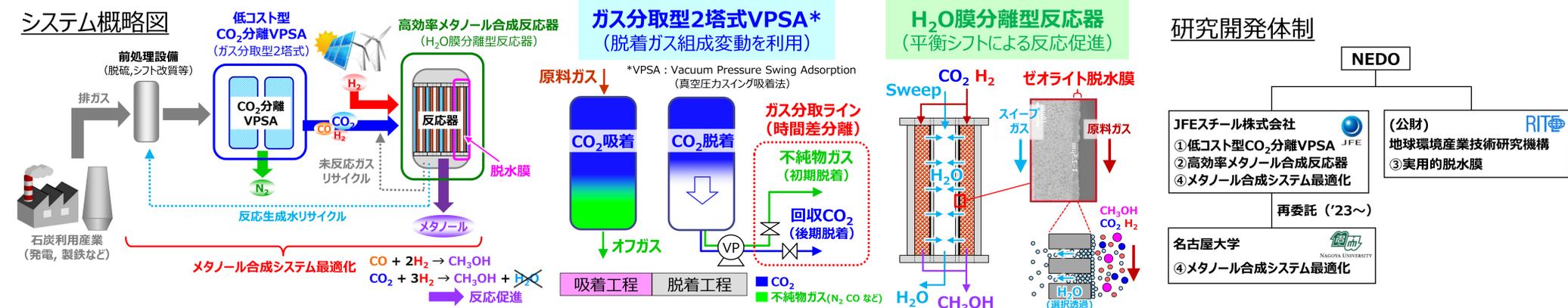


CO₂を用いたメタノール合成における最適システム開発

団体名: JFEスチール(株) (公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE) 再委託先: (国)名古屋大学

【事業の目的】石炭利用産業の排ガスに含まれるCO₂から基礎化学品であるメタノールを合成するシステムの全体最適化、コストダウン 事業期間: '21下~'25



主な成果

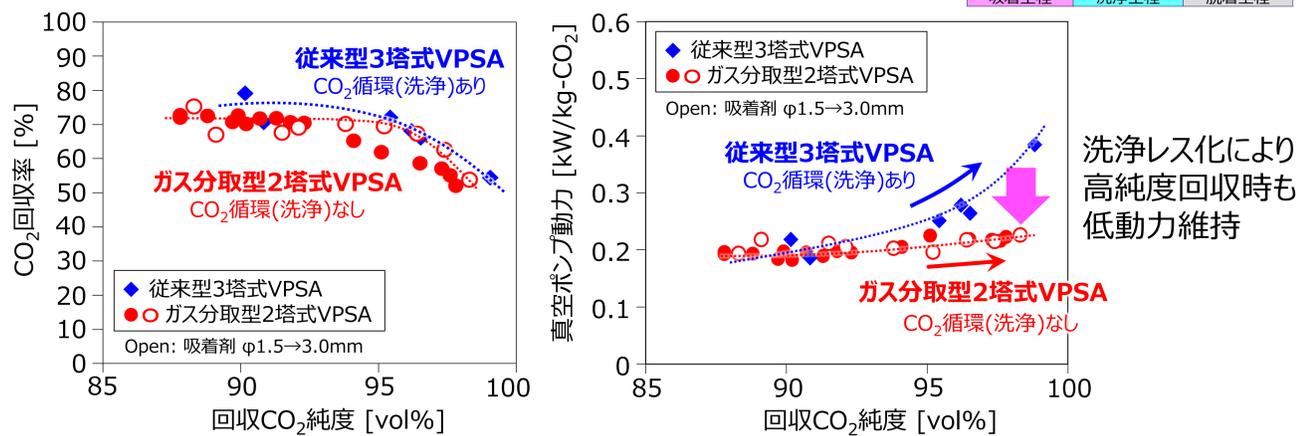
①高炉ガスCO₂分離ベンチ実証

ガス分取型2塔式VPSAベンチプラント (JFE福山) にて高炉ガスCO₂分離ベンチ実証試験を実施



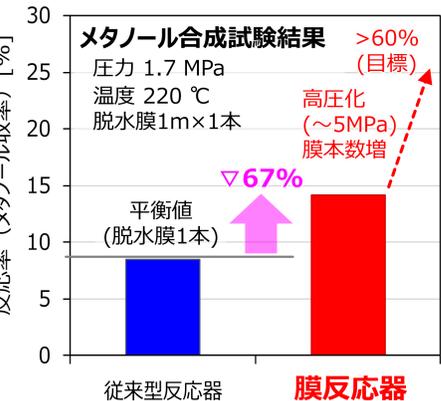
※CO₂分離性能比較 (vs 従来型3塔式VPSA)

縦型吸着塔のためベンチスケールだと圧力損失大 ⇒ 吸着剤 (13Xゼオライト) を低圧損失タイプの粒径φ3.0mmとすることでCO₂回収率大幅増



②膜反応器メタノール合成ラボ実証

ゼオライト脱水膜を設けた1.2m長さの膜反応器試験装置 (写真) を用いて高効率メタノール合成ラボ試験中

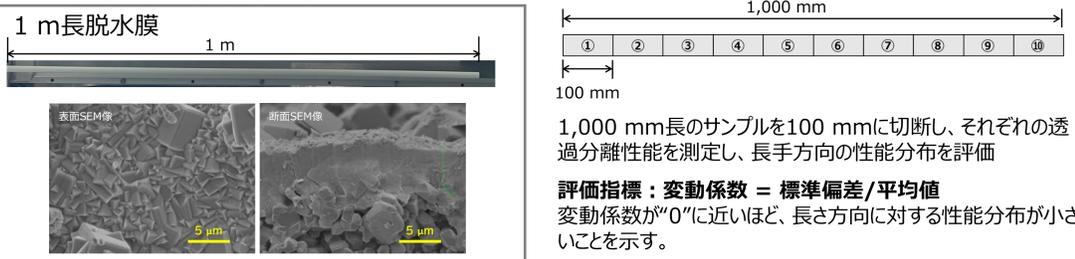


1.2mスケールの膜反応器にてメタノール合成平衡超過ラボ実証

【課題】高圧試験時の脱水膜ガスシール性 (2MPa以上の試験で差圧減少) ⇒ 高圧試験用に膜反応器改造メタノール収率改善

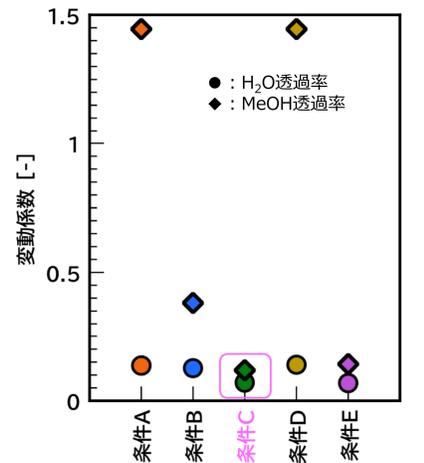
③実用的脱水膜

高い透過分離性能を有する実用的長さ(1 m長)の脱水膜を再現よく合成する技術を開発する



開発した脱水膜の透過分離性能

脱水膜	温度 (分離系) [°C]	水の透過性能 [mol m ⁻² s ⁻¹ Pa ⁻¹]	選択性 [-]
本プロジェクトの目標値	200 (H ₂ O/MeOH)	≥ 1.0 × 10 ⁻⁶	≥ 1,050
RITE開発脱水膜 (Lab-scale)	200 (H ₂ O/MeOH)	9.8 × 10 ⁻⁷	3,500
RITE開発脱水膜 (1 m-length)	200 (H ₂ O/MeOH)	2.0 × 10 ⁻⁶	3,000
	125 (H ₂ O/MeOH)	3.0 × 10 ⁻⁶	8,000
	75 (H ₂ O/EtOH)	3.0 × 10 ⁻⁶	>10,000
市販膜A	200 (H ₂ O/MeOH)	1.2 × 10 ⁻⁶	80
市販膜B	125 (H ₂ O/MeOH)	1.1 × 10 ⁻⁶	465
市販膜C	75 (H ₂ O/EtOH)	2.0 × 10 ⁻⁶	1,500
	50 (H ₂ O/MeOH)	2.3 × 10 ⁻⁶	37
	60 (H ₂ O/EtOH)	2.1 × 10 ⁻⁶	10,200



- 他と比較して高い性能を示す実用的長さの脱水膜を開発
- 合成条件を精査し、長手方向の性能分布を抑制することに成功

④メタノール合成システム最適化 (今後の取り組み)

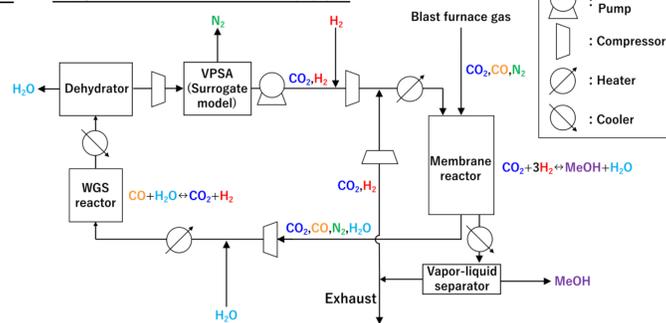
前処理、CO₂-VPSA、膜反応器メタノール合成プロセスモデル作成およびパラメーターフィッティング ⇒ 全体システムモデル構築、最適化

※周期定常化の計算負荷が大きいVPSAについては代理モデル (Surrogate model) 組み込み

設計ポイント

- H₂利用効率最大化 (H₂ロス最小化)
- N₂選択除去 (反応器Inert成分)
- 膜透過ガス再利用 (H₂O, 一部原料ガス)

全体システムモデル計算例



生産性Max、消費エネルギーMinとなる全体システム構築

実用化・事業化の見通し

社会実装には性能実証およびコストダウンのための更なる技術開発および事業環境整備が必要

【技術開発】

- 低コスト型CO₂分離VPSA ⇒ 長期運転性能実証
- H₂O膜分離型反応器 ⇒ スケールアップ設計
脱水膜量産化およびQC, QA技術確立

【事業環境整備】

- 水素製造・供給インフラ整備 (制度設計含む)
- バリューチェーン構築 (化学コンビナート連携)