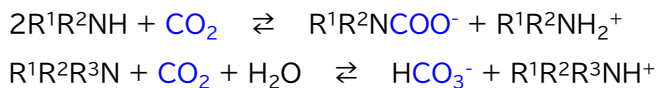


固体吸収材 ～燃焼排ガスから大気中のCO₂分離回収まで～

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が可能な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。

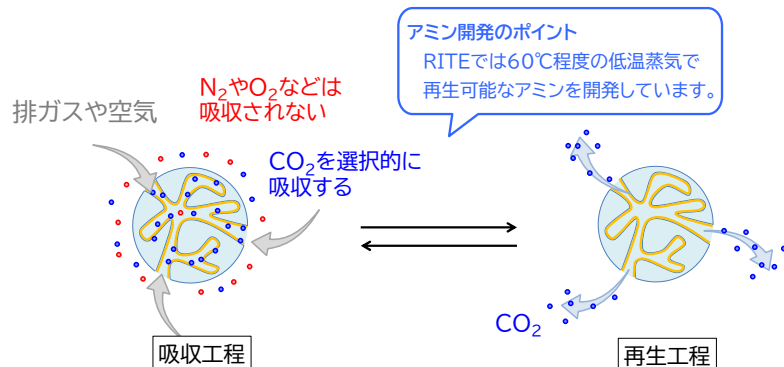
固体吸収材とは

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。

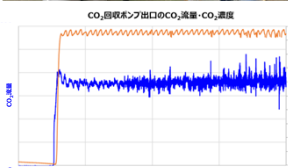


適用先① 石炭火力発電所

CO₂濃度:13%



- ✓ 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。
- ✓ 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、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。
- ✓ さらに、長時間の安定的なCO₂分離回収に向けて試験を実施しています。



実排ガス中間負荷試験@関西電力(株)舞鶴発電所

適用先② Direct Air Capture(DAC)

CO₂濃度:0.04%



パイロット試験装置@大阪・関西万博

- ✓ 開発したアミンを3種類の異なる構造体に担持して大阪・関西万博の会場で1,000時間のパイロット試験を実施しました。
- ✓ 回収したCO₂の一部(2.3 t)を大阪ガス(株)・エア・ウォーター(株)・三菱ガス化学(株)に供給し、メタネーション・ドライアイス製造・メタノール合成を行い、日本初のDACを利用した大規模なカーボンサイクルの実証に成功しました。

適用先③ 天然ガス火力発電所

CO₂濃度:3~4%



ベンチ試験装置@千代田化工建設(株)子安オフィス・リサーチパーク

- ✓ 数100kg/d規模のベンチ試験装置が稼働し始めました。
- ✓ 排ガス・排水分析の結果、測定した際の運転範囲内では吸収材由来の環境規制物質が排出されていないことを確認しました。
- ✓ ベンチ試験で用いている材料と同等の性能が期待でき、かつ酸化劣化耐性を更に高めたアミンRGB7を工業生産性ラインで製造し、大規模生産性に問題がないことを確認しました。
- ✓ 数万サイクルの連続回収試験によって材料寿命を評価すべく、ラボではNO_xを含む模擬ガスで吸収材の長期運転を実施中です。



耐久性評価試験装置

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/先進的CO₂吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究」、「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/天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO₂分離回収技術開発・実証/天然ガス燃焼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」、「ムーンショット型研究開発事業/地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現/大気中からの高効率CO₂分離回収・炭素循環技術の開発」の支援を受けて得た成果をもとに作成しています。

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、及び、海洋CDR向け新規先導研究～

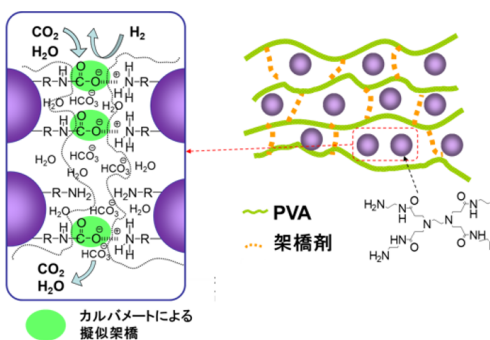
RITEは、次世代型膜モジュール技術研究組合(MGM組合)の一員として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の補助事業において、CO₂を選択的に分離回収する分子ゲート膜の水素製造システムへの適用性検討を三菱化工機株式会社と共同で進めています。

また、RITEが提案した「高速膜コンタクターおよびそれを用いる膜型DOC(Direct Ocean Capture)の研究開発」が、2026年5月にNEDO先導研究プログラム/フロンティア育成事業/海洋CDRの工業的技術開発へ採択され、RITEでは新たなCO₂分離膜研究に着手しました。

分子ゲート膜の水素製造システムへの適用性検討 MGM組合:膜・エレメント開発/三菱化工機:水素製造プロセス・実証試験

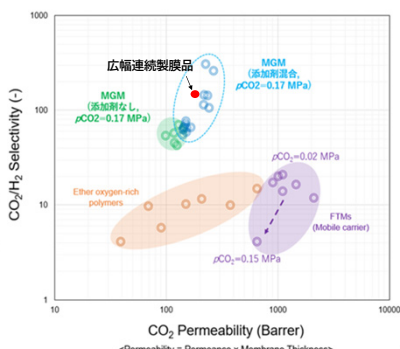
膜構造

H₂の透過を阻害し、CO₂を選択的に透過する機能膜



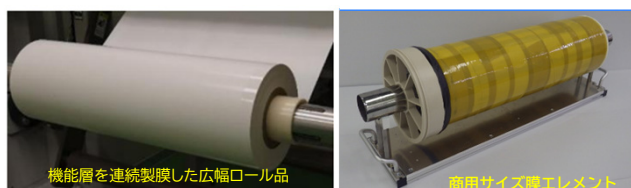
膜性能

世界最高レベルの対水素選択性の高分子膜

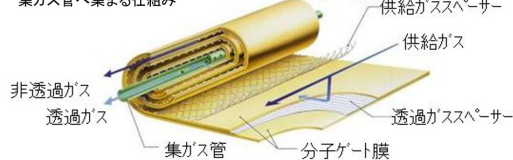


エレメント加工

分子ゲート機能層を支持膜へR2Rの連続塗工 → 自動巻取り・接着加工



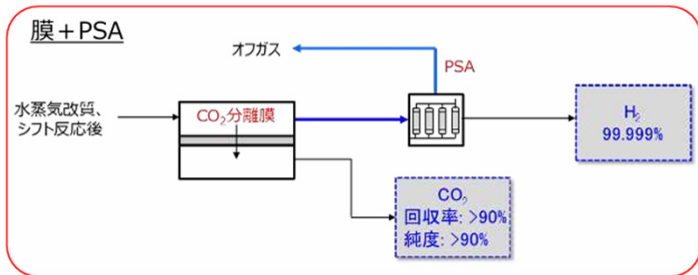
CO₂が膜を透過して集ガス管へ集まる仕組み



CO₂回収型水素製造プロセス

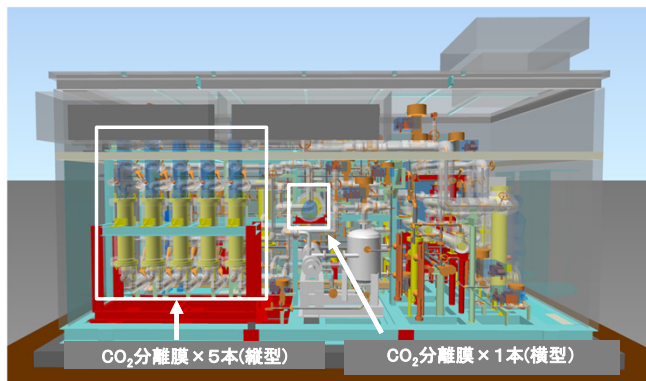
これまで未回収であったCO₂を分離回収でき、且つ、PSAのコンパクト化と水素製造量増加に寄与

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



実証試験

2026年9月～試運転 @三菱化工機 川崎製作所

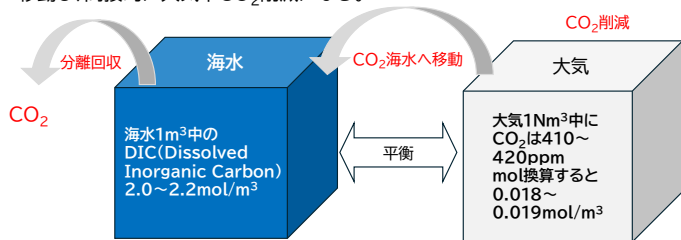


謝辞: 本内容は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の、委託事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂分離・回収技術の研究開発/二酸化炭素分離システム実用化研究開発/高性能CO₂分離膜モジュールを用いたCO₂-H₂膜分離システムの研究開発」、並びに、補助事業「高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討」の支援を受けて得た成果をもとに作成しています。

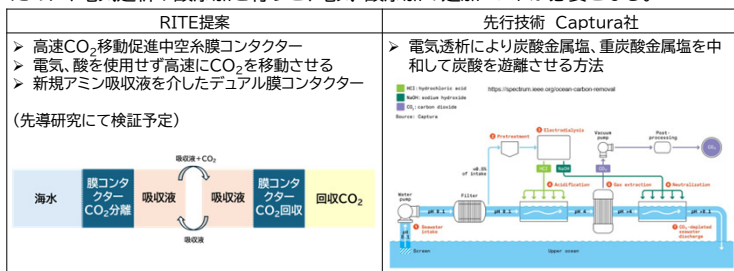
高速膜コンタクターおよびそれを用いる膜型DOC

RITE単独 2026年5月に先導研究フロンティア育成事業へ採択

DOC: 海水中には、炭酸イオン、重炭酸イオンとして1m³当たり大気中より100~125倍多くのCO₂が存在する。海水からCO₂を分離回収すると、平衡により大気からCO₂は海水へ移動し、間接的に大気中CO₂削減になる。



課題: 金属塩の状態で存在する炭酸イオン、重炭酸イオンを、フリーな炭酸へ変換するために、電気透析や酸添加を行うと、電気・酸添加の追加コストが必要となる。



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、「先導研究プログラム/フロンティア育成事業/海洋CDRの工業的技術開発(低コストCO₂回収技術)/高速膜コンタクター及びそれを用いる膜型DOCの研究開発」の採択を受けた内容をもとに作成しています。

無機膜

—CO₂有効利用と用途展開—

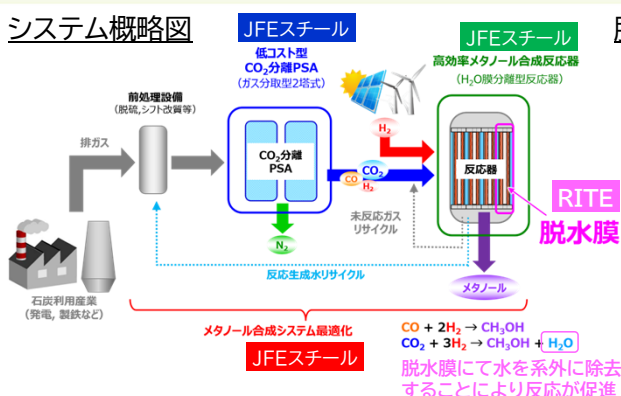
地球温暖化の原因の一つといわれているCO₂の大幅削減は世界的に重要な課題です。そのため、排出されるCO₂に対する対策であるCCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage)が重要視されています。

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。

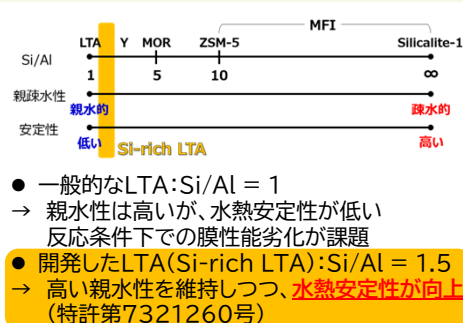
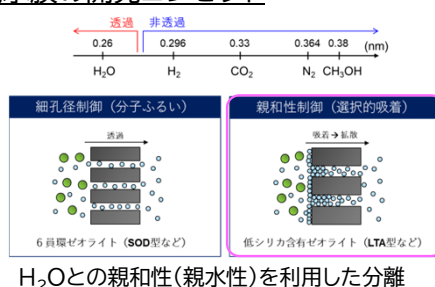
また、化学工業プロセスにて脱水は必要不可欠な工程であり、開発した脱水膜の用途展開が期待できます。

排ガスからのCO₂分離・回収と有効利用(メタノール合成)

システム概略図

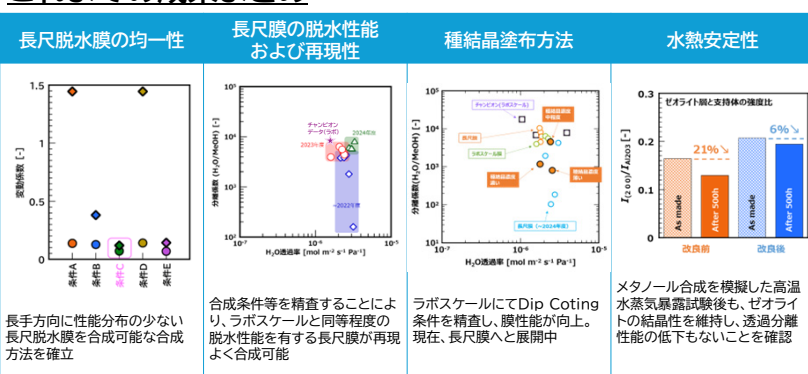


脱水膜の開発コンセプト



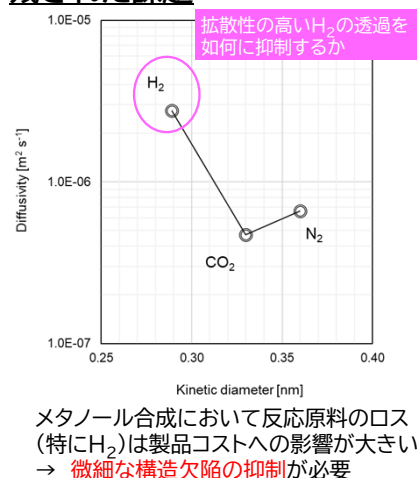
【26年度の目的】実用的長さの脱水膜の製造条件を確立する

これまでの成果まとめ

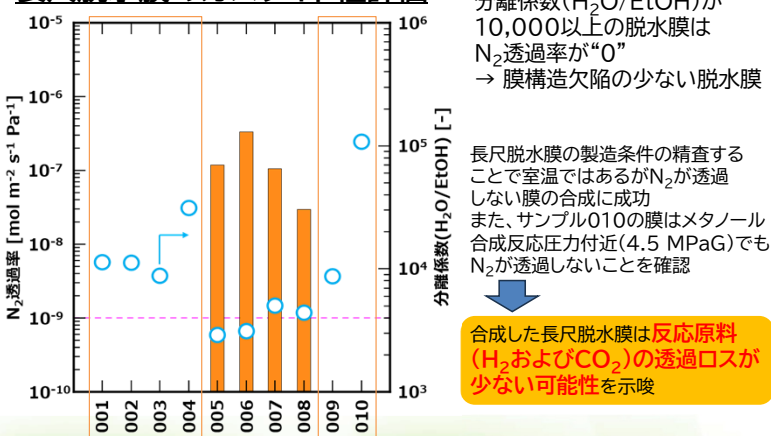


膜の合成条件を精査することにより、長手方向に対して均一であり、高い脱水性能を有する長尺膜を再現よく合成することに成功

残された課題



長尺脱水膜のガスタイト性評価

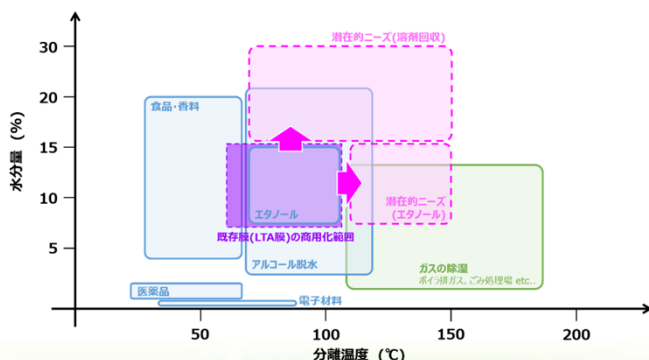


分離係数(H₂O/EtOH)が10,000以上の脱水膜はN₂透過率が“0”
→ 膜構造欠陥の少ない脱水膜

長尺脱水膜の製造条件の精査することで室温ではあるがN₂が透過しない膜の合成に成功
また、サンプル010の膜はメタノール合成反応圧力付近(4.5 MPaG)でもN₂が透過しないことを確認
合成した長尺脱水膜は**反応原料(H₂およびCO₂)の透過ロスが少ない可能性を示唆**

開発した脱水膜の用途展開

開発した長尺脱水膜は市販されているLTA膜よりも高性能、高耐久であり、これまで適用が困難であった用途への展開が可能である



※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)

化学吸収液

RITEの開発実績(吸収液開発から実用化まで)及び今後の展開

化学吸収液を用いたCO₂分離回収は、既に技術成熟度が高く、大規模な商用設備も稼働しています。しかし、将来のCCS事業の自立化のためには、省エネ・低廃熱利用・吸収/放散両プロセスの設備コンパクト化など超低コスト化が求められます。さらに、海外勢の台頭に負けないための国際競争力維持・強化も必要です。

RITEは、20年以上の研究開発実績(アミン水溶液系吸収液の実用化、高性能な次世代技術「混合溶媒系吸収液」の開発)で蓄積した豊富な知識・経験をもとに更なる技術革新に取り組んでいきます

更なるチャレンジ(先進性・独創性の探求)

【革新的吸収液技術の追求】

➤ 吸収液に求められる性能指標の全てに優れる新規化学吸収液の開発

性能指標	新規吸収液	カルバメート型吸収液	バイカーボネート型吸収液
吸収速度	大	大	小
放散速度	大	小	大
エネルギー消費	小	大	小

➤ RITEの活動は国際的にも注目されています(第8回燃焼後回収会議サマリーから)

RITE has advanced CO₂ capture technologies through the development of novel water-lean solvents. ... This innovation positions water-lean solvents as a viable pathway for scalable, energy optimised CO₂ abatement, with potential for broader industrial adoption by minimizing operational penalties and improving process economics.

“IEAGHG, “8th Post Combustion Capture Conference Summary”, March 2026, 2026-TR02, p.24, doi.org/10.62849/2026-TR02”
(<https://ieaghg.org/publications/2026-TR02%20PCCC-8%20Summary%20Report.pdf>)

今後の展開

➤ 先進的CCS事業への支援

- エンジニアリングメーカーへの特許ライセンス
- 先進的CCS事業者への技術支援・共同研究

➤ 開発液の適用先拡充

- 吸収液リプレイス先開拓
- 製鉄所以外の排出源への適用検討

新規技術開発(混合溶媒系)

【新規技術の検討】

- ✓ 非水溶媒
- ✓ イオン液体
- ✓ 反応促進触媒
- ✓ 相分離型吸収液

➤ 混合溶媒系吸収液技術の開発

(アミン水溶液の一部水を非水溶媒で代替)

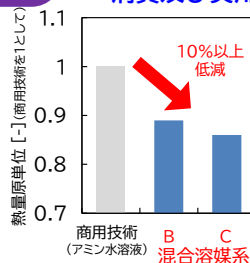
- ① CO₂吸収形態の変化
(バイカーボネート↓、アルキルカーボネート↑)
- ② 分極影響の緩和

- ✓ 化学種/組成検討により吸収熱低減に成功

新規技術検証(～2025)

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™”
CO₂回収能力: 0.2～1.0 t-CO₂/日
(日鉄エンジニアリング㈱保有)
対象ガス: 高炉ガス(22%CO₂)

- 2025年度には、パイロットプラント試験(30t-CO₂/日)を実施。
良好な結果を得た。



m-ESCAP™
<https://www.eng.nipponsteel.com/news/2024/20240508.html>

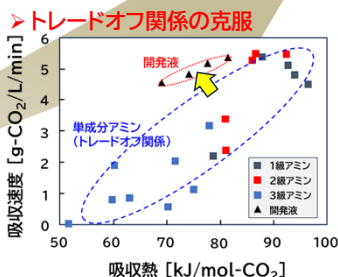
高性能アミン開発

【アミン化合物の評価・設計】

- ✓ 新規アミン探索
- ✓ 新規組成開発

CO₂吸収の反応形態

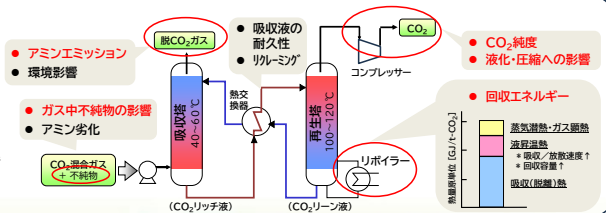
- カルバメート生成 ... 吸収速度大, 反応熱大
 $2R^1R^2NH + CO_2 \rightleftharpoons R^1R^2NCOO^- + R^1R^2NH_2^+$
- バイカーボネート生成 ... 吸収速度小, 反応熱小
 $R^1R^2R^3N + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + R^1R^2R^3NH^+$



化学吸収法の課題

【アミン化合物】

アミン基 水素基
モノエタノールアミンの分子構造(例)
・アミンは窒素原子を有するアンモニア誘導体であり、化学産業分野で様々な役割を担う重要な化合物です。置換基の組合せにより膨大な分子構造が考えられます。
・窒素原子と結合した水素原子の数に応じて、1級～3級アミンに分類されます。



RITEの専門性・優位性

- ✓ 新規物質の設計・合成
- ✓ 吸収剤・吸収液の評価
- ✓ プロセスシミュレーション
- ✓ 不純物影響、吸収液劣化耐性の評価
- ✓ 蓄積された吸収材・吸収液の知見
- ✓ 吸収液評価結果のデータベース



Research Institute of Innovative Technology for the Earth

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、委託業務「環境調和型プロセス技術の開発/水素還元等プロセス技術の開発」(COURSE50プロジェクト, JPNP13012)、および委託事業「グリーンイノベーション基金事業/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」(GREINS, JPNP21019)の成果をもとに作成しました。

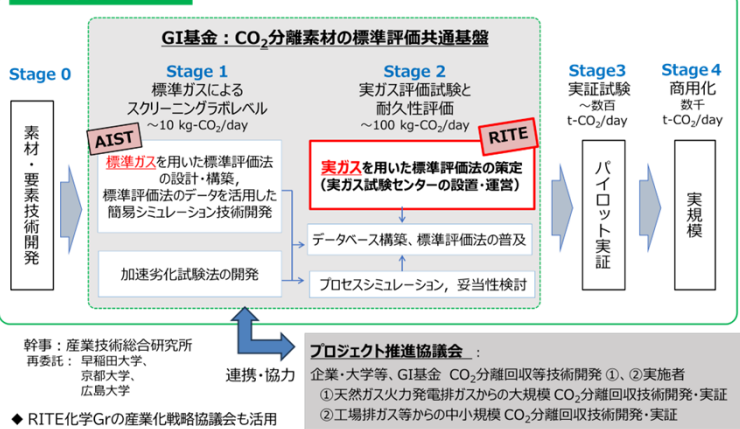
RITE Carbon Capture Center

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』

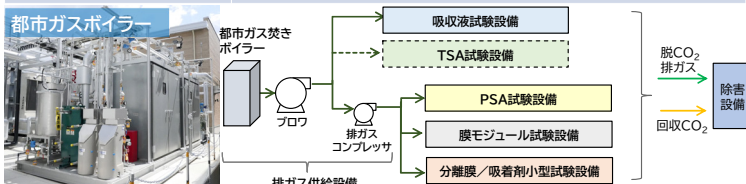
- ✓AISTが標準ガスを、RITEが実ガスを担当し相互に協力して、標準評価共通基盤の確立を目指す。RITEでは、実ガス試験センターの設置・運営および実ガスを用いた標準評価法の策定を行う。

研究事業イメージ



試験設備仕様

試験設備	仕 様
1. 排ガス供給設備	● 都市ガスボイラー(蒸気量250kg/h規模)×2基
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×H3m 再生塔(充填層部): 100A×H2m ● 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
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



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。

試験進捗

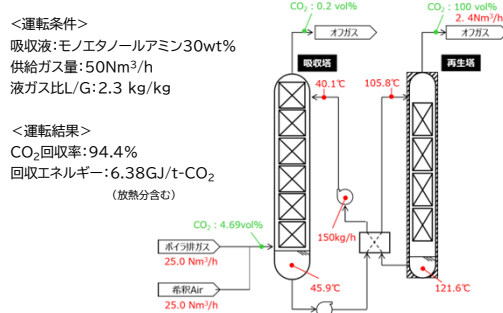
- ✓今年度、分離膜／吸着剤小型試験設備、TSA試験設備を導入。
(2026年6月) (2026年12月)

吸収液試験設備



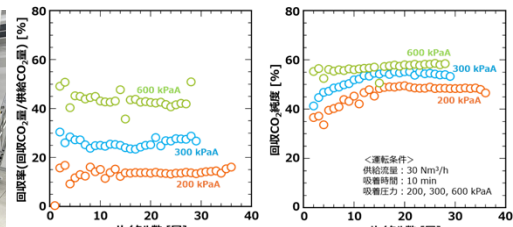
＜運転条件＞
 吸収液：モノエタノールアミン30wt%
 供給ガス量：50Nm³/h
 液ガス比L/G：2.3 kg/kg

＜運転結果＞
CO₂回収率：94.4%
回収エネルギー：6.38GJ/t-CO₂
(放熱分含む)



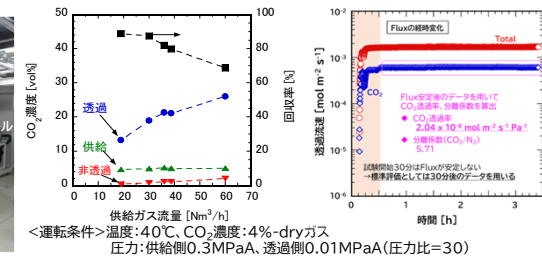
- ✓標準吸収液であるモノエタノールアミンを用いたデータを取得

PSA試験設備



- ✓ 標準材であるゼオライトの分離特性データを取得

膜モジュール試験設備



- ✓標準材であるポリイミド系ガス分離膜モジュールの分離特性データを取得



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)

47企業等 (2026年8月1日現在)

【年会費】

30万円

【入会方法】

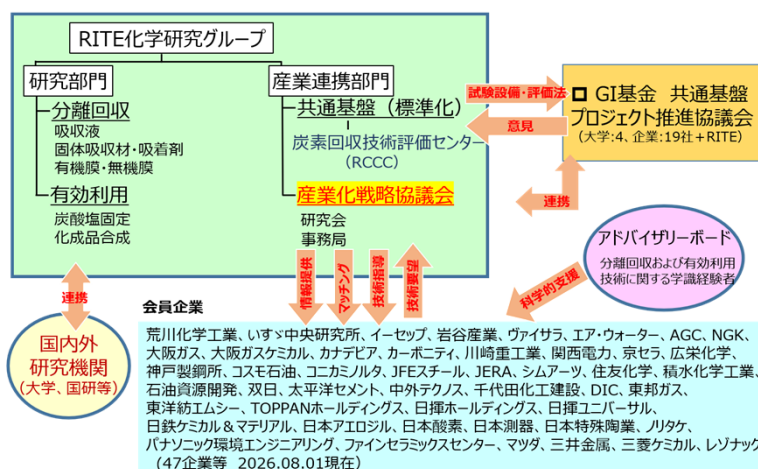
お問合せ先まで、ご連絡ください。

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



見学会
(RITE RCCC)



海外調査活動(南京工業大学)



RITE未来の森見学会
(大阪・関西万博)

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)75-2305 e-mail: kagaku@rite.or.jp