

「CO₂分離回収・有効利用技術の 社会実装に向けたRITEの取り組み」

2025年12月17日(水) 16:05～16:45

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

化学研究グループ

余語 克則



本日の内容

①化学吸収液の大規模社会実装に向けての開発状況

- 新規開発混合溶媒系吸収液(RN-7)の評価試験

②固体吸収材の実用化に向けた開発状況(天然ガス火力、DAC、他)

- 天然ガス火力:材料開発フェーズからベンチスケールフェーズへ
- DAC:大阪関西万博でのパイロットスケール試験(日本最大規模のDAC装置)
- 有人宇宙活動:ISSでの軌道上実証(10/21打ち上げ予定)

③高圧用分離膜の実証試験に向けて

水素製造プロセスからのCO₂回収実証に向けた準備状況

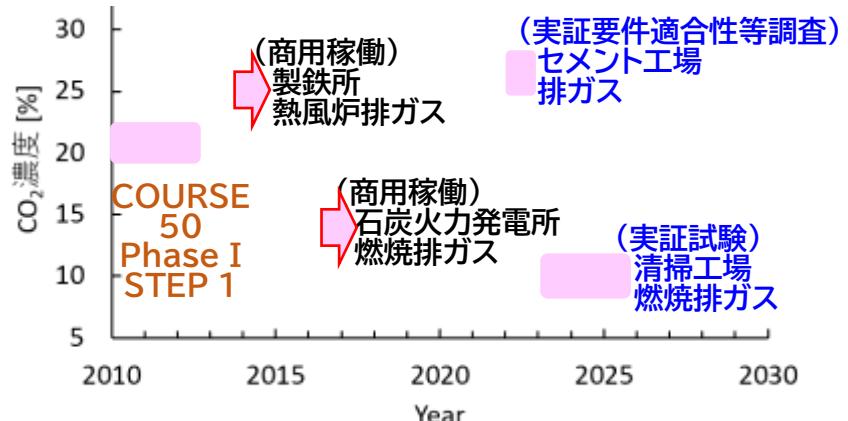
④炭素回収技術評価センター(RCCC:RITE Carbon Capture Center)

- センター整備状況(6/25お披露目会を実施)

化学吸収液: COURSE50成果の実用化および新規実証研究

～日鉄エンジニアリング(株)保有技術“ESCAP®”の技術展開～

【RITE開発の吸収液技術の利用】



※(注意) グラフは排ガスの一般的なCO₂濃度を参考にプロットしたもの

製鉄所熱風炉排ガス

商業1号機: 日本製鉄(株)北日本製鉄所
室蘭地区構内^[①]



石炭火力発電所燃焼排ガス

商業2号機: 住友共同電力(株)
新居浜西火力発電所構内^[①]



(参照資料)

[①]https://www.eng.nipponsteel.com/business/environment_and_energy_solution/escap/escap/

[②]<https://www.eng.nipponsteel.com/news/detail/2024021502/>

[③]<https://www.eng.nipponsteel.com/news/detail/20240216/>

[④]https://www.rite.or.jp/news/events/240207RITE_sympo_hagiu_ppt_haifu.pdf

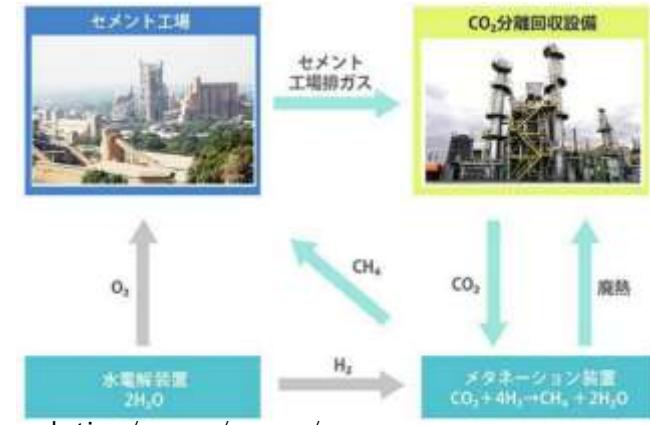
廃棄物処理施設(清掃工場)排ガス

GI基金事業「CO₂分離・回収を前提としてCN型廃棄物
焼却処理全体システムの開発」^[②, ③]



セメント工場排ガス

2022年度NEDO事業「エネルギー消費の効率化に
資する我が国技術の国際実証事業」の1テーマ^[④]



高性能吸收液の開発:概要

NEDO事業(GI基金)/日本製鉄(株)と共同実施

	COURSE50 Phase I (2008~2017)	// Phase II (2018~2021)	GI基金事業等 (2021~2029)
● ラボ試験 ・ 吸收液開発 ・ 実用化技術開発	(水溶液系吸收液) RN-1~4 ✓ 2.0 GJ/t-CO ₂ の性能 ✓ 標準液 (MEA液*) より優れる ・劣化耐久性 ・金属腐食性	(混合溶媒系吸收液) RN-5,6 小型連続試験装置 (CAT-LAB)	(新規混合溶媒系吸收液) RN-X ➤ 1.6 GJ/t-CO ₂ を確実にする吸收液開発 (新規有機溶媒探索、組成検討、 新規CAT-LABによるプロセス検討) ➤ 水素還元高炉製鉄排ガス (CO ₂ 濃度 変動)に対応した吸收液開発 ➤ 金属腐食性に対する技術開発
● 実ガスベンチ試験による プロセス技術開発	1 t/d-CO ₂ 規模 (CAT-1)		実ガスベンチ試験 ➤ 吸収液性能実証 ➤ ガス中不純物影響 評価 ➤ プロセス要素技術 開発
● パイロットプラント試験 による技術実証	30 t/d-CO ₂ 規模 (CAT-30) 2.3 GJ/t-CO ₂ 達成		パilot プラント試験 ➤ 水素還元高炉との 連動試験による 技術実証
● 商用化	商用機ESCAP®** 市村地球環境産業賞を受賞	適用先 : 製鉄排ガス (120t/d) 石炭火力燃焼排ガス (143t/d)	社会 実装

* MEA液:モノエタノールアミン水溶液

** ESCAP® :日鉄エンジニアリング(株)の省エネ型CO₂回収設備

実ガスベンチ試験

GI基金事業「製鉄プロセスにおける水素活用／高炉を用いた水素還元技術の開発／外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発」の進捗

RITEが開発した混合溶媒系吸収液のエネルギー消費及び実用性能(劣化耐久性)を検証

期間: 2024年1月～6月

吸収場所: 日本製鉄(株) 東日本製鉄所君津地区

試験設備: 可搬式小型CO₂分離回収試験設備
“m-ESCAP™”(日鉄エンジニアリング株保有)

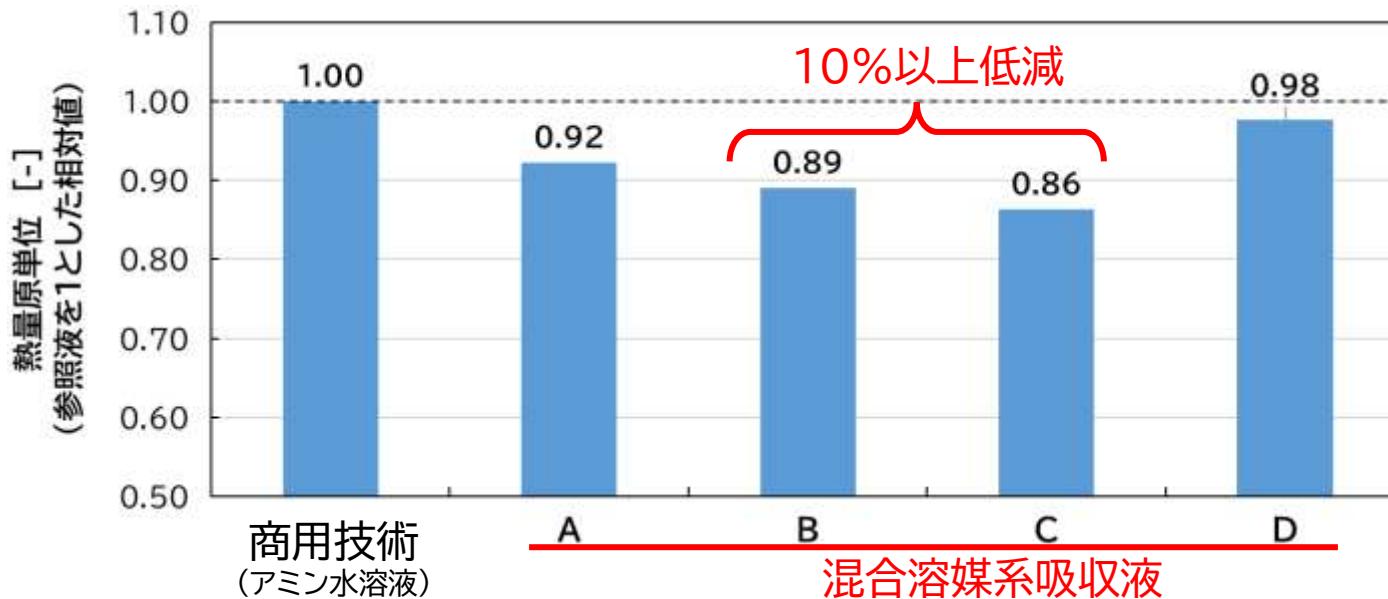
対象ガス: 高炉ガス(22%CO₂)

試験液: 混合溶媒系 4種(A～D)、
参照液 1種(商用技術: 高性能アミン水溶液)



(CO₂回収能力: 0.2～1.2 t-CO₂/日)

<https://www.eng.nipponsteel.com/news/2024/20240508.html>



8月から
パイロット試験
(30t/day規模)
を実施中

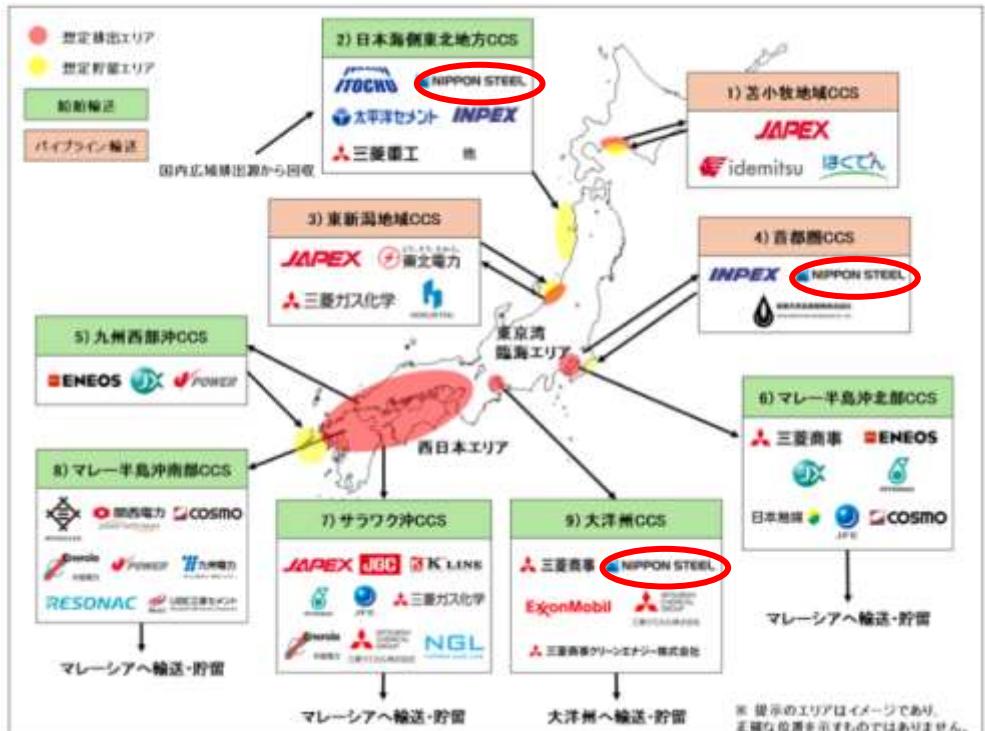
吸収液の大規模社会実装に向けて

【国内動向】

2024年5月24日

二酸化炭素の貯留事業に関する法律(CCС事業法)公布
ロンドン議定書第6条改正受諾(CO₂越境輸送)

~2026年5月23日 貯留事業・導管輸送事業の施行



先進的CCS事業に採択された9地点 (R6年6月時点)

2025年 特定区域の指定

北海道苫小牧市沖(2月21日)

千葉県九十九里沖(9月17日)

【必要な取組み】

千トンスケール製造への対応:

FY2026 FID(最終投資判断)

FY2030 CCS事業開始

に向けて、原料調達も含めた吸収液製造に関するリスク検討

吸収液原料製造および吸収液製造を担う化学会社との連携、協力

⇒スケールメリット・連続プロセス化によるコストダウン検討など

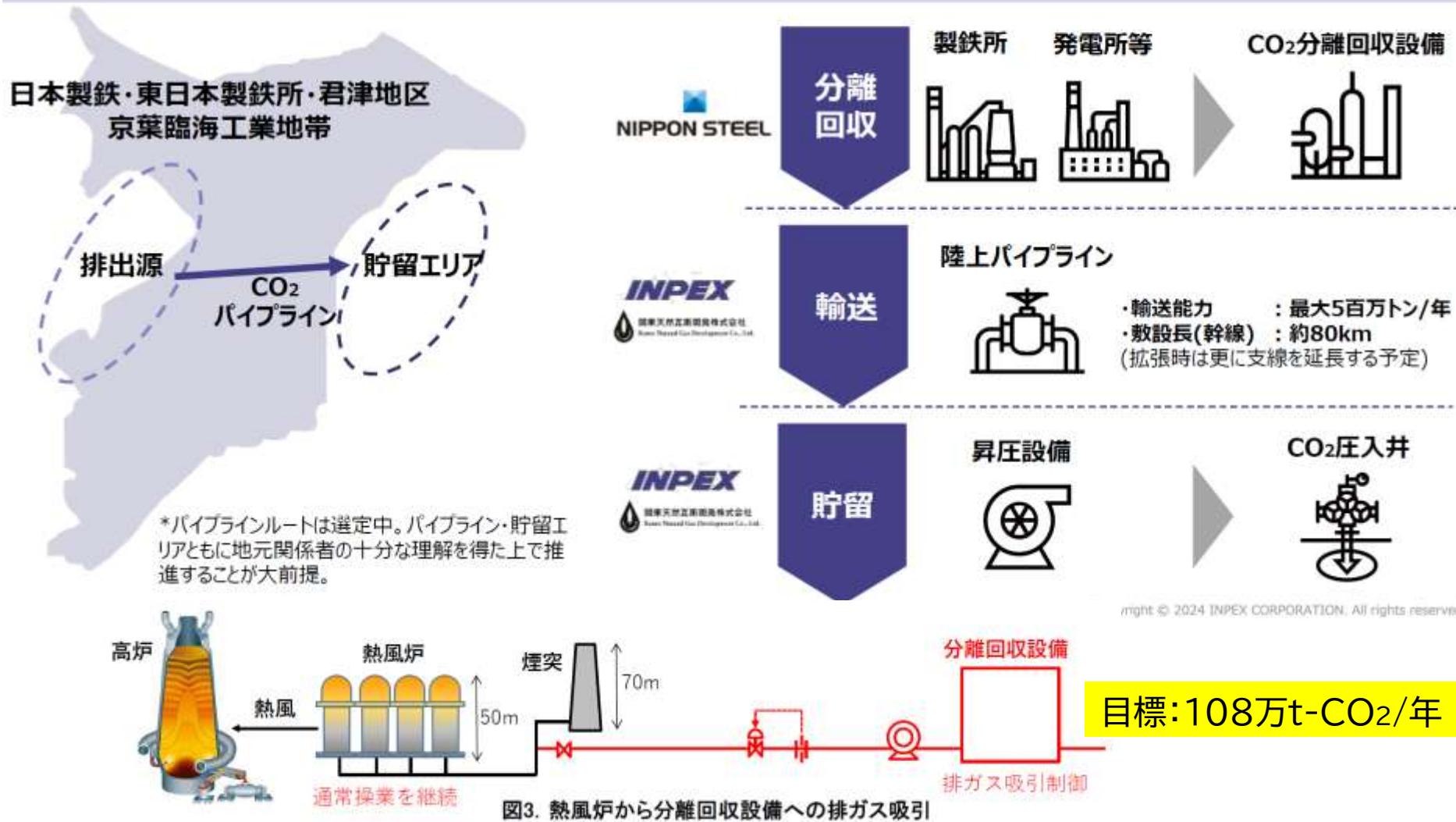
新たな吸収液開発

GI基金PJの成果(高性能吸収液)を活用しつつ、ユーザーの要望を開発へフィードバックしてユーザーフレンドリーな吸収液を目指す。

劣化抑制、発泡抑制、吸収液単価低減

首都圏CCS: 事業概要

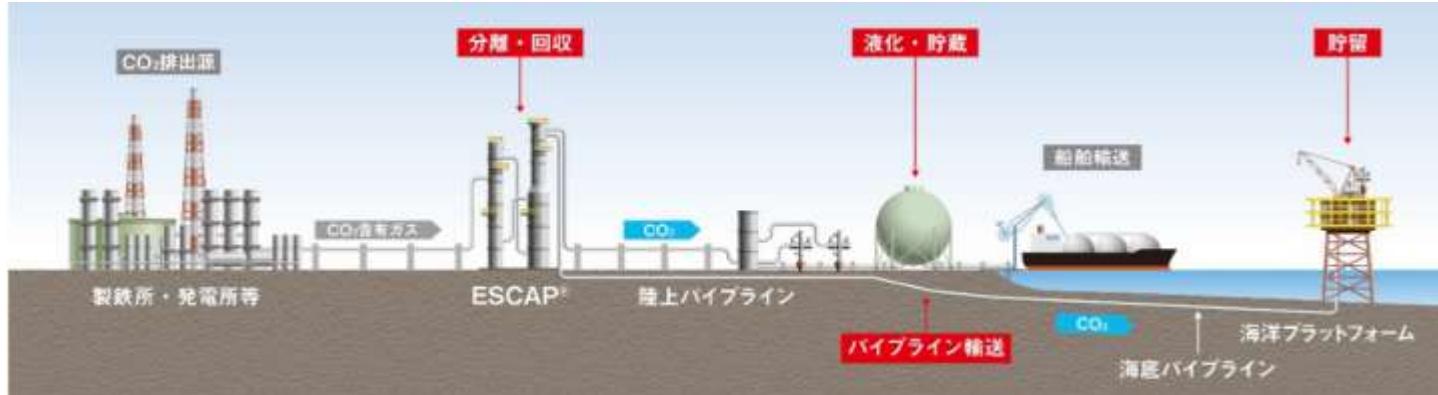
大都市圏の千葉・京葉臨海コンビナートから複数産業を排出源とするCO₂を回収
パイプライン*で輸送の上、外房沖海域に貯留するCCS事業



プロジェクトスケジュール



先進的CCS事業に向けた基本設計の状況

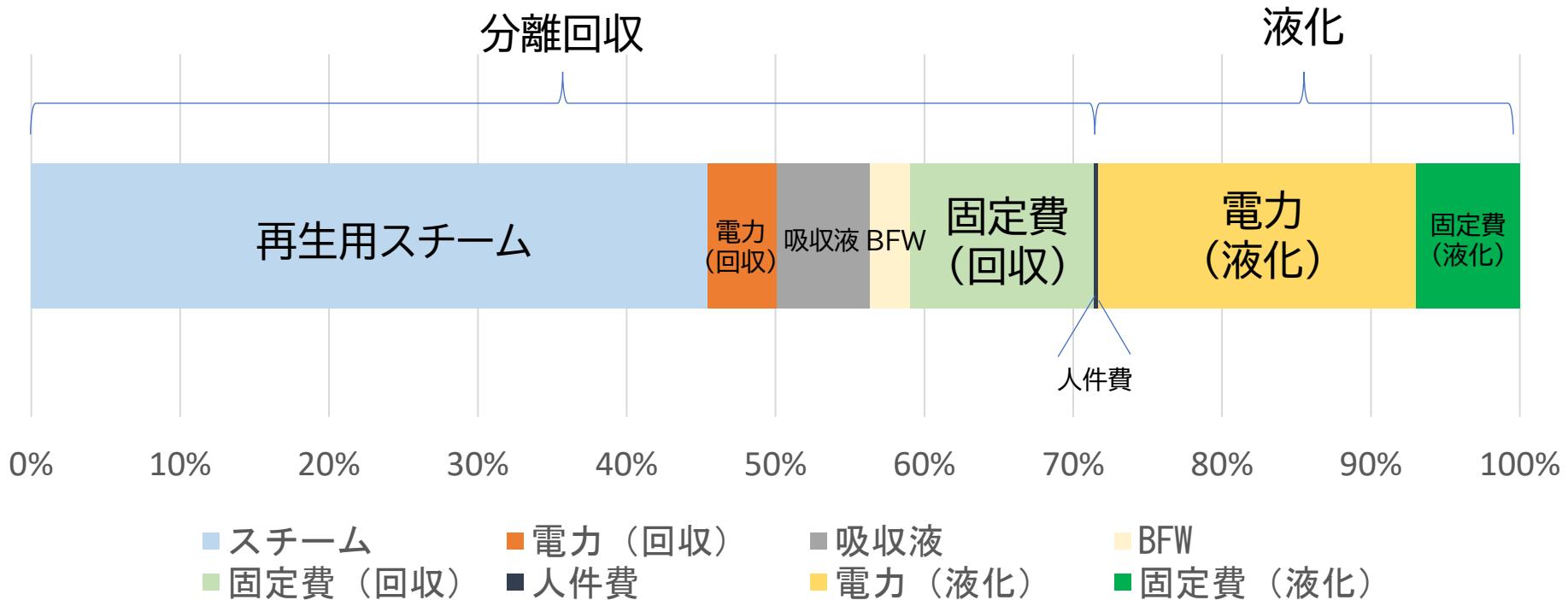


日鉄エンジニアリング株式会社が基本設計業務を受注、検討

案件名	発注者	備考
【首都圏CCS事業】		
1 CO ₂ 分離回収設備検討業務	日本製鉄	
2 海洋設備概念設計業務	INPEX	
3 昇圧設備Pre-FEED※4業務	INPEX	
4 パイプライン路線工事FEED業務	INPEX	*
5 パイプラインステーション工事FEED業務	INPEX	*
【日本海側東北地方CCS事業】		
6 CO ₂ 分離回収設備およびCO ₂ 液化・貯蔵・出荷設備検討業務	日本製鉄	
【大洋州CCS事業】		
7 CO ₂ 分離回収設備検討業務	日本製鉄	
8 パイプラインルート選定および技術検討に係るエンジニアリング業務	三菱商事	*

*NSPEとして受注

化学吸収法(Post-combustion)によるCO₂分離回収コスト内訳*



*電力単価10円/kWh、スチーム単価2,000円/t、吸収液原液単価600円/kgとして試算
(石炭火力発電所から467 t/h-CO₂回収ケース)

化学吸収液: 再生スチームのコストが半分程度 ⇒ 再生エネルギー低減が重要

標準的なMEAアミン系炭素回収プラントのコスト

\$77.26 /ton-CO₂(回収率90%、処理能力100万トン/年)



Figure 7 - Breakdown of capital costs of a typical 90% capture MEA plant. Assumptions relating to wider scope Capital Expenditures can be found in Appendix A.

Capital Costs 吸收塔、水洗装置、送風機

← 全体の70%近くがReboilerにかかるエネルギー消費

出典: ADVANCEMENTS IN CCS TECHNOLOGIES AND COSTS(GCCSI, 2025)

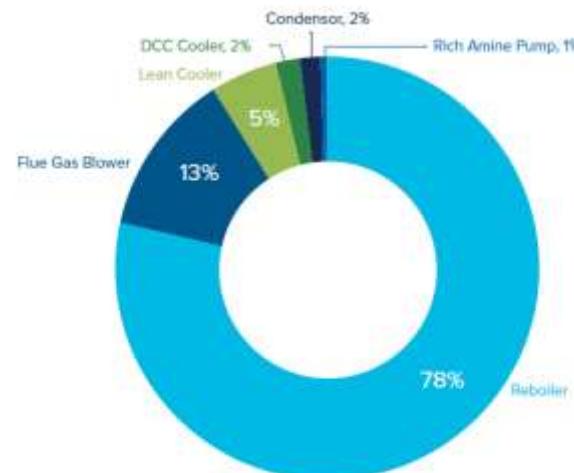


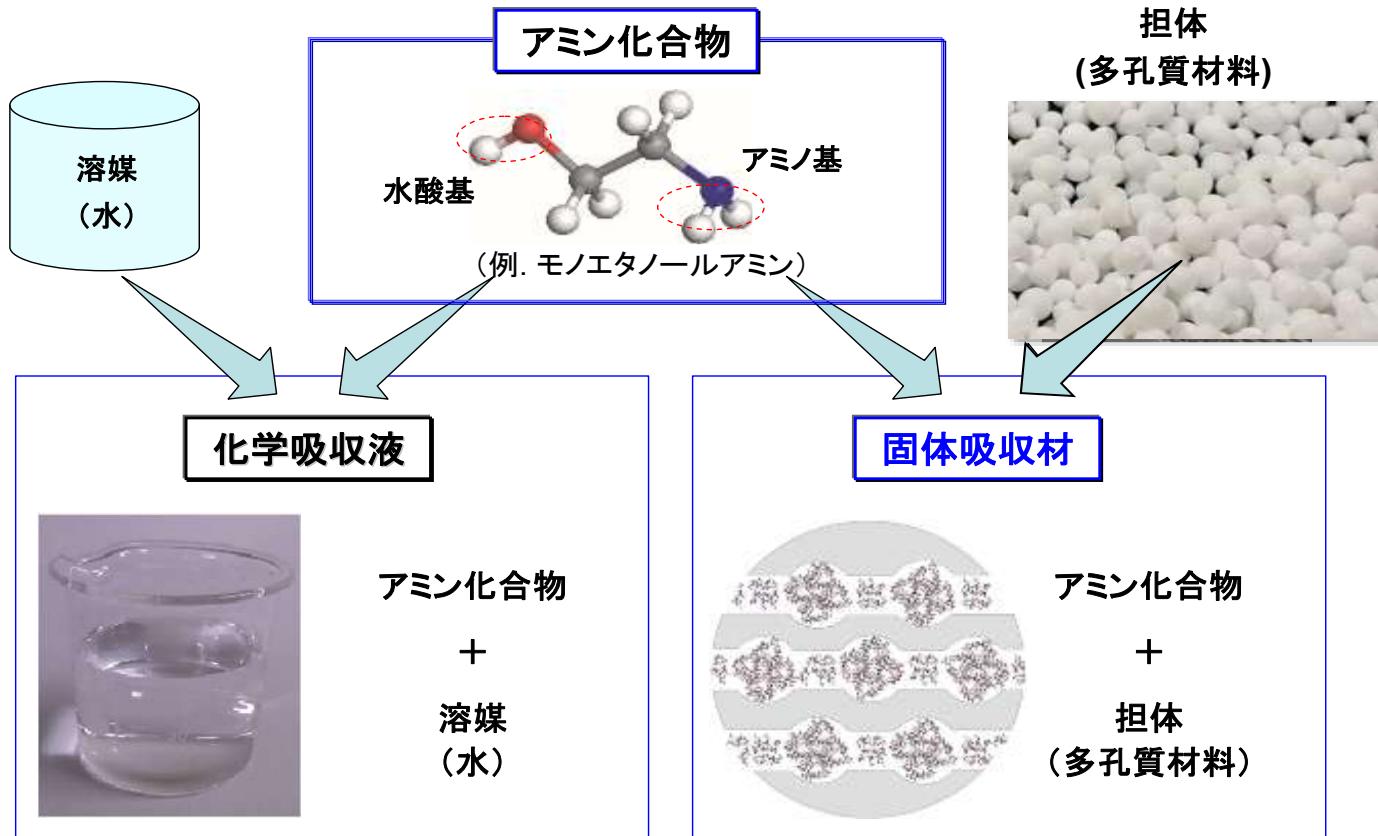
Figure 8 - Breakdown of variable operating of a typical 90% capture MEA Plant. Assumptions relating to Fixed Operating Costs such as Maintenance and Operating Labour can be found in Appendix A.

Operating Costs 液再生(Reboiler)、送風、冷却

DESIGN PARAMETERS	
Cost Location Basis	Gulf Coast, United States
Present Value	2023 US\$ costs
Construction Years	3
Discount Rate	10%
Operating Life	30 years
Capacity Factor	90%
CO ₂ Capture Rate (for standard models)	90%

OPERATING PARAMETERS	
Cooling Water Cost	\$0.0317/m ³
Electricity Cost	\$77/MWh
Low-Pressure Steam Cost (6.9 bar)	19.4 US\$/tonne

化学吸収液と固体吸収材



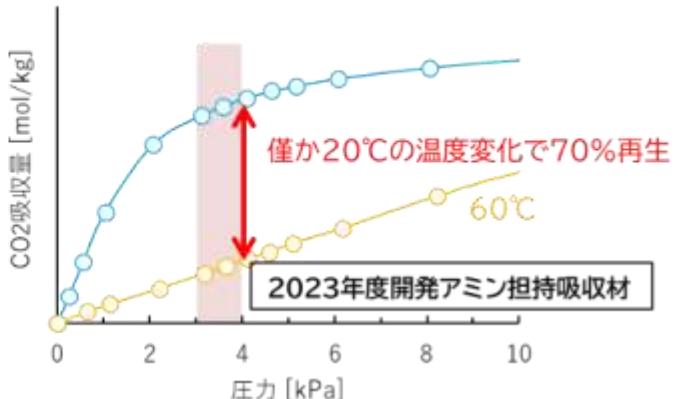
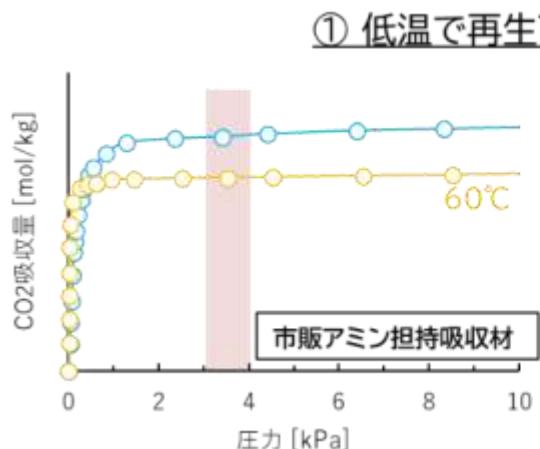
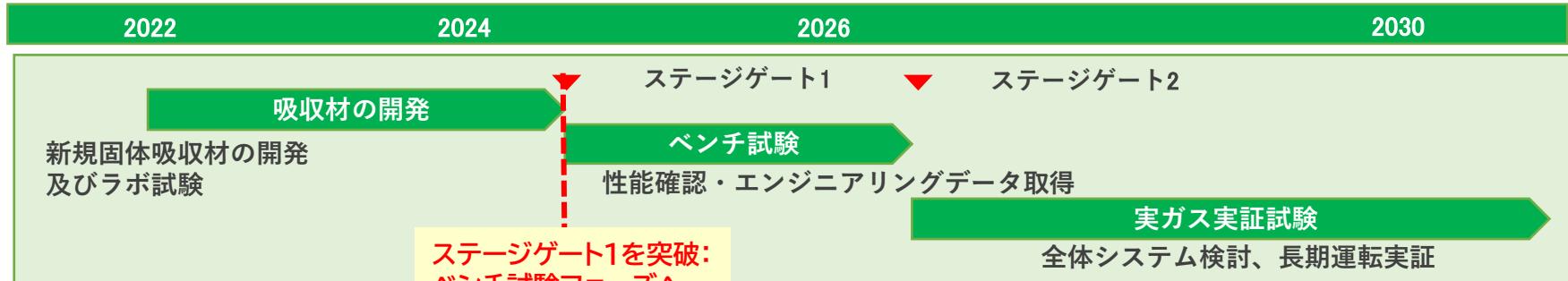
◎水の顯熱、蒸発潜熱が必要
→ 非水溶媒系、2相分離系等の開発

<吸収剤>
アミン
化合物



<溶媒1>水
<溶媒2>非水溶媒

固体吸収材:
 ◎ 比熱の高い水溶媒に替わり**低比熱の多孔質材料**を担体に用いて再生に必要な**エネルギーを低減**.
 ◎ 溶媒の揮発が無いため蒸発潜熱としての**熱ロスが無い**.
 → **再生温度60°C程度の低温再生プロセスの開発**
 (廃熱利用可能)



② 加速試験による材料寿命の評価

	試験前	48時間後	72時間後	144時間後	192時間後
RGB5-F1					
PEI-F1					

③ 耐久性評価試験を開始



GROWING LOW PARTIAL PRESSURE APPLICATION

低濃度排出源(天然ガス燃焼)への適用事例が増加

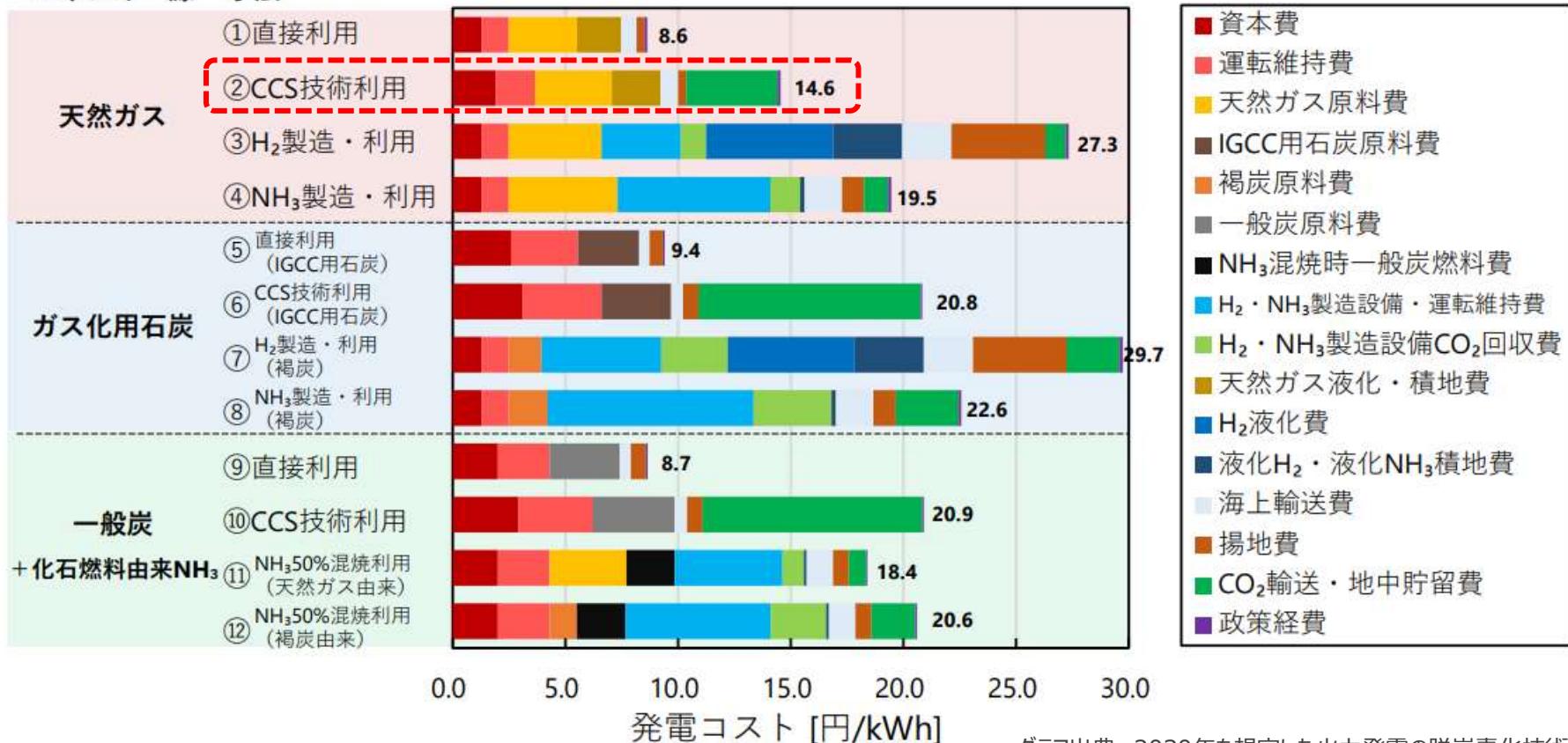
Project	Start year	Point Sources	Capacity (Ktpa)	Technology Deployed
Naortheast Energy Associates, Bellingham(CCU)	1991 to 2005	Natural gas CCGT	120	Fluor Econamine FG Plus
Tata Chemicals Northwich(CCU)	2022	Natural gas engine	40	Pentair Advanced Amine
Glacier Gas Plant (Phase 1 & 2)	2022(Phase 1) 2026(Phase 2)	Natural gas engine and turbine	160(total)	Entropy iCCS
Ravenna Phase 1	2024	Natural gas turbine	25	Mitsubishi Heavy Industries KMCDR Process
Net Zero Teesside Power	2028 (FID Approved)	Natural gas CCGT	2000	Shell Cansolv

1. 事業戦略・事業計画／(3) 提供価値

電力kWhあたりのCO₂分離回収コストの低い技術を提供する。

エネルギー源と脱炭素手法別の発電コストへの影響は、石炭火力+CCS (⑥/⑩) や、その他想定されるNH₃/H₂と比べて、2030年断面では、天然ガス+CCS (②) が最も安価と試算されている。
⇒ 実現のためには、天然ガスターイン排ガスからCO₂分離・回収コストの削減が重要。

エネルギー源 手法



*直接利用 (①/⑤/⑨) は脱炭素技術付属なし。

2030年以降のNH₃/H₂の技術進展によって優位性が変わる可能性はある。

グラフ出典: 2030年を想定した火力発電の脱炭素化技術に対する経済性および環境性の評価, 一般財団法人電力中央研究所 第一回カーボンマネジメント小委員会, 2023/9

2025大阪関西万博でのDAC試験

パイロットスケール規模でのDAC→Utilizationの実証中(国内初)

- グリーン万博カーボンリサイクルファクトリー内で、DACでCO₂を回収

- ①隣接する大阪ガスのメタネーション設備(*1)に送られる。*1:環境省事業(バイオメタネーション、触媒メタネーション)
合成されたeメタンは迎賓館厨房、熱供給設備に供給される。
- ②エア・ウォーターのドライアイス製造設備にてドライアイス化試験も実施
- ③三菱ガス化学にメタノール合成用として供給

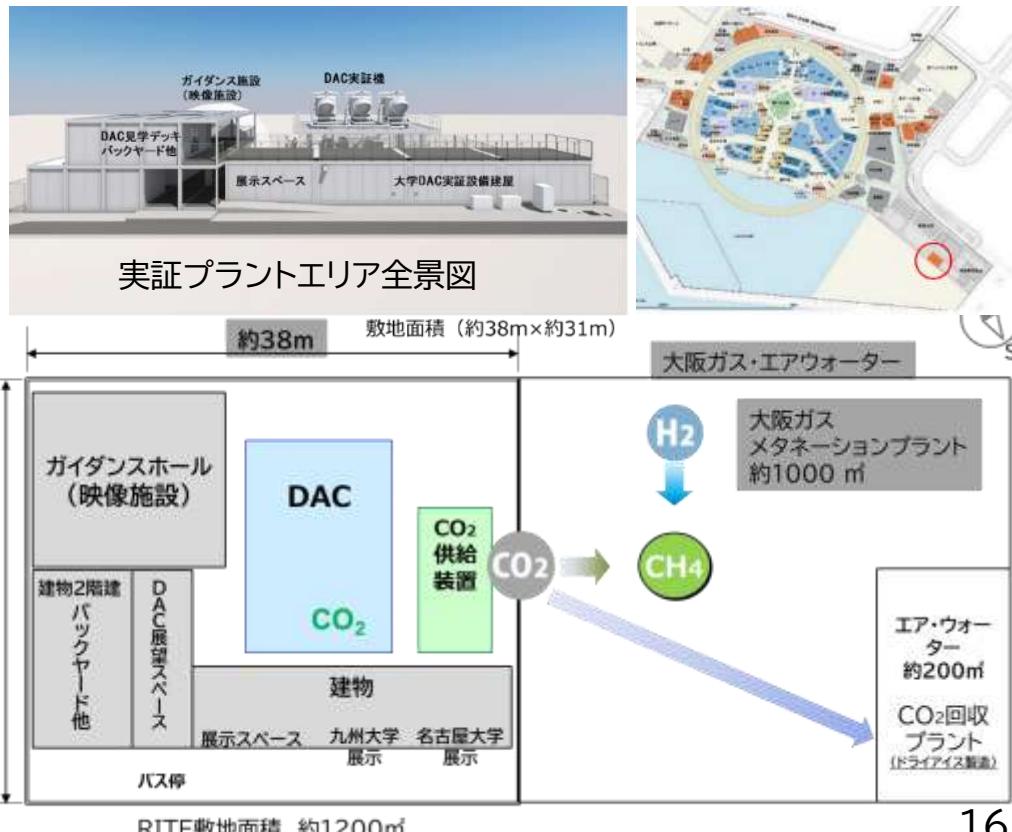
パイロットスケール試験機イメージ
3つの吸着塔+回収ユニット(共通)



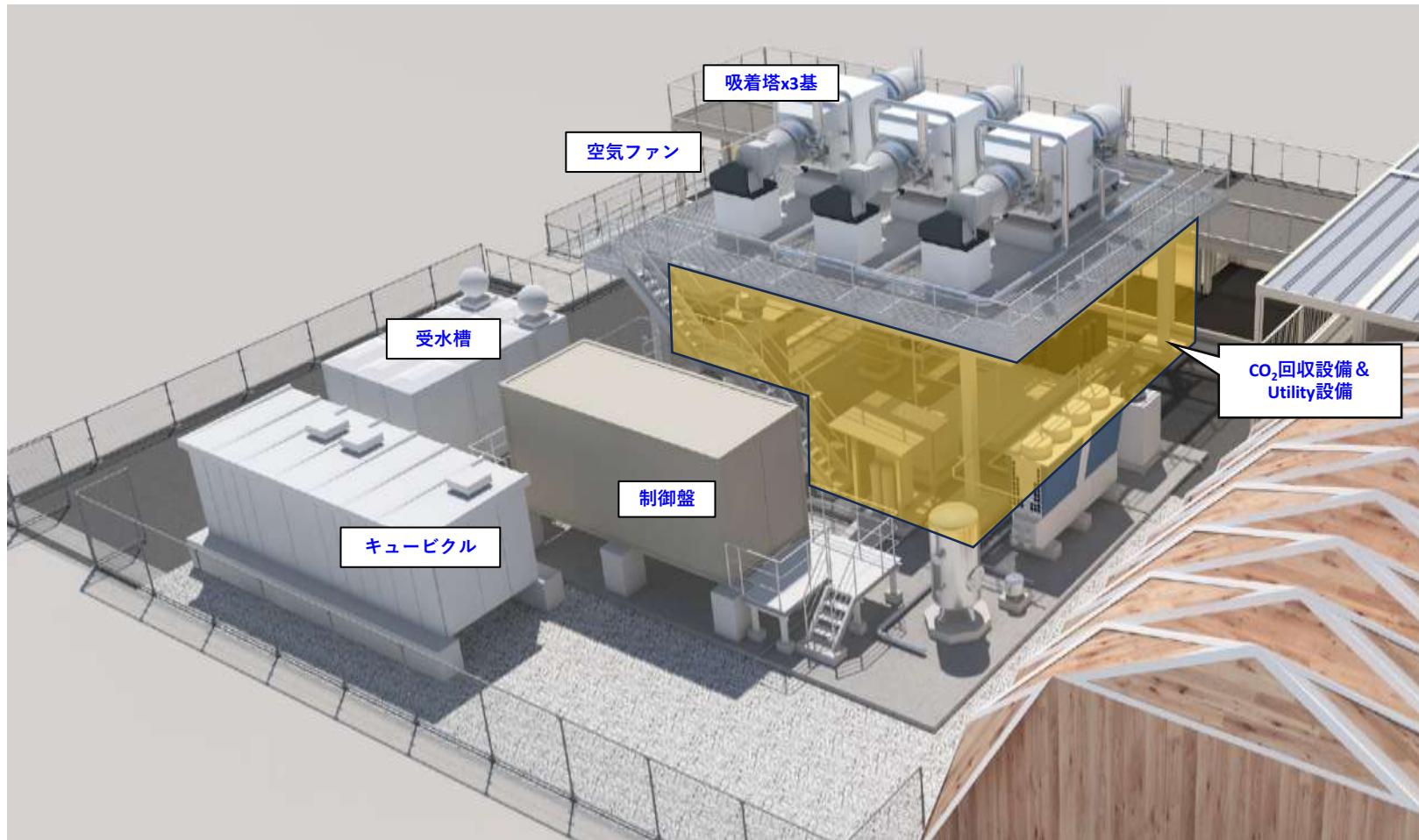
*DACのパイロットスケール試験はNEDOのムーンショット型研究開発事業として実施



MUONSET



万博実証設備レイアウト



空気中のCO₂を吸着する吸着塔は2Fに3基配置。1F部分はCO₂回収設備及びUtility設備を配置。

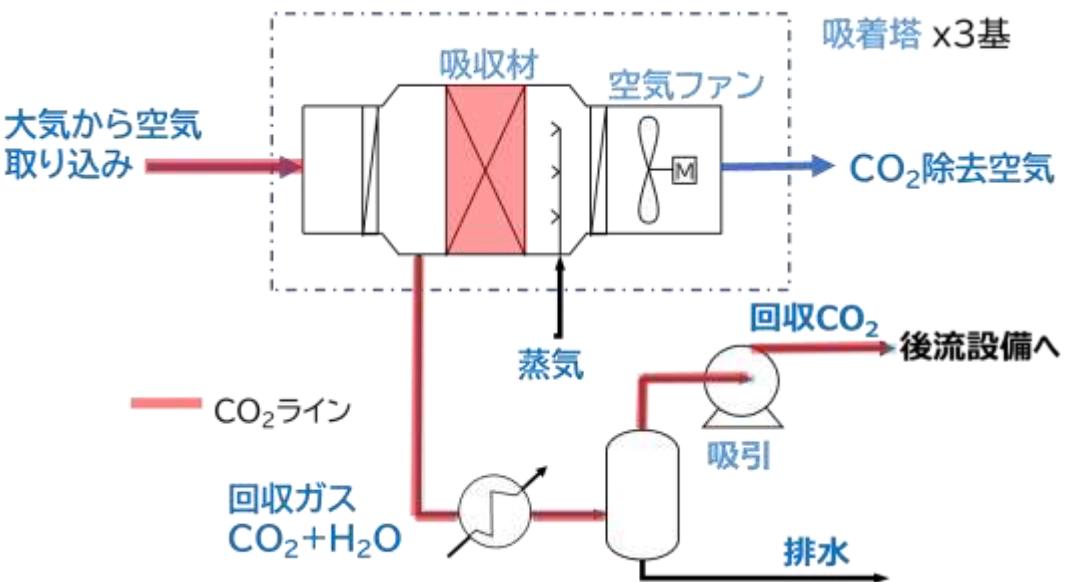
万博DAC実証設備写真とプロセスフロー概略図



万博実証機 CO₂吸着塔



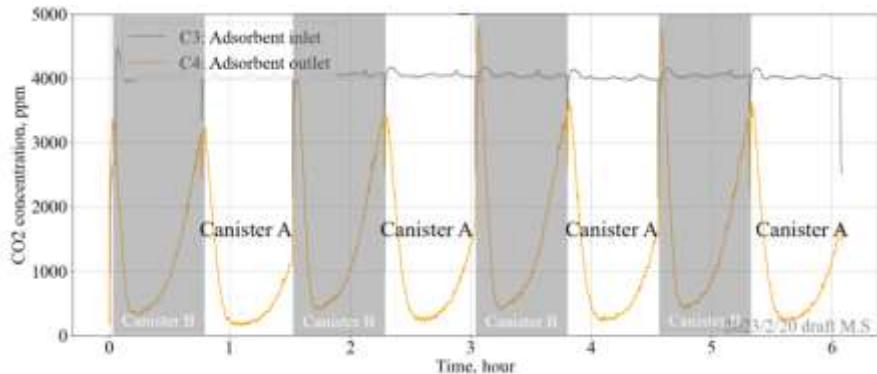
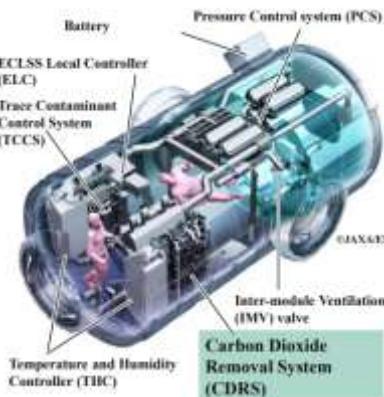
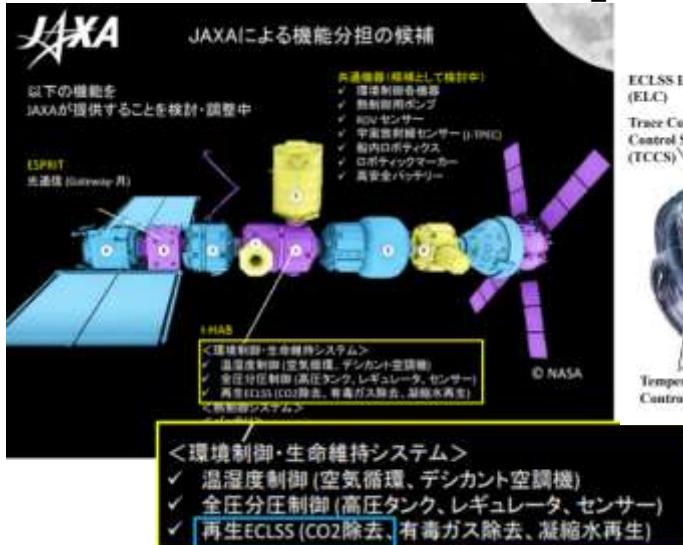
CO₂回収ユニット



CO₂吸着塔 CO₂貯蔵タンク

技術の応用:有人宇宙活動への利用(月周回有人拠点:Gateway)

GatewayではJAXAがCO₂回収装置を担当



第62回 宇宙科学技術連合講演会、OS05-3 国際宇宙探査

「将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証システム (JEM Demonstration of Removing Carbon-dioxide System : DRCS)」

・日本が初めて微小重力環境下で運転するCO₂除去装置

RITE固体吸収材とJAXAの技術実証装置でGatewayの要求性能を満たす性能を確認

→H3口ケット7号機により新型宇宙ステーション補給機1号機(HTV-X1)を国際宇宙ステーション(ISS:International Space Station)で軌道上実証を予定(10月26日打ち上げ済み)

試験結果は、JAXAが開発を進めている「環境制御・生命維持システム(Environmental Control and Life Support System: ECLSS)」技術の向上につなげる。

ECLSSはアルテミス計画で欧州宇宙機関(ESA)が開発を担当する月周回有人拠点「Gateway」の国際居住棟(International Habitation module: I-HAB)に設置される予定。

有人宇宙活動用CO₂吸着材の開発(月周回有人拠点:Gateway)

令和7年8月7日(木)中部経済新聞 15面

宇宙生活の「命綱」国産化

C O₂除去装置、実地試験へ



ISSでの性試験用に開発されたCO₂除去装置—2023年7月、茨城県つくば市 (JAXA提供)

ISSで現在CO₂の除去を担当しているのは、米国とロシア製の「環境制御・生命維持装置」だ。空気をファンで吸引し、吸着材を通してCO₂を捕集、濃度を下げて循環させる仕組み。CO₂は吸着材を加熱して分離し、宇宙空間に捨てる。宇宙航空研究開発機構(JAXA)有人宇宙技術部門の山崎千秋・主任研究開発員は、「除去装置は有人

宇宙活動のコアになる技術だ」と開発の動機を語る。

ISSでの試験のため作

ったのは、日本の実験棟

「きぼう」の艤装室で、

そこで開発された粒子状の材

料が、50度程度は温

くなる。空気に向く「アミン」とい

う液体をしみこませた粒子

状の材料だ。地中で使

う場合は、CO₂を吸着する液体「アミン」

を含み込ませる粒子状の材

料だ。アミンを充填する

と、CO₂を吸着する

うな材料「ゼオライト」で

CO₂を分離する際の2つ

度より格段に低く、電力が

節約できる。

ゼオライト製の吸着材は

繰り返し使うと劣化し、粉

状に崩れてしまう。

ISSに複数台ある装置の一部で

性能が落ちると、飛行士に

は呼吸が荒くなる運動を控

えてもらっていた。

これに対し、日本の吸着材

は劣化を抑える加工を施し

てある。ISSでは3ヶ月

間稼働させ、想定通り動く

かどうかを検証する。

活躍の場は、将来の月探

月基地、探査車に活用も



CO₂吸着材の耐久性を調べる地球環境産業技術研究機構の研究員=6月、京都府木津川市

宇宙で人が暮らすのに必須なのが、呼吸とともに居住空間にたまる二酸化炭素(CO₂)の除去装置だ。命綱とも言えるこの装置を今、日本が初めて自前で開発している。2025年度中に国際宇宙ステーション(ISS)に運び、性能試験を実施する。米主導の月探査「アルテミス計画」で月の上空に建設する周回基地や、月面探査車で活用できる可能性がある。



CO₂を吸着する液体「アミン」

を含み込ませる粒子状の材

料

うな材料「ゼオライト」でCO₂を分離する際の2つ

度より格段に低く、電力が

節約できる。

ゼオライト製の吸着材は

繰り返し使うと劣化し、粉

状に崩れてしまう。

ISSに複数台ある装置の一部で

性能が落ちると、飛行士に

は呼吸が荒くなる運動を控

えてもらっていた。

これに対し、日本の吸着材

は劣化を抑える加工を施し

てある。ISSでは3ヶ月

間稼働させ、想定通り動く

かどうかを検証する。

活躍の場は、将来の月探

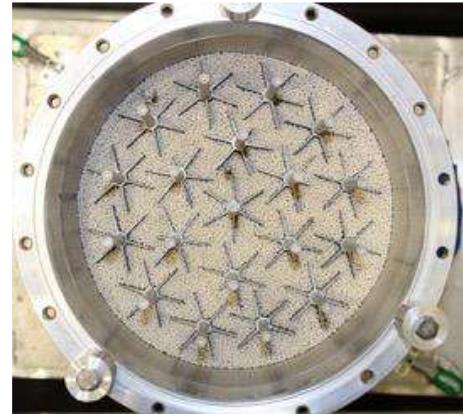
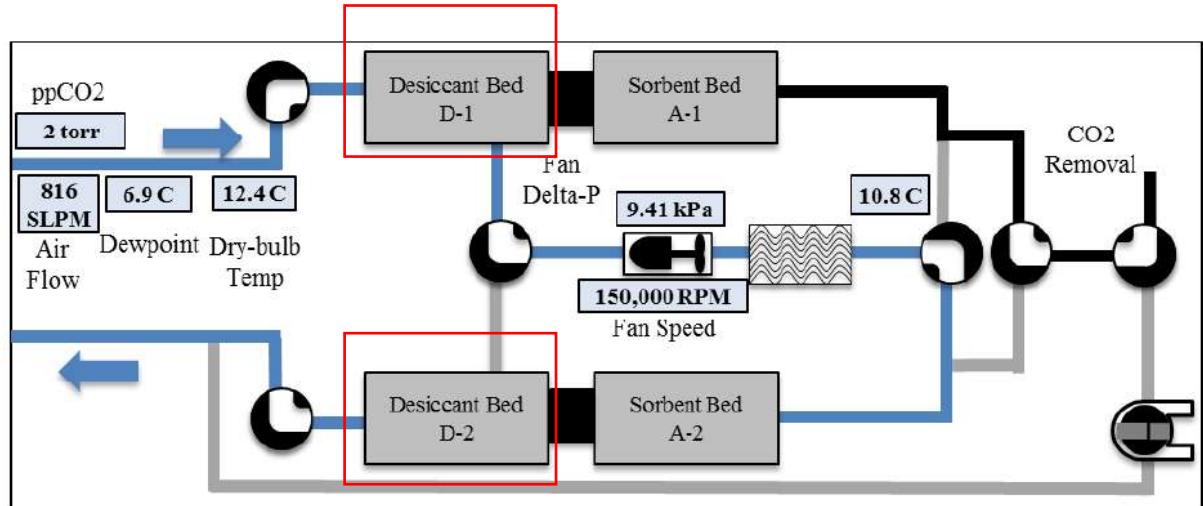
査車に活用も

かと開発の動機を語る。ISSでの試験のため作ったのは、日本の実験棟「きぼう」の艤装室で、宇宙空間でCO₂を捕集、濃度を下げる循環させた仕組み。CO₂は吸着材を加熱して分離され、CO₂の濃度が高いISSの空気に向く「アミン」という液体をしみこませた粒子状の材料だ。50度程度は温くなる。CO₂を分離できる。めればCO₂を分離できる。JAXAの山崎さんは、「目前の技術があれば、JAXAは他の先に進みたい」と自信を寄せた。

ISSの後継として、米企業が建設を目指す新ステーションには「日本の技術が世界に広げられ、存在感を高めていく」と自信を寄せた。

国際宇宙ステーション(ISS):ゼオライトによるCO₂吸着除去

ISS(国際宇宙ステーション)ではゼオライトによってCO₂を除去している。
下図は米国のCDRA(Carbon Dioxide Removal Assembly)

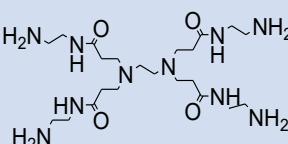
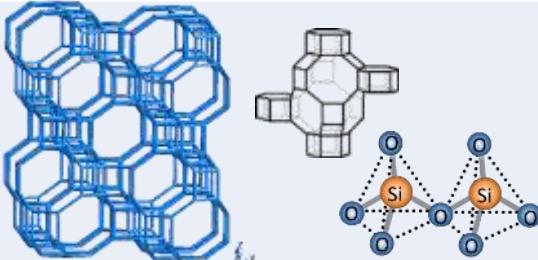
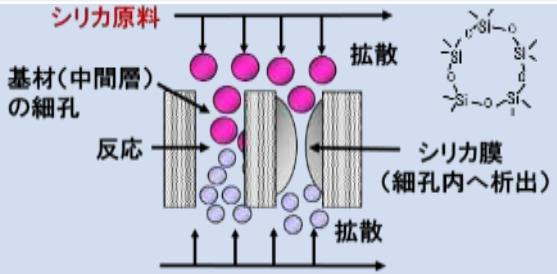
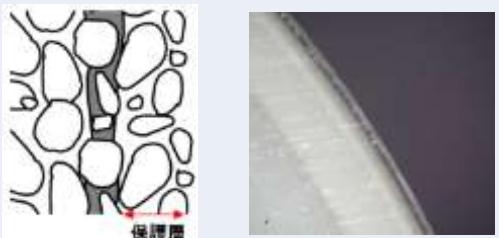


日本の実験モジュール(きぼう)にはCO₂除去装置はない
(米、日の設備を利用、CDRAは故障しやすく、ゼオライト
の粉末が装置に悪影響を与えることなどが問題となっ
て
いる。また水が吸着すると再生に高温が必要。)

→2015年より日本独自のCO₂除去技術の研究を開始

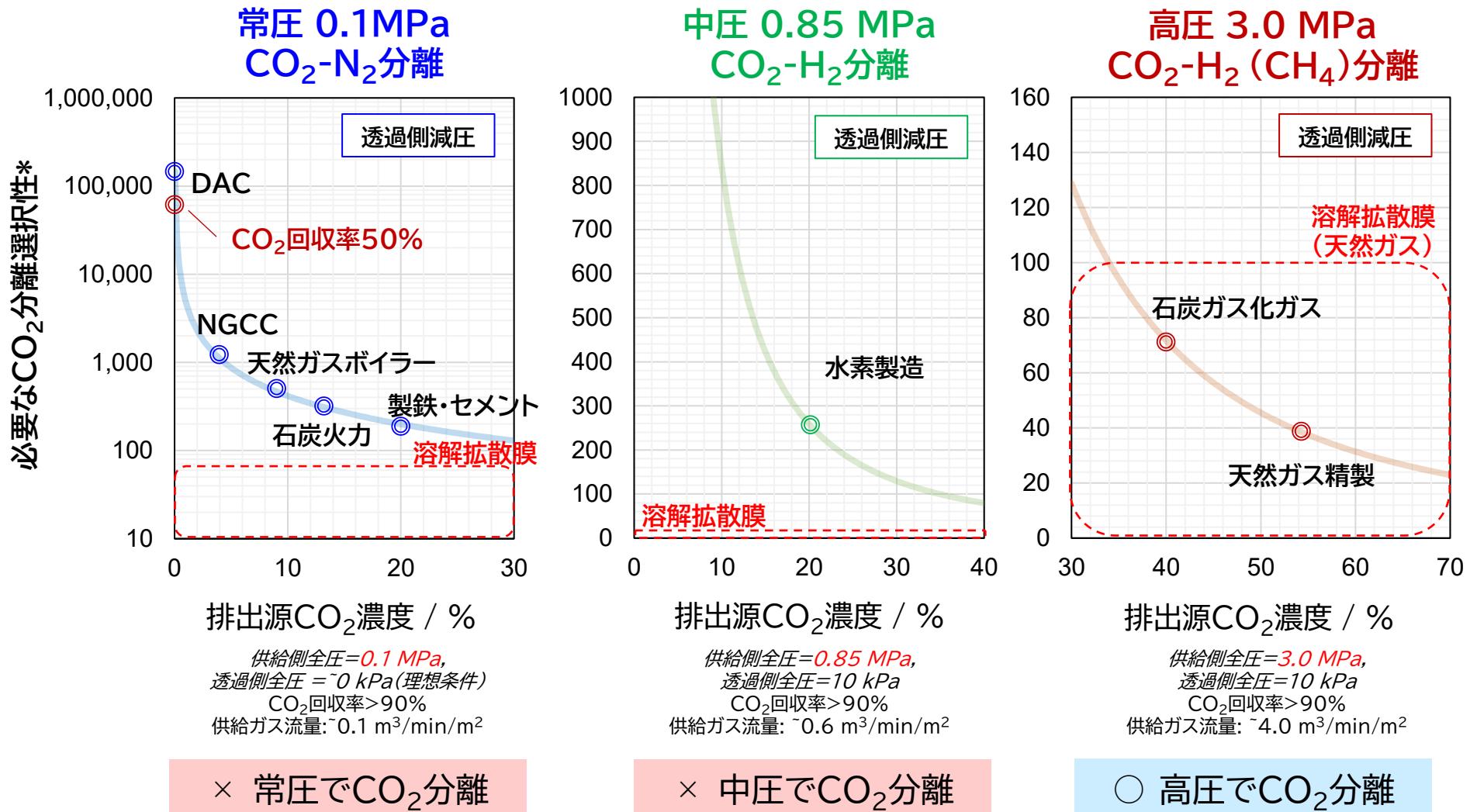
粉化したゼオライトが人体や計器に悪影響を与える

RITEが保有する膜分離技術

膜	構造	特長	主な用途
分子ゲート膜 (有機膜)		<p>CO₂/H₂混合ガスから CO₂を選択的に透過 (分子ゲート機能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> CO₂/H₂分離 (IGCC、水素製造用としてMETI事業で開発中)
(ピュアシリカ)ゼオライト膜		<ul style="list-style-type: none"> 結晶の均一細孔 熱的・化学的安定性 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂/CH₄分離 MCH脱水素 蒸留代替(脱水)
対向拡散CVDシリカ膜		<ul style="list-style-type: none"> 水素透過速度・選択性が極めて高い 構造設計の自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> MCH脱水素 He回収
細孔内充填型パラジウム膜		<ul style="list-style-type: none"> 耐久性向上とコスト低減の可能性 製膜位置の制御が可能 	<ul style="list-style-type: none"> NH₃脱水素 天然ガス改質

分離膜(溶解拡散膜)によるCO₂回収プロセスの適用性

回収率>90%、純度>95%を満たす膜分離性能(一段分離)



* $\text{kmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

$$Q_{\text{CO}_2} = 10^{-8} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ Pa}^{-1}$$

膜分離は圧力差を駆動力とするため高圧、高CO₂分圧が有利

回収率と回収コスト*

* (MEA吸収液で13.7mol%のCO₂を100万トン/y回収ケース)

回収率が高いほどトンCO₂あたりのコストは低下
ネットゼロおよびコスト低減に向けて回収率は95%以上が標準になりつつある。
97~98%以上の回収はコスト上昇

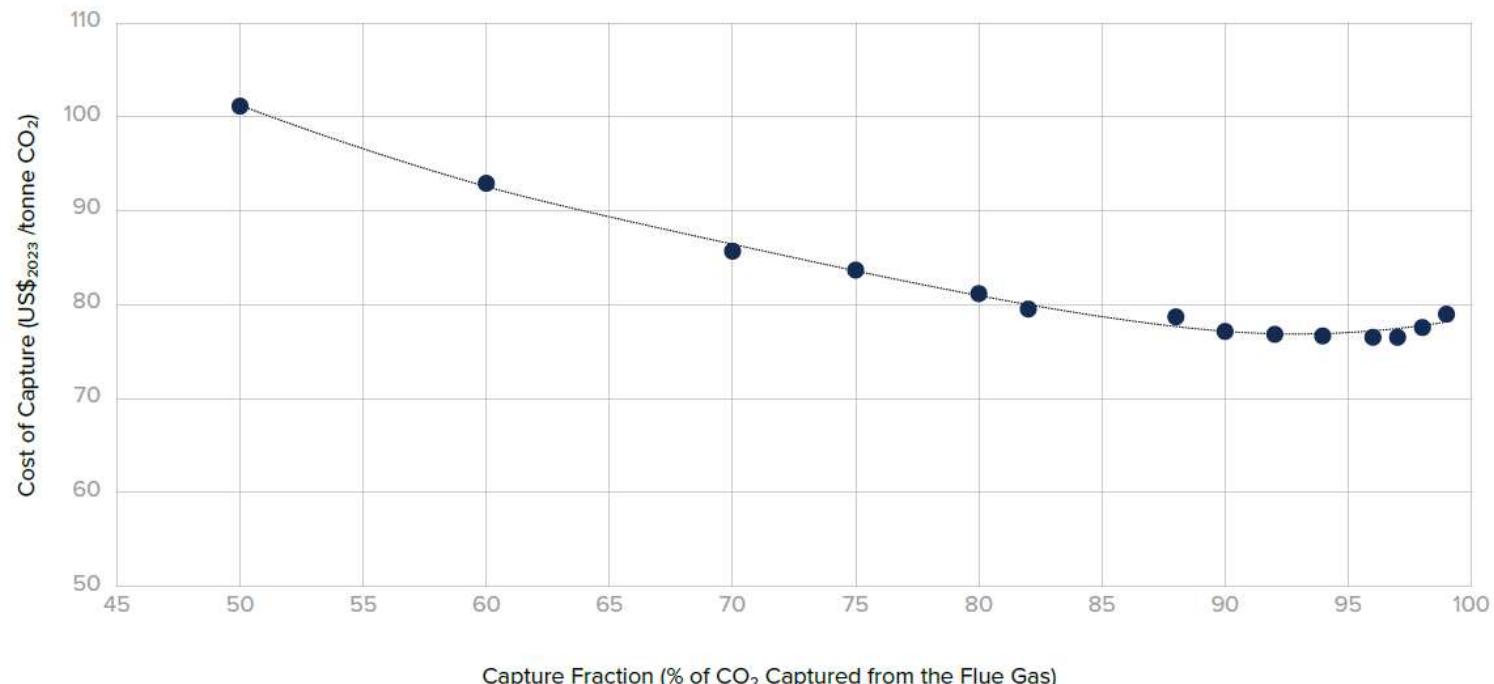


Figure 16 - Impact of varying the capture percentage of a capture plant when treating the flue gas of a 1 Mtpa of CO₂ from a representative coal power flue gas, costs modelled in Aspen Plus and Aspen Economic Analyser

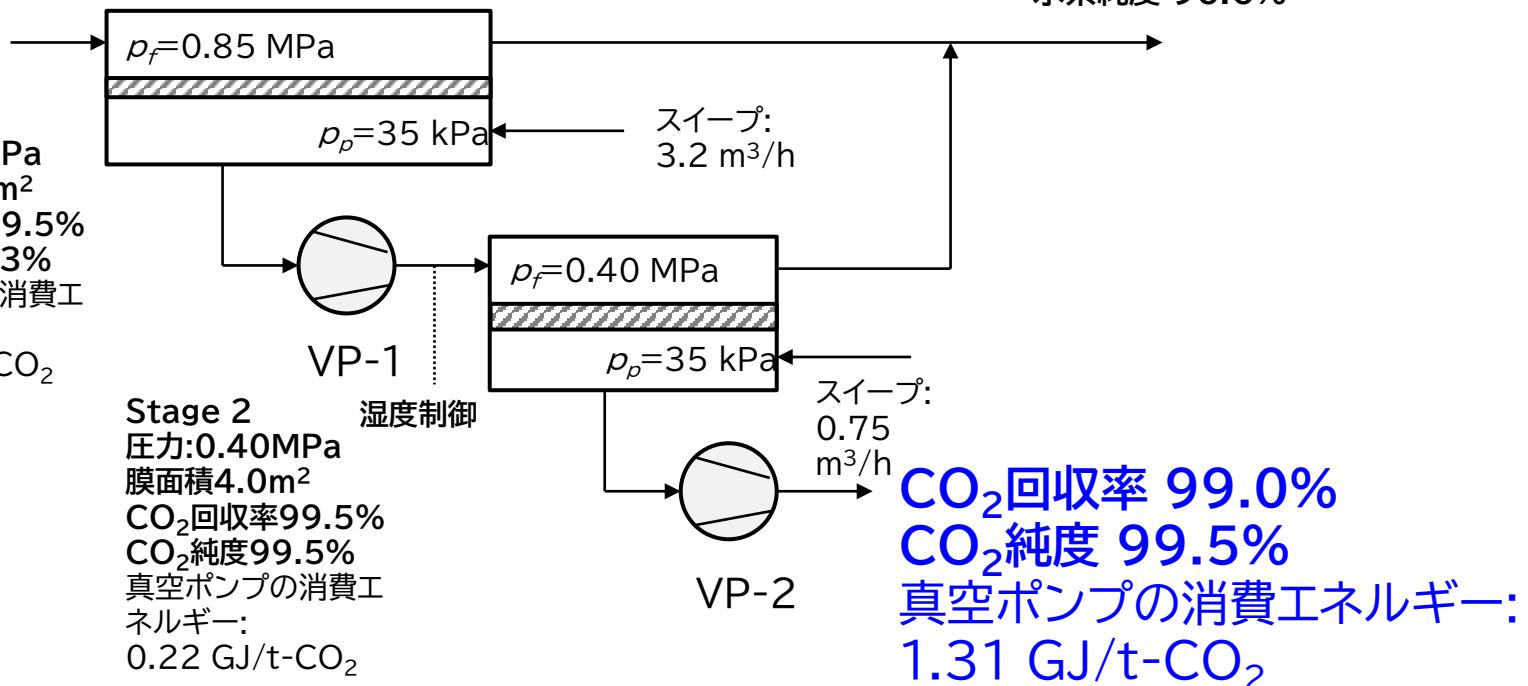
MGM膜によるCO₂回収プロセスの適用性

回収率99%、純度99%（中圧、2段膜プロセス）

供給ガス (CO₂~20%)

$p_f=0.85 \text{ MPa}$

Stage 1
圧力: 0.85 MPa
膜面積 22.0 m²
CO₂回収率 99.5%
CO₂純度 91.3%
真空ポンプの消費エネルギー:
1.09 GJ/t-CO₂



<シミュレーション条件>

供給側: 0.85 MPa

透過側減圧: 35 kPa

ガス透過性@ $\rho_{\text{CO}_2}=0.17 \text{ MPa}$

透過速度 $F_{\text{CO}_2}=7.6 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

選択性 $\alpha(\text{CO}_2/\text{H}_2)=130$

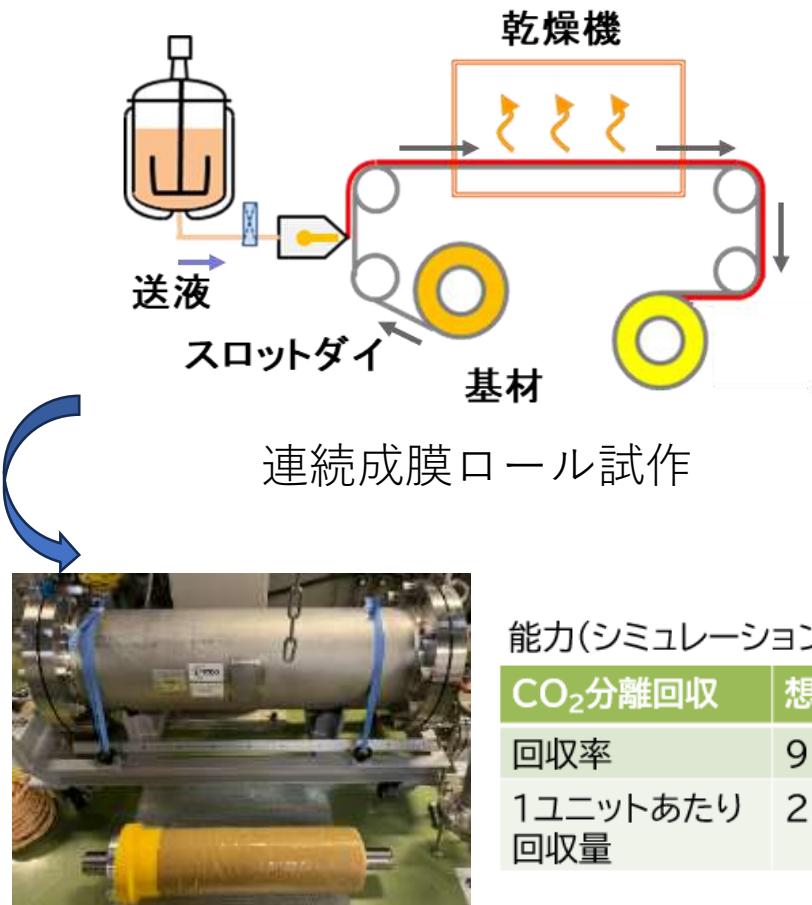
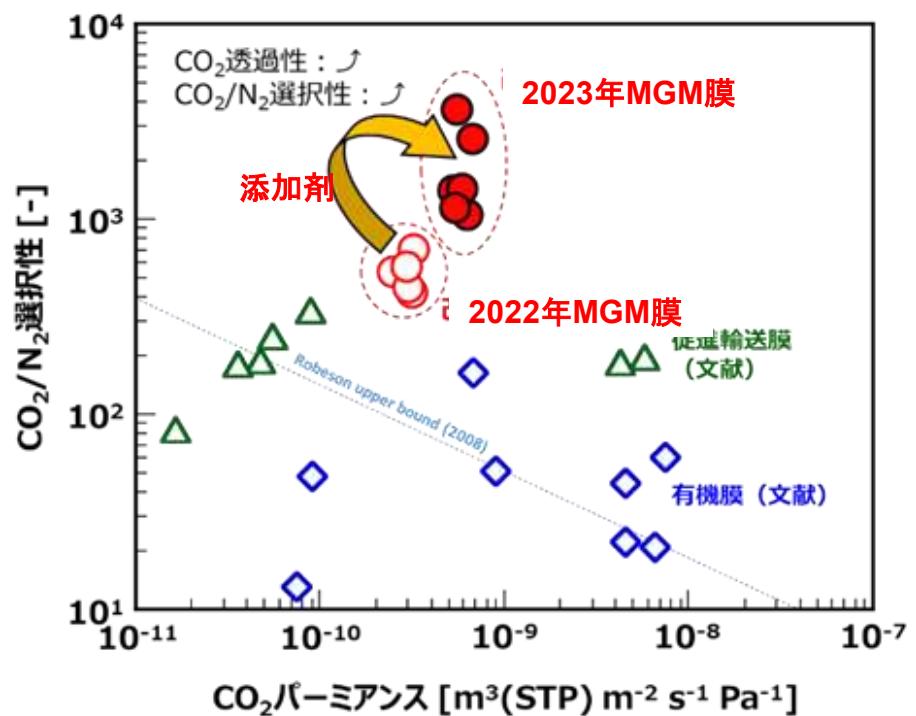
促進輸送膜の2段分離プロセスへの適用により
回収率99%、純度99%の可能性あり

分子ゲート膜(MGM)

これまで開発してきた高圧用CO₂分離膜の中圧水素製造システムへの適用性検討を2024年度スタートの新事業で実施する。2023年度に開発したMGM膜の実用化をはかる。

<分子ゲート膜 性能の進展>

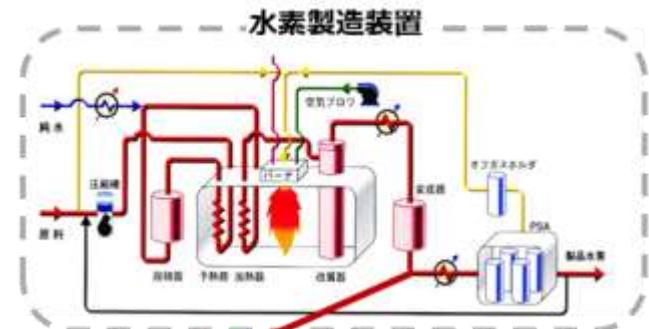
選択性を大幅に向上去させることに成功



ハウジング、エレメント
(Φ20cm 長さ60cm)

「高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討」

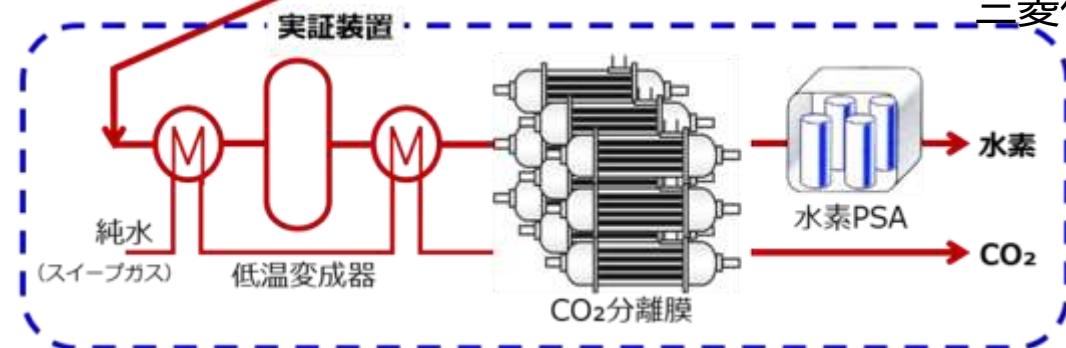
- MGM膜モジュールを三菱化工機が保有する水素製造試験装置へ組み込み、工程ガス(加圧CO₂－H₂混合ガス)からCO₂分離回収する試験を行う。
- 高純度CO₂と高純度H₂を同時に得るCO₂回収型水素製造システムを実証する。



<実施期間> 2024年4月～2027年3月

<実施体制>

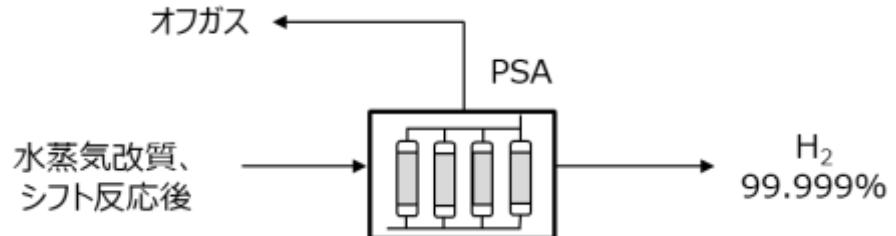
次世代型膜モジュール技術研究組合
三菱化工機株式会社



年度	2024年度	2025年度	2026年度
次世代型膜モジュール 技術研究組合	膜チューニング検討、商用サイズエレメント製作検討 エレメント評価、耐久性試験		実証機用 エレメント製作 データ解析・エレメント分析
三菱化工機	実証機基本設計・詳細設計・製作 水素PSAラボ試験、CO ₂ 中の水素除去試験、CO ₂ 利用先検討		

新事業プロセス(MGM膜 + PSA) Vs 従来型水素製造プロセス

PSA

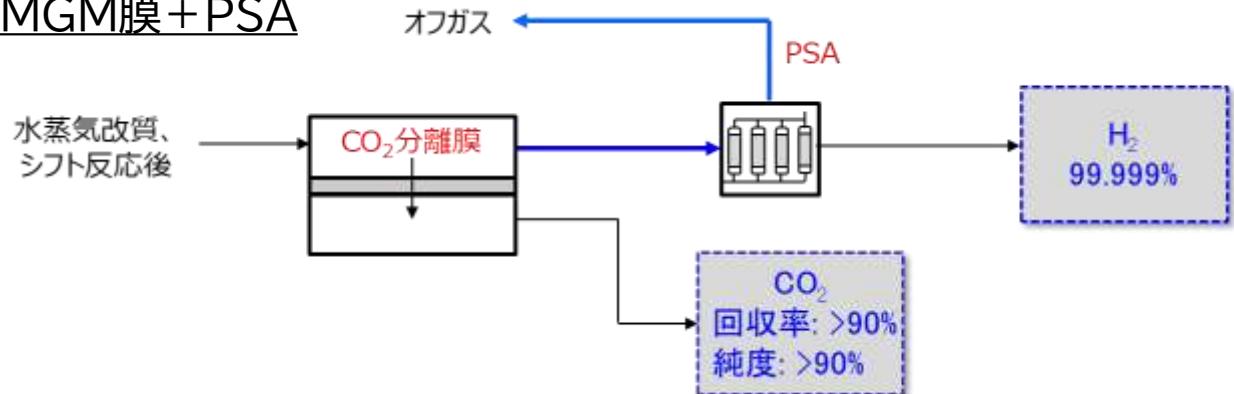


従来型水素製造プロセス

- CO₂は回収していない。



MGM膜 + PSA



新事業プロセス

CO₂分離回収型水素製造
プロセス

- 本プロセスでは高い
CO₂/H₂分離性能が求めら
れる

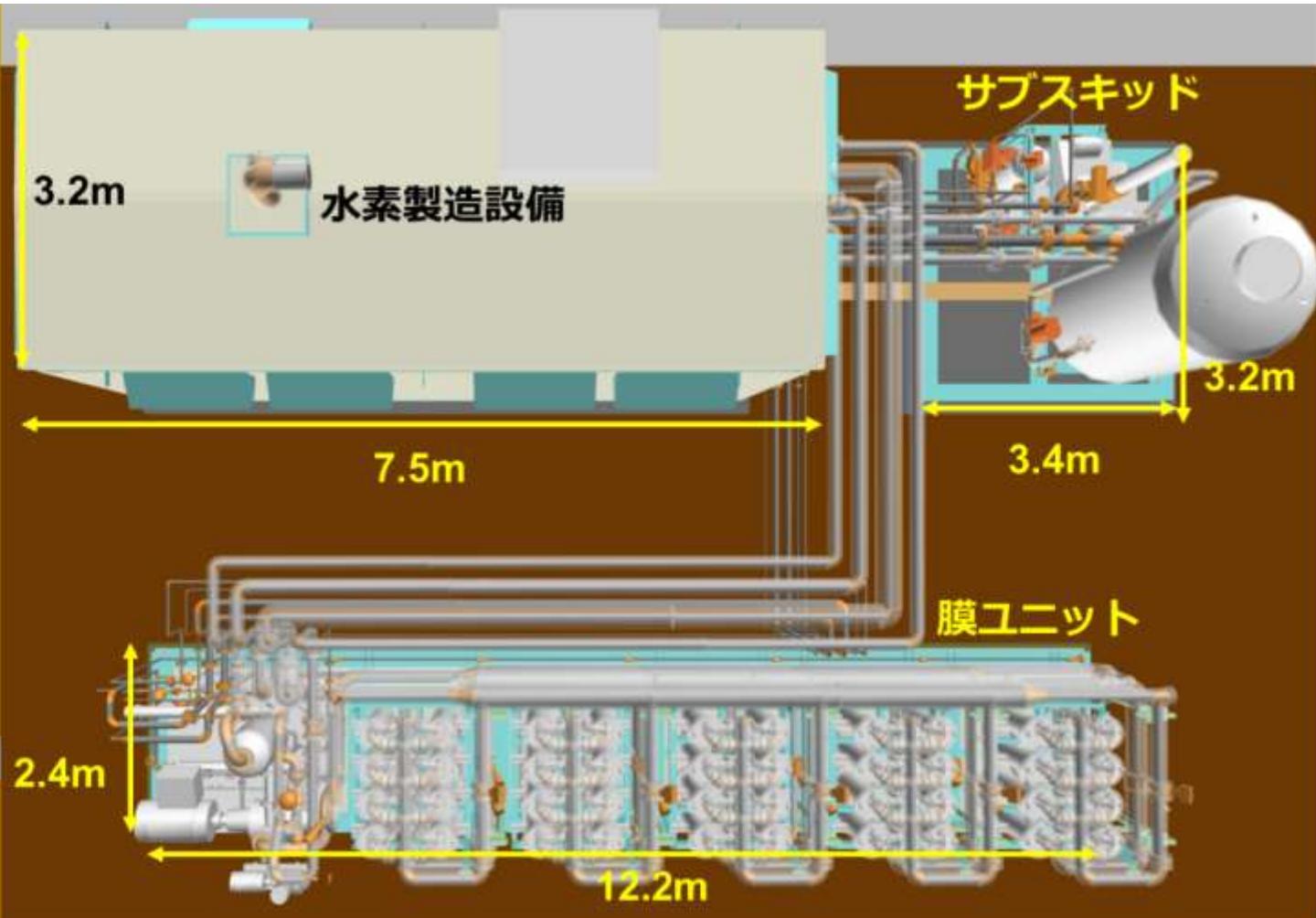


- 2023年度開発の高選択
性MGM膜の適用により、
CO₂分離回収型プロセスの
構築が可能
- PSAコンパクト化も可能

実機PLOT PLAN

POINT

- 敷地面積10m×18m
- 1ハウジングにエレメント（エレメント40本）
- 膜8本×5系統で制御
- [水素製造設備] HyGeia-Aと同じサイズ
- [膜ユニット] 40Ftコンテナサイズ



実証機の設置計画

三菱化工機 実証水素ステーション(川崎市川崎区大川町)



実証機建設予定地

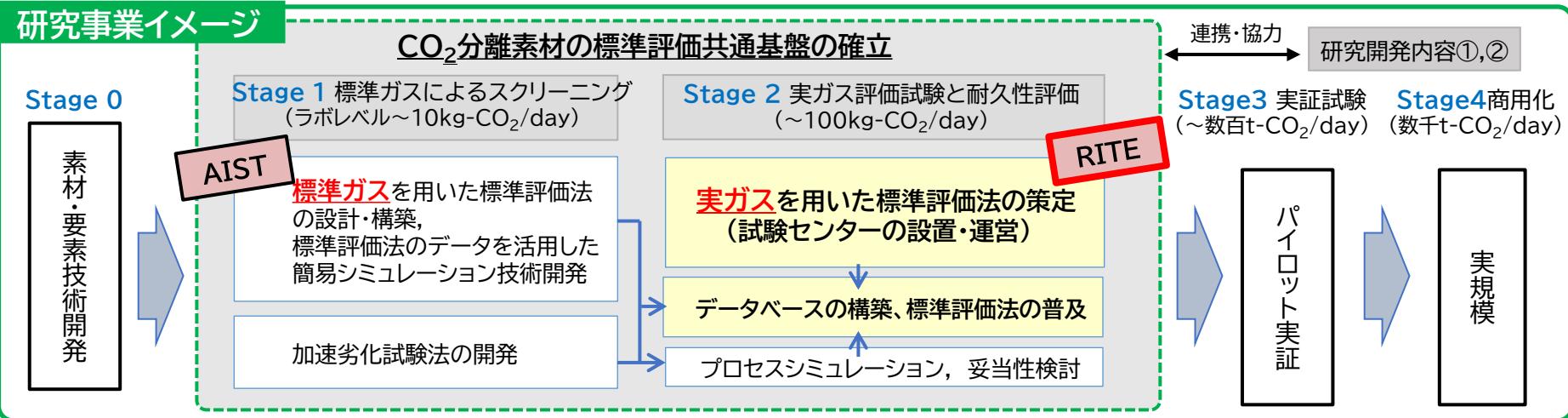
水素製造装置
水素製造量: $300\text{Nm}^3/\text{h}$

水素製造装置の变成ガスを分岐して、実証機に供給します。
実証機の規模は水素製造量 $40\text{Nm}^3/\text{h}$ です。

CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立

【目的】 分離素材の中立かつ公平な評価を可能にするために、低圧・低濃度排ガス（大気圧、CO₂濃度10%以下）を対象とした実ガス試験センターを新設し、標準評価法を確立する。

研究事業イメージ



【グリーンイノベーション基金事業／CO₂の分離回収等技術開発プロジェクトとの連携】

★:ステージゲート

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
① 天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO ₂ 分離回収技術開発・実証	性能向上, プロセス開発	→ ★	性能向上, プロセス開発	→ ★	ベンチ装置調達・建設	→ ★	建設, 実ガス実証		
② 工場排ガス等からの中小規模CO ₂ 分離回収技術開発・実証（5事業）	②-1 性能向上, プロセス開発	→ ★	性能向上, スケールアップ検討	→ ★	建設, 実ガス実証				
③ CO ₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立	②-2, ②-5, 3.4 性能向上, プロセス開発	→ ★	スケールアップ検討	→ ★	建設, 実ガス実証	→ ★	建設, 実ガス実証		

RITE京都本部に独立したセンター専用建屋を設置、都市ガスを燃焼させた排ガスを用いた試験設備を導入し、各種CO₂分離回収素材(化学吸收液、吸着材、分離膜)の評価を実施する。



評価棟
面積: 131 m² 高さ: 8.4 m

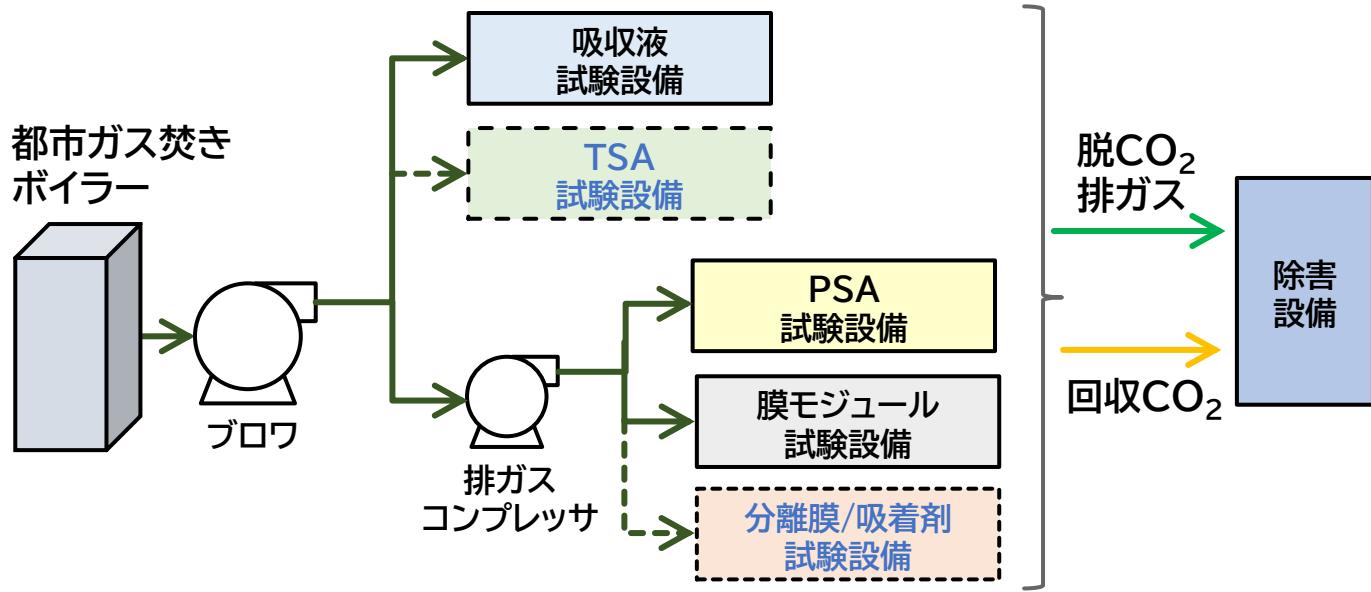
ユーティリティヤード(面積: 116 m²)



設備構成

【試験設備フロー】

供給排ガス	
流量	247 Nm ³ /h
温度	75 °C
組成	CO ₂ 8.8 % N ₂ 77.0 % O ₂ 3.9 % H ₂ O 10.3 % NOx 69 ppm
実測定例(2025.3)	



設備	製作仕様
排ガス供給設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 都市ガスボイラー(蒸気量250kg/h相当)×2基 ※ 24時間連続供給可能 ● 各試験設備に対して100kg-CO₂/dを供給可能
吸收液試験設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 吸收塔(充填層部): 2mH×0.2mφ 再生塔(充填層部): 2mH×0.1mφ … 液量約70L ● 吸收塔入口温度(ガス／液): 40°C 再生圧力／温度: 0.2MPa／120°C
PSA試験設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 吸着槽: 250A×1800L×3塔 … 1塔当たり充填量 約60kg ● 温度: 30°C 圧力: 101~900kPa(吸着) 10kPa(脱着) 露点: -60°C
TSA試験設備 2025製作着手, 26年度稼働予定	<ul style="list-style-type: none"> ● 吸着槽: 150A×2500L×3塔 … 1塔当たり充填量 約50L ● 温度: 30°C(吸着) 120°C(脱着) 圧力: 101kPa(吸着) 10kPa(脱着) 露点: -30°C
膜モジュール試験設備	<ul style="list-style-type: none"> ● 膜モジュール: 1m程度 … フレキシブル配管で調整 ● 温度: 30~85°C 圧力: 101~900kPa(供給) 10~101kPa(透過) 露点: -15~80°C
分離膜/吸着剤試験設備 2025製作着手, 26年度稼働予定	<ul style="list-style-type: none"> ● 分離膜(単膜): 8 cm²程度, 吸着剤: 2~3 g程度 ● ガス量: 0.2~1L/min ※ 単膜評価だけでなく、少量の吸着剤の実ガス試験も可能

排ガス供給設備・ユーティリティ

- 都市ガスボイラーを2基備え、4基の試験設備に合計400kg/日相当のCO₂を含む燃焼排ガスを24時間供給するとともに、試験に必要な希釈用空気や冷却水を供給する。

ボイラーユニット



- ✓ その他補器類
 - ・冷却水
 - ・チラー水

都市ガスボイラー

計装コンプレッサ

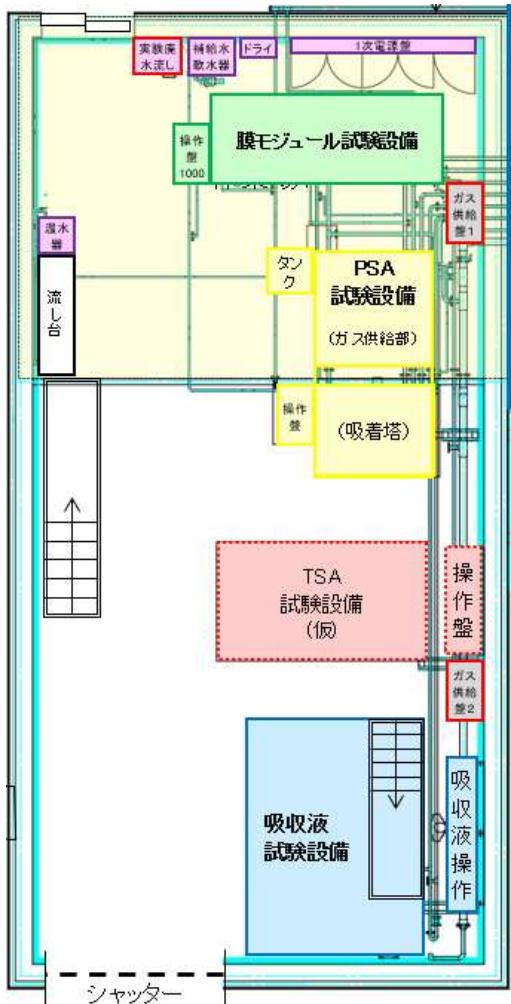


排ガスコンプレッサ

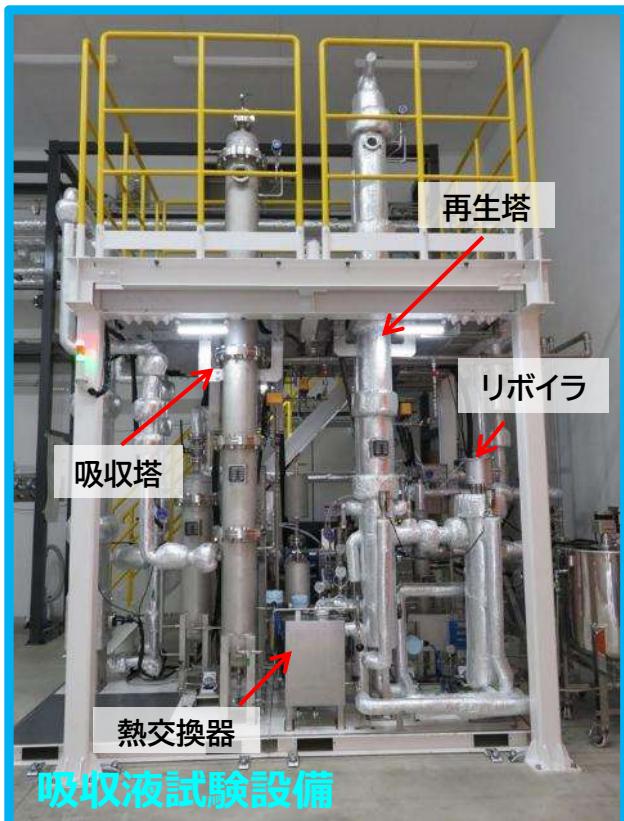


CO₂分離回収試験設備

評価棟内配置



- 2025年度上期から標準分離素材での試験を実施
 - ✓ モノエタノールアミン水溶液
 - ✓ ゼオライト13X
 - ✓ ポリイミド系ガス分離膜



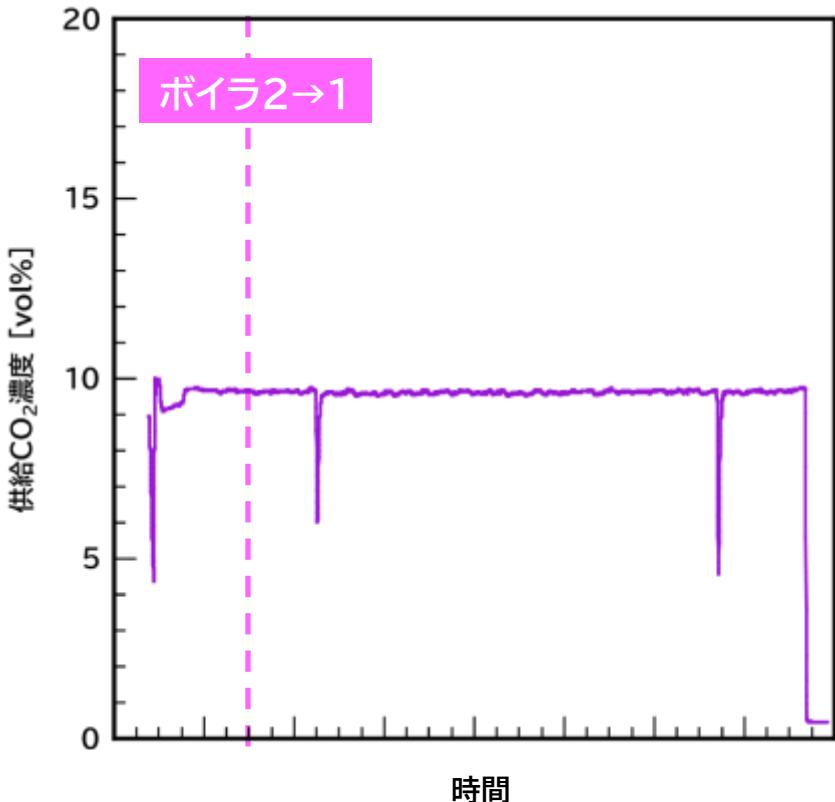
燃焼排ガスの安定供給(例)

- ✓ 2台のボイラの運転を自動で切り替えることで、一定CO₂濃度の燃焼排ガスを各試験設備に安定して長時間供給可能。

① 供給排ガス性状

測定項目	記号	単位	分析値
乾きガス組成	CO ₂	vol%	9.4
	O ₂	vol%	4.4
	CO	vol%	<0.1
	N ₂	vol%	86.4
水分量	X _w	vol%	3.5
窒素酸化物	NOx	ppm	45
	NO	ppm	40
	NO ₂	ppm	5

② ボイラ切替運転



まとめ

- RITE化学研究グループでは石炭火力、製鉄からのCO₂回収技術の早期実用化・大規模化を目指した開発を実施している。先進的CCS事業での採択を目指しつつ、今後、低濃度のCO₂排出源(天然ガス火力、閉鎖空間、大気等)等、多様な排出源に対応できるよう複数の技術開発を進めるとともに、CO₂分離回収技術の共通基盤となる実ガス試験センターを設置・運営し、素材メーカーとエンジニアリングメーカー等の開発加速支援も行っていく予定
- 最近の取組み状況
 - ①新規開発混合溶媒系吸収液(RN-7)のCAT-30パイロットスケール試験
 - 良好なベンチスケール試験結果を受け(商用化吸収液より10%程度エネルギー低減)、8月から10月にかけて日本製鉄(株) 東日本製鉄所君津地区でパイロットスケール試験を実施
⇒2030年先進的CCS事業での採択を目指し大規模社会実装への準備を進めていく予定
 - ②固体吸収材の実用化に向けた開発状況(石炭火力、天然ガス火力、DAC他)
 - 石炭火力:舞鶴発電所でパイロット試験を実施中
 - 天然ガス火力:Phase1のエージゲートを突破し、材料開発フェーズからベンチスケールフェーズへ
 - DAC:大阪関西万博(4/13~10/13)でのDACパイロットスケール試験を実施、回収したCO₂はメタン、メタノール、ドライアイスに活用。日本最大規模のDAC装置、世界に向けて日本のDAC技術をPR
 - 有人宇宙活動:地上試験において良好な性能が確認でき、ISSでの軌道上実証予定(10/26打ち上げ済み)
 - ③分離膜(高圧ガス)のモジュール化・実証試験に向けての開発
 - 次年度の実水素製造プロセスからのCO₂回収実証に向けた準備を進めている。
 - ④炭素回収技術評価センター(RCCC:RITE Carbon Capture Center)を開設
 - 吸収液、膜分離、PSA、各装置が稼働(各設備に100kg/day相当の実ガスを供給可能)
今後、TSAおよび短膜評価試験設備を追加導入、外部サンプル評価の受入れ開始予定

RITE化学研究グループ:産業化戦略協議会

企業会員と共にCO₂分離回収・有効利用技術の更なる活性化を図る活動を実施中 【会員企業】(2025年12月時点:45社+1法人)

◆共通活動

- 1) **会員向け研究会**の実施(国内外動向、見学会、講習会等)
- 2) **会員限定セミナー**の開催(CCUSに関する招待講演)
- 3) **会員向け情報発信**(ニーズ・シーズ情報、ホットトピックス)
- 4) 革新的CO₂分離回収・有効利用技術シンポジウムの開催
(招待講演+RITE成果発表+**会員企業のポスター発表**)

次回:2026年2月10日 東京大学 伊藤謝恩ホールにて



会員限定セミナーの開催



シンポジウムの開催
(昨年度参加者:Web含め1,125名)

(1-2)		
概要		
論文誌	J. Am. Chem. Soc.	著者
巻(号)、 頁、年	131, 414-415, 2009	機関
無機膜は、右横枚が適用できない厳しい条件において使用可能であり、特にシリカ膜はH ₂ 、CO ₂ 、C ₃ 異性体等の分離膜としての適用が検討されている。シリカ膜のH ₂ 透過性向上のために、著者はBTESE (bis(triethoxysilyl)ethane) 等のSi-原子間に有機官能基を含む無機-有機ハイブリッドアルゴキシドを前駆体とした膜を提案している。無機-有機ハイブリッドの組合せネットワークにより細孔径が大きくなり、透過性が向上する。		
BTESE 膜は、SiO ₂ -ZrO ₂ 二酸化物上にTEOS 単分子層を堆積後、N ₂ 雰囲気で焼成して得た。温度:200°Cにおけるガス透過性を図1-2に示す。TEOS (tetraethoxysilane) を前駆体としたシリカ膜と比較すると、H ₂ 透過性はBTESE 膜の方が約1桁大きい。しかし、BTESE 膜はガス種の違いによる透過性の方が小さく、H ₂ /N ₂ の分離係数は低い(約10)。一方、TEOS 膜のH ₂ /N ₂ の分離係数は約1,000と極めて高い。これはシリカ膜の細孔径分布の違いによるものである。BTESE 膜の無機-有機ハイブリッドネットワークの最小単位はSi-C-Siであるため、TEOS 膜よりも Si-原子間距離が大きく、細孔径も大きい。		
BTESE 膜は熱処理(300°C, 3h)により透過性が向上する。これは、Si-C結合の一端が熱分解されるためであり、細孔径分布も変化する。		
通常、水素分離膜の分離係数と H ₂ 透過性はトレードオフの関係にあるが、BTESE 膜は他の無機膜に比べて、高いH ₂ /SF ₆ に対する分離係数(700~10,000)と高いH ₂ 透過性(10^{-3} mol m ⁻² Pa ⁻¹ s ⁻¹)を示す。また、300°Cの水蒸気露点気下でも透過性は変化せず、水蒸気耐久性が高いことが確認されている。これはBTESE 膜のSi-C-C-Si結合によるものである。		
Si-原子間に有機官能基を含むシラン化合物を前駆体としたシリカ膜の連続である。 詳細は(1-1) 説明に詳しい。		
コメント		

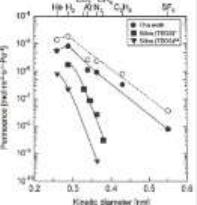


図1-2 BTESE 膜のガス透過性
(●: 热处理なし、○: 热处理有り)
(文献2: Figure 2)

ニーズ・シーズ情報
(セミナーの文献・特許紹介)

革新的CO₂分離回収・有効利用技術シンポジウム：

開催日：2026年 2月 10日(火)

会場：東京大学 伊藤国際学術研究センターB2F 伊藤謝恩ホール+オンラインのハイブリッド形式

プログラム(予定)

講演：13:00～17:30、ポスター展示：12:00～13:00および15:55～16:25

(産業化戦略協議会会員からのポスター発表)

基調講演 福永 茂和(NEDO サーキュラーエコノミー部 部長)

『NEDOのCCUS技術開発(仮題)』

招待講演① 赤瀬 英昭(三菱ガス化学 取締役 常務執行役員)

『メタノールを介した循環型経済構築に向けた取り組み「CarbopathTM」』

招待講演② 飯田 真司(INPEX 低炭素ソリューション事業本部技術推進ユニット ジ エネルマネージャー)

『INPEX低炭素ソリューション事業・CCUS事業への取り組み』

招待講演③ Mark Claessen(President, Svante Solutions and Digital Services)

『CO₂ capture using MOF - Next-Generation Solid Sorbent Capture: Unlocking Industrial and DAC Opportunities(仮)』 (会場 or Web調整中)

RITE活動報告(3件)

ご清聴ありがとうございました。



Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の以下の委託業務の結果得られたものです。

- ・CCUS研究開発・実証関連事業 (JPNP18006)
- ・カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発 (JPNP16002)
- ・環境調和型プロセス技術の開発 (JPNP13012)
- ・グリーンイノベーション基金事業 (JPNP21014, JPNP21019)
- ・ムーンショット型研究開発事業 (JPNP18016)
- ・NEDO先導研究プログラム (JPNP14004)

DAC (Direct Air Capture) 実験棟の整備にあたっては、SMBC日興証券株式会社及び三井住友DSアセットマネジメント株式会社のイノベティブ・カーボンニュートラル戦略ファンドから頂いた寄付金を使わせていただきました。