

# CO<sub>2</sub>化学吸収液

## —CO<sub>2</sub>削減技術の実用化促進に向けて—

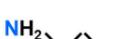
化学吸収法は、CO<sub>2</sub>分離回収・貯留(CCS)の早期実施に不可欠な技術であり、世界中で進められている大規模CCSプロジェクトにおいて重要な役割を担っています。RITEは、さまざまなCO<sub>2</sub>排出源を対象に、低エネルギー・低コストを達成する新規吸収液を開発するため、分子レベルの材料設計、ラボレベルの性能評価、およびプラント試験による実用技術検討等に、総合的に取り組んでいます。

### CO<sub>2</sub>分離・回収エネルギーを大幅に低減する高性能吸収液の開発

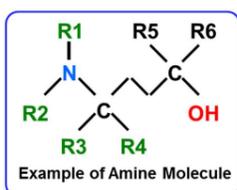
Post-combustion CO<sub>2</sub> capture(燃焼後回収)において化学吸収法は有用な技術であり、火力発電所の燃焼排ガスや製鉄所の高炉ガスなどの大気圧かつ低CO<sub>2</sub>濃度のガスから純度99%以上のCO<sub>2</sub>を回収することができます。RITEは、これまでにアミン化合物の探索の中から高性能吸収液を開発し、CO<sub>2</sub>分離・回収エネルギー2.0 GJ/t-CO<sub>2</sub>を達成しました。(標準的な吸収液、モノエタノールアミン30wt%水溶液の場合は4.0GJ/t-CO<sub>2</sub>程度) 現在も、更なる高性能化およびCCSコスト削減に向け、革新的技術の研究・開発に取り組んでいます。

#### 化学吸収法

##### アミン化合物



Conventional  
(ca. 4 GJ/t-CO<sub>2</sub>)



アミノ基: **N** - Electron donor - Bond with CO<sub>2</sub>  
- Proton acceptor  
アルキル基: **R<sup>n</sup>** - Control of carbamate formation  
水酸基: **OH** - Increase in solubility to water

##### CO<sub>2</sub>吸収形態

カルバメート生成反応:



☆ 高吸収速度

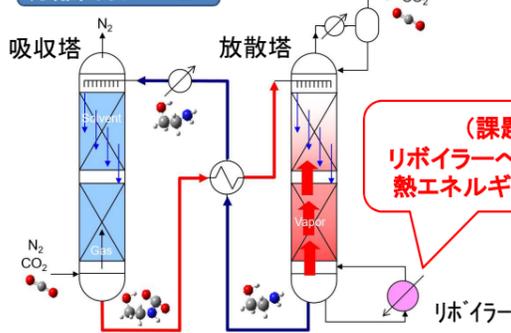
バイカーボネート生成反応:



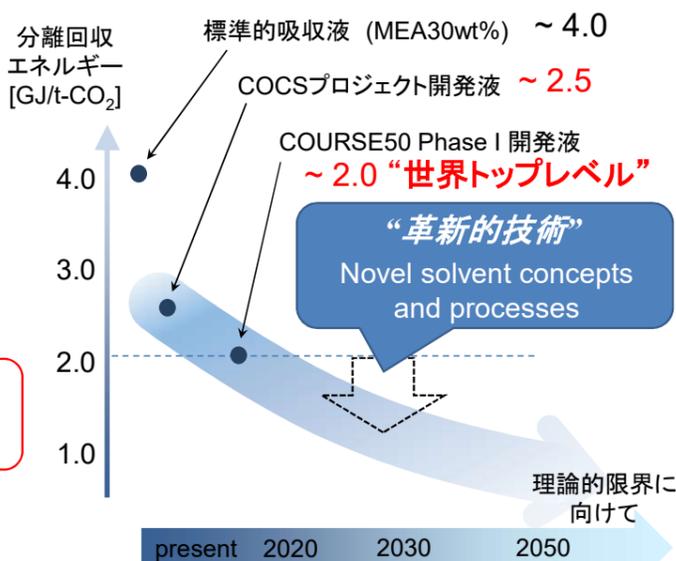
☆ 大容量, ☆ 低反応熱

(課題) 好ましい特徴を併せ持つ吸収液の開発

#### 分離回収プロセス



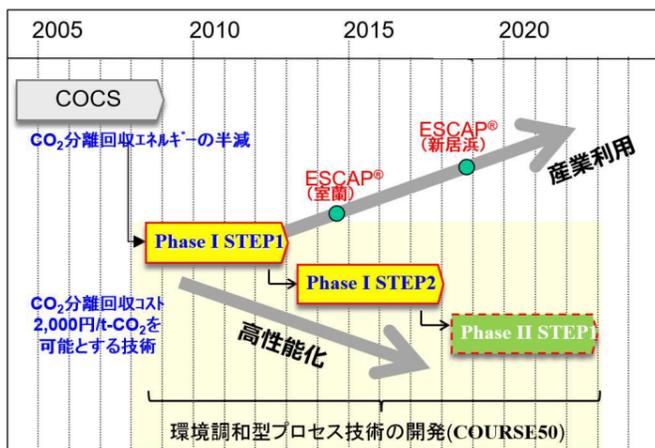
#### チャレンジ



### 環境調和型プロセス技術開発事業(COURSE50)

RITEは、COURSE50プロジェクト(Phase I: '08~'17年度)に参加し、CO<sub>2</sub>分離回収コストの削減に向けた高性能な新規化学吸収液の開発を行いました。その中で日本製鉄株式会社と共同開発した化学吸収液は、日鉄エンジニアリング株式会社の省エネ型二酸化炭素回収設備ESCAP®に採用され、商業機が稼働しています。さらに、本年度からのCOURSE50プロジェクトPhase IIIに引き続き参加し、CCSコスト低減に繋がるCO<sub>2</sub>分離・回収エネルギーの一層の低減を目指し、革新的な高性能化学吸収液の開発に取り組んでいます。

#### 研究開発プロジェクト



\* COCSおよびCOURSE50(Phase I STEP1)においては製鉄所実高炉ガスを用いたパイロットプラント連続評価試験を日鉄エンジニアリング(株)が実施

#### 吸収液の高性能化

##### Phase I (2008~2017年度)

【STEP1】高性能吸収液を開発し、分離回収エネルギー2.0GJ/t-CO<sub>2</sub>を達成。従来液と比較し約30°C低温化を可能にする低温再生吸収液を開発。

【STEP2】一層の高性能化を目指し、分離回収エネルギー1.6GJ/t-CO<sub>2</sub>の可能性を提示。

##### Phase II (2018年度~)

【STEP1】吸収熱低減に寄与する吸収形態や分極影響緩和の改善に新規技術を見出し高性能化に取り組んでいる。  
[目標] 1.6GJ/t-CO<sub>2</sub>を実現する高性能吸収液開発

#### 産業利用



商業化1号機(日本製鉄 室蘭製鉄所構内)



商業化2号機(住友共同電力 新居浜西火力発電所内)

	1号機 (2014~)	2号機 (2018~)	※2号機は化学吸収法による石炭火力発電所の燃焼排ガスからのCO <sub>2</sub> 分離回収技術として日本初の商業設備
設備規模	120 t/day	143 t/day	
排出源	製鉄熱風炉	石炭火力(※)	
CO <sub>2</sub> 用途	産業用CO <sub>2</sub> 製造	飼料添加物製造	

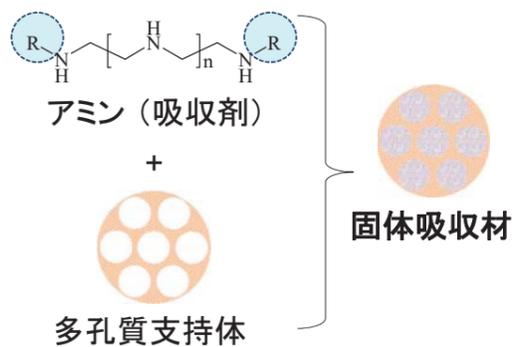
\* COCS: 経済産業省補助事業, \* COURSE50: 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託研究開発プロジェクト

# CO<sub>2</sub>固体吸収材

— CCS技術の省エネルギー化を目指して —

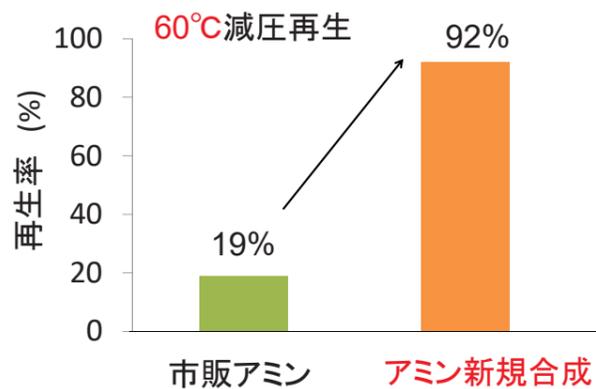
RITEでは、これまでに蓄積してきた化学吸収法等のCO<sub>2</sub>分離回収技術をベースにCO<sub>2</sub>高効率回収・低エネルギー消費型の固体吸収材を開発しています。CCSコストに占める割合の大きいCO<sub>2</sub>分離回収コストの低減は、地球温暖化に關与するCO<sub>2</sub>排出量の大幅削減に貢献し、我が国が目指している低炭素社会の構築に大いに役立ちます。

## 革新的固体吸収材の開発とスケールアップ合成



固体吸収材は、CO<sub>2</sub>吸収剤であるアミンを多孔質支持体に担持した固体であり、アミン吸収液と類似のCO<sub>2</sub>吸収特性を有しながら吸収液顕熱や蒸発潜熱の大幅低減が期待できます。

RITEでは、CO<sub>2</sub>分離回収エネルギーの大幅な低減を目指して、研究開発を推進しています。RITEが開発した新規アミンは、低温再生が可能であり、60°Cで高い再生率を示します。これにより、低温排熱の活用が可能となります。



RITE固体吸収材の特性



アミン大量合成設備

固体吸収材によるCO<sub>2</sub>回収システムの大規模化、実用化を目指し、大量合成検討を行っています。これまでに、スケールアップ合成技術 (~10 m<sup>3</sup>) を確立し、更なる合理化を進めています。スケールアップ合成した固体吸収材をラボスケール試験装置で評価し、石炭火力発電所の排ガス相当の湿潤ガス (11~12%CO<sub>2</sub>) に対して、世界トップレベルの分離回収性能を実証しました。再生工程で低温蒸気 (60°C) を供給するプロセスで、回収率 ≥ 90%、回収純度 ≥ 99%、分離回収エネルギー 1.2 GJ/t-CO<sub>2</sub> を達成しています。

## 研究開発ロードマップ

基盤研究フェーズ  
(2010~2014)

革新的な省エネ型  
固体吸収材を開発



ラボスケール試験装置  
(~ 3 kg-CO<sub>2</sub>/day)  
@ RITE

実用化研究フェーズ  
(2015~)



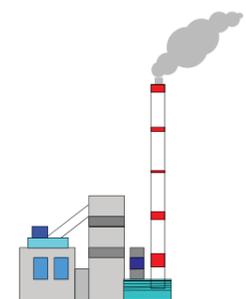
移動層ベンチ試験装置  
(~ 5 ton-CO<sub>2</sub>/day)  
@ 川崎重工業(株)



パイロット試験(検討中)  
(~ 40 ton-CO<sub>2</sub>/day)  
@ 石炭火力発電所

実証・商用化フェーズ  
(2030~)

大規模CCS適用を目指して



石炭火力発電所などに適用  
(~ 3,000 ton-CO<sub>2</sub>/day)

他分野への適用  
(他の固定発生源、室内、閉鎖空間等)

ベンチスケール試験を実施し、プロセスの最適化に取り組んでいます (> 6 ton-CO<sub>2</sub>/day回収を達成)。更なるスケールアップに向け、装置設計、シミュレーション技術開発、固体吸収材の製法合理化を行うとともに、2019年度からは、関西電力(株)舞鶴発電所において実ガス曝露試験を実施しています。

# CO<sub>2</sub>分離膜

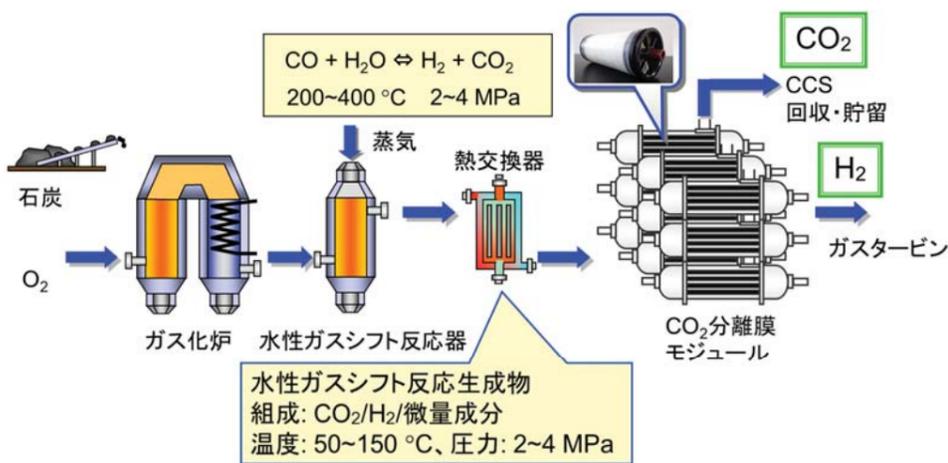
— 高圧ガスからの経済的なCO<sub>2</sub>分離・回収を目指して —

石炭ガス化複合発電(IGCC)等の高圧ガスに対し、省エネルギー・低コストでCO<sub>2</sub>分離・回収を可能にする膜分離技術が期待されています。このためには、高いCO<sub>2</sub>分離・透過性能を有する膜素材、及び分離膜モジュールの開発が重要です。RITEおよび民間会社を組合員とする次世代型膜モジュール技術研究組合では、CO<sub>2</sub>分離・回収コストを大幅に低減しうる革新的な技術として、**世界トップレベルの分離性能と分離・回収コスト1,500円/t-CO<sub>2</sub>以下**を達成する分子ゲート機能CO<sub>2</sub>分離膜モジュールシステムの開発に取り組んでいます。

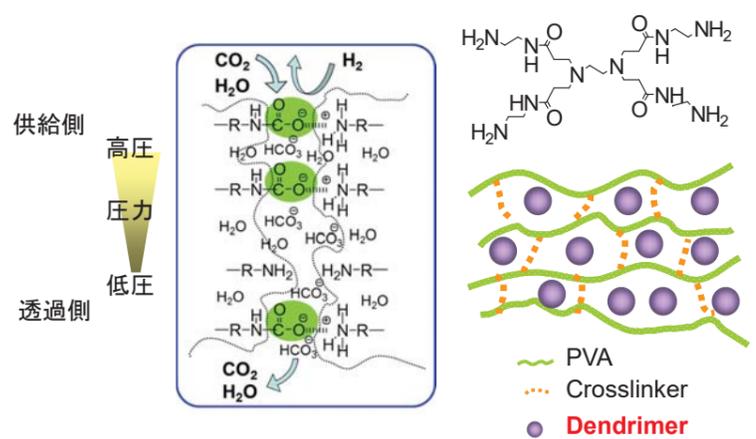
## 石炭ガス化複合発電(IGCC)からのCO<sub>2</sub>分離・回収

■ IGCCの水性ガスシフト反応後の高圧ガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収するための膜モジュールシステムの開発を進めています。

### 分離膜を用いた石炭ガス化複合発電(IGCC)からのCO<sub>2</sub>分離回収

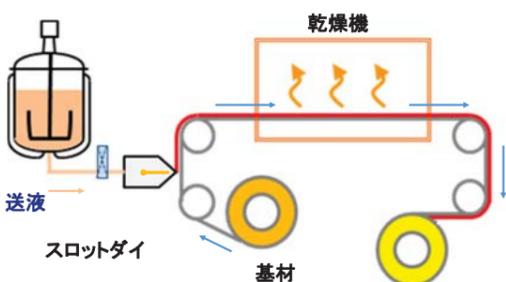


### 分子ゲート膜の概念図



## 連続製膜、CO<sub>2</sub>分離膜エレメントの開発

### 連続製膜

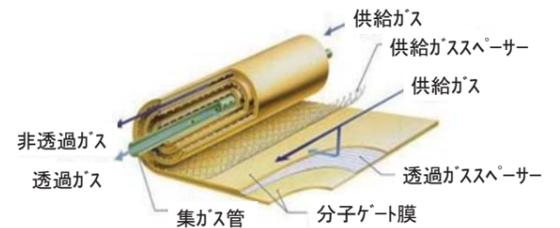


膜エレメントの大量生産のための連続製膜速度の増速化(従来比3~10倍)

### CO<sub>2</sub>分離膜エレメント



膜エレメント外観 (4インチ径、長さ 200mm)

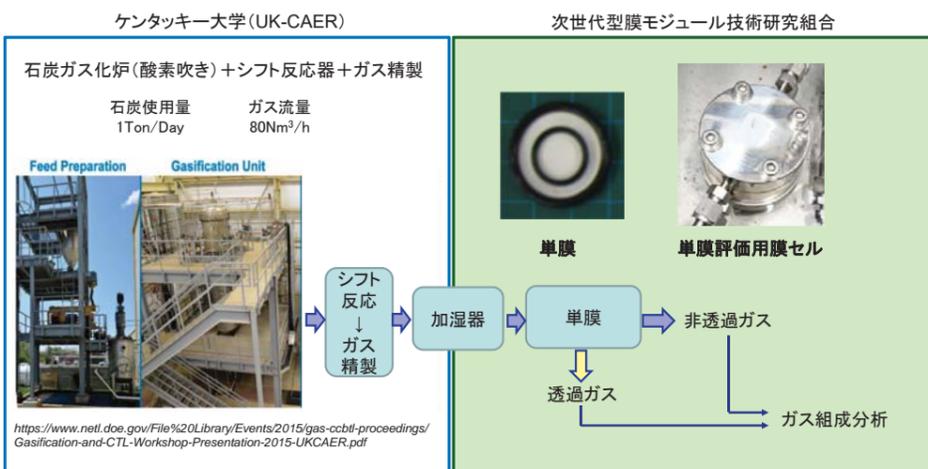


膜エレメント概念図

連続製膜分子ゲート膜を用いたスパイラル型膜エレメントの量産化に向けた検討を実施。膜エレメント部材(集ガス管、スペーサー等)の最適化により、膜エレメントの基本製法を確立。

## 実用化に向けた実ガスを用いた検証

### 実ガス試験



米国ケンタッキー大学応用エネルギー研究センター(UK-CAER)で石炭ガス化炉からの実ガスを用いた単膜の実ガス試験を実施中。膜エレメントの実ガス試験についても、国内実ガスサイトでの実施を含め、評価設備の準備を進めている。

## CO<sub>2</sub>分離膜実用化に向けたロードマップ



※本資料は経済産業省ならびに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。

FY2015~2018(二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業:経済産業省委託事業)

FY2018~(CCS研究開発・実証関連事業/CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発/二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発:NEDO委託事業)