

# NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026

## プログラムNo.B2-3-05

# 天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO<sub>2</sub>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／CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発／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／天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO<sub>2</sub>分離回収技術開発・実証)

発表：2026年7月23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 夏山 和都

\*団体名 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

問い合わせ先 千代田化工建設（株）E-mail:Natsuyama.Kazuto@chiyodacorp.com TEL:045-277-9455

# 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／CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発プロジェクト

## 天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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

吸収材開発 プロセス開発 実ガス実証



2022 2024 2026 2030

#### 吸収材の開発

新規固体吸収材の開発  
及びラボ試験

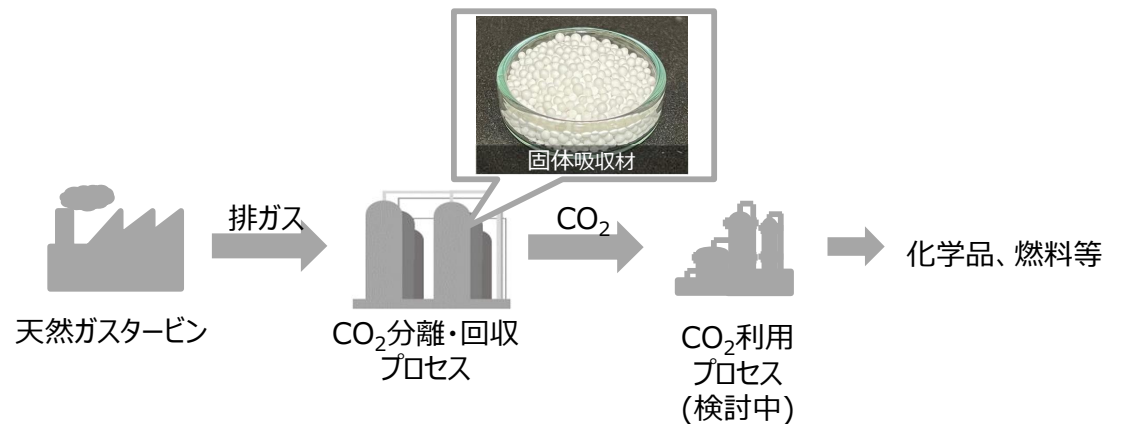
#### ベンチ試験

性能確認・エンジニアリングデータ  
取得

#### 実ガス実証試験

全体システム検討、長期運転実証

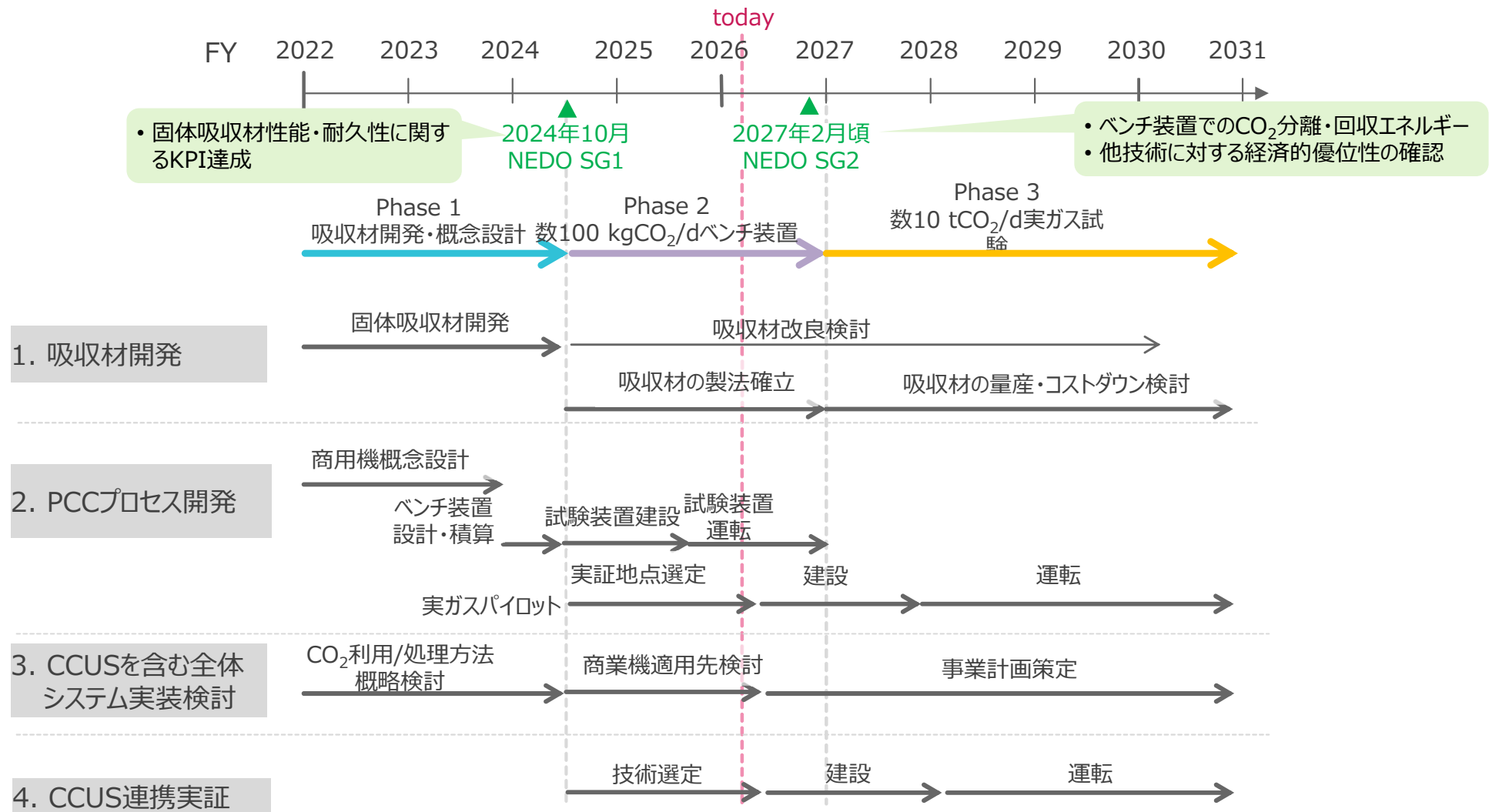
▼ ステージゲート1 ▼ ステージゲート2



天然ガス燃焼排ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収プロセスの概念図

# 事業スケジュール

①固体吸収材開発、②ベンチ試験、③実ガスパイロット試験からなる3 Phase制の事業。  
Phase 1→2のStage Gateを通過し現在Phase 2実施中。



# 低濃度排ガスからのCO<sub>2</sub>を分離・回収行うことへのチャレンジ

ガスタービン排ガスからのCO<sub>2</sub>の分離・回収は現状技術では高コストであり、経済的な理由から導入ができていない。従来のアミン吸収液法では大幅なコスト低減にはハードルがある ⇒ 別方式でのコスト低減アプローチが望まれる。

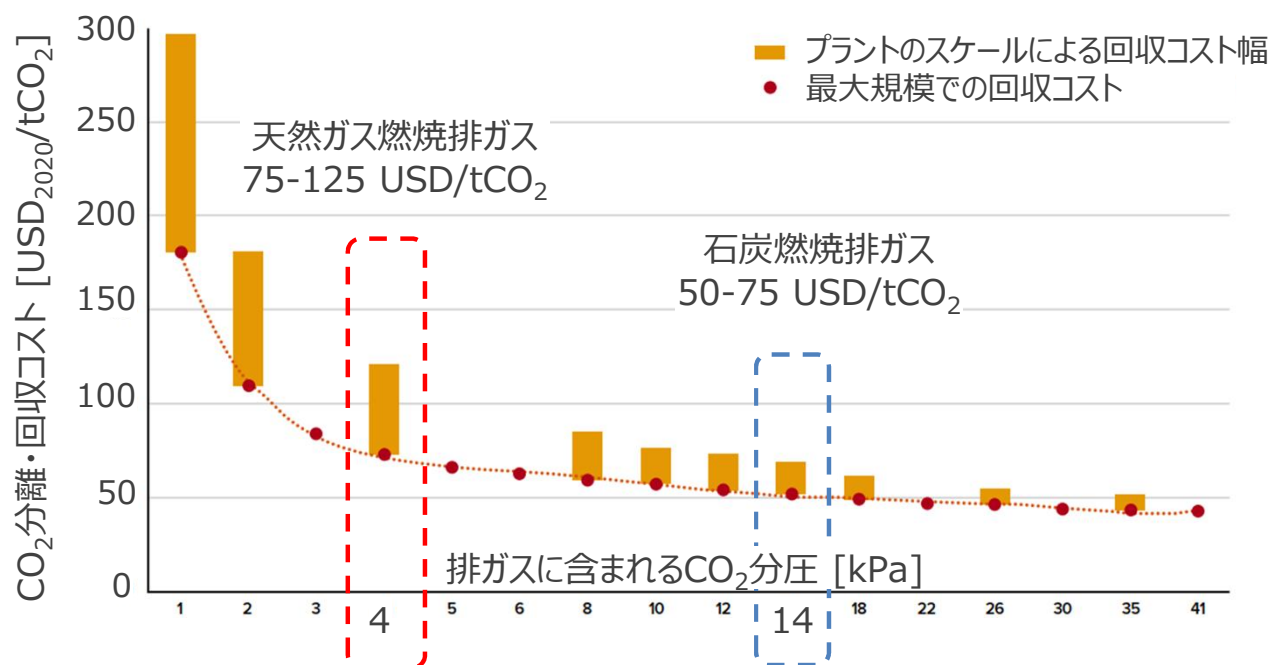
ガスタービン排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>濃度は3-5 vol%程度と現在主に導入が進んでいる石炭・バイオマス燃焼排ガスの13-14 vol%と比較すると低濃度である。従って、

- ・ 熱力学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
- ことにより高コストとなる。

アミン吸収液を用いた方法が従来は一般的だが、CO<sub>2</sub>濃度が低くなると、以下の理由によりコストが増加

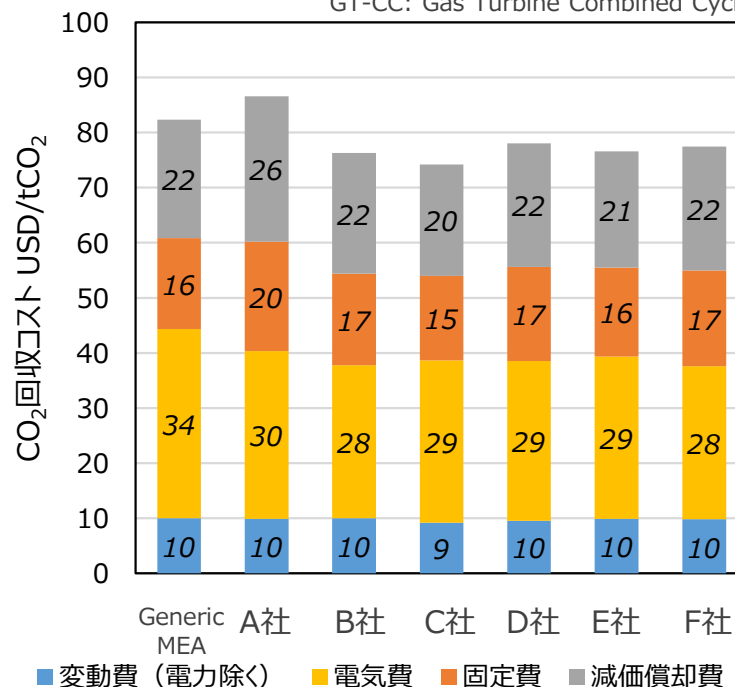
1. 吸収量低下のため、アミン液循環量を増加
2. 吸収速度低下のため吸収装置の大型化

## 30%モノエタノールアミン液を用いた際のCO<sub>2</sub>回収コスト試算



## アミン吸収液法によるGT-CCからのCO<sub>2</sub>分離回収コスト比較 (nexant社調べ)

GT-CC: Gas Turbine Combined Cycle



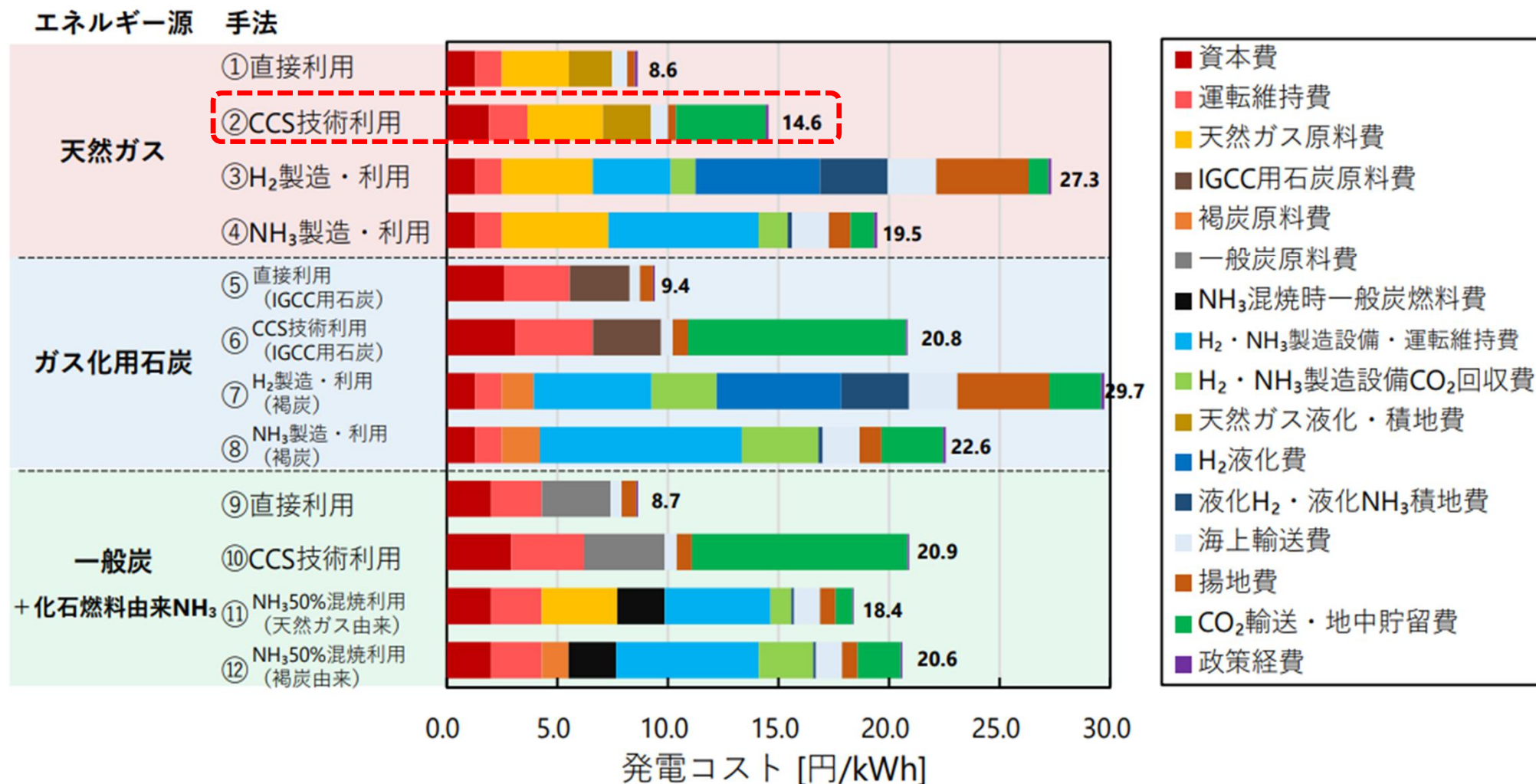
吸収液再生用蒸気は発電用蒸気を分岐させるとして、発電所出力低下分として電気費に含む

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

# 電力kWhあたりのCO<sub>2</sub>分離回収コストの低く抑える技術を提供

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NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>分離・回収コストの削減が重要。



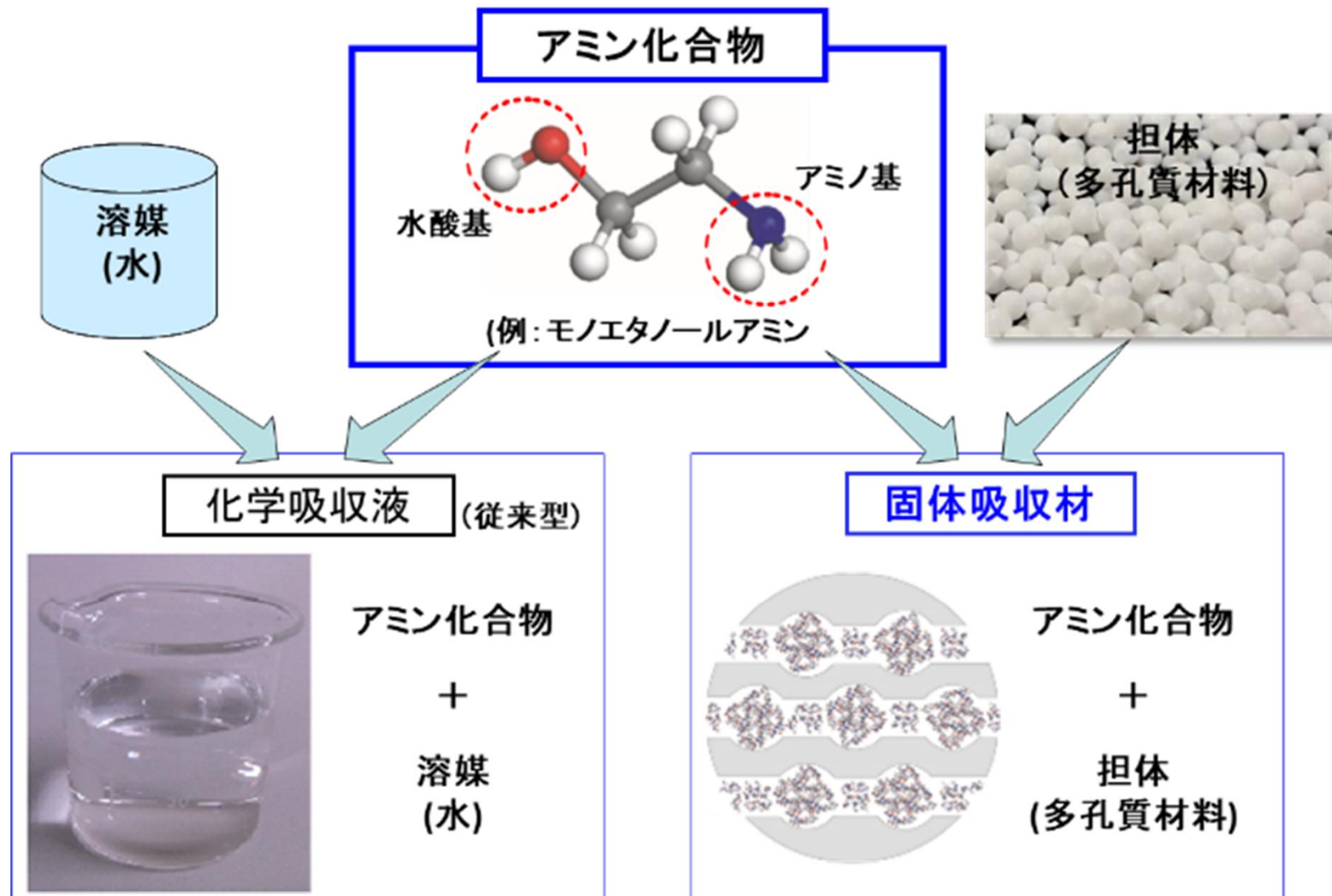
\*直接利用（①/⑤/⑨）は脱炭素技術付属なし。2030年以降のNH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>の技術進展によって優位性が変わる可能性はある。

グラフ出典：2030年を想定した火力発電の脱炭素化技術に対する経済性および環境性の評価，一般財団法人電力中央研究所 第一回  
 カーボンマネジメント小委員会，2023/9



# RITE固体吸収材概要

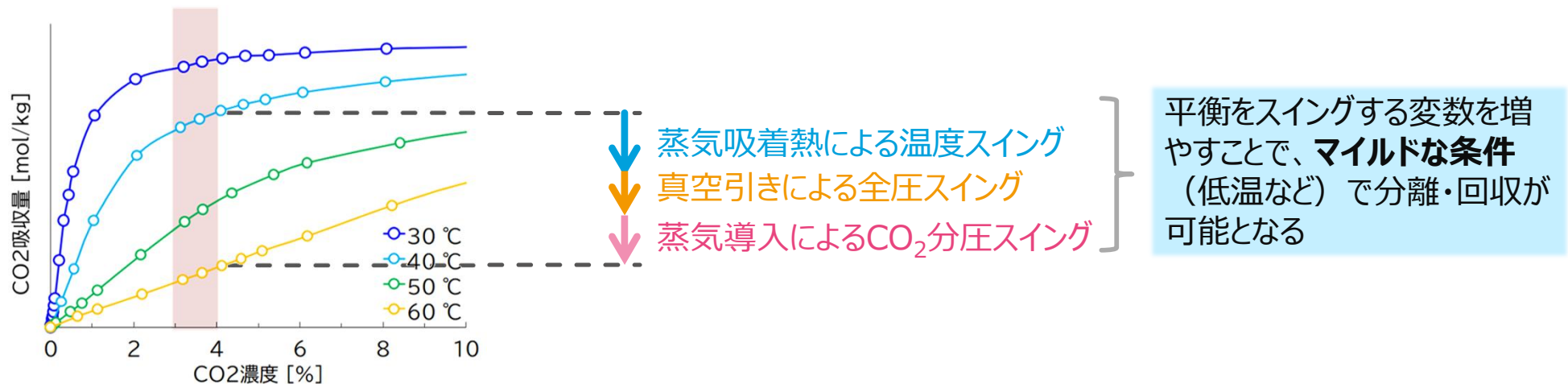
RITEの固体吸収材はアミン吸収液法と同等にCO<sub>2</sub>とアミンの反応により分離・回収を行う原理は同じ。  
水溶液ではなく、固体にアミンが担持されている点が異なる。



# 固体吸収材利用のメリット

アミンの揮発・飛沫同伴がないため、減圧下での再生が可能となる。  
再生時に真空を用いて全圧を下げることで、温度の操作幅を小さくすることができる。  
液体のように粘度を抑える必要がないため、アミンの設計自由度が高い。

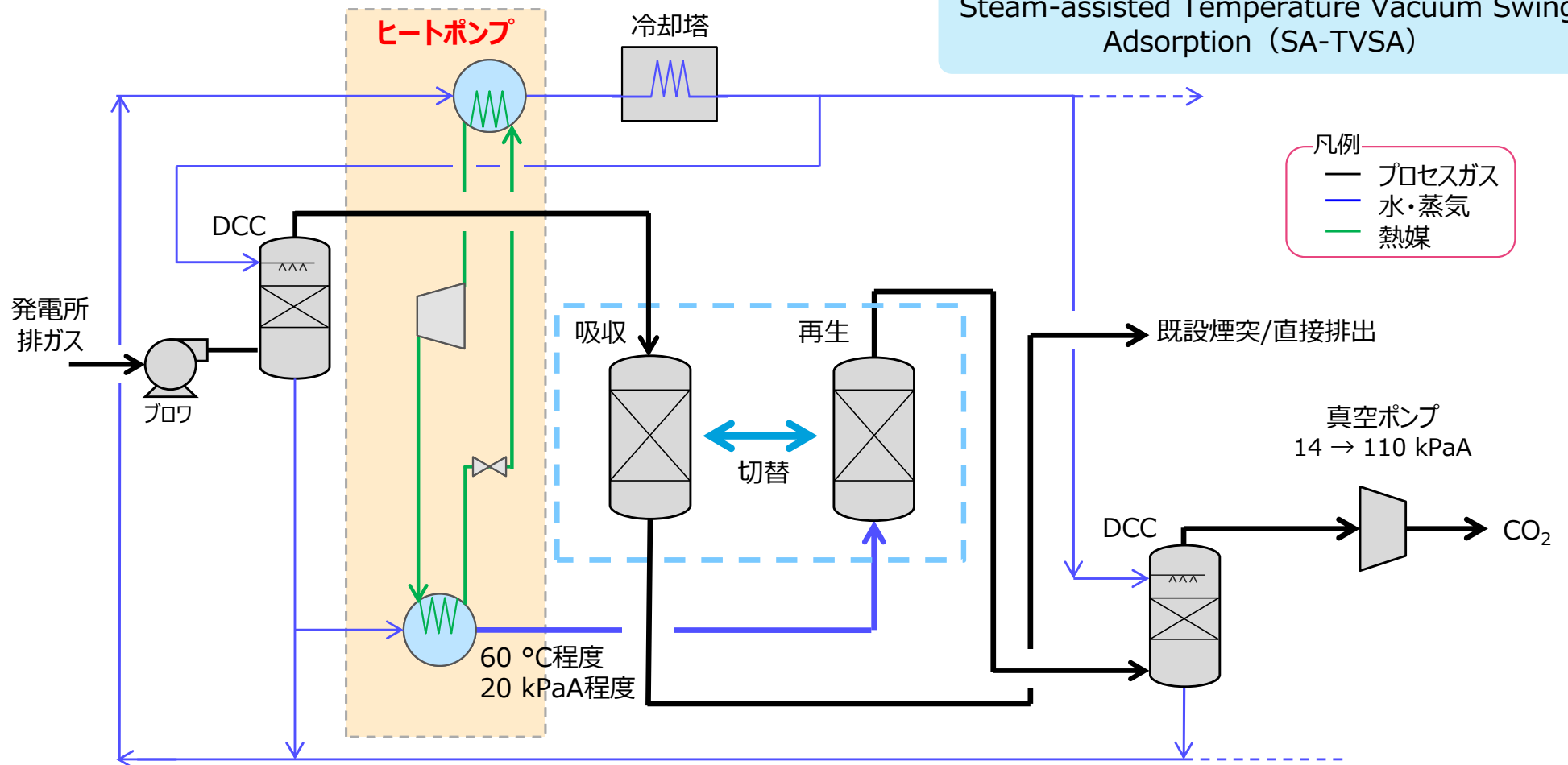
|       | RITE固体吸収材<br>アミン化合物 + 多孔質担体 | アミン吸収液<br>アミン化合物 + 水      |
|-------|-----------------------------|---------------------------|
| 分子量   | 高い<br>粘度制約がなく、低蒸気圧          | 低い<br>粘度・蒸気圧のトレードオフ       |
| アミンロス | 揮発はほぼゼロ<br>寿命がきたら交換         | 揮発 + 飛沫による<br>低減の為に水洗装置必要 |
| 再生圧力  | 減圧可能<br>固体に担持されており揮発しない     | 原則減圧不可<br>アミンロスが増える       |
| 再生温度  | 60 °C程度<br>温度スウィング小さい       | 100 °C以上必要<br>温度スウィング大きい  |



# プロセス概略

- バルブによる工程切替を行うシンプルな固定床型のスウィングプロセスを採用
- 低温再生 + ヒートポンプにより**蒸気生成の用役を大幅低減**
- 熱回収により冷却エネルギーを低減

真空引き+スチーム供給  
温度とCO<sub>2</sub>分圧Swing効果を用いる  
Steam-assisted Temperature Vacuum Swing  
Adsorption (SA-TVSA)

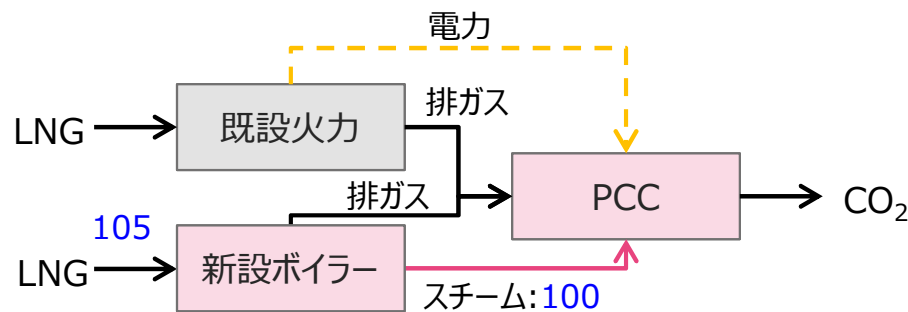




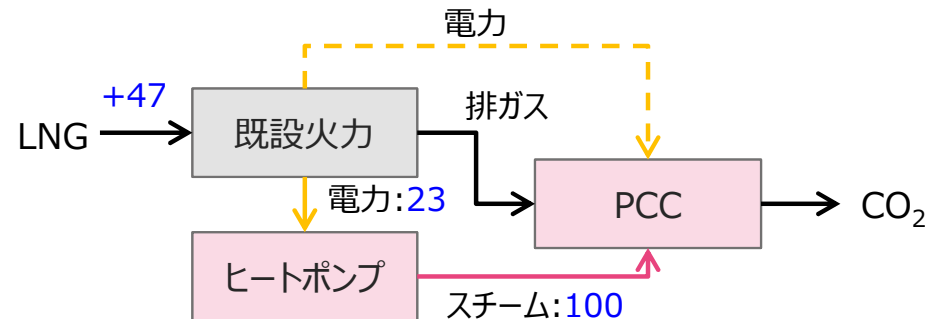
# 低温熱の与え方：ヒートポンプ

再生温度が低いので、ヒートポンプを採用することで追加の熱源（ボイラ等）が不要。  
用役消費を大幅に削減できる。

## ボイラー利用



## ヒートポンプ利用



同量の100の熱量相当のスチームを与えるのに必要な燃料の簡易試算例

ボイラー効率：95%とする

$$100 \div 0.95 = \underline{105}$$

ボイラーはエネルギー効率は95%程度と高いが、燃料を焚いて低温の熱を作成する所でのエクセルギー効率が低い

熱媒温度30→70°Cのヒートポンプとし、

- COPはカルノー効率の50%とする
- 火力の発電効率50%とする

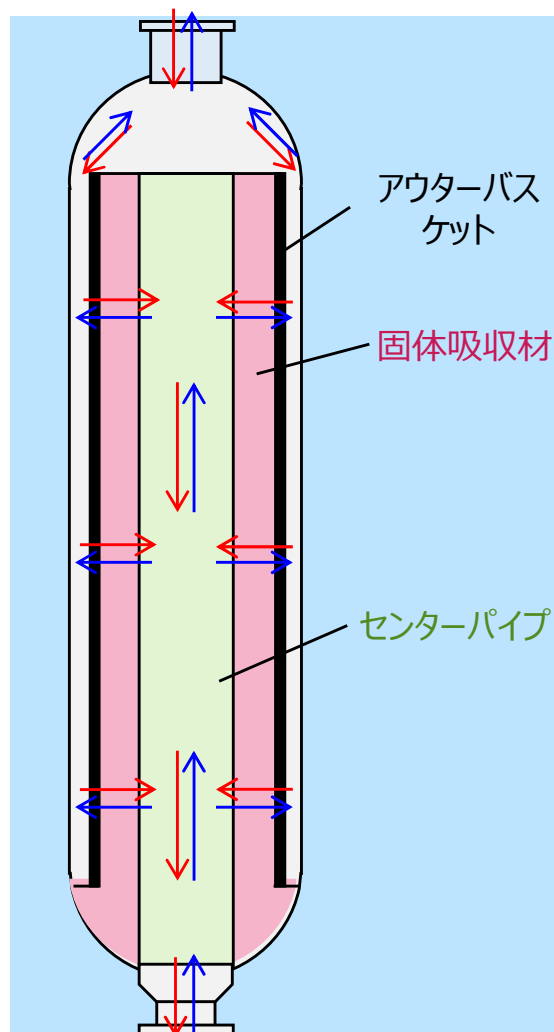
$$100 \div ((273+70)/(70-30) \times 0.5) \div 0.5 = \underline{47}$$

S-TVSAによる低温再生であればヒートポンプにより高効率化が可能

※ 仮定に基づく簡易試算例だが、**最も用役負荷の大きい蒸気に対して必要燃料半減**

# 吸収塔の通風抵抗の低減

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CO<sub>2</sub>回収コスト（円/tCO<sub>2</sub>）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。低圧損となるので、ポイントは均一分散であり、CFD・モックアップにより流動性を検証し、スケールアップにつなげる。



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

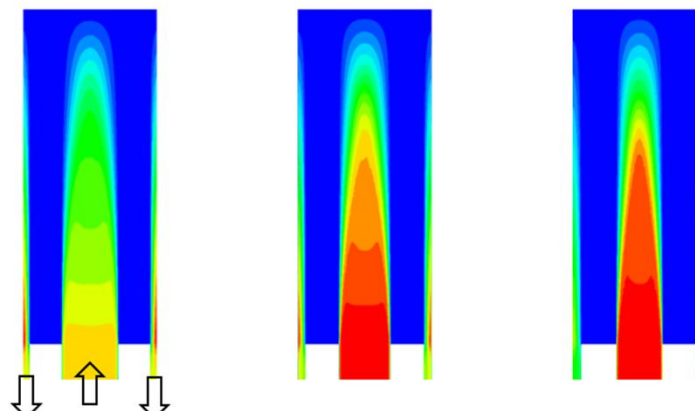
CFDモデルによる解析を実施

ベンチプラントモックアップでのデータにて  
パラメーター調整・検証を実施

パイロットにて反応込みで実証

CFD例：流速分布

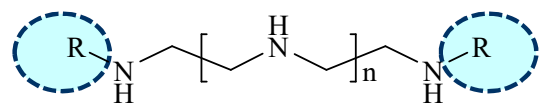
右に行くほど環状・センター流路が狭く、分布が大きい



# 固体吸収材の開発方針

高CO<sub>2</sub>濃度向けの固体吸収材は低CO<sub>2</sub>濃度では効率が悪い。

⇒ CO<sub>2</sub>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

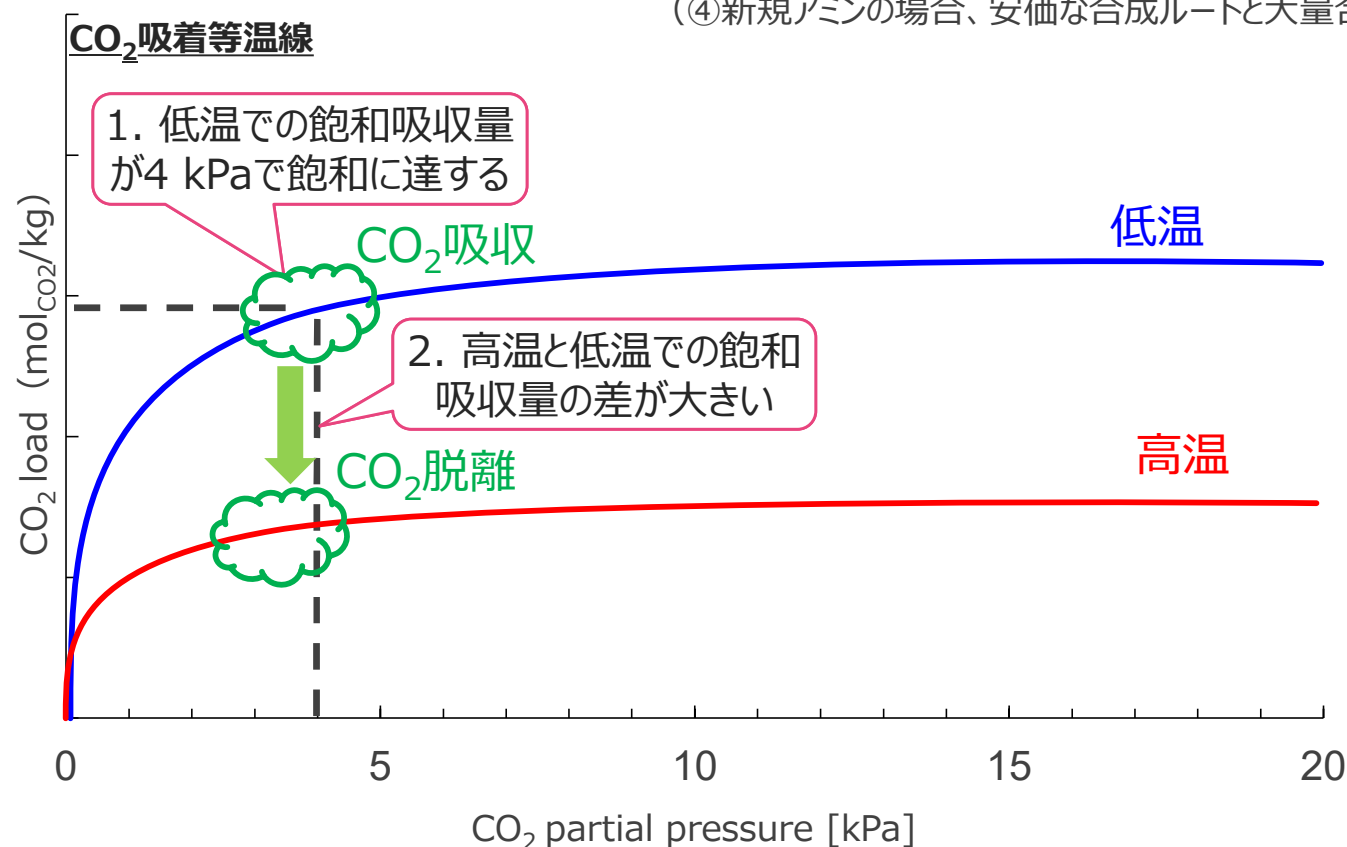


①基材アミンの構造

②導入置換基の種類、量、導入場所

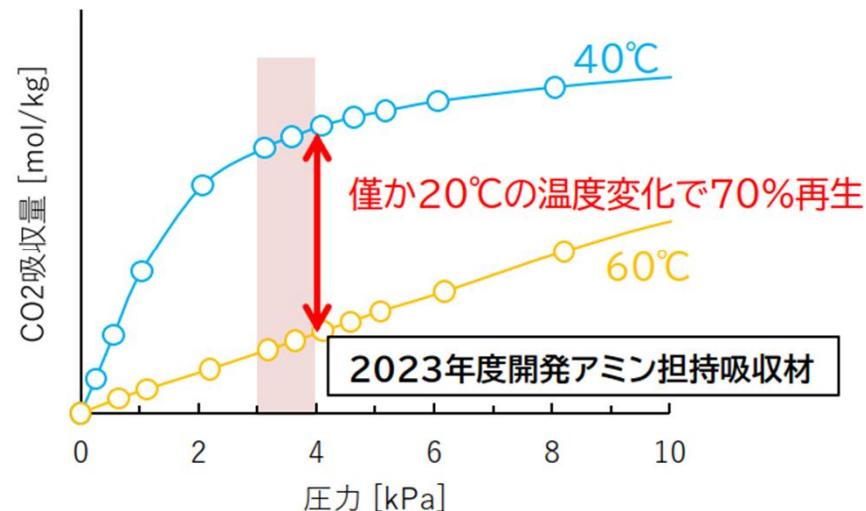
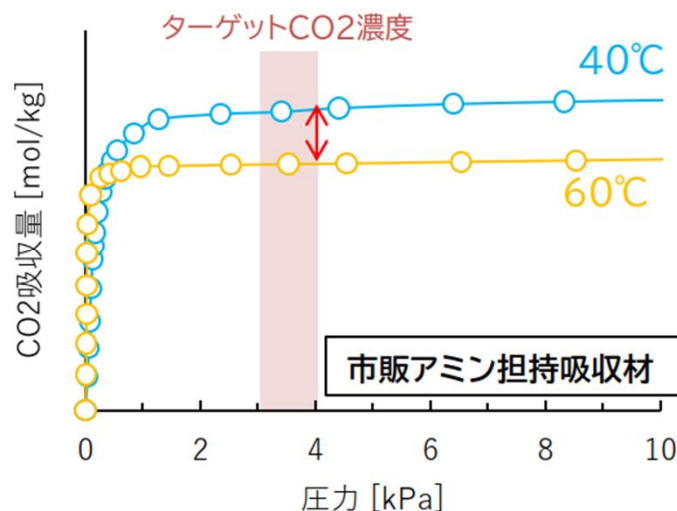
③担体種類、構造（システムに最適な材料の検討）

（④新規アミンの場合、安価な合成ルートと大量合成法、化審法の検討も必要）

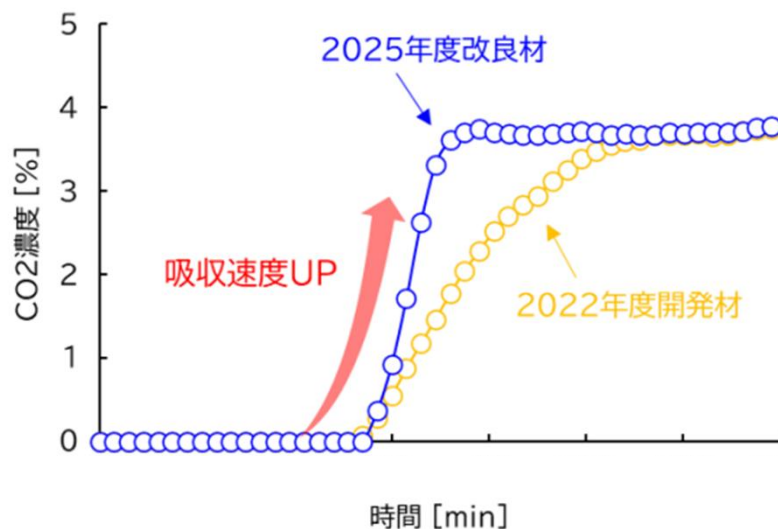


# 固体吸収材性能：吸収性能

飽和吸収量



吸収速度



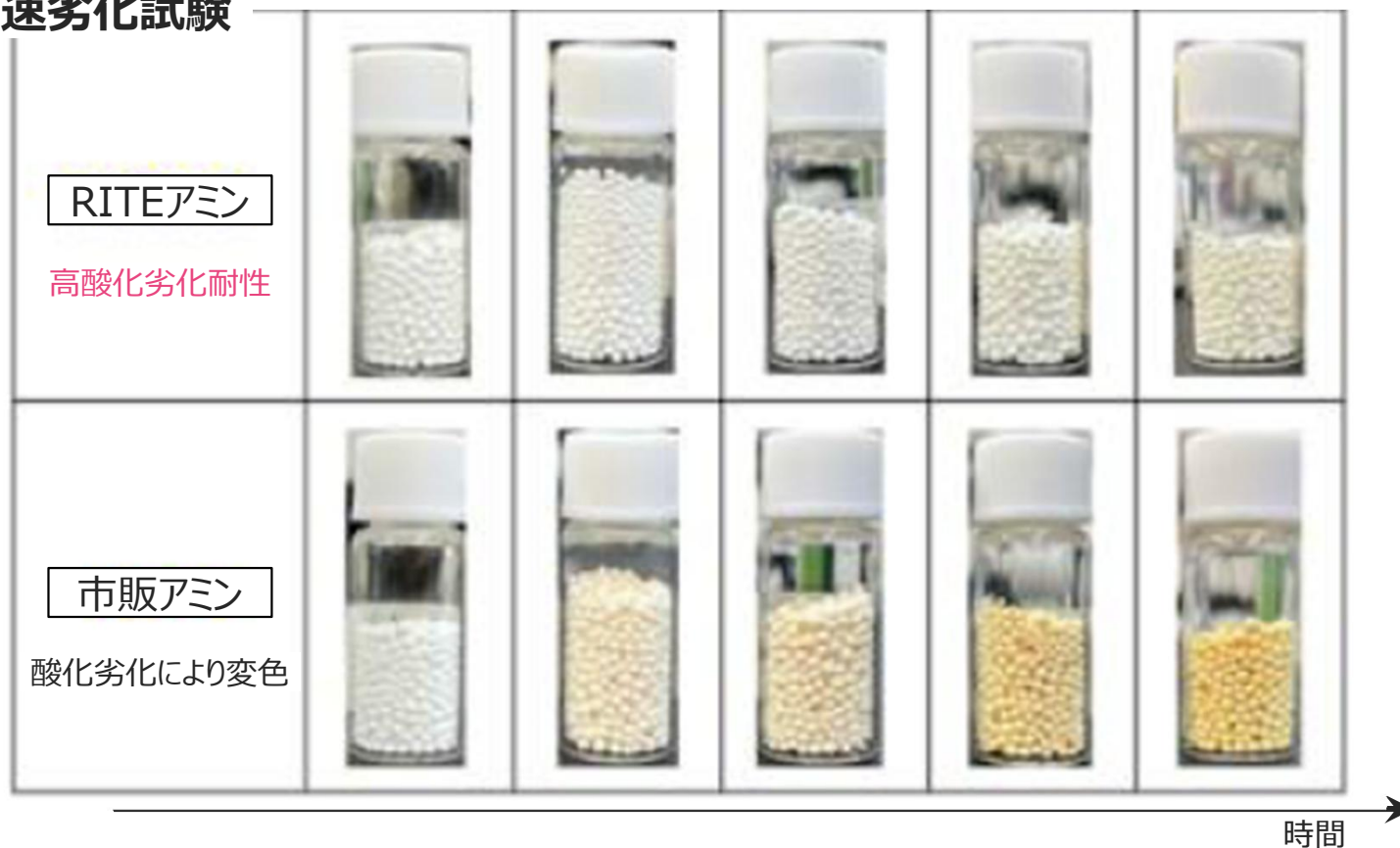
RITE材は

- ターゲットCO<sub>2</sub>分圧でのCO<sub>2</sub>飽和吸収量の温度感度が高く、わずかな温度変化で再生が可能。
- 物質移動速度が改善されており、より速くCO<sub>2</sub>の吸収・再生を行うことができる。

# 固体吸収材性能：耐久性

加速劣化試験酸化劣化耐性においてはRITEアミンは市販アミンと比較して高耐久を確認しており、実ガスを模擬した成分でのロングラン試験を実施中。

## 加速劣化試験

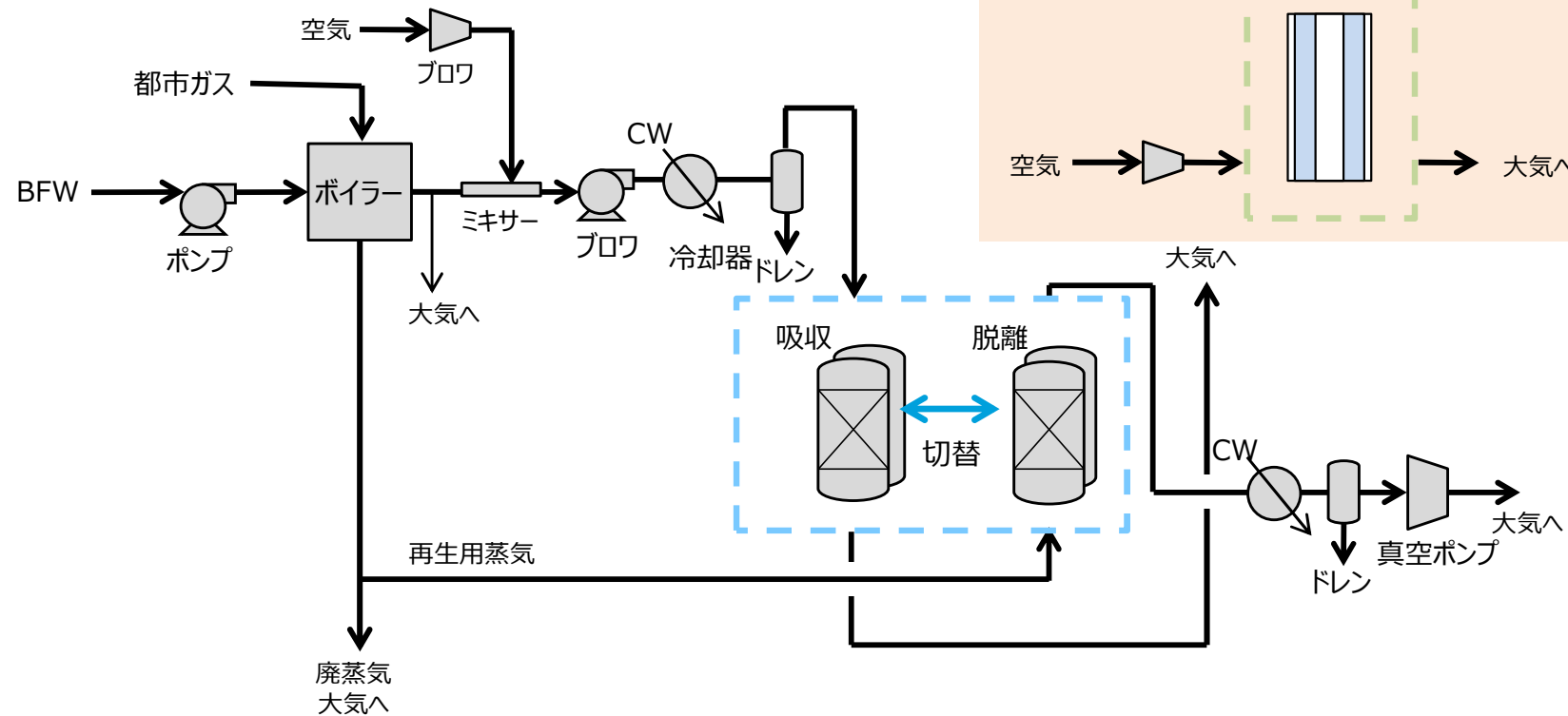




# ベンチ試験装置 概要

簡易ボイラー排ガスからCO<sub>2</sub>を回収するホット部と、ラジアルフロー吸収塔の流動を確認するコールドモックアップ部からなるベンチプラントを運転中。

数100 kgCO<sub>2</sub>/d規模ベンチプラント

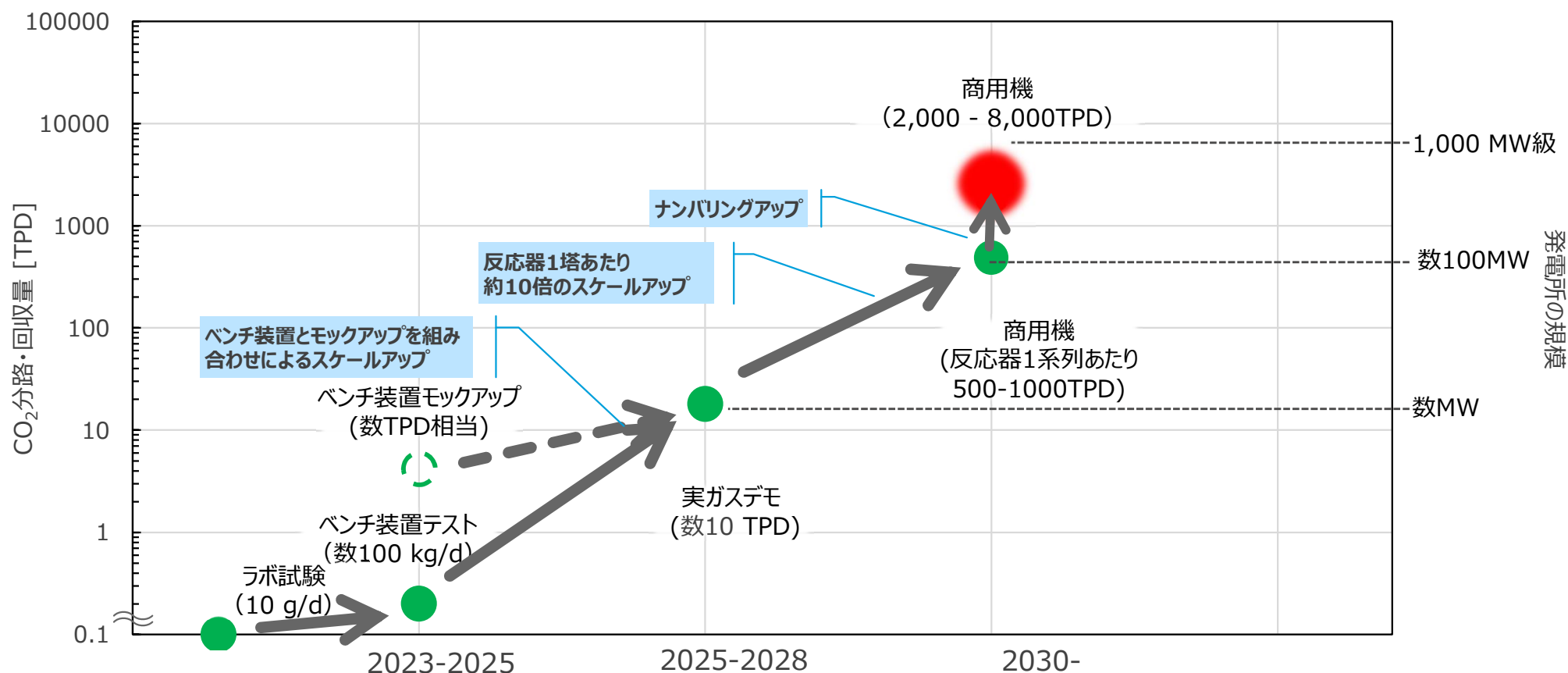


# ベンチ試験装置



# 商業機に向けたスケールアップ

吸収材・反応器それぞれの観点でエンジニアリングデータを取得しながら、反応器単体をスケールアップするとともに、一定以上のキャパシティからは装置全体をナンバリングアップす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（CO<sub>2</sub>濃度4%程度）にフォーカスした固体吸収材によるCO<sub>2</sub>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競争力の高いアミンを開発できる。
- 低温再生のメリットを活かしたヒートポンプによる省エネルギープロセス。
- 減圧スチーム供給による、温度・CO<sub>2</sub>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。

謝辞

この成果は、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託業務（JPNP21024）の結果得られたものです。

# Thank You!



© Chiyoda Corporation 2026, All Rights Reserved.

