

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び評価技術の開発
実施者名：デンカ株式会社、代表名：代表取締役社長 今井 俊夫

コンソーシアム内実施者 鹿島建設株式会社（幹事企業）
デンカ株式会社
株式会社竹中工務店

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

本事業における研究開発（2021～2030年度）

セメント低減型コンクリート技術

+ 地産地消を
考慮した組合せ

CO₂固定型コンクリート技術

CO₂材料活用型コンクリート技術



研究開発項目1-①

大型PCa構造物への
適用技術

現場打設コンクリートへの
適用技術（地盤改良含む）



研究開発項目1-②

CO₂排出削減・固定量
（環境価値）の見える化

万博等での実証
技術基準化に向けたデータ収集



研究開発項目2

野心的な研究開発目標への挑戦（CO₂排出削減・固定量最大化、用途拡大、従来品同等コスト）



関係省庁等と連携の下、開発技術の普及に向けた環境整備（技術基準化、各種優遇策等）

コンソーシアム外の企業を含めた幅広い技術導入の体制構築（普及推進組織等を通じた技術提供）



CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの社会実装・普及拡大へ

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

【研究開発の内容】

1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる使用材料の選定に関する研究開発

- (1) 各種Ca源を利用したCO₂固定型混和材の開発
- (2) CO₂固定骨材・粉末等の製造技術開発
- (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、コンクリート技術開発

1-② CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発

- (1) 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
- (2) 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・適用技術開発
- (3) 事業性評価および海外展開を含めた社会実装検討

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

- (1) CO₂固定量の評価手法の開発
- (2) CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステム開発
- (3) フィールド検証等によるコンクリートの品質とCO₂削減・固定量の評価

【社会実装に向けた取組内容】

- 発注者等への技術PR
- 発注者・学会と連携した技術基準化への取組
- 普及拡大を後押しする施策に関する関係省庁との検討
- コンソーシアム以外を含めた幅広い技術実装の仕組みづくり
- CO₂削減・固定効果による環境価値の「見える化」
- CO₂有効活用（CCU）の促進

鹿島（幹事会社）

- (2)(3) の分担部を担当
- (1)(2)(3)の分担部を担当
- (2)(3) を担当

デンカ

共同研究開発

- (1) および(3)の分担部を担当
- コンソーシアムによる全体会議等にて協議に参加
- (1)を担当

竹中工務店

- (2)(3)の分担部を担当
- (1)(2)(3)の分担部を担当
- コンソーシアムによる全体会議等にて協議に参加

社会実装に向けた取組

- 万博や国際展示会等への出展
- 実績データの取得・発表
- 関連省庁との意見交換等
- 普及推進組織の立ち上げ
- クレジット化等に関する検討
- CO₂排出事業者との意見交換等
- 万博や国際展示会等への対応に連動したCO₂固定型混和材の試験供給実施
- 実績データの取得・発表
- クレジット化等に関する検討
- ステイクホルダー（ユーザー、学協会、ほか）との意見交換等
- 万博への適用や展示会への出展
- 研究成果の国内外への公表
- 関連省庁との意見交換等
- 普及推進組織の立ち上げ
- クレジット化等に関する検討
- CO₂分離回収技術保有者およびCO₂排出事業者との意見交換等

インフラ・建物・街をつくりながらCO₂を削減・固定～建設活動を通じてカーボンニュートラル社会へ貢献～

0. コンソーシアムの参加企業

本研究開発事業では、総合建設業であり、多数の環境配慮型コンクリート技術の開発・適用実績を有する鹿島、竹中工務店と、コンクリート用特殊混和材の開発・製品化において優れた技術と実績を有するデンカが主要な企業となり、建設サプライチェーンを構成する44社と大学等の11研究機関からなるコンソーシアムを構成し、最終的にCO₂排出削減・固定量最大化コンクリートを広く一般に普及させることを目標とする

幹事会社【3社】



参加企業【44企業、11研究機関】

分野	参加企業
ゼネコン(8社)	鹿島建設, 竹中工務店, 鹿島道路, 竹中土木, 鉄建建設, 東急建設, ピーエス三菱, 不動テトラ
セメント・混和材メーカー(6社)	デンカ, 太平洋セメント, トクヤマ, 日鉄高炉セメント, 日鉄セメント, 大和紡績
混和剤メーカー(4社)	花王, 竹本油脂, フローリック, ポゾリスソリューションズ
プラント関連メーカー(3社)	北川鉄工所, セイア, 日工
生コンメーカー(3社)	磯上商事, 三和石産, 長岡生コンクリート
プレキャスト・CCU材料関連メーカー(18社)	川岸工業, コトブキ技研工業, ジオスター, 住友金属鉱山シポレックス, スパンクリートコーポレーション, タイガーマシン製作所, ダイワ, 高橋カーテンウォール, タカムラ建設, 鶴見コンクリート, 日本コンクリート, 日本コンクリート工業, 日本メサライト工業, ノザワ, ホクエツ, ランデス, 中国高圧コンクリート工業, ほか1社
商社(1社)	三菱商事
計測・システムメーカー(1社)	島津製作所
大学・研究機関等(10大学, 1機関)	金沢工業大学, 九州大学, 芝浦工業大学, 島根大学, 東京大学, 東北大学, 東京理科大学, 東洋大学, 早稲田大学, 東海大学, 産業技術総合研究所

インフラ・建物・街をつくりながらCO₂を削減・固定～建設活動を通じてカーボンニュートラル社会へ貢献～

1. 事業戦略・事業計画

デンカ(株)

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

カーボンニュートラルへの社会的ニーズを背景に、環境配慮型コンクリートの市場規模が拡大

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

（社会面）

- 投資家・顧客・国民のカーボンニュートラルへの関心・期待が拡大。社会・自然環境との関係が深い建設産業では従来以上に積極的な対応が必要。
- 施工機械等のCO₂排出量削減に加え、**CO₂削減・固定建材等、特に環境配慮型コンクリートのニーズが拡大。**

（経済面）

- 経済活動を継続しながらカーボンニュートラルを実現できる**カーボンリサイクル技術**の利用が拡大。早期に社会実装可能な技術として、**環境配慮型コンクリートの市場が15~40兆円/年規模^{*1}に成長**（2030年、全世界）。

^{*1} 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2020)

（政策面）

- 「国土交通グリーンチャレンジ」等をはじめ、**CO₂削減・固定建材等の公共調達における利用拡大、技術基準化等**に向けた施策が加速。
- CO₂の排出削減や排出権取引等のルール整備が進展。各企業の削減目標達成に向け、**CO₂の引取り・固定ニーズ（有償含む）**が発生。

（技術面）

- 環境配慮型コンクリートに関する国内外での研究開発が活発化するなか、**CO₂排出削減・固定量の最大化、用途拡大、コスト低減等が課題。**
- CO₂分離回収（DAC；Direct Air Capture）、サプライチェーン管理（ブロックチェーン）等、ベンチャー発の革新的技術が急速に発展。

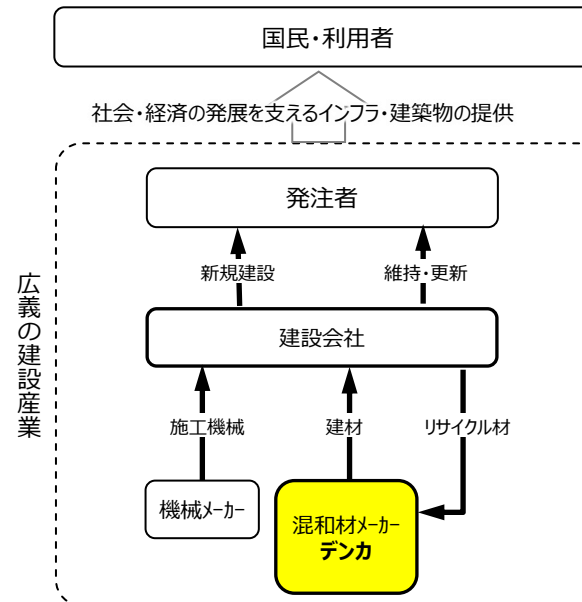
● 市場機会：

- 環境配慮型コンクリート市場が成長するなか、従来品と同等コストで**CO₂削減・固定量を最大化できるコンクリート用の混和材を開発し、製造販売による収益を得る。**
- 中小を含めた**全国の幅広い企業で技術実装できる体制を構築。**技術使用料等も収益源化。

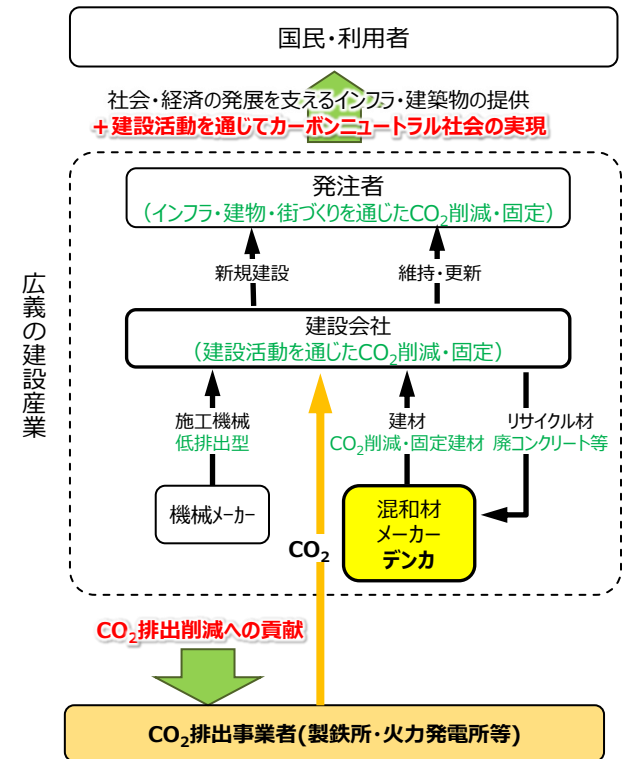
● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- 建設活動に伴うCO₂排出量削減並びに他産業で発生するCO₂の固定**を行うコンクリートの開発・実装で、建設活動を通じたカーボンニュートラル社会の実現に貢献。

既存の産業アーキテクチャ



カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



● 当該変化に対する経営ビジョン：

カーボンリサイクル・資源循環技術による材料でCO₂を削減固定できる社会を実現

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

CO₂排出削減・固定量最大化を強みに、**成長する環境配慮型コンクリート市場でシェア拡大**

市場概要（セグメント分析）

- コンクリート市場のセグメント
 - ① 通常コンクリート
 - ② 環境配慮型コンクリート
 - ・一般的な環境配慮型コンクリート(セメント低減型コンクリート等)
 - ・CO₂排出削減・固定量最大化コンクリート(開発技術)
- 「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」に基づく政府を挙げた施策推進、並びに各発注者の環境配慮への積極的な取組姿勢を背景に、国内で**環境配慮型コンクリートへの転換が着実に進む**と想定。
 - 1) 2030年頃 国内コンクリート出荷量のうち
→**環境配慮型が占める割合：小～中**
 - 2) 2050年頃 国内コンクリート出荷量のうち
→**環境配慮型が占める割合：大**
- 海外市場でも、北米・アジア等で環境配慮型コンクリートの需要が拡大。
政府を挙げた施策推進や各発注者の積極的利用などにより環境配慮型コンクリート市場の成長を想定

ターゲットの概要（目標とするシェア・時期）

国内市場

- CO₂排出削減・固定量の最大化 (削減・固定量310～350kg/m³、うち固定量120～200kg/m³)、有筋構造物・現場施工等への用途拡大、従来品と同等コストを目標とする研究開発を行い、2030年以降に事業化。
- 官庁・学会等との連携・支援の下、技術基準化等の普及活動を展開。自社やコンソーシアム企業はもとより、コンソーシアム外の企業にも技術提供することで、幅広い実装を進めるとともにCO₂削減・固定総量を確保。
- 政府の研究開発・社会実装計画に示された目標普及率（世界シェア 2030年0.1%、2050年4%）も踏まえ、開発技術のシェアを想定し、野心的な取組みを展開。

海外市場

- 国内における事業化実績を踏まえ、2050年カーボンニュートラル社会を見据えて、有望市場国における技術実証並びに市場参画を図る。
- 先行して、既存技術（CO₂-SUICOM等）も適宜活用し、海外のニーズ探索・チャネル構築にも取り組む。

需要家	主なプレーヤー	課題	想定ニーズ
国内公共工事発注者 (主に土木)	中央官庁、地方自治体、 高速道路会社等	- 着実なインフラ整備・維持管理とCO₂排出量削減の両立 - 中小を含む建設産業の持続的発展	- 費用対効果の高い環境配慮型コンクリートの利用 - 同技術の標準化・普及拡大
国内民間工事発注者 (主に建築)	デベロッパー、製造業、物 流、鉄道、電力、ガス等	- 不動産開発・自社施設建設におけるCO₂排出量の削減 - CO₂削減による企業価値の向上	- CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの利用 - 同技術利用によるCO₂排出削減・固定効果の見える化
海外発注者 (公共・民間)	国内とほぼ同様	国内需要家と同様	国内需要家と同様
CO ₂ 排出事業者	電力、製鉄、セメント等	カーボンニュートラルへの対応	削減困難なCO₂のコンクリートでの受入れ・固定 (有償含む)

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

カーボンニュートラル社会の実現に向け、様々な主体と連携し、幅広い社会実装を推進

社会・顧客に対する提供価値

資源循環・カーボンリサイクル技術による材料でCO₂を吸収固定できる社会を実現する。

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリート（CO₂排出削減・固定量350kg/m³、うち固定量200kg/m³が可能）用の混和材を開発し、従来品と同等コストで提供可能な体制を構築することで、資源循環とカーボンニュートラルの実現に貢献する。

ビジネスモデルの概要

- ① CO₂固定型混和材の**販売による収益**
- ② **知財ライセンス（技術供与等）**による収益
- ③ 排出削減に応じた**環境価値**を提供

■産業アーキテクチャ

- ① CO₂固定型混和材のを提供し、CO₂排出削減・有効利用に貢献
→CO₂固定型混和材の**販売による収益**を建設会社、プレキャストメーカーから獲得
- ② 普及推進組織を立ち上げ、コンソーシアム以外の企業にも開発技術を提供
→**技術使用料による収益**を建設関連企業（ユーザー）から獲得

※技術使用料はコストダウン等の技術開発に利用

※将来的には産業廃棄物を受け入れる

■特徴

- ・【独自性・新規性】資源循環・カーボンリサイクル技術によりCO₂を固定し、CO₂排出事業者の排出量削減にも貢献する(③)
- ・【有効性】地域特性（調達可能な材料等）に応じてCO₂排出削減・固定量を最大化する技術を開発。国内外で幅広く適用し、CO₂削減・固定総量を確保。
- ・【実現可能性】研究会（普及推進組織）を立ち上げ、ライセンス管理、並びコンソーシアム以外の企業による技術導入支援を行う体制とし、社会実装推進。
- ・【継続性】研究会が環境価値認定機関(第三者機関)とも連携し、CO₂固定・削減の効果が見える化することで、発注者やCO₂排出事業者による需要を喚起。

■研究開発

- ・ CO₂排出削減・固定量の最大化の新材料 （研究開発項目1-① 参照）
- ・ 低CO₂排出型セメントと各種CO₂吸収・固定技術の組合せ開発 （研究開発項目1-① 参照）
- ・ CO₂排出削減・固定量の見える化 （研究開発項目2 参照）

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

CO₂固定型混和材の標準化を活用し、サプライチェーン内でのルール形成を推進

海外の標準化や規制の動向

（海外の標準化動向）

- コンクリートのサステナビリティに係る環境製品宣言に向けたルールとしてEN16757:2017、EPD (Environmental Product Declaration) が制定
- 欧州委は、2022年2月、「2022年欧州標準化のための事業計画」中で優先分野一つに「気候変動に適応したインフラとその資材としての低炭素セメント」を選定したと公表

（規制動向）

- 性能規定型の規格体系、公共調達への対応

標準化の取組方針

- 新市場創造型標準化制度の活用を通じたCO₂固定型混和材、及び養生方法など周辺技術の早期JIS化、海外標準化（ルールメイキング+粗悪品の市場参入阻止、等）

標準化の取組内容（全事業期間通じて）

（例1）国際標準化

（標準化によるイノベーション基盤の構築）

- アジア地域への販路拡大を想定し、同地域での混和材含むコンクリート関連標準、ルールの体系的整理、及び市場強制力等の把握を推進する。
- 研究開発項目2とも連動し、競争優位性の確保に繋がるCO₂固定型混和材の性能評価手法を早期に確立する。

（例2）民間認証

（業界コンセンサス形成による新たな基準の策定）

- CO₂固定型混和材に関する研究会の立上げ
- 建設材料技術 性能証明の取得
- 学協会（日本コンクリート工学会等）への委託による、CO₂固定型混和材を用いたコンクリートに関する研究委員会の立上げ
- 上記研究委員会の成果を基にしたCO₂吸収型コンクリート設計施工指針作成委員会の組織化、及び指針原案の制定
- トレーサビリティ検討

知財、その他規制等に関する取組方針・内容

- 建築基準法・指定建築材料、及びグリーン購入法特定調達品目化への対応に向けた早期JIS化
建築分野への適用に向けた建築基準法・指定建築材料化、公共事業への技術提案選及
- 海外を意識した知財・標準化戦略、及び事業モデルの構築
長期耐久性、低収縮性、鉄筋防食技術などの性能・技術面や測定の量精度に着目した標準化により差別化を検討する
- WIPO-GREENへのパートナー登録
世界知的所有権機関（WIPO）が運営する環境関連技術グローバルプラットフォーム「WIPO-GREE」にパートナーとして参画し、既保有のCO₂固定型混和材に関わる技術情報を同プラットフォームへ登録

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング（更新版）

カーボンネガティブコンクリートの開発実績を活かし、**さらなる付加価値向上・普及拡大**に挑戦

自社の強み、弱み（経営資源）

競合との比較

ターゲットに対する提供価値

- ・ **カーボンネガティブコンクリート用のCO₂固定型混和材**の提供
- ・ **CO₂固定型混和材の量産化によるコスト低減**
- ・ **コンクリートに関わるカーボンリサイクル及び未利用資源の有効活用による資源循環技術**の提供
- ・ **CO₂固定量の見える化技術**の確立

自社の強み

- ・ 総合化学メーカーとしての人材・知見・設備
- ・ 世界に先駆けてCO₂固定型混和材の事業化に成功
- ・ コンクリート用混和材の開発・製造技術・ノウハウ所有

自社の弱み及び対応

- ・ CO₂固定型混和材の量産化技術・設備不足
⇒量産化について共同研究
- ・ CO₂固定化に関する定量化・基礎データが不足
⇒大学等の研究機関と連携し、データ取得開始
- ・ 技術基準・発注仕様に直接関与することが困難
⇒官庁・学会等との連携により、委員会等で規格化の検討開始

自社

競合
米S社競合
加C社

技術

(現在)
・副生消石灰を原料とした製造技術所有



(将来)
・未利用資源からの製造技術確立、コストダウン
・量産化技術確立による普及
・定量評価によるCO₂固定化量の数値化

顧客基盤

(現在)
・環境意識の高い顧客(官・民とも)への販売、協業



(将来)
・標準化により、需要拡大
・国内顧客全般に普及
・供給技術・体制を踏まえた海外展開

サプライチェーン

(現在)
・限定的な原料
・限られたPCa工場と協業
・一部のCO₂サプライヤーと協業
・パイロット生産設備実績化



(将来)
・廃コンクリート、焼却灰、排ガス（炭酸ガス）等の受け入れ
・他社との協業生産による全国展開

その他経営資源

(現在)
・化学会社としての人材・知見
・分析装置、製造設備



(将来)
・量産化設備の導入

・現時点ではPCaを対象（養生槽でCO₂をコンクリートに固定）
・コンクリート生産でのCO₂排出削減量は最大70%

・舗装・ブロック関連のPCa製品を商用化し展開
・米政府（交通省、エネルギー省、環境保護庁等）と研究開発で連携

・北米と欧州に生産設備を保有
・CO₂サプライヤーとの協力関係あり

・資金調達額 約3億ドル
・従業員 約60名
・特許登録数 150件以上
・セメント大手との共同開発

・生コン・PCaを対象（練り混ぜ時にCO₂を注入して固定）
・コンクリート生産でのCO₂排出削減量は5%未満（鹿島建設社試算）

・北米にて20カ所近くのプロジェクで実績
・低炭素コンクリート義務化の法整備もあり、注目拡大
・環境を重視するIT大手企業等が出資

・北米等において約300の生コン工場と契約し、生産体制確立
・CO₂サプライヤーとの協力関係あり

・従業員 約80名

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

10年間の研究開発の後、2031年頃の事業化、2036年頃の投資回収を想定

投資計画

	研究開発			事業化	投資回収※			
	2021年度	…	2030年度	2031年度	…	2035年度	2036年度	計画の考え方・取組スケジュール等
売上高	—			約20～40億円／年				・新規CO ₂ 固定型混和材料の開発・販売による売上を計上
研究開発費	約0.8億円／10年			約0.7～0.9億円／年				・本事業における当社研究開発費負担分 ・31年度以降も計画的に研究開発投資を続ける
設備投資費	約20.2億円／10年							・事業化に向けた大型製造設備投資のうち当社負担分
取組の段階	事業化検討開始 → 事業化設備検討開始			事業化(社会実装) 技術の高度化 →				・26年度より事業化設備検討開始 ・30年度にコストダウン含む量産化技術確立。31年度より事業化し、36年度に投資回収※
CO ₂ 削減効果	—			約9.5万～17.9万トン／年				・CO ₂ -SUICOMは普通コンクリートと比較して200kg/m ³ のCO ₂ 固定化効果があるとして計算

※ 事業化後の累積営業利益が総投資額を上回る年度とした

1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画（更新版）

CO₂排出削減・固定量の最大化材料の開発、製造技術の確立による当該技術の普及促進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
進捗状況	• CO₂排出削減・固定量を最大化できる材料に関する研究開発 - 廃棄物等の未利用Ca等を利用した材料開発の準備として、利用可能な未利用Ca等資源の調査を開始 - 標準化については関連学会・NEDO等連携し、JIS化、ISO化委員会等に参画 • CCU骨材等の組合せによるCO₂排出削減・固定量の最大化 - 各種試験を実施するため、既存の炭酸化混和材（LEAF）の提供実施 • CO₂固定量の見える化技術確立 - 既存の炭酸化混和材（LEAF）をモデルに基礎データの取得を共同実施先と開始した。	• 実験用キルンの導入 - 社会実装するために量産化が重要で、実機での量産化の前に小型の試験製造による検証が必要になるため導入の準備を開始した • 既存セメントキルンを活用した新設備導入 - 数年後の小型キルン導入に向け、設備導入の検討を開始した • 普及に向けた需要地に近い工場等での製造 - 共同実施先と意見交換を実施した	• 技術基準化による普及拡大 - 学会・コンソ・NEDOと連携し、委員会活動を通じ技術基準化の推進の議論を開始 - 万博等での実証・実績づくりのため鹿島社、竹中工務店社と準備を開始した • 量産化技術による普及拡大とコストダウン - 未実施（今後実施する計画） • CO₂固定による環境価値の定量化 - 未実施（今後実施する計画）
国際競争上の優位性	▼ • CO₂固定型混和材,CCU骨材等を組み合わせCO₂排出削減・固定量の最大化 - 既存技術を含めた組合せによりCO₂排出削減・固定量を最大化し、カーボンネガティブ技術として差別化 • 地域及び製品の特性を考慮した幅広い技術構成 - 海外を含めた各地域における多様なニーズに対応 • CO₂固定量の見える化技術確立 - 見える化により、発注者を含めた環境貢献をアピール - CO₂排出事業者にとっての環境価値を定量評価	▼ • 実験用キルンで独自の研究開発 - 国内設備による試験製造等の迅速な研究推進 • 既存設備のレトロフィットによる設備投資の最小化 - 既存設備の有効活用による競争力向上	▼ • 技術基準化による普及拡大 - 国内の技術基準化を推進し、ISO化を推進し差別化 • 技術ライセンス提供による利用促進 - 技術開発による知財取得。海外メーカーへのライセンスで普及の促進。デファクトスタンダード化を目指す。 • CO₂固定による環境価値の定量化 - 環境価値の定量化により、海外での排出量規制への対応

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、23億円規模の自社研究開発費負担を予定

資金計画

	N1年度 ~ N10年度	36年度まで合計
事業全体の資金需要	約141.0億円	本事業期間終了後も開発したCO ₂ 固定型混和材料の改良(技術の高度化)、社会実装推進のため0.7～0.9億円／年の研究開発費を計上予定
うち研究開発投資	約141.0億円	
国費負担※ (補助又は助成)	約120.0億円	
自己負担	約21.0億円	

※インセンティブが全額支払われた場合

※コンソーシアム（鹿島，デンカ，竹中工務店）
での提案のため、全者共通の内容

2. 研究開発計画

研究開発の全容に関するご説明【提案の背景】

環境配慮型コンクリートは、大きく3つの技術に分類される

① セメント低減型コンクリート（たとえばECM, CemR3など）

セメント製造時に多量のCO₂が排出されることを鑑み、セメントの一部または全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ、再生セメント等に置き換えることで、計算上のCO₂排出量を低減したコンクリート

② CO₂固定型コンクリート（たとえばCO₂-SUICOMなど）

CO₂と反応する材料を配合して、CO₂を接触させる『炭酸化養生』を行うことで、実際にコンクリート中にCaCO₃としてCO₂を固定化することができるコンクリート

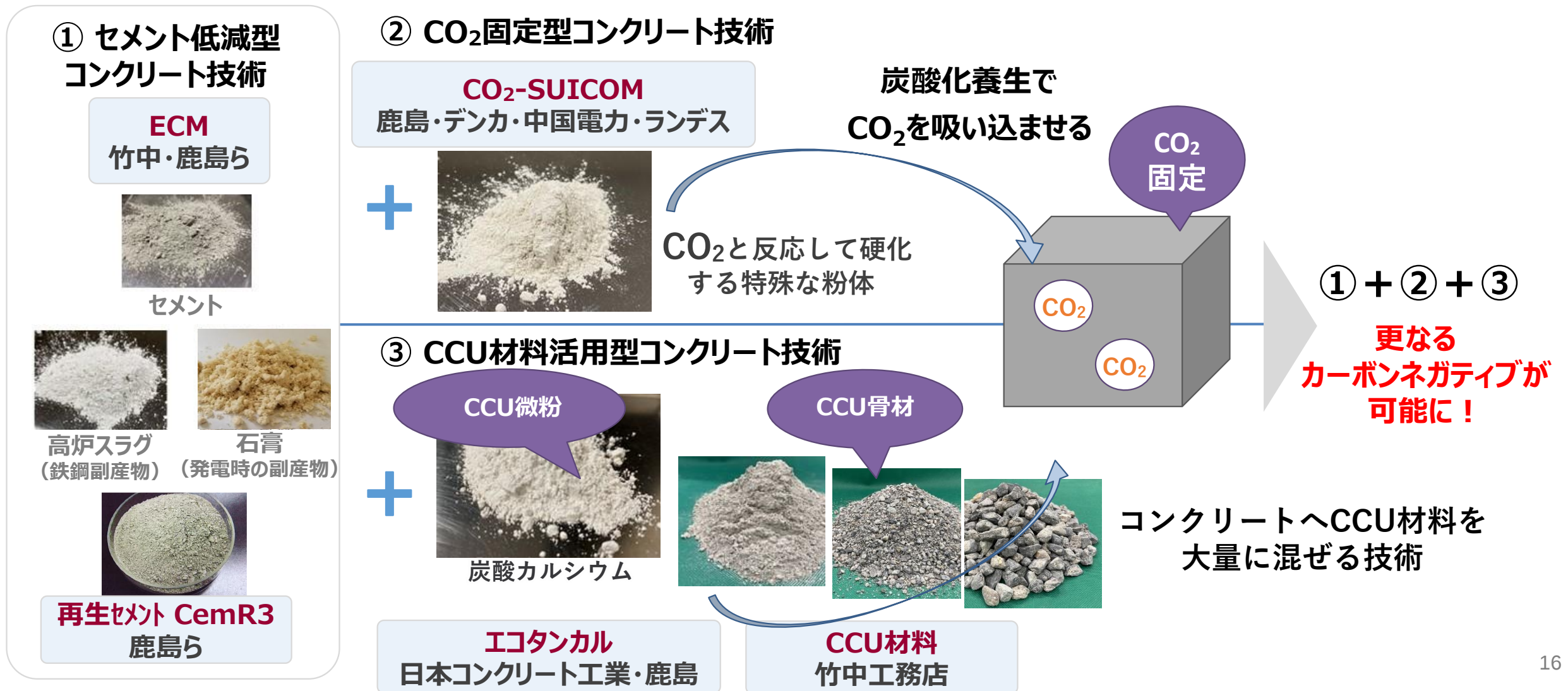
③ CCU材料活用型コンクリート（たとえばエコタンカル、CO₂固定材料など）

廃コンクリート等の廃棄物由来のCa分にあらかじめCO₂を反応させて、CaCO₃の粉末や骨材を製造し、それらを材料として練り混ぜることでCO₂を固定化したコンクリート

CCU : *Carbon Capture and Utilization*

研究開発の全容に関するご説明【提案の方向性】

① + ② + ③の技術を融合・高度化・低コスト化することで、CO₂削減・固定量310~350kg/m³、うちCO₂固定量120~200kg/m³となるコンクリートを開発



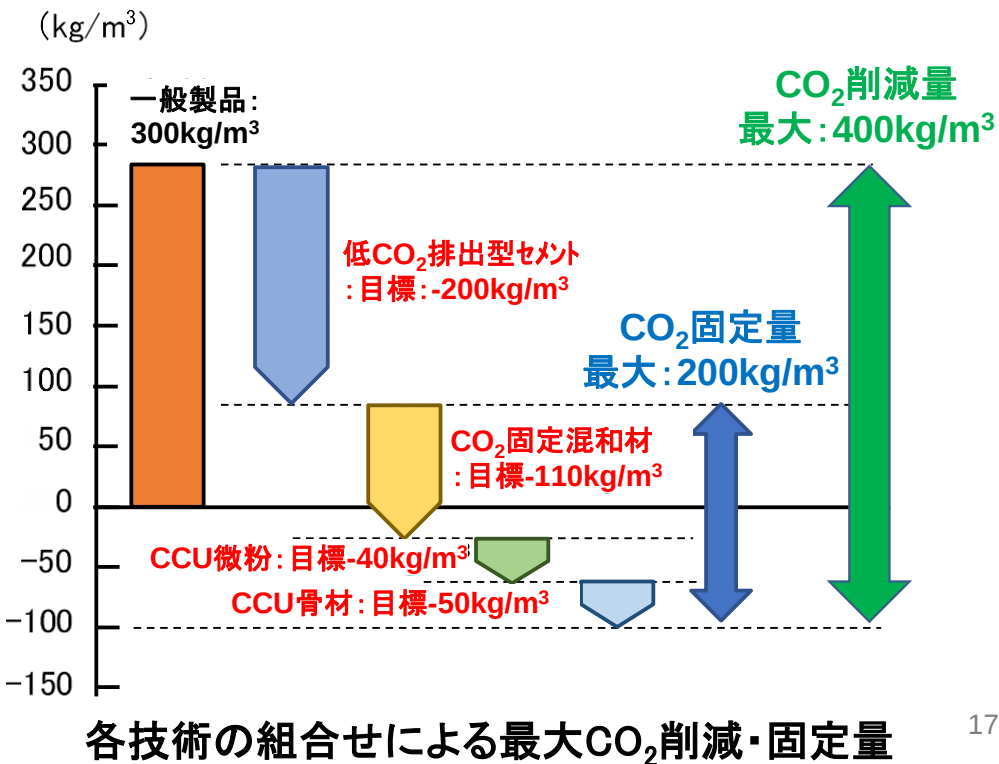
研究開発の全容に関するご説明（各項目の実施概要）

【研究開発項目1-①】

CO₂排出削減・固定量を最大化できる使用材料の選定に関する研究開発

- (1)各種Ca源を利用したCO₂固定型混和材の開発（普及展開に向けた大量製造技術の確立を含む）
 - (2)CCU骨材・微粉等の製造技術開発（普及展開に向けた大量製造技術の確立を含む）
 - (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
- ☞地域性・材料特性を考慮しつつ、CO₂排出量最小となる配合・材料設計手法の確立

	水	セメント・混和材	細骨材	粗骨材
一般				
本研究		 CO ₂ 固定型混和材	 CCU骨材（改質再生材）	
		 低CO ₂ 排出型セメント	 CCU微粉	 CCU骨材（副産物造粒）



研究開発の全容に関するご説明（各項目の実施概要）

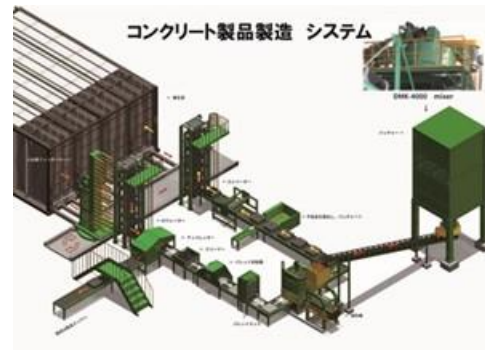
【研究開発項目1-②】

CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発

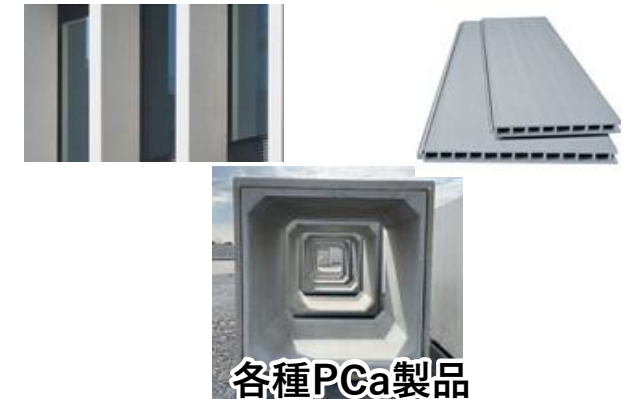
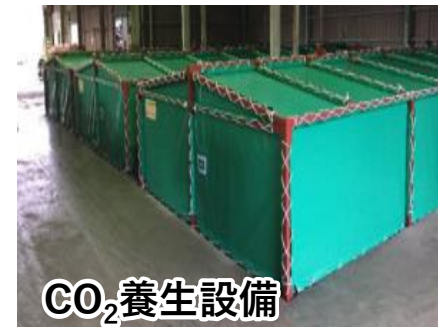
(1) 大型プレキャストコンクリートの革新的CO₂固定技術および適用技術の開発



CO₂排出量を評価でき、エネルギー最小となる
コンクリート製造プラントの試験構築と実証



各PCa製品に応じたコンクリートの製造～養生(CO₂固定)プロセス開発と、製品としての品質性能評価



(2) 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・適用技術開発



構造物に適したCO₂固定方法の開発、および製造性・施工性の実証

(3) 事業性評価及び海外展開を含めた社会実装検討

研究開発の全容に関するご説明（各項目の実施概要）

【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

- (1) CO₂固定量の評価手法の開発
- (2) CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステム開発
- (3) フィールド検証等によるコンクリートの品質とCO₂削減・固定量の評価

(1) 各種CO₂分析機器を用いたCO₂固定量評価・分析手法の最適化と検証



TOC(全有機体炭素計)



無機炭素分析

(2)-1. コンクリートへのCO₂固定による槽内CO₂消費モニタリングシステムの開発と検証



(2)-2. 材料～製造～施工の一連の建设工程を踏まえたLCCO₂評価システムの開発と検証



(3) 開発したコンクリートのフィールド暴露によるコンクリートの耐久性等の評価とCO₂削減・固定量の評価及び検証



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-①(1).各種Ca源等を利用したCO₂固定型混和材の開発

研究開発項目

1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる
使用材料の選定に関する研究開発

(1).各種Ca源等を利用したCO₂固定型混和材
の開発

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

- 1 化学工場内で発生する未
利用Ca等廃棄物を利用
したCO₂固定型混和材の
開発
- 2 未利用Ca等廃棄物を利
活用したCO₂固定型混和
材の開発
- 3 既存セメントプラント活用
技術の開発

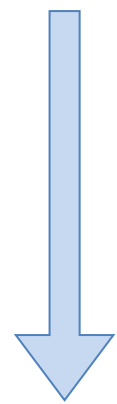
KPI

- ・配合・焼成条件の見極めによるCO₂固定
型混和材の製法確立（量産化含む）
- ・地域性に対応できる未利用Ca等廃棄物
の選定
・未利用Caを活用したCO₂固定型混和材
の組成設計の確立
・CO₂固定型混和材の開発と知的財産権
化
- ・地域性に対応できるセメントメーカーの既
存セメントプラントでの製造技術の確立（設
備改造、生産能力、立地等）

KPI設定の考え方

- ・二酸化炭素固定量を最大限に活用するには、
CO₂固定型混和材を製造することが必要
- ・幅広い社会実装、地域における調達状況を
考慮した未利用Ca等廃棄物の最大利用
・社会実装を見据えた材料設計
・海外でのライセンスビジネスを想定した知的財
産権の確保
- ・幅広い社会実装を考慮した生産体制の構築
・既存製品（＝コンクリート）と同等以下のコス
ト実現に向けたコスト低減

少量
高品質



大量
汎用性

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-①(1).各種Ca源等を利用したCO₂固定型混和材の開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)	
1	化学工場内で発生する未利用Ca等廃棄物を利用したCO ₂ 固定型混和材の開発	配合・焼成条件の見極めによるCO ₂ 固定型混和材の製法確立	試験環境下での初期プロトタイプ実証 (TRL4：試験環境下での初期プロトタイプ実証)	他製品プラントを活用した製造体制の確立 (TRL8：実機での初期的商用稼働)	- 化学工場内で発生する未利用Ca等廃棄物の有効活用 - CO₂固定型混和材生成のメカニズム体系的整理 - 他製品プラントを活用した製造実証	100%
2	未利用Ca等廃棄物を利活用したCO ₂ 固定型混和材の開発	- 未利用Ca等廃棄物の選定 - 未利用Caを活用したCO₂固定型混和材の確立 - CO₂固定型混和材の開発と知的財産権化	技術コンセプトの構築段階 (TRL3：試験環境下での初期プロトタイプ実証)	(TRL6：想定使用環境下での機能別大型プロトタイプ実証)	- 未利用Ca等廃棄物の選定 - 既存セメントプラントの設備構成に合わせたCO₂固定型混和材の開発	100%
3	既存セメントプラント活用技術の開発	地域性に応じたセメントメーカーのキルンでの製造技術の確立(設備改造、生産能力、立地等)	技術コンセプトの構築段階 (TRL3：試験環境下での初期プロトタイプ実証)	(TRL6：想定使用環境下での機能別大型プロトタイプ実証)	- 効率的なCO₂固定型混和材の製造手法の開発 - CO₂固定型混和材のレトロフィット製造に必要な要素技術（設備）の調査・選定	50%

少量
高品質

↓

大量
汎用性

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 化学工場内で発生する未利用Ca等廃棄物を利用したCO ₂ 固定型混和材の開発	CO ₂ 固定型混和材の製造条件を整理し、生成メカニズムとの関係を明らかにする。	・不純物由来で混入が想定される化学物質が焼成品の鉱物組成へ与える影響を評価。	○ ・一部の不純物は、製品の鉱物組成へ影響与えることを確認
2 未利用Ca等廃棄物を利活用したCO ₂ 固定型混和材の開発	未利用Ca源等を原料として有望であるものを選別する。	・原料のCa源となる未利用廃棄物について、調査項目を明確化したうえで東日本地区を中心に調査着手。 ・セメントスラッジなど、試験に必要な未利用廃棄物の入手方法、及びサンプリング方法などを発生先と調整開始。	○ ・2022年度内に、未利用廃棄物の一次調査が完了予定。 ・9月よりサンプルを入手して、評価着手を予定
3 既存セメントプラント活用技術の開発	レトロフィット製造に必要な要素技術（設備）の調査、及び設備仕様の決定に向けて必要なデータ収集を進める。	・既存装置の各工程が製品へ与える影響を机上検討し、製造に必要な要素技術を精査した。 ・本検討結果を基に、データ収集に必要な中規模試験設備の設備仕様を設計した。	△ ・仕様を定め、設備投資を進めているが、計装系材料不足による工事遅れが予想

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

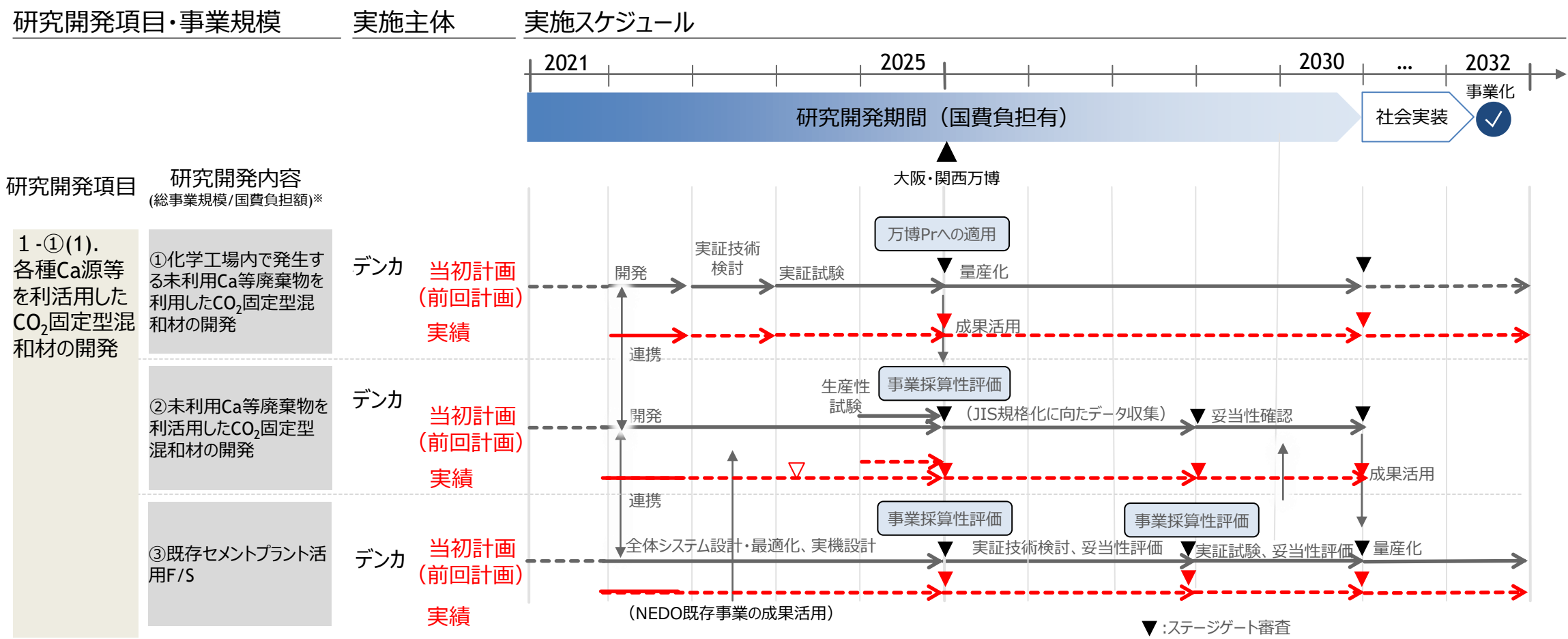
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 化学工場内で発生する未利用Ca等廃棄物を利用したCO ₂ 固定型混和材の開発	CO ₂ 固定型混和材の製造条件を整理し、生成メカニズムとの関係を明らかにする。	・不純物からの混入が想定される複数の化学物質について、評価が未完了。 ・不純物がCO ₂ 固定型混和材の鉱物組成に与える影響評価までは進んだが、製品性能へ与える影響までは不明。	○（理由） 不純物を混和した焼成試験を進め、鉱物組成と混和材としての性能評価を実施予定。
2 未利用Ca等廃棄物を利活用したCO ₂ 固定型混和材の開発	未利用Ca源等を原料として有望であるものを選別する。	・Ca源となる未利用廃棄物は多様な物質が含まれるため、製品原料としての適正が不明。 ・未利用廃棄物の品質管理や組成変動が不透明で、工業スケールの利用における適正が不明。	○（理由） セメントスラッジは、入手サンプルより組成変動の検査や①の知見を基にした原料としての適性を評価予定。
3 既存セメントプラント活用技術の開発	レトロフィット製造に必要な要素技術（設備）の調査、及び設備仕様の決定に向けて必要なデータ収集を進める。	・結果の妥当性検証。	○（理由） 小試の追加試験やシミュレーションソフト活用。 ・実機設備での試験を予定。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-①(1).各種Ca源等を活用したCO₂固定型混和材の開発



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-①(2). CCU骨材・微粉等の製造技術開発

研究開発項目

- 1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる
使用材料の選定に関する研究開発
- (2) CCU骨材・微粉等の製造技術開発

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

1 Ca含有副産物等を利用したCCU骨材の製造
技術開発

2 LCCO₂を最小化できる
CCU微粉の大量製造
技術開発

KPI

コンクリート用骨材としての品質を満足しつつ、
カーボンニュートラルを達成できるCCU骨材
の製造技術の確立

残コン・戻りコン等の未利用資源を活用した
カーボンニュートラルCCU微粉の大量製造
技術の確立

KPI設定の考え方

CCU骨材の製造にはCO₂固定、造粒から成型の複
数の工程が必要であり、CO₂固定と製造時のエネル
ギー抑制がカーボンリサイクルの観点で重要

未利用資源と存在する各種材料には、Caのみなら
ず様々な元素や材料が含有されており、コンクリート
に悪影響の無い炭酸塩を最小エネルギーで大量に製
造する技術の確立することが重要

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-①(2). CCU骨材・微粉等の製造技術開発

研究開発項目

- 1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる
使用材料に関する研究開発
- (2) CCU骨材・微粉等の製造技術開発

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

3 CO₂固定微粉の製造
技術の開発

4 CO₂固定した改質再
生骨材の製造技術の
開発

5 CO₂固定微粉・改質
再生骨材のLCA、事
業化の検討

KPI

- ・実機製造技術の確立/実証設備の構築
- ・CO₂固定量 原料微粉質量比で目標値
確保

- ・実機製造技術の確立、実証設備の構築
- ・CO₂固定量 原料に対する質量比で目標
値確保（細骨材）

- ・解体コンクリートの全量利用を前提とした
LCA評価の構築
- ・事業性評価手法の構築

KPI設定の考え方

- ・CO₂固定微粉を供給できる体制を構築する必要
- ・解体コンクリート中から効率的にカルシウム源を多く含む
微粉を回収し固定化

- ・CO₂固定改質再生骨材（細骨材、粗骨材）を供給で
きる体制を構築する必要
- ・解体コンクリートから効率的に骨材を回収し残存カルシウ
ムにCO₂を効率的に固定する方法が必要

CO₂排出地、CO₂固定地、固定方式を考慮して、資源
である解体コンクリートを全量利用する際のLCA評価が必要

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-①(2). CCU骨材・微粉等の製造技術開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 Ca含有副産物等 を利用したCCU骨 材の製造技術開 発	コンクリート用骨材としての品質を満足しつつ、カーボンニュートラルを達成できるCCU骨材の製造技術の確立	技術コンセプトをラボレベルで検証している段階 (TRL3)	コンクリート用骨材レベルでの製造・使用に係る大規模実証 (TRL6)	- 造粒時における材料・環境の最適化 - CO₂の固定化方法の最適化	80%
2 LCCCO ₂ を最小化で きるCCU微粉の大 量製造技術開発	残コン・戻りコン等の未利用資源を活用したカーボンニュートラルCCU微粉の大量製造技術を確立	一部の未利用資源でCCU微粉を実証製造段階 (TRL3~4)	各種未利用Caを用いた商用前大規模実証 (TRL7)	- 未利用資源の在姿に応じた最適なCCU微粉の製造方法の選定手法開発 - 各種周辺産業との連携による省エネルギー型のCCU微粉製造方法の開発	90%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-①(2). CCU骨材・微粉等の製造技術開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
3 CO ₂ 固定微粉の製造・利用技術の開発	・製造技術構築 ・評価方法確立 ・CO ₂ 固定量	ラボレベル (TRL 3)	目標CO ₂ 固定量を実証機で実現 (TRL 6-7)	・セメント系廃材からの微粉回収技術の開発 ・CO ₂ 固定微粉に適したCO ₂ 固定量の評価手法の確立	100%
4 CO ₂ 固定改質再生骨材の製造・利用技術の開発	・製造技術構築 ・評価法確立 ・CO ₂ 固定量	ラボレベル (TRL 3)	目標CO ₂ 固定量を実証機で実現 (TRL 6-7)	・セメント系廃材からの骨材成分回収技術の開発 ・CO ₂ 固定改質再生骨材に適したCO ₂ 固定量の評価手法の確立	100%
5 CO ₂ 固定微粉・改質再生骨材のLCA、事業化の検討	・解体コンクリートの全量利用を前提としたLCA評価の構築 ・事業性評価手法の構築	机上検討、基礎データ取得中 (TRL 3)	処理サイト立地・処理法・経済性評価ツール構築 (TRL 6-7)	・CO ₂ 固定処理時のCO ₂ 負荷、コストの把握 ・LCAを考慮した処理工場設置計画の検討 ・CCU材料の販売価格の調査	ツール 80% 評価手法構築 100%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 Ca含有副産物等 を利用したCCU骨 材の製造技術開発	CN・CCU人工骨材の製 造技術を2026年までに 確立	①CO ₂ 吸収骨材の試作と骨材性能評価 ②CO ₂ 吸収（炭酸化方法の検討）	① ○（計画通り） ② ○（計画通り）
2 LCCO ₂ を最小化 できるCCU微粉の 大量製造技術開 発	残コン・戻りコン等の未利 用資源を活用したカーボ ンニュートラルCCU微粉の 大量製造技術を2026 年までに確立	①CCU材料を製造するための実験計画の立案と施設の基本 設計を実施 ②混和材を主材とするCCU材料の実験計画の立案	① ○（計画通り） ② ○（計画通り） ③ ○（計画通り） ④ ○（計画通り）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
3 CO ₂ 固定微粉の製造・利用技術の開発	・湿式処理において運転条件と生成物の関係取得 ・乾式処理においてテスト機試作のための条件検討	・乾式、湿式の処理条件の検討実施 ・湿式CO₂固定装置（ベンチ機）を用いた試製造実施	○（計画どおり）
4 CO ₂ 固定改質再生骨材の製造・利用技術の開発	・湿式処理において運転条件と生成物の関係取得 ・乾式処理においてテスト機試作のための条件検討	・乾式、湿式の処理条件の検討実施 ・乾式、湿式の製造方式と品質の関係の検討	○（計画どおり）
5 CO ₂ 固定微粉・改質再生骨材のLCA、事業化の検討	・CCU材料のLCA概算 ・事業形態の素案提示（次年度以降の作業を一部前倒し）	・LCAおよび事業条件の再整理と事業形態の検討	○（計画どおり）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 Ca含有副産物等 を利用したCCU骨 材の製造技術開発	CN・CCU人工骨材の製 造技術を2026年までに 確立	試作した人工骨材CO ₂ 吸収固定量の定量的把握	○ 熱分析試験を実施結果 をみて、使用材料、骨 材造粒方法、養生方法 適宜見直す
2 LCCO ₂ を最小化 できるCCU微粉の 大量製造技術開 発	残コン・戻りコン等の未利 用資源を活用したカーボ ンニュートラルCCU微粉の 大量製造技術を2026 年までに確立	試作したCCU材料のCO ₂ 固定量の定量把握とコンクリート材 料としての適用性評価	○ CO ₂ 固定量、排出量お よびコンクリート材料試験 の結果を鑑み、使用材 料、製造方法などを変 更して検討

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
3 CO ₂ 固定微粉の製造・利用技術の開発	・湿式処理において運転条件と生成物の関係取得 ・乾式処理においてテスト機試作のための条件検討	・湿式パイロット装置製作のためのベンチ機運転によるデータ収集 ・乾式テスト機の仕様決定	○ 処理条件の検討、ベンチ機運転を行うことで課題解決可能
4 CO ₂ 固定改質再生骨材の製造・利用技術の開発	・湿式処理において運転条件と生成物の関係取得 ・乾式処理においてテスト機試作のための条件検討	・湿式パイロット装置製作のためのベンチ機運転によるデータ収集 ・乾式テスト機の仕様決定	○ 処理条件の検討、ベンチ機運転を行うことで課題解決可能
5 CO ₂ 固定微粉・改質再生骨材のLCA、事業化の検討	・CCU材料のLCA概算 ・事業形態の素案提示（次年度以降の作業を一部前倒し）	・ベンチ機運転条件からのLCA関連データの入手	○ LCA関連データは他の実施項目の進捗に合わせて収集し解決

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

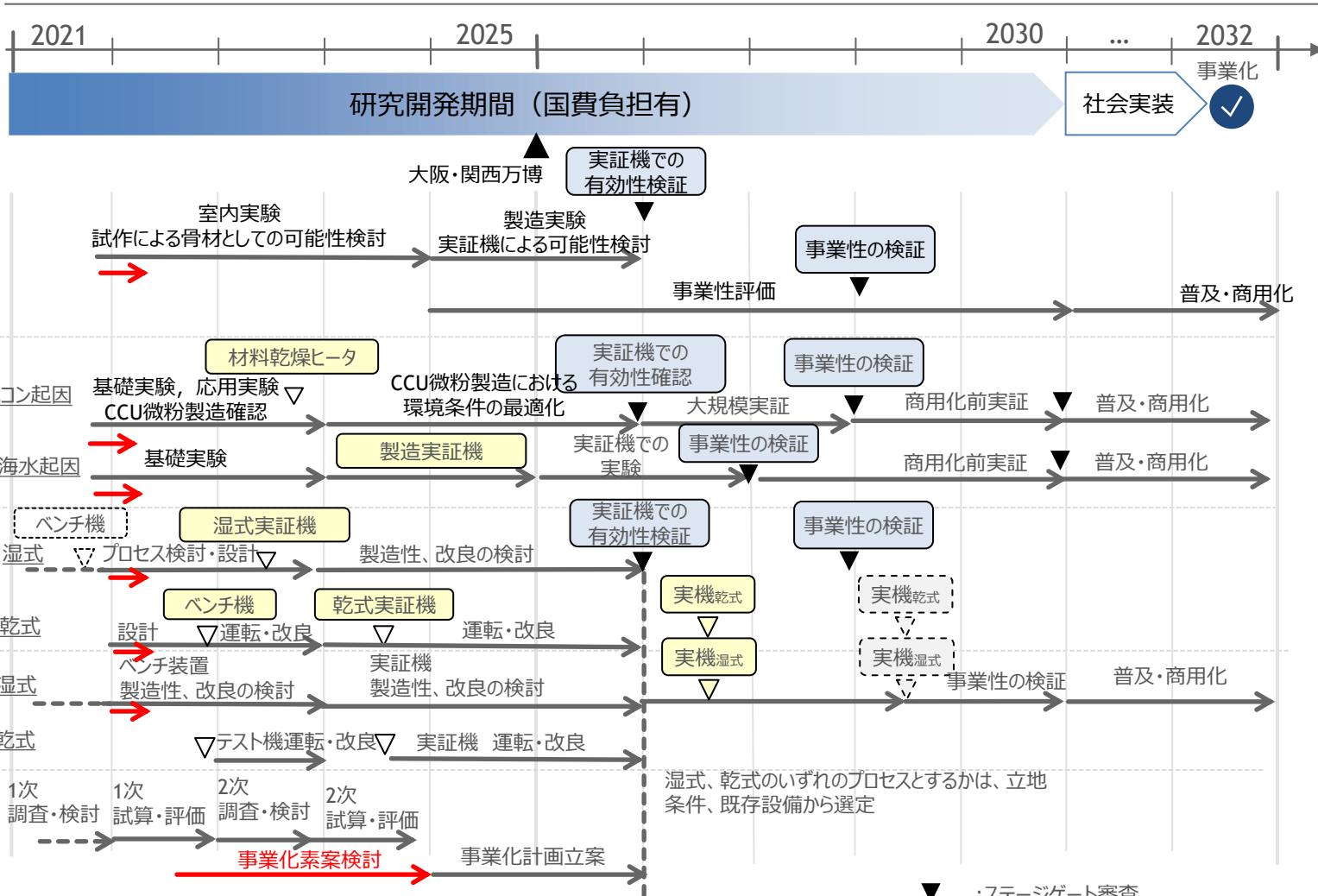
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-①(2). CCU骨材・微粉等の製造技術開発

研究開発項目・事業規模

实施主体

実施スケジュール



:ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-①(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

研究開発項目

1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる
使用材料に関する研究開発

(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

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

KPI

KPI設定の考え方

① CCU材料を使用したコンク
リートの利用技術の開発

- ・CCU材料の特徴を活かした利用法
の構築
- ・目標CO₂固定量の実現

- ・各々のCCU材料の特徴を活かした活用法を確立
- ・CCU材料複合利用でCO₂固定量アップ（現実的かつ有
効量）

② CO₂浸透経路確保によるコ
ンクリート中への効率的
CO₂固定法の開発

- ・CO₂固定の促進工法の確立
- ・CO₂固定速度向上

CO₂固定促進法の確立、養生期間の短縮によるコスト減

③ 各種混和剤・触媒利用に
よるコンクリート中への効率
的CO₂固定法の開発

- ・CO₂固定の促進工法の確立
- ・CO₂固定速度向上

CO₂固定促進法の確立、養生期間の短縮によるコスト減

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-①(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

研究開発項目

- 1-① CO₂排出削減・固定量を最大化できる
使用材料に関する研究開発
- (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

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

- 4 要素技術複合型によ
るCO₂削減量・固定量
最大化の研究

- 5 水和反応と炭酸化反
応の同時進行メカニ
ズム解明と反応最適化

KPI

- ・CO₂排出削減および固定量（CCU
材料・CON固定）350kg-CO₂/m³
- ・実機製造技術の確立

- ・炭酸化反応メカニズムの解明
- ・炭酸化反応のシミュレーションモデル
構築、および機械的特性や耐久性の
予測化

KPI設定の考え方

- ・CO₂排出削減・固定量の最大化とコストアップをミニマム
化したカーボンニュートラル～ネガティブコンクリートを実現
- ・要素技術の複合化でCO₂排出量・固定化を最大化

- ・メカニズムを解明することで、最大限のCO₂固定
条件、反応速度、炭酸化条件を把握

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-①(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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 CCU材料*を使用 コンクリートの特性 (利用技術)	・CCU材料の 利用法確立 ・目標CO ₂ 固定量 の実現	ラボで有効利 用法の研究中 (TRL 3)	利用法確立、 固定量実現 (TRL 6-7)	・ CO ₂ 固定微粉の高付加価値利用コンクリートの開 発 ・ CO ₂ 固定改質骨材の利用技術の開発 ・ 上記CCU材料のCO ₂ 固定量の評価法の確立	100%
2 CO ₂ 浸透経路確 保によるコンクリート 中への効率的CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 固定促進 工法の確立 ・CO ₂ 固定速度向 上	ラボで効果確 認、最適化の 研究中 (TRL 3)	促進養生工 法の確立 (TRL 6-7)	・ CO ₂ ガス侵入経路を設けたCO ₂ 固定促進工法の 開発 ・ CO ₂ ガス侵入経路を設けた条件での効果的な CO ₂ 養生条件の把握	100%
3 各種混和剤・触媒 利用によるコンク リート中への効率的 CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 固定の促進 工法の確立 ・CO ₂ 固定速度向 上	技術コンセプト をラボレベルで 検証している 段階 (TRL3)	目標CO ₂ 固定 量を実証機で 実現 (TRL 6-7)	・ CO ₂ 固定促進触媒の探索と、適用性評価並び にコスト評価 ・ 各種混和剤の適用によるCO ₂ 固定促進の効果確 認、検証	80%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-①(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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
4 要素技術複合型によるCO ₂ 削減量・固定量最大化の研究	・CO ₂ 排出削減・固定量 350kg-CO ₂ /m ³ ・実施製造技術確立	机上検討 (TRL 3)	プロジェクト適用複数 (TRL 6-7)	・ CO ₂ 排出削減・固定量増大コンクリートの基礎物性の把握、長期耐久性の確認 ・ 地域性、立地を考慮したカーボンネガティブコンクリートの調査設計手法の構築	90%
5 水和反応と炭酸塩化反応の同時進行メカニズム解明と反応最適化	・炭酸塩化反応メカニズムの解明	CO ₂ 固定型混和材の炭酸塩化機構が不明慮 (TRL1：基本原理・現象の解明)	CO ₂ 固定型混和材の開発への反映 (TRL4：試験環境下での初期プロトタイプ実証)	・ CO ₂ 固定型混和材の水和・炭酸塩化反応機構の究明 ・ 体積変化と微細構造変化 ・ シミュレーション	80%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 CCU材料*を使用 コンクリートの特性 （利用技術）	・解体コンクリートの種類 が、CCU材料を使用した コンクリートの特性に及 ぼす影響の把握 ・湿式ベンチ装置製造 CCU材料の適用性確認	・原料既知のCCU材料（湿式）を用いたモルタル・コンクリ ート試験の実施	○ モルタル・コンクリートの基 本特性を把握
2 CO ₂ 浸透経路確 保によるコンクリート 中への効率的CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 浸透に有利な繊維 形状の把握のための繊維 レベルの評価方法に構築 と目標値設定 ・浸透速度1.2倍（モル タル）	・モルタル・コンクリートでの評価試験を実施	○ 炭酸化深さ、透気係数で 繊維の効果を確認
3 各種混和剤・触媒 利用によるコンク リート中への効率的 CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 固定量を増加可能 な混和剤・触媒の探索	・CO ₂ 固定量に効果的な初期強度改善剤，CO ₂ 溶解度を 高める混和剤，CO ₂ 触媒などに関する探索を実施中	○ 混和剤，触媒の探索を 継続し，2022年度中に 検討対象候補について初 期的な試験を実施

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
4 要素技術複合型によるCO ₂ 削減量・固定量最大化の研究	・CO ₂ 固定型コンクリートの基礎物性（フレッシュ、力学、耐久性）の把握	・CO ₂ 硬化型セメントの試験焼成及び品質確認を実施中 ・水結合材比35～55%で要素技術複合型モルタルおよびコンクリートの試験を実施しデータを取得中	○ フレッシュ性状、圧縮強度、ヤング係数に関する基礎物性を把握
5 水和反応と炭酸化反応の同時進行メカニズム解明と反応最適化	メカニズム解明に向けた定量的アプローチ	・文献調査、既往文献からのデータ収集を実施中 ・γ-C ₂ S（純合成/製品）単味、γ-C ₂ S+OPCでの反応分析に着手 ・反応解析用装置の動作試験を実施	○ 水和と炭酸化が同時進行する反応系全体を定量的に評価した文献が皆無であることを確認

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 CCU材料*を使用 コンクリートの特性 （利用技術）	・解体コンクリートの種類 が、CCU材料を使用した コンクリートの特性に及 ぼす影響の把握 ・湿式ベンチ装置製造 CCU材料の適用性確認	・CCU材料の製造方式（湿式・乾式）が品質に及ぼす影響 の解明 ・CCU材料のコンクリートでの利用方法の確立	○ SEM/EDX等での分析で 製造方式が品質に及ぼ す原因を解明し利用法を 構築可能
2 CO ₂ 浸透経路確 保によるコンクリート 中への効率的CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 浸透に有利な繊維 形状の把握のための繊維 レベルの評価方法に構築 と目標値設定 ・浸透速度1.2倍（モル タル）	・粗骨材を含むコンクリートでのCO ₂ 固定量の増大効果の把 握	○ 粗骨材を含む系でのCO ₂ 固定量の評価法を項目2 と連携して解決可能
3 各種混和剤・触媒 利用によるコンク リート中への効率的 CO ₂ 固定法の開発	・CO ₂ 固定量を増加可能 な混和剤・触媒の探索	机上検討中につき、なし	—

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

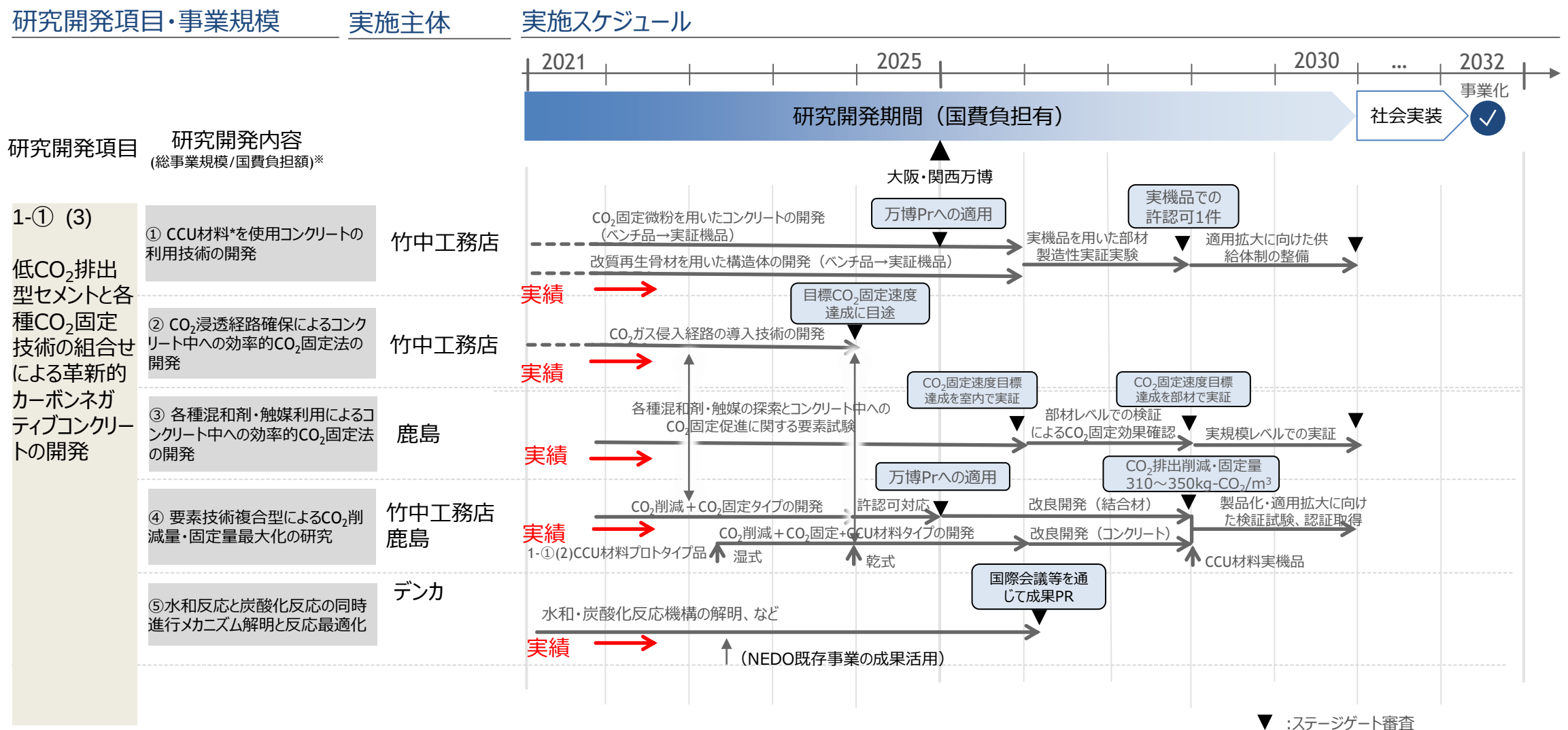
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
4 要素技術複合型によるCO ₂ 削減量・固定量最大化の研究	・CO₂固定型コンクリートの基礎物性（フレッシュ、力学、耐久性）の把握 ・CO₂固定量の把握	・長期的な力学特性、耐久性の把握 ・①②と組合わせた系でのCO₂固定量の把握	○ 順次、材齢データの取得すること、検討ステップを進めるなかで解決可能と判断
5 水和反応と炭酸塩化反応の同時進行メカニズム解明と反応最適化	・メカニズム解明に向けた定量的アプローチ	定量的な解析手法の確立	○

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-①(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



▼ :ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-②(1).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

研究開発項目

1-② CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発
(1)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

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

KPI

KPI設定の考え方

- 1 コンクリート製造設備のCO₂排出最小化のための技術開発
- 2 土木・建築系各種PCaコンクリート製品・建材への革新的CO₂固定技術の開発
- 3 プレキャストコンクリート部材（無筋/有筋）の構造利用法の開発と耐火性能評価

- プレキャストコンクリート製造時のCO₂排出量を最小化できる製造設備の開発
- 製造時CO₂排出量を考慮した各種カーボンニュートラルプレキャストコンクリート又は建材の製造技術の確立
- ・カーボンネガティブコンクリートを用いた無筋/有筋の建築用プレキャスト製品の利用法を複数構築
・同コンクリートの耐火性能の検証

- ・コンクリート製品の設備運転，PCaコンクリート製造におけるCO₂排出削減が重要
- プレキャストコンクリート又は建材は，適用箇所によって要求性能が異なるため，要求性能に応じた製造技術の確立が重要
- ・現状は建築分野で適用できていない無筋プレキャスト製品を、構造部材として利用可能
・炭酸化養生が効率的に可能な薄部材を主対象に、有筋の構造部材として利用可能

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-②(1).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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 コンクリート製造設備のCO ₂ 排出最小化のための技術開発	プレキャストコンクリート製造時のCO ₂ 排出量を最小化できる製造設備の開発	机上レベルでの試算実施 (TRL 3)	考案設備の導入による製造性実証 (TRL7)	- 製造性確認のための試験設備構築によるCO₂排出量検証 - 製造サイクルを向上できる設備の設計と検証	90%
2 土木・建築系各種PCaコンクリート製品・建材への革新的CO ₂ 固定技術の開発	製造時CO ₂ 排出量を考慮した各種カーボンニュートラルプレキャストコンクリート又は建材の製造技術の確立	類似技術にて限定的に実証。材料技術含めでは、ラボレベル (TRL 3)	各種プレキャストコンクリート製品又は建材の製造性実証 (TRL7)	プレキャストコンクリート製品・建材メーカーとの共同実施によるカーボンニュートラルコンクリート製造方法の検討と検証実験	80%
3 PCaコンクリート部材の構造・耐火性能評価	- 無筋利用法の構築 - 有筋利用法の構築 - 耐火性の検証	机上検討 (TRL 3-4)	無筋・有筋について構造物に適用 (TRL 6-7)	- 無筋のプレキャストブロックを新築建物に利用可能とする新しい架構法、設計法の開発 - 有筋のプレキャスト薄部材（床・壁）を対象に、構造性能、耐火性能を評価し、耐食性が可能な範囲での利用方法を開発 - 所用の耐火時間に応じた性能検証、耐火設計法の確立	100%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 コンクリート製造設備のCO ₂ 排出最小化のための技術開発	・コンクリート製造設備のCO ₂ 排出量に関する現状把握による技術開発の方向性設定	・現状のコンクリート製造設備における消費電力量について、文献調査を実施 ・実際のコンクリート製造設備を有するプラントにて、コンクリート製造時の消費電力量調査の計画を策定	○ コンクリート製造設備における電力消費に伴うCO ₂ 排出量の評価を進めている
2 土木・建築系各種PCaコンクリート製品・建材への革新的CO ₂ 固定技術の開発	・開発対象とするPCaコンクリート製品・建材の選定	・10社以上のPCaコンクリートメーカを共同実施先とし、各社と協議しながら開発対象について検討を実施中。	○ 半数以上の共同実施先と、開発対象を設定し、一部共同実施先では室内試験を開始済
3 PCaコンクリート部材の構造・耐火性能評価	なし	薄部材を組合せ梁（未炭酸化部材）の構造性能試験を計画し、実施中。	○（予定通り）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

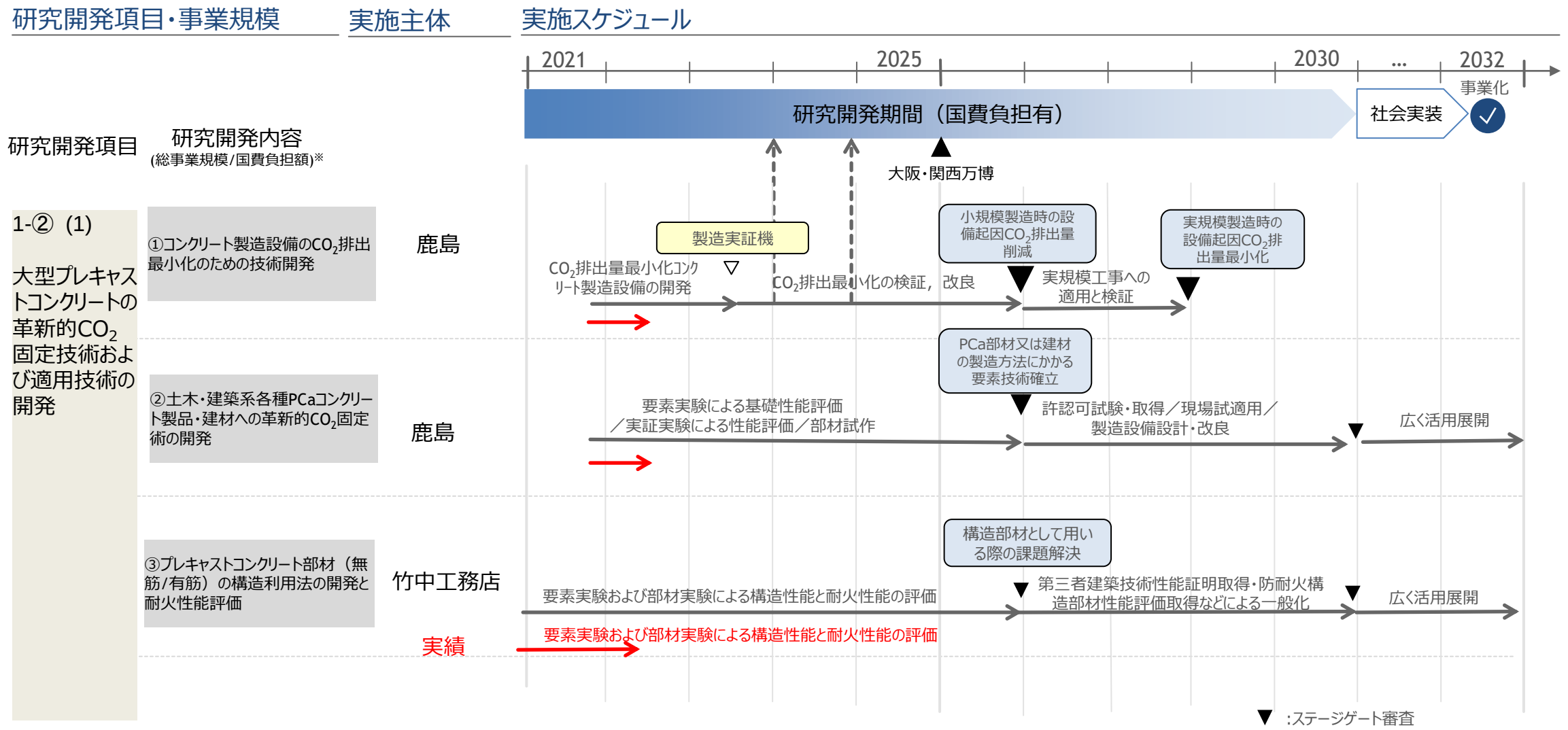
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 コンクリート製造設備のCO ₂ 排出最小化のための技術開発	・コンクリート製造設備のCO ₂ 排出量に関する現状把握による技術開発の方向性設定	机上検討中につき、なし	—
2 土木・建築系各種PCaコンクリート製品・建材への革新的CO ₂ 固定技術の開発	・開発対象とするPCaコンクリート製品・建材の選定	机上検討中につき、なし	—
3 PCaコンクリート部材の構造・耐火性能評価	なし	今のところなし	—

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-②(1).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



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-②(2).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・適用技術開発

研究開発項目

1-② CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発
(2)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・適用技術開発

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

- 1 各種現場打設コンクリート構造物への革新的CO₂固定技術の開発と実証
- 2 現場打設コンクリートの構造利用法および耐火性能評価法の開発
- 3 CO₂排出削減・固定量最大化技術の地盤分野への利用拡大技術の開発

KPI

- CO₂排出量を最小化できる現場打設コンクリートへのCO₂固定技術の確立
- ・有筋/現場打ち建築構造部材の技術成立性を確認
 - ・構造設計・耐火設計手法の構築
- ・地盤分野への適用性を確認
 - ・カーボンネガティブの実現

KPI設定の考え方

- 施工現場で発生するCO₂を最小化しながら、CO₂固定技術の確立は非常に高いハードルがある
- ・社会実装には、現場打ち部材のCO₂固定量と基本構造性能を踏まえた構造性能、耐火性能の把握と設計手法の構築が必要
 - ・現場打部材ならではの構工法考案が必要
- ・コンクリートの各要素技術の地盤分野への有効性の評価が必要
 - ・要素技術(高炉スラグ高含有セメント、CO₂固定型混和材、CCU材料)を複合化し、CO₂排出量・固定量最大化

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-②(2).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・適用技術開発

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 各種現場打設コンクリート構造物への革新的CO ₂ 固定技術の開発と実証	CO ₂ 排出量を最小化できる現場打設コンクリートへのCO ₂ 固定技術の確立	ラボで有効な養生方法の研究中 (TRL 3)	現場打設コンクリートを用いた各種構造物への実証 (TRL7)	- 現場炭酸化手法に関する検討 - 現場炭酸化に適した構造物施工法の開発・実証	70%
2 現場打設コンクリートの構造利用法および耐火性能評価法の開発	- 有筋/現場打ち建築部材の技術成立性確認 - 構造・耐火設計手法構築	机上検討 (TRL 3)	プロジェクト適用 (TRL 6-7)	- 鉄筋付着、せん断特性等の基礎性能の把握 - 断面内強度分布が生じた構造部材の性能評価法の開発 - 一般強度～高強度領域での利用技術の開発 - 繊維補強技術との融合の研究 - 実大クラス載荷加熱試験による耐火時間の検証	100%
3 CO ₂ 排出削減・固定量最大化技術の地盤改良体分野への利用拡大技術の開発	- 地盤分野分野への適用性を確認 - 地盤改良のカーボンネガティブの実現	NEDO交付金事業で地盤改良へのCCU材料の有効性確認 (TRL 3-4)	現地施工検証完了 (TRL 6-7)	- 地盤改良体に適した高炉スラグ高含有セメントの構成検討 - 高炉スラグ高含有セメント、CCU材料およびCO₂固定型混和材を複合的に利用した地盤改良体の基本特性の把握 - 地盤改良体へのCO₂固定効率向上策の検討 - 上記材料を用いた地盤改良体の品質および施工性を確保するための添加剤の検討 - 実機レベルでの地盤改良体の施工技術・施工機械の検討、CO₂の供給技術の検討	100%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 各種現場打設コンクリート構造物への革新的CO ₂ 固定技術の開発と実証	・開発対象とする現場打設コンクリート構造物と検討方針の策定	共同実施先であるゼネコンと協議し、舗装コンクリートならびに海洋コンクリートについて検討対象として設定。	○ 一部検討においては検討方針の策定のみならず、コンクリートとしての検討を開始済
2 現場打設コンクリートの構造利用法および耐火性能評価法の開発	なし	・省鉄筋部材を目指した繊維補強コンクリートの試し練りを実施。力学性能の評価を予定。	○（予定通り）
3 CO ₂ 排出削減・固定量最大化技術の地盤改良体分野への利用拡大技術の開発	・CCU材料、CO ₂ 固定型混和材を利用した地盤改良体の基本特性の把握 ・高炉スラグ高含有セメントの構成検討	・高炉スラグ高含有セメントとCCU材料、γ-C ₂ Sを組み合わせた室内配合試験を計画、実施。	○（予定通り）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

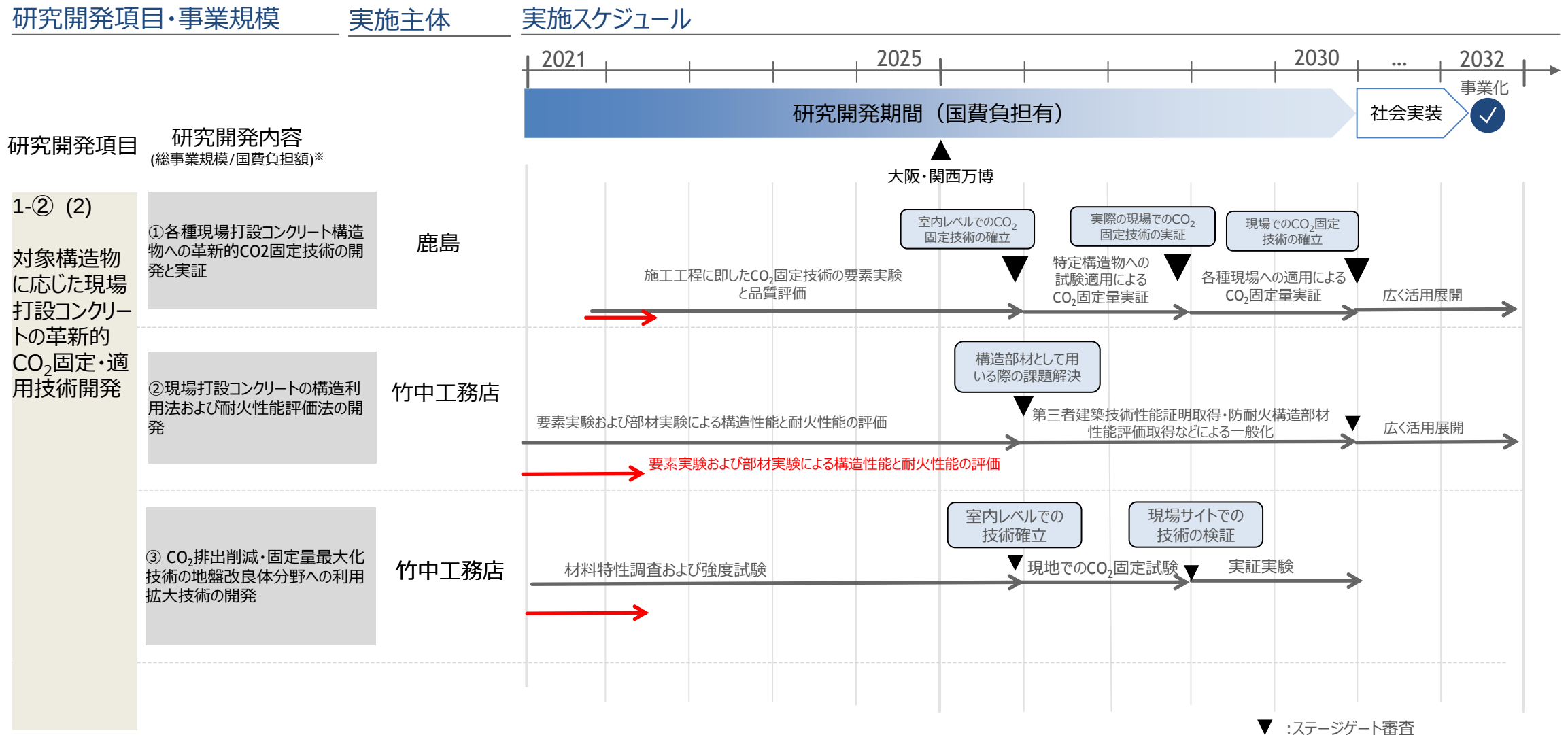
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 各種現場打設コンクリート構造物への革新的CO ₂ 固定技術の開発と実証	・開発対象とする現場打設コンクリート構造物と検討方針の策定	今のところなし	－
2 現場打設コンクリートの構造利用法および耐火性能評価法の開発	なし	炭酸化養生槽の完成後に炭酸化部材で、無炭酸化部材で得られている構造試験結果を検証	○ 構造性能に炭酸化養生の影響は小さいため、将来フィードバック可能
3 CO ₂ 排出削減・固定量最大化技術の地盤改良体分野への利用拡大技術の開発	- CCU材料、CO₂固定型混和材を利用した地盤改良体の基本特性の把握 - 高炉スラグ高含有セメントの構成検討	・γ-C ₂ Sを混入した地盤改良体は、炭酸化養生で乾燥に伴う強度低下がみられたため、湿度（湿分）の影響の把握が必要。	○ 湿分を最適化することで炭酸化速度は低下するが固定量は確保できる見込み

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-②(2).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・適用技術開発



▼ :ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

カーボンニュートラル～ネガティブ化というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

1-②(3).事業性評価および海外展開を含めた社会実装検討

研究開発項目

1-② CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの革新的固定試験及び製造システムに関する技術開発

(3)事業性評価および海外展開を含めた社会実装検討

アウトプット目標

※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

- ・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※

研究開発内容

1 事業性評価，海外展開検討

2 実証建屋試験による事業性評価の検証

KPI

カーボンネガティブコンクリートのトータル建設コストの評価

実構造物への開発材料の適用性、カーボンネガティブ化の効果が確認できている

KPI設定の考え方

カーボンネガティブコンクリートを用いたコンクリート構造物の構築工事全体としてのコスト評価が必要

- ・開発成果を総合して建築物に適用できることの検証が必要
- ・CO₂削減・固定量を把握し、カーボンネガティブ化の達成、CO₂固定化の事業としての成立性の検証が必要

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

1-②(3).事業性評価および海外展開を含めた社会実装検討

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 事業性評価，海外展開検討	カーボンネガティブ コンクリートのトータル建設コストの評価	机上検討 (TRL 3)	プロジェクト適用 (TRL 7-8)	・研究成果の総合によるコスト評価 ・CO ₂ 削減・固定量の評価と検証の実施	80%
2 実証建屋試験による事業性評価検証	実構造物への適用性、CO ₂ 入排出削減・固定効果を確認	机上検討 (TRL 3)	プロジェクト適用 (TRL 7-8)	・研究成果を総合的に検討したコンクリート、地盤改良の施工体制の構築 ・研究成果を総合的に検討した設計、施工計画の立案と実施（地上プレキャスト、地下現場打ち、地盤改良） ・CO ₂ 削減・固定量の評価と検証の実施	100%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 事業性評価，海外展開検討	2026年度末 実証の必要性の可否判断	コンソーシアム参画の各事業者が得る恩恵、および将来のビジネスモデルについて検討を開始した。	◎ （理由）計画通り検討を開始した。
2 • 実証建屋試験による事業性評価検証	なし	なし	—

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

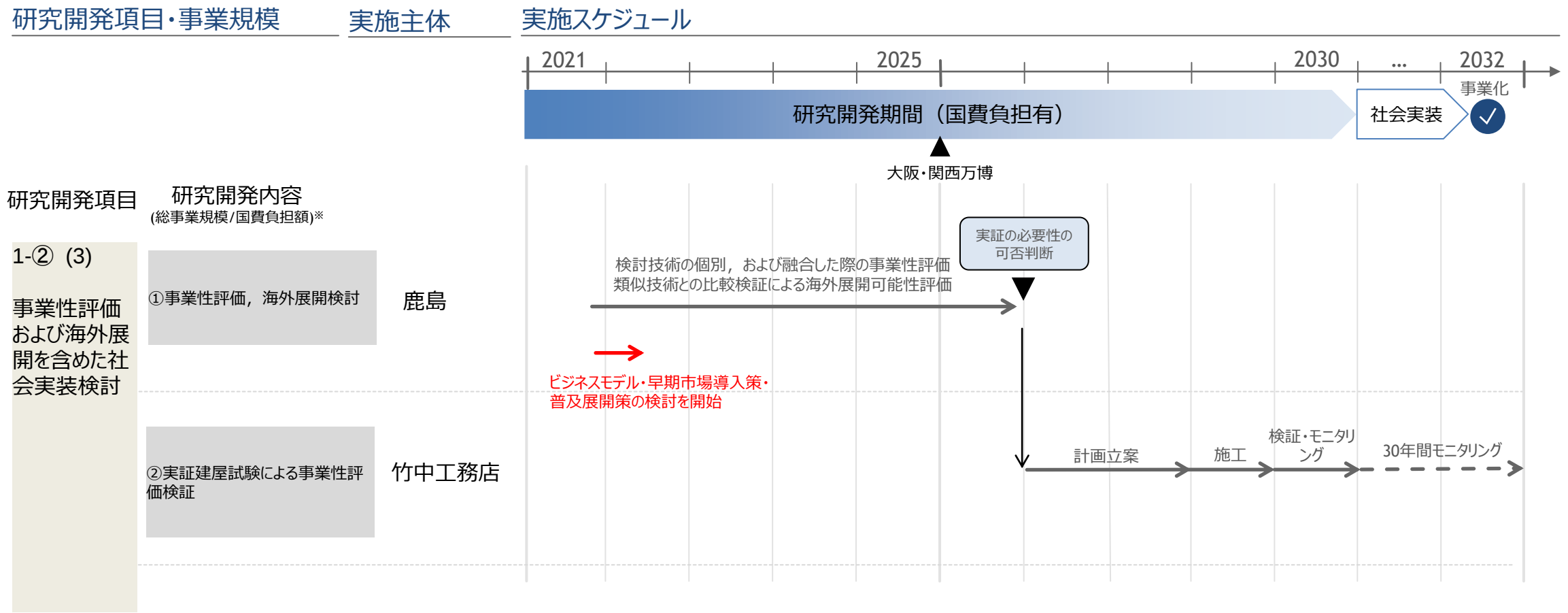
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 事業性評価，海外展開検討	2026年度末 実証の必要性の可否判断	・今後、開発される各種のCO ₂ 削減・固定技術ならびにそれらを組み合わせた革新的カーボンネガティブコンクリートについて、その事業性を評価する。	◎ （理由）今後の技術開発・実証を通じ、材料費・施工費などの具体的なデータを収集する。
2 実証建屋試験による事業性評価検証	なし	なし	—

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

1-②(3).事業性評価および海外展開を含めた社会実装検討



▼ :ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

CO₂固定量の評価技術確立というアウトプット目標を達成するためにKPIを設定

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

研究開発項目

アウトプット目標

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

- ・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

研究開発内容

KPI

KPI設定の考え方

- 1 CO₂固定量の評価手法開発
- 2 CO₂固定量の品質管理・モニタリングシステムの開発
- 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

- CO₂固定量に関する精度の高い評価手法の確立
- 炭酸化養生時のCO₂固定に関するモニタリング手法の確立
- 一般的なコンクリートと同等の性能を長期的に有することを確認

- CO₂固定量を精度良く、かつ実用性の高い方法を確立し、マニュアルへ落とし込む
- コンクリートへのCO₂固定量を精度良く、かつ実用性の高い形で品質管理・モニタリングするシステムが必要
- CO₂を固定させたカーボンネガティブコンクリートの長期的な耐久性に対する評価が重要

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

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

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 CO ₂ 固定量の評価 手法開発	CO ₂ 固定量に関する精度の高い評価 手法の確立	CO ₂ 固定量の 評価手法に関 わる標準未整 備（TRL4： 試験環境下で の初期プロト タイプ実証）	CO ₂ 固定量に 関わる評価方 法の標準化 （TRL9）	- 既存の様々なCO₂固定量の評価手法を用いた、 コンクリートのCO₂固定量に関する体系的なデータ の取得 - 簡易なCO₂固定量評価手法の開発 - 学会（JCI, 土木学会, 建築学会）との連携に よる評価手法の標準化	100%
2 CO ₂ 固定量の品質 管理・モニタリングシ ステムの開発	炭酸化養生時の CO ₂ 固定に関する モニタリング手法の 確立と、コンクリート 施工にかかるトータ ルCO ₂ の見える化	小規模生産 レベルで実証、 トータルCO ₂ の 見える化は机 上検討 （TRL3~4）	大規模生産レ ベルでの検証 （TRL7~9）	- プレキャストコンクリート製品を対象としたCO₂削 減・固定量の品質管理方法の検討 - 現場打設コンクリートを対象としたCO₂削減・固定 量の品質管理方法の検討	90%
3 フィールド検証等 によるCO ₂ 排出削 減・固定量最大化 コンクリートの品質 評価	一般的なコンクリート と同等の性能を長 期的に有すること を確認	小規模生産 レベルで実証、 （TRL3~4）	大規模生産レ ベル、長期暴 露での検証 （TRL7~9）	- 建設工事でのモデル適用と現地暴露によるコンク リートの耐久性評価 - 促進劣化試験によるカーボンネガティブコンクリート の耐久性評価	100%

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 CO ₂ 固定量の評価手法開発	・再現性、誤差要因の整理 ・CO₂固定量を評価するための海外規格の内容整理 ・測定装置の開発	・標準サンプルを準備し、各共同実施先が保有する分析機器より、繰り返し精度も含めた分析評価に着手 ・CO₂固定量評価に繋がる可能性のある海外規格調査に向けたキーワードを抽出・整理	○ 標準サンプルの準備、提供までを実施 海外規格調査の調査仕様を確定
2 CO ₂ 固定量の品質管理・モニタリングシステムの開発	コンクリートの炭酸化によるCO ₂ 固定領域の判定方法の探索	コンクリートのCO ₂ 固定領域の評価方法について文献調査等を実施。同評価方法のひとつとして、炭酸化に伴う電気特性の変化に関する検討に着手。	○ 技術探索に加えて、初期的な要素試験を開始したため
3 フィールド検証等によるCO ₂ 排出削減・固定量最大化コンクリートの品質評価	・長期耐久性評価のために使用可能なフィールド調査 ・コンクリートの表層耐久性の検討着手 ・鉄筋腐食試験体の作製・測定	・長期耐久性評価のためのフィールドを共同実施先の大学内に確保 ・各種検討に着手	○ 計画通りのため

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

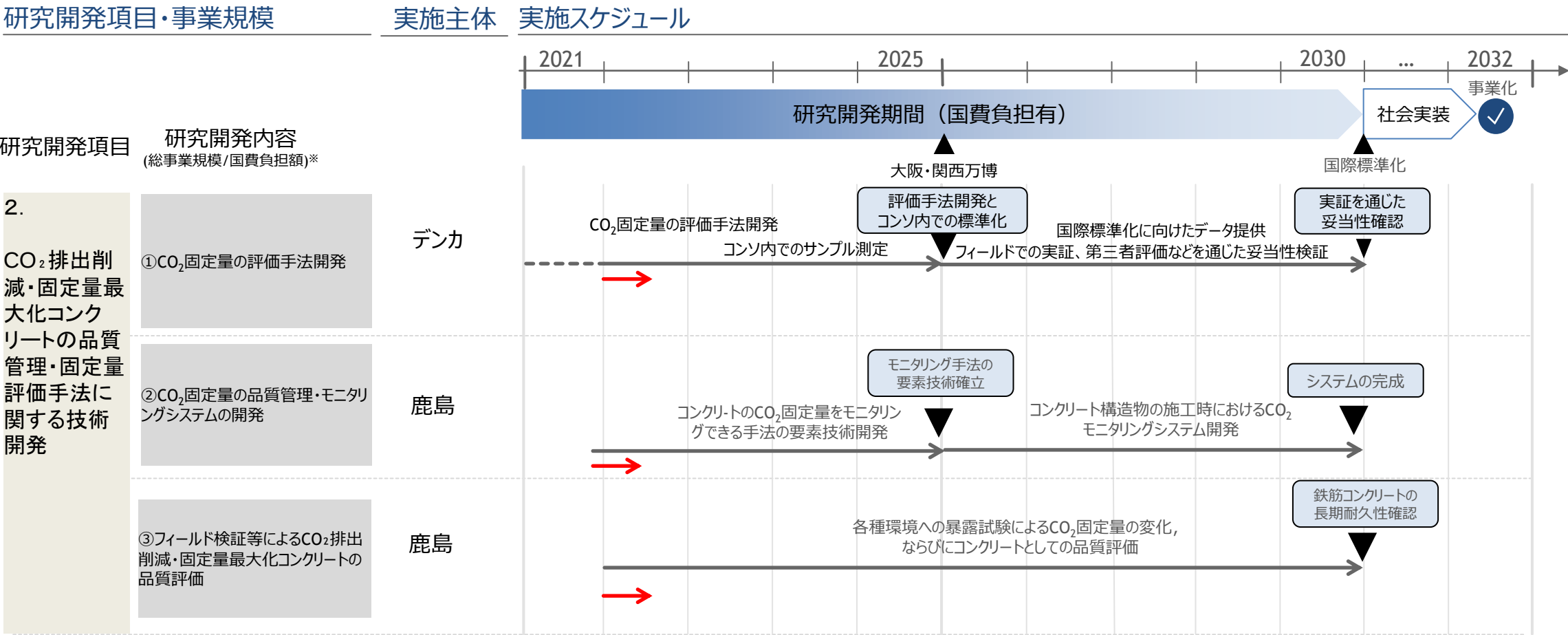
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 CO ₂ 固定量の評価 手法開発	・再現性、誤差要因の整理 ・CO₂固定量を評価するための海外規格の内容整理 ・測定装置の開発	・特になし	—
2 CO ₂ 固定量の品質 管理・モニタリングシ ステムの開発	コンクリートの炭酸化によるCO ₂ 固定領域の判定 方法の探索	特になし	—
3 フィールド検証等によるCO ₂ 排出削減・固定量最大化 コンクリートの品質 評価	・長期耐久性評価のために使用可能なフィールド調査 ・コンクリートの表層耐久性の検討着手 ・鉄筋腐食試験体の作製・測定	特になし	—

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

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



▼ :ステージゲート審査

2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

	幹事会社	共同実施先
研究開発項目1-①(1)	デンカ (①, ②, ③を担当)	トクヤマ
研究開発項目1-①(2)	鹿島建設 (①, ②担当)	日本メサライト工業, 日本コンクリート工業, 中国高圧コンクリート工業 (CCU材料開発) 東北大学 (品質評価)
	竹中工務店 (③, ④, ⑤を担当)	コトブキ技研 (CCU材料開発), 島根大学, 芝浦工業大学 (品質評価)
研究開発項目1-①(3)	鹿島建設 (③, ④を担当)	フローリック, ポゾリスソリューションズ, 花王, 太平洋セメント (材料開発) 三和石産, 磯上商事, 長岡生コンクリート (実証検討, 評価) 東北大学, 東洋大学 (品質評価), 三菱商事 (材料情報収集)
	竹中工務店 (①, ②, ④を担当)	大和紡績, 日鉄セメント, 日鉄高炉セメント, 竹本油脂 (材料開発) ダイワ, スパンクリートコーポレーション (構造体利用評価) 芝浦工業大学, 島根大学 (反応メカニズム解明・評価)
	デンカ (⑤を担当)	東京大学, 島根大学, 早稲田大学 (反応メカニズム解明・評価)

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

	幹事会社	共同実施先
研究開発項目1-②(1)	鹿島建設 (①, ②を担当)	ランデス, ホクエツ, 日本コンクリート工業, 日本コンクリート, ジオスター, 鶴見コンクリート, ピーエス三菱 (土木プレキャスト製品開発), 東洋大学 高橋カーテンウォール工業, ノザワ, 住友金属鉱山シポレックス, タカムラ建設, 川岸工業, タイガーマシン製作所 (建築プレキャスト製品, 建材開発) セイア, 日工, 北川鉄工所 (コンクリート製造設備開発)
	竹中工務店 (③を担当)	(ダイワ, スパンクリートコーポレーション; 構造体利用のための部材製作)
研究開発項目1-②(2)	鹿島建設 (①を担当)	鉄建建設, 東急建設, 不動テトラ, 鹿島道路, 東洋大学
	竹中工務店 (②, ③を担当)	竹中土木, 竹本油脂, 日鉄高炉セメント, 九州大学 (地盤改良材・工法開発)
研究開発項目1-②(3)	鹿島建設 (①を担当)	三菱商事 (海外展開)
	竹中工務店 (②を担当)	(ダイワ, スパンクリートコーポレーション; 構造体利用のための部材製作)
研究開発項目2	デンカ (①を担当)	東北大学, 産業技術総合研究所, 早稲田大学, 島津製作所 (分析評価)
	鹿島建設 (②, ③を担当)	東北大学, 東洋大学, 金沢工業大学, 東京理科大学, 東海大学 (品質評価)

研究開発における連携方法

- 分科会を組織し、定期的に進捗確認会議等を通じて、それぞれの担当の進捗状況を把握しつつ、それぞれの専門領域の観点からアドバイスを行う。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等（主なものを記載）	競合他社に対する優位性・リスク
1-① CO ₂ 排出削減・ 固定量を最大化 できる使用材料に 関する研究開発	(1)各種Ca源を 利用した、CO ₂ 固定型混和材の 開発	- 工業原料を用いたγ-2CaO・SiO₂の製造とその二酸化炭素排出量の評価（デンカ：セメント・コンクリート論文集2009） - 特許第4267446 セメント混和材、セメント組成物、及びそれを用いた中性化抑制方法（デンカ：CO₂固定型混和材、PCT出願済） - 環境と経済の両側面を考慮したセメントおよびコンクリートの評価（トクヤマ：日本建築学会構造系論文集、2021） - 低温焼成型クリンカーの実機キルン焼成試験結果および試製セメントの物性（トクヤマ：セメント・コンクリート論文集、2015）	〈優位性〉 - 他のセメント鉱物系CO₂固型材料に対する単位量当たりのCO₂固定量 - CO₂固定型混和材に関する知識、ノウハウの保有 〈リスク〉 - Ca, Mg廃棄物のサステナビリティ性 - 新興国での基礎研究の台頭、知的財産化
	(2) CCU骨材・ 微粉等の製造技 術開発	- コンクリートスラッジを利用したCO₂リサイクリングと副生成物の完全利活用について（日本コンクリート工業：コンクリートテクノ、2020） - セメント系廃材を活用したCO₂固定プロセス及び副産物の建設分野への利用技術の研究（竹中工務店：2020-2021年 NEDO） - 炭酸化による低品質再生骨材の改質技術の提案と改質再生骨材がコンクリートに与える影響（芝浦工業大学：コンクリート工学論文集2019）	〈優位性〉 - 常温・常圧での低コスト・低CO₂排出なCCU微粉製造技術の保有（日本コンクリート工業） - セメント系廃材の100%利用を実現するCCU材料製造プロセスの技術・アイデアを保有（竹中工務店） 〈リスク〉 - 一般的なコンクリート用骨材に代替するためのCCU骨材の高密度化に対する技術的なハードル
	(3)低CO ₂ 排出セ メントと各種CO ₂ 固定技術の組合 せによるコンクリ ート技術開発	- 高炉スラグ微粉末を高含有した結合材を用いたコンクリートの収縮ひび割れ抵抗性の向上に関する実験検討（竹中工務店：JCI年次論文2016） - 特許5892696 高炉セメントを用いたコンクリート組成物及びコンクリート硬化体（竹中工務店、鹿島建設 他：ECMに関する特許） - CO₂排出量ゼロ以下の環境配慮型コンクリート「CO₂-SUICOM®」の開発（鹿島、デンカ：鹿島建設技術研究所年報2013） - 特許5504000 コンクリート混練物並びにCO₂吸収プレキャストコンクリートおよびその製造方法（鹿島：CO₂-SUICOMの材料構成に関する特許） - コンクリートの微細構造モデルと物質平衡・移動解析システム（DuCOM）の開発（東京大学）	〈優位性〉 - 各種CO₂排出削減技術およびCO₂固定技術を保有 - 反応機構、メカニズムに関する多くの大学有識者との連携 〈リスク〉 - 既存の知的財産に関する国際展開の不十分さ

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等（主なものを記載）	競合他社に対する優位性・リスク
1-② CO ₂ 排出削減・ 固定量最大化 コンクリートの革 新的固定試験及び 製造システムに関 する技術開発	(1)大型プレキャスト コンクリートの革 新的CO ₂ 固定技 術および適用技 術の開発	- 特許5557882 炭酸化する設備、炭酸化するコンクリート製造方法および炭酸ガス固定化方法（鹿島、デンカ：排気ガスを用いた炭酸化するの方法、PCT出願済） - 特許5557882 炭酸化する設備及び炭酸化する用CO₂含有ガスの供給方法（鹿島、デンカ：省エネタイプの炭酸化する設備、PCT出願済） - 特許4829017 二酸化炭素固定化構造部材（竹中工務店：構造部材への長期的なCO₂固定化方法） - CO₂-SUICOMの炭酸化するの実績（ランデス、日本コンクリート）	〈優位性〉 - プレキャストコンクリートに大量のCO₂を固定した実績 - CO₂固定時の環境制御に係る多大なノウハウ 〈リスク〉 - 既存の知的財産に関する国際展開の不十分さ - 大型部材への迅速なCO₂固定手法
	(2)対象構造物に 応じた現場打設コ ンクリートの革 新的CO ₂ 固定・適 用技術開発	- コンクリートの現場炭酸化する技術に関する研究（鹿島：コンクリート工学年次論文集、2020） - 特許5732368 透水性コンクリート舗装のエフロレンス抑制工法（鹿島、鹿島道路：ポーラスコンクリート舗装を対象とした現場での炭酸化するによるCO₂固定方法） - 特許6204128 コンクリート構造物の炭酸化するの方法（鹿島：貯水タンクを対象とした炭酸化するによるCO₂固定方法）	〈優位性〉 - 現場打設コンクリートを対象とした炭酸化するに関する知的財産と実施実績（グローバル視点でも他社に実績なし） 〈リスク〉 - 技術の確立と知的財産化の国際的な競争 - 大型部材への迅速なCO₂固定手法
	(3)事業性評価 および海外展開を 含めた社会実装 検討	- タイのセメント産業におけるCO₂回収・固定による大規模温室効果ガス削減事業及び普及促進に関するJCMプロジェクトの実現可能性を、二国間クレジット取得等インフラ整備調査事業として平成28年度に実施（日本コンクリート工業） - 国際的なネットワークを駆使した世界各国のCCU関連事業に関する情報収集と、GCCAをはじめとした世界の主要団体におけるCCU関連のワーキングに参画（三菱商事）	〈優位性〉 - 各種技術の海外展開時におけるノウハウを所有 〈リスク〉 - 技術の確立と知的財産化の国際的な競争 - 豊富な資金提供による海外類似技術の早期展開

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
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	(1) CO ₂ 固定量 の評価手法の開 発	- 炭酸化したセメント系材料におけるCO₂固定量の評価手法および物性変化に関する研究（鹿島，デンカ：土木学会論文集，2021，熱分析と無機炭素分析によるCO₂固定量の違いに言及） - 炭酸化を受けたセメント系材料中のCO₂含有率評価に向けた分析方法の検討（デンカ：セメント技術大会講演要旨集，2021） - レーザー誘起ブレイクダウン分光分析法による高純度金属中の微量軽元素分析の可能性（産総研，LIBSワークショップ，2017） - 熱拡散率測定用の認定基準物質としての石英ガラスの開発（産総研，INTERNATIONAL JOURNAL OF THERMAL SCIENCES，2011）	〈優位性〉 - CO₂-SUICOMの製造と品質評価を通じて，CO₂固定量の定量的な評価における課題を熟知 - 分析手法の国際標準化に長けた機関の参画 〈リスク〉 - 外国先行による国際標準化
	(2) CO ₂ 固定量 の品質管理・モニ タリングシステム開 発	- 炭酸化養生を行ったコンクリートのCO₂収支ならびに品質評価（鹿島，デンカ：コンクリート工学年次論文集，2012，炭酸化養生時に供給するCO₂濃度が封入口と出口で異なることを用いてCO₂収支が算定可能なことについて言及） - CO₂-SUICOMの炭酸化養生時におけるCO₂収支の計測実績（ランダス，日本コンクリート）	〈優位性〉 - プレキャストコンクリートに大量のCO₂を固定し，その際のCO₂収支を計測した実績 〈リスク〉 - 技術の確立と知的財産化の国際的な競争
	(3) フィールド検証 等によるコンクリ ートの品質とCO ₂ 削 減・固定量の評 価	- 供用から9年経過した炭酸化コンクリートのCO₂固定量評価に関する一考察（鹿島，デンカ，ランダス：土木学会年次学術講演会，2020，供用から9年経過したCO₂-SUICOMが製造時と同等のCO₂を固定し続けていることを評価） - 養生と気象条件に着目したコンクリート品質の評価（東北大，日本全国の各環境条件にコンクリートを一斉に暴露して統一的に品質を評価した実績）	〈優位性〉 - 各種技術の海外展開時におけるノウハウを所有 - コンクリート工学に関する多大な知識を有する，複数の大学有識者との連携 〈リスク〉 100年以上の長期的なコンクリート品質の保証が困難

3. イノベーション推進体制

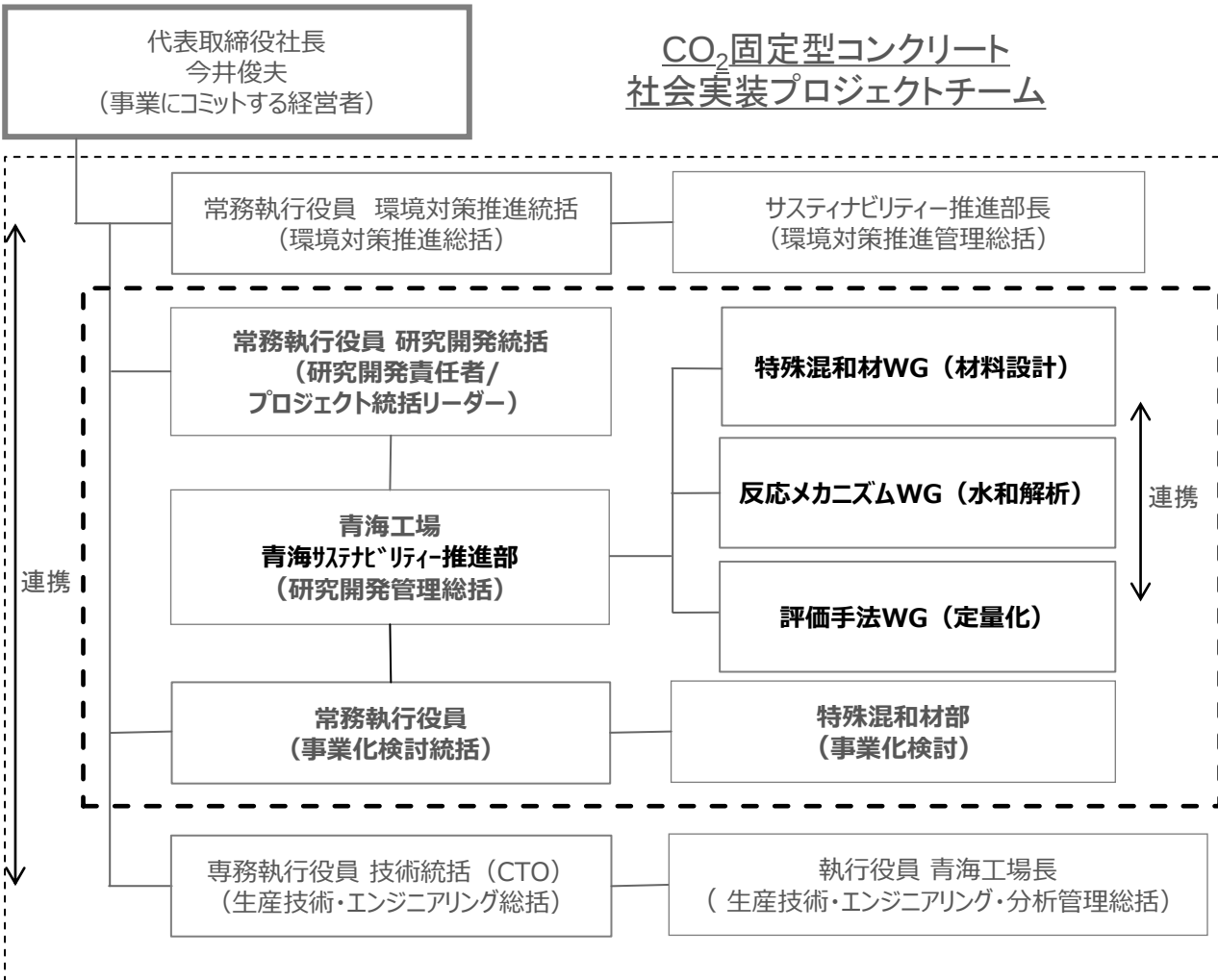
(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

デンカ(株)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制（更新版）

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

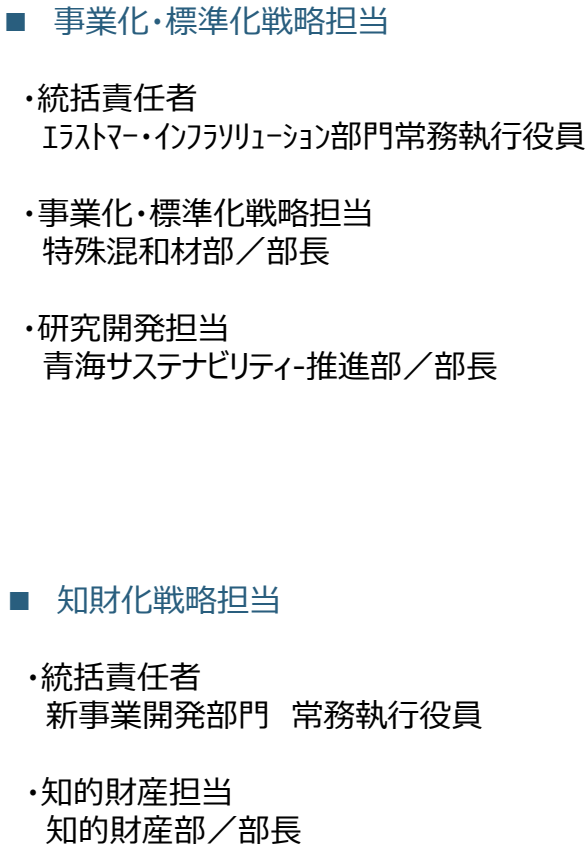
- 研究開発責任者
研究開発統括 常務執行役員
- 担当チーム
(環境対策推進)
環境対策推進統括 常務執行役員、サステナビリティ推進部
(事業化検討) 兼務5名
エラストマー・インフラソリューション部門長 常務執行役員、特殊混和材部
(生産技術・エンジニアリング等) 兼務15名
技術統括 専務執行役員、執行役員青海工場長
(研究開発実施チーム)
青海工場次長/青海サステナビリティ推進部

チーム	担当	チームリーダー	人員規模
特殊混和材WG	材料設計 研究開発項目 I	青海サステナビリティ推進部GL (LEAF開発実績)	主務 3 名 兼務 4 名
メカニズムWG	水和解析 研究開発項目 I	同上	主務 3 名
評価手法WG	定量化 研究開発項目 II	青海サステナビリティ推進部GL (各種混和材の開発と評価実績)	主務 3 名 兼務 7 名

部門間の連携方法

- 2022年に5月に青海サステナビリティ推進部内に本事業の専門の研究組織を新設
- 研究組織内に3つのWGを置き、WGリーダーを中心に社内外の関係先と連携
- 研究開発責任者、事業化検討総括、青海サステナビリティ推進部が定期的な打ち合わせにより、各所の進捗を確認

役割分担



経営者等によるCO₂固定型混和材料開発事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 当社の経営計画Denka Value-Upの中で環境Value-Upに注力することを表明し、本事業もこの経営計画の一部に位置付けた
 - 2050年度までにカーボンニュートラルの達成目標を設定した（2030年度は2013年度比において50%削減）
 - CCUSの開発と実装のための施策の一つとしてCO₂固定型混和材を取り上げ、紹介した
 - 統合報告書、HP等において上記を社内外の幅広いステークホルダーに対して、当該事業の重要性をメッセージとして発信した（統合報告書、ESG情報サイト、プレスリリース、広報誌等でのべ5回/年、専門誌への投稿を3回/年実施した）
- 事業のモニタリング・管理
 - 事業課題報告会により事業進捗を把握することとしているが、実質的な進捗が少なく未実施。今後、定期的に進捗確認を実施する
 - 本事業に関する重要事項（事業戦略ビジョン作成、契約締結等）を経営委員会（委員長：社長）で審議し、必要に応じ取締役会に諮り、進め方の指示を出した
 - 事業化を判断するうえで自社の規準に沿った投下資本利益率等の指標をあらかじめ設定している

事業の継続性確保の取組

- 2050年度のカーボンニュートラル実現に向けての新経営計画を立案中であり、経営層が交代する場合にも事業継続するような引継ぎを実施する

経営戦略の中核においてCO₂固定型混和材料開発事業を位置づけ、広く情報発信

取締役会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 高効率ガスタービンの導入と新設の水力発電所の稼働を開始した。
 - 2030年度までにCO₂回収技術実装化のため産業総合技術研究所と共同開発推進中
 - xEV関連製品や環境配慮型コンクリートの普及（GI基金の活用）
 - ポリスチレン樹脂のケミカルリサイクルプラント建設を決定
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて本事業の戦略・計画の策定に際し、経営委員会（委員長：社長）で方針等を審議し、取締役会へ報告した
 - NEDOおよび共同実施先との重要契約締結の際に、事業内容、事業計画、運営体制につき経営委員会、取締役会にて審議し、決議した
 - 決議内容については社内関連部署にりん議案件として回付した
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 上記で決議された事業戦略・事業計画に基づき、研究開発計画が不可欠な要素として、優先度高く位置づける

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 統合報告書において、TCFDのフレームワークも活用し、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づけた
 - 採択された場合に、研究開発計画の概要をプレスリリース等により対外公表した
- ステークホルダーへの説明
 - 統合報告書およびホームページ等で環境経営を強化のため、経営資源を最大限に活かしたポートフォリオ変革に現経営計画で目処をつけ、次の経営計画で社会課題解決のニーズに応える製品技術の目標を設定し、経営資源を集中することを示した。
 - 事業の効果（社会的価値等）を、国民生活のメリットに重点を置いた視点で、論文発表（専門誌、学会等）、オープンフォーラム等での講演で事業を紹介した

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保（更新版）

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 事業の進捗状況や事業環境の変化に想定外の内容はなかった。本事業の研究開発業務は、青海工場内に新設された専門部署（青海サステナビリティ推進部）へ集約した。
 - 共同実施先である大学、研究機関との連携、共同研究を開始した。
 - 試作品についてはまだ提供できる段階にはない。既存品を提供し、適宜、フィードバック情報を得ている状況。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 技術系人材については素材の研究開発人員を青海サステナビリティ推進部よりのべ20名程度*、生産技術開発等の人員をのべ15名程度*を確保した。 * 兼務者含む
 - 事務系人材については特殊混和材部よりのべ5名程度確保した
 - 小型キルン（焼成設備）を工場敷地内に設置のための準備を開始した。
 - 次期経営計画にも引き続き環境経営が含まれる見込み。研究開発計画は環境経営に不可欠な要素として優先順位を高く位置付け必要に応じ適宜、資源投入を継続するを判断を行う。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 研究開発の専門部署を青海工場内に新設し、技術開発を推進する体制とした。
 - 本事業全体はイラストマー・インフレーション部門内の特殊混和材部が管理し、推進する体制としたほか、間接部門とも連携する体制も構築した。
 - 経営者直轄の経営委員会においてイラストマー・インフレーション部門長が参加し、審議し意思決定を実施する
 - 事業環境の変化に合わせて、自社のビジネスモデルを適宜検証できるよう分野別の事業部制としている
- 若手人材の育成
 - 当該産業分野を中長期的に担う若手人材に対して実務を通じて育成機会を提供する
 - 共同実施先の大学等と連携して研究開発を開始した。具体的には若手研究者にも研究業務に参画してもらいWGに分かれて共同研究を推進した。

4. その他

デンカ(株)

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、研究開発目標未達・事業性の著しい欠如等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- 技術目標未達により本事業が停滞するリスク
- 実証（大量生産技術）検討が遅れ、コストダウン進まず市場コストにマッチングせず販売が伸びず、投資回収の見込みが立たないリスク
- 原料の他ソース化の開発が遅れ、安定供給、汎用化できないリスク
- 当初の担当者の研究継続が不可になるリスク

→ 技術目標達成のため社内外のリソースを最大限に活用
 → 実証検証前の段階で市場性を十分精査
 → 人的リソースが途切れないよう複数で推進

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- カーボンのクレジット化等の環境付加価値が市場に醸成されず事業化の目処が立たないリスク
- CO₂固定型コンクリートの採用が急拡大する事による原料調達、製造律速リスク

→ カーボンクレジット化などの制度設計にも積極的に参加
 → 定量化については研究機関とも連携し、開発事業と同時に実施
 → 原料調達先を複数検討

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害により自社工場が被災し、製造が困難になる
- 当社の全体事業の抜本見直しによる本事業自体からの撤退

→ 製造拠点の複数化、パートナー企業による事業継続を検討



● 事業中止の判断基準：

- ①研究開発：技術開発段階で目標に著しく未達、実証検討ができない、あるいは実証段階において十分なコスト削減効果が得られないことが明確な場合
 - ②社会実装：環境付加価値（公共調達、技術基準等）が醸成されず、将来的な市場として事業が成立しないことが明確な場合
- その他：自然災害等により当社の事業継続が困難になった場合