

# 化学研究グループのCO<sub>2</sub>分離回収技術 吸収液、分離膜、固体吸収材

特殊に官能基変換した様々なアミン化合物をCO<sub>2</sub>分離回収へ利用する技術開発をしています。液へ溶解して吸収液へ、支持体へ塗布して分離膜へ、担体へ担持して固体吸収材へ利用します。本発表では、「CO<sub>2</sub>吸収性能が高く、再生しやすい化学吸収液」、「CO<sub>2</sub>を選択的に分離する分子ゲート膜(MGM)」、「CO<sub>2</sub>吸着性能が高く、脱着しやすい固体吸収材」の技術開発・社会実装へ向けた取り組みを紹介しします。

## 化学吸収液

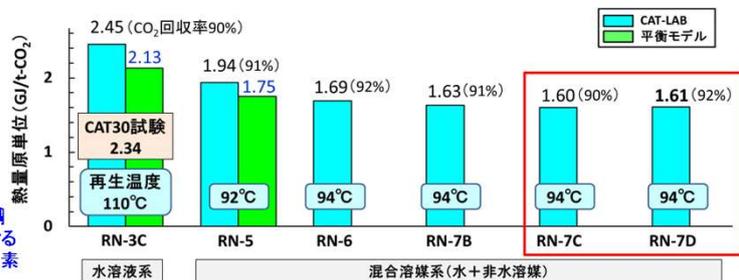
COURSE50プロジェクトPhase I (2008年～2017年)にて**低温再生に有利な吸収液を開発**。日鉄エンジニアリング(株)のESCAP®に採用され、**国内2プラントで稼働中**。

	1号機 (2014～)	2号機 (2018～)
設備規模	120 t/day	143 t/day
排出源	製鉄熱風炉	石炭火力(※)
CO <sub>2</sub> 用途	産業用CO <sub>2</sub> 製造	飼料添加物製造

- 2018年～COURSE50Phase II、2021年～グリーンイノベーション基金事業GREINS「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」にて「CO<sub>2</sub>の分離・回収技術」に係る研究開発を受託し、さらなる革新的技術「**混合溶媒系吸収液**」を開発中。



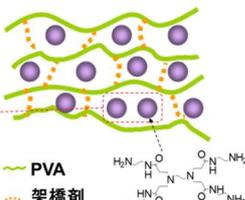
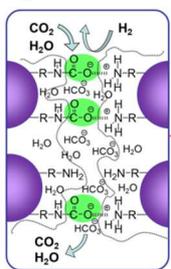
謝辞：本内容は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の、委託業務「環境調和型プロセス技術の開発／水素還元等プロセス技術の開発(フェーズI, フェーズII)」(日本鉄鋼連盟 COURSE50プロジェクト)、および委託事業「グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用／高炉を用いた水素還元技術の開発／外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素化技術等の開発」の支援を受けて得た成果をもとに作成しています。



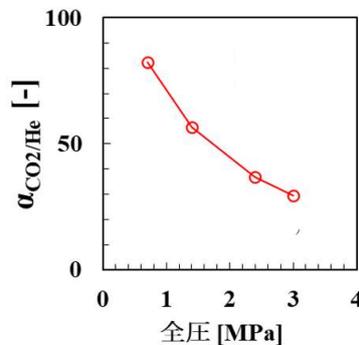
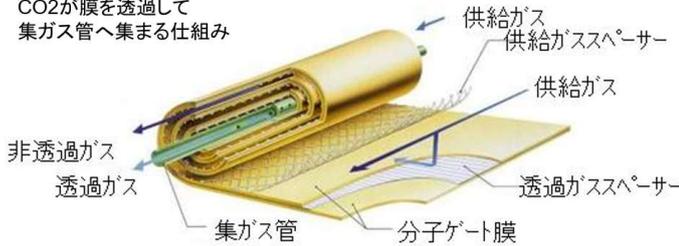
## 分子ゲート膜

- 3MPa耐圧を有する有機ゲル膜。3MPaにおいても高選択性(CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>)を発現。
- 分子ゲート膜をスパイラル型エレメントに加工し、**水素製造装置向けの膜分離システムを検討中**。

H<sub>2</sub>の透過を阻害し、CO<sub>2</sub>を選択的に透過する機能膜



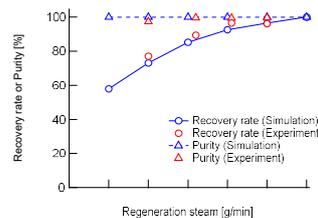
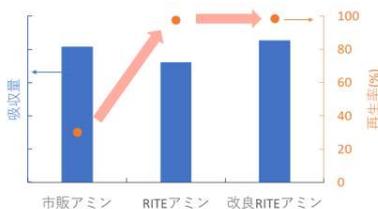
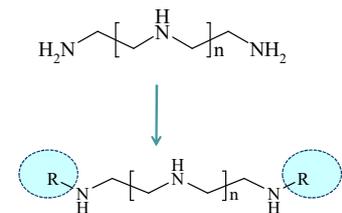
CO<sub>2</sub>が膜を透過して集ガス管へ集まる仕組み



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／CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>分離膜モジュールを用いたCO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>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。

## 固体吸収材

- 高い再生率を有しつつ、吸収量が多いアミンを開発。担体、アミン、吸収材の100m<sup>3</sup>規模での製造を完了。
- 関西電力(株)舞鶴発電所(石炭火力)に設置のパイロット試験設備(川崎重工業担当)へ固体吸収材を供給。
- 石炭火力発電所排ガスから**40ton/dayでCO<sub>2</sub>を分離回収するパイロット試験を2023年下期以降に実施予定**。
- ベンチ試験装置のデータを元に確立したシミュレーションを用いてパイロット試験でサイクル運転の最適化をはかる。



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、委託事業「カーボンサイクル・次世代火力発電等技術開発／CO<sub>2</sub>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石炭燃焼排ガス適用性研究」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

連携先 化学吸収液 日本製鉄株式会社  
分子ゲート膜 住友化学株式会社  
固体吸収材 川崎重工業株式会社

# Direct Air Capture (DAC)

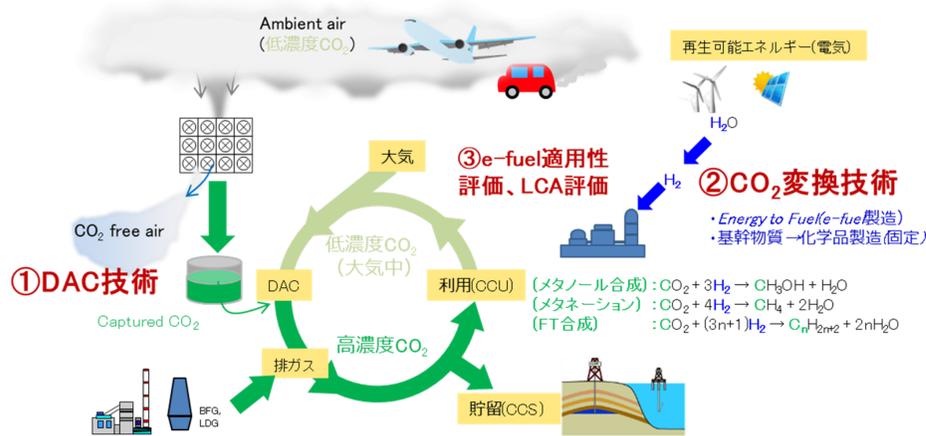
## —万博実証に向けたDAC技術開発の取り組み—

カーボンニュートラル、更にはカーボンネガティブの達成に向けてRITEでは、大気中のCO<sub>2</sub>を、直接回収するDirect Air Capture (DAC) 技術の開発をNEDOムーンショット型研究開発事業の中で推進しています。海外が先行するDAC技術の、国内での研究開発を加速するために、万博会場にてベンチスケール規模の大型DAC装置による実証試験を計画しています。RITEは、経済的に受容可能なDACの社会実装を達成することにより、我が国が目指している低炭素社会の構築に貢献します。

### RITEのDAC技術開発、万博実証試験の概要および世界のDAC技術

#### NEDOムーンショット型研究開発事業への取り組み:

「ムーンショット型研究開発事業」で掲げられた目標 4 「2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」にて、金沢大学および三菱重工業株式会社(以下、三菱重工)と協力して、大気中からの高効率CO<sub>2</sub>分離回収・炭素循環技術の開発を推進しています。



#### DAC技術の社会実装のイメージ

#### 2025年万博実証試験の概要:

低温(60℃)での再生(CO<sub>2</sub>回収)が可能なRITE開発アミンを用いる、CO<sub>2</sub>回収量最大500kg/日のベンチスケール実証機を万博のカーボンリサイクルファクトリー会場に設置し、大気からのCO<sub>2</sub>回収の実証試験を行います。

RITE開発アミンを適用した固体吸収材料をベンチスケール規模で製造し、その性能を検証します。更に三菱重工が中心となり、①吸収ユニットのサイズ最大化、②吸収ユニット並列化・再生ユニット共有化、③ユーティリティ共有化の実証を行います(NEDOムーンショット事業)。

また、このカーボンリサイクルファクトリー会場では、回収したCO<sub>2</sub>の利活用に関する実証を行います。

#### 世界のDAC技術と本格的な社会実装への課題:

DAC技術開発は欧米が先行しており、材料開発、装置の改良と大型化を同時に進めています。本格的な社会実装に向けての課題は、回収エネルギーと回収コストの低減です。

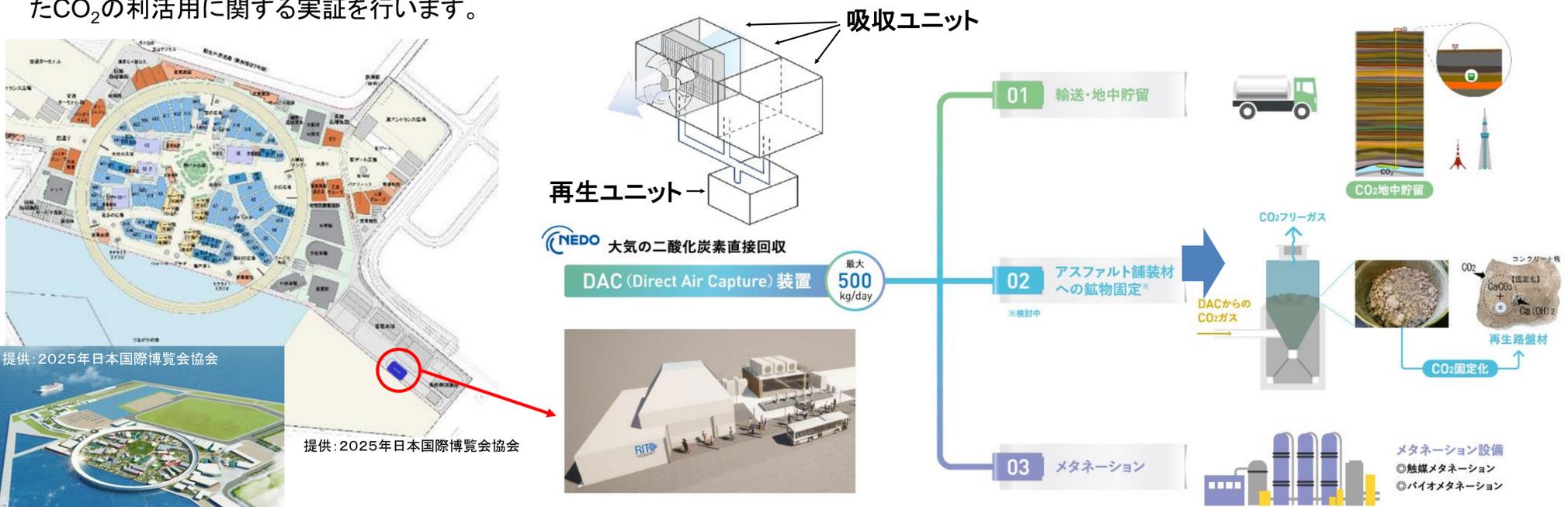
#### 海外のDAC企業の大規模化の動き\*

企業	実施場所	Project (協力企業)	CO <sub>2</sub> 回収量	材料/回収エネルギー・コスト	適用先	期間
Carbon Engineering (Canada)	米国	Permian Basin in West Texas Occidental Petroleum 1PointFive	50万t/y 設計中	KOH/Ca(OH) <sub>2</sub> を含む水溶液 5.3 GJ/t-CO <sub>2</sub> (熱) 366 kWh/t-CO <sub>2</sub> (電力) 94-232\$/t-CO <sub>2</sub>	EOR/地中貯留	2022に建設開始、2024年未稼働予定(世界初の50万t/y DACプラント)
	英国	North-East Scotland Dreamcatcher Project (Storegga)	50~100万t/y 設計中		Acorn CCSプロジェクトとの連携	2021 FS 2022 詳細設計 2026年までに稼働
	カナダ	Squamish, British Columbia Direct Air Capture Innovation Center (BBA)	不明(操作,実験用1,250m <sup>2</sup> の建物)		DACとAIR TO FUELS プロセスの完全統合	隣接パイロットプラントで2015年からDAC、2017年から燃料変換
Climeworks (Switzerland)	アイスランド	Hellisheiði Geothermal Power Plant Project Silverstone (Carbfix, ON Power)	8万ton庄入済 @2022年 現在12,000t/y 計画34,000t/y	アミン修飾フィルタ(固体吸収材でフィルタは樹脂) 9.0GJ/t-CO <sub>2</sub> (熱) 450kWh/t-CO <sub>2</sub> (電力) 600\$/t-CO <sub>2</sub> (2025年頃目標コスト100\$/t-CO <sub>2</sub> )	地中(玄武岩層)貯留	2012 Pilotスケール開始 2021 9月~Orca稼働 1年半~2年後Mammoth稼働予定(2050年までに10億t/y達成)
		Project Orca(Carbfix)	4,000t/y (現状世界最大) 3.6万t/y			
	ドイツ ルウェー	Dresden Koperniks(Power-to-X) Project (Sunfire, INERATEC)	不明		FT合成(Norsk e-Fuel)	2023年 1000万L 2026年 1億L 予定
Global Thermostat (USA)	チリ	Magallanes (チリ南のパタゴニア地方) Haru Oni Project (Porsche, Siemens Energy, Enel Green Power, ENAP, ExxonMobil)	1ユニット当たり2,000t/y×4基~8ヶ所計画 他4ヶ所も計画中(米国,アジア,豪州)	アミン含有ゼミクス(固体吸収材) 4.4 GJ/t-CO <sub>2</sub> (熱) 160 kWh/t-CO <sub>2</sub> (電力) 150\$/t-CO <sub>2</sub>	eFuel合成(MTG)	2022年12月初のeFuel製造 2024 5500万L 2026 5.5億LのeFuel製造を計画 2023年7月 日本法人設立
	米国	Denver Colorado Global Thermostat Tech Center (開発センター)	≥1,000t/y			2022年末稼働

\*各企業HP,各種資料よりRITE作成

#### 今後のRITEのDAC技術開発:

2025年度の万博実証試験後も引き続き実証試験を計画します。2027~2029年でのパイロット規模実証試験へと進展させるべく、低い回収エネルギー、コストを実現できる固体吸収材料(アミン、担持構造体)およびプロセスの研究開発を推進します。



#### 2025年万博/未来社会ショーケース事業へのRITE協賛事業(DAC)の概要

本資料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)からの委託事業の成果をもとに作成しています。FY2020~「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CO<sub>2</sub>分離回収・炭素循環技術の開発」



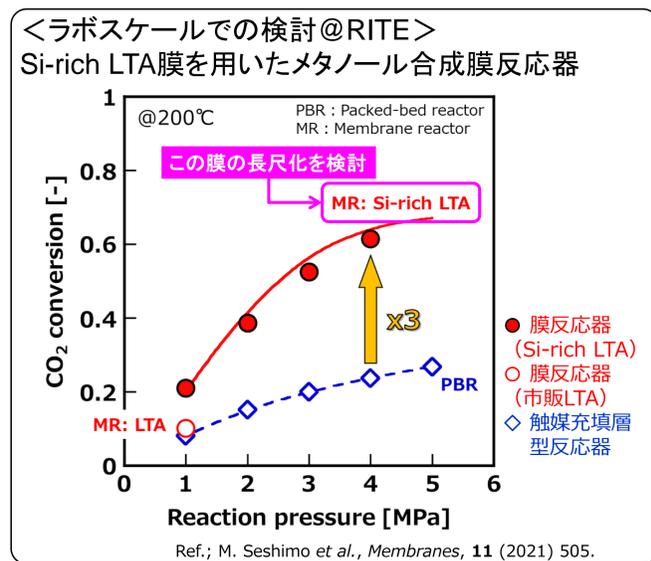
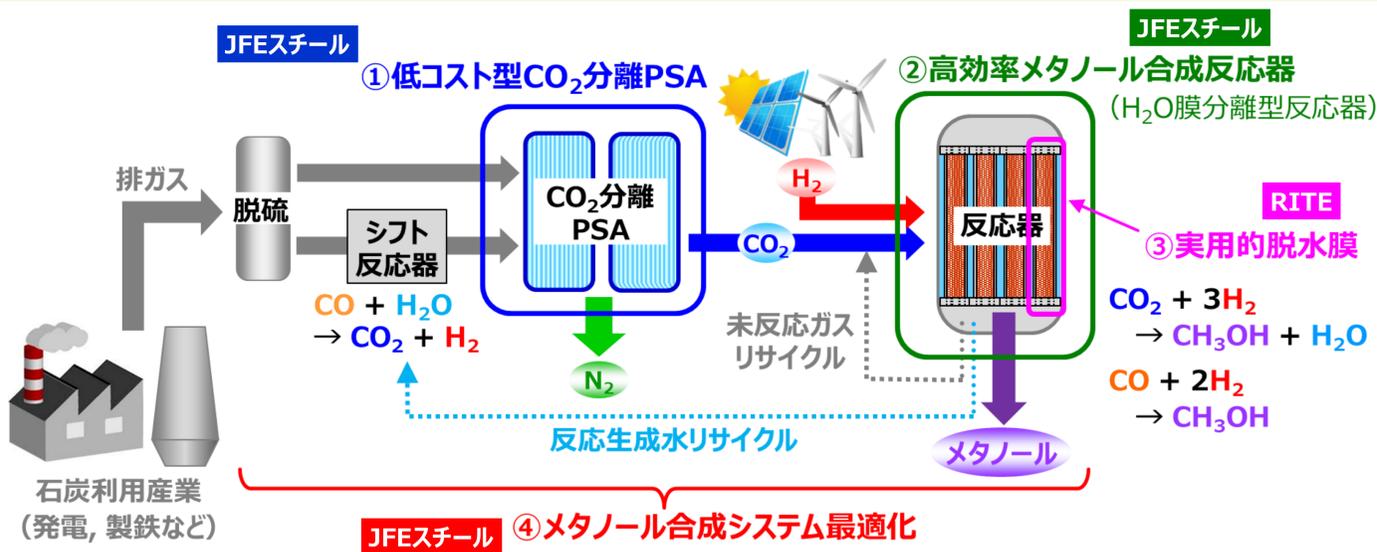
# CCU技術開発

## —CO<sub>2</sub>を原料とした高効率メタノール合成—

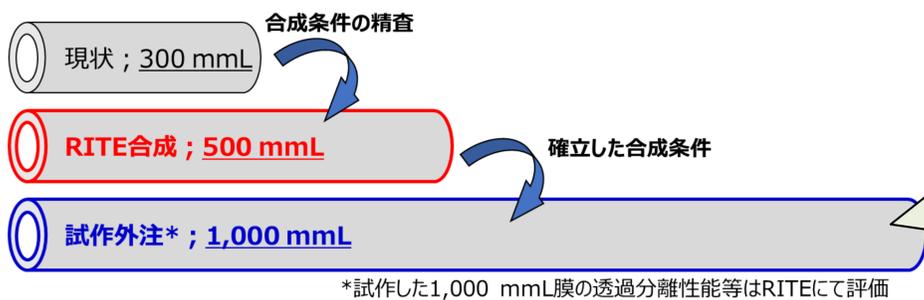
地球温暖化の原因の一つといわれているCO<sub>2</sub>の大幅削減は世界的に重要な課題です。そのため、排出されるCO<sub>2</sub>に対する対策であるCCUS (Carbon Capture, Utilization and Storage) が重要視されています。

CO<sub>2</sub>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“CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>有効利用技術の実用化**を目指します。

### 排ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収と有効利用(メタノール合成)



### 実用的脱水膜の開発

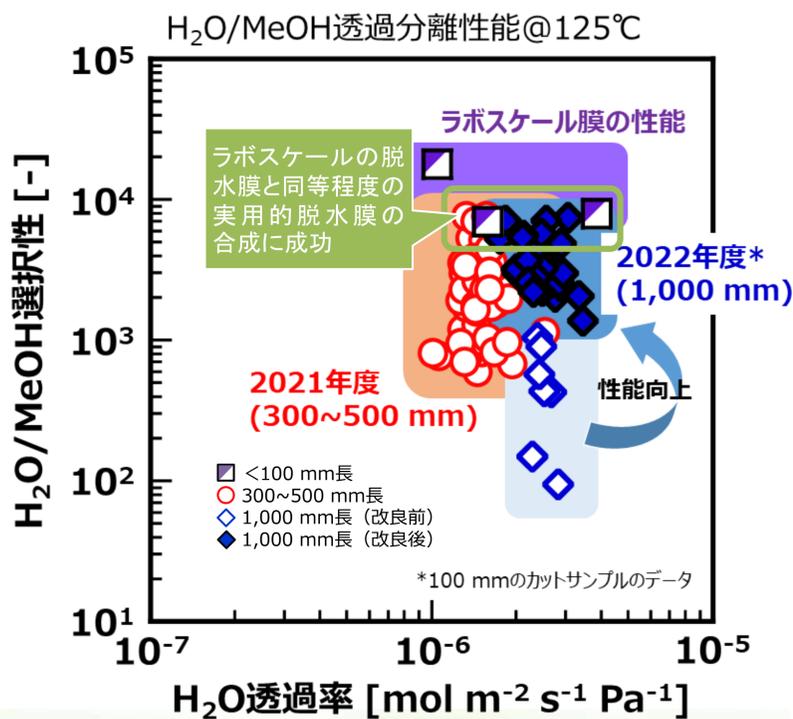


【目標性能】  
H<sub>2</sub>O透過率: > 1 × 10<sup>-6</sup> mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> Pa<sup>-1</sup>  
分離性能 (H<sub>2</sub>O/MeOH): > 1,050

メタノール合成温度域である200°Cにて、上記性能を有する**長尺脱水膜を再現よく合成できる方法を確立**する。

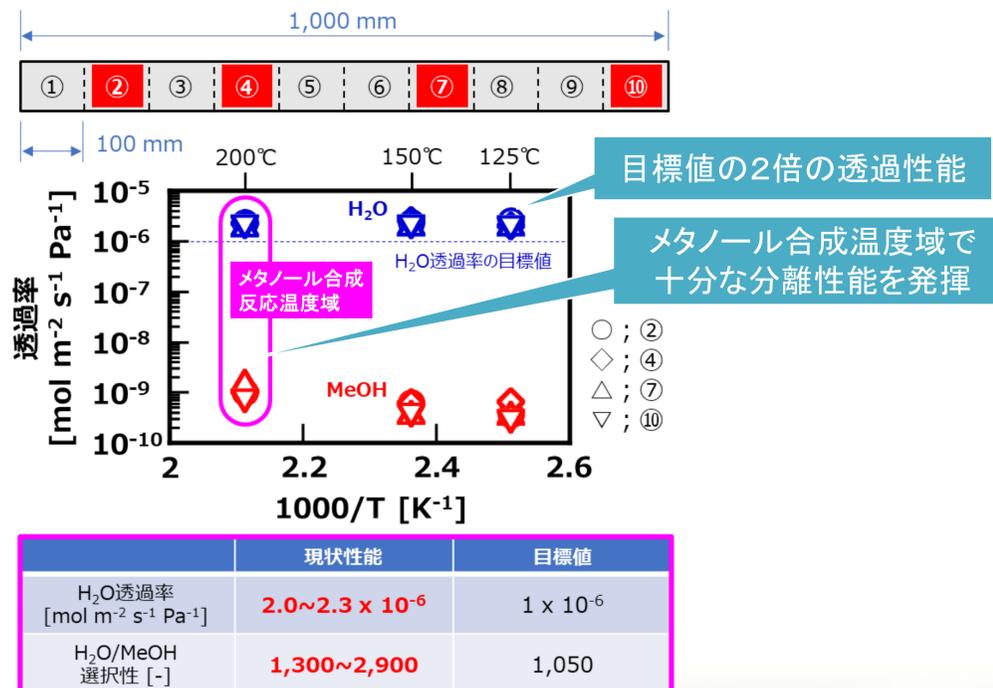
メタノール合成用メンブレンリアクター実用化のために、①脱水膜のさらなる高性能化、②長尺脱水膜の均一合成方法の確立を検討

### 長尺脱水膜の開発



### 透過分離性能の均一性

1.0 m長の脱水膜を100 mmに切断し、長さ方向に対する性能分布を評価



※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/CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術  
/化学品へのCO<sub>2</sub>利用技術開発/CO<sub>2</sub>を用いたメタノール合成における最適システム開発」  
(JPNP16002)

# 産業化戦略協議会

— 会員企業と共にCO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 分離回収	CO <sub>2</sub> 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
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

#### 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CO<sub>2</sub>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】

22社 (2023年8月21日現在)

### 【年会費】

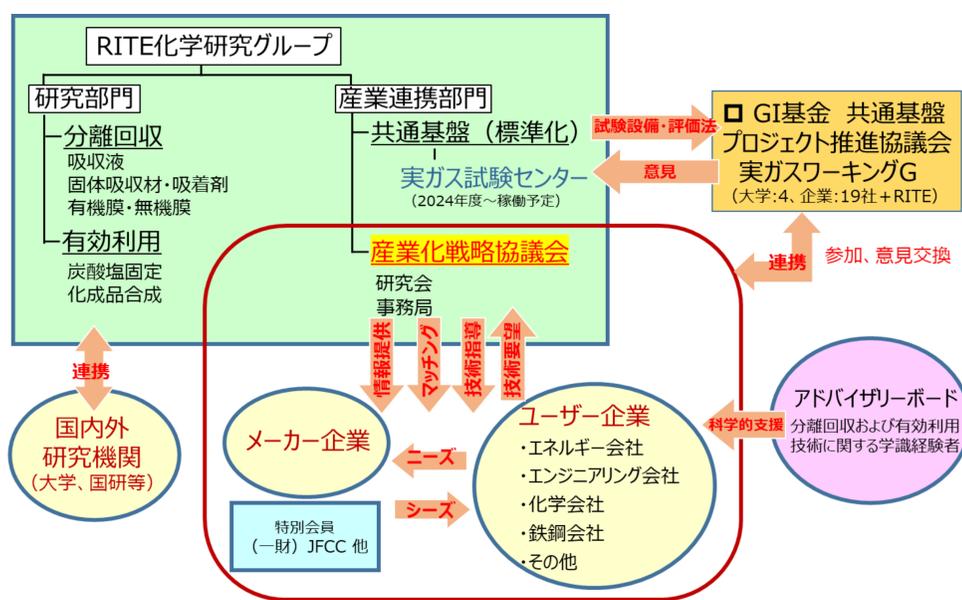
30万円

### 【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。

### 【産業化戦略協議会の位置づけ】



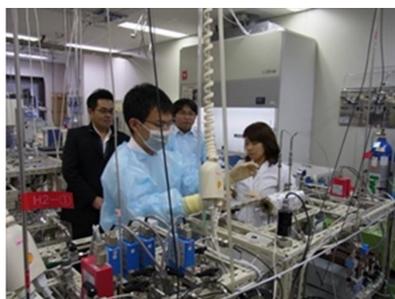
### 【これまでの活動実績】



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 松好、菰野

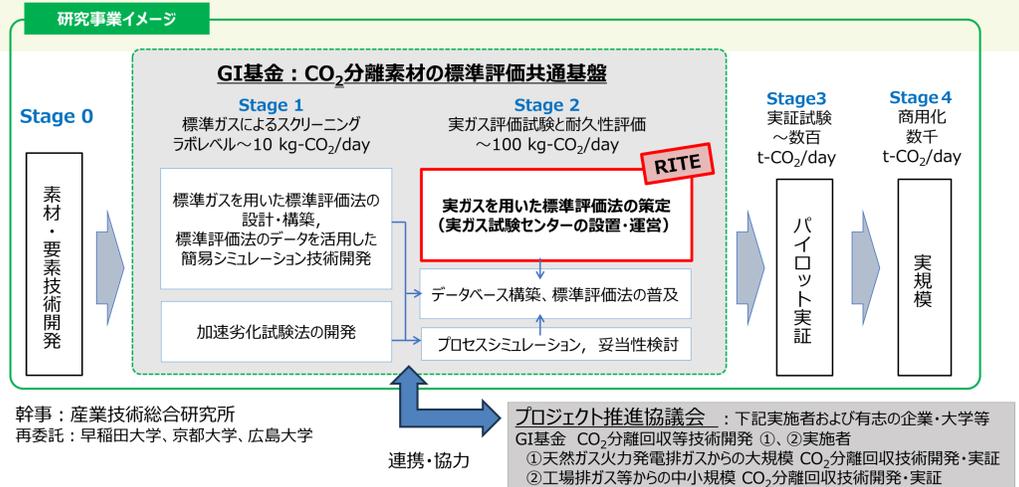
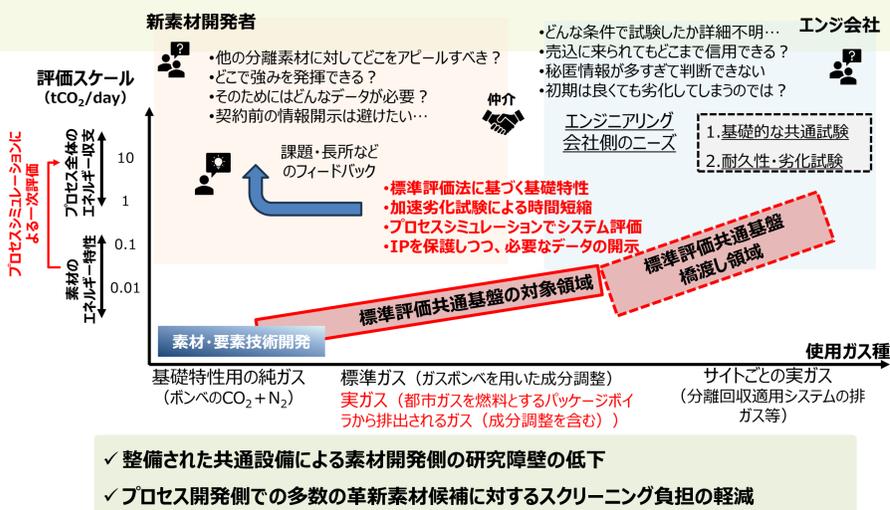
TEL: (0774)95-5086 e-mail: kagaku@rite.or.jp

# 実ガス試験センター構想

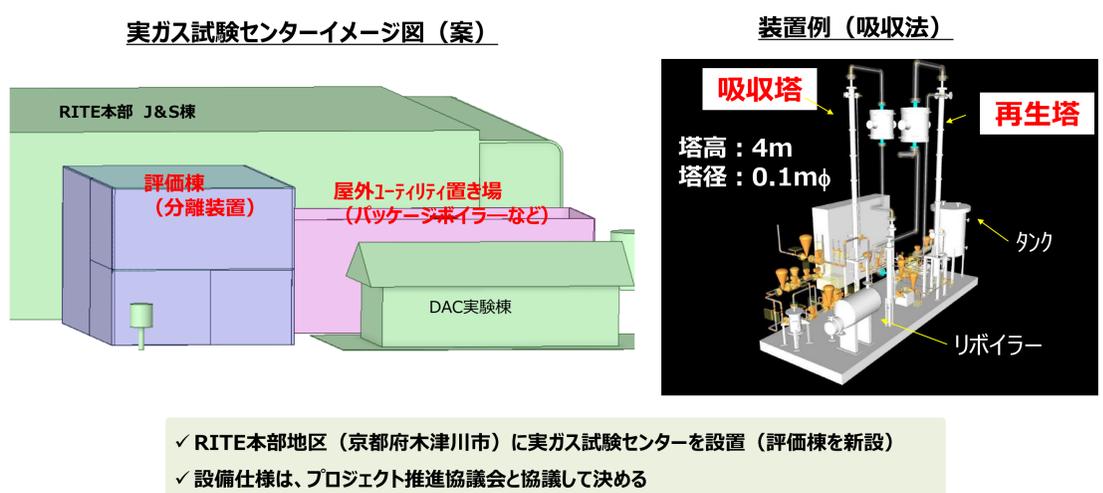
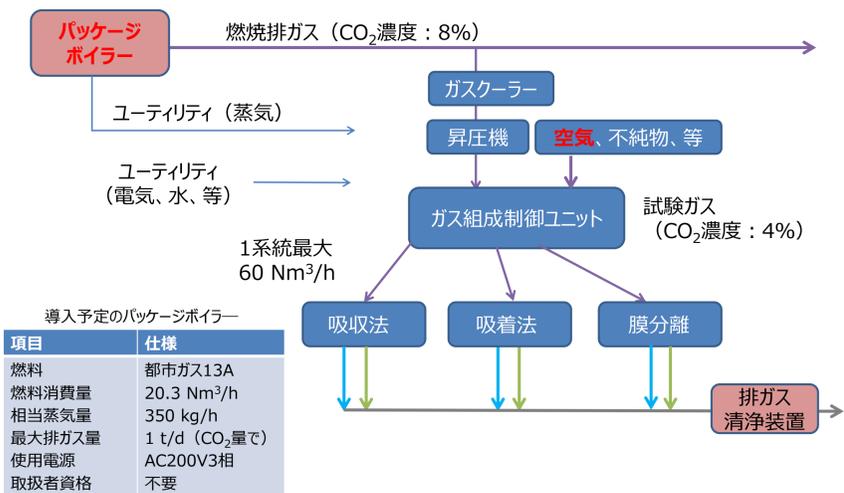
—CO<sub>2</sub>分離素材開発のための標準評価法の確立、センター整備—

CO<sub>2</sub>分離回収市場において産業競争力を強化しシェアを拡大するためには、分離素材の中立かつ公平な評価を可能にする標準評価法と設備が必要と考えます。そのためにRITEに低圧・低濃度排ガス（大気圧、CO<sub>2</sub>濃度10%以下）を対象とした実ガス試験センターを新設し、実際の燃焼排ガスをを用いた3種類（化学吸収法、吸着法、膜分離法）のCO<sub>2</sub>分離回収試験設備を整備します。

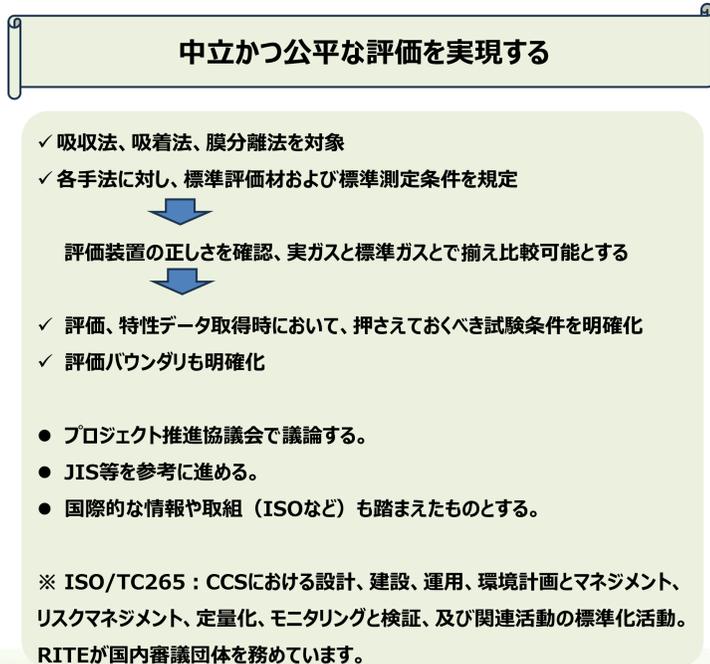
## ねらい



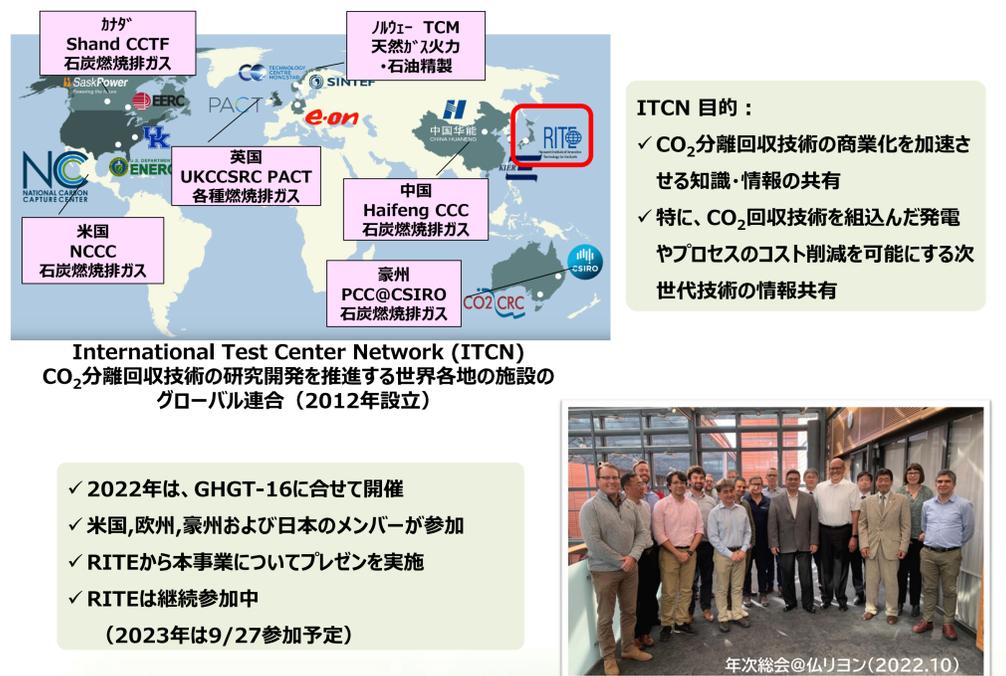
## 実ガス試験センター全体構想



## 標準評価法



## 国際情報の収集と発信



※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「グリーンイノベーション基金事業/CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発  
/低圧・低濃度 CO<sub>2</sub> 分離回収の低コスト化技術開発・実証  
/CO<sub>2</sub> 分離素材の標準評価共通基盤の確立」



Research Institute of Innovative Technology for the Earth