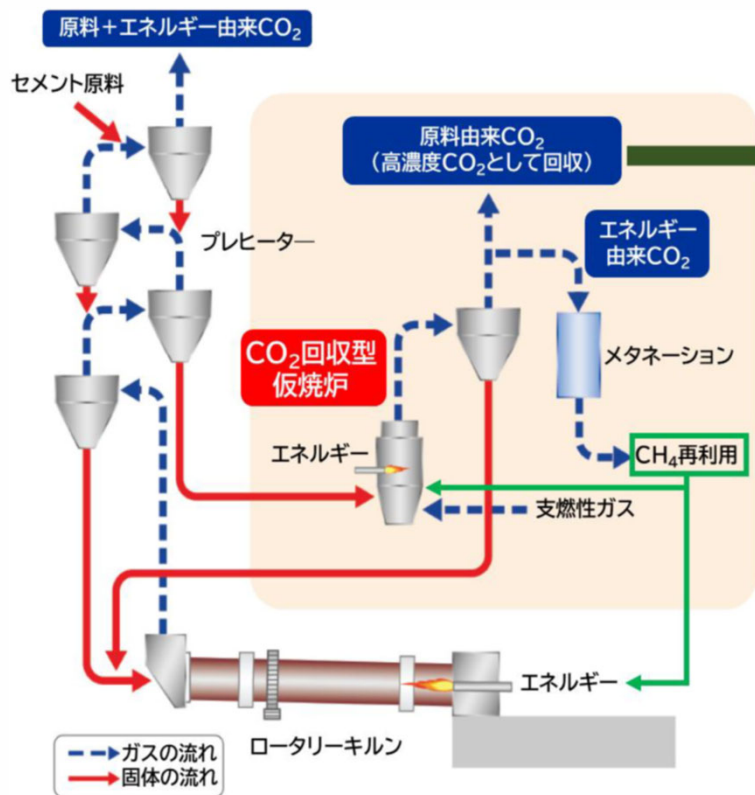
セメント産業に係るCO₂削減への貢献明確化

- コンクリートに固定されたCO₂量の測定方法のブラッシュアップ
測定結果に影響を及ぼす因子を検証し、試験方法を最適化を図る
- コンクリートのCO₂削減効果の評価
コンクリートや破砕物等のCO₂固定量のデータを蓄積し、セメント・コンクリートのライフサイクルに着目して総合的に検証する

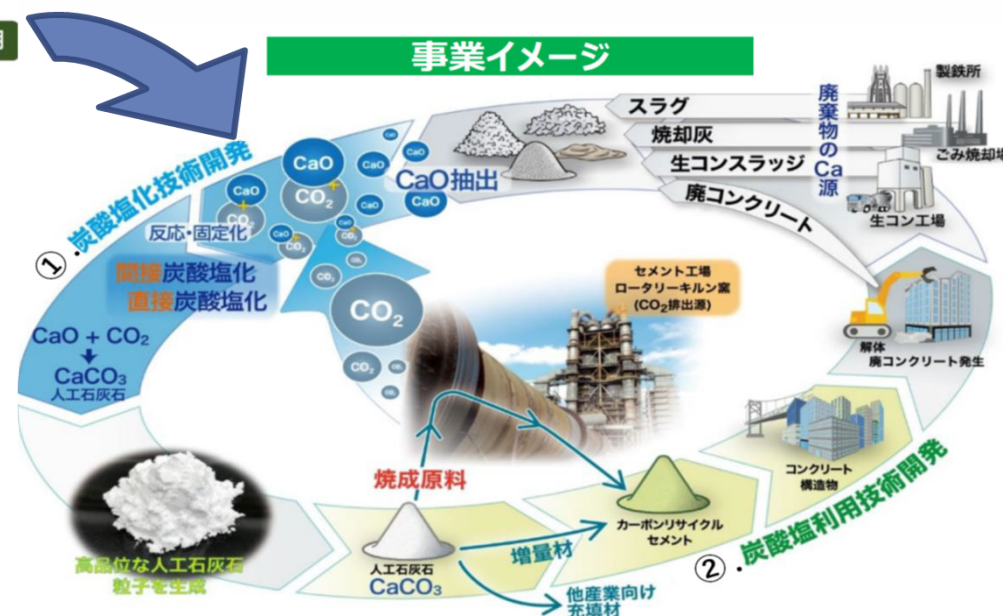
参考資料

2050年CNに向けた対策：製造プロセスの転換(GI基金事業)

製造プロセスからのCO₂回収のため、焼成炉の前段であるプレヒーターからCO₂を直接回収する技術の確立を目指す。今後、既存のNSPキルンとのレトロフィットにより低コストで効率的にCO₂を回収する製造プロセスの開発を進める。
また、回収したCO₂と廃コンクリート等を原料として、石灰石の代替となる炭酸塩の生成技術及びカーボンリサイクルセメント製造技術の開発を進める。
二つの技術によりセメント製造プロセスにおけるCO₂リサイクルモデルの開発を実施する。

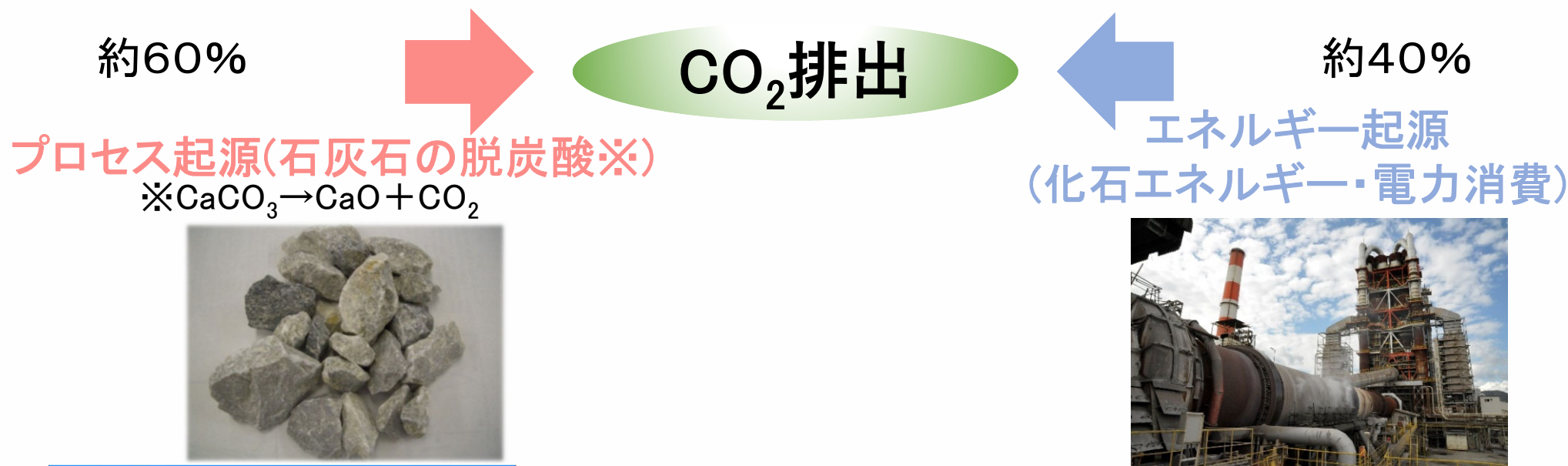


※1 CO₂回収型セメント製造プロセスの概念図 (太平洋セメント(株))



※2 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立の事業イメージ(住友大阪セメント(株))

セメント産業からの二酸化炭素排出の現状



2050年に向けて目指す対策

【エネルギー起源二酸化炭素の削減】

- ・省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大とクリンカ/セメント比の低減による効果。
- ・焼成エネルギー: バイオマスを含む代替廃棄物の利用拡大、将来的な水素・アンモニア・合成メタン混焼。
- ・自家発電: バイオマス燃料を始めとした各種ゼロエミッション系燃料への転換。

2030年に向けたCN 行動計画による活動

【プロセス起源二酸化炭素の削減】

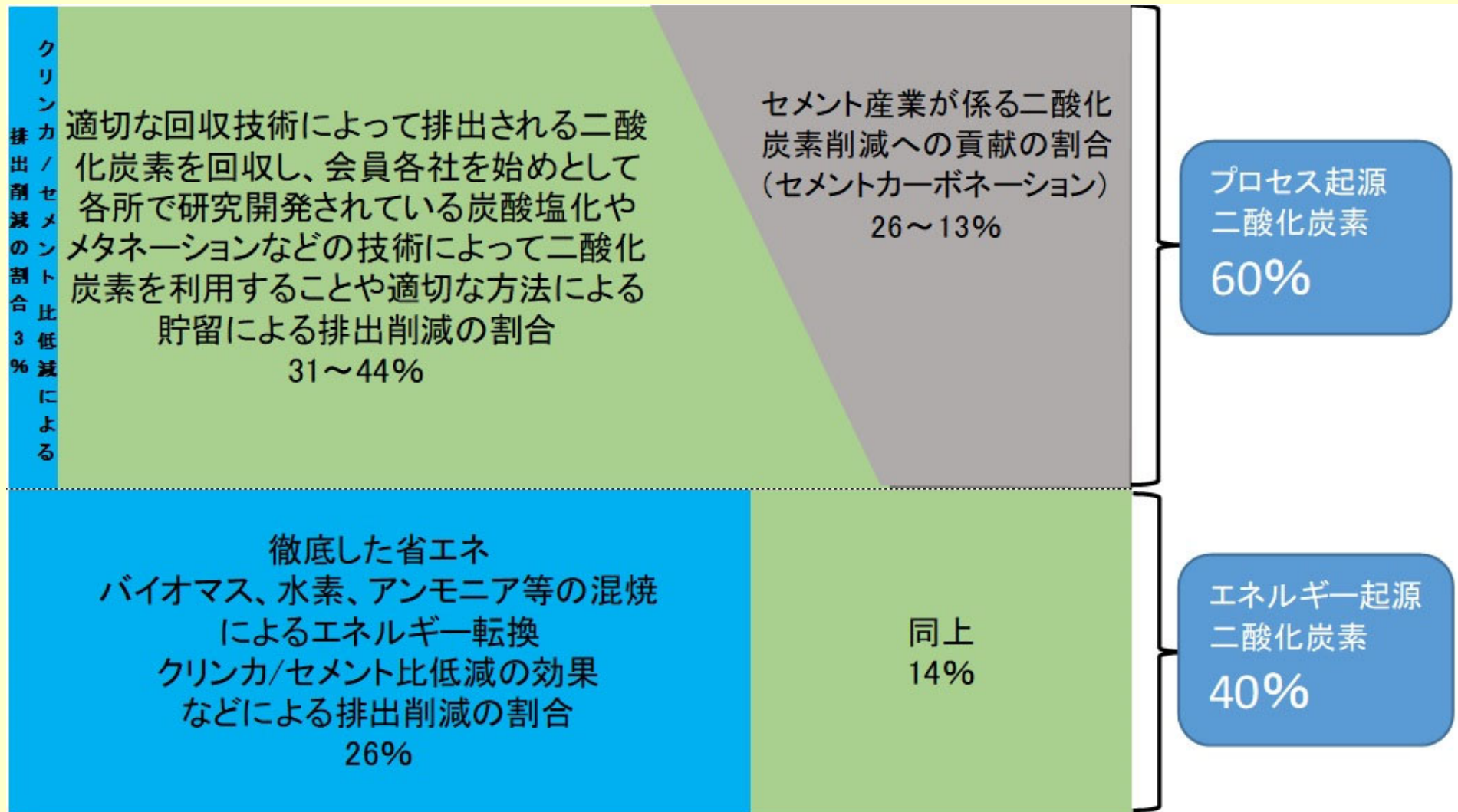
- ・普通ポルトランドセメントの少量混合成分の増量により、クリンカ/セメント比の低減を目指す。
- ・セメントカーボネーションにより二酸化炭素が固定されるものをセメント産業の貢献として示す。

【プロセス起源、エネルギー起源両方に向けた二酸化炭素の回収・利用・貯留】

- ・国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の削減を目指す。

セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿

5.2 セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿



- セメント産業からの排出削減の割合
- 二酸化炭素の回収・貯留・利用によるセメント産業からの排出削減の割合
- セメント産業に係る二酸化炭素削減への貢献の割合(強制的に吸収させる二酸化炭素は除く)