

産業構造審議会 グリーンイノベーション部会
エネルギー構造転換分野WG 説明資料



提案プロジェクト

CO₂回収型セメント製造プロセスの開発 製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証

提案者： 太平洋セメント株式会社（幹事企業）
代表取締役副社長 朝倉 秀明

2024年10月18日

太平洋セメント株式会社

セメント産業を取り巻く事業環境（脱炭素化）

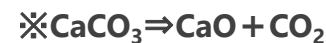
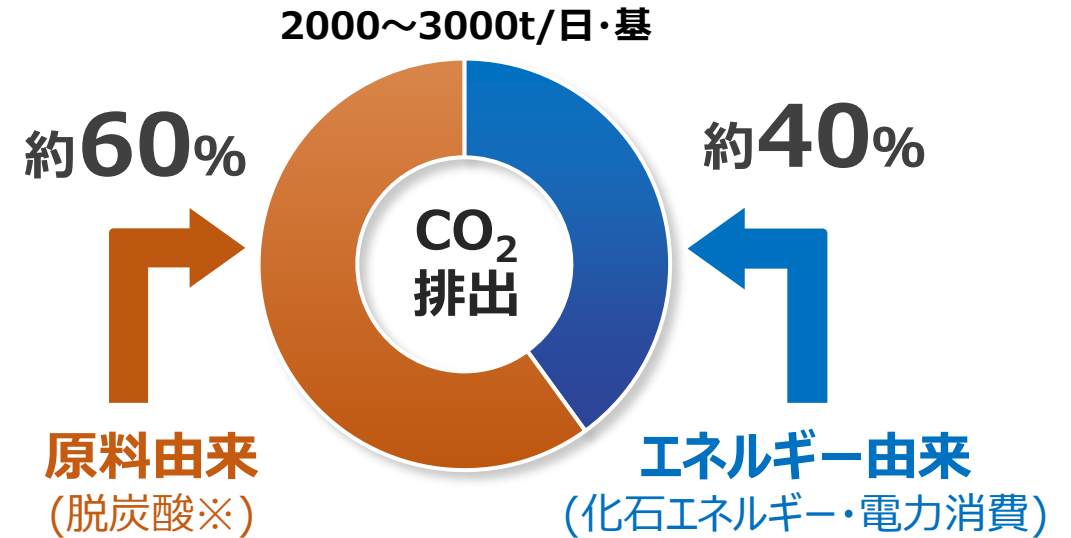
世界規模の脱炭素の潮流で、セメント産業もCCUS等も含めた脱炭素が求められる。

（背景・課題）

- 石灰石(CaCO_3)などの焼成工程で排出する原料由来の CO_2 は削減が困難。 CO_2 を回収して利用もしくは貯留する技術(CCUS)が必須。
- 競争力のある効率的な CO_2 回収技術や、回収 CO_2 を固定化・利用していくための技術、システムを確立していく必要がある。
- 開発技術はセメント工場への早期社会実装が求められる。



全世界に工場が分布するセメント産業では、地球規模でCCUS技術・システム導入という巨大ビジネスが生まれる



I. 太平洋セメントグループのありたい姿

【経営理念】

太平洋セメントグループは、
持続可能な地球の未来を拓く先導役をめざし、
経済の発展のみならず、環境への配慮、
社会への貢献とも調和した事業活動を行います。

【2050年のありたい姿】

- ・グループの総合力とカーボンニュートラル（CN）をはじめとする革新的技術を全世界に展開する。
- ・世界のセメント産業のリーダーとなる。
- ・人々の安全・安心な脱炭素・循環型社会を支える企業グループになる。

【太平洋ビジョン2030】

- ・環太平洋においてグループの総合力を活かしプレゼンスを拡大する。
- ・カーボンニュートラル実現とサーキュラーエコノミー実現に貢献する。
- ・持続的に成長する強靱な企業グループとなる。

カーボンニュートラル戦略 ロードマップ

2050年サプライチェーン全体でのCN実現を目指した取組み

排出原単位20%以上削減 (2000年比)

Carbon Neutral

2024

2026

2030

2050

Carbon Neutral 対策

革新技術開発

既存技術：
CO₂低減

既存技術：
CO₂吸収

CNモデル事業

激甚災害対策

革新的アプローチ

～世界をリードする技術開発～

漸進的アプローチ

～既存技術の深化&新技術の横展開～

即効性アプローチ

～既存技術最大活用～

- 混合セメントへのシフト加速
- 混合材調達体制整備
- 化石燃料の代替促進

- 混合セメント新規格化 (利用拡大)
- ガス焼成 (メタン,水素等)
- 低CO₂セメント (CARBOFIX®)
- 新型粉砕助剤の開発
- CO₂固定 (カーボキャッチ®)

- CO₂回収 (C2SPキルン®)
- CCU (メタネーション等)
- CCS (精製・出荷技術)

屋久島町のゼロカーボン
アイランド構想への協力

デイ・シイCNモデル工場化の推進

保有技術の適用、新技術開発

例) 地盤改良材、世界最高強度コンクリート等

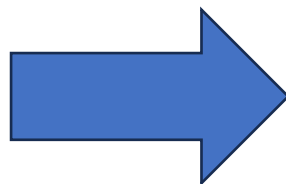
国内外の当社およびグループ企業拠点エリアにおけるカーボンニュートラル構想への参画

CNモデル工場構想（株式会社デイ・シイ 川崎工場）

GI基金事業等で開発した各種革新技術
の実機への導入検討



革新的セメント製造プロセス
(C2SPキルン® 実験機、山口県)



技術開発の背景

【従来技術】化学吸収法による排ガスCO₂回収技術

- 燃焼ガスのCO₂回収技術として広く技術開発、適用が推進されている。
- 既存プロセスへの影響を抑えて導入可能。
- **高濃度CO₂（99%以上）を回収**。化学吸収法は、大規模な回収（数千t-CO₂/日）には相応の施設規模が必要にて、セメント工場には普及困難（設置余裕がない）。



Leilac実証試験設備

【競合技術】Leilac(間接加熱による石灰石脱炭酸)

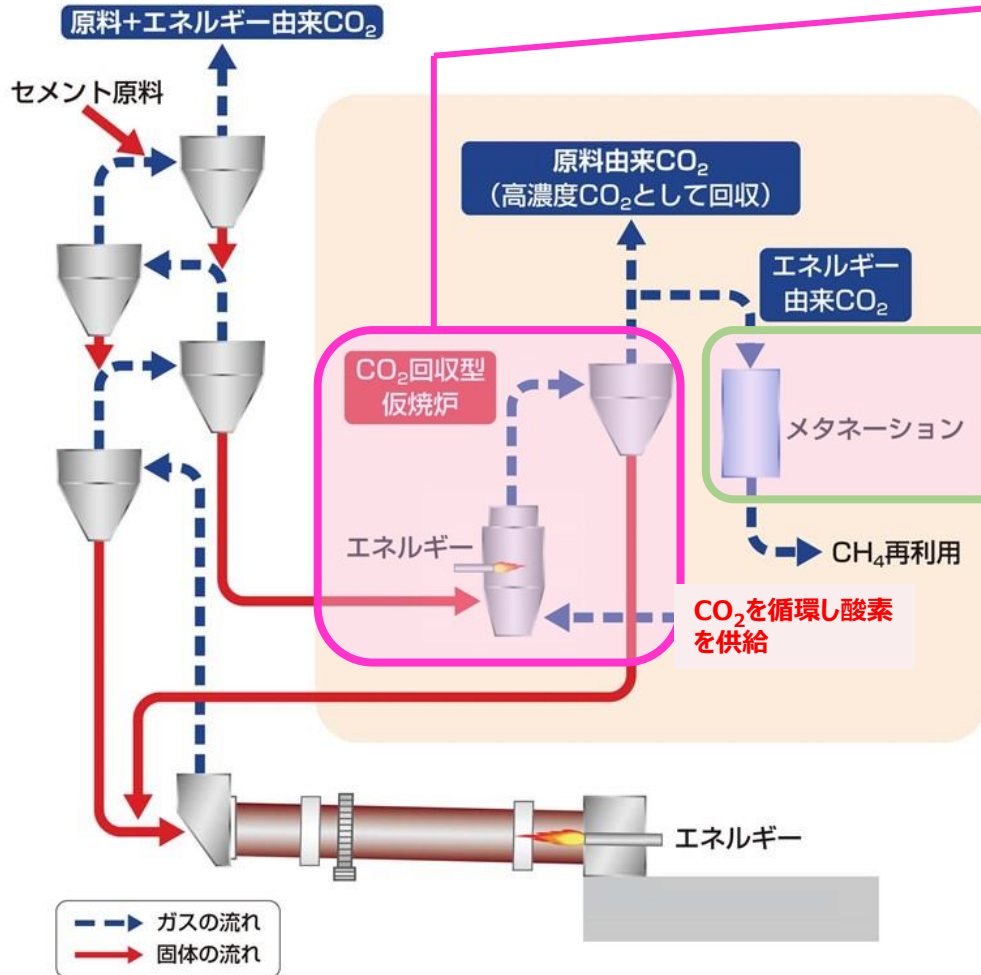
- 特殊な鋼製容器を介して、間接的に石灰石を約1000℃に加熱することにより、高純度のCO₂ガスを得る方式ながら高コスト。
- 大型化も反応装置の並列設置であることから制約あり。
- セメントキルンとも分離しており廃棄物焼成が困難。

ホームページ <https://www.leilac.com/>



設備サイズ：600m²、25mH
化学吸収法によるCO₂回収
実証設備（能力：10t/日）

『CO₂回収型セメント製造プロセス（C2SPキルン®）』の特長



原料由来CO₂をコンパクトで低コストな設備で直接回収

- 仮焼炉で発生するCO₂を直接、高濃度で回収するコンパクトな技術
- 生産能力に応じた設計が可能、スケールアップも容易
- **耐熱性の高い特殊鋼材（汎用的な部材）を必要としない低コストなシステム**

- 施設設置に必要な敷地面積も比較的少ない

従来型NSPキルンの利点は継承したプロセス

- NSPキルンの高い熱交換性能は維持。廃棄物焼成も可能

セメントプロセスのエネルギー源としてのメタネーション活用

- 回収CO₂（エネルギー由来）をメタンに転換し（メタネーション化）、**キルン・仮焼炉で再利用**

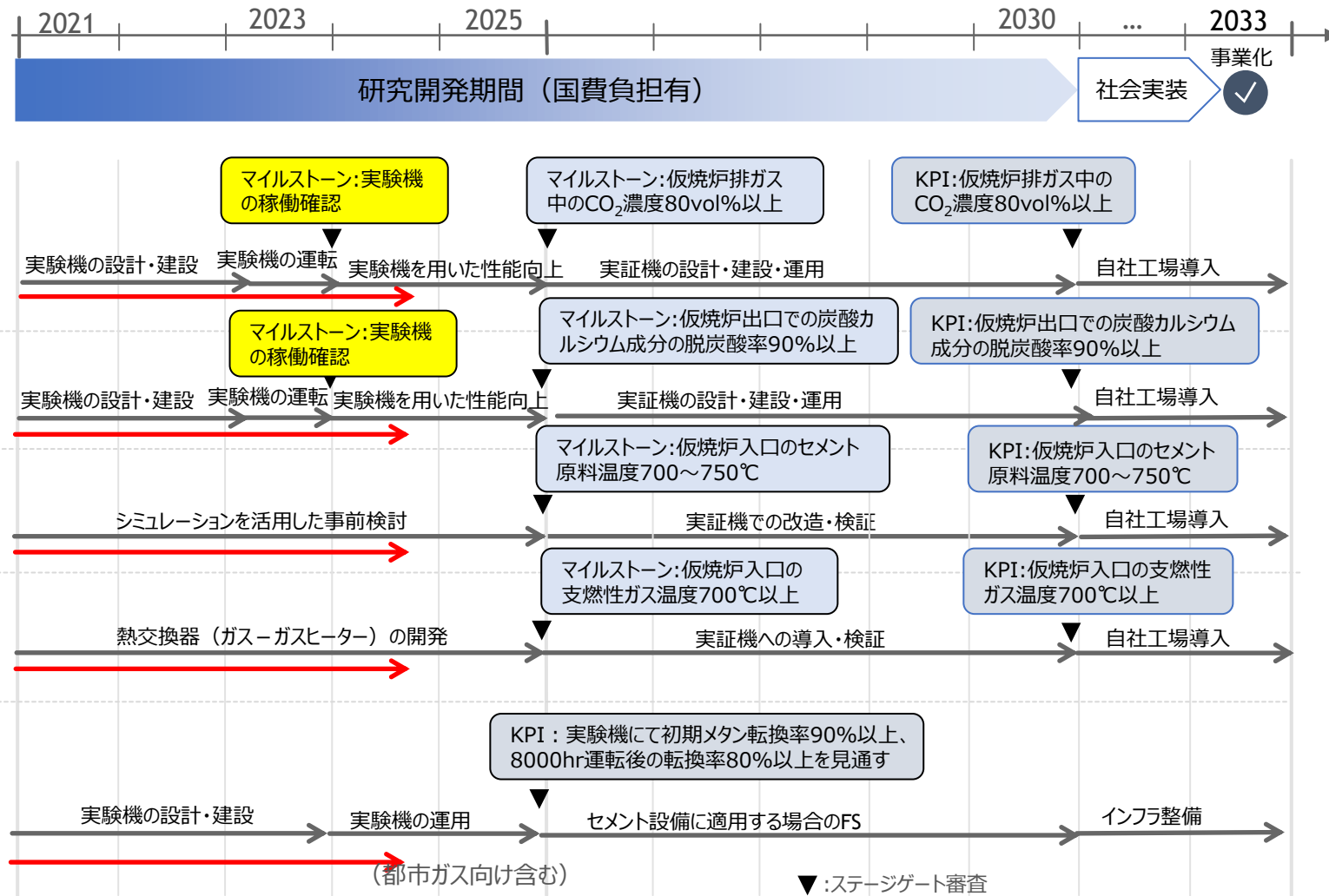
2021-2025年度 実験機（0.2t/h）実証
2026-2030年度 実機実証

プロジェクト進捗状況

研究開発項目・事業規模

実施主体

実施スケジュール



2023年度のステージゲート目標を達成し、審査を通過。2024年度から助成事業に移行

事業戦略 / 標準化戦略・技術開発戦略

事業環境の大きな変化が見込まれるセメント産業では、従来技術以上に確度のある**重層的な戦略**が必要となる。

(1) 標準化戦略

開発段階より、ハード／ソフトの両面からのJIS/ISO等**規格類の整備で優位な事業環境を創出する「標準化」戦略**を採用。セメント業界におけるCCUS関連標準化検討を目的に、セメント製造時のCO₂排出量算定方法の策定を目指し、準備活動開始。

(2) 開発技術の競争優位性・信頼性

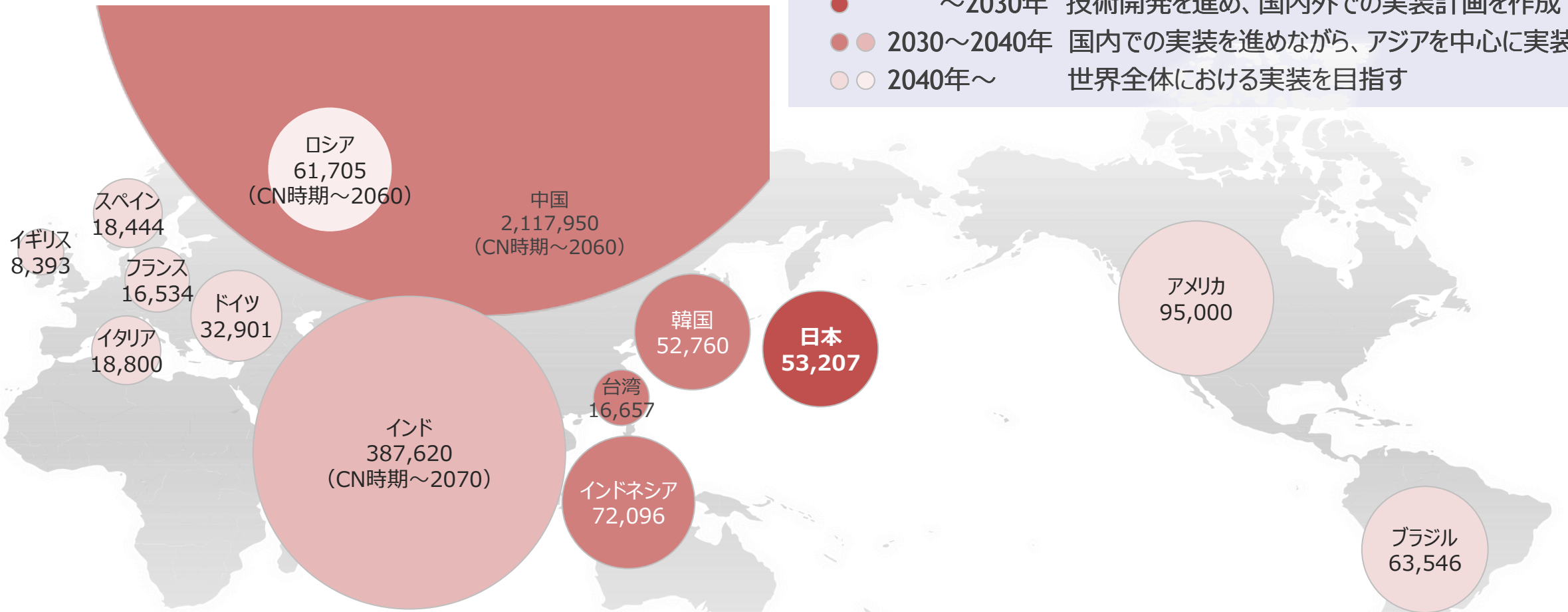
競合技術を性能・コストで上回る技術を完成させるべく海外技術情報収集活動の活発化
自社グループ工場への設置推進と実績の対外アピールとして「CNモデル構造構想」の検討推進
特許網の構築と差別化に向けて積極的な出願（知的財産会議開催）

事業戦略 / 市場のセグメント・ターゲット

セメント市場のセグメンテーション (単位: 千トン CN時期2050年)

社会実装の目標時期

- ~2030年 技術開発を進め、国内外での実装計画を作成
- 2030~2040年 国内での実装を進めながら、アジアを中心に実装
- 2040年~ 世界全体における実装を目指す

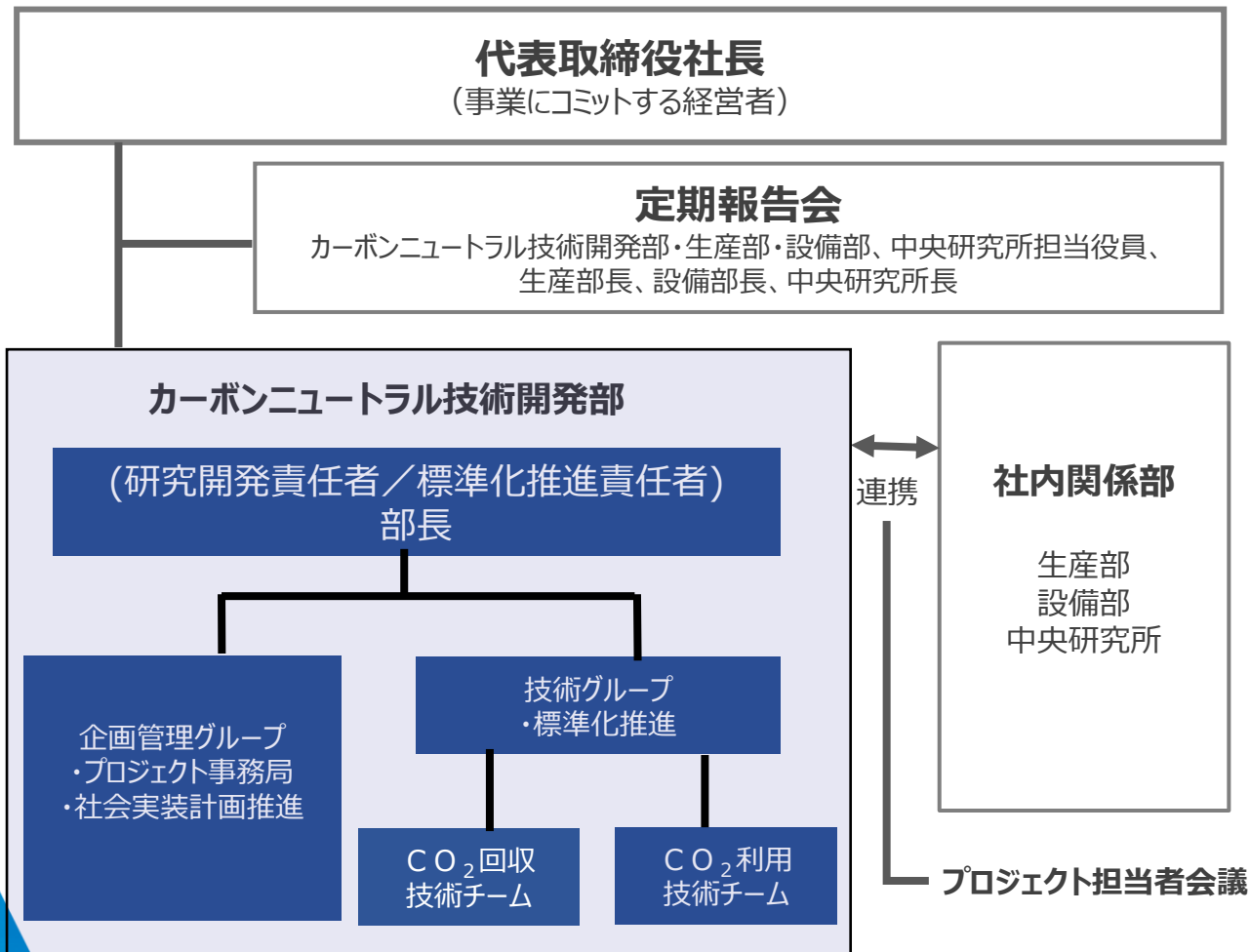


まずは日本国内での技術確立と実装を進める。国内実績・ノウハウをもって、まずは東アジア、東南アジアに展開し、随時欧州等に展開

事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に標準化戦略も含めたチーム編成を実施中

組織内体制図



研究開発責任者と担当部署

- **研究開発責任者 / 標準化推進責任者**
 - ↳カーボンニュートラル技術開発部長：プロジェクト統括
- **担当グループ** 技術開発統括、標準化推進担当
 - ↳CO₂回収技術チーム：CO₂回収技術開発実行部隊
 - ↳CO₂回収利用チーム：メタネーション技術開発実行部隊
- **企画管理グループ**：プロジェクト事務局
 - 関係部と協力した社会実装計画の推進

部門間の連携

- **定期報告会 (担当役員・部長クラス：約 1 回/3ヶ月)**
 - ↳進捗状況確認ならびに各種議題に関する討議を通じて、プロジェクト全体の方向性を管理。
- **プロジェクト担当者会議 (約 1 回/月)**
 - ↳カーボンニュートラル技術開発部、生産部、設備部、中央研究所などの関係部署にて実務的課題を検討。

経営のコミットメント

カーボンニュートラルに向けた経営戦略への位置づけ

2020年 温室効果ガス削減に向けた長期ビジョン公表

2021年 カーボンニュートラル技術開発プロジェクトチーム設立

「太平洋セメントカーボンニュートラル戦略2050」公表

2024年 カーボンニュートラル技術開発部へと体制強化

事業のモニタリング

取締役会議にてプロジェクト進捗状況の定期報告（2回/年）

各年度末に業務執行会議の場にて総合討議（1回/年）

社外取締役による実証試験設備見学会（1回）

ステークホルダーへの情報発信

統合報告書、プレスリリース等を活用

実証試験設備見学受入



2024年4月3日

NEDOグリーンイノベーション基金事業
CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト「CO₂回収型セメント製造プロセスの開発」
CO₂回収型セメント製造設備（C2SPキルン[®]）の実証試験を開始

太平洋セメント株式会社（本社：東京都文京区、代表取締役社長：田浦良文 以下、当社）は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）に採択された「グリーンイノベーション基金事業／製造プロセスにおけるCO₂回収技術の設計・実証」（以下、本事業）において、CO₂回収型セメント製造設備（C2SPキルン[®]）の開発に取り組んでいます。この度、本事業における技術開発のための主要設備である「CO₂回収型仮焼炉」の実証試験設備が完成し、2024年度からは助成事業として実証試験を開始しました。なお、本設備の完成を記念して、3月7日に竣工式を開催し、多数の関係者にご出席いただきました。

本事業では、セメント製造工程から発生するCO₂のうち、約70%が仮焼炉で発生することに着目し、従来の仮焼炉を「CO₂回収型仮焼炉」に置き換えることによりコンパクトな設備で効率よく高濃度CO₂を回収する技術開発や、回収CO₂を合成メタンに転換し、セメント製造時の熱エネルギー等に活用すべく、セメント製造プロセスに適したメタネーション技術開発に取り組んでおります。今後は実証試験設備を用いた実証試験段階に移行し、CO₂回収型セメント製造設備の技術開発およびセメント製造プロセスに適したメタネーション技術開発に取り組み、実機実装に向けて実証を進めてまいります。

<実証試験設備概要>

名称	CO ₂ 回収型セメント製造設備およびメタネーション設備
設置場所	山口県山陽小野田市（太平洋マテリアル株式会社小野田工場内）
能力	C2SPキルン [®] ：2.4トン-CO ₂ /日（クリンカ生産能力：5トン/日） メタネーション設備：300Nm ³ -メタン/日

<現時点での想定スケジュール>

- ①C2SPキルン[®]
- ・2023～2025年：太平洋マテリアル株式会社小野田工場内で実証試験実施。
- ・2026～2030年：カーボンニュートラルモデル工場とする構想である株式会社デイ・シイ川崎工場にて実機実証設備工事を実施。実機実証試験、技術開発完了。
- ・2031～2050年：株式会社デイ・シイ川崎工場にて実機稼働。以降、順次当社グループ内へ展開。
- ②メタネーション設備
- ・2024～2025年：太平洋マテリアル株式会社小野田工場内で実証試験実施。
- ・2026～2030年：開発したメタネーション技術の実現可能性調査実施、技術開発完了。

セメント製造工程に適したカーボンリサイクル技術の開発は、セメント産業の将来につながる最重要課題であるとともに、当社の成長戦略と位置付けています。本事業などの革新的な技術開発により、2050年までにサプライチェーン全体としてのカーボンニュートラル実現に向けた取り組みをさらに加速させてまいります。

当社プレスリリース（2024.4.3）

ワーキンググループでのご意見(共通)

ご意見

コンクリート・セメント分野のカーボンニュートラルに向けた技術開発において、日本の現状の技術レベルは海外に対して優位にあり、本プロジェクトの目標値等も欧米に比べ野心的なレベルにあると考えられる。一方CO₂固定量やCO₂排出量の評価方法については、規格の提案など標準化に向けた動きが欧米で先行して始まっており、スタートアップが民間認証クレジットの導入や日本企業と連携したライセンス生産を開始するなど、海外企業による環境低減型コンクリートの市場導入に向けた動きも生まれている。このような状況下で優位性を確保していくためには、海外の標準化や市場導入の動きを注視し、我が国にとって不利にならぬよう、規格標準化や市場導入の推進を主導していくと同時に、必要に応じて国際協調も行いつつ、スピード感を持って本プロジェクトを推進することが重要である。

また、初期需要創出の観点から、官側からも積極的に新技術を採用していく道筋を示すべきと考える。国内では、公共事業が多く、行政の指導も及びやすいため、規制・制度との一体性や国土交通省との連携も意識しながら、公共調達等を通じて導入拡大を図っていくことが効果的と考えられる。海外への展開についても、アジア・エネルギー・トランジション・イニシアチブ(AETI)やアジアグリーン成長パートナーシップ閣僚会合(AGGPM)等の枠組みを活用しながら、適時・適切な動きをとっていくことも必要になる。

対応状況

ご指摘の点はそれぞれ技術開発・開発成果の普及に向けては重要な視座と認識し、特に、海外の競合技術の進捗、普及状況の継続的な情報収集の他、これらの取り組みと並行して、関連・周辺技術のJIS化、ISO化等、標準化戦略を今後の事業戦略の中心に位置づけ、これら複数の活動を有機的に複合化させながら推進してまいります。

ご指摘の点、特に海外への展開については、経済産業省様、NEDO様のご指導を仰ぎながら、CN関連の各イニシアチブ等との連携を推進させていただくことは、技術の幅広い普及に大きく貢献するものと期待しております。

ワーキンググループでのご意見(共通)

ご意見	対応状況
<p>ターゲットとする市場とそこで獲得を目指すシェア、それを達成するために必要な方策を明確にしていきたい。その一環としてルール形成も重要となるため、提案している技術の強み・比較優位性が、どのようなルールがあれば評価され、同業他社との間で自社の競争力を確保することにつながりうるか、その推進体制も含めて具体的に検討いただきたい。</p>	<p>本プロジェクトでは、技術そのものの標準化のみならず、この技術を適正に評価する意味でもCO₂回収量の標準化、あるいはシステムに付随する回収CO₂の利用方法についての標準化も重要なツールとして認識しており、プロジェクトチームを中心に全社的に取り組みを開始。今後、適宜、状況をご報告させていただきます。</p>
<p>将来にわたって回収可能なCO₂量を可視化することが、ファイナンスも含めた事業面の価値に繋がるため、事業を通じてのCO₂収支及びシステム全体のエネルギー収支等を把握しつつ、情報開示の観点も意識しながら開発を進めていただきたい。</p>	<p>本プロジェクト成功の重要な視座と認識しており、現在、プロジェクトの中で技術開発に並行して評価中にて、適宜、成果を開示するようまいります。</p>
<p>共同実施先や再委託先も含めると、参画する企業等が多く、通常は競争関係がある者も含まれるため、各実施者においてコンソーシアムを組んでいる利点を発揮する観点で、協調領域については、具体的な協調が進むよう、各社の経営者からトップダウンで指示いただきたい。また、コンソーシアム外への技術提供構造や、コンソーシアムに参加していない事業者等とも連携したオープンイノベーションの可能性も検討いただきたい。</p>	<p>今後の研究開発プロジェクトの進展状況に合わせて必要となるリソースも徐々に具体的化していくものと見込まれますことから、鋭意、継続的に検討してまいります。</p>
<p>コンクリート・セメント産業では、「地産地消」という特徴があるため、海外市場の獲得を通じた投資回収を実現するためには、プロジェクトの初期段階からそれを見据えた意識的な取組が必要。原料・製品の供給だけでなく、ライセンスの提供なども含めてどのように推進するか、海外企業の動向も踏まえながら事業戦略を明確にしていきたい。</p>	<p>当社の開発成果は直接的にはセメント製造プロセスながら、当然ながら技術の普及には、各国の規制・基準等との整合・相性もあり、早い段階より、重要マーケットについてはこれら情報を整理し、具体的な販売戦略へと昇華させてまいります。</p>
<p>リスクに対する事業中止の判断基準の厳格化を行うべきであり、技術的課題に対する徹底したリスクマネジメントを行いつつ、顕在化した場合は、経営者が覚悟を持って判断いただきたい。</p>	<p>今後の技術開発の進展状況、さらには海外の競合技術の実力を正確に評価し、また、その評価結果に基づきまして適宜、必要な判断を遅滞なく行ってまいります。</p>

ワーキンググループでのご意見(実施企業)

ご意見	対応状況
<p>プラント実証に向け水素等のエネルギー収支とセメント製造におけるコスト収支の観点での効果が重要であり、LCAによる数値化により事業面での価値が変わってくるため、効果検証の結果を踏まえつつ、柔軟な戦略検討を進めていただきたい。</p>	<p>開発成果の普及に向けてはこれら評価は、事業戦略立案上の重要課題と認識し、プロジェクトの中でも並行して検討しておりますので、今後の事業戦略の中へ適宜反映させてまいります。</p>
<p>欧州など海外の技術動向、投資状況、国内と海外での前提条件の違い等に留意が必要であり、また、ライセンスやプラント輸出だけでは投資回収が難しい印象を受けるため、プラントメーカー等との連携も視野に入れつつ、開発した技術をグローバル市場でマネタイズする方策を模索いただきたい。</p>	<p>海外展開に向けた重要な視座と認識し、海外のCNへの展開については、継続的に情報収集、評価を進める他、海外展開のパートナーとして想定しているグループ内エンジニアリング会社とも事業展開の戦略を議論してまいります。</p>
<p>セメントのCO₂回収量の算定方法については環境省の温室効果ガス排出量算定方法検討会で検討されているところではあるが、これは国内の議論であり、国際市場を見据えた算定方法の国際標準化についても国の協力も得ながら企業が主体となって検討する必要がある。</p>	<p>当社の当該技術の世界的な普及に向けては重要な施策と認識しており、まずは、国内規格であるJIS化を足がかりとして、その成果をISO等へ反映できるよう関係機関と協力しながら進めていく構想でございます。</p>



