

化学吸収液

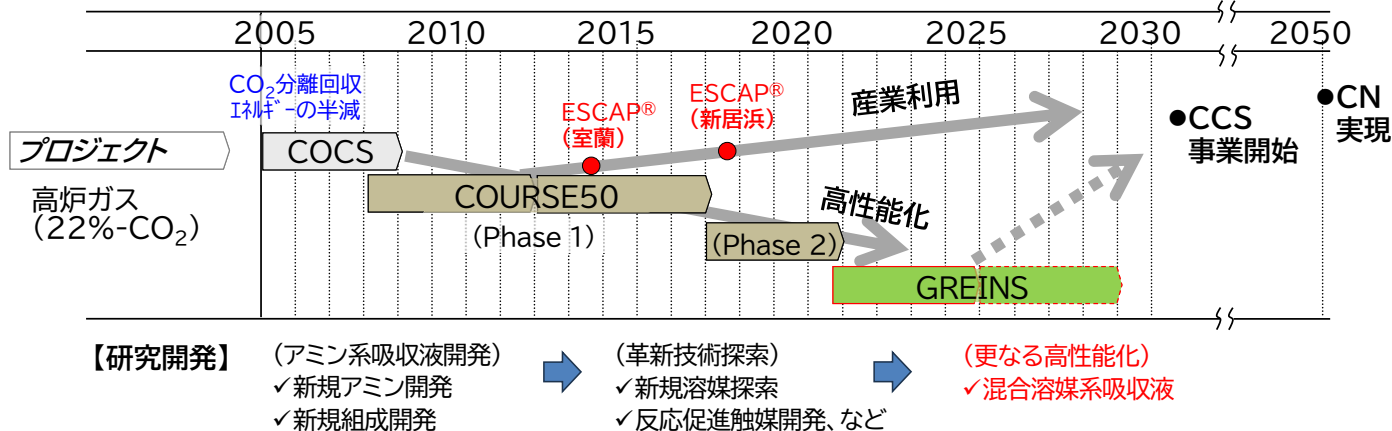
～混合溶媒系吸収液の研究開発および実用化～

化学吸収法は、技術成熟の進んだCO₂分離回収技術であり、既に大規模商用設備も稼働しています。しかし、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、様々なCO₂排出源に適用可能な低エネルギー消費・低コスト技術を確認し、早期技術普及が望まれます。

RITEは、従来の水溶液系アミン吸収液に代わる、**革新的技術「混合溶媒系吸収液」**を新規に提案し、更なる**高性能CO₂分離回収技術の開発**に取り組んでいます。

化学吸収液開発

- COURSE50Phase I (2008年～2012年)において、高性能アミン水溶液系吸収液を開発
→ 日鉄エンジニアリング㈱の商用技術“ESCAP®”に採用。現在、2基の商用設備が稼働
- COURSE50Phase II (2018年～2021年)、GI基金事業GREINS (2021年～)において、革新的技術「混合溶媒系吸収液」を開発、実用化に向けて吸収液の最適化検討を継続中



COURSE50Phase Iにおいて、**高性能アミン水溶液系吸収液**を開発
→ 日鉄エンジニアリング㈱の商用技術“ESCAP®”に採用。

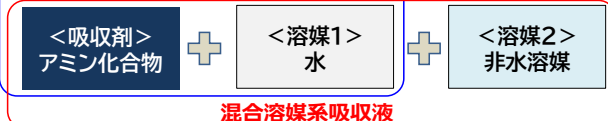


https://www.eng.nipponsteel.com/business/environment_and_energy_solution/escap/escap/



➢ 革新的技術の研究開発

アミン水溶液系吸収液



分離回収エネルギーの低減に対する、①CO₂の吸収形態改善(バイカーボネート反応によるCO₂吸収)と②極影響の緩和の影響を明らかにし、吸収液の化合物構成、濃度等の組成の最適化により新規技術を開発。

実ガスベンチ試験

- 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

事業、期間: GREINS, 2024年1月～6月

場所: 日本製鉄㈱ 東日本製鉄所君津地区

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㈱保有)

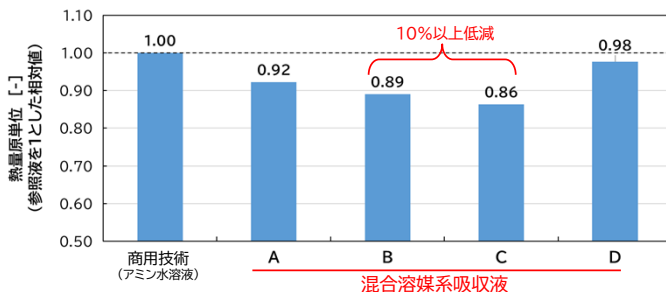
対象ガス: 高炉ガス(22%CO₂)

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)



m-ESCAP™
(CO₂回収能力: 0.2～1.2 t-CO₂/日)
<https://www.eng.nipponsteel.com/news/2024/20240508.html>



混合溶媒系吸収液の優れた性能が実ガスベンチ試験においても確認された。

この結果を踏まえ、2025年度、パイロットプラント(CAT30)試験を計画、実施中。

今後の展開(実用化に向けて)

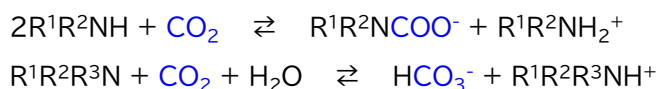
- 大規模CCSの社会実装に向けた環境整備を推進するために、(1)吸収液の更なる高性能化および各対象ガスへの最適化、(2)CO₂排出源(ユーザー)の要望に応じた技術開発・提供、(3)千トンスケールの吸収液製造技術・体制の構築等の課題に取り組んでいきます。

～燃焼排ガスから大気中のCO₂分離回収まで～

固体吸収材はアミンを多孔質担体に担持(コーティング)した材料で、少量で膨大な比表面積(気液接触面積)を有しています。また、水を含まないことから、加熱再生時に水に由来する蒸発潜熱や顕熱を必要とせず、再生エネルギーを低減可能な次世代のCO₂吸収材として注目されています。ここでは独自に合成した低温再生性の高いアミンを用いた固体吸収材の技術開発・社会実装へ向けた取り組みを紹介します。

固体吸収材とは

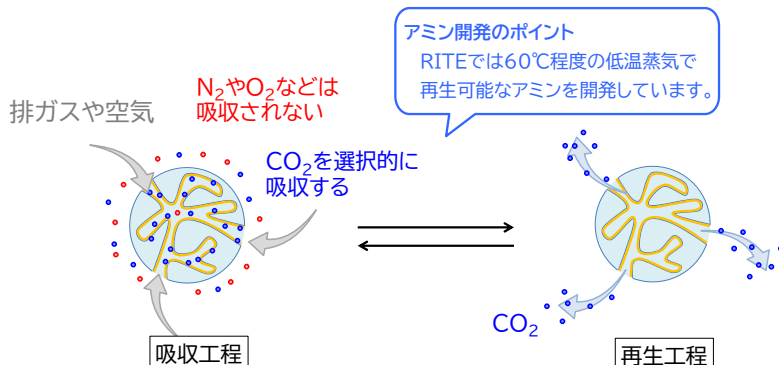
固体吸収材はアミンを多孔質担体に担持(コーティング)した材料で、担持したアミンとCO₂の化学反応を利用してCO₂を分離回収します。



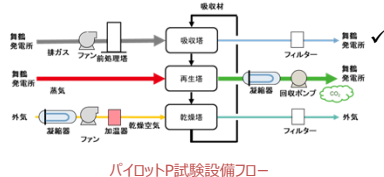
固体吸収材の利点

固体吸収材は細孔内にアミンがファンデルワールス力で固定化されているため、アミンが揮発する心配がありません。

また、アミンとCO₂の選択的な反応を利用するため、化学吸収液と同様に高純度のCO₂を回収することが可能です。



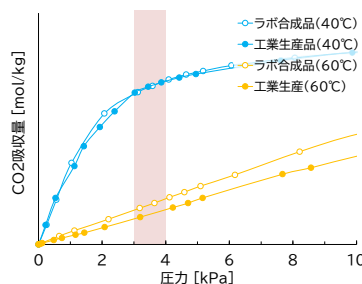
適用先① 石炭火力発電所



- ✓ 低温再生性とCO₂吸収量に優れた固体吸収材を開発しました。
- ✓ 実排ガスから純度95%以上のCO₂を分離回収できることが確認されました。
- ✓ この材を関西電力(株)舞鶴発電所に設置された川崎重工業(株)のパイロット試験設備に充填し、石炭火力発電所排ガスから1日40tonのCO₂を分離回収する試験を予定しています。

適用先② 天然ガス火力発電所

CO₂濃度:3~4%



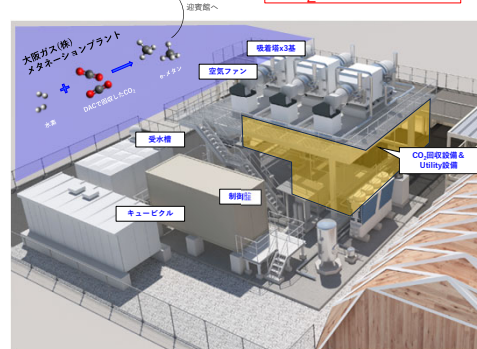
- ✓ 僅かな温度変化でCO₂吸収量が大きく変化するアミン(=低温で再生可能なアミン)を開発しました。
- ✓ 開発した吸収材の工業規模での製造確認を行い、**量産性**に問題がないことを確認しました。
- ✓ アミンと担体の改良によって**大幅に性能が向上した改良品の工業規模での製造方法**を検討中です。

適用先③ Direct Air Capture



- ✓ 開発したアミンを3種類の異なる構造体に担持して性能の違いを評価しています。
- ✓ 目標とする300 kg/d相当のCO₂を回収できることを確認しました。
- ✓ 回収したCO₂は大阪ガス(株)・エア・ウォーター(株)・三菱ガス化学(株)に供給し、DACで回収したCO₂の有効利用としては国内最大のCCU実証試験(メタネーション・ドライアイス製造・メタノール合成)を行っています。

CO₂濃度:0.04%



謝辞：本内容は、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、委託事業

「カーボン」サイクル・次世代火力発電等技術開発／CO2分離・回収技術の研究開発／先進的二酸化炭素固体吸収材の炭炭焼燃排ガス適用性研究」・
「グリーン／バージョン」基金事業、CO2分離・回収技術開発／低圧・低温適用の低コスト化技術開発・実証／天然ガス・廃棄物発電排ガスからの大規模CO2分離回収技術開発・実証／天然ガス焼燃排ガスからの低コストCO2分離・回収プロセス商用化の実現」・
「ムーンショット」研究開発事業、地球環境志向に向けた特種可能な資源増進を realize / 大気中からの高効率CO2分離回収、炭素循環技術の開発の支援を等けて得る成果をもとに作成しています。

産業化戦略協議会

— 会員企業と共にCO₂分離回収・有効利用技術の更なる活性化を図る —

- ・CO₂分離回収・有効利用技術の産業化、および国際競争力強化を目的に、化学研究グループが主体となり、多様な産業界ニーズに応える、研究活動・情報共有・企業間の協業サポートを行っています。
- ・新規会員企業を募集しております。

主な活動内容

【共通活動】

① 研究会の実施(年3-4回)

2025年度から、新たな研究会を実施しています。

テーマ	概要
CO ₂ 分離回収・有効利用	・CO ₂ 分離回収・有効利用に関する情報収集 ・収集した情報に基づき、実用化に向けた課題および対応策に関して議論 ・関連施設の見学会

② 会員限定無料セミナーの実施(年3回)

③ 会員向けホットピックス、ニーズシーズ情報の発信

④ 革新的CO₂分離回収・有効利用シンポジウムの開催

【個別活動】

① 共同研究、国費事業の立案・予算申請および獲得

② 研究部門への研究員派遣の受け入れ

③ 技術相談の“優先”受付、 炭素回収技術センターの“優先”利用

④ 会員企業のニーズとシーズのマッチングを仲介

企業会員を募集しています

【企業会員】(※1)

44社(2025年8月1日現在)

【年会費】

30万円

【入会方法】

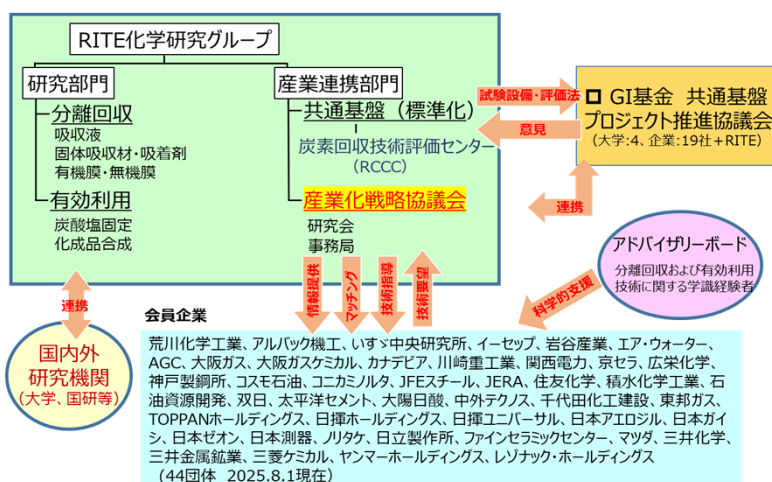
お問合せ先まで、ご連絡ください。

入会方法について、ご説明させていただきます。

※1 団体会員のためのクローズドな会となっております

(個人会員は受け付けておりません)

【産業化戦略協議会の位置づけ】



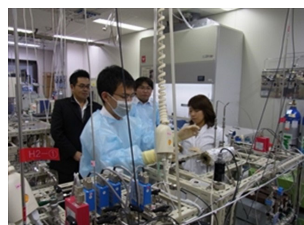
【これまでの活動実績】



会員限定セミナー



公開シンポジウム



研修会
(講義、試作・評価等の実験)



海外調査活動(南京工業大学)

お問合せ先

(公財)地球環境産業技術研究機構 化学研究グループ 山口、菰野

TEL: (0774)95-5086 e-mail: kagaku@rite.or.jp

CO₂分離膜

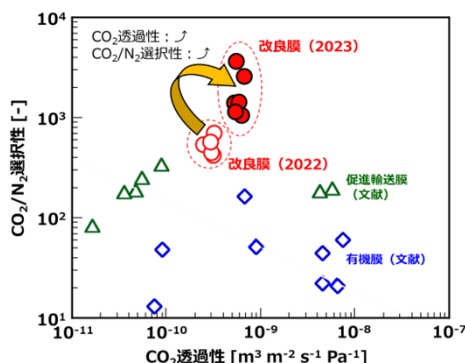
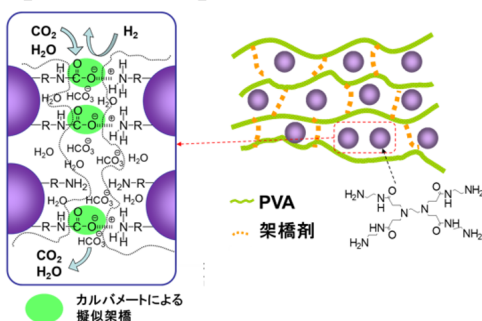
～分子ゲート膜を利用したCO₂分離回収型水素製造～

RITEは、民間企業と次世代型膜モジュール技術研究組合(MGM組合)を設立し、CO₂を選択的に分離回収する分子ゲート膜(Molecular Gate Membrane)の研究開発を行ってきました。MGM組合では、水素製造装置メーカーである三菱化工機株式会社と共同で、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の『高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討』の助成事業を進めています。

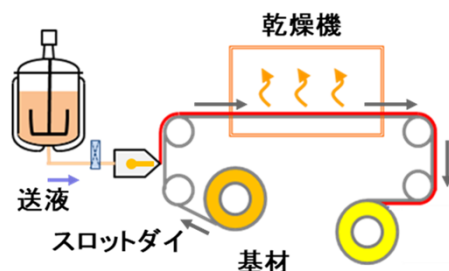
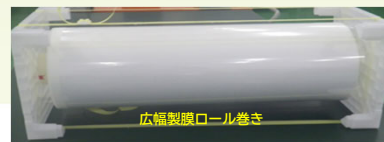
水素製造に適する膜のチューニング

- 中圧向けに更なる高選択性と高透過性を実現した有機ゲル膜。
- 製膜用の塗工液を数十リッター大量調合し、それを用いて数百mの広幅ロール製膜。

H₂の透過を阻害し、CO₂を選択的に透過する機能膜



試験条件: 温度85℃, 全圧0.85MPa, 供給ガス組成CO₂/N₂=20/80
文献: Kamio et al., J. Chem. Eng. Jpn., 56 (2023) 2222000.

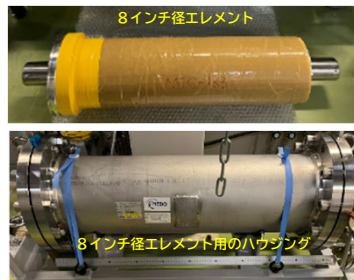
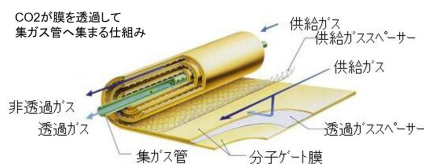
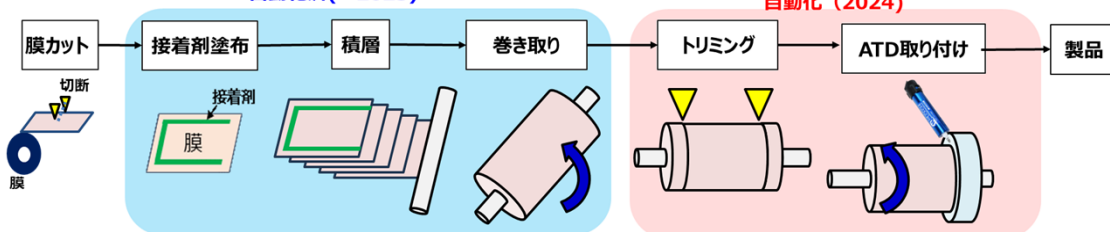


商用サイズエレメント

- 分子ゲート膜をスパイラル型エレメントに加工した膜分離システム
- 20cm径(8インチ)×60cm長の商用サイズエレメントの基本製法を確立。作製の完全自動化を推進中。

自動化済(～2023)

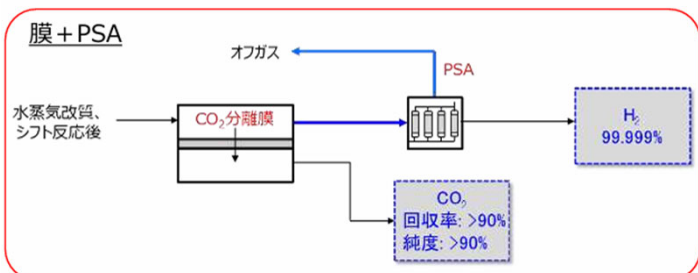
自動化(2024)



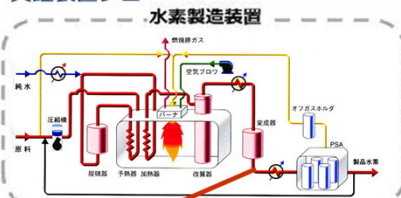
水素製造システムへの適用

- これまで未回収であったCO₂を分離回収するCO₂回収型水素製造装置
- PSAの負荷を低減でき、コンパクト化と水素製造量増加に寄与

CO₂分離用分子ゲート膜を組み合わせた水素製造プロセス

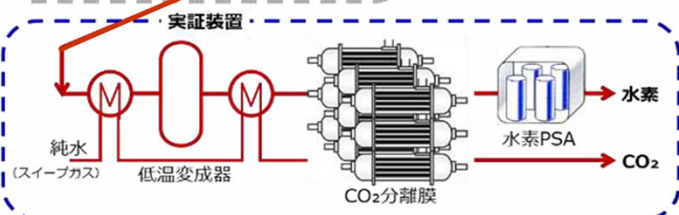


実証装置フロー



膜モジュールCO₂分離回収能力(シミュレーション値)
@水素製造装置実機(水素製造能力300Nm³/hr)

CO ₂ 分離回収	想定値
回収率	90%
回収量	4t/day



謝辞: 本内容は、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、委託事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂分離・回収技術の研究開発/二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発/高性能CO₂分離膜モジュールを用いたCO₂-H₂膜分離システムの研究開発」、並びに、助成事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂分離・回収技術の研究開発/二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発/高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討」の支援を受けて得た成果をもとに作成しています。

社会実装へ向けて産業界と連携して技術開発を進めています。



Research Institute of Innovative Technology for the Earth

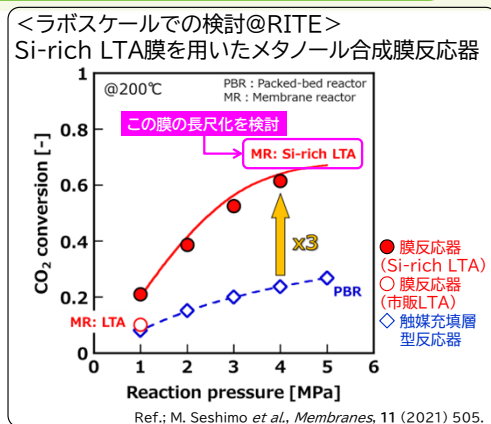
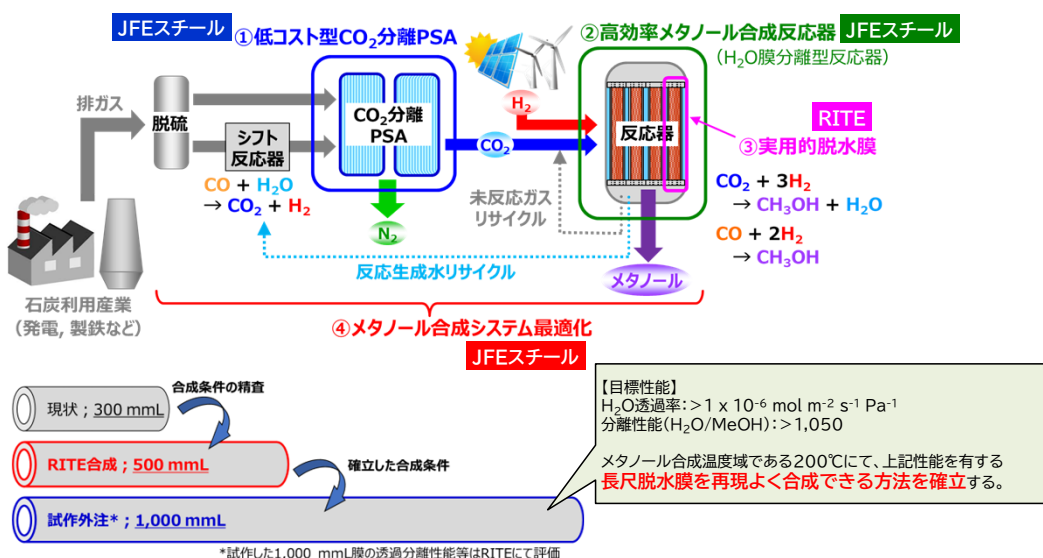
無機膜

—CO₂有効利用と新規用途展開—

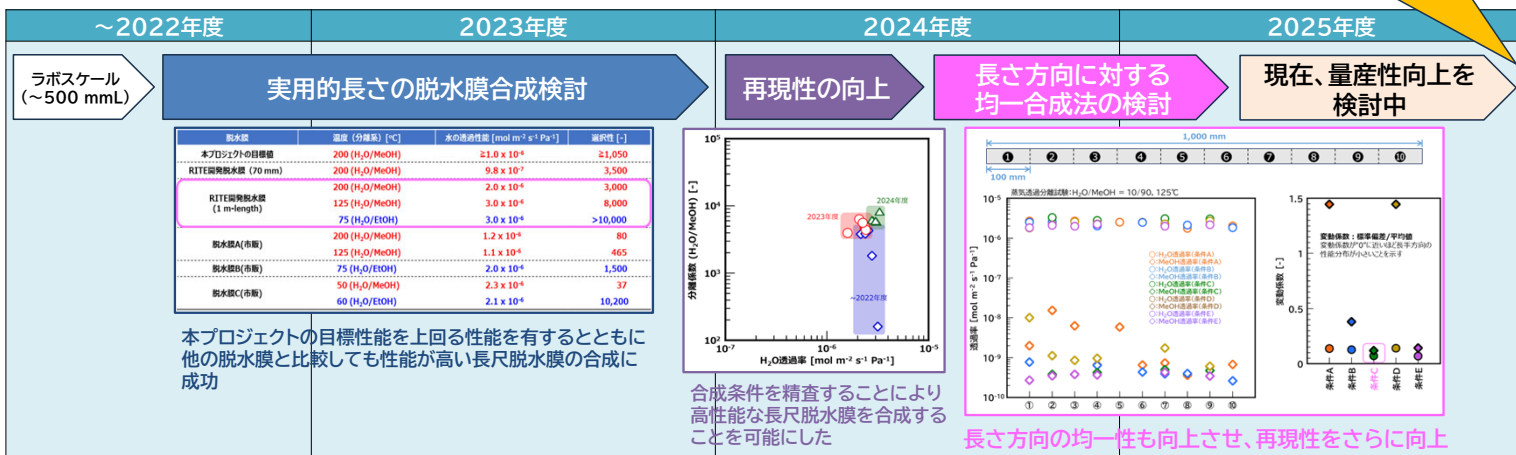
地球温暖化の原因の一つといわれているCO₂の大幅削減は世界的に重要な課題です。そのため、排出されるCO₂に対する対策であるCCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage)が重要視されています。

CO₂を有効利用する技術は様々ありますが、RITEではそのひとつとして“CO₂を原料としたメタノール合成”に着目し、これまで蓄積してきた無機膜の技術を最大限に活用し、“膜”と“触媒”を組み合わせたメンブレンリアクターによる省エネルギーかつ高効率なCO₂有効利用技術の実用化を目指します。

排ガスからのCO₂分離・回収と有効利用(メタノール合成)

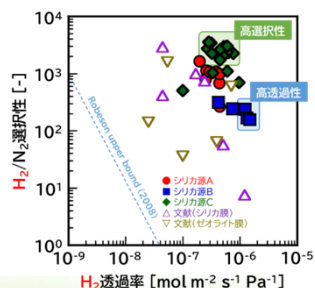
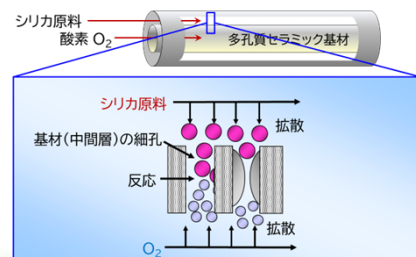


実用的長さの脱水膜
合成技術を確立



新規用途展開(シリカ膜を用いた小分子分離)

対向拡散CVD法によるシリカ膜の製膜



シリカ原料を変えることで高選択性、高透過性を有する分離膜が製膜可能
他の水素分離膜と比較しても高い透過分離性能を発揮

＜分離対象＞

H₂/CO₂, H₂/N₂, H₂/CH₄, He/CO₂, He/N₂ etc...

＜分子サイズ＞

H₂:0.29 nm, CO₂:0.33 nm, N₂:0.36 nm, CH₄:0.38 nm
He:0.26 nm

※この資料は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトの成果を基に作成しています。

NEDO委託事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂排出削減・有効利用実用化技術/化学品へのCO₂利用技術開発/CO₂を用いたメタノール合成における最適システム開発」(JPNP16002)

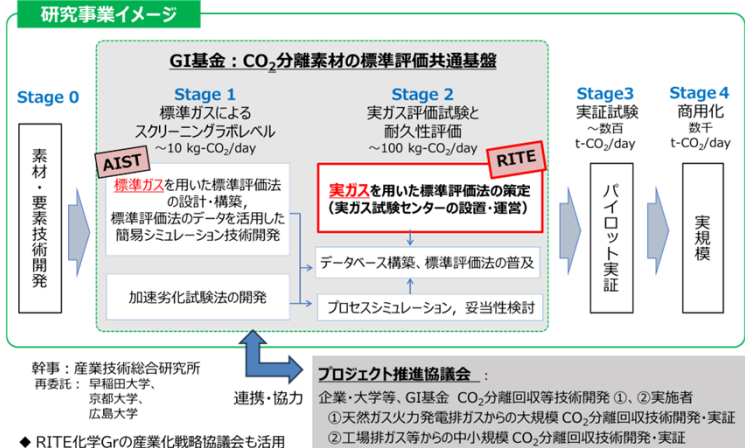
実ガス試験センター (炭素回収技術評価センター)

CO₂濃度10%以下のボイラ燃焼排ガスによる実ガス試験を行えるセンターをRITE内に設置しました。100kg-CO₂/日相当の実ガスを供給してCO₂を分離回収できる試験設備(吸収法、吸着法、膜分離法)を備え、様々な分離素材の実ガス性能評価に適したセンターであり、標準評価法を提供し、外部サンプルの受入れも行いますので、是非、ご活用ください。

グリーンイノベーション基金事業「CO₂ 分離素材の 標準評価共通基盤の確立」

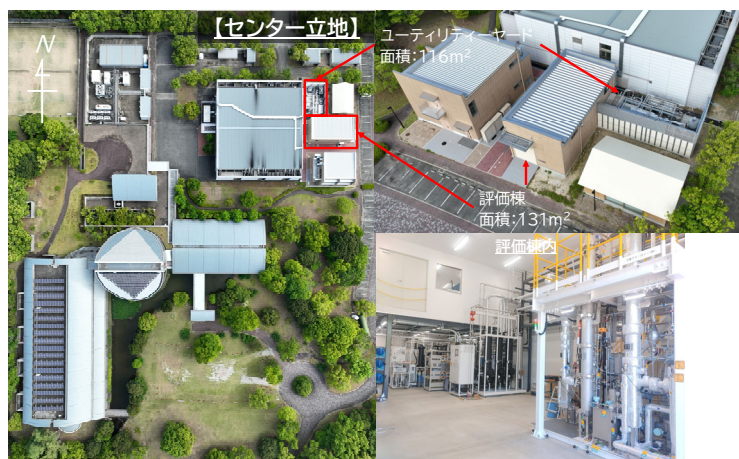
- ✓新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)より2022年度から受託し、産業技術総合研究所(AIST)と共同で実施中。
- ✓AISTが標準ガスを、RITEが実ガスを担当し相互に協力して、標準評価共通基盤の確立を目指す。RITEでは、実ガス試験センターの設置・運営および実ガスを用いた標準評価法の策定を行う。

研究事業イメージ



センター概要

- ✓RITE本部地区(京都府木津川市)内に評価棟・ユーティリティヤードを建設。
- ✓排ガス供給設備、吸収液試験設備、PSA試験設備、膜モジュール試験設備、各種ユーティリティ設備の設置を完了し、試運転を経て、標準材による試験を開始。



試験設備仕様

試験設備	仕様
1. 排ガス供給設備	● 都市ガスボイラ(蒸気量250kg/h規模) …各設備に100kg-CO ₂ /dを供給可能
2. 排ガス除害設備	● 活性炭吸着塔
3. 吸収液試験装置	● 吸収塔(充填層部): 200A×H4m 再生塔(充填層部): 100A×H4m ● 吸収塔入口温度(ガス/液): 40℃ ● 再生圧力/温度: 0.2MPaG/120℃
4. PSA試験装置 (Pressure Swing Adsorption)	● 吸着塔: 250A×H1.8m×3塔 ● 温度: 30℃ ● 圧力(吸着/脱着):101~900/10kPaA ● 露点: -60℃
5. 膜モジュール試験装置	● 膜モジュール: L1m程度 ● 温度: 30~85℃ ● 圧力(供給/透過):101~900/10~101kPaA ● 露点: -15~80℃

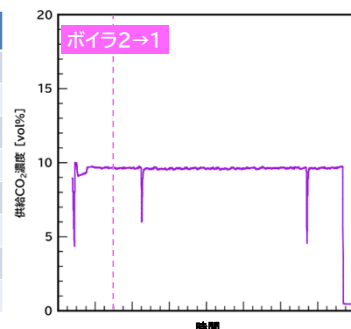
試験進捗

- ✓2台のボイラの運転を自動で切り替えることで、各試験設備に安定して長時間の排ガス供給を可能としている。

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
水分量	N ₂	vol%	86.4
	Xw	vol%	3.5
窒素酸化物	NOx	ppm	45
	NO	ppm	40
	NO ₂	ppm	5

ボイラ切替運転



外部サンプル試験の受入・センター利用



随時ご相談に応じますので、お気軽にお問い合わせください。

地球環境産業技術研究機構
化学研究グループ
kagaku@rite.or.jp

素材評価 お申込み・お問い合わせフォーム▶



Research Institute of Innovative Technology for the Earth

※この資料は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトの成果を基に作成しています。
NEDO委託事業(JPNP21024)「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
/低圧・低濃度 CO₂ 分離回収の低コスト化技術開発・実証
/CO₂ 分離素材の 標準評価共通基盤の確立」