

「二酸化炭素回収技術高度化事業 (二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業)」 の概要

平成27年12月10日

産業技術環境局環境調和産業・技術室

目 次

1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 中間評価(H24)結果

1. 事業の概要

(1)事業の目的・内容

本事業では、CO₂の分離回収コストを大幅に削減するため、圧力を有するガス源であるIGCC等から、従来技術の3分の1程度の1,500円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術の確立を目指す。合わせて、1,000円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術を確認する。

(2)実施形態等

実施形態 委託

実施期間 平成23年度～平成26年度（4年間）

国費投入予定額(総事業費)

13.5億円

(平成23年度:3.3億円、平成24年度:3.4億円、平成25年度:2.7億円、平成26年度:4.0億円)

1. 事業の概要

概 要	本事業では、CO ₂ の分離回収コストを大幅に削減するため、圧力を有するガス源であるIGCC等から、従来技術の3分の1程度の1,500円/t-CO ₂ 以下でCO ₂ を分離・回収する技術の確立を目指す。合わせて、1,000円/t-CO ₂ 以下でCO ₂ を分離・回収する技術を確認する。
実施期間	平成23年度～平成26年度（4年間）
予算総額	13.5億円（委託） （平成23年度：3.3億円、平成24年度：3.4億円、平成25年度：2.7億円、平成26年度：4.0億円）
実 施 者	次世代型膜モジュール技術研究組合
プロジェクト リーダー	次世代型膜モジュール技術研究組合 中尾真一（専務理事）

2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標(目標値)	達成状況	原因分析(未達成の場合)
(事業開始時) ・2015年にCO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ 以下の目処 ・2020年にCO ₂ 分離・回収コスト1,000円/t-CO ₂ 以下の目処	—	—
(中間時) ・2015年にCO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ 以下の目処 ・2020年にCO ₂ 分離・回収コスト1,000円/t-CO ₂ 以下の目処	事業終了時(2015年)にCO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ 以下を実現する目処をつけた。	—
(事業終了時) ・2015年にCO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ 以下の目処 ・2020年にCO ₂ 分離・回収コスト1,000円/t-CO ₂ 以下の目処	CO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ 以下を達成するために設定した分離性能をラボレベルで実現した。	—

3. 事業アウトプット(事業開始時)

事業アウトプット指標(目標値)	達成状況
①分離膜技術の確立 システム検討を基に、分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するための要求膜性能を見出し、分離膜の改良を行う。合わせて、プロセス適合性に関する調査検討を行う。 ②実機膜モジュールの開発 連続安定製膜に必要な要素技術課題を抽出するために、実機型膜モジュール(直径10cm、長さ20cm程度)の試作及び性能試験を行い、均一膜製造に関する課題を抽出する。 ③膜分離システム開発 分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するための膜分離システムの最適化を行う。同時に、膜分離プラントの概念設計を行う。	—

3. 事業アウトプット(中間評価時)

事業アウトプット指標(目標値)	達成状況
①分離膜技術の確立 システム検討を基に、分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するための要求膜性能を見出し、分離膜の改良を行う。合わせて、プロセス適合性に関する調査検討を行う。 ②実機膜モジュールの開発 連続安定製膜に必要な要素技術課題を抽出するために、実機型膜モジュール(直径10cm、長さ20cm程度)の試作及び性能試験を行い、均一膜製造に関する課題を抽出する。 ③膜分離システム開発 分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するための膜分離システムの最適化を行う。同時に、膜分離プラントの概念設計を行う。	①分離膜技術の確立 システム検討を基に、分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するための要求膜性能を見出した。デンドリマー化学構造、化学固定、マトリクス改良並びに架橋密度の検討等による分離膜の改良によって分離性能を向上させ、大気圧条件において目標分離性能(CO₂/H₂選択性が30であり、CO₂透過速度が$7.5 \times 10^{-10} \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$)を達成した。合わせて、耐乾燥性の解決法の立案、3MPa以上の耐圧性の確認、120℃までの耐熱性の確認など、プロセス適合性に関する調査、検討を行った。 ②実機膜モジュールの開発 連続安定製膜に必要な要素技術課題を抽出するために、実機型膜モジュール(直径10cm、長さ20cm程度)を試作した。また、モジュール性能試験を行い、分離性能を確認すると共に、分離膜性能のバラツキなどの技術課題を抽出した。 ③膜分離システムの開発 シミュレーションによる流れ解析を行い、膜モジュールのスウィープ構造に対するガス流体条件等を検討した。 分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するためのシステム検討を行い、膜性能とCO₂分離・回収コストとの関係を推算し、要求膜性能を明らかにした。また、膜分離プラントの基本設計を行った。

3. 事業アウトプット(事業終了時)

事業アウトプット指標(目標値)	達成状況
①分離膜技術の確立 分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を実現するための膜モジュール性能が発揮できるように分離膜の改良を行いつつ、分子ゲート機能CO₂分離膜の実用化に向けて実システムで要求される耐不純物性、耐乾躁性、耐圧性、耐久性等の「プロセス適合性」を確立する。合わせて、1,000円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術を確認する。 ②実機膜モジュールの開発 連続安定製膜に必要な要素技術を確認して、実機膜モジュール(直径10cm、長さ1m)に供する分離膜の安定製造を可能とする。 ③膜分離システム開発 分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成するために、膜分離システムの適用調査、プロセス検討データの取得により、開発した分離膜モジュールに最適なシステム設計を行う。	①分離膜技術の確立 ・膜材料の改良等による分離性能向上を検討し、ラボレベルで目標分離性能を達成した。 ・2.4MPaの高圧試験を実施し、分離性能データから分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を実現できた。 ・吸水性の高いPVAの使用により耐乾躁性について達成した。また、代表的な不純物であるH₂S等の曝露試験を実施し、耐性を確認した。 以上の通り、「プロセス適合性」を確立した。 ②実機膜モジュールの開発 ・連続安定製膜に必要な要素技術課題を抽出するために、実機型膜モジュールを試作した。 ・モジュール性能試験を行い、分離性能を確認すると共に、要素技術である広膜面積化について確立した。 ・大型膜モジュール(直径10cm、膜全長1m)を製作検討した。 ③膜分離システムの開発 ・ラボデータを基にした実機モジュールの性能を推定する膜透過ガス流れシミュレーション解析技術システムを構築し、膜透過状況の把握、開発目標達成への方向付けに寄与した。 ・直列分割配置プロセスの提案と効果の検証を行い、水蒸気供給効率向上や膜分離システム効率向上の可能性を示した。 ・膜分離プラントの概念設計を実施し、開発実機イメージを提案した。

目標・指標及び成果・達成度(1)

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
1. 分離膜技術の確立 1) 分離性能の改良	CO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ を達成するCO ₂ /H ₂ 選択性、CO ₂ 透過速度を有する複合膜を作製する。	CO ₂ 分離・回収コスト1,500円/t-CO ₂ を達成するCO ₂ /H ₂ 選択性、CO ₂ 透過速度を有するラボレベルの複合膜を作製した。	達成
2) 耐不純物性	IGCC等における代表的な不純物組成に対する不純物耐性を付与する。	今後の実ガスを用いた詳細検討のために、代表的な不純物である硫化水素を含む模擬ガスおよび実ガス(勿来)による曝露試験を実施し、膜の耐性を確認した。	ほぼ達成
3) 耐乾燥性	湿度40%～80%RHの間で著しい機能の低下(CO ₂ 透過性50%以下)の無い分離膜を開発する。	吸水性の高いPVAを使用することで、湿度40～80%RHで安定なCO ₂ 分離性能を有する膜を開発した。	達成

目標・指標及び成果・達成度(2)

個別要素技術	目標・指標	成果	達成度
1. 分離膜技術の確立			
4) 耐圧性	IGCCの高圧化(4MPa)に対応した耐圧性を有する分離膜を開発する。	膜および膜モジュールの高圧試験を行い、実運転圧力である2.4MPaでの耐圧性を確認した。	ほぼ達成
5) 耐久性	1,000時間以上の連続運転で著しい機能の低下の無い分離膜を開発する。	連続運転試験を行い1,000時間の耐久性を確認した。	達成
6) その他のプロセス適合性	耐熱性の向上(100℃以上)を目指す。	膜材料の耐熱性を確認し、複合膜が100℃以上の耐熱性を有することを確認した。	達成
7) 1,000円/t-CO ₂ 以下を可能とする分離膜(CO ₂ /H ₂ 選択性が100)の開発	分離膜のCO ₂ /H ₂ 選択性が100以上である分離膜の膜素材、支持膜材料を開発する。	CO ₂ /H ₂ 選択性が125(世界トップレベル)であるラボレベルの分離膜を開発した。なお、1,000円/t-CO ₂ 以下を達成する為には、CO ₂ /H ₂ 選択性が125で、CO ₂ 透過速度が4.6×10 ⁻¹⁰ 以上必要であることをシミュレーションにより確認した。	達成

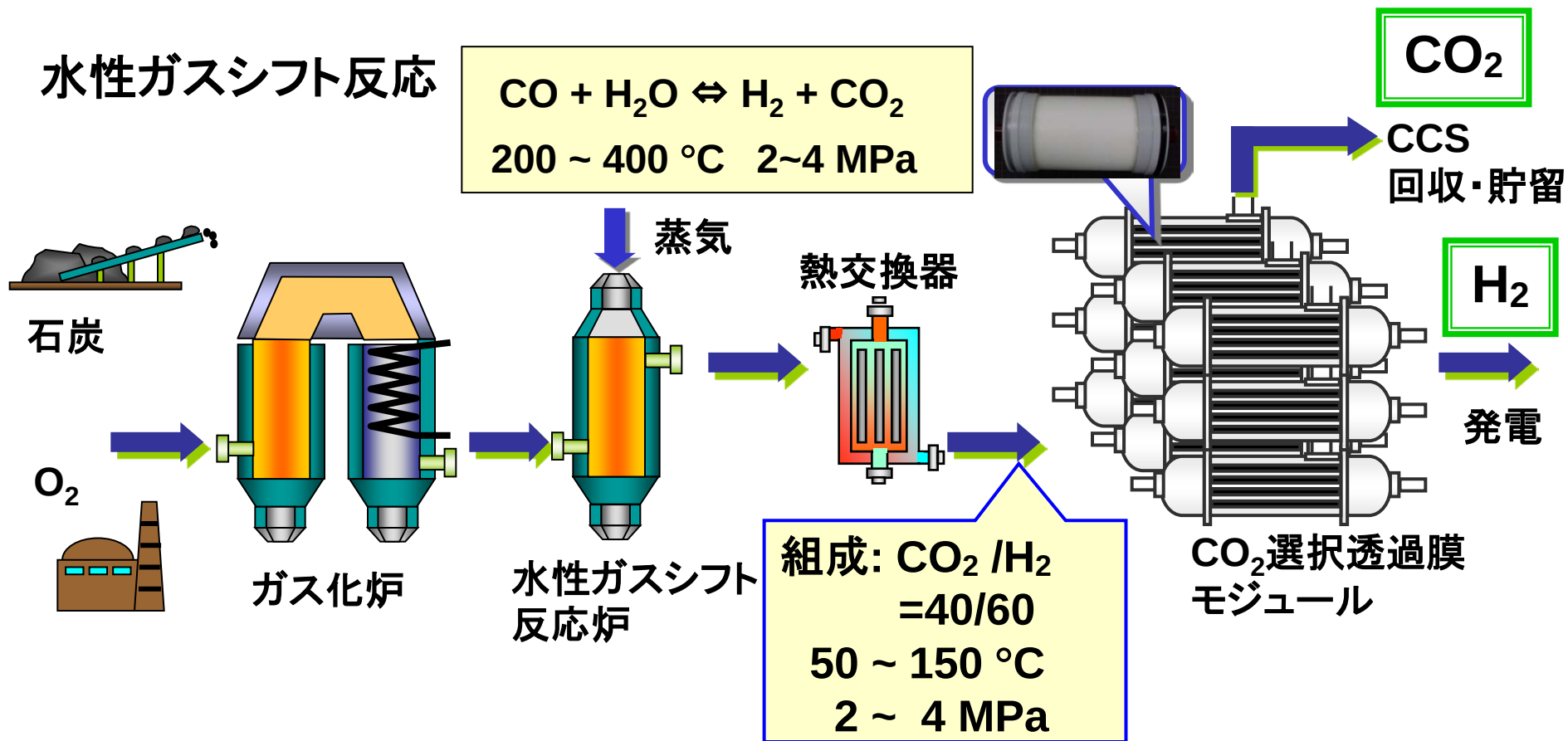
目標・指標及び成果・達成度(3)

個別 要素技術	目標・指標	成果	達成度
2. 実機膜モジュールの開発			
1) 連続安定製膜	分離膜を連続安定製造するために必要となる要素技術の抽出とその要素技術を検討する。	分離膜を連続安定製膜するために必要な要素技術を抽出し、膜性能のバラツキに関して、広膜面積化試作により要素技術の確認を行った。	達成
2) 実機型膜モジュール	実機型膜モジュール(直径10cm、長さ20cm程度)を製作して、実システムあるいは近似した状態での試験を行い、実機型膜モジュールの技術を確立する。	実機型膜モジュール(直径10cm、長さ20cm程度)を試作し、実システムに近似した状態での試験を行い、実機型膜モジュールの技術を確立した。	達成
3) 膜モジュールの大型化	膜長が1m、直径が10cmの膜モジュールを製造する。	大型膜モジュール(直径10cm、膜全長約1m)を製作した。	達成

目標・指標及び成果・達成度(4)

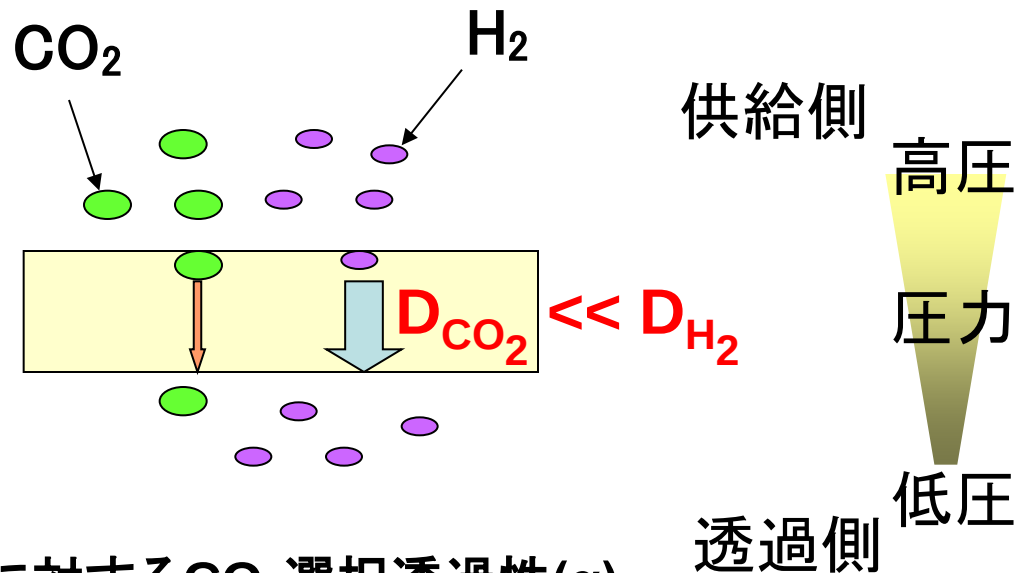
個別 要素技術	目標・指標	成果	達成度
3. 膜分離システムの開発 1) 膜分離システムの検討 2) 膜分離プラントの概念設計	実システムを調査し、開発した分離膜でのプロセス検討等から分離膜システムの最適化を行う。 膜分離プラントの概念設計を行い、CO₂分離・回収コスト、エネルギーの両面から、膜分離システムの有効性を確認する。	実システムを調査し、開発した分離膜でのプロセス検討等から二段システムから一段システムへの変更提案を行う等、分離膜システムの最適化を行った。特に膜性能とCO₂分離・回収コストとの関係を推算し、目標達成への要求膜性能を明らかにした。更に当該膜特性に適した膜分離システムを検討し、効果的な膜分離システムを提案した。 膜分離プラントの概念設計を行い、CO₂分離・回収コスト、エネルギーの両面から、膜分離システムの有効性を確認した。	達成 達成

CO₂分離膜モジュールのIGCCへの適用



CO₂分子ゲート膜とは

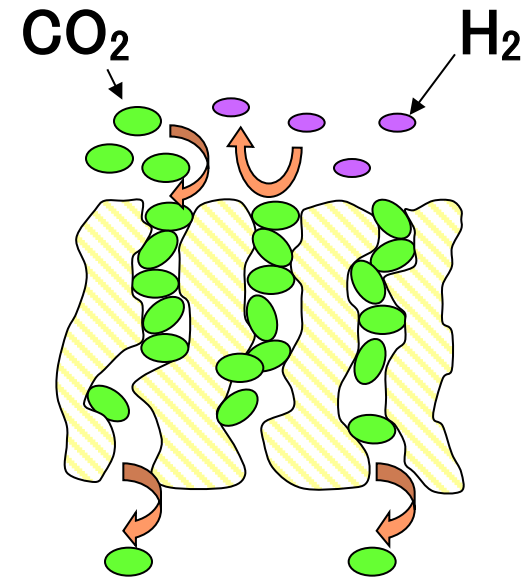
CO₂分子ゲート機能を有する革新的なCO₂分離膜



H₂に対するCO₂選択透過性(α)
 $\alpha_{\text{CO}_2/\text{H}_2} < 1$ (分子ふるい性膜)
 ~ 10 (溶解選択性膜)

分子サイズ(nm)

H ₂	<	CO ₂	<	N ₂	<	CH ₄
0.29		0.33		0.36		0.38



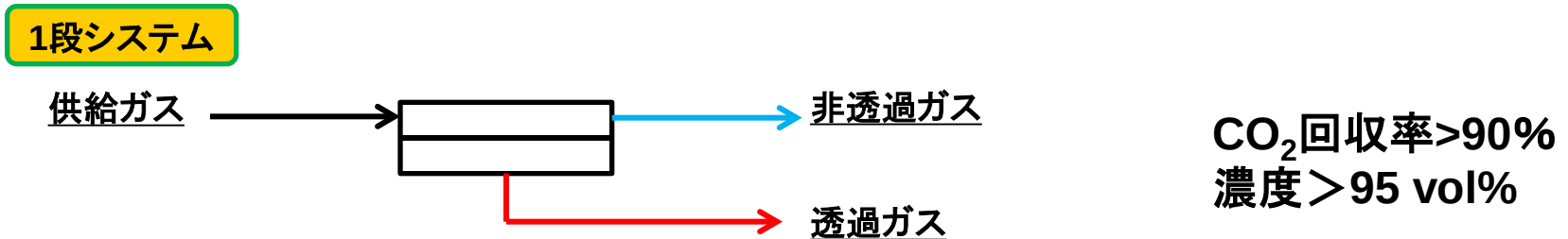
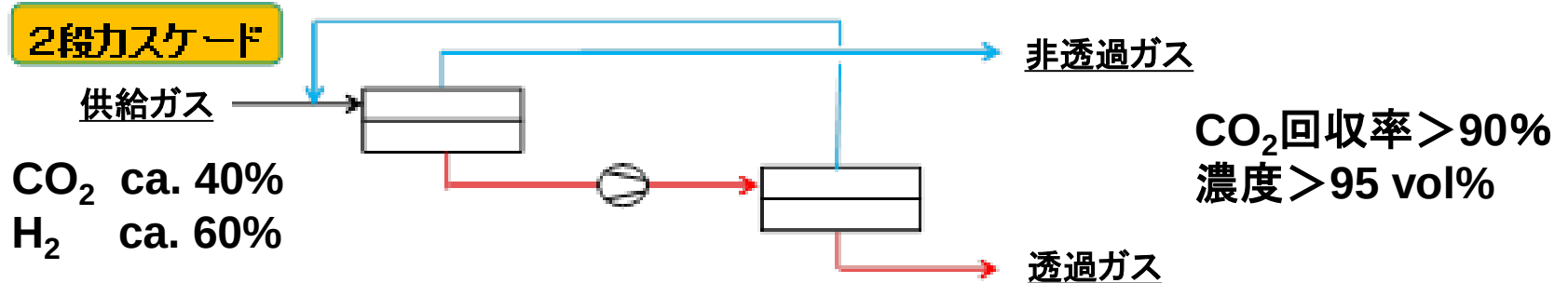
CO₂分子ゲート膜

$\alpha_{\text{CO}_2/\text{H}_2} > 125$

1,500円/t-CO₂を実現する要求膜性能の検討

初期目標性能:

$$Q_{\text{CO}_2} > 7.5 \times 10^{-10} \text{ [m}^3(\text{STP})\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}\text{]}, \alpha_{\text{CO}_2/\text{H}_2} > 30$$

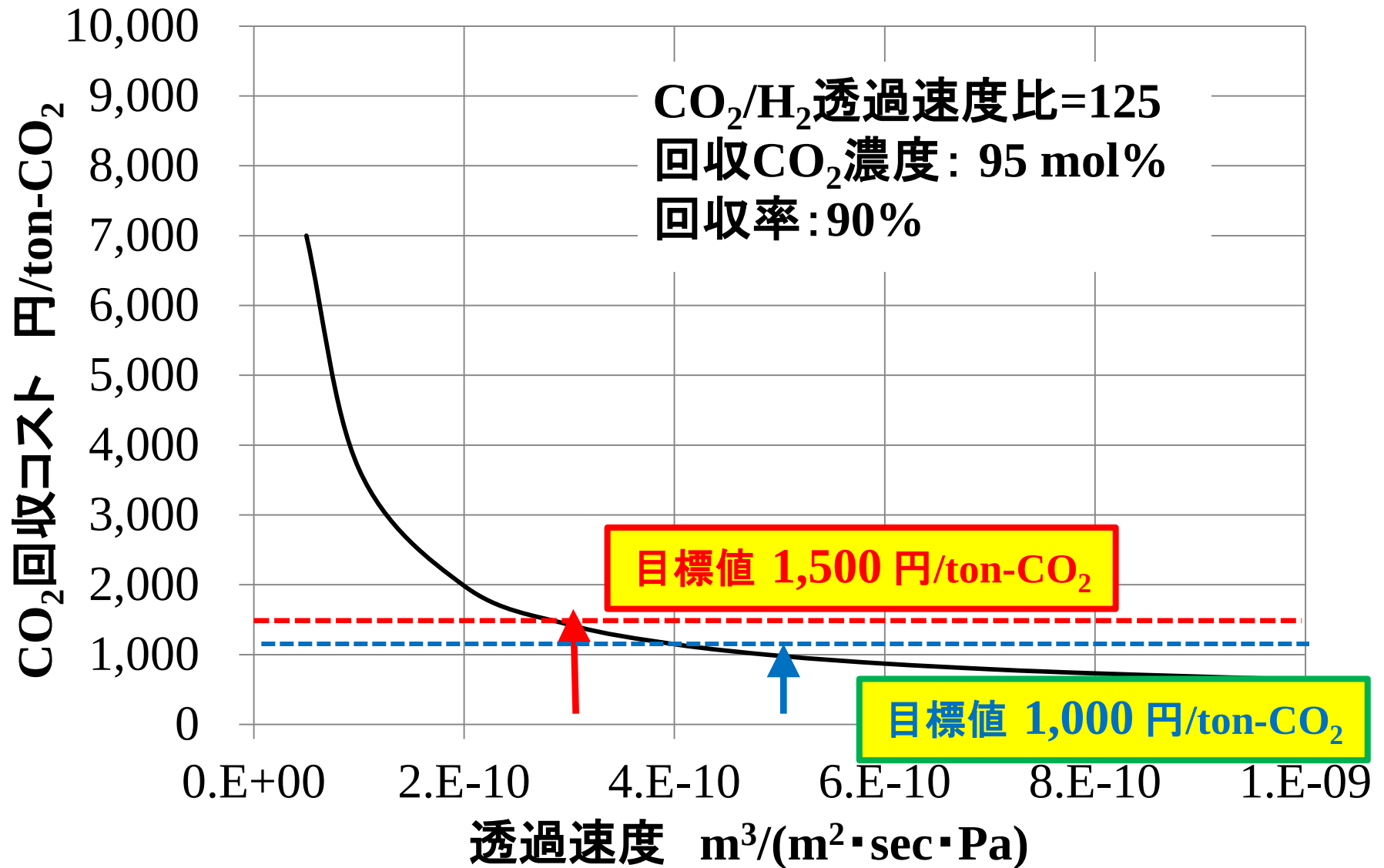


分解ガスの圧力を利用し、動力を使用しないために
再設定した目標膜性能

$$Q_{\text{CO}_2} > 3.0 \times 10^{-10} \text{ [m}^3(\text{STP})\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}\text{]}$$

$$\alpha_{\text{CO}_2/\text{H}_2} > 125$$

透過速度 vs. CO₂回収コスト



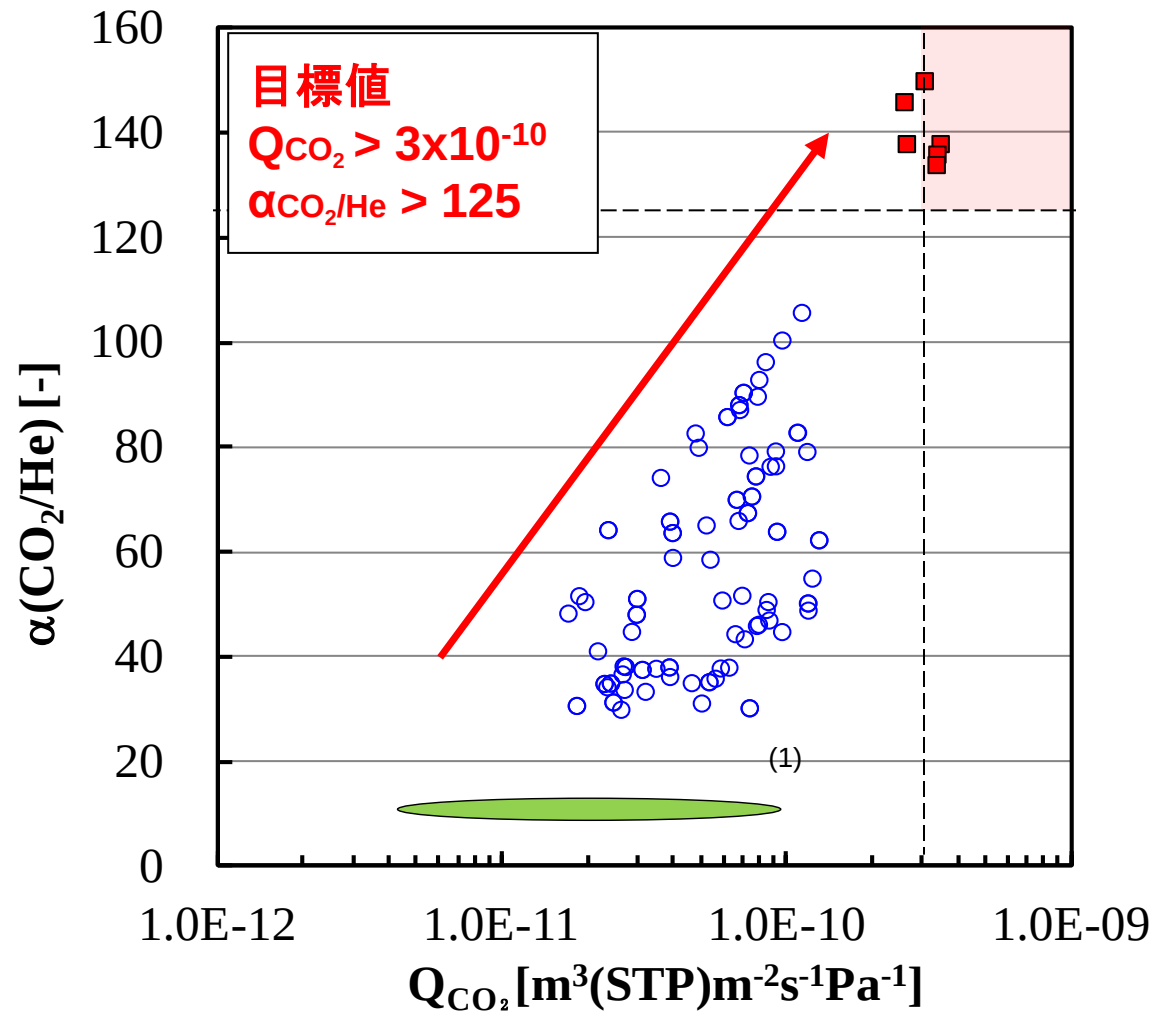
二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業 (H23FY～H26FY)の成果概要

- (1) 分離膜技術の開発**
- (2) 実機膜モジュールの開発**
- (3) 膜分離システムの開発**

二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業 (H23FY～H26FY)の成果概要

(1) 分離膜技術の開発

分子ゲート膜の分離性能の向上

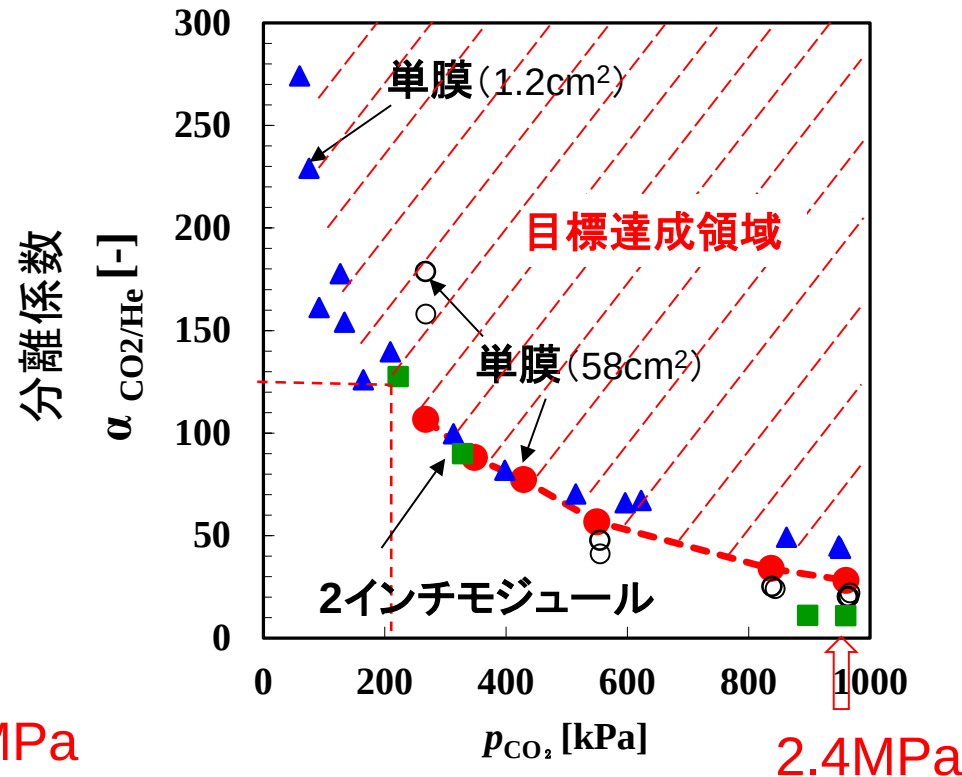
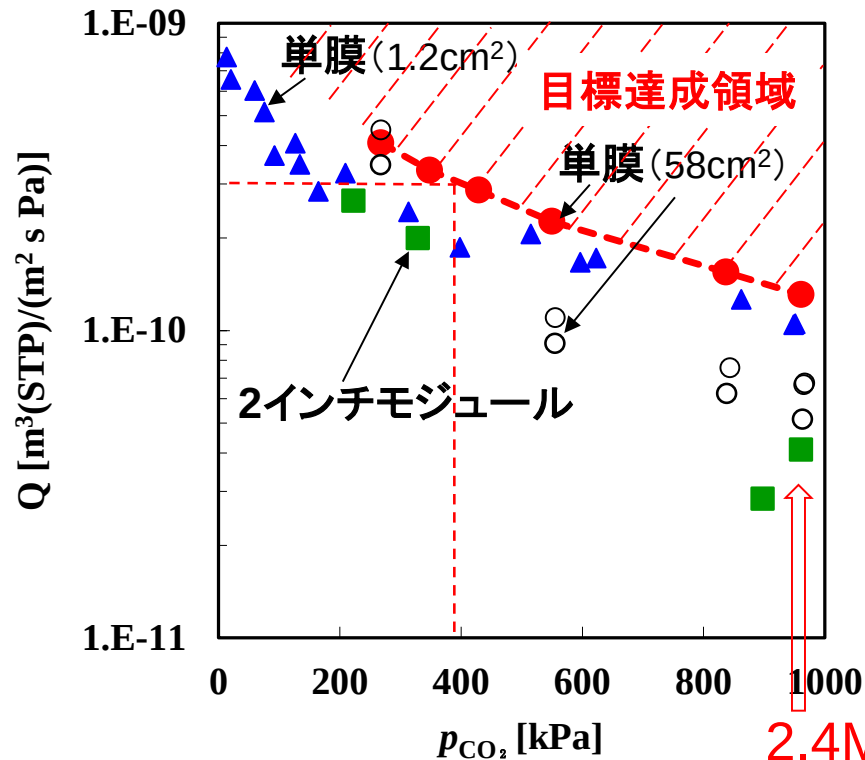


ラボレベルで目標分離性能を達成
世界最高レベルの分離性能を更新

(1) H. Lin, B. Freeman *et al.*,
Science, 311, 639-642 (2006)

CO₂分離性能と目標達成領域

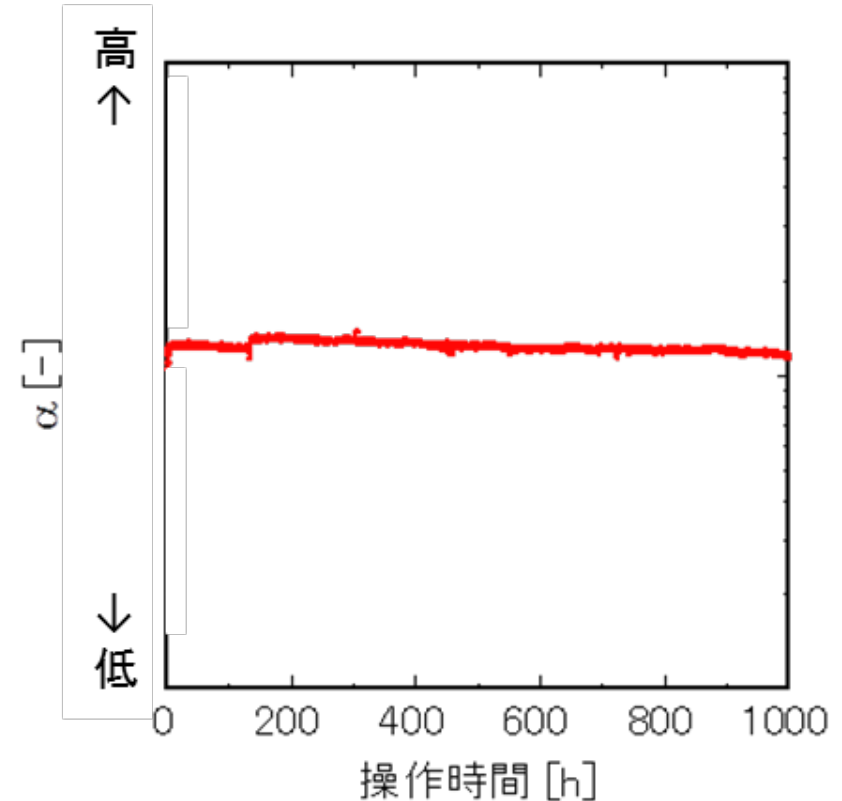
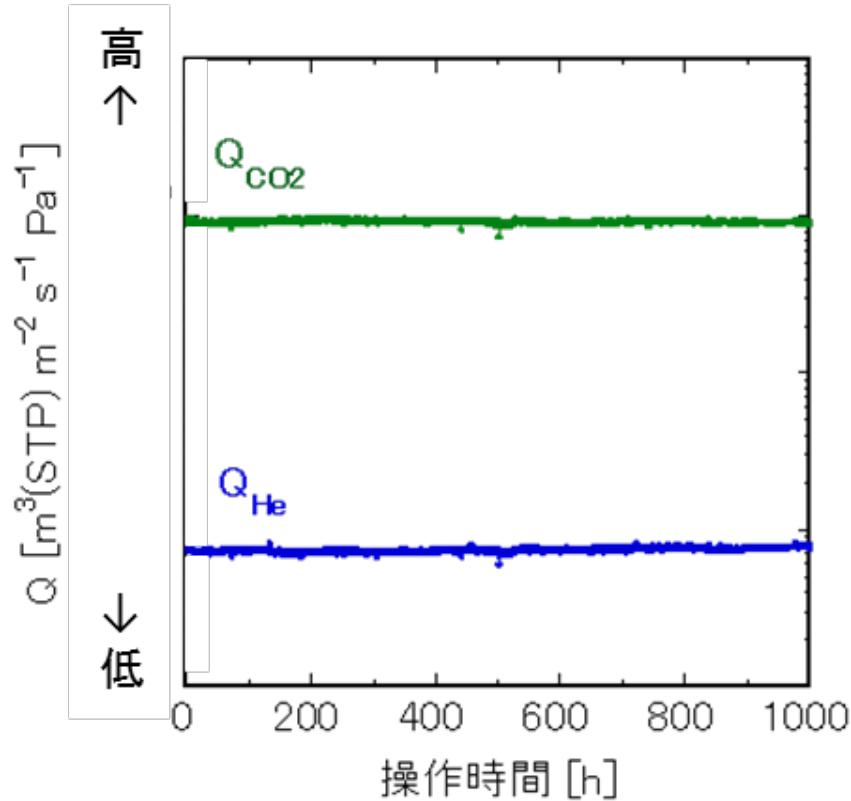
分子ゲート膜の分離性能 大気圧~2.4MPaにて、CO₂透過試験を実施



目標: CO₂回収コスト1,500円/t-CO₂以下

模擬ガス、ラボレベルで目標性能を達成

耐久性(1,000時間連続試験)



中圧条件(全圧0.7MPa)において、1,000時間までの耐久性を確認*

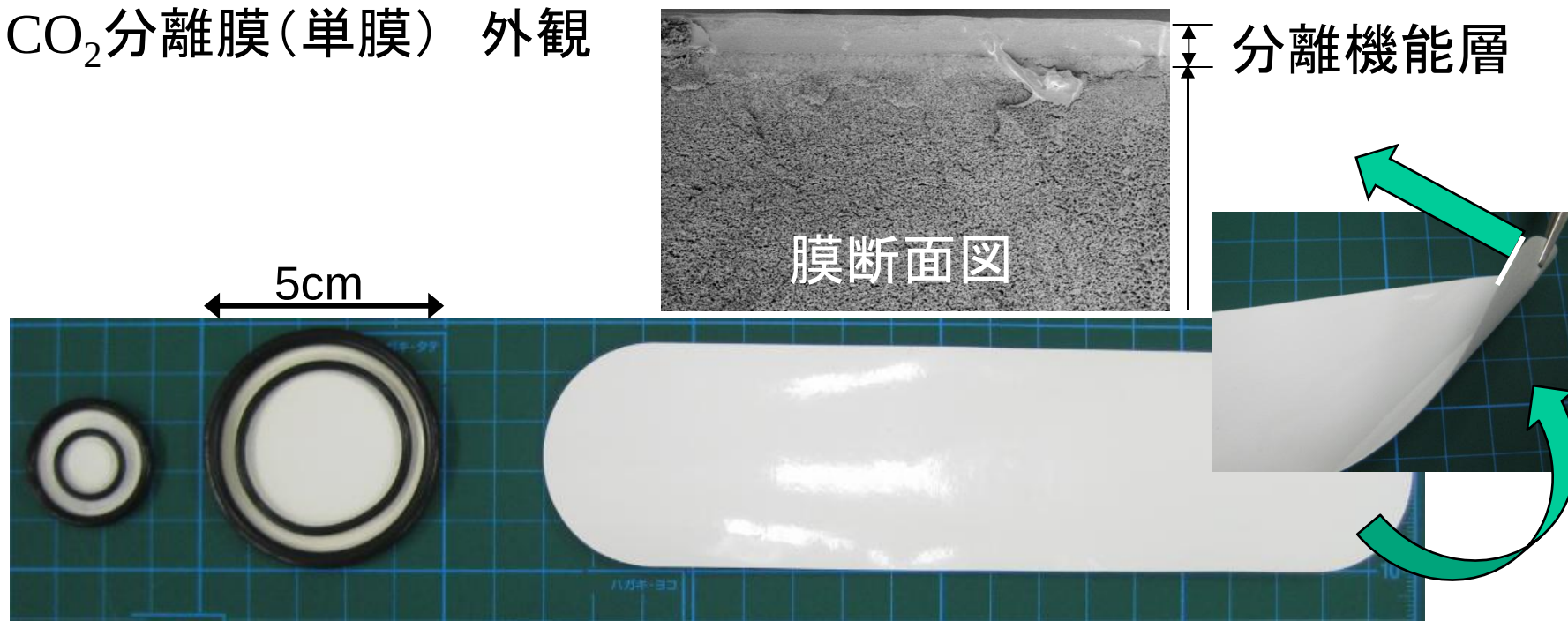
*: 3,000時間まで耐久性を確認し、測定を終了。

二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業 (H23FY～H26FY)の成果概要

(2) 実機膜モジュールの開発

CO₂分離膜及び膜モジュール

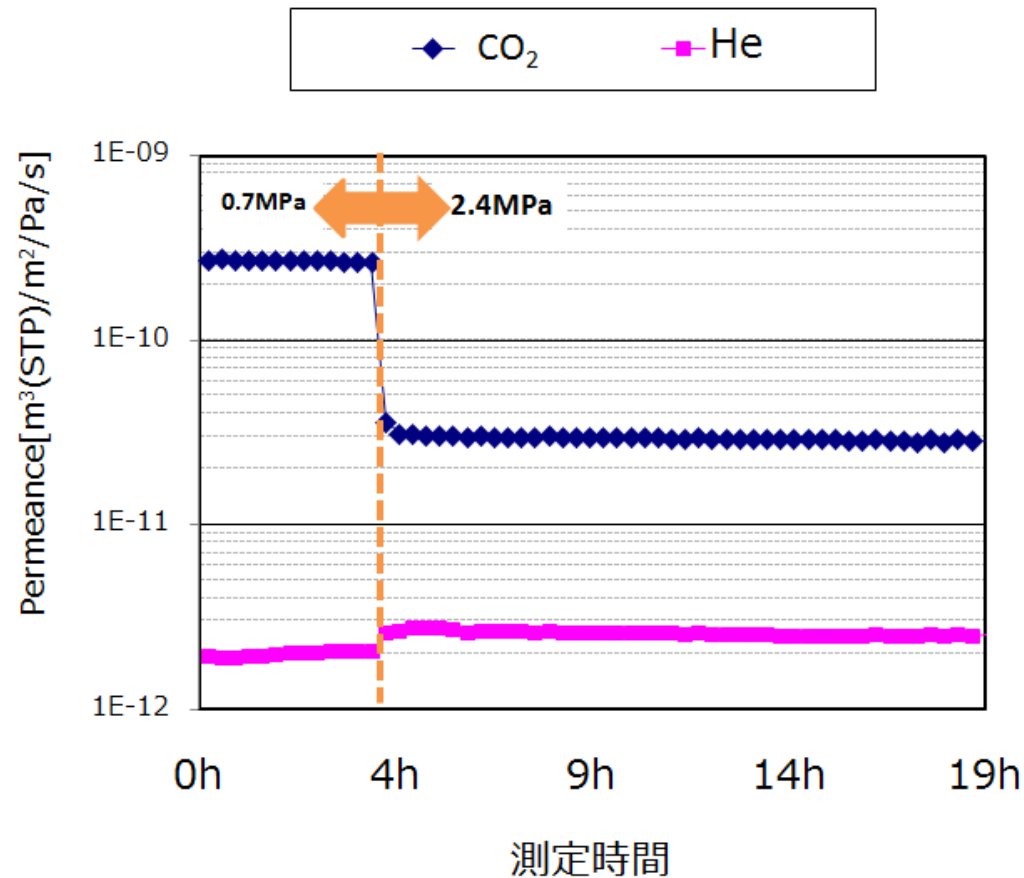
CO₂分離膜(単膜) 外観



CO₂分離膜モジュール

スパイラル分離膜モジュール外観
(左2インチ、右4インチ)

モジュール高圧試験結果



実使用圧力下でもHeパーミアンスの上昇はほとんどなく、膜およびモジュール構造の耐圧性を確認した。

二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業 (H23FY～H26FY)の成果概要

(3) 膜分離システムの開発

膜分離システムの検討

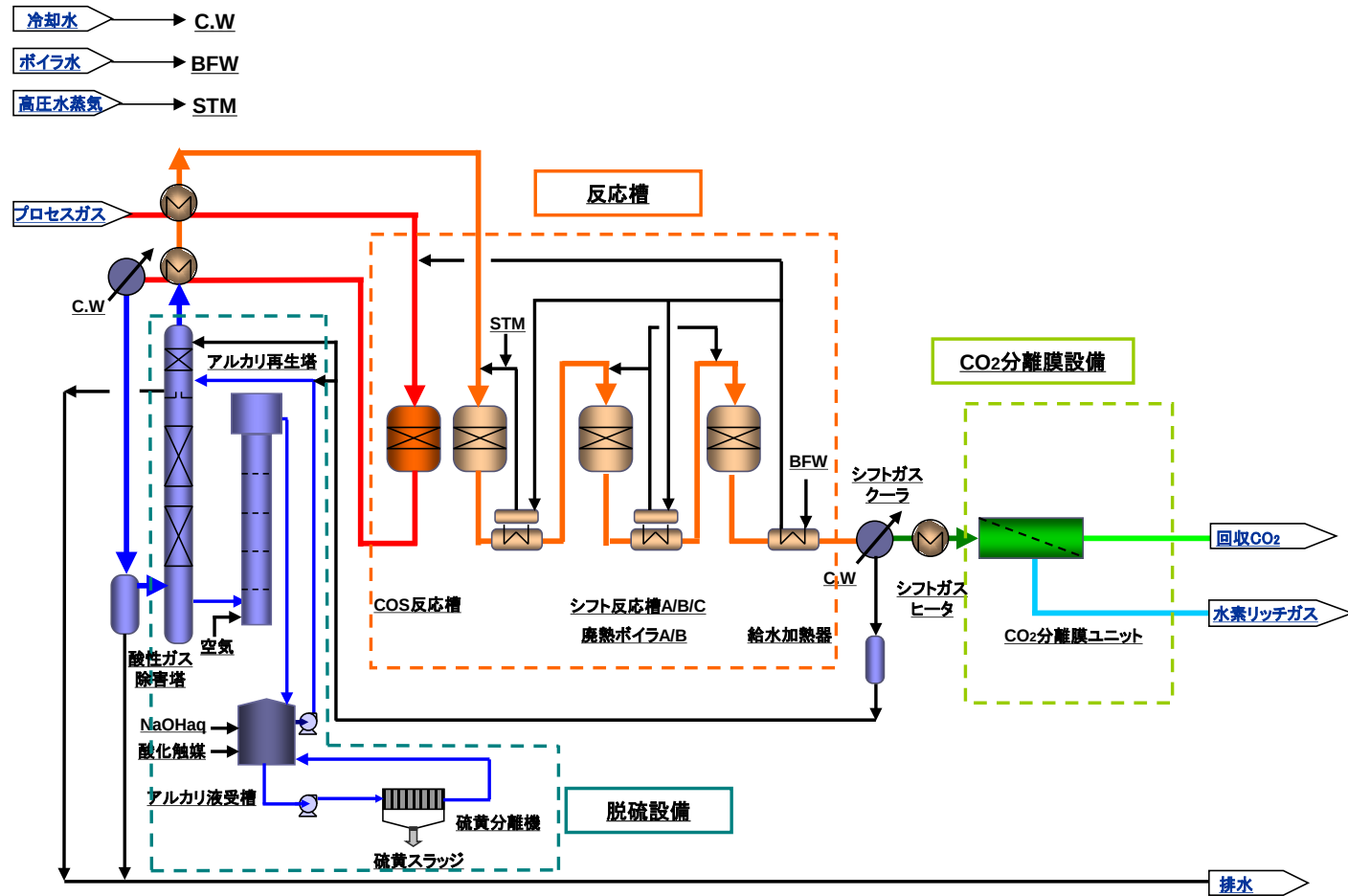
1. 目標性能

コスト目標	1,500円/ton-CO ₂
CO ₂ 回収量	100万t/Year (63,000 Nm ³ /h)
CO ₂ 濃度	95 vol %以上
CO ₂ 回収率	90 %以上

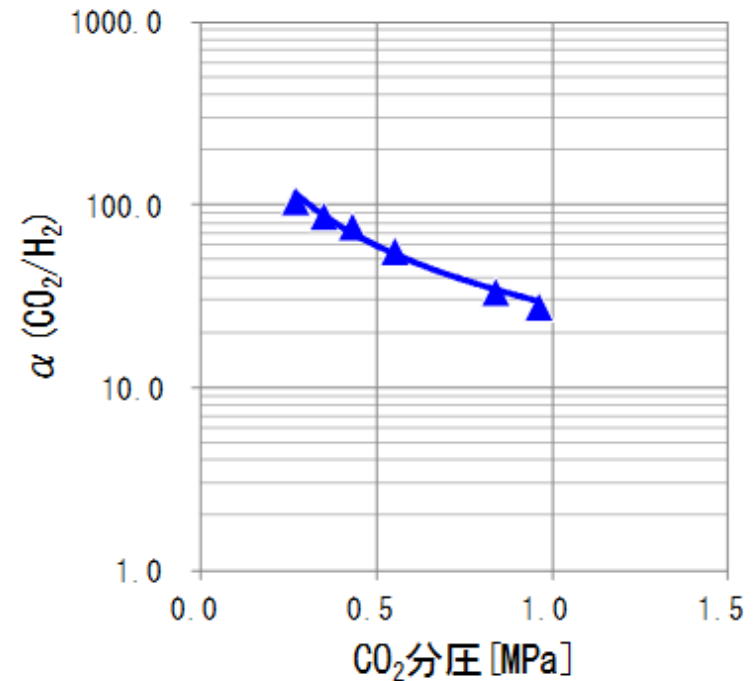
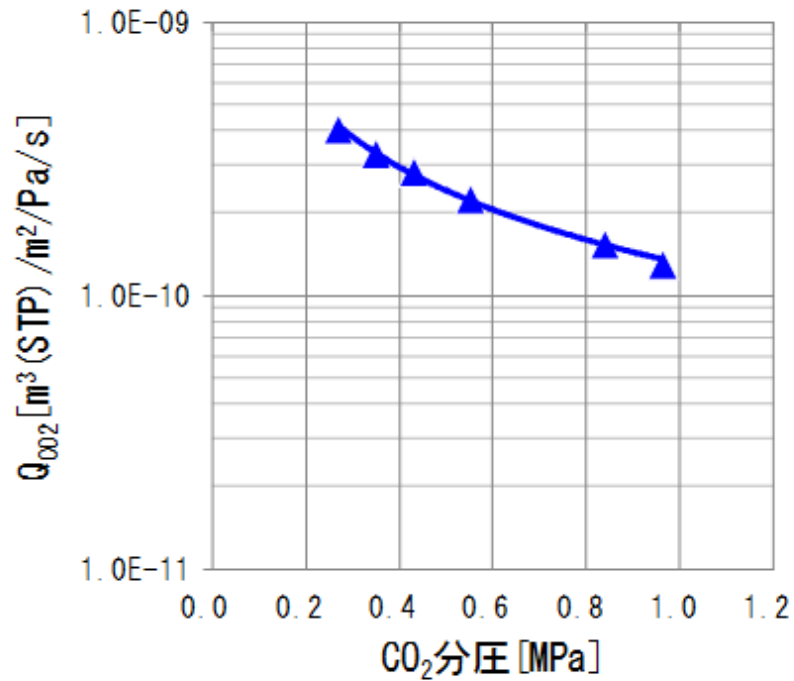
2. 検討条件

温度	85 °C
組成 CO ₂	36.3 vol %(ドライベース)
H ₂	63.7 vol %(ドライベース)
H ₂ O	計算条件によって設定
非透過側圧力	2.4 MPa
透過側圧力	大気圧付近

石炭ガス化プロセスフロー

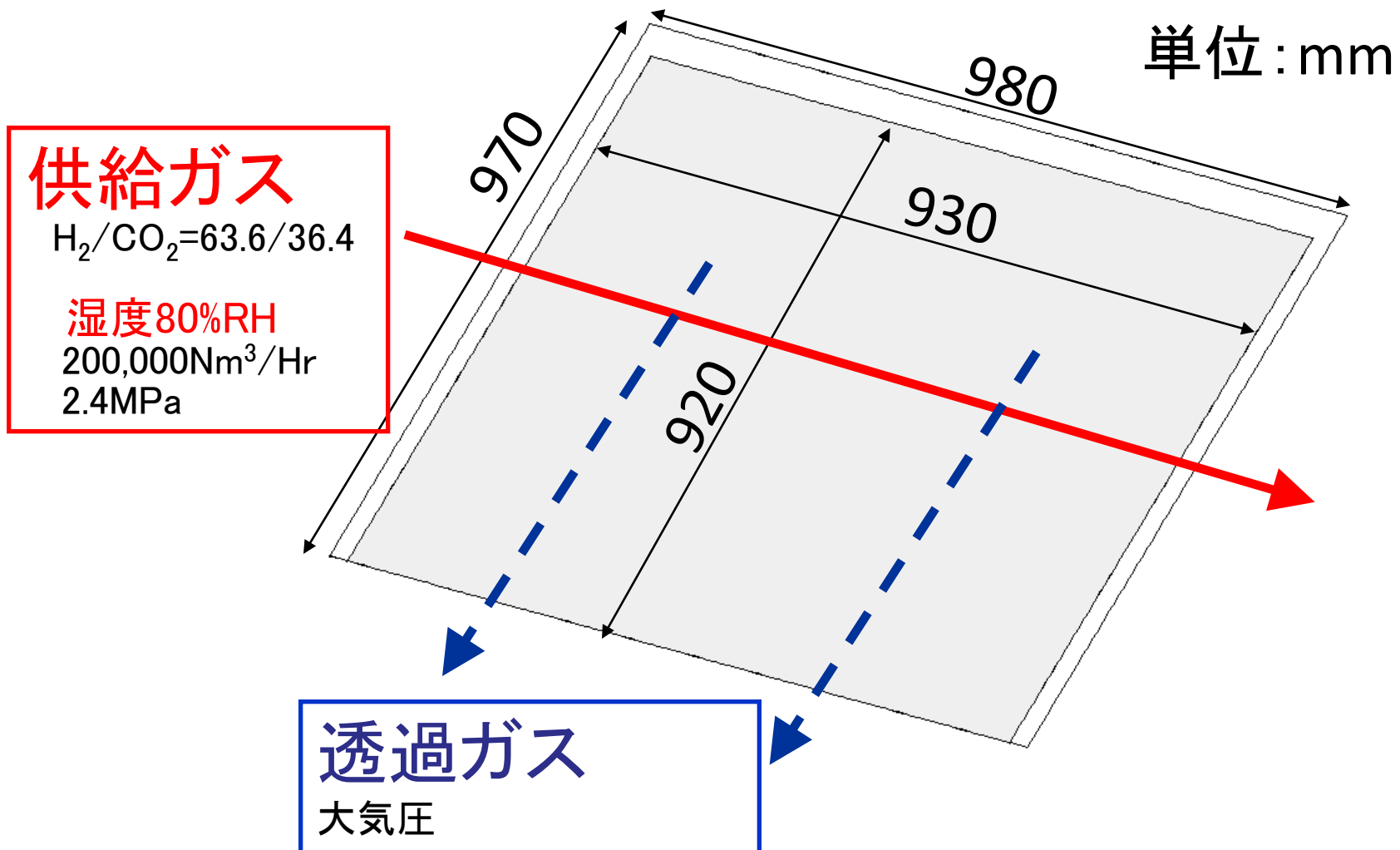


CO₂分離コスト試算の前提とした 分離性能曲線(例)



基本膜形状(直交流)

1mサイズリーフ 【有効膜面積:0.8556m²】



CO₂分離コスト試算結果

項 目	計算値	単 位
CO ₂ 回収量	125.3	t/h
膜面積	190,000	m ²
蒸気使用量	24.1	t/h
モジュール効率	なし	
設備費	600	円/t-CO ₂
膜エレメント及びモジュール容器費用	350	円/t-CO ₂
変動費	540	円/t-CO ₂
処理費合計	1,490	円/t-CO ₂

CO₂分離コスト 1,500円/t-CO₂を達成

エネルギー原単位の試算結果

項 目	計算値	単 位
蒸気使用量	24.1	t/h
蒸気原単位	0.192	t/t-CO ₂
電力使用量	50	kW
電力原単位	0.4	kWh/t-CO ₂
合計エネルギー原単位	0.55	GJ/t-CO ₂

エネルギー原単位: 0.55 GJ/t-CO₂
他プロセス(吸収法等)の1/3程度

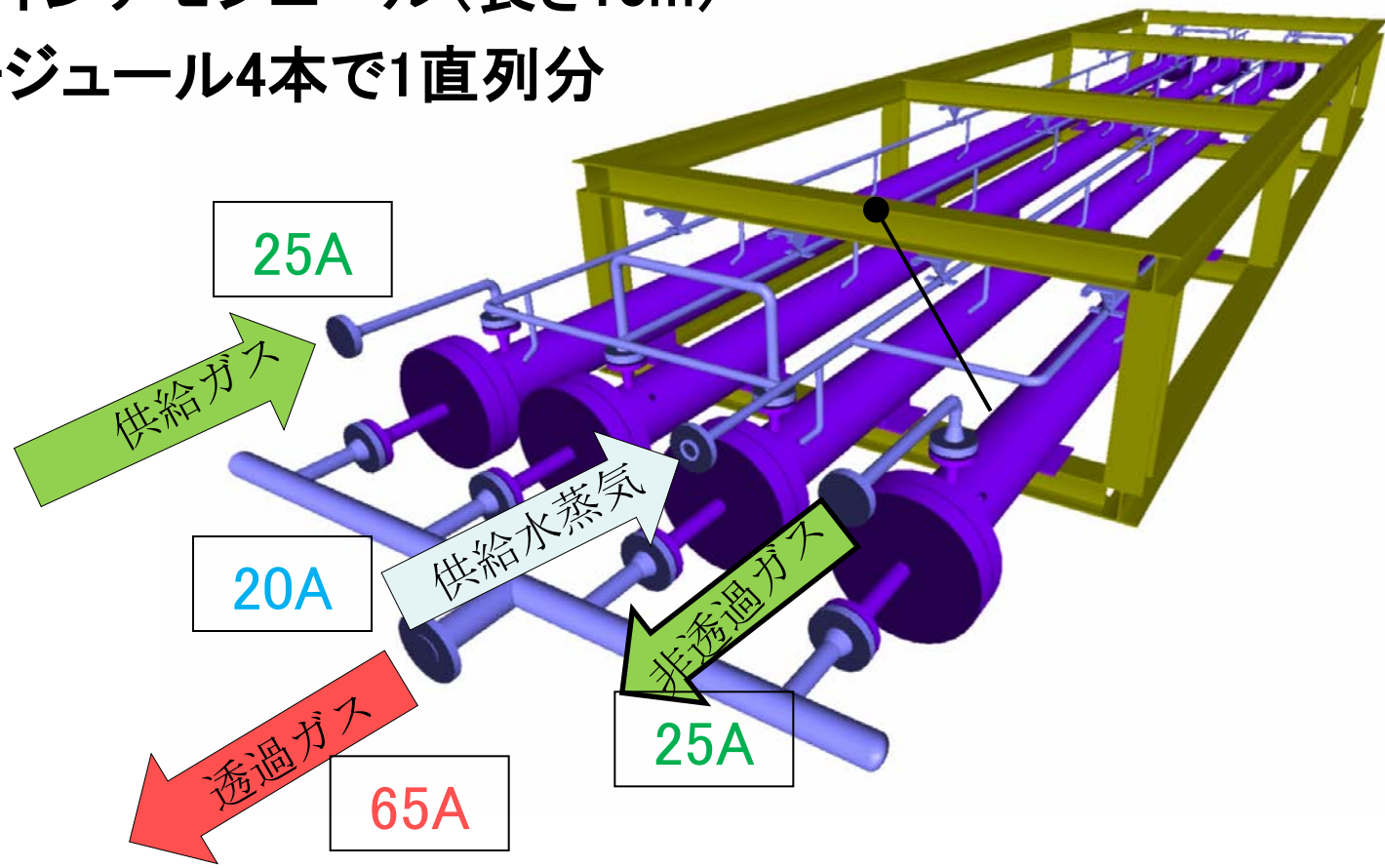
CO₂分離膜モジュールイメージ

【設備能力】CO₂回収量100万ton/y←25万kW発電相当(IGCCベース)

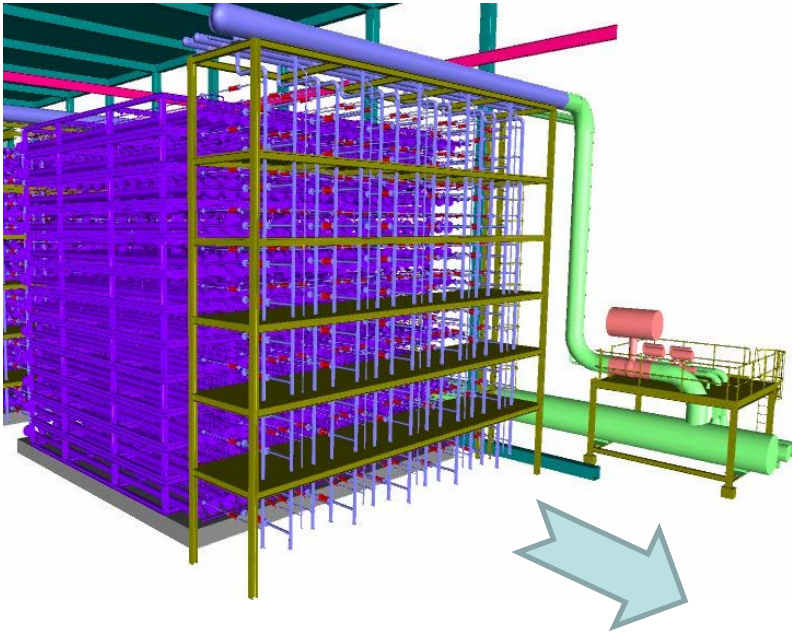
【回収条件】CO₂濃度 95 vol%, CO₂回収率90%

【供給ガス条件】IGCCガス条件を想定
※CO₂ 36.4vol%(Dry)、H₂ 63.6vol%(Dry)

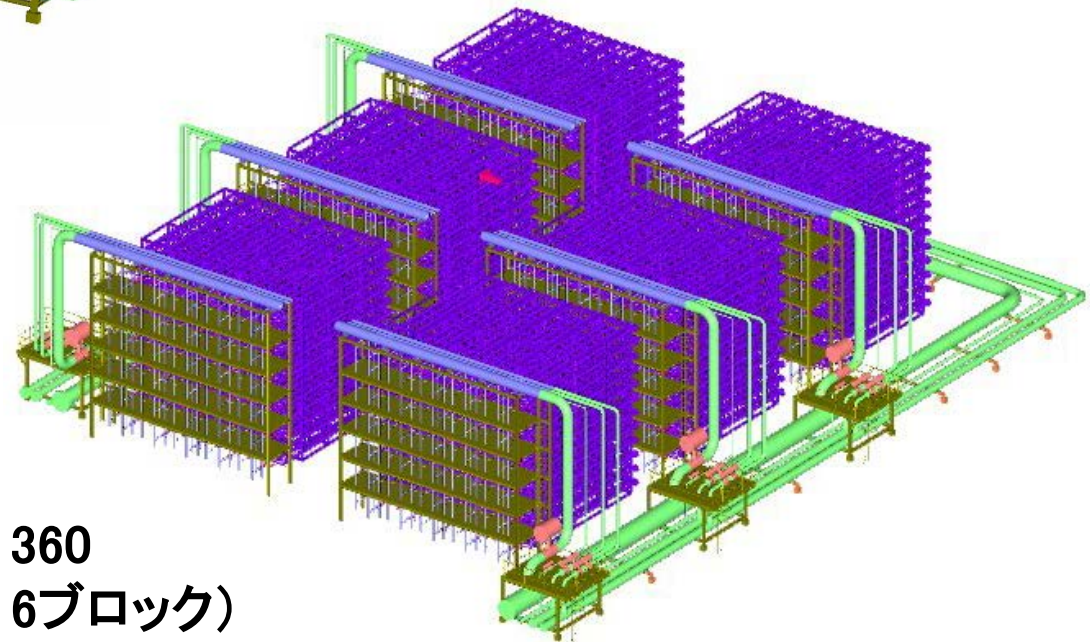
【モジュール】8インチモジュール(長さ10m)
モジュール4本で1直列分



CO₂分離膜プラントイメージ



設備イメージ全景図
(巾33mx奥行45mx高17m)



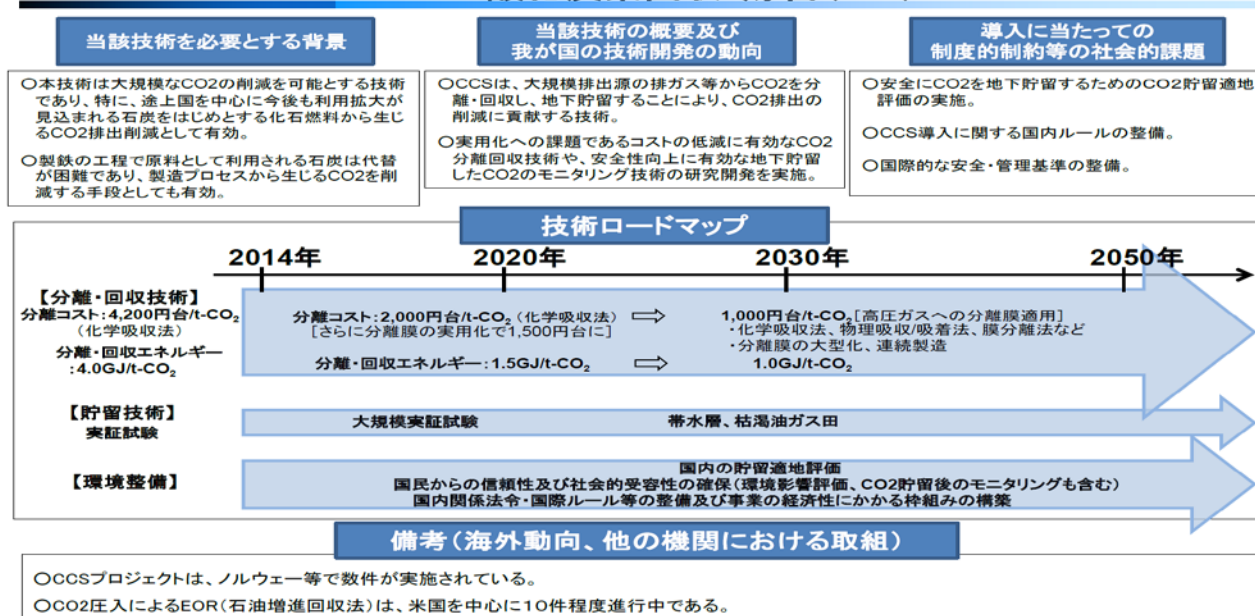
スキッド集合体ブロック図
(巾11.5mx奥行10mx高1.3m)

総並列数: 360
(60並列 × 6ブロック)

4. 当省(国)が実施することの必要性

エネルギー関係技術開発ロードマップ（平成26年12月）

1.1. 二酸化炭素回収・貯留（CCS）

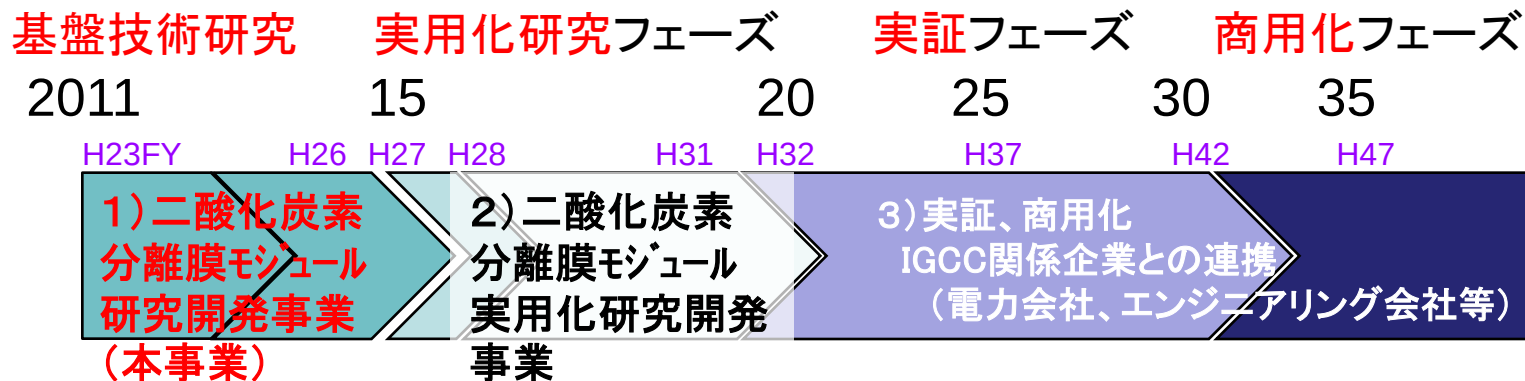


国の関与の必要性

CCSは、追加的エネルギーコストをかけてCO₂を削減するといった点において省エネルギーや再生可能エネルギーとは異なるタイプの技術である。このため、CCSの導入は経済的インセンティブが働かない温暖化対策に特化した方策であるなど、CCSの実用化に当たっては、解決すべき課題が多い。

技術開発によるコストダウンや高効率化のほか、法制度の整備、環境対応、社会的受容性の構築といった課題を解決する必要があり、国が実施する必要がある。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



1) CO₂分離膜モジュール実用化研究開発事業(H23FY～H26FY)

- IGCC等から、分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術の確立を目指す。
- 1,000円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術を確認する。

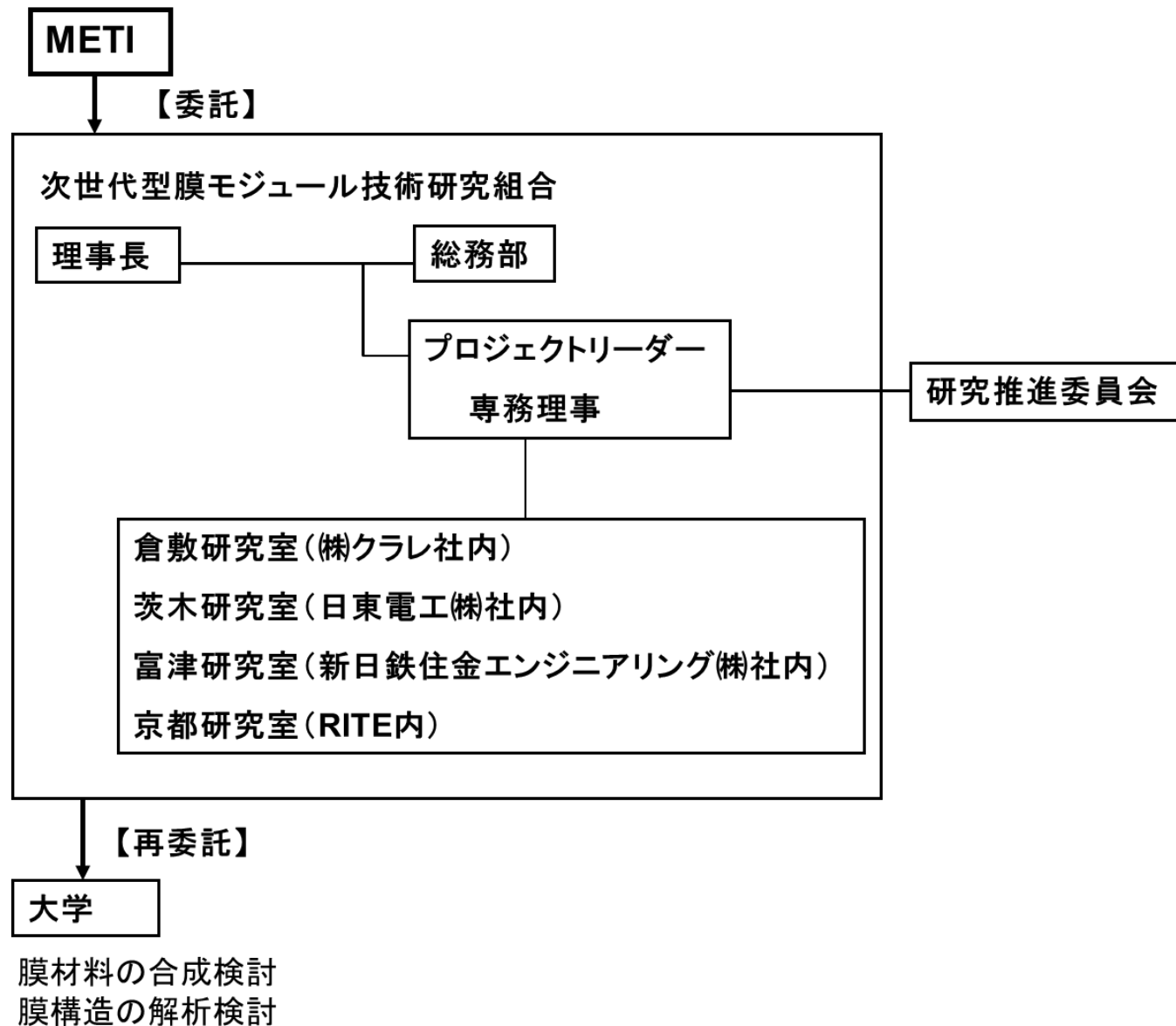
2) CO₂分離膜モジュール実用化研究開発事業(H27FY～) (計画・課題)

- 実ガス等の実用化試験で、技術課題を抽出し解決する。
- 実用化段階の分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を達成する分離膜技術、実機膜モジュール、膜システムを作り上げる。

実証フェーズ・商用化フェーズにおける課題

- IGCC実ガス、実機での長期試験、大規模な実証試験による実績の蓄積。
- 膜、モジュールの商業生産プロセスの検討、膜大面積化、量産体制の構築。
- CO₂分離膜プロセス採用に向けた活動。

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等



7. 費用対効果

ケース1: CCS技術の費用対効果

【 IEA Energy Technology Perspectives 2012(抜粋) 】

CCSは、産業部門(鉄鋼、セメント、天然ガス利用プロセスなど)による大幅なCO₂排出量削減目標の達成を可能にする現時点で唯一の技術である。CO₂削減オプションとしてのCCSを放棄すれば、2DSの実現コストは大幅に増加する。CCSなしでは、2DSを達成するために必要とされる電力分野の追加投資額は40%増加し、今後40年間で総額2兆ドルに達する。 CCSなしでは、他のCO₂排出量削減オプションに対する圧力も増すことになる。



CCS技術がない場合、
気温2度上昇シナリオを達成するためには、
発電分野だけで240兆円/40年間の
追加対策費が必要
(ETP2012)

技術オプション価値(影響回避期待値)

6兆円/年・世界

ケース2: 分離回収技術の費用対効果

分離回収コスト
現状より▲2,500円/t-CO₂と仮定
(4,200円/t-CO₂ → 1,000円/t-CO₂)

例: 50万kWのIGCCから回収の場合
(CO₂を年間260万t回収と想定)

1基当たり64億円/年のコスト削減

プロジェクトのアウトカム(プロジェクトの成果が及ぼす効果等)

二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業

プロジェクトの成果目標

圧力を有するガス源であるIGCC等から、従来技術の3分の1程度の1,500円/t-CO₂以下でCO₂を分離・回収する技術の確立



CO₂分離回収コストの大幅低減

目的達成までのシナリオ

直接アウトカム(直接カスタマー)

実機膜モジュールを用いた実証試験
CO₂分離・回収コスト1,000円/t-CO₂以下の実現



カスタマー

IGCC

圧力を有するガス源からのCO₂回収

間接アウトカム・インパクト

CO₂分離・回収コスト1/3
(1,500円/t-CO₂以下)



カテゴリーA帯水層へのCO₂貯留で
14兆400億円の便益



波及効果

・天然ガス田からのCO₂分離・回収 ・化学プラント等からのCO₂分離、濃度調整 ・閉鎖空間でのCO₂除去

8. 中間評価(H24)結果（総合評価）

CO₂削減効果の高いCCSを実用化するためには、今後、更なる低コスト化・高度化が必要であり、特に全コストの6割以上を占めるCO₂の分離・回収の技術開発は重要である。

分離膜モジュールの科学的・技術的な新規性、独創性は高く評価でき、事業の目的は妥当である。研究開発等の目標も適切かつ妥当である。

薄膜化、膜安定性の評価など、分離膜の実用化で要求される項目の目標を確実にクリアし、高選択性への見通しが立ったことから、1,000円/t-CO₂での実用化の可能性も示され、早期の事業化を期待するとともに、現時点の性能における実用化、販売も検討を始めて欲しい。

また、将来の電気代上昇リスクにも備え、2段プロセスから1段プロセスにターゲットを変更し、その実現にも目処を得ていることは優れた成果である。

一方、水を必要とする促進輸送でCO₂透過が行われるため、保水環境や湿度に対する評価などをさらに詳細に検討する必要がある。

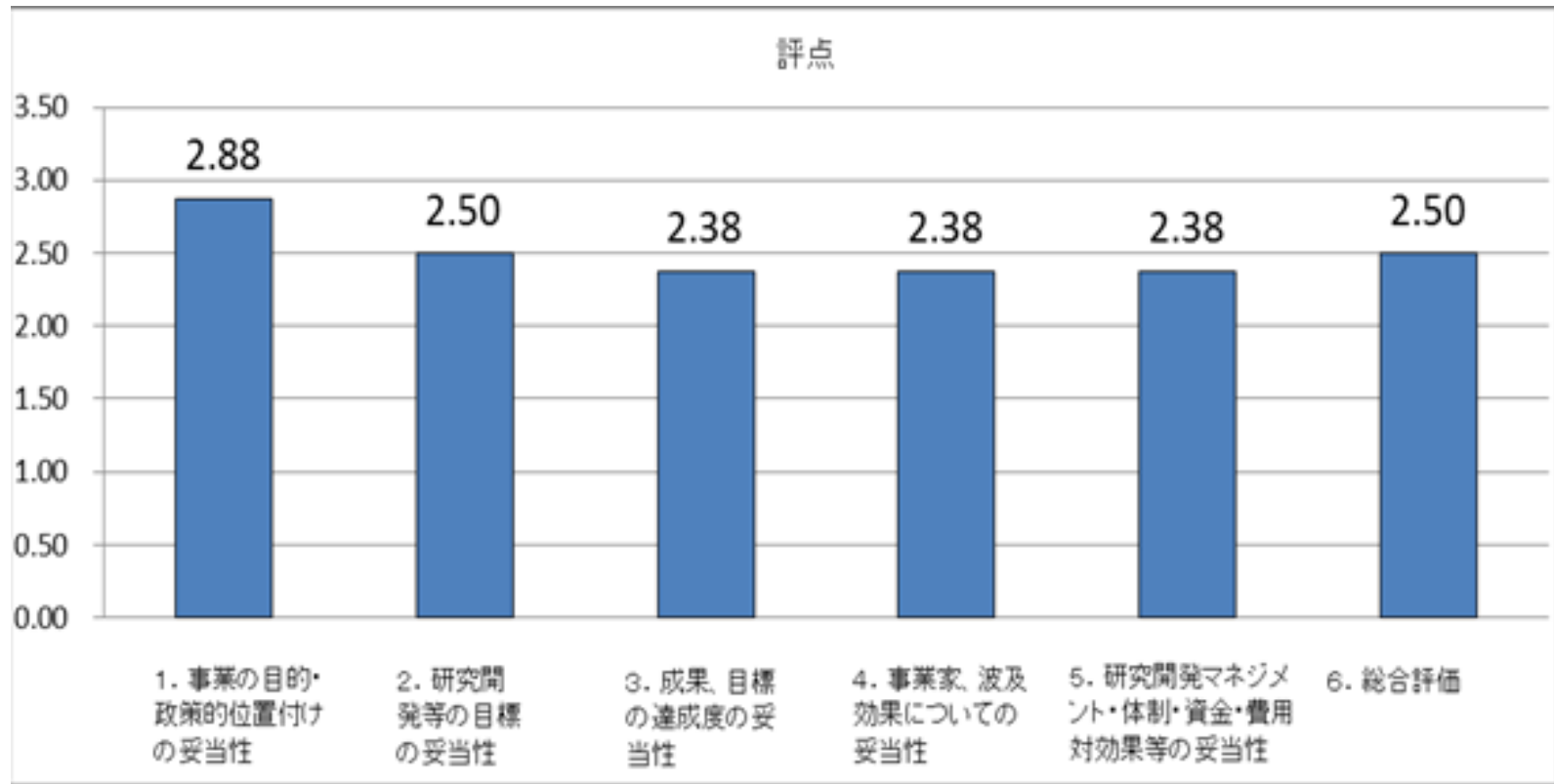
耐乾燥性実験は行われているが、ゲルなどの高分子膜での評価であり、保水環境に関する材料設計指針の再構築が必要である。

事業化を考えると薄膜化と長期の膜安定性が今後のポイントと考えられ、重点的な取り組みが必要である。

耐プロセス適合性の検討を進める上で、燃焼プロセス側からの制約条件をより明確にした研究開発が必要である。

また、実用化には大規模実証試験を通じて技術的な課題を抽出することも必要であることから、今後、実用化にあたっては、大規模実証試験での実証が望まれる。

8. 中間評価(H24)結果（評点結果）



【評価項目の判定基準】

評価項目1.～5.

3点:非常に重要又は非常によい

2点:重要又はよい

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

6. 総合評価

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、成果等が今一步のところがあつた。

0点:実施された事業は、成果等が極めて不十分であつた。

8. 中間評価(H24)結果 (提言及び提言に対する対応状況)

今後の研究開発の方向性等に関する提言

- 耐プロセス適合性の検討を進める上で、燃焼プロセス側からの制約条件をより明確にした研究開発が必要である。
- 今後は技術開発だけではなく、実用化に向けた事業展開についても検討することが望まれる。

提言に対する対応状況

- ご指摘のとおり、燃焼プロセス側からの制約条件を調査することは重要であり、現在、制約条件をより明確にするための調査を行っているところ。今後その制約条件に基づいた実験により、耐プロセス適合性の検討を行うこととしている。
- 本事業は実用化を見据えて技術研究組合から成る研究開発体制を構築しており、今後実用化に向けた事業展開についても検討して参りたい。

8. 中間評価(H24)結果 (提言及び提言に対する対応状況)

今後の研究開発の方向性等に関する提言

- 実用化は国内に限定するのではなく、EORなどで期待の大きい海外にも展開していくことが、地球全体のCO2を削減するうえで重要である。今後、実用化にあたっては、長い年月の研究が必要となるが、随時海外プロジェクトへの参加による売り上げ貢献を期待したい。
- 優れた研究でありこの方向で進めて欲しいが、研究の途中でも随時実用化を試みて貰いたい

提言に対する対応状況

- ご指摘を踏まえ、今後実用化に当たっては、当該プロジェクトの成果をもとに、海外プロジェクトへの参加についても検討して参りたい。
- 研究開発の進展と本技術を適用できる用途及びその適用先条件を検討し、研究の途中でも随時実用化を検討して参りたい。