

コンクリート・セメントのカーボンニュートラル に向けた国内外の動向等について

令和6年10月18日

経済産業省

製造産業局

資源エネルギー庁

- 
1. **コンクリート・セメントに関する全体概況**
 2. **コンクリートの進捗説明**
 3. **セメントの進捗説明**
 4. **参考資料**

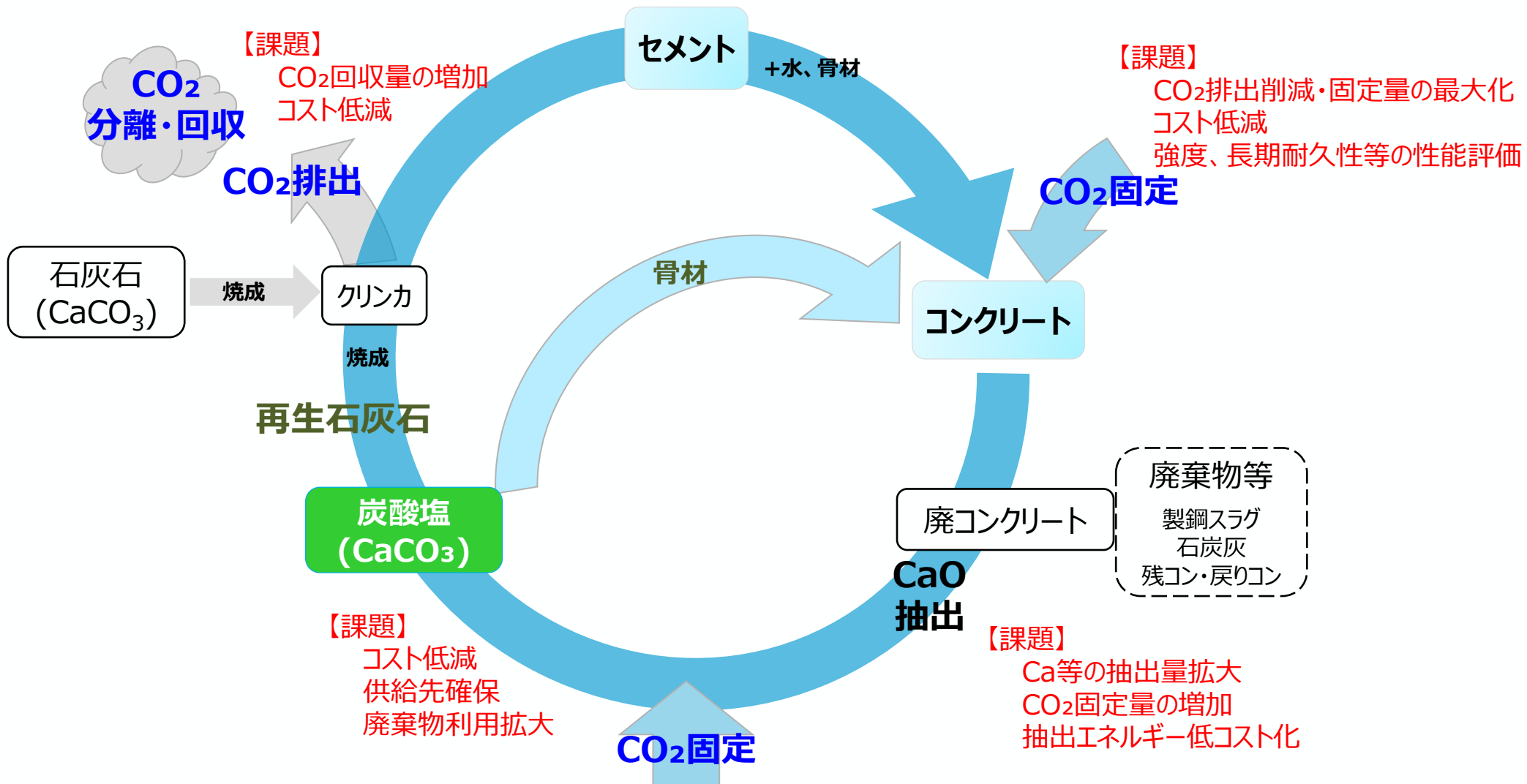
- 
- 1. コンクリート・セメントに関する全体概況**
 2. コンクリートの進捗説明
 3. セメントの進捗説明
 4. 参考資料

コンクリート・セメント産業のカーボンニュートラルに向けた動向（ポイント）

- 我が国のコンクリート・セメント業界は、建築物や橋梁など社会・防災インフラに必須となる基礎素材。また、セメントは下水汚泥などの廃棄物や災害廃棄物等を受入れ、サーキュラーエコノミーにも大きく貢献。自然災害等が頻発する我が国では、耐震性・強度等を確保しつつ、CO₂排出削減にも貢献するコンクリート・セメントを開発していくことが重要。
- 製造業は我が国CO₂排出量の35%を占め、製造業のうち、窯業・土石製品製造業が17.4%。セメント製造プロセスでCO₂が必然的に排出されており、セメント産業からの排出が大宗を占める。セメントの主要用途はコンクリートであり、コンクリート・セメントを一体として、対策を講じることが有効。
- 我が国では、GX（グリーントランスフォーメーション）の施策体系として、投資促進策（補助金・税制等）と市場創出策（CFP・リサイクル・評価ルール等）を整備を進めている。
- 長期的なイノベーションを推進するとともに、公共調達での採用などを通じた国内での技術確立を進める。さらに、評価手法やそれ以外の標準化による国際ルール形成、海外でのグリーン市場の獲得を目指し、官民一体になって進める。

コンクリート・セメント分野におけるカーボンリサイクルの特徴

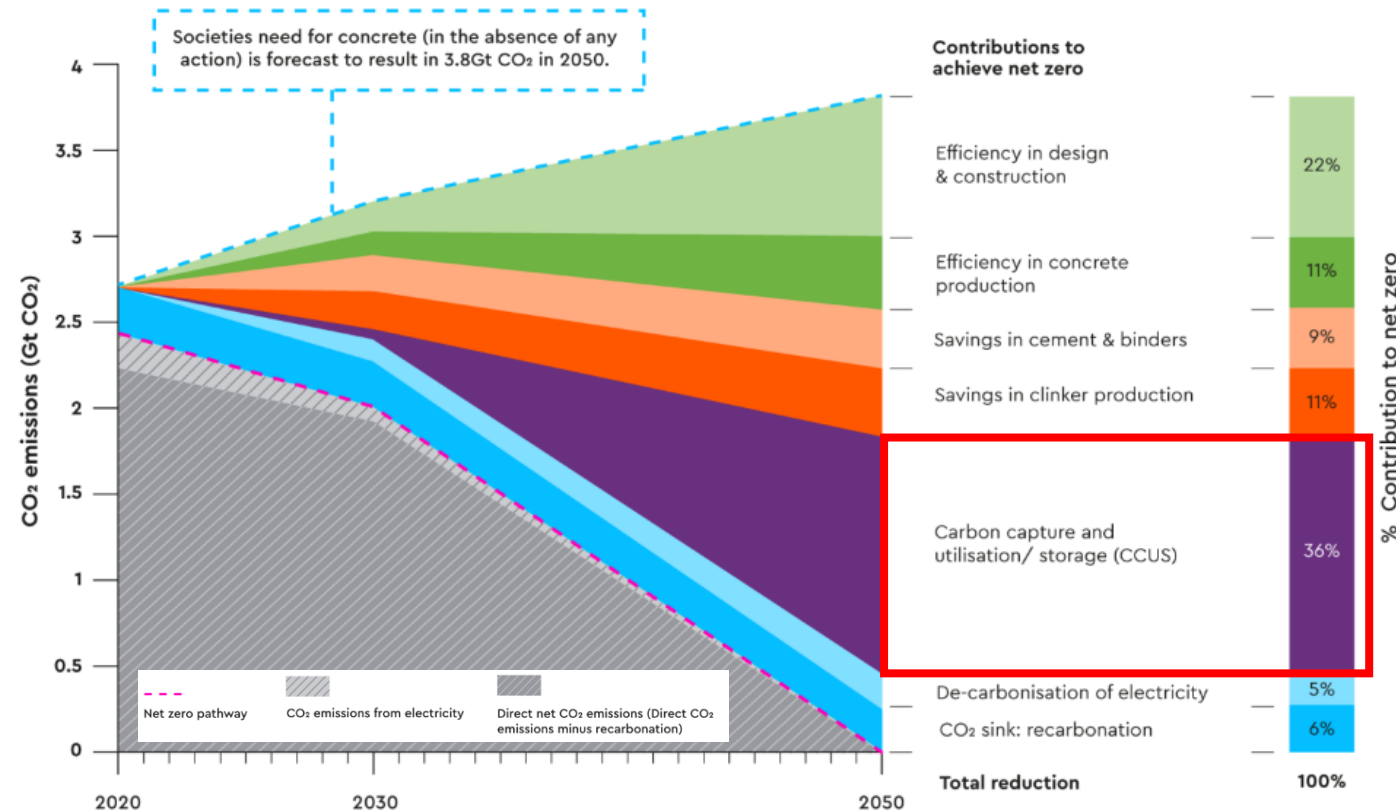
セメント製造時に発生するCO₂を回収するとともに、多様な廃棄物等から、効果的にカルシウム等を抽出し、CO₂を固定することで、コンクリート・セメント材料に活用。強度、長期耐久性などコンクリートの性能を評価しつつ、CO₂排出削減・固定量の最大化、コスト低減等を実現し、持続的な資源循環システムを確立することが重要。



セメント・コンクリート分野における2050年CNに向けた世界の動き

- グローバルセメント・コンクリート協会（GCCA）は、2021年10月にロードマップを発表。2050年までにコンクリートにおけるCO₂排出実質ゼロを目指し、さらに2030年までに25%削減（5億トン）する野心的な中間目標を設定。
- 同ロードマップにおいて、CCUSによるCO₂削減は、商業的な可能性と必要なインフラが確立された2030年以降になると予測。その後、2050年に向けて、その貢献度は増加し、2050年時点では、13.7億トンの削減を見込む。

■ CO₂排出実質ゼロに向けたロードマップ・削減内訳

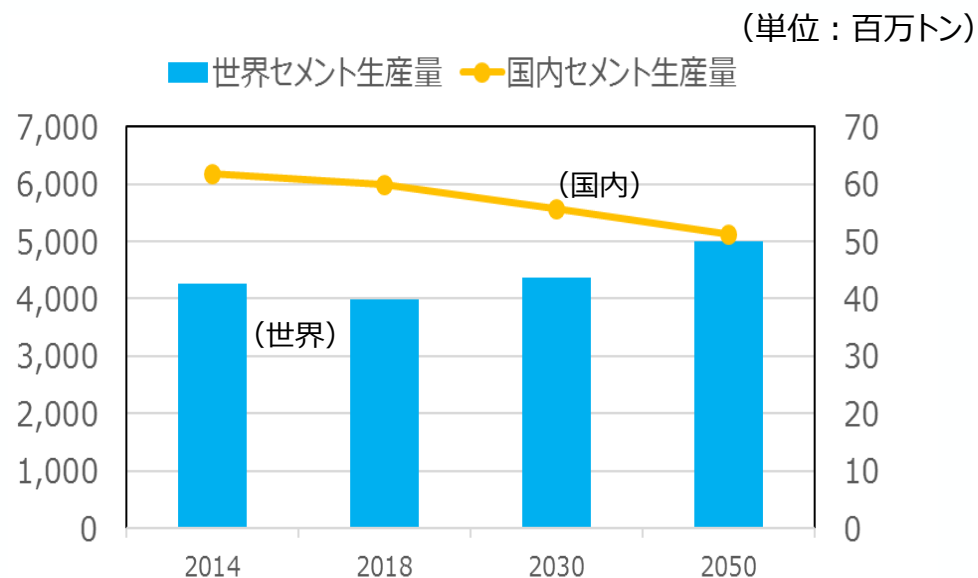


2050年時点において、
CCUSを活用し、13.7億トン-CO₂
の削減見込
(主なCO₂吸収方法)
①湿状コンクリートの注入
②硬化コンクリートの養生時
③廃棄物からの骨材製造

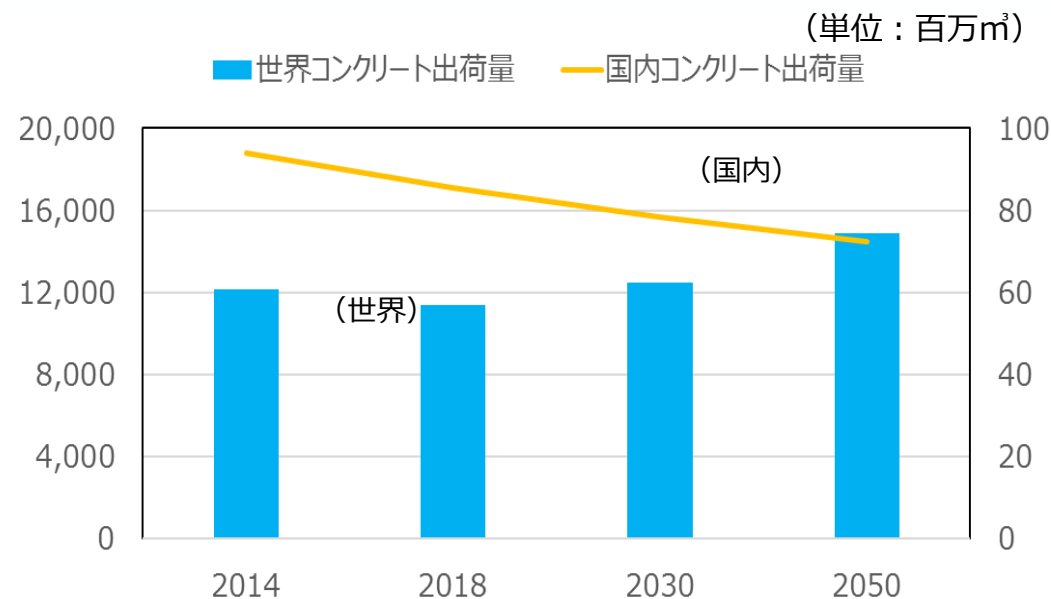
国内外のコンクリート・セメントの市場規模推移

コンクリート・セメントの需要は、国内では減少する一方で、世界では2050年時点で（2014年比で）12～23%程度増加する見込み。

セメント生産量



コンクリート出荷量



※ 1 セメント生産量は、IEALレポート（Technology Roadmap Low-Carbon Transition in the Cement Industry）、セメントハンドブック（一般社団法人セメント協会）、脱炭素社会を目指すセメント産業の長期ビジョン（セメント協会）等を利用して作成。

※ 2 コンクリート出荷量は上記の2030年、2050年国内・世界セメント生産量推計値に、2019年度セメントの生コンクリート向け出荷量（セメントハンドブック）と、生コンクリートの出荷数量（全国生コンクリート工業組合連合会・全国生コンクリート協同組合連合会）の比率を乗じて経済産業省が試算。

コンクリート・セメントの国際市場の確保

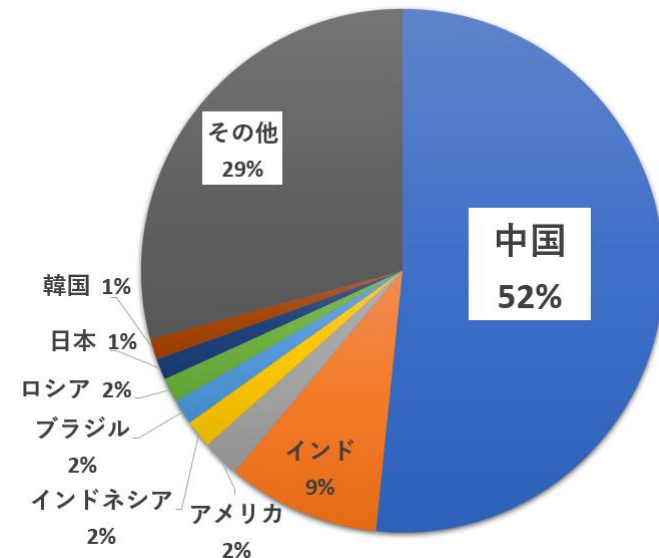
- コンクリート：①市場規模では、北米及びアジアが有望。他方、②価格水準では、アジアは日米欧の半分程度であり、CO₂を再利用したコンクリートの価格競争力に課題。
→ まずは国内及び北米において実績を積みつつ、価格競争力の課題を乗り越えアジアにも展開。
- セメント：世界セメント生産量の半分以上（52%）が中国で生産。中国では2005年頃から国家施策により生産性の高い設備（NSPキルン等）への移行過程。
→ 2050年頃のカーボンニュートラルに向け、セメント産業における中国などでの新規投資が期待。

コンクリート市場（市場規模及び価格水準）

	需要量 (2021年)	生コンクリート価格 (参考：国内1.5万円/m ³)
北米	274百万m ³	約150～160ドル/m ³
アジア (中・印・ 尼)	1,660百万m ³	約50～90ドル/m ³
欧州 (独・英・仏)	82百万m ³	約120～180ドル/m ³
豪州	54百万m ³	約150～160ドル/m ³

※出典：調査報告書等をもとに資源エネルギー庁で作成

世界のセメント市場（生産量、2022年）



出典：一般社団法人セメント協会「セメントハンドブック」



低炭素などの価値が組み込まれた新たな市場を創出・獲得する、という考え方の下、標準化戦略や知財戦略を検討し、技術の社会実装を図る必要がある。

(参考) CCUSの国際展開に向けた取組

- 大規模なCO₂貯留ポテンシャルが期待されるアジア全域でのCCUS活用に向けた知見共有や事業環境整備を目指し、国際的な産学官プラットフォーム「アジアCCUSネットワーク」を経済産業省主導のもと設立。
- 「カーボンリサイクル産学官国際会議」を通じ、CCU/カーボンリサイクルについて各国が社会実装に向けた技術開発・実証に取り組むことを確認するとともに、各国との協力分野の深掘り等を進め、世界の実効的な脱炭素化に向けて、日本が技術開発等をリードしていく姿勢を示す。

アジアCCUSネットワークフォーラム (ACNF)

- 第4回アジアCCUSネットワークフォーラム
日時：2024年8月15日（於：タイ・バンコク＋オンライン）
- 第4回となる今年度フォーラムは、日本以外で初開催。また、アジア有数のエネルギー関連の展示会SETA (Sustainable Technology Asia) の枠組みにおいて開催し、アジアへのアウトリーチを強化。
- ①CCS事業の実現に向けた制度整備、②カーボンリサイクル技術の社会実装に向けた技術開発、③各国の政策動向等について議論を行った。



カーボンリサイクル産学官国際会議

- 第6回カーボンリサイクル産学官国際会議
日時：2024年10月11日（金）13～18時
（於：ウエスティンホテル東京＋オンライン）
- 各国の政策、ビジネス・投資、研究開発動向についてパネルディスカッションを行うほか、日本企業等のCR技術に関するポスター展示、学生交流会を実施。
- シンガポール国立大学/ISCE2（化学・エネルギー環境持続可能性研究所）准教授にパネリストとして参加頂く予定。



- 
1. コンクリート・セメントに関する全体概況
 - 2. コンクリートの進捗説明**
 3. セメントの進捗説明
 4. 参考資料

カーボンリサイクル技術（コンクリート・セメント分野）の開発・社会実装の方向性

1. 技術課題

- **【①コンクリート分野】 CO₂排出削減・固定量最大化コンクリート製造技術の開発：**
※特殊コンクリートやプレキャストコンクリート、モルタル、セメント系固化材（地盤改良材）等の製造技術も含む
CO₂を固定する材料の複合利用技術や、コストを最小化する製造・施工技術の確立、CO₂固定量の評価技術やコンクリートの性能評価（強度、長期耐久性等）を含めた品質管理手法の確立。
- **【②セメント分野】 CO₂回収型セメント製造プロセスの開発：**
コンクリートの原料であるセメントの製造プロセスで石灰石から排出されるCO₂を効率的に分離回収・再利用する技術とともに、CO₂を固定して製造したセメント製品のコスト低減、性能評価等を行うことでの技術の確立。

2. 社会実装、需要創出に向けた取組

- 将来的な公共調達等を目指し、開発初期段階から国土交通省、地方自治体、関連学会等と連携。
- 大阪万博等を通じ、CO₂固定量等のデータ取得を進めるとともに、需要家への情報発信・調達促進を図る。（環境意識の高い発注元による先行活用や簡易用途から実績拡充）
- CO₂排出削減・固定量の評価、CO₂固定・利用に係る認証等の国内/国際標準を通じて、製品特性を踏まえつつ付加価値を明確化するとともに、関連学会のガイドラインや指針類への反映を目指す。
- 需要側の導入インセンティブを高めるため、温室効果ガス排出インベントリへの登録や、カーボנקレジット制度での活用を検討する。
- 知財取得等を開発と並行して進めるとともに、「CO₂排出削減・有効利用」を付加価値としてライセンス事業を通じた国内外への普及を戦略的に進める。

GI基金による現場実証実績

前回WG（2022年11月）以降の実証事業の状況

駐車場、歩道、ベンチへの使用（施工中）

実施場所：滋賀県大津市（ラーゴ大津）

製造施工量：

駐車場・園路 93m²(延面積714m²)

ベンチ 調整中

CO₂固定量：

駐車場・園路 5.9t

ベンチ 159kg-CO₂/m²



・工程管理方法
・排水計画、端部処理
目地割りなど詳細計画中

放水路管理道への使用（供用中）

実施場所：高知県高岡郡日高村

製造施工量：36m²

CO₂削減量：200kg



自転車道への使用（供用中）

実施場所：静岡県伊豆の国市

製造施工量：延面積4844m²

路盤材 630m²

コンクリート 290m²

CO₂削減量：粒状化再生骨材使用のため、自然由来以外のCO₂固定はない



駐車場への使用（供用中）

実施場所：静岡県伊豆長岡

製造施工量：延面積979m²

再生プレキャスト版 6枚

コンクリート 128m²

CO₂削減量：粒状化再生骨材使用のため、自然由来以外のCO₂固定はない



大型車の試験走路（計画中）

実施場所：福島県田村市

製造施工量：

路盤材 25m²(延面積190m²)

プレキャスト版 28枚

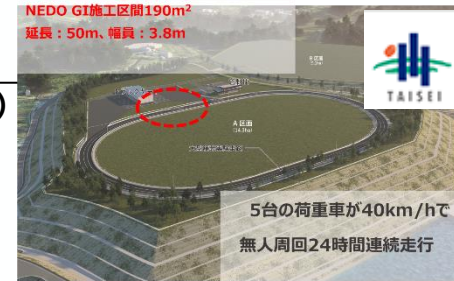
CO₂削減量：

路盤材 106kg-CO₂/m²

CO₂固定量：

路盤材 40kg-CO₂/m²

プレキャスト版 8~48kg-CO₂/m²（配合試験計画中）



ドーム型建造物への使用（実証完了）

実施場所：東京都調布市

製造施工量：床面積 263.99m²

CO₂削減量：通常のコンクリート吹きつけドームと比較して約70%削減



テトラポッドへの使用（モニタリング中）

実施場所：静岡県熱海市

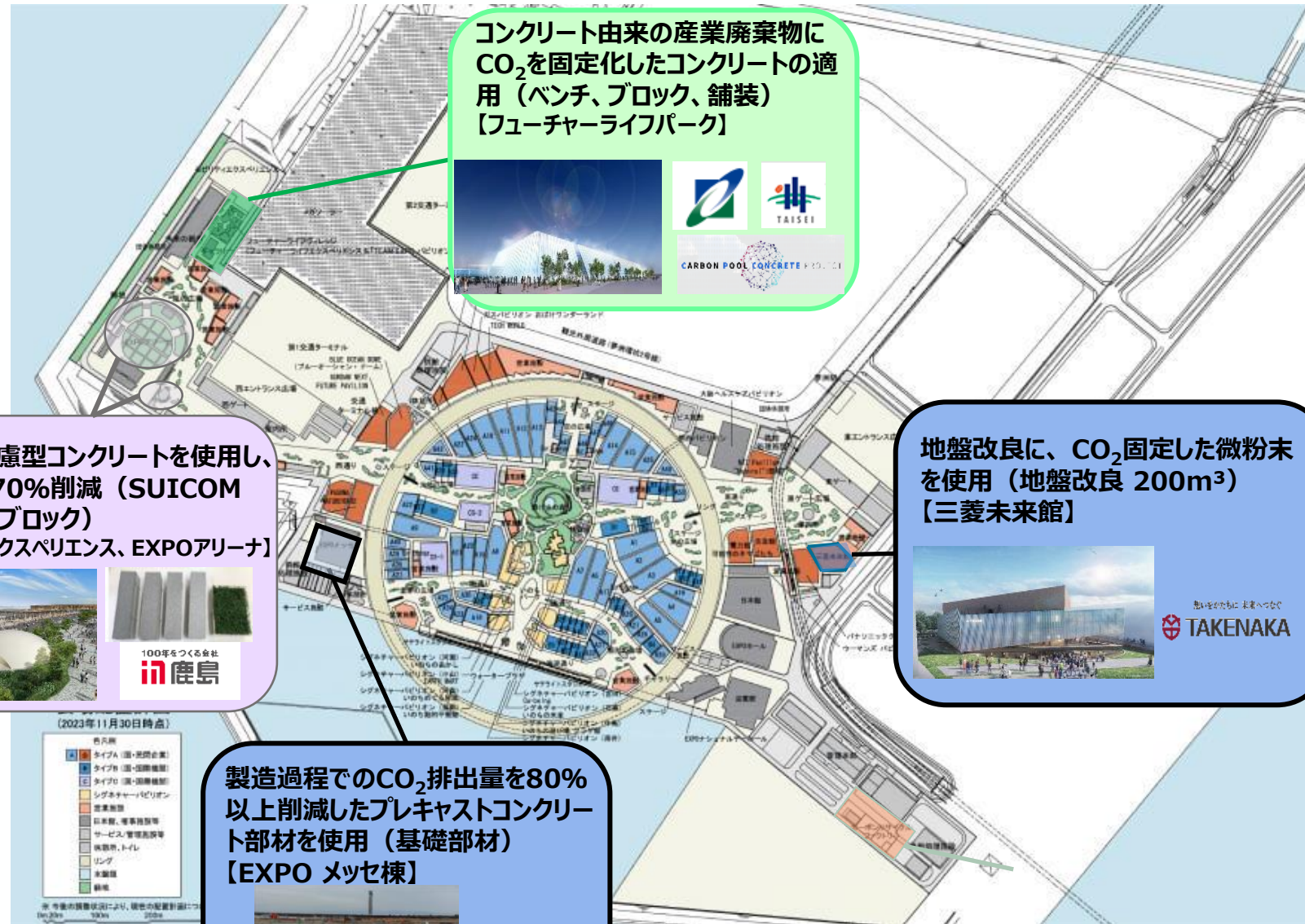
製造施工量：4t型×2体

CO₂削減量：

普通セメントと比較して1体あたり112%削減
(336kg-CO₂/体→ -41kg-CO₂/体)



【参考】万博におけるCO₂吸収型コンクリートの実証事例



環境配慮型コンクリートの市場導入の動き

- 鹿島建設らはセメント使用量の削減と硬化過程でのCO₂の吸収により、製品化にあたってのCO₂排出量を実質ゼロ以下とした環境配慮型コンクリート「CO₂-SUICOM」を実用化。
- 海外では、Solidia（米国）、CarbonCure（カナダ）、MCI Carbon（豪州）等のスタートアップ企業等でも取り組みが活発化。
- ただし、製造時のCO₂削減・固定量については、日本の技術が先行。

CO₂-SUICOM（鹿島建設，デンカ，中国電力）

- 特殊混和材の使用によりコンクリート製造時のCO₂排出量を実質マイナス



https://www.kajima.co.jp/news/digest/jun_2012/searching/index-j.html

Carbon Cure Technologies（カナダ）

- 液化CO₂を生コンクリートへ噴霧し、ナノ鉱物を生成させ、セメント使用量を削減しつつ、強度を維持。
- 三菱商事が出資。會澤高圧コンクリートがライセンス契約を締結

コンクリート製造時のCO₂削減量およびCO₂固定量
(kg-CO₂/m³)

	CO ₂ 削減量	CO ₂ 固定量
CO ₂ -SUICOM	306	109
CarbonCure	23.4	1.38

(注) 『CO₂削減量』は、CO₂固定量に加え、セメント代替等も含めた量
(出典) 各社HP等から資源エネルギー庁で作成

Solidia Technologies（米国）

- セメント原料中の石灰石中の一部を他の鉱物に置換したCO₂排出量の少ないセメントを用いて、水の代わりにCO₂を吸収



<https://www.solidiatech.com/media.html>

MCI Carbon（豪州）

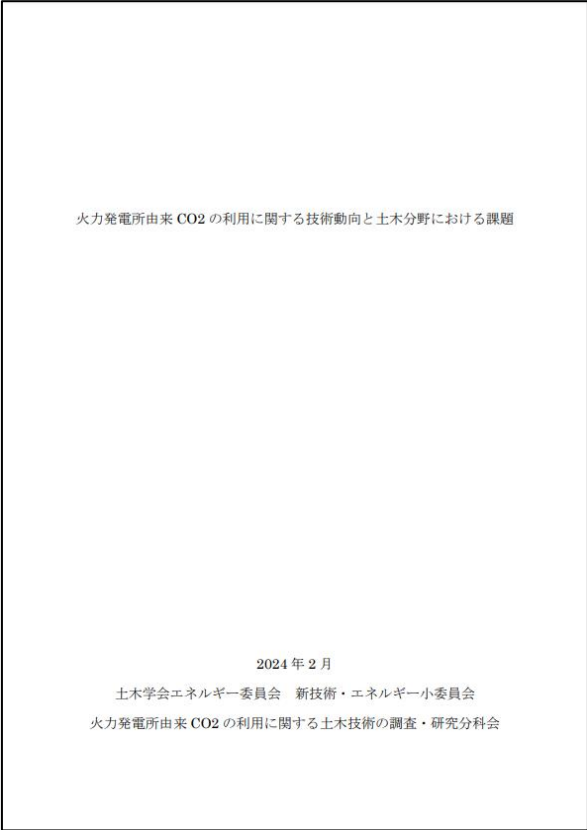
- 製鉄スラグや石炭灰等にCO₂を固定させた炭酸塩をコンクリートに練り込み、コンクリート内部にCO₂を固定化させる技術。
- 大成建設は、伊藤忠商事とともに技術供与を受け、生産実証を実施。



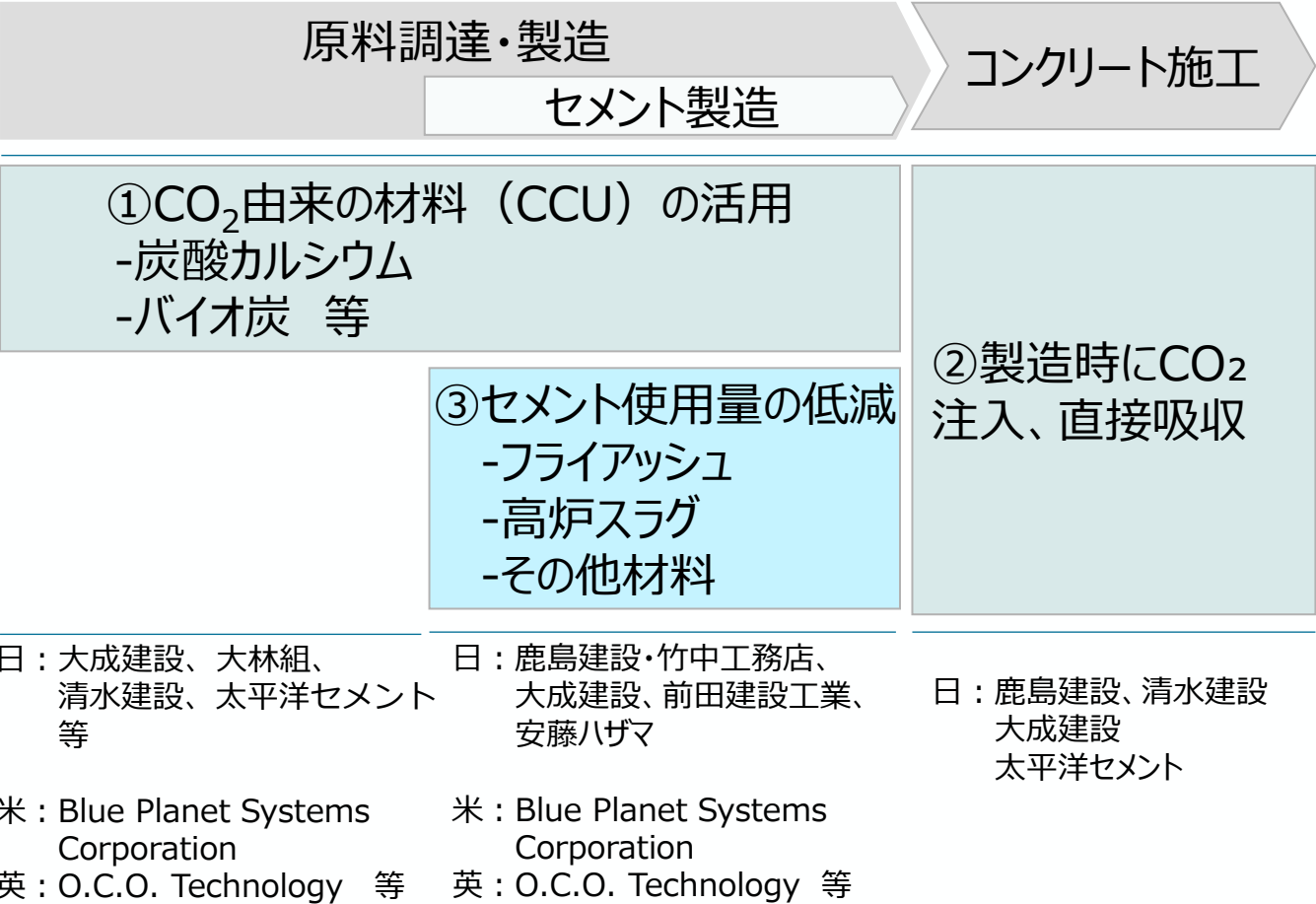
<https://www.mineralcarbonation.com/>

土木学会でのCO₂利用したコンクリートの活用に向けた検討

- 2021年度、土木学会に「火力発電所由来CO₂の利用に関する土木技術の調査・研究分科会」を立ち上げ、関連技術を網羅的に調査検討し、課題を整理し、2024年2月に取りまとめた。
- 報告書では、社会実装に向けて技術開発の促進、ビジネスモデルの構築、インフラの整備、標準化・LCA評価の必要性などが課題として挙げられた。



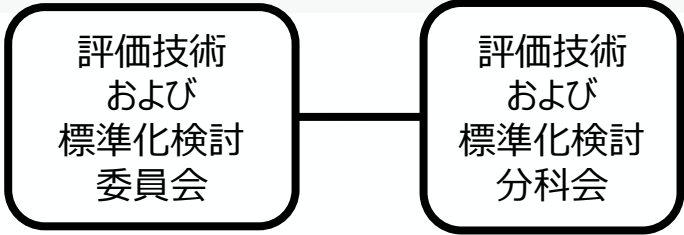
土木学会による報告書取りまとめ（2024年2月）
報告書「火力発電所由来CO₂の利用に関する技術動向と土木分野における課題」



CO₂固定量の評価手法の検討

- CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質管理・固定量評価手法に関する技術開発につき、3つの研究開発項目が採択。標準化を進める上で、評価手法の開発の補完や重複、標準化スケジュールの乖離を防ぐため、NEDOは評価技術および標準化検討委員会を設置。
- 評価技術および標準化検討委員会には、学識経験者、各コンソの代表者、国交省、経産省が参画し、標準化戦略の調整・検討等を実施。

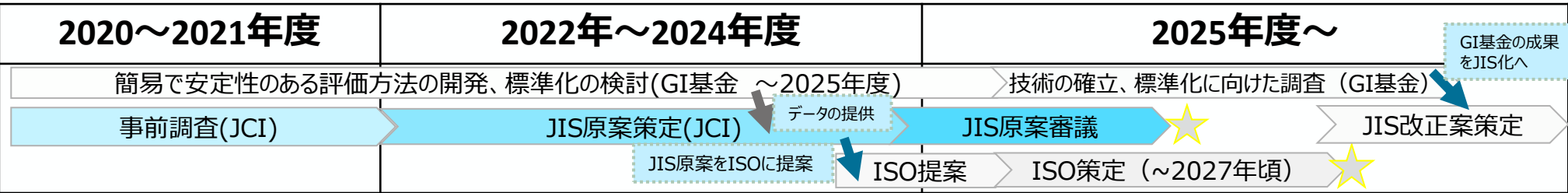
研究開発項目	革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術・品質評価技術の開発	コンクリートにおけるCO ₂ 固定量評価の標準化に関する研究開発	CO ₂ を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装及び構造物への実装
CO ₂ 排出削減・固定量最大化コンクリートの開発	A社 B社 C社		E社 F社 G社
CO ₂ 排出削減・品質管理固定量評価手法に関する技術開発	A社 B社 助言 D大学 助言 H社 この部分の連携 評価データ等の共有		



○標準化検討委員会の体制
学識経験者、各コンソ代表、国交省、
経産省（担当課、国際標準課）

（主な検討事項）
・各コンソ間の情報共有、国内外動向調査の共有、固定量評価に関する標準化の検討等を行い、標準化戦略の調整・検討等を実施

●JIS、ISO化の連携



カーボンリサイクルを通じたCO₂削減価値について

- 令和5年12月から「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法検討会」において、カーボンリサイクル製品のCO₂排出のカウントルールについて議論が本格的に開始。
- 現状のルールでは排出者が計上。
⇒ カーボンリサイクル燃料等のカーボンリサイクル製品の利用者が排出計上する必要。
- CO₂回収による価値を原排出者や利用者に移転していくこととし、CR燃料については、排出削減価値の移転を原排出者と利用者間で合意に基づき実施することが可能になる。今後、鉱物化などの分野についても、検討を行っていく。

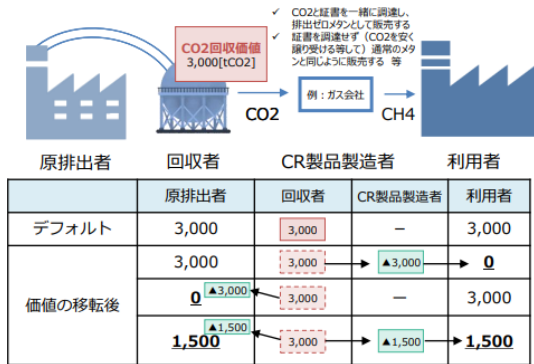
SHK制度におけるカーボンリサイクルのカウントルール案

- 原排出者、利用者ともに排出を計上し、回収による価値（回収価値）は回収者（回収設備の設置者）に一旦帰属することとしたうえで、その価値が原排出者や利用者に移転していくと構成してはどうか。

※多くの場合は、回収者と利用者で直接価値の移転をするのではなく、間に入るカーボンリサイクル製品製造者が、回収者から回収価値を調達し、その価値と製品を合わせて利用者に提供するスキームとなると考えられる。

- このような回収価値の移転に当たっては、原則、証書等の形で価値の移転が確認可能なシステムが構築される必要がある。

<具体的なイメージ>



※簡略化した概念図であり、回収価値から削減価値への変換に際しての計上方法については別途議論

コンクリート分野におけるJ-クレジットの対象について

- J-クレジットの対象は、J-クレジット制度実施要綱に基づき、「日本国温室効果ガスインベントリに計上される排出量、吸収量に資する取組」に限定されている。このため、コンクリート製造に伴うCO₂の吸収分は対象外。
- 環境省は、「日本国温室効果ガスインベントリ報告書」（2024年4月公表）において、環境配慮型コンクリートの製造時に利用したCO₂を初めて控除（吸収分として17トン計上）。
- コンクリート製造に伴うCO₂吸収分をJ-クレジット化すべく、クレジット創出の方法論の策定に向けて、検討を開始。

日本国温室効果ガスインベントリ報告書
2024 年

温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）編
環境省地球環境局総務課炭素社会移行推進室 監修

地球環境研究センター
Center for Global Environmental Research



- 以下 3 種類の環境配慮型コンクリートへの利用に対して適用（合計約17トン、2022年）

製造時CO₂固定型コンクリート

<CO₂-SUICOM>

排気ガスを用いて養生することで排気ガス中に含まれるCO₂をコンクリートに固定

100年をつくる食社
in 鹿島



バイオ炭使用型コンクリート

<SUSMICS-C>

木質バイオマスを炭化した「バイオ炭」をコンクリートに混入することで、CO₂をコンクリートに固定

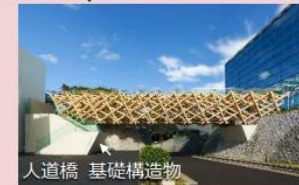
子どもたちに残れることを。
SHIMIZU CORPORATION
清水建設



CO₂由来材料使用型コンクリート

<T-eConcrete/Carbon-Recycle>

セメントの代わりに高炉スラグと特殊な反応剤を使用し、CO₂を吸収・固定化させたカーボンサイクル製品を混ぜ合わせて製造



大成建設
TAISEI
For a Lively World

<クリーンクリートN>

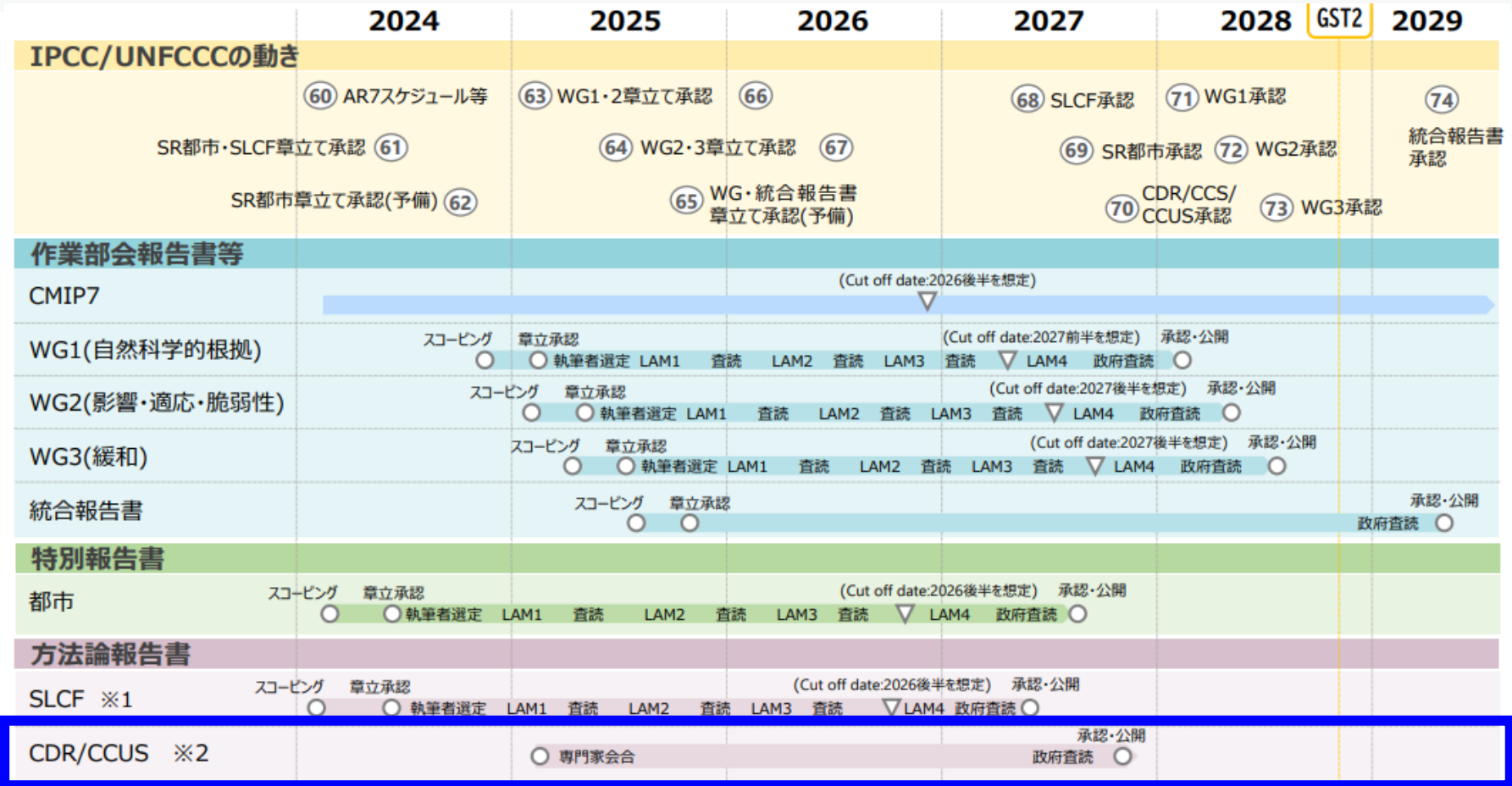
セメント混合割合を40%以下とし、その大部分を高炉スラグ微粉末などで置き換えた「クリーンクリート」に、CO₂を吸収・固定化させた炭酸カルシウムを主成分とする粉体を混ぜ合わせて製造



MAKE BEYOND つくるを拓く
大林組

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

- 2024年1月、トルコ共和国・イスタンブールにおいて、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第60回総会が開催され、第7次評価報告書（AR7）サイクルで作成する成果物及びスケジュール等について議論。
- 2027年までに二酸化炭素除去（CDR）技術・炭素回収利用及び貯留（CCUS）に関する専門家会合を開催し、方法論報告書等を作成すること等が決定。

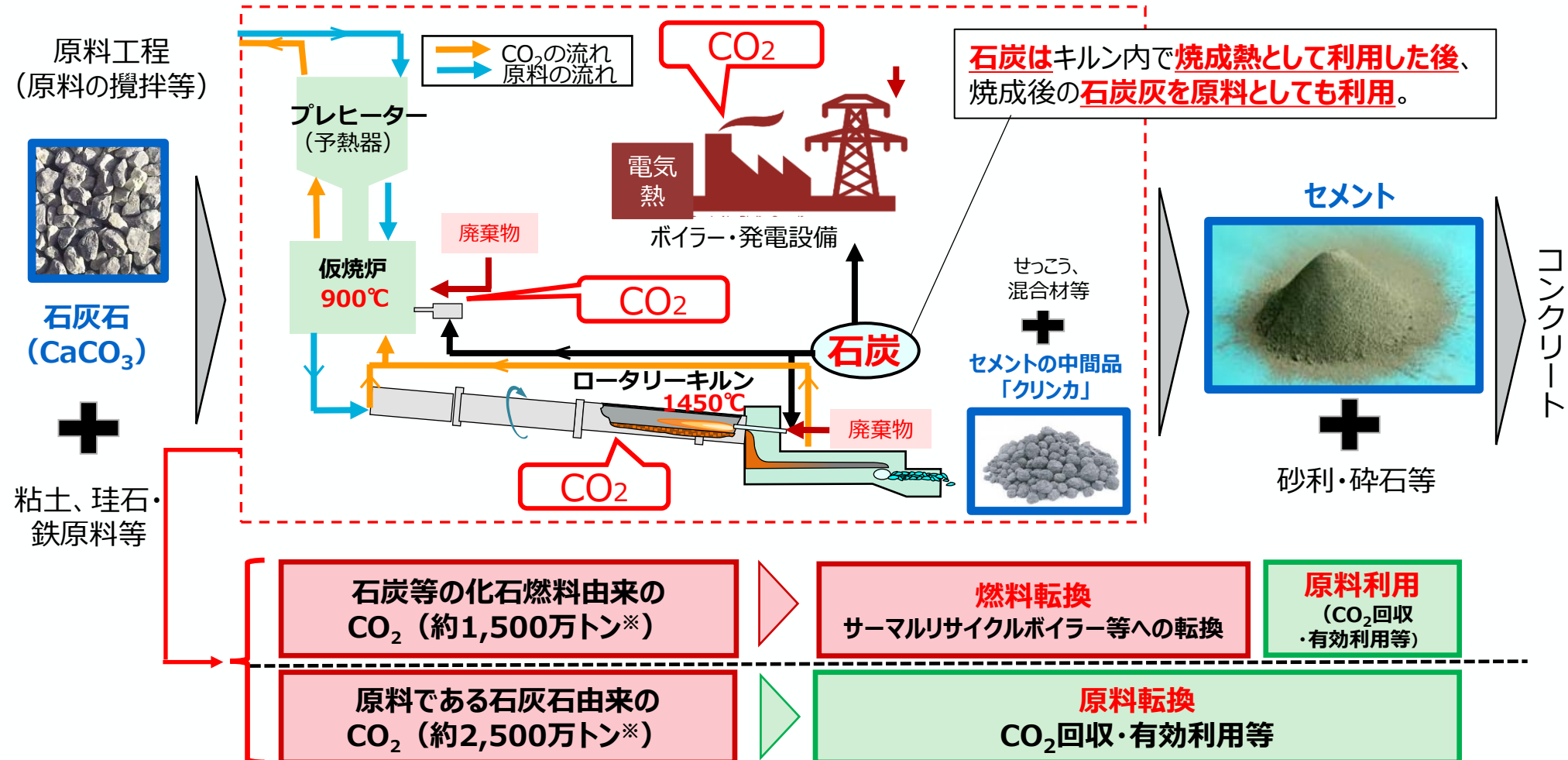


1. コンクリート・セメントに関する全体概況
2. コンクリートの進捗説明
- 3. セメントの進捗説明**
4. 参考資料

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。

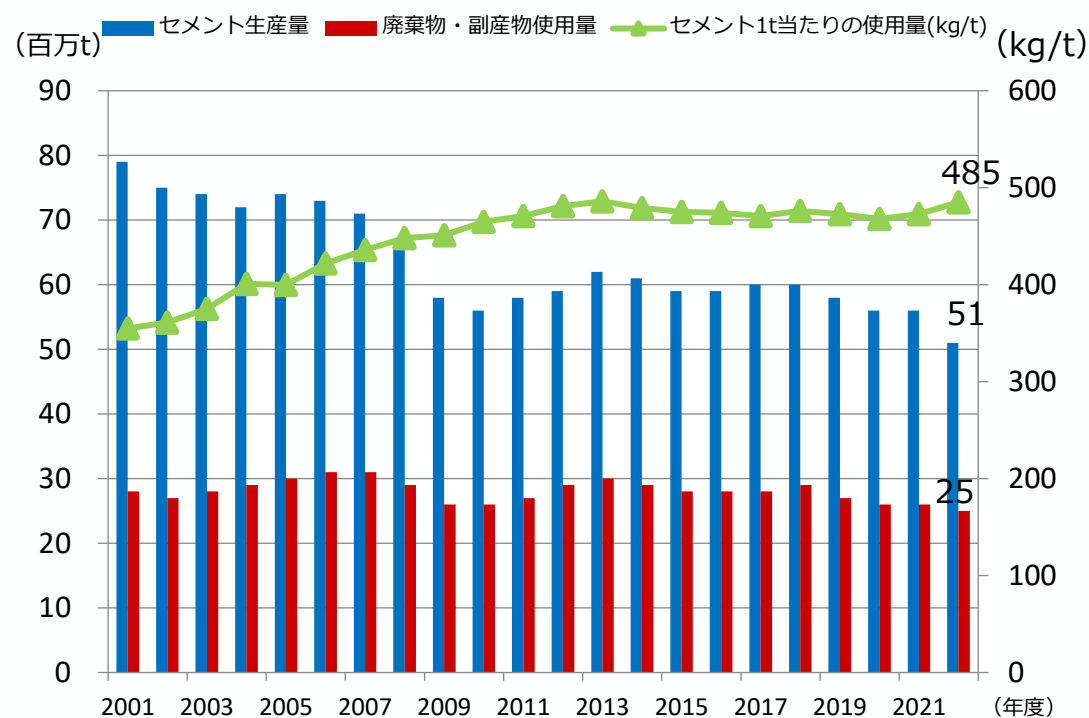
※脱炭酸： $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$



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。
- 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、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	令和元年東日本台風 九州北部豪雨
2020年	令和2年7月豪雨



(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

セメント産業におけるCO₂回収・削減技術動向

- セメント製造設備について、LEILACやNORCEM等において、研究開発・実証事業プロジェクトが進行。
- 低炭素型セメントにおいては、太平洋セメントが低炭素型セメント製品であるカーボフィクスセメントを開発しており、公共工事での採用など、実用化に向けた取組を実施。

LEILAC (ドイツ)

- 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を回収する技術の研究開発を実施。
- 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回収が可能である一方、大量の石灰石燃焼に必須な設備の大規模化が課題。
- Leilac-2としてLeilac-1の4倍にスケールアップした実証試験を、2025年に試運転開始を目指して設備を建設中。



NORCEM (ノルウェー、スウェーデン)

- 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。
- 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。
- 2024年末までに設備が完成予定であり、分離回収されたCO₂は、液化後にノルウェー国内のCCS適地に船舶で運ばれ、貯留される。



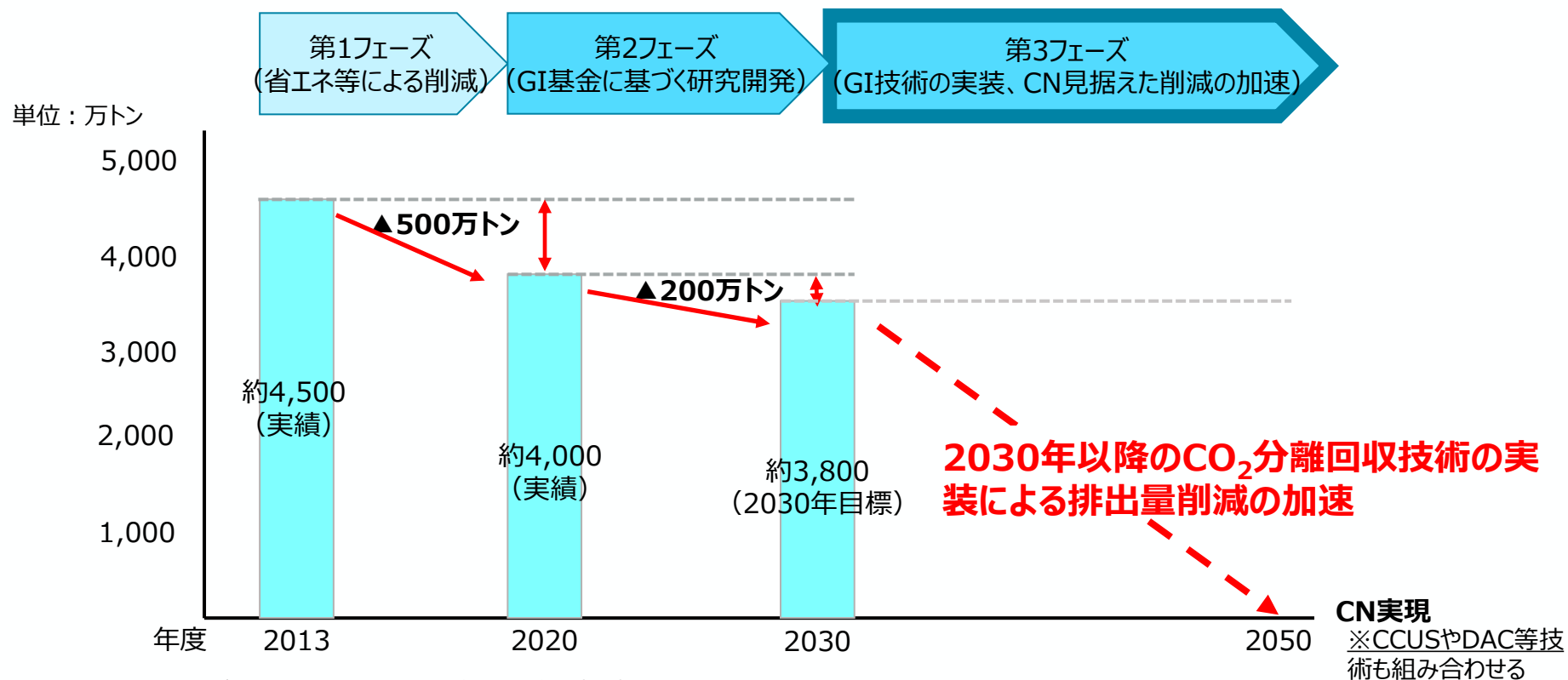
カーボフィクスセメント (太平洋セメント)

- CaO含有量が低く、セメント原料であるクリンカを低温で焼成したセメント製品。原料・燃焼時に生じるCO₂の削減と併せて硬化時にCO₂固定化。
- 長野県北安曇郡白馬村発注の公共工事にて、カーボフィクスセメントを使用した低炭素型積みブロックが初めて採用され、2024年6月に施工。
- 埼玉県深谷市発注の公共工事にて、「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」が採用。



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。



我が国のGX実現に向けて

- 分野別投資戦略により、GX経済移行債を活用した「投資促進策」と、市場創造に向けた規制・制度の見通しを具体化（先行5カ年アクションプラン）。高い予見性の下、官民GX投資の実行フェーズへ。
- 成長志向型カーボンプライシング（GXリーグの活動）や、GX経済移行債により更に普及・拡大させるトランジション・ファイナンスも組み合わせ、アジアへのGX展開や中小企業等のGX、スタートアップの成長を加速。良質な雇用を創出し、公正な移行を進めていく。

我が国のGX実行加速

産業・くらし・エネルギー

→ 分野別投資戦略の遂行で、重点分野でのGX投資促進

<GX経済移行債による先行投資促進策（案）>

- ・来年度以降、更に約2.4兆円を支援見込み（これまで約3兆円規模を措置済み）
- ・多排出製造業への大型設備投資支援（10年間で1.3兆円規模）や、水素等への価格差に着目した支援（15年間で3兆円規模）など、約13兆円規模の投資支援の見通しを明確化
- ・投資促進策の適用を求める事業者には、GXの取組に関する相応のコミットメントを求める。

<規制・制度>

- ・先行投資支援と、市場を創るための「規制・制度」を一体的に講じることにより、企業投資・需要側の行動を変えていく。
- ・カーボンプライシングについて、当初低い負担から、徐々に引き上げていく方針をあらかじめ明示。
(23FY GXリーグ※での排出量取引の試行、26FY 排出量取引の本格稼働、28FY 化石燃料賦課金の導入、33FY 有償オークションの導入)
- ・我が国総排出量の5割以上を占める、568社が参画。
- ・野心的な削減目標達成に向け、排出量取引とサプライチェーン大でのGXに向けたルールメイキング。先行投資支援と連動。



中小企業等のGX

- ・中小企業等は総排出量の1～2割超を占め、我が国のGXサプライチェーンの基盤
⇒ GX対応はエネルギーコスト低減だけでなく、新分野への進出による成長機会
- ・他方で、具体的な対応方法にかかる情報の不足・対応コスト等が障壁に

→ GXに向けた相談受付体制・支援メニューの強化

スタートアップ

- ・スタートアップは、幅広い技術の迅速な社会実装に向けた重要な担い手であるが、シーズの発掘や商用化段階での資金調達面・需要開拓面において課題

→ 設備投資・金融支援や、需要家との連携を強化

アジアへのGX展開

アジア・ゼロエミッション共同体「AZEC」はじめ、世界のGXに貢献

今後の成長著しいアジア諸国のGX化は、世界全体でのカーボンニュートラル実現に不可欠であるとともに、巨大なGX市場（製造業比率が高く、電化も途上。また、再エネ拡大や石炭火力の脱炭素化の余地も大きい）

→ 日本の技術と、トランジション・ファイナンスなどのルールメイキングで、各国のGX化に貢献

セメント領域におけるGX支援のイメージ

第10回GX実行会議資料より抜粋
(令和5年12月15日)

- ◆ 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

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

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

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

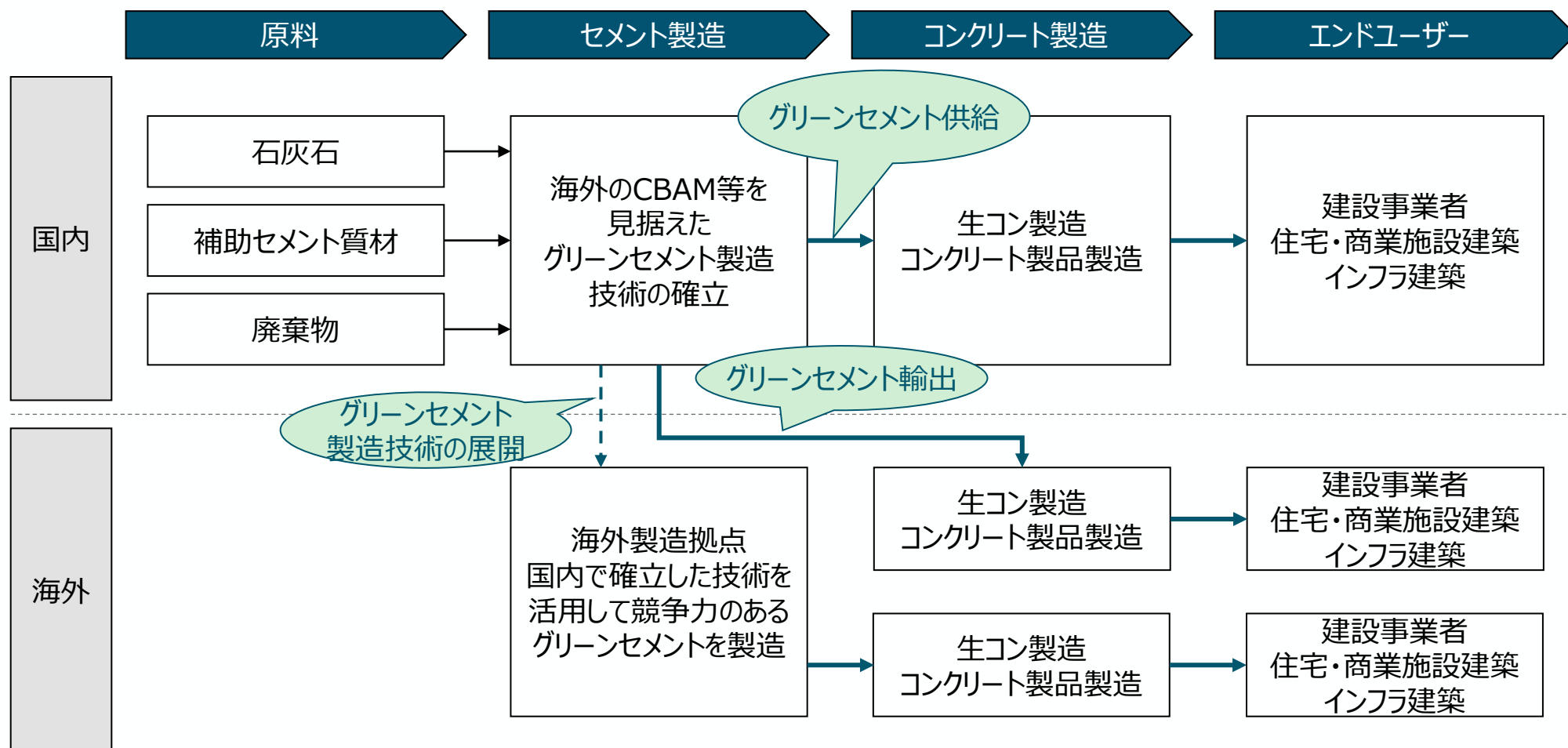
⇒カーボンリサイクルセメントの生産拡大する過程において、廃棄物等の資源循環に貢献する等、構造転換の礎となる案件に対して特に重点的に支援。

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

投資促進策等を通じて目指す姿<セメント分野>

- グリーンセメント製造技術を活用した海外展開により外需を獲得し、国際競争力の維持・強化を図ると共に、当該技術の成熟度や国内の脱炭素化市場の動向を見極め、グリーンセメントの国内需要にも対応。
- 同時に、廃棄物を燃料や原料として無駄なく利用するセメント産業の重要な機能も着実に実施。



排出削減が困難な産業におけるエネルギー・製造プロセス転換支援事業

国庫債務負担含め総額4,844億円 ※令和6年度予算案額327億円（新規）

産業技術環境局

GX投資促進室

製造産業局 金属課、素材産業課

事業の内容

事業目的

2050年カーボンニュートラルに向けて、鉄、化学、紙パルプ、セメント等の排出削減が困難な産業において、エネルギー・製造プロセスの転換を図り、排出量削減及び産業競争力強化につなげることを目的とします。

事業概要

排出削減が困難な産業における排出量削減及び産業競争力強化につなげるため、いち早い社会実装に繋がる下記に係る設備投資等を支援します。

（１）製造プロセス転換事業

多くのCO₂排出を伴う従来の製造プロセスから、新たな低排出な製造プロセスへ転換するため、下記に係る設備投資等を支援します。

①鉄鋼

- ・従来の高炉・転炉から大幅に排出を削減する革新的な電炉への転換
- ・水素を活用した製鉄プロセスの導入

②化学

- ・廃プラスチック等を活用しナフサ原料の使用量を低減するケミカルリサイクルへのプロセス転換
- ・植物等から製造され、ライフサイクルを通じた排出量が低いバイオ原料への原料転換

③紙パルプ

- ・化石燃料由来製品等の代替素材となる可能性を有している木質パルプを活用したバイオリファイナリー産業への転換 等

（２）自家発電設備等の燃料転換事業

- ・石炭等を燃料とする自家発電設備・ボイラー等において、大幅な排出削減に資する燃料への転換

事業スキーム（対象者、対象行為、補助率等）



※対象者の選定にあたっては、真に産業競争力の強化につながるよう、支援対象者に以下の趣旨の内容等を求めることとする。

- ・企業トップが変革にコミットしていること
- ・将来の自立化も見据えながら、自ら資本市場から資金を呼び込めること
- ・市場の需要家を巻き込む努力をしていること 等

成果目標

令和6年度から令和10年度までの5年間の事業であり、短期的には、製造プロセスを革新し排出を抑えつつ、グリーンかつ高付加価値な製品等の創出に向けた投資を促すことを目指す。最終的には、本事業による投資を呼び水とし、今後10年で官民投資8兆円、国内排出削減4千万トン以上を目指す。

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)	● 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	● 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	● <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	● 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。

- 
1. コンクリート・セメントに関する全体概況
 2. コンクリートの進捗説明
 3. セメントの進捗説明
 4. **参考資料**

(参考) 政策的位置づけ～脱炭素成長型経済移行推進戦略 (令和5年7月閣議決定)～

2. エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXに向けた脱炭素の取組

(2) 今後の対応

5) カーボンニュートラルの実現に向けた電力・ガス市場の整備

脱炭素型の調整力確保に向けて、非効率石炭火力のフェードアウトや、よりクリーンな天然ガスへの転換を進めるとともに、発電設備の高効率化や水素・アンモニア混焼・専焼の推進、揚水の維持・強化、蓄電池の導入促進、**CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) /カーボンリサイクル技術**を追求する。

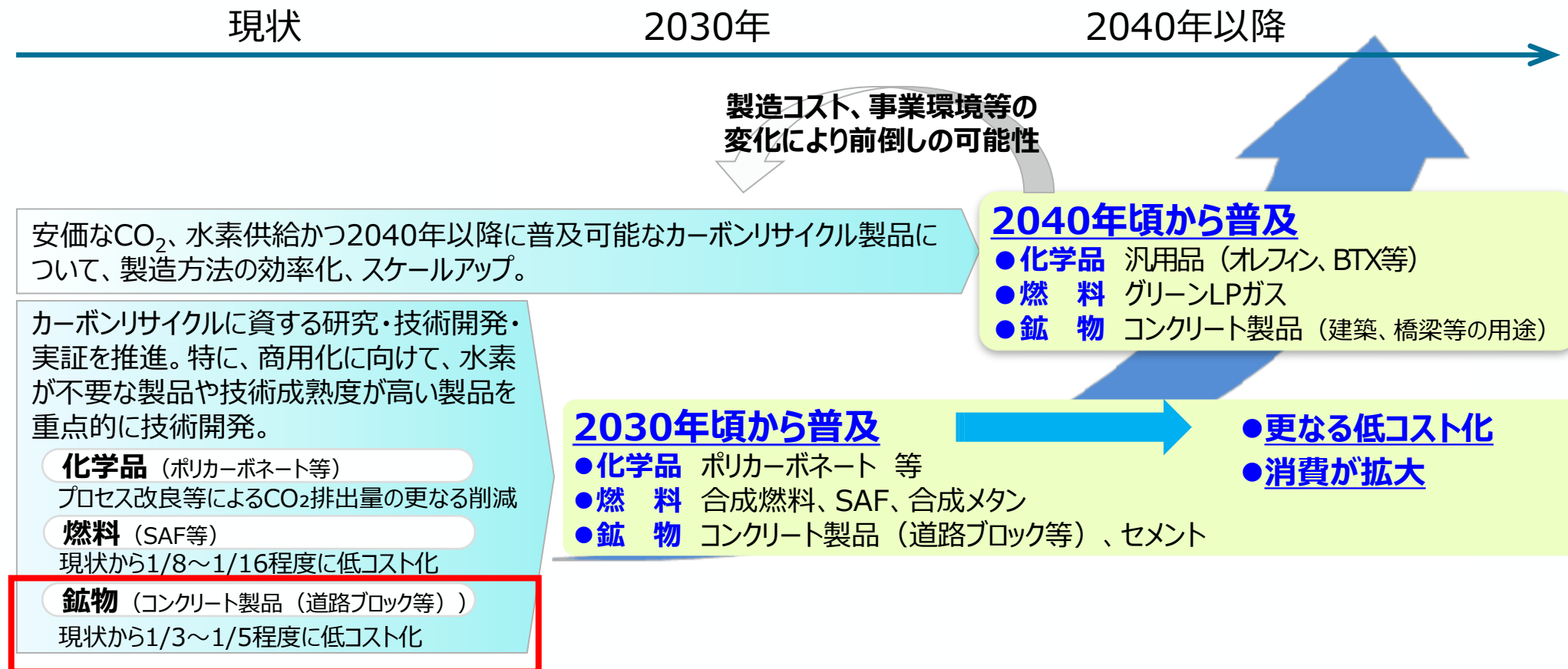
13) カーボンリサイクル/CCS

③ CO₂削減コンクリート等

市場拡大に向けて、CO₂を削減する効果のあるコンクリート製造設備や炭酸カルシウムを利用する製品等に対して導入支援の実施や需要喚起策の検討を進める。製造時のコンクリート内CO₂量の評価手法を確立するとともに、全国で現場導入が可能な技術から国の直轄工事等において試行的適用を進め、今後技術基準等に反映しながら現場実装につなげる。

(参考) カーボンリサイクルを拡大していく絵姿 (技術ロードマップ)

- CO₂を活用したコンクリート・セメント製品は、既存製品と比較し、コストが高く、用途も限定的である。このため、技術開発を進める、こうした課題を解決していく必要がある。
- 2030年以降、コンクリート・セメント製品の用途拡大を図り、市場拡大につなげるために技術開発や実証を進めることに加えて、市場投入や海外展開を見据え、LCA等の観点を含めてCO₂削減効果（環境価値）についても意識することが重要。



(参考) カーボンリサイクル技術ロードマップ (2023年6月改訂)

鉱物 (コンクリート、セメント、炭酸塩、炭素、炭化物等の製造技術)

現状課題	2030年に向けた取組	2030年の目標
<技術課題> (効率的な鉱物化技術・CO₂削減技術等) ・ 鉱物化の原料となるCaやMgの分離 ・ CO₂との反応性を高めるための有効成分の微粉化及び分離等の前処理の省エネ化 (乾式プロセス) ・ 重金属類等の安価な排水処理等 (湿式プロセス) ・ コンクリート製造・養生時のCO₂固定量の最大化 ・ セメント製造時に排出されるCO₂の排出抑制 ・ 炭素・炭化物の非化石原料からの製造、CO₂排出抑制 (コスト低減に向けた開発) [現在のCO₂を固定したコンクリート製造コスト] 既存コンクリートの3～5倍程度 ・ 安価な骨材、混和材等の開発、配合の最適化等 ・ 生産規模スケールアップ (その他) ・ コンクリート・セメント以外の用途拡大 ・ 高品質な炭酸塩の製造プロセスの確立 <1トンのCO₂を固定化するために必要なエネルギー> ・ 500kWh/t-CO₂ (高炉スラグ利用、乾式プロセス) <その他課題> ・ CO₂発生源から製造・供給までのシステム構築・プロセスの最適化 (CO₂固定化量や経済性の最適化) ・ 用途拡大と経済性の検証 (利用技術の開発と実証 等) ・ 土木・建築資材としての長期間性能評価、規格・ガイドラインの整備 ・ 製鉄でのコークスの利用減に伴う炭素原料の確保 ・ Ca含有廃棄物の処理体制の構築	<具体的な取組> (効率的な鉱物化技術・CO₂削減技術等) ・ 産業廃棄物や産業副産物等に含まれるCa・Mg等のアルカリ源を活用した炭酸塩化技術開発 (原料の拡大) ・ CO₂供給源ごとの濃度、不純物等を考慮した適切な処理技術、調達方法の最適化 ・ 製造プロセス中のマテリアルフローの検討 (コスト低減に向けた開発) ・ より低コストな製造技術の開発 (その他) ・ CO₂還元、炭素化要素技術開発 ・ コンクリート用骨材、土壌改良材、ガラス原料等への用途拡大のための技術開発 <その他の取組> ・ 国交省、地方自治体工事における現場実証の実施 ・ 展示イベント (大阪万博等) を利用した認知度向上 ・ コストダウン追求 ・ ビジネスモデルの検討 ・ 公共事業での低炭素・脱炭素化に資する建設材料活用の推進体制の構築 ・ JIS/ISO整備に向けた評価手法の検討 <グリーンイノベーション (GI) 基金事業> CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発 (コンクリート分野) ①「CO₂排出削減・固定量最大化コンクリート」の開発 ・ CO₂を原料とするコンクリート材料の開発 ・ より低コストな製造・現場施工技術の開発 ②コンクリート内CO₂量評価及び品質管理手法の確立 (セメント分野) ①CO₂を全量近く回収する、CO₂回収型セメント製造プロセスの開発 ②回収CO₂を用いた、多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立	<技術目標> (効率的な鉱物化技術・CO₂削減技術等) ・ CO₂反応量、反応速度を高める効率的な炭酸塩化手法の開発 ・ CO₂を固定したコンクリート製品の適用範囲拡大 ・ 鉄筋の防錆処理、代替材の開発 ・ 鉄鋼スラグや石炭灰の10%程度を炭酸塩化 ・ コンクリート製造に係るCO₂削減量310～350kg/m³ (うちCO₂固定量は120～200kg/m³)【GI目標】 ・ 炭酸塩1トンあたりに固定化するCO₂固定量が400kg以上【GI目標】 ・ セメント製造時のプレヒーター内で発生するCO₂を80%以上回収【GI目標】 (コスト低減に向けた開発) ・ 既存製品と同等以下のコスト【GI目標】 - ープレキャストコンクリート：30 円/kg 程度 - ー生コンクリート：8 円/kg 程度 ・ 炭酸塩の生成コスト：石灰石の市価の5倍程度【GI目標】 (その他) ・ 高付加価値化 (炭素繊維、ナノカーボン等) <1トンのCO₂を固定化するために必要なエネルギー> ・ 200kWh/t-CO₂ (高炉スラグ利用、乾式プロセス) <その他> (コンクリート分野) ・ コンクリートの品質管理手法の確立と国際標準化の実現【GI目標】 (セメント分野) ・ 炭酸塩の利用拡大のため、ガイドラインを策定【GI目標】
2030～2050年までの 取組・ターゲット	<技術目標> ・ 更なる高効率な炭酸塩化手法の開発 (鉄鋼スラグや石炭灰の発生量の50%程度を炭酸塩化) <普及への課題> ・ 用途拡大やカーボンリサイクル製品の適用に向けた各種規格・規制の見直し 等	

グリーンイノベーション基金を活用したカーボンリサイクル技術開発等（コンクリート）

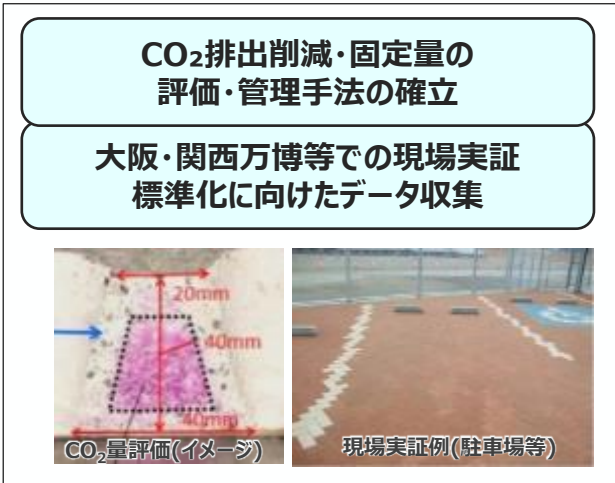
- コンクリートは大規模に長期間利用されるため、CO₂を用いたコンクリートの普及はカーボンニュートラル実現に大きく貢献。他方で、CO₂削減量の最大化・用途拡大・低コスト化が課題。
- このため、グリーンイノベーション基金を活用し、以下の技術開発に取り組み、社会実装を目指す。
 - ① 「CO₂排出削減・固定量最大化コンクリート」の開発
 - ✓ CO₂を原料とするコンクリート材料の開発
 - ✓ より低コストなコンクリート製造・現場施工技術の開発
 - ② コンクリート内CO₂量の評価及び品質管理手法の確立、標準化

＜グリーンイノベーション基金「CO₂を用いたコンクリート等製造技術の開発」事業イメージ＞

① CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発



② コンクリート内CO₂量の評価及び品質管理・標準化



※紫色に変色しない部分が、CO₂が固定されている箇所

（参考）グリーンイノベーション基金事業実施予定者

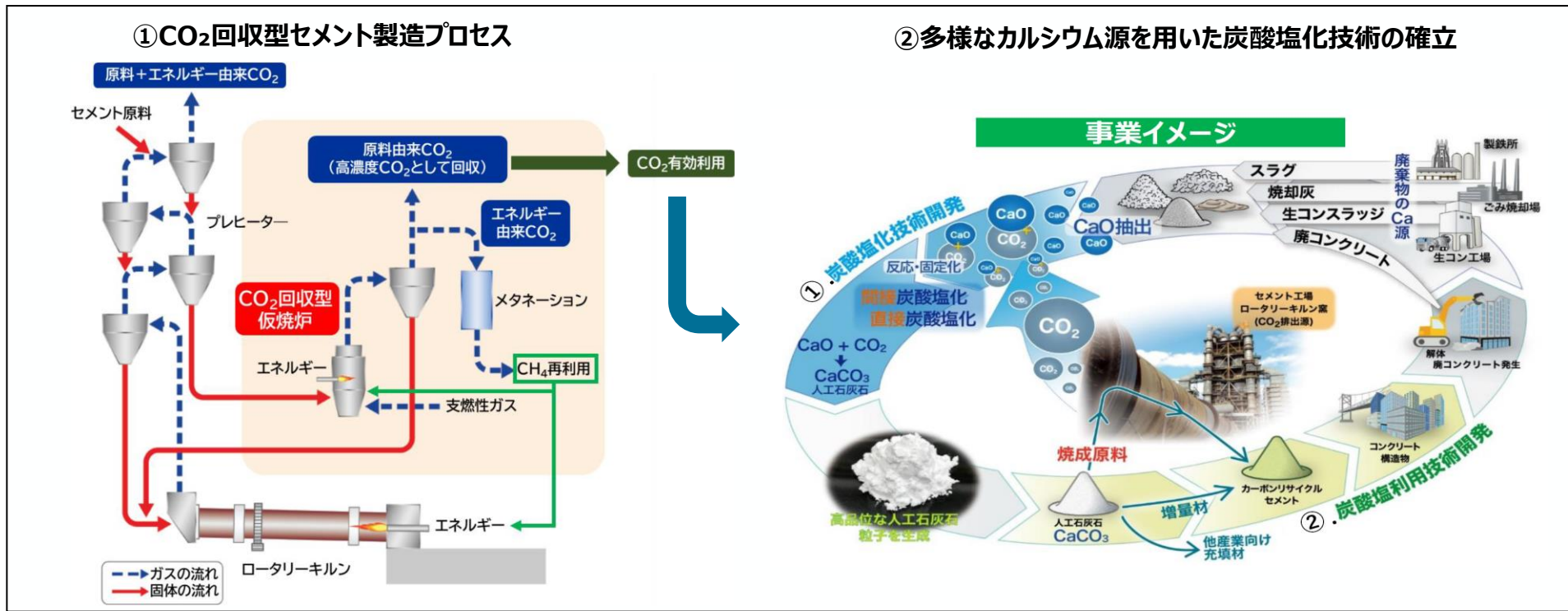
- グループ1：鹿島建設、デンカ、竹中工務店ほか
- グループ2：安藤・間、内山アドバンス、灰孝小野田レミコン、大阪兵庫コンクリート工業組合、大成ロテック、電力中央研究所ほか
- グループ3：東京大学ほか

【支援規模総額】約350億円 ※2021年度から10年間の概算。提案総額であり、今後の手続き等により変更の可能性あり

グリーンイノベーション基金を活用したカーボンリサイクル技術開発等（セメント）

- セメントの原料は石灰石や粘土など。主な原料である石灰石（ CaCO_3 ）は、脱炭酸反応により、 CO_2 が必然的に発生するため、革新的なセメント製造プロセスの確立が必要。
- このため、グリーンイノベーション基金を活用し、以下の技術開発に取り組み、社会実装を目指す。
 - ① CO_2 を全量近く回収する、 CO_2 回収型セメント製造プロセスの開発
 - ② 回収 CO_2 を用いた、多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

＜グリーンイノベーション基金「 CO_2 回収型セメント製造プロセスの開発」事業イメージ＞



① CO_2 回収型セメント製造プロセス：太平洋セメント、IHI、東京瓦斯

② 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術：住友大阪セメント、山口大学、京都工芸繊維大学、東京工業大学、UBE三菱セメント、東京大学、大成建設

【支援規模総額】約200億円 ※2021年度から10年間の概算。提案総額であり、今後の手続き等により変更の可能性あり

前回モニタリングWGの指摘事項への対応

指摘事項	考え方（対応状況）
海外の標準化や市場導入の動きを注視し、我が国にとって不利にならぬよう、規格標準化や市場導入の推進を主導していくと同時に、必要に応じて国際協調も行いつつ、スピード感を持って本プロジェクトを推進することが重要である。	CO ₂ を吸収・固定するコンクリートは技術開発段階にあるが、試験品の現場実証を通じて、データの取得等を実施しているところ。また、CO ₂ 固定量の評価手法の検討を所掌するISO_WGの委員長が、日本国内のJIS原案策定委員会の委員長を兼務しており、ISOの動きと連携し、標準化の検討や技術開発を検討する体制を構築。
コンクリート・セメント分野においては、国内の公共調達のボリュームが非常に大きいことから、JISの改正・策定の重要性は当然高いが、海外の標準化の動きも踏まえると、本プロジェクトで開発した技術の市場参入の確度を高めるために、並行してISO等の国際標準の活用も含めた複数の戦略シナリオを検討していくことも必要となる。	現在、コンクリートに固定したCO ₂ 量の評価手法について、JISの制定に向けた検討が行われており、2024年度内に原案の策定を目指している。 各国からも関心が高まっていることも踏まえ、JISの制定と並行して、ISOでも今後の議題とすべく、日本が主導して、案件の提案を行っており、現在、加盟国により投票が行われている段階。 提案が採択されれば、早ければ2027年度までにISOの制定できる可能性がある。
初期需要創出の観点から、官側からも積極的に新技術を採用していく道筋を示すべきと考える。国内では、公共事業が多く、行政の指導も及びやすいため、規制・制度との一体性や国土交通省との連携も意識しながら、公共調達等を通じて導入拡大を図っていくことが効果的と考えられる。海外への展開についても、アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ（AETI）やアジアグリーン成長パートナーシップ閣僚会合（AGGPM）等の枠組みを活用しながら、適時・適切な動きをとっていくことも必要になる。	・令和5年6月16日閣議決定の「規制改革実施計画」において、「環境配慮型コンクリート」の開発が国内外で進んでいることを踏まえ、これらのコンクリートの社会実装に向けて、国土交通省が規制の在り方の検討を進めており、構造物の一部に環境配慮型コンクリートを用いる場合の審査の合理化などを図るなどの規制改革の検討が進められている。 ・また、GI基金で開発したコンクリートの海外展開を見据え、アジアCCUSネットワークフォーラムなどの国際会議において、我が国技術の優位性や技術開発の取組などを実施。