

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

(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／CO₂の分離回収等技術開発／低圧・低濃度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)

発表：2025年7月16日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 小谷 唯

*団体名 千代田化工建設（株）、（株）JERA、（公財）RITE

問い合わせ先 千代田化工建設株式会社 E-mail: kotani.yui@chiyodacorp.com TEL: 045-277-4834

本開発・技術実証の概要

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プロジェクト

【研究開発内容①】

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

事業の目的・概要

- (1) 天然ガス利用のカーボンニュートラル化に向けて、ガスタービン排ガスからの低濃度CO₂分離回収コストの低減を実現できる固体吸収材をコアとする国産技術を開発する。
- (2) 低コストプロセスを構築し、早期の社会実装につなげるため、商用化を念頭に置いたベンチ試験、実ガス実証試験による技術実証を行う。

実施体制

※太字：幹事企業

千代田化工建設株式会社、株式会社JERA、
公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)

事業期間

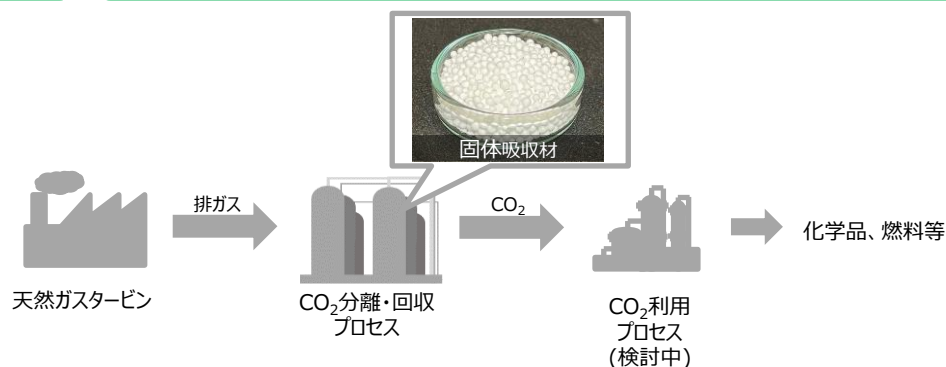
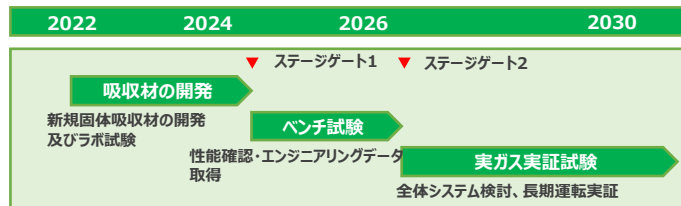
2022年度～2030年度（9年間）

事業規模など

- 事業規模：約100億円
- 支援規模*：約87億円

*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり
補助率など：9/10委託→2/3補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ



天然ガス燃焼排ガスからのCO₂分離・回収プロセスの概念図

24年10月にPhase1 Stage Gateを通過
25年1月よりPhase2開始

本開発・技術実証の体制

JERA・RITE・千代田3社それぞれの強みを活かしながら、商業装置を念頭にしたベンチ試験、パイロット試験による技術実証を行うことで、早期の社会実装につなげる。



提案プロジェクトの目的：天然ガスタービン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

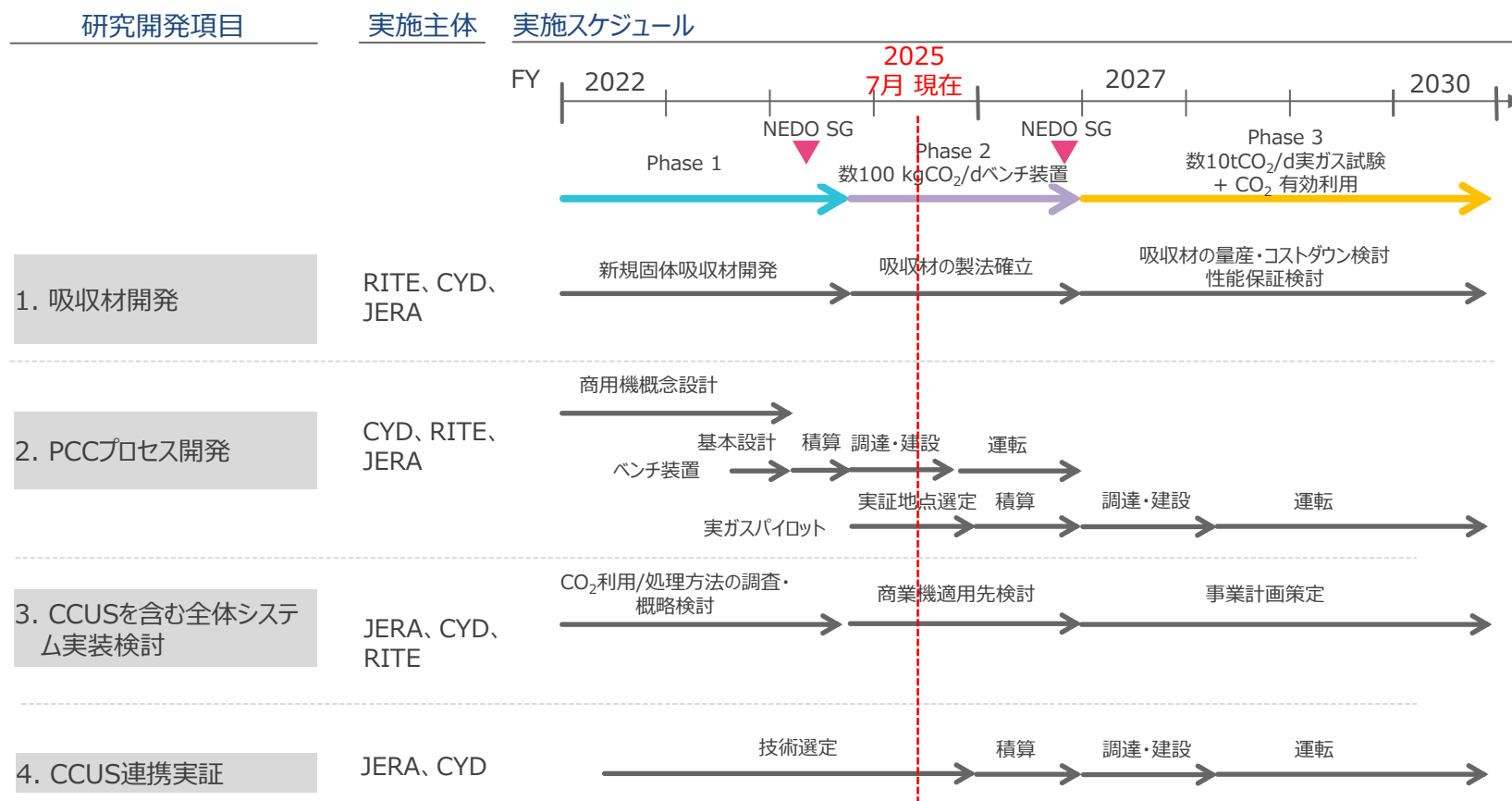
全体スケジュール

Phase1 : 固体吸収材開発

Phase2 : 200 kgCO₂/day ベンチ装置試験

Phase3 : 数10 tCO₂/day 実ガス実証試験 + CO₂有効利用連携実証

Phase 1 --> Phase 2 ステージゲートを通過し、現在Phase 2実施中



低濃度排ガスからのCO₂回収を行うことへのチャレンジ

ガスタービン排ガスからのCO₂の分離・回収は現状技術では非常に高コストと試算されており、経済的な理由から導入されていない。従来のアミン吸収液法では大幅なコスト低減は難しい。⇒ 別方式でのコスト低減アプローチが必要。

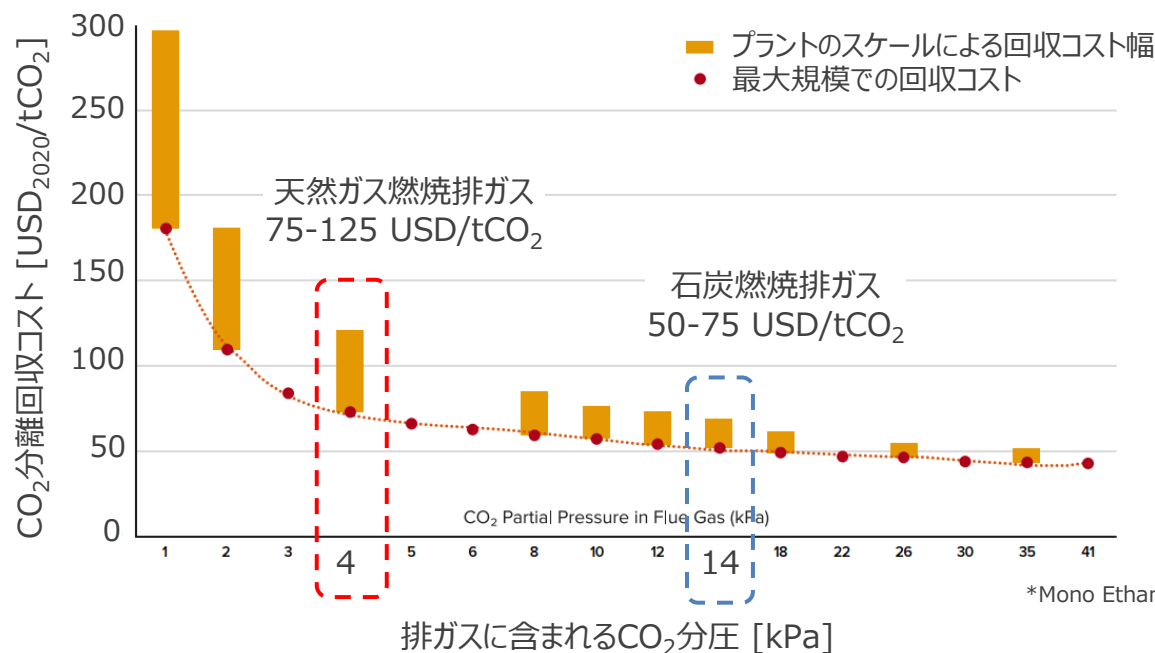
天然ガスタービン排ガスのCO₂濃度は3-4 vol%程度であり、石炭・バイオマス燃焼排ガスの13-14 vol%と比較すると低濃度。下記を始めとする課題がある。

- 原理的に多くエネルギーを要する
- 処理するガスのボリュームが大きくなるため、装置が大きくなる
- 酸素濃度が高いため、アミンの劣化が促進される

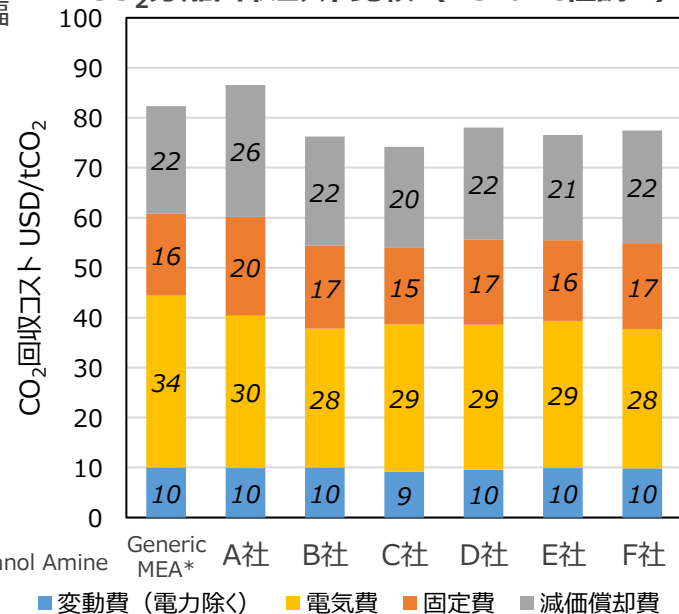
アミン吸収液を用いた方法が従来は一般的だが、CO₂濃度が低くなると、以下の理由によりコストが増加

1. 吸収量低下のため、アミン液循環量を増加
2. 吸収速度低下のため吸収装置の大型化

30%モノエタノールアミン液を用いた際のCO₂回収コスト試算



アミン吸収液法によるNGCCからのCO₂分離回収コスト比較 (nexant社調べ)

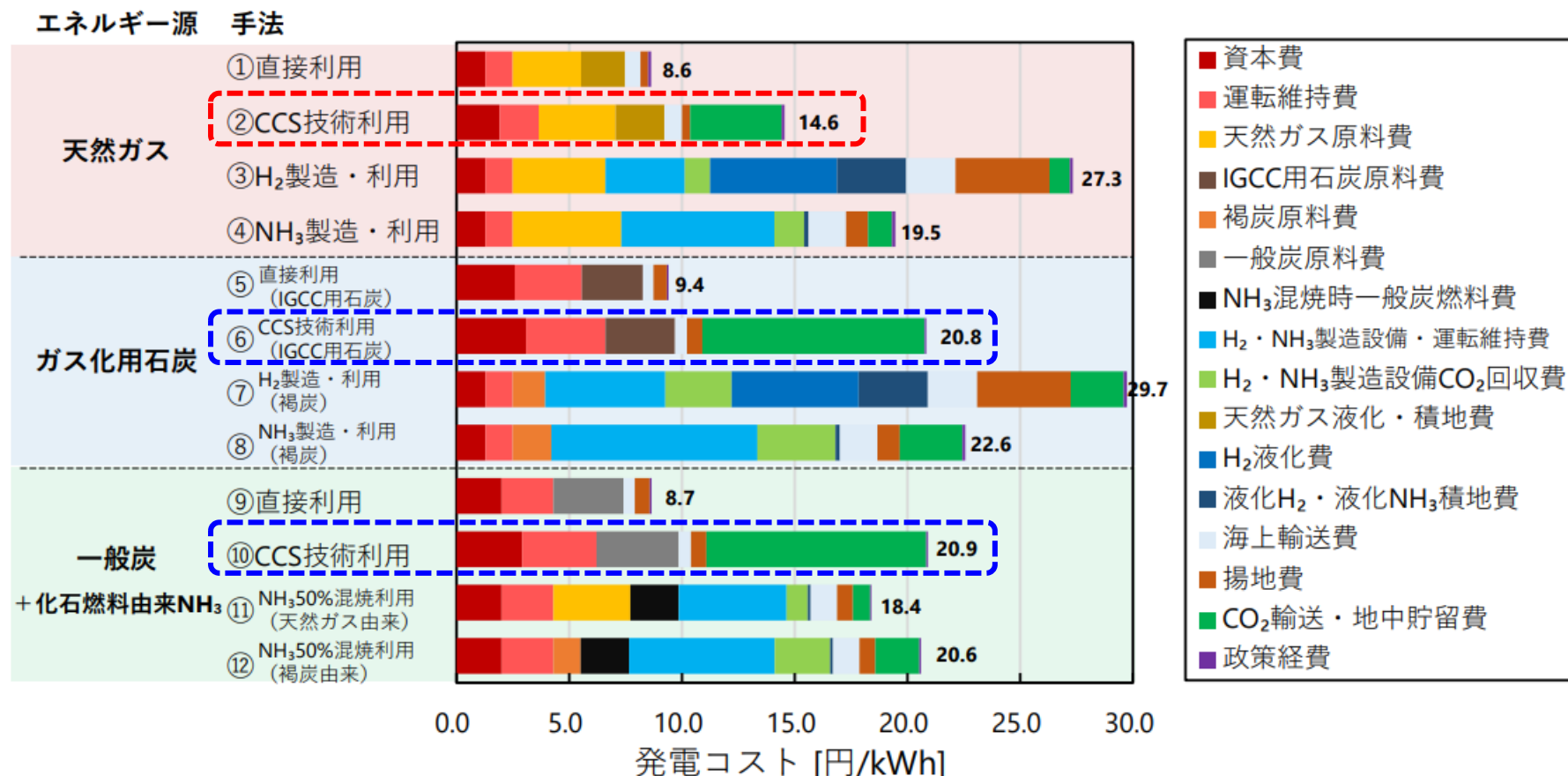


グラフ(左)出典：Global CCS Institute “Technology Readiness and Costs of CCS” (2021)

グラフ(右)出典：Nexant Report No. AUS8579-2 (2016)を基に当社が試算

脱炭素技術別 発電コストへの影響試算

エネルギー源と脱炭素手法別の発電コストへの影響は、石炭火力+CCS（⑥/⑩）や、その他想定されるNH₃/H₂と比べて、2030年断面では、天然ガス+CCS（②）が最も安価と試算されている。
⇒ 実現のためには、天然ガスタービン排ガスからCO₂分離・回収コストの削減が重要。



*直接利用（①/⑤/⑨）は脱炭素技術付属なし。2030年以降のNH₃/H₂の技術進展によって優位性が変わる可能性はある。

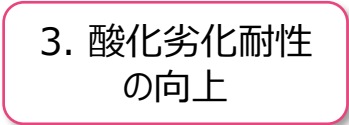
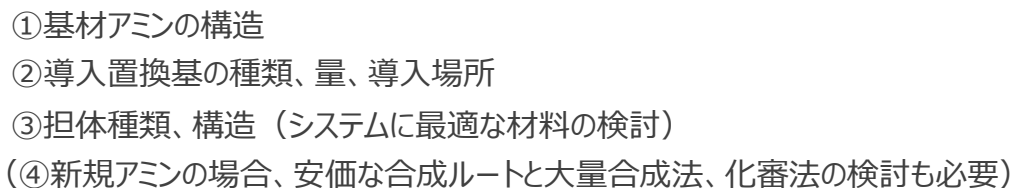
固体吸収材利用のメリット

	RITE固体吸収材 アミン化合物 + 多孔質担体	アミン吸収液 アミン + 水
分子量	数100以上 粘度制約がなく、低蒸気圧	100程度 粘度・蒸気圧等のトレードオフ
アミンロス	揮発はほぼゼロ 寿命がきたら交換	揮発 + 飛沫による 低減の為に水洗装置必要
再生温度	60 °C程度 真空引きで圧力と温度をスウィング	100 °C以上必要 温度をスウィングするため
表面積	数万 m ² /m ³	数100 m ² /m ³ 吸収塔内のパッキング表面積
吸収塔サイズ	中	大



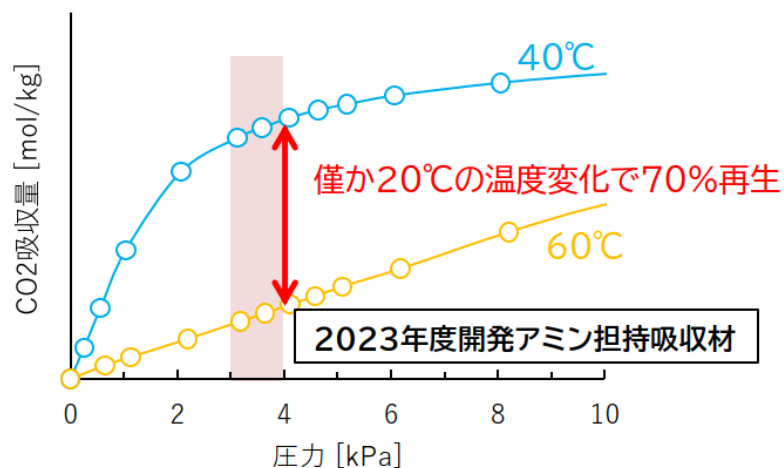
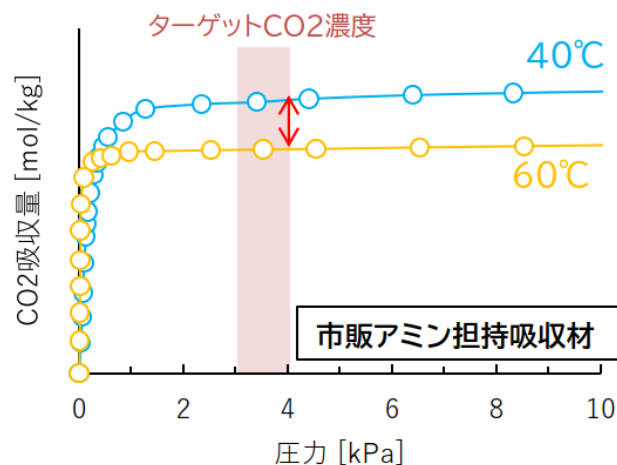
低温（低エクセルギー）の熱で再生可能な点を活かすシステム開発により、アミン吸収液と比較して低再生エネルギーを実現可能

高CO₂濃度向けの固体吸収材は低CO₂濃度には使用できない。
⇒ 天然ガスタービン排ガス(CO₂濃度3~4%)用の吸収材の開発 (RITE) とプロセス開発 (CYD) が必要
固体吸収材のCO₂吸収性能を制御：①基材アミンの構造、②導入置換基の種類、量、導入場所、③担体種類、構造



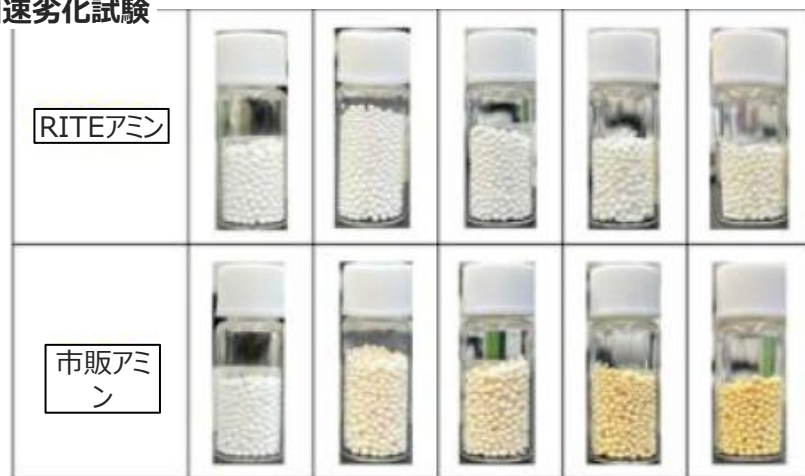
固体吸収材の開発状況

吸収性能



酸化劣化耐性

加速劣化試験



高酸化劣化耐性

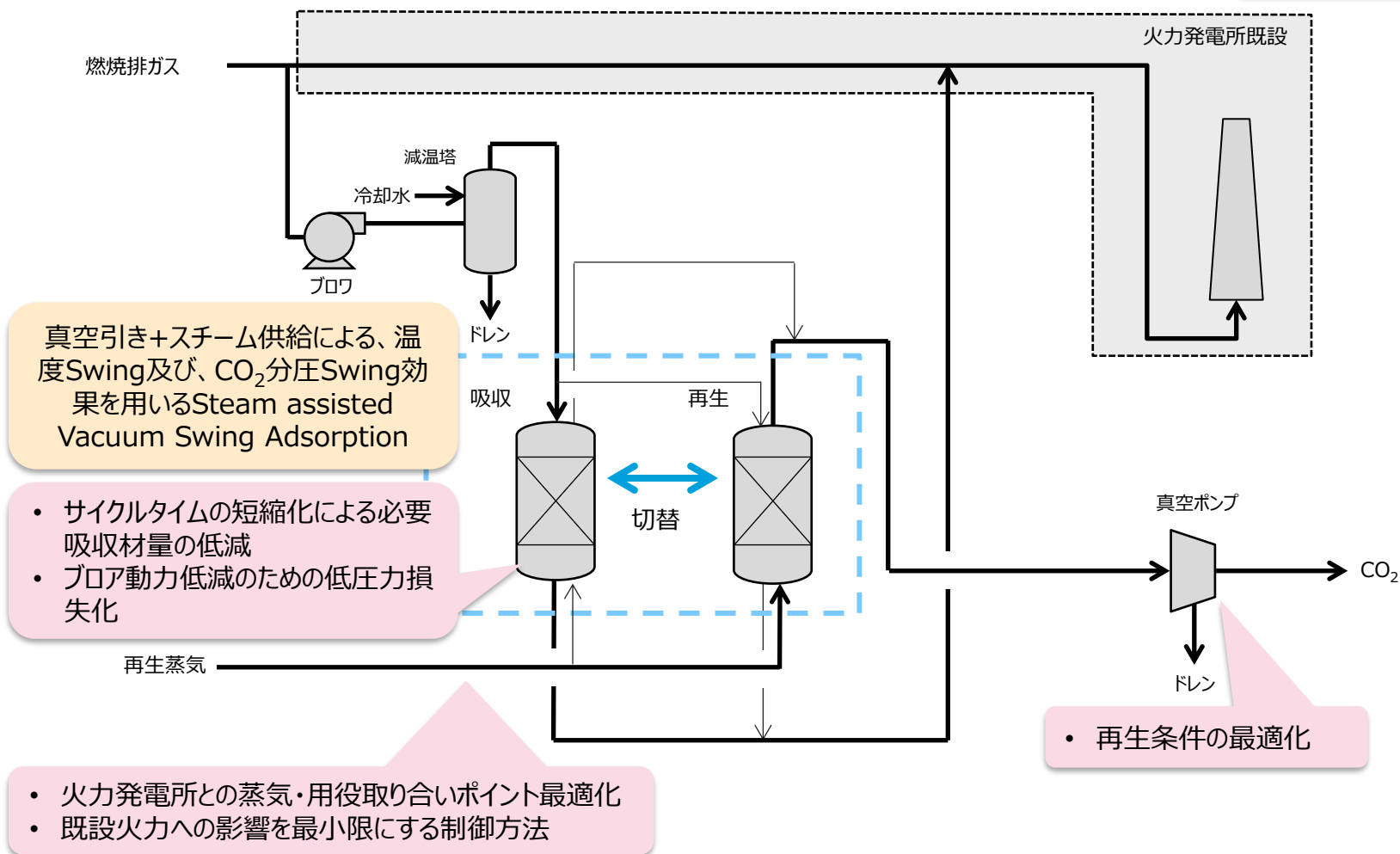
酸化劣化により変色

時間

高性能で劣化耐性も高い
アミンを開発

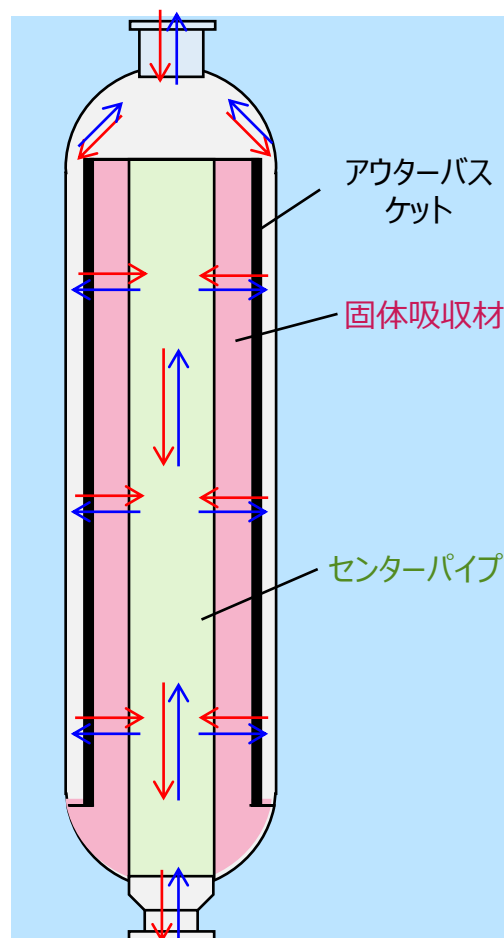
CO₂分離・回収プロセスイメージ

ピンク吹き出し：検討事項



吸収・再生装置イメージ

CO₂濃度が低い、大量の排ガスをブローで昇圧する必要があり、この動力がCO₂回収コスト（円/tCO₂）に与える影響は大きい。従って、低圧力損失が期待される吸収・脱離装置として、**ラジアルフロー型**を想定。



凡例

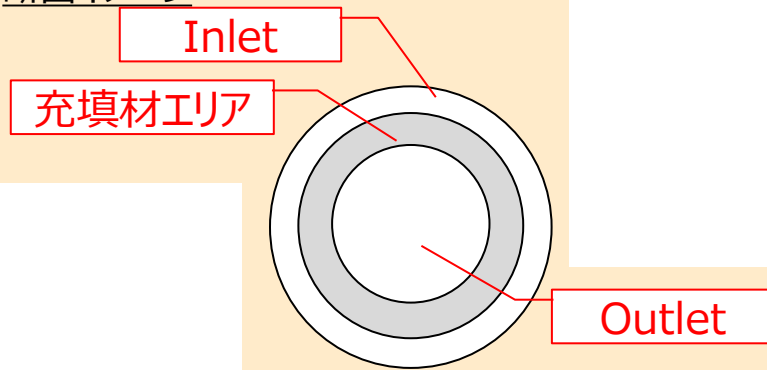
- 反応時フロー
- 再生時フロー

高流路面積、低圧損条件における、ガス分散方法の検討がポイントとなる



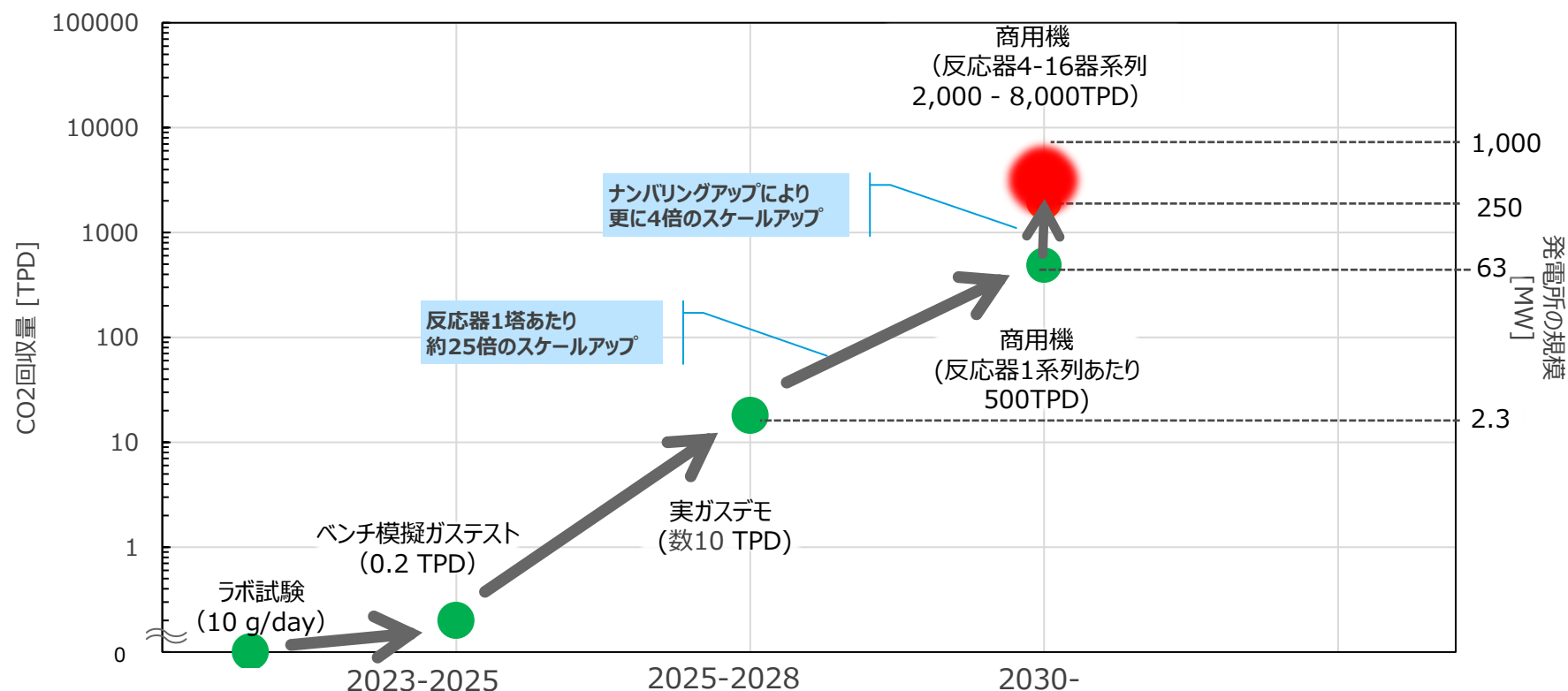
ベンチ装置で5 TPD相当のモックアップ試験により、CFDモデルの検証を実施を行う

断面イメージ



スケールアップイメージ図

反応器1塔のスケールアップとナンバリングアップを組み合わせることで効率的にスケールアップする。



サマリー

千代田化工建設、JERA、RITEはガスタービン排ガス（CO₂濃度4%程度）にフォーカスした固体吸収材によるCO₂分離・回収技術の開発を行っている。

project

- 2030年度末までに実証を終えてready for commercialが目標
- 3 phaseでの開発を行っており、Phase 1（固体吸収材開発）を終え、Phase 2（ベンチ装置試験）を行っている。Phase 3ではJERAの火力発電所管内にて実ガスパイロットでの実証予定。

technology feature

- 固体吸収材を採用することで従来のアミン吸収液よりもアミンの設計自由度が高く、競争力の高いアミンを開発できる。
- 減圧スチーム供給による、温度・CO₂分圧・全圧をスウィングする切り替え型のシンプルなプロセス。
- ラジアルフロー型の装置を採用することで装置の通風抵抗を大幅削減。