

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名： 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： 株式会社〇〇Ｙ〇〇、代表名： 代表取締役 大谷 彰悟

（共同実施者：住友化学株式会社（幹事企業））

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

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。

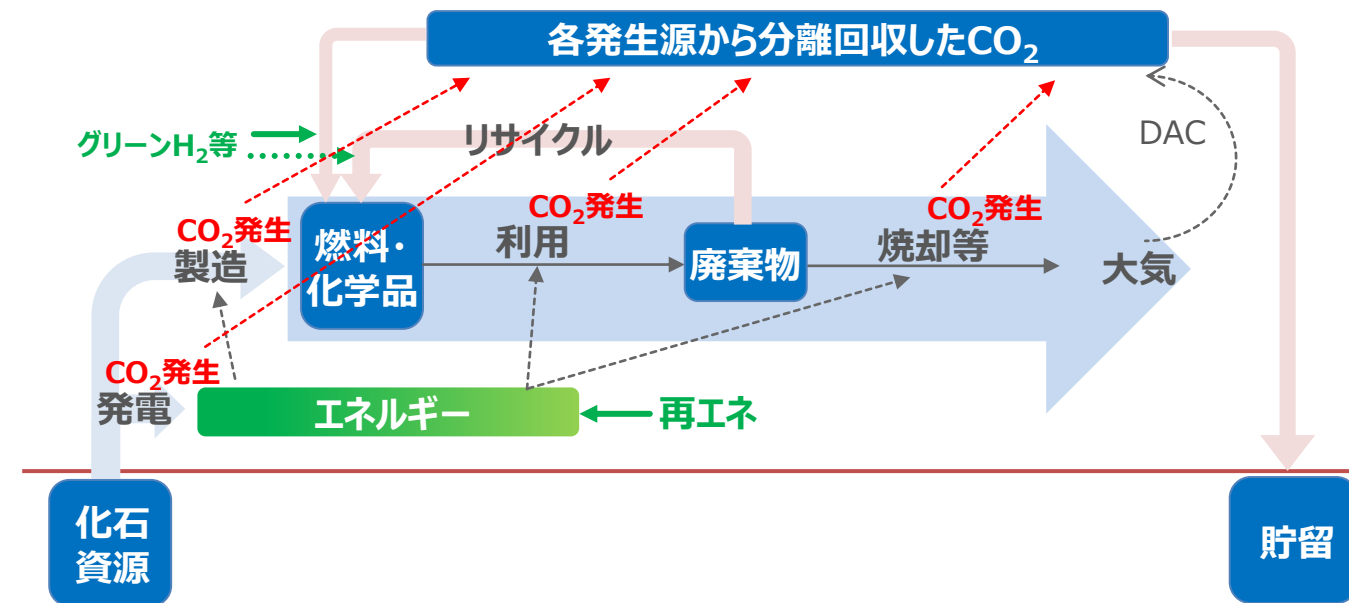
● 市場機会：

- ・ 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）

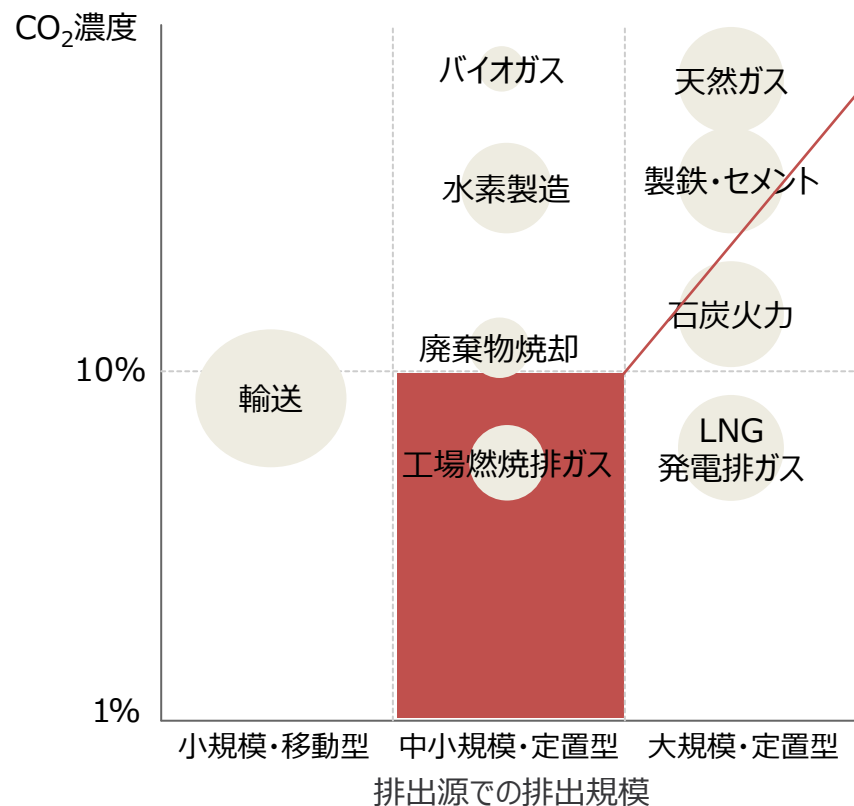
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

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

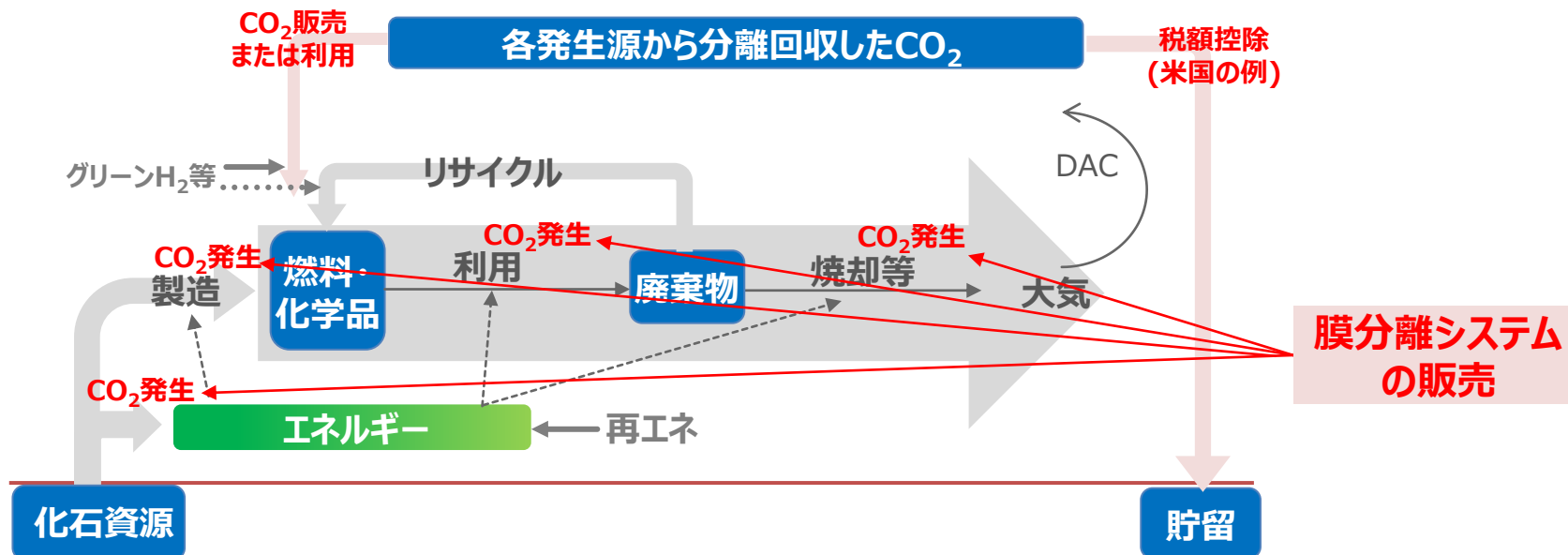
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

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

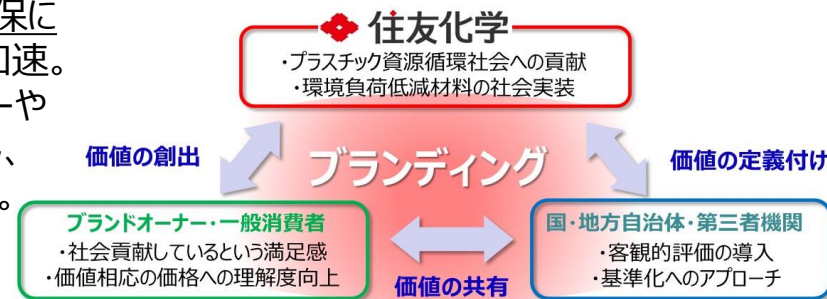
<課題認識>

- ・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

<標準化戦略>

- ・Input（CO₂発生源）視点
CO₂発生源で異なる（分離対象ガス中の）夾雑ガスに注目した戦略
- ・Process（分離工程）視点
低エネルギーなCO₂分離プロセスという特徴に注目した戦略
- ・Output（分離したCO₂の用途）視点
分離したCO₂の純度とその用途に注目した戦略

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会社にエンジン会社を有しており、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

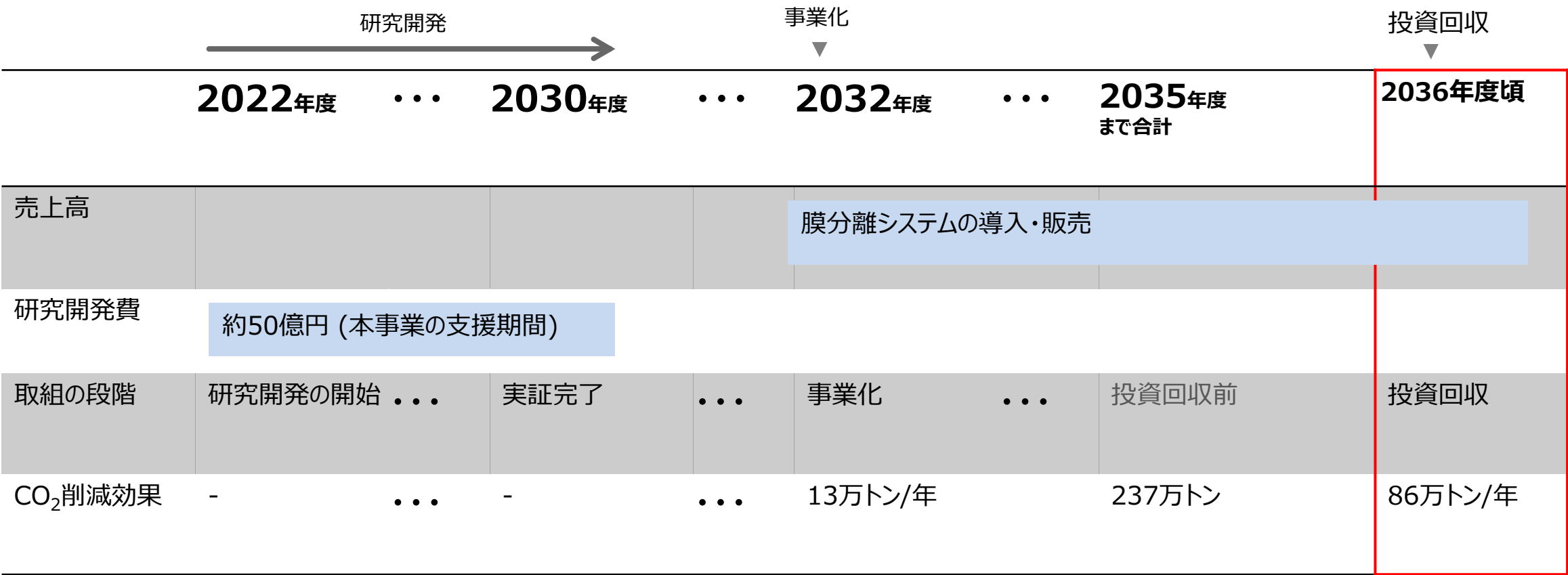
- 米国を中心に活動（DOEプロジェクト受託）

- 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	<ul style="list-style-type: none">● 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。	<ul style="list-style-type: none">● 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。	<ul style="list-style-type: none">● 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	<ul style="list-style-type: none">● 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。	<ul style="list-style-type: none">● 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。	<ul style="list-style-type: none">● 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】 <ul style="list-style-type: none">CO₂透過係数：3,000GPU(※1)選択性(CO₂/N₂)：50膜の製品寿命：5年	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、3,000GPUの透過係数と50の選択性が必要
② 塗工プロセス開発		<ul style="list-style-type: none">製膜コスト：500円/m²以下 (膜の原材料費は含まない)	モジュールの製作コストを<5,000円/m ² にする為には、膜の製造コストを~500円/m ² にする必要あり
③ プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発		<ul style="list-style-type: none">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(米国MTR社のF/S設定値)
④ 分離システム開発		<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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)

(※1) GPU (Gas permeation unit): 1 [GPU] = 7.5×10⁻¹² [m³(STP)/s/m²/Pa]

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	<ul style="list-style-type: none">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のコスト及びガス透過性能の目標値を設定、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	<ul style="list-style-type: none">支持層：新支持層がCO₂透過速度の目標値(300,000GPU)を達成することを確認した。また、コストを150円/m²に削減し、厚さを90%削減できることを確認した。ガター層：安定性を高めた新ポリマーを開発。また、CO₂透過速度の目標値を達成する塗工条件を検討中。選択層：安定性を高めた新ポリマーを開発。また、CO₂透過速度の目標値を達成する塗工条件を検討中。	○／支持層の開発はほぼ完了。ガター層及び選択層の最適化を実施中。
2 塗工プロセス開発	<ul style="list-style-type: none">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。導入する装置と同型機を用い、オペレータに装置の操作方法を教育する。新規装置を設置し、正常動作を確認する。	<ul style="list-style-type: none">導入装置と同型機を用い、装置メーカー技術者によるオペレータの教育が完了し、セルフオペレーションを開始した。新規装置の製作状況がスケジュール通りであることを確認した。2024年3月末までに、装置が設置され、必要なユーティリティの施工が完了した。	○／オペレータの教育完了。新規塗工装置を製作中。
3 プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">膜エレメントの基本構成を決定した。実機の1/2サイズの膜エレメントを試作し、要求耐圧を満足する耐圧仕様を設計できた。製造自動化検証機を設計、導入し自動化検討を開始した。	○／実機の1/2サイズ試作済み。エレメント基本構成を決定済み。
4 分離システム開発	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">吸着剤の実ガス長期連続評価設備が完成し、工業化データを取得した。プロセスシミュレータを構築し、分離プロセスの最適化を実施中。	○／ゼオライト吸着剤の工業化データ取得中 ○／シミュレータ構築し、プロセスの最適化検討を実施中。

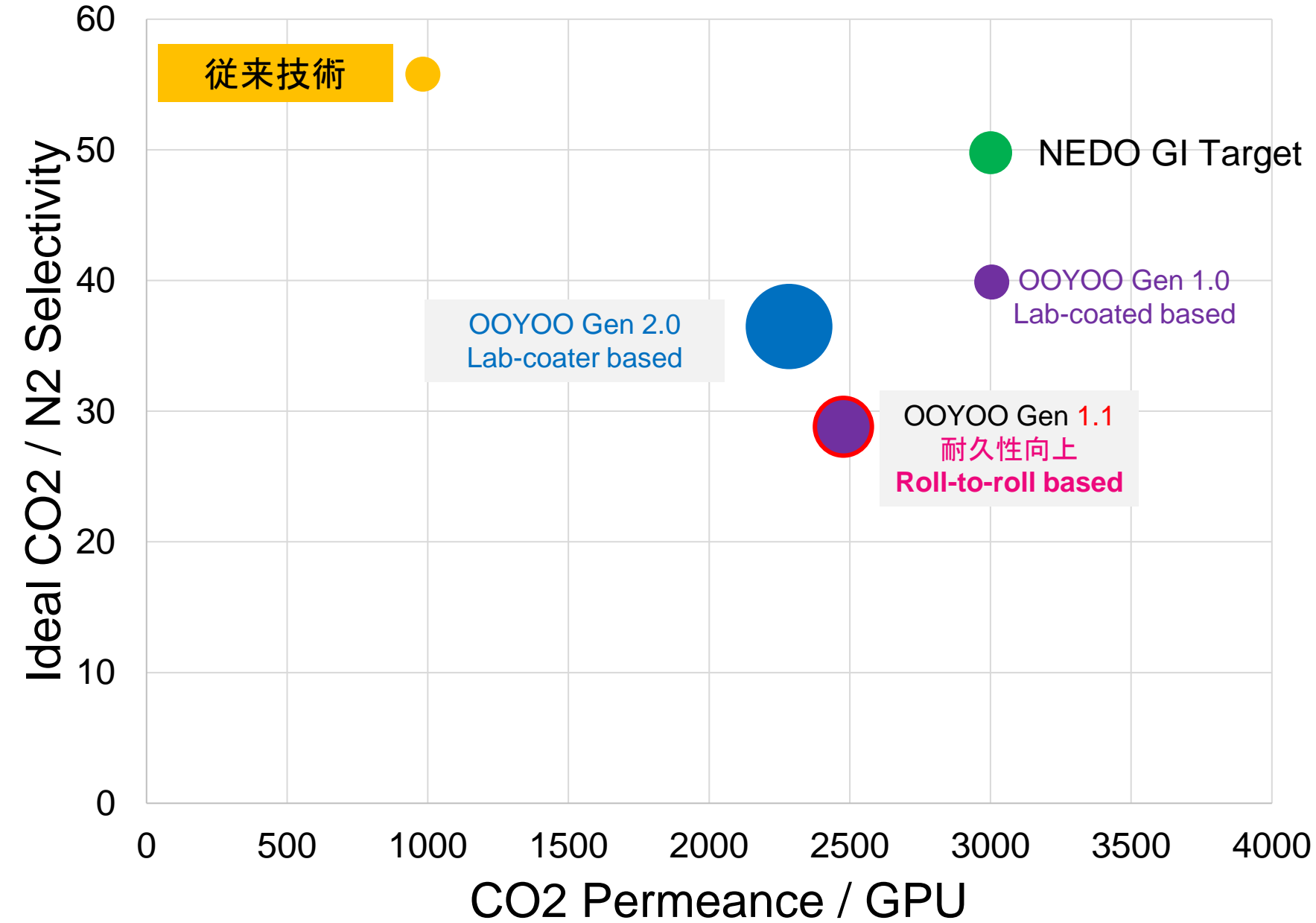
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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	<ul style="list-style-type: none">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のコスト及びガス透過性能の目標値を設定、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	<ul style="list-style-type: none">ガター層：新支持層に対して材料変更を含めた最適化を検討する。選択層：新支持層について材料変更を含めた最適化を検討する。添加剤：ガター層及び選択層の性能を向上させるために、機能化添加剤の合成を含め、添加条件等を検討する。	<ul style="list-style-type: none">ガター層：支持層との相性を含め、ガス透過性能の評価により、材料及び塗工条件を決定する。選択層：材料そのもののガス透過特性に加え、ガター層との相性を含め、ガス透過性能の評価により、材料及び塗工条件を決定する。添加剤：既存添加剤の検討のみならず、社内にて機能化（合成）を行い、特に選択層の性能向上を検討する。
2 塗工プロセス開発	<ul style="list-style-type: none">2024年3月に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。導入する装置と同型機を用い、オペレータに装置の操作方法を教育する新規装置を設置し、正常動作を確認する	<ul style="list-style-type: none">ユーティリティ（電気及び排気ダクト）の設置工事を施工する。オペレータの教育を継続する。新規装置の製作状況をモニターする。	<ul style="list-style-type: none">両ユーティリティ工事は2024年3月末までに完了する予定。オペレータ教育は4日間/月の頻度で実施し、装置導入までに操作技術を習得する見込み。組立工程の見直し等、納期を可能な限り短縮する方法を検討する。
3 プレート&フレーム型分離膜モジュールの開発	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">部材、封止部の耐久性試験の継続。封止法の自動化検討（製法検討）の継続。圧力容器スケールアップ時の耐圧設計の継続。	<ul style="list-style-type: none">部材劣化の加速試験を継続。実機の1/2サイズの自動化検証機導入、試作により設計する。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	<ul style="list-style-type: none">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、コストミニムとなる分離プロセスを設計する	<ul style="list-style-type: none">線速条件を変えて吸着速度および圧力損失を測定し、実機吸着塔の設計を行う。CO₂回収率および純度に応じた、コストミニムとなる分離プロセスを設計する。	<ul style="list-style-type: none">吸着実験を継続して設計する。吸着剤の再生方法を検討する。ブロウ、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／ 参考資料

研究開発項目 – 2: 製膜プロセス開発



目標値 Target

CO2透過速度 : 3,000GPU

CO2/N2選択性 : 50

< ジェネレーション 1 >

CO2透過速度 : ~3,000GPU

CO2/N2選択性 : ~40

懸念はコスト

安定性

< ジェネレーション 1.1 >

安定性向上

< ジェネレーション 2 >

CO2透過速度 ~2,500GPU

CO2/N2選択性 : ~36

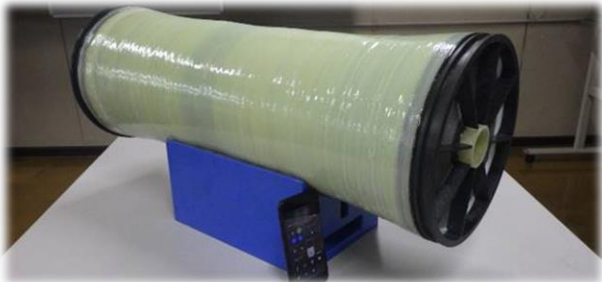
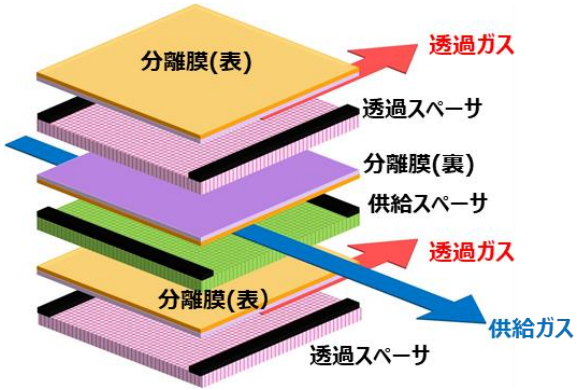
懸念は安定性

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	<div>10inchエレメント(促進輸送膜)</div> 	
長所	<div>✓ 耐圧性</div> <div>✓ 技術蓄積有り</div>	<div>✓ 薄い分離膜の適用が可能で膜面積を拡大可能</div> <div>✓ 圧力損失が小さい … 排ガスは低圧のため重要</div>
短所	<div>✓ 薄い分離膜の適用が困難で膜面積を拡大し難い</div> <div>✓ 圧力損失大きい</div>	<div>✓ 耐圧性が低い → 重要度小 (∵排ガスは低圧)</div> <div>✓ 新規技術</div>

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

・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。

2. 研究開発計画／参考資料

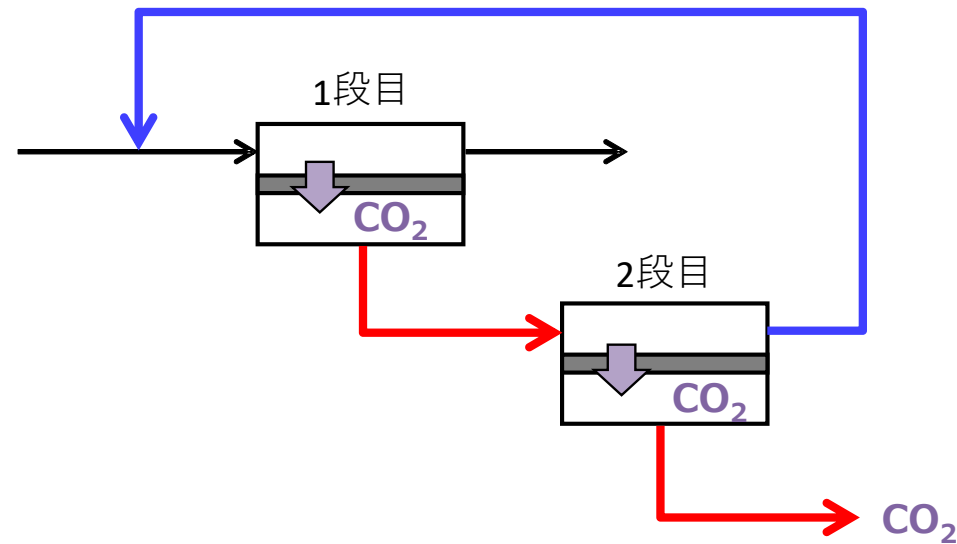
研究開発内容④：分離システム開発 (2)分離システム開発

【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】

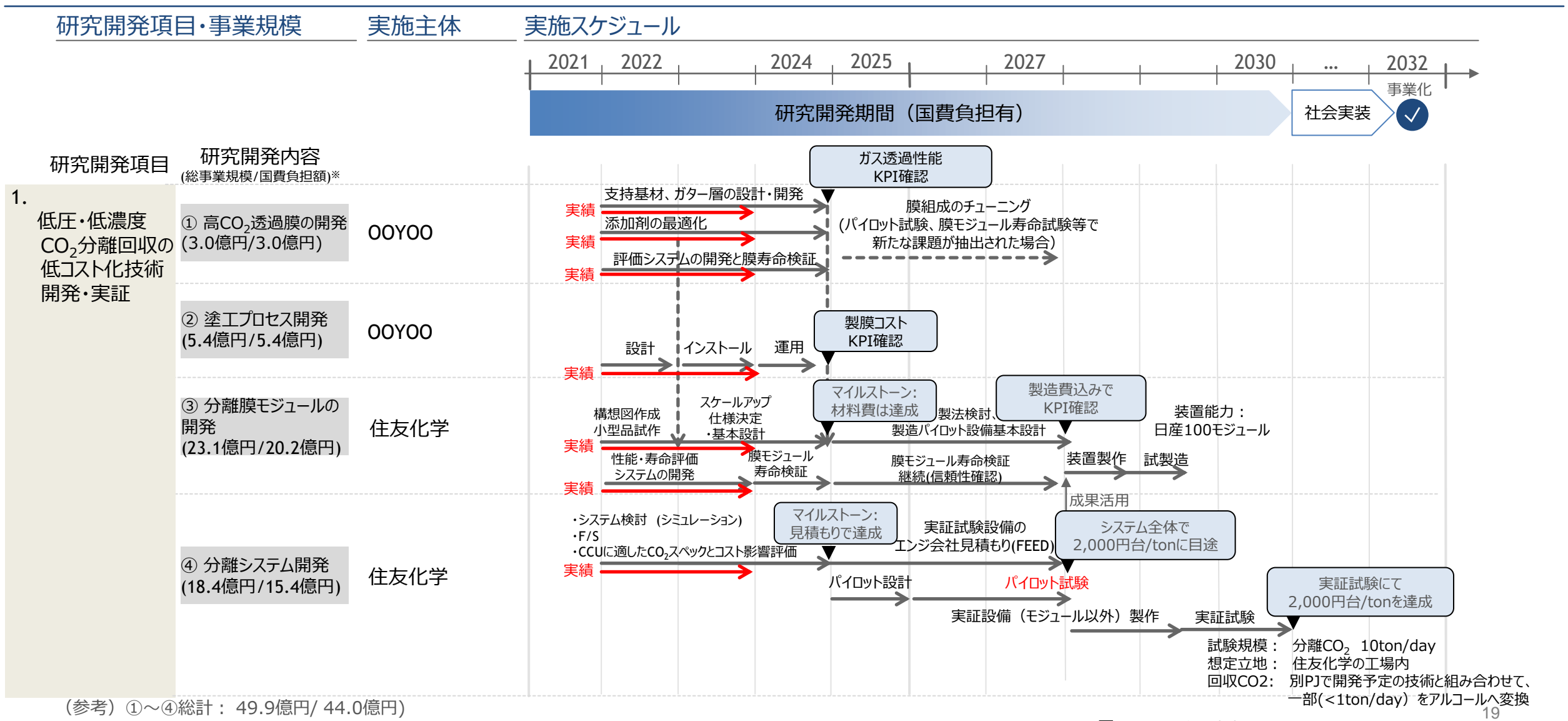
- プロセスシミュレーションによるプロセス設計
- モジュールのガス透過試験による透過データ取得と開発へのフィードバック



✓ 2段リサイクルフローで分離コストが最小となる条件をシミュレート中

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



(参考) ①～④総計: 49.9億円/ 44.0億円)

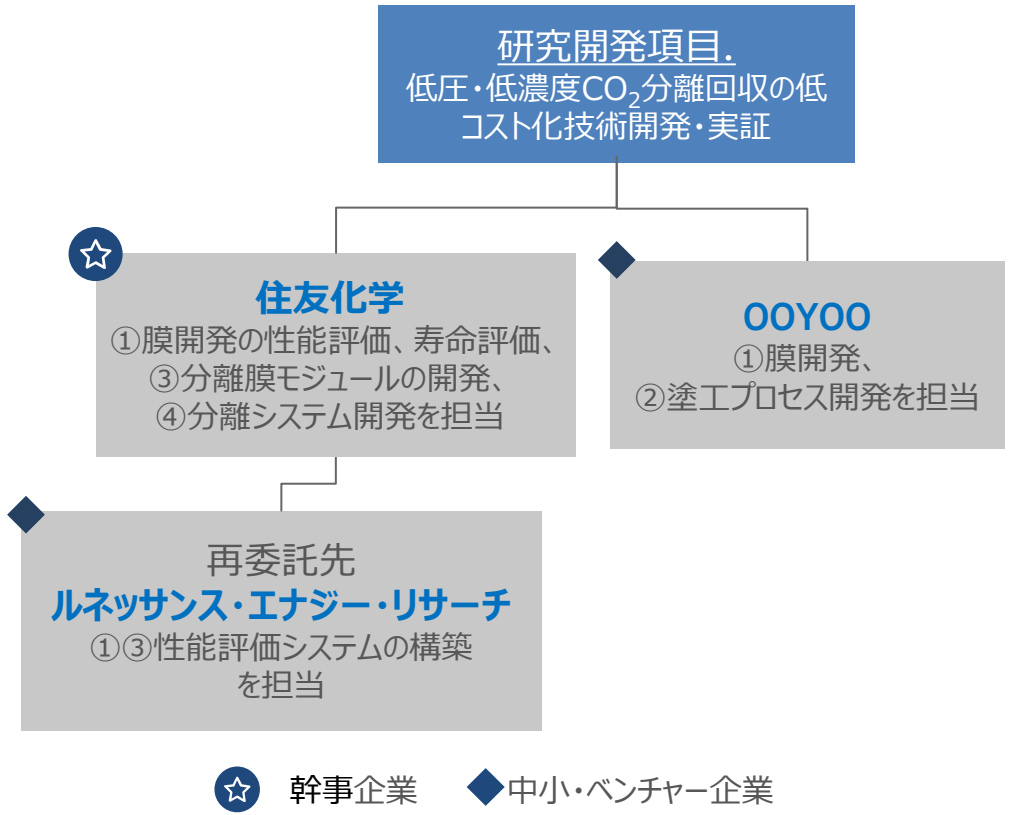
※総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額、国費負担額はNEDOからの委託費・補助金の額

▼ :ステージゲート審査

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	<ul style="list-style-type: none">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）	<ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	→ <ul style="list-style-type: none">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	<ul style="list-style-type: none">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	→ <ul style="list-style-type: none">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) → <ul style="list-style-type: none">高歩留まりに必要な製法技術(特許2件)を有し、自動化検討による低コスト生産を実現できる
	4 分離システム開発	<ul style="list-style-type: none">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	→ <ul style="list-style-type: none">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 → <ul style="list-style-type: none">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。

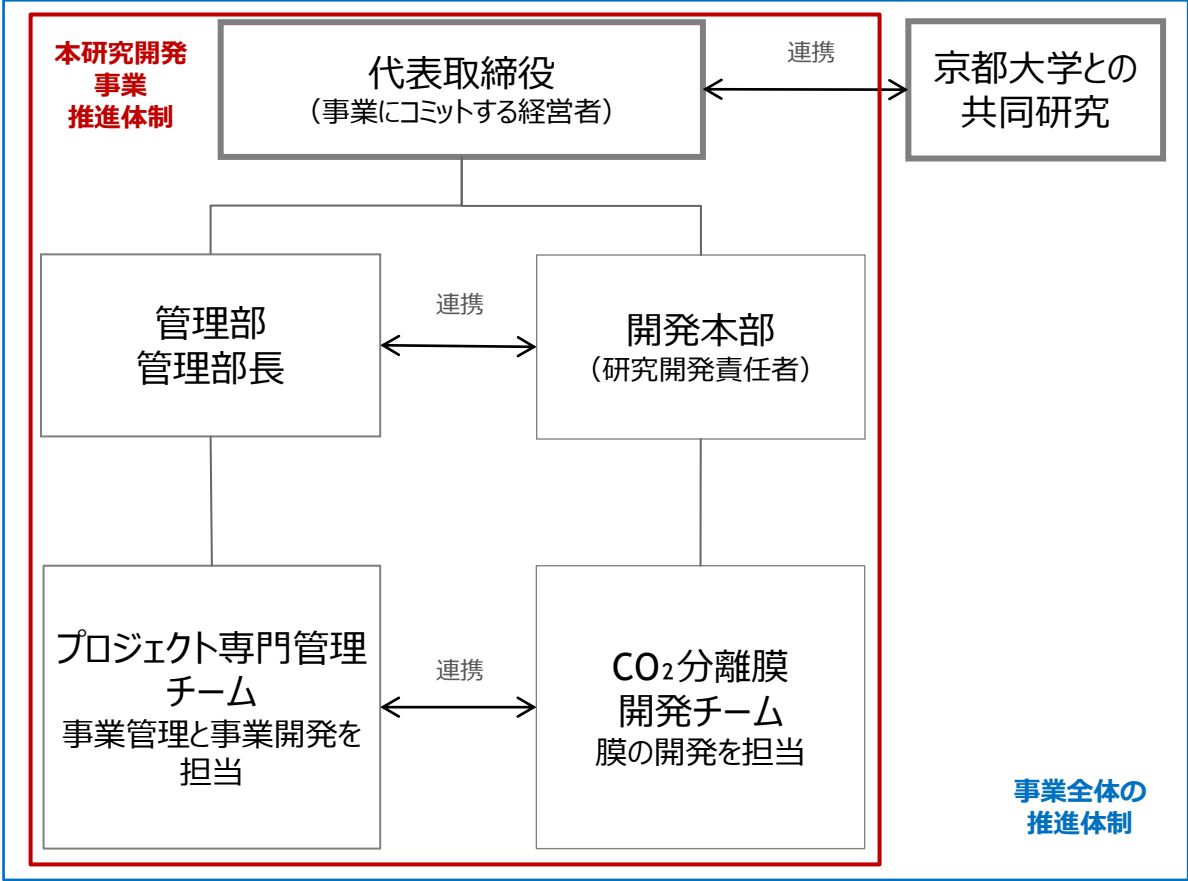
3. イノベーション推進体制

(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

経営者のコミットメントの下、各部署に専門チームを設置し密に連携

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
 - 開発本部：プロジェクト開発の統括を担当
- 担当チーム
 - CO₂分離膜開発チーム：膜の開発を担当
 - プロジェクト専門管理チーム：管理部 管理部長の指揮下に専門チームを設け、事業管理（予算執行管理、知財法務等）と事業開発を担当
- チームリーダー
 - チームリーダー：CO₂分離膜高機能化に係る研究開発等の実績
 - チームリーダー：補助事業等の資金管理、事業開発業務の経験者
- 標準化担当 管理部

部門間の連携方法

- 定期的に部長レベルで相互の進捗報告を行う
- 定期的且つ機動的に、チームレベルで相互の進捗報告を行う

事業全体の推進体制について

- 本事業に先立ち、京都大学と分離膜の用途開発に関する共同研究を実施

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CO₂分離膜開発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に貢献するCO₂分離膜開発事業は、当社の主要事業と位置づけ、カーボンニュートラルに関わる産業構造変革の仮説や自社の事業構造転換の方針を社内外に示す
- 経営者は、社内外の幅広いステークホルダーに対して、当該事業の重要性をホームページ、SNS等を通じてメッセージとして発信する
- 経営層は、ガバナンスイノベーションやイノベーションマネジメントシステムを、社内研修等により理解に務め、非線形な試行錯誤を奨励する組織制度・組織文化を醸成する

● 事業のモニタリング・管理

- 経営層は、定期的に事業進捗を把握するため、定例の進捗会議を設ける
- 経営層は、事業の進め方・内容に対して、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
- 事業の進捗を判断するにあたり、共同実施者の住友化学を始め、社内外から幅広い意見を取り入れる
- 事業化には、開発するCO₂分離膜の性能向上が重要であり、事業化のKPIとして以下の条件を設定している
 - 透過係数
 - 選択性
 - 膜の寿命

経営者等の評価・報酬への反映

- 事業の進捗状況や成果が、経営者や担当役員・担当管理職等の評価や報酬の一部に反映される評価システムを構築する

事業の継続性確保の取組

- 経営層が交代する場合には、事業が継続して適切に実施されるよう、後継者の育成・選別等の際に当該事業を関連づける等、着実な引き継ぎを行う
- 2024年6月1日付けで、大谷彰悟が代表取締役役に就任した

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CO2分離膜開発事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会等での議論

- **カーボンニュートラルを含む持続可能な社会に向けた全社戦略**
 - 全ての事業とイノベーション推進体制、および戦略は、カーボンニュートラルを含む持続可能な社会に向けた取組に直結している
- **事業戦略・事業計画の決議・変更**
 - 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、研究開発計画に関連する事業戦略や事業計画に対して社を挙げて取り組んでおり、取締役会等の重要な意思決定の場において決議する
 - 事業の進捗状況を取締役会等の重要な意思決定の場において定期的にフォローし、事業環境の変化等に応じて見直しを行う
 - 事業について決議された内容を社内の関連部署に広く周知する
- **決議事項と研究開発計画の関係**
 - 決議された事業戦略・事業計画において、研究開発計画が不可欠な要素であり、優先度高く位置づける

ステークホルダーに対する公表・説明

- **情報開示の方法**
 - 未上場であるため、I R 資料に準ずる報告書等において、気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）等のフレームワークを活用し、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づける
 - 速報的にはホームページやSNSを通じて開示し、研究開発計画の概要を可能な範囲でプレスリリース等により对外公表した
- **ステークホルダーへの説明**
 - 事業の将来の見通しやリスクを投資家や金融機関等のステークホルダーに対して、適宜説明する
 - 事業の将来の見通し・リスクを取引先やサプライヤー等のステークホルダーに対して、ホームページやSNSを通じて説明する
 - 事業の効果や社会的価値等を、国民生活のメリットに重点を置いて、ホームページやSNSを通じて幅広く情報発信する
 - 複数のメディアを通じて事業の効果や将来の見通しについて情報発信を行なった

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、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

- **実施体制の柔軟性の確保**

- 事業の進捗状況や事業環境の変化を踏まえ、必要に応じて、開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等を行う準備・体制を整備する
- 社内や部門内の経営資源に拘らず、目標達成に必要であれば、躊躇なく外部リソースを活用する
- プロトタイプを潜在顧客に提供することでフィードバックを得て、アジャイルに方針を見直す
- 業界の知識や人脈が豊富な専門家を顧問として迎え、目標の達成度の向上を図った

- **人材・設備・資金の投入方針**

- 人材について、事業開始年度は、新規採用により、研究開発に10名、事業化および管理に2名確保した。今後も本事業の進捗に応じて増員を図り、ピーク時には新規採用もあわせ16名程度の投入を見込んでいる
- 設備について、事業開始時は、京都大学との共同研究で使用しているラボ施設で開発を行う。2023年2月、研究員の増員に伴い、イノベーションハブ京都に新たに2室の実験室を設置した。今後も本事業の進捗に応じて専用設備の導入や施設の設置を行う
- 本事業における研究開発は、全社的な研究開発テーマであり、社会実装を実現し収益回収に至るまで資源投入を継続する

専門部署の設置

- **専門部署の設置**

- 機動的な意思決定を可能とする組織構造・権限設定を行い、経営者直轄の専門チームの設置等を行う
- 事業環境の変化に合わせて、自社のビジネスモデルを不断に検証する体制を構築する

- **若手人材の育成**

- アカデミア等研究パートナーや共同研究先の住友化学とのネットワークを通じて、将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、当該産業分野を中長期的に担う若手人材に対して育成機会を提供する
- 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

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
<ul style="list-style-type: none">● 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。 <p>(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。</p>	<ul style="list-style-type: none">● 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。	<ul style="list-style-type: none">● 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