

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

2023年12月13日
千代田化工建設株式会社

目次

- 1-1. 本開発・技術実証の概要
- 1-2. 本開発・技術実証の体制
- 1-3. 全体スケジュール
- 1-4. 低濃度排ガスからのCO₂回収を行うことへのチャレンジ
- 1-5. 脱炭素技術別 発電コストへの影響試算

- 2-1. 固体吸収材利用のメリット
- 2-2. CO₂分離・回収プロセスイメージ
- 2-3. Steam Assisted-Vacuum Swing Adsorption 原理
- 2-4. 固体吸収材の開発方針
- 2-5. 固体吸収材開発現状（非公開）
- 2-6. 火力発電所とのインテグレーションイメージ（非公開）
- 2-7. 吸収・再生装置イメージ（非公開）
- 2-8. フットプリントイメージ（非公開）
- 2-9. スケールアップイメージ図
- 2-10. 目標値2,000円台/t CO₂達成後の従来技術との比較

1-1. 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

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

▼ ステージゲート1

ベンチ試験

性能確認・エンジニアリング
データ取得

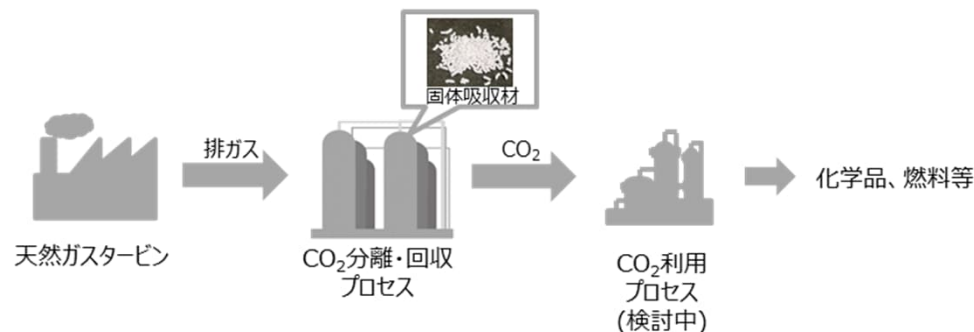
▼ ステージゲート2

実ガス実証試験

全体システム検討、長期運転実証

CO₂分離・回収コスト目標*：2,000 円台/tCO₂

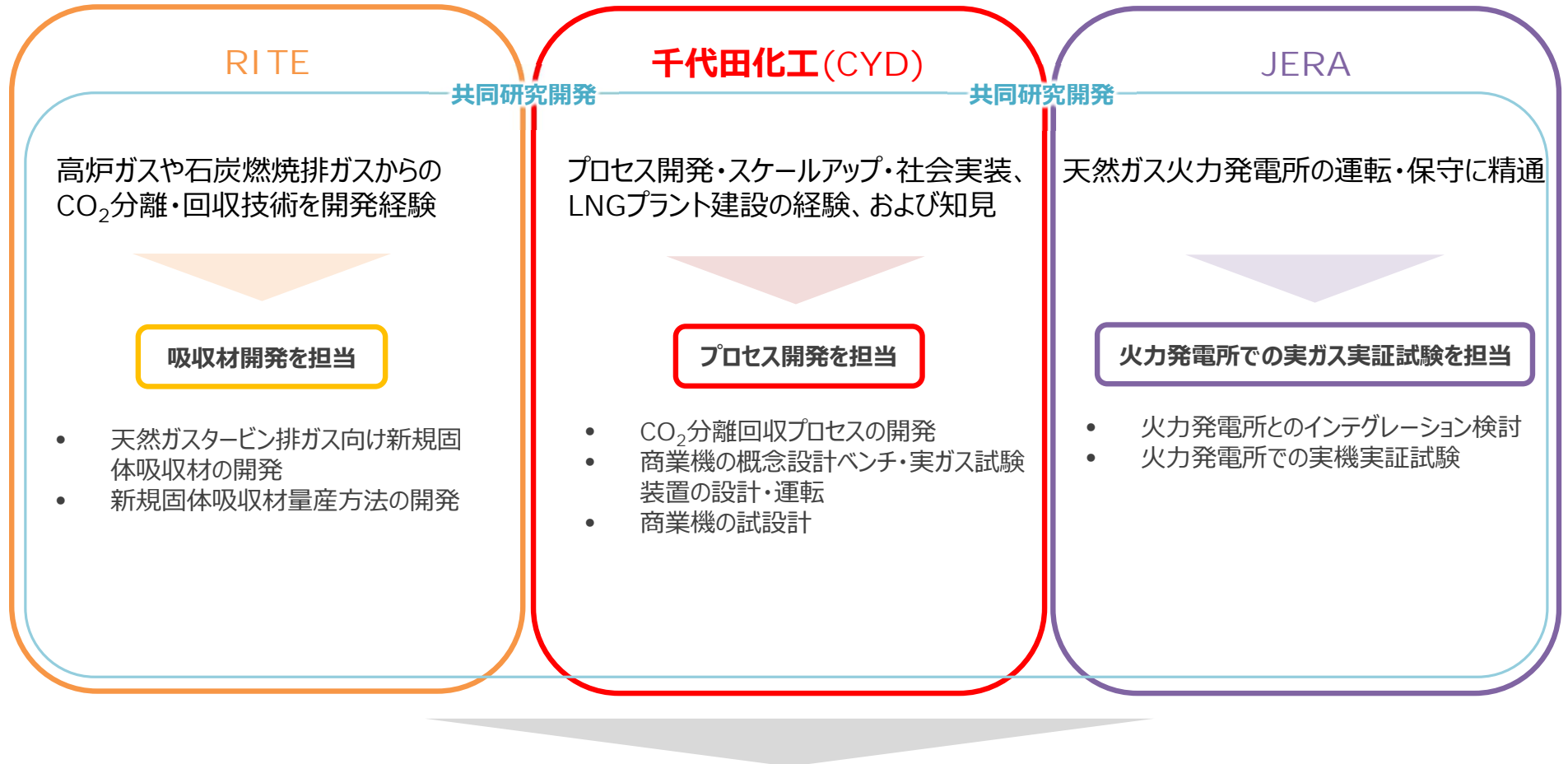
*回収規模、用役単価等の諸条件が最適な場合



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

1-2. 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。



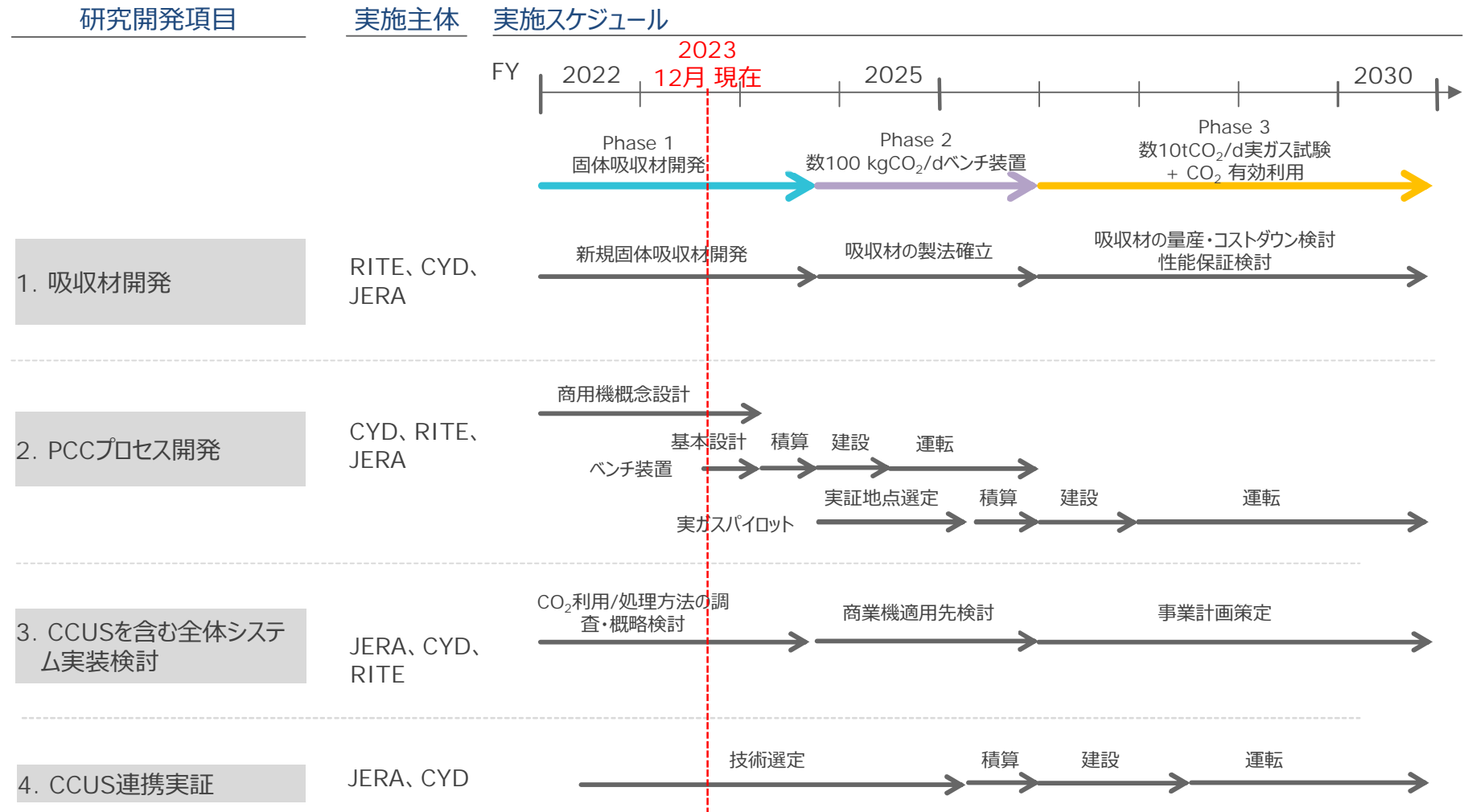
提案プロジェクトの目的：天然ガスタービン排ガスからの低コストCO₂分離・回収プロセス商用化の実現

1-3. 全体スケジュール

Phase1 : 固体吸収材開発

Phase2 : 数100 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



1-4. 低濃度排ガスからのCO₂回収を行うことへのチャレンジ

天然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。

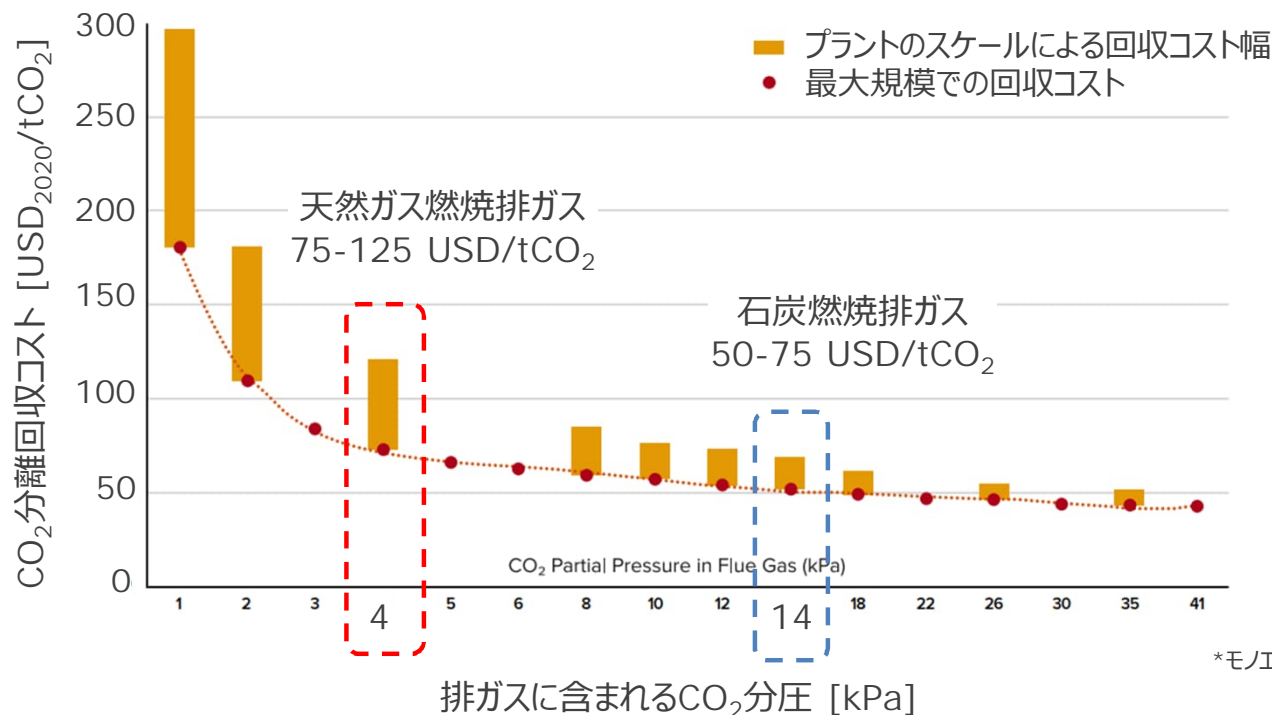
下記を始めとする課題がある。

- 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

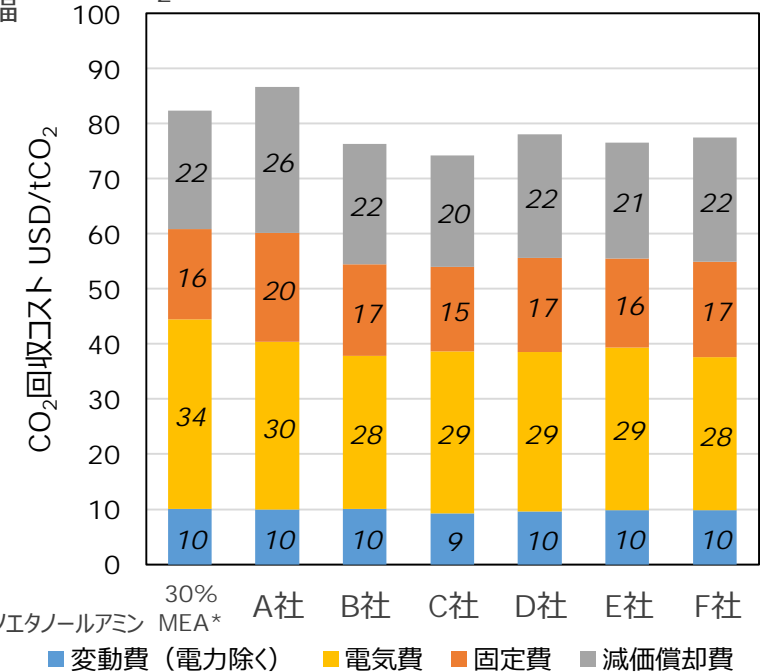
アミン吸収液を用いた方法が従来は一般的だが、CO₂濃度が低くなると、以下の理由によりコストが増加

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天然ガスタービンからのCO₂分離回収コスト比較 (nexant社調べ)



モノエタノールアミン MEA

■ 変動費 (電力除く) ■ 電気費 ■ 固定費 ■ 減価償却費

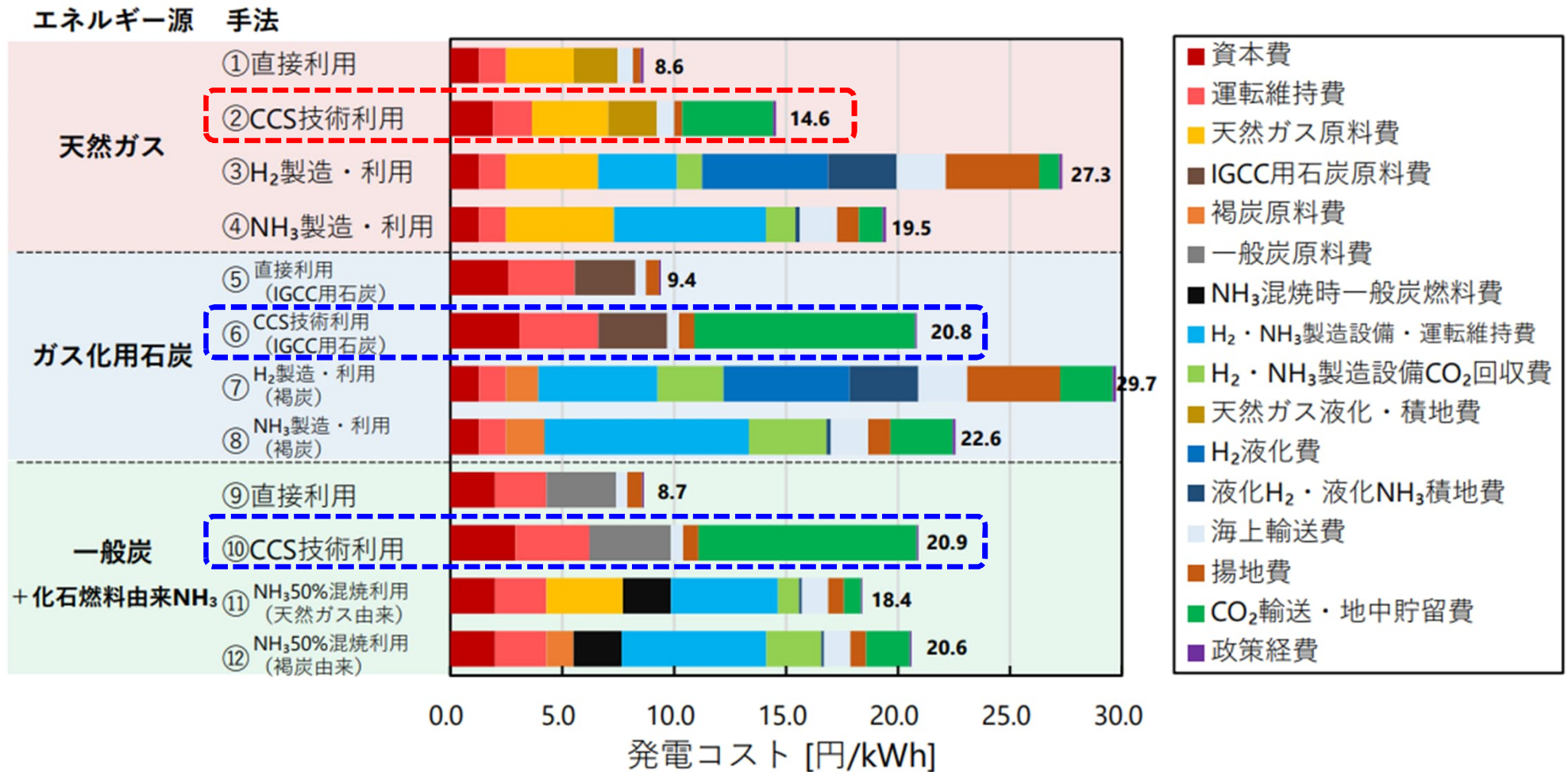
吸収液再生用蒸気は発電用蒸気を分岐させるとして、発電所出力低下分として電気費に含む

グラフ(左)出展 : 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

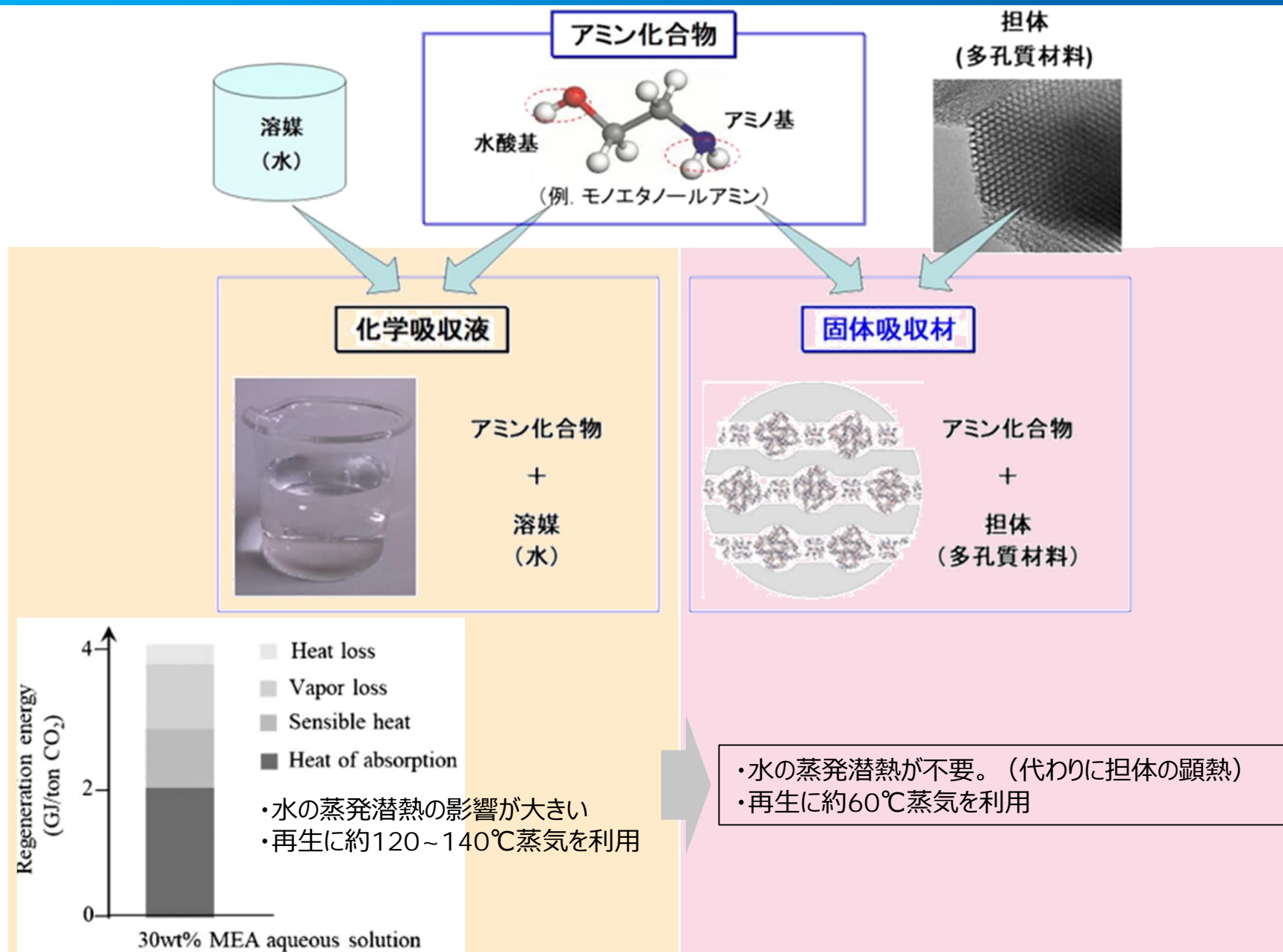
1-5. 脱炭素技術別 発電コストへの影響試算

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。

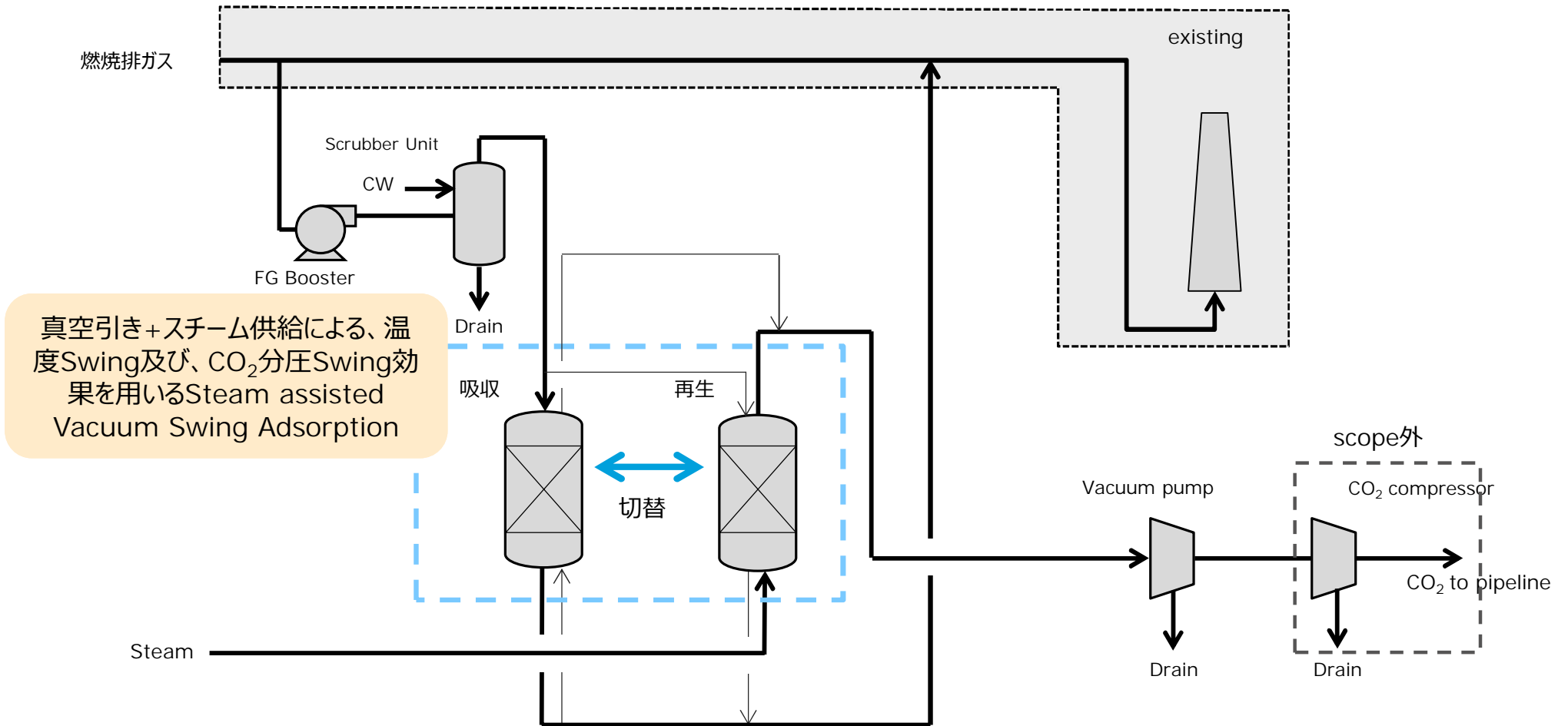


* 直接利用（①/⑤/⑨）は脱炭素技術付属なし。2030年以降のNH₃/H₂の技術進展によって優位性が変わる可能性はある。

2.1 固体吸収材利用のメリット



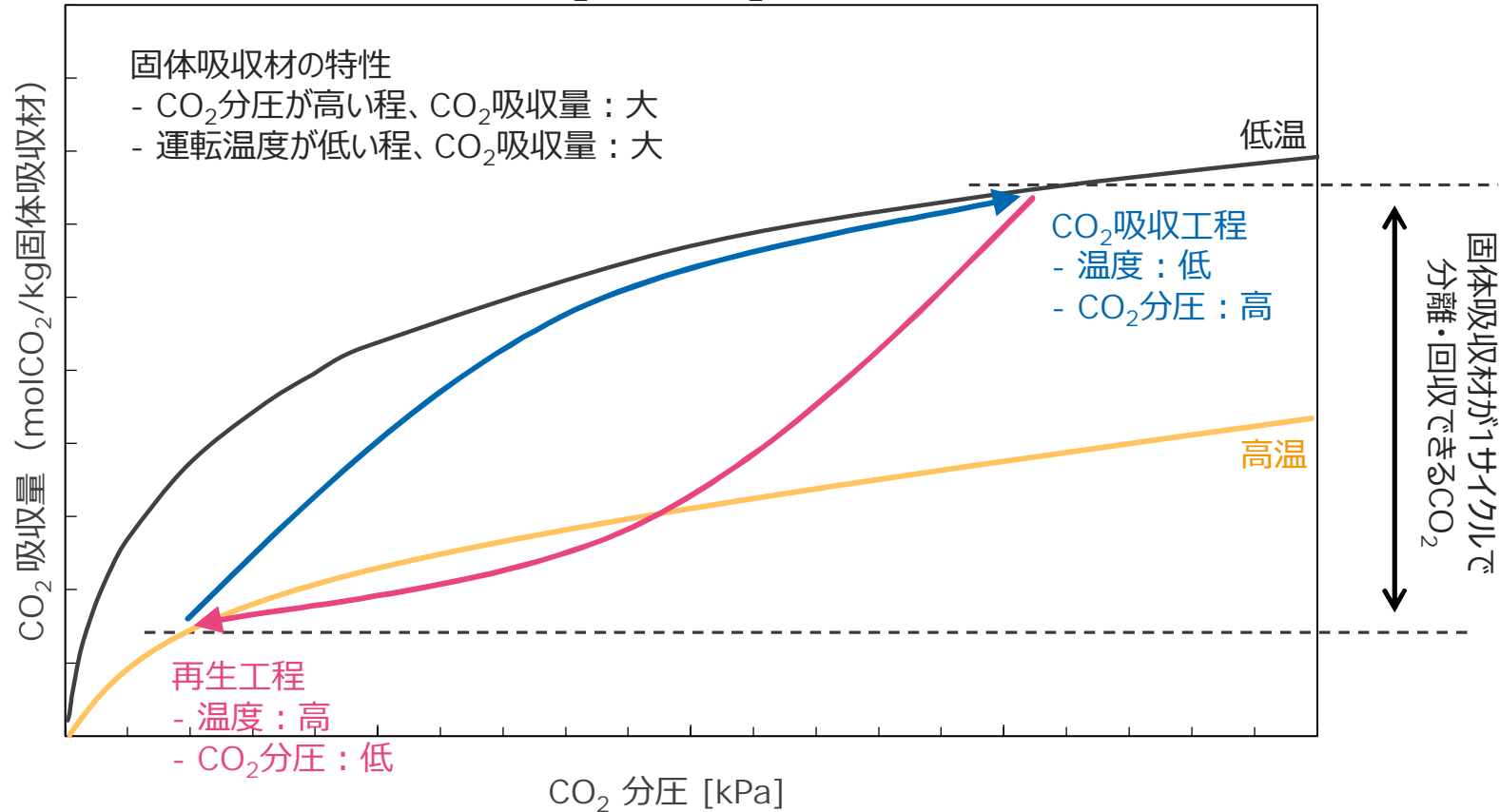
2-2. CO₂分離・回収プロセスイメージ



略称 CW: Cooling Water KO: Knock Out HPS: High Pressure Steam
 FG: Flue Gas PCC: Post Combustion Capture
 HRSG: Heat Recovery Steam Generator

2-3. Steam Assisted-Vacuum Swing Adsorption 原理

固体吸収材 吸着等温線 (CO₂分圧とCO₂吸着量の関係性を示したグラフ)



CO₂吸収工程と、再生工程を一定時間毎に繰り返すことで、CO₂分離・回収を行う。

【CO₂吸収工程】

低温 / 常圧 / CO₂濃度：高において、CO₂吸収する。

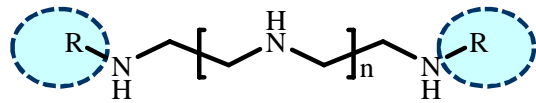
【再生工程】

蒸気供給 / 真空引きによって、高温 / 低圧 / CO₂濃度：低において、CO₂脱離し、材を再生する。

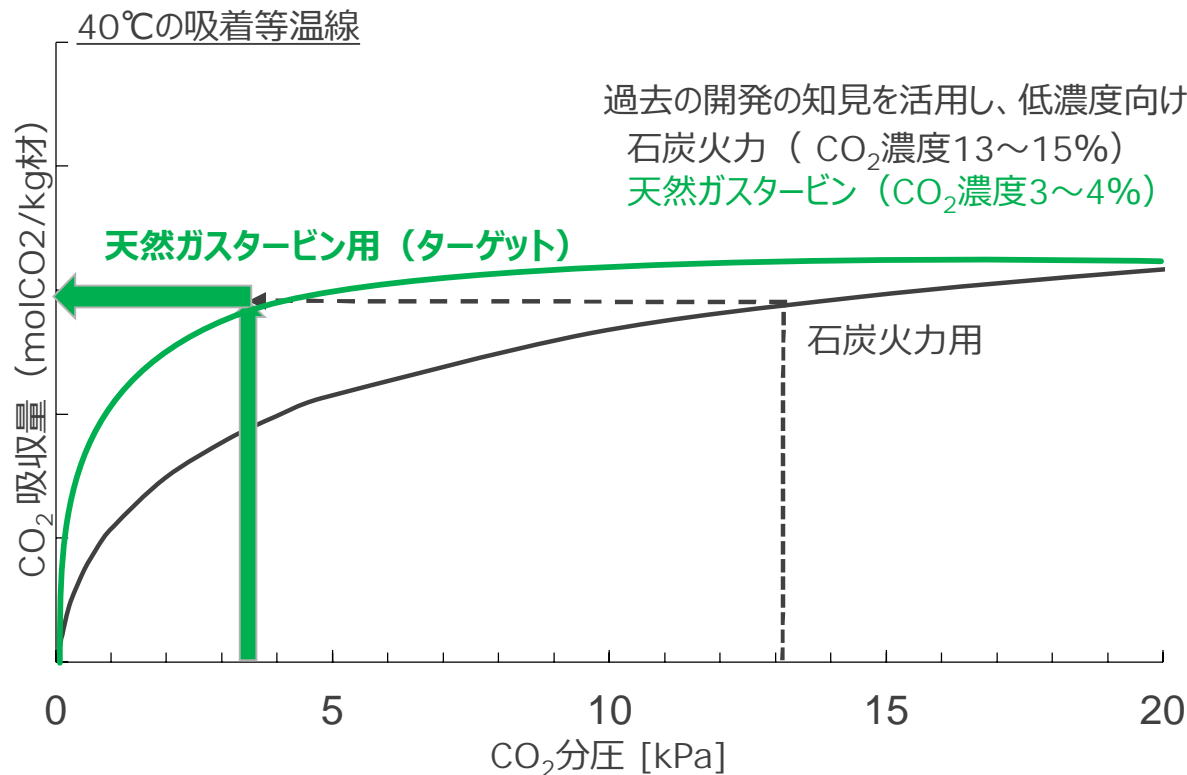
2-4. 固体吸収材の開発方針

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

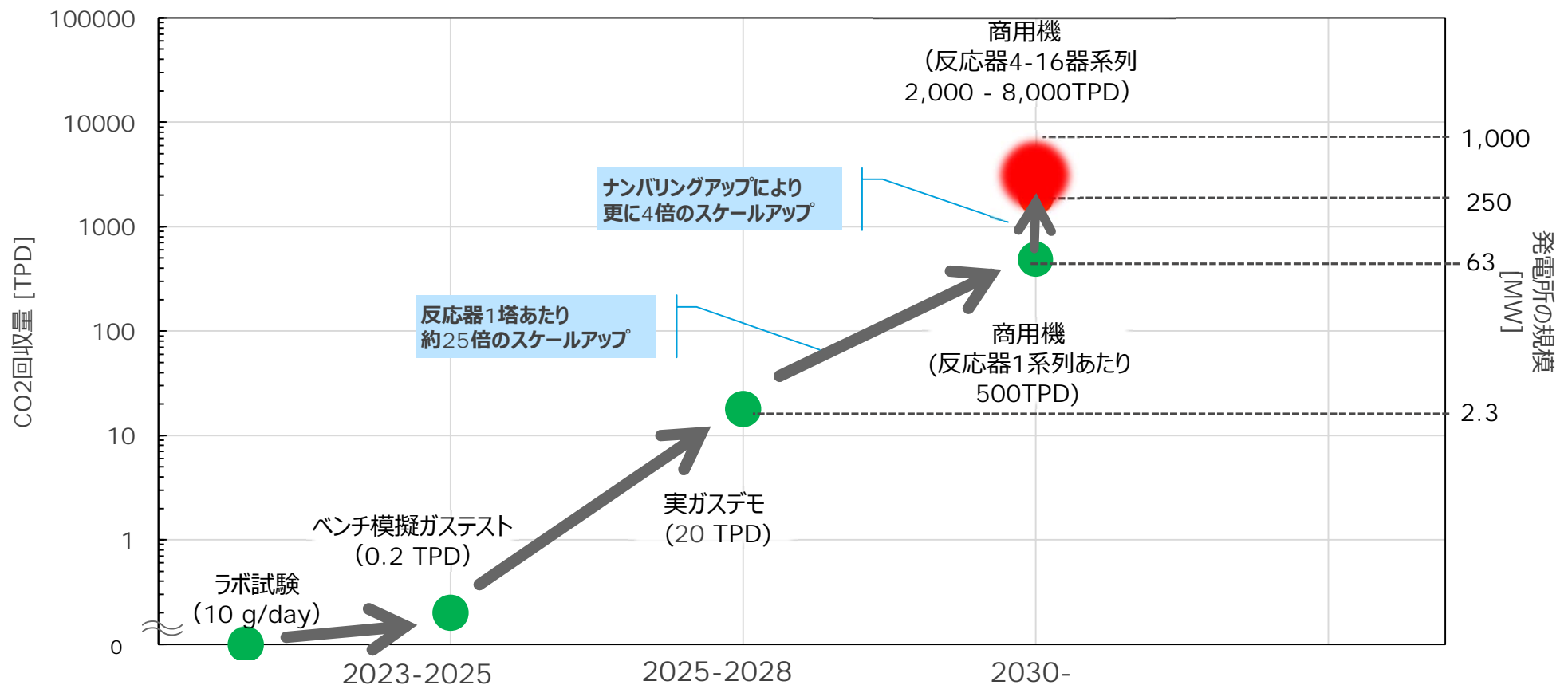


- ①基材アミンの構造
- ②導入置換基の種類、量、導入場所
- ③担体種類、構造 (システムに最適な材料の検討)
- (④新規アミンの場合、安価な合成ルートと大量合成法、化審法の検討も必要)



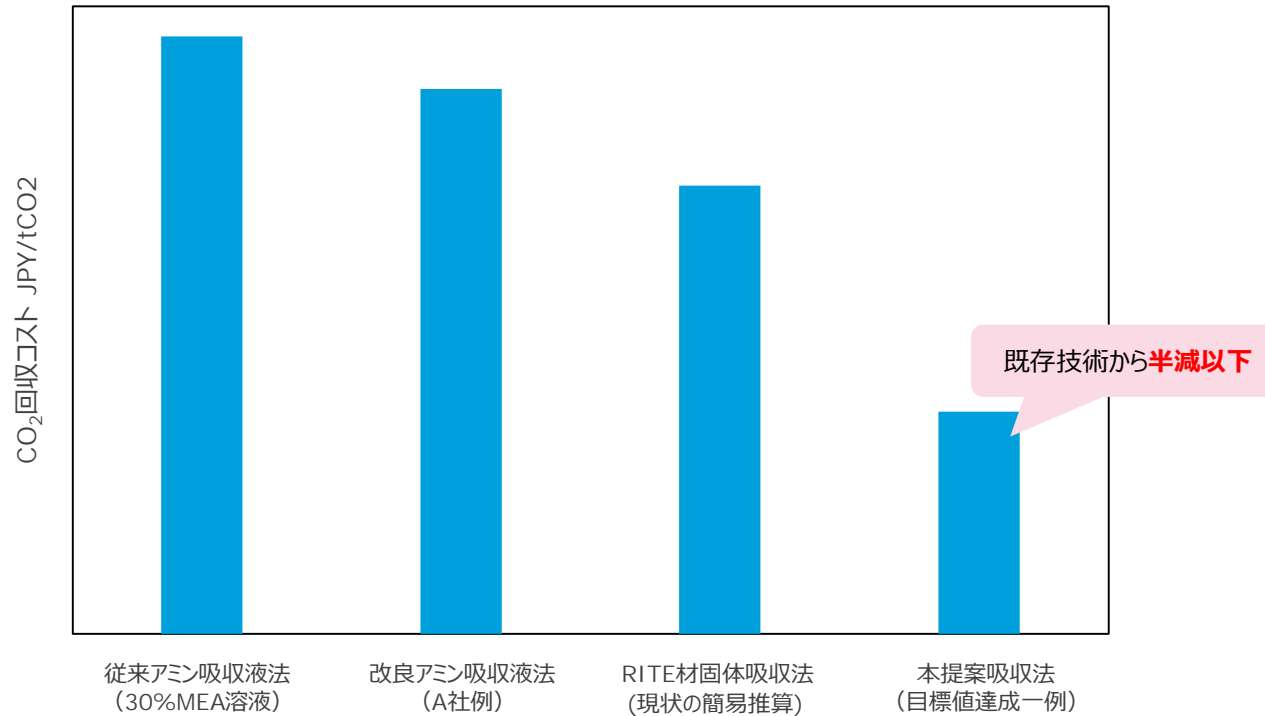
2-9. スケールアップイメージ図

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。



2-10. 目標値2,000円台/tCO₂達成後の従来技術との比較

1,000 MW級NGCC火力からのCO₂分離・回収コスト比較
(CO₂圧縮動力含まず、米国設置ベース)



*コスト試算の一例であり、CO₂回収規模、用役単価、立地、原材料費、為替等の前提により、試算結果は異なる。

低CO₂濃度の天然ガスタービン排ガスからのCO₂分離・回収コストを、従来アミン吸収液を用いた技術と比較して半減以下とし、2,000円台/tCO₂を目指す。

End of the presentation



© Chiyoda Corporation 2023, All Rights Reserved.

