

令和5年10月27日  
CCUSの早期社会実装会議（第4回）  
～CCUS技術実証等に係る取組と成果～



---

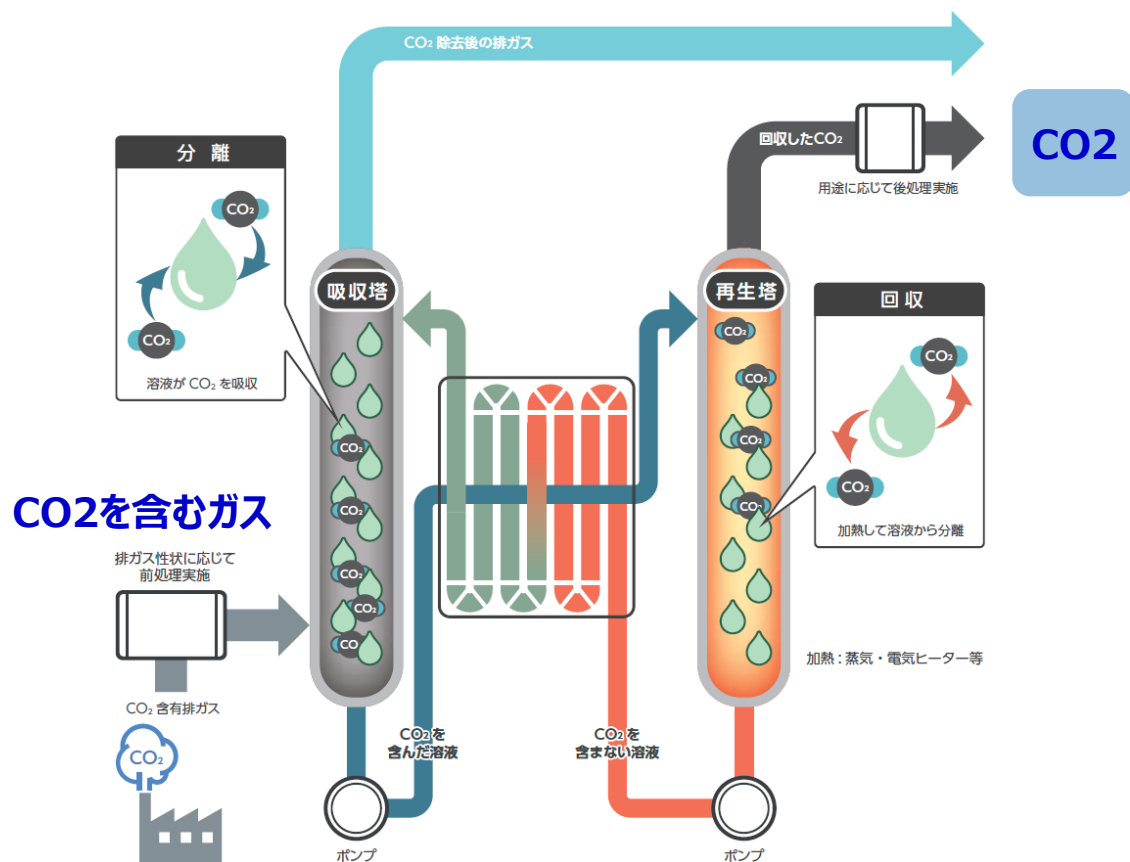
**環境配慮型CCUS一貫実証事業**  
**— 液体吸収剤を用いる化学吸収法における**  
**環境負荷低減策について —**

---

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除去プロセスであり、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。



化学吸収法の原理

- 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、社会実装を加速する必要がある。
- 本事業ではCO2排出源を火力発電所と想定し、以下の課題について検討を実施する。
  - 火力発電所との運転連携、系統変動への対応等について、情報が広く公開されていない。
  - 火力発電所とのインテグレーションがされていない。
  - 化学吸収法によるCO2分離回収プラントが周囲の環境に与える影響がわかっていない。



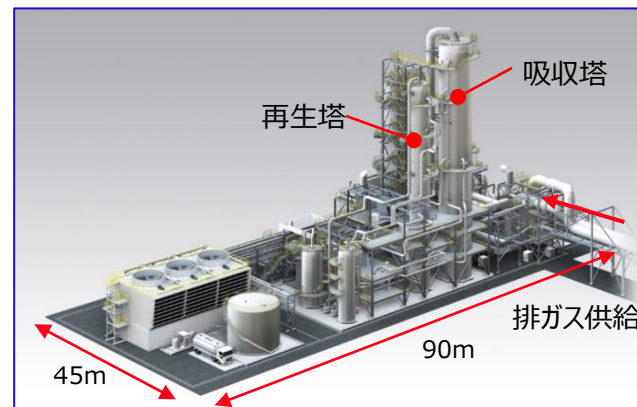
- 既存の火力発電所に化学吸収法によるCO2分離回収実証設備を建設。  
火力発電所+CO2分離回収の実証を行う。



福岡県大牟田市

燃料：バイオマス  
発電出力：50MW

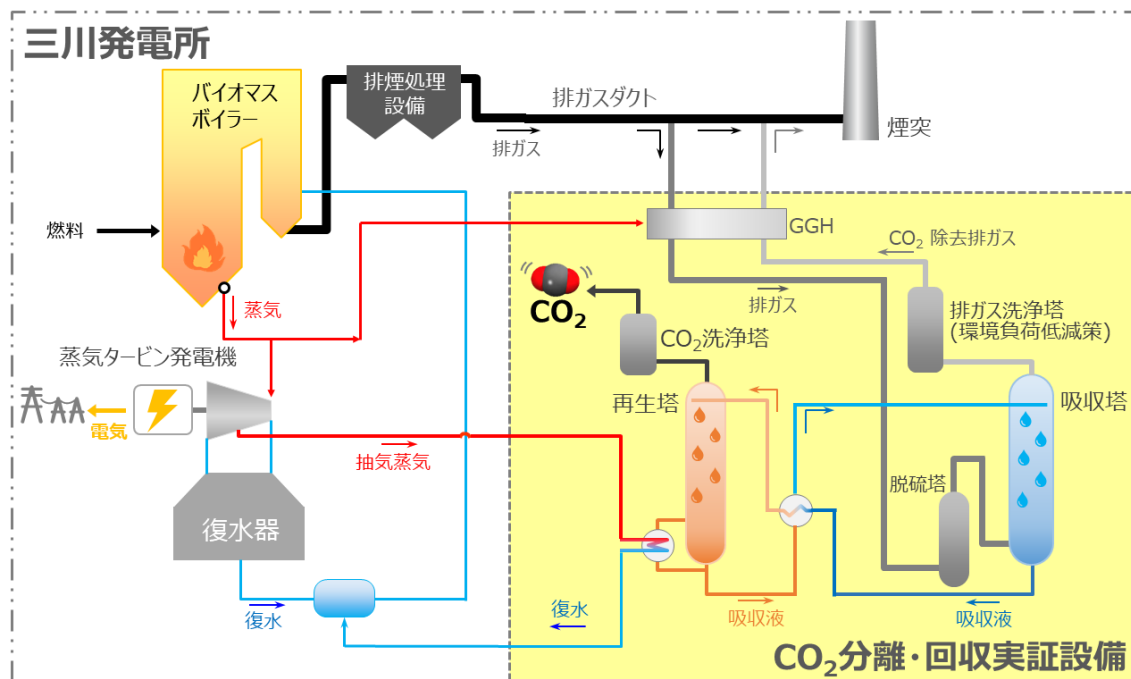
シグマパワー有明 三川発電所



CO2分離回収実証設備（計画）

# 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CO<sub>2</sub>の50%以上を分離回収**する設備。
- アミン吸収液からCO<sub>2</sub>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。幅広い排ガスのCO<sub>2</sub>濃度に対応可能。
- 回収されたCO<sub>2</sub>が貯留されれば、**BECCS (Bio-Energy with CCS)** となる。
- 実証運転は、令和2年11月から開始。発電所の運転、関連する試験の計画に併せて回収を実施。



プロセスフロー（発電＋CO<sub>2</sub>分離回収）



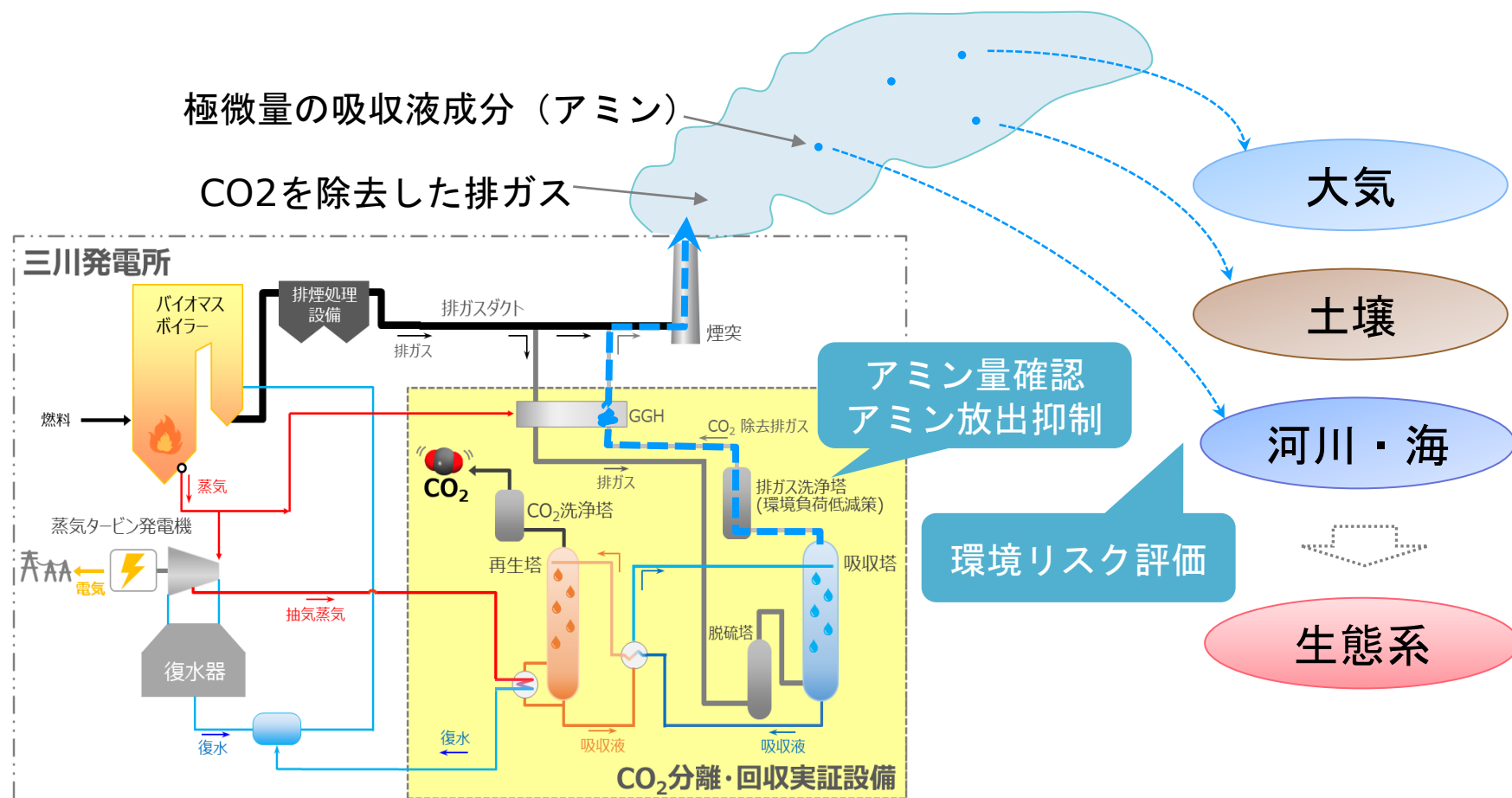
CO<sub>2</sub>分離回収実証設備

## 実証運転の成果（～令和4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。

# CO2分離回収プラントの環境負荷

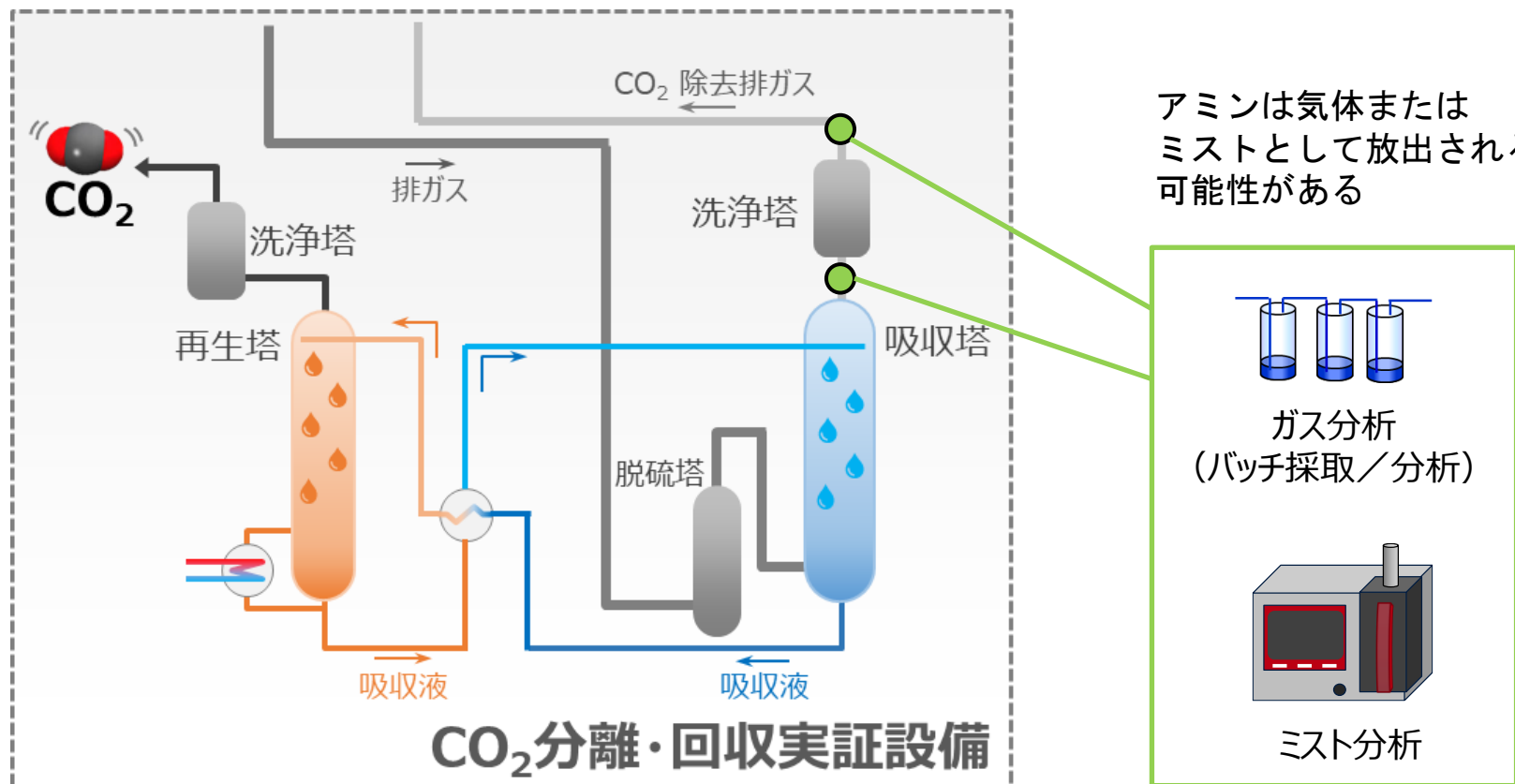
- CO2分離回収プラントから放出されるアミン量の把握および放出抑制技術を検討する。
- CO2分離回収プラント周辺の環境のアミン量の大気、水質のモニタリングを実施する。



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）

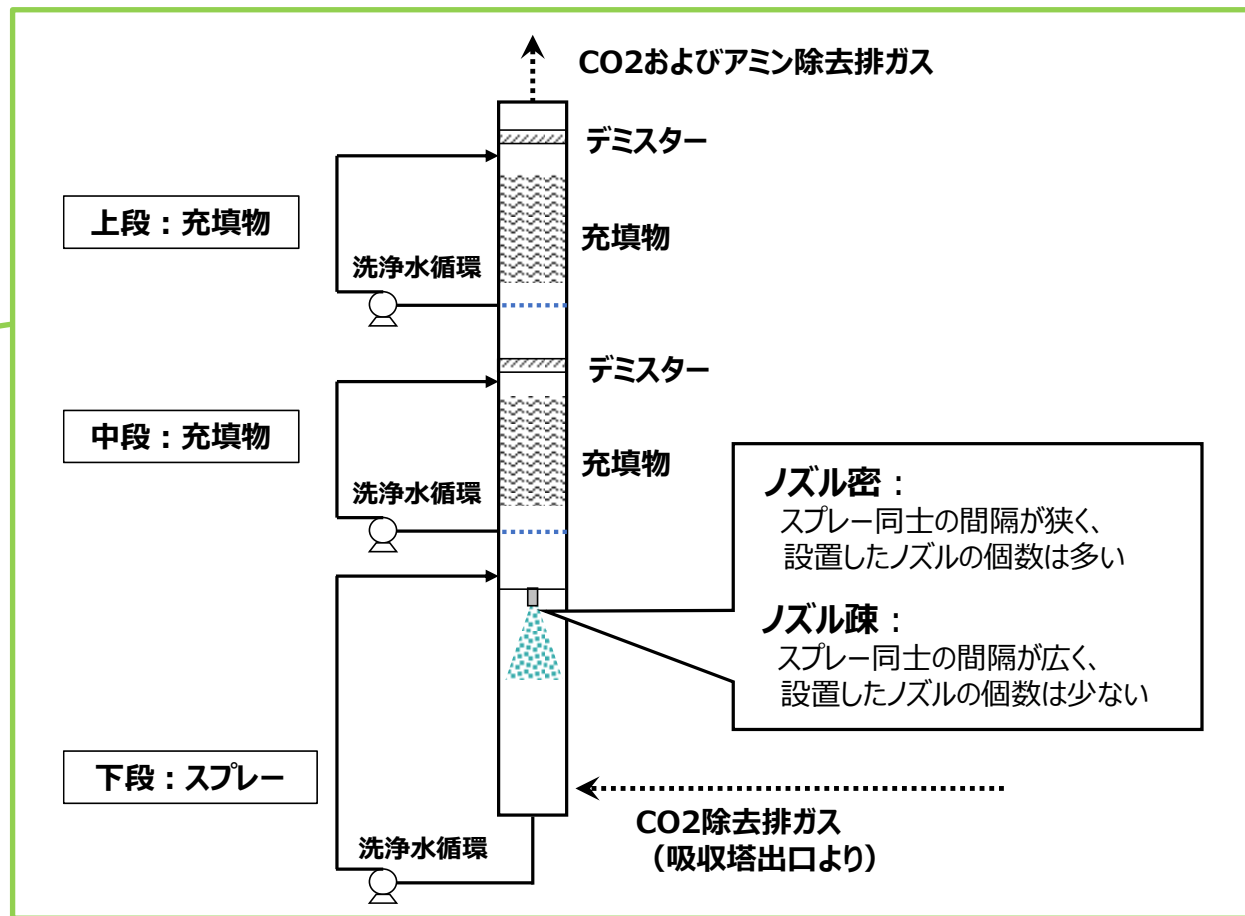
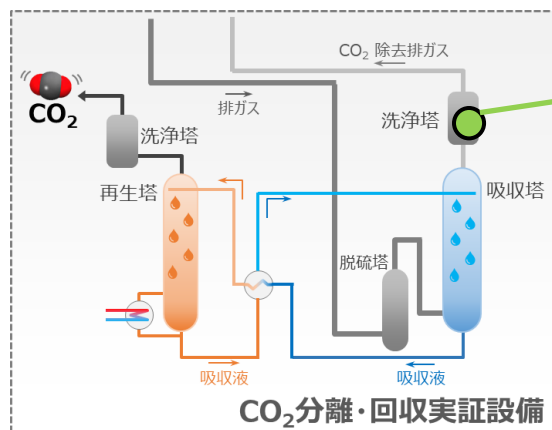
- CO<sub>2</sub>分離回収実証設備の吸収塔の後に洗浄塔を設置し、排ガスに同伴するアミンを除去する。
- 洗浄塔の前後においてアミンの測定を実施し、有効性を確認する。



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する。
- 充填物、デミスター、スプレーの組合せを採用。

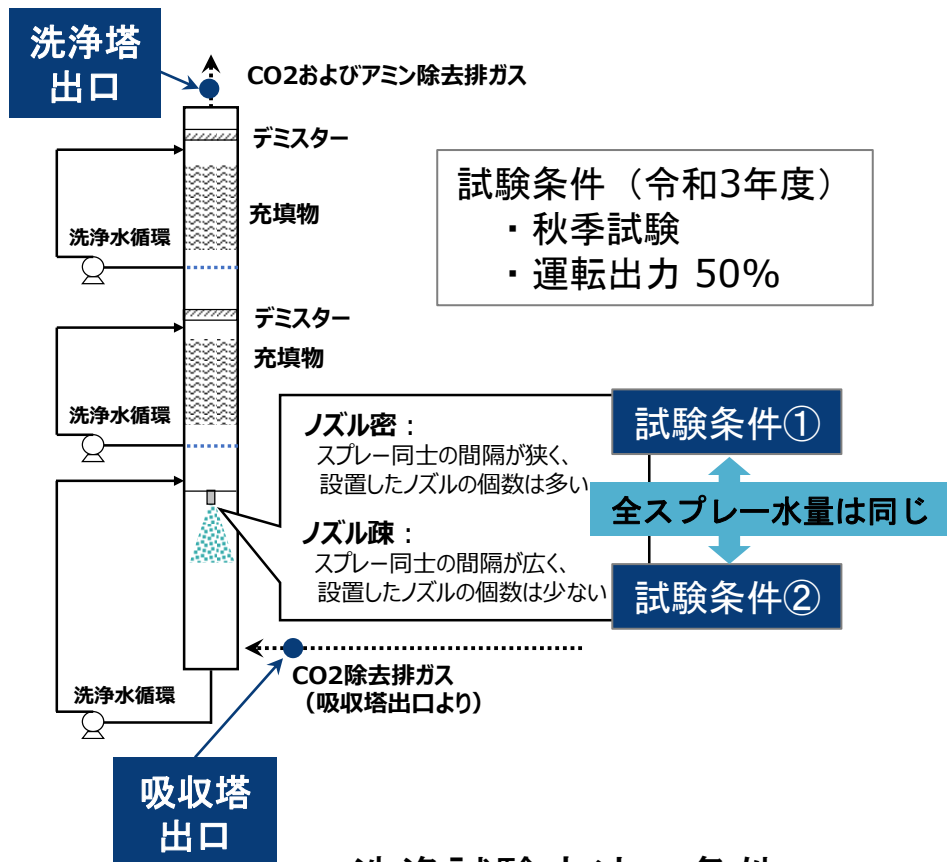


洗浄塔の構造

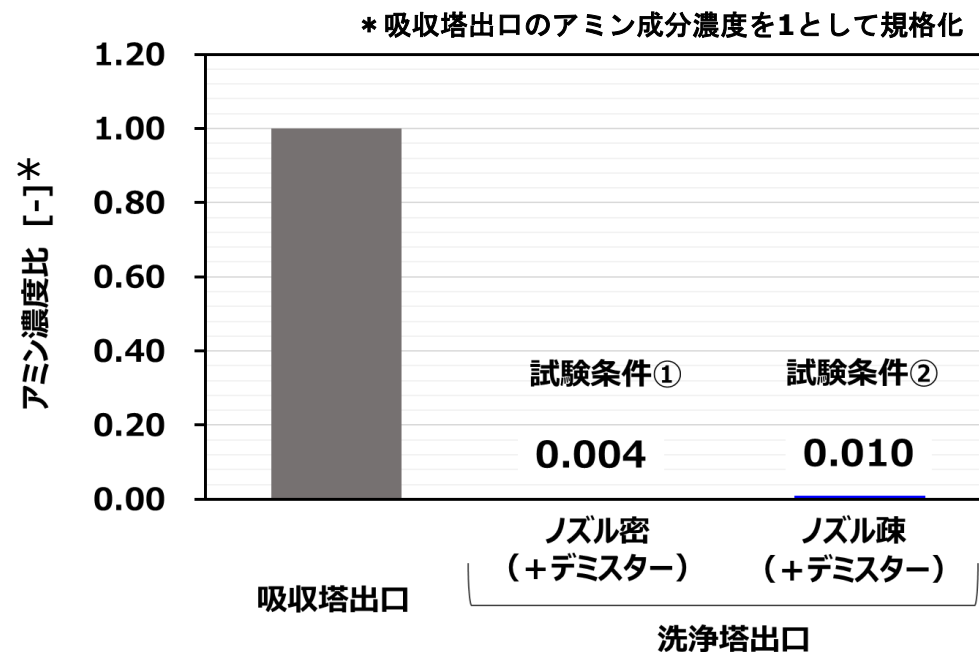


# 環境負荷低減策（3）

- 充填物に加え、スプレー、デミスターを併用することにより、アミンの洗浄効果が得られる。
- スプレー水量が同じでもノズル密度を高めることで洗浄効果を向上できる。



洗浄試験方法・条件

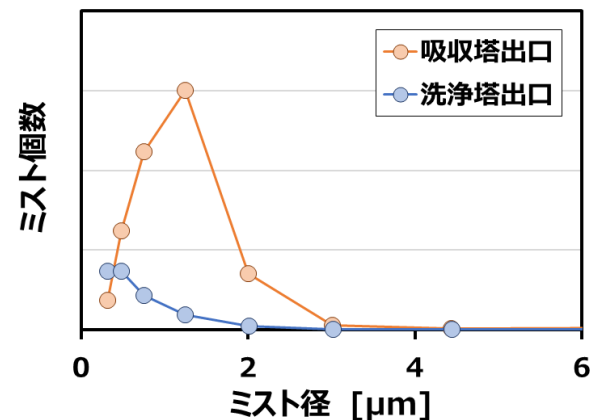
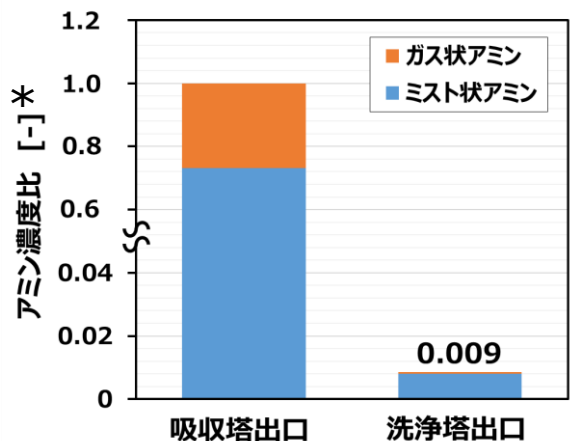


アミンに対する洗浄効果

# 環境負荷低減策（４）

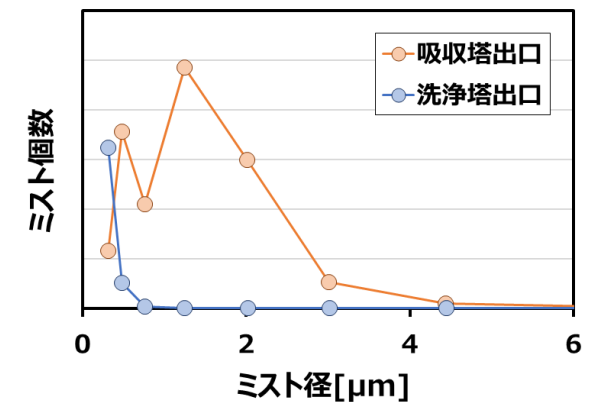
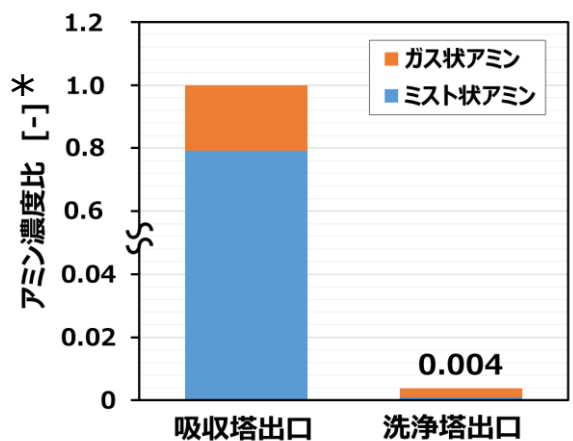
■ 気候、運転出力が異なっても、アミン放出量の削減効果は同等であった。

令和2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（令和2年度試験）

令和3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（令和3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、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※<sup>1</sup>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50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4年度

【実証プラント】:「TS-1※<sup>2</sup>」を用いた環境リスク評価の実施

(春季、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。

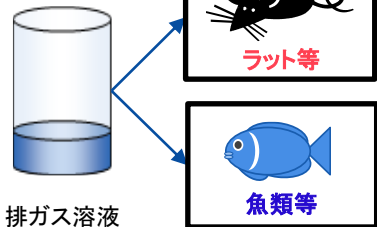
## 排出物質の同定・定量

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

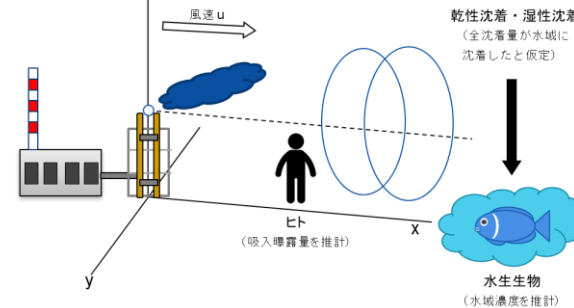
個別物質ごとの毒性値を用いた評価



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



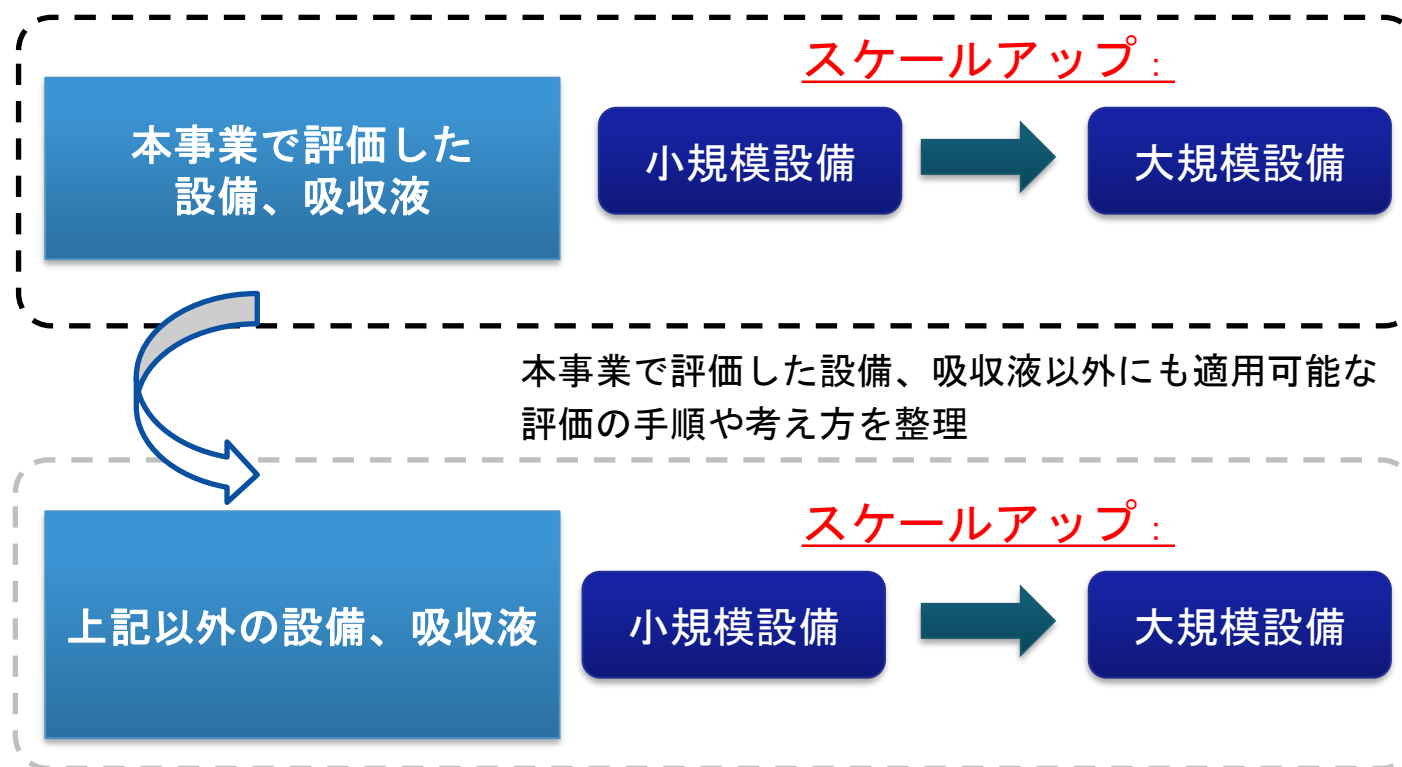
環境モニタリング（大気／水域）の実施により実測値を用いて「影響が懸念されないこと」を確認



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）としてとりまとめ。
- 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。



# 今後の展望

## ■今後の展望

- 長期運転実証により設備、運転及びメンテナンスのコスト評価の信頼性を高め、必要であればその改善策を追求するなどしてCCUSの普及に不可欠な知見を集積していく。
- 大気中濃度及び水域濃度の推計精度の検証においても、長期運転実証を行うことが早期社会実装に向けて有益である。

## ■課題

- 分離回収設備の性能向上
- 成果の一般化