

セメント産業の 循環型社会実現への貢献と カーボンニュートラル(CN)に向けた取組み

2024年10月24日

一般社団法人 セメント協会

生産・環境委員会 委員長 小山 誠

本日のご説明内容

☆セメント産業の役割

- ・動脈産業としての役割(社会資本整備の供給者)
- ・静脈産業としての役割(各種廃棄物の有効活用)
廃棄物・副産物活用状況
災害廃棄物処理支援

☆セメント産業のCN(カーボンニュートラル)に向けた取組み状況

- ・排出の現状
- ・カーボンニュートラル行動計画
- ・セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿
- ・国のGI基金事業における研究開発
- ・普及に向けた分野別投資戦略
- ・技術ロードマップ

セメント産業の役割 (動脈産業と静脈産業として)

セメント産業の役割

セメント産業は
動脈と静脈両方を担う



動脈産業として

社会に必要な基礎素材
であるセメントを安定
供給（廃棄物もセメン
トに生まれ変わる）

静脈産業として

廃棄物を無害化処理し
セメントの原料や熱工
エネルギーの代替として
有効活用

動脈産業としての役割：社会資本の整備に利用

セメント産業は、わが国の構造物やインフラ施設の整備に必要不可欠なコンクリートの主原材料となるセメントならびにセメント系固化材を供給し、快適で安全な社会を支えている

防災インフラ整備を支える

豪雨に備える一首都圏外郭放水路



豪雨発生後



土砂災害に備える一砂防えん堤(広島県)

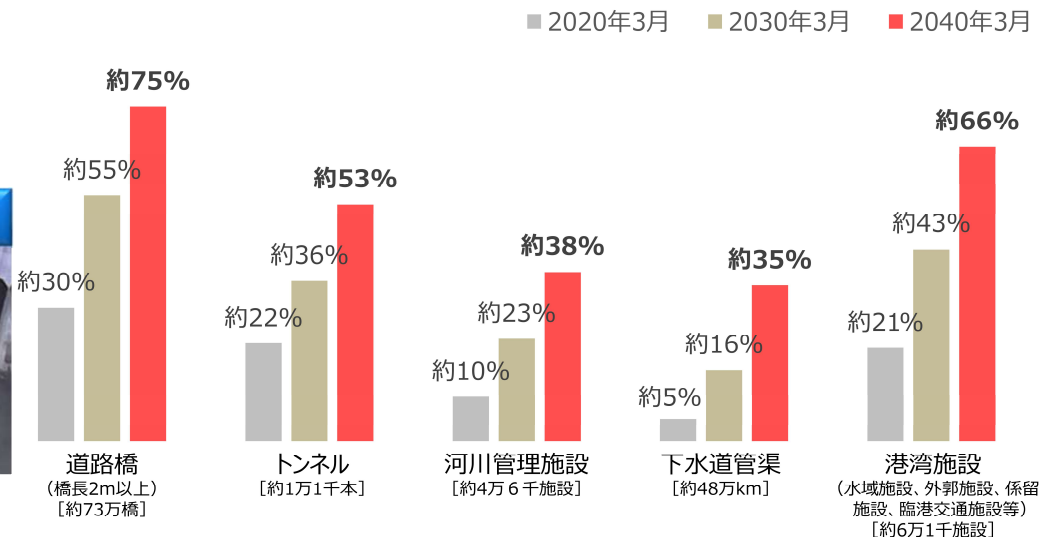


土石流発生後



出所：セメント協会「セメントの底力」
https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/jj3h_07.pdf

社会インフラを支える



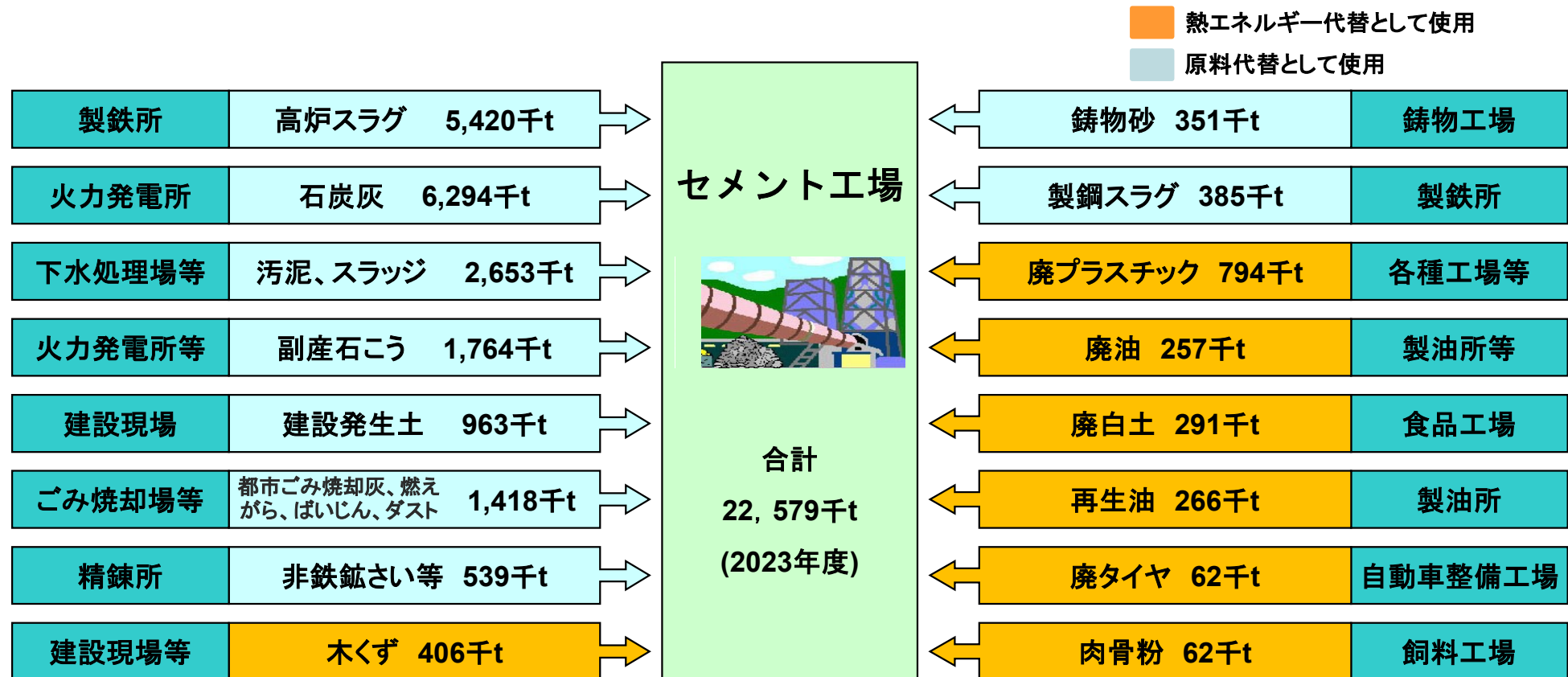
【建設後50年以上経過する社会資本の割合】

出所：国土交通省/インフラメンテナンス情報/「建設後50年以上経過する社会資本の割合」より
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/50year_percentage.pdf

国土強靱化と老朽化する社会インフラの
維持にセメント産業が貢献する

循環型社会実現に向けて：セメント産業の廃棄物・副産物利用

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し、わが国の循環経済(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。

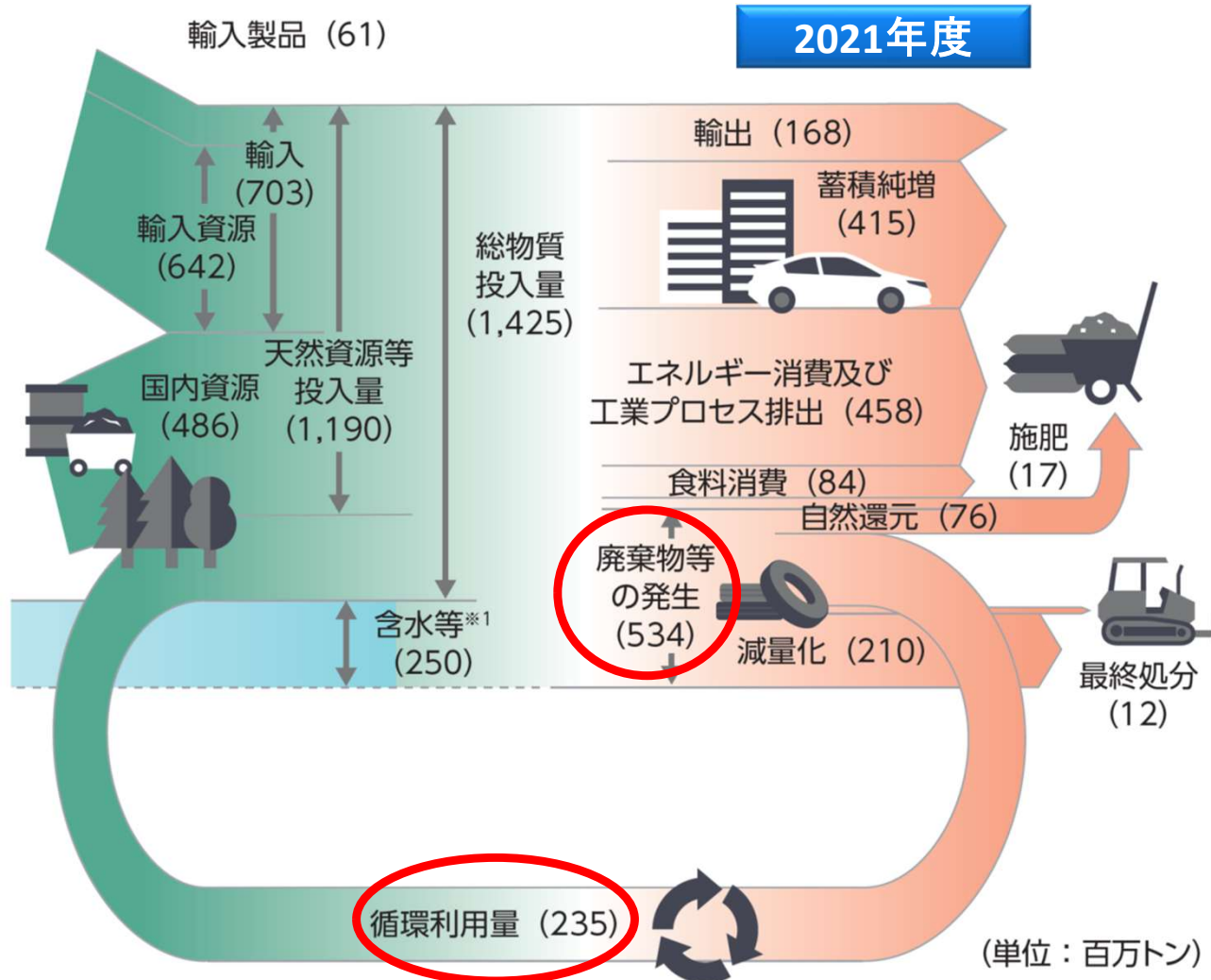


様々な産業や自治体から排出される廃棄物・副産物をセメント原料、代替エネルギーとして使用しており、セメント1tあたり480kgの廃棄物を利用している。

このことは、政府の「分野別投資戦略」においても「GX/循環経済におけるセメント産業の重要性」として、「こうした地域での社会貢献に加え、防災・減災への投資や、公共インフラ（橋梁、護岸、高速道路）の更新など、今後も社会を支える必要不可欠な産業であり、GX実現に向けて、脱炭素化に取り組む必要」とされている。

循環型社会実現に向けて：わが国の物質フローと廃棄物のセメント資源化

2021年度



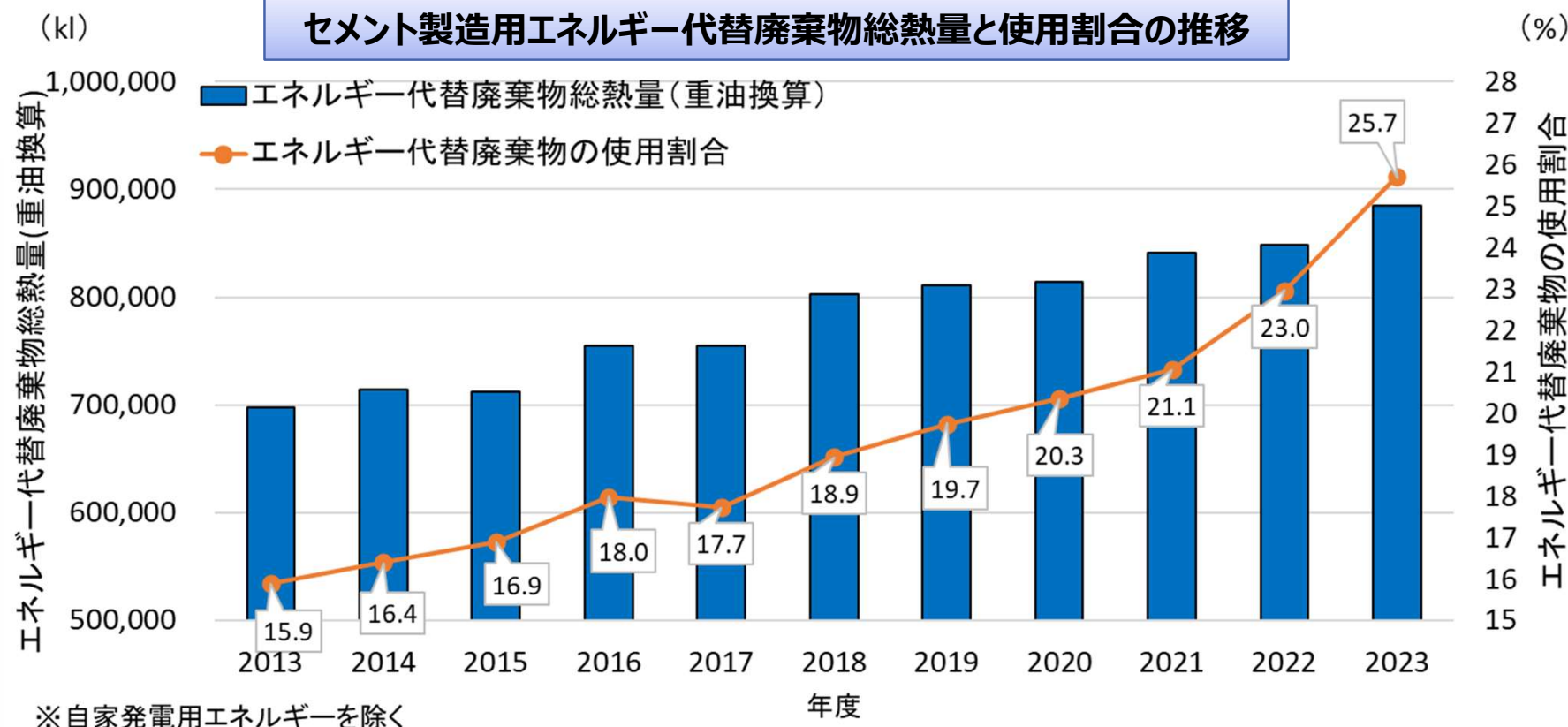
国内では年間534百万tの廃棄物などが発生。
セメント工場では日本の廃棄物総量の約5%(循環利用量の約11%)にあたる25百万トン※2を資源化し、循環型社会実現に大きく貢献している

*工場によっては、自治体から発生する都市ごみの全量をセメント工場で資源化している。

※1：含水等：廃棄物等の含水等（汚泥、家畜ふん尿、し尿、廃酸、廃アルカリ）及び経済活動に伴う土砂等の随伴投入（鉱業、建設業、上水道業の汚泥及び鉱業の鉱さい）

※2：2021年度のセメント産業の廃棄物・副産物使用量は約2629万tであるが、本物質フローの“廃棄物等”に建設発生土は含まれていないため、その分は除外した。

循環型社会実現に向けて：エネルギー代替廃棄物の利用拡大



主なエネルギー代替廃棄物の使用量の推移 (単位：千 t)

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
廃プラスチック	518	595	576	623	643	718	746	746	774	784	794
木くず	657	696	705	642	543	517	450	437	400	379	406
廃タイヤ	65	58	57	69	63	70	65	69	68	80	62
廃油	273	264	293	324	314	335	322	245	302	273	257
再生油	186	171	179	195	209	223	236	282	236	256	266

循環型社会実現に向けて：災害廃棄物の処理支援

これまでの災害廃棄物の受け入れについて

セメント産業は、1450℃もの高温で焼成する工程を有する特長を生かし、災害により発生した受入処理が困難な水没した廃棄物や可燃物と不燃物が混合した廃棄物等も受け入れて処理し、被災地の早期の復旧・復興を支援している。その量は、2004年以降の集計で、東日本大震災(約110万t)、熊本地震(約22万t)を始めとして、近年激甚化した豪雨災害による災害廃棄物等を含め、約163万tに達している。



令和元年台風19号「水没置」
(栃木県佐野市 2019年10月)



令和5年台風2号「がれき・土砂」
(愛知県 2023年7月)

令和六年能登半島地震で発生した災害廃棄物の受け入れ

国土交通省プレスリリース(令和6年7月11日付)「令和6年能登半島地震で発生した災害廃棄物の海上輸送による広域処理が始まりました」：7月11日より、石川県の宇出津港から新潟県の姫川港(リサイクルポート)へ木くず(の都庁の公費解体で発生した解体ゴミ、2,000m³)が海上輸送され、糸魚川市内の中間処理施設を経て、同市内のセメント製造施設(デンカ(株))にて受け入れ処理された。(参照写真：左から三枚) https://www.mlit.go.jp/report/press/port06_hh_000294.html

明星セメント(株)ニュースリリース(2024年7月31日付)「令和6年能登半島地震で発生した災害廃棄物(木くず)を受入」：当該地震において発生した災害廃棄物(木くず、2,000m³)が石川県珠洲市飯田港から海上輸送され、7月31日に姫川港に荷揚げされた。その後、明星セメント(株)糸魚川工場に運搬され、前処理後、サミット明星パワー(株)糸魚川バイオマス発電所の燃料として使用後、その焼却灰はセメント原料として処理された。(参照写真：最右一枚) <https://www.myojyo-cement.co.jp/company/news240731.html>



荷積みの様子(宇出津港)



入港の様子(姫川港)



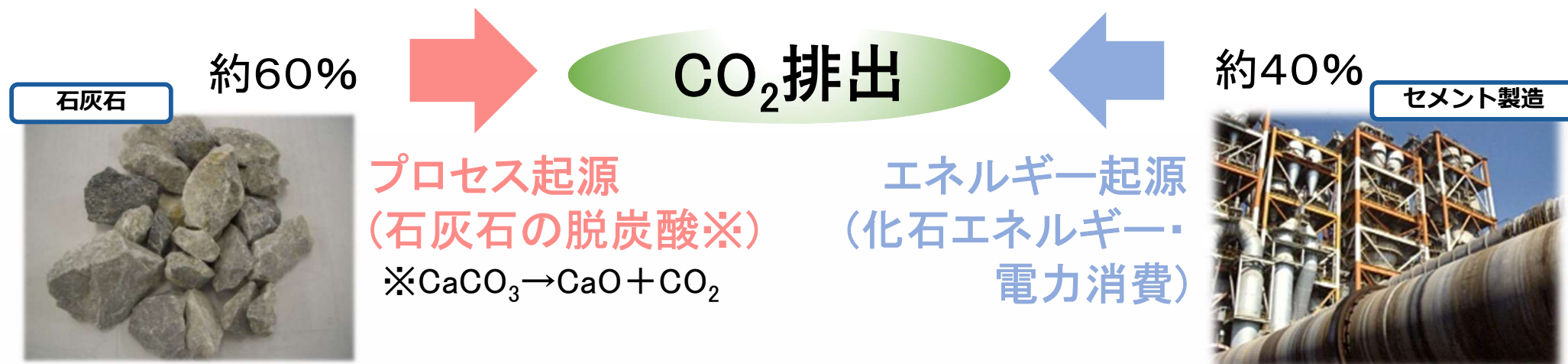
荷下ろしの様子(姫川港)



姫川港での荷揚げ

セメント産業のCN(カーボンニュートラル)に向けた取組み状況

セメント産業からの二酸化炭素排出の現状



セメント産業が目指す脱炭素の方向性

【エネルギー起源二酸化炭素の削減】

- ・従来から省エネルギーを積極的に推進し、エネルギー代替廃棄物の利用拡大に努め、CO₂排出量低減に尽力しているが、引き続き継続する
- ・今後さらに、エネルギーの非化石化(廃棄物やバイオマスの利用拡大、エネルギー転換等)を推進していく。
- ・クリンカ/セメント比の低減による効果。

【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増量を実現する規格改正により、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。

可能な
限りCO₂
を削減

【二酸化炭素の回収・利用・貯留】

- ・削減が困難な二酸化炭素の回収・利用・貯留に向け、GI基金事業を始めとした回収・利用に関する技術開発を推進し、国の目指すカーボンニュートラルの実現に貢献する。
- ・将来的な二酸化炭素貯留・利用に向け、液化・輸送等の方法や設備設計の検討を行う。

カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(公表版)

1. 本ビジョンの狙い－わが国の目指すカーボンニュートラルの実現に貢献するため、現時点において、2050年に向けての目指す対策と絵姿をビジョンとして示した。

2. 広義の国内需要量－2050年における広義の国内需要量(セメントの官需、民需、セメント系固化材)は3,400万t～4,200万t程度と予測されるが、生産量は、輸出と輸入が加わるため、更に幅をもって捉えるべきである。

3. セメント産業の果たすべき役割－当産業は将来的にも次のような役割を果たしていく。

[基礎素材の供給者]、[循環型社会形成への貢献]、[地域経済への貢献]、[災害廃棄物処理への貢献]

4. 目指すべき対策の方向と克服すべき課題－目指すべき対策の多くは、克服すべき困難な課題を抱えており、その実現には「非連続なイノベーション」が不可欠であり、建設業界をはじめとしたステークホルダーの理解と協力も必要。

- ・クリンカ/セメント比の低減
- ・投入原料の低炭素化
- ・省エネルギーの推進
- ・鉱化剤使用等による焼成温度低減
- ・使用エネルギーの低炭素化
- ・低炭素型新材料の開発
- ・二酸化炭素回収・利用・貯留(CCUS)への取り組み
- ・セメントカーボネーション(セメント水和物の二酸化炭素の固定)
- ・コンクリート舗装の推進による重量車の燃費向上に伴う二酸化炭素低減

5.1 2050年に向けて目指す対策

(1) プロセス起源二酸化炭素

- ・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/セメント比が0.85から0.825に低減することを目指す。
- ・セメントカーボネーションにより固定する二酸化炭素量(強制的に固定化させるものは含めない)は相当量あることが報告されているが、国際的に合意された算定方法が確立してないため、セメント産業に係る貢献として、絵姿に示す。

(2) エネルギー起源二酸化炭素

- ・省エネとエネルギー代替廃棄物の利用拡大を進め、また、クリンカ/セメント比の低減分のエネルギー使用量削減が可能。
- ・焼成用エネルギーは、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・合成メタン混焼などにより、ゼロエミッション系の混焼を少なくとも50%までに増やすことを目指す。
- ・自家発電は、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によるゼロエミッションを目指す。

(3) 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、二酸化炭素の回収・利用・貯留の技術によって削減を目指す。

(4) その他の想定

- ・ユーザーの低炭素化への意識向上から、将来的にはクリンカの比率がより低減することが想定され、2030年に0.825を目指したクリンカ/セメント比が、2050年には0.8にまで低減することを想定する。

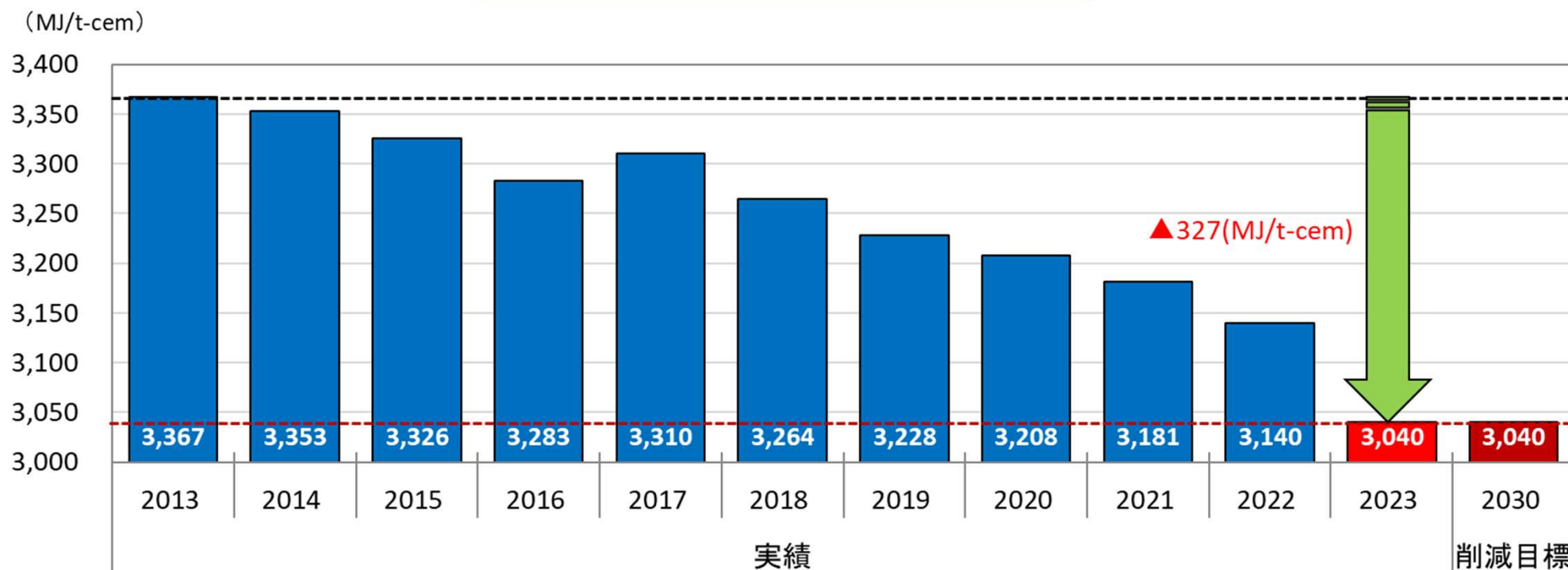
国内の事業活動における削減目標 セメント製造用エネルギー原単位の削減

＜基準年度＞ 2013年度

＜目 標＞ セメント製造用エネルギー原単位を、2013年度実績から、2030年度において327MJ/t-cem削減した3,040MJ/t-cemとする。

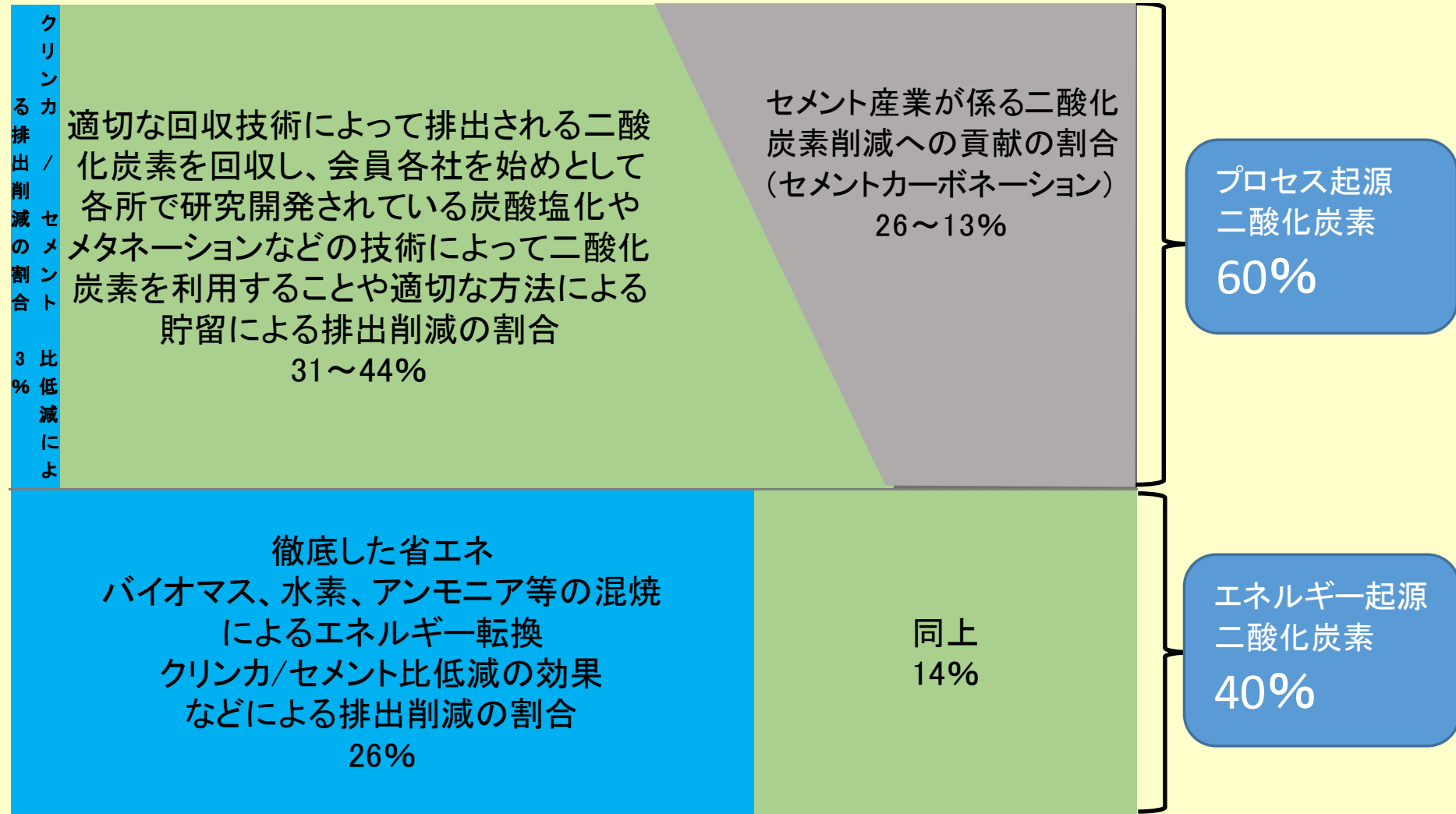
＜主な対策＞ ① 省エネ設備の導入 ② エネルギー代替廃棄物の使用拡大

セメント製造用エネルギー原単位の推移



カーボンニュートラルを目指すセメント産業の長期ビジョン(概要)

5.2 セメント産業の2050年カーボンニュートラルの絵姿



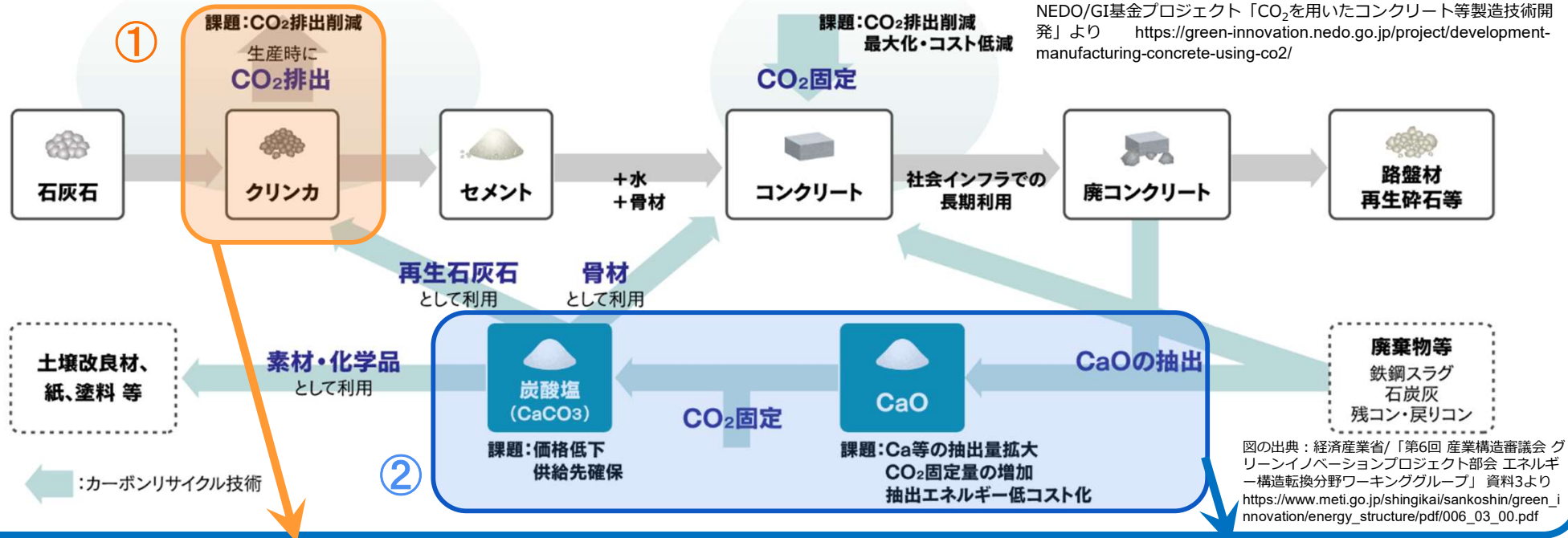
セメント産業からの排出削減の割合

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)

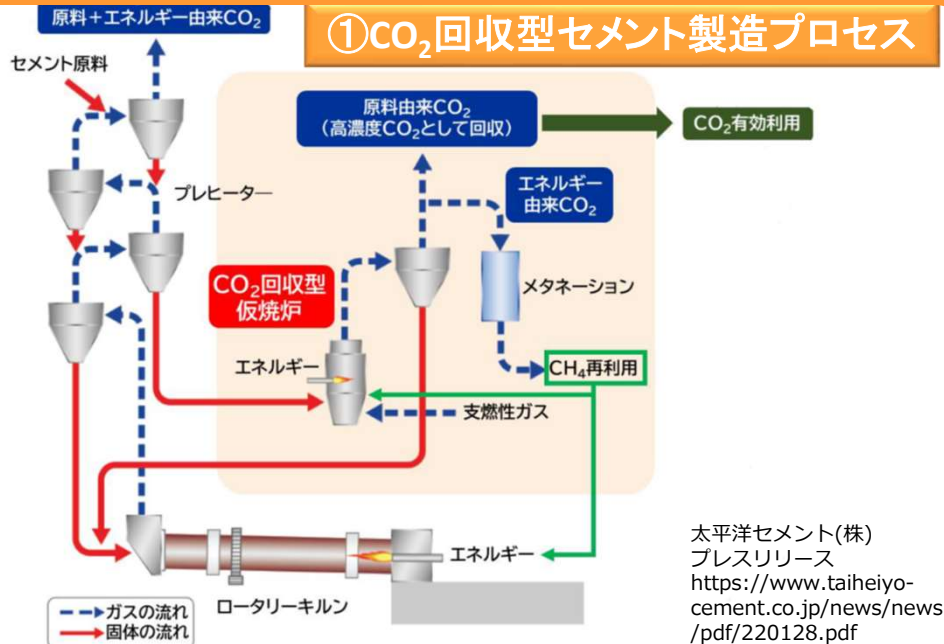
2050年CNに向けた取組み：各社取組み中の技術開発（GI基金事業）

GI基金事業におけるコンクリート・セメント分野の取組みの全体像

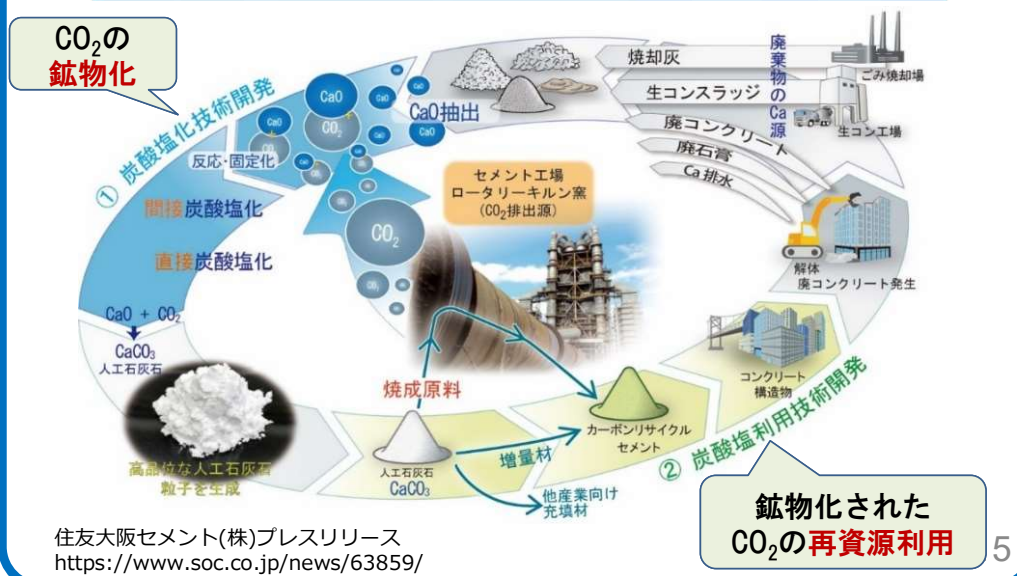


図の出典：経済産業省/「第6回 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 エネルギー構造転換分野ワーキンググループ」資料3より https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/006_03_00.pdf

①CO₂回収型セメント製造プロセス



②多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術



鉱物化されたCO₂の再資源利用

2050年CNに向けた取組み：新たな技術の普及に向けて（分野別投資戦略）

セメントの分野別投資戦略①

1

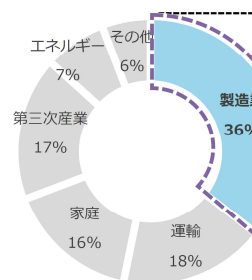
分析

- ◆ 我が国で唯一豊富に賦存する炭素源である石灰石を利用。
- ◆ **内需型産業**（耐震性が求められるコンクリート原料であり、輸入は無い）だが、質の高い我が国製品は、生産量の約2割を輸出。海外での現地生産を実施する企業も存在。
- ◆ また、産業や自治体から排出される**廃棄物・副産物**（日本の廃棄物総量の5%）を**セメント原料**、代替エネルギーとして利用しており、**循環経済においても不可欠な産業**。
- ◆ CO2排出は、**プロセス由来6割**（石灰石の還元反応）、**燃料由来4割**（石炭等）。温度帯は約1450℃。日本の総排出量の約6%を占める。
- ◆ 廃コンクリート+CO2→人工石灰石化で、**高付加価値&カーボンサイクル製品の可能性**。

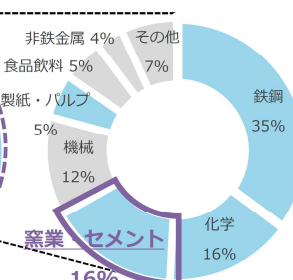
<方向性>

- ① 石炭ボイラーからの燃料転換（**サーマルサイクルボイラー、ガス等**）。
- ② CO2の再利用技術の実装による**カーボンサイクルセメント**の生産拡大と**海外への技術・設備の輸出ビジネス**。

国内部門別CO2排出量



製造業の業界別CO2排出量



（出所）国環研 日本の温室効果ガス排出データ2020年度確報値

今後10年程度の目標

国内排出削減：約200万トン
官民投資額：約1兆円～

2

GX先行投資

- ①サーマルサイクルボイラーへの設備投資
- ②カーボンサイクル製造の技術開発・設備投資

<投資促進策> ※GXリーグと連動

- ◆ ①・②に係る**設備投資**の補助
- ◆ **CO2を用いたコンクリート等製造技術開発**（GI基金）
- ◆ 省エネ補助金等による投資促進

- +
- 省エネ法の「**非化石エネルギー転換目標**」等による原燃料・転換促進（2030年度に焼成工程の非化石比率28%）
 - **GX-ETS**による削減目標達成へのコミットメント ※GXリーグと連動
 - **廃コンクリートの回収・流通のための環境整備**

3

GX市場創造

<Step:1 GX価値の見える化>

- ◆ GX価値（カーボンフットプリント：CFP、マテリアリティ、サイクル等）についての算定・表示ルール（対最終消費者を含む）形成（GXリーグと連携・欧州など、国際的に調和されたルール形成を追求）
- ◆ 大口需要家の、主要部素材の製造に伴う排出量の削減目標の開示促進（温対法・GXリーグと連携）

<Step2: インセンティブ設計>

- ◆ 公共調達におけるGX価値評価促進
- ◆ 大口需要家（建材等）に対する需要喚起策の導入（例：導入補助時のGX価値評価、GX価値の表示スキーム）

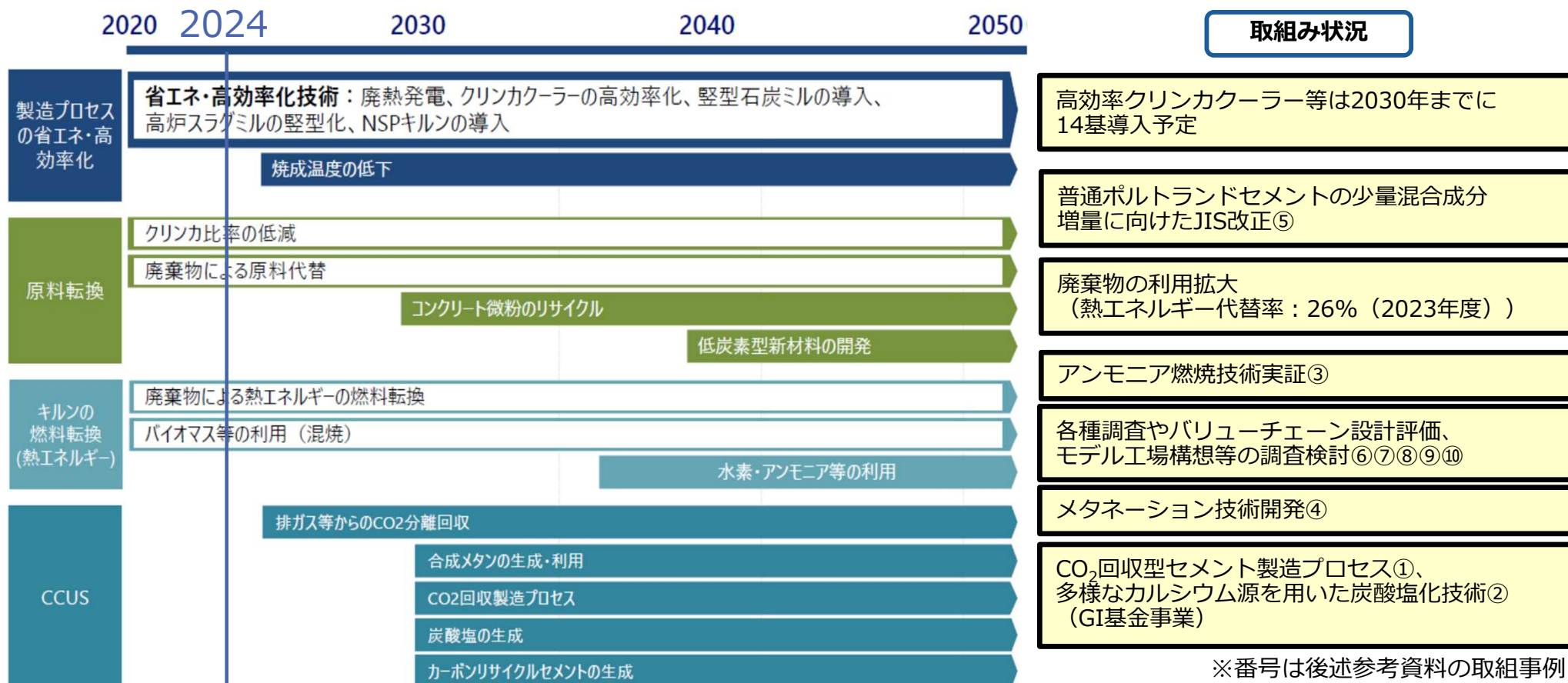
<Step3: 規制/制度導入>

- ◆ Step2までの進展を踏まえた、大口需要家（建材等）を対象にした規制導入の検討

30

セメント分野における技術ロードマップと2050年CNに向けた取組み

- ・セメント産業は、CNに向けた利用可能な技術は限られており、有効な技術開発に取り組んでいる
- ・2030年以降、CCUS・アンモニア／合成メタン等の革新的技術の社会実装を進め、CO₂削減を加速し、2050年CNの実現を目指す



※番号は後述参考資料の取組事例

（資料出所）「トランジションファイナンス」に関するセメント分野における技術ロードマップ p.36(抜粋)
https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/transition/transition_finance_technology_roadmap_cement_jpn.pdf

二酸化炭素の回収・利用に向けて、技術開発投資、設備投資費、ランニングコスト等の膨大なコストが必要

設備投資費については、1,000億円～/キルン1基との試算もある

太平洋セメントレポート2023,p.27(<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/csr/pdf/data/2023/Taiheiyo-Cement-rep2023jp.pdf>)

（2024年9月現在、国内で49基のキルンが稼働中）

循環型社会の構築に貢献

循環型社会の実現に向けて、セメント産業ではさまざまな廃棄物や副産物を、原料・熱エネルギーとして有効活用しています。その量なんと1年間に約2800万トン。

セメント1トンあたりの使用量は475kgにのびります。

廃棄物・副産物は、製造工程において1450℃という高温で焼かれるため、ダイオキシンなどの有害物質も分解されます。これだけ大量の廃棄物を処理し、二次廃棄物を出さない産業は他にありません。

セメントはわが国の廃棄物処理問題に貢献するとともに、ダムや道路などのインフラ整備に欠かせない建設資材として安全・安心で便利な社会を支えているのです。

被災地の早期復旧を支援

災害時に大量発生する災害廃棄物は、被災地の早期復旧の妨げになります。セメント産業は東日本大震災や熊本地震において、発生した災害廃棄物を受け、セメントに変えて被災地をサポートしてきました。

また、環境省の災害廃棄物処理支援ネットワーク「D.Waste-Net」に当初から参画。災害発生時に各自治体と連携して、被災地の早期復旧を支援する体制も整えています。もしものとき、1日も早く元の生活を取り戻せるように、セメントづくりは社会の再建に欠かせない土台となっています。

セメントが、 日本を救う。

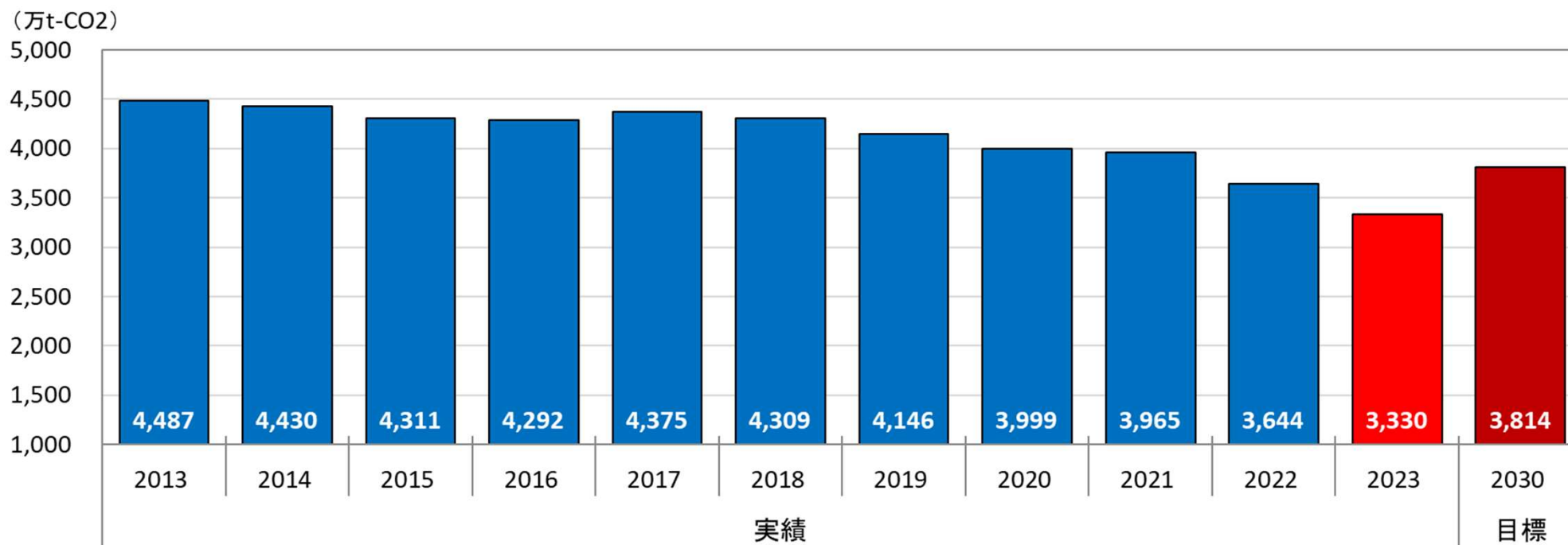
【参考】国内の事業活動における削減目標 総CO₂排出量の削減

＜基準年度＞ 2013年度

＜目標＞ セメント製造用総CO₂排出量を、2013年度実績から、2030年度において15%削減する。
総CO₂排出量は、エネルギー起源CO₂とプロセス起源CO₂の合計

＜主な対策＞ ① 省エネ設備の導入 ② エネルギー代替廃棄物の使用拡大
③ 省エネ型セメントの社会実装

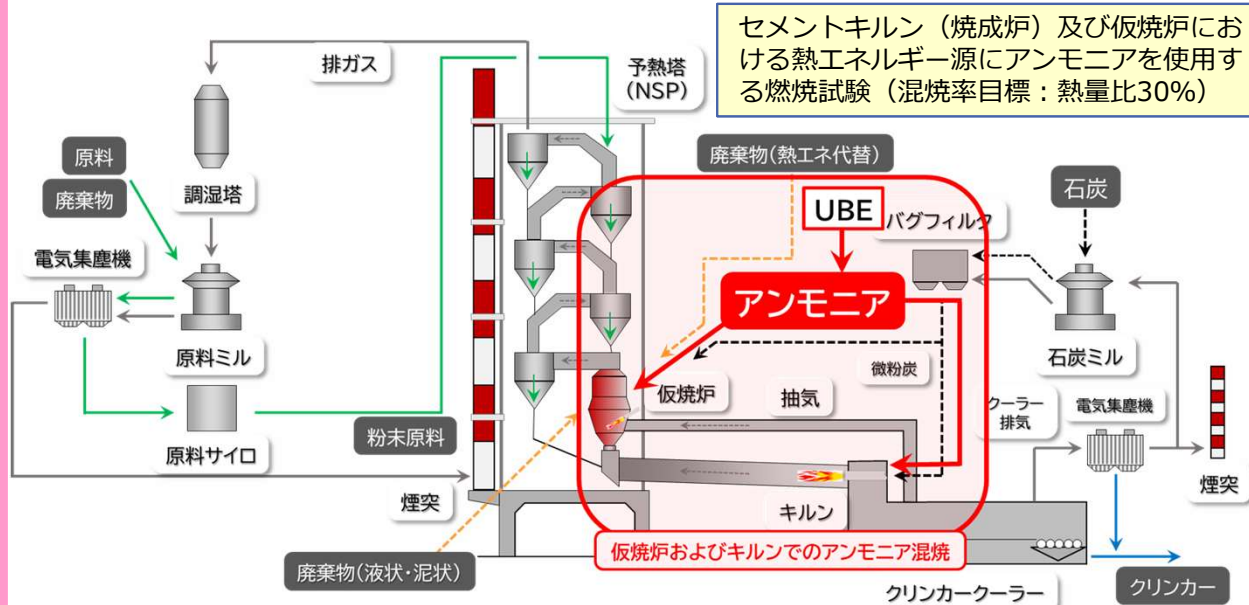
総CO₂排出量の推移



【参考】2050年CNに向けた取組み：各社取組み中の技術開発

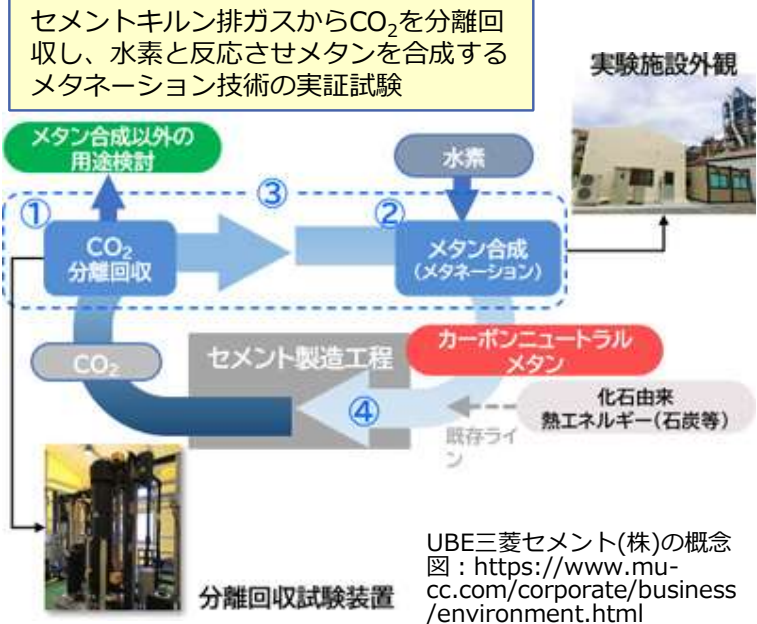
非化石エネルギー利用
規格改正
コンビナート構想等

③セメント製造プロセスにおけるアンモニア燃焼技術実証事業



UBE三菱セメント(株)プレスリリース https://www.mu-cc.com/information/20230901_01.html

④メタネーション技術

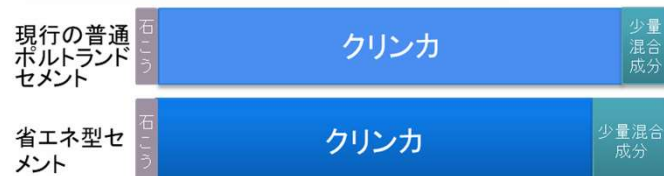


UBE三菱セメント(株)の概念図：
<https://www.mu-cc.com/corporate/business/environment.html>

⑤普通ポルトランドセメントの少量混合成分増量に向けたJIS改正

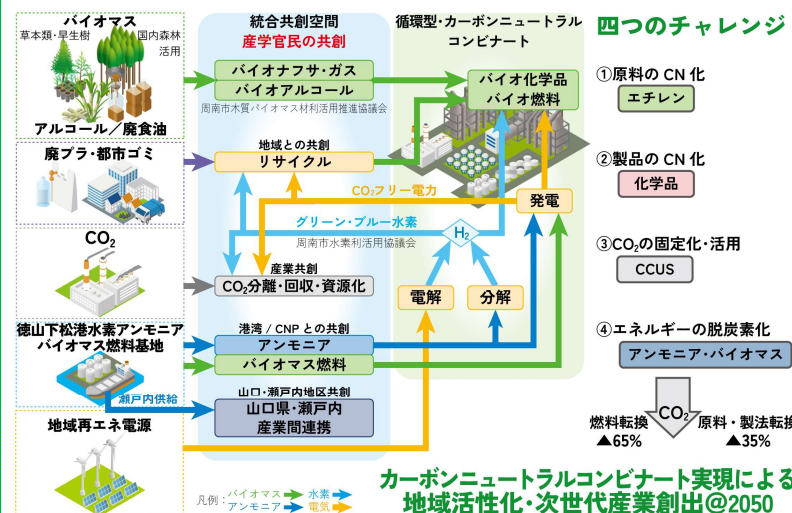
セメント協会では、現在、普通ポルトランドセメントに5%まで混合することが認められている少量混合成分の量を10%に増やすことを目指し、試製セメントによる性能確認を行った上でJIS改正を推進している。これによりクリンカ比率低減によるプロセス起源及びエネルギー起源の二酸化炭素排出削減とともに、二酸化炭素を吸収した人工石灰石を少量混合成分として規定し、更なる削減効果を生み出す。

JIS改正の目指すところ-省エネ型セメント



<https://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/231026.html>

⑥周南カーボンニュートラルコンビナート構想



①原料のカーボンニュートラル化、②製品のカーボンニュートラル化、③CO₂の固定化・活用、④エネルギーの脱炭素化といった4つのチャレンジを軸にカーボンニュートラルを目指し、課題解決に向けた方策を検討する。
参加会員会社：
(株)トクヤマ、東ソー (株)
<https://www.city.shunan.lg.jp/site/complex-decarbonization/100700.html>

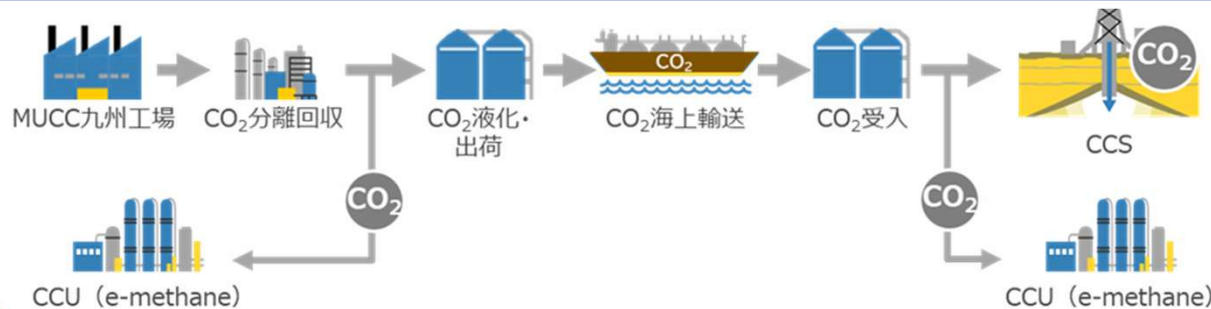
【参考】2050年CNに向けた取組み：各社取組み中の技術開発

非化石エネルギー
規格改正
コンビナート構想等

⑦セメント製造プロセスのCNに向けた排出CO₂のCCUSに関する共同検討の開始

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」）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う。

UBE三菱セメント(株)プレスリリース https://www.mu-cc.com/information/20240328_01.html



⑧「瀬戸内・四国CO₂ハブ構想」実現に向けた事業性調査実施合意

瀬戸内・四国地域に点在するCO₂排出源から小型液化CO₂輸送船を活用してCO₂を回収し、国内に設置するCO₂輸出用ハブポートにて一時的にCO₂を集積・貯蔵した後、大型液化CO₂輸送船で豪州へ輸送し、圧入・貯留する一連のCCSバリューチェーン構築に向けて5社で事業性調査を実施するもの。

住友大阪セメント(株) プレスリリース

<https://www.soc.co.jp/sys/wp-content/uploads/2023/12/23c36e105e2afa2fdf17eb82a9041f25-1.pdf>

⑨「カーボンニュートラルモデル工場」構想



＜(株)ディ・シー川崎工場での「CNモデル工場」としての検討項目＞

1) GI 基金事業/CO₂回収型セメント製造設備（C2SPキルン®）の実機実証試験

2) JOGMEC 公募事業/先進的 CCS 事業の実施に係る調査(右項参照)

3) CN モデル工場構想の検討
CO₂回収、CO₂利用（炭酸塩化、メタネーションなど）、CO₂貯留を実機レベルで導入した CN モデル工場構想の基本計画を策定

太平洋セメント(株) プレスリリース
<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/230807.pdf>

⑩CCS事業化に向けた先進的取組

(独)エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）は、2050年CN実現に向け、横展開可能なビジネスモデルを確立するため、経済産業省事業の一環として、2030年までの事業開始を目指すCCS事業9案件を、令和5年度に引き続き、令和6年度「先進的CCS事業」として選定し、その中の一つの「2）日本海側東北地方CCS事業」に、太平洋セメント(株)が参画(⑨参照)。「本調査における役割」として「排出CO₂の分離回収・液化及び出荷基地にかかわる検討」を担い、日本におけるCCSの早期社会実装並びに持続可能な社会の実現に向けて積極的に取組んでいく。また、同事業「8）マレー半島沖南部CCS事業」にはUBE三菱セメント(株)が参画している。

経済産業省ニュースリリース

<https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240628011/20240628011.html>

太平洋セメント(株) ニュースリリース

<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/230802.pdf>

UBE三菱セメント(株) ニュースリリース

https://www.mu-cc.com/information/20240402_02.html