

2026年1月29日
CCUS社会実装シンポジウム



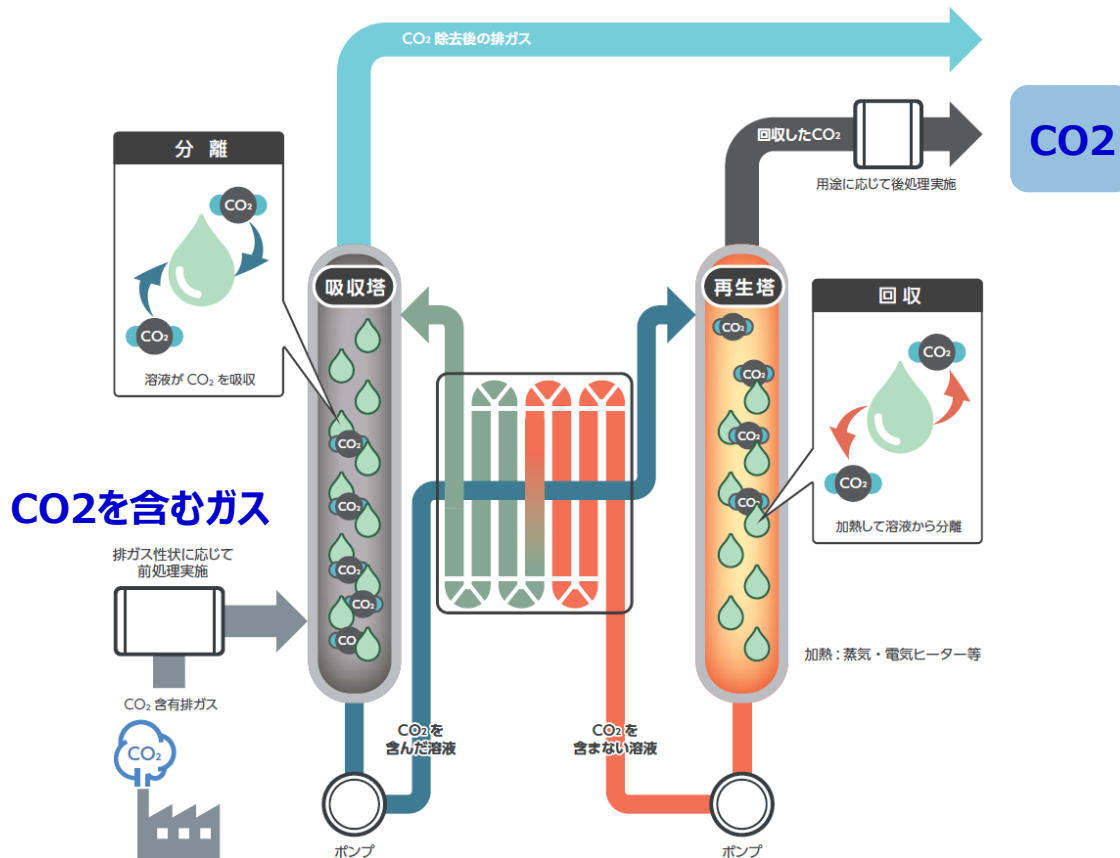
環境配慮型CCUS実証事業

ー 液体吸収剤を用いる化学吸収法における 環境負荷低減策について ー

東芝エネルギーシステムズ株式会社、みずほリサーチ&テクノロジーズ株式会社

CO2分離回収技術 — 化学吸収法 —

- 化学業界において確立済みのCO2回収プロセスであり、CCUSにも適切な技術と考えられる。
- 液体のCO2吸収剤（主にアミン）を使用する。



- 利点
 - ・ 原理がシンプル
 - ・ 既存設備への後付けが可能
 - ・ 発電所以外の排出源にも適応
 - ・ 部分回収が可能
- 課題
 - ・ CO2分離回収エネルギー
 - ・ CO2分離回収設備コスト（大型化）
 - ・ プラント外へのアミンの放出

事業の背景と概要

- CCUSにおける化学吸収法の課題に取り組み、環境に配慮しつつ社会実装を加速する必要がある。
- 火力発電所における大規模二酸化炭素分離・回収技術の実証を行い、以下の課題について検討を実施する。

- 分離回収設備の長期運転に係る課題やコスト、運用性向上のための改善方策検討
- 化学吸収法による実証設備を対象としたアミン放散抑制試験（環境負荷低減策）及び環境リスクの評価の実施

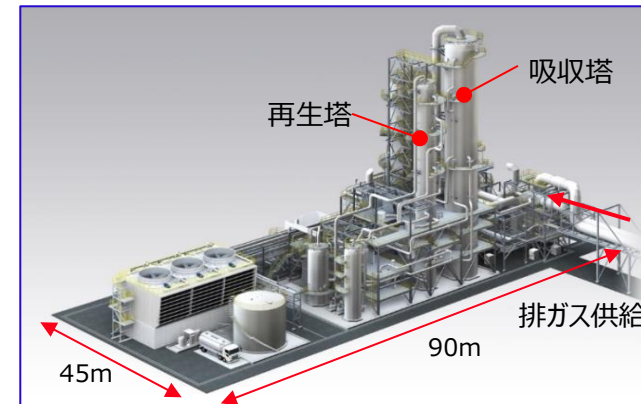


- 既存の火力発電所に化学吸収法によるCO2分離回収実証設備を建設。（Phase1）
火力発電所+CO2分離回収の実証を行う。



燃料：バイオマス
発電出力：50MW

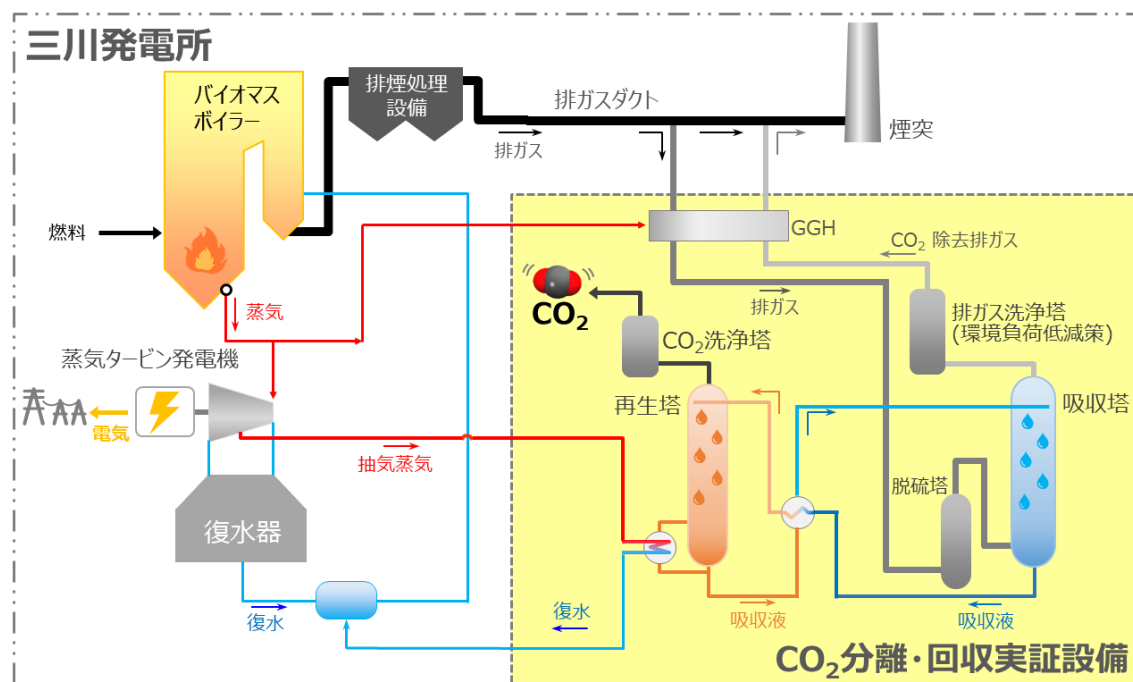
シグマパワー有明 三川発電所



CO2分離回収実証設備

実証設備概要・仕様

- 実証設備は、定格運転時に発生する **日量約1,000トンのCO₂の6割程度を分離回収**する設備。
- アミン吸収液からCO₂を分離するのに必要となるエネルギー源には、蒸気タービンからの抽気蒸気を用いており、火力発電所と統合した設備。幅広いCO₂濃度に対応可能。
- 吸収塔、再生塔、吸収塔出口ガス洗浄塔といった塔類、吸収液の循環系統、各熱交換器といった主要設備に加え、各種ユーティリティ設備も設置。また、排ガスの前処理設備も設置。
- 回収されたCO₂が貯留されれば、**BECCS (Bio-Energy with CCS)** となる。



プロセスフロー（発電＋CO₂分離回収）



CO₂分離回収実証設備

実証運転の成果（～2025年度）

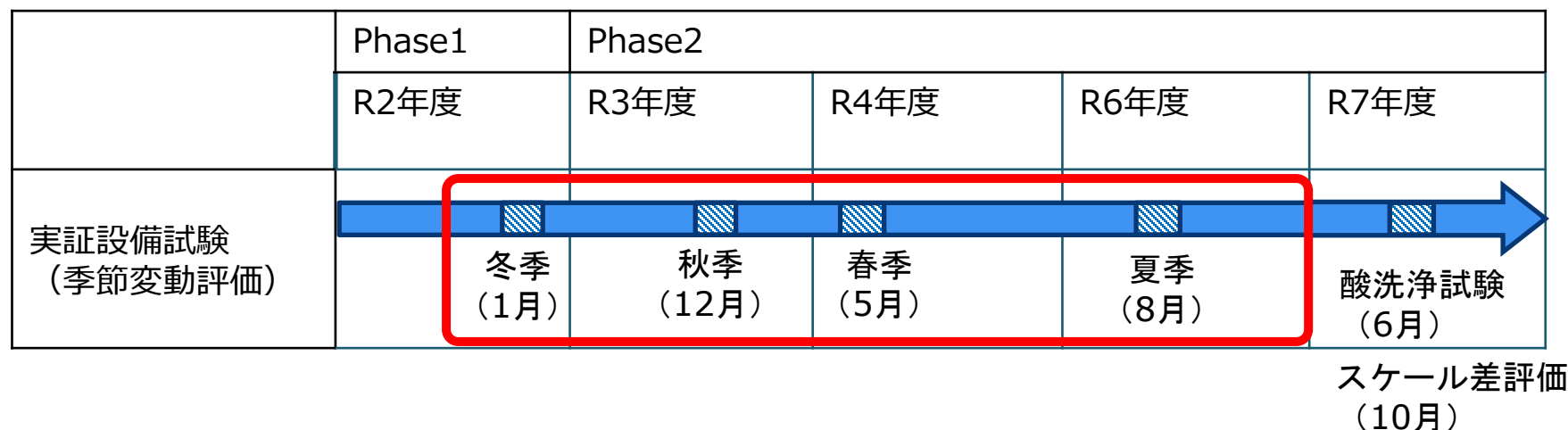
| 実施項目 | 成果 |
|------------------------|---|
| インターロック確認試験 | 正しくインターロックが作動し安全なプラント運転が可能であることを確認した。 |
| 回収性能確認試験 | 回収量：600トン/日以上かつ回収率：90%以上の性能を満足していることを確認した。（実績：645トン/日、93.4%） |
| 最小流量試験 | 設計最小点である蒸気・排ガス・吸収液流量50%における回収量、回収率を確認した。（実績：320トン/日、90.4%） |
| 最大回収量試験 | 設計最大点である蒸気流量130%における実証設備の性能を確認した。（実績：696トン/日、99.7%） |
| 連動性確認試験 | 蒸気・排ガス流量の増減運転により実証設備が問題なく運転出来ること、上記流量変動後の保持時間を短くしても実証設備および発電所が問題なく運転を継続したことを確認した。 |
| CO2回収性能確認試験 | 蒸気流量のみを減少、吸収塔または再生塔への吸収液供給段を変更させ、各運転状況における回収量、回収率を把握した。 |
| 緊急停止試験 | 発電所に大きな影響を与えることなく、実証設備が安全に停止する手法を確立した。 |
| アミン放散抑制試験 （環境負荷低減策） | 排ガスに同伴して大気へ放出されるアミンの量を測定した。洗浄塔稼働によりアミン種の放散量が減少することがわかった。 |

2021～2025年度の環境負荷低減策実施項目および工程

- ・ 実証設備におけるアミン放散抑制試験の季節変動評価
- ・ 上記試験に伴う環境影響評価

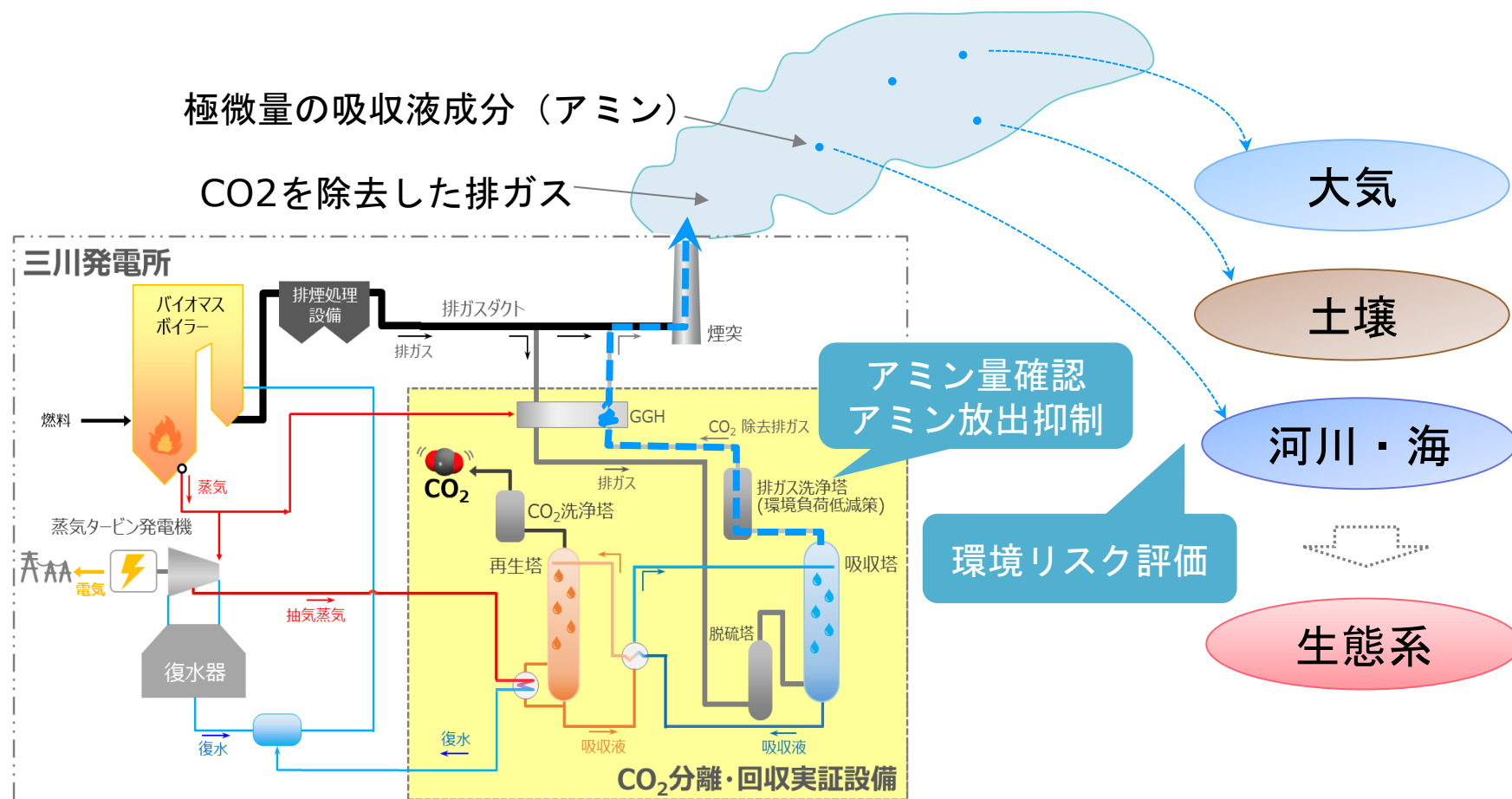
．．．今回講演内容

- ・ 実証設備におけるアミン放散抑制試験（酸洗浄試験）
- ・ スケールの差異によるアミン放散特性評価
（パイロットプラント試験を用いた評価）



CO2分離回収プラントの環境負荷

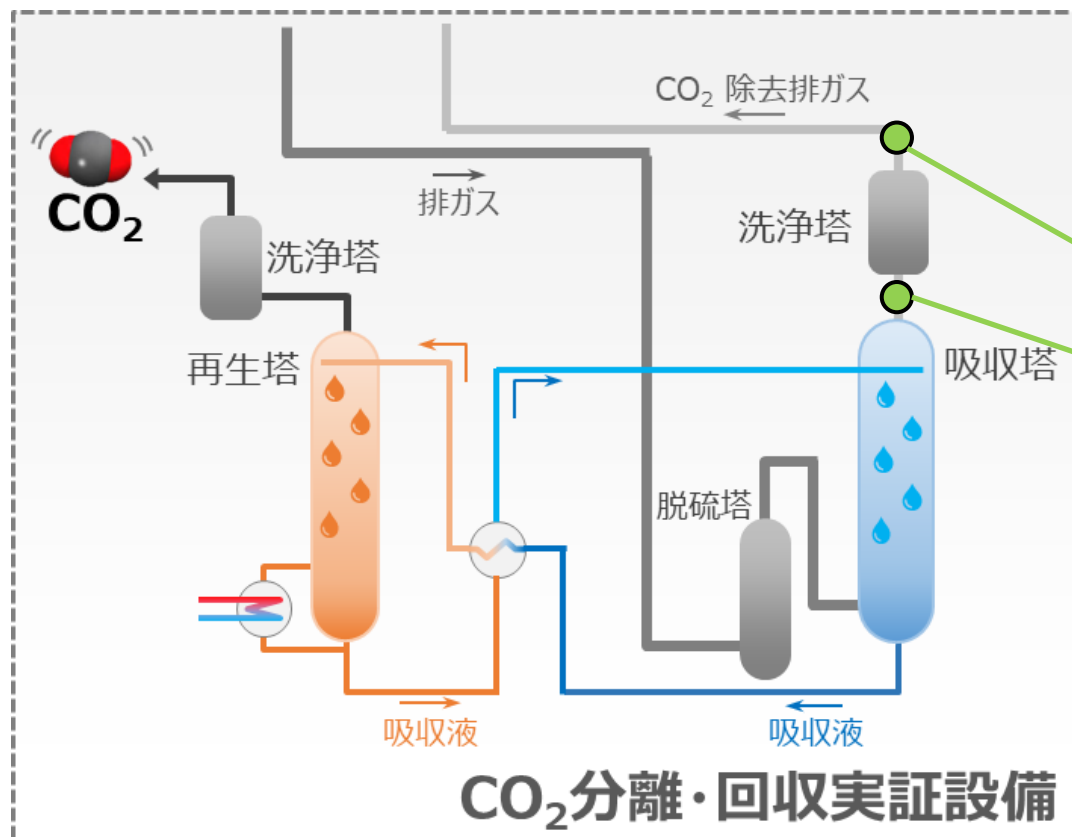
- CO2分離回収プラントから放出されるアミン量の把握および放散抑制技術を検討する。
- CO2分離回収プラント周辺の環境のアミン量の大気、水質のモニタリングを実施する。



液体吸収剤（アミン）の環境への放出と影響の可能性

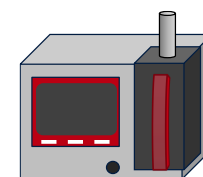
環境負荷低減策（１）

- CO₂分離回収実証設備の吸収塔の後に洗浄塔を設置し、排ガスに同伴するアミンを除去する。
- 洗浄塔の前後においてアミンの測定を実施し、有効性を確認する。



アミンは気体（ガス）または、ミストとして放出される可能性がある

ガス分析
(バッチ採取／分析)

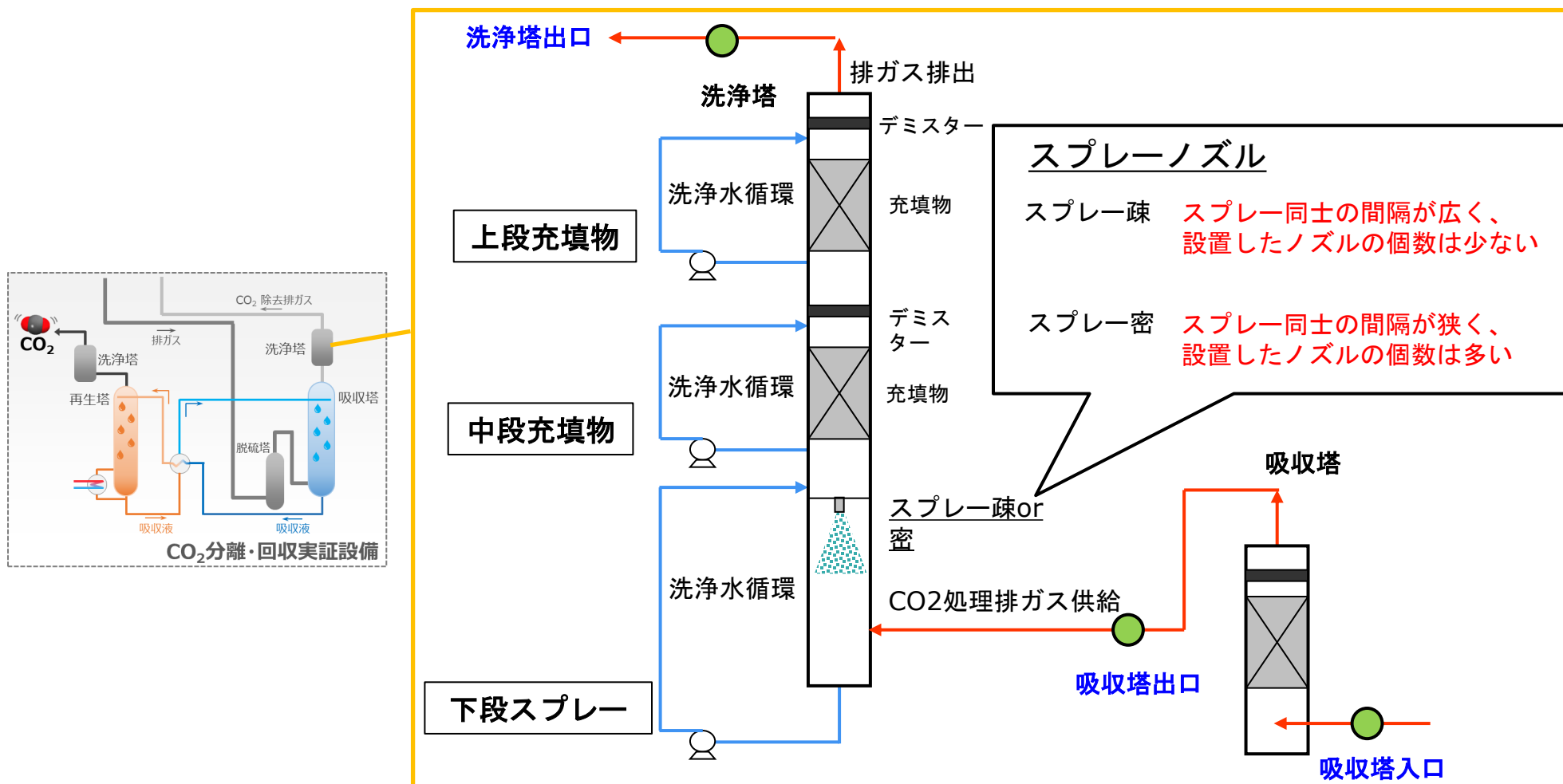


ミスト分析

液体吸収剤（アミン）の評価および洗浄試験方法

環境負荷低減策（２）

- これまでの知見を活かした洗浄塔を用いて試験を実施。
- 充填物、デミスター、スプレーの組合せを採用。



● 分析点

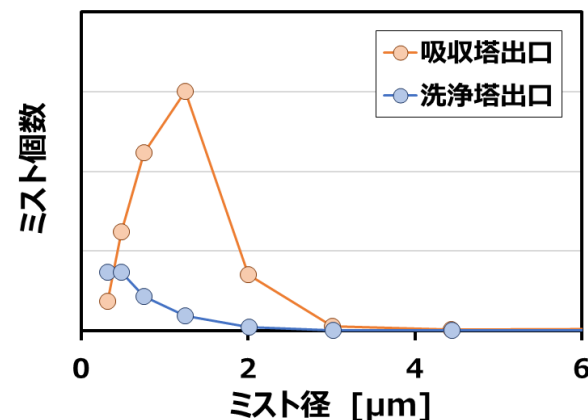
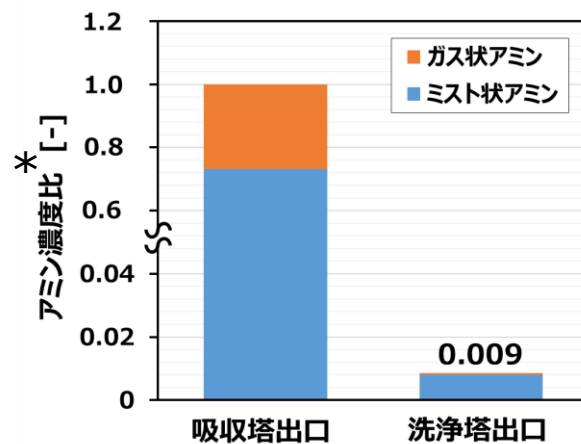
吸収塔および洗浄塔の模式図

環境負荷低減策（3）

■ アミン放散抑制試験の季節変動評価を実施。

2020年度試験

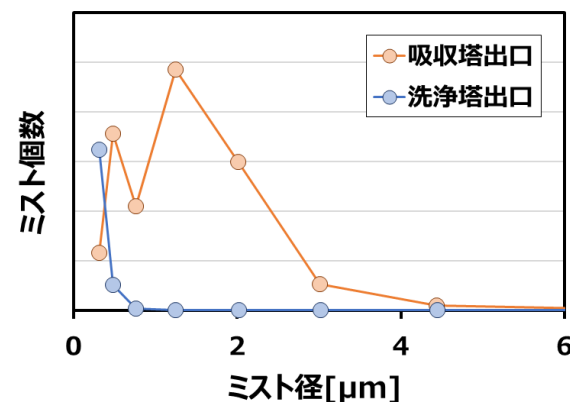
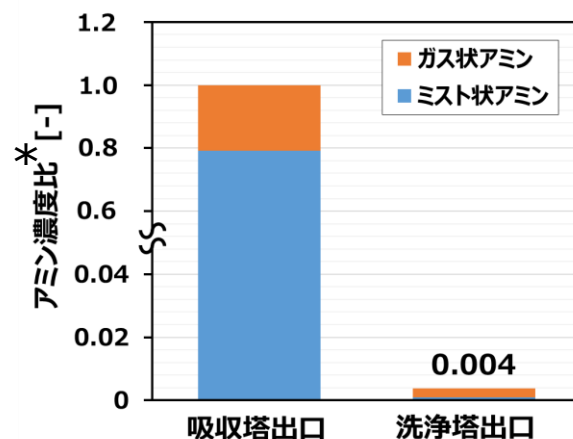
- ・ノズル密
- ・冬季試験（1月）
- ・運転出力 100%



アミンに対する洗浄効果（2020年度試験）

2021年度試験

- ・ノズル密
- ・秋季試験（12月）
- ・運転出力 50%



アミンに対する洗浄効果（2021年度試験）

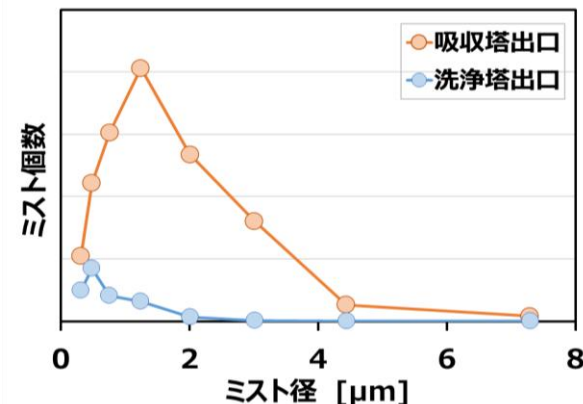
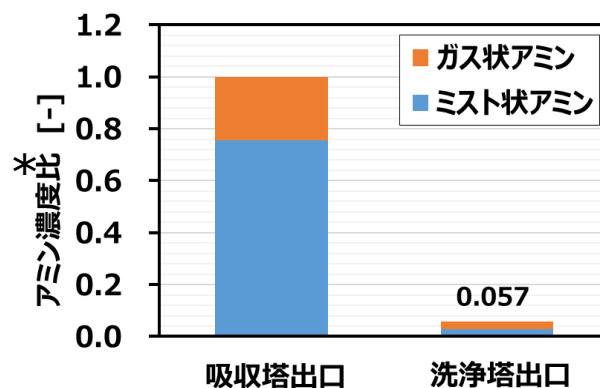
*アミン濃度比はいずれも吸収塔出口のアミン成分濃度を1として規格化

環境負荷低減策（４）

- 年度や季節の影響で、傾向が変わることがわかった。
- 排ガス温度依存性、洗浄水中アミン濃度とガス中アミン濃度の関係性等含め、今後調査を進める。

2022年度試験

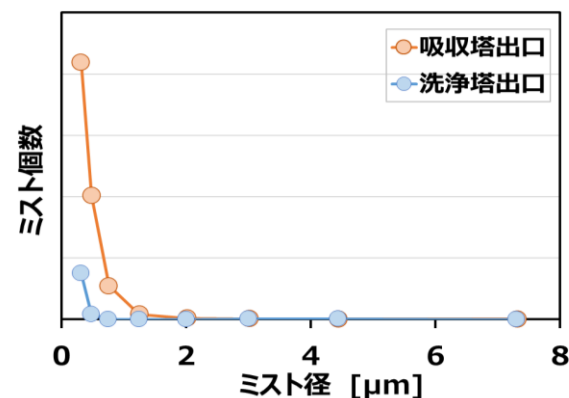
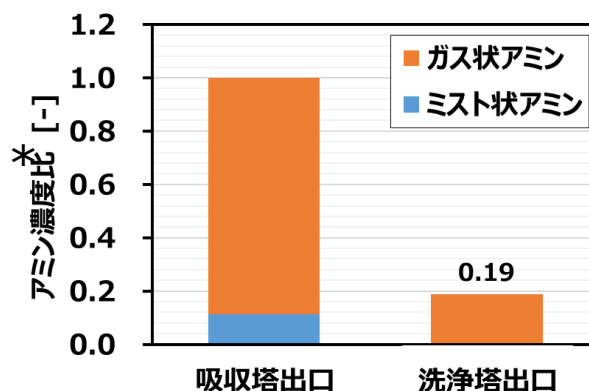
- ・ ノズル密
- ・ 春季試験（5月）
- ・ 運転出力 100%



アミンに対する洗浄効果（2022年度試験）

2024年度試験

- ・ ノズル密
- ・ 夏季試験（8月）
- ・ 運転出力 100%



アミンに対する洗浄効果（2024年度試験）

環境リスク評価（１）

- CO2分離回収設備から排出される排ガス中の化学物質を対象に環境リスク評価を実施。
- 令和2年度以降は実証プラントを対象とした環境リスク評価を実施。
- 環境中での挙動が異なる複数の季節（春季、夏季、秋季及び冬季）において、ヒト健康及び水生生物に対して「影響が懸念されないことを確認」

平成28年度
～平成29年度

【パイロットプラント】：「MEA※¹溶液」を用いた環境リスク評価の実施

「MEA及び副生成物質（計13物質）」について
ヒト健康及び水生生物に対して“影響が懸念されないことを確認”



平成30年度
～平成31年度

- ✓ 実証プラント（パイロットプラントの約60倍規模）の環境リスク評価方法の検討
- ✓ 環境中濃度予測モデルの開発／精度検証、環境モニタリング計画策定
- ✓ ニトロソアミン類に着目した環境リスク評価方法の構築



令和2年度
～令和7年度

【実証プラント】：「TS-1※²」を用いた環境リスク評価の実施

（春季、夏季、秋季及び冬季において）「TS-1及び副生成物質」について
ヒト健康及び水生生物に対して“影響が懸念されないことを確認”

※1：MEA(2-aminoethanol)

※2：Toshiba Solvent-1

環境リスク評価（２）

- 環境リスク評価は、１）CO2吸収液の成分及び副生成物質の同定・定量、２）有害性評価、３）曝露評価、４）影響が懸念されないことを確認、の手順で実施。
- 環境中濃度予測モデルの推計結果だけでなく、プラント周辺で実施した環境モニタリングで得た実測値を用いて「影響が懸念されないこと」を確認。

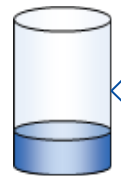
排出物質の同定・定量

排ガス（排ガス溶液）を用いて、

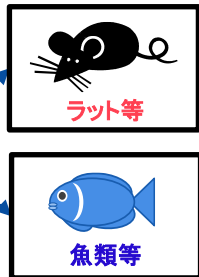
- ・ CO2吸収液の成分 : 成分全てについて定量
- ・ 副生成物質 : 「過去の試験データ」などを基に同定・定量

有害性評価

個別物質ごとの毒性値を用いた評価



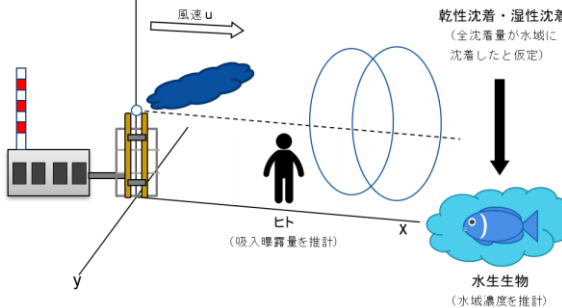
排ガス溶液



排ガス中の化学物質についてヒト及び水生生物に対する毒性情報を取得

曝露評価

- ・ 排出源近傍に係るプルームモデル／沈着量推計式を用いた推計（大気／水域）
- ・ 環境モニタリングを用いた評価



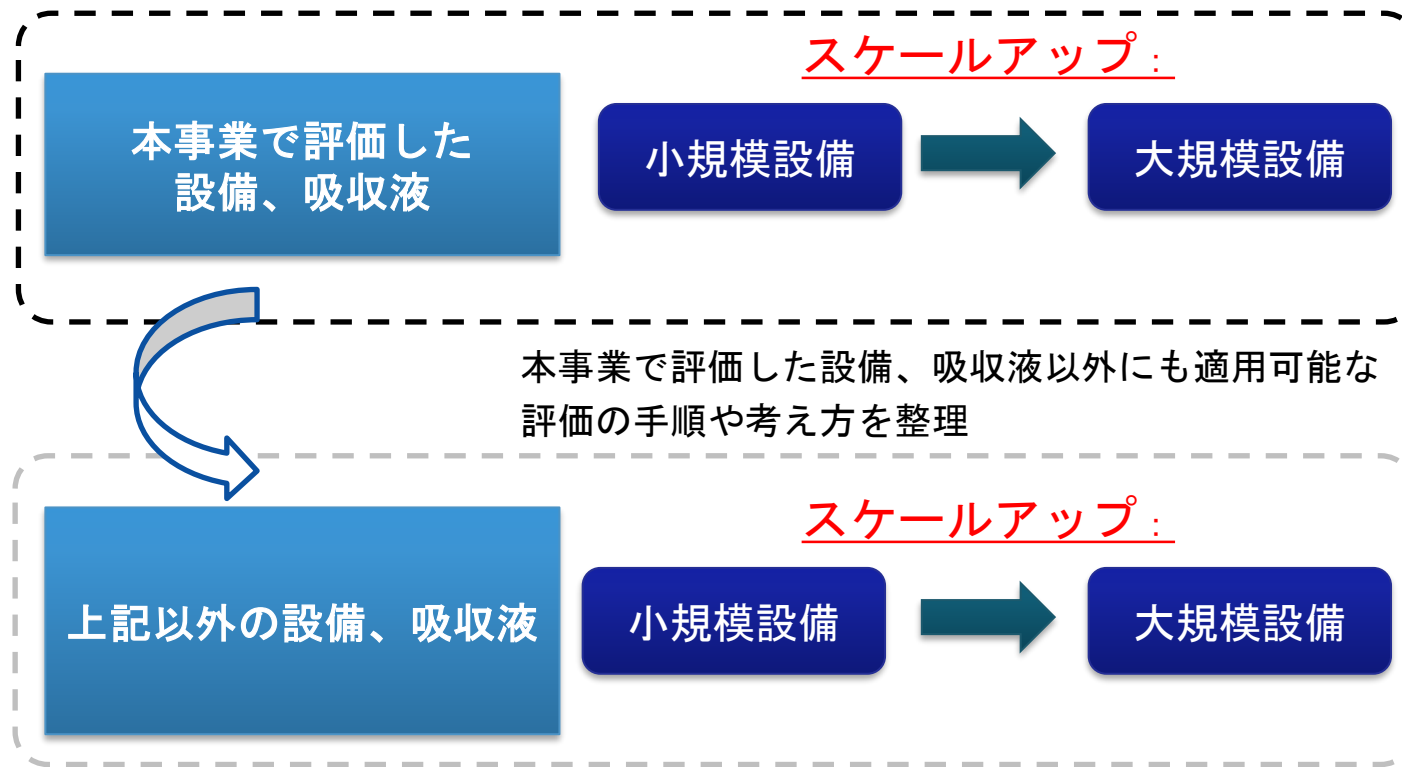
環境モニタリング（大気／水域）の実施により実測値を用いて「影響が懸念されないこと」を確認



影響が懸念されないことを確認

環境リスク評価（３）

- 今後、CO2分離・回収設備を設置する事業者が参照できるように、**過去に実施した環境リスク評価の方法及び結果を「環境リスク評価事例集」（案）**として取り纏める。
- 小規模設備から大規模設備へのスケールアップや、本事業で評価した設備、吸収液以外に適用する場合の課題を整理。（供給排ガス組成、吸収液成分、運転条件等の違いによる排出物質種及び濃度の検証等）



今後の展望

■今後の展望

- プラント規模によるアミン放散濃度の違いに関して比較・検証を実施する。
- 環境負荷評価技術の一般化に向けた課題の検証を行い、その解決のための方法を検討する。

■課題

- 火力発電所に追従した負荷変動時のアミン放散特性の把握
- 長期運転に伴うアミン放散挙動の確認
- 成果の一般化