

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：CO₂の分離回収等技術開発プロジェクト

（【研究開発項目】低圧・低濃度CO₂分離回収の低コスト化技術開発・実証

【研究開発内容】②工場排ガス等からの中小規模 CO₂分離回収技術開発・実証）

実施件名： 分離膜を用いた工場排ガス等からのCO₂分離回収システムの開発

実施者名： 住友化学株式会社（幹事会社）

代表名： 代表取締役社長 岩田 圭一

（共同実施者：株式会社OOYOO）

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

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

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

住友化学

住友化学が実施する研究開発の内容

分離膜を用いた低圧・低濃度CO₂分離回収の低コスト化技術開発・実証

- ・ 膜モジュールの開発
- ・ 分離システム、プロセスの設計・開発と分離回収コスト評価
- ・ パイロット試験、実証試験の実施
- ・ CCUとの技術連携検証・実証試験

住友化学の社会実装に向けた取組内容

上記項目に関して、原料調達、プラント設置、運転、販売等を担当

OOYOO（ウーユー）

OOYOOが実施する研究開発の内容

分離膜を用いた低圧・低濃度CO₂分離回収の低コスト化技術開発・実証

- ・ CO₂分離膜の開発
- ・ 上記膜を連続生産する製膜プロセス（設備設計）の開発

OOYOOの社会実装に向けた取組内容

- ・ 膜材料の原料調達に関するサポート
- ・ 成果の知財権取得による開発技術の競争力確保等を担当

CO₂分離回収技術の低コスト化、低エネルギー化の実現

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

2050年カーボンニュートラルの実現に向けて安価なCO₂分離回収技術の確立は必須

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）

- ・ 温暖化対策の必要性が増し、資源循環などの“環境価値”に対するニーズが高まる
- ・ 「消費者が環境価値に対し適正な対価を支払う」ことが一般認識として共有される社会が到来する。

（経済面）

- ・ 投資家によるサステナビリティ考慮の要請が高まる。
- ・ 気候変動問題対応が遅れた企業に対する、消費者や投資家の評価が低下し、不買や資金調達コスト増大などのリスクが高まる。

（政策面）

- ・ 日本および世界各国における化石エネルギーへの新課税、カーボンタックス導入が進展し“CO₂排出コスト”が顕在化する。
- ・ 企業の環境対応に関する情報開示が義務化され、カーボンニュートラルへの取り組みが企業価値向上に不可欠な要素となる。

（技術面）

- ・ 再生可能電力やクリーン燃料（水素、アンモニア）によるエネルギー分野のCO₂フリー化が進む一方で、2050年時点でも発電所や製造業からのCO₂排出は一定量予測され、ネットゼロのためにはCO₂分離回収技術が引き続き重要となる。
- ・ EORに用いられるCO₂分離回収技術は実用化され、米国等において商用プラントが稼働している他、国内でも、石炭火力発電や製鉄プロセス等におけるCO₂分離回収技術の開発・実証が進められている。今後は、より低圧・低濃度の排ガスへの対応が進展していくことが見込まれる。

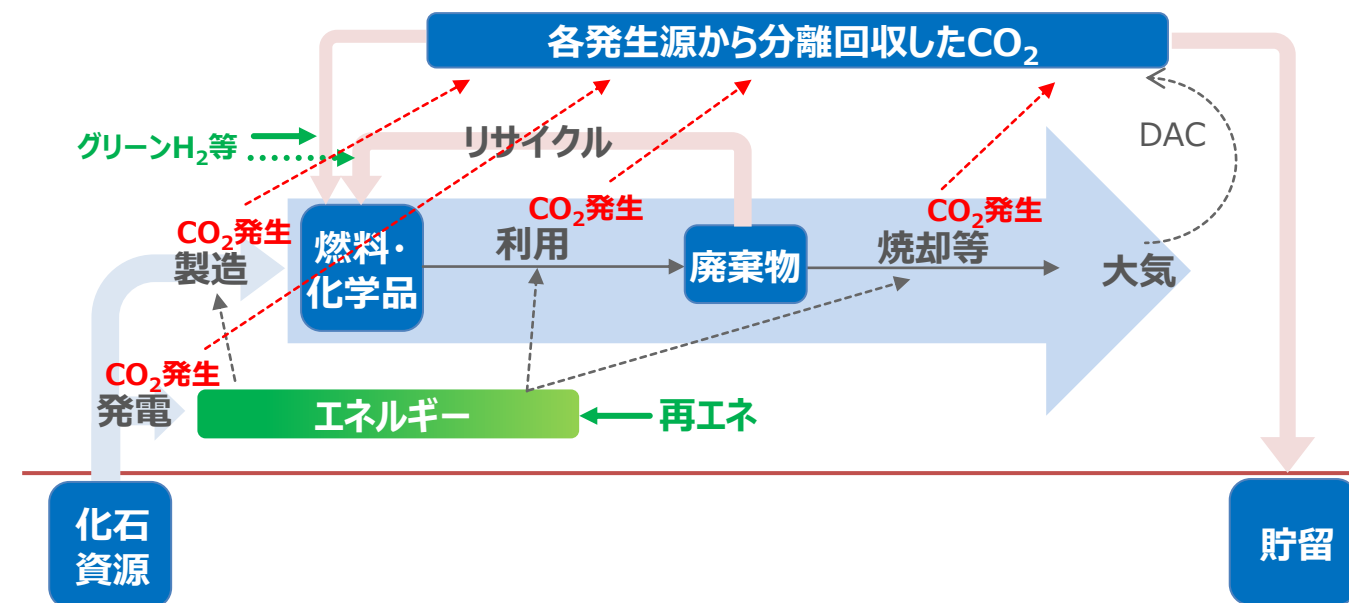
● 市場機会：

- ・ カーボンニュートラルに向けた、安価なCO₂分離回収技術へのニーズの高まり

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

- ・ 環境負荷低減に資する技術開発・製品提供

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



多種多様な排出源からのCO₂分離回収技術が進展することにより、CO₂分離回収ビジネスの拡大に加えて、CO₂有効利用も含めた炭素循環ビジネスの創出・発展に貢献。

● 当該変化に対する経営ビジョン：

サステナビリティ推進基本原則：経済価値と社会価値の創出（『自利利他 公私一如』の推進）

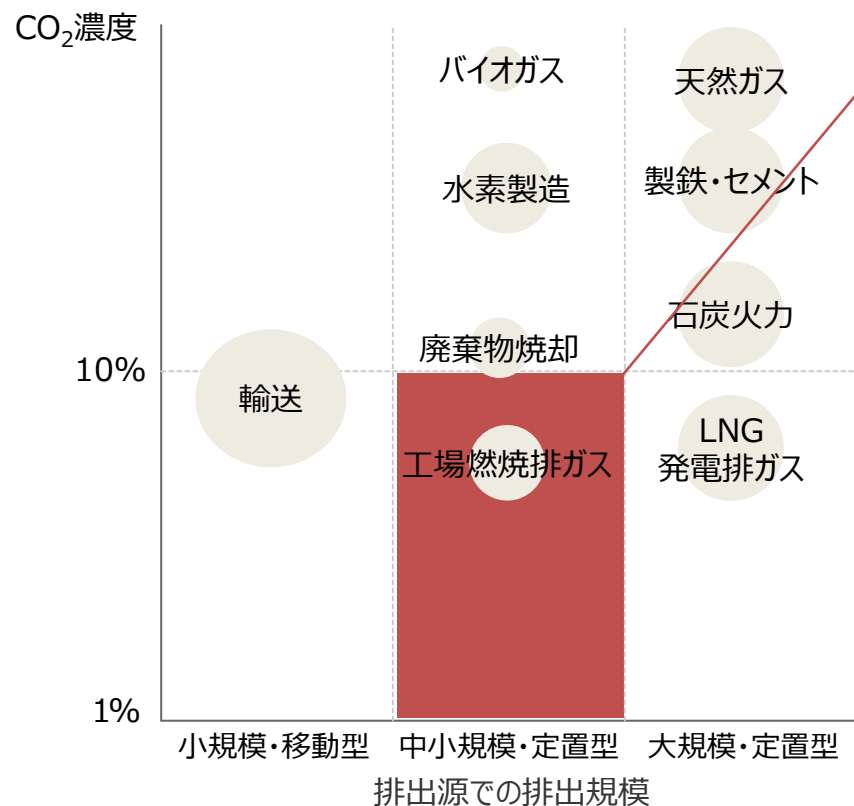
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

CO₂を分離回収する対象ガスのうち、不純物の多い燃焼排ガスをターゲットとして想定

セグメント分析

開発技術の適用拡大を有利に進めるため、**CO₂濃度が低く、かつ、夾雑物を含む燃焼排ガス(中小規模)**に注力。
確立した技術を用いてその他セグメント（主に定置型）への事業展開を目指す。

CO₂排出源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シェア・時期

- 産業由来のCO₂排出量は、電化により漸減傾向になるものの2050年時点でも多く、CO₂分離回収技術の重要性が高まる状況。
- 回収CO₂を化学品へ転換する炭素循環の流れをつくるには、CCU技術との連携が容易な化学産業の排ガスから実証・実用化を始めることが有利と予測。
- アルコールや合成メタン製造への利用にあたっては安価な水素の調達が必須であり、水素供給の拡大に合わせて2030年以降に徐々に事業拡大するものと考えている。

産業分野ごとのCO₂分離回収量(化石燃料由来)のマイルストーン

[Mt-CO ₂ /年]	2020年	2030年	2050年
産業	3	360	2620
火力	3	340	860
水素製造	3	455	1355
非バイオ燃料製造	30	170	410

出典： <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

- 小規模発生源から事業を拡大し、2035年で230万t-CO₂、2050年で2億t-CO₂（世界シェア3%）の分離回収事業を目標とする

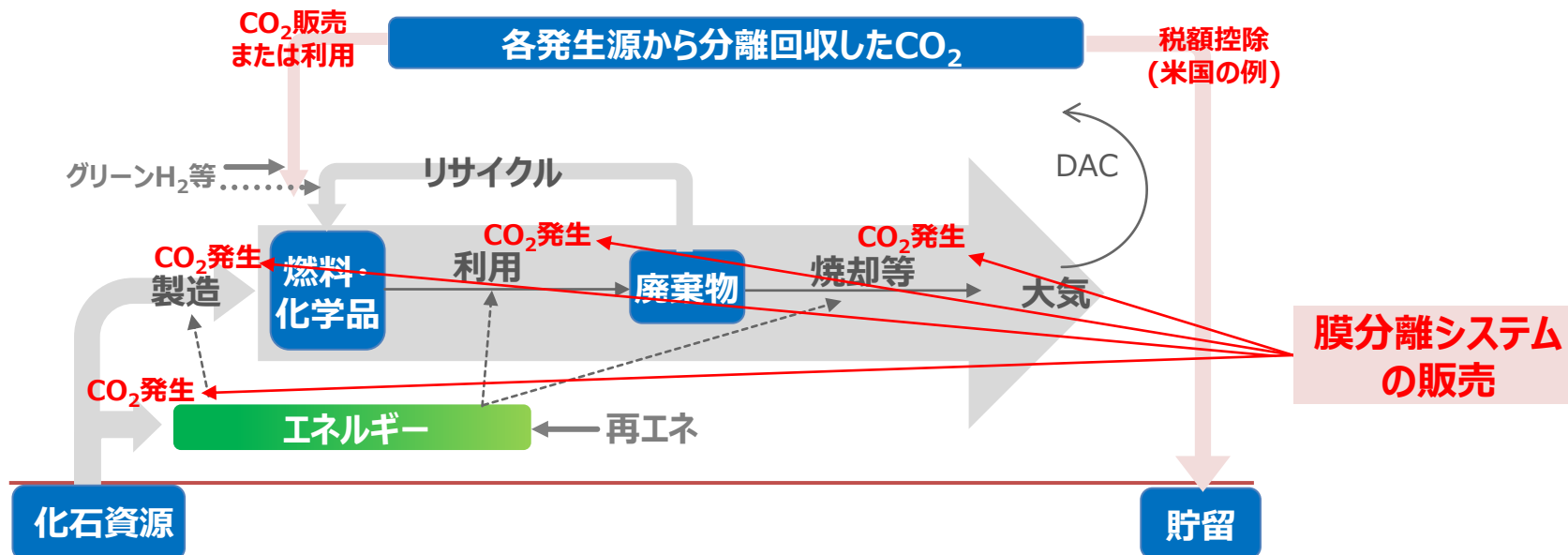
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

膜分離技術を用いて、安価なCO₂回収システム・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

- 2050年カーボンニュートラルに向けた、国内外でのGHG排出削減に貢献
- 導入企業のCO₂排出量削減に基づく有形、無形の価値
- 回収CO₂をCCU原料として販売することによる収益（自社利用の場合は、安価なCO₂調達手段の獲得による合理化）

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



・社会・顧客に対する提供価値/定量目標

カーボンニュートラルの実現に向け、CO₂を排出している各事業者での排出削減に貢献するだけでなく、CO₂有効利用も含めた炭素循環ビジネスの創出・発展に貢献。

・ビジネスモデル（製品・サービス・収益化の方法）

本技術（安価な膜分離システム）により回収したCO₂は今後開発が進展する各種CCU技術の原料として販売、またはCO₂回収事業者内での有効利用が可能となる。分離回収事業の収益化形態としては、当該膜分離システムの販売・ライセンスを想定しているが、膜モジュール販売や、自社工場内で発生するCO₂を回収し誘導化学品の販売も検討する。

・研究開発計画における取組の成果が果たす役割

分離膜による安価なCO₂回収システムの実現には、研究開発計画に記載の、膜・モジュール材料、製造プロセス、最適な分離プロセス設計の開発が必須である。

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）

炭素循環の“環境価値”を確保する標準化を提案・活用し社会貢献しうるルール形成を推進

標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

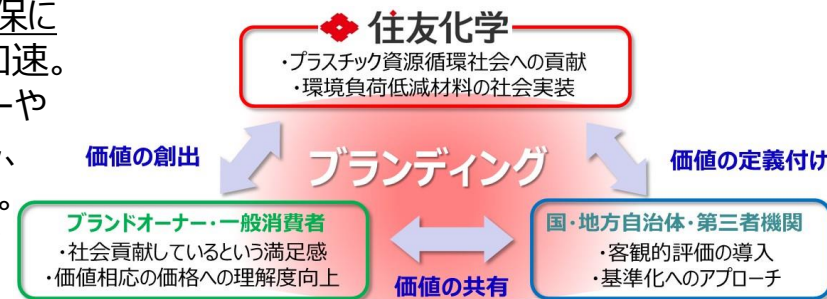
<課題認識>

・新技術をいち早く社会に実装し、カーボンニュートラルに向けた革新技术を世界的に普及・促進するためには、技術主導で市場開拓してだけでなく、技術に係る標準を国内外でルール化し、展開していくことが極めて重要。

（1）プラスチック製造まで含めた炭素循環事業、
（2）炭素源としてのCO₂分離回収技術事業、
の両面で他社との差別化を図ることで、本事業の社会実装がより確実なものになると想定。

<当社取組方針・考え方>

- ・“環境価値”を適正に評価する為の国際的な「認証制度」を活用し、技術の社会実装を推進。
- ・ブロックチェーン技術を用いたトレーサビリティの確保による価値の「見える化」を推進し、社会実装を加速。
- ・関連する公的機関や業界団体、ブランドオーナーや一般消費者など様々なパートナーと連携・協力し、環境価値を認定するルール作りに主体的に貢献。
- ・国内の研究機関と連携し、自社分離回収技術のCO₂回収エネルギーの国際標準化。



分離膜によるCO₂分離回収事業の標準化戦略について

・差別化要因と標準化に向けた対応策を検討する

1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

ガス分離膜開発の知見を活かして、社会・顧客に対して安価なCO₂回収技術を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- 他技術より低コストでCO₂を分離回収可能な膜分離システムの導入により、投資額の低減とCO₂/CCU製品の収益率向上
- 導入企業のCO₂排出量削減に基づく有形、無形の価値

自社の強み

- 過去のガス分離膜の開発経験に基づき、膜の開発工業化に関する知見の保有
 - 材料設計、モジュール構造、評価システム、生産設備の自動化等に関する有形、無形の資産

自社の弱み及び対応

- 燃焼排ガスに適した膜材料開発に関する知見
 - オープンイノベーションによる社外連携（OOYOOとの連携）

他社に対する比較優位性

自社

技術

- (現在)H₂からのCO₂分離に適した分離膜、膜モジュールに関して開発先行しており、多数の知見を保有



- (将来)蓄積してきた知見を活かして新しい膜分離システムを開発。更に、別途開発中のCCU技術との連携に強み

顧客基盤

- (現在)千葉地区でのコンビナートエリアでの近隣他社との連携実績



- (将来)社内外問わず、分離回収したCO₂の利用先、サプライチェーンについて自治体、コンビナート単位で連携

サプライチェーン

- (現在) G会社にエンジニアリング会社を有しており、ライセンスの実績保有



- (将来)グループ連携の強みを活かして、ライセンスも含めて事業を拡大

その他経営資源

- (現在)社内、G会社に製造設備、ボイラー、発電設備を有しており、社内での実証試験が可能



- (将来)国内での技術確立後、国外自社関連プラントへの適用や他社へのライセンスを通じ、技術の適用拡大・事業の成果最大化を検討

競合A社 (国内)

- アミン吸収法にて燃焼後ガスからのCO₂回収の商用実績あり
- 改良吸収液での実証試験を完了

競合B社 (米国)

- 発電排ガス向けの分離膜にて、1,000～2,000GPUの透過性能を持つ膜を開発

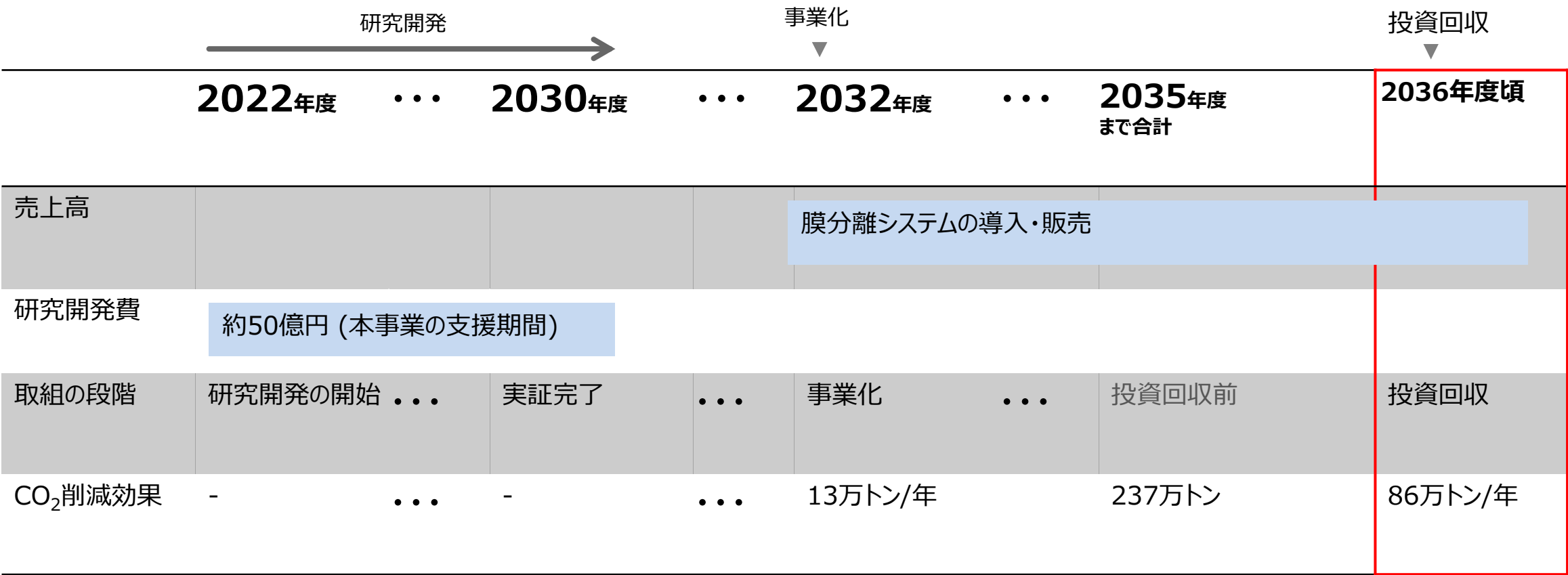
- 米国を中心に活動（DOEプロジェクト受託）

- 米国の分離膜メーカーであり、膜モジュールを製造販売している

- 米国エネルギー省(DOE)の支援事業を実施中

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

9年間の研究開発の後、2032年頃の事業化、2036年頃の投資回収を想定



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	● 知財・標準化戦略 国際競争上の優位性を確保するため、成果については国内だけでなく海外での権利化も行う。また開発技術の優位性を公平に示すために標準評価機関との連携も検討する。 ● オープンイノベーション 基礎検討段階では、共同提案企業との連携を最大限に活かし、工業化時に想定される課題等を踏まえた研究開発を行う。 ● PoCによる顧客ニーズの確認 基礎検討、パイロット段階から、回収CO₂の純度・経済価値について想定顧客との対話を行い、適宜開発目標へフィードバックすることで実証試験後の早期事業化を行う。	● 商業開始時からの量産体制を想定し、膜モジュール製造の自動化システム導入を前提にした研究開発を実施する。 ● 原料調製・製膜・組立加工・システム製造（エンジ会社との連携）の一連の流れを意識した製造設備の立地を検討する。 ● 自社保有の既設の製膜装置の活用し、設備投資を低減することを検討する。	● 事業開始後も安価化や対象排出源拡大に向けた改良検討を継続し、競争力の維持・向上に努める。 ● 分離エネルギーがほぼ電力である膜分離法の特徴を活かし、コスト面だけでなく環境負荷低減効果も考慮した宣伝、価格設定を行う。
国際競争上の優位性	● 広く特許網を構築し、CO₂貯留サイトや安価な再エネを利用できる海外での事業展開を有利に進める。 ● 自社開発技術の優位性を国際標準化機関の証明とともに発信することで顧客候補からの信頼獲得を目指す。	● 量産化体制を早期に確立することで、事業規模拡大を加速させ、国際競争力向上を行う。 ● 最適な立地検討により、製品システムのカーボンフットプリントを低減させ、競業製品との競争優位性を確保する。	● 安価な再エネが豊富な海外適地では、上記効果をより一層アピール出来る可能性があり、競争を優位に進めることができると想定している。

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、250億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

	2022 年度	...	2030 年度	...	2032 年度以降
事業全体の資金需要	約50億円※ ² (本事業の支援期間)			...	膜分離システム販売事業
うち研究開発投資 (研究開発に伴う設備投資費を含む)	約50億円※ ² (本事業の支援期間)			...	
国費負担※ (委託又は補助)	約44億円※ ² (本事業の支援期間)			...	
自己負担	約6億円※ ²			...	約243億円※ ³ (2037年までの合計)

(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)

- 本事業期間については、当社のキャッシュフローで対応可能と見込む。

※ インセンティブが全額支払われた場合
※² 共同提案者分を含む
※³ 2031年度以降の事業投資を当社単独で実施する場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

研究開発項目		アウトプット目標	
1. 低圧・低濃度CO ₂ 分離回収の低コスト化技術開発・実証		CO ₂ 濃度が10%以下の工場排ガス等から2,000円台/ton-CO ₂ でCO ₂ を分離回収する膜分離システムの開発と、回収したCO ₂ からアルコール等の化学品製造への適用確認	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
① 高CO ₂ 透過膜の開発		【ガス透過性能】 ・ CO₂透過係数 ・ 選択性(CO₂/N₂) ・ 膜の製品寿命	試算結果より、2,000円台/ton-CO ₂ のシステムを実現するためには、高い透過係数と高い選択性が必要
② 塗工プロセス開発		・ 製膜コスト	モジュールの製作コストを少なくする為には、膜の製造コストを少なくする必要あり
③ プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発		・ モジュールコスト	目標分離回収コストに必要なモジュールコストを設定した
④ 分離システム開発		・ 許容される夾雑ガス濃度を実現する前処理システム(膜寿命5年を達成する許容濃度を確認し、設定) ・ CO₂回収率：90%以上 ・ CO₂純度：90%以上 ・ 分離回収コスト：2,000円台/t-CO₂	・ 膜の劣化が無いレベルに数値を設定し、必要な前処理等のコストも含む形で分離回収コストを評価予定 ・ 回収率、純度は需要に応じて設定(液化を想定)

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

	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 高CO ₂ 透過膜の開発	透過膜は支持層、ガター層及び選択層で構成される。これら3層を積層した透過膜におけるガス透過性能の目標値はCO₂透過速度：3,000[GPU]、選択性：50である。これを達成するために支持層、ガター層にもガス透過性能の目標値を設定し、材料、塗工液及び塗工条件等を検討する。	- 支持層はCO₂透過速度及び価格の目標値を達成した。 - ガター層はCO₂透過速度の目標値を達成したが、選択性は目標値を未達成であった。 - 選択層はCO₂透過速度及び選択性ともに目標値を未達成であった。	○／添加剤の検討を前倒して行っている。
2 塗工プロセス開発	- 新規導入する塗工装置を設置する場所を確保し、必要なユーティリティを整備する。 - 装置を設置し、正常動作を確認する。	- 装置の設計をコーターメーカーと行っているが、世界的な半導体不足の影響でコーターの納期が2年以上になるため、当初計画の2023年度第4四半期に納入できる設計の検討を行い、注文に至った。 - 注文した装置と同型の塗工装置でガター層を塗工し、バーコーティング法と同等の性能が得られることを確認した。	○／設計変更を行うが計画通りの進捗である
3 プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発	小型品（実機サイズ1/7スケール）の試作を行い、膜エレメント部材（圧力容器、スペーサ、接着剤等）および封止構造の最適化検討を実施する。	膜エレメントの基本構成は決定した。封止法は各種手法にて小型品（実機サイズ1/7スケール）の試作し有効性を確認した。その結果、小型品の気密試験は高歩留まりで合格、透過性能も平膜と同等で良好な結果を得られた。	○／小型品完成 エレメント基本構成決定 封止法の有効性確認済
4 分離システム開発	- NO₂吸着実験設備を完成させ、吸着実験を開始する。 - 分離プロセスのプロセスシミュレータの構築を行う	- 微量NO₂ガスの平膜評価設備にてNO₂耐性評価が可能となった。平膜評価前に吸着剤を設置することで膜性能の低下を抑制可能となることを確認出来た。 - 吸着剤の実ガス長期連続評価設備の設計を行い発注まで完了した。 2段階リサイクルシステムのプロセスシミュレータを構築した。膜性能（透過係数、選択率）と操作条件を入力することにより物質収支が出力され、様々なプロセス条件検討が可能となった。	○／ゼオライト吸着剤効果確認済 設備発注済 ○／シミュレータ構築済

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

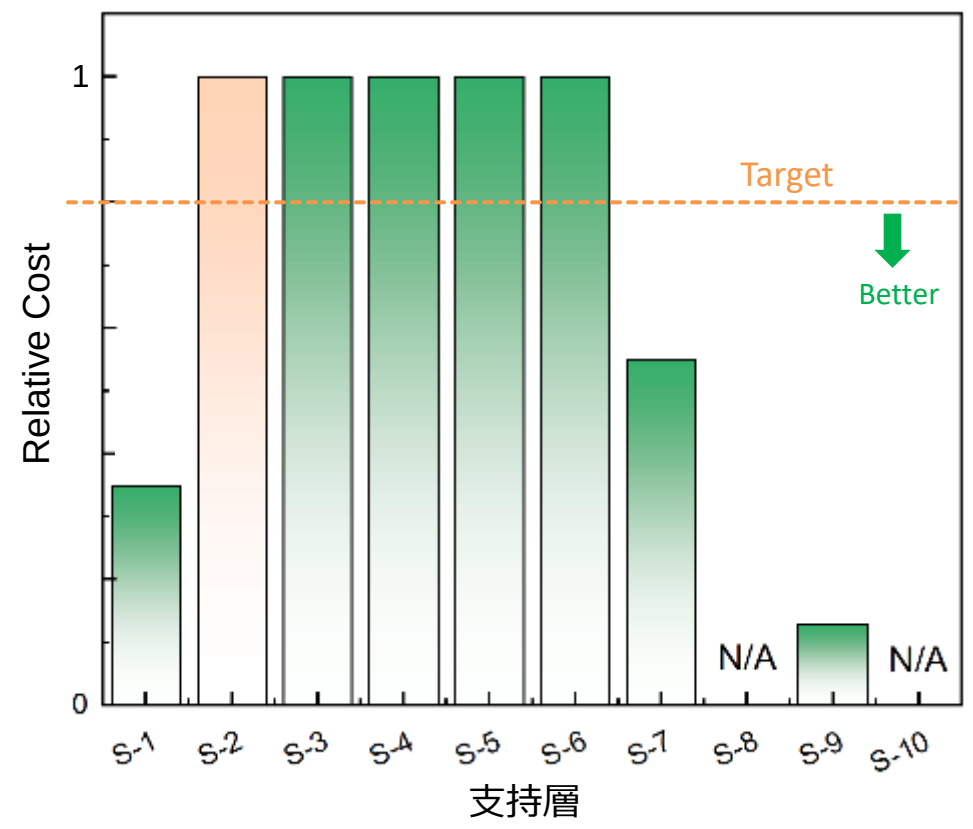
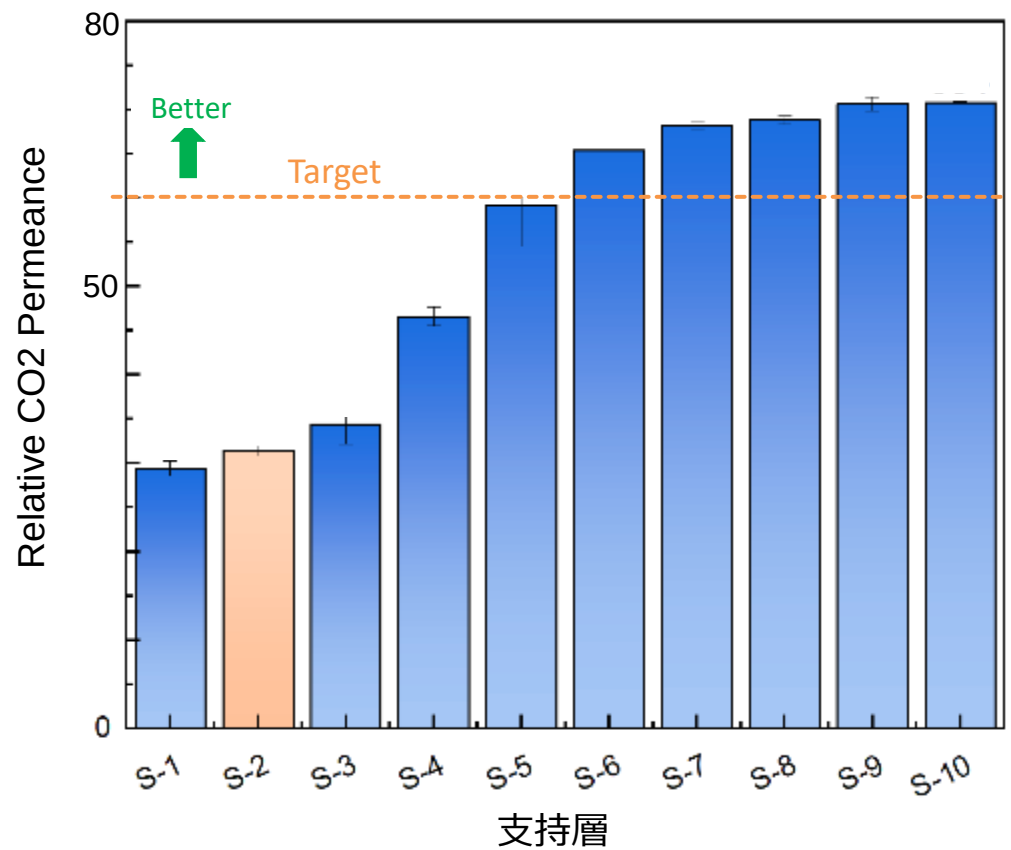
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

	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 高CO ₂ 透過膜の開発	- 透過膜は支持層、ガター層及び選択層で構成される。これら3層を積層した透過膜におけるガス透過性能の目標値はCO₂透過速度：3,000[GPU]、選択性：50である。これを達成するために支持層、ガター層にも目標値を設定し、材料、塗工液及び塗工条件等を検討する。 - 添加剤を前倒して検討する	- ガター層は選択性の改善が必要である - 選択層はCO₂透過速度及び選択性ともに改善が必要である。 - 上記を補うために、添加剤によるCO₂透過速度及び選択性の改善が必要である	開発期間を短縮するために、支持層、ガター層及び選択層の開発を独立に進め、目標を達成、あるいはそれに近い性能が得られた。但し、各層の特性は互いに影響を与える場合がある。支持層は決定した為、今後、ガター層の性能を最適化し、次に選択層の性能を最適化する。並行して添加剤を開発し、両層の性能を向上させる。必要に応じて、ガター層からの再検討を行い、目標性能のを達成する。
2 塗工プロセス開発	- 新規導入する塗工装置を設置する場所を確保し、必要なユーティリティを整備する。 - 装置を設置し、正常動作を確認する。	- 設置場所の確保 - ユーティリティの整備 - 装置の設置 - 試運転による動作確認	設置場所の候補が決定し契約を進めている。必要なユーティリティ及び装置の搬入方法については製作会社と協議の上、決定する。なお、導入する装置と同型装置を定期的に借用し、作業者のトレーニングを行い、導入後直ちに運用が可能になるような状態にする。
3 プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発	小型品（実機サイズ1/7スケール）の試作を行い、膜エレメント部材（圧力容器、スペーサ、接着剤等）および封止構造の最適化検討を実施する。	- 部材、封止部の耐久性試験 - 封止法の自動化検討（製法検討） - 圧力容器スケールアップ時の耐圧設計	部材劣化の加速試験を実施し確認する。ハーフサイズの自動化検証機導入(2023年度購入予定)し設計する。各種補強設計とシミュレーション&耐圧試験により耐圧設計を行う。
4 分離システム開発	- NO₂吸着実験設備を完成させ、吸着実験を開始する。 - 分離プロセスのプロセスシミュレータの構築を行う	- 実ガス長期連続評価により実機吸着塔設計に必要なデータ（吸着速度、飽和吸着量）を取得する。 - CO₂回収率および純度に応じた、コストミニマムとなる分離プロセスを設計する。	2023年3月頃より、実験開始予定。ブロワ、真空ポンプの動力算出によりランニングコストの算出、マテバラおよび膜面積から設備費(概算)を算出することにより設計する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 1: 高CO2透過性分離膜の開発

1-1a) 支持層の検討

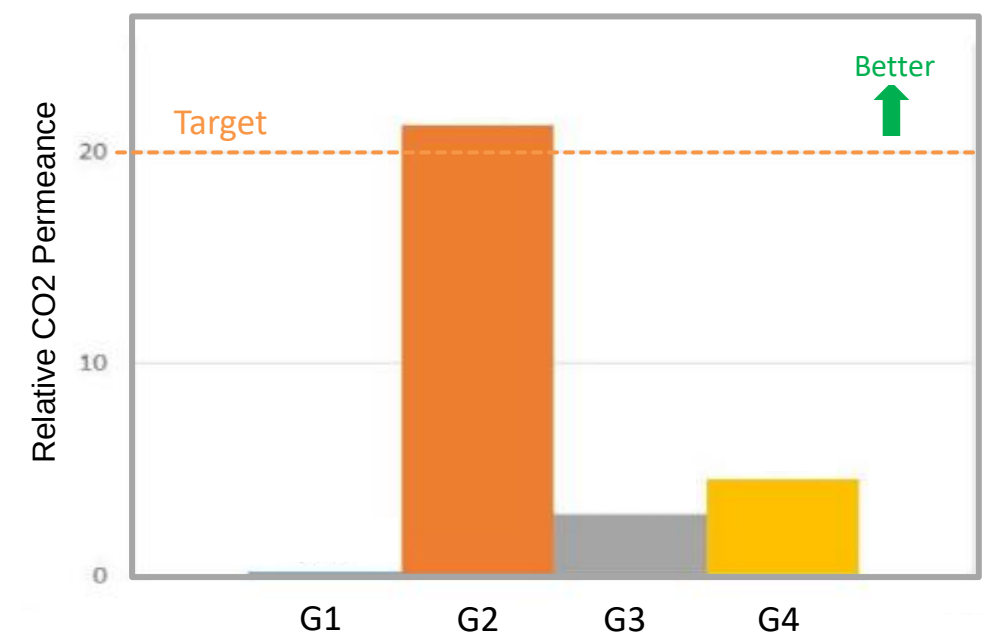
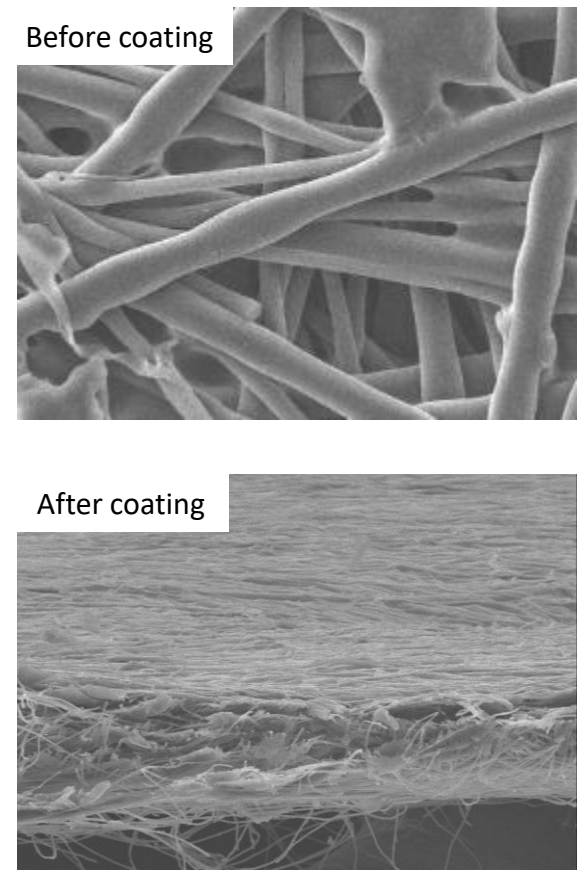


新支持層の採用によりCO2透過速度及びコストの目標値を達成した。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 1: 高CO2透過性分離膜の開発

1-1b) ガター層の検討

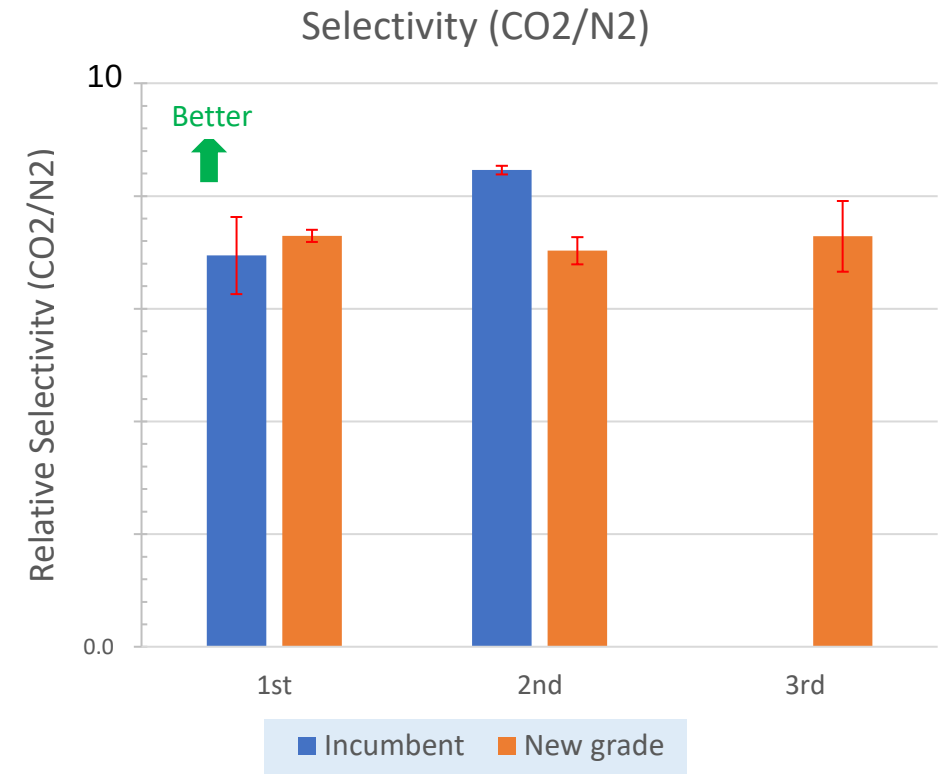
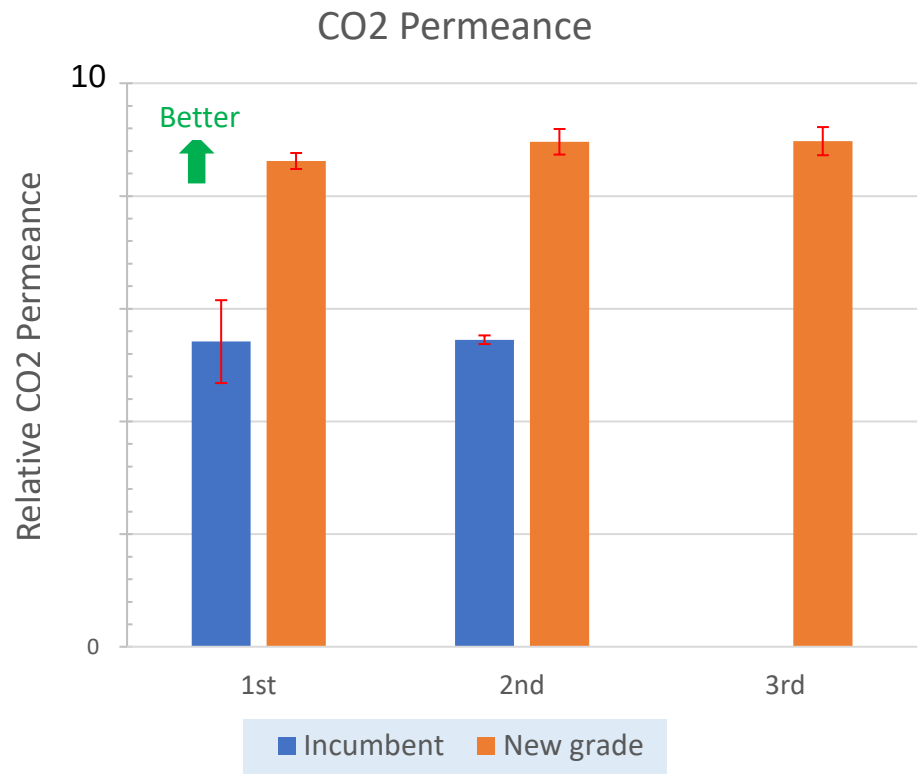


- 炭素ベース材料の採用によりCO2透過速度の目標値を達成した。
- ただし、選択性は目標値を未達成であった。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 1: 高CO2透過性分離膜の開発

1-2) 選択層材料の検討1/2



CO2透過速度及び選択性ともに改善が見られたが、目標値を未達成であった。

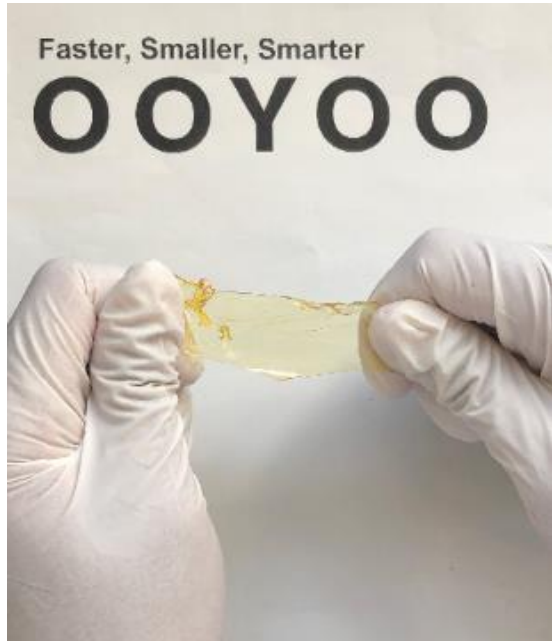
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 1: 高CO2透過性分離膜の開発

1-2) 選択層材料の検討2/2

ガス透過係数(厚膜)

Polymer	Relative CO2 Permeability	Relative Selectivity (CO2/N2)
PS-1	45	60
PS-2	57	86
OY-1	97	43
OY-2	55	94
OY-3	23	46
OY-4	33	97

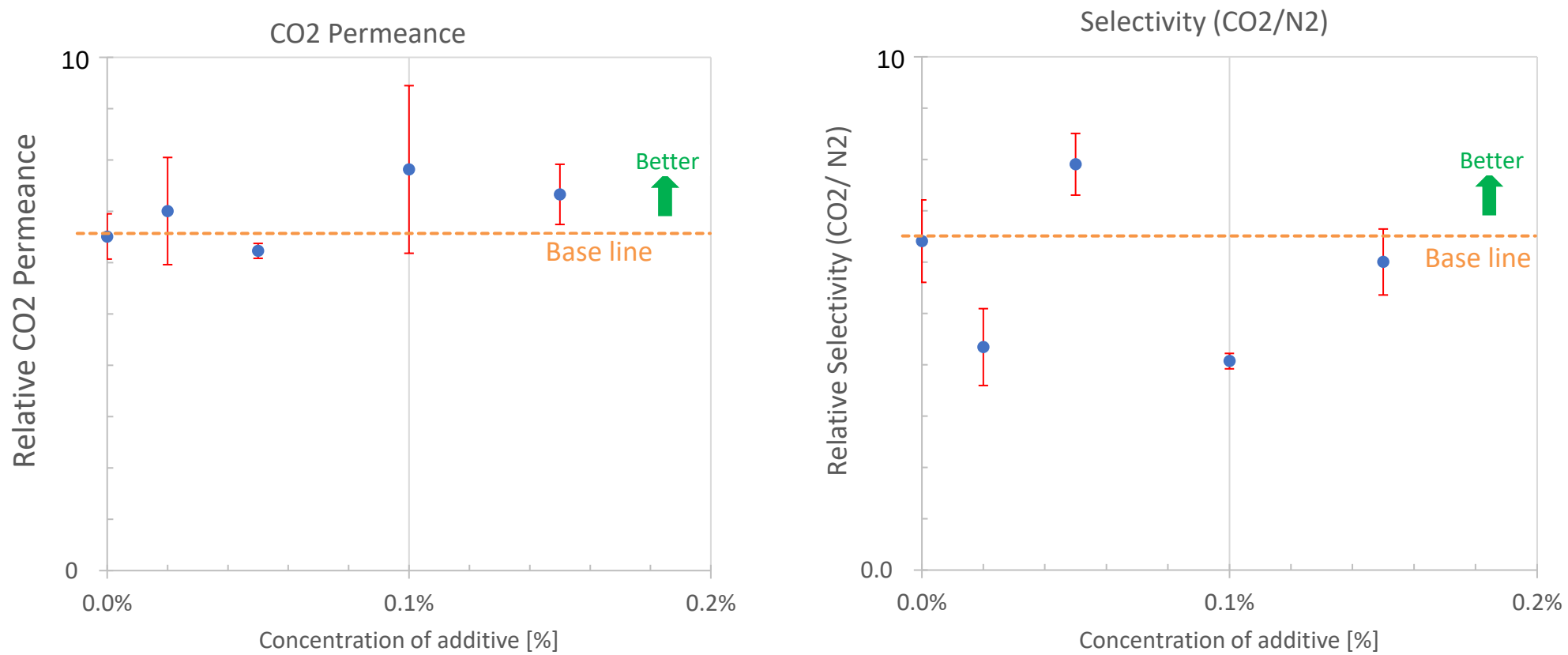


他社品と同程度の性能を示す自社合成ポリマーが得られており、その改良を進めている。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 1: 高CO2透過性分離膜の開発

1-3) 添加剤の検討



1つの添加剤(自社合成品)により、選択性が25%向上する結果が得られた。
その再現性の調査し、ばらつきを抑える等さらなる改良を検討する。

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

研究開発項目 – 2: 製膜プロセス開発

2-1)製膜装置の設計検討

Specification	
Head	Slot die
Sheet width	500 mm
Line Speed	0.5-30m/min*
Oven length	6m (1.5m x 4)
Laminator	Yes
De-laminator	Yes
Corona treatment	Yes
Edge Guides	Yes

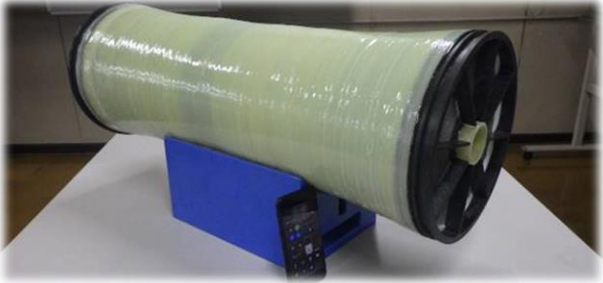
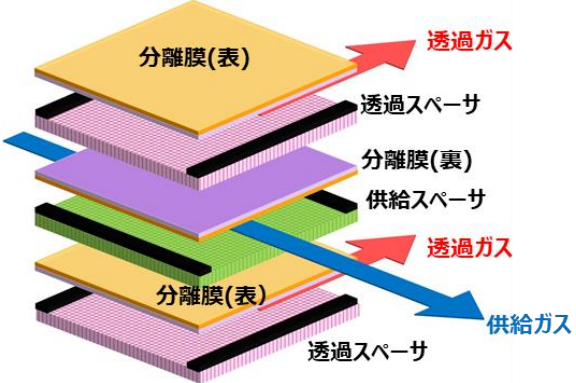
新規導入する製膜装置の設計及びスペックが決定し、注文が完了した。

2. 研究開発計画／参考資料

研究開発内容③：プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発 (1)開発技術の特徴と意義

- ✓ **特徴**
 - 膜をスタッキングするプレート&フレームは、エレメント化時の機械的ダメージが少ないため**薄膜に対応しやすく、かつ圧力損失が小さい**。一方、スパイラルエレメントは、作製時の機械的ダメージによる薄膜化が難しい
- ✓ **意義**
 - 従来のスパイラルエレメントと比較して、**コスト減、充填面積は増**

排ガスに適しているのは **プレート&フレーム型エレメント**

型式	スパイラル	プレート&フレーム
写真、図	10inchエレメント(促進輸送膜) 	
長所	✓ 耐圧性 ✓ 技術蓄積有り	✓ 薄膜化に対応し易い ✓ 圧力損失が小さい ... 排ガスは低圧のため重要
短所	✓ 薄膜化が難しい ✓ 圧力損失大きい	✓ 耐圧性が低い → 重要度小 (∵排ガスは低圧) ✓ 新規技術

2. 研究開発計画／参考資料

研究開発内容④：分離システム開発 (1)開発技術の特徴と意義

✓ 技術の開発意義

工場排ガス等には各種夾雑ガス(NO_x 、 SO_x 、 Cl 分、煤塵など)が含まれ、それらは膜性能を低下させる原因になる可能性があり、最終的には回収コストに影響する。

よって、各種夾雑ガスの膜性能への影響度を確認し除去すべき閾値の把握と、除去プロセスの開発が必要である。

✓ 開発技術の独自性

・ゼオライト系吸着剤による NO_2 の高度脱硝技術

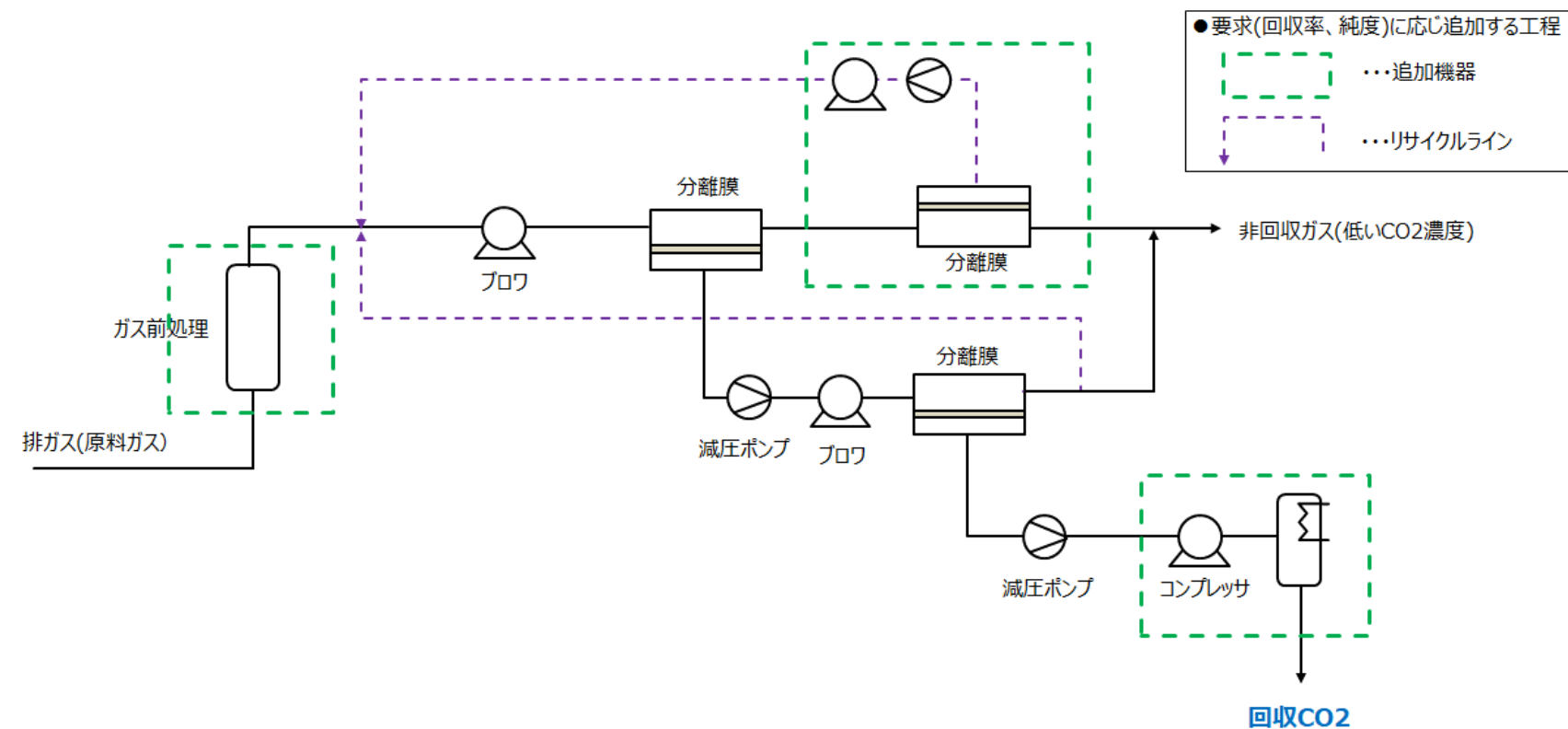
これまでの知見により、 NO_2 は高分子膜を分解し、長期寿命に影響する可能性が高い。膜の長寿命化には、 NO_2 の高度脱硝(1ppm未満)が必要であり、既存の技術では対応が困難である。

住友化学が検討中のゼオライト系吸着剤を用いた高度脱硝技術は、 NO_2 を特異的に吸着可能となり1ppm未満の脱硝が可能となる。

研究開発内容④：分離システム開発 (3)分離システム開発

【課題】
分離コストが最小となるプロセスフローを構築する

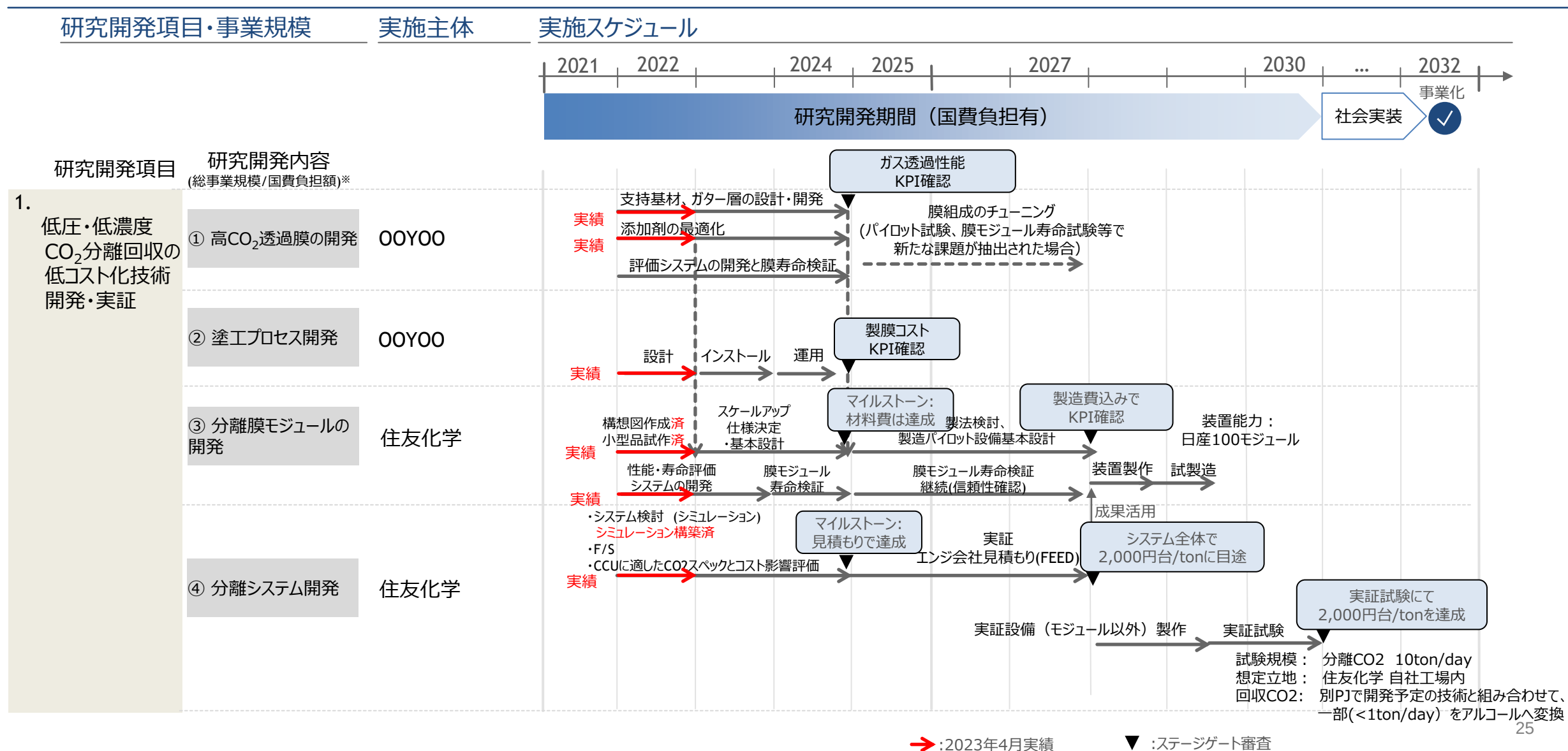
- 【解決へのアプローチ】
- プロセスシミュレーションによるプロセス設計
 - モジュールのガス透過試験による透過データ取得と開発へのフィードバック



✓ 2段プロセスをベース、必要に応じて機器、リサイクルラインを追加

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

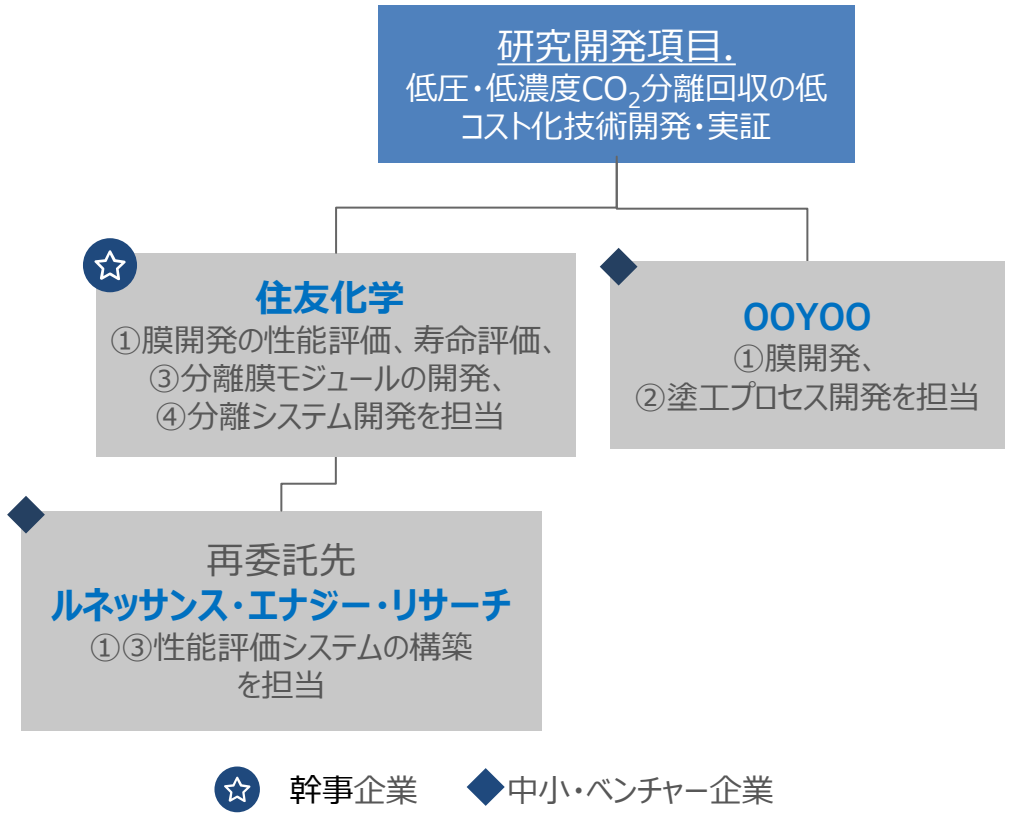
研究開発内容の実施計画とステージゲート



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

- 研究開発項目全体の取りまとめは、住友化学が行う
- OOYOOは、①膜開発、②塗工プロセス開発を担当する
- 住友化学は、①開発膜・モジュールの寿命評価、③モジュール開発、④プロセス設計、パイロット試験、実証試験を担当する
- ルネッサンス・エナジー・リサーチは、①開発膜・膜モジュールの性能評価システムの構築と性能・寿命評価を担当する

研究開発における連携方法

- 住友化学が中心となり、コンソーシアム各社と個別に守秘契約を締結の上、各社との定例打合せを実施する

中小・ベンチャー企業の参画

- 世界トップクラスの分離膜開発技術を有するOOYOO社と、住友化学のモジュール化・工業化・プラント設計に関わる技術を効果的に組み合わせることで早期社会実装へつなげる
- 高透過膜、膜モジュールの性能評価、寿命評価に実績のあるルネッサンス・エナジー・リサーチ社との連携により、開発品の性能評価システムを早期に開発し、材料開発等へのフィードバックを加速させる

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

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

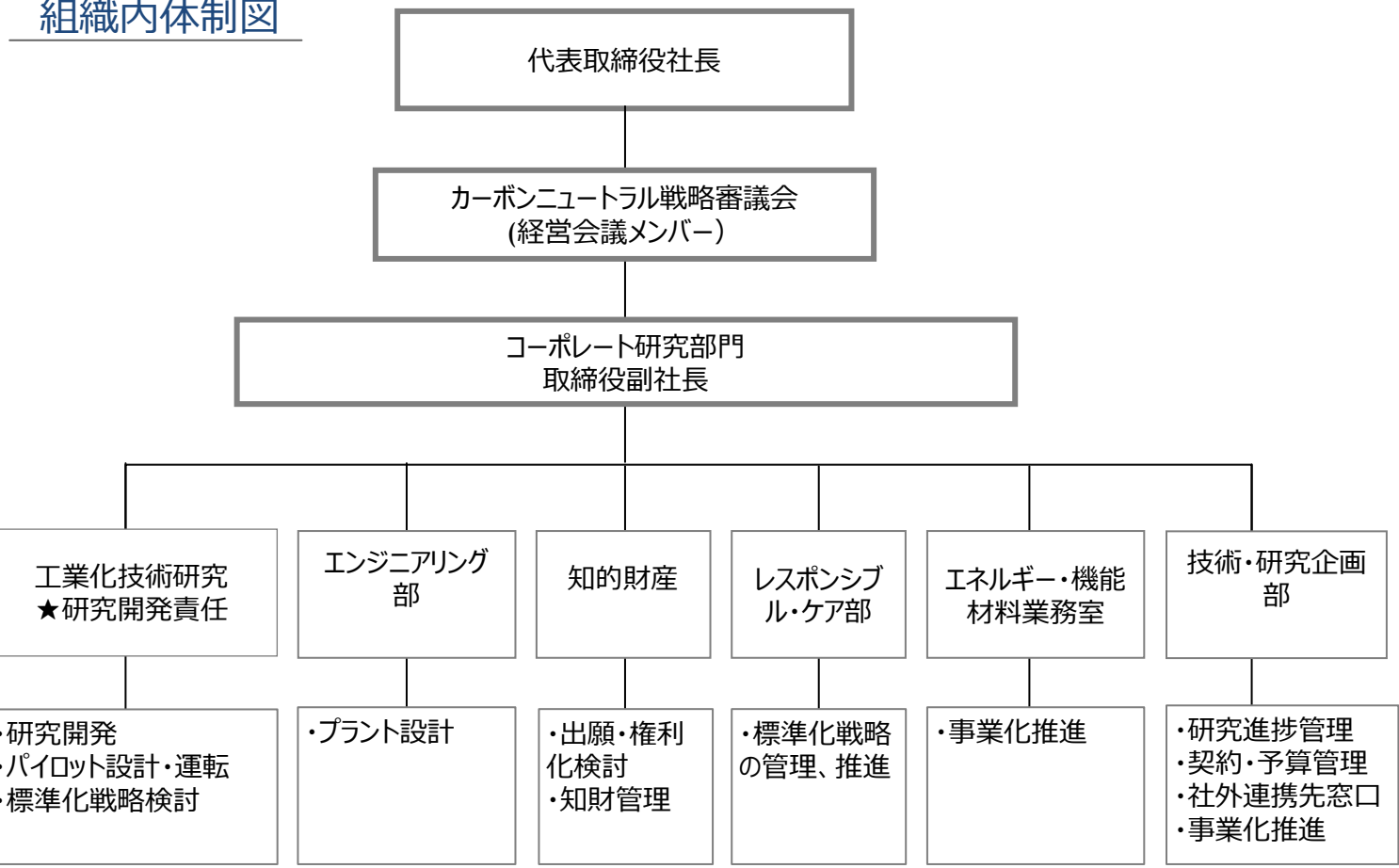
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 低圧・低濃度CO ₂ 分離回収の低コスト化技術開発・実証	1 高CO ₂ 透過膜の開発	- 特許（WO2018084264等） - 論文（Nature Energy 2(7):17086等） - 溶液作成から塗工、膜の簡易評価設備を有する 8年間にわたる研究実績（JST）	透過係数が1000GPUで選択性が60である透過膜を有するのはOOYOO社のみである
	2 塗工プロセス開発	バッチ式塗工装置を用いて8年間にわたり蓄積した塗工技術、ノウハウ及び技術者	→ 0.5m²程度の膜を製作可能な塗工装置を有する
	3 プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発	- スパイラル型モジュールの設計技術 - スパイラル型モジュールの製法、自動化技術	→ 高度な膜リーフの封止や設計技術を有し、コストと性能を両立する部材選定が可能(特6件)
	4 分離システム開発	- モジュールの性能評価と解析、プロセス設計に関する知見 - 夾雑ガス設計に必要な各種分離プロセス技術	→ - 最高レベルの実験環境により、高速実験と高度な解析が可能 → - 既存技術より優れた高度脱硝技術、およびプロセス技術開発技術を有する。

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

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
 - 工業化技術研究所
- 担当部署
 - 工業化技術研究所：研究開発、パイロット設計及び運転を担当技術・研究企画部：契約、研究管理、事業化推進を担当
 - 知的財産部：知財管理を担当
 - エンジニアリング部：プラント設計を担当
 - エネルギー・機能材料業務室：事業化推進を担当

部署間の連携方法

- 月報の共有 (毎月)
- プロジェクト報告会（経営幹部同席, 1回/3ヶ月程度）

連携

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

経営者等による炭素循環事業/ GHG排出削減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**
 - **カーボンニュートラルの推進に向けた専門組織の設置**

気候変動問題への対応として、当社は取締役会の下にレスポンシブル・ケア委員会及びサステナビリティ推進委員会を設置し、検討を推進してきた。これに加え、2021年2月に“カーボンニュートラル戦略審議会”（経営会議メンバーで構成）を新たに設置し、“2050年カーボンニュートラル”実現に向けた取り組みを強化している（右図）。
 - **経営戦略への反映/ステークホルダーへの発信**

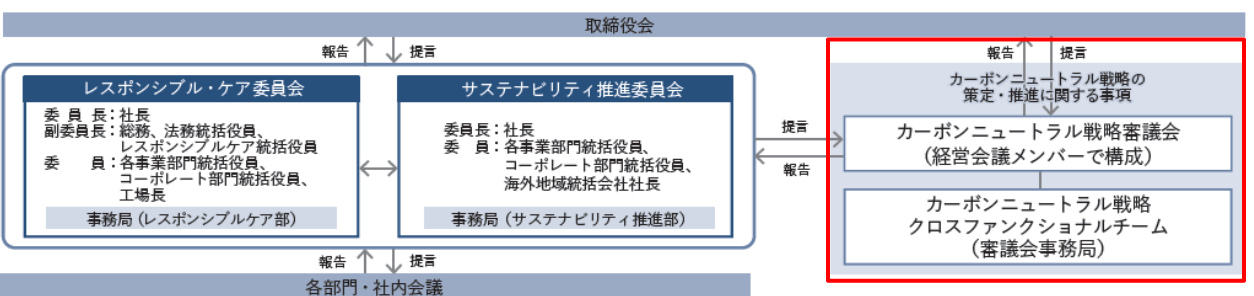
22年度から始まる次期中期経営計画にカーボンニュートラルに向けた取り組みを織り込んだ上で、計画実行における本事業の重要性を、経営戦略説明会やESG説明会などを通じて発信していく予定である。さらには、LinkedIn等のSNSでの発信も行っていく。
 - **イノベーション創出に向けた組織文化の醸成**

当社現有技術の活用や新規技術開発に加え、非保有技術はスタートアップ、アカデミアなどとの連携を通じて獲得するオープンイノベーションも織り込んだ、“イノベーション・エコシステム”を構築し、自律的・持続的なイノベーションおよび事業創出を推奨している。本事業においても、自社リソースに加えて外部との交流・共同検討も積極的に実施していく。
- **事業のモニタリング・管理**
 - **KPIの設定**

当社では持続的な価値創造のための重要課題をマテリアリティとして定義し、「グループのGHG排出量（Scope1+2）」、「当社技術による廃プラスチックのリサイクル量」をKPIに設定している。本事業においても、経済性に加えてCO₂削減量をKPIとして、進捗を管理する計画である。
 - **経営層が参加しての審議**

経営層出席の下、四半期毎に上述の「カーボンニュートラル戦略審議会」を開催している。経営層は事業の進捗状況、KPI達成状況をもとに適宜、早期事業化に向けた追加リソースの投入や改善策の指示、もしくはテーマの中断や選択・集中等を判断する。

当社の気候変動問題への対応体制



経営者等の評価・報酬への反映

- **報酬への反映**

取締役報酬の判断要素の一つに年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF) が選定したGHG排出削減をはじめとするESG指数の評価を組み入れ、同指数の評価度合いに応じて金銭的インセンティブを付与することとしている。

（参照：住友化学レポート2021 P87 役員報酬：経営陣幹部、取締役に対する報酬決定方針、手続き） https://www.sumitomochem.co.jp/ir/library/annual_report/

事業の継続性確保の取組

- **企業理念に基づいた継続的取組の実施**

当社は、企業理念の一つとしてサステナビリティ推進基本原則を定め、「事業を通じて持続可能な社会の実現に貢献すると共に、自らの持続的な成長を実現することを目指し、また、「トップマネジメント自身がサステナビリティの推進にコミットすることと定めている。また、経営会議等での決議を経て“2050年カーボンニュートラル”の実現に向けた当社基本戦略を定め、長期的な取り組みを進めることを決めている。

経営層交代時にも、後継者は上記方針を引き継ぎ、本事業をサステナビリティ推進の中核として着実に実施する。

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

経営戦略の中核に炭素循環事業/GHG排出削減事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

経営会議での議論

- **カーボンニュートラルに向けた全社戦略**
 - － **カーボンニュートラルグランドデザインの策定**

カーボンニュートラル戦略審議会において、当社グループの“2050年カーボンニュートラル”に向けた「カーボンニュートラル グランドデザイン」を策定している。ここでは、
「責務」：自社のGHG排出量をゼロに近づけること
「貢献」：当社グループの製品・技術を通じ、世界のGHG排出量削減に貢献すること
の2つの切り口から、化学企業として果たすべき責任・対応方針を定めている。
このうち「責務」として、当社グループのGHG排出量を2030年までに50%削減（2013年比）、2050年までにネットゼロを目指す。なお、2030年までの削減に関しては、Science Based Targetイニシアチブの認定を取り、科学的・論理的・定量的なGHG削減の取り組みを推進している。
また、「貢献」に関しては、Sumika Sustainable Solutions（環境負荷低減に資する当社製品・技術を独自に認定する制度）認定の製品・技術の普及拡大に努めるとともに、ケミカルリサイクル・炭素循環等、世界のカーボンニュートラル実現に寄与するイノベティブな技術の、いち早い開発・社会実装を目指している。
- **事業戦略・事業計画の決議・変更**
 - － **中期経営計画における位置づけ**

今中期経営計画（2022～2024年度）では、カーボンニュートラル実現を含む広義のグリーントランスフォーメーションの推進を基本方針に掲げ、本事業を含む環境負荷低減分野を経営資源の重点配分先の一つとしている。また、上記グランドデザインを基に各部門でのカーボンニュートラルに向けた具体計画を策定し、実行している。
 - － **進捗のフォロー、社内関連部署への周知**

本事業を含むカーボンニュートラルに関わる取り組みは、カーボンニュートラル戦略審議会（四半期毎）で進捗・方向性を確認・議論して管理している。また、その内容は取締役会、経営会議、サステナビリティ推進委員会、レスポンシブルケア委員会で適宜報告するとともに、工場長会議、研究所長会議を通じて社内へ、さらには、グループ会社社長会議等でグループ会社へ周知徹底し、当社グループ全体の取り組みとして推進している。

ステークホルダーに対する公表・説明

- **情報開示の方法**
 - － **定期公表資料への記載**

当社は、2017年6月に気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)提言が公表されると同時にその支持を表明し、統合報告書（住友化学レポート）等において気候変動に関するガバナンス、リスク管理、戦略、KPIを公表している（参照：住友化学レポート2022 P41-44 気候変動の緩和と適応 TCFD提言に沿った情報開示）https://www.sumitomo-chem.co.jp/ir/library/annual_report/
本事業の内容を含むカーボンニュートラル戦略や中期経営計画等についても、各種IRイベントを通じて对外公表している。
 - － **プレスリリースによる公表**

本事業への採択を受け、研究開発や技術実証の概要を2022年2月18日に对外公表した。
- **ステークホルダーへの説明**
 - － **IR説明会等での説明**

本事業を含む環境負荷低減関連事業の将来の見通しやリスクを、投資家、金融機関等のステークホルダーに対して、中期経営計画説明会やIR説明会にて説明した。直近では2022年12月8日に「IR Day 2022 Winter」を開催し、事業ポートフォリオの高度化についての内容や、採択されたグリーンイノベーション基金事業の進捗等について説明するとともに、質疑応答の内容についてもHPで公表している。今後も同様の発信を継続していく予定である。
 - － **サプライヤー/顧客等への説明**

本事業の内容や効果（社会的価値）について、国民生活へのメリットに重点を置いて展示会や学術誌等を通じて発信した。展示会では顧客等から、当社の今後の研究開発に期待する声が多数得られた。

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

- 実施体制の柔軟性の確保

- 定期的な進捗確認・実施計画の見直し

- 毎年度、経営層出席の下で「研究開発審議会」を開催し、各テーマの進捗確認及び経営資源投入方針を決定している。また、期中においても必要に応じて臨時の審議会を開催し、開発体制・手法の見直しや追加的なリソース投入等を柔軟に判断する体制を整備している。

- オープンイノベーションの活用

- 事業の早期社会実装に向け、自社又は本事業開始段階でのパートナーの保有技術にこだわらず、先述のイノベーションエコシステムに基づいたオープンイノベーションを積極的に検討する。

- 開発への顧客ニーズの反映

- パイロット/実証プラントで製造したプロトタイプを顧客に提供し、そのフィードバックを開発方針に反映するなど、仮説の設定・検証を継続して柔軟な開発を行うことを計画している。

- 人材・設備・資金の投入方針

- 人材

- 事業開始時は、化学工学技術者、組立加工技術者を中心に6名程度の確保を行ったが、本事業の開発・事業化を推進させるために2023年度は1～2名の増員を予定している。今後は、進捗に応じて工業化や製造部門からの更なる増員を図り、ピーク時には新規採用もあわせ15～25名程度の投入を見込む。

- 既存設備の活用

- パイロット試験段階から、既存の社内ボイラー排ガスを利用したCO₂分離試験を行い、社会実装につなげるための早期課題抽出と必要に応じた開発方針の見直しを行う。

- 技術の適用拡大

- 技術立証・市場性確認が完了した際には、商業プラントの自社設置に加え、CO₂回収システムの販売、技術ライセンスによる普及拡大を検討する。

- 中長期的な取り組み

- 2050年カーボンニュートラルに向け策定したグランドデザイン、およびそれを反映した中期経営計画に基づき、中長期的に一貫した取り組みを推進している。また、本事業における研究開発は現時点の事業環境にとらわれず、長期的視点に基づいて実施している。

人材育成

- 人材の育成

- 共同研究先との相互訪問・情報交換会の実施

- 共同研究先であるOOYOO、再委託先であるルネッサンス・エナジー・リサーチとは相互訪問や情報交換を行い、若手研究者全体の教育機会とする。

- 学会等への参加

- 化学工学会や分離技術会への参加や発表を通じてアカデミアとの交流を深め、若手人材の育成につなげる。加えて、産総研主催のCO₂分離回収・資源化コンソーシアムへ参画し、CO₂分離回収に関わる最先端の開発動向や社会実装に向けた議論等を通じて研究員の事業化マインドの向上を図っている。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、事業性に顕著な支障を来す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
● 技術開発の不確かさによるリスク 応募技術については既に一定の検証を行い、商業化ポテンシャルがあると判断している。一方、今後のスケールアップ検討や詳細プロセス検討、及び長期安定性検討等の結果、プロセスの安定性・安全性に重大な課題が発見される可能性がある。また、その課題への設備的対応や追加投資などの結果、開発技術のCO₂削減効果や経済性が著しく損なわれ、社会実装に至らない可能性がある。 ● 競合技術と比べ劣位となるリスク これまで入手可能な公開情報をもとに競合する他社技術との比較を行い、応募技術に優位性があると考えている。しかしながら、競合技術で大幅な技術改良がなされた結果、当社プロセスが競争力を有さず、社会実装に至らない可能性がある。 (対応) → 他社開発動向のウォッチングを継続し、継続的に当社プロセスの競争力評価を行う。また、研究開発状況を踏まえて、人的・金銭的な追加資源の投入を検討するとともに、適宜オープンイノベーションを含めた技術改良やコストダウン検討を行う。	● インフラ整備に関するリスク 回収したCO₂を有効利用する上では、分離回収の技術開発に加え、安価な水素の調達や地域内での効率的なCO₂輸送等のインフラ・事業環境が必要となる。これらが整備されない場合、事業の実現性が損なわれる可能性がある。 (対応) → 社会実装に必要なインフラ導入やシステム整備等が進むよう、関連行政・業界団体、及び潜在顧客等との連携を進める。 ● CO₂価値(価格)の低下により収益性を確保できないリスク CO₂分離回収の事業化には、回収コストに見合うCO₂の価値を認め、CO₂販売またはCCU製品価格への転嫁による収益確保が重要となる。回収CO₂に一定の価値を認める制度設計や社会コンセンサスが得られず、CO₂の価値が低下した際は事業創出に至らない可能性がある。 (対応) → 関連行政・業界団体、及び潜在顧客等との議論を進め、CO₂を分離回収する際の経済価値についてのコンセンサス形成を進める。	● 台風 地震等により設備不具合の発生リスク (対応) → 実証試験にて保護装置・安全停止等の動作確認を実施 ● 経済情勢の変動リスク パンデミック、世界金融危機、その等の不可抗力により当社の経営・財務状況が著しく悪化し、事業継続が困難となる可能性がある (対応) → 外部資金調達など、持続的・継続的な事業運営に努めるとともに、技術確立後であれば技術ライセンスによる他社実施などを検討する。



- 事業中止の判断基準：
 - ・ コスト競争力の観点で明らかに優位な他社プロセスが開発・社会実装されるなど、当社技術が明確な劣位となった場合
 - ・ 回収したCO₂の有効利用を行うための環境（例：再エネインフラ、安価H₂の調達、社会受容）が整わないなどにより、事業性が確保できない場合
 - ・ 経営状況の著しい悪化により、新規投資が困難となった場合
 - ・ 天災等の不可抗力により、検討継続が困難となった場合