

# 事業戦略ビジョン

プロジェクト名：

CO<sub>2</sub>排出削減・固定量最大化コンクリートの開発／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                   ： 株式会社内山アドバンス

代表名：代表取締役社長 柳内 光子

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）

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式会社

大成ロテック株式会社

【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
- (8) 将来の社会実装を見据えて実施する取り組み

### 2. 研究開発計画

#### 2－1．研究開発計画

##### 【研究開発項目1】CO<sub>2</sub>排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

- (1) 研究開発の全体イメージ
- (2) 研究開発目標
- (3) 研究開発内容
- (4) 実施スケジュール
- (5) 研究開発体制
- (6) 技術的優位性

#### 2－2．研究開発計画

##### 【研究開発項目2】CO<sub>2</sub>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) 研究開発の全体イメージ
- (2) 研究開発目標
- (3) 研究開発内容
- (4) 実施スケジュール
- (5) 研究開発体制
- (6) 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<sub>2</sub>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）

- ・生コンスラッジにCO<sub>2</sub>を固定化させて混和材の生産技術の確立
- ・残コン・戻りコンにCO<sub>2</sub>を固定化させて粒状再生骨材の生産技術の確立
- ・コンクリート殻にCO<sub>2</sub>を固定化させた再生骨材の生産技術の確立
- ・CO<sub>2</sub>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
- ・製造プラント設計

●新潟大学(2023年度)

●東京大学(2024～2026年度)

・粒状化再生骨材、再生骨材、コンクリートへのCO<sub>2</sub>固定化メカニズムの  
解明および固定方法の高度化

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



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2 <テーマ4 総合評価>

LCCO<sub>2</sub>・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 LCCO<sub>2</sub>評価手法の開発

●東京大学

LCCO<sub>2</sub>・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。

## 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<sub>2</sub>ナノバブルによる硬化  
コンクリートへのCO<sub>2</sub>固定化
- ・舗装用CPコンプラント開発
- ・CO<sub>2</sub>固定型路盤材の開発
- ・プレキャスト床版

●日本道路（株）

車道・駐車場用CPコンクリート舗装

●（株）佐藤渡辺

歩道・公園用CPコンクリート舗装

### <サブテーマ> 構造物

### ★（株）安藤・間

CPコン試験施工

●青木あすなろ建設（株）

CPコン施工方法の検討

●（株）浅沼組

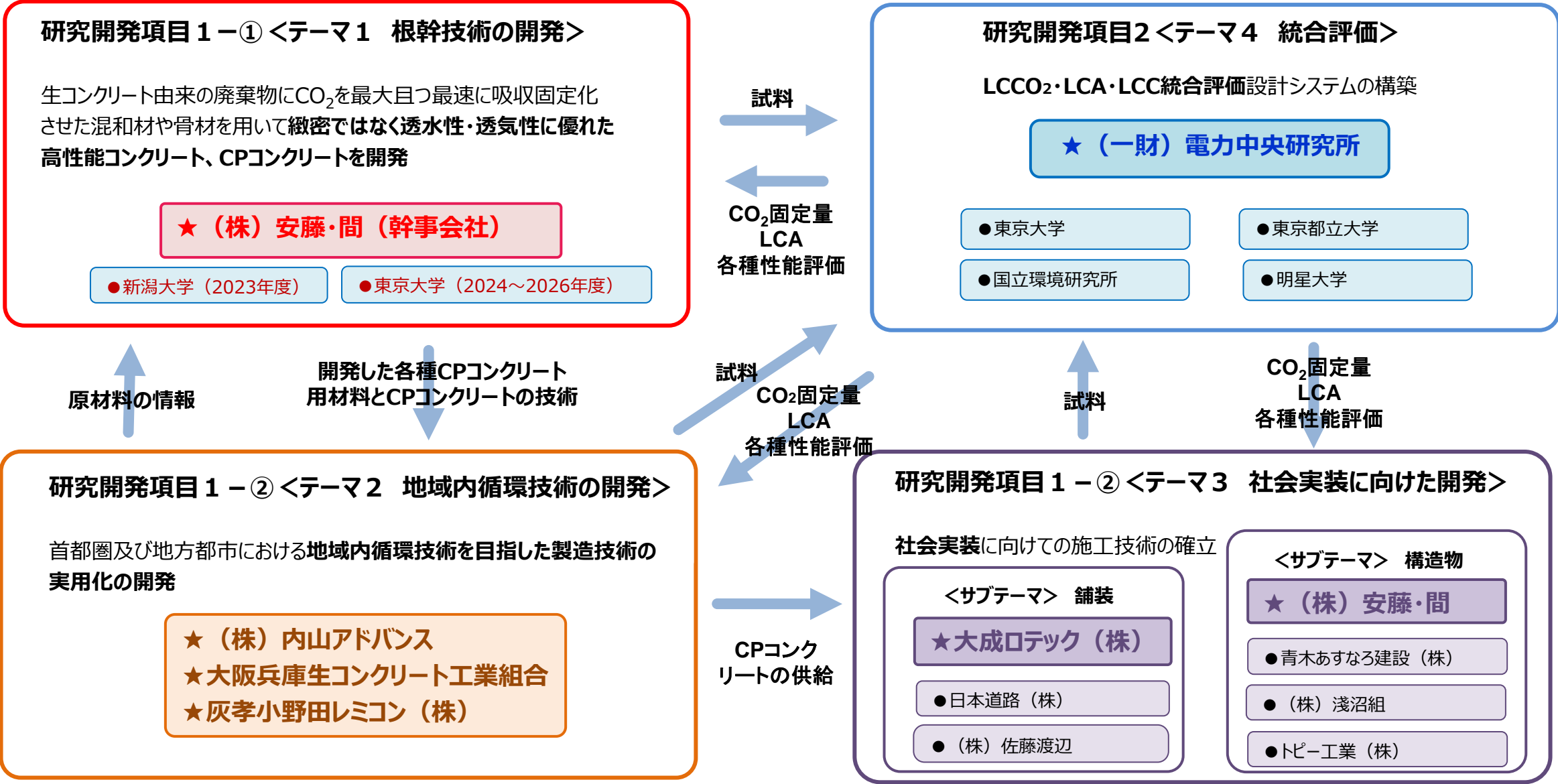
CPコン脱型後の炭酸化方  
法の開発

●トピー工業（株）

腐食しない鉄筋の開発

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



# 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

## 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<sub>2</sub>削減策は、ヨーロッパを中心に炭素税とカーボンプ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<sub>2</sub>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。

- 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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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。

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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>を有効活用する。**

### （経済面）

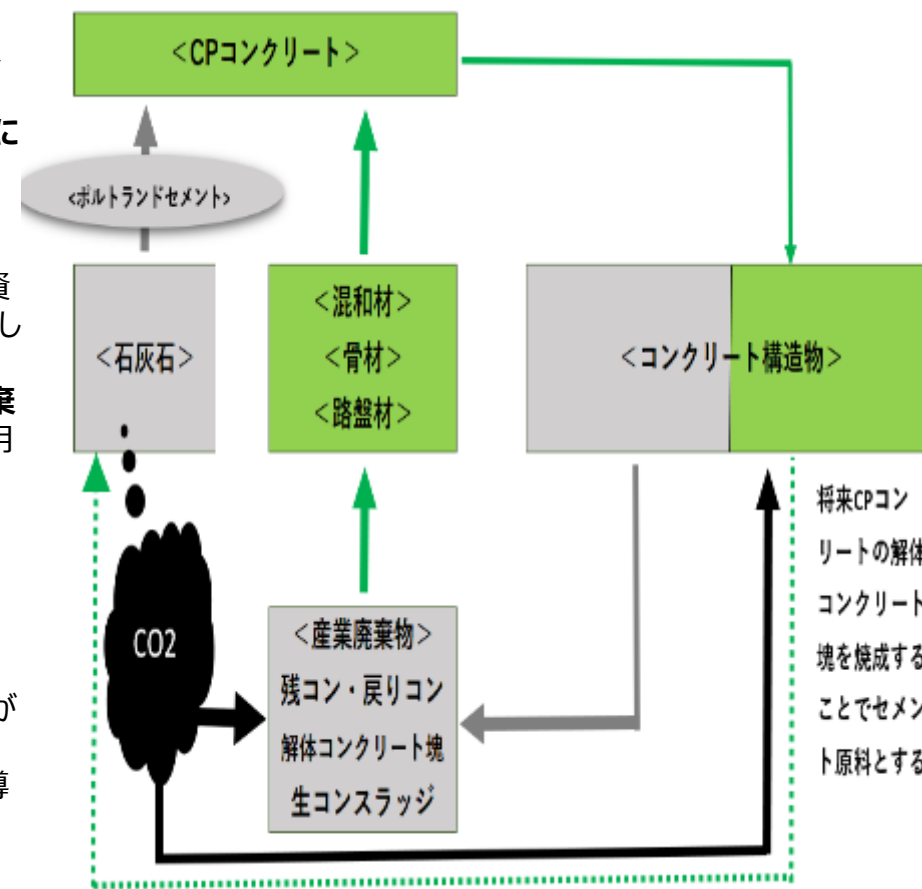
石灰石、骨材は無限の資源ではない。産業廃棄物としてコストを掛けて処理されている**コンクリート由来の廃棄物にCO<sub>2</sub>を固定させ再利用する。**

### （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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>を最大163kg/m<sup>3</sup>以上固定する。



- 当該変化に対する経営ビジョン：本開発案件は、当社の中長期の経営計画として位置付けることとし、担当役員の承認を得て役員協議会等経営会議において決議をとり、当該案件に取り組む。



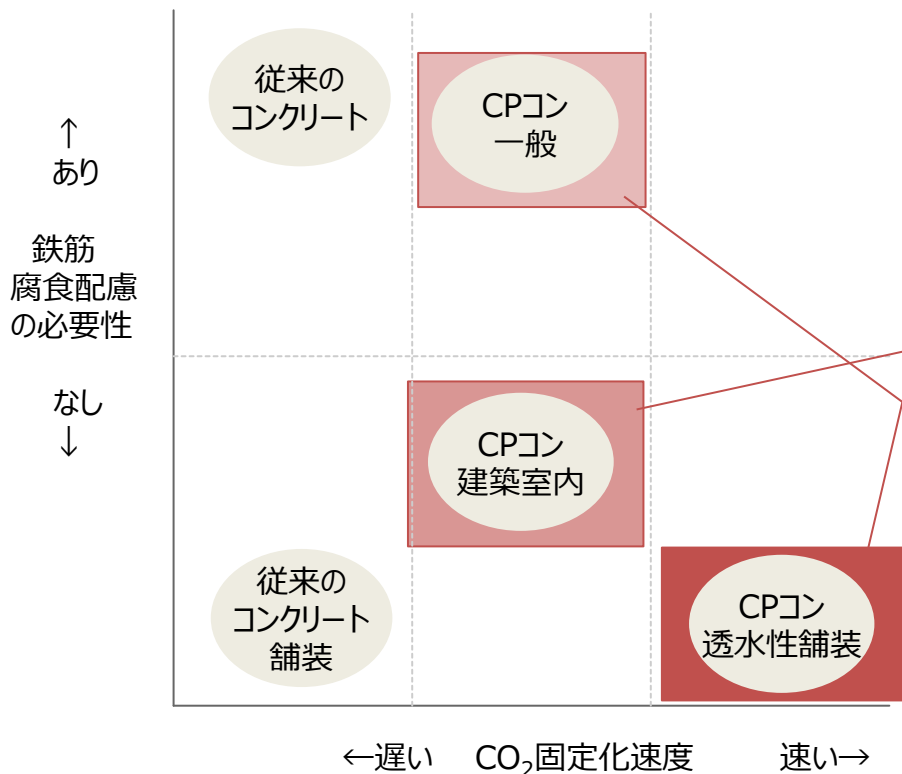
# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 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<sub>2</sub>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 (2040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	9.7百万m <sup>3</sup> シェア22.5%	【技術】 ・養生期間の短縮 ・車両走行性の改善 ・排水確保 ・低価で環境価値あるCO <sub>2</sub> 【環境】 ・公共工事への展開 ・仕様書、規格化 ・カーボンドレジット認定	(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 ・浅沼組 ・トピー工業 ・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	4.9百万m <sup>3</sup> シェア16.4%	【技術】 ・水分侵入防止 ・鉄筋部との遮断 ・低価で環境価値あるCO <sub>2</sub> 【環境】 ・仕様書、規格化 ・建築基準法への展開 ・カーボンドレジット認定	(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 ・浅沼組 ・トピー工業 ・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		【技術】 ・耐腐食性鉄筋の開発 ・強度・耐久性の検証 ・低価で環境価値あるCO <sub>2</sub> 【環境】 ・公共工事への展開 ・仕様書、規格化 ・カーボンドレジット認定	(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<sub>2</sub>**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<sub>2</sub>のリサイクルループ**を構築する。

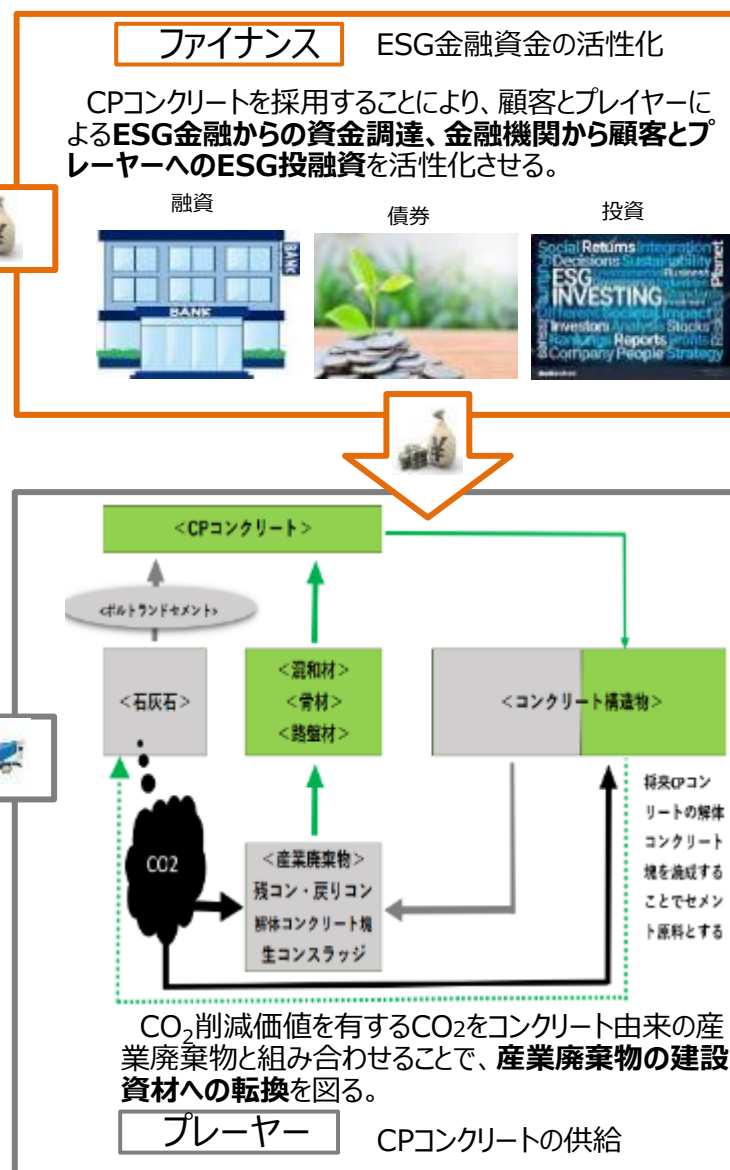
また、脱化石燃料社会を見据え、**アスファルトの代替品**としてCPコンクリートを使用することで、現状では日本国内で5%、先進諸国でも30%と言われているコンクリート舗装のシェアを引き上げ、尚且つ脱炭素社会にも貢献する。

#### （顧客への提供価値）



“**CARBON POOL コンクリート**”は、CO<sub>2</sub>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。



### 各社のビジネスビジョン

#### 安藤ハザマ

- ・CPコンクリート構造用展開
- ・CPコンクリート材料の提供

#### 内山アドバンス

- ・CPコンクリートの製造、展開
- ・粒状化骨材の有効利用
- ・高炉微粉末の有効利用

#### 大阪兵庫生コン工組

- ・CPコンクリートの組合としての出荷体制整備、標準化
- ・コンクリート舗装の普及
- ・生コンのCO<sub>2</sub>固定量表示

#### 灰孝小野田レミコン

- ・CPコンクリート等のCO<sub>2</sub>削減量評価システムの構築
- ・セメント会社、組合と協力したCPセンターの構築

#### 大成ロテック

- ・CPコンクリート舗装の展開
- ・コンガラ、戻りコンの舗装用骨材としての有効利用
- ・CPコンクリート舗装コンサル事業

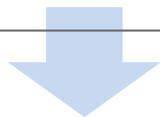


# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

## 標準化を推進し、規格整備とともに活用方策を推進・展開

### ＜標準化現状＞

- 一般的にコンクリートの規格はBS規格（英国式）、ASTM規格（米国的）及びISOを各国が選択している。
- リサイクル先進国の日本においては、現行の再生骨材のJIS A 5022と5023に加え、CPコンクリートの原料となる残コン、戻りコン由来の粒状化再生骨材のJIS調査委員会が2023年度から発足。3年後のJIS制定を予定。スラッジの規格化も検討が必要であり、規格化後に生コンのJIS A 5308等への材料として追加が必要。
- 再生骨材はJIS化しても十分活用されている状況にはなっておらず、JIS A 5022と5023の統合等、統合した再生骨材コンクリートJISとJIS A 5023の併用認証の推進、JISやISO等の規格化以外の対策が必要。



### ＜標準化の取組方針＞

- CPコンクリートを含めカーボンニュートラルコンクリートの定義や共通特性など一つの分類として、コンクリート標準示方書や技術指針としてまとめ技術を確立させ広く認知させる。
- CPコンクリートとしての用途別の規格を定め、実装後は構造物引渡時に認定書発行。
- 諸外国においてはその国にとって絶対必要な固有の規格・基準を反映させたオリジナルのCPコンクリート規格を設ける。
- 脱炭素型コンクリートの世界的な普及促進は、コンクリートによるCO<sub>2</sub>吸収固定がIPCCインベントリーに登録されることが何よりの効果をもたらすと思われる。従い、研究開発項目2の早期実現はもとより、CPコンクリートに関する論文や記事を、国内外問わず、頻繁に露出させることが肝要と考えている。
- また、関連業界が連携して、CO<sub>2</sub>削減量としての環境価値を炭素税を意識しながら明確にし、正当な対価を得られるような活動を官民の発注者に展開する。



### ＜標準化の取組内容＞

#### = 国際標準化 =

- CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートに関するISOの制定において、CPコンクリートをCO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの一つとして示すことができるよう、CO<sub>2</sub>固定量測定方法のJIS化及びISO化をコンソーシアムが一体となって推進する。
- まずは日本国内でCPコンクリートの用途別製品仕様を設定し、コンソーシアムが一体となって、CO<sub>2</sub>吸収型コンクリートの規格化（JIS化、コンクリート標準示方書等への記載）を推進する。
- また、標準化した技術を実現するための材料、設備、品質確認技術の国際展開を推進する。
- 一方、海外市場、主に東南アジア諸国への展開は積極的に推進していきたいと考えている。セメント事業は諸国の大手財閥系が運営しているケースが多く、それらの企業と提携しながらCPコンクリート製造及び施工事業と、並行して認証事業も展開していく。2024年度からタイや東南アジア諸国の大学、セメント工場、生コン工場、舗装会社等を訪問し、各国における脱炭素への取組及びCPコンクリートの輸出形態を探る。国際化においては、アジア・エネルギー・トランジション・イニシアティブ（AETI）やアジアグリーン成長パートナーシップ閣僚会合（AGGPM）等の枠組みを活用しながら、知財や認証制度構築し、品質とブランド確立・維持に努めることを優先する。

### ＜知財、その他規制等に関する取組方針・内容＞

- CPコンクリートを形成する知財群を1つのパッケージとし、社会実装後にCPコンクリート組合（仮称）にてライセンス管理、認証事業の運営と知財を管理する。
- 事業性があると判断される諸外国に対しては、知財を順次移行し且つ該当国内でライセンス取得および認証システムを確立させる。特許の移行期限後に事業を開始する場合も、同じく商標登録といった知財を活用しながら認証システムを確立させる。
- 開発成果である知財は、基本的なものは出願権利化を図るが、ノウハウ化してクローズすることも知財運営委員会にて戦略的に選択実施する。

# 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）		他社に対する比較優位性			
ターゲットに対する提供価値		技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
セメント産業で排出されるCO <sub>2</sub> 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建築資材という新たな価値を提供する。		(現在) <ul style="list-style-type: none"><li>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、コンクリート殻）はコストを掛けて破棄。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>政府、地方自治体の土木・建築構造物</li><li>民間の土木・建築構造物（橋梁・トンネル・護岸等）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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。</li><li>主に茨城県等で処分のため、輸送でもCO<sub>2</sub>が発生。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>当面1工場でCPコンクリートを製造予定。</li></ul>
自社の強み <ul style="list-style-type: none"><li>全社一体となった環境価値の創造<ul style="list-style-type: none"><li>内山アドバンスグループ16工場による、首都圏1都3県（東京、神奈川、千葉、埼玉）への供給ネットワークの構築。</li><li>低炭素コンクリート等の特殊コンクリートの豊富な出荷実績。</li><li>技術センターを所有し、技術的サポートの充実。</li></ul></li></ul>		↓	↓	↓	↓
		(将来) <ul style="list-style-type: none"><li>セメント工場から排出されるCO<sub>2</sub>を、生コンクリート由来の産業廃棄物に最大163kg / m<sup>3</sup>以上吸収固定化させたCPコンクリートを供給。</li><li>CPコンクリートは竣工後もより早く継続してCO<sub>2</sub>を吸収固定化。</li><li>生コンスラッジにCO<sub>2</sub>を吸収固定させて混和材を製造し、セメント使用量を5~10%削減。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>政府、地方自治体の土木・建築構造物</li><li>民間の土木・建築構造物</li><li>コンクリート舗装分野</li><li>海外へのCO<sub>2</sub>固定技術の輸出</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>生コン工場内で完全リサイクルする。</li><li>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</li><li>CPコンクリートの殻は将来的にはセメント原料となる</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>将来的に内山グループ16工場に展開。</li><li>CPコンクリート専用工場、CPセンターの設置も検討。</li></ul>
自社の弱み及び対応 <ul style="list-style-type: none"><li>生コンクリートは販売エリアに制限がある。<ul style="list-style-type: none"><li>生コンクリートは製造後90分以内に納入しないとイケないため、販売エリアが制限される。そのため、将来的にはグループ16工場に展開し、供給網の整備に努めていく。</li></ul></li></ul>					

# 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、2040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2 地域内循環技術の開発> 委託先：（株）内山アドバンス

	2021年度	…	2030年度	2031年度	…	2040年度
売上高	-	…	-	コンクリート構造物および舗装市場への導入を図り、2040年構造物コンクリート（82千m <sup>3</sup> ）、舗装コンクリート（66千m <sup>3</sup> ）程度を目指す。 ※（）内は、想定されるCPコンの出荷数量		
研究開発費	約4.6億円（本事業の支援期間）			NEDO事業完了後は4年目まで10百万円/年を計上。5年目からは40百万円/年を計上。プラントを4工場建設予定。		
取組の段階	研究開発			事業化		投資回収
CO <sub>2</sub> 削減効果	-	…	-	-	…	計73千トン

CPコンクリートにより124～163kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>以上を固定。2041年頃年間19千トンになる見込み。

# 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

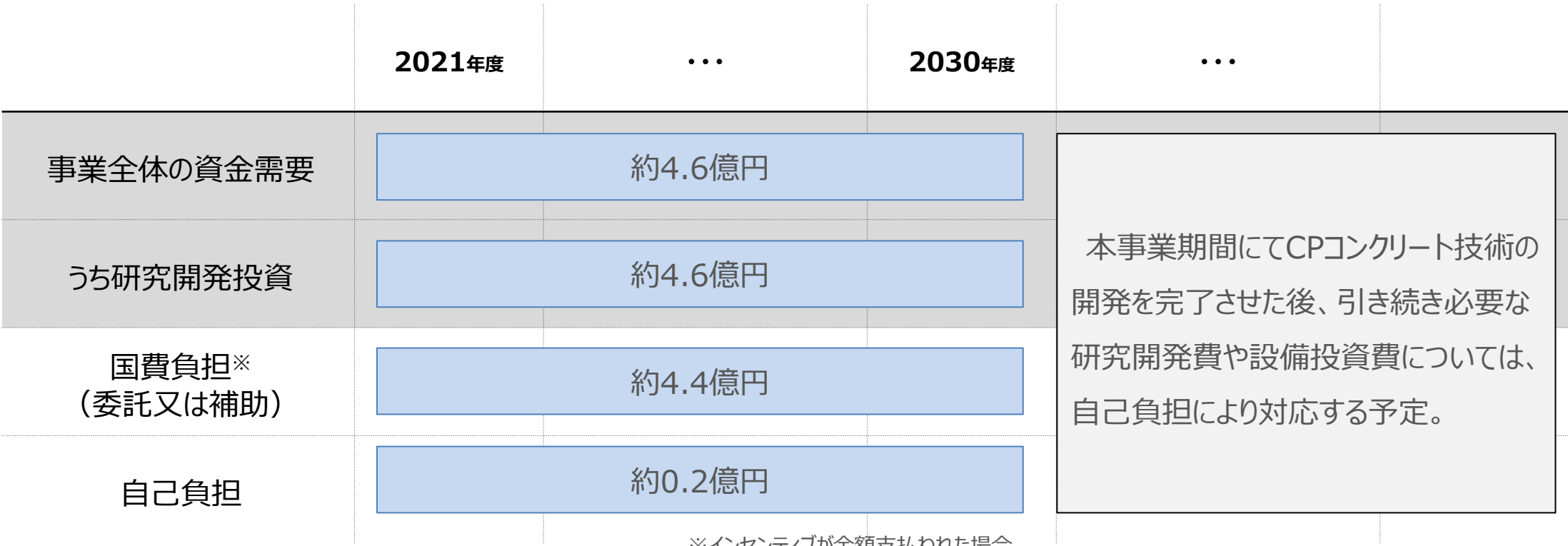
## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>固定量124～163kg/m<sup>3</sup>以上を達成するため、<ul style="list-style-type: none"><li>CP用コンクリート材料（炭酸化スラッジ、炭酸骨材）の開発</li><li>CPコンクリート（舗装・構造物用）の開発</li><li>CPコン施工・管理技術の開発</li></ul></li><li>腐食しない鉄筋の開発</li><li>2025年大阪・関西万博及び滋賀県での実証実験（舗装、構造物）を目指す。</li><li>CPコンクリートのJIS、ISO化を目指した開発</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>CPプラントの設置<ul style="list-style-type: none"><li>①粒状化設備：戻りコン→粒状化骨材</li><li>②分級設備：粒状化骨材、再生骨材→スラッジ粉末、細骨材、粗骨材</li><li>③CO<sub>2</sub>固定化設備：粒状化骨材、再生骨材→C P 粒状化骨材、C P 再生骨材</li></ul></li><li>3種類のCPコンクリートの設定</li><li>戦略的なパイロットプラントの設置 大阪兵庫生コン工業組合⇒大阪・関西万博 灰孝小野田レミコン⇒滋賀県（環境推進自治体） 内山アドバンス⇒首都圏</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究開発及び試験施工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）や参画団体（生コン工場、東京大学等）と市場調査および事業化を進める。</li><li>市場としては、車道・歩道・公園、一般構造物を考えており、カーボンクレジット・ESG金融の活性化を睨んだ国交省、地方自治体、地方銀行との連携を深めながら進める。</li><li>CO<sub>2</sub>調達、CO<sub>2</sub>流通を可視化するデジタルプラットフォームの検討をし、CO<sub>2</sub>流通市場を含めた事業化を進める。</li></ul>
進捗状況	<ul style="list-style-type: none"><li>マイクロナノバブル水噴霧＋ガス方式および炭酸カリウム方式の材料へのCO<sub>2</sub>固定技術のスケールアップ実験の実施</li><li>腐食しない鉄筋のサンプル製造</li><li>CPコンクリート試験施工を実施中（ラゴ大津（たねや）、大阪・関西万博）</li><li>CPプレキャストコンクリート（舗装版、非構造ブロック）の開発を開始。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>①重機攪拌式粒状化方法の選定、②分級設備の選定、③CO<sub>2</sub>固定設備の仮設備稼働、本設備設計中</li><li>内山アドバンス：CPセンター川崎の建設中（2024年度建設完了予定）</li><li>大阪兵庫生コン工組：CO<sub>2</sub>固定仮設備の稼働</li><li>灰孝小野田レミコン：CPセンター栗東の完成（CO<sub>2</sub>固定設備除く）。CO<sub>2</sub>固定仮設備の稼働</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>地方自治体および銀行と連携（東京都、滋賀県）</li><li>削減価値のあるCO<sub>2</sub>の適用（調整中：東京都清掃工場、実験中：滋賀県バイオマス発電所、埼玉県セメント工場）</li><li>CO<sub>2</sub>固定量の測定方法のJIS化に関して実験データ等を蓄積中。</li></ul>
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>削減だけでなく、生コン工場の産業廃棄物を資源化してゼロにする環境配慮型コンクリート</li><li>CO<sub>2</sub>固定量評価方法のISO化と並行した開発による海外競争力の強化</li><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>輸出対応型CPコンクリート製造プラントを整備</li><li>国内の生コン工場の状況に合わせた2種類のCPコンクリートプラントの整備（集約型：複数生コン工場へのCP材料の供給、個別型：生コン工場内でCP材料製造）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>当コンソーシアムに参画している電中研、東京大学、東京都立大学、国立環境研、明星大学は、コンクリートへのCO<sub>2</sub>固定量の評価、LCCO<sub>2</sub>、LCCostの国内トップクラスの専門家であり、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。</li><li>東南アジアにおいて圧倒的なシェアを有するタイ・サイアムセメントとの協業を進める。</li></ul>

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

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2 地域内循環技術の開発> 委託先：（株）内山アドバンス



※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



## 1.事業戦略・事業計画／（8）将来の社会実装を見据えて実施する取り組み

### 将来の社会実装を見据えて

- ① CPコンクリートに使用する材料（炭酸化スラッジ、炭酸化粒状化再生骨材、炭酸化再生骨材）の商流を検討し、コスト試算を実施する。（各地の生コンクリート協同組合・リサイクル工場等）
- ② 全国の生コン工場で技術的に製造可能なCPコンクリートを開発するため、全国の生コン工場へのヒアリングを実施中（北海道、山形、岩手、新潟、岐阜、名古屋、京都、和歌山、広島、熊本、沖縄）
- ③ 全国の生コン工場でCPコンクリートを製造してもらうことができるような製造設備およびシステムの検討を開始
- ④ 炭酸化コンクリート用鉄筋（腐食抑制鉄筋）の社会実装までのロードマップを作成中
- ⑤ 研究開発項目2と連携し、CPコンクリートのLCCO<sub>2</sub>、LCCostを、ラゴ大津、大阪万博試験施工で試算し、CO<sub>2</sub>削減効果を最大化する手法を提案する。
- ⑥ CO<sub>2</sub>調達先の検討（調整中：東京都清掃工場、滋賀県清掃工場、実験開始：滋賀バイオマス発電所、埼玉セメント工場）
- ⑦ CPコンクリートのビジネスモデルを戦略委員会等で議論し、各委託先ごとの社会実装モデルを作成する。そのモデルに沿った知財戦略を知財の専門家と立案する。

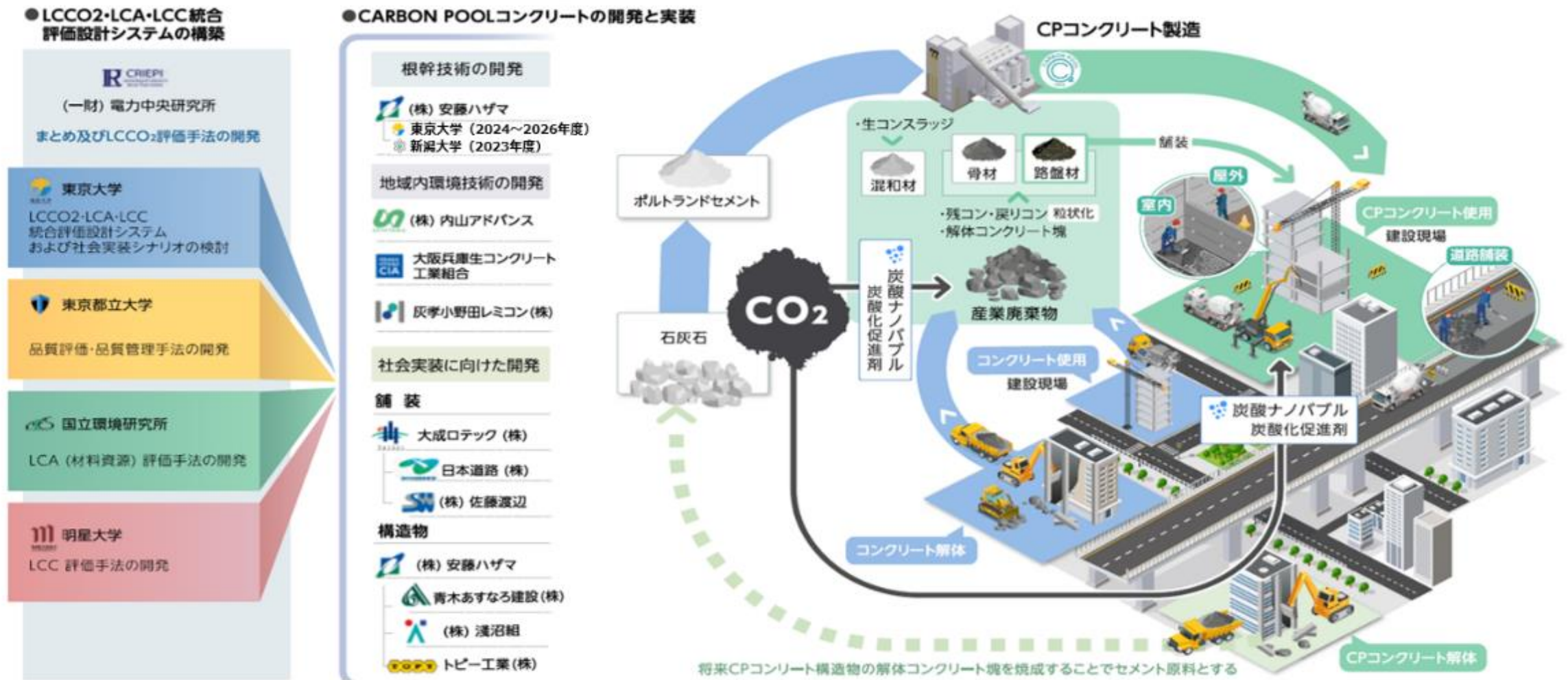
## 2. 研究開発計画

## 2－1．研究開発計画

### 【研究開発項目 1】

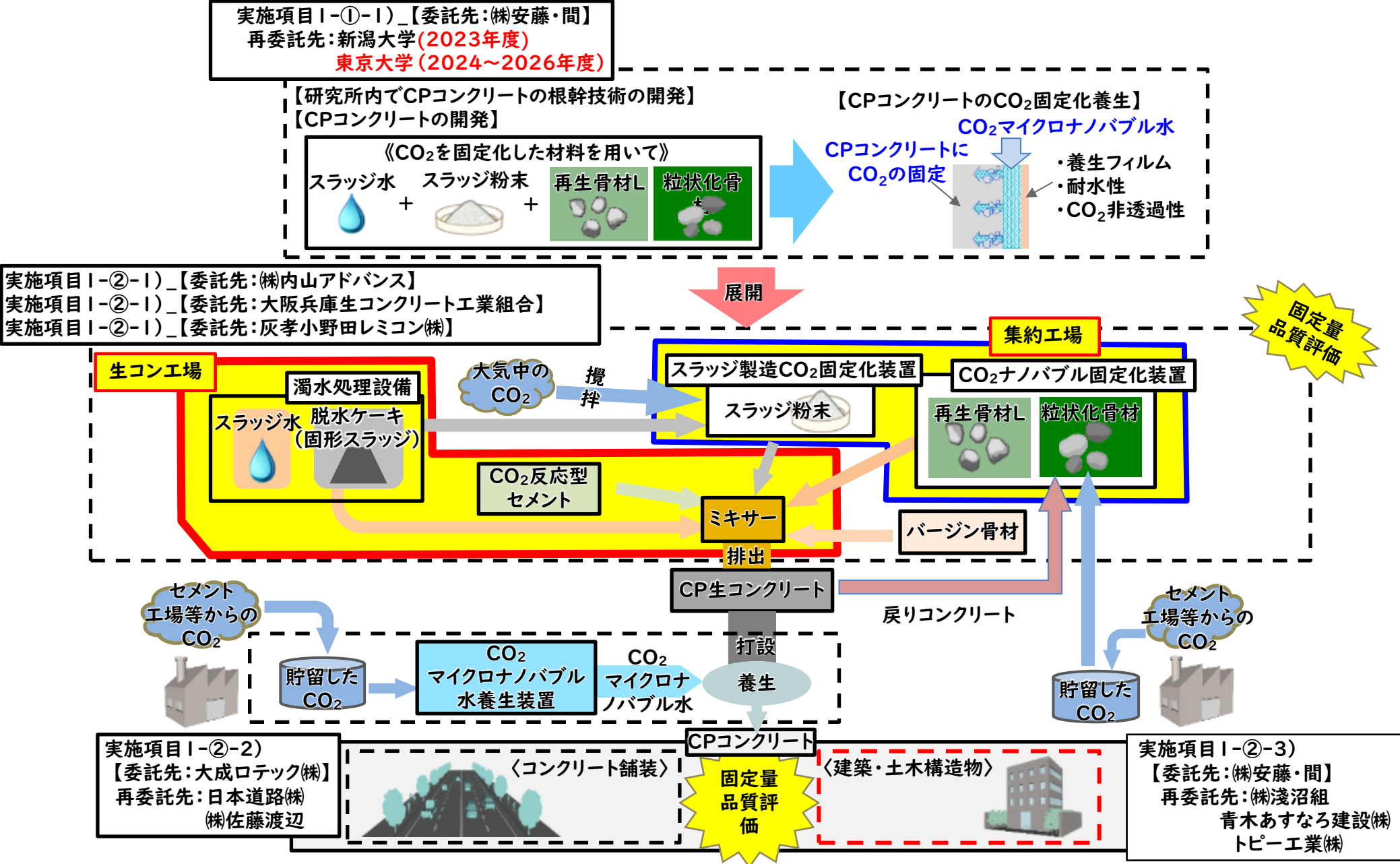
CO<sub>2</sub>排出削減・固定量最大化コンクリートの開発

## 2.研究開発計画／（1）研究開発の全体イメージ



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

2.研究開発計画／（1）研究開発の全体イメージ





## 2. 研究開発計画／（2）研究開発目標

### 【研究開発項目 1 -①】

CPコンクリートへのCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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

- 1 CO<sub>2</sub>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
- 2 CO<sub>2</sub>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

#### KPI

生コンスラッジ粉末へのCO<sub>2</sub>固定量：  
 $\underline{377\text{kg-CO}_2/\text{ton}}$   
C×20%置換： $\underline{22.6\text{kg-CO}_2/\text{m}^3}$

再生骨材L・粒状化再生骨材へのCO<sub>2</sub>固定量：  
 $\underline{37.8\text{kg-CO}_2/\text{ton}}$   
G×100%置換： $\underline{52.9\text{kg-CO}_2/\text{m}^3}$

#### KPI設定の考え方

生コンスラッジ粉末1トン中の20%含まれる骨材を除くと、800kgがセメント。その内の60%である480kgが固定できるCO<sub>2</sub>は、 $480\text{kg} \times 44/56 = 377\text{kg-CO}_2/\text{m}^3$ 。

C = 300kg/m<sup>3</sup>、単位骨材量1.4トンの場合  
Ca(OH)<sub>2</sub>：146kg/m<sup>3</sup>生成 ⇒ 87kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
87kg ÷ 2.3トン = 37.8kg-CO<sub>2</sub>/（再生骨材 1トン）  
骨材100%置換の場合  
 $37.8\text{kg} \times 1.4\text{トン} \times 100\% = 52.9\text{ kg-CO}_2/\text{m}^3$

\*：KPIの算出過程は、「2. 研究開発計画／（3）研究開発内容」参照

## 2. 研究開発計画／（2）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<sub>2</sub>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

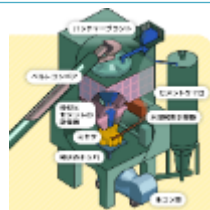
#### 研究開発項目 1-②

- ・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】

#### 研究開発内容

##### 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



##### 2 CO<sub>2</sub>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

##### 3 CO<sub>2</sub>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

#### 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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>固定。

#### KPI

CPコンクリート製造時のCO<sub>2</sub>固定量の  
目標値  
・CO<sub>2</sub>固定量最大型CPコンクリート：  
76kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

硬化後のコンクリートへのCO<sub>2</sub>固定量：  
87kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

再生砕石・セメント系安定処理剤への  
CO<sub>2</sub>固定量：37.8kg-CO<sub>2</sub>/ton

硬化後のコンクリートへのCO<sub>2</sub>固定量：  
87kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

#### KPI設定の考え方

・CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
炭酸化再生骨材G×100%⇒52.9kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
炭酸スラッジ水W×3%⇒0.5kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
CO<sub>2</sub>固定量の合計：76kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

硬化コンクリート中の水酸化カルシウムの100%が、炭酸  
化した時の値

Ca(OH)<sub>2</sub>：146kg/m<sup>3</sup>生成  
⇒100%炭酸化⇒ 87kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

(製造時76 + 養生時87 = 163kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)

硬化コンクリート中の水酸化カルシウムの100%が、炭酸  
化した時の値

Ca(OH)<sub>2</sub>：146kg/m<sup>3</sup>生成  
⇒100%炭酸化⇒ 87kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

\*：KPIの算出過程は、「2. 研究開発計画／（3）研究開発内容」参照

## 2. 研究開発計画／（3）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<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 固定量： <u>377kg-CO<sub>2</sub>/ton</u> C×20%置換： <u>22.6kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></u>	コンセプトの作成 (TRL2)	初期のプロトタイプ (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"><li>生コンスラッジへのCO<sub>2</sub>固定方法<ul style="list-style-type: none"><li>方式① 砂状の生コンスラッジを大気中に放置して、CO<sub>2</sub>固定。</li><li>方式② さらに微粉碎してパウダー状にして、大気中に放置してCO<sub>2</sub>固定。</li><li>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。</li></ul></li></ul>	高い (80%)
2 CO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 固定量： <u>100%置換：52.9kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></u>	コンセプトの作成 (TRL2)	初期のプロトタイプ (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"><li>再生骨材L・粒状化再生骨材へのCO<sub>2</sub>固定方法<ul style="list-style-type: none"><li>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。</li><li>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。</li><li>ノズル式で、炭酸ナノバブル水を吹き付ける。</li><li>炭酸ナノバブル水を散水する。</li></ul></li></ul>	やや高い (70%)

2. 研究開発計画／（3）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<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 固定量の目標値 ・CO <sub>2</sub> 固定最大型 76kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	検証必要なプロトタイプ (TRL 3)	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 CO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 固定量 87kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 固定量 87kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	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 CO <sub>2</sub> 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	路盤用再生骨材及びセメント系安定処理剤へのCO <sub>2</sub> 固定量 37.8kg-CO <sub>2</sub> /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CO <sub>2</sub> 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／(3) 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<sub>2</sub>固定量計算例

【CPコンクリートのCO<sub>2</sub>の計算条件】

①・炭酸化粒状化骨材



・炭酸化再生骨材L

・G=1400kg/m<sup>3</sup>の(G×5%～80%置換)  
G(70%) : 980kg/m<sup>3</sup> × 37.8-CO<sub>2</sub>/t = 37.0kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
G(100%) : 1400kg/m<sup>3</sup> × 37.8-CO<sub>2</sub>/t = 52.9g-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

②炭酸化生コンスラッジ粉末



・C=300kg/m<sup>3</sup>の20%置換  
C(20%) : 60kg/m<sup>3</sup> × 377kg-co<sub>2</sub>/t = 22.6kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

③炭酸化スラッジ水



・W=165kg/m<sup>3</sup>の3%置換=4.95kg/m<sup>3</sup>  
W : 4.95kg/m<sup>3</sup> × 100kg-CO<sub>2</sub>/t = 0.5kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

【簡易型CPコンクリート】

【CPコンクリート製造時のCO<sub>2</sub>固定量想定値】

- ・粒状化再生骨材
- ・再生骨材L



37.0g-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
(G×70%置換)

CO<sub>2</sub>固定量 : 37.0kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

【CO<sub>2</sub>ナノバブル水養生】 : CO<sub>2</sub>固定 (87.0kg-CO<sub>2</sub>)

【CPコンクリートのCO<sub>2</sub>固定量想定値】  
124.0kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

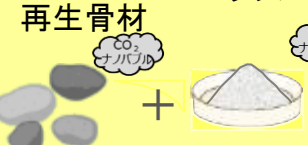
【最大・中間型CPコンクリート】

【CPコンクリート製造時のCO<sub>2</sub>固定量想定値】

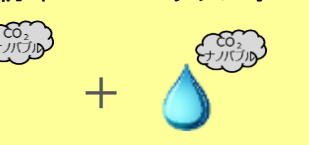
- ・再生骨材L
- ・粒状化再生骨材
- ・スラッジ粉末
- ・スラッジ水



最大型 : 52.9kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
(G×100%置換)  
中間型 : 42.3kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
(G×80%置換)



最大型 : 22.6kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
(C×20%置換)  
中間型 : 11.3kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
(C×10%置換)



最大型 0.5kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

CO<sub>2</sub>固定量 : 最大型 76.0kg、中間型 53.6kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

【CO<sub>2</sub>ナノバブル水養生】 : CO<sub>2</sub>固定 (87.0kg-CO<sub>2</sub>)

【CPコンクリートのCO<sub>2</sub>固定量想定値】  
最大型  
163.0kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
中間型  
140.6kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>



## 2. 研究開発計画／(3) 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】

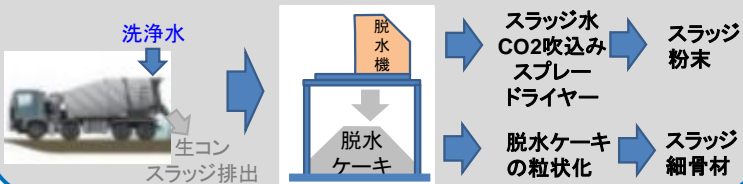
##### (1) 生コンスラッジ水および微粉末の製造

###### 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

- ・手法1: 脱水ケーキを粒状化し、細骨材状にする。
- ・手法2: スラッジ水にCO<sub>2</sub>を吹込み炭酸化し、その後スプレードライヤーにて粉末状にする。



##### (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<sub>2</sub>の固定化方法】

##### (1) スラッジ水にCO<sub>2</sub>ナノバブルを吹込み等によりCO<sub>2</sub>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

- ・手法1: スラッジ水にCO<sub>2</sub>ナノバブルを吹き込んでCO<sub>2</sub>を固定化。
- ・手法2: スラッジ粉末や細骨材を製造後、大気やCO<sub>2</sub>ガスにてCO<sub>2</sub>を固定化

##### (2) CO<sub>2</sub>ナノバブル水への噴霧や浸漬によりCO<sub>2</sub>を固定化

###### ① 対象: 粒状化再生骨材、再生骨材

###### ② 方法

- 手法1: CO<sub>2</sub>ナノバブル水噴霧＋ガス方式にて固定化。
- 手法2: 炭酸カリウム等のCO<sub>2</sub>ナノバブル水への浸漬

#### 【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／(3) 研究開発内容

### 【研究開発項目 1-①】 CO<sub>2</sub>ナノバブルによるCO<sub>2</sub>固定方法

#### CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>3</sub>)生成され、吸水率の低下(絶乾密度の増加)が生じる。

##### ✓ CO<sub>2</sub>ナノバブルによる炭酸化(図-2)

・CO<sub>2</sub>ガスの炭酸化反応は、液相にCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>ナノバブルは、CO<sub>2</sub>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 $\phi$ 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<sub>2</sub>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

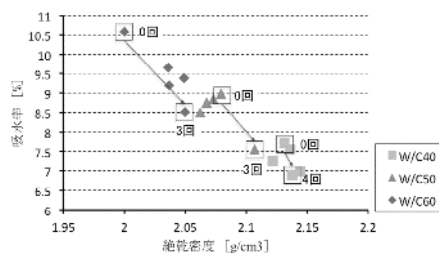


図-1 絶乾密度と吸水率の関係

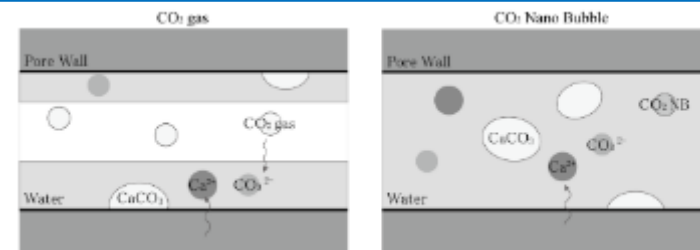


図-2 CO<sub>2</sub>ガス及びCO<sub>2</sub>ナノバブル水による炭酸化概念図

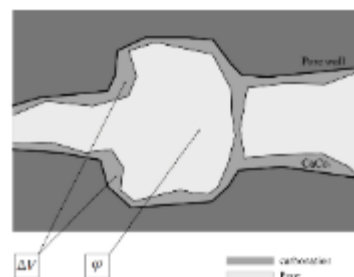


図-3 空隙の状態の模式図

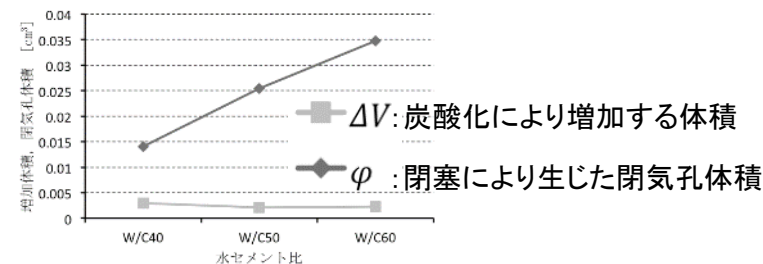


図-4 水セメント比と増加体積, 閉気孔体積の関係

#### 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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>固定化の方法】

・CO<sub>2</sub>ナノバブルを混入, CO<sub>2</sub>ナノバブル水に浸漬または噴霧

## 2. 研究開発計画／（3）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<sub>2</sub>を固定化するCPコンクリート舗装
1. 製造時にCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>固定化
    - ・CO<sub>2</sub>固定化養生剤および養生方法検討

- (2) CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>固定化
  2. 養生時にCO<sub>2</sub>固定化
  3. 養生後のCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>を固定化する路盤材
1. 再生骨材を有効利用し路盤材製造及び施工時にCO<sub>2</sub>固定化

#### 【製造の検討】

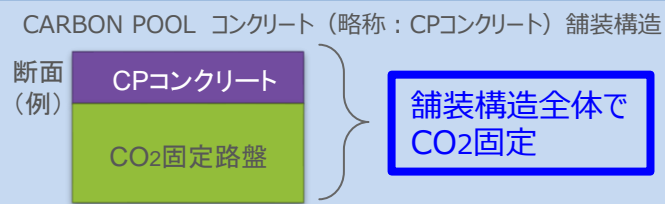
- (1) 実験用生コンプラントで確認
- ・生コン性状、強度、CO<sub>2</sub>の固定量

#### 【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）の検討
  - ・グラウトのCO<sub>2</sub>固定化の検討
- (3) 路盤、路床
- ・路盤材の検討

#### 【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<sub>2</sub>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コンクリート舗装構造の検討と実証へ
1. CPコンクリートを用いたセメントコンクリート舗装  
表層：普通CPコンクリート、透水性CPコンクリート、CPコンクリートプレキャスト版
  2. CPコンクリートを用いたコンポジット舗装  
表層：アスファルト混合物（再生骨材使用の検討など）  
基層：連続鉄筋普通CPコンクリート、CPコンクリートプレキャスト舗装版
  3. 共通 中間層または基層（設置する場合）  
アスファルト混合物（再生骨材使用を検討など）
  4. 共通 路盤  
CO<sub>2</sub>を固定化する路盤
- (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

#### 【実証試験の実施】

- ・実証試験として大阪・関西万博等で、CPコンクリート他試験施工及び共用中の各段階でCO<sub>2</sub>固定量測定

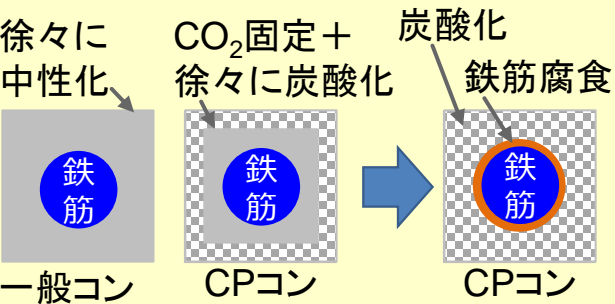
## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容

### 【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<sub>2</sub>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



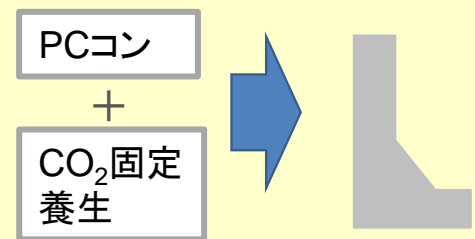
##### 【開発】

- ・防錆機能を有するCr、Niの含有量増
- ・酸化型防食剤の塗布

#### 2) 構造物への多様なCPコンクリート適用技術の開発

##### 【プレキャスト(PCa)製品】

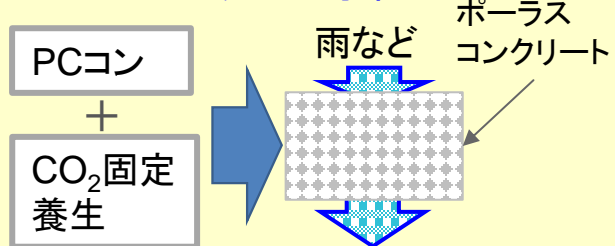
- ・省人化、人材不足の建設業界  
⇒PCa製品の拡大が予想される



⇒CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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

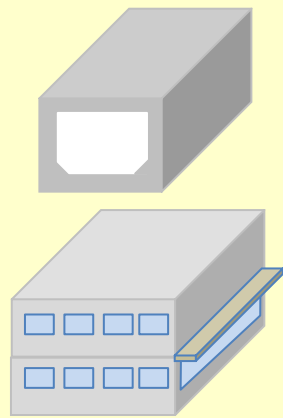
##### 【要求性能を満足する性能確保】

- ⇒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

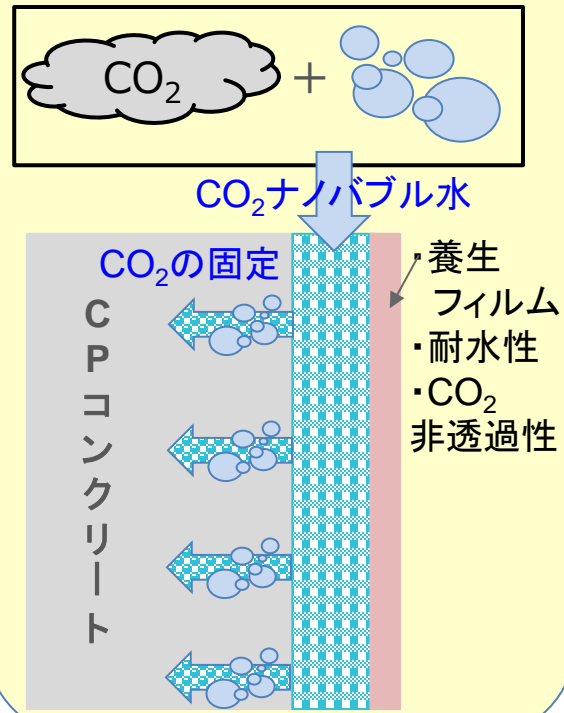


⇒CPコンクリートの施工方法の開発

#### 4) 一般構造物へのCPコンクリートにおけるCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>ナノバブル水養生
- ・コンクリート表面にCO<sub>2</sub>固定





## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し（安藤ハザマ）

### 研究開発内容①-1)

a「スラッジ・再生骨材の調査」

b「CO<sub>2</sub>固定化技術の開発」

c「炭酸化スラッジの開発」

d「循環コンクリートの開発」

### これまでの取り組み

① スラッジ、粒状化骨材、再生骨材について、製造方法や搬出量、品質の調査を実施

① 再生粗骨材、粒状化再生粗骨材へのCO<sub>2</sub>固定方法について、簡易型固定設備による製造試験（CPセンター栗東他）を実施し、CO<sub>2</sub>固定量のばらつきや、各種品質の確認を進めている。

② 炭酸カリウムの繰返し利用による再生細骨材へのCO<sub>2</sub>固定化の実製造試験を実施。

③ 炭酸カリウム溶液によるCO<sub>2</sub>固定メカニズム解明とカリウム回収技術確立に向けて合成CSHを用いた要素実験を実施。

① 炭酸化させた模擬スラッジ水による実装スケールでのスプレードライ方式による炭酸化スラッジ粉末の製造試験を実施し、CO<sub>2</sub>固定量のばらつきや、各種品質の確認を進めている。

① スラッジ粉末、粒状化再生骨材、再生骨材の置換率が圧縮強度に与える影響を把握する試験を実施。

② b、cにおける各種材料の炭酸化処理における製造性の検証や、品質管理手法の検討を実施。

### 今後の見通し

引き続き、スラッジ、粒状化骨材、再生骨材について、製造方法や搬出量、品質の調査を実施

CO<sub>2</sub>ナノバブル水噴霧＋ガス方式の仮設備による実製造試験の結果も参考に、小型設備における検証試験を実施し、本設備を設計する。  
各種材料の実製造試験と試験施工を通じて、社会実装に必要な課題を抽出し、改善を図る。

実スラッジ水を使用した炭酸化スラッジ粉末の製造実験の実施と、排ガス利用を想定した新たな乾燥方式の提案に向けた検証を進める。

b、cで製造した各種材料を、LAGO大津、大阪・関西万博試験施工用材料として提供し、舗装コンクリート、構造物コンクリートの施工性の検証や、部材レベルの品質の検証を進める。



## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し（内山アドバンス）

### 研究開発内容②-1)

- a 「アルカリ刺激材を活用したCPコンクリートの性状改善の可能性に関する検討」
- b 「製造設備開発」
- c 「最大型CPコンクリートの開発」
- d 「CPコンクリートの品質管理計画」

これまでの取り組み	今後の見通し
回収骨材の使用割合が比較的多い条件で、かつ、流動性と分離抵抗性の比較がしやすい配合のコンクリートにおいて、スラッジ水の使用割合をパラメータとして既存のプラントにて実機レベルにて試し練りを行い、コンクリートの流動性への影響について検討した。	実験結果に基づき、スラッジ水によるコンクリートの改善効果について評価する。
炭酸化粒状再生骨材製造方法を室内実験によって確立し、実装に向けた設備の検討を行った。また、製造設備の設置及び製造場所を決定し（神奈川県川崎市）、製造設備導入に備えて、必要な建築・土木工事、製造設備の選定、コスト等を検討した。	炭酸化粒状骨材製造設備の導入およびその他分級・破砕等の設備の導入に向け詳細打合せ後、発注を行う。また、CO <sub>2</sub> を固定させるためのボンベ等の調達先を検討する。
セメントや化学混和剤の種類等が異なるフレッシュコンクリートを対象に、粒状化材は使用せず、CO <sub>2</sub> の封入のみによって炭酸化した粒状化再生骨材を製造する方法について検討した。	炭酸化材料および低炭素型セメント結合剤を使用した最大型コンクリートの試し練りをラボレベルで実施し、所要のワーカビリティ及び圧縮強度を得るための配合検討を行う。
特になし。	2024年度よりCPコンクリートの品質管理計画に取り組む。

## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し

（大阪兵庫生コンクリート工業組合）

### 研究開発内容②-2)

a 「再生全骨材を使用した配合検討」

- これまでの取り組み
- ① 地域内で製造されている、再生骨材L相当品を入手し、再生骨材を用いたコンクリートの室内実験及び実機実験を実施
  - ② 実験結果を整理し、再生骨材コンクリートの性能を確認
  - ③ 再生全骨材として使用する際の標準的なコンクリートの配合を確立。

今後の見通し

研究開発目標を達成

b 「製造設備開発」

- ① 簡易型CPコンクリートの製造と大阪・関西万博試験施工への供給のため、岡本生コンクリートにCO<sub>2</sub>仮固定設備を設置し炭酸化再生骨材の製造を開始した。
- ② 実機による粒状化再生骨材の試験製造を実施。
- ③ CO<sub>2</sub>ナノバブル発生ノズルを用いた炭酸スラッジ水への浸漬による粒状化再生骨材のCO<sub>2</sub>固定室内実験を実施し、CO<sub>2</sub>固定量の測定を実施した。

・CO<sub>2</sub>仮固定設備については2ユニット、0.8t/日の製造から8ユニット、約3t/日に増産し大阪・関西万博試験施工用の炭酸化骨材を製造し、生産性の検討を行う。  
粒状化再生骨材の機械製造が製造の効率が悪いことから、まずは試験機を改造し製造効率の改善を検討する。  
・CO<sub>2</sub>仮固定設備又は炭酸スラッジ水で製造した炭酸化再生骨材CO<sub>2</sub>固定量を測定し目標とする37.8kg-CO<sub>2</sub>/tonの確認を行う。

c 「簡易型CPコンクリートの開発」

- ① 再生骨材L相当品を入手し、大阪湾岸エリアの4工場で室内実験を実施し、試験結果をとりまとめた。
- ② スラッジ粉末を用いた、圧送可能な舗装用コンクリートについて、粒状化再生骨材を使用した実機による製造性の確認、圧送性の確認、模擬版での施工性の確認、模擬版からコアを採取し圧縮強度の確認を実施した。

・再生骨材L相当品については、構造体コンクリートへ適用可能な配合の目途がついたため、炭酸化再生骨材Lにおける実験を検討。  
・実験で使用した、スラッジ粉末のCO<sub>2</sub>固定量プロセスを確認し、強制ではないCO<sub>2</sub>固定量の評価を行い、CCUとしての利用価値を検討する。  
・簡易型CPコンクリート製造時の目標固定量37.0kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>となる使用材料の単位量を求め、大阪・関西万博試験施工への適用を検討する。

d 「CPコンクリートの品質管理計画」

- ① b「製造設備開発」で製造した炭酸化再生骨材の物性値およびCO<sub>2</sub>固定量の測定を定期的に実施する。
- ② 大阪市内で施工される再生骨材コンクリートM（再生骨材L相当30%使用）の実構造体のひずみ計測を開始。同時に供試体を採取し、硬化コンクリートの耐久性を調査中。
- ③ CPコンクリートの品質管理項目を抽出し、CPCコンソーシアムの生コンチームにて検討を行った。

・実構造体の計測データや供試体の試験結果をとりまとめ品質管理上、必要な管理項目の検討を行う。  
・炭酸後の再生骨材の品質変化測定し、未炭酸化再生骨材との比較を行う。  
・CPコンクリートの品質管理計画マニュアルの作成をすすめる。

## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し（灰孝小野田レミコン）

### 研究開発内容1-②-1)

#### a : 「スラッジの用途開発」

これまでの取り組み

- ・スラッジケーキに高炉C種セメントを添加し、バイオマス灰や下水汚泥焼却灰で粒状化させて製造したスラッジ骨材はコンクリート用骨材として必要な強度がえられるが、翌日には粒同士が固着しやすい。
- ・スラッジ水に空気を長期間吹込むと炭酸化する。低強度のコンクリートの材料分離を防止する、ち密化する効果があるが、強度の増進にはつながらない。
- ・半導体製造時に出るシリコン金属スラッジによる炭酸化促進を検討したが、現在廃棄されるスラッジは苛性ソーダで安定化されており利用できないことが分かった。

今後の見通し

- ・炭酸化したスラッジ骨材は、コンクリートの強度が低下し、セメント量が増えることがある。CO<sub>2</sub>発生量を最小限に抑える炭酸化量を特定する。

#### b : 「製造設備開発」

これまでの取り組み

- ・乾湿繰り返しによるCO<sub>2</sub>ガスによる炭酸化設備を開発中である。夏季になり設備や炭酸化骨材が発生させる熱により設備が十分作動しないことがあり、アルミ管の使用および乾燥剤の使用等で対策を実施した。
- ・再生骨材に限らないが、骨材が濡れたままでは、篩いの網を詰まらせるので保管方法に留意が必要である。

今後の見通し

- ・炭酸化設備へ二酸化炭素を送り込む圧力や風の流れにより炭酸化槽内で炭酸化量の差があるので、均一に炭酸化する方法を検討する。
- ・濡れていても細骨材を篩える設備の開発。

#### c : 「CPコンクリート配合試験（中間型）」

これまでの取り組み

- ・炭酸化骨材は、若材齢時においてタイヤショベルで攪拌するとモルタル部分が剥がれ落ちやすい。
- ・舗装チーム用のポーラスコンをプラントで製造。粒状化再生骨材は十二分に吸水させる方が、スランプが安定する。

今後の見通し

- ・粒状化再生骨材の強度を測定する。
- ・スランプを安定させるため、粒状化骨材の吸水のさせ方の検討を行う。

#### d : 「CPコンクリートの品質管理計画」

これまでの取り組み

粒状化骨材は粒度の変動が大きいことから常時粒度分布を画像分析で監視したり、毎バッチスランプを測定できるロボットを検討中。

今後の見通し

- ・具体的な開発計画や運用方法については、現在、検討中。

## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し（大成ロテック）

### 研究開発内容①-1)

a 「舗装用CPコンクリートプラント開発」

b 「CPコンクリート舗装の開発」

c 「CO<sub>2</sub>固定型路盤材の開発」

d 「CPプレキャスト版の開発」

### これまでの取り組み

①埼玉県幸手市にある自社敷地内で、ベンチスケールユニット試験装置を建設中。舗装コンクリートの生コンを製造するための計画中。

①LAGO大津の試験施工：試験材料の車道部ポーラスコンクリート、舗装コンクリートは、残コン・戻りコン由来の再生骨材を用いた配合設計、試験練りを行い、試験施工を実施し検討した（CPの付加なし）。  
②大阪・関西万博の試験施工：使用骨材確認実験中、試験施工計画中。  
③日野市の試験施工：試験施工の計画中。

①残コン・戻りコン由来の粒状化骨材から路盤材を製造。道路用路盤材への室内検討を実施した。（CPの付加なし）  
②国土交通省管轄の試験フィールド（伊豆の国市神島）で、各種の路盤材を用いた舗装構成を計画、試験施工（2023年9月完了）により構築。

①廃コンクリート由来の再生骨材で、室内配合を検討した結果を踏まえ、道路用プレキャスト版を試験的に製造した。プレキャスト版の試験施工を実施（伊豆の国市長岡、CPの付加なし、2023年6月完了）した。供用6ヶ月経過後（2023年12月）、プレキャスト版にひび割れや角欠けなく、状態の保持を確認している。

### 今後の見通し

①2024年度は、ベンチスケールユニットの建設が完了次第、施設を活用し舗装コンクリートの試験練り計画と検討を行う。  
・残コン、戻りコン由来の材料をベースとした舗装コンクリートの配合検討を行う。

①～③2024年度は、CPコンクリートを使用した配合検討、CO<sub>2</sub>固定量等の品質確認。試験練り、試験施工を計画、検討。

①2024年度は、CP骨材を用いた室内実験を行い、道路用路盤材の検討を行なう。  
②2024年度は、2023年度に引き続き試験施工箇所のモニタリングの実施。

①2024年度は、2023年度に引き続きモニタリングの実施、プレキャスト版に用いるCPコンクリート配合検討を計画、室内実験から物性値の品質検討を行う。  
②CPプレキャスト版、CP路盤材の耐久性試験の実施



## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容／これまでの取り組みと今後の見通し（安藤ハザマ）

### 研究開発内容②-5)

a 「CO<sub>2</sub>ナノバブル養生方法の開発」

b 「構造物用CPポラスコンクリートの開発」

c 「炭酸化コンクリート用鉄筋の開発」

d 「構造物用CPコンクリートの試験施工」

e 「プレキャストCPコンクリートの開発」

### これまでの取り組み

① 溶液圧入工法におけるCO<sub>2</sub>ナノバブルとCa系炭酸塩溶液の組合せによる新たなCO<sub>2</sub>固定養生方法の検討

- ① アルミ繊維を使用しない透水性コンクリートの配合の確立
- ② 溶液圧入工法における最適圧力と透水係数の検討

- ① 製作した試験体で複合サイクル腐食試験(CCT試験)を実施  
⇒Cr、Niの微量添加の効果は見られなかった。
- ② 鉄筋コンクリート試験体を製作し、乾湿繰腐食試験の予備試験を実施  
⇒Cr、Niの微量添加の効果は見られなかった。
- ③ 塗布型防錆剤を使用した実験とステンレスクラッド鉄筋の検討

① LAGO大津、大阪・関西万博での試験施工に向けた各種材料の製造、品質管理、モニタリング試験の準備

① LAGO大津、大阪・関西万博での試験施工において、即脱インターロッキングブロック、ベンチを実際の製造工場で作成するための調整・準備を実施

### 今後の見通し

実物大によるCO<sub>2</sub>固定設備を検討し、実験

ターゲットとする構造物をいくつか定めて、構造物ごとの配合の検討を実施  
選定した配合と透水方法をベースに、aの実大実験に反映

2024年度の試験施工に向けた技術のブラッシュアップ及び仕様の検討  
塗布型防錆剤を使用した実験の実施  
ステンレスクラッド鉄筋の製造検討と評価

2024年度にLAGO大津、大阪・関西万博の試験施工を実施

大阪・関西万博での試験施工を通じて、プレキャストコンクリートの製造マニュアルを策定

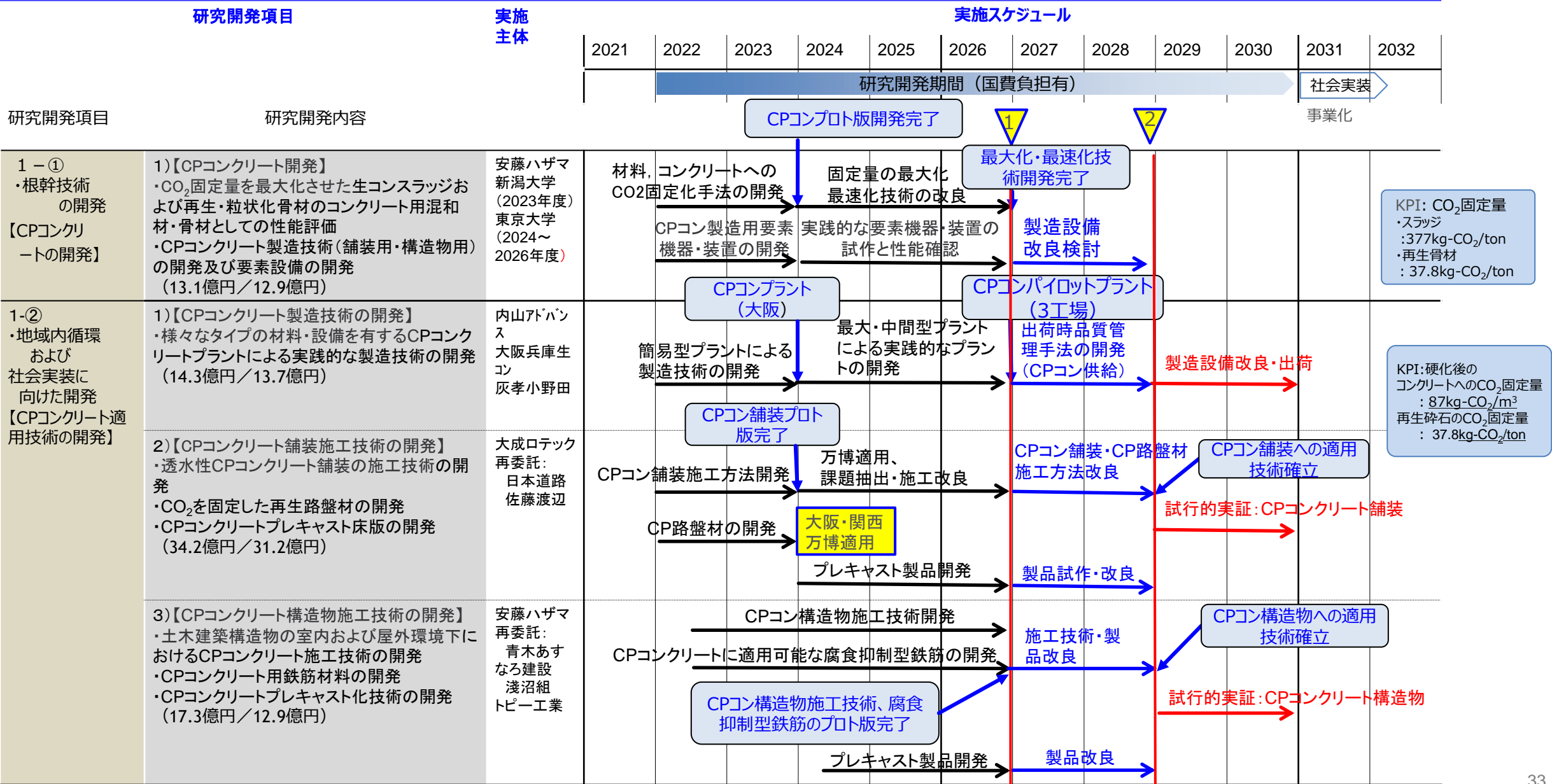


2. 研究開発計画／（4）実施スケジュール

【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）

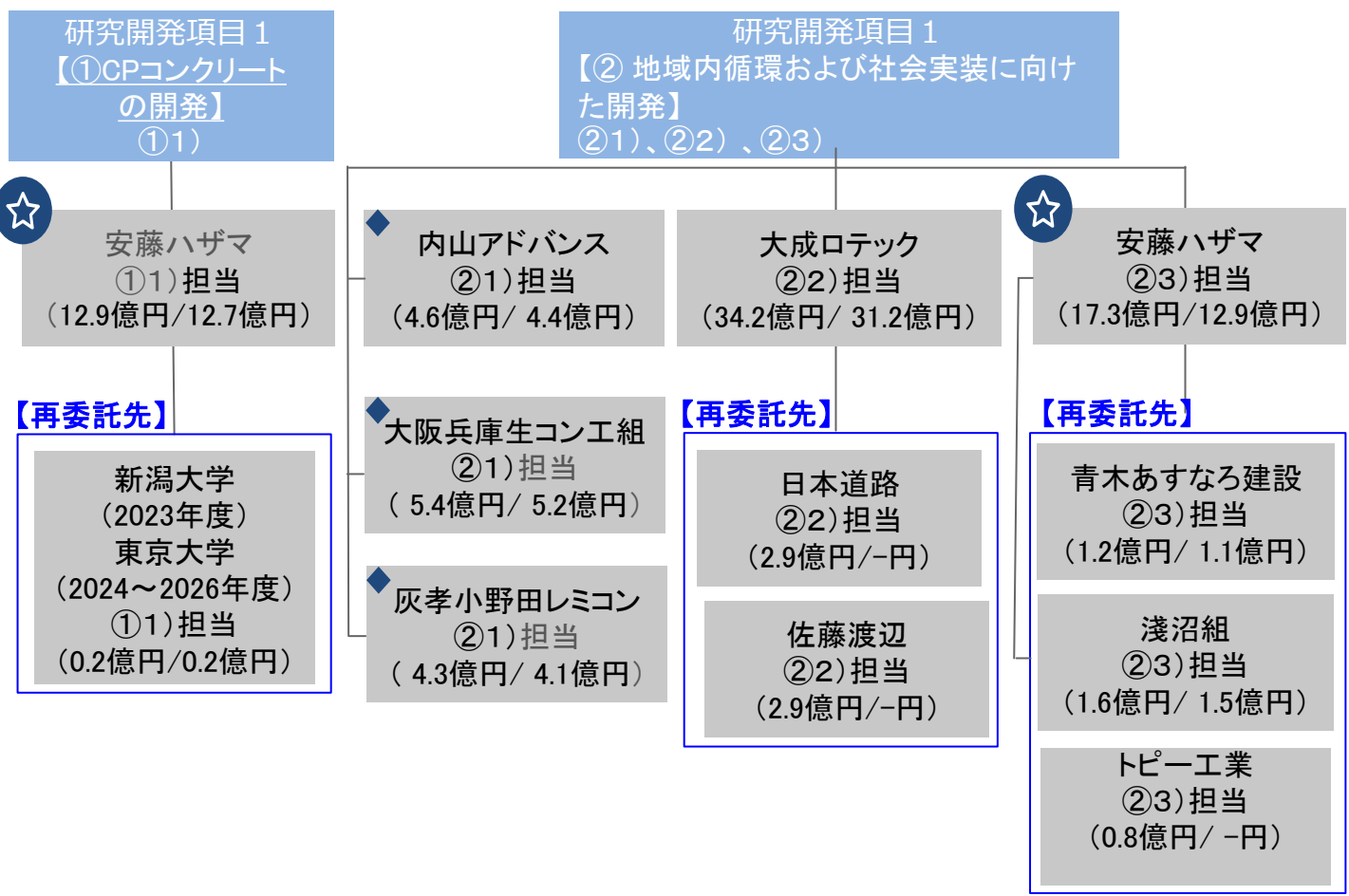


2. 研究開発計画／（5）研究開発体制

【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

※金額は、総事業費/国費負担額



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、①の全体取りまとめを行う。
- 安藤ハザマは、生コンスラッジ粉末、再生骨材へのCO<sub>2</sub>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。
- 新潟大学(2023年度)、東京大学(2024～2026年度)は、CO<sub>2</sub>固定化メカニズムの解明・固定方法の高度化を担当する。

【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】

- 安藤ハザマは、②1)および②3)を、大成ロテックは、②2)の 全体取りまとめを行う。
- 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、車道・駐車場へのCPコンクリートの適用を担当する。
- 佐藤渡辺は、歩道・公園へのCPコンクリート適用を担当する。
- トピー工業は、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。
- 浅沼組は、CPコンクリート表面へのCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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

## 2. 研究開発計画／（6）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：CPコンクリートの開発	<ul style="list-style-type: none"><li>生コンスラッジの砂状化技術</li><li>生コンクリートの粒状化技術</li><li>炭酸ナノバブル発生装置の保有</li><li>再生骨材へのCO<sub>2</sub>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。</li></ul>	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>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。</li></ul> <div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>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。</li></ul> <div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>再生骨材への炭酸ナノバブルによるCO<sub>2</sub>固定化装置の費用の増大。</li></ul>
	②：CPコンクリートの設計・施工技術の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>安定した品質の生コンクリートを製造できる技術</li><li>実証（有望性確認）を予定している地域（大阪、滋賀）における研究。</li><li>透水性舗装コンクリートの施工実績・技術</li></ul>	<div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>透水性舗装コンクリートの施工実績</li></ul> <div>→</div> <ul style="list-style-type: none"><li>生コン工場、生コン工業組合との協力関係</li><li>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。</li></ul>

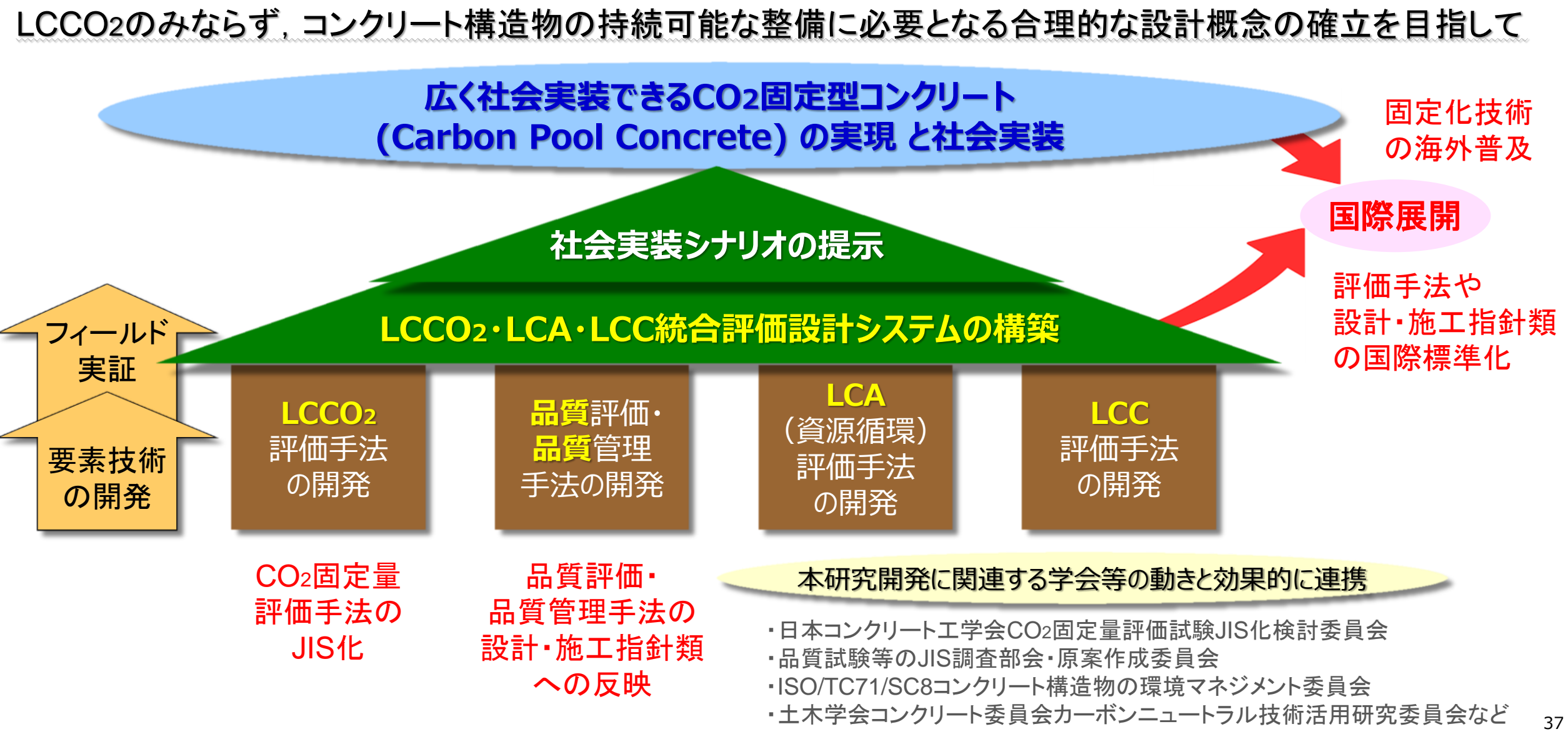
## 2－2．研究開発計画

### 【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

2. 研究開発計画／（1）研究開発の全体イメージ

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





## 2. 研究開発計画／（2）研究開発目標

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・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 <sub>2</sub> ・LCA・LCC統合評価設計システムの構築	「広く社会実装できるCO <sub>2</sub> 固定型コンクリートの実現」に必要となるCO <sub>2</sub> 固定量・品質評価技術の開発とLCCO <sub>2</sub> ・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 CO <sub>2</sub> 固定量評価手法の開発	CO <sub>2</sub> 固定量評価手法の学会規準策定（JIS原案へ反映）	CO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 固定型コンクリートのCO <sub>2</sub> 削減効果の適切な評価方法の確立	CO <sub>2</sub> 固定型コンクリートの製造や使用過程におけるCO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> ・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 <sub>2</sub> 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／（3）研究開発内容

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・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

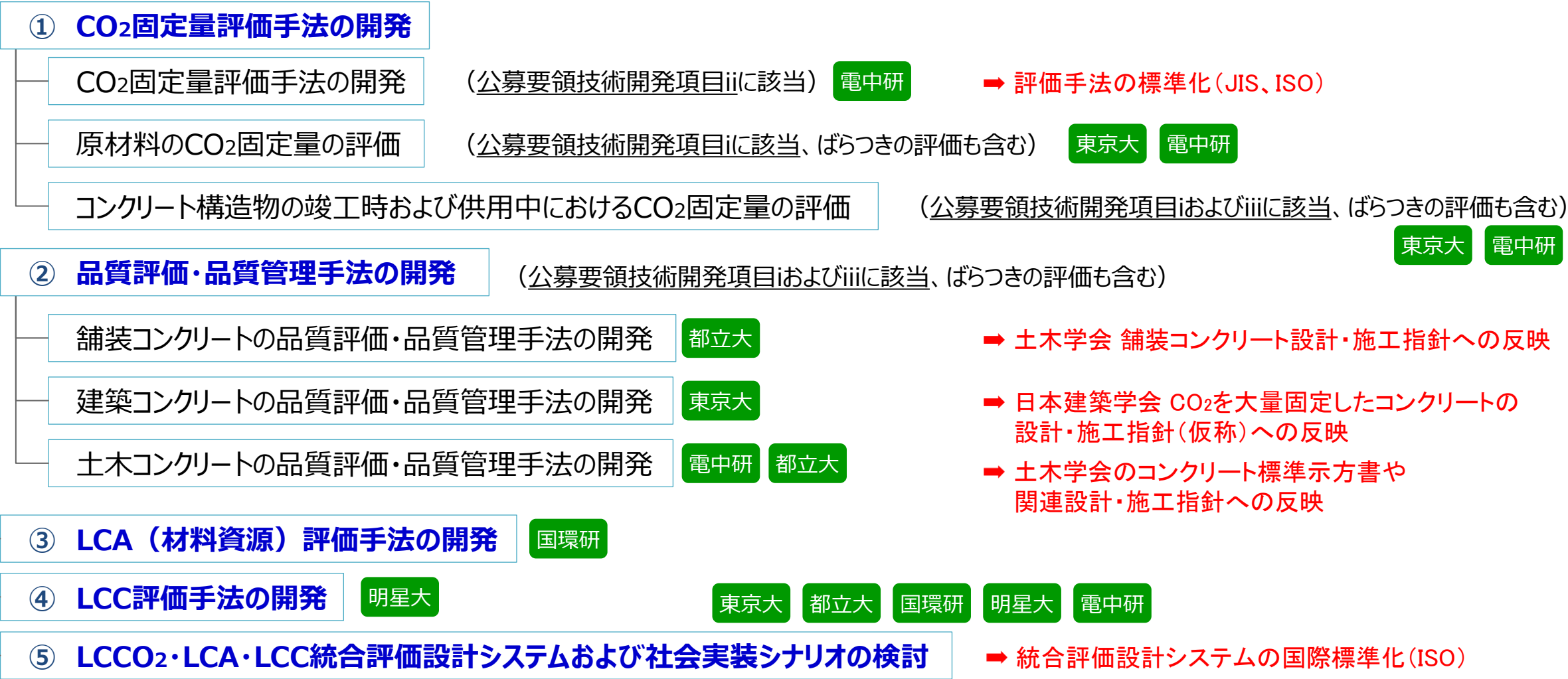
	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性（成功確率）
① CO <sub>2</sub> 固定量評価手法の開発	CO <sub>2</sub> 固定量評価手法の学会規準策定（JIS原案へ反映）	標準化された評価手法存在せず（TRL2）	提案評価手法の実証（TRL8）	<ul style="list-style-type: none"><li>従来手法の課題を踏まえた信頼性の高い手法を開発<ul style="list-style-type: none"><li>従来評価手法の適用限界を把握</li><li>規準化対象評価手法を抽出</li><li>規準化対象評価手法への開発技術の反映</li></ul></li></ul>	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 <sub>2</sub> 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）	<ul style="list-style-type: none"><li>構造物の設計・施工に必要な評価手法を開発<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>固定骨材・混和材の品質評価手法の提案</li><li>CO<sub>2</sub>固定コンクリートの品質評価手法の提案</li><li>物性モデルと品質管理手法の提案</li></ul></li></ul>	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 <sub>2</sub> 固定型コンクリートのCO <sub>2</sub> 削減効果の適切な評価方法の確立	CO <sub>2</sub> 削減効果の標準的な評価方法は未確立	ある程度簡易で必要十分な評価手法の確立	<ul style="list-style-type: none"><li>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<ul style="list-style-type: none"><li>現状調査によるBAUシナリオの適切な設定</li><li>試験結果を踏まえた対策シナリオの適切な設定</li></ul></li></ul>	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（95%）
④ LCC評価手法の開発	CO <sub>2</sub> 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（TRL1）	評価方法を確立しCO <sub>2</sub> 固定型の優位性を示す（TRL8）	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>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<ul style="list-style-type: none"><li>カーボンクレジットをLCCに組み込む手法の提案</li><li>複数地点でかつ5年間程度のLCC比較・追跡調査</li></ul></li></ul>	アスファルトよりもCO <sub>2</sub> 固定型コンクリートの方がLCC低減が期待できる（95%）
⑤ LCCO <sub>2</sub> ・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存在せず（TRL1）	設計システムおよび実装シナリオの提示（TRL5）	<ul style="list-style-type: none"><li>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<ul style="list-style-type: none"><li>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</li></ul></li></ul>	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「広く社会実装できるCO<sub>2</sub>固定型コンクリートの実現」

【研究開発項目2】：CO<sub>2</sub>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. **LCCO<sub>2</sub>・LCA・LCC統合評価設計システムの構築**

研究開発内容



2. 研究開発計画／（3）研究開発内容（これまでの取組）

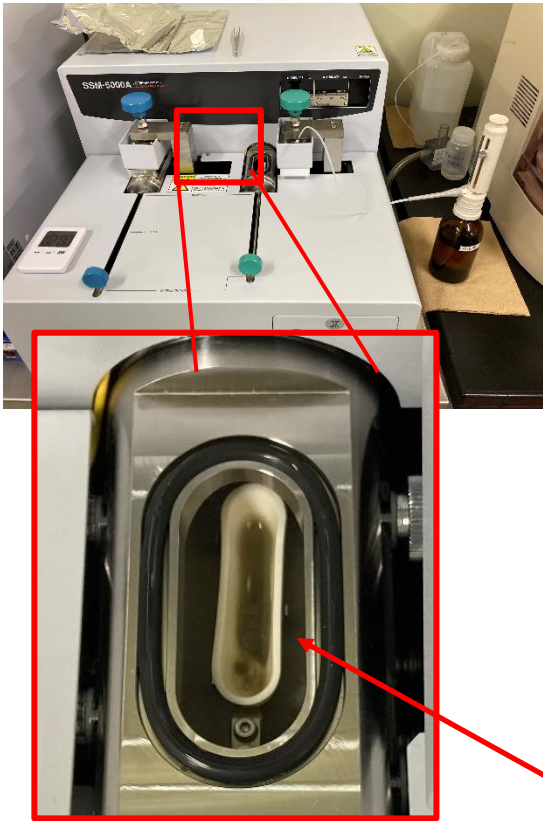
各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

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 <sub>2</sub> 固定量評価手法の開発	従来評価手法の適用限界の把握	・TG、湿式分析の大容量化による固定量評価に着手した。（補足-1～5） ・日本コンクリート工学会内の委員会を介して他コンソーシアムと連携し、JIS原案を修正した。別手法の追加検討に着手した。ISO原案を作成した。	○：JIS原案に反映。 ISO総会にて提案。
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	・CPコンクリート用骨材（原材料、非炭酸化）を使ったコンクリートの諸物性データを継続取得（補足-6）。炭酸化させたCPコンクリート用骨材を開発項目1から入手し、CO2固定量評価、改善が必要な点等をフィードバックした。	○：CO2固定による骨材性能向上効果を把握。
3 LCA(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	・CO2固定、現場施工時に汲み上げる環境負荷因子、測定時期を研究開発項目1のチームとともに検討し、計画化した。開発項目1で大規模な現場施工試験を行う際にデータ取得を行う。	○：実データ取得方法検討、計画策定
4 LCC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	・LCAと同様に現場施工時に汲み上げるコスト因子、評価時期を研究開発項目1のチームとともに検討し、計画化した。開発項目1で大規模な現場施工試験を行う際にデータ取得を行う。	○：実データ取得方法検討、計画策定
5 LCCO <sub>2</sub> , 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	CPコンクリートを対象とした多目的最適解導出手法の適用と改良	・前回提示した評価項目の概念を基に開発項目1が設置するCP資材製造工場で各プロセスにおける環境負荷量、コストを評価することとして調整した。（補足-7）	○：計画に沿って進捗。



補足-1 実施項目1 CO<sub>2</sub>固定量評価手法の開発：酸分解/熱分解-赤外線吸収法（TOC計）

酸分解型



試料にリン酸を添加  
\* 溶かすためにノウハウ必要

	酸分解型	熱分解型
長所	無機炭素のみが測定可(有機炭素は酸で分解しないため)	過小評価になり難い(全ての無機炭素が熱分解によりガス化されるため)
短所	過小評価となる場合がある(サンプルの溶け残りがある場合、全ての無機炭素を測定できない可能性があるため)	過大評価になる可能性有(有機物が含まれるサンプルの場合、有機炭素を無機炭素として検出する可能性があるため)

熱分解型

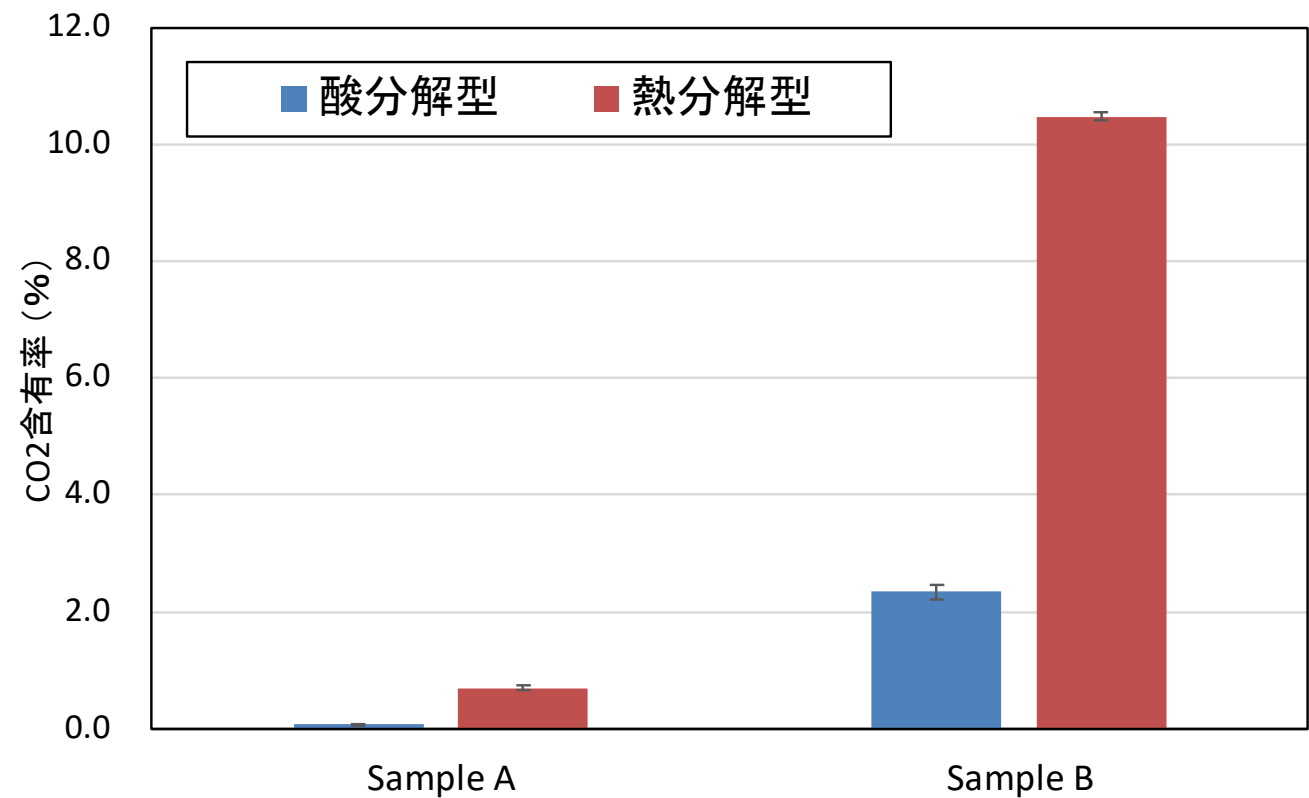


※セメント水和物(C-S-H)が炭酸化するとSiゲル化した状態でCaCO<sub>3</sub>を覆うため、酸分解しづらくなる、と懸念  
→試料調整(粉碎)方法に関する検討が必要



補足-2 実施項目1 CO<sub>2</sub>固定量評価手法の開発：酸分解/熱分解-赤外線吸収法（TOC計）

TOCの測定結果



Sample A: コンクリート(骨材: 花崗岩)  
Sample B: コンクリート(骨材: 花崗岩+石灰石)

サンプルによらずCO<sub>2</sub>含有率は熱分解型>酸分解型となった。  
酸分解型TOCによるCO<sub>2</sub>含有率が熱分解型TOCに比べて低い値を示したのは、  
酸添加時にサンプルの溶け残りが生じ、全ての無機炭素が分解しなかったことが原因と考えられる

補足-3 実施項目1 供用中のCO2固定量評価・推定手法の開発

概要：供用中のCARBON POOLコンクリートの固定量を評価するために、様々な環境下での固定量の変化に関してモニタリングを行い、従来コンクリートとの比較を行う。



- A工場で実施した舗装用CARBON POOLコンクリートの試験施工（2024年6月）において、施工後のコンクリートを一部切り出し、電力中央研究所我孫子地区に運搬した。
- 曝露地点において、所定のタイミングでコア採取を行い、CO<sub>2</sub>固定量を測定する。併せて、気温・降水量・日射量等の計測を行う。
- 本施工直前の試験施工にて、曝露試験用のコンクリートを作製する予定。

曝露地点の候補（検討・交渉中）

地点	気温	屋内／屋外	海岸／内陸
千葉県	平均的	屋内／屋外	内陸
神奈川県	平均的	屋外のみ	海岸
滋賀県	平均的	屋外のみ	内陸

## 2. 研究開発計画／（3）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 <sub>2</sub> 固定量 評価手法の開発	従来評価手法の適用限界の把握	CPコンクリート／CPコンクリート用材料製造後に大気中から緩慢に固定化される炭素を定量評価する手法の確立	CPコンクリート／CPコンクリート用材料の配合／製造条件を変えた試料の吸収ポテンシャルを実験的に評価し、データベース化を図り、検討を進めることで解決する。
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	CPコンクリート用材料を用いた建築／土木用コンクリートの適用範囲の見極めとCPコンクリート用材料の製造方法の改良	高炉スラグ微粉末等の混和材を併用することで適用範囲を拡張可能と見込む。CPコンクリート用材料の製造方法の改良は開発項目1と連携することで対応する。
3 LCA(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	CPコンクリート／CPコンクリート用材料の性状と施工時の諸工程における環境負荷因子の把握	現場施工を対象として開発項目1と連携して検討を進めることで解決する。
4 LCC 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	CPコンクリート／CPコンクリート用材料の性状と施工時ならびに維持管理時のコストの把握	現場施工を対象として開発項目1と連携して検討を進めることで解決する。
5 LCCO <sub>2</sub> , 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	CPコンクリートを対象とした多目的最適解導出手法の適用と改良	LCCO <sub>2</sub> 、LCA、LCCの重みづけ、これら以外の価値の設定	現場施工で得られるデータ、発注者へのヒアリング等を開発項目1と連携して実施、検討することで解決する。



## 2. 研究開発計画／(3) 研究開発内容 参考資料

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・LCA・LCC統合評価設計システムの構築」

#### 研究開発内容①「CO<sub>2</sub>固定量評価手法の開発」

※緑文字はCO<sub>2</sub>固定量評価対象

$$\text{LCCO}_2 = \sum_i \text{CO}_2 \text{排出量} - \sum_i \text{CO}_2 \text{固定量}$$

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<sub>2</sub>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

#### 【課題1】CO<sub>2</sub>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



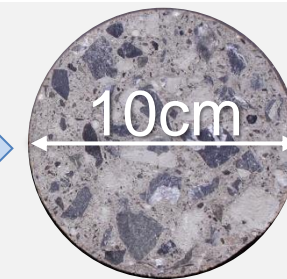
大気中の炭素同位体比  $^{12}\text{C}:^{13}\text{C}:^{14}\text{C} = \text{約}1:10^{-2}:10^{-12}$   
石灰石には炭素同位体 $^{14}\text{C}$ は、ほぼ含まれない

#### 【課題2】実構造物スケールのCO<sub>2</sub>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

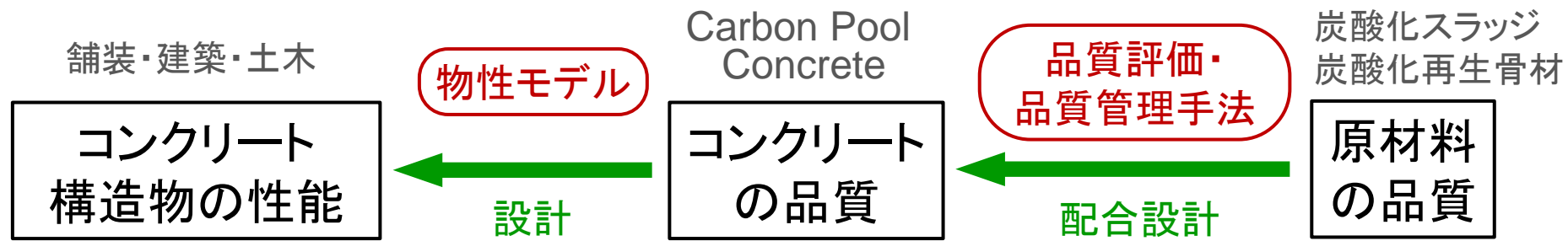
#### 【課題3】供用中のCO<sub>2</sub>固定量評価手法の開発

【検討3-1】フィールド調査における供用中CO<sub>2</sub>固定量のモニタリングデータの取得

【検討3-2】CO<sub>2</sub>固定量推定技術の開発とLCCO<sub>2</sub>評価モデルの構築

## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容 参考資料

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・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」



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

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

CO<sub>2</sub>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な物性モデルの開発

- 【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



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



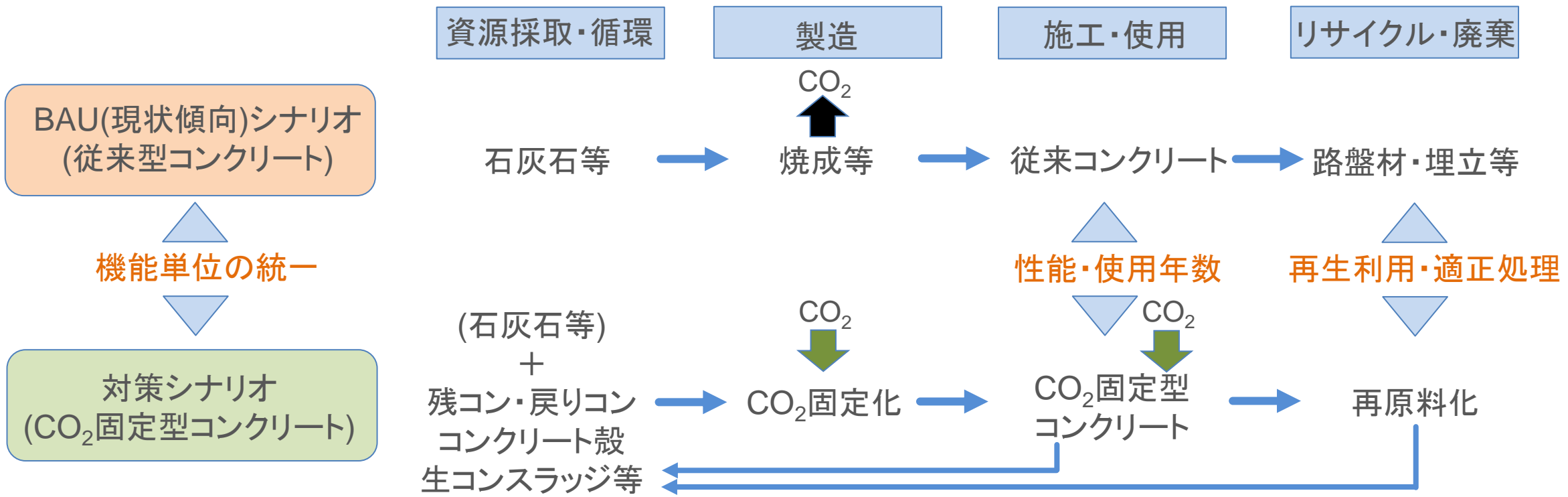


2. 研究開発計画／ (3) 研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「**LCCO<sub>2</sub>・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<sub>2</sub>固定型コンクリートのCO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>固定型コンクリートのCO<sub>2</sub>固定化量、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／(3) 研究開発内容 参考資料

【研究開発項目2】「**LCCO<sub>2</sub>・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**」



## 2. 研究開発計画／（3）研究開発内容 参考資料

### 【研究開発項目2】「**LCCO<sub>2</sub>・LCA・LCC統合評価設計システムの構築**」 研究開発内容⑤「**LCCO<sub>2</sub>・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な**LCCO<sub>2</sub>・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<sub>2</sub>固定化と  
コンクリート製造



**広く社会実装できるCO<sub>2</sub>固定型コンクリート  
(Carbon Pool Concrete) の実現 と社会実装**

多量のストックを有する  
舗装コンクリートへの実装



**社会実装シナリオの提示**

**LCCO<sub>2</sub>・LCA・LCC統合評価設計システムの構築**

**LCCO<sub>2</sub>**  
評価手法  
の開発

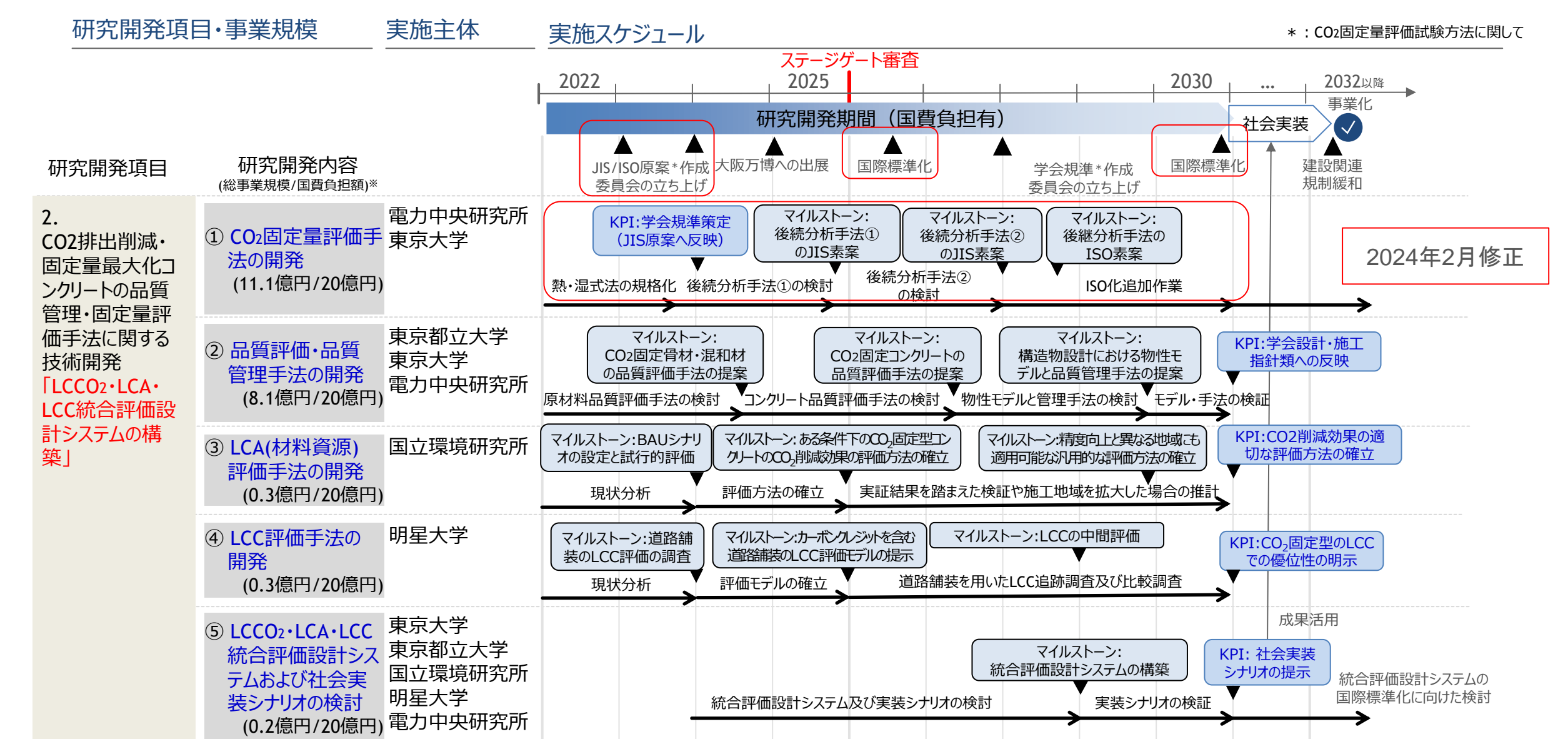
**品質**評価・  
**品質**管理  
手法の開発

**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／（4）実施スケジュール

【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・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

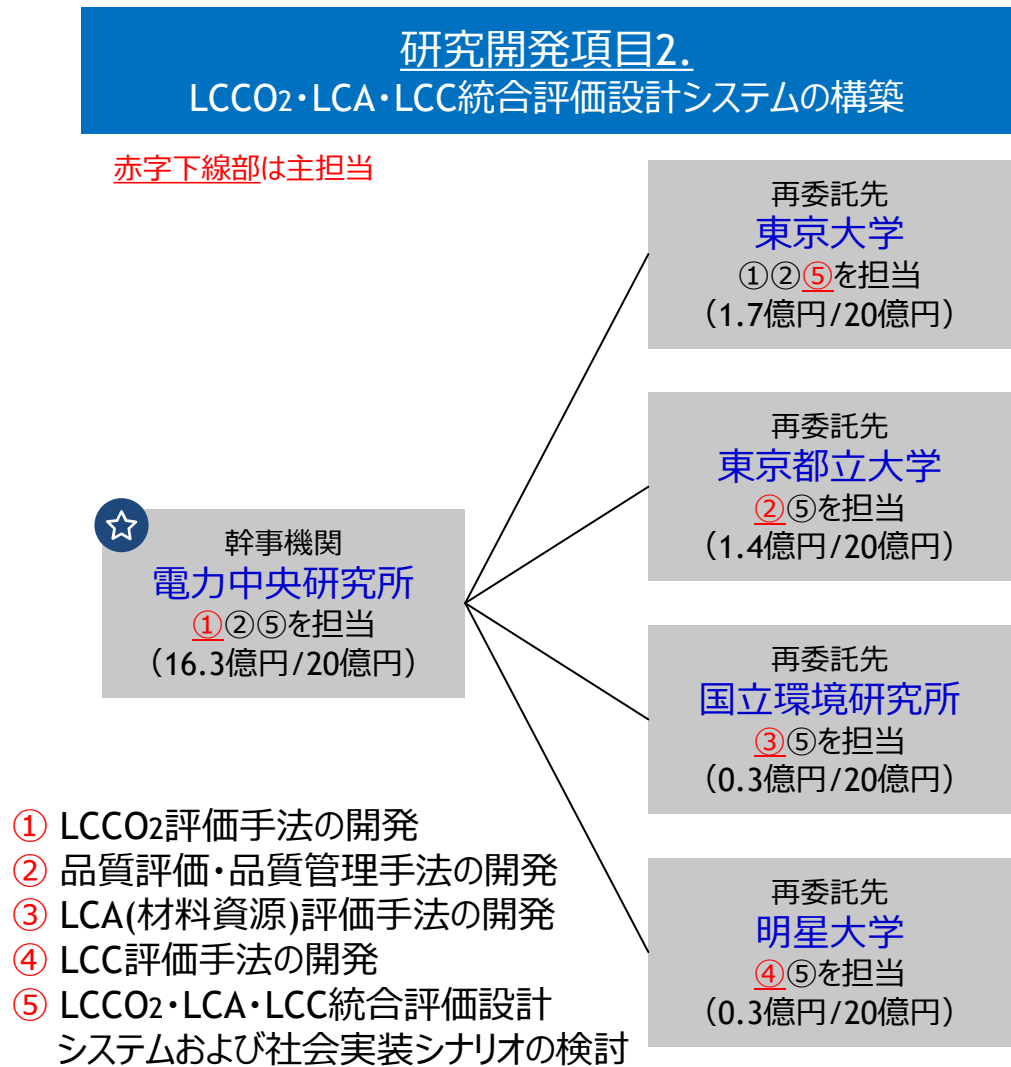


## 2. 研究開発計画／（5）研究開発体制

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・LCA・LCC総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



#### 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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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／（6）技術的優位性

### 【研究開発項目2】「LCCO<sub>2</sub>・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. CO <sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> ・LCA・ LCC統合評価設 計システムの構築」	① LCCO <sub>2</sub> 評価 手法の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>熱分析試験によるCaCO<sub>3</sub>の定量評価技術(電中研・東京大)</li><li>質量分析による脱炭酸温度の評価技術(電中研)</li><li>炭素<sup>13</sup>C等の同位体分析技術(電中研)</li><li>コンクリートの炭酸化進展解析技術(東京大)</li><li>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）</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>多種多様な試料の測定実績豊富</li><li>同位体分析ノウハウを保有</li><li>より汎用性の高い物理モデル解析を保有</li><li>JIS化に向けた円滑な検討が可能</li><li>評価技術の複雑化の恐れがある</li></ul>
	② 品質評価・ 品質管理 手法の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>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)</li><li>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)</li><li>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</li><li>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)</li><li>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)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>各種試験の内製化による効率的実施が可能</li><li>品質管理手法の円滑な実証が可能</li><li>JIS化に向けた円滑な検討が可能</li><li>学会規準化に向けた円滑な検討が可能</li><li>研究開発項目1の検討進捗に左右される</li></ul>
	③ LCA（材料 資源）評価 手法の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>CO<sub>2</sub>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)</li><li>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)</li><li>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)</li><li>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)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>実験に基づく拡張推計に実績を有する</li><li>学術的に認められた方法での評価が可能</li><li>最新の国際動向を踏まえた評価が可能</li><li>他の対策を俯瞰しながら適切に評価が可能</li></ul>
	④ LCC評価 手法の開発	<ul style="list-style-type: none"><li>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）</li><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>継続的なLCCのデータ収集及び分析が可能</li><li>研究開発項目1の検討進捗に左右される</li></ul>
	⑤ LCCO <sub>2</sub> ・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	<ul style="list-style-type: none"><li>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)</li><li>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)</li><li>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)</li><li>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)</li><li>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)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>国際標準化に向けた円滑な検討が可能</li><li>設計・施工指針化に向けた円滑な検討が可能</li><li>社会実装実績に基づく効率的な検討が可能</li><li>関連業界の動向・ニーズの獲得と反映が可能</li><li>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</li></ul>

\*:一般社団法人 生コン・残コンソリューション技術研究会

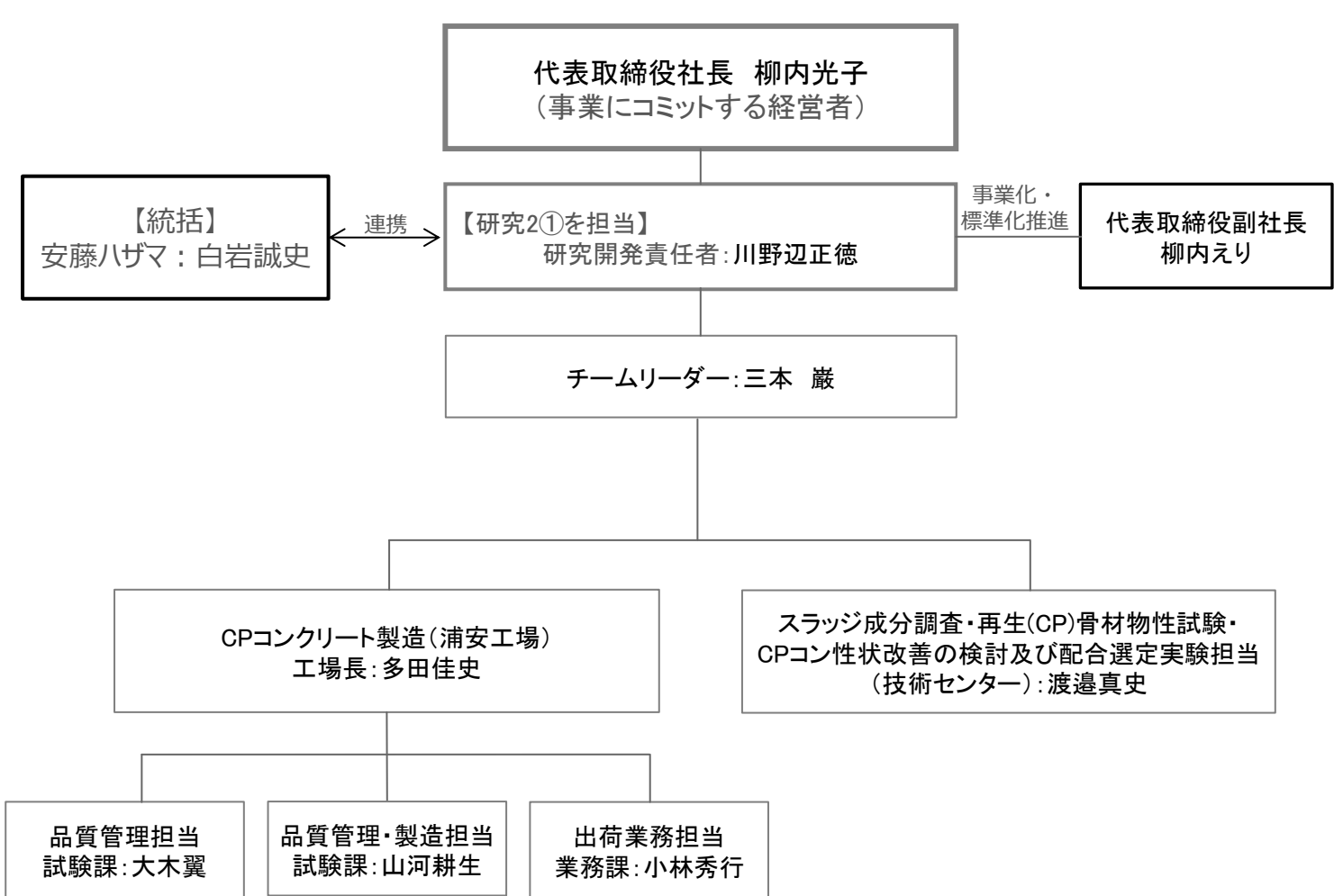
# 3. イノベーション推進体制

(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

#### 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
    - 取締役 技術センター長兼生産管理部技術担当
    - 川野辺正徳：研究2①を担当
  - チームリーダー
    - 技術センター長代理 三本 巖
  - 担当
    - スラッジの成分調査・再生(CP)骨材物性試験・CPコン性状改善の検討:技術センター
    - コンクリート配合選定実験：技術センター・工場
    - 戻りコンクリートの発生数量調査：生産管理部
    - CPコンクリート製造：浦安工場への適用を仮想定※  
(東京ディズニーランド等への使用を想定)
- ※実証先、設備規模、既存プラント設備との取り合わせによっては他工場での適用の可能性あり

#### 部門（会社）間の連携方法

- 研究開発責任者は、会社（研究項目）間で1カ月に1回程度の進捗報告会を行い、連携を図る。
- 研究開発項目1・2の委託先および再委託先の経営者および研究開発責任者は、四半期に1回程度、戦略会議を開催し、社会実装に向けた戦略を検討・共有する。
- 研究開発責任者は、経営者へ3カ月に1回程度の進捗報告を行う。
- チームリーダーは、各部門と3カ月に1回または、必要に応じて進捗報告会を行い、連携を図る。

### 3. イノベーション推進体制／（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

## 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
  - 当社は、関東地方の湾岸エリアに複数の生コン工場を配しており、これまでに大手ゼネコンの低炭素型コンクリートの施工に数多く対応してきており、経営思想の根幹である「人と地球環境との調和」を念頭に、カーボンニュートラルの先駆けとなる製品も継続的に供給している。業界が抱える重要課題のひとつである残コン・戻りコンへの関心も高く、見学会の開催等により、業界の実情を世間に広める啓蒙活動も行っている。
  - 本プロジェクトにおいて、CPコンクリート事業に係る研究に対して協力させていただく機会を授かった。当社の経営思想にも合致するテーマであり、首都圏でも有数の生コン出荷数量を誇る企業として、この課題の解決に貢献する責務があると判断している。これまでに培った、施工者、有識者との繋がりを確保しながら、CPコンクリートの開発に寄与できるよう、当社の設備、人員を充てる決意である。

### 事業の継続性確保の取組

- 事業の継続性確保について
  - 当社は、直系工場と関連会社の工場を合わせて16の製造工場を配しており、様々なエリアの生コン需要に対して、多様な製造設備の特徴を活かしながら製品を供給している。
  - 1社1工場が主流な生コン業界において、当社は複数工場を有する強みを最大限に生かすことで、事業の継続性確保に努める。
- 役員会議等で本開発事業の進捗状況の周知を図り、様々な理由により経営層や当該事業の担当が交代する場合の対策を図る。

### ● 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)生コンスラッグからの混和材生産 (2)再生・回収・粒状化骨材へのCO<sub>2</sub>固定化 (3)CPコンクリート製造工程

【CPコンクリートの設計・施工技術開発】

(1)舗装用CPコンクリート (2)建築室内用CPコンクリート (3)一般用CPコンクリート

【総合評価設計システム】

(1)CO<sub>2</sub>固定量 (2)品質 (3)LCA (4)LCC

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

委託先および再委託先の経営者と、四半期に1回程度、戦略会議を開催し、社会実装に向けた戦略を検討する。

- 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。

### 3. イノベーション推進体制／（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

## 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

#### 役員会議での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
  - 当社は、首都圏の湾岸エリアを拠点とする工場を配することから、低炭素型コンクリートの主要材料である高炉スラグ微粉末を、隣接する製鉄所から複数種類受け入れ、コンクリートの配合検討および実出荷を行ってきた経緯がある。これまでの品質管理の実績と恵まれた立地条件を今後も最大限活用し、カーボンニュートラルの実現に向けたCPコンクリートの研究開発に積極的に取り組む方針である。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - 本開発案件は、当社の中長期の経営計画として位置付けることとし、8月に実施された取締役会において決議をとり、当該案件は2022～2030年度に至るまでコンソーシアム企業の一員として全社的に取り組んでいくことが決議された。
  - 本開発案件の担当者は、研究開発責任者からの進捗状況などを受けて、役員会議などの場において周知、検討を行っており、事業環境の変化等に応じて適宜見直しを行う。
  - 担当者は、本開発案件について決議された内容を、社内の関連部署や関連会社に広く周知する。

#### ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - 当社工場が加盟している生コンクリート協同組合に対して、開示可能な範囲で本開発案件の概要を説明し、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し、理解を求める。
  - ユーザーである施工者に対しても本開発案件の内容を紹介し、試験施工や実出荷を見据えた具体的な議論に進展するような動機づけを行う。
- 関連学協会での発表
  - 本開発案件を進めるうえで得られた知見は、土木学会、建築学会およびコンクリート工学会等の年次大会の場で発表することを目標とし、首都圏で実装可能なCPコンクリートの技術動向として、全国に情報を発信する。
- 生コン技術大会や業界紙での発表
  - 本開発案件の技術動向をコンクリートの製造分野に特化して公開することにより、CPコンクリート事業の重要性を広く発信するとともに、他社の製造メーカーからの助言やアイデアを得る場として活用する。
- 教育機関への発信
  - 本開発案件の内容を、共同研究や委託実験をともに実施している大学へ紹介することにより、CPコンクリート事業に関連した研究を新たなテーマとして設定するきっかけをつくる。これを発端として、産学が連携してカーボンニュートラルに対して取り組む土台を構築する。



### 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

- CPコンクリートの製造にあたる人材の確保
  - － CPコンクリートは、セメント系材料が硬化、あるいは硬化段階にある状態の材料を使用することが想定され、貯蔵段階における物理的な固化や化学的な癒着固化が起こる恐れがある。当該材料の貯蔵にあたっては、既存の材料である回収細骨材や高炉スラグ細骨材を貯蔵する際の固化防止のノウハウを活用できる可能性がある。また、CPコンクリートの研究開発において多様な実験水準に対応すべく、貯蔵サイロを介さず、製造プラントの貯蔵ビンに直結輸送可能な補助ホッパを有することが望ましいと考えられる。したがって、これらの設備を有する生コン工場に勤務し、回収骨材等を使用したコンクリートの品質管理の経験があり、さらに、製造設備の維持管理にも精通した人材を配置することが適切であると考えられる。
- 情報の共有と技術的サポート
  - － CPコンクリートの研究開発を行う占有プラントのみならず、カーボンニュートラルに関連した出荷要請に関する情報を当社グループの他工場からも入手し、将来的な事業展開も視野に入れた効率的な研究開発体制の実現を目指す。また、実験データの精査にあたっては、技術センターが全面的にサポートし、実装可能な技術の確立に向けて、グループ全体で取り組んでいく。

#### 教育の継続

- 教育機関や関連学協会との連携
  - － 研究開発において、最新の技術動向に目を向けることは極めて重要であり、ある知見がブレイクスルーとなる可能性もある。当社では、技術センターを中心に、教育機関との共同実験や関連学協会からの委託実験を実施する機会があり、今後も実験および学会発表を継続的に行うことにより、最新の技術動向に触れることのできる環境を維持していく。特に、カーボンニュートラルに関連した共同研究や委託実験に関しては、本プロジェクトの進行に影響のない範囲で積極的に取り組む方針とする。
- 人材の育成
  - － 当社では、コンクリート技士・主任技士受験のための社内講習会を継続的に実施しており、コンクリート主任技士試験の小論文対策に力を注いでいる。昨今は、持続可能な社会の構築に向けたカーボンニュートラルの具体的な技術動向について、学会誌や業界新聞の記事等を文献として紹介している。コンクリート工学におけるカーボンニュートラルへの関心を持ってもらうことが、CPコンクリート事業を担う次世代の人材の確保に結びつくものと信じ、今後も若手の育成に尽力する。
  - － コンクリートに特化した教育は、当社の社員のみならず、共同実験を共に行う学部生や大学院生、インターンシップで当社を訪れる学生にも、その対象を広げる価値はあると考えており、業界全体の利益を見据えた長期的な教育計画を検討している。

## 4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

【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

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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none"><li>想定した開発手法において成果が認められない</li><li>CPコンクリートの検証・評価が十分に行えない（材料に想定のコ<sub>2</sub>が固定できないなど） 対応⇒原因の究明と手法の見直し</li><li>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）</li><li>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</li><li>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</li><li>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</li><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>社会情勢変化により目標とするCO<sub>2</sub>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</li><li>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</li><li>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</li><li>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</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>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</li><li>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</li></ul>



● 事業中止の判断基準

- 以下のように事業を中止する場合は、委託先および再委託先の経営者層が参加する戦略委員会で検討し、経営者会議で決定する。
- ・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

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

【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

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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none"><li>コンクリート材料中での炭素の存在形態の複雑さ、ならびに分析時の試料調整に繊細さが必要になった場合、評価技術が複雑化する懸念あり。 ⇒全コンソーシアム間で簡略化する／できる程度を協議、合意形成を図り規格化に動く。</li><li>CPコンクリート用材料を建築・土木用コンクリートに利用する際の適用可能範囲の評価と提案、LCA評価、LCC評価の成果創出時期が遅れる可能性あり。 ⇒研究開発項目1との連携を密に取る。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>欧州勢等が関連技術のISOを先んじて行い、日本勢がその規格に従う可能性もある。 ⇒日本国内での学会活動の加速とISO等海外規格の動向に関する情報の入手に心がける。これらの情報の入手に努力する。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>研究開発責任者が離脱した場合の対応 ⇒次期研究開発責任者を据え、迅速な引継ぎに備える。</li><li>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。</li><li>共同実施者などの倒産対応 ⇒委託先、外注先の状況の把握に努める。 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。</li></ul>



- 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
  - ・共同実施者が倒産し、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