

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名 **革新的分離剤による低濃度CO₂分離システムの開発**

実施者名：株式会社レゾナック（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 高橋 秀仁

（共同実施者：日本製鉄株式会社）

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

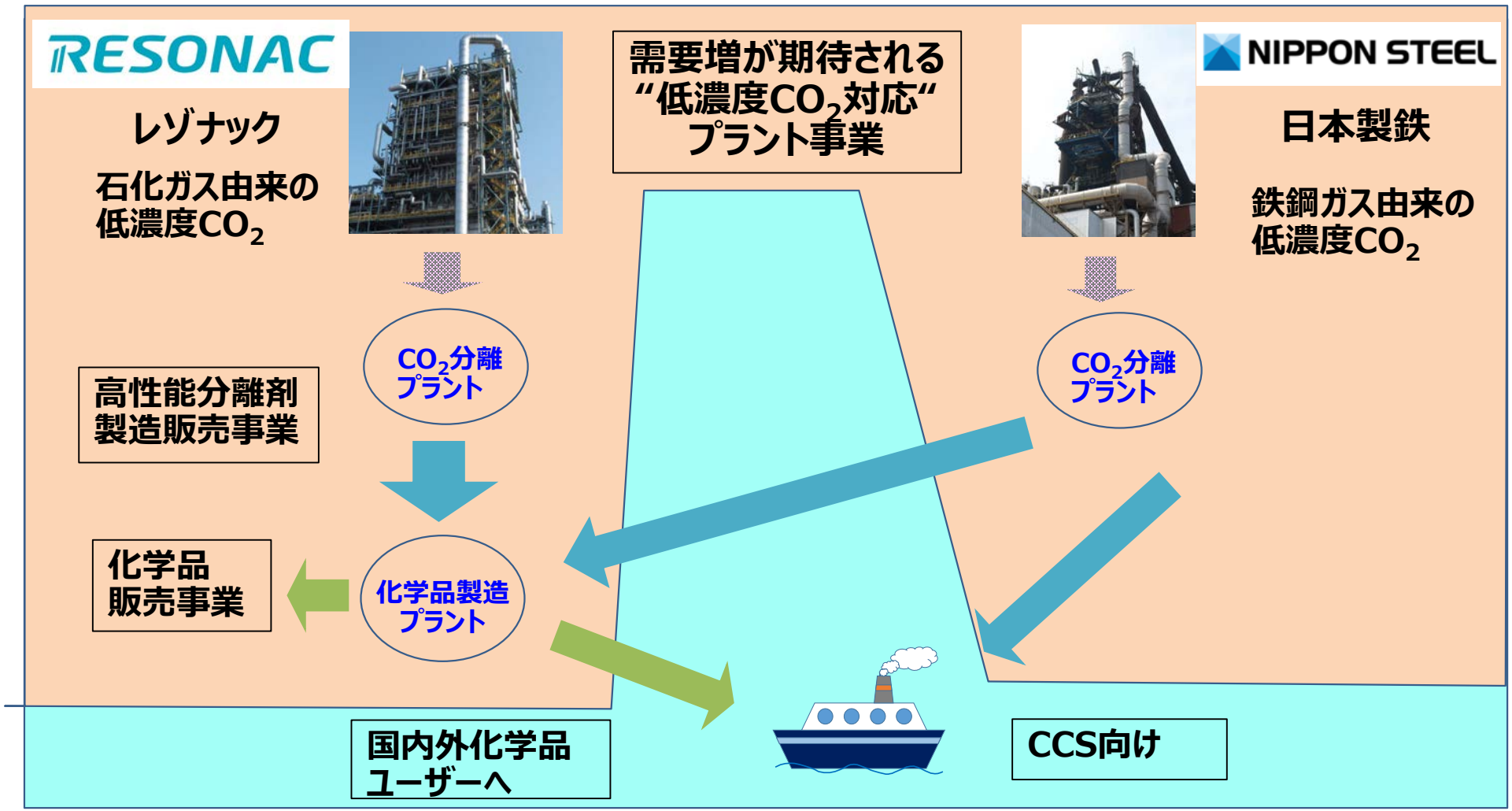
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (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
CO₂分離回収～化学品製造 社会実装イメージ



大分臨海
工業地帯
連携



0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

コンソーシアム内における各主体の役割分担

株式会社レゾナック

研究開発の実施内容

- 分離剤改良
- プロセス開発
- 分離剤量産技術開発
- CO₂分離パイロットプラントによる実証
- 化学品パイロットプラントによる実証

社会実装に向けた取組内容

- CO₂分離プラント建設・石化排ガス分離回収
- 化学品プラント建設・化学品製造・販売
- CO₂分離プラント販売、吸着剤製造販売

日本製鉄株式会社

研究開発の実施内容

- 分離剤改良
- プロセス開発
- CO₂分離パイロットプラントによる実証

社会実装に向けた取組内容

- 技術確立した分離剤、プロセスの基本技術展開（ライセンス）
 - ＊ライセンス先はプラントエンジニアリング会社を想定

「国内のGHG排出量の削減」、ならびに「世界に展開可能な“CO₂分離プラント事業”、“分離剤事業”、化石原料に依存しないCO₂を利用した“ケミカル事業”の創出」の実現

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

石油化学業界のカーボンニュートラル化に向けて、CO₂分離回収は重要なアプローチの一つ

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）

- 消費者の環境意識向上に伴う消費行動の変化により、高炭素排出製品の利用が回避される。
- サプライチェーン全体でカーボンニュートラルを求める動きが加速し、製品の製造工程における脱炭素技術へのニーズが高まることに伴い、弊社にとっての事業機会も拡大する。

（経済面）

- カーボンニュートラルに資する技術発展に伴うインフラ投資が増加する。
- サステナブル・ESG金融の進展により、環境への取組を進めることで資金が集まりやすくなる。

（政策面）

- 気候変動対応への国際協調が加速し、各国で規制強化やカーボンプライシング導入等が進展する。

（技術面）

- 脱炭素関連技術コストの低下や、カーボンプライシング等政策の導入による経済性の成立を背景に様々な有望技術の普及が加速化する。



● 想定ターゲットとする市場ニーズ/事業機会：

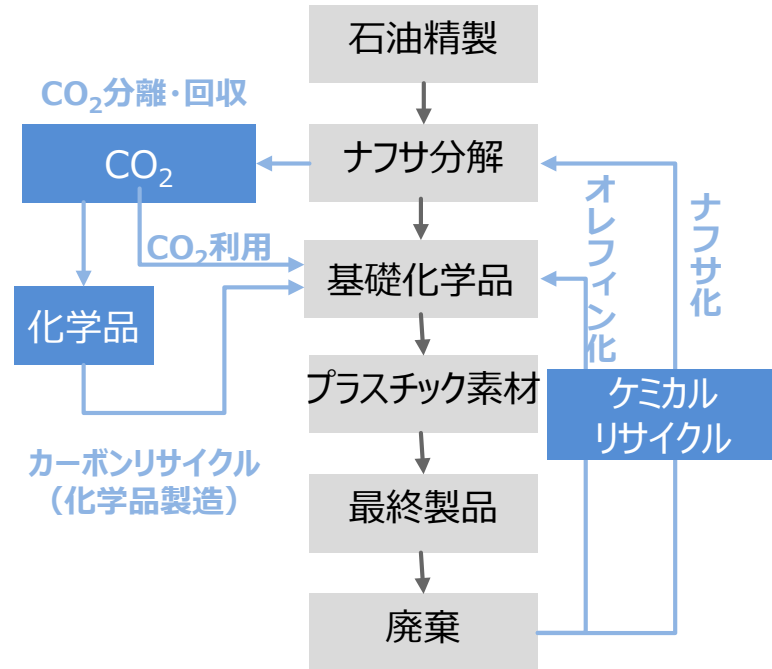
- ① カーボンフットプリントが小さい製品・サービスの需要増
- ② 事業活動におけるGHG排出削減に資するソリューションの需要増

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- ① CO₂排出量の削減による気候変動の影響緩和
- ② CO₂の資源化により化石燃料や代替燃料の資源利用抑制

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

青字：2050年に向けて拡大する取組



● 当該変化に対する経営ビジョン：

当社グループはパーパスとして「化学の力で社会を変える」と掲げ、長期ビジョンでの目指す姿を「持続可能なグローバル社会に貢献する会社」としている。2050年に向けて、“革新的なGHG分離・回収技術と回収GHGの化学品原料としての利用、および持続可能なプラスチックケミカルリサイクル技術の実装”により、カーボンニュートラル達成を目指す。

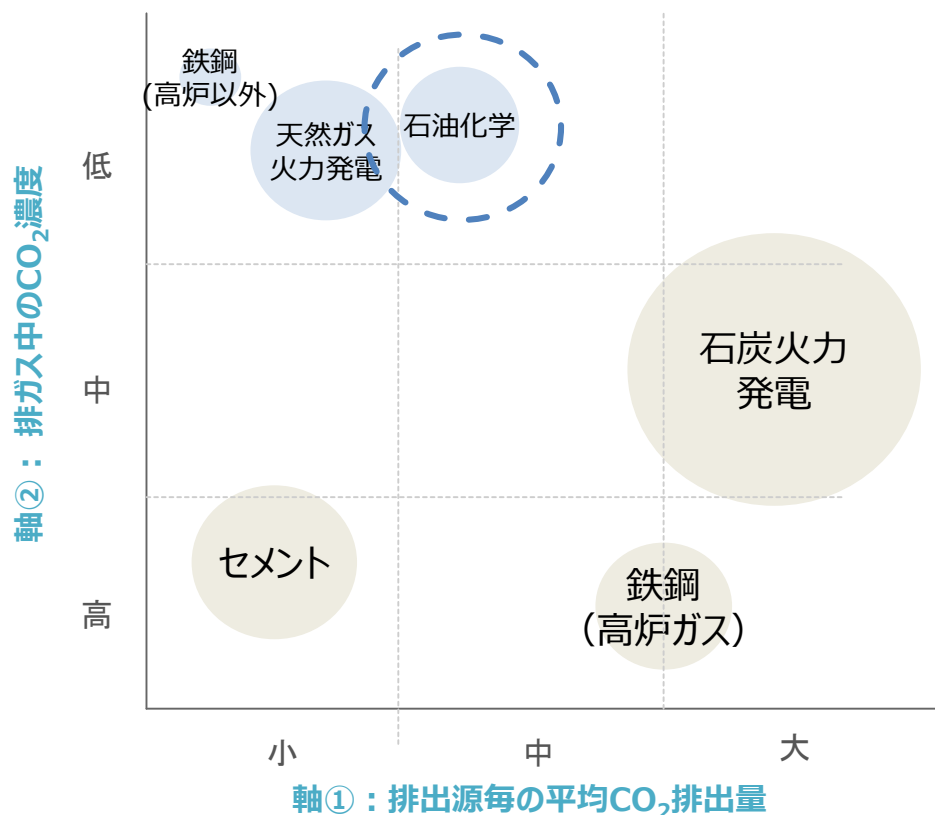
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

CO₂分離・回収技術の提供先として、主に石油化学や電力業界をターゲットとして想定

セグメント分析

- 排出源毎の平均CO₂排出量とCO₂濃度からセグメンテーションを実施し、現状の排出源別の排出量の大きさ（円の大きさ）に加え、CO₂分離・回収の将来ポテンシャルの観点から各セグメントを評価。
- 排出源毎の平均CO₂排出量 = CO₂排出量 ÷ 排出源数

（CO₂分離・回収市場のセグメンテーション）



ターゲットの概要

市場概要と目標とする対象

- CO₂濃度が低く現行技術では安価に回収することが難しく、排出源当たりのCO₂排出量が中規模程度の石油化学系排ガスを最優先ターゲット、および天然ガス火力発電をターゲットとする。

	主なプレイヤー	想定ニーズ	課題
石油化学	石油化学 • レゾナック • A社 • B社 など	<ul style="list-style-type: none">副生ガスの燃料利用を考慮すると脱化石燃料へのシフトを進める一方で、プロセスにおける回収・利用の取組みが求められる。	<ul style="list-style-type: none">CCU技術が確立しておらず、特に低濃度CO₂の排ガスについて分離・回収が困難となっている。
天然ガス 火力発電	発電事業者 • C社、D社など	<ul style="list-style-type: none">再エネ導入が拡大する一方、安定供給の観点から一定残存する化石燃料による火力発電においても脱炭素の取組が求められる。	<ul style="list-style-type: none">脱炭素技術としてCCSが期待されるが、その技術確立やコスト低減が課題となっている。

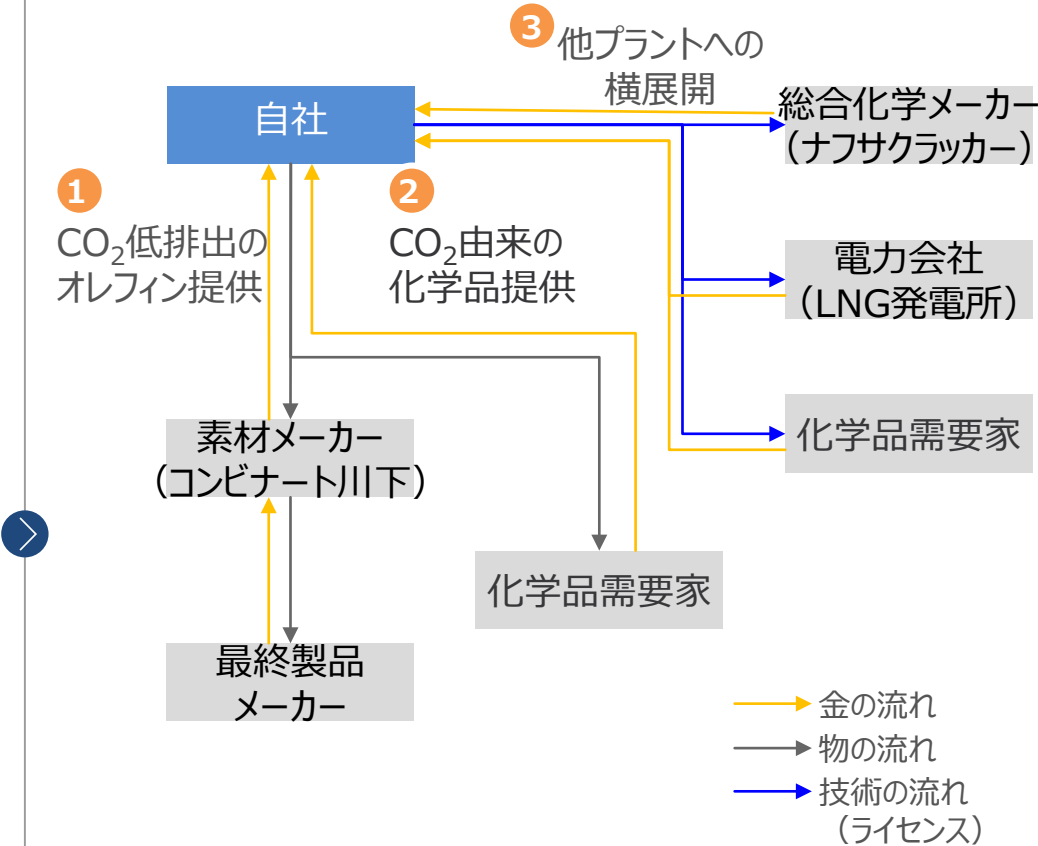
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

CO₂分離・回収技術の実用化後、まず当技術を用いた自社製品の販売を収益化の方法とし（Step1）、将来的には当技術の他社への提供もビジネスモデルとして想定する（Step2）

社会・顧客に対する提供価値

- 気候変動への影響緩和
 - 排出されるCO₂を電力効率の高いプロセスで分離・回収することでGHG排出を抑制できる。
- 化石資源の有効活用
 - 回収したCO₂を用いて化学品を製造するため、従来活用してきた化石資源の利用を抑制できる。
- 環境に配慮した製造プロセスの提供
 - 取引先の環境意識が高まりつつあるメーカーに対して、上記価値を創出する製造プロセスによる製品を提供し、顧客ニーズへの充足に貢献する。

ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



【収益機会】

① CO₂低排出のオレフィン提供（Step1）

- 製造プロセスで排出されるCO₂を抑えたオレフィンを提供。
- 最終品メーカーから環境に配慮した製品が求められるため、環境配慮のために追加的に発生したコストの価格転嫁も認められる可能性大。

② CO₂由来の化学品提供（Step1）

- 従来石油や石炭など化石燃料を原料としている中、CO₂由来の化学品を提供。
- 環境意識の高い需要家からのニーズが存在すると想定。

③ 他プラントへの横展開（Step2）

- 弊社同様、他社も環境に配慮した事業活動が求められる中、技術ライセンスやEPC、O&Mノウハウ、吸着材供給等をパッケージ化したビジネスモデル開発を推進。

【必要な研究開発】

物理吸着法によるCO₂分離・回収技術の確立

- 低コストに向けた分離・回収の効率化実現
- 付加価値付与のためのCO₂を用いた化学品製造プロセス技術の確立。

独自性・新規性・有効性

- 従来大量の吸着が困難であった低分圧のCO₂排ガスでもCO₂を吸着できる技術
- 耐水性が高く、除湿プロセスが既存技術に比べて簡略化可能
- 分離・回収したCO₂の利用先として化学品製造も実現

実現可能性・継続性

- 分離・回収コストを2,000円台/t-CO₂に抑える目標であり、実現すれば低コストで当技術を導入可能

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）

化学系、鉄鋼系排ガスに適応した分離プロセスの標準化を進め、広く社会への普及を目指す

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 出自の違うCO₂排ガス（ナフサクラッカー排ガス、鉄鋼系排ガス）の両方を視野にした開発を通じて、国内外の各種低濃度排ガスに適用できる技術を開発する。
- CO₂排出削減数量の客観的評価を実施し、それを公表することで技術アピールに繋げるとともに、回収分をクレジットとして評価される社会システム構築に関与する。
- 低濃度CO₂分離回収のエネルギー算出法の標準化を関係団体に働きかけ、標準化された算出法により、開発技術の優位性をアピールして、2ndステップでの技術ライセンスを優位に進められるようにする。
- ガス中不純物の対応等技術はクローズにする一方、適用範囲は積極的にアピールして、化学品原料用CO₂の分離回収技術のライセンスを優位に進められるようにする。
- 回収CO₂を原料にした化学品の価値（定量化された競合品に対する優位性）を広く社会的に訴求する。しかるべき時期での国内他事業者との協業の可能性も想定に入れる。
- 回収CO₂が余剰となった場合の回収CO₂の受け皿、CO₂の価値の考え方が、CO₂分離回収事業環境に重要ととらえ、GXリーグ等を通じてルール形成に積極的に関与していく。

国内外の動向・自社のルール形成（標準化等）の取組状況

（国内外の標準化や規制の動向）

- GXリーグへ参画し、市場創造のためのルール形成WGでの議論へ参画
- CO₂分離回収・資源化コンソーシアム参加
- 国債「GX経済移行債」の発行による資金調達、先行して企業の投資支援の動き
- カーボンプライシングの手法（排出量取引、炭素税）の議論、仕組み導入の動き

（市場導入に向けた自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組）

- 本事業において、日本製鉄との共同開発、出自の違う排ガスに両社で取り組むことによる、幅広い低濃度CO₂排ガスへの適用性の拡大
- 分離技術に対する本開発技術の優位性をアピールできるように、客観的な分離回収エネルギー算出法の確立に向け、当社も関与していく
- 化学品市場の動向継続把握、需要家のカーボンニュートラル志向の継続ウォッチング

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容

■勝ち筋あるビジネスモデル、市場創出を検討中

□標準化戦略

- 鉄鋼と化学の排ガスの検討を通じた適用排ガスの拡大
- CO₂原料化学品の価値を訴求し、既存製法の置換えを目指す

□知財戦略

- 分離剤、成型技術、基本プロセス、前処理プロセスについて、CO₂の安価分離・回収に資する知見を知財化する。

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

コンソーシアムの強みを活かして、社会・顧客に対して低濃度CO₂分離回収を低コストでという価値を提供する

コンソーシアムの強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 従来技術では困難な低濃度CO₂排ガスからのCO₂分離・回収するための高性能分離剤および分離回収プロセス。
- 当該分離回収技術により回収された安価なCO₂。







コンソーシアムの強み

- コンソーシアム参画各社それぞれが、不純物の濃度が異なるCO₂含有排ガスを保有しており、実ガスを用いた検証が容易。
- 構造柔軟性PCPIについてコンソーシアム参画各社それぞれが、性格の異なる分離剤を保有しており、複数のアプローチで高性能な吸着剤を開発可能。
- 炭化水素分離用途で分離剤の量産スケールでの製造実績、分離パイロット装置での検証の実績があり、CO₂分離・回収へのこれら知見の活用が可能。
- 回収したCO₂から化学品を製造するプロセスの実装も想定。

コンソーシアムの弱み及び対応

- 将来的な他社、他業界への横展開に向けては、マーケティング活動や新たなビジネスモデル開発等が必要。

コンソーシアム外の企業に対する比較優位性

	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
コンソーシアム	 (将来) <ul style="list-style-type: none">物理吸着法（低濃度CO₂）	 <ul style="list-style-type: none">コンソーシアム各社化学メーカー鉄鋼メーカーその他業界	 <ul style="list-style-type: none">化学品原料CCS	 <ul style="list-style-type: none">技術ライセンス部門隣接コンビナートでの技術連携グループ内エンジニアリング知見の活用
F社	<ul style="list-style-type: none">化学吸収法	<ul style="list-style-type: none">石炭火力化学メーカー	<ul style="list-style-type: none">メタノール原料CCS	<ul style="list-style-type: none">電力会社と協力
G社	<ul style="list-style-type: none">化学吸収法	<ul style="list-style-type: none">自社石炭火力天然ガス	<ul style="list-style-type: none">CCSアクリル酸原料	<ul style="list-style-type: none">石炭火力発電所のEPCやCCSの実績あり

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

約6年間の研究開発（ラボスケール）の後、2028年度を目途にパイロットスケールのフェーズに移行し、さらには、2035年度頃を目途に商用化を目指す

投資計画

	研究開発フェーズ						パイロットフェーズ			商用機EPCフェーズ				事業化	投資回収	
	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	2032年度	2033年度	2034年度	2035年度	・・・	2041年度
売上高 （100万円）	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	社会実装の進展に伴い数百億円/ 年規模の売上高を目指す		
研究開発費 （100万円）	6,081									自己負担により、事業化に向けた商用機の設備 検討、および商用機の設備投資を実施する予定				0	0	0
取組の段階	ラボ フェーズ	ラボ フェーズ	ラボ フェーズ	ラボ フェーズ	ラボ フェーズ	ラボ フェーズ	パイロット スケール	パイロット スケール	パイロット スケール	商用機EPC	商用機EPC	商用機EPC	商用機EPC	商用化	商用化	商用化
CO ₂ 削減効果 （万t）	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	社会実装の進展に伴い数十～百 万t/年規模で削減を増やしていく	

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

R&D及び投資計画により競争優位性を確保し、マザー工場での商用化を足掛かりに、将来的には国内外の他拠点をターゲットとした事業展開も睨む

	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">国内のPCP研究開発をリードする企業がコンソーシアムを結成。各社の知見を総合的に活用。低CO₂濃度（10%以下）の排ガスからの高い回収率と低い回収コストの両立を実現するCO₂分離・回収技術の確立を目指す。研究開発の効率化・加速化に向けては、コンソーシアム各社のリソースを活用するだけでなく、過去のNEDO、JSTのプロジェクトを起点とした大学や外部の民間企業等とのネットワークも活用することを予定している。また、CO₂分離・回収技術と並行して、コンソーシアム内ではそのCO₂を利用した化学品製造技術の研究開発も推進する。 ※当技術のR&DフェーズはGI基金対象外のため自社負担を想定	<ul style="list-style-type: none">2027年度以降のパイロットスケールフェーズ以降は、グリーン製品需要、経済合理性等を踏まえ、コンソーシアム各社で建設を判断なお、プラント設計に当たっては、コンソーシアム各社のエンジニアリング機能の他、国内プラントエンジニアと協業することを想定する。また、部材調達やプラント建設に当たっては、製造工場周辺の地元地域の雇用創出も加味して、地場パートナー企業や既存のサプライチェーンを最大活用することを想定する。	<ul style="list-style-type: none">2035年度以降の商用化フェーズにおいて当該技術の事業性を担保するためには、CO₂分離・回収やカーボンリサイクルによる付加価値創出が鍵となるが、そのためには、顧客企業だけではなく最終製品メーカーや政府、業界団体（日本化学工業会、日本鉄鋼連盟等）等も巻き込んだ仕組み作りが必要となる。また、将来的には、技術ライセンスやEPC、O&Mノウハウ、吸着剤供給等をパッケージ化した新たなビジネスモデル構築により、国内外の石油化学コンビナート拠点、製鉄拠点や電力会社のLNG火力発電所、化学品誘導体メーカーへ横展開することも視野に入れる。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">国内外の大手化学メーカー、石油メーカー、重電メーカー各社もCO₂分離・回収技術開発に取り組むが、現時点では主に高CO₂濃度の排ガスを対象とした化学吸収法や物理吸収法が主流である。一方、省エネ、低コストを狙い、且つ低濃度を対象とする本PCPでは、コンソーシアム参画各社が先行する。現時点での技術優位性や競争環境等を勘案すると、PCPがその他の技術と棲み分け、かつ、コンソーシアム参画各社が当該技術においてグローバルでも優位なポジションを構築できる可能性は十分にあると考えられる。	<ul style="list-style-type: none">コンソーシアム内での情報共有により実装化可否判断を効率的に実施国内の製造工場を中心とした主要なコンビナート拠点及び周辺臨海工業地帯においては、確固たるバリューチェーンが既に構築されており、確実なCO₂排出源における分離・回収のニーズや化学品需要が存在している。ついては、その強みを活用しつつ、その上で、その他の競合技術に対する競争優位性を確保するためには、各拠点、さらには産業全体としてのカーボンニュートラル化に向けた着実な技術開発とコストダウン、投資の推進が重要となる。	<ul style="list-style-type: none">化学業界、鉄鋼業界や電力業界等の各プレイヤーによる中長期的なカーボンニュートラル化のロードマップにおいて、当該技術はその主要なオプションの一つとなり得る。ついては、国内外で先駆けて当該技術の確立に成功すれば、海外市場への本格展開や技術輸出による事業拡大の可能性も十分にあると考えられる。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

研究開発資金を計画、商用化フェーズでの投資額は経済性効果を見極め決定していく

資金調達方針

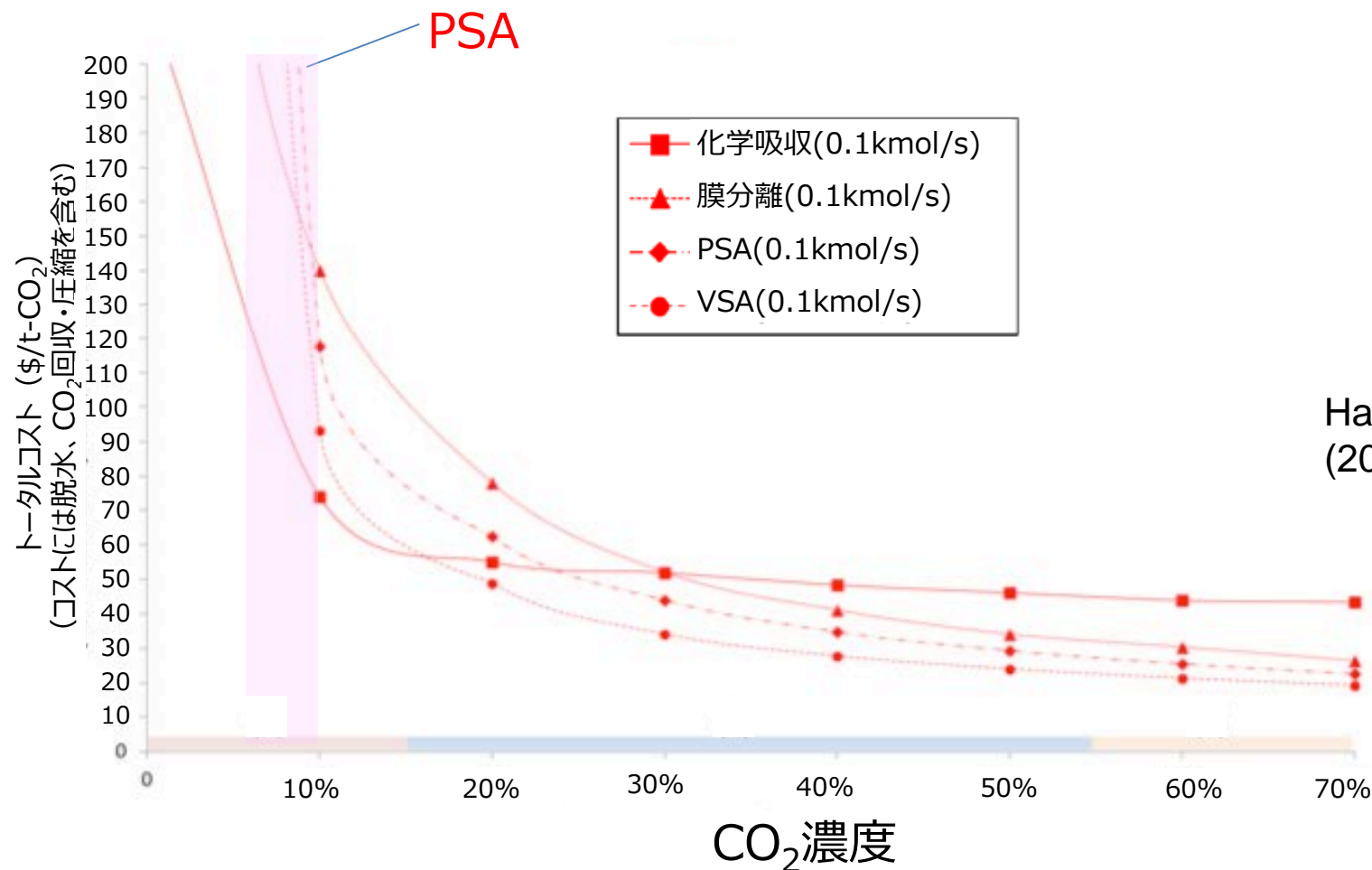
(単位：100万円)

	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度	2032年度	2033年度	2034年度	2035年度
事業全体の資金需要	6,081									自己負担により、事業化に向けた商用機の設備検討、および商用機の設備投資を実施する予定				
うち研究開発投資	6,081													
国費負担※ (委託又は補助)	3,705													
自己負担	2,376													

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

CO₂濃度と分離回収コスト

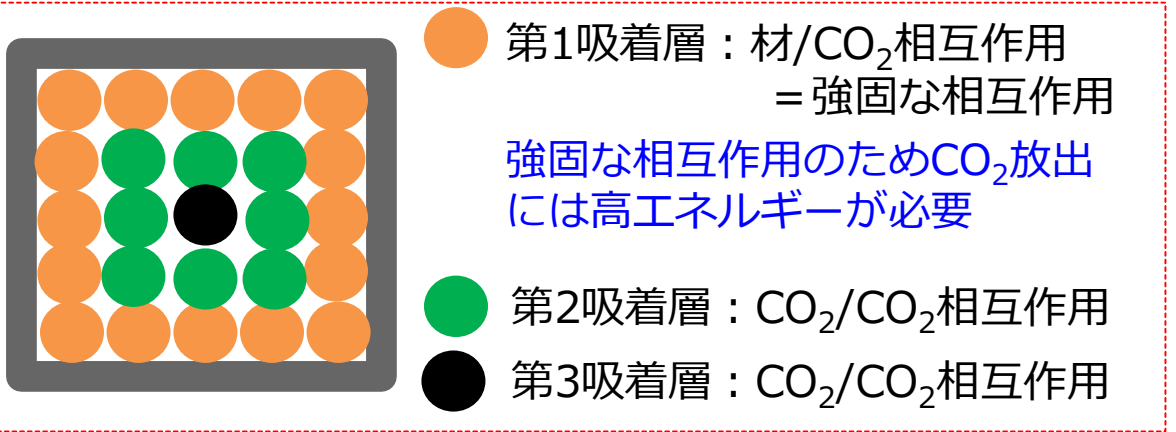
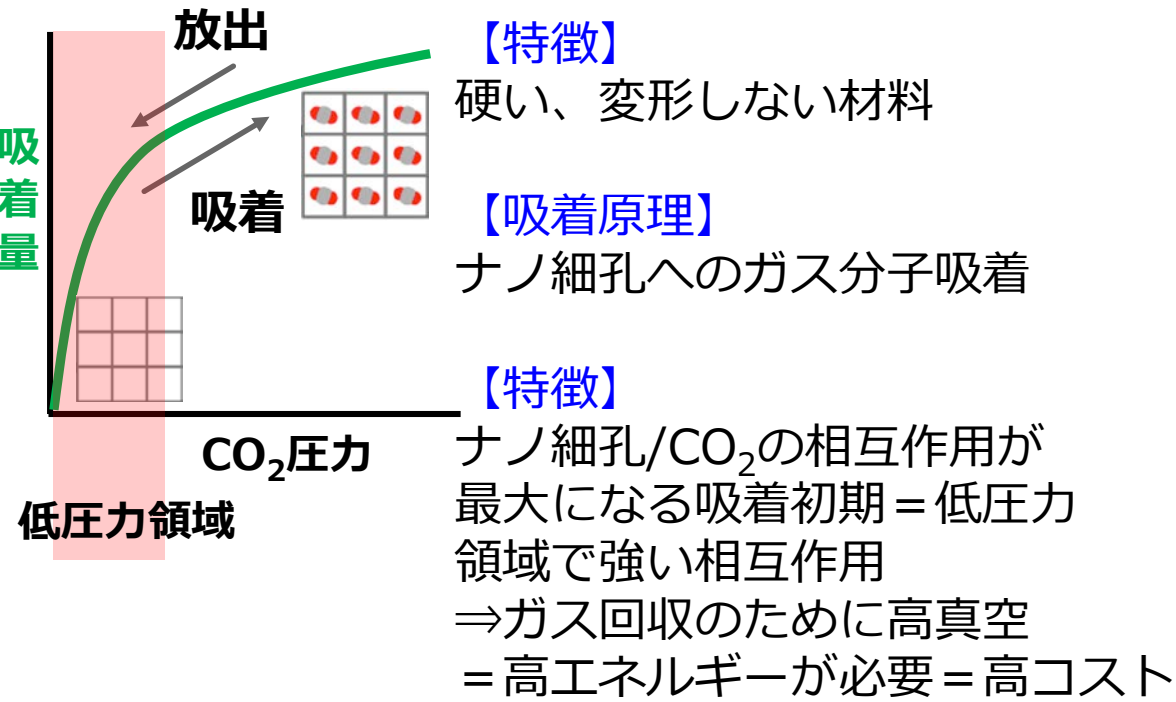


Hasan et al., *Ind. Eng. Chem. Res.*,
(2012) 15665のデータによる

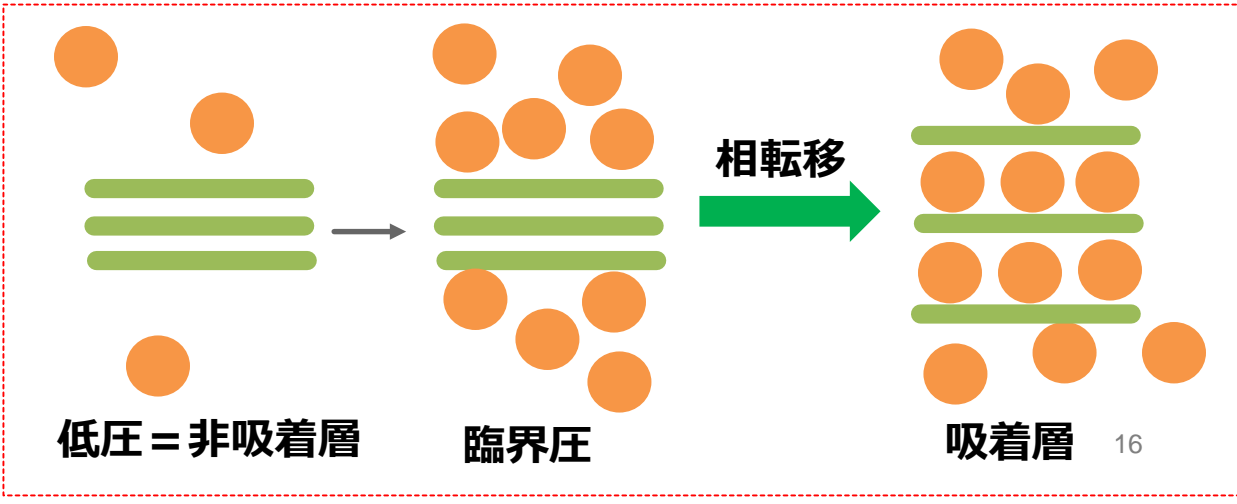
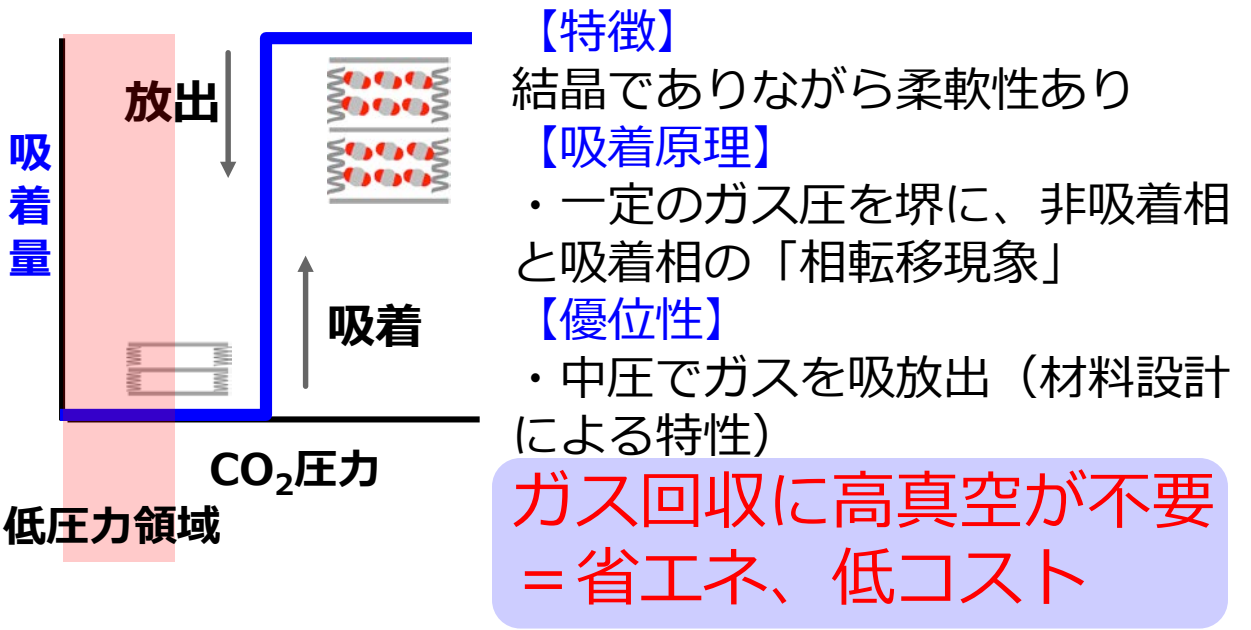
現行技術では、基金目標のCO₂濃度10%以下は、
20%台と比較して分離コストが3～4倍以上に急上昇する

提案材の構造と吸着原理【優位性 1】

既存材料（ゼオライト、活性炭）



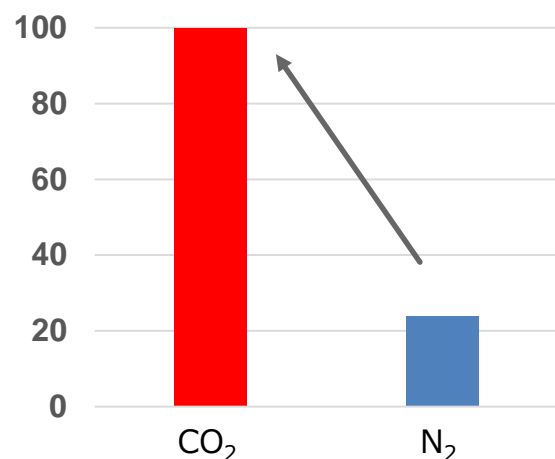
提案材料（構造柔軟型PCP）



圧倒的なCO₂選択性【優位性2】

既存材料（ゼオライト、活性炭）

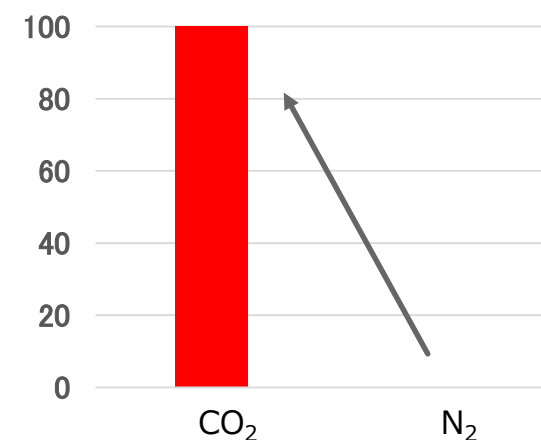
CO₂以外も一定量の吸着



提案材のCO₂選択性
(注)は
ゼオライトと比較し
て著しく大きい

提案材料（構造柔軟型PCP）

特殊な原理（相転移）による
著しく高いCO₂選択性



(注) CO₂選択性：25℃、800 k PaでのCO₂, N₂（いずれも純ガス）の吸着量比

提案技術の基盤検討（高濃度CO₂ベースの検討）

1.分離剤開発

- ・日本製鉄は2000年代前半より開発を開始し、基礎特性の研究開発と共に実装に向けた開発も実施
- ・レゾナック（旧昭和電工）は2009年に開発し、実装に向けて基礎・スケールアップの研究開発を実施

2.評価

- ・開発した分離剤は専用評価装置でゼオライト等の既存の分離剤と優劣評価を実施し、優位性を確認
- ・開発した分離剤を適用する場合のPSA分離シミュレーションを実施

3.実用化基礎検討

- ・分離剤原料の安定調達に向けた検討を実施
- ・その他、高温高圧CO₂暴露試験や耐水性評価を実施

【高温高圧CO₂暴露試験】

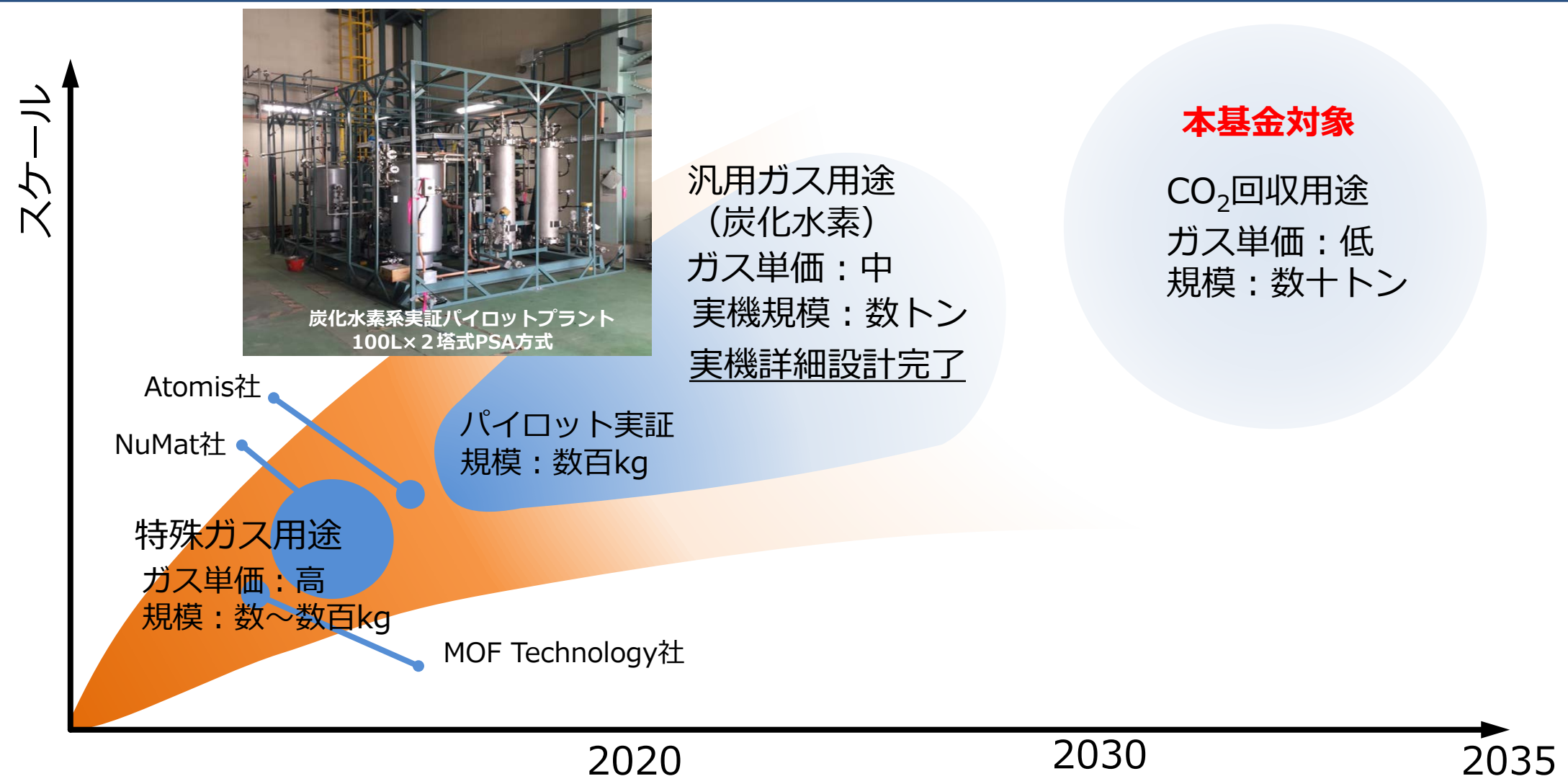
> 1週間

【耐水性評価】

劣化度とメカニズムの検討

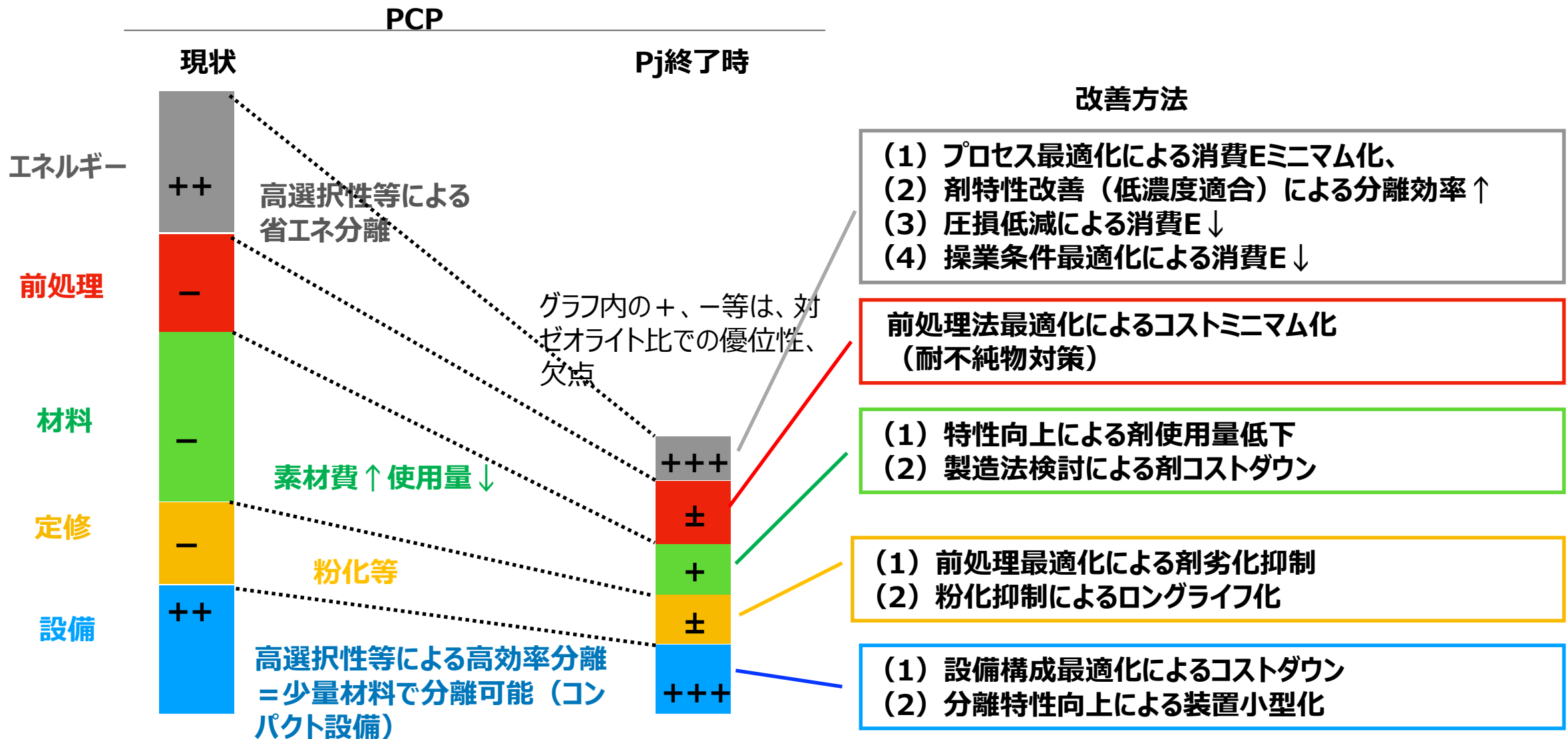
高濃度CO₂を対象にしたPCP分離剤の基礎検討を実施済み

PCP技術実用化の流れ



PCP量産化技術で先行しており、そのノウハウを最大限生かしてゆく

コストを構成する要素の改善方法



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

低濃度CO₂分離技術確立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		アウトプット目標	
1. 革新的低濃度CO ₂ 分離プロセス開発		低濃度(CO ₂ ≦10%)排ガスからCO ₂ を、3,000円未満/t-CO ₂ で、分離することを可能にする、分離剤の改良と量産、低エネルギー・高効率分離プラントの創出	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 分離剤		①吸着開始圧 ②吸着量	①吸着開始圧↓、エネルギーコスト↓ ②吸着量↑、エネルギーコスト↓
② プロセス		①回収CO ₂ 基準の分離剤量（BSF） ②耐久性 ③-1圧力損失 ③-2水平方向の温度差	①回収CO ₂ 基準の分離剤量↓、エネルギーコスト↓ ②耐久性↑、分離剤コスト↓ ③スケールアップファクターとして必要
③ 分離剤量産		分離剤単価	コスト構成の各要素においてコスト削減
④ パイロット建設・検証		CO ₂ 分離コスト 3,000円未満/t-CO ₂	要素技術の組合せの検証

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法
1 分離剤	①吸着開始圧 ②吸着量	プロトタイプの吸着剤、改良の要素技術	低圧・低濃度への適合完了	<ul style="list-style-type: none"> 材料組成の最適化 製造方法検討
2 プロセス	①回収CO ₂ 基準の分離剤量（BSF） ②耐久性 ③-1 圧力損失 ③-2 水平方向の温度差	実験室での分離検証	分離技術確立	<ul style="list-style-type: none"> シミュレーションによる装置、操業条件検討 不純物耐性評価と除去装置の設定
3 分離剤量産	分離剤単価	実験室での合成検証	量産技術確立	<ul style="list-style-type: none"> 反応条件・量産規模最適化 量産技術確立、製造条件最適化、ロス削減
4 パイロット建設・検証	CO ₂ 分離コスト	> 8,000 ¥/t-CO ₂	3,000¥未満 /t-CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> 実ガス、パイロットスケールでの検証

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
1 分離剤	<p>評価技術・ノウハウ等を共通化する</p> <p>配位子の固溶化の検討によるゲート圧低下の効果を把握し、以降の検討ベースの候補PCPの提案</p> <p>配位子モディファイによるCO₂吸着量等、主要因子への影響把握と、化学修飾法によるCO₂吸着圧の低下化、吸着速度向上手法の提案</p>	<p>評価方法の共通化に向けて、具体的な評価法・ノウハウの情報共有化を実施、互いの候補PCPを各社の方法で評価中。</p> <p>検討ベース候補PCPを4種抽出した。候補PCP1種の配位子の固溶化によるゲート圧の低下化を実証した。目標達成に向けてゲート圧の低下化の効果についての検討を継続中。</p> <p>金属イオンや配位子等のモディファイ及び、結晶状態の制御の2つのアプローチにて、ベース材料に対して修飾手法による分離特性等の向上を検討した。また、大規模実施可能な合成法、分離剤の実用評価（高圧吸着、耐水性評価等）を実施した。</p>	<p>○ 計画通り</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2 プロセス	<ul style="list-style-type: none">・分離剤の基礎吸着特性を低下させない成形化条件の明確化・粉化メカニズム解明の検討 <p>＜石化系＞最適な前処理条件の選定</p> <p>＜鉄鋼系＞水、SOx、NOxガスが単独で分離剤に及ぼす影響の静的条件での定量化と、動的評価での影響の明確化</p>	<ul style="list-style-type: none">・改良品の既存の成形方法への適合を確認した。・分離剤の基礎吸着特性を低下させない成形化条件を明確化し、粉化メカニズム解明を検討した。・大量生産を見据えた成形（賦形）方法を検討した。 <p>＜石化系＞PCP剤開発と基本プロセス開発に対してフィードバックする為に、ベースとなる前処理プロセスフローを作成した。</p> <p>＜鉄鋼系＞水、SOx、NOxそれぞれの分離剤への影響（CO2吸着量、吸着圧）を定量的に評価した。</p>	<p>○ 計画通り</p> <p>○ 計画通り</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
2 プロセス	<ul style="list-style-type: none">・基本プロセス概略検討・分離シミュレーションにより、1 / 2 / 3 塔式の消費エネルギー、必要分離材料、回収ガス純度等を定量的に比較・スケールアップ検討用ラボスケール装置の設計	<ul style="list-style-type: none">・プロセス設計の課題抽出の為に、検討のベースとなるフローを作成し、エネルギー原単位を概算した。改良品の動的性能評価を実施して、分離性能を把握した。・プロセス設計のベースデータをバッチ式の測定・評価にて集積した。・従来の1塔式、省エネ・省スペース化等が可能と考えられる吸着2塔式、3塔式等の幅広い装置形式での分離シミュレーションにより、1 / 2 / 3 塔式それぞれでの消費エネルギー、必要分離材料、回収ガス純度等を定量的に比較し、各形式での優位点を明確化した。・スケールアップ検討用ラボスケール装置の仕様概略検討した	<ul style="list-style-type: none">○ 計画通り

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
3 分離剤量産	<ul style="list-style-type: none">原料配位子について、市場からの調達の妥当性の判断P C P 製法について、確立されている方法の適合性確認、代替製造方法の見通し	<ul style="list-style-type: none">原料配位子、原料金属ソースの市場調査を実施中現状のSD系改良品の既存の製造方法への適合性を確認した	○ 計画通り
4 パイロット建設・検証	<ul style="list-style-type: none">パイロット詳細設計完了（2027年度）	なし	－ 計画なし

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
1 分離剤	<p>評価技術・ノウハウ等の共通化</p> <p>配位子の固溶化の検討によるゲート圧低下の効果の把握と、以降の検討ベースの候補PCPの提案</p> <p>配位子モディファイによるCO₂吸着量等、主要因子への影響把握と、化学修飾法によるCO₂吸着圧の低圧化、吸着速度向上手法の提案</p>	<p>特段の技術課題なし</p> <p>配位子固溶化によるゲート圧制御方法の把握</p> <p>・配位子モディファイが、分離剤の吸着特性に及ぼす影響明確化。 ・CO₂吸着圧を低圧化する手法の最適化 ・化学処理の条件を明確化し、吸着速度向上の効果把握</p>	<p>計画通りに進捗の見通し</p> <p>構造解析／吸着機構解析によりゲート圧の制御方法を把握して基本骨格設計に反映することで達成する</p> <p>・ベース材料に配位子モディファイを施した材料を評価することで、CO₂吸着量等、主要因子に及ぼす影響を明確化可能 ・一次スクリーニングは実施済みのため、条件最適化により目標達成の見込み。 ・解析装置の導入により、化学処理による構造評価が可能となり、直近のマイルストーン達成見込み</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2 プロセス	<ul style="list-style-type: none">・分離剤の基礎吸着特性を低下させない成形化条件の明確化・粉化メカニズム解明の検討 <p>＜石化系＞最適な前処理条件の選定</p> <p>＜鉄鋼系＞・水、SOx、NOxガスが単独で分離剤に及ぼす影響の静的条件での定量化と、動的評価での影響の明確化</p>	<p>➤</p> <ul style="list-style-type: none">・成形化条件の最適化・粉化メカニズム解明と実用化に向けての課題明確化 <p>・PCP剤開発の目標に対して、前処理プロセスの検討結果をフィードバックする</p> <p>・静的評価の精密評価</p> <p>・動的評価によるガス流通条件での影響の明確化</p>	<p>・基材やバインダーのスクリーニング、賦形方法の検討を継続することで、直近のマイルストーンを達成する見通し</p> <p>・デジタルマイクロスコープを活用して、粉化現象の高精度な解析を行い、メカニズムの解明に取り組むことで直近のマイルストーンを達成する見通し</p> <p>・H₂O濃度やNOx濃度とエネルギー原単位との関係を検討・評価する事によって達成する</p> <p>・静的評価については新規導入の装置にて、評価精度の向上が可能であり、直近のマイルストーンを達成見込み</p> <p>・導入予定の劣化加速装置での試験により目標達成予定</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2 プロセス	<ul style="list-style-type: none">・基本プロセス概略検討・分離シミュレーションにより、1 / 2 / 3 塔式の消費エネルギー、必要分離材料、回収ガス純度等を定量的に比較・スケールアップ検討用ラボスケール装置の設計	<ul style="list-style-type: none">・設計に必要なデータ採取の精度アップ・エネルギー原単位の精度の向上・分離シミュレーションにより、1 / 2 / 3 塔式の消費エネルギー、必要分離材料、回収ガス純度等を定量比較・特段の技術課題無し	<ul style="list-style-type: none">・プロセス検討用ラボスケール装置の導入・エネルギー原単位への前処理条件の影響を評価し、排ガスブロワーや真空ポンプの技術調査を進める事によって達成する・2 塔式および3塔式PSAシステムのシミュレーション継続検討により直近のマイルストーン達成の見通し

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

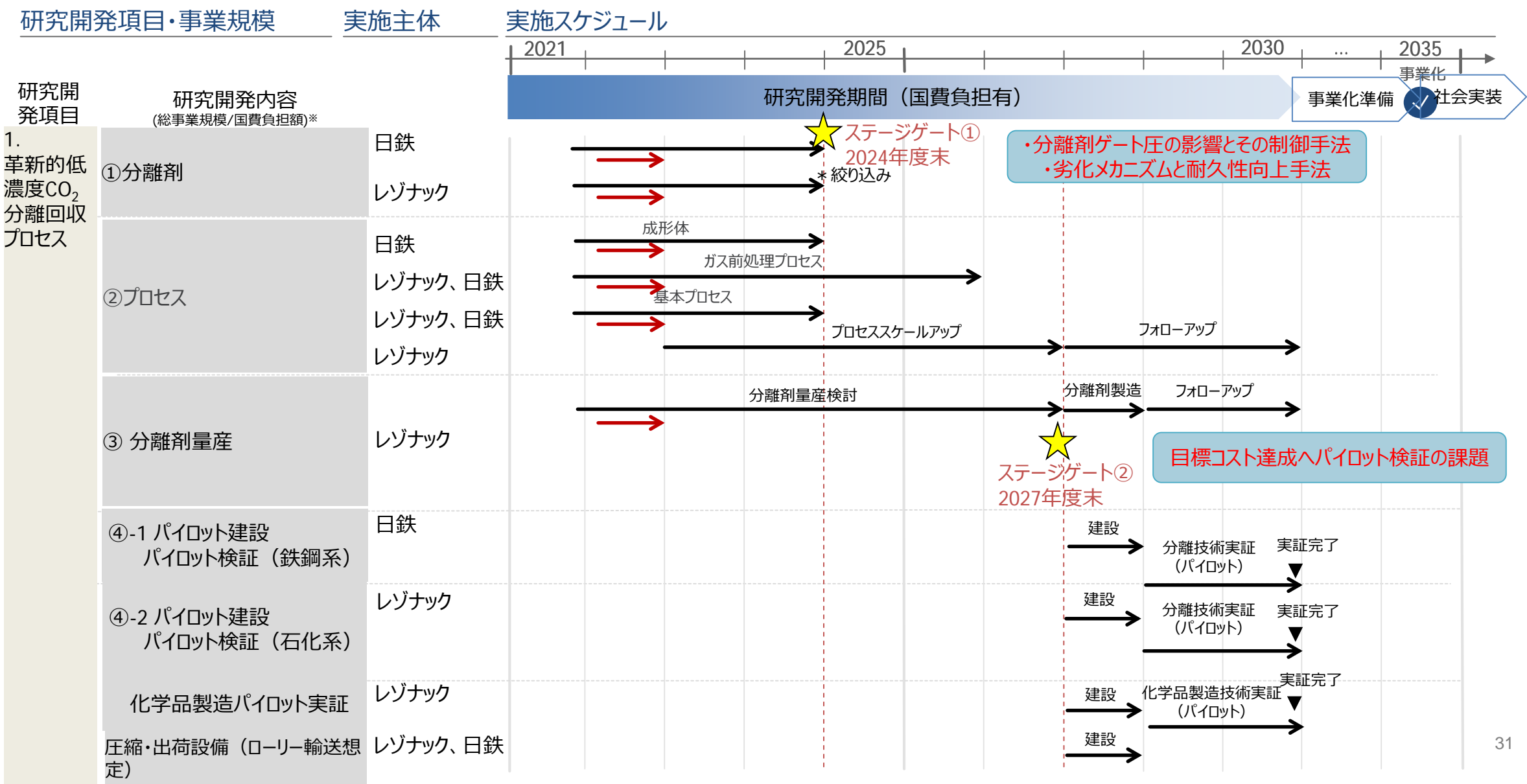
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
3 分離剤量産	・原料配位子について、市場からの調達の妥当性の判断 ・PCP製法について、確立されている方法の適合性確認、代替製造方法の見通し	・市場調査結果をベースとした、原料コスト試算と妥当性判断 ・候補PCPの量産技術の確立	・計画通りに進捗の見通し ・これまでの量産の知見を活かすことで解決する
4 パイロット建設・検証	パイロット詳細設計完了（2027年度）	—	—

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画

* 計画は黒矢印、実績は赤矢印で記載



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額

合計：84.4億円/72.0億円



各主体との連携方法

外注先は量産検討を想定

研究開発における連携方法

- 検討会を定期的（1回/月）に開催し、お互いの進捗状況の報告、技術ディスカッション、開発の進め方を確認などを行う協力体制とする
 - 共通部分の進捗確認、同じ物差しでの材料性能整理
 - 進捗確認、役割接続部の検討項目整理など
 - アカデミアも参加して進捗確認と情報交換をする場とする

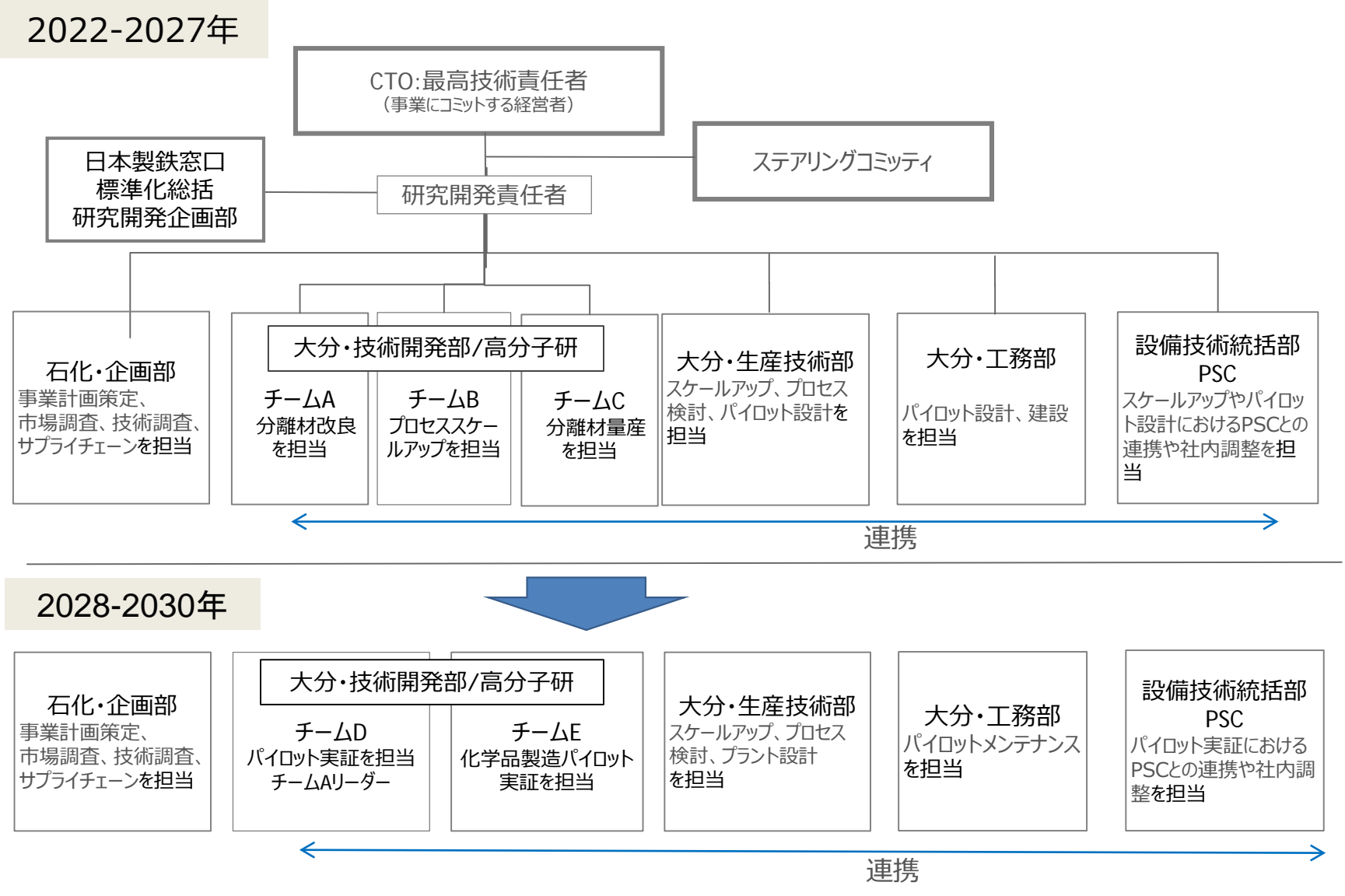
3. イノベーション推進体制

(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

* 2022-2027年に実施する「化学品製造」はGI基金対象外



- 研究開発責任者と担当部署
- 研究開発責任者
 - 研究開発企画部担当、研究開発全般を統括
 - 担当チーム
 - チームA：①分離剤改良を担当
 - チームB：②プロセススケールアップを担当
 - チームC：①分離剤量産を担当
 - 大分・生産技術部：プロセス担当
 - 大分・工務部：パイロット建設を担当
 - チームリーダー
 - Aチームリーダー：多孔性材料の実績を有す
 - Bチームリーダー：プロセス開発等の実績を有す
 - Cチームリーダー：粉体工学等の実績を有す
 - 標準化担当
 - 総括：研究開発企画部
 - メンバー：研究開発担当の大分技術開発部、サステナビリティ部、石油化学事業部よりメンバーを選出
 - 定例Mtg等を通じて、差別化戦略議論、市場環境や社会ルール形成の情報共有
 - ステアリングコミティと連携し経営と方向性共有

- 担当チーム
 - チームD：①パイロット実証を担当
 - チームE：②化学品製造プラント実証を担当
 - 大分・生産技術部：スケールアップ、プロセス検討を担当
 - 大分・工務部：パイロットメンテナンスを担当
- チームリーダー
 - Dチームリーダー：プロセス開発等の実績を有す
 - Eチームリーダー：化学品製造プロセス化等の実績を有す

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

経営者等による本基金事業への関与の方針

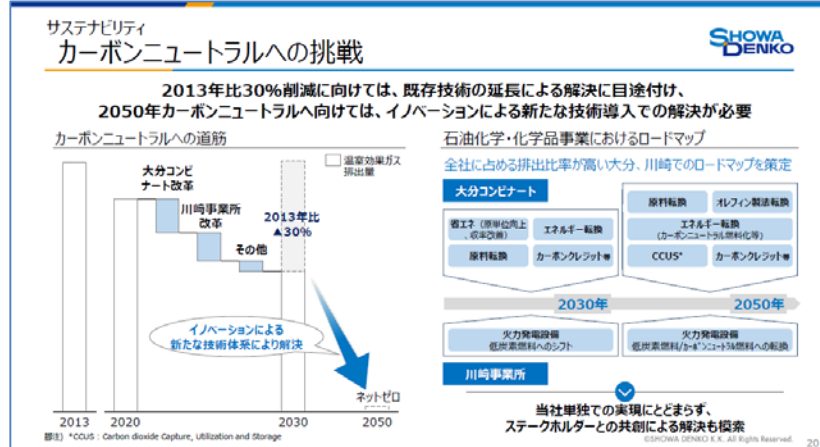
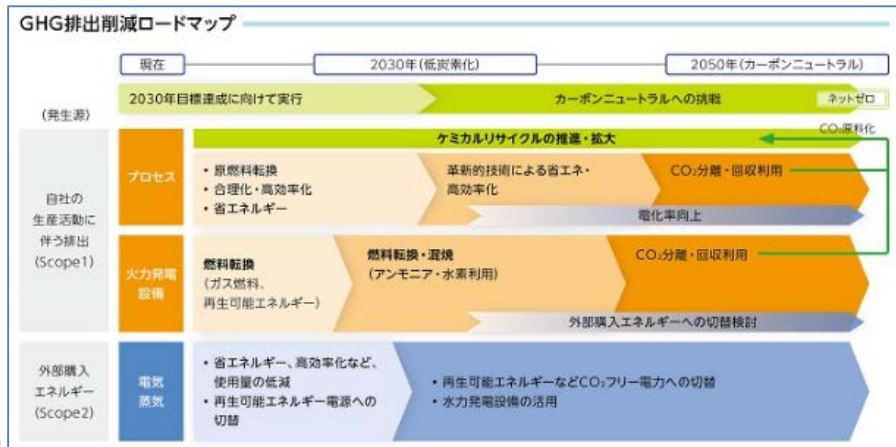
経営者等による具体的な施策・活動

- 事業のモニタリング・管理
- 本基金事業応募に当たっては、当社社長直下の会議体である経営会議にて意思決定を行い、取締役会で報告をした。
 - 経営会議で審議している中期経営計画5か年ローリング、また2023年実行計画会議で本事業への取り組み状況を報告した。
 - ステアリング・コミッティにおいて、2022年7月、10月、2023年6月に報告、審議した。また毎月の月次報告にて進捗状況を報告している。
 - 大分地区研究開発会議にて進捗状況を報告し、方向性を議論した（2022年6月、10月、2023年5月）。

事業の継続性確保の取組

- 当社は長期ビジョンの目指す姿を「持続可能なグローバル社会に貢献する会社」として、2050年カーボンニュートラルに挑戦する。当基金事業「CO₂分離・回収の利用」を含めた研究開発の取り組みや燃料転換・高効率化の施策を確実に実行していく方針でいる。
- 当社は当事業「革新的CO₂分離・回収技術」の取り組みと回収したCO₂を化学品原料とする研究開発の成果を早期に社会実装し、多くの製品を資源循環・カーボンニュートラル対応製品として社会へ供給することを化学企業としての責任の一つと考えている。当社大分コンビナートを持続可能な事業にアップグレードするためにも当基金事業への取り組みは必要不可欠なものであり、この基金事業は継続して実施していく。

出典）左図：昭和電工レポート2021
右図：「共創型化学会社」に向けて目指す方向性（2022年2月14日）



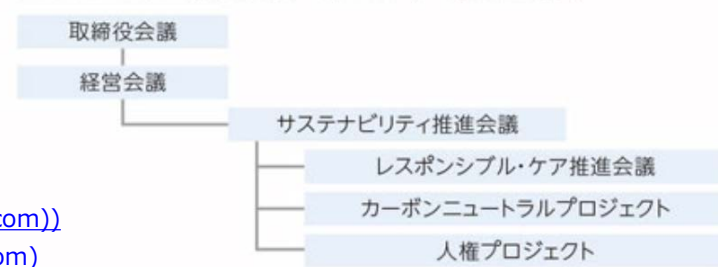
3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核にカーボンニュートラルに向けた炭素循環事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

（1）取締役会等コーポレート・ガバナンスとの関係

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 2022年2月に開示した長期ビジョン「共創型化学会社に向けて目指す方向性」の中で示し、「サステナビリティ・マネジメントの強化」として「石油化学・化学品事業を持つ化学メーカーとしてカーボンニュートラルへの真摯に取り組むことを明示した。また「カーボンニュートラルへの挑戦」としてイノベーションにより解決することと、本基金事業を実施する大分コンビナートのロードマップに「CCUS」の位置づけを示している。
 - カーボンニュートラルへの取組については気候変動に関するリスクと機会について、経営会議直下のサステナビリティ推進会議で立案し、CXOが審議している。
 - サステナビリティ推進会議の下部にカーボンニュートラル・プロジェクトを設置し、組織横断でGHG排出量削減の施策の検討を進めている。
 - コーポレートガバナンスとの関連付け
 - 上記の経営戦略や事業戦略・計画が目指す成果を取締役の選任、評価、報酬等に反映させる仕組みについて、マテリアリティのKPIに紐づけた運用を今後検討していく予定である。当社は、経営の監督機能と業務執行機能の役割分担を明確にするため執行役員制度を導入し、最高職務責任者(CXO)と事業責任者(BU長)に業務執行に関する権限を付与している。また、取締役会の機能の独立性、客観性と説明責任を強化するため、取締役会の諮問機関として委員の過半数を独立社外取締役で構成する指名諮問委員会、報酬諮問委員会を設置している。
- 本事業は、CTO、CMEO、石油化学事業部長とをステアリングコミティメンバーにおいて進めている。

サステナビリティ推進体制（2022年6月30日現在）



出典）レゾナックHPより
[サステナビリティの考え方 | レゾナック \(resonac.com\)](#)
[コーポレート・ガバナンス | レゾナック \(resonac.com\)](#)

（2）ステークホルダーとの対話、情報開示

- 企業価値向上に関する情報開示 [ステークホルダーとの関わり | レゾナック \(resonac.com\)](#)
- マテリアリティ「イノベーションと事業を通じた競争力の向上と社会的価値の創造」への取り組み
 - 社会課題の発見から技術開発、新たなビジネスモデルを通じたソリューションの提供という一連のプロセス、および共創を通じたイニシアチブの発揮による事業を通じて社会的価値を創出することを目標としたマテリアリティ「イノベーションと事業を通じた競争力の向上と社会的価値の創造」を設定している。このマテリアリティはさまざまな産業の起点である化学メーカーとしての直接的かつ間接的な社会および環境価値を創出していくことを示している。マテリアリティにはKPIを設定し、進捗状況を開示していく
- 統合報告書 [昭和電工レポート（2022年）統合報告書](#)
 - 2021年は「GHG削減ロードマップ」の中に当事業を示す「革新的なGHG分離・回収技術と回収GHGの化学品原料としての利用」について示している。
 - 2022年はケミカルセグメントの「社会課題解決に向けた共創型化学会社としての取り組み」の事例として、石油化学：カーボンニュートラルへの取り組み「CO₂分離回収・利用の実践」として開示している。
- プレスリリース
 - 本事業の採択時に取り組みについて、対外公表した。 [（2022年5月13日プレスリリース）](#)
 - 本事業本格始動として、研究開発計画の概要を、連携する日本製鉄殿及び6つの大学と合同で対外公表した。 [（2022年12月22日プレスリリース）](#)
 - カーボンニュートラル達成に向けイノベーション創出を支援するために、脱炭素化支援機構に出資したことを対外公表した。リリース文中に当事業への取組についても言及した。 [（2022年10月28日プレスリリース）](#)
- 展示会企業レクチャー
 - ケミカルマテリアルJapan2022にて当社CEOの高橋が基調講演（「昭和電工はレゾナックへ 化学の力で社会を変える」）し、その中で本事業への取組について言及した。（10月17日～28日で開催されたキー・インダストリーである化学企業および周辺産業が一堂に会する総合展示会）

※今後も、中期経営計画等のIR資料・統合報告書、HP等において、TCFD等のフレームワークも活用しながら、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づける。
[環境 | 研究・技術開発 | レゾナック \(resonac.com\)](#)

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、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 当事業は、9年間にわたり、多くの部門との連携を当初から想定するプロジェクトであることから、ステアリングコミティ（ステコミ）を設置した。
構成メンバー：最高技術責任者（CTO）
高分子研究所長（コーポレート研究開発組織長）
大分コンビナート代表（実働部署所管長）
石油化学事業部長（実働部署の本社事業部長）
最高製造関係業務・技術責任者（CMEO・CQO）
（実証支援担当部署を所管）
- ステコミメンバーは各担当部門のリソースの意思決定者であり、実働現場から提供される情報を受け、メンバー間で進捗状況を共有し議論することで、適切なタイミングで機動的に意思決定や方向修正を行うことが可能である。機を逸することなく社内調整を円滑に行える体制としている。
- ステコミメンバーは書面による月次報告で進捗確認し、半期毎に開催する研究開発会議では実行計画に基づいた開発進捗の報告を受け、次期実行計画を審議している。審議の結果に応じて次期計画のリソース配分を決定した（2022年6月、10月、2023年6月に実施）。
- 実行計画を立て（Plan）、実行し（Do）、結果を評価を行い（Check）、ステコミメンバーによる見直しを経て、次の目標、行動計画に反映（Act）というPDCAサイクルにより、当事業を着実に社会実装まで繋がられるよう努め、目標の達成に向け、取り組みを活性化を図っている。
- 本事業の対象外となる回収CO₂を原料とした化学品製造の新規製法にも自己資金を投資している（国費外の取り組み）。

人材・設備・資金の投入方針

- 人材プールとしての機能を持つ融合製品開発研究所を体制に組み込み、人材ローテーションをはじめとした人材投入の環境変化への応答性・機動性向上を図っている。また専門性を重視するキャリア採用や社内公募による投入も継続して進めている。
- 複数のイニシアチブへの参加や社内のオープンイノベーションの仕組み活用による大学やスタートアップとの連携の用意も進めている。
- 当社の基盤技術である分析機能を積極的に活用、計算科学やプロセス設計部門との協業も視野に入れて、当事業の研究開発の効率化による加速を目指している。そのために基盤技術へも投資を検討している。
- 社会実装を見据え、回収CO₂を化学品原料に展開するため調査は自己資金で継続して進めている。また事業化に必要な調査（サプライチェーン構築調査、事業環境調査など）も今後、自己資金を投入予定。

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、情勢変化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

R&Dリスク

- 分離技術開発が設定したKPIに未到達。化学品製造技術開発に遅延。
 - － 第一人者の大学研究室との協働による開発推進リソース配分の見直し
- 人材を中心とした研究開発体制の確保・高度化
 - － 特に重要パート（プロセス開発のシミュレーション技術、模擬装置での分離実測等）を中心とした複数箇所（大学/企業等）での技術共有を行うなど世界レベルで人材採用の展開
- パートナー企業（分離剤原料製造元等）におけるトラブルの影響による研究開発スケジュールの遅延
 - － サプライチェーンの複線化
- 他社の特許等の知的財産権への抵触
 - － 特許監視、特許網（基本特許、重要特許）の構築
- パイロットプラント建設の遅延（納期遅延、作業遅延等）
 - － 工程管理を行うコンソーシアム各社内との関係部門との連携強化
 - － 日常的に取引のある協力会社とのコミュニケーション円滑化・効率化
- 技術の陳腐化リスク
 - － 計画通り最速スケジュールで開発→社会実装を進める

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

市場リスク

- 脱炭素政策やマクロ環境動向に伴う産業構造変化の影響による低濃度CO₂排ガスの分離・回収やカーボンリサイクルによる化学品製造の需要減少
 - － 生産規模や事業化時期等の再検討
- 原材料価格変動リスクの顕在化
 - － 原料価格トレンド・予測等の継続的なモニタリング
 - － 需要家との協力による適切な価格転嫁

事業リスク

- 競合分離技術の台頭による競争優位性の低減
 - － 分離/利用のカップリングによる最適化を通じた更なるコストミニマム化の実現
 - － カーボンリサイクル等の付加価値創出による競争力強化
- プラントEPCのコスト及びタイムオーバーランの可能性
 - － 規格化等を通じた早期普及による一括購入等のアプローチでのEPCコストのミニマム化
 - － 生産規模や事業化時期等の再検討

社会リスク

- 人口減少・高齢化を背景とした労働者不足の顕在化
 - － 労働環境や待遇の改善、採用活動の強化等による人材確保の推進

その他（自然災害等）のリスクと対応

災害リスク

- 高潮・沿岸域の氾濫や地震、パンデミック等による製造設備の損害・事業停止に伴う業績悪化や装置損傷に伴う分離剤漏洩による環境への影響
 - － 事前の毒性他評価及び結果に応じた装置の仕様策定
 - － 災害時のマニュアル整備やBCP訓練による被害の抑制
- サプライヤーやインフラへの影響を受けての事業停止に伴う業績悪化や安定供給への影響
 - － サプライチェーン全体を考慮したBCP管理による被害の抑制

その他のリスク（システム等）

- ネットワークウイルス等によるコンピューターシステムの休止
 - － 情報セキュリティ規定順守によるオペレーション管理の徹底
 - － セキュリティ機能強化による機密情報漏洩対策の徹底

● 事業中止の判断基準：

- ターゲット業界/顧客における基幹製品の製造プロセス革新により、CO₂排出量や濃度等に大きな変動があった場合
- 低濃度CO₂分離・回収において、弊社開発技術に対して、競合技術の競争優位性が顕著になった場合

