

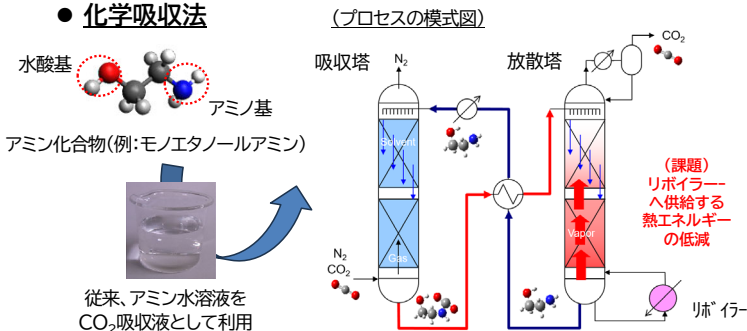
化学吸収法によるCO₂排出削減 ～混合溶媒系吸収液の実用化～

化学吸収法によるCO₂分離回収技術は技術成熟が進んでおり、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排出源への早期技術普及が望めます。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」を新規提案し、更なる高性能なCO₂分離回収技術の開発に取り組んでいます。

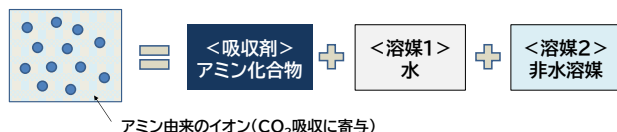
化学吸収液開発

- 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(株)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、RITE独自の革新的技術「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

化学吸収法

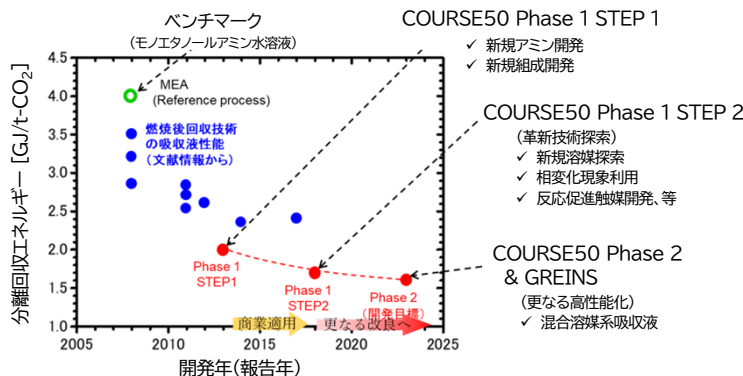


革新的技術「混合溶媒系吸収液」



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分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。

新規技術による高性能化の流れ



これまでの成果の適用先(商用設備への採用)

	1号機 (2014～)	2号機 (2018～)
設備		
設備規模	120 t/day	143 t/day
排出源	製鉄熱風炉	石炭火力(※)
CO ₂ 用途	産業用CO ₂ 製造	飼料添加物製造
設置場所	日本製鉄北日本製鉄所 室蘭地区構内	住友共同電力 新居浜西火力発電所内

www.eng.nipponsteel.com

※2号機は石炭火力発電所の燃焼排ガスを対象とした化学吸収法によるCO₂分離回収技術として日本初の商業設備

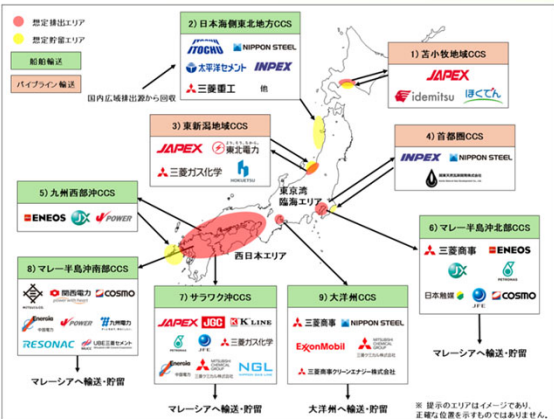
吸収液開発の課題

- ✓ 吸収液の更なる高性能化
- ✓ CO₂排出源(ユーザー)からの要望の開発への反映
- ✓ 千トンスケールの吸収液製造への対応、など

大規模検討(国内動向)

➢ 2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境整備

先進的CCS事業(採択された9地点, R6年6月時点)

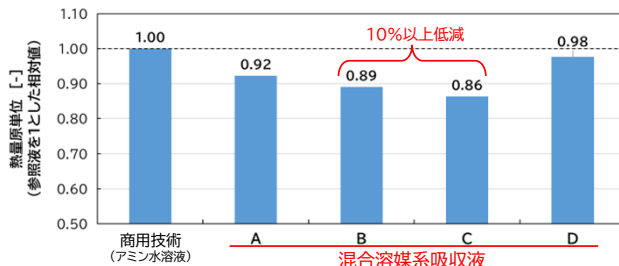


(出典) <https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240628011/20240628011.html>

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

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)



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」(JPNP21019)の支援を受けて得た成果をもとに作成しました。

※ 本内容に関する問合せ先:
 RITE化学研究グループ
 水野(mizuno@rite.or.jp)
 F. A. Chowdhury(Firoz@rite.or.jp)
 後藤(goto.ka@rite.or.jp)



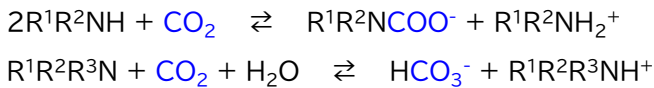
固体吸収材

～ 燃焼排ガス、そして大気中からのCO₂分離回収～

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。

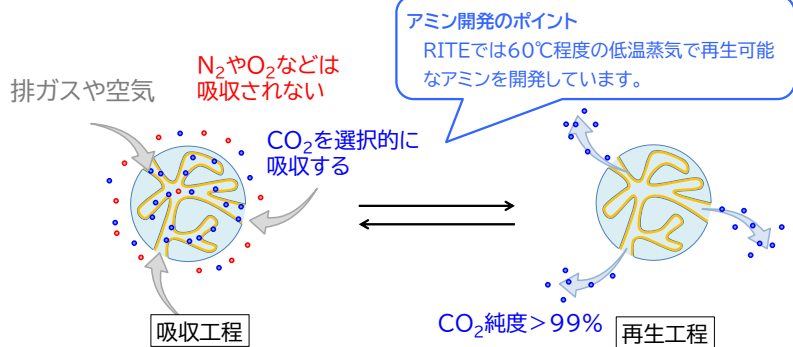
固体吸収材とは

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

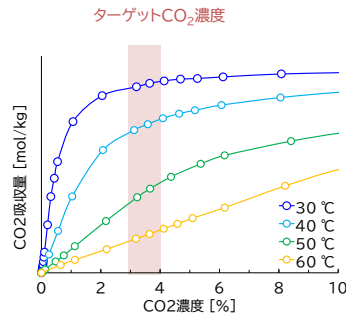
CO₂濃度: 13%



- ✓ 低温再生性とCO₂吸収量に優れたアミンを開発し、100m³規模の固体吸収材を製造しました。
- ✓ 製造した固体吸収材は関西電力(株)舞鶴発電所に設置された川崎重工業(株)のパイロット試験装置に充填し、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2024年1月から開始しています。

適用先② 天然ガス火力発電所

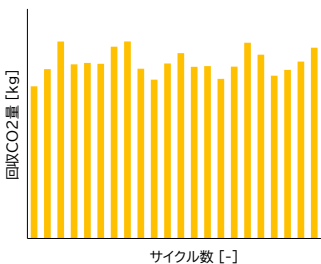
CO₂濃度: 3~4%



- ✓ システム側(千代田化工建設(株))の要求を満たすよう、僅かな温度変化でCO₂吸収量が大きく変化するアミンを開発しました。

適用先③ Direct Air Capture

CO₂濃度: 0.04%



- ✓ DAC用に低濃度のCO₂を効率的に吸脱着できるアミンを開発しました。
- ✓ 新たに開発したアミンを担持した構造体状の固体吸収材を用いて、大気中から安定して純度95%以上のCO₂が回収できることを確認しました。



- ✓ 大阪・関西万博の「RITE 未来の森」にてパイロットスケールのDACを実証するための準備を進めています。
- ✓ そこでは回収したCO₂の利活用に関する実証試験も行う予定です。

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/先進的二氧化碳固体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・低温度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

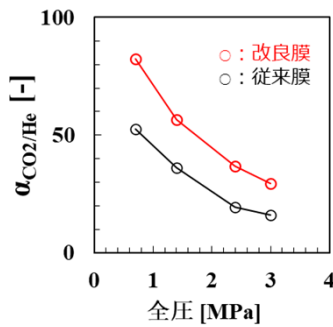
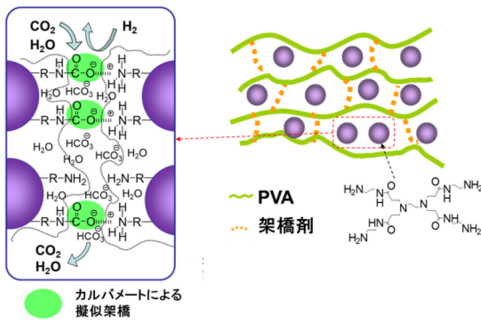
～分子ゲート膜を利用したCO₂分離回収型水素製造～

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)の技術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』の助成事業として2024年5月より開始しました。

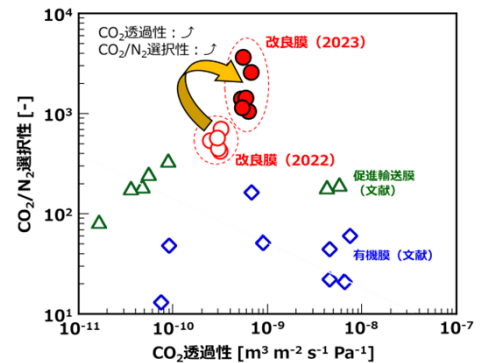
水素製造に適する膜のチューニング

- 3MPa耐圧を有する有機ゲル膜。3MPaにおいても高選択性(CO₂/H₂)を有する。
- 中圧向けに改良し、更なる高選択性と高透過性を実現。

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°C, 全圧0.7~3MPa, 供給ガス組成CO₂/He=40/60, 湿度60%RH



試験条件: 温度85°C, 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。

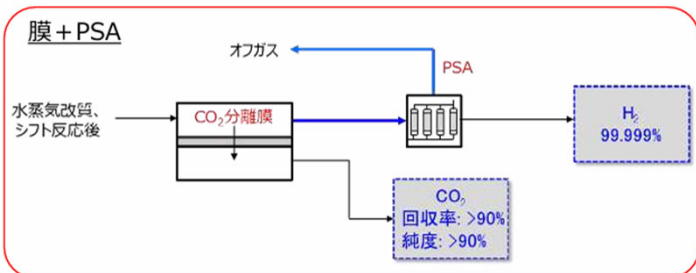


項目	想定値
CO ₂ 分離回収	90%
回収率	90%
1ユニットあたり回収量	21t/day

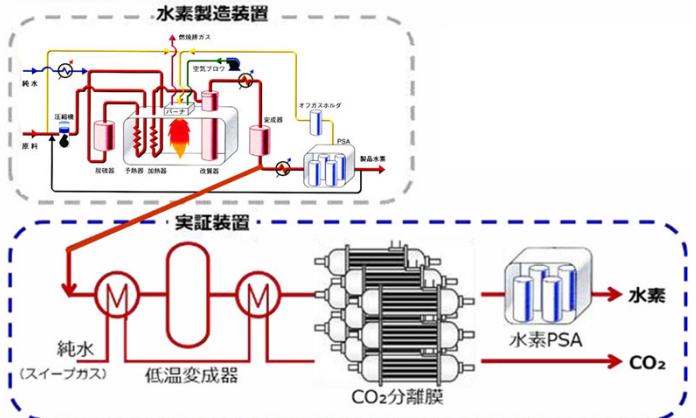
水素製造システムへの適用

- これまで未回収であったCO₂を分離回収し、有効活用
- PSAの負荷を低減(コンパクト化)でき、エネルギー削減に寄与

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



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」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。



無機膜

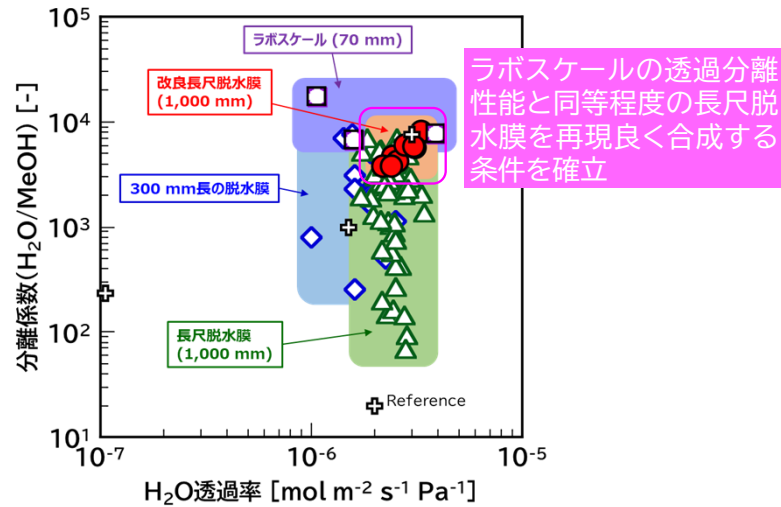
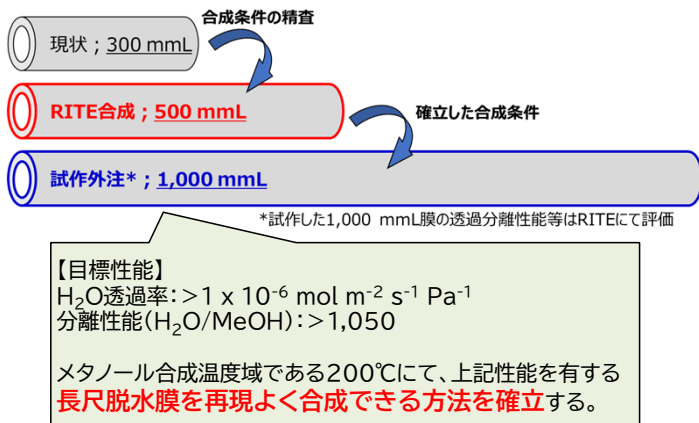
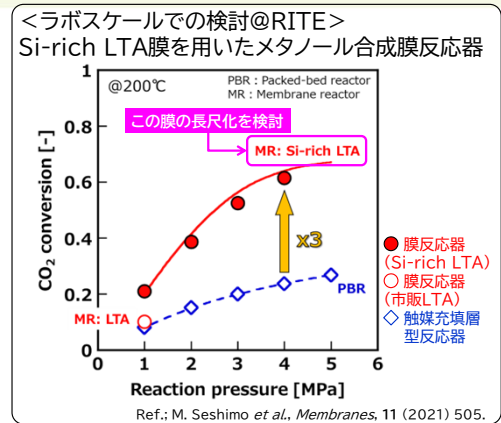
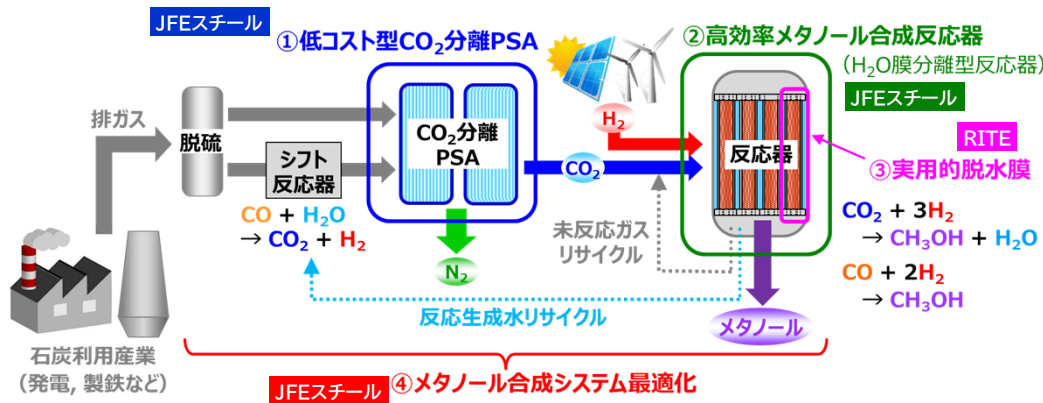
—CO₂有効利用と新規用途展開—

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。

また、水素分離膜として開発してきたシリカ膜の新規用途展開を検討中です。

排ガスからのCO₂分離・回収と有効利用(メタノール合成)



長尺脱水膜の再現性および量産性向上を検討

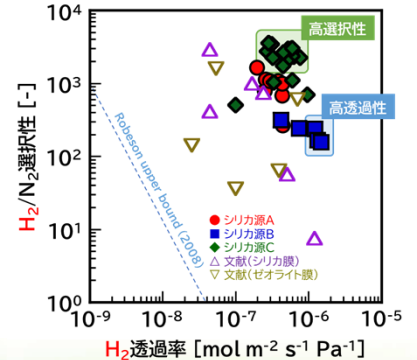
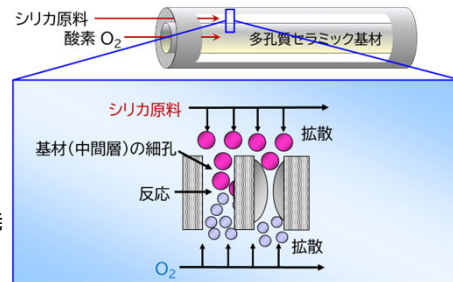
シリカ膜の新規用途展開

シリカ膜の新規用途展開としてHe回収を目的とした分離膜を開発 (JFCCからの再委託)

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

これまで水素分離を目的としたシリカ膜の開発を行ってきた
現在、シリカ膜の新規用途展開として、ガス田からのHe回収を検討

He分離用シリカ膜の長尺化を検討
【製膜方法: 対向拡散CVD法】



<分子サイズ>

He : 0.26 nm
H₂ : 0.29 nm
CO₂ : 0.33 nm
N₂ : 0.36 nm

わずか0.1 nmの分子サイズ差を見分けることのできるシリカ膜を開発

※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)
NEDO委託事業(JFCCからの再委託)「NEDO先導研究プログラム/新産業・革新技术創出に向けた先導研究プログラム/不燃性ガス田における高効率ヘリウム膜分離回収技術の開発」(JPNP14004)

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 —

多様な産業界のニーズに応えるため、化学研究グループを主体とし、これまでの無機膜の産業化に関する活動を継続しつつ、CO₂分離回収・有効利用技術の産業化に拡大した活動を行っています。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

2023年度から、新たに2つの研究会を実施しています。

テーマ	概要
CO ₂ 分離回収	CO ₂ 分離回収に関する情報収集 収集した情報に基づくロードマップに関する議論および ロードマップ作成準備
膜反応器	膜反応器に関する情報収集 収集した情報に基づくロードマップに関する議論および ロードマップ作成準備

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

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)

35社 (2024年8月19日現在)

【年会費】

30万円

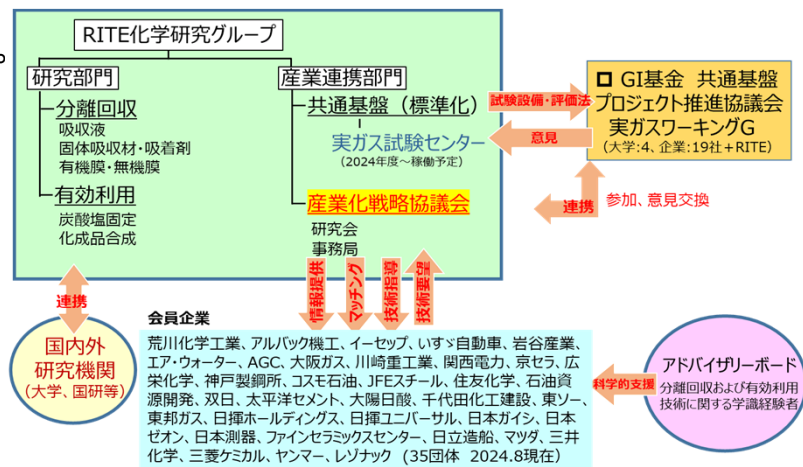
【入会方法】

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 団体会員のみで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)

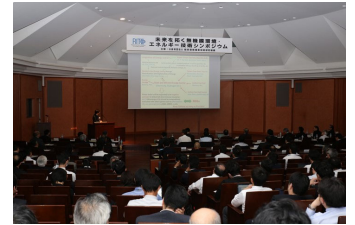
【産業化戦略協議会の位置づけ】



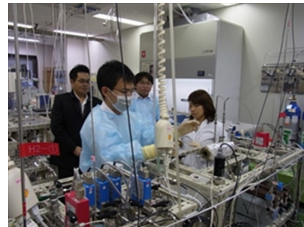
【これまでの活動実績】



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

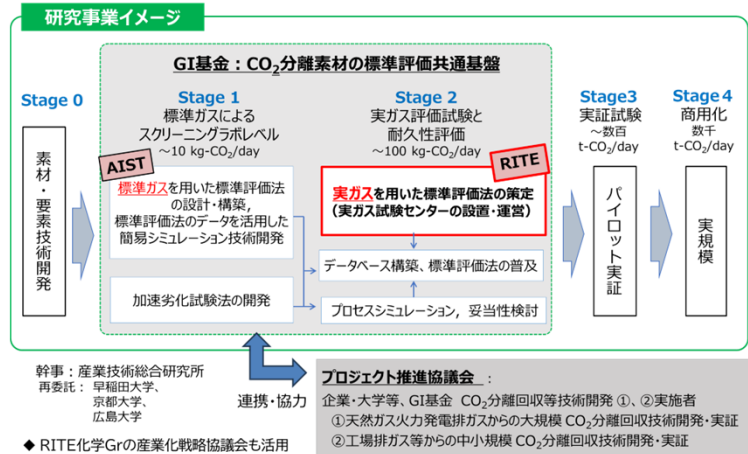
(公財)地球環境産業技術研究機構 化学研究グループ 山田、菰野
TEL: (0774)95-5086 e-mail: kagaku@rite.or.jp

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%以下のボイラー燃焼排ガスによる実ガス試験を行えるセンターをRITE内に設置します。最大100kg/日のCO₂を分離回収できる各試験設備(吸収法、吸着法、膜分離法)を備えた、様々な分離素材の実ガス性能評価に適したセンターです。標準評価法を提供し、外部サンプルの受入れを可能とする運用を行いますので、是非、ご利用ください。

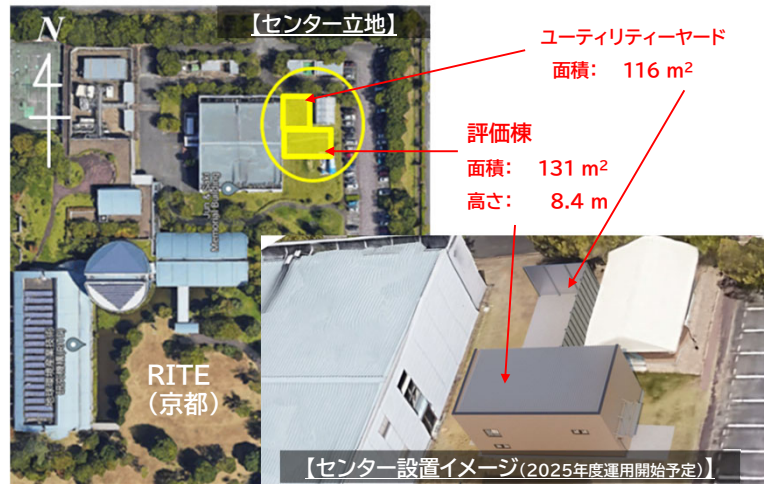
グリーンイノベーション事業『CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立』

- ✓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、実ガスを用いた標準評価法の策定、実ガス試験センターの設置・運営の準備を実施中である。



センター立地、設置イメージ

- ✓RITE本部地区(京都府木津川市)内に評価棟・ユーティリティーヤードをRITE自己資金で建設中である。(9月末評価棟完成、12月末ユーティリティーヤード完成予定)
- ✓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、排ガス除害設備、各種ユーティリティー設備をグリーンイノベーション事業『CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立』の事業費にて発注し、現在製作中。



各試験設備仕様

設備	製作仕様
1. 排ガス供給設備	<ul style="list-style-type: none"> 都市ガスボイラー (250kg蒸気/h規模) …各設備に対し100kg-CO₂/dは堅持
2. 排ガス除害設備	<ul style="list-style-type: none"> 活性炭吸着塔×2基
3. 吸収液試験装置	<ul style="list-style-type: none"> 吸収塔(充填層部)：2mH×0.2mφ 再生塔(充填層部)：2mH×0.1mφ 吸収塔入口温度(ガス/液)：40℃ 再生圧力/温度：0.2MPa/120℃
4. PSA試験装置 (PSA: Pressure Swing Adsorption)	<ul style="list-style-type: none"> 吸着槽：250A×1800L×3塔 温度：30℃ 圧力：101~900kPa(吸着) 10kPa(脱着) 露点：-60℃
5. 膜モジュール試験装置	<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℃ 圧力：101~900kPa(供給) 10~101kPa(透過) 露点：-15~80℃

✓8月19日 建屋工事の状況



外部サンプル受入・センター利用

- ✓グリーンイノベーション基金『CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立』の委託元であるNEDO、本事業の共同実施者であるAISTと外部サンプル受入体制・契約等について協議中。2024年度内にご案内できるよう準備を進めている。

【問い合わせ・連絡先】

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