事業開始時点

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：CO_2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

実施者名　　：大成ロテック株式会社、　　代表名：代表取締役社長 西田 義則

コンソーシアム内実施者 ：【研究開発項目１】
株式会社　安藤・間（幹事会社）
株式会社内山アドバンス
灰孝小野田レミコン株式会社
大成ロテック株式会社会社
【研究開発項目２】
一般財団法人電力中央研究所

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

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

★委託　●再委託

研究開発項目１－① <テーマ１　根幹技術の開発>

生コンクリート由来の廃棄物にCO_2を最大且つ最速に吸収固定化させた混和材や骨材を用いて**緻密ではなく透水性・透気性に優れた高性能コンクリート、CPコンクリートを開発**

★（株）安藤・間（幹事会社）

①生コンスラッジにCO_2を固定化させて混和材を生産
②残コン・戻りコンにCO_2を固定化させて粒状再生骨材を生産
③コンクリート殻にCO_2を固定化させた再生骨材を生産
④CO2を最大且つ最速に固定化させるナノバブルシステム開発
⑤製造プラント設計・設置

緻密ではなく透水性・透気性に優れた高性能コンクリートが脱炭素社会を実現

研究開発項目２<テーマ４　総合評価>

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

★（一財）電力中央研究所

研究開発項目2の検討の取りまとめ および LCCO2評価手法の開発

●東京大学	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
●東京都立大学	品質評価・品質管理手法の開発
●国立環境研究所	LCA(材料資源)評価手法の開発
●明星大学	LCC評価手法の開発

研究開発項目１-② <テーマ２地域内循環技術の開発>

首都圏及び地方都市における**地域内循環技術を目指した製造技術実用化の開発**

★（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）

①日本各地の工場の生コンスラッジおよび再生骨材の材料特性等を把握し、CPコン材料となる炭酸化スラッジ粉末および炭酸化再生骨材の安定した製造・品質管理技術の確立

②各地域の材料および社会環境を考慮したCPコンパイロットプラントの設計、製造を実施、安定したCPコン製造プラントの確立等の各地域の環境に合わせたCPコン製造可能なパイロットプラントの設置を担当。

CPコンクリートの“CP”とは？

当コンソーシアムはRRCS加入者で構成されているが、RRCSが商標登録申請済みの“CARBON POOL”の頭文字

研究開発項目１－② <テーマ３　社会実装に向けた開発>

社会実装に向けての施工技術の確立

<サブテーマ>　舗装

★大成ロテック（株）

・CO_2ナノバブルによる硬化コンクリートへのCO_2固定化
・舗装用CPコンプラント開発
・CO_2固定型路盤材の開発
・プレキャスト板

●日本道路（株）
車道・駐車場

●（株）佐藤渡辺
歩道・公園

<サブテーマ>　構造物

★（株）安藤・間

CPコン用鉄筋の開発

●青木あすなろ建設（株）
CPコン施工方法の検討

●（株）淺沼組
CPコン脱型後の炭酸化方法の開発

0. コンソーシアム内におけるテーマ間の連携

★委託　●再委託

研究開発項目１－① <テーマ１　根幹技術の開発>

生コンクリート由来の廃棄物にCO_2を最大且つ最速に吸収固定化させた混和材や骨材を用いて**緻密ではなく透水性・透気性に優れた高性能コンクリート、CPコンクリートを開発**

★（株）安藤・間（幹事会社）

研究開発項目２<テーマ４　統合評価>

LCCO₂・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

★（一財）電力中央研究所

- ●東京大学
- ●東京都立大学
- ●国立環境研究所
- ●明星大学

研究開発項目１－② <テーマ２　地域内循環技術の開発>

首都圏及び地方都市における**地域内循環技術を目指した製造技術の実用化の開発**

★（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）

研究開発項目１－② <テーマ３　社会実装に向けた開発>

社会実装に向けての施工技術の確立

<サブテーマ>　舗装

★大成ロテック（株）

- ●日本道路（株）
- ●（株）佐藤渡辺

<サブテーマ>　構造物

★（株）安藤・間

- ●青木あすなろ建設（株）
- ●（株）淺沼組

試料

CO_2固定量・各種性能評価

試料

CO_2固定量・各種性能評価

原材料の情報

開発した各種CPコンクリート用材料とCPコンクリートの技術

試料

CO_2固定量・各種性能評価

CPコンクリートの提供

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

2050年カーボンニュートラル実現に向け、コンクリートへのCO_2リサイクルが新たな付加価値として急拡大すると予想

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）
コンクリートは「世界で水の次に消費量が多い」と言われている人類の営みにとって必要不可欠な物質である。一方、セメント・コンクリート産業全体から排出される温室効果ガスは人為起源の**排出量の約７%以上を占めており**、その削減は必達目標であり、各国・各企業がこぞってCCUS開発を急いでいる。

（経済面）
セメントの市場規模は約3,500億ドル前後と言われているが、毎年10%強の成長を示し拡大し続けてきた産業である。なかでも中国勢が50%を超える圧倒的な世界シェアを誇り、インドが10%に迫る勢いを見せている。一方、日本のメーカーは全体でも世界シェアは4%に過ぎないが、先進国の基幹産業として東南アジア各国において資本・技術提携して大きく貢献している。

（政策面）
セメント・コンクリート産業のCO_2削減策は、ヨーロッパを中心に炭素税とカーボンクレジットにて一定の成果は残しているが、抜本的な解決には至っておらず、CCUSによる核心的技術開発と炭素税を含めた**金融との連動が不可欠**である。一方、日本国内においては、セメント・コンクリート産業は、産業廃棄物の受け入れ先としても重要な位置づけを担っており、**廃棄物行政においても欠かすことの出来ない産業**となっている点を考慮しなければならない。

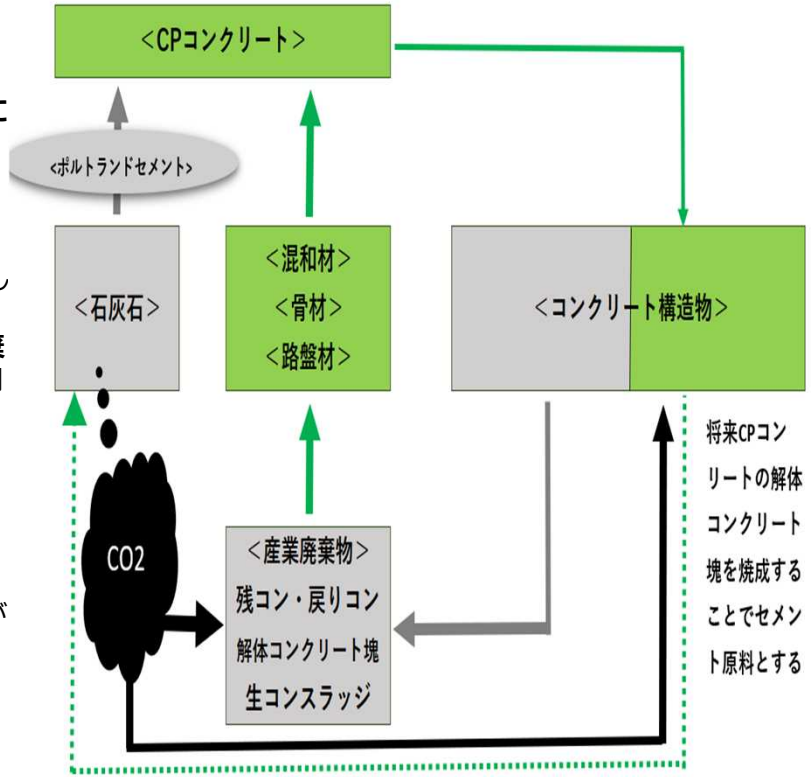
（技術面）
世界的には、CCS開発が進められているが、カーボンニュートラルの達成のためにはCCSだけでは不十分であり、CCUSが必要であるが、**CO_2の再利用はいまだ革新的な進歩を遂げていない**。また、日本ではCCUSとして脚光を浴びているコンクリート技術もあるが、小型の工場製品に限定されており、現場施工用コンクリートへの展開が求められている。

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

（社会面）
石灰石の焼成には再エネが利用できるが、**排出不可避な石灰石からの脱炭酸に伴うCO_2を有効活用**する。

（経済面）
石灰石、骨材は無限の資源ではない。産業廃棄物としてコストを掛けて処理されている**コンクリート由来の廃棄物にCO_2を固定**させ再利用する。

（政策面）
今年８月にリリースされた**IPCCの記事によると「コンクリートは排出されたCO_2を50%は吸収する」**事実が今後インベントリにも反映され、カーボンプライシングが導入されてくるであろう。



（技術面）
現場施工に対応できる「**緻密でないコンクリート＝透水性・透気性に優れているコンクリート**」を開発し、強度や耐久性を担保するとともに、CO_2を最大163kg/m³以上固定する。

- 市場機会：世界的なカーボンニュートラルの流れにおいて、日本国内は勿論のこと、発展途上国が多い**東南アジアは、非常に大きな市場機会のポテンシャル**がある。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：グリーンと相反するものとして、またCO_2排出者としての“悪者”のイメージの強いコンクリートが、より多くのそしてより早くCO_2を吸収固定化出来る建設材料として認知され、結果として資金調達や資産運用といった**ESG金融の対象となれば、そのインパクトは非常に大きい。**

- 当該変化に対する経営ビジョン：TAISEI Green Target 2050 計画において、2030年目標として「施工段階　CO_2排出量　62%削減(1990年度比)」「運用段階予測CO_2排出量55%削減(1990年度比)」をSBTイニシアティブとして定める。当社も本目標の達成に対し、本開発事業も取り組みの一つとして位置付ける。

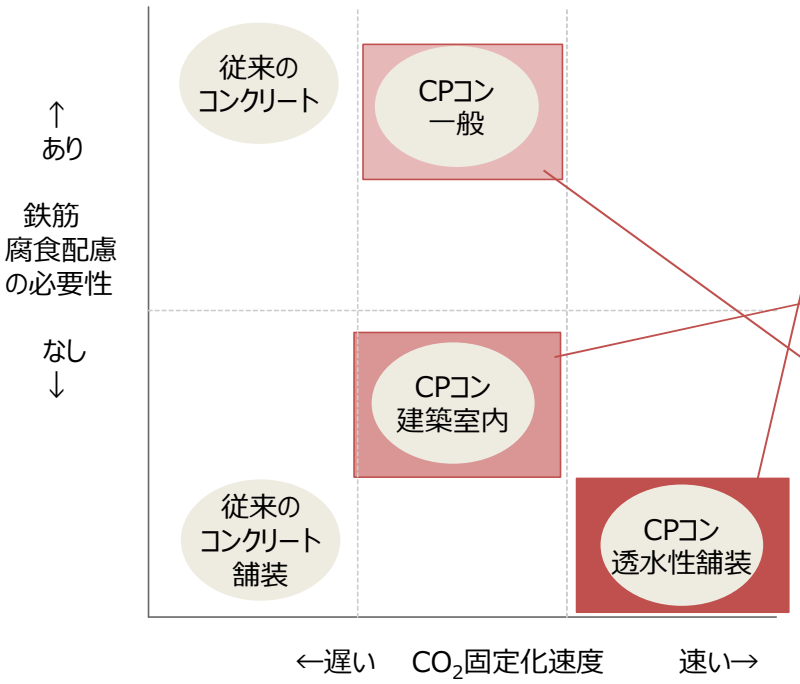
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

鉄筋腐食への配慮による市場セグメンテーション

セグメント分析

CO_2吸収固定化に伴いコンクリートが中性化し、そこに水分が侵入することによる鉄筋腐食への配慮の必要性

（コンクリート市場のセグメンテーション）



ターゲットの概要

需要家	主なプレーヤー	消費量（2030年）	課題	想定ニーズ
・国交省 ・地方自治体 ・デベロッパー ・ハウスメーカー ・個人	・日本道路 ・大成ロテック ・佐藤渡辺 ・内山アドバンス ・大阪兵庫生コンクリート協同組合 ・灰孝小野田レミコン		• 養生期間の短縮 • 車両走行性の改善 • 排水確保	（用途） コンクリート舗装（透水性） （場所） 車道、歩道、駐車場、公園
国交省 地方自治体 デベロッパー ハウスメーカー	・安藤ハザマ ・青木あすなろ建設 ・淺沼組 ・内山アドバンス ・大阪兵庫生コンクリート協同組合 ・灰孝小野田レミコン	43百万m^3	• 水分侵入防止 • 鉄筋部との遮断	（用途） 建築物室内（壁・床） （場所） オフィスビル、ショッピングモール、テーマパーク、家屋・集合住宅
国交省 地方自治体 高速道路 デベロッパー	・安藤ハザマ ・青木あすなろ建設 ・淺沼組 ・内山アドバンス ・大阪兵庫生コンクリート協同組合 ・灰孝小野田レミコン	18百万m^3	• 耐腐食性鉄筋の開発 • 強度・耐久性の検証	（用途） 一般 （場所） 外構、外壁、屋根、基礎

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル
CPコンクリート技術を用いて脱炭素社会に必要な製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

（社会への提供価値）

現状ではコストを掛けて**産業廃棄物**として破棄されてきた物資（残コン・戻りコン、コンクリート廃棄物、生コンスラッジ）に、セメント製造時等に排出される**CO_2を資材として投入**することにより、生コンクリート用の骨材や混和材を生成し、CPコンクリートに用いることで、CO_2の**リサイクルループを構築**する。

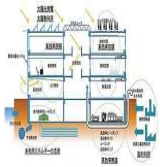
また、脱化石燃料社会を見据え、**アスファルトの代替品**としてCPコンクリートを使用することで、現状では日本国内で5%、先進諸国でも30%と言われているコンクリート舗装のシェアを引き上げ、尚且つ脱炭素社会にも貢献する。

（顧客への提供価値）

“CARBON POOL コンクリート“は、CO_2を固定するコンクリートであるというブランドイメージを定着させる。CPコンクリートを使うことが、**カーボンニュートラル社会の実現に貢献しているという顧客満足度**を満たし、従来のコンクリートから脱却してCPコンクリートへの転換を促す。

更に、国内外の顧客及びプレイヤーにCPコンクリートは脱炭素社会に貢献する建設資材であることを継続してアピールすることで、資金調達方法としての**ESG金融の活性化に寄与する。**

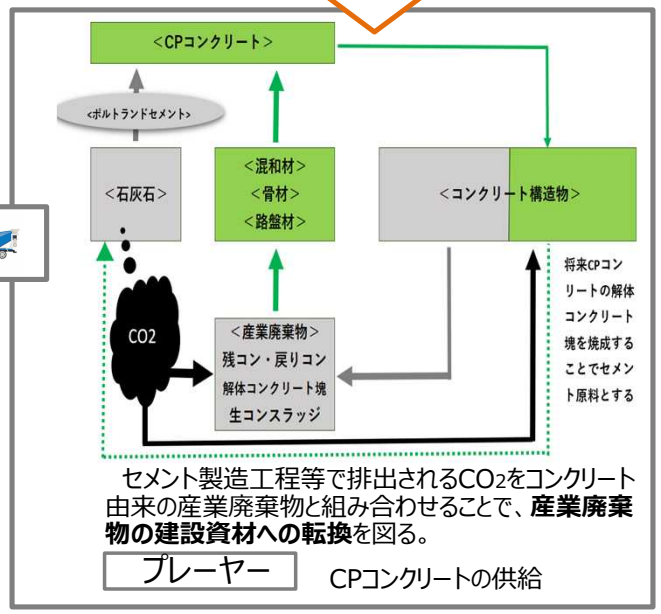
顧客

ニーズ	特徴	透水性舗装	建築室内	一般
車道・歩道	アスファルトと比較して**LCCに優れており**、諸外国並みに30%までにコンクリート舗装の比率を引き上げると同時に、CO_2を吸収固定化させるツールとして、CPコンクリートを市場に浸透させる。	◎		
商業用構造物 	商業用構造物においてCO_2排出総量は**「竣工前：竣工後＝30:70」**と言われており、竣工後はZEBによる対策が進むため、CPコンクリートの使用による竣工前のCO_2削減は必至である。	◎	◎	○
家屋・集合住宅	家屋・集合住宅の床・内壁・外壁、駐車場も総面積としては小さくない。CPコンクリートを用いることでCO_2削減に貢献し、全国**700の生コン工場をアライアンス**し、きめ細かく供給する。	◎	◎	○
インフラ構造物	コスト及び強度の観点から、コンクリートは必要不可欠なインフラ構造物の資材である。CO_2を吸収固定する**新たな付加価値を持つCPコンクリートを普及**させる。	◎		○

ファイナンス　ESG金融資金の活性化

CPコンクリートを採用することにより、顧客とプレイヤーによる**ESG金融からの資金調達、金融機関から顧客とプレーヤーへのESG投融資**を活性化させる。

融資　債券　投資



セメント製造工程等で排出されるCO_2をコンクリート由来の産業廃棄物と組み合わせることで、**産業廃棄物の建設資材への転換**を図る。

プレーヤー　CPコンクリートの供給

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

環境経営の強みを活かして、社会・顧客に対して脱炭素社会に貢献する建築資材という新たな価値を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

セメント産業で排出されるCO_2と生コンクリート由来の産業廃棄物を組み合わせることで、脱炭素社会に貢献するコンクリート舗装の資材という新たな価値を提供する。

自社の強み

・グループ一体となった環境価値の創造
- TAISEI Green Target 2050 計画において、2030年目標として「施工段階　CO_2排出量　62%削減(1990年度比)」「運用段階予測CO_2排出量55%削減(1990年度比)」をSBTイニシアティブとして定める。当社も本目標の達成に対し、本開発事業も取り組みの一つとして位置付ける。
- CPコンクリート舗装への取組み
- 舗装用路盤材への取組み
- プレキャスト・CPコンクリート版への取組み

自社の弱み及び対応

- 生コン製造事業の会社を有していない。
  - 本コンソーシアムに生コン会社（内山アドバンス、大阪兵庫生コン組合、灰孝志小野田レミコン等）を招き、研究段階からアライアンスを組みながら実装に繋げる

他社に対する比較優位性

大成ロテック

技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
（現在） • 生コンクリート由来の産業廃棄物（残コン・戻りコン、生コンスラッジ、解体コンクリート塊）はコストを掛けて破棄。 • 首都圏にて年間30～40ｔのコンクリート殻を中間処理にて再生路盤材を製造。 （将来） • セメント工場から排出されるCO_2を、生コンクリート由来の産業廃棄物に吸収固定化させたCPコンクリートを供給。 • CPコンクリートは竣工後もより早く継続してCO_2を吸収固定化。 • 生コンスラッジにCO_2を吸収固定させて混和材を製造し、セメント使用量を5~20%削減。 • CO_2を吸収、固定化させた再生路盤材を製造・販売。	• 政府、地方自治体の土木・建築構造物・舗装 • 民間の土木・建築構造物（橋梁・トンネル・水力・舗装） ↓ • 政府、地方自治体の土木・建築構造物・舗装 • 民間の土木・建築構造物・舗装 • コンクリート舗装分野 • 海外へのCO_2固定技術の輸出	• 産業廃棄物として生コン工場から搬出し破棄されている。 • 既に"再生骨材普及連絡協議会"に入会し調達方法を熟知。 ↓ • **生コン工場内で完全リサイクルする。** • **現行の生コンクリート供給体制を維持**したまま現場に供給出来る • CPコンクリートの殻は**将来的にはセメント原料**となる • 残コン・戻りコンを受け入れ**再生路盤材**を製造・販売。	• 資本金113.05億円 • 社員1,263人 ↓ • 現状維持

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

2030年度までの研究開発の後、2031年頃の事業化、2037年頃の投資回収を想定

投資計画　研究開発項目１-②　<テーマ３　社会実装に向けた開発>　委託先：大成ロテック（株）

	2021年度	・・・	2030年度	2031年度	・・・	2037年度	
売上高	-	・・・	-	コンクリート舗装市場への導入を図り、CPコンクリートの会員施工粗利、実施料を想定。			
研究開発費	約31.2億円（本事業の支援期間）			NEDO事業完了後は3年目まで0.5百万円/年を計上。４年目からは1百万円/年を計上。			
取組の段階	研究開発 →			事業化 →		投資回収	
CO_2削減効果	-	・・・	-	-	・・・	計348千トン	CPコンクリートにより124～163kg-CO_2/m^{3}以上を固定。2040年頃年間1,965千トンになる見込み。

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

取組方針

研究開発・実証

- CO_2固定量最大163kg/m^{3}を達成するための
  - CP用コンクリート材料の開発
  - CPコンクリートの開発
  - CPコン施工技術の開発
- CPコンクリートの性能確保
- 舗装用CPコンクリートの性能確保
- CPコンクリート構造物の耐久性確保
- CPコンクリート道路構造物の耐久性確保
- 2025年の大阪万博及び琵琶湖グリーンインフラへの実証実験（舗装、建築室内、外部コンクリート）を目指す。
- CPコンクリートのJIS、ISO化を目指した開発
- ラボレベルからスケールアップした実機での製造技術の開発

設備投資

- 既存プラントの利用
- CPコンクリート用増設設備のコンパクト化
- 2種類のCPコンクリートの設定

① CO_2固定量最大型CPコンクリート：
炭酸化再生骨材Lを最大限添加したCO_2固定量を最大化したコンクリート

② 簡易型CPコンクリート：
生コン工場内で排出される材料から製造した炭酸化生コンスラッジ、炭酸化粒状骨材のみを利用したリサイクルを主目的としたコンクリート

- 戦略的なパイロットプラントの設置地域

大阪生コン組合⇒大阪万博
灰孝小野田⇒琵琶湖グリーンインフラ
内山アドバンス⇒首都圏

マーケティング

- 研究開発及び実証実験の段階から当該コンソーシアムの母体である（一社）残コン・生コンソリューション技術研究会（RRCS)や参画企業の広報を通じ、商標申請積みのCARBON POOLブランドを常に意識した広報活動に務める。
- 今回の主な市場となる車道・歩道・公園は公共事業となることから、ESG金融の活性化を睨んだ各地方銀行との連携を深めながら進める。
- 主に戸建て住宅案件をターゲットとした全国約700の生コンクリート工場をアライアンスしているプラットフォームを活用する。
- 土木学会、日本道路協会が主催する論文発表会等で協会に対して周知を深める。

国際競争上の優位性

研究開発・実証

- ISO化による海外競争力の強化
- タイ・サイアムセメントとの事業提携により海外環境に適した開発の展開
- CPコンクリートの国際特許出願を目指す

設備投資

- 輸出対応型CPコンクリート製造プラントを整備
- 国内の生コン工場の状況に合わせた2種類のCPコンクリートの整備

マーケティング

- 透水性コンクリートによるCO_2吸収固定量に関する**論文は世界的にも発表されていない。**当該コンソーシアムに参画頂いているアカデミアはコンクリート、LCA、LCCの各専門家であり、より多くの論文発表をすることで世界的な認知度の向上に努める。
- 東南アジアにおいて圧倒的なシャアを有するタイ・サイアムセメントとの協業を深める。

資金が必要な場合は、自己資金の開発費で対応予定

資金調達方針　研究開発項目１-②　<テーマ３　社会実装に向けた開発>　委託先：大成ロテック（株）

	2021年度	・・・	2030年度	・・・
事業全体の資金需要	約34.2億円			本事業期間にてCPコンクリート技術の開発を完了させた後、引き続き必要な研究開発費や設備投資費については、自己負担により対応する予定。
うち研究開発投資	約34.2億円			
国費負担※（委託又は補助）	約31.2億円			
自己負担	約3.0億円			

※インセンティブが全額支払われた場合

（外部調達の場合、想定される資金調達方法を記載）
- なし（自己負担は、CPコンクリートの実施料（売上）により対応予定）

（上記の自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）
- 影響なし

２．研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

【研究開発項目１-①】

CPコンクリートへのCO_2固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目１-①

根幹技術の開発
【CPコンクリートの開発】

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CO_2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。

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
1 CO_2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	生コンスラッジ粉末へのCO_2固定量： 377kg-CO_2/ton C×20%置換：22.6kg-CO_2/m	生コンスラッジ粉末1トン中に骨材微粒分が20%含まれる場合、800kgがセメント。 その内の活性を保った粉末が60%である場合 CO_2固定量＝800kg×60%×44/56＝377kg-CO_2/m^3。
2 CO_2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再生骨材およびコンクリート塊由来の炭酸化再生骨材Lの開発および高性能化	再生骨材L・粒状化再生骨材へのCO_2固定量：　37.8kg-CO_2/ton G×100%置換：52.9kg-CO_2/m^3	C＝３00kg/m^3、単位骨材量1.4トンの場合 ① $Ca(OH)_2$：300kg×50%×222／456＝73kg/m^3 73kg×44/74=43.5kg-CO_2/m^3 ② C-S-H：300kg×50%×342/456=112.5kg/m^3 112.5kg×132/342=43.5kg-CO_2/m^3 ①＋②　(43.5+43.5)÷2.3トン ＝37.8kg-CO_2/（再生骨材１トン） 骨材100%置換の場合 37.8kg×1.4トン×100%＝52.9 kg-CO_2/m^3

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

【研究開発項目１-②】

CPコンクリート舗装・構造物へのCO_2固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

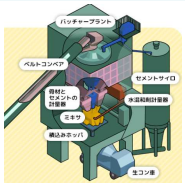
研究開発項目１-②

・地域内循環技術の開発
【地域内循環技術を目指した製造技術の開発】
・社会実装に向けた開発
【社会実装に向けての施工技術の確立】

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CO_2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CO_2固定。

研究開発内容

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
1 CPコンクリート量産型プラントの開発  生コンプラント	CPコンクリート製造時のCO_2固定量の目標値 ・CO_2固定量最大型CPコンクリート：76kg-CO_2/m^3	・CO_2固定量最大型CPコンクリート 置換率＿炭酸化スラッジC×20%⇒22.6kg-CO_2/m^3 炭酸化再生骨材G×100%⇒52.9kg-CO_2/m^3 炭酸スラッジ水W×3%⇒0.5kg-CO_2/m^3 CO_2固定量の合計：76kg－CO_2/m^3
2 CO_2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 車道・歩道	硬化後のコンクリートへのCO_2固定量：87kg-CO_2/m^3 再生砕石・セメント系安定処理剤へのCO_2固定量：37.8kg-CO_2/ton	C＝３00kg/m^3、単位骨材量1.4トンの場合 ① $Ca(OH)_2$：300kg×50%×222／456＝73kg/m^3 73kg×44/74=43.5kg-CO_2/m^3 ② C-S-H：300kg×50%×342/456=112.5kg/m^3 112.5kg×132/342=43.5kg-CO_2/m^3 ①＋② 43.5+43.5=87kg-CO_2/m^3 再生砕石への固定量：87÷2.3トン＝37.8kg-CO_2/トン
3 CO_2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発 商業用構造物 インフラ構造物	硬化後のコンクリートへのCO_2固定量：87kg-CO_2/m^3	C＝３00kg/m^3、単位骨材量1.4トンの場合 ① $Ca(OH)_2$：300kg×50%×222／456＝73kg/m^3 73kg×44/74=43.5kg-CO_2/m^3 ② C-S-H：300kg×50%×342/456=112.5kg/m^3 112.5kg×132/342=43.5kg-CO_2/m^3 ①＋② 43.5+43.5=87kg-CO_2/m^3

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-①：根幹技術の開発】

CPコンクリートへのCO_2固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

		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	生コンスラッジ粉末へのCO_2固定量：377kg-CO_2/ton C×20%置換：22.6kg-CO_2/m^3	コンセプトの作成（TRL2）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 生コンスラッジへのCO_2固定方法 - 方式① 砂状の生コンスラッジを大気中に放置して、CO_2固定。 - 方式② さらに微粉砕してパウダー状にして、大気中に放置してCO_2固定。 - 方式③ 脱水前のスラッジ水に炭酸ナノバブルを投入し、固定化させる。	高い（80%）
2	CO_2固定量を最大化・最速化した炭酸化粒状再生骨材および炭酸化再生骨材Lの開発および高性能化	再生骨材へのCO_2固定量: 100%置換：52.9kg-CO_2/m^3	コンセプトの作成（TRL2）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 再生骨材L・粒状化再生骨材へのCO_2固定方法 - 方式① 高濃度に炭酸ナノバブルを発生させた水槽に浸漬する。 - 方式② 炭酸ナノバブルの気泡径の分布（大きい径～小さい径）を工夫して発生させた水槽に浸漬する。 - ノズル式で、炭酸ナノバブル水を吹き付ける。 - 炭酸ナノバブル水を散水する。	やや高い（70%）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-②：地域内循環技術および社会実装に向けた開発】

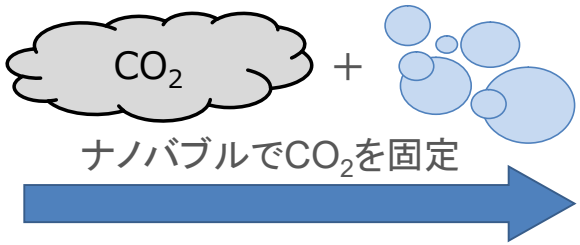
CPコンクリート舗装・構造物へのCO_2固定量最大化というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

		KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
1	CPコンクリート量産型プラントの開発	CPコンクリート製造時のCO_2固定量の目標値 ・CO_2固定最大型 76kg-CO_2/m^3	検証必要なプロトタイプ（TRL３）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 3工場において特徴のあるプラントを設置 - 方式① CO2固定量最大型CPコンクリート製造用プラントの設計・設置	高い（80%）
2	CO_2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	硬化後のコンクリートへのCO_2固定量 87kg-CO_2/m^3	コンセプトの策定（TRL2）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 透水性CPコンクリートの施工技術構築 - 方式① 既存の透水性舗装コンクリート技術の応用 - 方式② 必要な施工機器の開発	高い（80%）
3	CO_2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の開発	硬化後のコンクリートへのCO_2固定量 87kg-CO_2/m^3	コンセプトの作成（TRL2）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 一般RC構造物への適用技術構築 - 方式① 炭酸化したコンクリート中で耐久性保持できる鉄筋 - 方式② 適用箇所の選定	高い（80%）
4	透水性CPコンクリート舗装への多角的なCO_2固定方法の開発	路盤用再生骨材及びセメント系安定処理剤へのCO_2固定量 37.8kg-CO_2/ton	コンセプトの作成（TRL2）	初期のプロトタイプ（TRL4）	• 再生路盤材へのCO2固定技術 - 方式① 再生骨材への固定化と同じくナノバブルを利用	高い（80%）

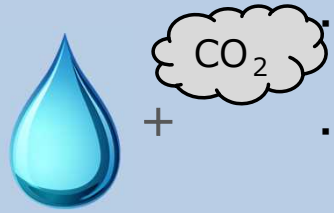
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-①】　CARBON POOL　コンクリートの主要材料

（1）生コンスラッジ水



（1）炭酸化生コンスラッジ水

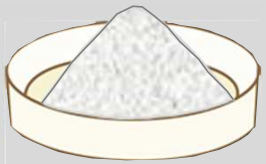


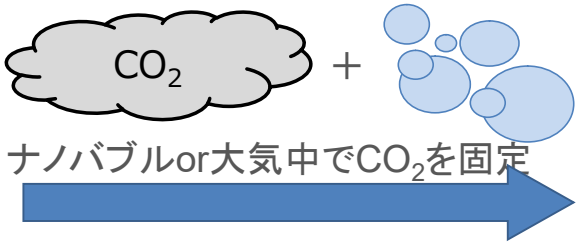
・生コン車の洗浄時にCO_2ナノバブル水を使用する等によりスラッジ水にCO_2を固定

・CO_2固定量

100kg-CO_2/ton（スラッジ水の10%と仮定）

（2）生コンスラッジ粉末





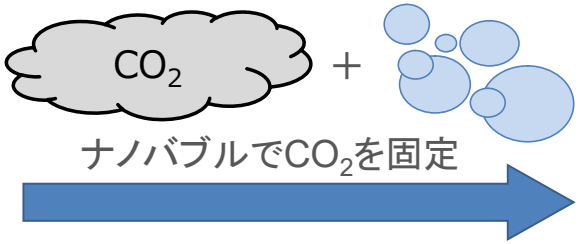
（2）炭酸化生コンスラッジ粉末

・生コン車の洗浄時にCO_2ナノバブル水を使用または大気中CO_2によりCO_2を固定

・CO_2固定量【Ca（OH）$_2$及びC-S-Hを炭酸化】

377kg-CO_2/ton（上限固定量の7割）

（3）粒状化骨材



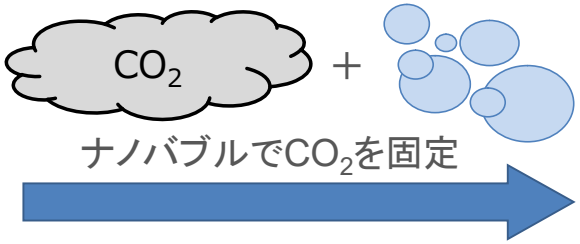
（3）炭酸化粒状化骨材

・粒状化骨材をCO_2ナノバブル水に浸漬する等により粒状化骨材にCO_2を固定

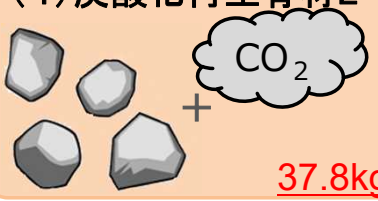
・CO_2固定量【Ca（OH）$_2$及びC-S-Hを炭酸化】

37.8kg-CO_2/ton

（4）再生骨材L



（4）炭酸化再生骨材L



・再生骨材LをCO_2ナノバブル水に浸漬する等により再生骨材LにCO_2を固定

・CO_2固定量【Ca（OH）$_2$及びC-S-Hを炭酸化】

37.8kg-CO_2/ton

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-①】 CARBON POOL コンクリート 種類とCO_2固定量計算例

【CPコンクリートのCO_2の計算条件】

①・炭酸化粒状化骨材

・炭酸再生骨材L

・G＝1400kg/m³の(G×5%～80%置換)

G（80%）：980kg/m³×**37.8-CO_2/t**=**37.0kg-CO_2/m³**

G（100%）：1400kg/m³×**37.8-CO_2/t**=**52.9g-CO_2/m³**

②炭酸化生コンスラッジ粉末

・C=300kg/m³の20%置換

C(20%)：60kg/m³×**377kg-CO_2/t** =**22.6kg-CO_2/m³**

③炭酸化スラッジ水

・W=165kg/m³の3%置換=**4.95kg/m³**

W：**4.95kg/m³**×**100kg-CO_2/t**=**0.5kg-CO_2/m³**

【CPコンクリート（簡易型）】

【CPコンクリート製造時のCO_2固定量想定値】

・粒状化再生骨材

37.0g-CO_2/m³
（G×80%置換）

CO_2固定量：37.0kg-CO_2/m³

＋

【CO_2ナノバブル水養生】：CO_2固定（**87kg-CO_2**）

【CPコンクリートのCO_2固定量想定値】
124kg-CO_2/m³

【CPコンクリート（最大型）】

【CPコンクリート製造時のCO_2固定量想定値】

・再生骨材L　・粒状化再生骨材　・スラッジ粉末　・スラッジ水

52.9kg-CO_2/m³
（G×100%置換）

22.6kg-CO_2/m³
（C×20%置換）

0.5kg
-CO_2/m³

CO_2固定量：76.0kg-CO_2/m³

＋

【CO_2ナノバブル水養生】：CO_2固定（**87kg-CO_2**）

【CPコンクリートのCO_2固定量想定値】
163kg-CO_2/m³

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-①】 CARBON POOL コンクリートの製造方法

【各種材料の製造方法】

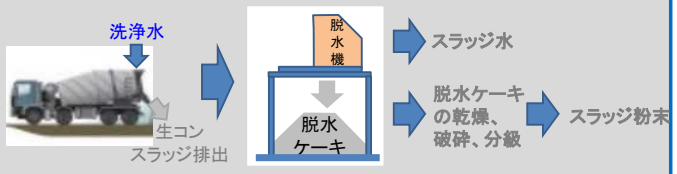
（1）生コンスラッジ水および微粉末の製造

①生コンスラッジ水

・コンクリートの洗浄水から骨材を取り除き回収

②生コンスラッジ粉末

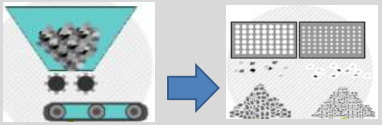
・脱水ケーキを採取し，乾燥，破砕、分級する



（2）再生粗骨材の製造

①生コンを粒状化して再生骨材の製造

②コンクリート塊からの再生骨材の製造



神奈川県再生骨材協同組合HPより

【CO_2の固定化方法】

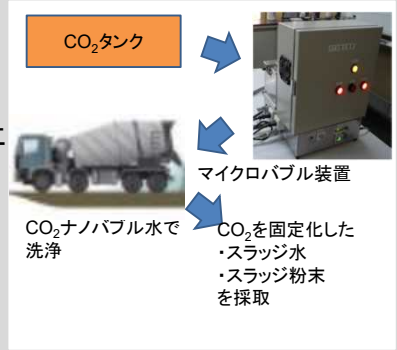
（1）CO_2ナノバブル水による洗浄しCO_2を固定化

①対象：生コンスラッジ（スラッジ水、スラッジ粉末）

②方法

・生コンで汚れたアジテータ車の洗浄時にCO_2ナノバブル水を用いる

・スラッジ水およびスラッジ粉末にCO_2を固定化



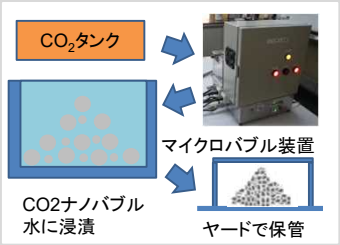
（2）CO_2ナノバブル水に浸漬してCO_2を固定化

①対象：再生骨材

②方法

・CO_2ナノバブルプールに粗骨材を浸漬する

・再生粗骨材に付着したセメント分にCO_2を吸着させ、固定化



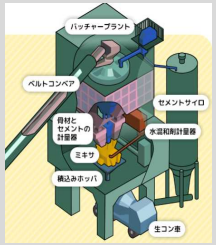
【CPコンクリートの製造方法】

（1）生コンプラントで混合

①スラッジ微粉末：混和材 （セメント置換，細骨材置換）

②スラッジ水：練混ぜ水

③再生骨材



①スラッジ微粉末

ケース1：サイロから供給し，ミキサへ投入

ケース2：別計量し，直接ミキサへ投入

③再生骨材

ケース1：骨材ビンから供給し，ミキサへ投入

ケース2：別計量し，直接ミキサへ投入

（2）アジテータ車での混合

③再生粗骨材

・粗骨材として計量して混合

ケース1

別計量し，高所作業台から投入。逐次，計量値を記録し所定の質量から乖離しないように管理する

ケース2

別計量し，所定の計量値をベルトコンベアから投入逐次，計量値を記録し所定の質量から乖離しないように管理する

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-①】 CO_2ナノバブルによるCO_2固定方法

CO_2ナノバブルを用いた炭酸化メカニズム

✓ **炭酸化による変質**（図-1）

・CO_2ナノバブル水に複数回浸漬することで炭酸カルシウム（$CaCO_3$）生成され，吸水率の低下（絶乾密度の増加）が生じる。

✓ **CO_2ナノバブルによる炭酸化**（図-2）

・CO_2ガスの炭酸化反応は，液相にCO_2ガスが溶解することで炭酸カルシウムが析出するため，空隙内壁面周辺での反応が多い。

・CO_2ナノバブルの炭酸化反応は，空隙が炭酸ナノバブル水によって満たされ，空隙の様々な場所で炭酸カルシウムの生成が生じる。

・ CO_2ナノバブルは， CO_2ガスと比べて炭酸カルシウムの析出速度が速い。

✓ **炭酸化による空隙の状態**（図-3，図-4）

・閉塞により生じた閉気孔体積φは，水セメント比が大きいほど増えている。組成が粗いほど炭酸化による閉気孔体積が増えると推測される。

参考文献

金　志訓，北垣　亮馬，割田　聖洋：CO_2ナノバブルを用いた炭酸化反応による空隙充填効果に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol,37，No.1，pp1543-1548，2015

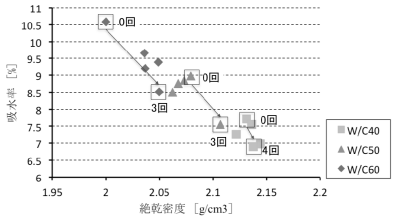


図-1　絶乾密度と吸水率の関係

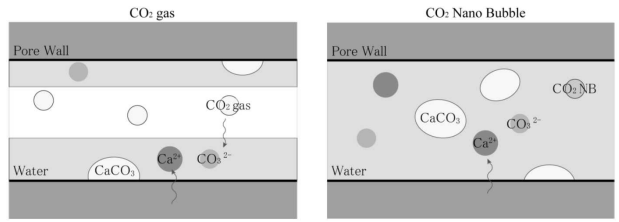


図-2　CO_2ガス及びCO2ナノバブル水による炭酸化概念図

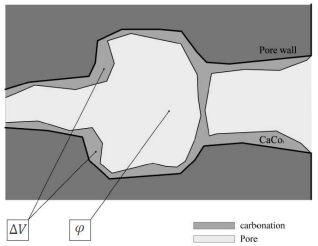


図-3　空隙の状態の模式図

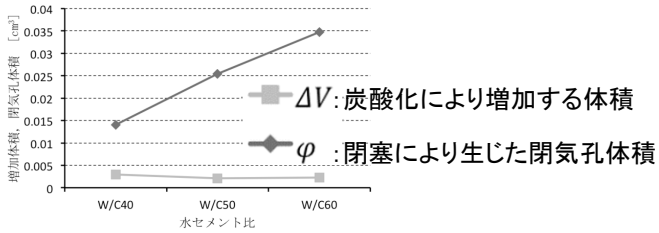


図-4　水セメント比と増加体積，閉気孔体積の関係

ウルトラファインバブル（ナノバブル）装置

・UFB－N4A・B

【仕様】
・規定電圧：AC100V
・消費電力：500W
・適用気体：空気，炭酸ガス，窒素

・UFB-N4D-1

【仕様】
・規定電圧：AC200/220V
・消費電力：200W
・適用気体：空気，炭酸ガス，窒素

✓ ウルトラファインバブル（以下， UFB）は、UFBをバッチ製造方式，連続製造方式，循環製造方式が可能。

✓ 特殊なエアレータ，適切な気体供給圧や振動周波数により，平均粒径　100ナノメートル程度のUFB水を生成可能。

✓ 導入気体は，空気以外に窒素や二酸化炭素を適用できるように，ガスボンベからUFB試験装置に直接ガスを導入することができる。

炭酸化システム

CO_2の固定化技術

炭酸化メカニズム

【生コンスラッジ水へのCO_2固定化】⇒練混ぜ水への利用

【コンクリート塊，残コン・戻りコンへのCO_2固定化】

⇒再生粗骨材としてコンクリートへ使用

・再生粗骨材の品質向上（吸水率低下，凍結融解抵抗性向上）

【脱型後のコンクリート面へのCO_2固定化】

⇒炭酸化によりコンクリート表面を緻密化し，耐久性を向上

【CO_2固定化の方法】

・CO_2ナノバブルを混入，CO_2ナノバブル水に浸漬または噴霧

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-②】 CARBON POOL コンクリートの舗装への適用

【各種材料の性能・品質の開発】

(1) CO_2を固定化するCPコンクリート舗装

1. 製造時にCO_2固定化
- 普通CPコンクリートの配合検討
- 透水性CPコンクリートの配合検討

2. 施工時にCO_2固定化
- CO_2固定化養生剤および養生方法検討

3. 供用中にCO_2固定化
- 供用中舗装にCO_2を吸着させる検討

(2) CO_2を固定化するCPコンクリートプレキャスト舗装版

1. 製造時にCO_2固定化
2. 養生時にCO_2固定化
3. 養生後のCO_2固定化
4. 特殊鉄筋の適用
- 研究開発1-①開発の鉄筋等適用検討

(3) CO_2を固定化する路盤材と路床材

1. 再生骨材を有効利用し路盤材製造及び施工時にCO_2固定化
2. 路床セメント安定処理の改良材等にてCO_2固定化

【製造の検討】

(1) 実験用生コンプラントで確認
- 生コン性状、強度、CO_2の固定量

【施工性の検討】

(1) CPコンクリートの舗装
- CP舗装コンクリート（普通・透水性）の検討

(2) CPコンクリートのプレキャスト舗装版
- 版厚（200～450mm）および継手の検討
- 敷き砂やグラウトのCO_2固定化の検討

(3) 路盤、路床
- 路盤材と路床材（普通・透水性）の検討

【品質管理の検討】

(1) 共通
- 生コンとしての品質管理の検討
- 舗装としての品質管理の検討
- CO_2固定方法及び測定と評価の検討
- 耐久性評価の検討

【CPコンクリート実機製造と連続施工】

(1) CPコンクリート舗装の検討と実証へ

(2) 適用場所の検討
- 車道、駐車場、歩道、公園など

(3)施工方法の検討
- 機械、人力の施工体制による施工管理、品質管理

(4) CO_2固定方法及び測定と評価の検討

【実証試験の実施】
- 実証試験として大阪万博等にて、CPコンクリート舗装を施工する。
- 製造～施工及び供用中の各段階でCO_2固定量測定、評価を実施する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目１-②】 CARBON POOL コンクリートの一般構造物への適用

1）CPコンクリートに適用可能な鉄筋の開発

【課題】

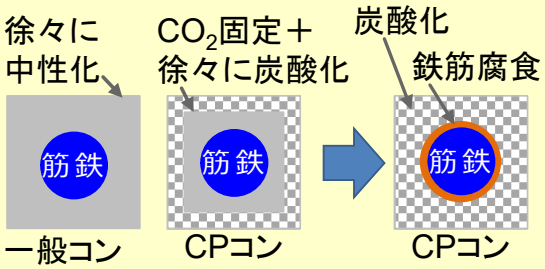
・CPコンクリートは、表層にCO_2を固定する。

⇒表層は中性化

⇒一般コンクリートより中性化が速い可能性がある

・鉄筋付近のコンクリートのpHが低下し、不動態被膜が破壊

⇒鉄筋が腐食する



【開発】

・腐食しない鉄筋の開発

⇒不動態被膜が破壊されない

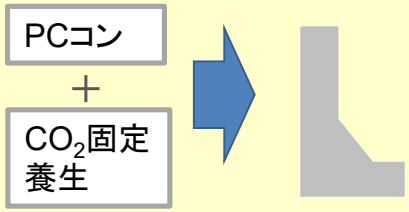
⇒鉄筋周りを保護する　　等

2）構造物への多様的なCPコンクリート適用技術の開発

【プレキャスト（PCa）製品】

・省人化、人材不足の建設業界

⇒PCa製品の拡大が予想される

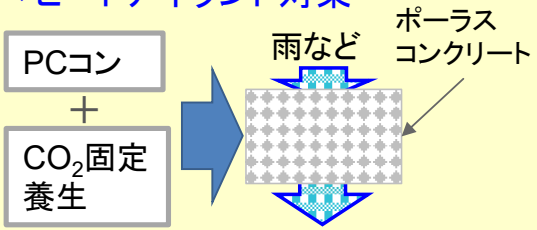


⇒CO_2を固定化したPCa製品開発

【ポーラスCPコンの開発】

・ポーラスコンクリート：透水性

⇒ヒートアイランド対策



⇒ CO_2を固定化したポーラスコンクリートの開発

3）建築室内及び土木・建築一般構造物へのCPコンクリート適用技術の開発

【要求性能を満足する性能確保】

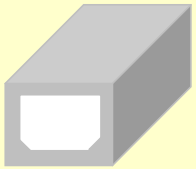
⇒コンクリートの品質

⇒CPコンクリート適用鉄筋などの技術を適用した施工方法

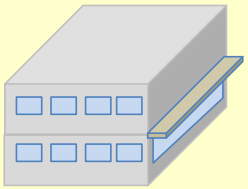
⇒打設方法などの開発

・建築室内

・土木一般構造物



・建築一般構造物



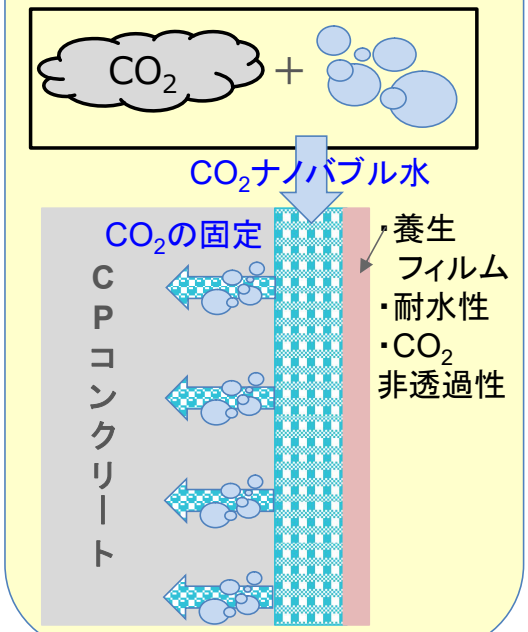
⇒CPコンクリートの施工方法の開発

4）一般構造物へのCPコンクリートにおけるCO_2固定量の最大化・最速化技術の開発

【型枠脱型の固定化方法の検討】

⇒CO_2ナノバブル水養生

・コンクリート表面にCO_2固定



2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

【研究開発項目１-①②】　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

凡例：
- 委託（9/10委託）
- 実証（有望性確認）（2/3補助）
- 実証（１/２補助）

研究開発項目・事業規模　　実施主体　　実施スケジュール

研究開発内容

研究開発期間（国費負担有）　社会実装　事業化

研究開発項目１

１－①・根幹技術の開発【CPコンクリートの開発】

1)【CPコンクリート開発】
- CO_2固定量を最大化させた生コンスラッジおよび再生・粒状化骨材のコンクリート用混和材・骨材としての性能評価
- CPコンクリート製造技術（舗装用・構造物用）の開発及び要素設備の開発

建設：1社
生コン：2社
設備：3社

- 生コンスラッジへのCO2固定化・混和材料化
- ナノバブルによる再生・粒状化骨材へのCO2固定化
- CPコン製造用要素機器・装置の開発
- マイルストーン：CPコンプロト版開発完了
- ステージゲート審査(25/3)
- 固定量の最大化 最速化技術の改良
- 実践的な要素機器・装置の試作と性能確認
- マイルストーン：最大化・最速化技術開発完了
- ステージゲート審査(27/3)
- 製造設備改良

KPI：CO_2固定量
- スラッジ：377kg-CO_2/ton
- 再生骨材：37.8kg-CO_2/ton

1-②・地域内循環および社会実装に向けた開発【CPコンクリート適用技術の開発】

1)【CPコンクリート製造技術の開発】
- 様々なタイプの材料・設備を有するCPコンクリートプラントによる実践的な製造技術の開発

生コン：3社

- マイルストーン：CPコンプラント（大阪）
- 簡易型プラントによる製造技術の開発
- 最大・中間型プラントによる実践的なプラントの開発
- マイルストーン：CPコンパイロットプラント（3工場）
- ステージゲート審査(27/3)
- 出荷時品質管理手法の開発（CPコン供給）
- 製造設備改良・出荷

KPI：硬化後のコンへのCO_2固定量：87kg-CO_2/m^3
再生砕石のCO_2固定量：37.8kg-CO_2/ton

2)【CPコンクリート舗装施工技術の開発】
- 透水性CPコンクリート舗装の施工技術の開発
- CO_2を固定した再生路盤材の開発
- CPコンクリートプレキャスト床版の開発

道路：3社

- CPコン舗装施工方法開発
- ステージゲート審査(24/3)
- 万博等での課題抽出・施工改良
- ステージゲート審査(27/3)
- マイルストーン：CPコン舗装への適用技術確立
- CP路盤材の開発
- 万博等での課題抽出・施工改良
- CPコン舗装・CP路盤材施工方法改良
- 実証：大阪万博等
- 試行的実証：CPコンクリート舗装
- マイルストーン：CPコン舗装プロト版完了
- プレキャスト製品開発
- ステージゲート審査(29/3)
- 製品改良

3)【CPコンクリート構造物施工技術の開発】
- 土木建築構造物の室内および屋外環境下におけるCPコンクリート施工技術の開発
- CPコンクリート用鉄筋材料の開発
- CPコンクリートプレキャスト化技術の開発
)

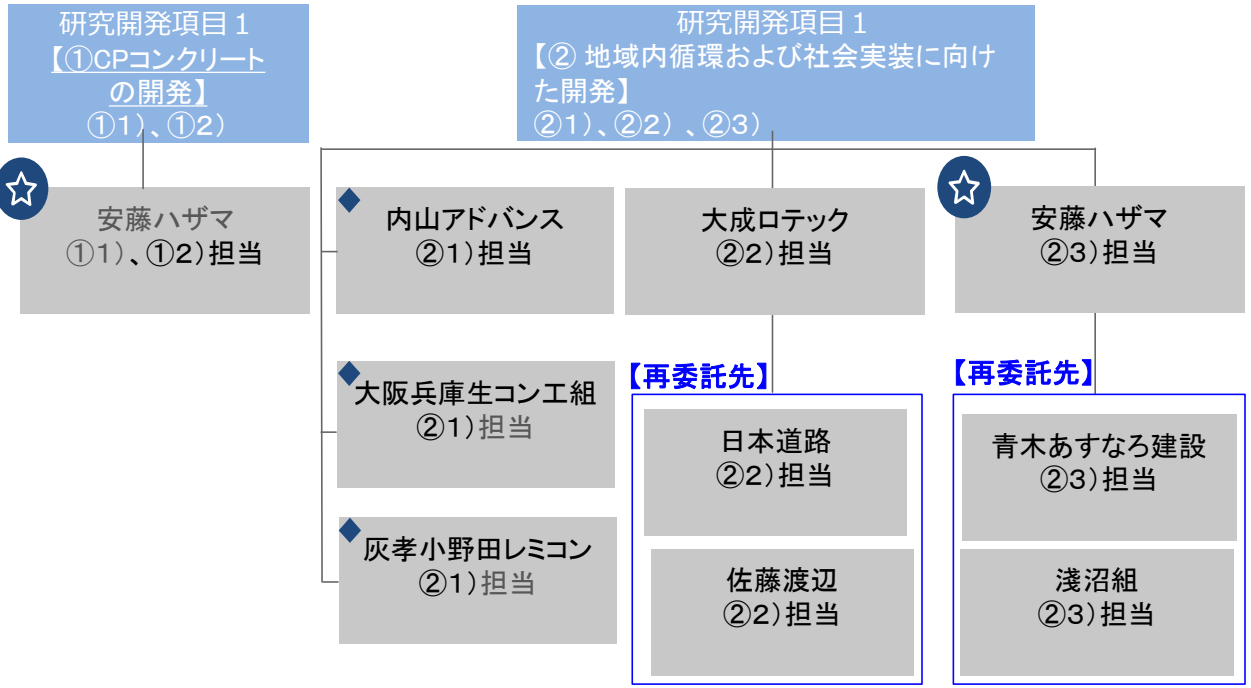
建設：3社
メーカー：1社

- CPコン構造物施工技術開発
- ステージゲート審査(27/3)
- CPコンクリートに適用可能な腐食抑制型鉄筋の開発
- 施工技術・製品改良
- ステージゲート審査(29/3)
- マイルストーン：CPコン構造物施工技術、腐食抑制型鉄筋のプロト版完了
- マイルストーン：CPコン構造物への適用技術確立
- 試行的実証：CPコンクリート構造物
- プレキャスト製品開発
- ステージゲート審査(29/3)
- 製品改良

2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

【研究開発項目１-①②】 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

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

研究開発項目１

【①CPコンクリートの開発】

- 安藤ハザマは、生コンスラッジ粉末、再生骨材へのCO_2固定及び上記材料を用いたCPコンクリート材料の開発を担当する。

【② CPコンクリートの製造方法・舗装適用・構造物適用の開発】

- 内山アドバンス、大阪兵庫生コン工組、灰孝小野田レミコンは、CPコンク リート量産型プラントの開発を担当する。
- 大成ロテックは、舗装・路盤材・Pca部材へのCPコンクリート適用を担当する。
- 日本道路は、コンクリート舗装へのCPコンクリートの適用を担当する。
- 佐藤渡辺は、透水性舗装コンクリートへのCPコンクリート適用を担当する。
- 安藤ハザマは、CPコンクリート適用鉄筋の開発を担当する。
- 青木あすなろ建設は、構造物へのCPコンクリート施工方開発を担当する。
- 淺沼組は、CPコンクリート表面へのCO_2固定化技術の開発を担当する。

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

- 研究テーマごとに1カ月に1回の定期打合せを実施する。
- N1～N3年度においては、繁忙期の各委託先については、1週間に1回実務者協議を実施する。
- 研究成果の取りまとめごとに成果物の権利関係の整理を行う。
- CPコンクリートの開発・適用によるCO_2などの評価を研究開発項目２で適宜実施する。

中小・ベンチャー企業の参画

【生コンプラント】

- 内山アドバンス
- 大阪兵庫生コン工組
- 灰孝小野田レミコン

☆ 幹事企業 ◆中小・ベンチャー企業

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

【研究開発項目１-①②】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
1．CPコンクリートの開発	1 ①：CPコンクリートの開発	• 生コンスラッジの砂状化技術 • 生コンクリートの粒状化技術 • 炭酸ナノバブル発生装置の保有 • 再生骨材へのCO_2固定量の試験を東京大学と共同研究中。その実績を展開可能。	→ • スラッジの砂状化、生コンからの粒状化技術のノウハウおよび実績が多い。 → • 東京大学での基礎実験結果を基本とした技術構成である。 → • 再生骨材への炭酸ナノバブルによるCO_2固定化装置の費用の増大。
	2 ②： CPコンクリートの設計・施工技術の開発	• 安定した品質の生コンクリートを製造できる技術 • 実証（有望性確認）を予定している地域（大阪、滋賀）においての研究。 • 透水性舗装コンクリートの施工実績・技術	→ • 透水性舗装コンクリートの施工実績 → • 生コン工場、生コン工業組合との協力関係 • 生コン工場とのCPコンクリート実施契約の締結の仕組みの構築がリスク。

2. 研究開発計画／（0）研究開発の全体イメージ

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」の視点と展望

LCCO2のみならず，コンクリート構造物の持続可能な整備に必要となる合理的な設計概念の確立を目指して

CO_2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

固定化技術の海外普及

国際展開

評価手法や設計・施工指針類の国際標準化

社会実装シナリオの提示

LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

フィールド実証

要素技術の開発

LCCO2 評価手法の開発	品質評価・品質管理手法の開発	LCA（資源循環）評価手法の開発	LCC 評価手法の開発

CO_2固定量評価手法のJIS化

品質評価・品質管理手法の設計・施工指針類への反映

本研究開発に関連する学会等の動きと効果的に連携

- 日本コンクリート工学会CO_2固定量評価試験JIS化検討委員会
- 品質試験等のJIS調査部会・原案作成委員会
- ISO/TC71/SC8コンクリート構造物の環境マネジメント委員会
- 土木学会コンクリート委員会カーボンニュートラル技術活用研究委員会など

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

【研究開発項目2】「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」において設定するKPI

研究開発項目	アウトプット目標
2. $LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築	「CO_2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」に必要となるCO_2固定量・品質評価技術の開発と$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
① $LCCO_2$評価手法の開発	CO_2固定量評価手法の学会規準策定（JIS原案へ反映）	CO_2固定量の汎用的な試験方法の国際標準化に向けては、わが国における試験方法の段階的標準化（関連学会規準→JIS化）が必要であるとともに、その実務運用を踏まえた少なくとも数年以上の検証が不可欠となるため。
② 品質評価・品質管理手法の開発	土木学会・日本建築学会が策定する設計・施工指針類への反映	構造物の設計で必要となる原材料およびコンクリートの品質を評価可能な試験手法が必要となる。また、構造物の性能確保においては品質のばらつきを考慮した設計手法と物性モデル、ならびに品質管理手法が必須となるため。
③ LCA（材料資源）評価手法の開発	CO_2固定型コンクリートのCO_2削減効果の適切な評価方法の確立	CO_2固定型コンクリートの製造や使用過程におけるCO_2収支を適切に評価できるシステム境界（評価範囲）を定めた上で、同コンクリートの世界での利用拡大に備えて手法の汎用性にも配慮してある程度簡便な評価方法が必要となるため。
④ LCC評価手法の開発	CO_2固定型コンクリートのコスト面、特にLCCでの優位性の明示	同規模かつ同環境の複数の構造物（道路舗装）において、CO_2固定型と、アスファルトを使用した場合のLCC（カーボンクレジットの評価も含む）を比較し、CO_2固定型コンクリートのコスト面での優位性を明示する必要があるため。
⑤ $LCCO_2$・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	・統合評価設計システムの構築 ・社会実装シナリオの提示 ・カーボンクレジットの公平性を担保するグローバルな評価基準の提案	建築・社会インフラ構造物の合理的な整備・運用には、コンクリートの品質およびCO_2固定量のみならず、材料資源循環の問題や費用対効果をも考慮することが望ましく、この概念が国際的にも周知・理解されることにより、共通の尺度において地域差なく持続可能な開発や発展に寄与するものと期待されるため。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

【研究開発項目2】「LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」において設定した各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
① LCCO$_2$評価手法の開発	CO$_2$固定量評価手法の学会規準策定（JIS原案へ反映）	標準化された評価手法存在せず（TRL2）	提案評価手法の実証（TRL8）	• 従来手法の課題を踏まえた信頼性の高い手法を開発 - 従来評価手法の適用限界を把握 - 規準化対象評価手法を抽出 - 規準化対象評価手法への開発技術の反映	他分野の試験技術を組み込むことで信頼性向上が見込まれる　（95%）
② 品質評価・品質管理手法の開発	土木学会・日本建築学会が策定する設計・施工指針類への反映	CO$_2$固定化材の評価手法存在せず（TRL3）	評価手法の指針類への反映（TRL7）	• 構造物の設計・施工に必要となる評価手法を開発 - CO$_2$固定骨材・混和材の品質評価手法の提案 - CO$_2$固定コンクリートの品質評価手法の提案 - 物性モデルと品質管理手法の提案	従来評価手法の適用性検証に基づいた改良検討により達成可能（95%）
③ LCA(材料資源)評価手法の開発	CO$_2$固定型コンクリートのCO$_2$削減効果の適切な評価方法の確立	CO$_2$削減効果の標準的な評価方法は未確立（TRL2）	ある程度簡易で必要十分な評価手法の確立（TRL7）	• 製造・使用・資源循環過程を対策前後で適切に比較できるシナリオを作成し、地域毎に異なる条件を明確化 - 現状調査によるBAUシナリオの適切な設定 - 試験結果を踏まえた対策シナリオの適切な設定	様々な資源循環をLCAで評価してきた知見を活用して達成可能（95%）
④ LCC評価手法の開発	CO$_2$固定型コンクリートのコスト面、特にLCCでの優位性の明示	カーボンクレジットを含むLCC評価方法は未確立（TRL1）	評価方法を確立しCO$_2$固定型の優位性を示す（TRL8）	• CO$_2$固定型のLCC評価（カーボンクレジット含む）方法を確立し、アスファルトを採用した場合のLCCと比較する - カーボンクレジットをLCCに組み込む手法の提案 - 複数地点でかつ5年間程度のLCC比較・追跡調査	アスファルトよりもCO$_2$固定型コンクリートの方がLCC低減が期待できる（95%）
⑤LCCO$_2$・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	統合評価設計システムの構築および社会実装シナリオの提示	統合評価設計システムは未確立（TRL1）	設計システムおよび実装シナリオの提示（TRL5）	• ①～④で開発する評価手法を並列的に取り扱い可能な設計システムの構築 - 種々のコンクリート構造物への統合評価設計システムの適用性を検証	①～④の評価手法の統合により実現化が見込まれる（80%）

本コンソーシアムテーマ
「CO_2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」

【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

2. LCCO2・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

研究開発内容

① LCCO2評価手法の開発

- CO_2固定量評価手法の開発 （公募要領技術開発項目iiに該当） 電中研 ➡ 評価手法の標準化（JIS、ISO）
- 原材料のCO_2固定量の評価 （公募要領技術開発項目iに該当、ばらつきの評価も含む） 東京大 電中研
- コンクリート構造物の竣工時および供用中におけるCO_2固定量の評価 （公募要領技術開発項目iおよびiiiに該当、ばらつきの評価も含む） 東京大 電中研

② 品質評価・品質管理手法の開発 （公募要領技術開発項目iおよびiiiに該当、ばらつきの評価も含む）

- 舗装コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発 都立大 ➡ 土木学会 舗装コンクリート設計・施工指針への反映
- 建築コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発 東京大 ➡ 日本建築学会 CO_2を大量固定したコンクリートの設計・施工指針（仮称）への反映
- 土木コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発 電中研 都立大 ➡ 土木学会のコンクリート標準示方書や関連設計・施工指針への反映

③ LCA（材料資源）評価手法の開発 国環研

④ LCC評価手法の開発 明星大

東京大 都立大 国環研 明星大 電中研

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 ➡ 統合評価設計システムの国際標準化（ISO）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容①「$LCCO_2$評価手法の開発」

※緑文字はCO_2固定量評価対象

$$LCCO_2 = \sum_i CO_2\text{排出量} - \sum_i CO_2\text{固定量}$$

排出・固定因子 ***i*** ：原材料、製造・施工、供用、維持・補修、解体

☑ コンクリート中に含まれるCO_2量には
材料として用いられる天然の石灰石由来のものも含まれる

石灰石
主要成分
$CaCO_3$

コンクリート用石灰石骨材　コンクリート用石灰石微粉末

【課題1】CO_2起源の分離測定による評価信頼性の向上

【検討1-1】従来評価手法（熱重量測定法）の適用限界の把握
【検討1-2】GC-MS分析*による脱炭酸温度の特定に基づいた評価手法の開発
【検討1-3】炭素の同位体分析技術を用いた評価手法の開発

*ガスクロマトグラフィー質量分析

大気中の炭素同位体比　$^{12}C:^{13}C:^{14}C$＝約$1:10^{-2}:10^{-12}$
石灰石には炭素同位体^{14}Cは、ほぼ含まれない

【課題2】実構造物スケールのCO_2固定量測定に適した大型サンプルを対象とした評価手法の開発

【検討2】大型サンプルを対象とした熱分析装置の開発と適用性の検証

従来測定法における
評価試料量：数十mg

コンクリート：
最大数十mmの骨材
等を含んだ複合材料

【課題3】供用中のCO_2固定量評価手法の開発

【検討3-1】フィールド調査における供用中CO_2固定量のモニタリングデータの取得
【検討3-2】CO_2固定量推定技術の開発と$LCCO_2$評価モデルの構築

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「LCCO$_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容②「品質評価・品質管理手法の開発」

舗装・建築・土木

コンクリート構造物の性能

物性モデル

← 設計

Carbon Pool Concrete

コンクリートの品質

品質評価・品質管理手法

← 配合設計

炭酸化スラッジ
炭酸化再生骨材

原材料の品質

生コン工場で発生する多量のスラッジ

コンクリートの解体で発生する多量の再生骨材

【課題1】原材料の品質評価・品質管理手法の開発

【検討1-1】CO$_2$固定骨材・混和材の品質評価手法の検討
【検討1-2】CO$_2$固定骨材・混和材の品質のばらつきの評価
【検討1-3】CO$_2$固定骨材・混和材の品質管理手法の検討

CO$_2$固定化による原材料の品質変化

【課題2】コンクリートの品質評価・品質管理手法の開発

【検討2-1】CO$_2$固定コンクリートの品質評価手法の検討
【検討2-2】CO$_2$固定コンクリートの品質のばらつきの評価
【検討2-3】CO$_2$固定コンクリートの品質管理手法の検討

CO$_2$固定化によるコンクリートの品質変化

【課題3】構造物の設計に必要となる物性モデルの開発

【検討3-1】既存物性モデルの適用性の評価
【検討3-2】物性モデルの改良検討と検証

品質変化を考慮した物性モデルの構築

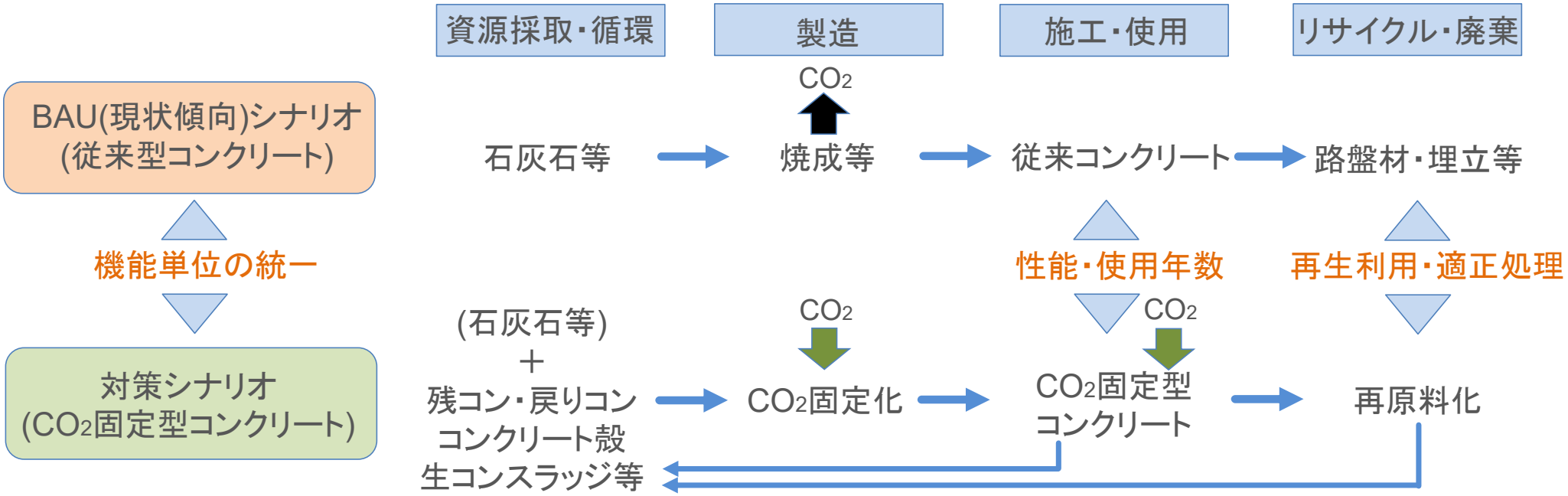
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「LCCO$_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容③「LCA（材料資源）評価手法の開発」

【課題】CO_2固定型コンクリートのCO_2排出削減効果の標準的な評価方法が存在しない

【検討】製造・使用・資源循環過程を対策前後で適切に比較できるシナリオを作成し、地域毎に異なる条件を明確化して様々な地域に普及した際のCO_2削減効果を適切に評価することのできるある程度簡易な評価手法を確立する。



実験的に明らかにするパラメータ：CO_2固定型コンクリートのCO_2固定量、性能(機能等価となる材料量)等

地域により異なるパラメータ：従来工法、電力排出係数、輸送距離、リサイクル・廃棄方法等

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「LCCO$_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容④「LCC評価手法の開発」

第1期（2022～2023）
現状分析

【目的】
CO_2固定型コンクリートを採用した道路舗装のLCC評価モデルを確立するための基礎研究

【研究構想】
・アスファルト、コンクリート（CO_2固定型ではない）による道路舗装のLCCに関する先行研究調査
・カーボンクレジットの最新動向に関する調査

第2期（2024～2025）
LCC評価モデルの確立

【目的】
LCCの構成要素に関する検討

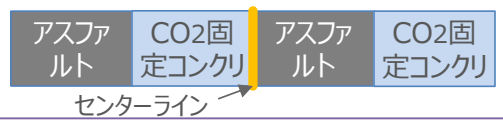
【研究構想】
・次の項目からなるLCCを想定
①初期投資コスト
②維持管理コスト
③修繕コスト
④更新（廃棄）コスト
⑤カーボンクレジット評価額
LCC＝①＋②＋③＋④－⑤

第3期（2026～2030）
比較調査及び追跡調査

【目的】
モデルを評価・検証し、CO_2固定型コンクリートの優位性を明らかにする

【研究構想】
・道路の片側をアスファルト、片側をCO_2固定型コンクリートで舗装し、両者のLCCを5年間追跡調査
・交通量や気候が異なる複数地点

イメージ



2. 研究開発計画／（2）研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

研究開発内容⑤「$LCCO_2$・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」

【課題】合理的かつ円滑な社会実装と普及に必要となる$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムが存在しない

【検討】研究開発内容①～④で開発されたそれぞれの評価手法を用いて、統合評価設計システムを構築する

多視点評価に基づくグリーンイノベーション ➡ 持続可能な発展

再生材へのCO_2固定化と
コンクリート製造

多量のストックを有する
舗装コンクリートへの実装

CO_2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

社会実装シナリオの提示

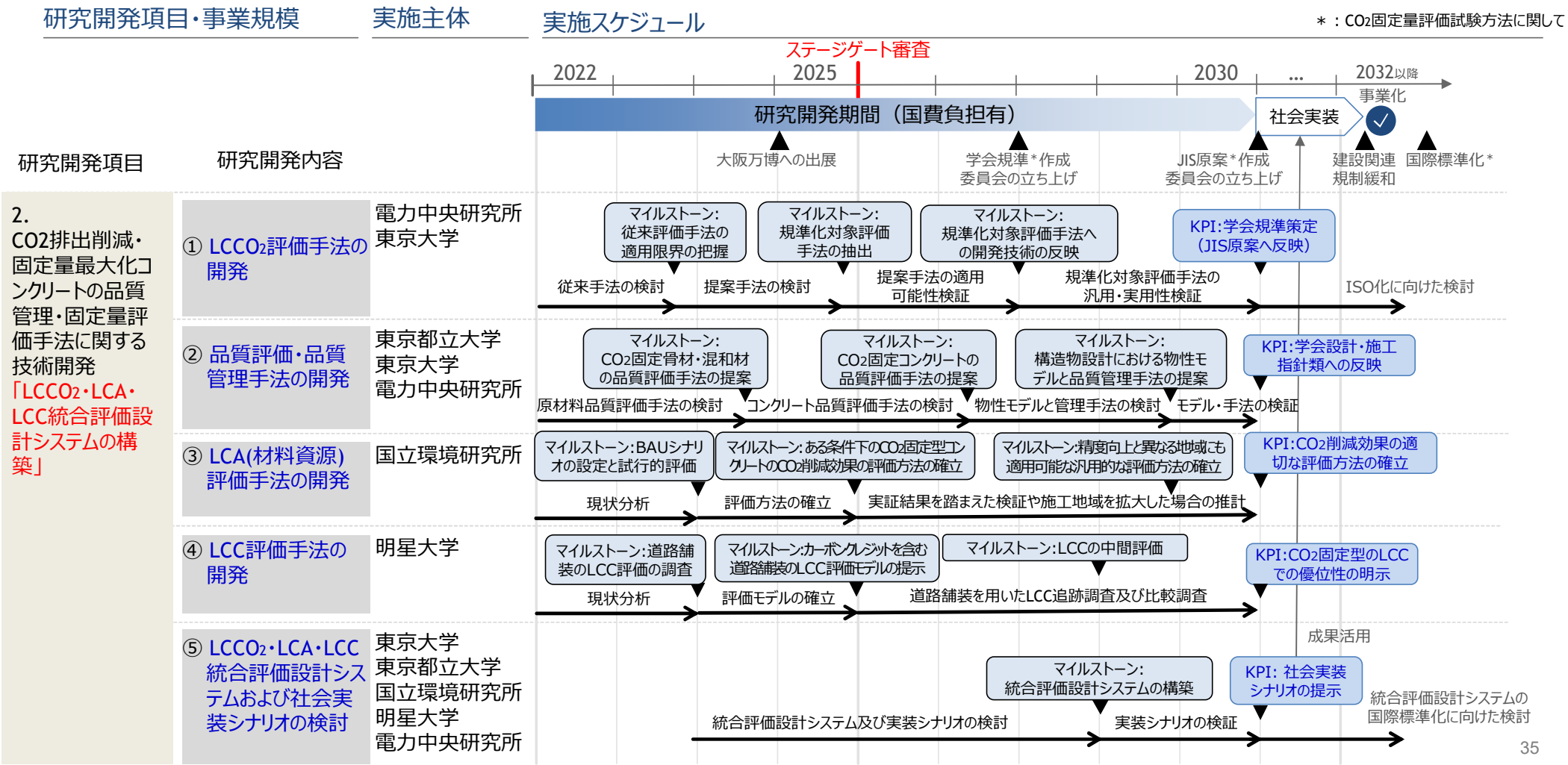
$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

- **$LCCO_2$** 評価手法の開発
- **品質**評価・**品質**管理手法の開発
- **LCA**（資源循環）評価手法の開発
- **LCC** 評価手法の開発

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

【研究開発項目2】「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」実施主体および実施スケジュール

＊：CO_2固定量評価試験方法に関して



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

【研究開発項目2】「LCCO$_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」 の実施体制と役割分担

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額

研究開発項目2.
LCCO$_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築

赤字下線部は主担当

幹事機関
電力中央研究所
①②⑤を担当

再委託先
東京大学
①②⑤を担当

再委託先
東京都立大学
②⑤を担当

再委託先
国立環境研究所
③⑤を担当

再委託先
明星大学
④⑤を担当

① LCCO$_2$評価手法の開発
② 品質評価・品質管理手法の開発
③ LCA(材料資源)評価手法の開発
④ LCC評価手法の開発
⑤ LCCO$_2$・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

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目2 全体の取りまとめは、電力中央研究所が行う。
  また、①のうちCO$_2$固定量評価技術の開発を担当し、①のうち原材料およびコンクリートのCO$_2$固定量の評価、②のうち土木コンクリートの品質管理手法の開発、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 東京大学は、②のうち建築コンクリートの品質管理手法の開発を担当し、①のうち原材料およびコンクリートのCO$_2$固定量の評価、および⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 東京都立大学は、②のうち舗装コンクリートの品質管理手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 国立環境研究所は、③のLCA（材料資源）評価手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。
- 明星大学は、④のLCC評価手法の開発を担当し、⑤の統合評価設計システム・社会実装シナリオの検討を共同担当する。

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

- 研究開発項目2の検討においては、再委託先との定期的な(月1回程度)連絡体制を構築し、相互の進捗把握や課題の共有を図れるよう連携関係を確保する。
- 研究開発項目1との連携については、研究開発項目2の検討と連動して行う項目も多数存在するため、研究開発項目1のコンソーシアム参加企業との定期的な(月1回程度)連絡体制を構築する。
- 適切な知財の管理と円滑な協力体制を構築するために秘密保持契約を締結する。

本GIプロジェクトにおける他実施者等との連携

- 研究開発項目2に関して、他のコンソーシアムと連携可能な検討項目があれば、共同実施も可能である。

中小・ベンチャー企業の参画

参画なし

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

【研究開発項目2】「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」の実施における技術等の優位性について

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. 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 「$LCCO_2$・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」	① $LCCO_2$評価手法の開発	• 熱分析試験による$CaCO_3$の定量評価技術(電中研・東京大) • 質量分析による脱炭酸温度の評価技術(電中研) • 炭素^{13}C等の同位体分析技術(電中研) • コンクリートの炭酸化進展解析技術(東京大) • JCI「JIS開発調査委員会」に参画（委員長:東京大および委員:都立大）	• 多種多様な試料の測定実績豊富 • 同位体分析ノウハウを保有 • より汎用性の高い物理モデル解析を保有 • JIS化に向けた円滑な検討が可能 • 評価技術の複雑化の恐れがある
	② 品質評価・品質管理手法の開発	• 従来の品質評価・管理手法の適用実績(都立大・東京大・電中研) • 従来の品質評価・管理手法に必要な試験設備(都立大・東京大・電中研) • RRCS研究会*(代表：東京大 野口)を通じた関連情報・実証フィールド確保 • 品質試験等のJIS調査部会・原案作成委員会に参画(東京大・都立大) • 土木学会試験規準・非破壊検査協会規格関連委員会に参画(都立大・電中研)	• 各種試験の内製化による効率的実施が可能 • 品質管理手法の円滑な実証が可能 • JIS化に向けた円滑な検討が可能 • 学会規準化に向けた円滑な検討が可能 • 研究開発項目1の検討進捗に左右される
	③ LCA（材料資源）評価手法の開発	• CO_2を利用した廃セメントリサイクルに関する研究実績(国環研) • 素材のLCA評価に関する多数の国内・国際共同研究実績(国環研) • サーキュラーエコノミーのISO規格の国内委員会に参画(国環研) • 廃棄物分野の2050年実質排出ゼロに関わる検討会に参画(国環研)	• 実験に基づく拡張推計に実績を有する • 学術的に認められた方法での評価が可能 • 最新の国際動向を踏まえた評価が可能 • 他の対策を俯瞰しながら適切に評価が可能
	④ LCC評価手法の開発	• 経営学や会計学の立場からのLCCに関する様々な研究成果の蓄積（明星大） • RRCS研究会*(代表：東京大 野口)を通じた関連情報・実証フィールド確保	• カーボンクレジットの評価を考慮に入れた先駆的なLCCの評価モデルが活用可能 • 継続的なLCCのデータ収集及び分析が可能 • 研究開発項目1の検討進捗に左右される
	⑤$LCCO_2$・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	• ISO/TC 71/SC 8「コンクリート構造物の環境マネジメント」(議長:東京大 野口) • 日本建築学会/土木学会の設計・施工指針作成関与(東京大・都立大・電中研) • 早期交通開放型コンクリート舗装の社会実装に関与(都立大) • 次世代建設材料の社会実装を目指した学振委員会に参画(委員長:東京大 野口) • 土木学会「カーボンニュートラル研究委員会」に参画(幹事:電中研)	• 国際標準化に向けた円滑な検討が可能 • 設計・施工指針化に向けた円滑な検討が可能 • 社会実装実績に基づく効率的な検討が可能 • 関連業界の動向・ニーズの獲得と反映が可能 • 要素評価技術の完成度により統合評価設計システムの汎用性が損なわれる恐れがある

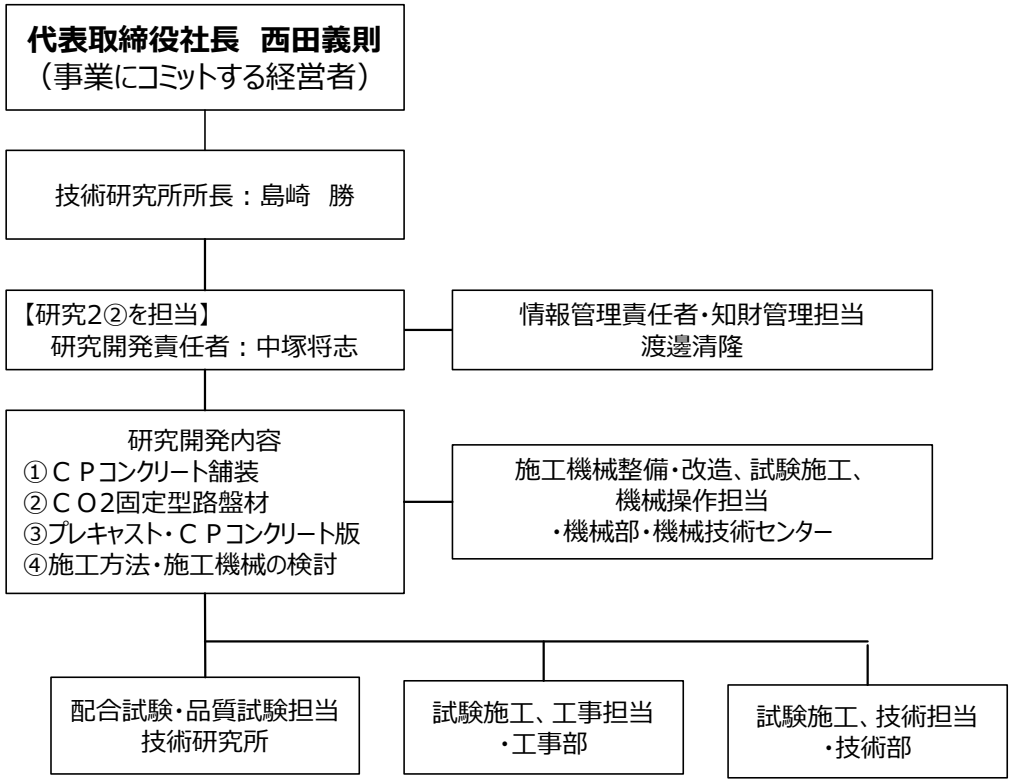
＊:一般社団法人 生コン・残コンソリューション技術研究会

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）

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

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
  - 技術研究所課長代理　中塚将志：研究１②を担当
  - 技術研究所課長　渡邊清隆：情報管理責任者、知財担当

- 担当【大成ロテック】
  - 配合試験、品質試験：技術研究所、技術部
  - 施工機械整備、改造、施工機械操作：機械部・機械技術センター
  - 試験施工、工事担当：工事部

部門（会社）間の連携方法

- 研究開発責任者は、再委託先と1カ月に１回の進捗報告会を行い、連携を図る。必要に応じて半年毎に進捗報告会および検討会を行い、研究開発の方向性の連携を図る。
- 研究開発責任者または情報管理責任者は、経営者に定期的な進捗報告を行なう。
- 研究開発責任者または情報管理責任者は、各部門と必要に応じて進捗報告・検討会を行い、連携を図る。

経営者等によるCPコンクリート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
  - 中期経営経計画において、当該目標達成に向けてグリーン技術への投資、高循環化の推進、廃棄物の削減を掲げており、本開発事業（CPコンクリートの開発・事業展開）も取り組みの一つとして位置付ける。
  - TAISEI Green Target 2050 計画において、「施工段階　施工高あたりのCO_2排出量（原単位）削減率 41%」「施工段階　総CO_2　排出量削減率　50%」「運用段階　設計施工案件のCO_2予測排出量削減率 43%」（いずれも1990年度比）をＫＰＩ目標として定める。当社も本目標の達成に対し、本開発事業も取り組みの一つとして位置付ける。
  - 中期経営計画に脱炭素の技術開発を重要テーマとして位置付け、CSR報告書のなかで進捗状況を報告する。
  - CPコンクリート事業を推進する独立した部署を新設する。この部署に所属する人員は経営陣への直接的な進言は勿論、関連会社含めた全グループ関係者に対して必要に応じて容易にアクセス出来るようにする。

事業の継続性確保の取組

- 経営会議などで本開発事業の進捗状況の周知を図り、様々な理由により当該事業の担当が交代される場合の対策を図る。
- 本事開発事業期間内に様々な理由により経営層が交代される場合には、当該事業が継続的に行えるように申し送り事項を準備してこう対応する。

- 事業のモニタリング・管理

当該事業は複数業種から参画したコンソーシアムを形成して推進され、月１回の定例会を設けて進捗報告ならびに意見交換をする。その際、必要に応じて外部からのオブザーバーも招き入れ、自由闊達な意見交換が出来るような環境を構築する。

＝モニタリング項目＝

【CPコンクリート開発】

(1)生コンスラッジからの混和材生産　(2)再生・回収・粒状化骨材へのCO_2固定化　(3)ＣPコンクリート製造工程

【CPコンクリートの製造品質・施工性　技術開発】

(1)舗装用CPコンクリート　(2)CP路盤材　(3)透水性ＣＰコンクリート　(4)プレキャスト・ＣＰコンクリート版

【総合評価設計システム】

(1)CO_2固定量　(2)品質　(3)製造・施工性　(4)LCA　(5)LCC

コンソーシアムの定例会（月１回）開催後、速やかにその報告を受け事業進捗を確認する。

- 当該事業戦略ビジョンに定められているKPIをベースに判断していく。スケジュールに設定されているステージゲート毎に事業化の判断をしていくが、必ずしもに定められているKPIに縛られることなく、判断時の社会情勢を考慮しながら臨機応変に対応していく。

経営戦略の中核においてCPコンクリート事業を位置づけ、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
  - 自社の環境負荷低減（低炭素、高循環、生物多様性保全）を継続徹底する。
  - 社会の環境負荷低減に貢献するサービスを積極開発する。（※中期経営計画より）
  - 自社のみならず、グループ一丸となって展開する。

- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 本開発案件について当社の中期経営計画におけるCO_2削減目標に組み込むこととし、経営会議などにおいて決議をとり、当該案件に取り組む。
  - 本開発案件の担当経営者は、研究開発責任者からの進捗状況などを受けて、経営会議などの方針決定の場において、周知・検討を行い、適宜事業環境の変化等に応じて見直しを行う。
  - 当該案件の担当経営者は、本開発案件につて決議された内容を社内の関連部署に広く周知する。

- 決議事項と研究開発計画の関係
  - 中期経営計画のCO_2削減目標達成の手法の一つとして、本開発案件を位置付ける。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - コーポレートレポートにおいて、本開発案件について実施体制、戦略、リスク管理、目標などを明確にして取り組みを公開する。
  - 本開発案件について研究開発計画の概要をプレスリリースにより対外公表する。

- ステークホルダーへの説明
  - 中期経営計画の中に本開発案件を組み込み、顧客や株主にたいして当社の取り組みとして説明をおこなう。
  - 中期経営計画において当該開発案件の見通し・リスクを説明する。
  - 当社が目標として掲げたCO_2削減などを通して建設事業における環境負荷低減に本開発案件が貢献していることを公開する。

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

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
  - 研究開発責任者からの報告を基に、本開発案件についての体制や手法について検討し、適宜見直しを行い改善を図る。
  - 本開発に必要な技術・資源については、社内での確保が困難な場合に秘密保持契約などを締結して外部リソースを活用する。
  - 論文、研究発表などを媒介として、CPコンクリートの性能および研究開発成果を幅広く公開して、CPコンクリート技術に対するフィードバックを得て、実装に向けて改善を図る。

- 人材・設備・資金の投入方針
  - 本研究開発に適切な人材を必要に応じて、工事部、技術研究所、技術部、機械部・機械技術センターなどの各部門から選定し、人員を確保する。
  - CPコンクリート舗装の研究では、本事業内の生コン工場の設備を活用するか、もしくは自社コンクリートプラント（建設予定）に、当該技術に必要な設備の追加設置などを行い、既存の設備を最大限に有効活用するための既存プラント改良知見等を蓄積展開する。
  - 本研究で開発した技術・工事の促進を図るために、技術営業への周知および現場先への展開を行う。
  - 2030年達成を目標とした「施工段階　CO_2排出量　62%削減」「運用段階予測CO_2排出量55%削減」（1990年対比）に向けて本開発技術の推進と展開を行う。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 本研究開発において、経営者の下に技術研究所所長を設け当該責任者の権限において、本研究開発の方針などの改善を図る。
  - 本研究開発は、経営会議などで検証され、事業環境の変化などに合わせて改善を図る。

- 若手人材の育成
  - 本研究開発では、研究項目別に適当な人材を配置するが、研究開発責任者以下に各研究開発内容の補佐が行える若手を選任ないし、または兼務で短期・長期的に配置する。
  - 本研究開発についての評価検証を大学機関などで行う。その際、共同研究を行い、成果の学会発表などを目指す。
  - 大学機関のリクルートの際に、学生等へＣＰコンクリートの取組みを通じたＳＤＧｓや持続可能な環境配慮型社会の実現について広報する。

4. その他

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、社会情勢の劇的な変貌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

- 想定した開発手法において成果が認められない
- CPコンクリートの検証・評価が十分に行えない
（材料に想定のCO_2が固定できないなど）
対応⇒原因の究明と手法の見直し
- 競合他社が同種材料を用いた改良技術を開発
対応⇒改良技術保有会社との共同研究の検討（NEDOコンソーシアムへの追加加入）
- 想定した経費内で本研究開発の遂行ができない
対応⇒原因の究明と開発費の見直し
- 想定した期間内で本研究開発が完了しない
対応⇒原因の究明と工程の見直し
- 本研究開発を安全に行えない
対応⇒原因の究明と安全管理の徹底
- 担当経営者、研究開発責任者やチームリーダーなどの脱退
対応⇒適当な人材の選定および配置

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 社会情勢変化により目標とするCO_2の固定化量が変化して当該技術では満足できない。
対応⇒当該技術と別の技術を併用して目標を達成する
- 当該技術の実装費用が高い
対応⇒環境対応技術の広域展開を行い、実施費用の低下を図る
- 当該技術を実装するにあたり、適用現場の工期を圧縮する
対応⇒環境負荷を低減する要素を説明して期の見直しを依頼する
- 当該技術の実装を安全に行えない
対応⇒施工方法の見直しを行う

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害などで研究開発および社会実装の中止
対応⇒災害の状況により本事業の一時凍結または、中止を検討する
- 委託先、再委託先企業、外注先などの倒産
対応⇒委託先、再委託先、外注先の状況を確認上記、委託先などの変更が可能であれば計画の変更をおこなう

● 事業中止の判断基準

・社会情勢の変化等により、開発費用の想定をはるかに超える高騰等が解決されなければ中止
・大規模な自然災害で、本研究開発や社会実装が不可能と判断された場合は中止
・委託先が倒産し、本研究開発および社会実装の進行が不可能な場合は中止
・社会情勢の変化等により、当初の目標価値が陳腐化した場合は中止