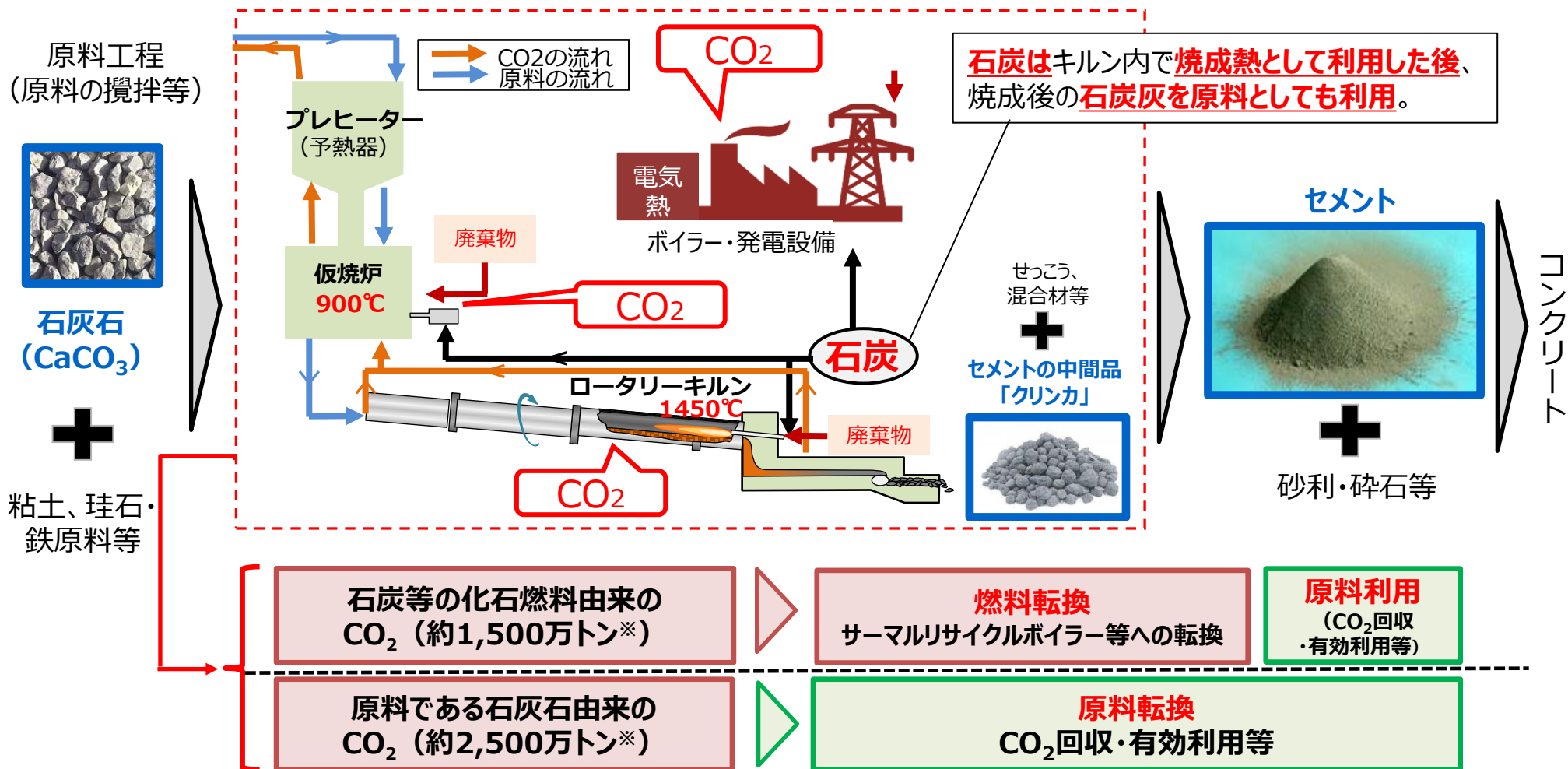


参考資料（セメント）

セメント製造の流れとCO₂排出

- セメント製造では、原料の石灰石（CaCO₃）の焼成により脱炭酸※することでCO₂が必然的に発生。その際、900～1450度のキルン等での焼成工程と自家発電・ボイラーの燃料として石炭等の化石燃料を利用することでCO₂が発生。カーボンニュートラル実現のためにはこれら両面の脱炭素対応を行うことが必要。

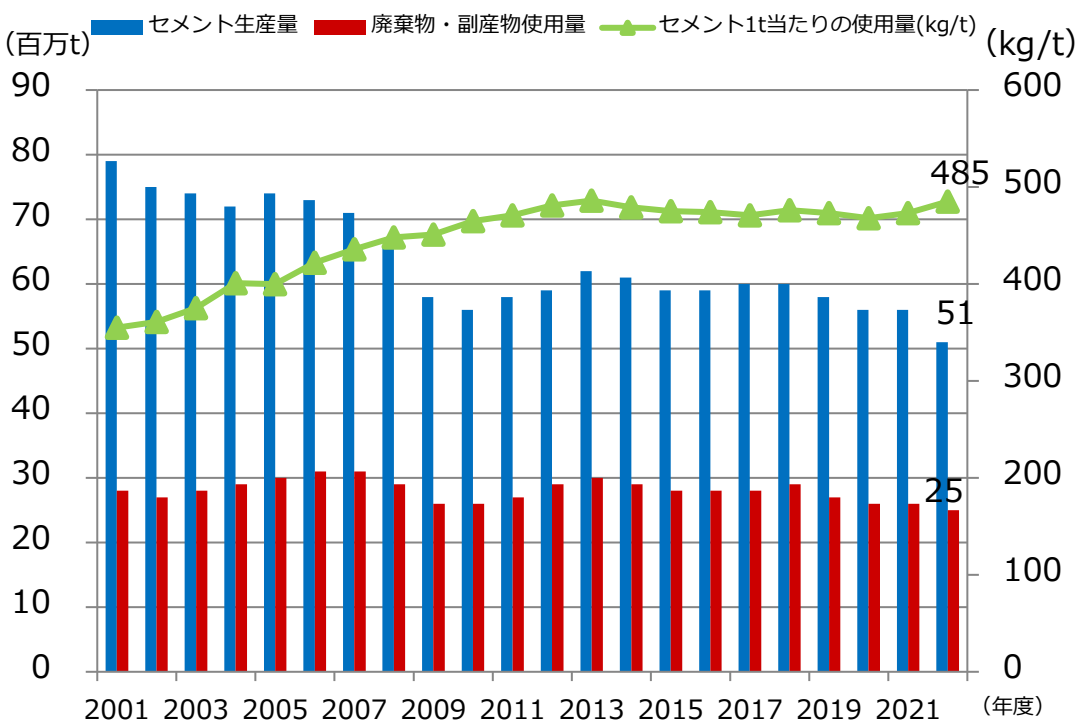
※脱炭酸： $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$



GX/循環経済におけるセメント産業の重要性

- **セメントは廃棄物を燃料や原料として無駄なく利用**し、循環型社会において重要な役割を担う。**セメント1トンに対して約500kgの廃棄物等を利用**。産業全体で**約3,000万トン（国内で発生する廃棄物全体の約5%）**を受け入れ（セメント製造業からの副産物や廃棄物はほぼゼロ）。
- **東日本大震災以降は、災害廃棄物の受入れ処理**するなど、セメント工場の稼働は**自治体の災害復旧に貢献**。
- 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**。

廃棄物の受入量の推移



出所：セメント協会

災害廃棄物の受入処理例

発生年	自然災害
2011年	東日本大震災
2014年	広島県土砂災害
2015年	関東・東北豪雨
	D.Waste-Netに加入
2016年	熊本地震
2017年	九州北部豪雨
2018年	西日本豪雨
2019年	台風19号、九州北部豪雨
2020年	豪雨



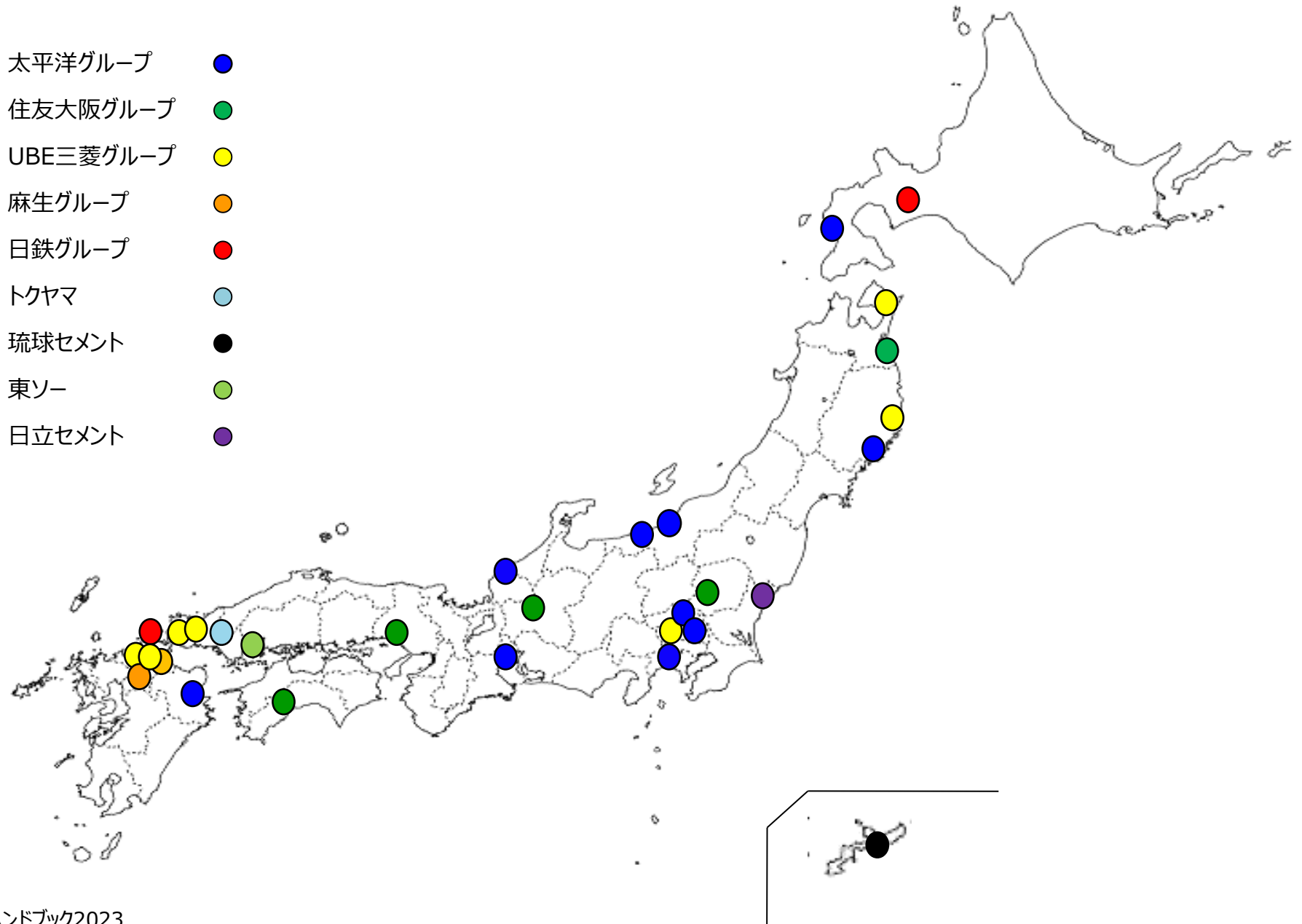
(参考) 災害廃棄物受入量について

- 東日本大震災 110万トン

- 熊本地震 22万トン

(参考) 全国のセメント工場立地状況

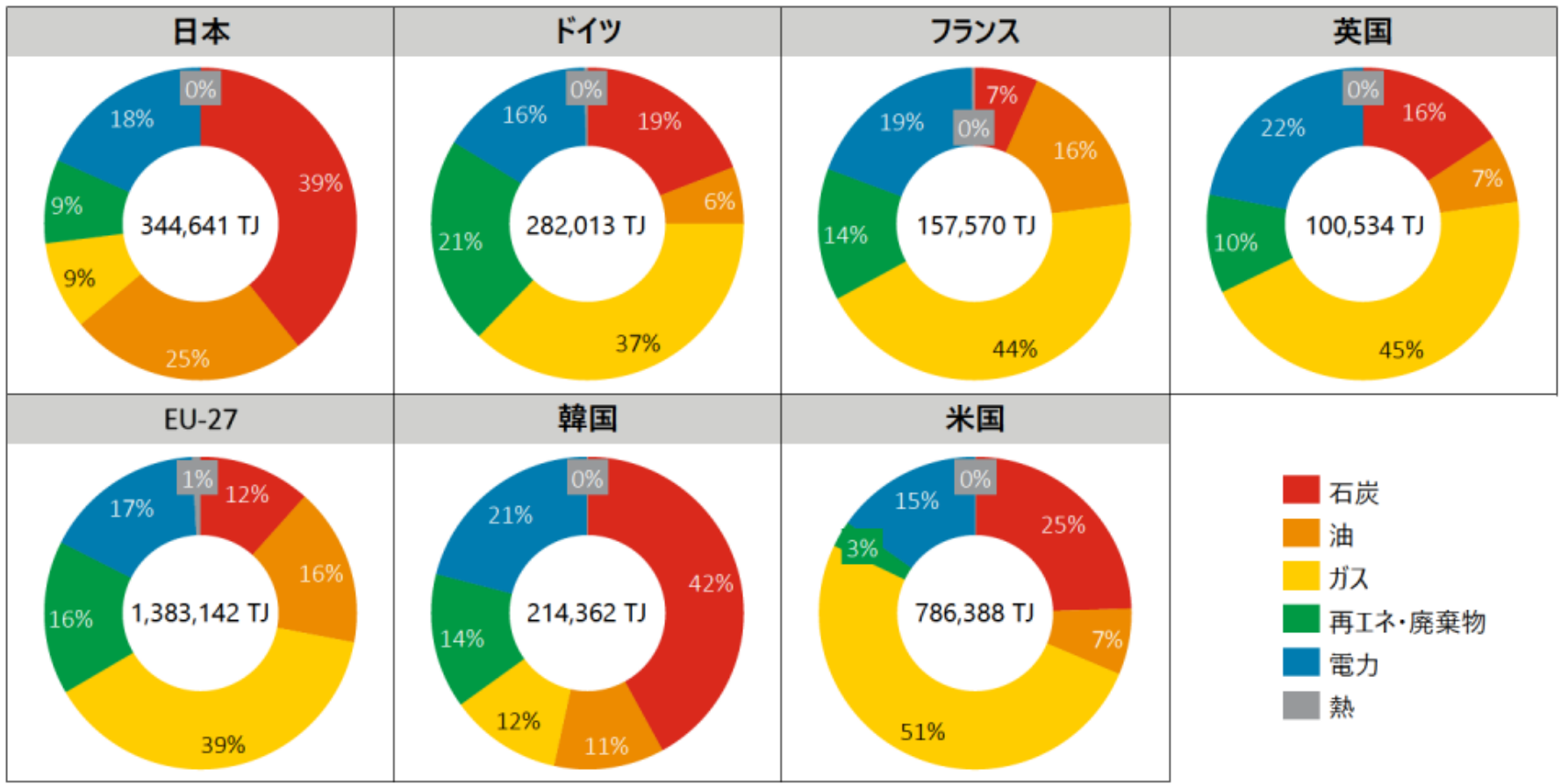
- 太平洋グループ ●
- 住友大阪グループ ●
- UBE三菱グループ ●
- 麻生グループ ●
- 日鉄グループ ●
- トクヤマ ●
- 琉球セメント ●
- 東ソー ●
- 日立セメント ●



世界のセメント産業のエネルギー構成

■ 安価かつ持続的に燃料を調達する観点から、欧米諸国は日本に比べて、天然ガスを利用している状況。

窯業土石産業におけるエネルギー構成（2019年度）

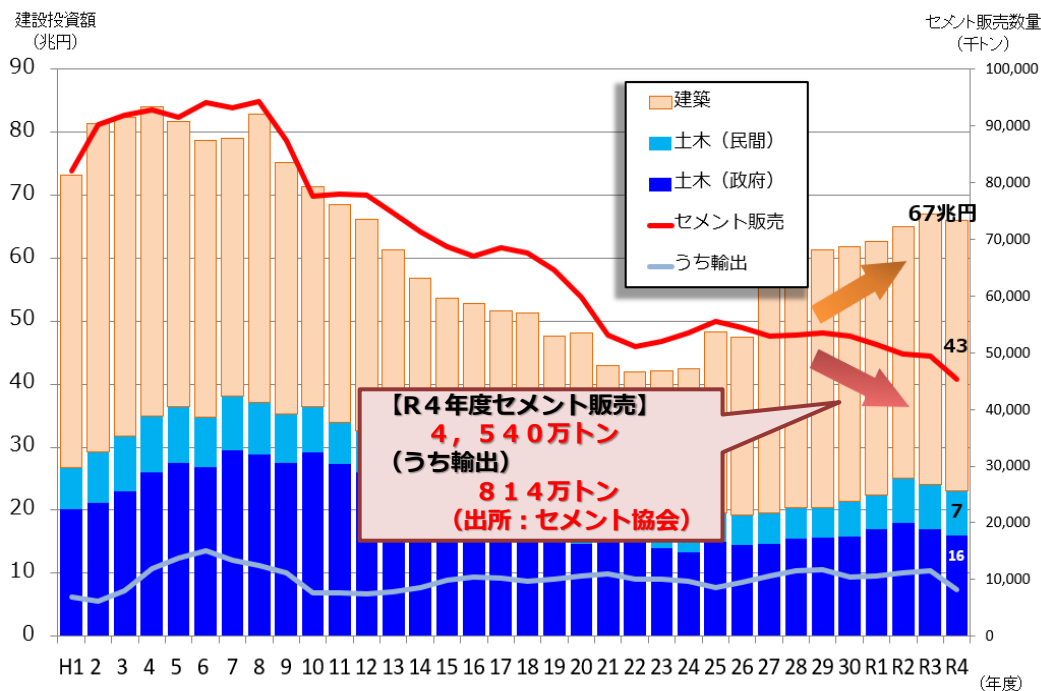


※令和3年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業
 脱炭素化が産業活動へ与える影響に関する分析・調査支援事業 調査報告書 (デロイト トーマツ コンサルティング合同会社)

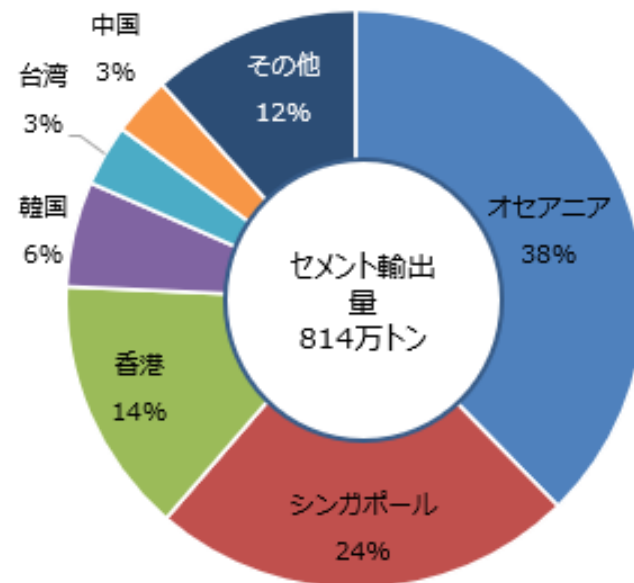
建設投資額とセメント販売量の推移

- 我が国の建設投資額は、平成4年度以降大きく減少。近年は国土強靱化対策により増額されているが、人件費等コスト増を背景に、セメント販売量は増加しておらず、ピーク時より半減。
- 日本のセメントの主な輸出先は、オセアニア、シンガポール、香港等で、アジア・オセアニア向けが太宗を占める。

建設投資額とセメント販売量の推移



2022年度の輸出先



グリーンセメントに関する海外の取組

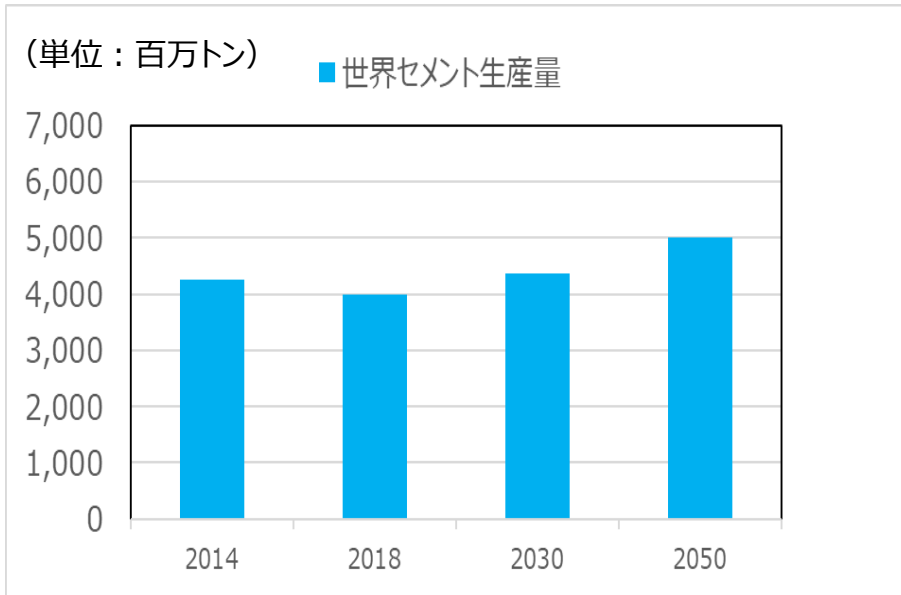
- 欧米を中心に、グリーンセメントやコンクリートの利用を後押しする動きが加速している状況。
- IDDI(公共調達) や FMC(民間調達) では、2030年からのニアゼロエミッション・セメントやコンクリートの調達利用へのコミットを求めている。また、IDDIでは調達算定のためのLCA手法の策定にも取り組むなど、調達へのコミットや算定方法への対応が求められている。

分類	機関	概要
公共	G7 (原案はIEA)	<ul style="list-style-type: none"> ● 2022年5月、IEAはセメント、鉄鋼分野で2050年ネットゼロを達成するため、<u>生産を維持しつつトランジションを実現するため、セメント産業等が取り組むべき方向性</u>を定めた。 ● セメントなど<u>ゼロエミッション化が困難な分野を、Near zero emission (CO2排出量、アプローチ方法等)</u>と定義。各国の事情を考慮したアプローチを前提に、セメント分野のCO₂排出量やクリンカ比率の低減、CCUSの活用等の取組方針とともに、それを達成するため、国際的な協調、資金供給メカニズム、公共調達の必要性などがまとめられた。
	EU CBAM	<ul style="list-style-type: none"> ● 2023年5月に施行された炭素国境調整メカニズム (CBAM: Carbon Border Adjustment Measure) において、2026年1月から、<u>域外諸国からのセメント、電力、肥料、鉄鋼、アルミ、水素の導入</u>について、<u>製品当たり炭素排出量に基づく証書の購入 (= 輸入課金)</u>が求められる。
	IDDI the Industrial Deep Decarbonization Initiative	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>2030年までに</u>、ネットゼロエミセメント/コンクリートを公共調達で使用開始し、炭素集約型産業の脱炭素化を促進。英・印が主導し、独、加、UAE等が参加。 ● セメント・コンクリート調達におけるLCA算定手法のガイドライン策定、調達に当たっての環境宣言ラベルの定義等を議論。
民間	FMC First Movers Coalition	<ul style="list-style-type: none"> ● COP26において、米国は、産業部門の脱炭素化及びその市場創出に向けたFMCイニシアチブを提案。ケリー特使とWEFが、2050年までにネット・ゼロを達成するために必要な重要技術の早期市場創出に向け、<u>世界の主要グローバル企業が購入をコミットするためプラットフォーム</u>として立ち上げ。 ● 参加企業のセメント調達において、<u>2030年までに</u>、少なくとも<u>調達量の10%を、Near-Zero Emission Cement/Concrete</u>とする。

グリーンセメントに関する海外の動向

- 世界のセメント需要は増加の見込みであり、その中でも低炭素製品の需要が高まる可能性。
- 海外でもセメント製造の脱炭素化に向けて、LEILAC、NORCEMなど研究開発・実証事業プロジェクトが進行中。

世界のセメント生産量見通し



世界の主要なセメント企業の取り組み

社名	CN実現に向けた取組例
HeidelbergCement (ドイツ) CEMEX(メキシコ) CALIX(米国)	<ul style="list-style-type: none">▶ EU Horizon2020の資金支援を受け、仮焼炉で石灰石を間接的に加熱し、石灰石から排出されるCO₂を回収する技術を研究開発を実施。▶ 石灰石の間接加熱方式は、仮焼炉外周側から鋼板を介して、間接的に石灰石を加熱するもの。▶ 高濃度のCO₂回収が可能だが、大量の石灰石燃焼に必須な設備の大規模化が課題がある。
Norcem (ノルウェー)	<ul style="list-style-type: none">▶ スウェーデンエネルギー庁とノルウェーCLIMITによる共同出資プロジェクト。Norcem社のセメントプラント等からCO₂を回収。▶ 2024年の商用開始に向けてスウェーデンの工場での脱炭素化を発表。石灰石由来CO₂は化学吸収法（アミン法）で回収し、回収CO₂を圧縮冷却して海底貯蔵（CCS）する計画。同社はCO₂回収エネルギーがセメント生産の5倍と推計しており、コスト高が課題。

セメント産業の燃料転換及び原料転換

■ セメント産業のカーボンニュートラルの実現に向けては、

① 焼成工程や石炭火力等の燃料を廃棄物やバイオマス等へ切り替える「燃料転換」

② 廃コンクリート等をリサイクルし、CO₂の回収・再利用を伴う「原料転換」によるカーボンニュートラルセメントの生産拡大

を並行して進めることで、資源循環を通じた構造転換による脱炭素化を進めることが重要。

現状：エネルギー由来・プロセス由来のCO₂排出

①燃料転換

サーマルリサイクルボイラー等への転換

セメント工場
(キルン、自家発電)



石炭から廃棄物、天然ガス等への転換

②原料転換

CO₂や廃棄物等をリサイクルしたセメント製造等

カーボンリサイクル
セメント生成等



セメント

炭酸塩生成



炭酸カルシウム
(CaCO₃)

CaO抽出

CaO

酸化カルシウム
(CaO)を抽出



廃コンクリート等の
カルシウム源

焼成等

酸化カルシウムに
CO₂を固定

回収

CO₂

CO₂有効利用
(メタネーション、CCS等)

廃コンクリート回収の現状と課題

- カルシウムを含む廃棄物（廃コンクリート、廃石こう等）の確保は、低炭素セメントの社会実装において**重要な課題**。廃コンクリートについては建設リサイクル法により再資源化が義務づけられており、建設現場で回収された廃コンクリートが路盤材として再利用されるなど、一定の商流が既に形成されている。
- 廃コンクリートからカルシウムを抽出（カルシウムを抽出した後の残渣の処理等も含む）するにあたっては、路盤材としての活用に比して**多くの処理コストがかかる**。カルシウム抽出にあたり廃コンクリートをビジネスとして効率的に確保していくためには、これらの**コストアップ要因を踏まえて対応**していくことが必要（例えば、廃コンクリートからカルシウム抽出コストの製品価格への転嫁など）

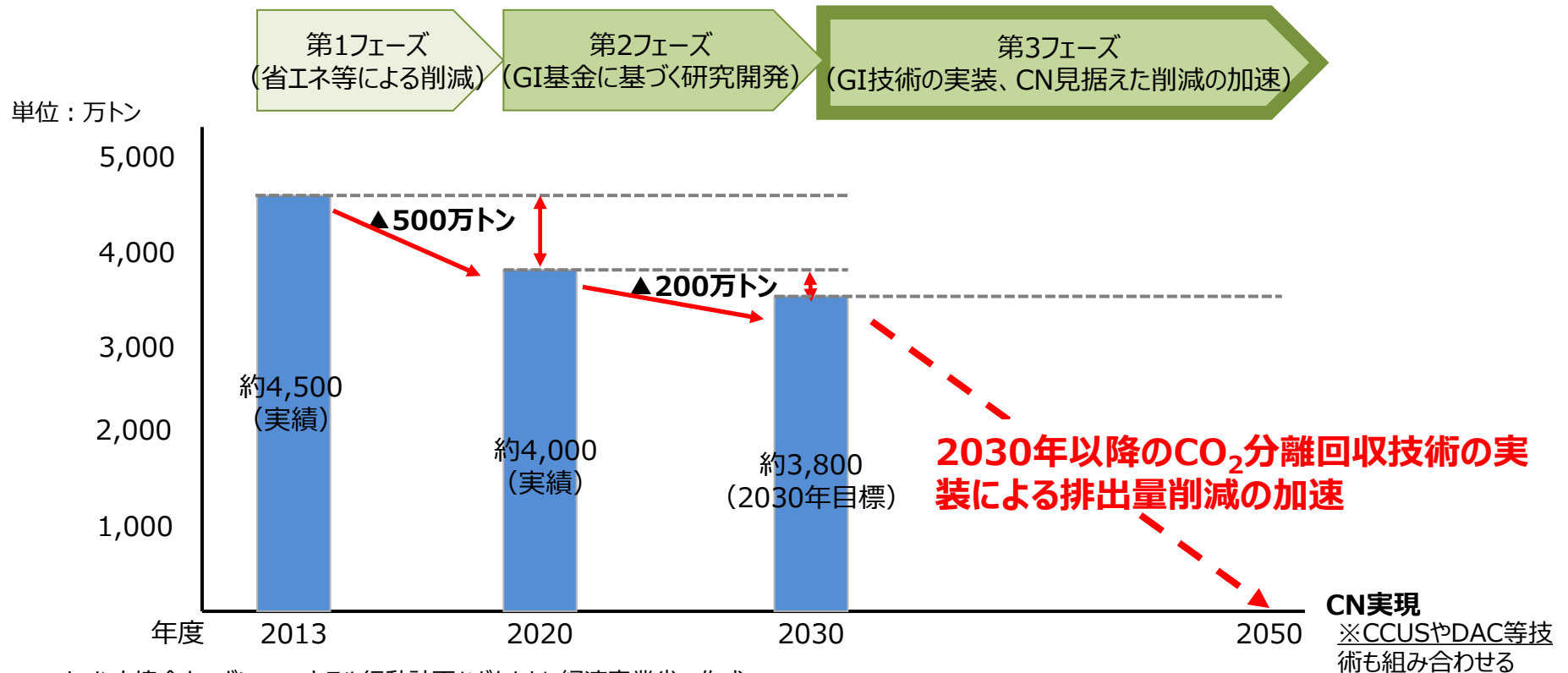
建設リサイクル法（建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律）

特定の建設資材について、①分別解体、②再資源化等が義務付けられている。



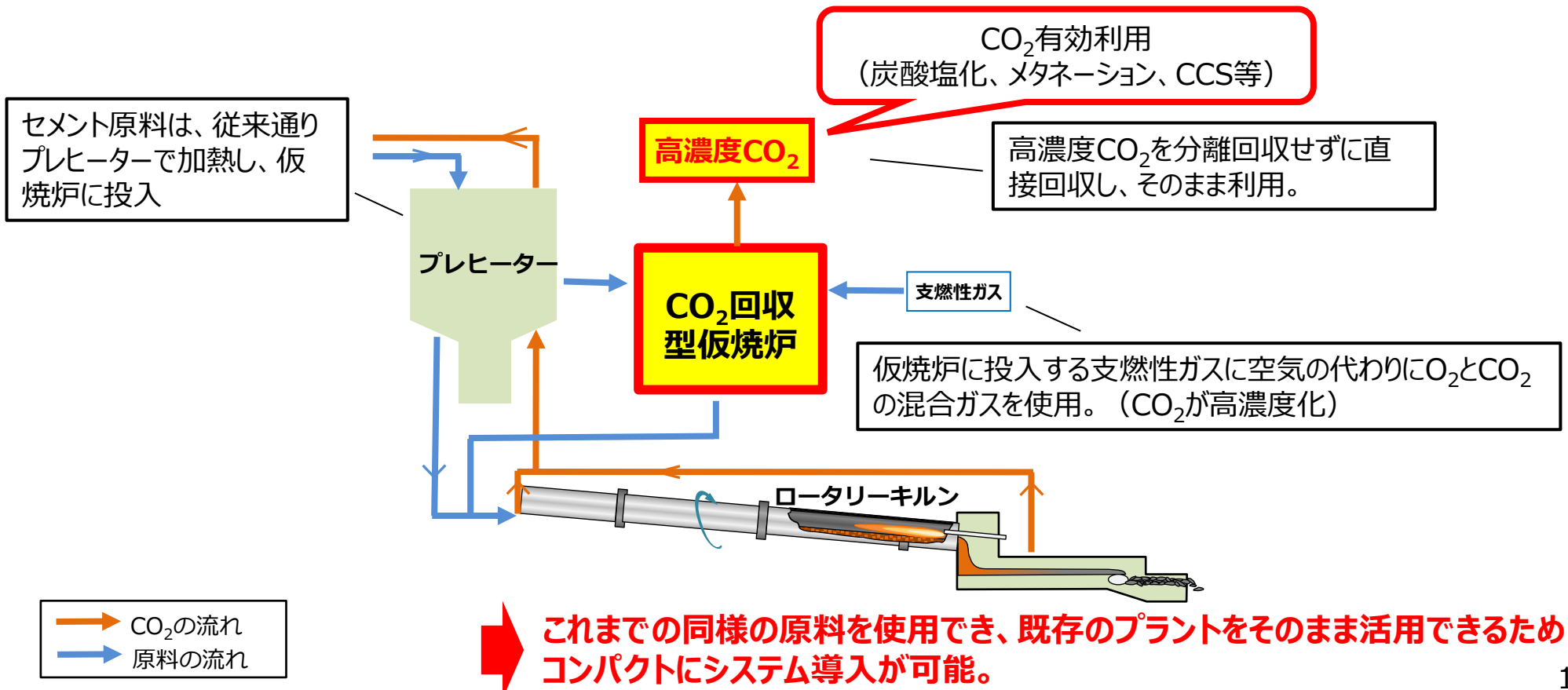
セメント産業のCO₂排出量の削減見通し

- セメント協会はカーボンニュートラル行動計画において、2030年度において、**2013年度実績よりCO₂総排出量を15%削減**する目標。
- これまで廃熱発電、設備の高効率化の省エネ等により、**2020年度時点で目標に対し7割以上の削減を実現**。現在の省エネ技術では実現が難しい更なる排出削減に向け、**現在は研究開発のフェーズ**。
- **2030年以降にCO₂分離回収技術等の社会実装を進めCO₂削減を加速し、2050年カーボンニュートラルの実現**を目指す。



(参考) 第2フェーズ対応事例：CO₂回収型セメント製造技術

- CO₂回収型セメント製造技術は、プレヒーターで発生するCO₂のうち、85%以上を回収することを可能にする技術。
- 当該技術により、原料である石灰石由来のCO₂の回収も可能になり、転換が困難な原料由来のCO₂排出削減にも貢献。社会実装は2030年以降であるが、2050年に向けたCN実現に大きく寄与する。



セメント領域におけるGX支援のイメージ

- ◆ 2050年カーボンニュートラルを実現するための課題は、①**焼成工程や石炭火力のボイラーの燃料転換**、②**セメント製造時に発生するCO₂の回収技術の実装（原料転換）**によるカーボンリサイクルセメントの生産拡大。
- ◆ これら課題解決に繋がる**トップランナーとなる案件**に対して、**国が支援**することで、セメント業界のGX化を促し、国内における国土強靱化の強化、および、廃棄物処理といった社会機能を維持しつつ、**製造プロセスにおけるCO₂回収技術の社会実装**を図る。

R&D

GI基金

- セメント製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証研究
 - 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術研究
- 等

支援優先度

政府支援あり

燃料転換
and/or
原料転換

既存支援策の活用
民間独自による投資

既存技術を活用した脱炭素化とR&D成果の両輪によるGX技術の加速

①**焼成工程や自家発電で使用する石炭ボイラーをサーマルリサイクルボイラーへ転換（燃料転換）**し、②**セメント製造プロセスにおけるCO₂回収技術の実装**を図りながら、新たに市場獲得に寄与する案件に対して支援

⇒カーボンリサイクルセメントの生産拡大する過程において、廃棄物等の**資源循環に貢献**する等、**構造転換の礎となる案件に対して特に重点的に支援**。

石炭ボイラー等をLNG転換する場合や、既存設備を省エネ型の設備に更新する取組などに対しては、**省エネ補助金等の既存支援策を活用し民間投資を加速**。

政府が支援する取組の成果の横展開を通じて、脱炭素化に向けた**民間投資を加速**