

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

2023年10月26日

一般社団法人 セメント協会

生産・環境委員会 委員長 諸橋 央典

本日のご説明内容

☆セメント産業の循環型社会実現への貢献について

- (1) 廃棄物・副産物活用状況
- (2) 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)に向けた取組みについて

- (3) CN行動計画の進捗と非化石エネルギーの拡大
- (4) GI基金事業によるCNに向けた取組み進捗状況

セメント産業の廃棄物受入れ処理が果たす役割

循環型社会に向けた取り組み

社会インフラの円滑な運営を支える
都市ゴミ焼却灰、下水汚泥等の受入れ

国内産業活動を支える
工場等からの産業廃棄物の受入れ

国や自治体等からの要請に応える

- ・災害廃棄物の受入れ
- ・不当放棄された産業廃棄物の受入れ

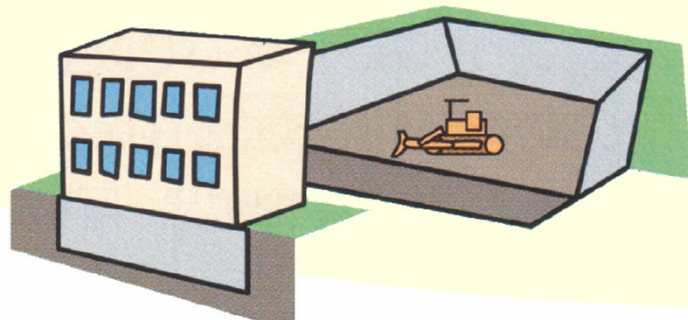
各種廃棄物の受入れ

セメント工場



法律に基づいた適正な処理

持続可能な社会の構築へ



最終処分場の延命化

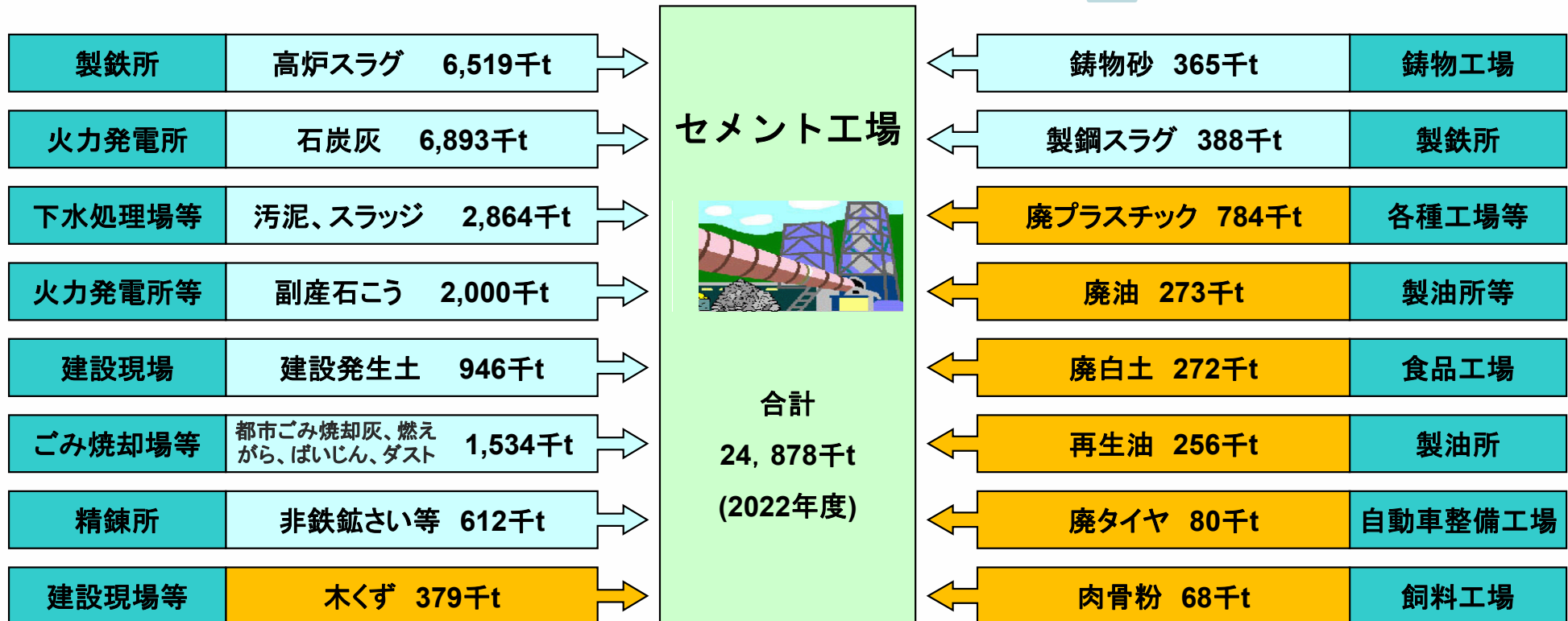
災害復旧・復興への貢献

温室効果ガスの低減

(1)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

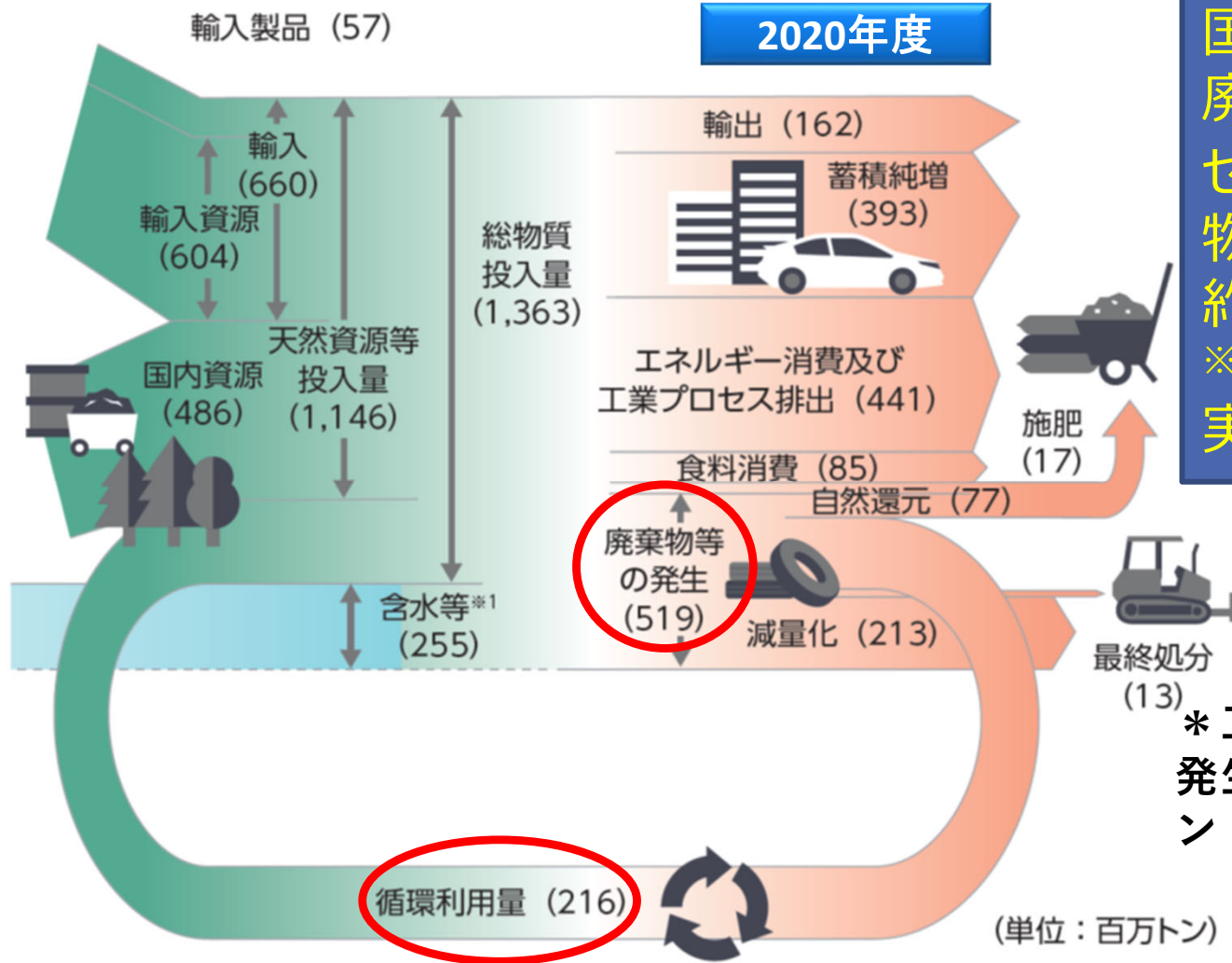
セメント産業は、日本の廃棄物総量の5%(循環利用の11%)をセメント製造に利用して処理し、わが国のサーキュラーエコノミーの中核産業として重要な役割を担っている。

■ 熱エネルギー代替として使用
■ 原料代替として使用



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485kgの廃棄物を利用している。

(1)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



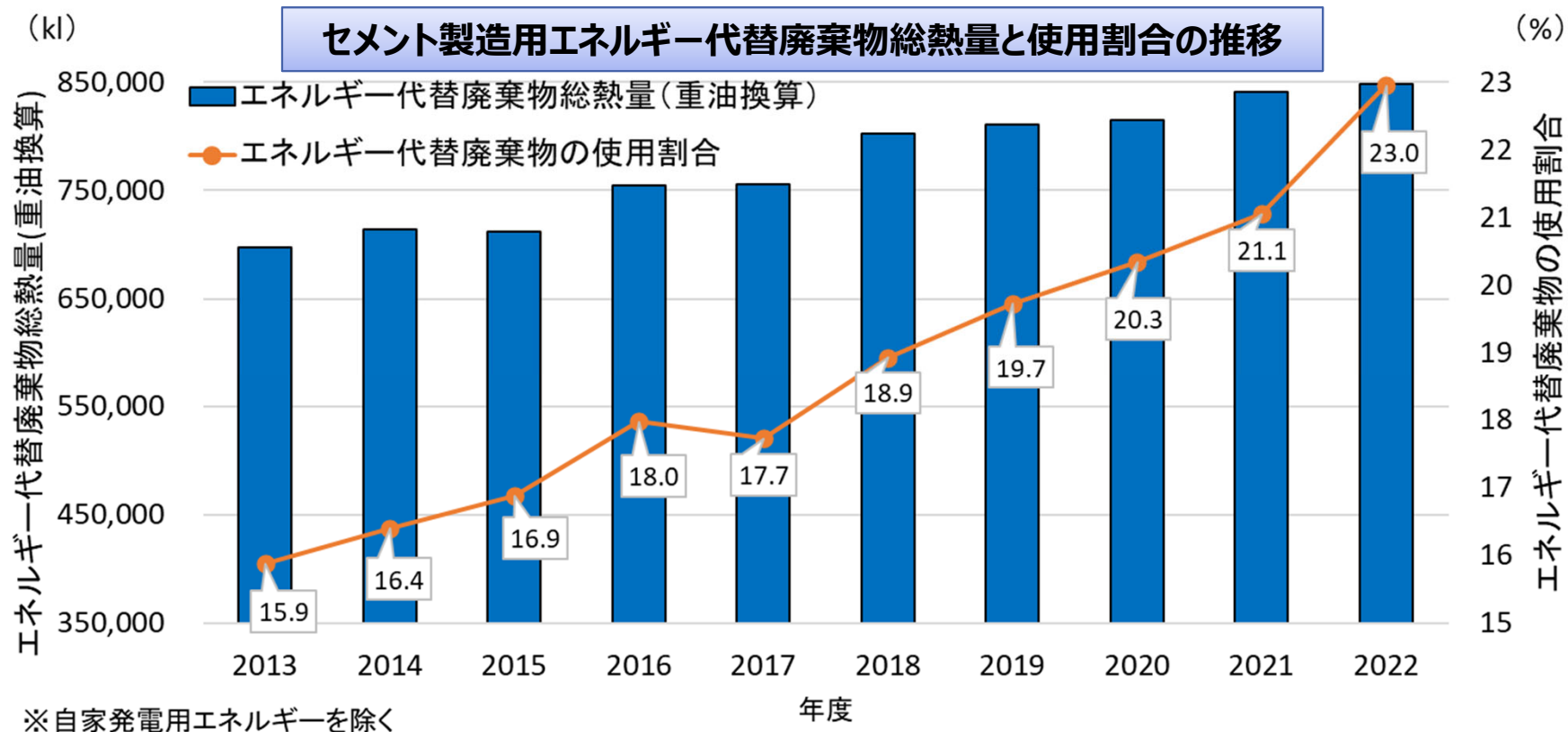
国内では年間519百万tの廃棄物などが発生。
セメント工場では日本の廃棄物総量の5%(循環利用量の約11%)にあたる25百万トン^{※2}を資源化し、循環型社会実現に大きく貢献している

*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）

※2：2020年度のセメント産業の廃棄物・副産物使用量は約2616万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。

(1)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
廃プラスチック	518	595	576	623	643	718	746	746	774	784
木くず	657	696	705	642	543	517	450	437	400	379
廃タイヤ	65	58	57	69	63	70	65	69	68	80
廃油	273	264	293	324	314	335	322	245	302	273
再生油	186	171	179	195	209	223	236	282	236	256

(2) 循環型社会実現に向けて：災害廃棄物の処理支援

2004年以降の災害廃棄物の受入処理

発災日	災害名	主な処理品目
2004年10月	中越地震	木くず
2007年3月	能登半島地震	木くず
2007年7月	中越沖地震	木くず
2011年3月	東日本大震災	木くず、混合廃棄物、不燃物
2014年8月	広島県土砂災害	木くず
2015年9月	関東・東北豪雨	畳
2015年9月	D.Waste-Net に加入	
2016年4月	熊本地震	木くず、瓦、混合廃棄物
2016年12月	糸魚川大火	廃材
2017年7月	平成29年九州北部豪雨	混合廃棄物、木くず
2018年7月	平成30年7月豪雨	土砂、汚泥、がれき
2019年8月	令和元年8月豪雨	汚泥
2019年10月	令和元年台風19号	土砂、稲わら
2020年7月	令和二年7月豪雨	畳、混合廃棄物
	処理量合計	163万 t

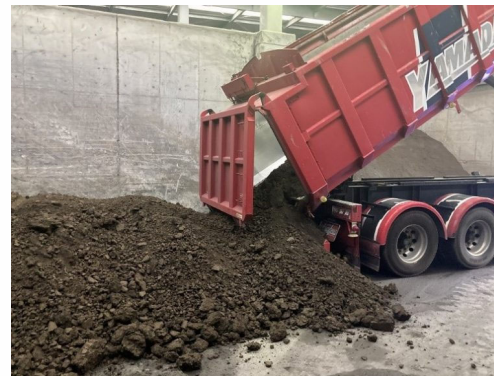
近年、セメント工場で受け入れた各種災害廃棄物



令和元年台風19号「水没畳」
(栃木県佐野市 2019年10月)



令和元年台風19号「水没稲わら」
(宮城県大崎市 2019年10月)



令和5年台風2号「がれき・土砂」
(愛知県 2023年7月)

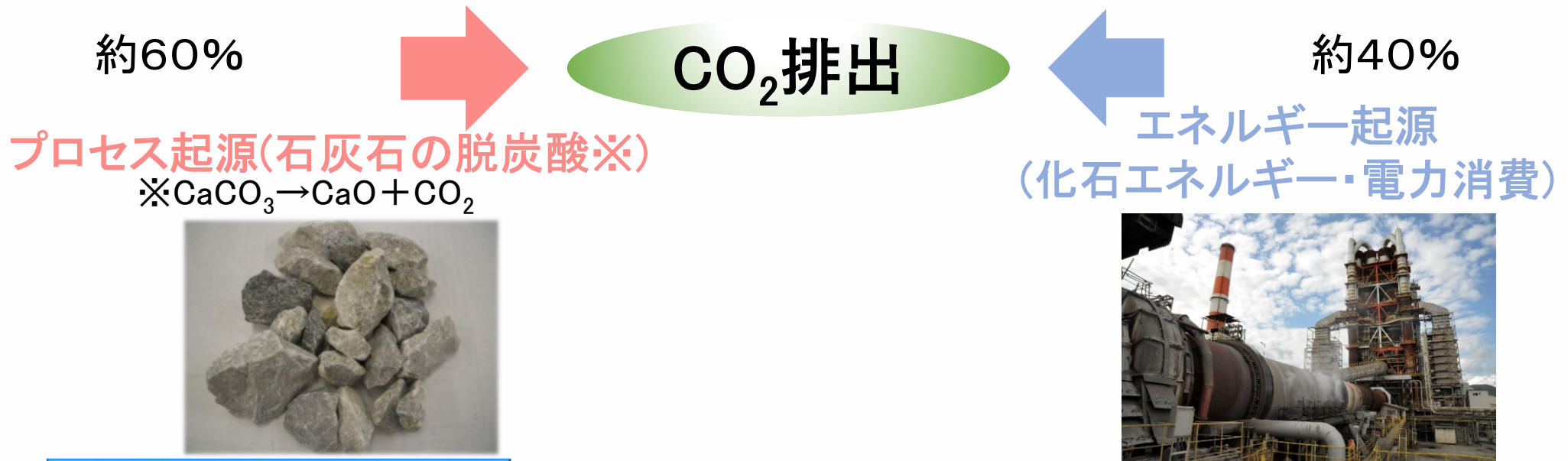


八戸港船舶座礁「重油付着海岸漂着物」
(青森県八戸市 2021年9月)

セメント産業は、各種産業廃棄物や災害廃棄物をセメントの原料やエネルギーの一部として受入れ、循環型社会構築に貢献している。

セメント産業のCN(カーボンニュートラル)に向けた取組みについて

(3) 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。

【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。

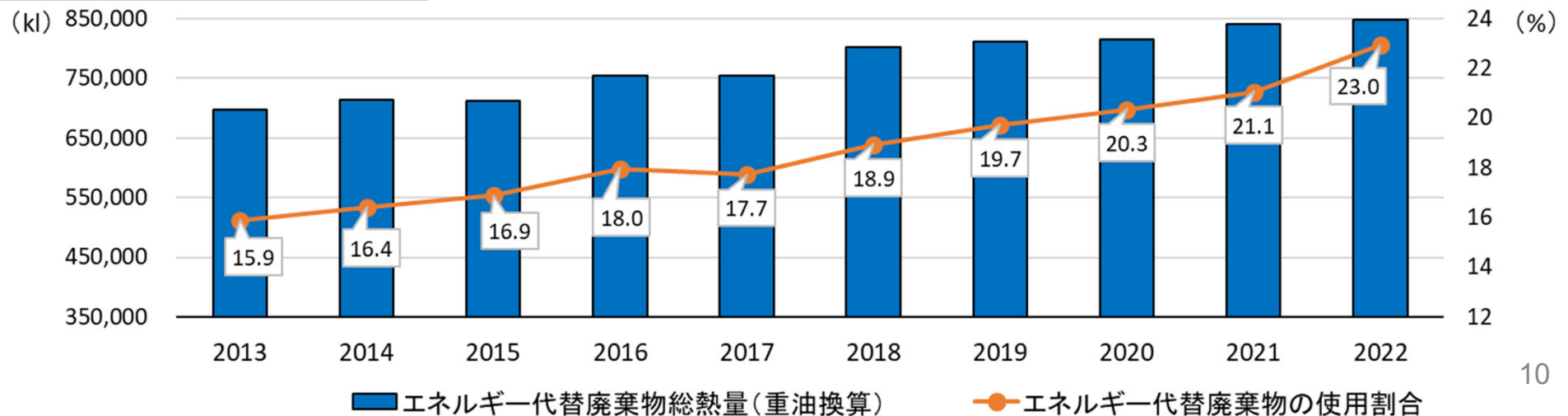
2030年に向けたCN 行動計画による活動

(3) CN行動計画の進捗：エネルギー原単位と総CO₂排出量の削減

省エネ設備の導入促進	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2022～2030の 導入予定基数	2022年度の普 及率(%) ^(※3)
豎型原料ミル											2	47
豎型石炭ミル		1										77
高効率クリンカクーラ	2	2			1	1	3			1	16	72
仕上げミル(予備粉碎)												41
高効率セパレータ												91
豎型スラグミル				1							1	82
廃熱発電			1				1				2	71
省エネ設備への投資額 (百万円) ^{(※1)(※2)}	2,356	3,634	8,744	3,469	889	2,975	10,156	3,515	4,728	12,460	投資額累計 52,936	

備考：※1 省エネ設備への投資額は、設備の補修、保安（リーク防止等）も含む。 ※2 投資額が導入年度と必ずしも一致しない場合がある。
※3 普及率はすべての生産高に対して、省エネ設備を有する設備によって生産された割合によって示す。よって、生産量変動により普及率は多少前後する。

エネ代替廃棄物の使用拡大



(3)CN行動計画の進捗：エネルギー代替廃棄物の利用拡大 ⇒省エネ法改正による非化石エネルギーの利用拡大

セメント産業では、セメント焼成用のキルンや自家発電に用いられる化石系のエネルギーの代替として、可燃性廃棄物の利用拡大を推進しているが、2023年4月、省エネ法が改正され、廃棄物も含めた非化石エネルギーへの転換が求められるようになった。

【2023年4月 省エネ法改正のポイント】

- ・ 使用合理化の範囲がすべてのエネルギー(化石エネルギー+非化石エネルギー)に
- ・ 非化石エネルギーへの転換⇒2030年度目標の目安
- ・ 電気の需要の最適化

化石エネルギー

- 石油
- 揮発油
- 可燃性天然ガス
- 石炭 等

非化石エネルギー

- 黒液
- 木材
- 廃タイヤ
- 廃プラスチック
- 水素
- アンモニア
- 非化石熱、非化石電気(※) 等

出所：資源エネルギー庁 省エネ法ポータルサイト/省エネ法の概要
https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/overview/

【非化石エネルギー転換の定量目標の目安】

- ・ 国は主要五業種の非化石エネ転換に向け、2030年度の定量目標の目安を示し、各事業者は目安を踏まえた目標を自ら設定、その進捗を報告することになる。
- ・ セメント製造業は2030年度における、焼成工程（キルン等）における燃料※の**非化石比率を28%とする。**

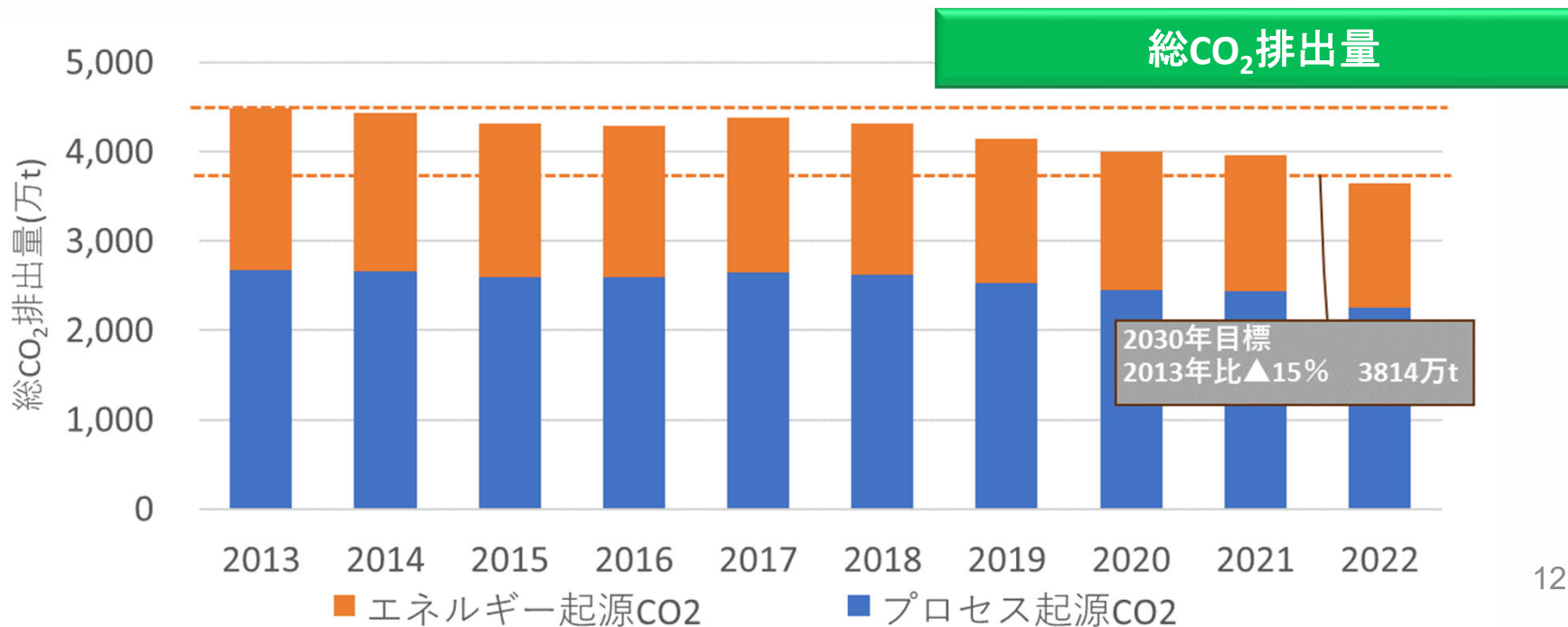
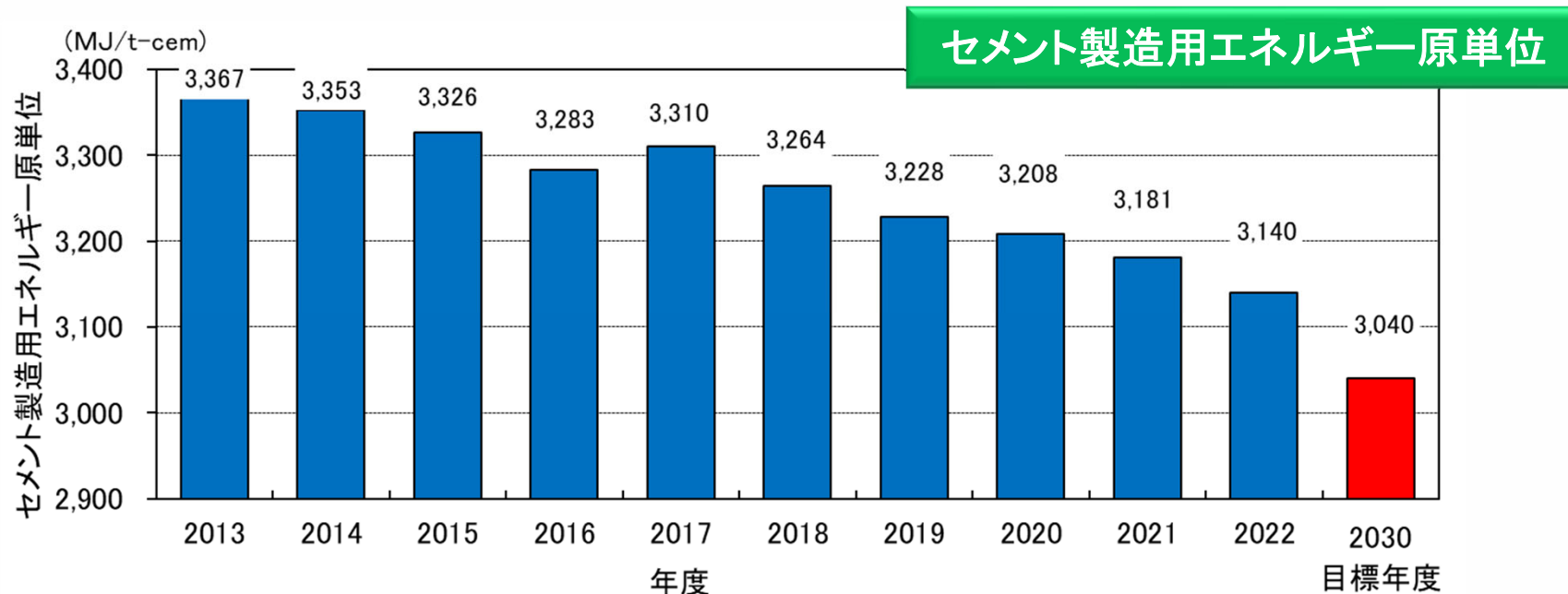
※焼成工程で利用される石炭や廃プラ等は、燃焼させ発生させた熱をセメントの製造に利用するため省エネ法上「燃料」と整理されるが、原料としての利用と不可分である。

・ 経済産業省告示第28号(令和五年3月31日)

「工場等における非化石エネルギーへの転換の事業者の判断の基準」

<https://www.meti.go.jp/press/2022/03/20230331014/20230331014-12.pdf>

(3) CN行動計画の進捗：エネルギー原単位と総CO₂排出量の削減



(3) CN行動計画の進捗：革新的技術-省エネ型セメントの技術開発

CN行動計画の四つの柱の一つ「革新的技術開発」において低温焼成技術等を掲げてきた。その中で、「【省エネ型セメント】クリンカの鉱物の一つであるアルミン酸三カルシウム($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)量を増やし、現状より混合材の使用量を増やすことにより、セメント製造用エネルギー単位の低減を図る」に関し、課題とされている「実機による製造」、「試製品による性能確認」等を開始した。

【想定される低減効果】

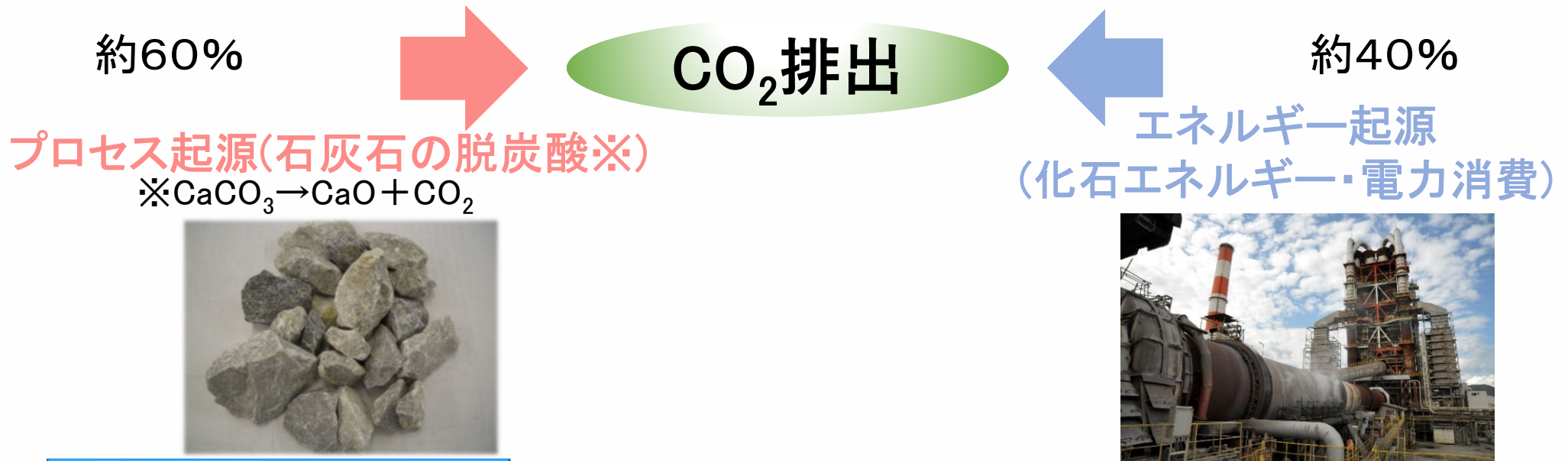
2030年度の削減量は、生産量の見通しを5,558万tとした場合、原油換算で約15万kl(約41万tCO₂相当)が、わが国の「地球温暖化対策計画」に計上されており、これを目指している。

省エネ型セメントの目指すところ



- ・少量混合成分の混合率の上限を $\leq 5\%$ から $\leq 10\%$ を目指し、それによるクリンカ原料としての石灰石使用量及び製造用エネルギー使用量の低減による二酸化炭素排出量の削減。
- ・現状の普通ポルトランドセメントと比較して、性能的にもそんな色なく、クリンカの割合が減ったことによる影響(例えば廃棄物処理量など)も最小限となるような製品を目指す。
- ・普及にあたっては、ステークホルダーの理解を深める必要がある。

(3) 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。**

【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。

**2050年CNに向けてのGI
基金を活用した技術開発**

【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】

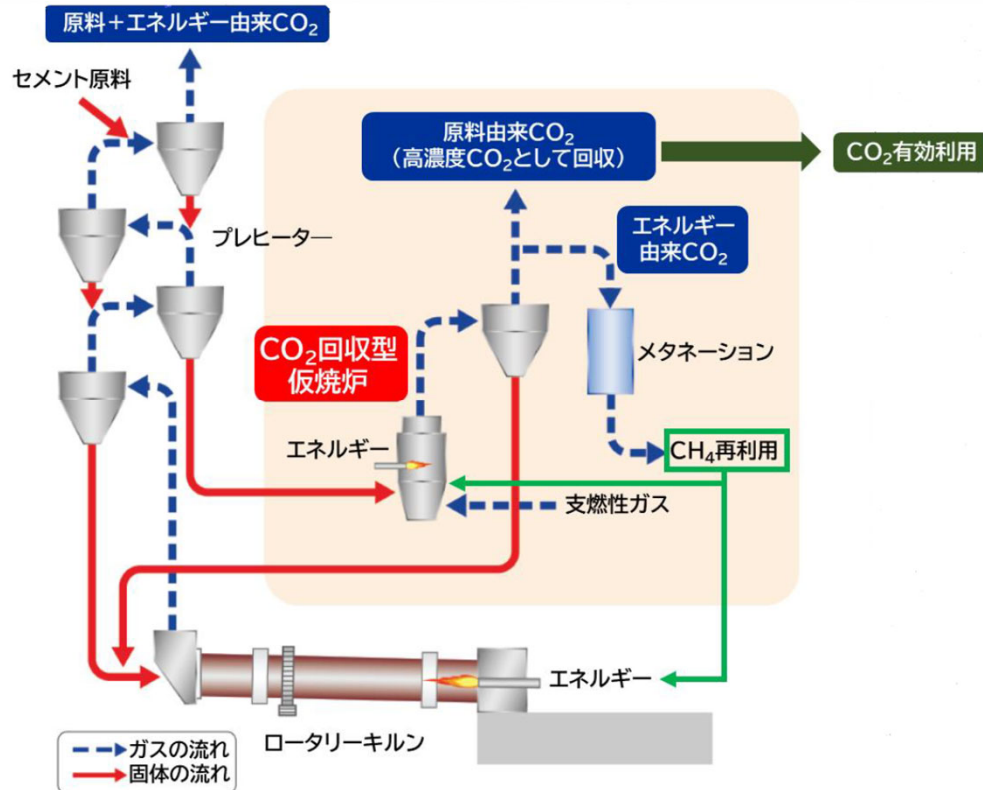
- ・国のグリーン成長戦略等に沿いながら、技術開発を推進し、二酸化炭素の削減を目指す。

(4)CNに向けた取り組み：GI基金事業における進捗状況①

【CO₂回収型セメント製造プロセス】太平洋セメント(株)

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効率よくCO₂を回収するCO₂回収型仮焼炉(C2SPキルン[®])の開発と実証を進めている。また、CO₂利用技術としてセメントプロセスに適したメタネーション(エネルギー化)の開発も行っている。

- ・2022年9月：CO₂回収型セメント製造設備(C2SPキルン[®])の実証機建設に着手(CO₂回収能力：2.4t/日、クリンカ生産能力：5t/日)。(https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/220909.pdf)
- ・2023年8月：CO₂回収型セメント製造設備(C2SPキルン[®])の実機実証試験((株)デイ・シイ川崎工場)の検討に着手。(https://www.taiheiyo-cement.co.jp/news/news/pdf/230807.pdf)



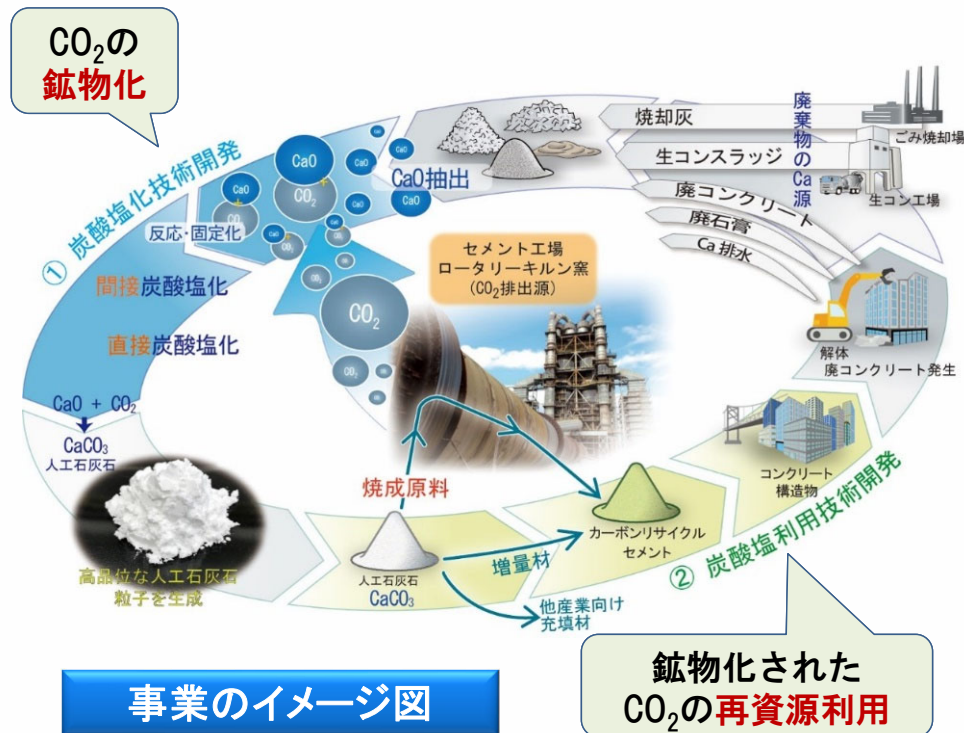
CO₂回収型セメント製造プロセスの概念図



CO₂回収型セメント製造設備(C2SPキルン[®])の実証機建設状況

(4)CNに向けた取り組み：GI基金事業における進捗状況②

【多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立】[幹事]住友大阪セメント(株)、UBE三菱セメント(株)、大成建設(株)、(大)山口大学、(大)九州大学、(大)東京工業大学、(大)東京大学
 廃コンクリートや一般焼却灰などカルシウム(Ca)を含有する多様な廃棄物等からCaOを抽出し、セメント生産工程で分離されたCO₂と再結合させることで、人工石灰石(CaCO₃)を生成(炭酸塩化)し、これを原料としたカーボンリサイクルセメント(CRC)製造技術の開発を進める。
 ・2022年9月：人工石灰石を用いたカーボンリサイクルセメントを原料とするたコンクリート製品(U字側溝)が、国土交通省の直轄工事に試行適用(下記右図参照)。



<人工石灰石およびU字溝の製造過程>



<直轄工事現場に設置されたU字溝>

「グリーンイノベーション基金によるカーボンリサイクルセメント製品が国土交通省直轄工事に試行適用」

出所: <https://www.soc.co.jp/news/63859/>

出所: <https://www.soc.co.jp/news/67592/>

セメントが、 日本を救う。

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助けになります。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引き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。