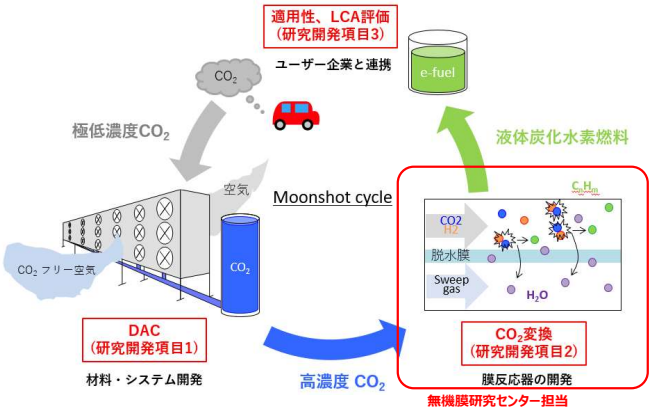
大気中CO_2からの液体燃料製造技術の開発
ーカーボンリサイクル実現への挑戦ー

CO_2を大気から回収し有効利用する技術は、カーボンニュートラルを実現させる技術として、世界各国で盛んに研究開発・実証検討が行われています。

この有効利用技術において、CO_2と水素の反応時に副生される水により生じる触媒の活性劣化、反応速度の低下といった問題を解決を目指し、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（膜反応器）による高効率かつ省エネルギー型のCO_2有効利用技術の開発を推進**しています。

ムーンショット型研究開発制度における研究概要



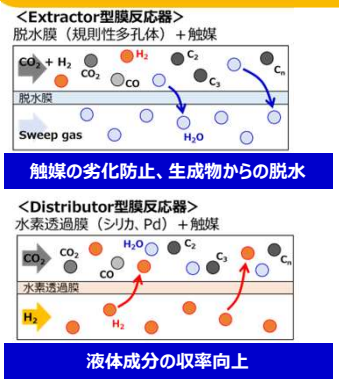
金沢大学および化学研究グループで取り組んでいる大気からの回収技術（Direct Air Capture）などと共にカーボンリサイクルの実現へ挑戦します。

無機膜研究センターでは、CO_2を原料としたFT合成による液体炭化水素燃料製造の高効率かつ省エネルギー化を目的として、**メンブレンリアクターを用いたCO_2変換技術の開発**を以下の3項目を柱として進めています。

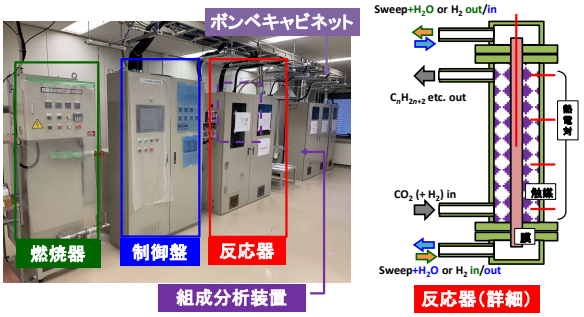
① FT合成に適用可能な脱水膜、水素透過膜
② FT合成用メンブレンリアクター
③ 最適プロセス構造の検討

FT合成に適用可能な**分離膜、膜反応器の開発を推進**していくことで、**”高効率CO_2変換技術”**の確立を目指します。

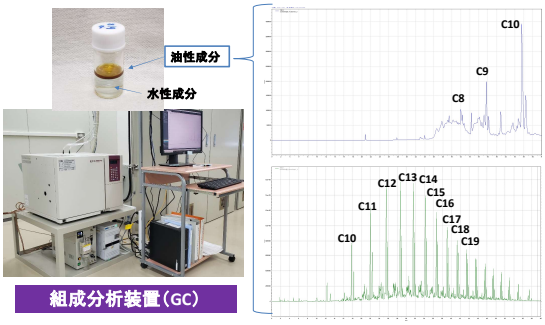
メンブレンリアクターのFT合成への適用



<FT合成用膜反応試験装置>



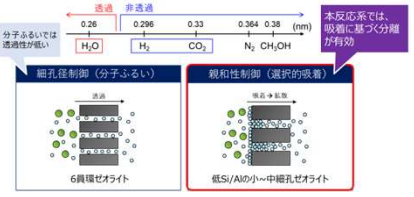
<生成液体の分析例>

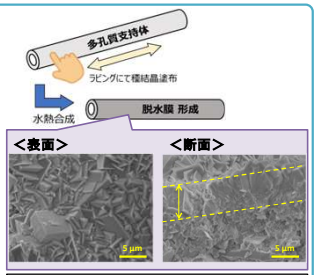


FT合成への適用を目指した無機系分離膜の開発

<脱水膜>

高い透過分離性能と水熱安定性を併せ持つ脱水膜を開発する

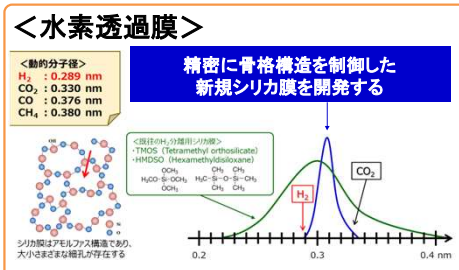




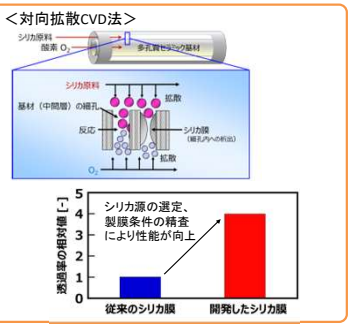
透過性の向上を目的とした新規支持体上に比較的に**緻密な小細孔ゼオライト膜**を合成

<水素透過膜>

精密に骨格構造を制御した新規シリカ膜を開発する



開発した対向拡散CVDシリカ膜は**高い透過性と分離性能**を有する



※この事業は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のプロジェクト「ムーンショット型研究開発事業（JPNP18016）／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」の委託事業です。

CO_2を原料とした高効率メタノール合成技術の開発

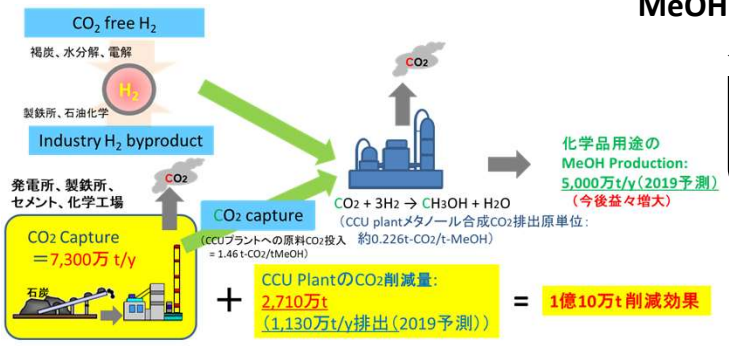
ー無機膜を用いたCO_2有効利用ー

地球温暖化の原因のひとつといわれているCO_2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_2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_2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_2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_2有効利用技術の確立**を目指します。

CO_2を原料としたメタノール合成

【CO_2削減ポテンシャル】

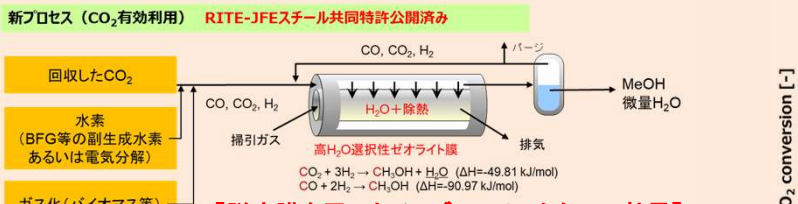


MeOH合成は高いCO_2削減ポテンシャルを有するが課題も多い

＜メタノール合成の課題＞

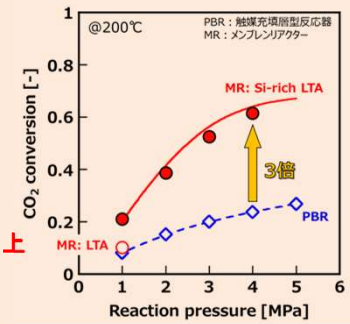
- ✓ 低いワンパスでのCO_2転化率（平衡制約）
- ✓ 生成した水による反応阻害、触媒劣化
- ✓ 大きなエネルギーを消費する水、メタノールの分離精製工程

新プロセス（CO_2有効利用）　RITE-JFEスチール共同特許公開済み

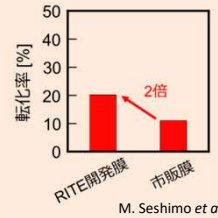


【脱水膜を用いたメンブレンリアクターの効果】

- **反応系外に水を引き抜くことによるCO_2転化率の向上**
- **スイープガスによる効率的な除熱**
- **蒸留工程の簡略化（あるいは不要化）**



RITE開発の新規脱水膜を用いた場合、従来の触媒充填層型反応器の**3倍のCO_2転化率**を得ることができる

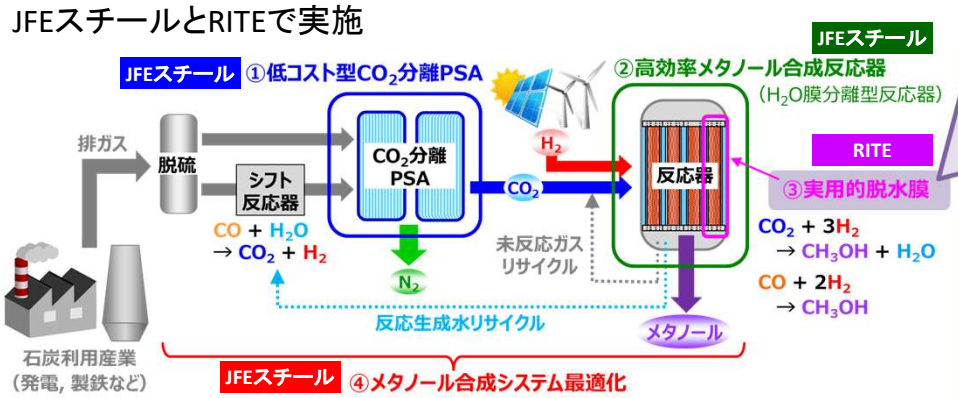


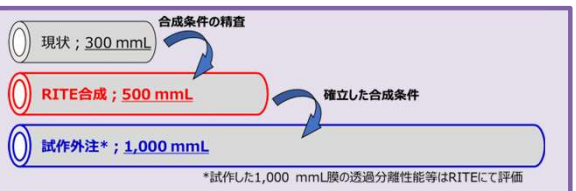
一般的な脱水膜であるLTA膜と比較しても**2倍の転化率**

M. Seshimo *et al.*, *Membranes*, **11** (2021) 505.

高効率メタノール合成反応器の大型化に向けた検討

JFEスチールとRITEで実施





【目標性能】

- **H_2O透過率：＞1 x 10^{-6} mol m^{-2} s^{-1} Pa^{-1}**
- **分離性能（H_2O/MeOH）：＞1,050**

200℃にて、上記性能を有する長尺脱水膜を再現良く合成できる方法を確立する

メタノール合成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

※この事業は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のプロジェクト「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／CO_2排出削減・有効利用技術実用化技術／化学品へのCO_2利用技術開発／CO_2を用いたメタノール合成における最適システム開発」の委託事業です。

産業化戦略協議会

ーメーカーとユーザー企業のビジョンの共有化、共同研究の企画・立案を図るー

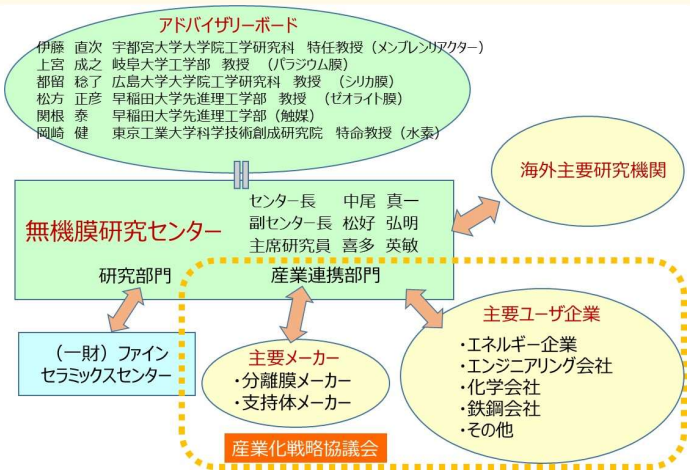
無機分離膜・支持体メーカー、ユーザー企業等の企業会員が連携し、メーカーとユーザー企業のビジョンの共有化及び共同研究の企画・立案等を推進し、無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術の早期の実用化・産業化を目指します。

主な活動内容

①無機膜を用いた革新的環境・エネルギー技術の実用化・産業化に向けたニーズ・シーズマッチング、ロードマップ策定等のための研究会活動の実施

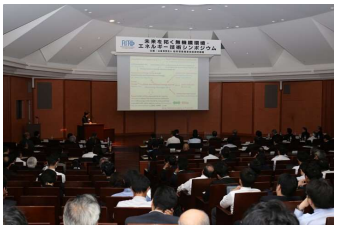
テーマ	概　要	会長	参加会員
膜反応プロセス	膜反応器の社会実装のための、性能・エネルギー収支・コストの比較検討を可能とする計算プラットフォームの検討、その早期実現	中尾センター長	5社
共通基盤	無機系分離膜の実用化のために必要な共通基盤技術（信頼性評価手法の考案、標準化など）の整備に向けた検討、その早期実現	喜多主席研究員	5社

② 研究会の検討結果に基づく国費事業等の企画・立ち上げ
③ 研究部門への研究員派遣の受け入れ、研修会の実施
④ 会員からの技術相談受付（技術評価含む）
⑤ 公開シンポジウムの開催（年1回）
⑥ 会員限定セミナーの開催（3～4回開催）
　・アドバイザリーボード等有識者の講演
　・会員、センター研究部門からの話題提供
⑦ 無機膜に関する海外／国内研究機関への調査活動
⑧ 会員向けニーズ・シーズ情報の提供



無機膜研修会
（講義、製膜・評価法の実験等）

海外調査活動（南京工業大学）



公開シンポジウム

会員限定セミナー

会員企業：17社　（2022. 8. 1現在）

会長：千代田化工建設　細野　恭生　上席参与

分離膜・支持体メーカー

イーセップ、京セラ、住友化学、日立造船、三菱ケミカル

ユーザー企業

岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業、関西電力、JFEスチール、石油資源開発、大陽日酸、千代田化工建設、日揮、日本ゼオン、マツダ、丸善石油化学

お問合せ先

（公財）地球環境産業技術研究機構　無機膜研究センター　松好、菰野
TEL：（0774）95-5096　　e-mail: mukimaku@rite.or.jp

RITE　Research Institute of Innovative Technology for the Earth