

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 北林 勇一

セメント産業を取り巻く事業環境（脱炭素化）

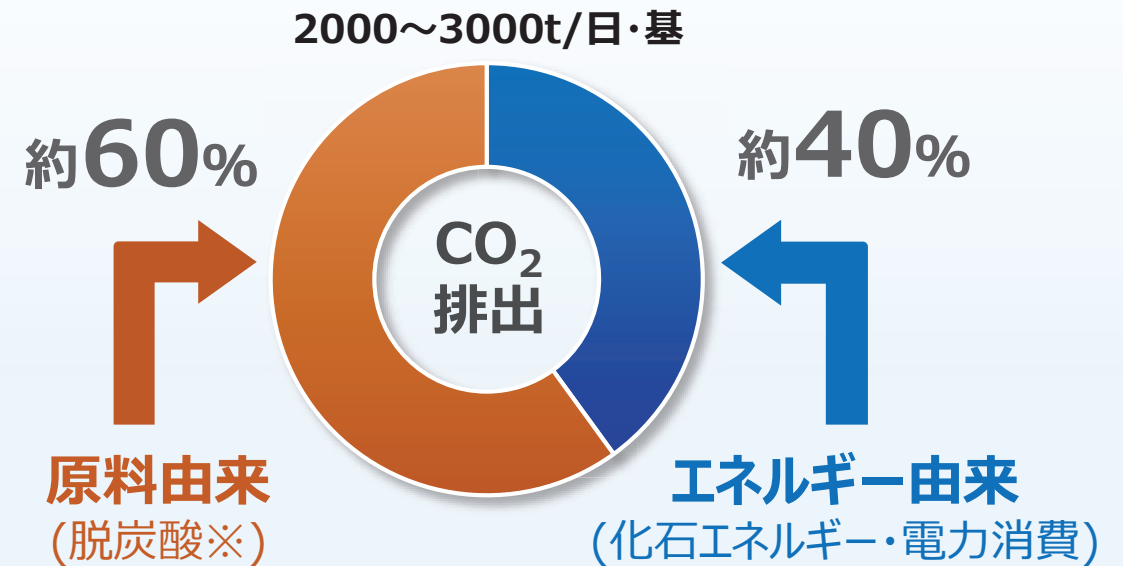
世界規模の脱炭素の潮流で、セメント産業もCCUS等も含めた脱炭素が求められる。

（背景・課題）

- 石灰石(CaCO₃)などの焼成工程で排出する原料由来のCO₂は削減が困難。CO₂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CO₂回収技術や、回収CO₂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



2030年および2050年に向けた取り組み

2030年に向けた取り組み

国内・海外グループ(2000年比)

2030中間目標* : サプライチェーン※1全体でのCO₂排出原単位を20%以上削減

*CO₂排出量削減割合(国内) : 40%以上(2000年比)

1.カーボンニュートラルに向けた技術開発・導入

- ・ 既存技術(省エネ、低CO₂エネルギー/セメント※2)の最大活用
- ・ 革新技术開発(CO₂回収・利用)の完成

2.カーボンニュートラルに向けた投資1,000億円

2050年カーボンニュートラルに向けた取り組み

1. 革新技术の順次展開

2. サプライチェーン全体としてカーボンニュートラルを実現

※1 サプライチェーン : セメント原料調達、製造、物流、コンクリート利用、再資源化などのセメントが商品として関わる一連のながれであり、SCOPE1、2、3を含みます。

※2 低CO₂セメント : 低CO₂排出クリンカを使用したセメント、混合セメント、炭酸塩化プロセスを利用するセメントなどを指します。

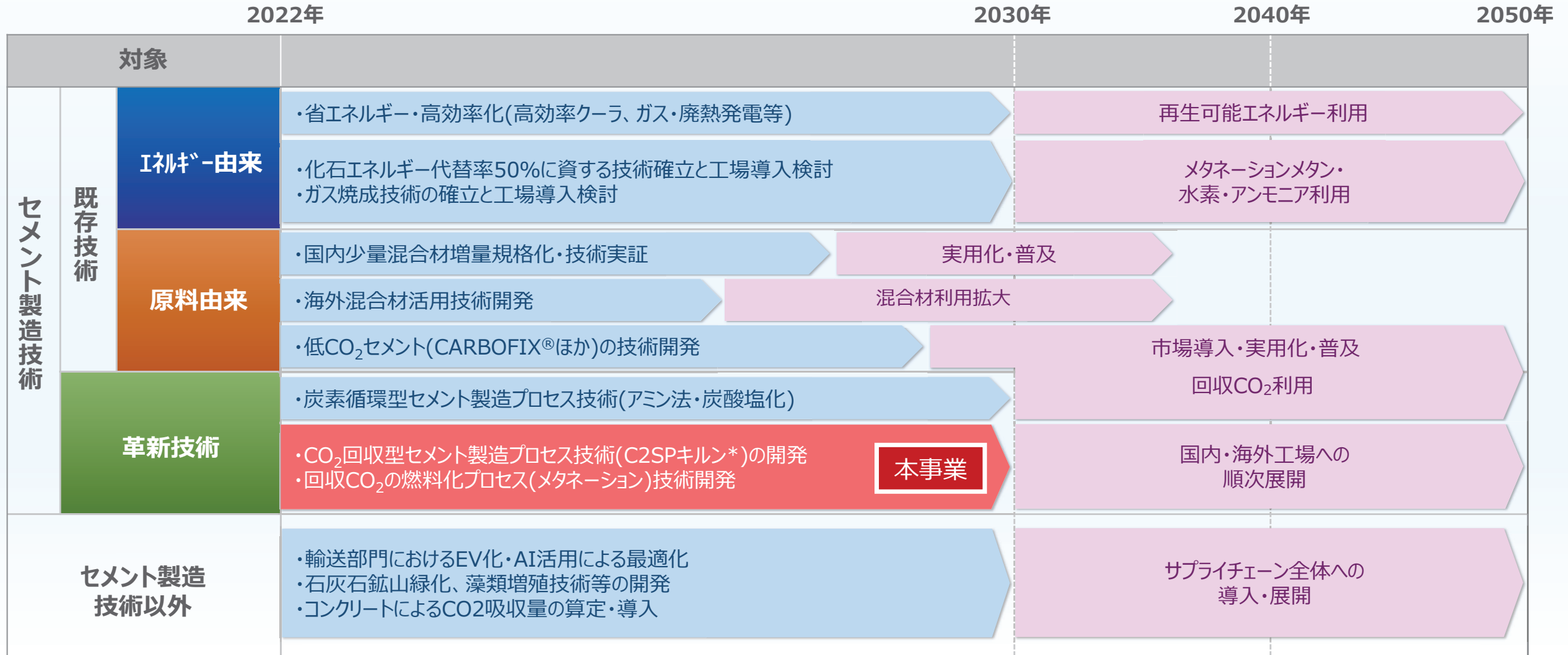
カーボンニュートラル戦略2050 技術開発ロードマップ



太平洋セメントグループのCO₂削減目標

2030中間目標
(2000年比サプライチェーン全体で原単位20%以上削減)

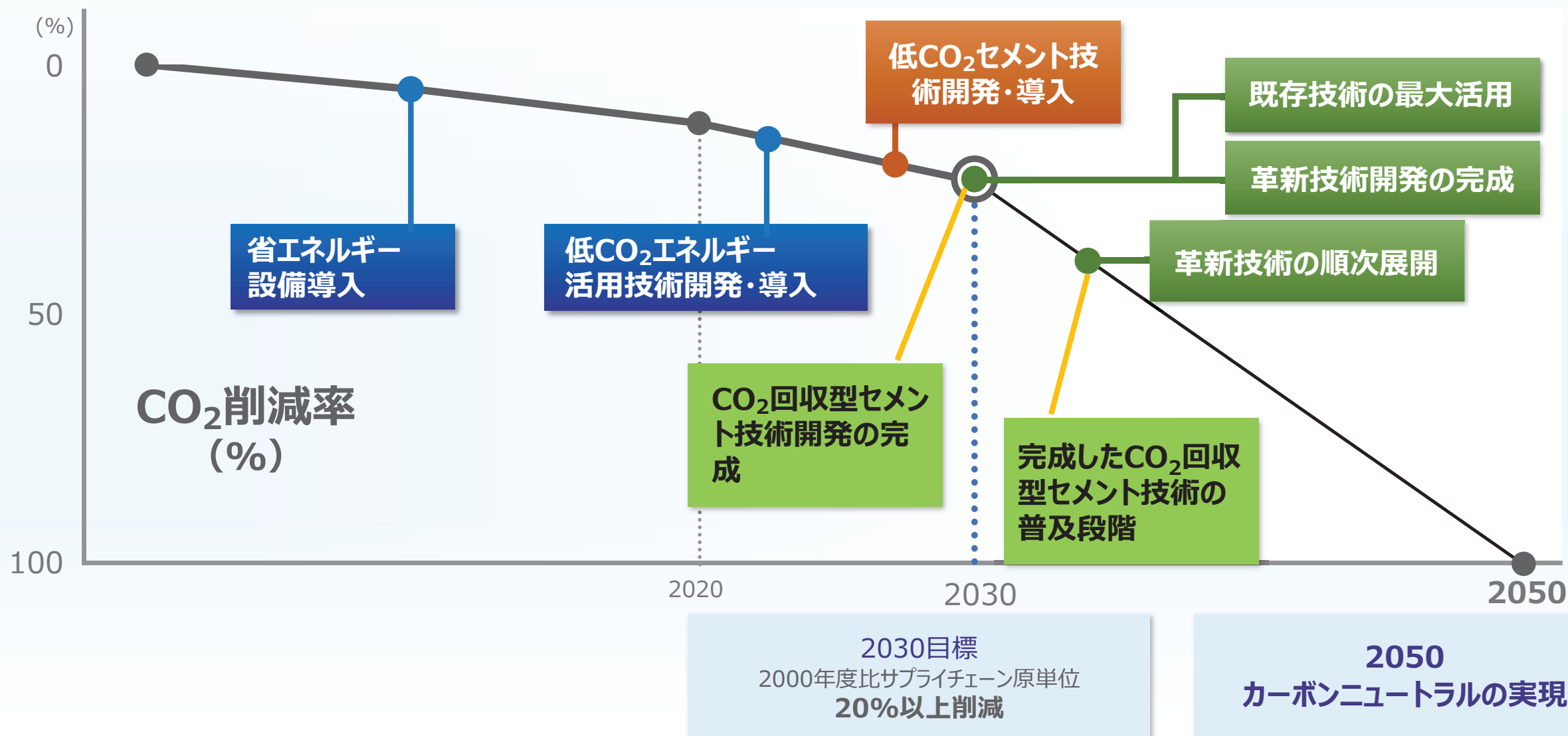
2050カーボンニュートラル



C2SPキルン: Carbon Capture Suspension Preheater キルン

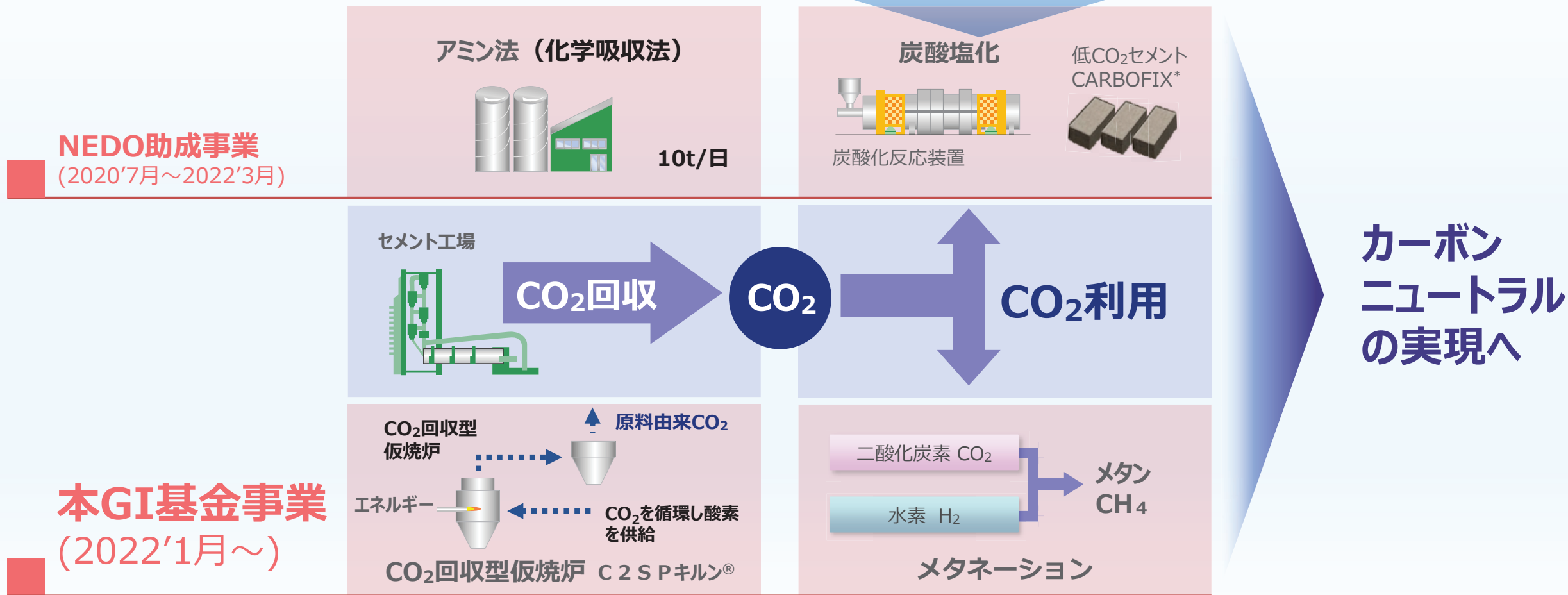
カーボンニュートラル実現に向けたシナリオ

既存技術の最大活用や、革新技术の開発・順次展開により2050年のカーボンニュートラルを目指す。



NEDO助成事業の成果とGI基金による成果の両輪でもってCNを達成

廃コンクリート・スラッジの安定供給



カーボン
ニュートラル
の実現へ

酸素の安定供給

グリーン水素・エネルギーの安定供給

C2SPキルン: Carbon Capture Suspension Preheater キルン

技術開発の背景と提案技術のポイント

(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% <) 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）。

⇒ **コンパクトな設備でCO₂を直接回収できる新技術の開発が必須**

アウトプット目標

- ・ プレヒーターで発生するCO₂の85%以上を回収
- ・ 化学吸収法（アミン法）より20%以上の省エネ
→ 国内セメント産業全てに適用することで、セメント産業が排出するCO₂を2500万トン削減（7割相当）を期待



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）

競合技術との優位性比較

★LEILAC（間接加熱を用いた石灰石の脱炭酸）

ホームページ <https://www.project-leilac.eu/>

技術概要

- Calix社(オーストラリア、2005年設立)が、炭酸マグネシウム用に開発した技術(約750°C)を、石灰石の脱炭酸にも応用する形でプロジェクト化。
- 特殊な鋼製容器を介して、間接的に石灰石を約1000°Cに加熱することにより、高純度のCO₂ガスを得る。

プロジェクト概要

LEILAC1 2016年～2020年

CO₂回収量：25,000 t CO₂/y（原料由来のCO₂の5%）

LEILAC2 2020年～2024年

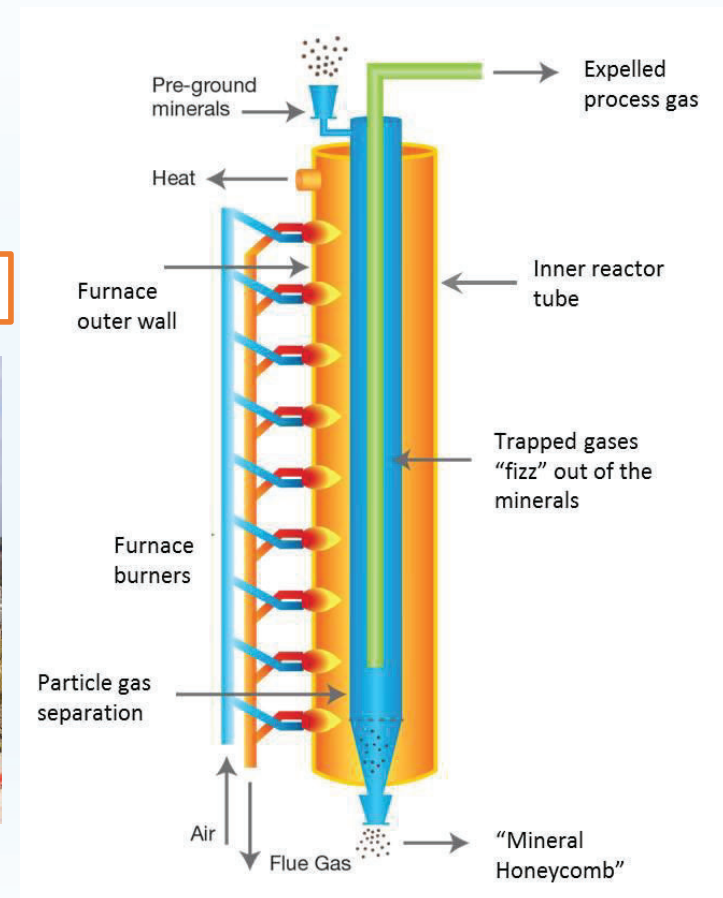
CO₂回収量：100,000 t CO₂/y（原料由来のCO₂の20%）

LEILAC1の設備を4本並列に設置

課題

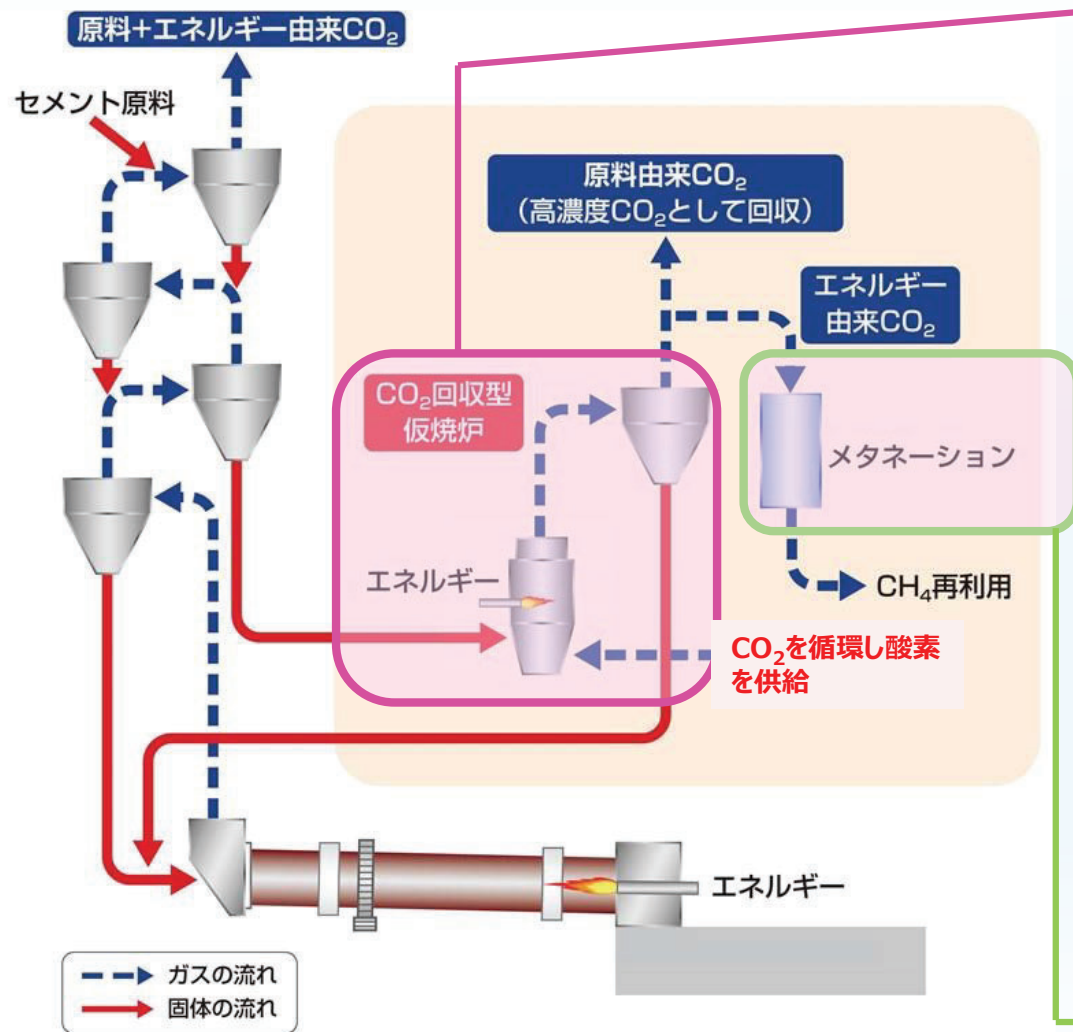
- **大型化**
- **設置コスト大**
- **廃棄物焼成が困難（セメントキルンと分離）**

パイロットプラント



本提案技術の優位点： 低コスト(通常の部材を使用可能)、かつ既存のNSPをそのまま活用することでコンパクトなシステム導入が可能

GI基金事業『CO₂回収型セメント製造プロセス』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

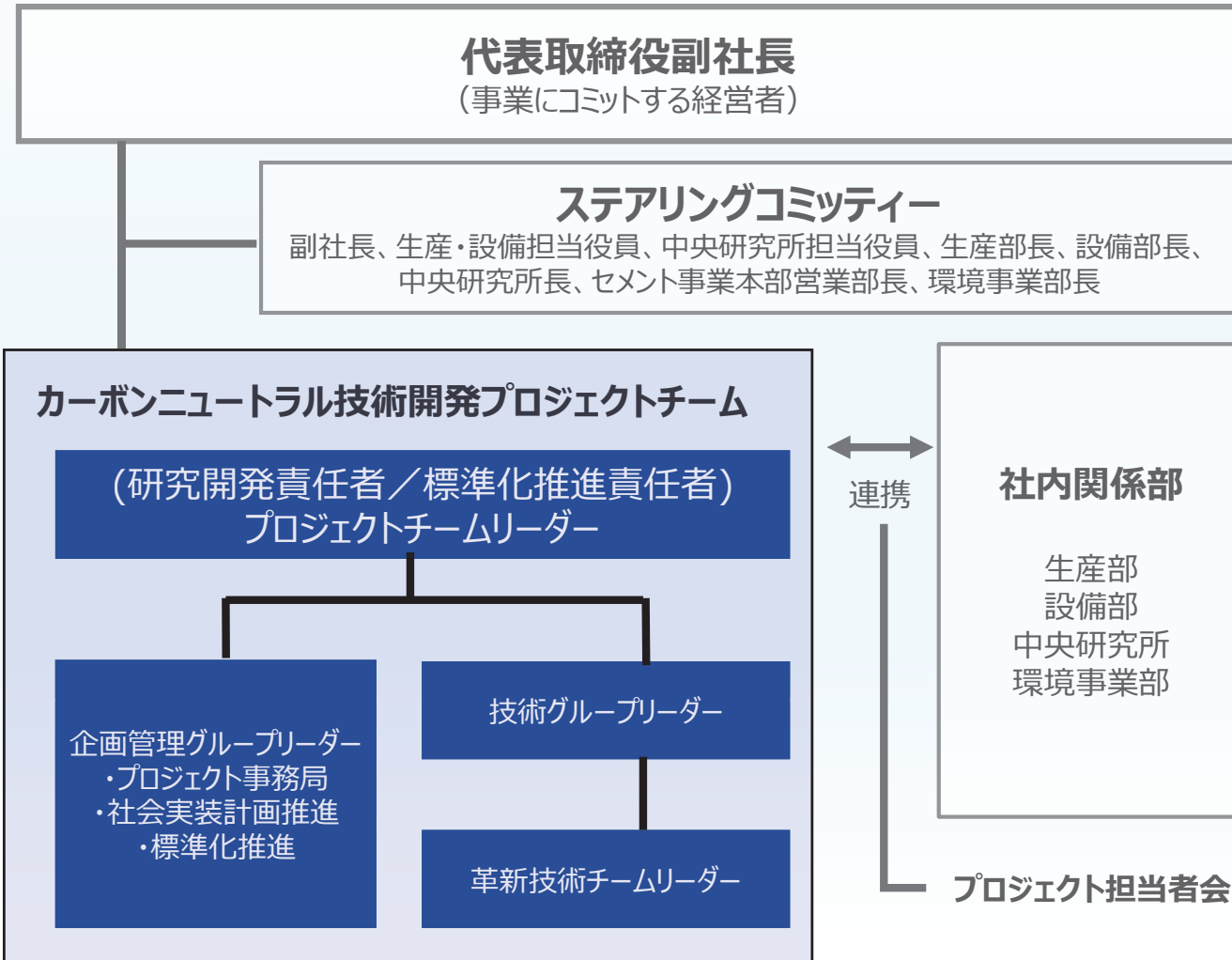
セメントプロセスのエネルギー源としてのメタネーション活用

- 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

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。

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 / 標準化推進責任者**
 - ↳カーボンニュートラル技術開発プロジェクトチームリーダー
- **担当グループ**
 - ↳技術グループ革新技術チーム：技術開発の実行部隊
(機械・電気等エンジニアリング系の人員も含む)
 - ↳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
 - ・ 標準化推進担当部門

部門間の連携

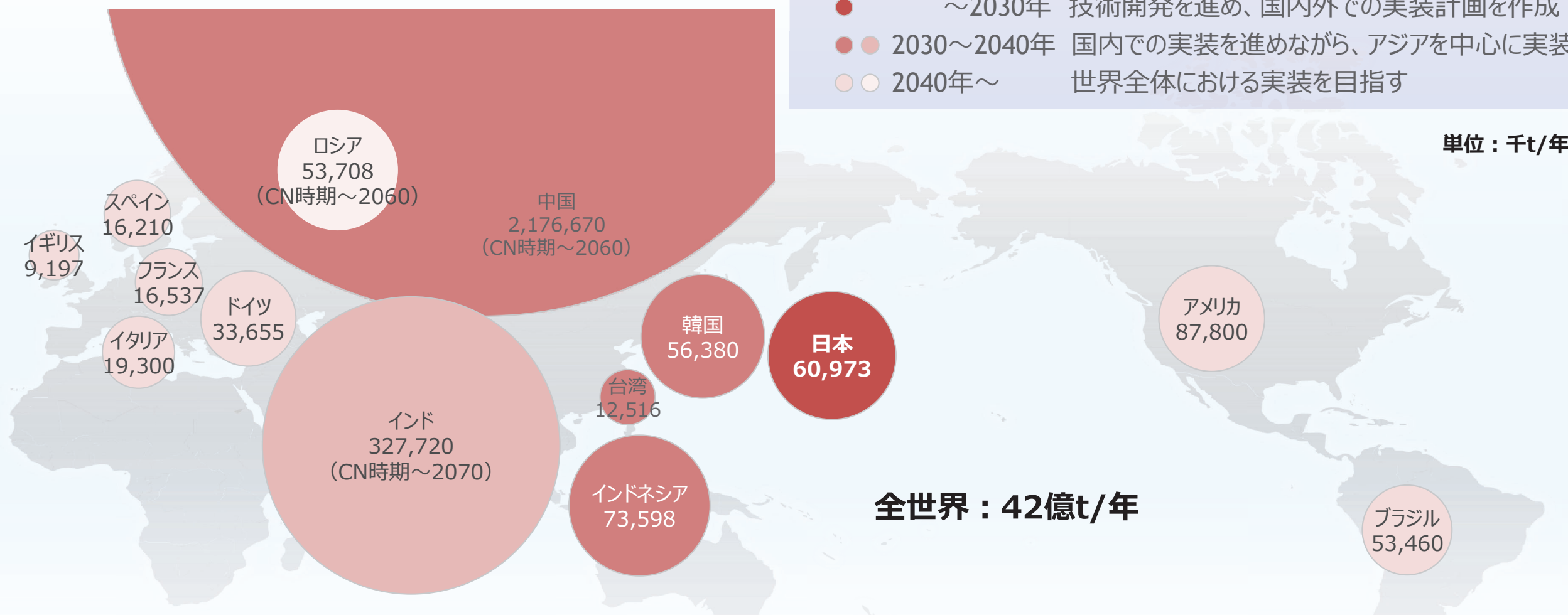
- **ステアリングコミッティー（担当役員・部長クラス）**：
 - ↳進捗状況確認ならびに各種議題に関する討議を通じて、プロジェクト全体の方向性を管理。
- **プロジェクト担当者会議**
 - ↳カーボンニュートラル技術開発プロジェクトチーム、生産部、設備部、中央研究所、環境事業部などの関係部署にて実務的課題を検討。

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 (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

(出典) セメント協会「セメントハンドブック2021」“世界需要国のセメント需給”より作成

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

カーボンニュートラルに向かう世界の潮流はルールメイキングの好機。
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。

(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
自社グループ工場への設置推進と実績の対外アピール
特許網の構築と差別化

両戦略の複合的な展開により、国内外への素早い普及展開を目指す。

各要素技術については、キルン排ガスからのCO₂回収・利用という**新市場の形成と、競合技術（LEILAC等）に勝ち抜くという国際競争力確保の観点**から開発段階からJIS/ISO化などを念頭においた標準化戦略を推進する。

標準化例（現段階で考えられるものであり、今後の状況に応じて適宜見直しを行う。）

1 セメントキルンからのCO₂排出量の 定量方法(発生量－回収量＝排出量)

開発技術のようなセメントキルン排ガスのプロセス途中からのCO₂回収では、「CO₂回収量」も含めた排出量が競合技術との重要な優位性評価基準（現状、「発生量」の評価自体も標準化されていない）。この「標準化」を推進することは、本技術の優位化につながる。JIS策定（新規提案）と同時にISO提案を念頭に取り組む。

2 CO₂有効利用に向けたルール作り を推進

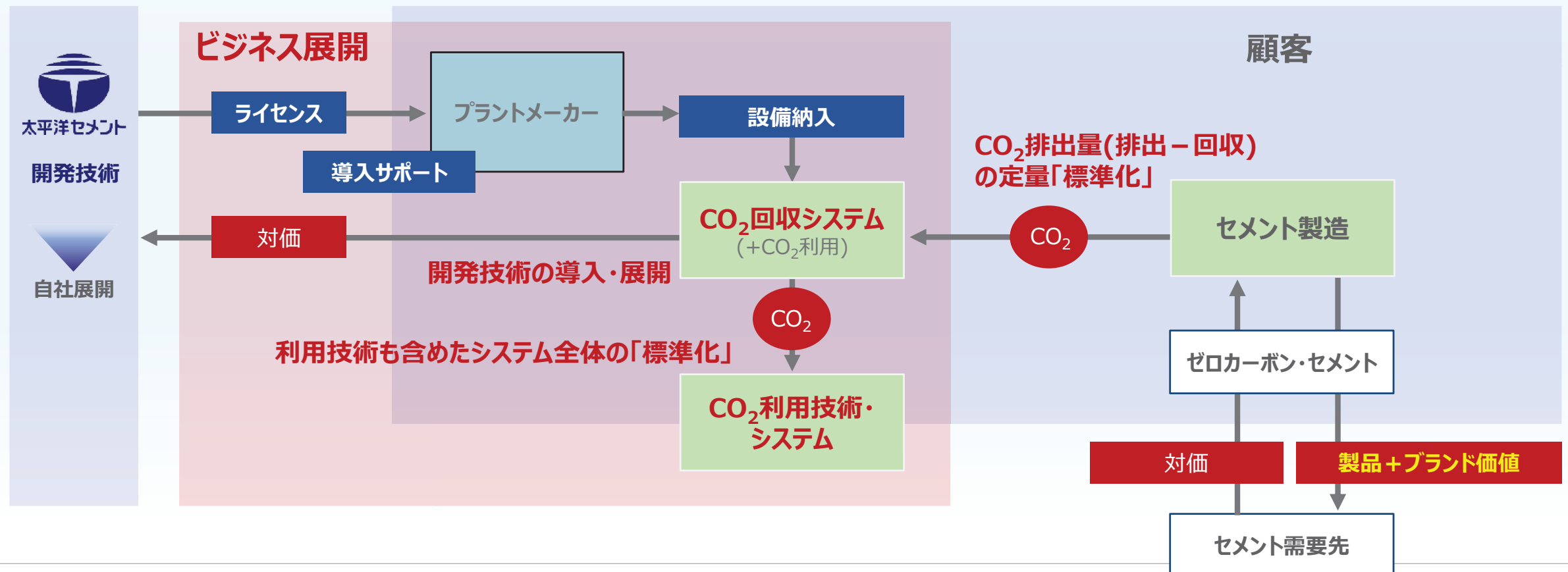
回収CO₂は、メタネーション化、炭酸塩化などの利用やCCS（貯留）などの様々な可能性を持つ。用途の拡大や展開を可能とするためのルールメイキングを推進。

i.e. CCSの貯留CO₂ガスのルール（現状、アミン法のみ対象）、合成メタンの利用に関わる制約（都市ガス導管注入等）、炭酸塩化の測定評価方法の標準化、建設資材での利用に関わる規格類（土木・建築関連法規）の制約 など

まずは本戦略をベースに、取り組みを開始。活動を進める中で、課題の発掘と対応を繰り返すことで、当該技術に有利となる標準化戦略へブラッシュアップを図ることが、早期社会実装への現実的なシナリオ。

事業戦略 / ビジネスモデル

- ・ 開発成果（CO₂回収システム）は、同業他社への**設備販売ビジネス**を通じてグローバルに普及させる
- ・ 普及加速のため**プラントメーカーと連携**した顧客へのビジネス展開
- ・ 自社工場での運転実績という**強みを生かした顧客サポート**
- ・ 国内普及に続いて、初期段階は、工場運営も含めて当社グループの事業実績が多数ある東アジア、東南アジアを中心とした**技術導出、設備販売**。



まとめ（事業戦略）

- セメント産業におけるCN達成が必須の状況下で、セメント製造事業者が**自らの経験と実績**を生かして、**製造プロセス上の制約条件**を考慮し、当社は、**新型CO₂回収型セメント製造プロセスの技術開発**に着手
- 本プロセスは、先行して開発されている化学吸収法や、海外での競合技術（間接加熱）の**メリット・デメリットも精査した上で開発戦略**（低コスト・コンパクト・既存キルンとの親和性）を設定
- 開発成果のグローバル展開を視野に入れて、**技術開発段階よりJIS/ISO化等の標準化戦略**にも取り組んでいく
- まずは、国内の普及を足掛かりに、当社グループが幅広く事業展開の実績のある**東アジア、東南アジアへの早期普及**を目指す
- 事業実施の円滑化のため、**コンソーシアム内の連携**を図り、課題解決に向けてコンソーシアム全体での取り組みを進める