



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

2022年度 エネルギー・構造転換分野WG報告資料

2022年11月2日

環境部

目次

1. プロジェクトの概要
2. プロジェクトの実施体制
3. プロジェクトの実施スケジュール
4. プロジェクト全体の進捗
5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
6. プロジェクトを取り巻く環境
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

(参考1) プロジェクトの事業規模

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

- CO₂吸収が期待される**コンクリート分野**における**CO₂削減・固定量の増大とコスト低減を両立させる技術**や、製造時のCO₂排出量が多い**セメント分野**における**CO₂回収、活用技術**の開発に取り組む。

コンクリート分野

研究開発項目 1

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

研究開発項目 2

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

研究開発概要・アウトプット目標

2030 年までに材料製造～運搬～施工に係るCO₂排出量の削減及びCO₂固定量の増大を図るとともに、コスト低減を実現するCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの製造システムを確立する。

目標値 ・ CO₂削減量310～350kg/m³（一般的なコンクリート製造時との比較。うち、CO₂固定量は、120～200kg/m³）
既存製品と同等以下のコスト（プレキャストコンクリート：30 円/kg 程度、生コンクリート：8 円/kg 程度）

2030 年までに、CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質管理手法（CO₂固定量の計測・評価方法）を確立するとともに国際標準化を実現する。

セメント分野

研究開発項目 3

製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証

研究開発項目 4

多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

研究開発概要・アウトプット目標

2030 年までに、石灰石由来のCO₂を全量近く回収でき、既存のCO₂回収手法と同等以上のコスト低減を実現する以下の水準を満たすCO₂回収型セメント製造プロセスを確立する。

目標値 ・ プレヒーター内で発生するCO₂を 80%以上回収
・ 現在標準的に行われているCO₂化学吸収法（アミン法）より低コスト化

2030 年までに、回収したCO₂から炭酸塩を製造し、炭酸塩をセメント原料等に利用するための以下の水準を満たす技術を確立する。

目標値 ・ 炭酸塩化の基盤技術として、廃棄物から10%以上の酸化カルシウムを抽出し、炭酸塩1 トンあたりに固定化するCO₂固定量が400kg 以上
・ 回収したCO₂から製造した炭酸塩の生成コストが、従来の石灰石の市価の 5 倍程度の価格
・ 炭酸塩の利用の拡大のため、利用技術のガイドラインを策定

2. プロジェクトの実施体制

- 材料メーカー、セメントメーカー、生コンメーカー、ゼネコンなど幅広い分野の関係企業、大学・研究機関等が実施者となり、**コンクリート分野: 3件、セメント分野: 1件**の技術開発を推進中。

コンクリート分野：

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発 鹿島建設（幹事）（※）、デンカ（※）、竹中工務店	研究開発項目 1, 2	2021年度～2030年度
CO₂を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装 安藤・間（幹事）（※）、内山アドバンス、灰孝小野田レミコン、大阪兵庫生コンクリート、大成ロテック、電力中央研究所	研究開発項目 1, 2	2022年度～2030年度
コンクリートにおけるCO₂固定量評価の標準化に関する研究開発 東京大学（※）	研究開発項目 2	2021年度～2030年度

セメント分野：

テーマ名・事業者名	実施内容	事業期間
CO₂回収型セメント製造プロセスの開発 太平洋セメント（幹事）（※）、住友大阪セメント	研究開発項目 3, 4	2021年度～2030年度

（※）WG出席企業

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／(1)コンクリート分野

革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発

事業の目的・概要

建設活動を通じたカーボンニュートラル社会実現への貢献を図るため、コンクリートにおけるCO₂排出削減・固定量最大化とコスト低減の両立に向けた技術開発を行い、関係機関などとの連携・協力の下、国内外での幅広い社会実装を目指す。

【研究開発項目1】CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発（CO₂固定材料、製造システム、大型プレキャスト・現場打設への適用技術 など）

【研究開発項目2】同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（CO₂固定量の評価手法、品質管理・モニタリングシステム など）

実施体制

※太字: 幹事企業

鹿島建設株式会社、デンカ株式会社、株式会社竹中工務店
(共同実施先: 注1参照)

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業イメージ

注1:

- 41企業
- ・ゼネコン
- ・セメント・混和材メーカー
- ・生コン工場
- ・CCU材料関連メーカー
- ・混和剤メーカー
- ・プラントメーカー
- ・計測システムメーカー
- ・プレキャスト製造メーカー
- ・商社
- 10大学、1研究機関

事業規模等

- 事業規模（1+2）：約287億円
- 支援規模（1+2）*：約256億円
*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり
- 補助率など
 - 1（委託）9/10→（補助）2/3→1/2
（インセンティブ率は10%）
 - 2（委託）9/10（インセンティブ率は10%）

1. 革新的カーボンネガティブコンクリートの開発



2. 品質・CO₂固定量評価・技術基準化



CO₂排出削減・固定量最大化、用途拡大、従来品同等コストを実現し、幅広い社会実装へ

出典：鹿島建設株式会社、デンカ株式会社、株式会社竹中工務店

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／(1)コンクリート分野 CO₂を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装

事業の目的・概要

- 【研究開発項目1】セメント焼成工程などで発生するCO₂を、コンクリート由来の産業廃棄物に固定化させるという**地域内循環**を構築し、さらに新たな技術を用いて引き渡しまでに**CO₂固定量を最大化**したCARBON POOL (CP) コンクリートを開発する。CPコンクリートの施工性や耐久性を確保し、**舗装のみならず、建築・土木構造物にも実装**する。
- 【研究開発項目2】LCCO₂・LCA・LCCの総合評価システムを構築することにより**ESG金融の促進**や**カーボンプライシングをサポート**し、脱炭素社会に貢献する。

実施体制

※太字：幹事企業

株式会社 安藤・間、株式会社内山アドバンス、灰孝小野田レミコン株式会社、大阪兵庫生コンクリート工業組合、大成ロテック株式会社、一般財団法人電力中央研究所
(再委託先：株式会社 浅沼組、青木あすなる建設株式会社、日本道路株式会社、株式会社佐藤渡辺、国立大学法人東京大学、公立大学法人東京都立大学、国立研究開発法人国立環境研究所、明星大学、トビー工業株式会社)

事業期間

2021年度～2030年度 (10年間)

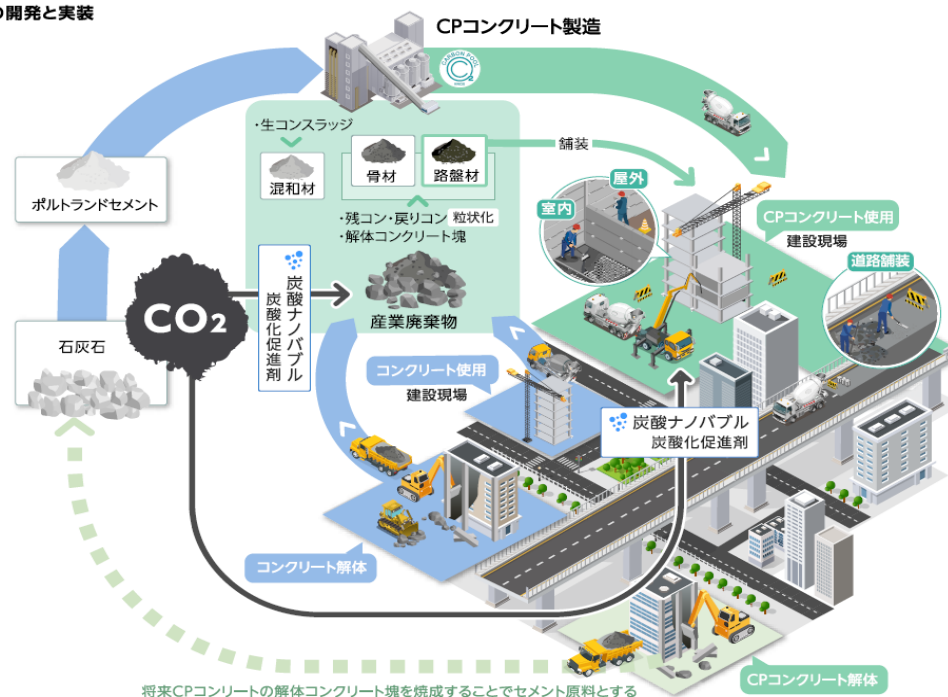
事業イメージ

●LCCO₂・LCA・LCC統合評価設計システムの構築



●CARBON POOLコンクリートの開発と実装

- 根幹技術の開発**
(株) 安藤ハザマ
- 地域内環境技術の開発**
(株) 内山アドバンス
大阪兵庫生コンクリート工業組合
- 灰孝小野田レミコン(株)**
- 社会実装に向けた開発**
- 舗装**
大成ロテック(株)
日本道路(株)
(株) 佐藤渡辺
- 構造物**
(株) 安藤ハザマ
青木あすなる建設(株)
(株) 浅沼組
トビー工業(株)



事業規模等

- 事業規模 (1 + 2) : 約100億円
- 支援規模 (1 + 2) * : 約88億円
*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり
- 補助率など
1 (委託) 9/10 → (補助) 2/3 → 1/2 (インセンティブ率は10%)
2 (委託)

(参考)

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／(1)コンクリート分野 コンクリートにおけるCO₂固定量評価の標準化に関する研究開発

事業の目的・概要

【研究開発項目2】

実験的事実と科学的基盤に基づき、以下のCO₂固定量評価方法ならびに品質管理方法について開発する。

- ・コンクリート用材料・コンクリートのCO₂固定量
- ・構造物中のコンクリートのCO₂固定量
- ・CO₂固定プロセスの品質管理方法

標準化に向け、日本コンクリート工学会内のJISの制定準備委員会と緊密に連携、その他の関連活動も戦略的に実施する。

実施体制

※太字：幹事機関

国立大学法人東京大学

(再委託先：株式会社太平洋コンサルタント、株式会社リガク、国立大学法人東海国立大学機構名古屋大学、国立大学法人千葉大学、国立大学法人琉球大学、国立大学法人広島大学、国立大学法人北海道大学)

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業イメージ

開発項目①：コンクリート用材料・コンクリートの評価方法の開発

- ・分析手法、装置の開発

開発項目②：構造物供用中にCO₂固定を実施する材料について保証する枠組みの開発

- ・供用期間中の予測方法



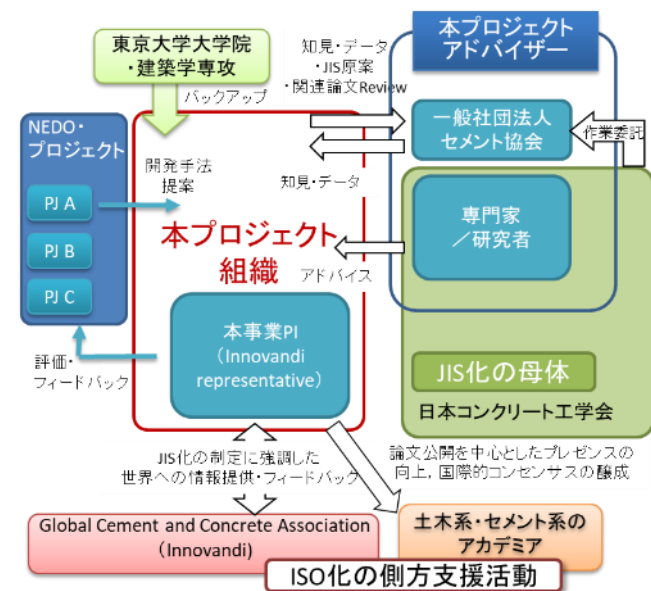
事業規模等

□ 事業規模：約6億円

□ 支援規模*：約6億円

*採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり

□ 補助率など：（委託）



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／(2)セメント分野 CO₂回収型セメント製造プロセスの開発／セメント製造プロセスにおけるCO₂回収システムの開発

事業の目的・概要

【研究開発項目3】
2030年までに石灰石由来のCO₂を全量近く回収でき、かつ既存のCO₂回収手法と同等以上のコスト低減を実現するため、プレヒーターで発生するCO₂のうち**85%以上**を回収し、また広く適用されている化学吸収法（アミン法）におけるCO₂を1トン回収するための標準的なエネルギー（原単位：2.6GJ/t-CO₂）よりも**20%以上の省エネ**となる技術を確認する。
そのため、従来型NSPキルンの利点である**高い熱交換性を維持**しながら、仮焼炉において通常用いられる空気の代わりにO₂を用いて焼成して脱炭酸させることにより**石灰石由来CO₂をコンパクトな設備で直接回収**するシステムを開発する。
さらにエネルギー由来相当のCO₂をセメント製造プロセスに再利用できるエネルギーに変換するため、本プロセスに適したメタネーションシステム(前処理工程含む)を開発する。

実施体制

※太字：幹事企業
太平洋セメント株式会社
(再委託先：株式会社IHI、東京ガス株式会社)

事業期間

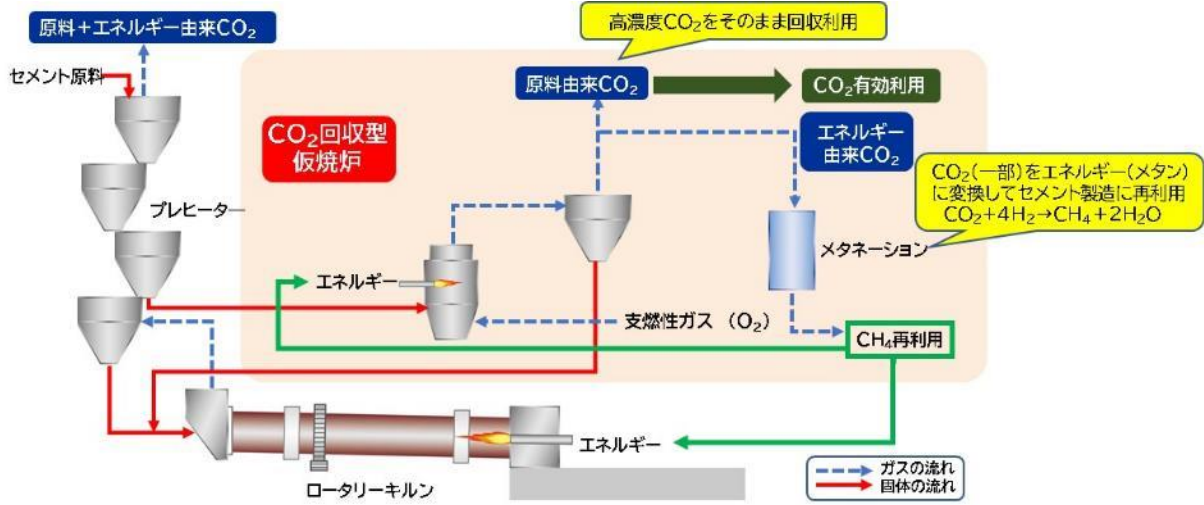
2021年度～2030年度（10年間）

事業規模等

- 事業規模：約208億円
- 支援規模*：約149億円
*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり
- 補助率など：（委託）9/10→（補助）2/3→1/2（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

CO₂回収システムを組み込んだセメント製造プロセス



実証試験設備のイメージ写真（仮焼炉）



出典：太平洋セメント株式会社

CO₂回収型セメント製造プロセスの開発／多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

事業の目的・概要

【研究開発項目4】

セメント（主成分CaO）は天然石灰石（CaCO₃）の脱炭酸（CO₂分離）反応により工業生産されているが、廃コンクリートや一般焼却灰などCaを含有する多様な廃棄物などから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）、これを原料とした**カーボンリサイクルセメント（CRC）**※¹を製造することにより、セメント産業でのカーボンニュートラルを目指す。

・炭酸塩化技術開発：間接または直接に炭酸塩化する2方式※²により多様なCa含有廃棄物に適した複数の炭酸塩化技術を開発・検証し、**最適なCaO抽出・CO₂固定化技術の確立**を図る。

・炭酸塩利用技術開発：生成した炭酸塩が**カーボンリサイクルセメント**の焼成原料またはセメント成分となる増量材などとして利用可能かを検証し、そのコンクリートとしての性能（強度ほか）を満たす**材料開発**を行うと共に、設計・施工に係る**ガイドラインの作成**を行い、社会実装を目指す。

実施体制

住友大阪セメント株式会社

（再委託先：国立大学法人山口大学、国立大学法人京都工芸繊維大学、国立大学法人東京工業大学、UBE三菱セメント株式会社、国立大学法人東京大学、大成建設株式会社）

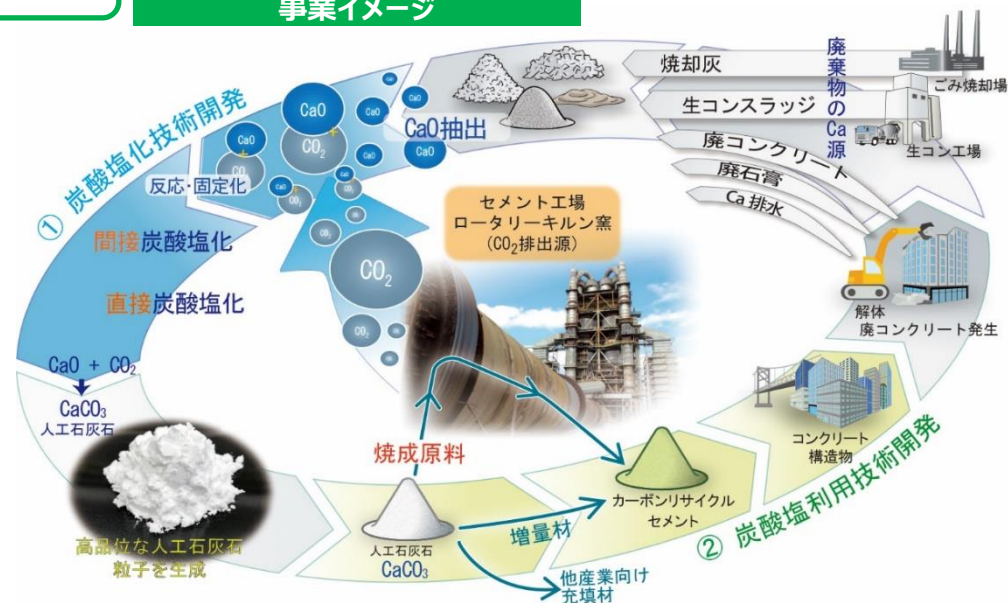
事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

事業規模等

- 事業規模：約69億円
- 支援規模*：約51億円
*インセンティブ額を含む。採択テーマの提案総額であり、今後の手続きにより変更の可能性あり
- 補助率など：（委託）9/10 → （補助）1/2（インセンティブ率は10%）

事業イメージ



※ 1) **カーボンリサイクルセメント(CRC)**について

現行のセメント原料である天然石灰石の代替となる炭酸塩=人工石灰石をCO₂のリサイクルにより原料として製造するセメント。人工石灰石はセメント原料(焼成原料)として利用する以外にも、増量材や他産業向け充填材として利用も可能。

※ 2) **間接(IDC)/直接(DC)方式**によるCaO抽出・CO₂固定化

- ・ IDC方式：バイポーラ膜電気透析※³を利用し、Caを高効率に抽出して、高品質な炭酸塩を回収・製造することが可能な方式による炭酸塩製造
- ・ DC方式：廃棄物の前処理などでCO₂を大量に直接吸収させる、より安価に処理可能な方式による炭酸塩製造

※ 3) **バイポーラ膜電気透析(BMED)**について

イオン交換膜によりイオンを漉し分ける技術。廃棄物からCaOを抽出するための「酸=塩酸」と、排出ガス中CO₂を吸収する「アルカリ=水酸化ナトリウムや水酸化カリウム」を同時生成できる。

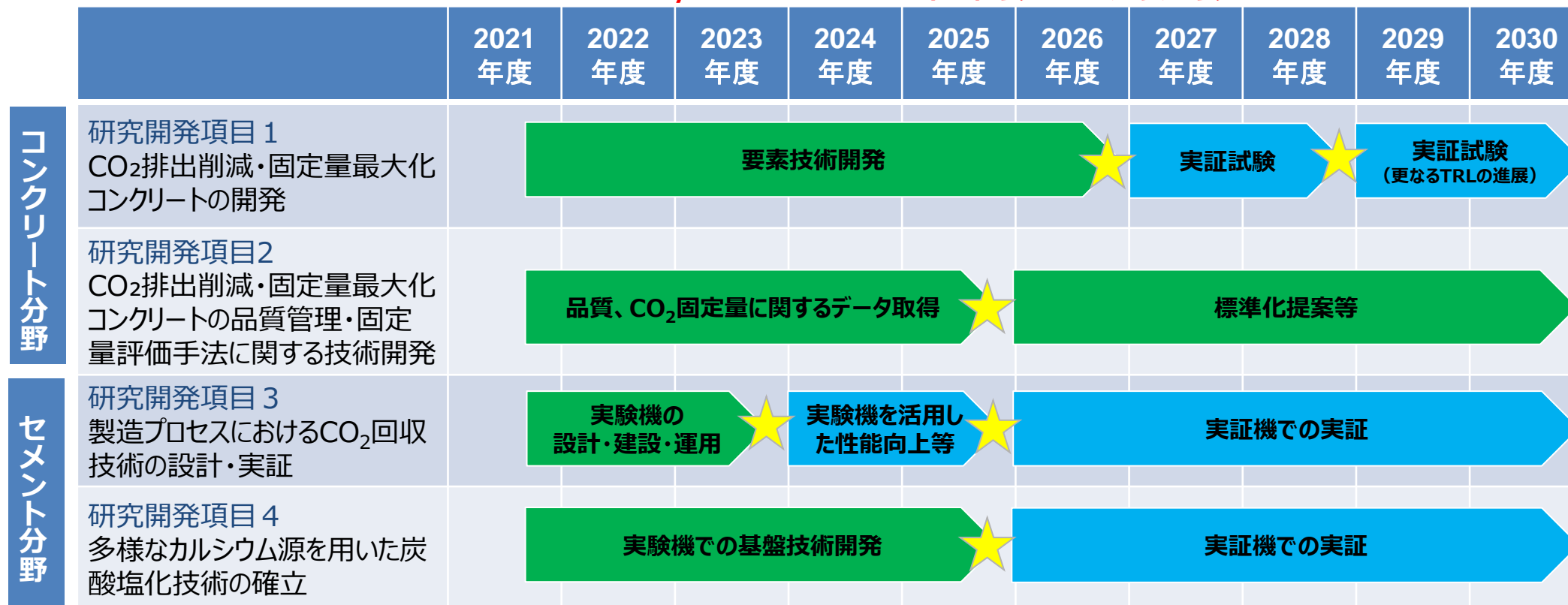
出典：住友大阪セメント株式会社

3. プロジェクトの実施スケジュール

- 2030年度までの目標達成に向けて、各研究開発項目ともに要素技術の開発を実施中。
(2023年度に実験機での技術確立に関するステージゲート審査予定の「研究開発項目3」では、実験機の建設に着手)



▼10/5 NEDO 第2回技術・社会実装推進委員会



4. プロジェクト全体の進捗

- 本年10月開催のNEDO技術・社会実装推進委員会において、**プロジェクト全体が概ね計画通り進捗**していることを確認。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」等について

- コンクリート分野、セメント分野ともに、必要な基礎データの取得を進め、可能なものから現場実証を検討・開始するなど、概ね計画通りに研究開発を実施。



- 開発したコンクリート・セメントの**強度や腐食性等の評価**も必ず実施すること。また、**CO₂削減・固定量の効果検証については、システム全体**のエネルギー収支を考慮したものも実施すべき。

「研究開発の見通し」等について

- 本年7月、コンクリート分野における評価技術及び標準化検討委員会をNEDOに設置。今後、実施者間で連携して取組を進めていく予定。（研究開発項目2）



- **実施者間の情報共有を緊密**に行い、評価手法を確立してほしい。早期のJIS化を目指す点は評価されるが、他国に先行されないよう国際的な標準化動向も注意して検討を行うべき。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「社会実装に向けた取組状況」、「ビジネスモデル」等について

- 技術開発だけでなく、広く社会に展開するための標準化戦略とその推進体制についての検討を開始。



- 目指すべきビジネスモデル（製品販売、ライセンスビジネス等）や市場シェアを明確にし、これを実現するための**戦略について、早急に検討を深めることが必要**。
- 製品の価格転嫁が受容されるような社会を目指し、**早い段階での市場導入**を進めてほしい。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

コンクリート分野

研究開発項目 1 : CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

<p><u>革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・鹿島建設（幹事） ・デンカ ・竹中工務店 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 未利用Ca等廃棄物の調査を開始。（デンカ） ・ CO₂固定微粉の製造・利用技術の開発において、湿式、乾式の最適条件を評価するためラボレベルでの試験を開始。（竹中工務店） ・ 要素技術複合型によるCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの基礎物性把握のため、試験を開始。（鹿島建設、竹中工務店） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート分野に関わる様々な分野の企業が中小問わず多数、コンソーシアムメンバーとして参画しており、速やかに社会実装へ繋げる体制が構築されていると考えられる。 ・ プレキャストからはじめて最終的にもっともハードルが高いと思われる公共構造物（橋梁やトンネルなど）への適用が可能になるのがゴールと思われるが、その工程を示して頂きたい。 ・ 開発されているコンクリートの短期・長期の材料特性として、何を目標とされているのか明示が必要。
<p><u>CO₂を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・安藤・間（幹事） ・内山アドバンス ・灰孝小野田レミコン ・大阪兵庫生コンクリート ・大成ロテック 	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 硬化後のコンクリートおよび再生・粒状化骨材へのCO₂固定方法について、室内試験を実施中。（安藤・間） ・ CO₂固定化した粒状化骨材を使用した生コンクリートを浦安工場で製造し、草苑学園にて道路舗装用の路盤材への適用確認のための試験施工を実施。（内山アドバンス、大成ロテック、安藤・間） ・ 地域内で製造されている、再生骨材L相当品を用いたコンクリートの室内実験を実施。（大阪兵庫生コンクリート） ・ 粒状化骨材を原材料としてポーラスコンクリートを製造。（灰孝小野田レミコン） ・ 再生骨材、新骨材により、ポーラスコンクリートの歩道・車道用の室内配合試験を実施し、基本データを確認中。（大成ロテック） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ CPコンクリート開発およびその用途として、路盤材と舗装や構造物への展開をそれぞれの専門事業者間で連携する体制が構築されている点では、わかりやすい役割分担となっている。 ・ 市場機会等はよく確認できていることから、ターゲット市場におけるシェアを明確にし、それを実現するための標準化戦略について検討・推進する必要がある。CO₂固定量以外にも、既存製品との優位性が明らかになるような評価標準なども考えられる。 ・ 提案されているCPコンクリートのコスト試算を進めつつ、どこまでコストダウンすることが可能であり、その時の本技術の市場性やシェア、その結果としてどれだけのCO₂排出削減・固定化に繋がるか、想定しておくべきである。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

コンクリート分野

研究開発項目2：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

<p><u>革新的カーボンネガティブコンクリートの材料</u> ・<u>施工技術及び品質評価技術の開発</u></p> <p>・鹿島建設（幹事） ・デンカ</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 様々な分析機器を用いて、CO₂固定量の評価手法に関するデータ取得を開始。（デンカ） コンクリートのCO₂固定領域の評価方法について文献調査等を実施。また長期耐久性試験のためのフィールド検証が可能なサイトを確保。（鹿島建設） <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 進捗が順調であれば前倒して先へ進んで欲しい。完全でなくとも標準を設定して、アップデートしていく方法も検討して欲しい。 実際に社会に実装することを念頭に置いた場合の、CO₂固定量の品質保証のモニタリング方法について検討が必要。
<p><u>CO₂を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装</u></p> <p>・電力中央研究所</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 湿式分析装置の構成確認、制度確保に必要な部材材料と、有機/無機炭素を分離定量する装置を選定した。 CO₂吸収対象とする再生骨材等の利用実態や、コンクリート等の材料に関するLCAなどを調査した。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 評価技術の研究は具体性可他プロジェクトの分担イメージが明確になり評価できる。 LCCO₂、LCAおよびLCCの定義や境界条件を明確にして頂きたい。 標準化に向けた取り組みのスケジュール感と、技術開発・普及スケジュールとの相関を整理されたい。
<p><u>コンクリートにおけるCO₂固定量評価の標準化に関する研究開発</u></p> <p>・東京大学（※）</p>	<p><u>取組状況</u></p> <ul style="list-style-type: none"> コンクリート構成材料や硬化体に対して、複数の測定方法について適用性、整合性、再現性について確認。 試料前処理条件が、試料の炭酸化に及ぼす影響について検討。 <hr/> <p><u>委員からの助言</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ミクロからマクロ的な視点で研究開発を進められている。 CCUS事業の加速には、コンクリートにおけるCO₂固定化量の標準化は非常に重要であり、早期に評価方法を確立できる事が望ましい。 JIS化を優先して検討するという方針には合意するが、ISOなど国際標準化も注視し、スケジュール最優先で検討を進めて頂き、コンソーシアム内の情報共有についてもリーダーシップをとり検討頂くことを期待する。

5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

セメント分野

研究開発項目3：製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証

<p>製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証</p> <p>・太平洋セメント</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none">• 新型仮焼炉のラボ試験機の設計・製作・据付工事を完了。実験機の設置場所を決定し、配置図、立面図、工事スケジュール等を作成。実機レベルの実証機の設計開始。• 最適な仮焼炉運転条件の確立のため、管状電気炉を用いて、CO₂分圧、温度が脱炭酸温度に及ぼす影響を評価。CO₂分圧の増加に伴い脱炭酸温度が50～100℃増加すること、およびSO₃揮発率は酸素濃度の影響を受けることを確認。• エネルギー由来CO₂の熱エネルギー化（メタネーション技術）についてラボ試験を開始。脱酸素触媒の評価などを実施。 <hr/> <p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">• メタネーションを含め、総合的に脱炭素に向けた実装にむけ着実に進んでいる点を評価する。• プロセスとしては、既存の技術的ノウハウを活用した正攻法による新規性の高いシステムと言えるが、プロセスの机上計算が少々楽観的な計算に基づいており、現実的な熱および反応効率に基づき解析精度を高くすることが望まれる。特にラボ試験では気固反応工学的的方法論を活用し、スケールアップ設計が必要である。• プラント実証にむけエネルギー収支と物質収支の観点で効果検証をお願いする。LCAの観点で数値化することで事業面での価値が変わってくるので効果検証は非常に重要な取り組みである。• デファクトスタンダードを取る上での技術マネジメント選択が見えない。現状の評価技術の考え方ではデファクトスタンダードを取る戦略とは言えず、その部分の技術開発が無駄になる可能性がある。
---	---

研究開発項目4：多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

<p>多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立</p> <p>・住友大阪セメント</p>	<p>取組状況</p> <ul style="list-style-type: none">• インダイレクトカーボネーション方式（石膏転化）によるカーボンリサイクルセメントの物性確認のための人工石灰石のラボ合成実施し、サンプル（U字側溝）を国交省へ出荷。• ダイレクトカーボネーション方式（廃コンクリート）によるセメントペースト粉の炭酸化試験を実施し、水分が炭酸化に与える影響を調査• カーボンリサイクルセメント（石膏転化-ラボ合成品増量剤）の基礎物性評価（流動性、圧縮強度等）を実施。 <hr/> <p>委員からの助言</p> <ul style="list-style-type: none">• カーボンリサイクルセメント市場を良く把握されており、導入時のハードルの低い用途からの展開を計画されている。既存セメントの国内シェア20%のチャンネルを活用すれば、カーボンリサイクルセメントの普及の実現性は高いと思われる。• 炭酸塩化技術開発に関して、IDC方式のスケールアップおよび設備とランニングコストの面でのハードルは高いと思われる。社会実装に向けたロードマップを明確にして頂きたい。• システム全体のエネルギー収支と炭素収支を明確にすべきである。また、全体システムにおける廃棄物を含む副産物の処理についても言及すべきである。また人工石灰石と天然石灰石の差異を定量的にすべき。
--	--

6. プロジェクトを取り巻く環境

- **海外のコンクリート・セメント分野の企業においても、多様な技術開発・実証が進められている。**また、海外企業の一部では、日本企業との提携により、国内展開を進めていく動きも出始めている。
- 我が国の標準化に向けた取組として、日本コンクリート工学会において、カーボンリサイクル評価方法に関するJISの開発が進められている。

海外企業等の動向

企業名	主な取組
Solidia Technologies (アメリカ)	原料組成を変えることで低い焼成温度でのセメントと水の代わりにCO ₂ で硬化させる技術を含ませてCO ₂ 排出の小さいコンクリートを製造・販売。
CarbonCure Technologies (カナダ)	産業分野から排出されるCO ₂ を既存のコンクリートへ注入し、セメント量を減らしつつ強度を高めた「CarbonCure Concrete」を製造・販売。
Mineral Carbonation International (オーストラリア)	塩基性ミネラルにCO ₂ を吸収させて無害な固体炭酸塩を形成するCO ₂ 固定化技術を有し、製造された炭酸塩はセメント、コンクリートの原材料での活用が見込まれている。

カーボンリサイクル評価方法に関するJISの開発

日本コンクリート工学会「カーボンリサイクル評価方法の JIS 開発に関する調査委員会」では、外部の機関と共同により、二酸化炭素の排出量および吸収・固定・利用量の文献調査・実態調査や、二酸化炭素の吸収・固定・利用量の計測方法の文献調査・実験および実地計測が行われており、これらを踏まえ、標準化の必要性、標準化の範囲・方針・方向性の検討が進められている。

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- NEDOでは、実施企業や国等と連携して、**標準化戦略の検討に関する「実施企業間の連携」、開発したコンクリート・セメントの「社会受容性の向上」**に向けた取組を始めている。

実施企業間の連携

- 本年7月、コンクリート分野での評価手法に関する技術開発（研究開発項目2）における**実施者間の連携を促す場**として、**NEDOに「評価技術および標準化検討委員会」を設置。**
- プレキャスト、現場施工など、コンクリートの利用実態を踏まえ、技術的に正確に計測する技術の確立を目指しつつ、各事業者の国内外の**事業環境整備に利くルール作り・標準作りの観点で議論。**
- 共通的に扱うべき要素と、個社が追求する要素の整理など、プロジェクトの**標準に関する活動方針について、NEDOの立場で可能なサポートを実施。**

社会受容性の向上

- 開発を進めるコンクリートやセメントの施工性等の確認のため、経済産業省、国土交通省、NEDOが連携し、**公共工事現場において試行的に製品を活用する工事を実施。**
- 研究開発にフィードバックしながら、**建設現場におけるカーボンニュートラルなコンクリート等の試行を進めることで、社会受容性の向上を目指す。**

【採択テーマ】

		コンソーシアム		
	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・施工技術及び品質評価技術の開発	コンクリートにおけるCO2固定量評価の標準化に関する研究開発	CO2を高度利用したCARBON POOLコンクリートの開発と舗装および構造物への実装
コンクリート分野	研究開発項目1 CO2排出削減・固定量最大化コンクリートの開発	鹿島建設 デンカ 竹中工務店		安藤・間 内山アドバンス 灰孝小野田レモン 大阪兵庫生コンクリート 大成ロテック
	研究開発項目2 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	鹿島建設 デンカ	東大 丸山先生	電中研

研究開発項目2に取り組む実施企業間の連携体制

グリーンイノベーション基金で開発したCO2を固定化し収支をマイナスにするコンクリート等の現場試行工事を実施します

～グリーンイノベーション基金の成果を活用した現場試行工事の実施～

2022年9月29日 同時発表：国土交通省

経済産業省・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と国土交通省が連携し、グリーンイノベーション基金事業において開発したCO2を用いたコンクリートの実証を目的として、国土交通省の直轄工事現場において試行的に活用する工事を実施します。

1. 概要

2050年カーボンニュートラルの支援対象の1つとして「CO2を用いたコンクリート等製造技術開発」プロジェクトが組成され、CO2排出削減・固定量最大化コンクリートの開発や、その品質管理・固定量評価手法にかかる技術開発が行われています。この度、経済産業省・国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）と国土交通省が連携し、グリーンイノベーション基金事業において開発したCO2を用いたコンクリートの実証を目的として、国土交通省の直轄工事現場において試行的に活用する工事を実施することになりました。また、工事の状況等についての現地取材日役を設けておりますのでお知らせします。今後、試行結果を研究開発にフィードバックすることによって、CO2排出削減・固定量を最大にするコンクリートの更なる研究開発を促すとともに、開発したコンクリートの社会実装を通じて、建設現場におけるカーボンニュートラルの実現に向けて取り組んでいきます。

▶ エネルギー・環境

(参考1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

約1,209億円

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目 1 CO ₂ 排出削減・固定量最大化コンクリートの開発	約346億円	約303億円
研究開発項目 2 CO ₂ 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	約46億円	約46億円
研究開発項目 3 製造プロセスにおけるCO ₂ 回収技術の設計・実証	約208億円	約149億円
研究開発項目 4 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立	約69億円	約51億円

(参考 2-1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

テーマ名・事業者名

革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発

・鹿島建設（幹事）
・デンカ
・竹中工務店

アウトプット目標

- ✓ CO₂排出量削減・固定量の最大化：CO₂削減量310～350kg/m³（うち固定量120～200kg/m³）
- ✓ 既存製品と同等以下のコストを実現するCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの製造システムの確立※
※コストは一般的なコンクリート製造時との比較。将来、CO₂排出コストが見込まれることも含む

実施内容

マイルストーン

①各種Ca源等を利用したCO₂固定混和材の開発

要素技術の整理と研究用小型キルンの設置を完了（2023年度）

②CCU骨材・微粉等の製造技術開発

CCU骨材・微粉等のプロトタイプを試作（2023年度）

③低CO₂排出型セメントと各種CO₂固定技術の組合せによる革新的カーボンネガティブコンクリートの開発

CCU材料や混和剤等を用いたコンクリートの評価試験を開始（2024年度）

④大型プレキャストコンクリートの革新的CO₂固定技術および適用技術の開発

試験確認用バッチャープラントを構築して、コンクリートの試験製造・CO₂固定試験を実施（2023年度）

⑤対象構造物に応じた現場打設コンクリートの革新的CO₂固定技術および適用技術の開発

・小規模コンクリートを対象に、想定した方法でCO₂固定が可能であることを確認する
・現場打設コンクリートを壁部材や柱梁接合部に適用した際の構造性能の評価（2024年度）

⑥事業性評価および海外展開を含めた社会実装

収益、CO₂削減に対する貢献、ビジネスモデルの素案を策定（2024年度）

(参考 2-2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

テーマ名・事業者名

CO₂を高度利用したCARBON POOL
コンクリートの開発と舗装および構造物
への実装

- ・安藤・間（幹事）
- ・内山アドバンス
- ・灰孝小野田レミコン
- ・大阪兵庫生コンクリート
- ・大成ロテック

アウトプット目標

- ✓ 通常、廃棄物となる生コンスラッジ、残コン・戻りコンおよび解体後のコンクリート塊にCO₂を固定化させ、生コンクリートへリサイクルすることを目標とする。

実施内容

①CO₂固定量を最大化・最速化した炭酸化
生コンスラッジの開発および高性能化

②CO₂固定量を最大化・最速化した残コン・
戻りコン由来の炭酸化粒状化骨材およびコン
クリート塊由来の炭酸化再生骨材の開発お
よび高性能化

アウトプット目標

- ✓ ・CPコンクリート量産型プラントの開発
- ✓ ・透水性CPコンクリートの車道・駐車場、公園・歩道への施工技術の確立およびCO₂固定
- ✓ ・CPコンクリートの一般構造物への適用・施工技術の確立およびCO₂固定

実施内容

①CPコンクリート量産型プラントの開発

②CO₂固定量を最大化・最速化した透水性
CPコンクリート舗装施工技術の開発

②CO₂固定量を最大化・最速化したCPコン
クリートの一般構造物への施工技術開

マイルストーン

材料・コンクリートへのCO₂固定化手法の開発（2023年度）

CPコンクリート製造用要素機器・装置の開発（2023年度）

マイルストーン

簡易プラントによる製造技術の開発（2023年度）

CPコンクリート舗装施工方法の開発、CP路盤材の開発（2023年度）

CPコンクリート構造物施工技術の開発、腐食抑制型鉄筋の開発（2026年度）

(参考 2-3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 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

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発

・鹿島建設（幹事）
・デンカ

- ✓ 2030 年までに、公的規準の礎となるCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートのCO₂固定量の標準的な評価方法を確立
- ✓ 同コンクリートの品質管理・モニタリング手法を構築

実施内容

マイルストーン

①CO₂固定量の評価手法開発

CO₂固定量を評価するための既存の分析手法の分析精度と誤差要因について、分析装置や測定者の影響を検討する（2023年度）

②CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステムの開発

・CO₂固定量を評価するための既存の分析手法の分析精度と誤差要因について、分析装置や測定者の影響を検討する（2022年度）
・プレキャストコンクリート製品を対象としたCO₂固定量評価システムを開発(2024年度)

③フィールド検証等によるCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの品質評価

革新的カーボンネガティブコンクリートの各種評価を開始する（2022年度）

(参考 2-4) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 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

テーマ名・事業者名

CO₂を高度利用したCARBON POOL
コンクリートの開発と舗装および構造物
への実装
・電力中央研究所

アウトプット目標

✓ 「広く社会実装できるCO₂固定型コンクリートの実現」に必要なCO₂固定量・品質評価技術の開発とLCCO₂・LCA・LCC統合
評価設計システムの構築

実施内容

マイルストーン

①LCCO₂ 評価手法の開発

従来の汎用手法の適用限界の把握 (2023年度)

②品質評価・品質管理手法の開発

CO₂固定骨材・混和材の品質評価手法の提案 (2024年度)

③LCA(材料資源)評価手法の開発

BAUシナリオの設定と試行的評価 (2023年度)

④LCC 評価手法の開発

道路舗装のLCC評価に必要な関連情報の整理 (2023年度)

* ⑤「LCCO₂・LCA・LCC統合評価設計システムおよび社会実装シナリオの検討」は、2024年度から着手

(参考 2-5) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 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

テーマ名・事業者名

コンクリートにおけるCO₂固定量評価の
標準化に関する研究開発
・東京大学

アウトプット目標

- ✓ コンクリート用材料・コンクリートの評価方法のJIS となること。また、その ISO 化。
- ✓ 加速試験と評価式の組み合わせによる供用期間中の固定化量の評価枠組みの提案、ならびに構造物の固定化量モニタリング方法の提案。
- ✓ 適切に固定化をしたことを実証する手段、品質評価法の提供。

実施内容

①コンクリート用材料・コンクリートのCO₂固定
量評価方法の開発

②構造物供用中にCO₂固定を実施する材
料について保証する枠組みの開発

③ CO₂の固定に関する品質管理方法に
関する技術開発

マイルストーン

- ・Φ10 x 20 cm試験体の固定量が評価可能な装置開発 (2023年度)
- ・既存JIS法のコンクリート・コンクリート材料の適用性評価 (2023年度)
- ・段階的にJIS化 (最初が2024年度)

- ・濃度依存性メカニズムの解明 (2025年度)
- ・温湿度依存性メカニズムの解明 (2025年度)
- ・仕上材・ひび割れの影響方法の提案 (2025年度)
- ・モニタリング手法の提案 (2025年度)

セメント系材料の測定方法の試案 (2023年度)

(参考 2-6) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 3 : 製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

製造プロセスにおけるCO₂回収技術の
設計・実証
・太平洋セメント (幹事)

✓ 2030年までに、プレヒーターで発生するCO₂のうち85%以上を回収し、また広く適用されている化学吸収法 (アミン法) におけるCO₂を1トン回収するための標準的なエネルギー (原単位: 2.6GJ/t-CO₂) よりも20%以上の省エネとし、エネルギー由来相当分のCO₂をセメント製造用熱エネルギー源に転換する技術の確立。

実施内容

マイルストーン

①革新的な新型仮焼炉の設計

実験機の稼働確認 (2023年度)

②最適な仮焼炉運転条件の確立

実験機の稼働確認 (2023年度)

③プレヒーターにおける原料の予熱

仮焼炉入口のセメント原料の目標温度を達成 (2025年度)

④支燃性ガスの予熱

仮焼炉入口の支燃性ガスの目標温度を達成温度 (2025年度)

⑤エネルギー由来CO₂の熱エネルギー化 (メタネーション技術)

実験機にて初期及び8000hr運転後のメタンの目標転換率を達成 (2025年度)

(参考 2-7) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 4 : 多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立

テーマ名・事業者名

多様なカルシウム源を用いた炭酸塩化技術の確立
・住友大阪セメント

アウトプット目標

- ✓ インダイレクトカーボネーション方式 (IDC方式) : カルシウム源に含まれるCaOの80%以上を抽出し、炭酸塩 1 t あたりに固定するCO₂固定量を420kg以上とする。
- ✓ ダイレクトカーボネーション方式 (DC方式) : カルシウム源に含まれるCaOの15%以上を抽出し、炭酸塩 1 t あたりに固定するCO₂固定量を400kg以上とする。
- ✓ 炭酸塩の生成コストを、従来の石灰石の市価の5倍程度とする。
- ✓ 炭酸塩利用技術のガイドラインを策定する。

実施内容

①炭酸塩化技術開発

②炭酸塩利用技術開発

マイルストーン

- ・炭酸塩化手法のうち廃石膏、Ca排水をアルカリ源とする実験機の稼働 (2022年度)
- ・各検討技術のメリットを総合的に評価・選択または組合せ、カーボンリサイクルセメント原料として合理的な炭酸塩化技術に目途をつける (2025年度)

セメント規格、コンクリート設計・施工マニュアル素案の作成 (2025年度)