

セメント産業の現状とベンチマーク検討 に向けた留意点について

一般社団法人セメント協会
生産・環境幹事会 幹事長 高橋 正之

目次

1. セメント産業の役割
2. セメントの製造工程
3. CO₂排出削減の取組み
4. 2050年CNの実現に向けた取組み
5. ベンチマーク指標における活動量
6. セメント産業のBM検討における留意点、要望

セメント産業は
動脈と静脈両方を担う



動脈産業として

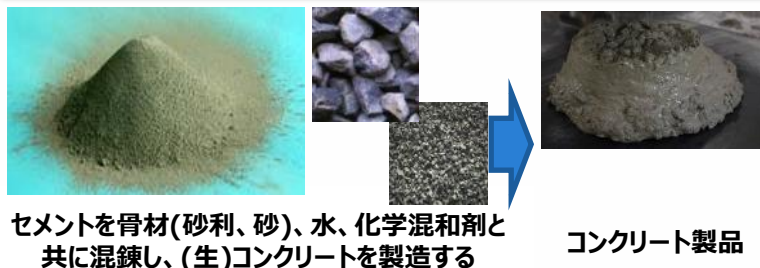
社会に必要な基礎素材
であるセメントを安定
供給（廃棄物もセメン
トに生まれ変わる）

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
ネルギーの代替として
有効活用

セメントの役割と工場分布

セメント産業は、主原料の石灰石をすべて国内鉱山から入手でき、輸入に依存せず製品を供給できる数少ない産業であると同時に、道路、橋梁や住宅等の建設や防災・復旧工事に不可欠な資材を提供し、**建設業のサプライチェーンの上流で我が国のインフラを支える産業。**



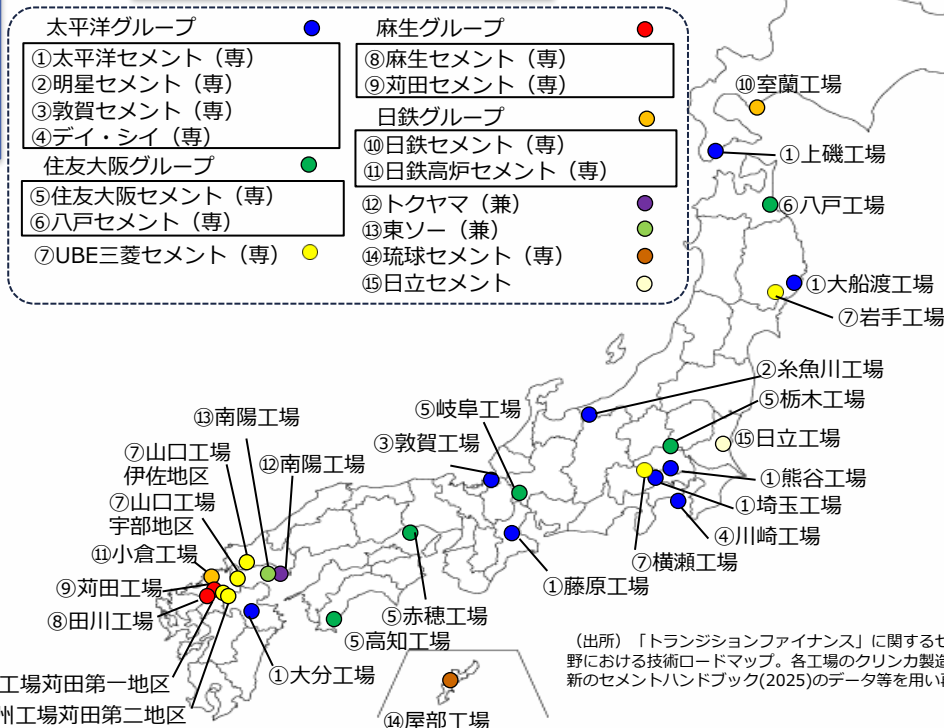
セメントはコンクリートの原料で、コンクリートは、ダムや橋梁、建築物などの建設基礎資材として利用。



セメント製造業は国内に15社、26工場が全国に点在(2025.07現在)し、地域経済に貢献。
GX-ETSでは、**クリンカを生産している国内すべての事業者がCO₂排出量10万tを超え、制度対象。**※クリンカを生産していない日立工場は対象外。



国内のセメント工場分布



社会から発生する廃棄物・副産物の再利用

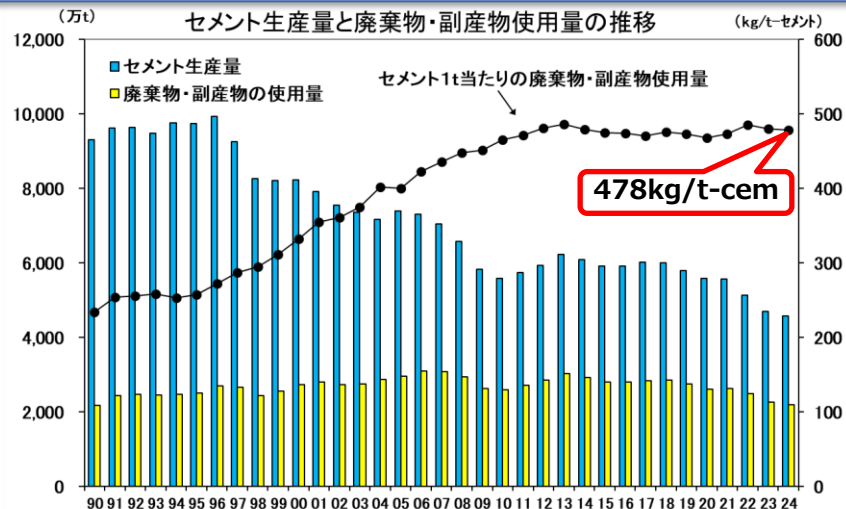
セメント産業は、様々な産業や自治体から排出される廃棄物・副産物をセメント原料／エネルギー代替として使用し、わが国の循環型社会の実現に貢献。

また、災害により発生した廃棄物も受け入れ、被災地の早期の復旧・復興を支援。

セメント産業の廃棄物・副産物受入量 2,187万t/年（2024年度実績）

国内で循環利用されている廃棄物・副産物の約10%
→国内最終処分場の寿命を約13年延命
(東京ドームで例えると約12杯分)

1990年以降では累計9億tにも及ぶ



災害廃棄物の受入処理により、被災地の復旧・復興を支援

東日本大震災で約100万tの災害廃棄物を処理した経験を踏まえ、近年激甚化している豪雨災害の水没廃棄物などを始め、**他産業では処理が困難な廃棄物を受入て処理。**

最近では、令和六年能登半島地震の災害廃棄物処理においても、新潟県内のセメント製造施設で木くずなどの受入処理。

東日本大震災「処理・除塩施設」
(岩手県大船渡市 2011年秋)



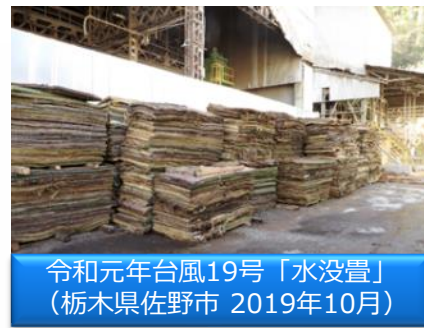
八戸港船舶座礁「重油付着漂着物」
(青森県八戸市 2021年9月)



熊本地震「廃瓦受け入れ」
(九州地区セメント工場2016年)



令和5年台風2号「がれき・土砂」
(愛知県 2023年7月)



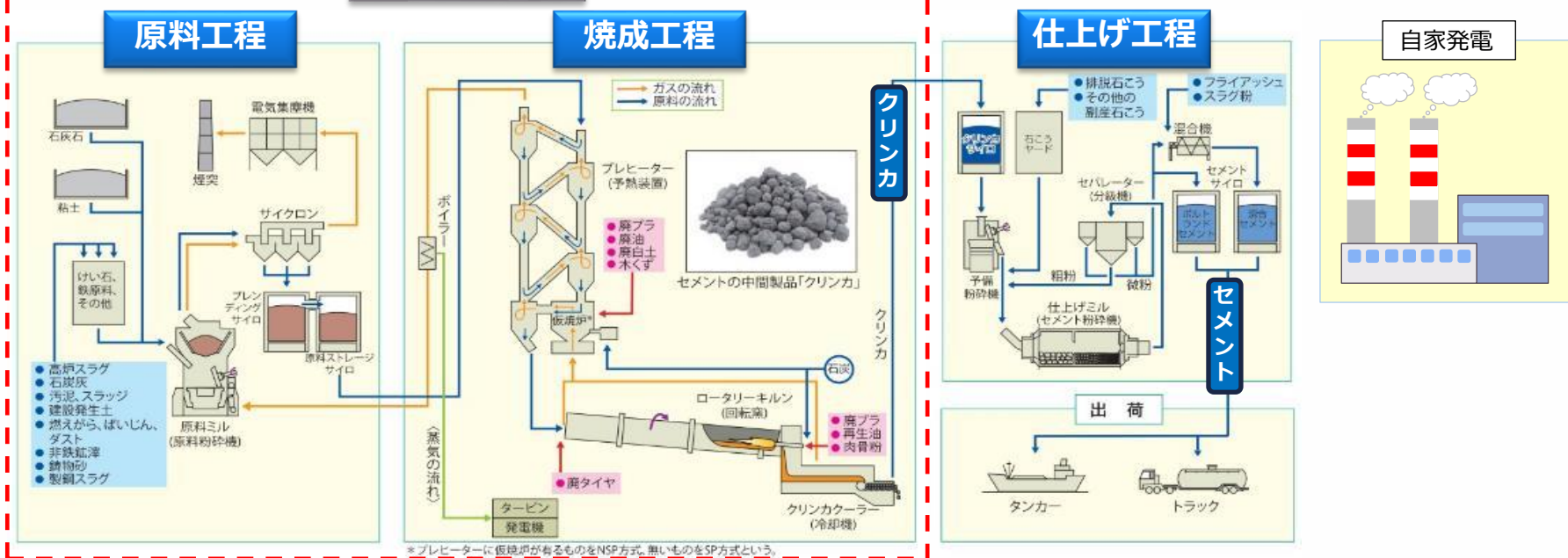
令和元年台風19号「水没置」
(栃木県佐野市 2019年10月)



令和6年能登半島地震「木くず」
(新潟県姫川港 2024年7月)

- セメントの製造工程は、原料工程、焼成工程、仕上げ工程の三つで構成される
- セメント製造に使用する電力の約60%を自家発電による電力で賄っている
- 各セメント工場とも同様の製造工程で生産している

クリンカ製造



原料を乾燥・粉砕・混合して、適切な配合となるように調合する。

調合された原料をプレヒーターで徐々に加熱し、ロータリーキルン内で1450℃の高温で焼成して、その後急冷して中間製品のクリンカを製造する。

クリンカに石こうを加えて粉砕してポルトランドセメントを製造する。また、混合材を加えて混ぜ、混合セメントを製造する。

- ・ セメント産業における二酸化炭素総排出量は、約3,250万t (2024年度)
- ・ プロセス由来60%、エネルギー由来40%を占め、特に、プロセス由来CO₂の大幅な削減を早期に実施する方法はなく、技術開発の段階。社会実装には時間と多額の費用を要する
- ・ また、脱炭素製品は高コストとなり、汎用品と比較して高価となる脱炭素製品の市場形成も必要

石灰石



プロセス由来
(石灰石の脱炭酸 ; $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)

プロセス由来CO₂の削減

- ・ CaOを含む廃棄物利用率の向上や普通セメントの少量混合成分増によるクリンカ比率低減により削減
- ・ ただし、足元での削減効果は極めて少なく、CNの実現に向けては、二酸化炭素の回収・利用・貯留(CCUS)の技術が必要

エネルギー



エネルギー由来
(化石エネルギー・電力消費)

エネルギー由来CO₂の削減

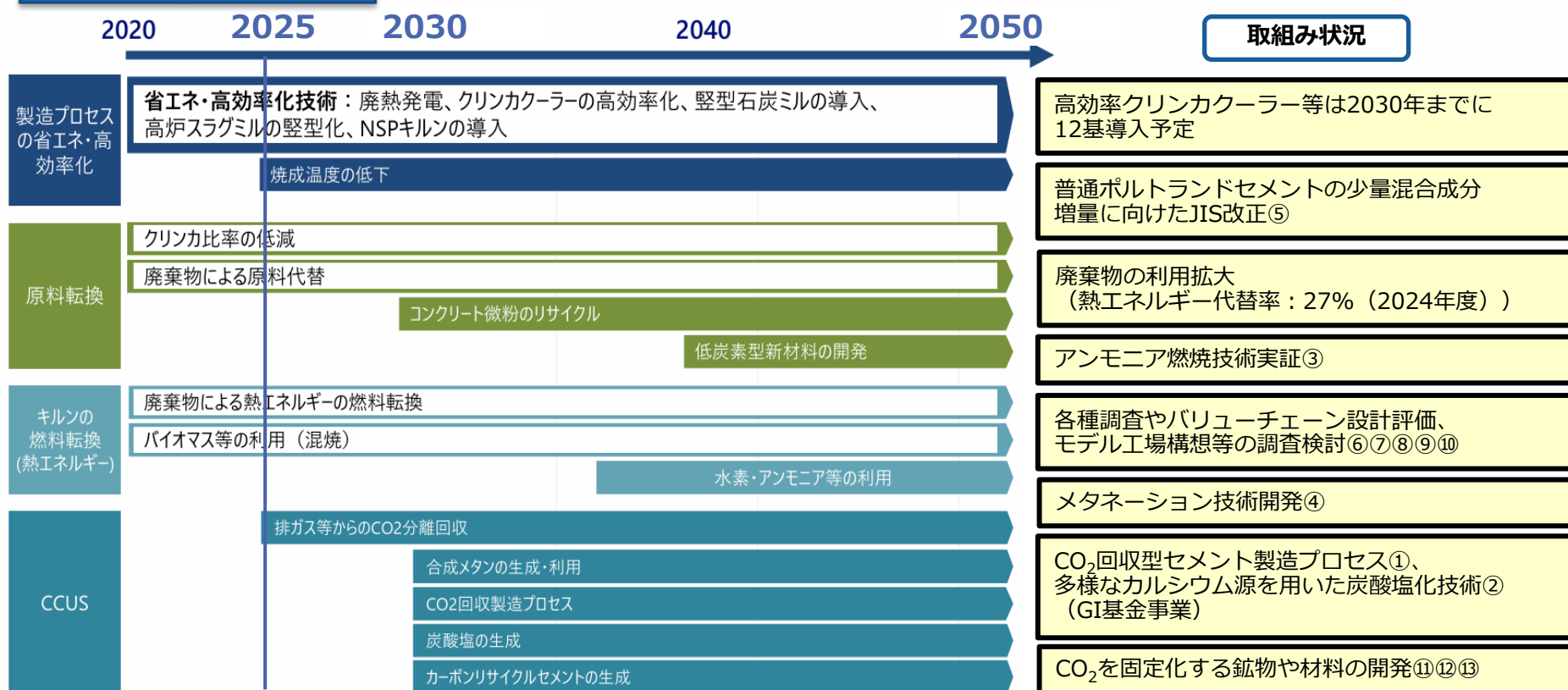
- ・ 従来から省エネルギーを積極推進し、CO₂排出量削減に尽力しているが、今後も継続する
- ・ 今後さらに、エネルギーの非化石化(廃棄物やバイオマスの利用拡大、エネルギー転換等)を推進していく



2050年CNの実現に向けた取組み:技術ロードマップ

- ・ 2030年に向けて、**省エネ設備の導入拡大やエネルギー代替廃棄物の利用拡大を主な対策としたCN行動計画を着実に推進**することにより、CO₂削減を進める
- ・ さらなるCO₂削減に向け、**現時点で有効な技術開発に取り組んでいる（GI基金の活用等）**
- ・ **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**

技術ロードマップ



(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

※番号は後述参考資料の取組事例

- ・セメントは製品ごとに特性を持ち、用途に応じて利用されている。そのため、業界では品種構成をコントロールできないので、排出削減努力が公平に反映されない
 - ・クリンカはセメントの基礎素材であり、その製造は各社に共通のプロセス
 - ・品種によらず、セメント製造におけるCO₂排出は、90%以上がクリンカ製造からの排出
- ⇒ ベンチマークの活動量は、クリンカ生産量とするのが望ましい

セメント

クリンカ

+

石こう

+

混合材

セメント製造におけるCO₂排出割合

混合材の範囲
5~70%

エネルギー由来CO₂(電力)

エネルギー
由来CO₂(熱)

プロセス
由来CO₂

クリンカ製造に伴う
排出が90%以上

1.セメントBMの範囲

- 他のベンチマーク対象事業を行っている兼業社が複数ある
⇒ **他の製造業BMと重ならないようなバウンダリー設定をお願いしたい**

2.セメント種による原単位差への配慮（クリンカベース）

- セメントは多様な品種があり、排出原単位にも差があるが、その品種構成はユーザーニーズに依存しているため、セメントを活動量とすると排出削減努力が公平に反映されない場合がある
⇒ **BM指標における活動量はクリンカ生産量で算出をお願いしたい**

3.自家発電からの排出量に対する配慮

- 自家発電は、合理的な電力・原料供給源の一つとして一部のセメント工場に設置されているが、大規模電力供給設備（購入電力）と比較すると、CO₂排出係数は総じて大きい
⇒ **自家発の有無による有利/不利が生じないように、ご配慮いただきたい**

4.輸出事業に対する配慮

- アジアやオセアニア等へも輸出しているが、仕向け先の国が排出量取引制度を未導入だった場合、GX-ETS導入による製造コストの上昇が輸出事業を圧迫
⇒ **輸出事業への適切な配慮をお願いしたい**

参考

①

課題: CO₂排出削減
生産時に
CO₂排出

石灰石

クリンカ

セメント

+水
+骨材

CO₂固定

コンクリート

社会インフラでの
長期利用

廃コンクリート

路盤材
再生砕石等

再生石灰石
として利用

骨材
として利用

土壌改良材、
紙、塗料等

素材・化学品
として利用

炭酸塩
(CaCO₃)

課題: 価格低下
供給先確保

CO₂固定

CaO

課題: Ca等の抽出量拡大
CO₂固定量の増加
抽出エネルギー低コスト化

CaOの抽出

廃棄物等
鉄鋼スラグ
石炭灰
残コン・戻りコン

②

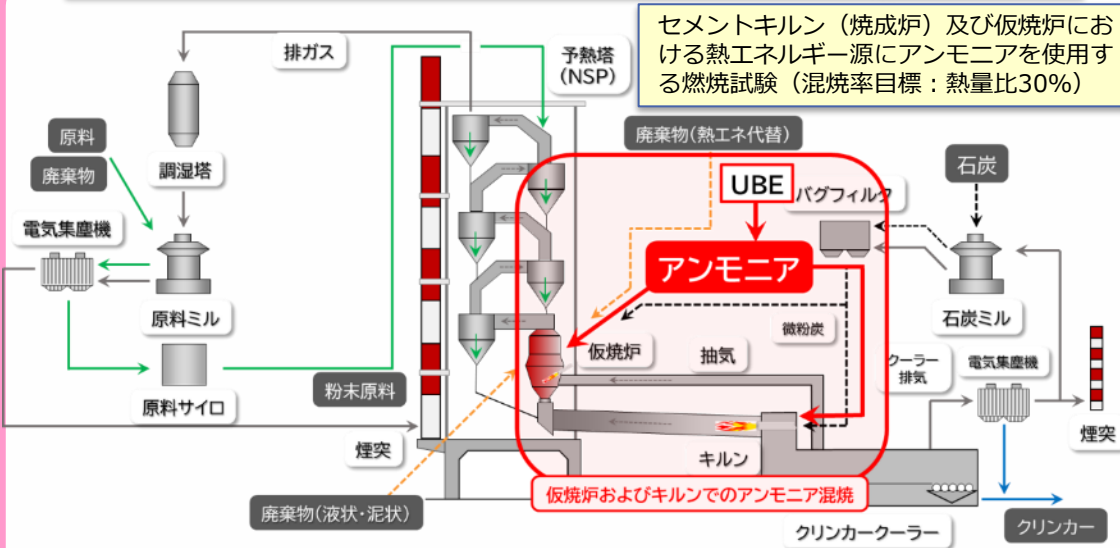
:カーボンリサイクル技術

NEDO/GI基金プロジェクト「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発」より <https://green-innovation.nedo.go.jp/project/development-manufacturing-concrete-using-co2/>

図の出典: 経済産業省/「第6回 産業構造審議会・リーニ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



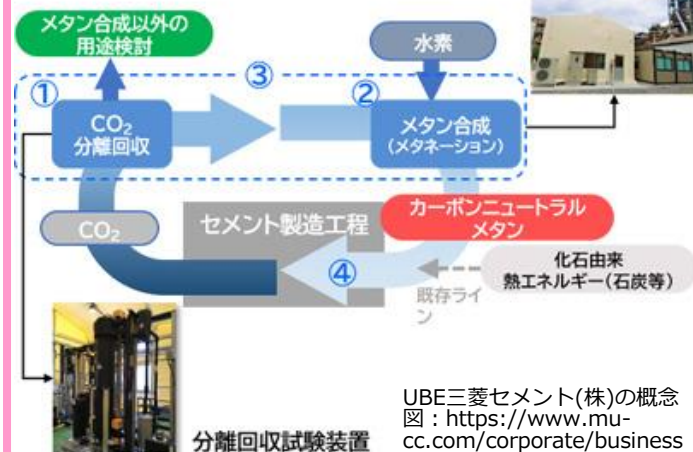
③セメント製造プロセスにおけるアンモニア燃焼技術実証事業



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

セメントキルン排ガスからCO₂を分離回収し、水素と反応させメタンを合成するメタネーション技術の実証試験



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

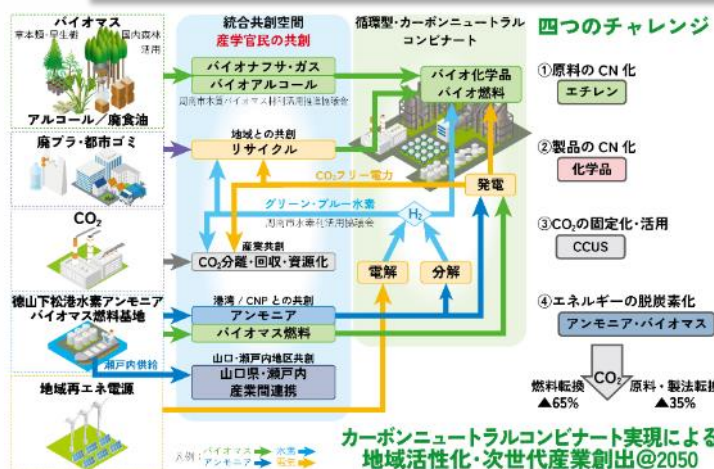
セメント協会では、現在、普通ポルトランドセメントに5%まで混合することが認められている少量混合成分の量を10%に増やすことを目指し、試製セメントによる性能確認を行った上でJIS改正を推進している。これによりクリンカ比率低減によるプロセス起源及びエネルギー起源の二酸化炭素排出削減とともに、二酸化炭素を吸収した人工石灰石を少量混合成分として規定し、更なる削減効果を生み出す。

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



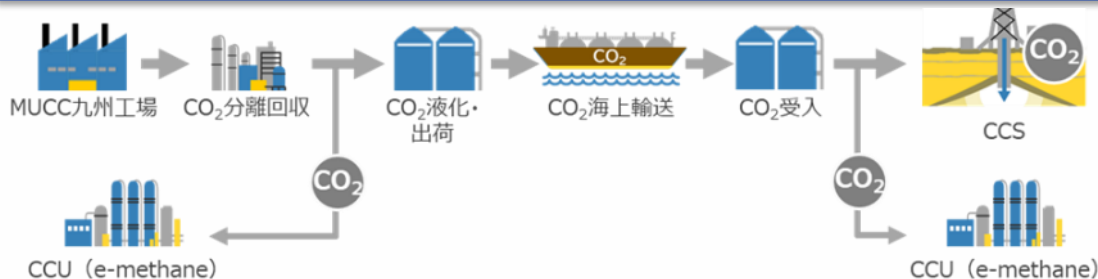
①原料のカーボンニュートラル化、②製品のカーボンニュートラル化、③CO₂の固定化・活用、④エネルギーの脱炭素化といった4つのチャレンジを軸にカーボンニュートラルを目指し、課題解決に向けた方策を検討する。

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>

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)デイ・シイ川崎工場での「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り組んでいく。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/20241010_01.html

⑪CO₂再資源化人工石灰石の各種材料への利用

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」プロジェクトの一環である「多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立」の幹事会社として技術開発に取り組み、高品位なCO₂再資源化人工石灰石の生成に成功、カーボンリサイクルセメントへの適用ほか、実用化に向け様々な利用方法を検討している。

住友大阪セメント(株)ニュースリリース

- ・路面標示用塗料：<https://www.soc.co.jp/news/77879/>
- ・紙：<https://www.soc.co.jp/news/78373/>
- ・複合化PP樹脂：<https://www.soc.co.jp/news/78384/>

CO₂再資源化人工石灰石を使用した紙製品の製造イメージ

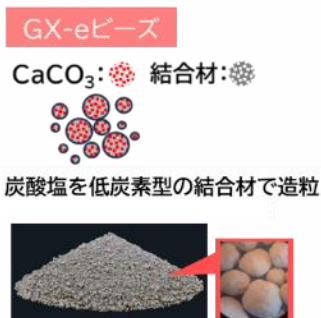


⑫CO₂を固定したカーボンネガティブの人工砂開発

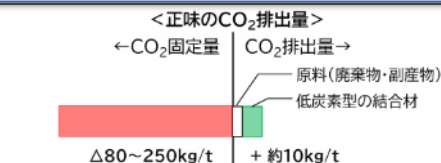
カーボンネガティブ細骨材「GX-eビーズ™」

促進炭酸化

造粒・粒度調整



カルシウムを含む廃棄物や副産物を原料として、開発した促進炭酸化技術により、排ガスなどに含まれるCO₂を固定化。また、低炭素型の結合材を用いて造粒・固化して粒度調整することで、カーボンネガティブな人工砂「GX-eビーズ™」の開発を国内で初めて実現
UBE三菱セメント(株)プレスリリース
https://www.mu-cc.com/information/20240128_01.html



⑬CO₂吸収・硬化セメント系材料の開発

CO₂と化学反応することで硬化し、所定の強度を発現することを特徴とする材料「カーボフィクス®セメント」を開発。同材料は、一般的なポルトランドセメントよりもCaO含有率が低く、より低温でクリンカを焼成するため、製造時のCO₂排出量も削減しています。製造時のCO₂排出量削減と、硬化時のCO₂吸収をあわせることにより、大幅なCO₂削減を実現している。また、同材料を利用した低炭素型の積みブロック（スプリットブロック）や、車道統一型インターロッキングブロックと地先境界ブロックを公共工事で採用。

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/220920.pdf>
- ・積みブロック：<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/240806.pdf>
- ・ILB等：<https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/240905.pdf>

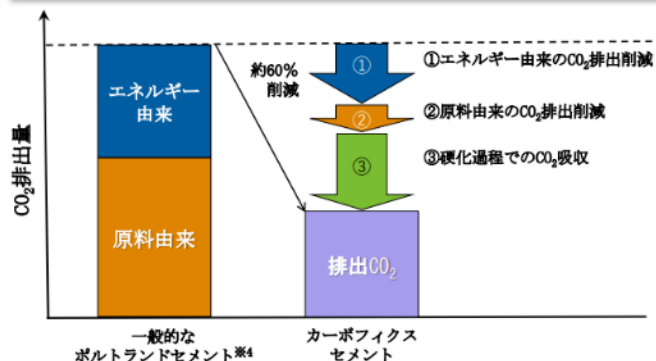


図1 カーボフィクスセメントを用いたコンクリート製品のCO₂排出量の一例



写真1 カーボフィクスセメントを使用した積みブロック



写真1 カーボフィクスセメントを使用した各ブロック