

各プロジェクトの概要

- C. CO₂分離回収技術の研究開発事業
(先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業)

平成30年11月5日

産業技術環境局環境政策課地球環境連携室
公益財団法人地球環境産業技術研究機構

目次

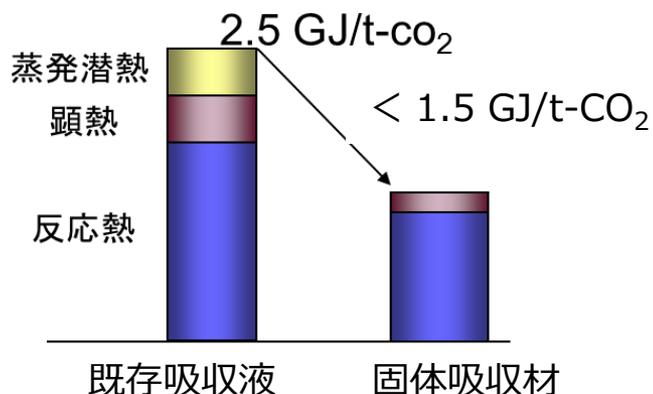
- 1 事業の概要
- 2 事業アウトカム
- 3 事業アウトプット
- 4 当省(国)が実施することの必要性
- 5 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
- 6 研究開発の実施・マネジメント体制等
- 7 費用対効果
- 8 中間評価結果

1. 事業の概要

概 要	CCSは地球温暖化対策の重要な選択肢の一つとして国内外に認識されているが、実用化に当たっては、実施に要するコストの6割程度を占める分離回収コストの低減が課題となっている。本事業では、CO ₂ の分離回収コストを大幅に低減するため、燃焼排ガスに含まれるCO ₂ の回収に有利な技術である二酸化炭素固体吸収材を用いた分離回収技術の実用化に向けた研究開発を行う。
実施期間	平成27年度～平成31年度（5年間）
実施形態	平成27年度～平成29年度：国からの直執行 平成30年度～平成31年度：NEDO事業
予算執行額	8.7億円 (平成27年度：2.2億円、平成28年度：3.2億円、平成29年度：3.3億円)
実施者	公益財団法人地球環境産業技術研究機構
プロジェクトリーダー	公益財団法人地球環境産業技術研究機構 中尾 真一(化学研究グループリーダー)

1. 1 期待される効果

本事業の開発目標・インパクト



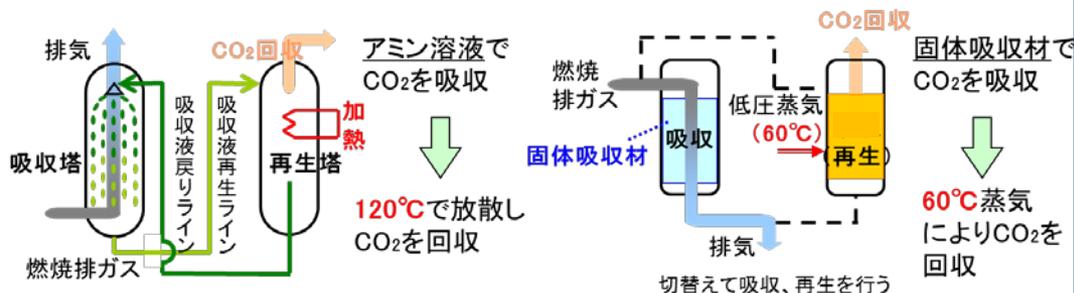
固体吸収材：化学吸収剤であるアミンを多孔質支持体に担持させた先進的な吸収材

→ 従来型の吸収材であるアミン溶液と類似のCO₂吸収特性を有しながら、再生工程で顕熱や蒸発潜熱に消費されるエネルギーの大幅低減が期待できる

本事業の固体吸収材方式の利点

液体アミン吸収方式

固体吸収材方式の例



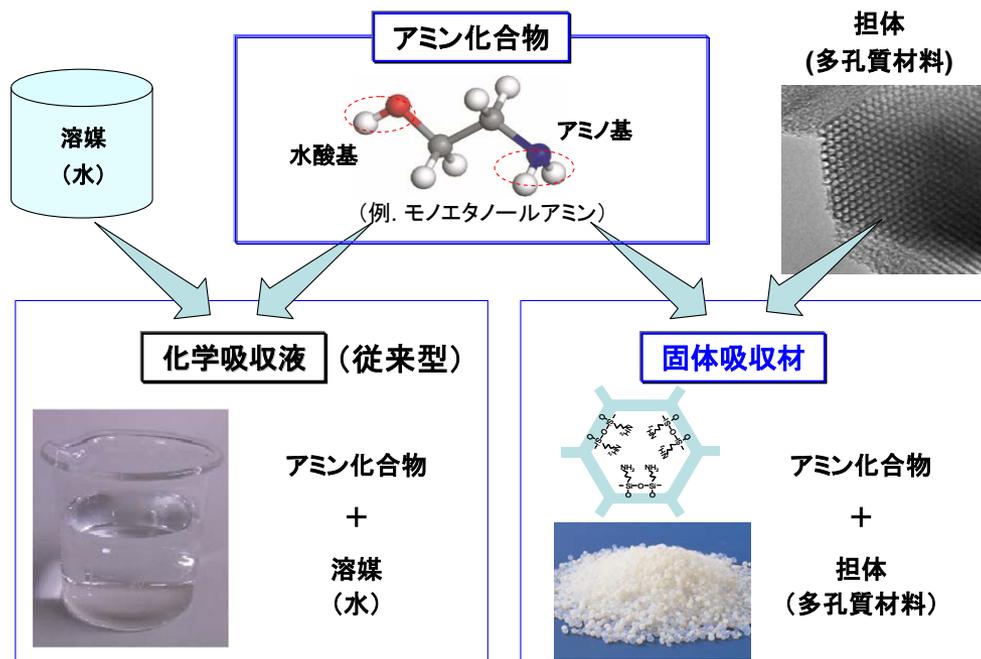
再生回収に必要な排熱
温度が60°C以上と低い

⇒ **・CO₂分離エネルギー少**
・未利用の低温排熱利用

- ・既存の液体アミン吸収方式の120°Cに対し、プラント内の廃熱(60°C程度)を利用したCO₂の再生が可能となる
- ・CO₂再生時に水の蒸発がなく、排水が出ない
- ・プラントの構成材料について、アミン溶液(腐食性)の場合ステンレスを用いる必要があるが、固体吸収材の場合一般鋼材を用いることが可能となり、設備コストが削減できる
- ・装置、敷地面積が吸収液法と比較してコンパクトとなる
- ・設備コストが安く、大型化でコストメリットが大きい

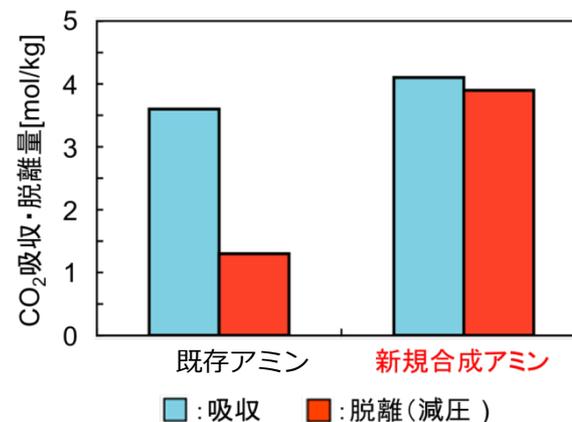
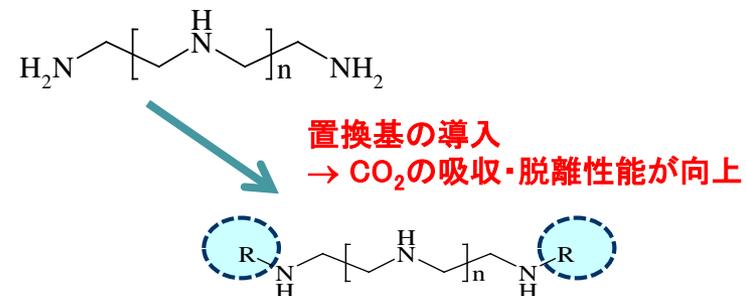
1.2 固体吸収材について

○固体吸収材とは



- ・化学吸収剤であるアミン化合物を多孔質支持体に担持させた先進的な吸収材
- ・CO₂再生時に比熱の大きい水を加熱する必要が無いため、CO₂分離回収エネルギーの低減が可能

○新規合成固体吸収材の特長



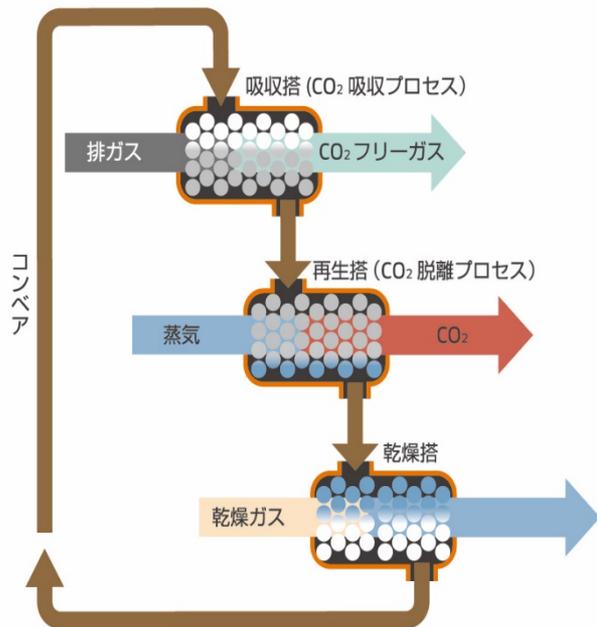
- ・新規に合成したアミン溶液を用いて、低温(~60°C)でのCO₂再生率に優れる固体吸収材を開発

※基盤技術研究(~H26)

特許取得(米国、日本)

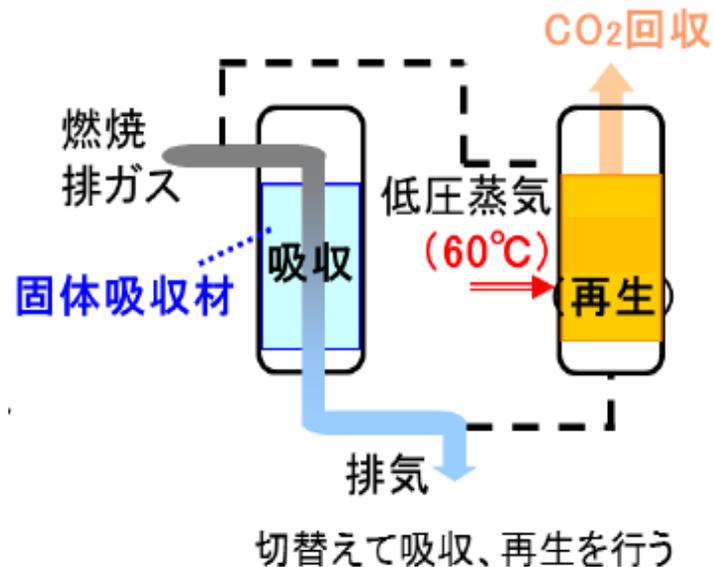
1. 3 固体吸収材方式

○移動層システム(本事業で実施)



・固体吸収材が装置内を移動し、吸収塔で排ガスからCO₂を吸収、再生塔で吸収したCO₂を放出することでCO₂を回収する

○固定層システム

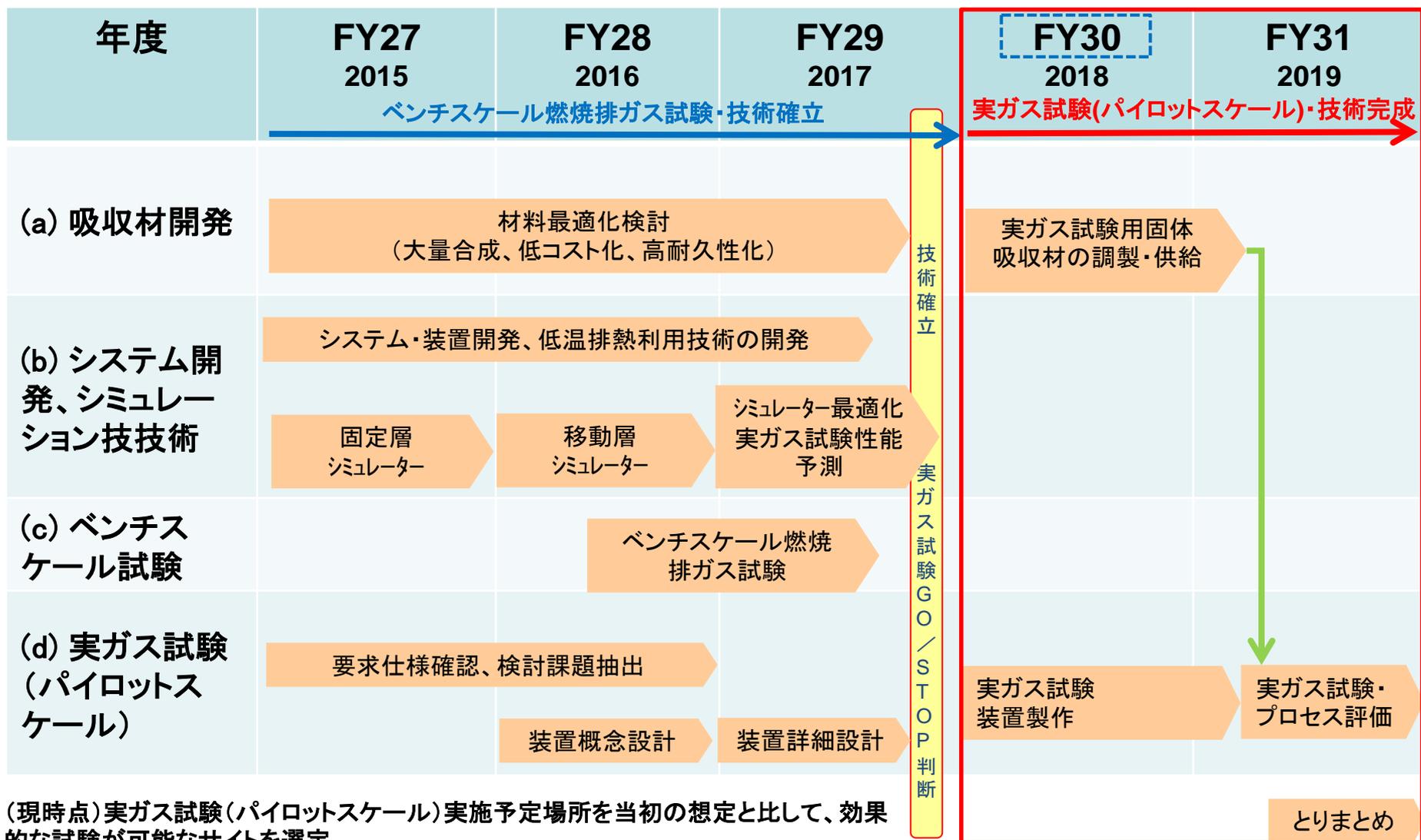


・固体吸収材が充填された塔へガスを切替えて吸収、再生を交互に行うことで連続的にCO₂を回収する

➤ 吸収材を移動させるメリット

- ・吸収効率の向上により装置をよりコンパクトにすることが可能となる
- ・固体吸収材の補充及び交換、メンテナンスが容易である(稼働中も可能)
- ・ガス中のCO₂濃度の変動に追従することが可能となる

1.4 事業の年次展開予定(変更前)



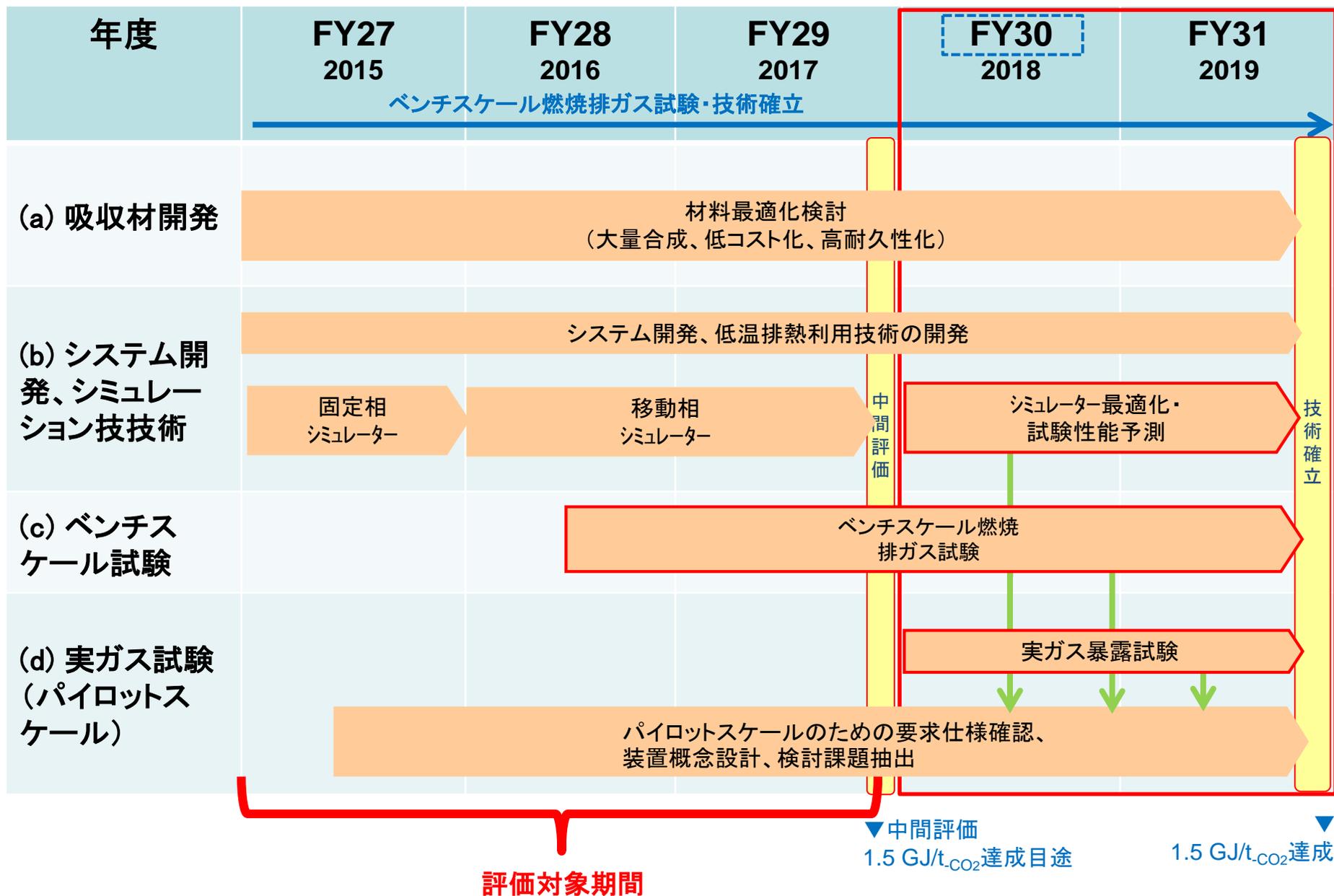
(現時点)実ガス試験(パイロットスケール)実施予定場所を当初の想定と比して、効果的な試験が可能なサイトを選定

→ 試験サイトにおける配管、据え付け工事スケジュールやシステムの最適化・効率化、固体吸収材の商用生産に目途つけること等を考慮し計画を見直した(次頁に示す計画に変更)

▼中間評価
1.5 GJ/t_{CO2}達成目途

▼最終評価
2,000円/t-CO₂達成

1.5 事業の年次展開予定(変更後)



2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)	原因分析 (未達成時)
<p>石炭火力発電所等から排出されるガスからのCO₂分離回収コストについて、2,000円/t-CO₂以下を達成し得る、先進的な固体吸収材を用いたCO₂分離回収技術である、固体吸収材システム*¹を実用化する。</p> <p>そのため平成31年度に、ベンチスケール試験*⁴において、CO₂分離回収コスト 2,000円台/t-CO₂を達成し得る固体吸収材システムを確立し、パイロットスケール*⁵で実証可能な技術を完成させる。</p> <p>【参考】 既存の化学吸収法の分離回収コスト 4,200円/t-CO₂*²</p>	<p>(事業開始時)【平成27(2015)年度】 ラボスケール試験*³においてCO₂分離回収コスト 2,000円台/t-CO₂を達成し得る、固体吸収材を開発する。</p>	<p>(達成)新規に開発したアミンを用いた固体吸収材のサンプルを合成し、ラボスケール試験においてCO₂分離回収コスト 2,000円台を達成し得ることを確認した*⁶。</p>	
	<p>(中間評価時)【平成29(2017)年度】 ベンチスケール試験において、CO₂分離回収コスト 2,000円台/t-CO₂を達成し得る固体吸収材システムの確立に目途を得る。</p>	<p>(ほぼ達成)シミュレーション結果をもとに実機スケール*⁷での仕様を検討し、CO₂分離回収コスト2,000円台を達成することを確認した。 【現時点(平成30年度)】パイロットスケールで実証可能な技術の完成はベンチスケール試験の実施によりデータを取得し達成見込み。</p>	
	<p>(事業終了時)【平成31(2019)年度】 ベンチスケール試験*⁴において、CO₂分離回収コスト 2,000円台/t-CO₂を達成し得る固体吸収材システムを確立し、パイロットスケール*⁵で実証可能な技術を完成させる。</p>		
	<p>(事業目的達成時)【2030年度頃】 CO₂分離回収コスト 2,000円/t-CO₂以下を達成し得る固体吸収材システムを実用化する。</p>		

*1 固体吸収材システム: 固体吸収材を用いてCO₂分離回収を行うための複数の機器から構成される系統。他方、プロセスとは、固体吸収材等によりCO₂を吸収・脱離する過程。

*2 次世代火力発電に係る技術ロードマップ技術参考資料集(平成28年6月)

*3 ラボスケール試験: 実験室レベル(CO₂処理量: 数kg-CO₂/day)での試験

*4 ベンチスケール試験: ラボスケール試験(CO₂処理量: 数kg-CO₂/day)からスケールアップ(CO₂処理量: 数t-CO₂/day)する試験

*5 パイロットスケール試験: 実用化試験の前段階として、ベンチスケール試験(CO₂処理量: 数t-CO₂/day)からスケールアップ(CO₂処理量: 数十t-CO₂/day)する試験

*6 プロセスシミュレーションの結果をもとに化学吸収液プロセスに対する評価と同条件での試算(平成26年度二酸化炭素回収技術高度化事業(二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業)成果報告書、RITE)

*7 実機スケール: 実証・実用化フェーズで想定される規模(CO₂処理量: 数千t/day)

3. 事業アウトプット

事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況 (実績値・達成度)
<p>CO2分離回収コスト2,000円/t-CO2以下の固体吸収材システムの実用化を目標とし、本事業終了時には、ベンチスケール試験等において、2,000円台/t-CO2を達成し得る固体吸収材システムを確立し、パイロットスケールで実証可能な技術を完成する。</p> <p>そのために、</p> <p>① 分離回収エネルギー低減のためのCO2の低温再生技術を確立し、</p> <p>② 高性能かつ実用スケールで調達可能な材料の合成技術を確立し、</p> <p>③ これらの技術を用いて、既存のアミン吸収液法からのCO2分離回収エネルギーの大幅な低減を図る。</p>	<p>(事業開始時)【平成27(2015)年度】 ラボスケール試験において、CO2分離回収エネルギー1.5 GJ/t-CO2を達成し得る固体吸収材を開発する。 【参考】既存吸収液の分離回収エネルギー2.5GJ/t-CO2</p> <p>(中間評価時)【平成29(2017)年度】</p> <p>① 固体ハンドリング技術および最適移動層システム(再生方式)を確立する。</p> <p>② スケールアップ試験用材料合成技術を確立する(10m³)。</p> <p>③ ベンチスケール試験を実施・評価し、CO2分離回収エネルギー1.5 GJ/t-CO2を達成</p>	<p>(達成)開発した固体吸収材に対するプロセスシミュレーションでCO2分離回収エネルギー1.5 GJ/t-CO2を達成した。</p> <p>①(達成) 固体ハンドリング技術(吸収材供給方法、ガス導入方法)を確立し、低温蒸気で1.5GJ/t-CO2を達成可能な再生方式を確立した。</p> <p>②(達成) 実用的な10m³規模での固体吸収材の合成技術を確立した。【現時点(平成30年度)】14m³規模での合成を実施した。</p> <p>③(ほぼ達成) ラボスケールの小型連続回収試験装置で1.5GJ/t-CO2を達成した。ベンチスケール試験でも達成の見込み。【現時点(平成30年度)】(達成)蒸気流量、蒸気圧力等のプロセス最適化により、再生エネルギー1.5 GJ/t-CO2を達成した(再生エネルギー低減とCO2回収量増大の両立に向けた検討を実施中)。</p>
<p>分離回収エネルギーを大幅に低減し、発電プラント等の効率低下を軽減することで、既存の方式と比べ、分離回収コストの削減が可能となる。</p>	<p>(事業終了時)【平成31(2019)年度】</p> <p>①熱交換技術、低温排熱利用技術を確立する。</p> <p>②低コストな材料合成技術を確立する。</p> <p>③ベンチスケール試験の実施・評価により、パイロットスケール(数十t-CO2/dayレベル)でCO2分離回収エネルギー1.5 GJ/t-CO2を実証可能な技術を完成させる。</p>	

〈共通指標実績〉

論文数	論文の 被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	国際標準への 寄与	プロトタイプ の作成
8	72	2	0	0	1	2

3. 1 固体吸収材の大量合成・低コスト化検討

➤ RITE開発固体吸収材の大量合成技術と低コスト化の検討

- ・アミン担持濃度、担持用溶媒、乾燥工程等の担持条件を検討し、商用スケールで実施可能な安価な合成法で10m³スケールの固体吸収材の合成技術を確立した。
- ・ベンチスケール試験用に14m³の合成を達成した(FY30)。

	アミン	担体
H27	<u>RITEアミンの大量合成手法を確立</u> 基盤研究フェーズで開発した高性能アミンについて、商用スケールで実施可能な合成法を確立した。 (アルキル化法 → シッフベース法)	<u>担体の強度・耐摩耗性を向上</u> 基盤研究フェーズで活用したメソポーラスシリカから、耐久性の要求仕様を満たす担体(担体A)に変更した。
H28	<u>ベンチ試験用RITEアミンを合成(0.5t)</u> (ベンチ試験用に市販アミン3tとブレンド)	担体A
H29	<u>ベンチ試験用RITEアミンを合成(3.5t)</u> (RITEアミンのみを使用してベンチ試験材を作製)	担体A

	固体吸収材合成
H27	<u>担持条件を最適化</u> アミン組成、担体を実用化に向けて改良し、尚且つ、固体吸収材のCO ₂ 分離回収性能を担保／向上し得るように担持量等を最適化した。
H28	<u>ベンチ試験用固体吸収材を合成(14 m³)</u> 担持に有機溶媒を使用 処理量に課題(バッチあたり10 ⁻³ ~10 ⁻² m ³)
H29	<u>ベンチ試験用固体吸収材を合成(14 m³)</u> 水を溶媒として使用 処理量を大幅増大(バッチあたり~10m ³)



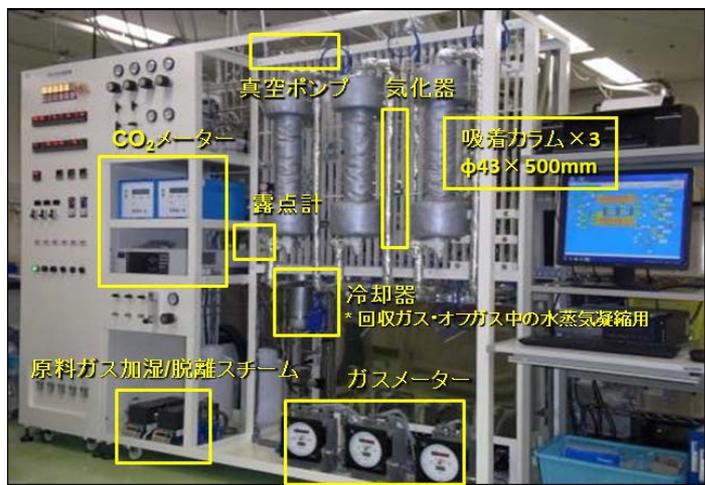
ベンチ試験用アミン合成設備



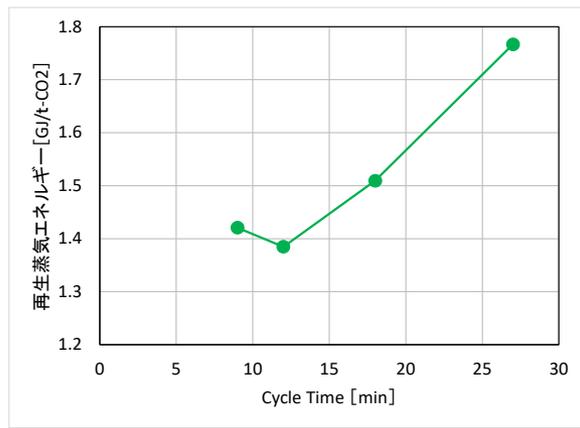
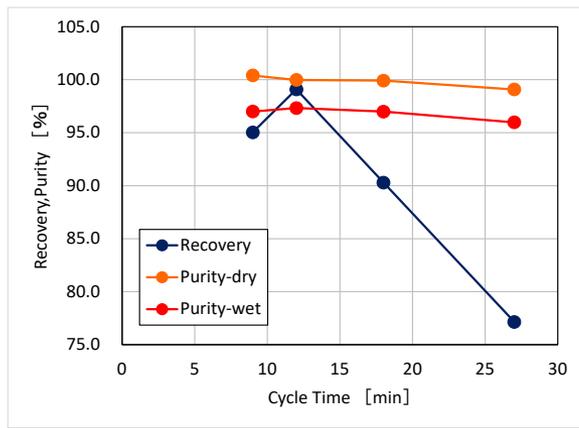
ベンチ試験用固体吸収材

3. 2 実用プロセス開発 (低温再生システム) (1)

◎ ラボスケール固定層試験装置 (3塔切替式) を用いて固体吸収材プロセスを最適化

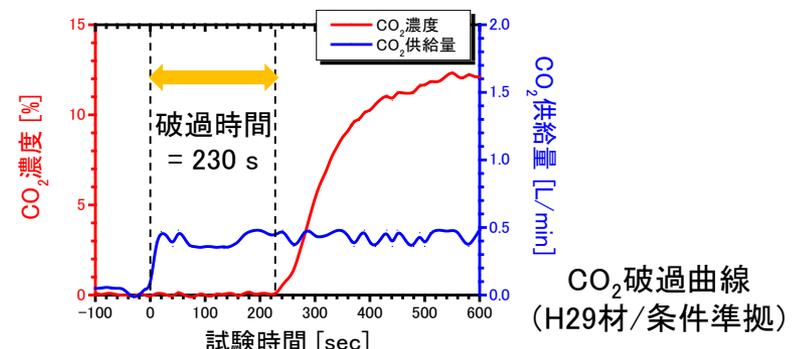


[サイクル時間の最適化]



サイクル時間 [min]	回収率 [%]	回収純度 [%]		消費E [GJ/t-CO ₂]	Off Gas中CO ₂ 量 [kg/m ³ /hr]
		wet	dry		
9	94.7	97.1	≧ 99.9	1.41	2.8
12	99.0	97.3	≧ 99.9	1.38	1.0
18	90.3	97.0	≧ 99.9	1.51	4.3
27	77.1	96.0	99.1	1.77	9.8

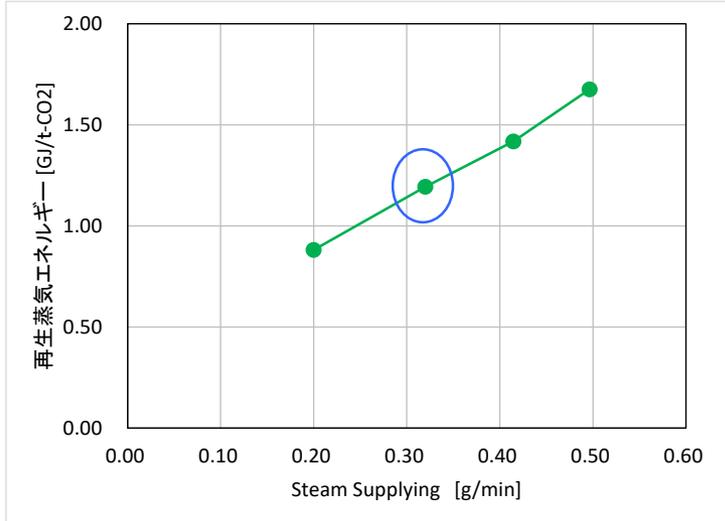
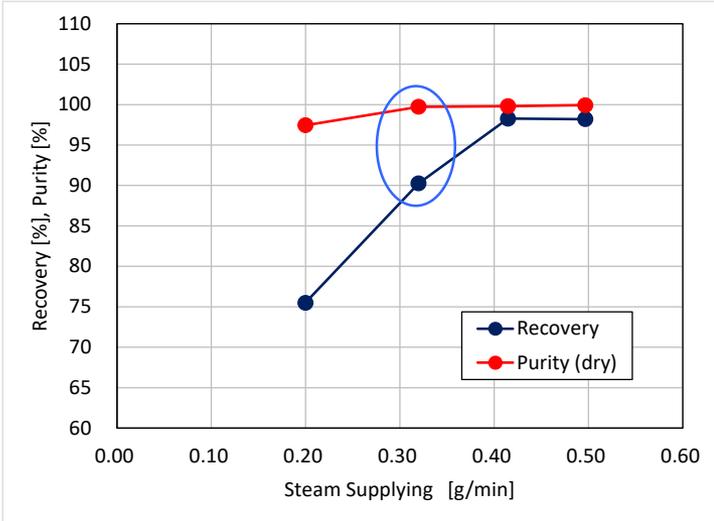
◎ サイクル時間T_cの最適化により
 T_c = 12 minで最高性能1.38 GJ/t-CO₂.
 ⇒ T_c/3 = 4 min(吸着時間)は
 CO₂破過時間にほぼ一致



3. 2 実用プロセス開発 (低温再生システム) (2)

- ◎ 開発目標値を大幅に上回る性能 (回収率: 99%) を確認.
- ⇒ 再生スチームのエネルギーを **過剰に供給** (再生蒸気量: 0.4 g/min).
- ⇒ **必要最低限の再生スチームを供給** することで消費エネルギーをどこまで低減できるか?

[再生スチーム量の最適化]



吸収材	蒸気量 [g/min]	回収率 [%]	回収純度 [%]		消費E [GJ/t]
			wet	dry	
RITEアミン/担体A	0.50	98.2	98.2	≧ 99.9	1.68
	0.41	99.0	97.3	≧ 99.9	1.39
	0.32	90.3	97.3	99.7	1.19
	0.20	75.5	95.0	97.4	0.88

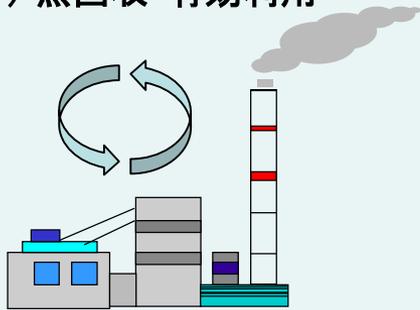
◎ 消費Eは再生スチーム量の減少に伴いほぼ線形的に減少.
 ⇒ 0.3 g/min時に回収率 ≧ 90%、純度 ≧ 99% で消費E ≦ 1.2 GJ/t-CO₂を達成

3. 2 実用プロセス開発(低温再生システム)(3)

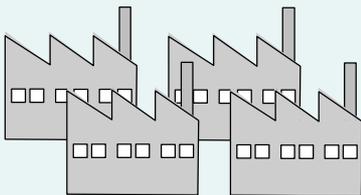
- 低温・低圧のタービン排蒸気をCO₂回収に利用する省エネシステムについて検討
本システムの適用により、固体吸収材再生に必要な蒸気をボイラ等で生成する場合と比べ、消費エネルギーが半分程度となる。

排熱利用技術調査・システム評価

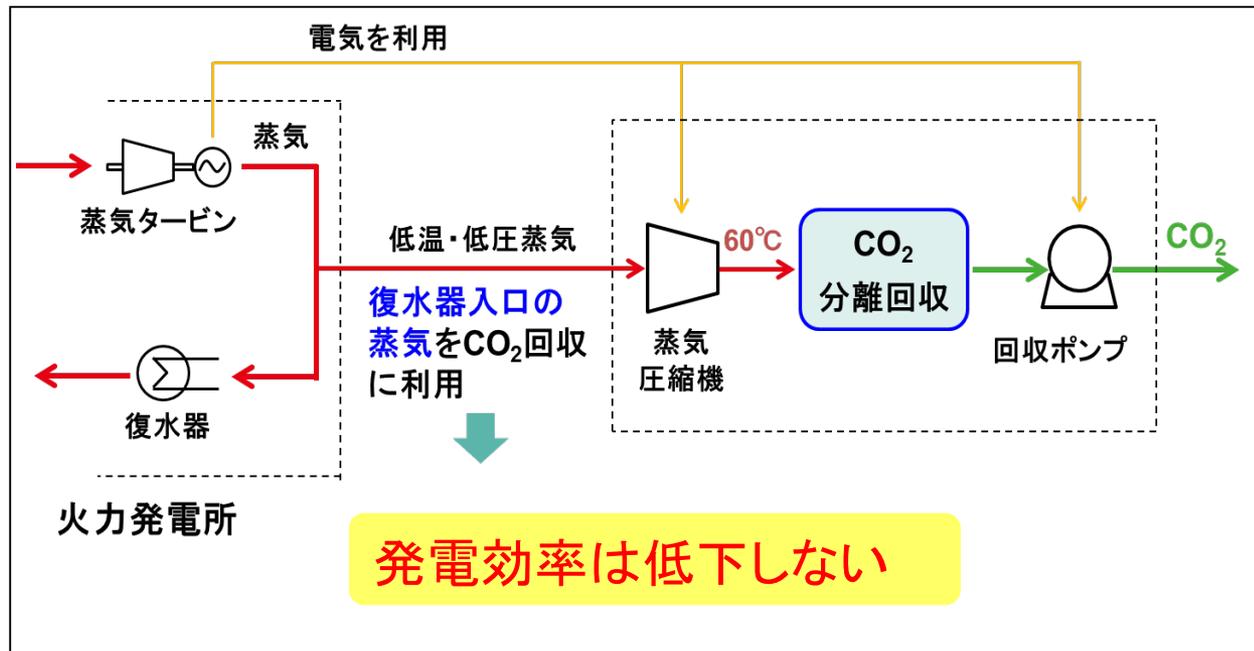
1) 熱回収・有効利用



2) 排熱利用



「二酸化炭素回収方法および装置」(特許 2011-122535:川崎重工業(株))



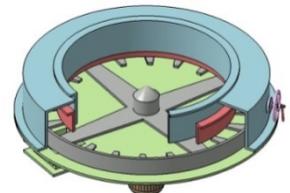
3.3 実用プロセス開発(固体ハンドリング技術)

➤ 吸収材供給方法の検討

・吸収塔、再生塔、乾燥塔から吸収材を排出する供給機の要求仕様を整理し、商用規模での供給機の候補を選定。

<供給機各候補の性能比較>

	供給機A	供給機B	供給機C	供給機D
原理	・底部羽根の回転により連続的に排出	・羽根により放射状の流れを作り、底部ディスクの回転で排出	・ロールの回転により連続的に排出し、上部のゲートで流量を調整	・底部ディスクの回転により連続的に排出 ・羽根なし
①定量供給性	◎	◎	◎	◎
②均等な降下	◎	◎	×	×
③非破碎	○	○	○	◎
総合	○	○	×	×



供給機候補概略図(供給機A)

◎:適用可能 ○:課題を解決することで適用可能
×:構造上適用不可

➤ ガス導入方法に係る解析検討

・ガスと吸収材を効率良く接触させるため、散気管方式をガス導入方法に選定し、流れ解析で評価して設計に必要なデータを取得。

<ガス流れが均一となる散気管からの距離>

分布内速度差が大きく、ガス流れが不均一

速度分布				
散気管からの距離	m	0.30	0.60	0.76
分布内速度差	m/s	0.85	0.20	0.10

分布内速度差が小さく、ガス流れが均一

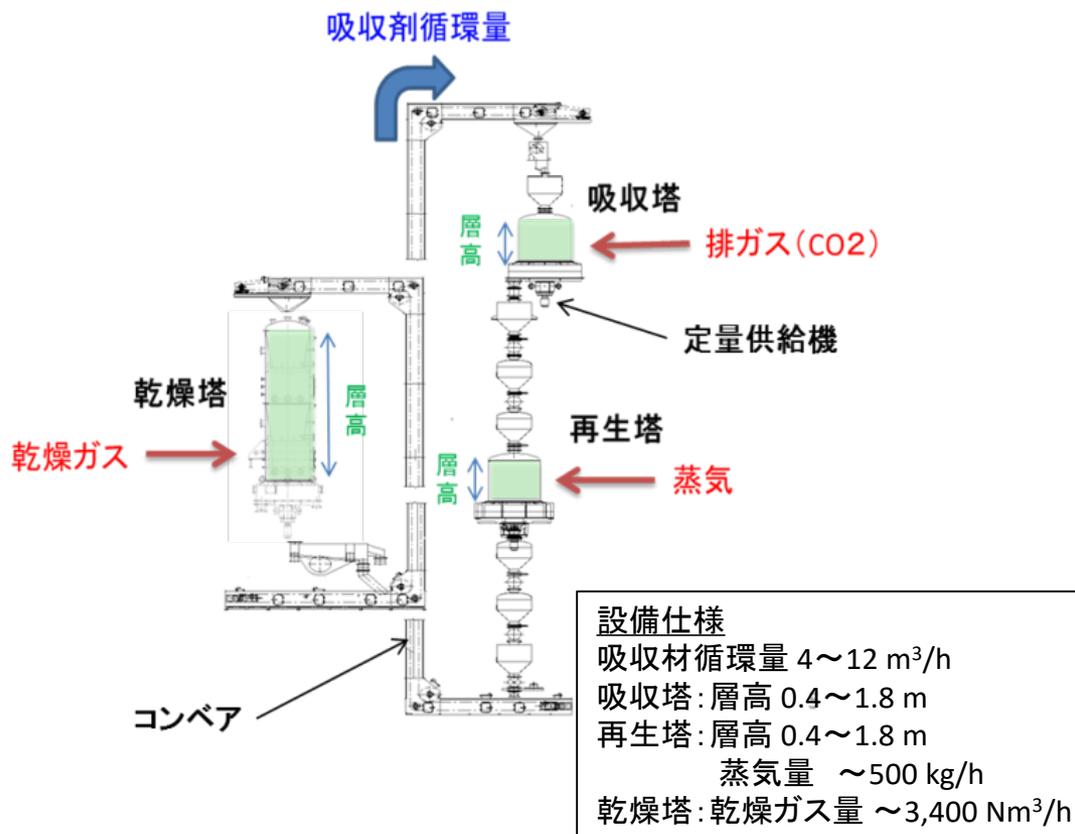


流れ解析モデル

3.4 ベンチスケール燃焼排ガス試験(1)

▶ ベンチスケール燃焼排ガス試験の目的

- ・RITE固体吸収材の移動層への適用性検討: 移動特性及びCO₂回収性能の把握
- ・要素機器改善による回収CO₂純度の向上
- ・ガス中水分の計測機器選定
- ・実ガス試験に向けたベンチスケール燃焼排ガス試験での課題抽出



<ベンチ試験装置(川崎重工業明石工場)>

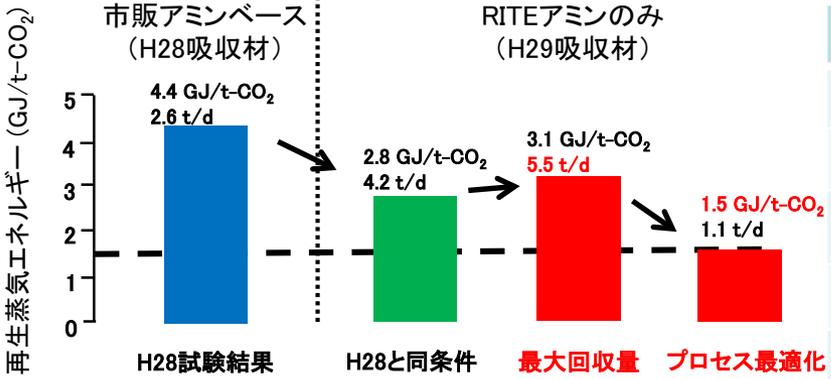


<制御室における試験の様子>

3.4 ベンチスケール燃焼排ガス試験(2)

- **これまでの主な成果**
 - ・石炭燃焼排ガスを用いてCO₂分離回収試験を実施し、1.1～5.5 ton/dayのCO₂を分離回収。
 - ・再生塔中間ホッパのバルブ改良により、リーク空気量を低減、CO₂回収純度の増加。
 - ・乾燥水分量を常時監視できる、耐久性の高いガス中水分計の選定及び検証。
- **今後の課題と対策**
 - ・吸収材中に水分が多く含まれると、コンベアスリップやホッパ内にブリッジが発生し、安定運転ができないだけでなく、CO₂吸収/脱離速度が低下した。その為、スケールアップに必要なデータを十分に取得できなかった。
 - ・アミンの種類/量を最適化した固体吸収材を新規製作し、水分脱離速度を向上させ、更に装置側でも安定運転ができるようにコンベア等を改良する。
- **分離回収エネルギー**
 - ・吸収材/装置の改良により、累積200時間以上の安定運転に成功
 - CO₂分離回収試験では最大5.5t-CO₂/d(回収率90%以上)のCO₂分離回収を達成
 - 蒸気流量、蒸気圧力等のプロセス最適化により、再生蒸気エネルギー1.5 GJ/t-CO₂を達成
 - ・再生エネルギーの低減とCO₂回収量増大の両立に向け、下記の対応を実施中。

＜再生蒸気エネルギーの削減状況＞

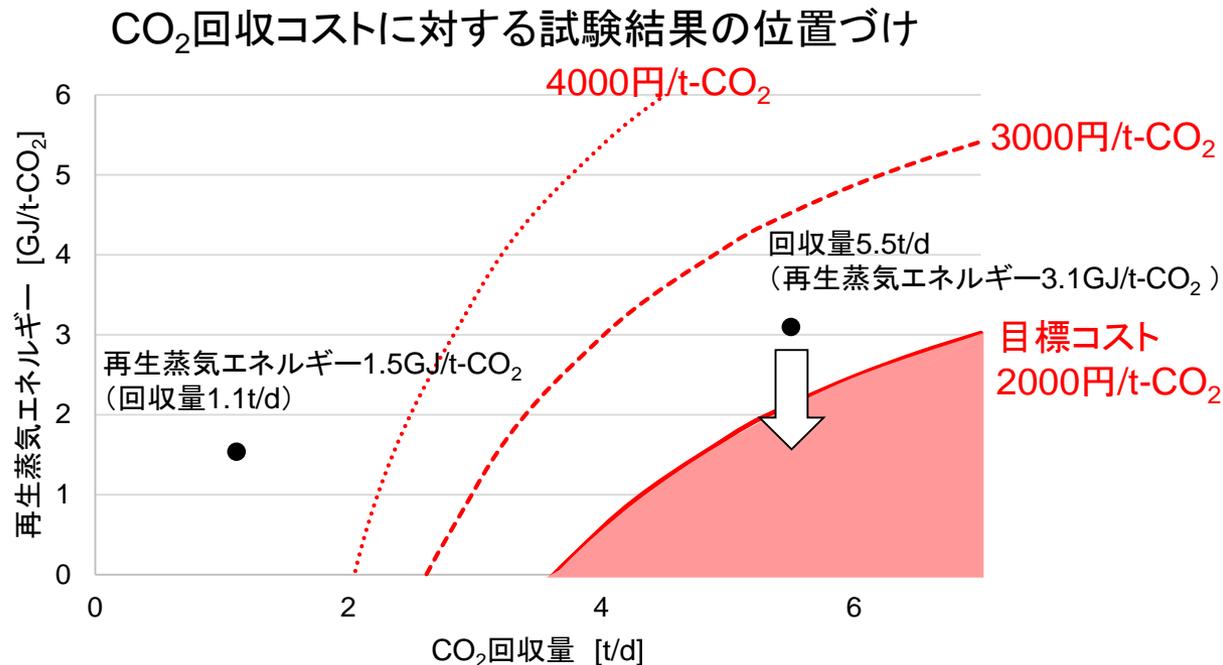


＜分離回収エネルギー低減の取り組み＞

項目	狙い
担持アミン種/量の最適化	水分付着抑制、吸収速度向上
蒸気流量の調整	再生蒸気流量最適化によるエネルギー低減
蒸気条件の変更	過熱蒸気/低圧力蒸気による脱離促進
塔/コンベアからの放熱低減	吸収材温度低下の抑制
乾燥工程の削除	システム簡易化(RITEプロセスと同様)

3. 4 ベンチスケール燃焼排ガス試験(3)

◎ ベンチスケール試験をもとにしたコスト試算



<対策>

- CO₂吸脱着性の高い状態の吸収材を多く循環させて、回収量と再生エネルギー低減を両立。
具体策として、吸収材循環量向上に向けた設備改良を実施する。
- 回収量5.5t/dをベースとして再生蒸気エネルギーの低減を図り、パイロット試験により目標コスト2,000円/t-CO₂を達成する。

3.5 実ガス試験・経済性評価(1)

◎ 実ガス試験(パイロットスケール)での要求仕様確認・検討課題抽出

移動層方式での開発・検証項目

分類	開発・検証項目	具体的な内容	試験で検証可能な項目	
			ベンチスケール燃焼排ガス試験、実ガス試験の両方	実ガス試験のみ
基本特性	基本性能	各塔の基本性能の把握	○	
	回収CO ₂ 性状	高濃度CO ₂ の回収検証、回収CO ₂ 中の微量成分の把握	○	
	スケールアップ設計手法の検証	シミュレーション精度向上	○	
吸収材	耐久性(性能劣化及び粉化対応)	実ガスによる性能劣化対応(アミン液が飛散しないことの検証を含む)		○
		粉化対応	○	
機器単体	大型化(吸収材循環量増加、機器大型化)	循環量増加対応(供給機性能の検証)		○
		機器大型化対応(径方向流量均一化)		○
システム全体	気密性	機器間の気密性確保	○	
		プラント運転 連続操作/制御 応答性	○	
	機器動力低減、蒸気有効利用	連続操作の達成	○	
		制御応答性の把握		○
		起動及び停止方法、異常時対応の明確化		○
	メンテナンス性 環境性 経済性	機器動力低減の達成		○
		外気放出系 フィルター仕様の検証		○
再生蒸気ロスの低減検証		○		
メンテナンス項目・期間・頻度の把握		○		
	騒音及び振動データの取得		○	
	経済性データの取得	○		



＜実ガス試験(パイロットスケール)の次ステップ試験への要求項目＞

- ・吸収材の性能劣化対応や、大型プラントの成立性を検証するため、次フェーズでスケールアップした実ガス試験に移行
- ・商用化へのステップを視野に、ベンチスケール試験の8倍程度(5.5 t/d⇒40 t/d)にスケールアップする。

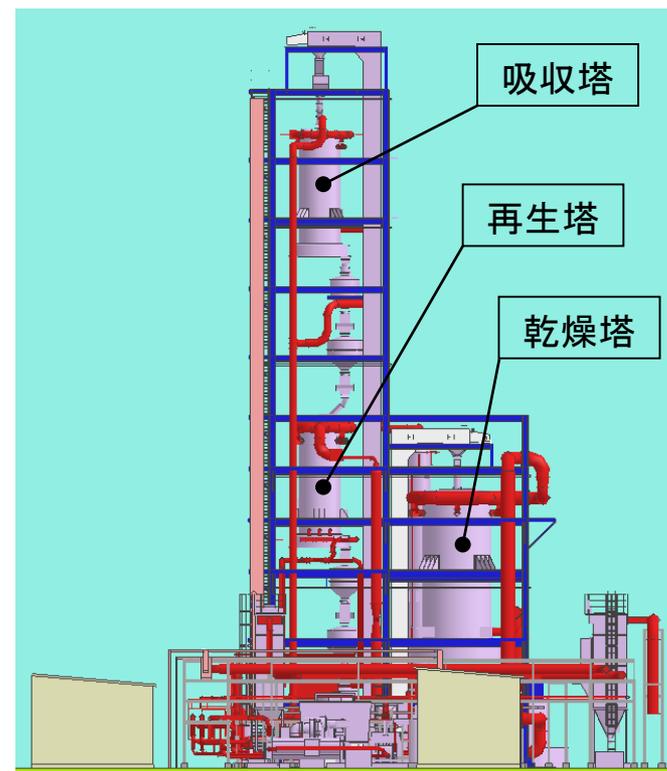
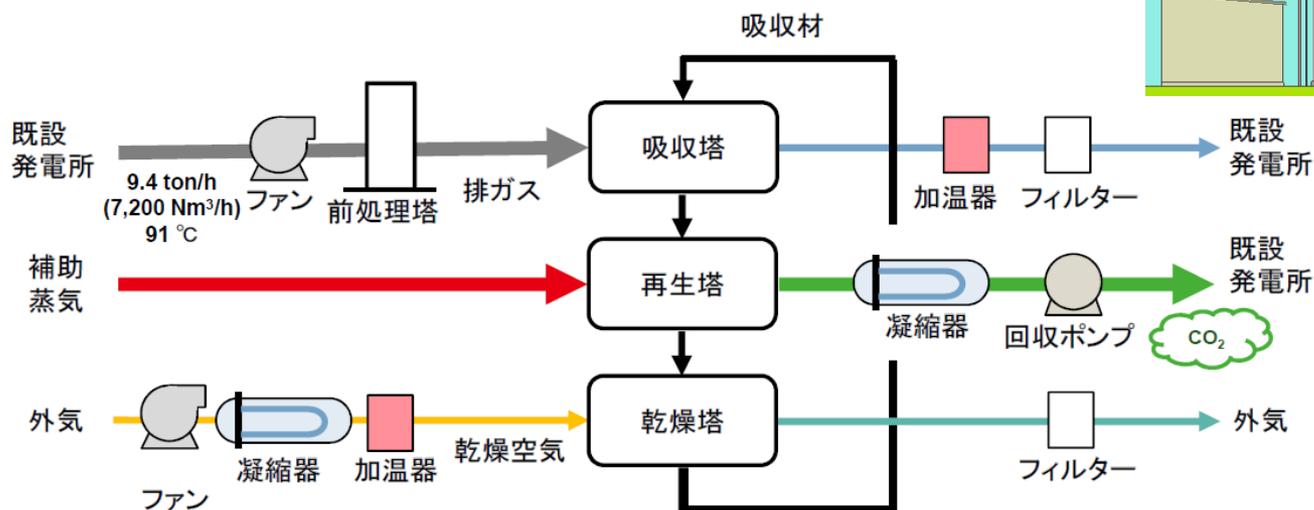
3.5 実ガス試験・経済性評価(2)

◎ 実ガス試験(パイロットスケール)装置 設計

実際の火力発電所を対象として、40 ton-CO₂/d実ガス試験装置の概念設計を実施

検討条件

装置規模	40ton _{CO2} /d
燃焼排ガス温度	91℃
燃焼排ガス流量	7,200Nm ³ /h



全体敷地面積:
L58m × W40m
本体形状:
L14.5m × W7.5m ×
H39.5m

3.5 実ガス試験・経済性評価(3)

◎ CO₂分離回収コスト2,000円台 (<3,000円)/t-CO₂の達成

基礎技術研究フェーズでは、
固定層方式で2,000円台/t-CO₂
の達成に目途(シミュレーション)

大型の商用プラントでは、移動層方式のほうが有利

移動層方式でどの程度のCO₂分離回収コ
ストを達成できるか？

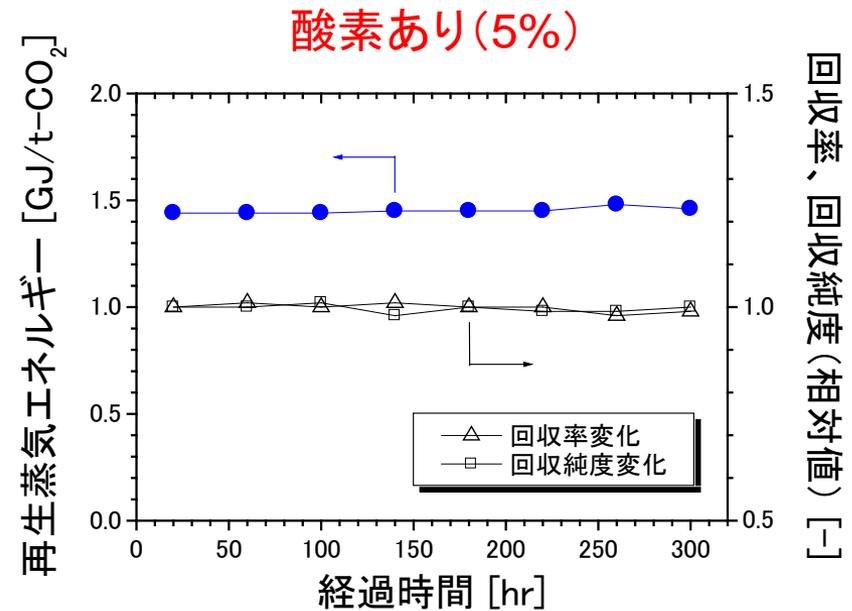
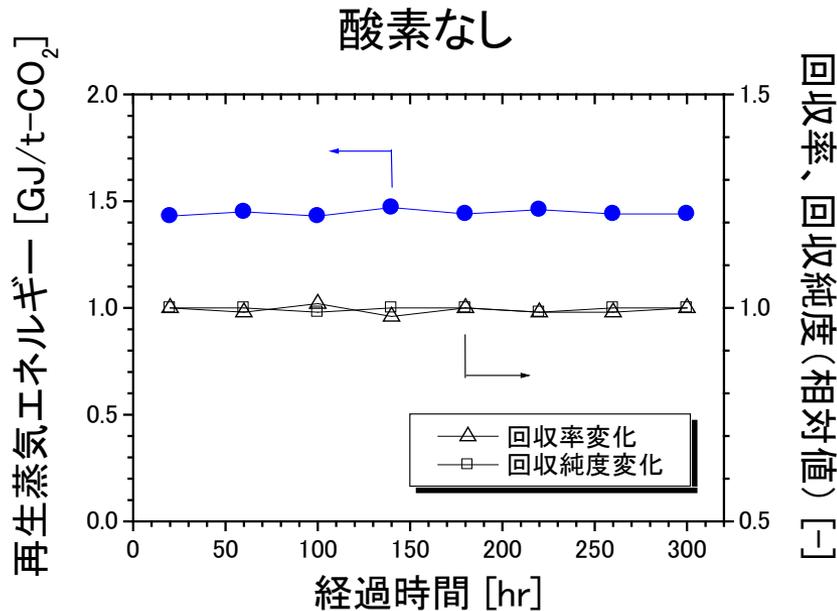
下記対応を取込むことにより、**移動層方式を採用すれば、
大型の商用プラントで、2,000円台/t-CO₂達成**

対象	コスト低減方策	今後の対応
吸収材	吸収材性能・耐久性の向上	●
	再生蒸気供給量の最適化	●
システム・機器構成	各塔前後の処理設備の簡素化	●
	吸収材供給量(単位ユニット)の増加	○
	機器合体(吸収塔-乾燥塔の合体)	○

●: 実ガス試験、○: 設計検討

3.5 実ガス試験・経済性評価(4)

◎ラボスケール固定層試験装置による劣化耐久性評価



◎ 回収率と回収純度の変化は酸素の有無に係らず±2%程度
(酸素の共存による性能低下なし)

◎ 消費エネルギー(スチーム供給エネルギー)約1.4 GJ/t-CO₂
(安定した低エネルギー回収を確認した)

⇒今後実ガス曝露試験で他の成分(SO_x等)の影響を評価し、パイロット試験計画に反映

4. 当省(国)が実施することの必要性

- CCSは、生産性向上、省エネルギーなどに寄与せず、利益の向上に資さない地球温暖化問題への対応に特化した技術で、外部不経済（ある経済主体の行動が、その費用の支払いや補償を行うことなく、他の経済主体に対して不利益や損失を及ぼすこと。例えば、公害。）であるため、研究開発に経済性が無く、市場原理だけでは、その導入を図ることは困難である。
- 国が主導して、CCSの技術実証やコストの低減、安全性の担保や貯留適地の確保、社会的受容性の確保等を実施し、その上で制度的枠組みを構築するなど、CCS導入に向けた環境整備を行って行く必要がある。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

“石炭火力発電所等からの二酸化炭素分離回収”

基盤技術研究
フェーズ
(学術研究成果)

実用化研究フェーズ
(本事業)

実用化研究フェーズ
その2

実証・商用化
フェーズ

2010~2014

2015~2019

2020~

2025~

大規模
CCS



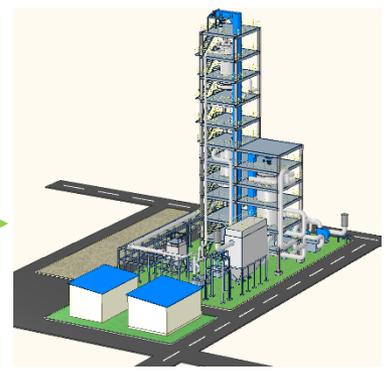
ラボ試験
(数 kg/day)

RITE
CO₂連続回収
試験装置



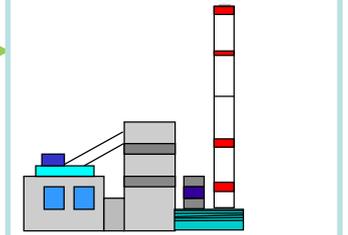
ベンチ試験
(数 t/day)

川崎重工業(株)
KCC移動層
ベンチ試験装置



パイロットスケール試験
(数十 t/day)

石炭火力プラント
+ 制度的仕組みの導入



石炭ボイラ
排ガスへ適用
(3,000 t/day)

5. 1 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

知財管理取り扱い

特許権等の帰属特許法を踏まえ、原則として発明者(研究者)主義としつつ、発明者の所属企業・機関の「職務発明規定」に準拠して機関帰属とする。※

共同発明に係る権利持分比率を決める場合は、原則として、発明に対する貢献度(寄与率)で特定する。※

シナジー効果を確保する観点から、当該プロジェクトにおいて発生した知財については、原則としてプロジェクト内は非独占実施とする。※

※ただし、製品化、実用化に向けて(a)特許の一括管理(共有化)、(b)クロスライセンス、(c)独占的实施等による方が有効と考えられる場合等、慎重に検討を行ったうえで、決定、採用する。

実証や国際標準化

実証に関しては、本事業終了後、石炭火力発電所等における大規模実証を経て、制度的仕組みの導入等により、本格導入が進むものと想定される。

国際標準化に関しては、ISO/TC265において、CCSに関する標準化が進められている。特に、回収に関するWGについては、我が国が、WGコンビーナ(主査)と事務局を務めており、回収技術の国際標準を主導している。本事業を実施することにより得られたデータや記録等の成果については、技術パッケージ及びマニュアルとして整理する。それらをもとに、国際標準化の際にはISO/TC265国際規格のシード文書としての活用や、これらを活かした国際規格の積極的な提案が図れるようにするとともに、日本企業の産業競争力強化に資するよう努める。

性能や安全基準の策定

本事業を実施することにより得られたデータや操業記録等をもとに、技術の性能指標や操業における安全基準を抽出・整理する。これにより、関連業界における安全性基準の策定が進むことを見込んでいる。さらに、これらを国際規格にも反映する。

成果のユーザー

実用化研究終了後の主な導入先は大規模CO2排出源であり、火力発電所のほか、産業利用として、製鉄所、セメント工場、石油化学プラント等があげられる。したがって、ユーザーとしては、電力事業者、鉄鋼産業、設備製作に関してエンジニアリングメーカー等があげられる。

5.2 実ガス試験サイトの決定

省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システムの実用化試験を関西電力舞鶴発電所で実施

- ・ RITE
- ・ 川崎重工業株式会社
- ・ 関西電力株式会社

3者同時プレスリリース
(平成29年9月19日)

同時資料配布先：
経済産業記者会
学研都市記者クラブ

2017年9月19日

公益財団法人地球環境産業技術研究機構
川崎重工業株式会社
関西電力株式会社

省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システムの
実用化試験を関西電力舞鶴発電所で実施

公益財団法人地球環境産業技術研究機構（本部：京都府木津川市、理事長 茅陽一、以下、RITE）、川崎重工業株式会社（本社：神戸市中央区、代表取締役社長 金花芳則、以下、川崎重工）、関西電力株式会社（本社：大阪市北区、取締役社長 岩根茂樹、以下、関西電力）は、このたび、経済産業省の「CO₂分離回収技術の研究開発事業」に参画し、省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システムの実用化試験を関西電力舞鶴発電所内で実施します。

火力発電所などから排出される排ガス中の二酸化炭素の分離・回収は、これからの低炭素社会を実現する上で非常に重要な技術であると期待されていますが、分離・回収時のエネルギー消費量低減が課題となっています。

RITE および川崎重工はこの課題を解決するために、これまで「省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システム」の研究開発に取り組んでおり^{※1}、CO₂用固体吸収材や KCC（Kawasaki CO₂ Capture）移動層システムを新たに開発しました。これにより、未利用エネルギーである低温排熱を用いた CO₂ の分離回収が可能になったことで、従来の方式と比べて、大幅な省エネルギー化を実現しました。

関西電力は平成28年度から本事業へ参画し、試験地点の検討を行ってまいりましたが、このたび、関西電力舞鶴発電所内に、国内初となる固体吸収材を用いた40トン-CO₂/日規模の実用化試験設備を設置することとなり、平成31年度以降に実用化試験を実施する予定です。

本事業を通じて確立される二酸化炭素の分離・回収技術は、地球温暖化防止に関するパリ協定^{※2}が目指す温室効果ガスの削減を、従来活用していた技術よりも省エネルギーで実現できるため、CO₂削減に係るエネルギー負担およびCO₂分離・回収コストの低減^{※3}に繋がり、経済性と環境保全の両立に寄与するものです。

RITE、川崎重工および関西電力は、「省エネルギー型二酸化炭素分離・回収システム」の技術開発を通じて、温室効果ガス排出削減による低炭素社会の実現に貢献してまいります。

※1：経済産業省の「二酸化炭素回収技術実用化研究事業」（平成27～28年度）の採択を受け実施。

※2：パリ協定の長期目標（平成28年11月発効）

- ・世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求
- ・出来る限り早期に世界の温室効果ガスの排出量をピークアウトし、今世紀後半に人為的な温室効果ガスの排出と吸収源による除去の均衡を達成。

出典：「地球環境政策について」（平成29年8月 経済産業省）

http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/sangyougiyutsu/pd/006_03_01.pdf

※3：次世代火力発電に係る技術ロードマップ等を踏まえ、2,000円/トン-CO₂を目指す。

出典：「次世代火力発電に係る技術ロードマップ技術参考資料集」（平成28年6月 経済産業省）

<http://www.meti.go.jp/press/2016/06/20160630003/20160630003-2.pdf>

別紙：実用化試験の概要

お問合せ先・報道担当：

広報

（公財）地球環境産業技術研究機構 企画調査グループ 中村

電話番号 0774-75-2301

実用化試験の概要

〔実用化試験の概要〕

- ・事業名称：経済産業省「CO₂分離・回収技術の研究開発事業」
- ・事業期間：平成27年度～（実証試験は平成31年以降）
- ・実施者：RITE（固体吸収材の開発担当）

川崎重工（分離・回収システムの開発担当）
関西電力（分離・回収システムの評価担当）

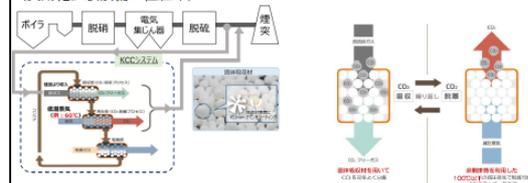
- ・装置構成：発電所の煙道から排出ガスを抜き取り、川崎重工が開発したKCC移動層システム^{※1}によりCO₂を分離・回収^{※2}する。KCC移動層システムにはRITEが開発したCO₂用固体吸収材^{※3}を活用する。

※1：固体吸収材を移動させることにより、吸収効率を向上させることが可能となるため、大型化に適したシステム。

※2：今回の試験では、回収したCO₂は再度煙道へ戻す。

※3：従来の高性能アミン吸収液と類似のCO₂吸収特性を有しながら、再生工程で顕熱や蒸発潜熱に消費されるエネルギーの大幅低減が期待できる。

（実用化試験設備の仕組み）



（実用化試験設備（40トン-CO₂/日プラント）のイメージ）



（大きさ：縦約23m×横約53m×高さ約40m）

（舞鶴発電所概要）

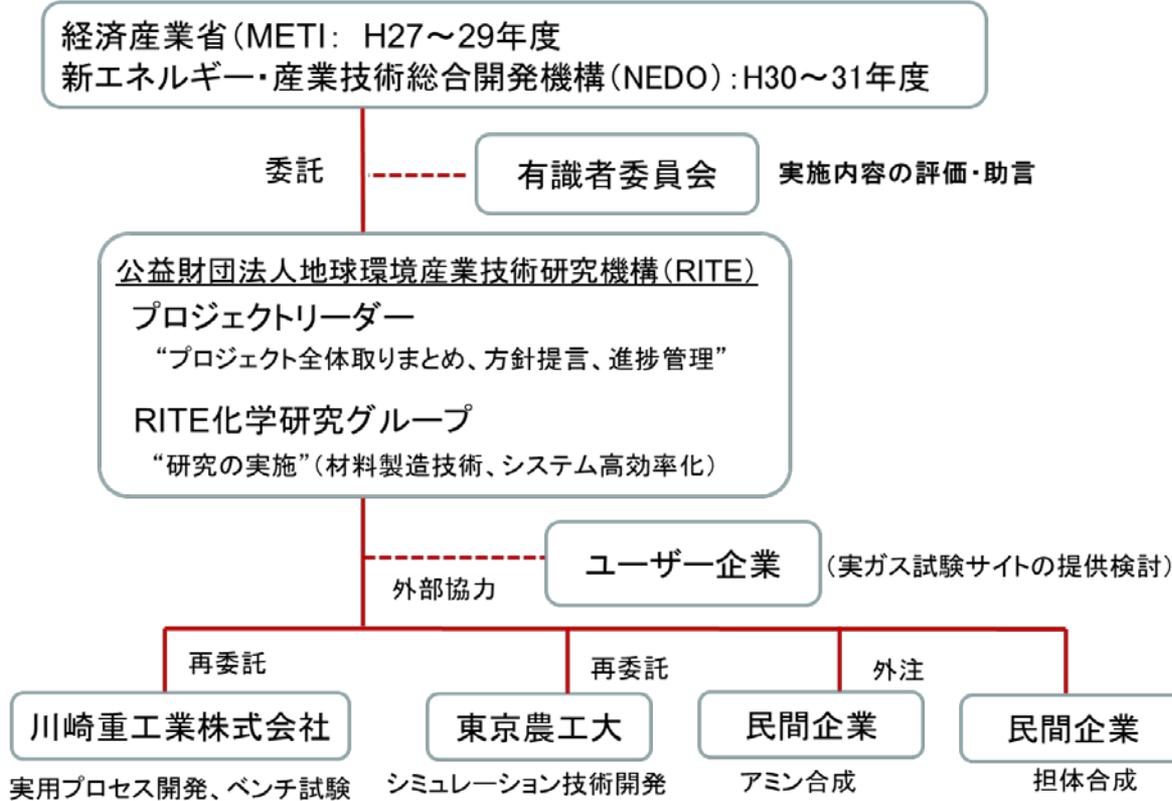
ユニット	営業運転開始	出力	発電方式	使用燃料
1号機	平成16年8月	90万kW	火力発電	石炭
2号機	平成22年8月	90万kW	火力発電	石炭

住所：京都府舞鶴市宇千歳560番地5

http://www.kepcoco.co.jp/energy_supply/energy/thermal_power/plant/maizuru.html

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

(1) 研究開発の実施・マネジメント体制



- ・平成27～29年度は経済産業省からの委託事業として実施
- ・平成30～31年度はNEDOからの委託事業として実施
- ・プロジェクトリーダーを選任し、プロジェクト全体のとりまとめ、方針の提言、研究開発の進捗管理を実施。
- ・学識経験者等から構成される有識者委員会を設置し、研究実施内容について評価・助言を受ける。
- ・CO2回収設備のユーザーとなる電力会社の協力を得ながら研究開発を実施。
- ・材料技術開発、実用プロセス開発、実ガス試験については、技術的知見を有する研究開発機関、民間企業が研究開発を実施。
- ・以上の実施体制を構築し、有効かつ効率的に研究開発を実施。

7. 費用対効果

(1) 固体吸収材方式のスペック・コスト目標

		本方式	従来型 アミン吸収液方式 (技術戦略マップ参照*)
回収エネルギー	GJ/t-CO ₂	1.0	2.5~4.0
蒸気温度	°C	60	120
回収コスト	円/t-CO ₂	2,000	4,200*

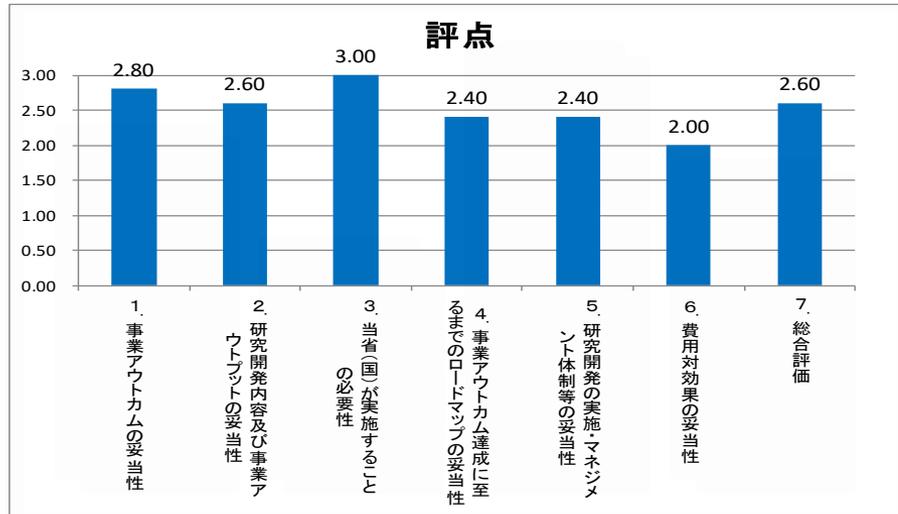
(2) 費用対効果

- 分離回収コストが現状よりも2,200円/t-CO₂低減出来る場合を仮定すると(現状で約 4,200円/t-CO₂ の分離・回収技術が2,000円/t-CO₂ になれば)、たとえば、80万kW級の石炭火力発電所から回収の場合(CO₂を年間500万t回収と想定)、1基当たり110億円/年のコスト削減となる。

8. 中間評価の結果(平成29年度実施)

中間評価結果報告書

● 評点法による評価



【評価項目の判定基準】

評価項目1～6.

3点: 極めて妥当

2点: 妥当

1点: 概ね妥当

0点: 妥当でない

7. 総合評価

(中間評価の場合)

3点: 事業は優れており、より積極的に推進すべきである。

2点: 事業は良好であり、継続すべきである。

1点: 事業は継続して良いが、大幅に見直す必要がある。

0点: 事業を中止することが望ましい。

● 総合評価コメント

外部不経済のCCS事業においては、国が道筋をつけて事業をランディングさせる必要があるため、本事業の意義は高いと考える。CCS実用化に向けて、コストの大部分を占める分離回収分野をターゲットとして、事業開始・中間評価・終了時評価とステップ毎にCO₂分離回収のコストや消費エネルギーの目標値を定め、中間評価時点で概ね目標を達成しており、着実な研究開発が進められている。また、エンジニアリング会社やCO₂回収設備のユーザーとなり得る電力会社と連携し、外部学識経験者等の意見を取り入れる体制を構築しており、実用化を視野に入れた研究開発マネジメント体制である点も評価できる。また、本技術の成果を最大限に生かすため、導入シナリオや制度的な仕組みの導入を早く検討する必要性を感じる。

他方、国際的優位性や、市場の占有率などは事業時期に強く依存し、再エネの導入状況を視野に入れる必要も有り、実用化に向けたスピードも最重要の指標のひとつと考える。技術課題の早期解決に向けてオープンイノベーション的な手法を活用するなどし、早期の実用化を期待したい。また、わかりやすい説明を様々な形で示すなど、広く国民に理解されるような取り組みも必要と考える。

8.1 中間評価の結果(平成29年度実施)

中間評価報告書

今後の研究開発の方向等に関する提言

- ベンチスケールから実ガス試験（パイロットスケール）へ10倍程度のスケールアップを計画しているが、経験上、プラント系実証試験における2ケタのスケールアップはハードルが高いと認識しており、十分検討のうえ、実ガス試験の規模を計画すべき。
- 今後、予期せぬトラブルが発生する可能性もあるが、原因を究明し、今後の実用化に向けたノウハウとして蓄積すべき。
- 再生可能エネルギー（特に、太陽光と風力）の発電コストが急速に低下している中、「CCS付き石炭火力」の存在意義を高めるには、更なるコスト低減が求められる。
- CCSを進めるには、分離回収技術だけでなく貯留技術実証も早急に安全に進める必要があり、広く国民の理解を深め、貯留場所の確保を促進すべき。
- ユーザー企業のニーズや運用面における課題など、実証・商用化を見越しながらプロジェクトを推進しつつ、オープンイノベーションの考え方を活用するなど本技術の潜在利用者を積極的に探す活動も行うべき。

提言に対する対処方針

- ベンチスケールから実ガス試験（パイロットスケール）へのスケールアップ規模については、これまでの検討結果から、商用化へのステップを視野に、ベンチスケール試験の8倍程度（5.5 t/d⇒40 t/d）にスケールアップする。
- 実ガス試験中のトラブルについては、原因究明と対策を行い、今後の実用化に向けたノウハウとして蓄積していく。
- 目標達成にとどまらず、最新技術を反映させて、さらにコスト削減ができるよう、研究開発を行っていく。
- CCS技術の実用化に向け、本プロジェクトの、「大規模CCS実証事業」、「貯留適地調査事業」、「安全にCCSを実施するための研究開発事業」等を着実に進めていく。
- ユーザーとなり得る企業（電力事業者、鉄鋼産業、セメント産業、設備製作に関してエンジニアリングメーカー等）に積極的に情報提供し、ユーザー企業のニーズや運用面における課題を整理し、実証・商用化段階での、本技術の潜在利用者を想定しつつ、プロジェクトを推進していく。

8.2 中間評価の結果(平成29年度実施)

評価WGの所見及び所見を踏まえた改善点等

評価WGの所見

<研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性>

- オープンイノベーション的な手法を活用するべく、具体的な計画を作成し検討すること。
- A(先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発)事業におけるスケールアップの課題、B(二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業)における量産化の課題、等を解決して、CO₂分離回収コストの低減という一番大きな課題克服を期待したい。中間評価以降、さらにそれらの課題解決に向けて戦略的かつ効率的に事業を進行させること。

<研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性>

- このプロジェクトだけで関連する事業全体が終わるわけではなくて、今後は実証、さらに商用に向けて国の戦略が必要となるので、事業後半において十分留意すること。

評価WGの所見を踏まえた改善点(対処方針)等

<研究開発内容及び事業アウトプットの妥当性>

- ご指摘を踏まえ、実用化に向けた技術課題の早期解決に向け、オープンイノベーション的な手法の活用等について検討してまいります。
- 中間評価以降も、課題解決に向けて本事業を戦略的かつ効率的に進行すべく、事業計画を精査し事業を進めてまいります。

<研究開発の実施・マネジメント体制等の妥当性>

- ご指摘を踏まえて、事業の後半においては、CCSの実証試験事業の結果や制度的仕組みの検討状況等にも十分留意し事業を推進していきます。