

二酸化炭素回収技術実用化研究事業 プロジェクト中間評価 補足資料

平成30年2月2日

産業技術環境局環境政策課地球環境連携室

総目次

1. 二酸化炭素回収技術実用化研究事業
 - A. 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業
 - B. 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業

二酸化炭素回収技術実用化研究事業

1. プロジェクトの概要

概要

CCSは、工場や発電所等から排出されるCO₂を大気放散する前に回収し、地下へ圧入・貯留する技術で、温室効果ガスの大気中への排出量削減効果が大いこと等から、地球温暖化対策の重要な選択肢の一つとして世界的に期待されている。

CCS技術の実用化にあたっては、CO₂の分離回収、輸送、圧入、モニタリングまでの一貫した操業技術の確立、十分な貯留能力を有した貯留地点の特定、CCS事業コストの十分な低減が不可欠であることから、我が国では、大規模CCS実証事業、CO₂貯留適地の調査事業、分離回収のコスト低減及びCO₂貯留の安全性確保を目指した研究開発事業等を実施している。

CCS事業に係るコストのうち、その6割以上をCO₂分離回収コストが占めると試算(RITE, 2005)されており、CCS技術の広範な展開に向けては、CO₂分離回収コストの低減が非常に重要であると言える。

本プロジェクトでは、分離回収コストの低減を目的として、大気圧の燃焼排ガスに含まれるCO₂の回収に有利な技術である化学吸収法(固体吸収材)に係る研究開発(A:先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業)と、石炭ガス化複合発電(IGCC)等で発生する高圧のガスに含まれるCO₂の回収に有利な技術である膜分離法に係る研究開発(B:二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業)の2つのテーマを実施する。

実施期間

平成27年度～平成31年度（5年間）

予算総額

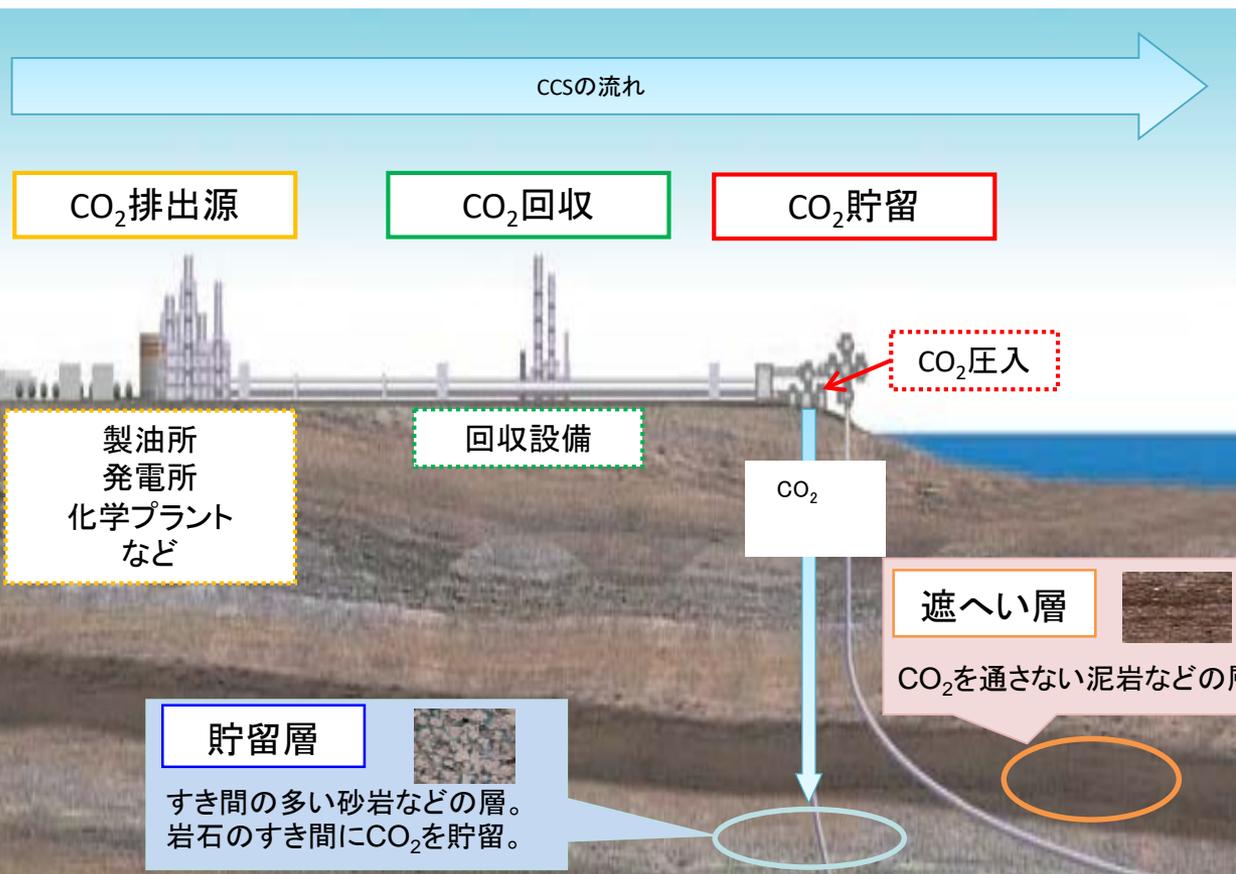
年度	H27	H28	H29	H30	H31
総事業費※(億円)	45.02				
執行額(億円)	4.6	5.24	5.00	—	—

※総事業費は平成27～29年度の執行額と平成30～31年度の予算想定額の合計

2. CCS政策について

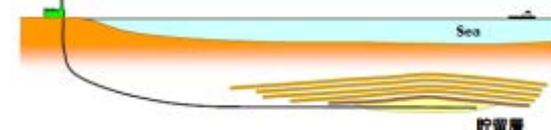
○ CCS (Carbon dioxide Capture and Storage) とは

- CCS（二酸化炭素回収貯留）とは、工場や発電所等から排出される二酸化炭素（Carbon dioxide）を大気放散する前に回収し（Capture）、地下へ貯留（Storage）する技術。
- IEA（国際エネルギー機関）や、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）等において、CCSは地球温暖化対策に効果的な技術として評価。



圧入方式

- ① 陸上からの圧入
※ 二酸化炭素削減技術実証試験事業



- ② 海上抗口からの圧入



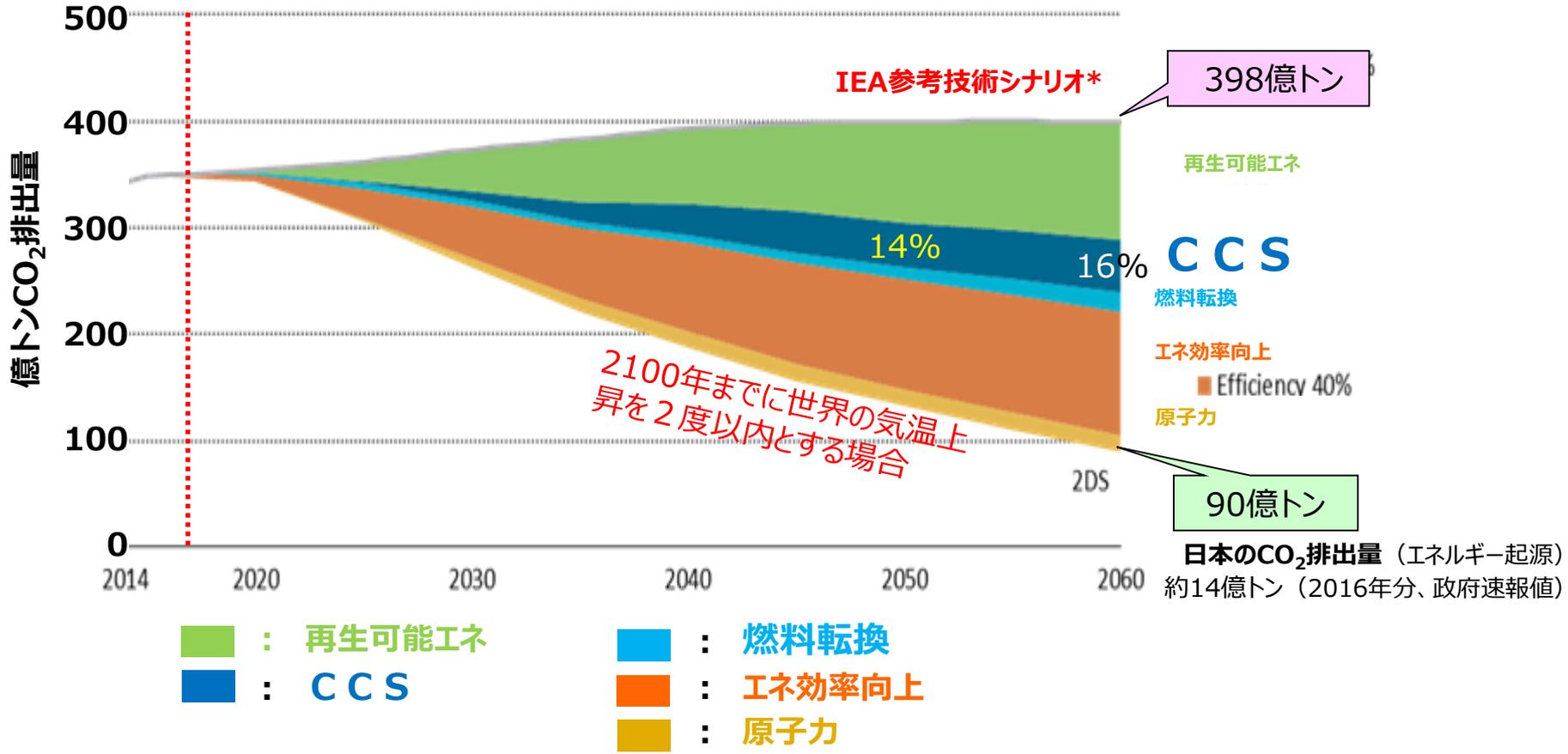
- ③ 海底抗口からの圧入



○気候変動対策とCCS

● IEA（国際エネルギー機関）報告書によると、2060年までの累積CO₂削減量の14%をCCSが担うことが期待されている。（2060年時におけるCO₂削減量の16%、49億トン／年）

2060年世界のCO₂削減量見通し



*パリ協定に基づくCO₂排出の抑制とエネルギー効率の改善に向けた各国の現在の削減目標を考慮

○我が国におけるCCSの政策的位置づけ

● 攻めの温暖化外交戦略（ACE）（平成25年11月15日）

（『イノベーション』項にて、2050年世界半減に必要な技術として位置づけ）

CCS(CO₂回収・貯留技術)：火力発電等から排出されるCO₂を回収し地下に貯留する技術。

日本はCCS普及の鍵となる分離回収技術の高効率化で世界に貢献。

● 東京電力の火力電源入札に関する関係局長級会議取りまとめ（平成25年4月25日）

(2) 2050年目標との関係

(ア) 国は、当面は、火力発電設備の一層の高効率化、2020年頃のCCS商用化を目指したCCS等の技術開発の加速化を図るとともに、CCS導入の前提となる貯留適地調査等についても早期に結果が得られるよう取り組む。

● エネルギー基本計画（平成26年4月11日閣議決定）

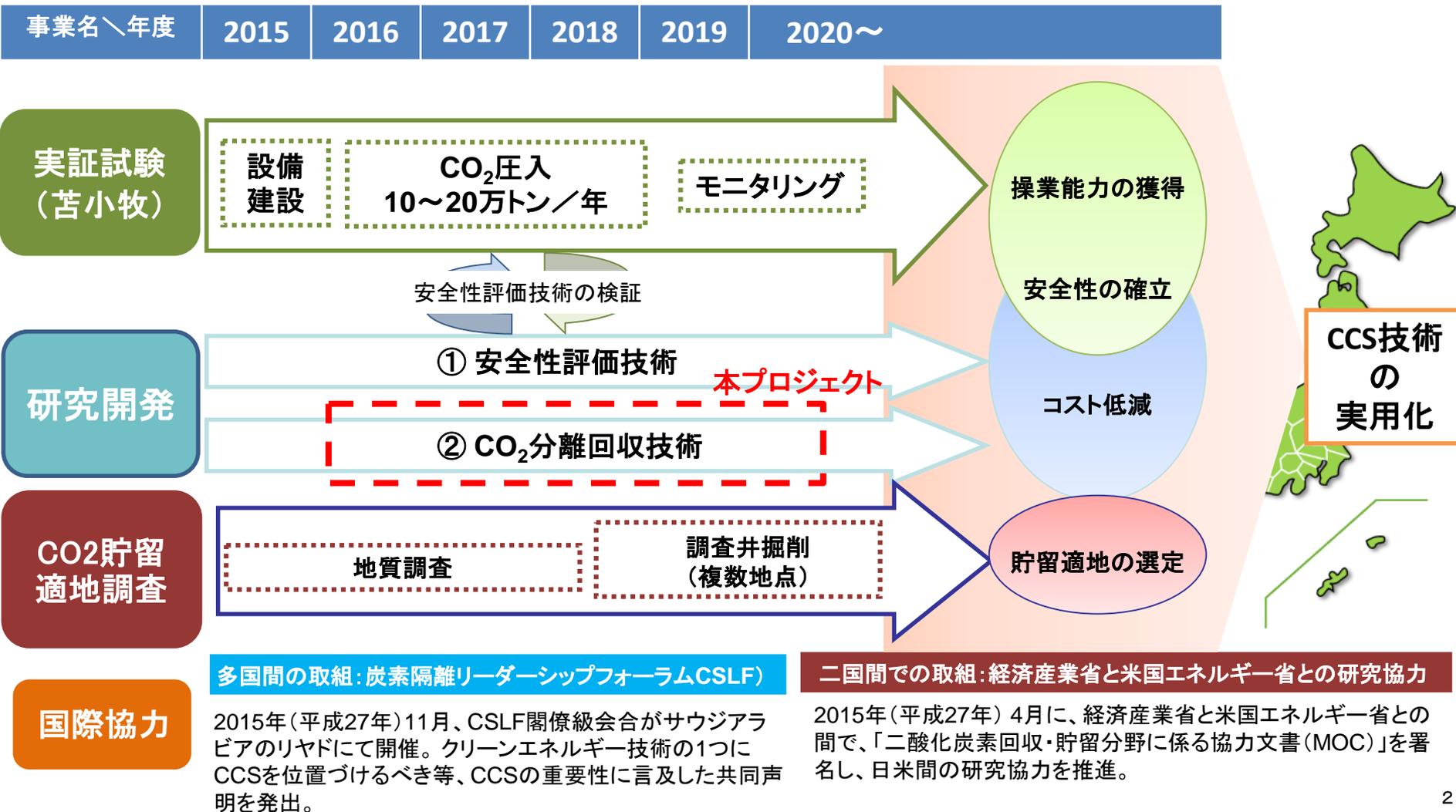
2020年頃の二酸化炭素回収貯留(CCS)技術の実用化を目指した研究開発や、CCSの商用化の目処等も考慮しつつできるだけ早期のCCS Ready導入に向けた検討を行うなど、環境負荷の一層の低減に配慮した石炭火力発電の導入を進める。

● 地球温暖化対策計画（平成28年5月13日閣議決定）

2030年以降を見据えて、CCSについては、「東京電力の火力電源入札に関する関係局長会議取りまとめ」や「エネルギー基本計画」等を踏まえて取り組む。

CCS政策について

- 大規模CCS実証事業、CO₂貯留適地の調査事業、分離回収のコスト低減及びCO₂貯留の安全性確保を目指した研究開発事業等を実施。我が国初となる大規模実証試験や要素技術の開発等を推進するとともに、潜在的なCO₂貯留適地の選定を実施。



A. 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発事業

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. 外部有識者の評価等
9. 提言及び提言に対する対処方針
10. 個別要素技術の達成状況
11. 参考資料

1. 事業の概要

概要

CCSは地球温暖化対策の重要なオプション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割以上を占めるCO₂の分離回収に係るコストの低減が課題となっている。本事業では、CO₂の分離回収エネルギー・コストを大幅に削減するため、大気圧の燃焼排ガス等に含まれるCO₂の回収に有利な技術である二酸化炭素固体吸収材に関する実用化研究を行い、石炭火力発電所等に適用可能な低エネルギー・低コスト型の革新的なCO₂分離回収技術の開発を行う。

実施期間

平成27年度～平成31年度（5年間）

実施形態

国からの直執行（二酸化炭素回収技術実用化研究開発事業）

予算総額

年度	H27	H28	H29	H30	H31
総事業費※(億円)	31.5				
執行額(億円)	2.2	3.15	3.3		

実施者

公益財団法人地球環境産業技術研究機構

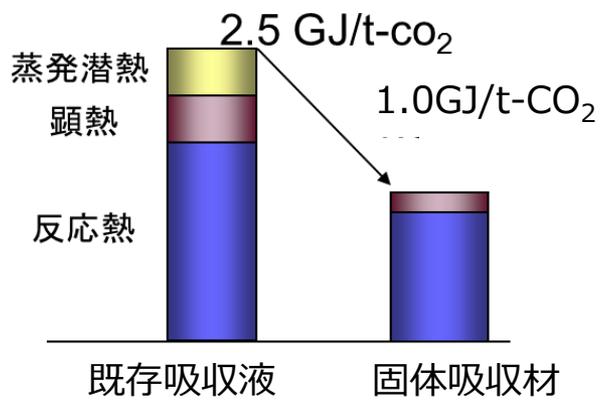
プロジェクト リーダー

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）

※総事業費は平成27～29年度の執行額と平成30～31年度の予算想定額の合計

1. 1 事業イメージ

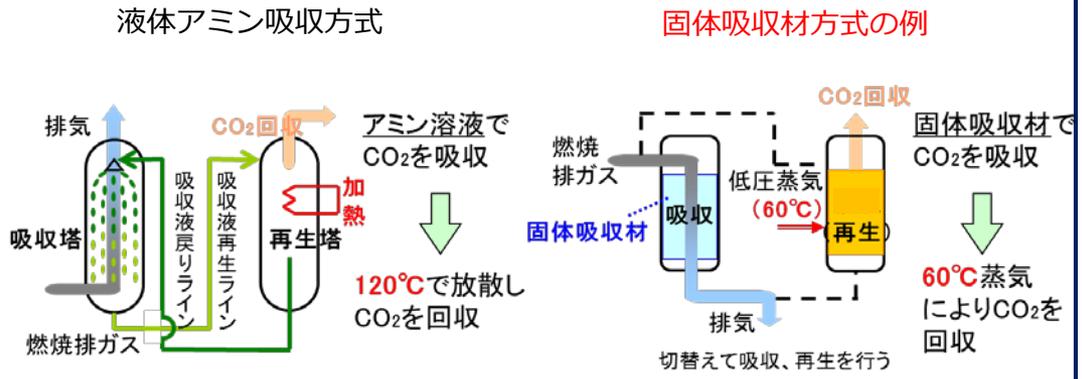
本事業の開発目標・インパクト



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固体吸収材

→ 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

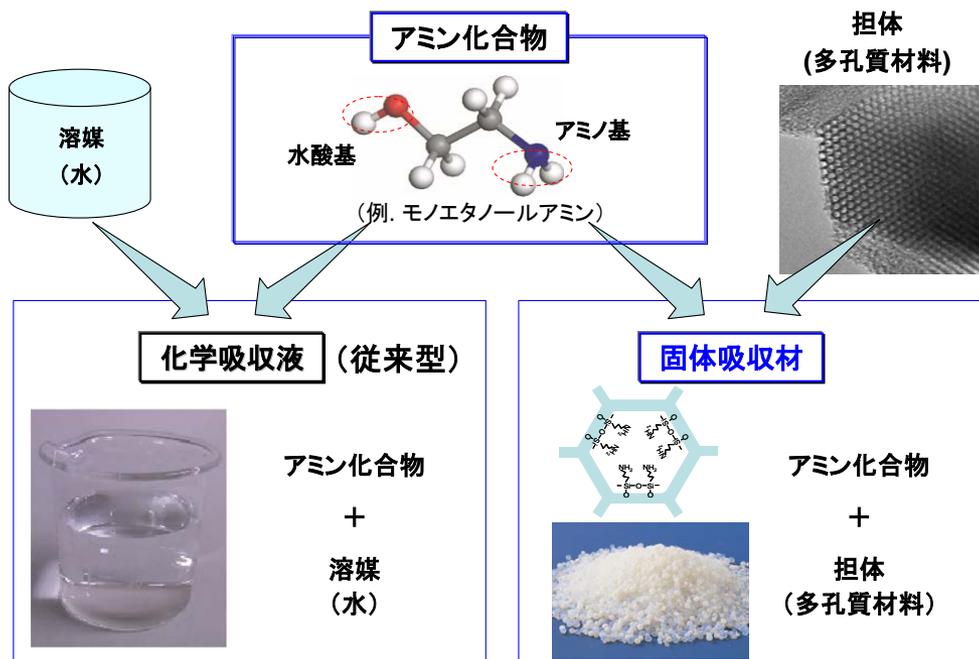


再生回収に必要な排熱温度が60°C以上と低い ⇒ **・CO₂分離エネルギー少**
・未利用の低温排熱利用

- ・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

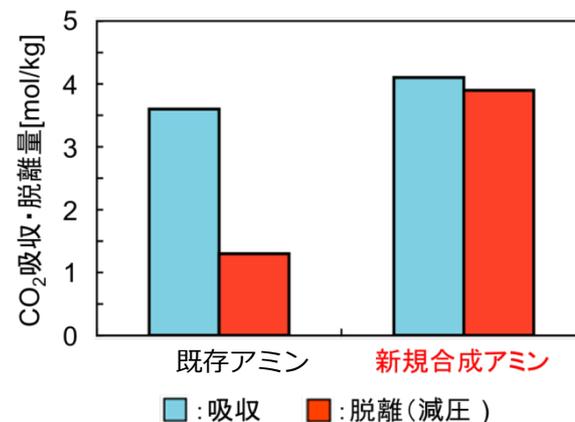
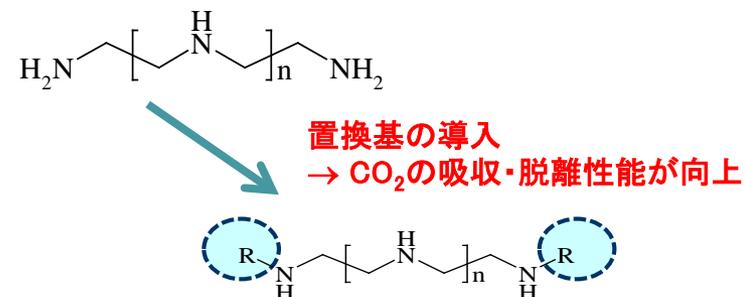
1.2 固体吸収材

○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固体吸収材
- ・CO₂再生時に比熱の大きい水を加熱する必要が无いため、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

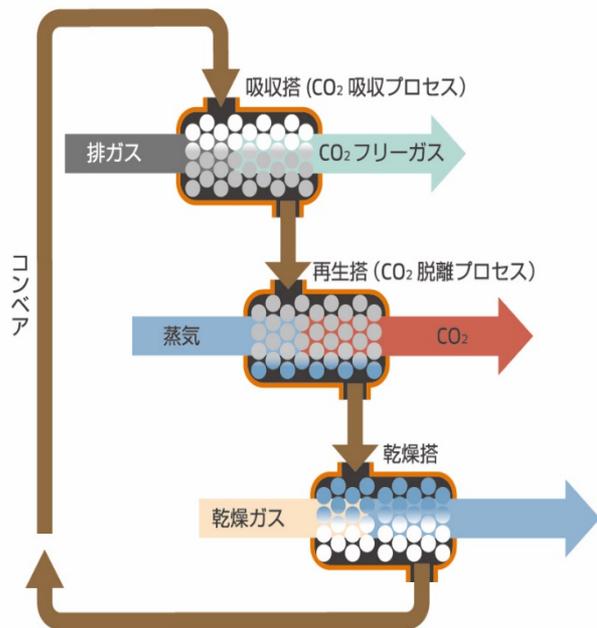


- ・新規に合成したアミン溶液を用いて、低温 (~60°C) でのCO₂再生率に優れる固体吸収材を開発

※基盤技術研究 (~H26)

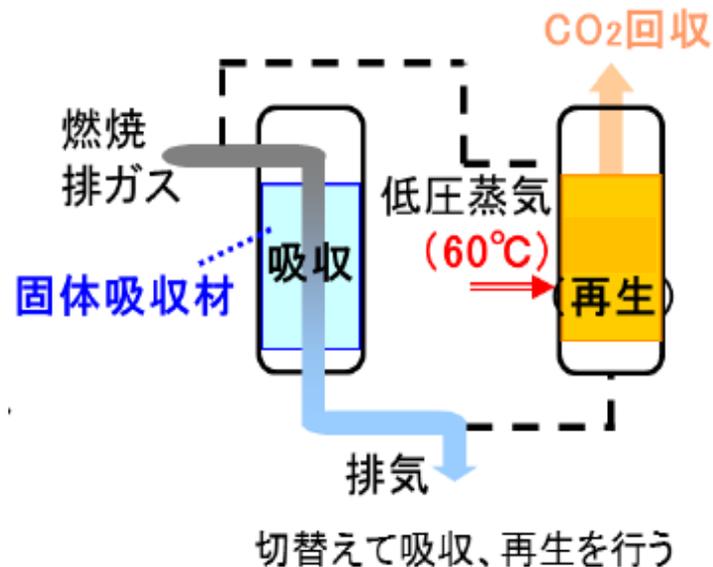
1. 3 固体吸収材方式

○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

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、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、実機スケール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*7</p>	<p>【事業開始時(平成27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>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*2。</p>	<p>----- ---</p>
	<p>【中間評価時(平成29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で実証可能な技術を完成させる。</p>	<p>実機スケール*6での仕様を検討し、シミュレーションを実施した結果、CO2分離回収コスト2,000円台を達成することを確認した。固体吸収材システム確立はベンチスケール試験の実施により達成の見込み。</p>	<p>----- ----</p>
	<p>【事業終了時(平成31年度)】 パイロットスケール試験等*5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、実機スケールで実証可能な技術を完成させる。</p>	<p>-----</p>	<p>本事業の実施により達成する見込み</p>
	<p>【事業目的達成時(平成42年度)】 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>	<p>-----</p>	<p>本事業の実施により達成する見込み</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 プロセスシミュレーションの結果を元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)

*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 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)

*7 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)

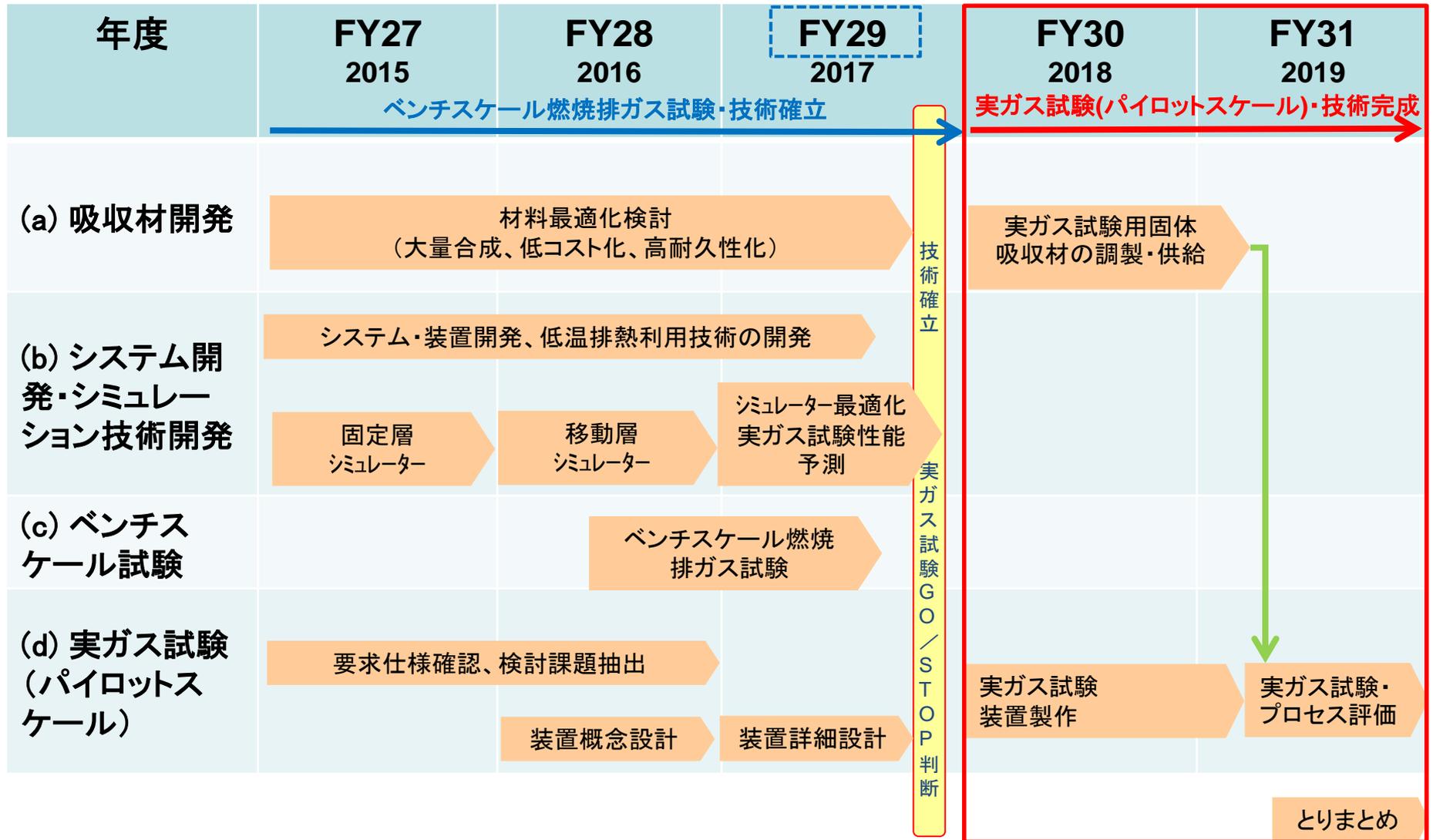
3. 事業アウトプット

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、パイロット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、実機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、既存のアンモニア吸収液法からのCO2分離回収エネルギーの大幅な低減を図る。</p> <p>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>【事業開始時(平成27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1.5GJ/t-CO2を達成する。</p> <p>【事業終了時(平成31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 低コスト材料合成技術を確立する。</p> <p>③ 燃焼排ガスを用いたパイロットスケール(数十t-CO2/dayレベル)試験を実施・評価し、CO2分離回収エネルギー1.0GJ/t-CO2を達成し得る固体吸収材システムを確立する。</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。</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。</p> <p>(本事業を実施することで達成する見込み)</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
6	32	1	0	0	1	2

3.1 事業の年次展開予定



▼中間評価
1.5 GJ/t_{CO2}達成目途

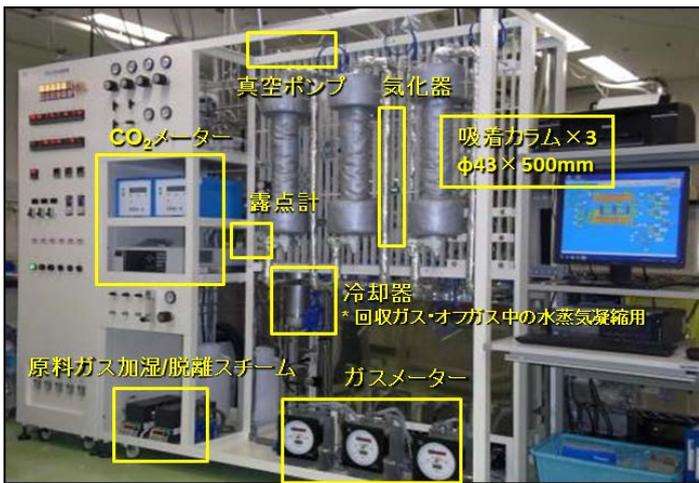
▼最終評価
目標達成

3.2 (1) 実用プロセス開発

最適システム(再生方式)の確立 ※事業の年次展開予定(a)

- スケールアップ合成用(ベンチ試験用)に開発した固体吸収材を用いて低温再生プロセスの最適化を検討
 - ・ラボスケール連続試験装置(固定層3カラム切替仕様)で目標性能(1.5 GJ/t-CO₂以下)を達成

〈ラボスケール試験装置〉



〈CO₂吸収再生プロセスの条件設定〉

Step	操作			時間 [sec]
	カラム1	カラム2	カラム3	
1	前処理 (80 °C) N ₂ フロー			10800
2	冷却 (60~80 °C)			10800
3	(昇圧)	再生	洗浄	10
4	吸収		(待機)	0~30
5	洗浄*	(昇圧)	再生	140~170
6		吸収		0~30
7	(待機)	洗浄	(昇圧)	140~170
8	再生		吸収	10
9	再生	(待機)	吸収	0~30
10		洗浄	140~170	
11	(待機)	吸収	140~170	

100サイクル(Step 3 - 11)後終了

1サイクル 9 min

〈ラボスケール試験結果〉

	吸収材	洗浄時間	再生温度・消費エネルギー	回収率	回収純度 ²⁾
~H27 ¹⁾	RITEアミン/メソポーラスシリカ	40 sec	60 °C・1.47 GJ/t-CO ₂	93.4 %	98.1 % ³⁾
H28 ベンチ試験用	市販アミン(ブレンド) /スケールアップ合成用担体A	10 sec	80 °C・1.47 GJ/t-CO ₂	92.8 %	85.5 %
H29 ベンチ試験用	RITEアミン /スケールアップ合成用担体A	40 sec	60 °C・1.52 GJ/t-CO ₂	86.5 %	99.0 % ³⁾
		30 sec	60 °C・1.41 GJ/t-CO₂	94.7 %	97.1 %³⁾
		20 sec	60 °C・1.33 GJ/t-CO ₂	99.9 %	94.4 %

* 洗浄: 回収CO₂の純度を高めるため既に回収したCO₂の一部を吸収塔に戻して、吸収時に付着した他のガスをCO₂で置き換える処理

1) ~H27の材料は新規合成アミンを用いて基盤研究フェーズで開発 2) 回収純度はwetベースで比較 3) dryベースで99%以上の回収純度を確認

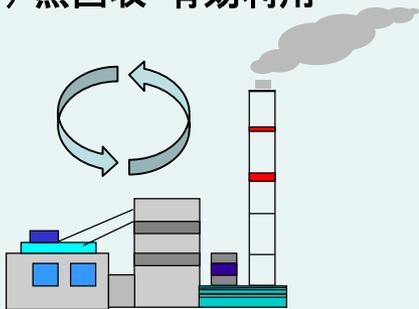
3.2 (1) 実用プロセス開発

最適システム(再生方式)の確立 ※事業の年次展開予定(b)

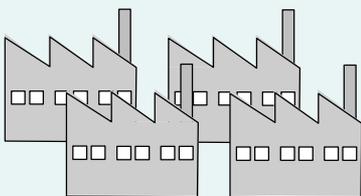
- 低温・低圧のタービン排蒸気をCO₂回収に利用する省エネシステムについて検討
本システムの適用により、固体吸収材再生に必要な蒸気をボイラ等で生成する場合と比べ、消費エネルギーが半分程度となる。

排熱利用技術調査・システム評価

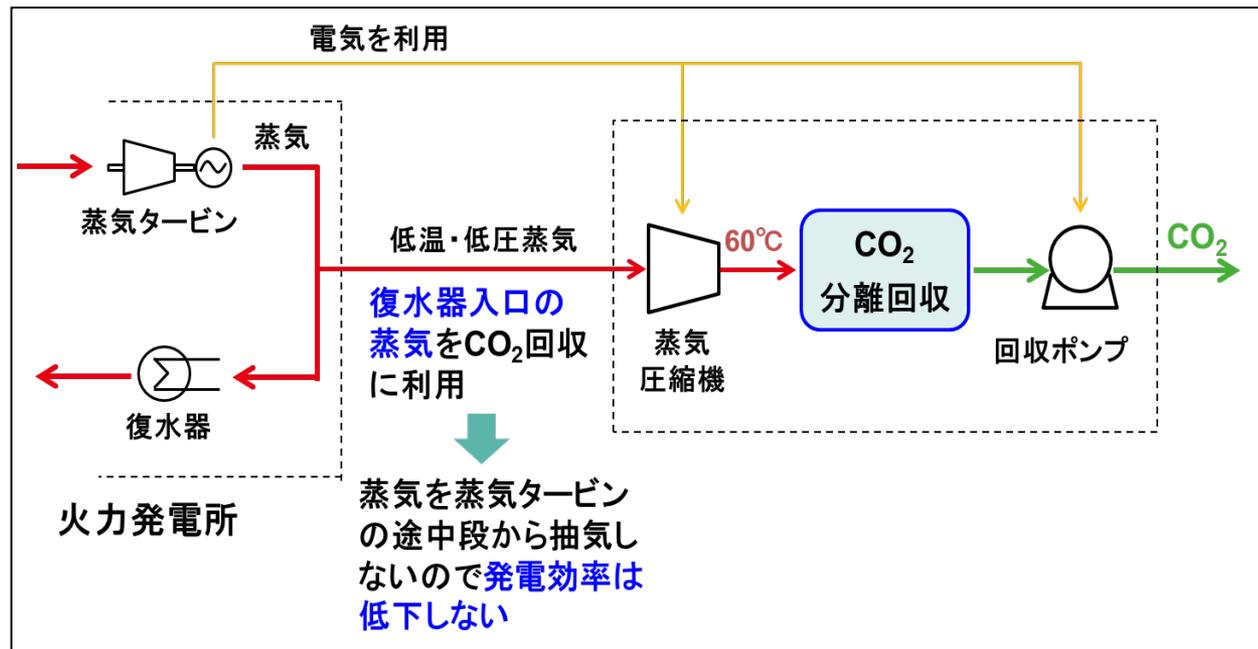
1) 熱回収・有効利用



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))



3.2 (1) 実用プロセス開発

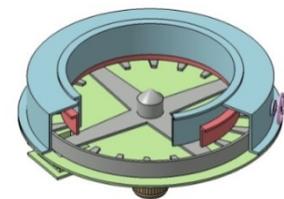
固体ハンドリング技術の確立 ※事業の年次展開予定(b)

➤ 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

3.2 (2) 実用化のための材料最適化

スケールアップ試験用材料合成技術の確立

※事業の年次展開予定(a)

➤ 材料合成技術の検討

- ・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、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。

	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

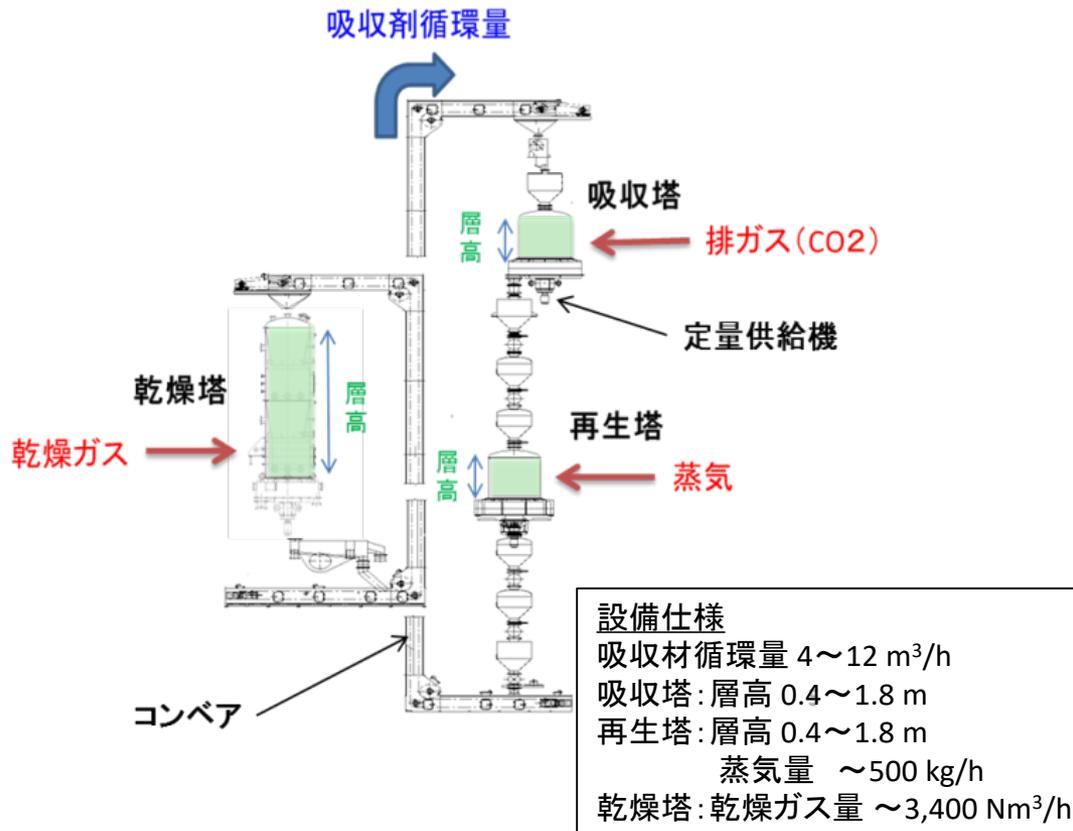
3.2 (3) 燃焼排ガス試験・経済性評価

ベンチスケール燃焼排ガス試験の実施・評価

※事業の年次展開予定(c)

➤ ベンチスケール燃焼排ガス試験の目的

- ・吸収材の移動特性及び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＞

3.2 (3) 燃焼排ガス試験・経済性評価

ベンチスケール燃焼排ガス試験の実施・評価 ※事業の年次展開予定(c)

➤ これまでの主な成果

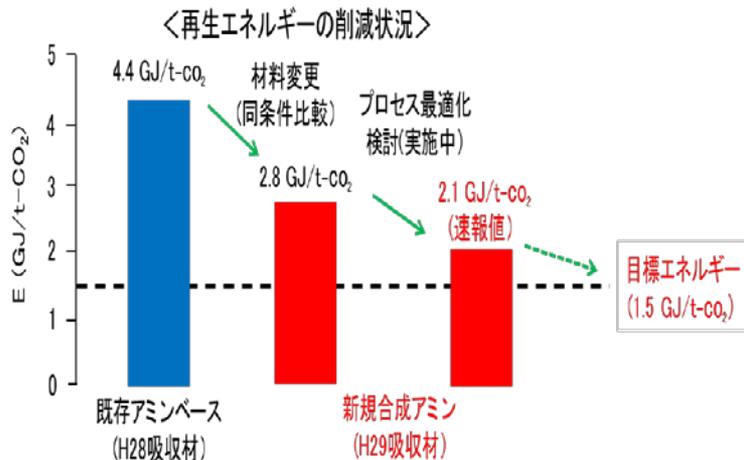
- ・石炭燃焼排ガスを用いてCO₂分離回収試験を実施し、2.6 ton/dayのCO₂を分離回収。
- ・再生塔中間ホッパのバルブ改良により、リーク空気量を低減、CO₂回収純度の増加。
- ・乾燥水分量を常時監視できる、耐久性の高いガス中水分計の選定及び検証。

➤ 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

- ・速報では2.1 GJ/t-CO₂。
- ・CO₂分離回収エネルギー1.5 GJ/t-CO₂(中間評価時目標)達成に向け、下記の対応を実施中。



＜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)

3.2 (3) 燃焼排ガス試験・経済性評価

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

※事業の年次展開予定(d)

- 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の検討
- ・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には、スケールアップした実ガス試験が必須。
 - ・商用化へのステップを考えれば、ベンチスケール燃焼排ガス試験の10倍程度の規模が妥当。

○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	試験項目	
			ベンチスケールでも検証可能	実ガス試験が必須
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 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)		○ ○
	気密性	機器間の気密性確保	○	
システム全体	プラント運転 連続操作/制御 応答性	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	○	○ ○ ○
	機器動力低減、蒸気有効利用	機器動力低減の達成 再生蒸気ロスの低減検証	○	○
	メンテナンス性	メンテナンス項目・期間・頻度の把握	○	
	経済性	経済性データの取得	○	

3. 2 (3) 燃焼排ガス試験・経済性評価

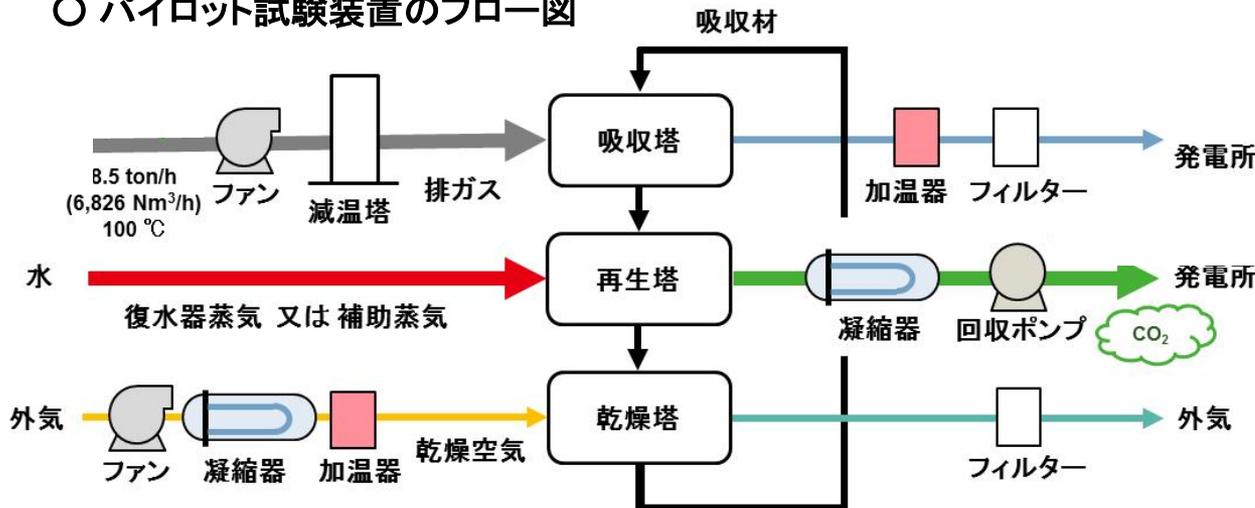
実ガス試験(パイロットスケール)装置 設計 ※事業の年次展開予定(d)

・既存の石炭火力発電所を対象として、ベンチスケール試験の概ね10倍程度の規模となる40 ton- CO_2/d 実ガス試験装置の概念設計を実施

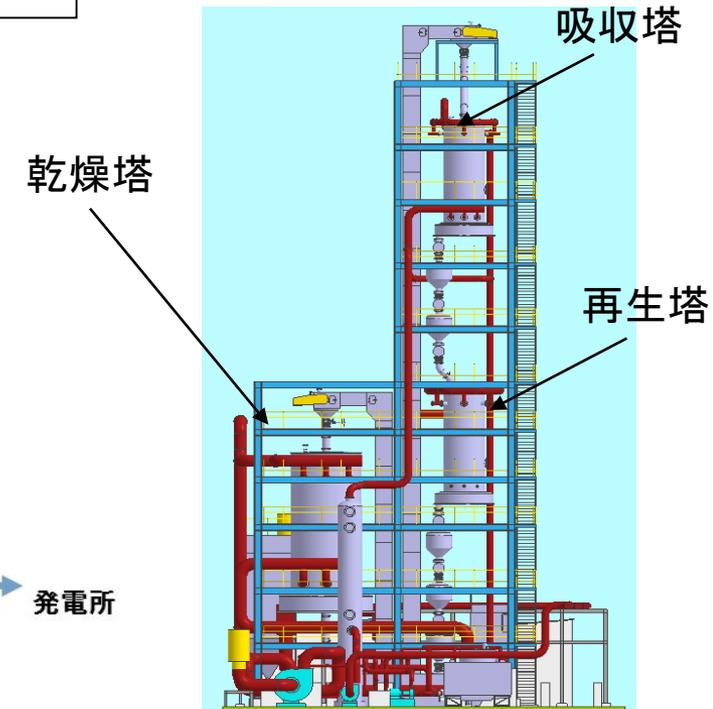
○パイロット試験装置の検討条件

装置規模	40ton- CO_2/d
燃焼排ガス温度	100℃
燃焼排ガス流量	6,826Nm ³ /h

○パイロット試験装置のフロー図



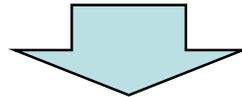
○パイロット試験装置の概念図



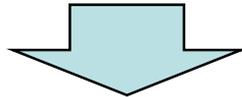
全体敷地面積:
L53m × W23m
本体形状:
L14.5m × W7.5m ×
H39.5m

4. 当省(国)が実施することの必要性

- 地球温暖化(=公害のような外部不経済)対策に特化した技術であるCCSは市場原理だけでは、その導入を図ることは不可能。制度的仕組みが必要。仕組みがなければ、民間で取り組むことは不可能。
- 現状CCSは高コスト
 - ・ 財政支援、税制優遇→多額の政策的経費が必要
 - ・ 規制→民間企業に過度の負担を強いる
 我が国産業競争力の低下、海外移転による産業の空洞化などが懸念される。



- CCSコスト低減が不可欠
 - ・ CCS導入のインセンティブがない中で、民間企業に、コスト低減のための研究開発の実施を期待することは困難



国が主導して技術開発を実施、コスト低減の見通しを示す必要がある。

(各要素技術に対する信頼性、諸所の基礎的なエンジニアリングデータなしに企業が新技術を導入するか否かの判断をするにはリスクを伴うため、良い技術であっても採用されない可能性がある。国が主導してパイロット試験レベルまでの技術開発を行い、次の段階へとつながる技術移転をスムーズに行う必要がある。)

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

先進的二氧化碳素固体吸収材実用化研究開発事業

プロジェクトの成果目標

CO₂回収エネルギーの少ない固体吸収材の開発

アミン吸収剤の低温再生技術・プロセスの開発

CO₂分離回収コストの大幅低減

目的達成までのシナリオ

直接アウトカム（直接カスタマー）

パイロット規模での実用化試験

技術完成・信頼性の確立



カスタマー

石炭火力発電所、製鉄所、セメント工場、ボイラー使用者等

間接アウトカム・インパクト

CO₂分離回収技術コスト半減(2020年)
(2,000円/t_{CO2})

+ 制度的仕組みの導入



火力発電所等の大規模排出源における
CCSの本格導入(2030年頃)

波及効果

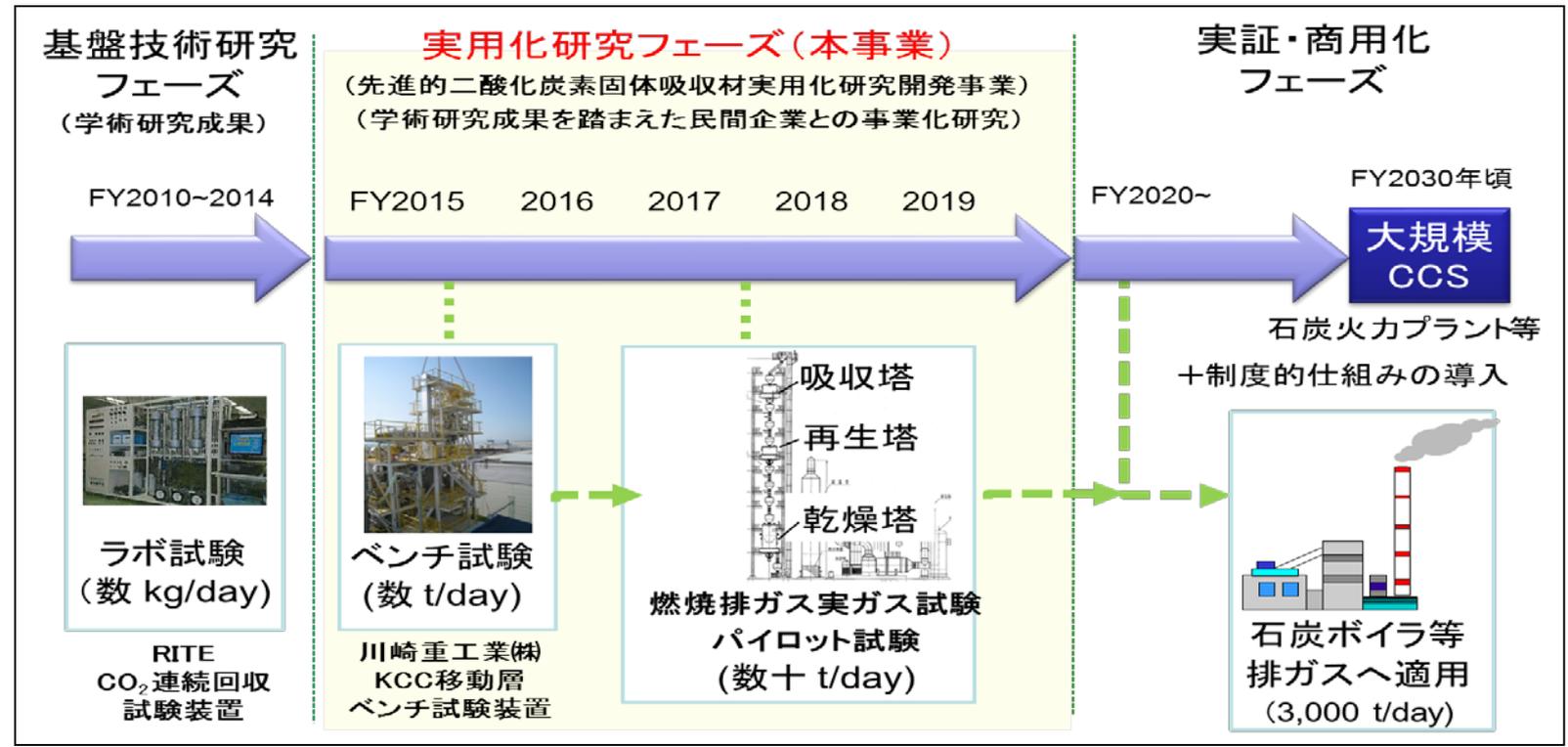
- ・炭酸ガス有効利用分野での実用化促進
- ・閉鎖空間等でのCO₂除去への応用

プロジェクトの目的

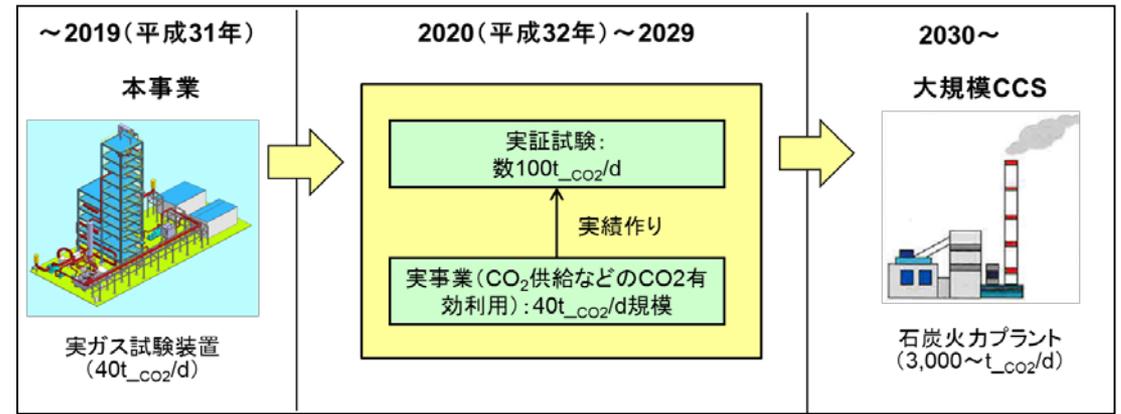
- ・地球温暖化対策への貢献
- ・エネルギー安定供給への貢献
- ・持続可能な社会、経済の開発
- ・我が国の国際競争力の強化

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

事業アウトカム達成に向けたスケジュール



○本事業終了後のシナリオ



5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

【参考】実ガス試験(スケールアップ試験)サイトの決定

➤ 今後、先進的固体吸収材を用いた、「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予定

- ・ 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/sangyougiutsu/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

別紙

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を抜き分離・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)

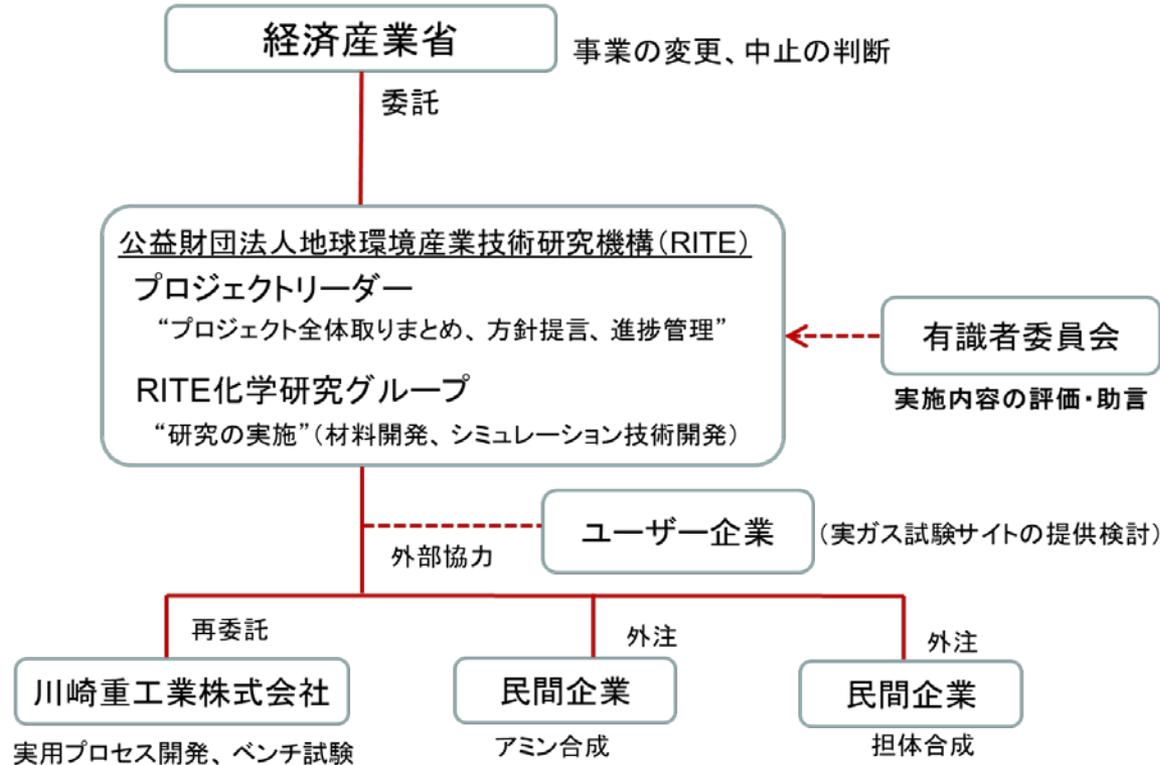
(舞鶴発電所概要)

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)

(1) 研究開発の実施・マネジメント体制



- ・経済産業省から民間企業・研究機関等への委託研究。
- ・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。
- ・委託元である経済産業省においては、研究開発成果等を踏まえ、事業の変更、中止の判断を行う。
- ・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。

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等(2)

(2) 技術的成果の管理方法等

知的財産に関する戦略

- ・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)で特定するものとする。※
 - ・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、採用するものとする。

国際標準／認証に関する戦略

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、当該技術のプラクティスマニュアル化を図り、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、日本の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に関する考え方

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よう努める。

規制緩和／導入支援を含む実用化に向けた取組

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により、本格導入・実用化が進むものと想定される。

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) 市場への導入目標・実現時期等

- ・本事業終了後、発電所における実機スケールでの実証試験(補助事業)を経て、2020年台には制度的な仕組みの導入により、本格的にCCSが進むことが期待される。
- ・小規模スケールでのCO₂回収(有効利用分野)においては、本事業終了後、大規模適用に先行して実用化することが想定される。
- ・実用化研究終了後の主な導入先として、火力発電所のほか、製鉄所、セメント工場、石油化学プラント等の大規模CO₂排出源が考えられ、ユーザーとしては、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が想定される。

(3) 費用対効果

- ・我が国の帯水層へのCO₂貯留可能量は、全国貯留層賦存量調査(平成17年、RITE)によると、カテゴリーA(背斜構造)の基礎試錘データがあるもので約52億トン程度、全体では1,461億トンと推定。
- ・現状約4,200円/t-CO₂の分離回収技術が2,000円台/t-CO₂になれば、トンCO₂あたり1,200~2,200円の便益があり、カテゴリーA 帯水層可能量52億トンのCO₂貯留に適用した場合に、約6兆2千億円~11兆4千億円程度の便益が得られることになり、このうち火力発電所の寄与を25%程度と考えた場合、約1兆6千億円~2兆9千億円程度の便益が得られることになる。
- ・本事業の成果によりCO₂処理費用を低減する効果は大きく、本事業は研究開発費を大きく上回る十分な費用対効果を有するものと考えられる。

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

評価検討会名称

二酸化炭素回収技術実用化研究事業評価検討会

座長

川上 浩良 首都大学東京 都市環境学部 教授

評価検討会委員

委員

梅田 健司 電気事業連合会 技術開発部長

金子 憲治 株式会社日経BPクリーンテック研究所
主任研究員

加納 博文 千葉大学 大学院理学研究科 理学部 教授

芝尾 芳昭 イノベーションマネジメント 代表取締役

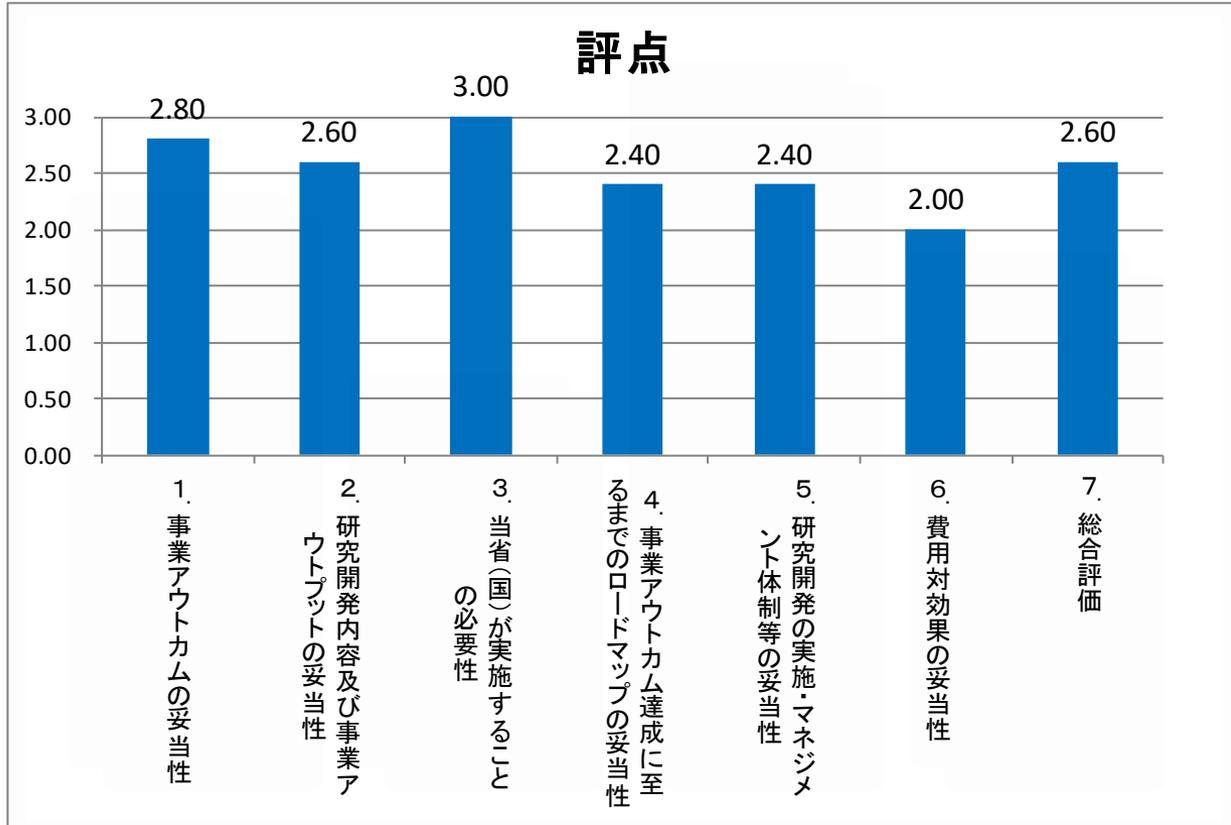
8-2. 総合評価

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。

8-3. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間評価において、評点法による評価を実施した。



【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。

9. 提言及び提言に対する対処方針(1)

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。

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、慎重に検討を行う。
- 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、少しでもコスト削減ができるよう、研究開発を行っていく。

9. 提言及び提言に対する対処方針(2)

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 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利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

- CCS技術の実用化に向け、本プロジェクトの他、「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する。

B. 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業

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. 外部有識者の評価等
9. 提言及び提言に対する対処方針
10. 個別要素技術の達成状況
11. 参考資料

1. 事業の概要

<p style="text-align: center;">概 要</p>	<p>CCSは地球温暖化対策の重要なオプション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割以上を占めるCO₂の分離回収に係るコストの低減が課題となっている。本事業では、CO₂の分離回収コストを大幅に削減するため、「二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業」で開発した膜素材や実機型モジュール、膜分離システムに係る成果を活用、継承し、石炭ガス化複合発電(IGCC)等で発生する高圧のガスに含まれるCO₂の回収に有利な技術である、二酸化炭素分離膜モジュールの実用化研究開発を行う。</p>																		
<p style="text-align: center;">実施期間</p>	<p>平成27年度～平成31年度（5年間）</p>																		
<p style="text-align: center;">実施形態</p>	<p>国からの直執行 （次世代型膜モジュール技術研究組合への委託事業）</p>																		
<p style="text-align: center;">予算総額</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">年度</th> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">H27</th> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">H28</th> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">H29</th> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">H30</th> <th style="background-color: #00a0e3; color: white;">H31</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>総事業費※(億円)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">13.517</td> </tr> <tr> <td>執行額(億円)</td> <td style="text-align: center;">2.4</td> <td style="text-align: center;">2.09</td> <td style="text-align: center;">1.697</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	年度	H27	H28	H29	H30	H31	総事業費※(億円)	13.517					執行額(億円)	2.4	2.09	1.697		
年度	H27	H28	H29	H30	H31														
総事業費※(億円)	13.517																		
執行額(億円)	2.4	2.09	1.697																
<p style="text-align: center;">実施者</p>	<p>次世代型膜モジュール技術研究組合</p>																		
<p style="text-align: center;">プロジェクトリーダー</p>	<p>次世代型膜モジュール技術研究組合 中尾真一（専務理事）</p>																		

※総事業費は平成27～29年度の執行額と平成30～31年度の予算想定額の合計

1. 1 事業のイメージ

本事業の開発目標・インパクト

「二酸化炭素分離膜モジュール研究開発事業」で開発した膜素材や実機型モジュール、膜分離システムに係る成果を活用、継承することで、二酸化炭素分離膜モジュールの実用化を行う。

そのため、実ガス試験を実施して、膜モジュール性能、耐久性等に関する技術課題の抽出と解決を行う。併せて、プロセス適合性の付与についても検討を進め、分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を実現する分離膜技術、実機膜モジュール、膜システムの技術確立を行う。

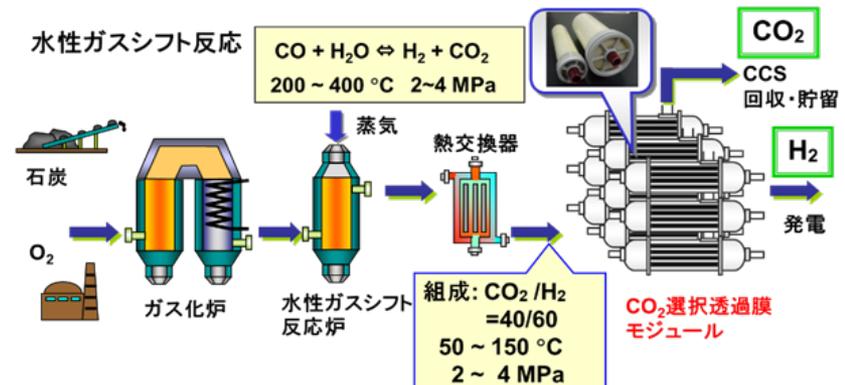
これにより、従来技術の約3分の1以下(1,500円/t-CO₂以下)で、圧力を有するIGCCからCO₂を分離・回収するための実用化技術が完成する。

膜分離方式の利点

我が国は石炭火力発電の効率において、世界トップの実力を有しており、さらに低品位炭の利用が可能なIGCC火力発電の実用化を推進している。膜分離方式は、圧力差を有するガス源からのCO₂分離において、他の分離法(物理吸収法)などに比較して低コストであり、わが国は、その性能において世界トップの技術を開発してきている。

今後も石炭をエネルギー源として活用していく観点でもCO₂回収技術の開発は重要である。このため、我が国が強みをもつCO₂分離回収技術のコストをさらに低減し、我が国の高効率の石炭火力発電と組み合わせ海外に展開する際にも世界トップのポジションを維持し、国際競争力を保持することが可能となる。膜分離技術はその可能性を有する。

CO₂回収型石炭ガス化複合発電(IGCC-CCS)の概念図



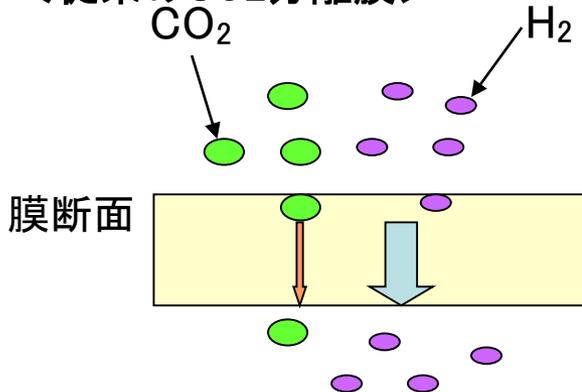
1. 2 分離膜(CO₂分子ゲート膜)について

▶ CO₂分子ゲート機能を有する革新的なCO₂分離膜

・従来のCO₂分離膜は、IGCCガスのように主にH₂とCO₂を含んだガスにおいて、H₂はCO₂より分子サイズが小さいことからCO₂分離性能が低く(H₂に対するCO₂選択透過性(分離係数): $\alpha^*1 < 10$)、CO₂分離性能を向上させる必要がある。

・CO₂分子ゲート膜は、膜中の dendrimer*2 のアミノ基とCO₂がカルバメート*3および重炭酸イオンを形成し、カルバメートによる擬似架橋*4によってH₂の透過をブロックし、CO₂は重炭酸イオンとして透過することで、従来よりCO₂分離性能を向上($\alpha > 125$)させることが可能となる。

<従来のCO₂分離膜>



H₂に対するCO₂選択透過性(分離係数: α)
 $\alpha < 1$ (分子ふるい性膜)
 ~ 10 (溶解選択性膜)

分子サイズ(nm)

H₂ < **CO₂** < **N₂** < **CH₄**
 0.29 0.33 0.36 0.38

<CO₂分子ゲート膜(本事業)>

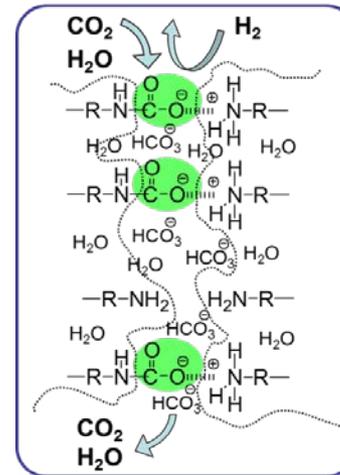
供給側

高压

圧力

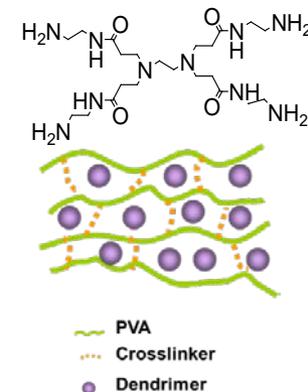
低压

透過側



● カルバメートによる
擬似架橋
 HCO_3^- 重炭酸イオン

デンドリマー



H₂に対するCO₂選択透過性(分離係数: α)

$\alpha > 125$

*1 α : 分離性の指標で、CO₂のH₂に対する透過速度(パーミアンス)の比を示す

*2 dendrimer: 中心から放射状に枝分かれした構造をもつ高分子

*3 カルバメート: R-NHCO₂⁻の構造をもつ化合物

*4 擬似架橋: 高分子の分子間に、擬似的に橋を架けたような結合をつくること

1.3 分離膜の開発段階のイメージ

①単膜



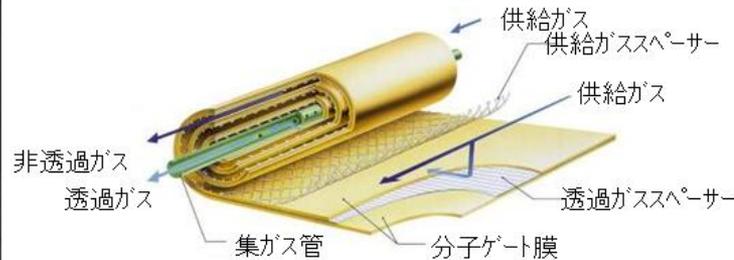
(膜面積: 1.2 cm²)



(膜面積: 58 cm²)

ラボスケールの平膜(膜面積: 1.2~58cm²程度)

②膜エレメント



大面積の膜を用いた構造体で、膜とその支持体および流路材などの部材を一体化したものの

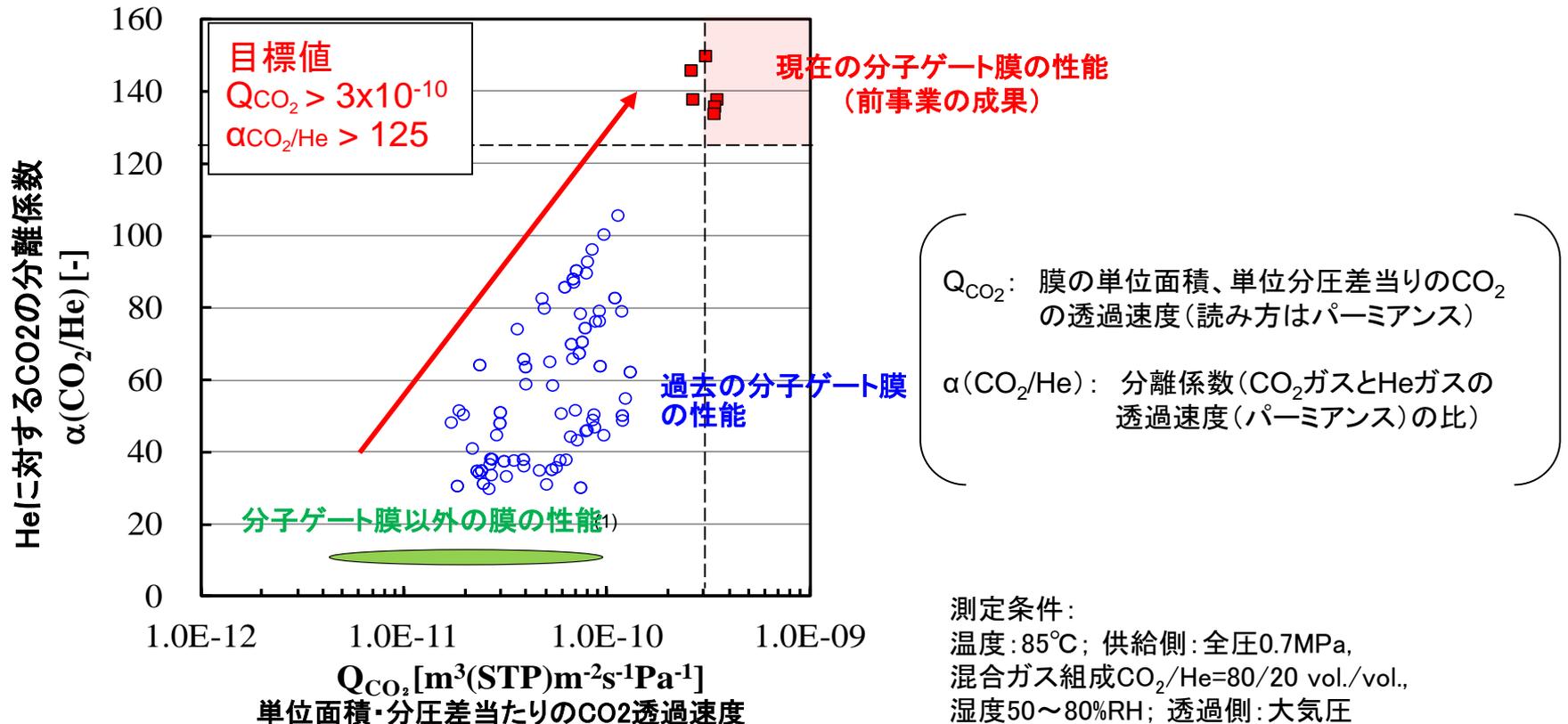
③膜モジュール



膜エレメントとそれを収納する容器(ハウジング)を組み合わせたもの。

1.4 本技術の優位性

- 前事業で開発した分子ゲート膜(単膜)の分離性能(中圧条件(0.7MPaA))
 ラボスケール試験レベルで目標分離性能を達成
 海外での他の分子ゲート膜の性能と比較しても、最高水準の分離性能を達成



出典: (1) H. Lin, B. Freeman *et al.*, *Science*, 311, 639-642 (2006)

※模擬ガス試験においては、安全上の理由から、H₂の代替ガスとしてHe(ヘリウム)を使用

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)
CO2分離・回収コスト1,500円/t-CO2以下を達成する膜モジュール*3を用いたCO2膜分離システム*4を確立し、実用化すべく、平成31年度までに、実用化段階(数百万t-CO2/年規模を想定)でCO2分離・回収コスト1,500円/t-CO2以下を達成し得る膜分離システムを実現する膜エレメント*2を開発する。	【事業開始時(平成27年度)】 模擬ガス試験において、CO2分離回収コスト1,500円/t-CO2を達成し得る膜分離システムを実現する単膜*1を開発する。	CO2分離・回収コスト1,500円/t-CO2以下を達成するために設定した分離性能をラボ試験レベルで実現した。	—
	【中間評価時(平成29年度)】 量産化を念頭においた連続製膜を行い、模擬ガス試験において、CO2分離・回収コスト2,100円/t-CO2以下を達成し得る膜分離システムを実現する膜エレメント用単膜*6を開発する。	連続製膜処方*5により作製した単膜を用いて、CO2分離・回収コスト目標を達成した(1,790円/t-CO2)。	—
	【事業終了時(平成31年度)】 実ガス試験において、CO2分離・回収コスト1,500円/t-CO2以下を達成し得る膜分離システムを実現する膜エレメントを開発する。	-----	本事業の実施により達成する見込み
	【事業目的達成時(平成42年度)】 CO2分離・回収コスト1,500円/t-CO2以下を達成する膜分離システムを確立し、実用化する。	-----	本事業の実施により達成する見込み

*1単膜:ラボスケールの平膜(膜面積:1.2~58cm²程度)

*2膜エレメント:大面積の膜を用いた構造体で、膜とその支持体および流路材などの部材を一体化したもの

*3膜モジュール:膜エレメントとそれを収納する容器(ハウジング)を組み合わせたもの。

*4膜分離システム:膜モジュールを用いて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。

*5連続製膜処方:大面積膜の連続製膜(基材を連続的に搬送し、連続的に製膜溶液を塗布して乾燥させる製膜方法で、本プロジェクトでは塗布幅320mm、塗布長さ約20mを検討。塗布長さは100m以上も可能)のための製膜溶液調製や製膜等に関する手順。均一で膜欠陥の無い大面積膜を得るためには、連続製膜レシピ処方の確立が重要な技術課題である。本プロジェクト中で検討を進め、処方を決定した。

*6膜エレメント用単膜:連続製膜処方により作製したラボスケールの平膜(膜面積:約6m²)。

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>分離・回収コスト1,500円/t-CO₂以下を実現する分離膜、実機膜モジュール、膜分離システムの技術を確立するには、以下の3項目を検討する必要がある。</p> <p>(1)実機膜モジュールの実用化研究：実用化を想定した連続製膜、膜エレメント化技術を確立し、IGCCプロセス適用条件でのプロセス適合性(耐圧性、耐乾燥性、耐久性、耐不純物性)を付与する。</p> <p>(2)実ガス試験による実用化研究：IGCCプロセス用の実ガス試験装置を製作・手配し、実ガス試験により膜エレメントの性能を評価し、技術課題を抽出し、解決する。</p> <p>(3)経済性評価・取りまとめ：模擬ガス、実ガス試験結果を用いた実機での膜分離システムを検討し、経済性評価を行う。</p>	<p>【事業開始時(平成27年度)】 模擬ガスを用いて、単膜におけるプロセス適合性(耐圧性、耐乾燥性、耐久性、耐不純物性)を確認</p>	<p>(達成) 模擬ガスを用いて単膜におけるプロセス適合性を確認した。</p>
	<p>【中間評価時(平成29年度)】</p> <p>①-1. 連続製膜とエレメント化技術の課題抽出と課題の解決。</p> <p>①-2. 実用化条件で製造した膜と膜エレメントをIGCCプロセス適用条件での耐圧性、耐久性等のプロセス適合性を確認する。</p> <p>①-3. 模擬ガス試験において、分離性能低下が2年間で25%以内である膜エレメント用単膜を開発する。</p> <p>①-4. 模擬ガス試験においてCO₂分離・回収エネルギー0.9GJ/t-CO₂以下を達成し得る膜分離システムを実現する膜エレメント用単膜を開発する。</p> <p>②IGCCプロセスによる実ガス試験装置の製作、手配</p> <p>③模擬ガス試験結果に基づく経済性評価を行う</p>	<p>①-1. 量産化を念頭において、実用化を想定した連続製膜、膜エレメント化技術の開発を進め、連続製膜の目処をつけた。</p> <p>①-2. 単膜の耐圧性、耐久性等のプロセス適合性について確認した。</p> <p>①-3. 連続製膜の単膜で分離性能低下が2年間で25%以内を達成し得るデータ(600時間の耐久性試験から推算)を取得した。</p> <p>①-4. 連続製膜処方により作製した単膜を用いて、CO₂分離・回収エネルギー目標を達成した(0.53GJ/t-CO₂)。</p> <p>②IGCCプロセスの種々の前処理設備を有する米国NCCC*における実ガス試験装置を使用するよう調整した。</p> <p>③経済性評価を行い、事業アウトカム目標値を達成することを確認した。</p>
	<p>【事業終了時(平成31年度)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実ガス試験結果に基づき、プロセス適合性に関する要因を把握し、その課題について解決する。 ・実ガス試験において、分離性能低下が2年間で25%以内である膜エレメントを開発する。 ・実ガス試験において、CO₂分離回収エネルギー0.5GJ/t-CO₂以下を達成し得る膜分離システムを実現する膜エレメントを開発する。 ・実ガス試験結果に基づく経済性評価を行う。 	<p>(本事業を実施することで達成する見込み)</p>

* NCCC: 米国National Carbon Capture Centerの略で、実ガス試験による種々のCO₂回収技術の評価を実施

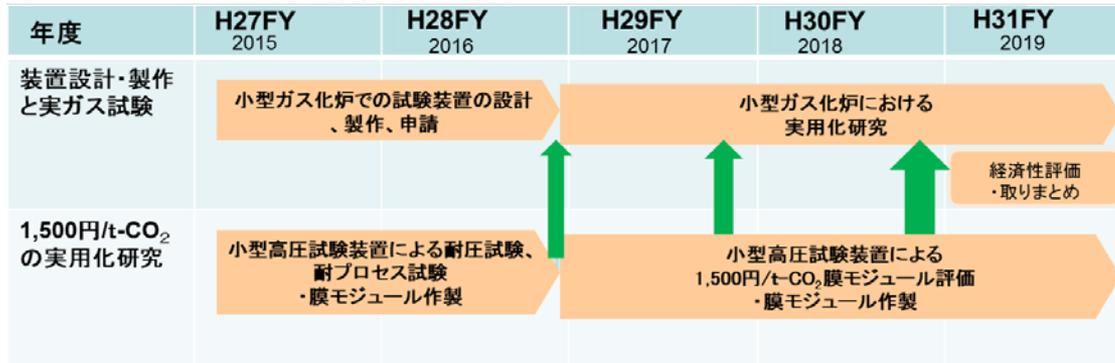
3. 事業アウトプット

〈共通指標実績〉

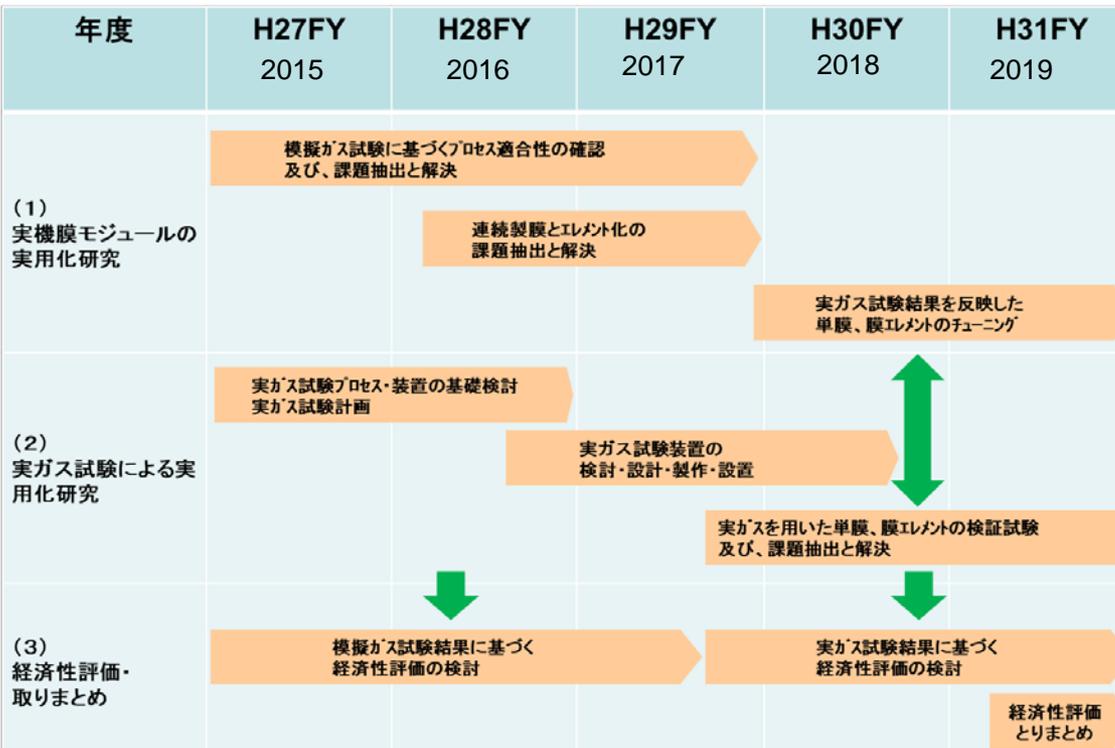
論文数	論文の 被引用度数	特許等件数 (出願を含む)	特許権の 実施件数	ライセンス 供与数	国際標準への 寄与	プロトタイプ の作成
1	-	12	0	0	1	0

3.1 事業の年次展開予定

○スケジュール(事前評価時点)



○スケジュール(事業開始後)



技術開発を先行して行う研究開発スケジュールへ変更

(変更点)

- ・装置設計・製作と実ガス試験では、既存の実ガス試験サイトで行う
- ・分離回収コスト1,500円/t-CO₂の実用化研究では、実用化を想定した連続製膜と膜エレメント化に取り組む

(※)膜モジュール＝大面積膜の構造体(膜エレメント)＋容器(ハウジング)

3.2 (1) 実機膜モジュールの実用化研究

連続製膜とエレメント化技術の課題抽出と課題解決

➤ 連続製膜機を用いた製膜検討

- 従来の枚葉製膜と比べ、一定長さ以上の大面積塗布が可能で生産性の高い連続製膜での分離膜の製膜技術を開発した。

➤ 連続製膜に適した製膜処方の検討

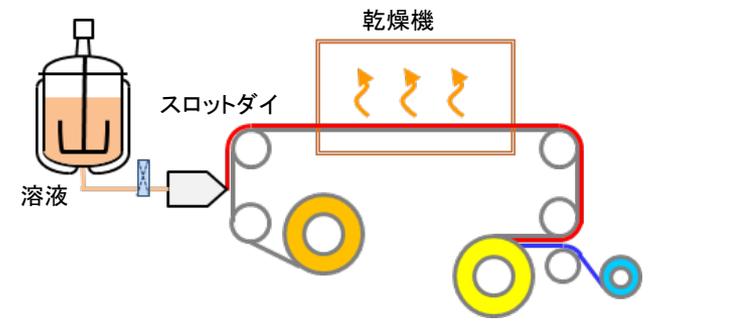
- スロットダイ(塗布装置)での塗布条件、溶液粘度、塗布後の溶液乾燥温度の最適化を図り、連続製膜に最適な製膜処方を検討した。

➤ 連続製膜で作製した膜の性能評価

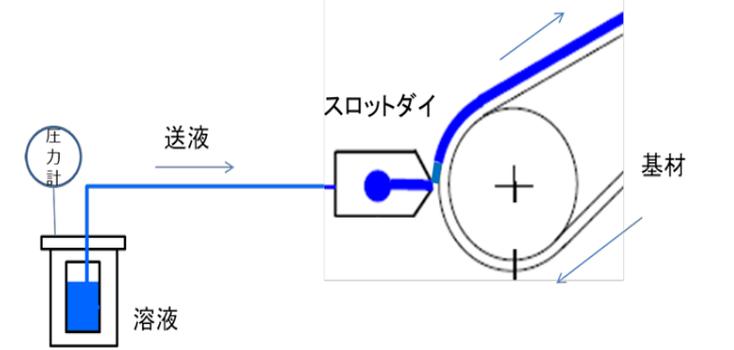
- 連続製膜で作製した膜について、単膜(58cm²)と試作した膜エレメント(2インチ径、220mm)で性能評価を実施した。
- 膜エレメントのCO₂の透過性能は、単膜での測定結果と同等の値が得られた。

●膜エレメントと単膜の評価結果

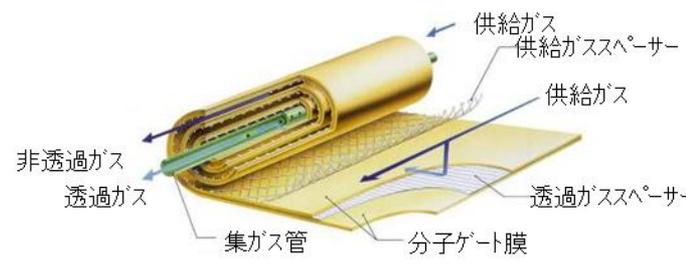
	CO ₂ 透過速度	He透過速度	分離係数 (CO ₂ /He)
	Q _{CO₂}	Q _{He}	α
	[m ³ (STP)/m ² /s/Pa]	[m ³ (STP)/m ² /s/Pa]	
膜エレメント	1.83E-11	1.54E-12	11.9
単膜	1.94E-11	1.18E-12	16.5



【連続製膜装置の模式図】



【スロットダイ(塗布装置)の模式図】



【膜エレメント模式図】

測定条件: 温度: 85°C; 供給側: 全圧2.4MPa, 混合ガス組成CO₂/He=40/60 vol./vol., 湿度70%RH; 透過側: 大気圧

3.2 (1) 実機膜モジュールの実用化研究

IGCCプロセス条件下でのプロセス適合性の確認

- 分離膜システムにおける膜モジュールのプロセス適合性(耐圧性・耐久性、耐不純物性、湿度依存性)について、開発した単膜を用い評価試験を行った。

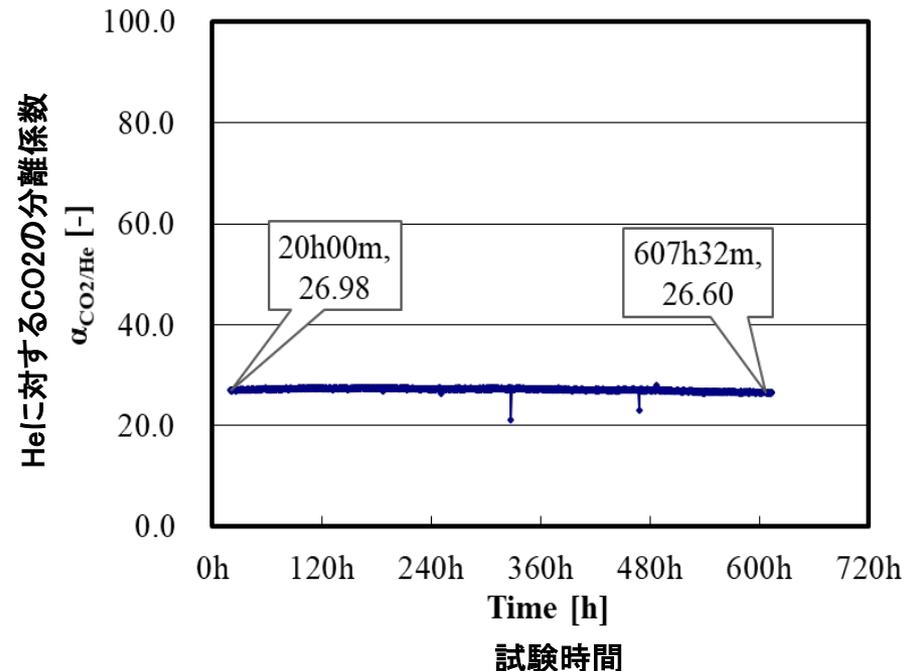
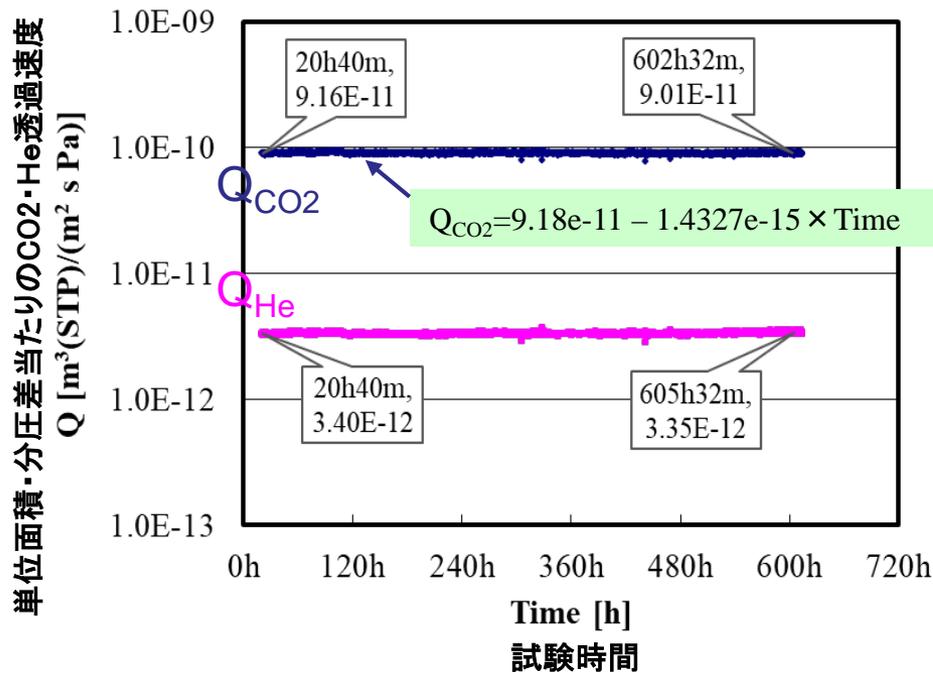
●プロセス適合性に関する評価試験

項目	実施内容
耐圧・耐久性	<ul style="list-style-type: none"> ・単膜を用いた模擬ガス試験において、分離膜システムとして想定する85°C、2.4MPaの条件下における分離性能の経時変化を評価し、高圧下における約600時間の耐久性を確認した。 ・分離性能低下が2年間で25%以内が期待できるデータを取得した。 (CO₂低下率: 25%/2年(16,000h))
耐不純物性	<ul style="list-style-type: none"> ・IGCCガス化炉からのガスには、CO、CH₄、H₂S、COSなどの微量不純物が含まれており、このうちH₂Sは膜劣化への影響が懸念される。 ・H₂Sについて、分離膜システムとして想定する85°C、2.4MPaの条件下で曝露試験を実施。 ・曝露試験前後の分離性能に大きな差異は見られず、H₂Sに対する耐性を確認した。
湿度依存性 (耐乾燥性)	<ul style="list-style-type: none"> ・実ガス試験では、湿度変動がより大きくなる事が想定され、広い湿度範囲でCO₂分離性能が低下しないこと(耐乾燥性)が望まれる。 ・分離膜システムとして想定する85°C、2.4MPaの条件下で、小型高圧試験装置を用いて、分離性能の湿度依存性を把握した。

3. 2 (1) 実機膜モジュールの実用化研究

➤ プロセス適合性: 耐圧・耐久性 (単膜)

IGCC想定全圧(2.4MPa)における単膜の耐圧・耐久性を
小型高圧試験装置にて確認



測定条件: 温度:85°C; 供給側:全圧2.4MPa, 混合ガス組成CO₂/He=40/60 vol./vol., 湿度60%RH; 透過側:大気圧

2.4MPaの高圧条件での模擬ガス試験において、
単膜に関して、約600時間の耐久性を確認した。
(Q_{CO_2} 低下率: 25%/2年(16,000h))

3. 2 (1) 実機膜モジュールの実用化研究

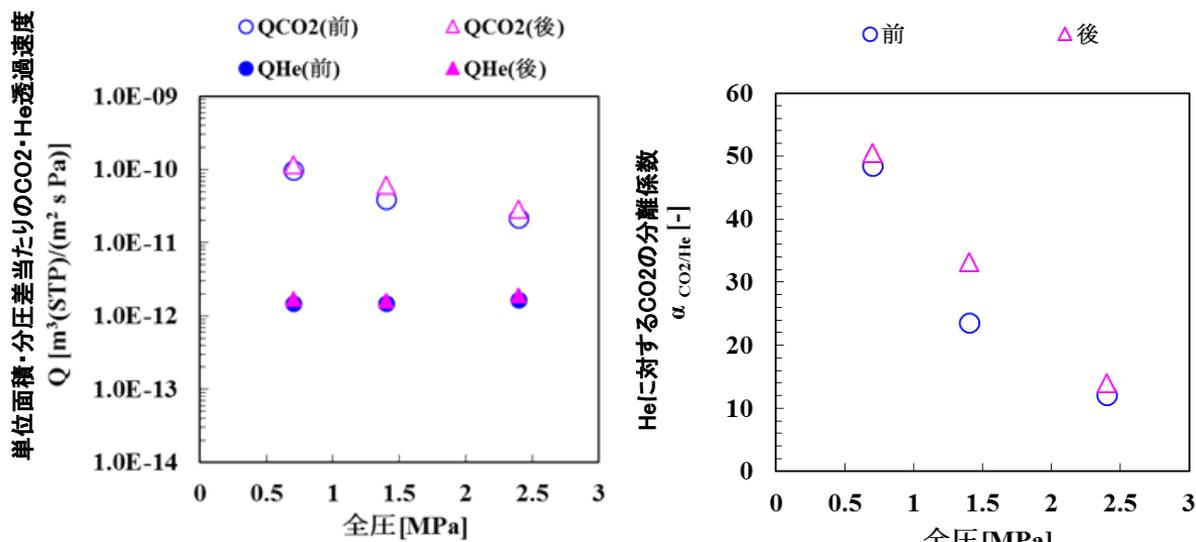
➤ プロセス適合性：耐不純物性 (H₂S)

● 曝露試験条件

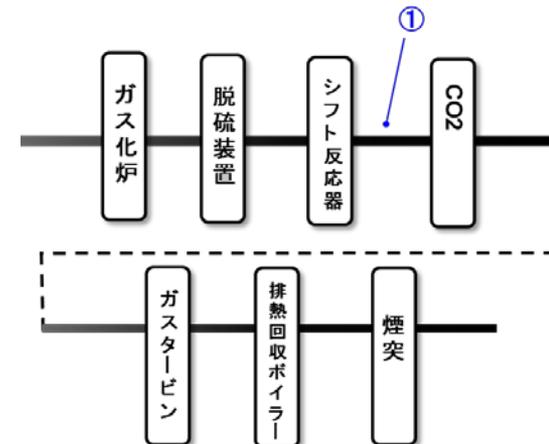
- ・ 圧力：2.4MPa以上；温度：85℃±3℃；ガス組成：CO₂(33%) + H₂S(500ppm) + N₂バランス(湿度：約80%RH)
- ・ 試験期間：7日間

● 曝露試験前後の分離性能

(“前”：曝露試験前、“後”：曝露試験後)



● IGCCプロセス(参考)



・ 脱硫装置：COS転化器(前段)によりガス中のCOSをH₂Sに変換後、脱硫装置(後段、湿式)により、ガス中のH₂Sは吸収される。
・ 排熱回収ボイラー：ガスタービンの排ガス中の熱を回収し、その熱で蒸気タービン用の蒸気を作り出す装置。

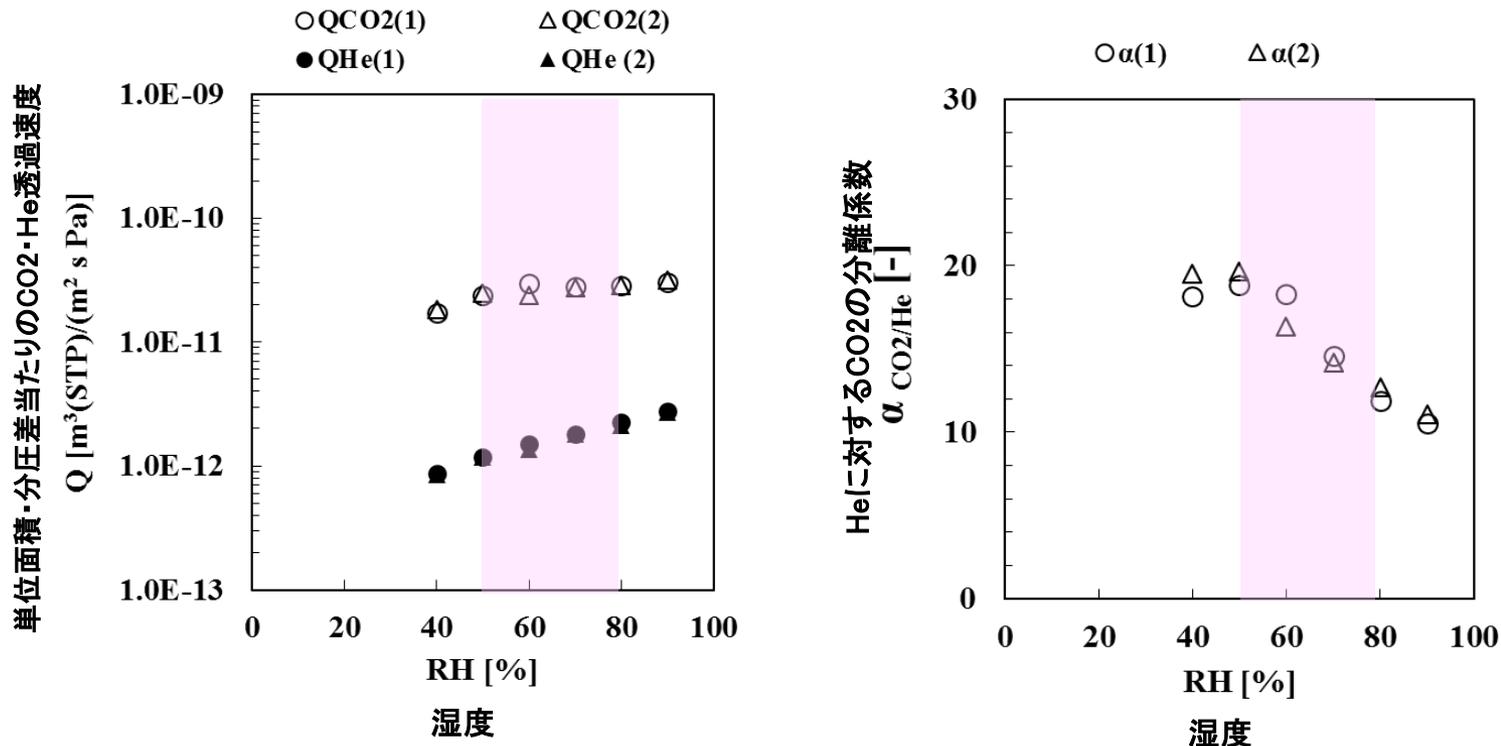
● IGCCにおける不純物(参考)

成分	① (ドライベース)	単位
CO ₂	36.4	vol. %
CO	2.9	vol. %
H ₂	53.3	vol. %
N ₂ AIR	7	vol. %
CH ₄	0.4	vol. %
H ₂ S	30	ppm
COS	10	ppm

3. 2 (1) 実機膜モジュールの実用化研究

➤ プロセス適合性: 湿度依存性

分離性能の湿度依存性を小型高圧試験装置で確認



測定条件: 温度: 85°C; 供給側: 全圧2.4MPa, 混合ガス組成CO₂/He=40/60 vol./vol., 湿度40~90%RH; 透過側: 大気圧

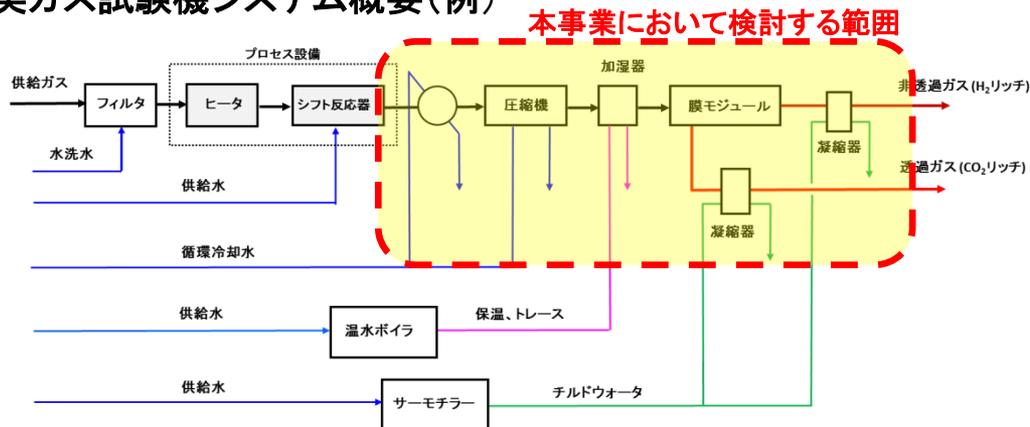
シミュレーションに反映させるために、
分離性能の湿度依存性を把握した。

3.2 (2) 実ガス試験による実用化研究

IGCCプロセスによる実ガス試験装置の製作・手配

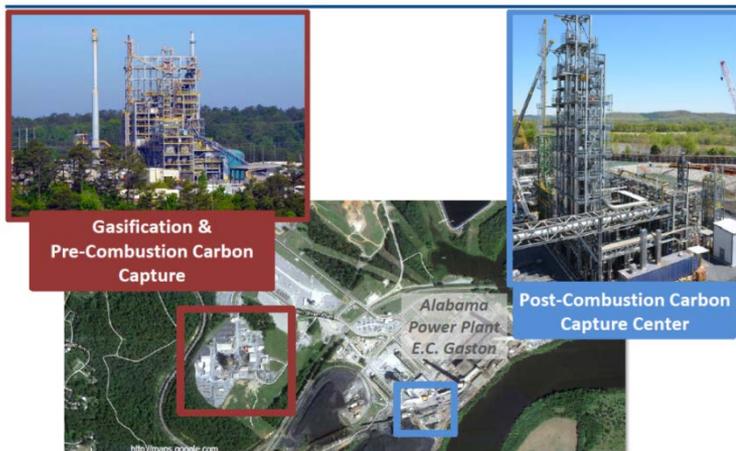
- 実ガス試験プロセス・装置の基本計画を検討。
- 実ガス試験の実施について、国内では新たな設備が必要となるため、既存設備活用の可能性のある海外での実ガス試験実施について検討。

●実ガス試験機システム概要(例)



- ・圧縮機: 供給ガス圧力の低い試験プラントについては、圧縮機を設置し、実機IGCC相当圧力(2.4MPa)まで昇圧する。
- ・加湿器: 膜モジュール入口の湿度条件(85°Cにおいて相対湿度80%RH)にするため、供給ガスを加湿する。
- ・凝縮器: 系統ガス組成を分析するに当たっては、ガス中のH₂Oを分離除去する必要がある。
このため凝縮器を通じ、チルドウォータ(サーモトラによる冷却水)を系統ガスと熱交換させ、系統ガスを冷却する。

●海外での実ガス試験



- ・国内での実ガス試験には、水性ガスシフト反応器、各種前処理設備の製造、設置を含む費用と準備期間が必要となる。
- ・水性ガスシフト反応器、各種前処理設備を保有する試験サイトとして、**米国National Carbon Capture Center (NCCC)**※が有望な候補地と判明(H28年度)し実施に向け協議

※米国National Carbon Capture Center(NCCC)

所属: 米国エネルギー省(DOE) (運営: Southern Company Services, Inc. (電力会社))
 設立: 2009年(前身: Power Systems Development Facility (PSDF), 1996-2009)
 場所: アラバマ州ウィルソンヴィル
 研究分野: 実ガス試験による種々のCO₂回収技術の評価(pre- and post-combustion)
 予算: \$ 187.8M(2014-2019の5年間)

3.2 (3) 経済性評価

模擬ガス試験結果に基づく経済性評価

- 連続成膜処方により作製した単膜を用いて試算
 - ・CO₂分離・回収エネルギー: 0.53GJ/t-CO₂ (中間目標: 0.9GJ/t-CO₂以下を達成)
 - ・CO₂分離・回収コスト: 1,790円/t-CO₂ (中間目標: 2,100円/t-CO₂以下を達成)

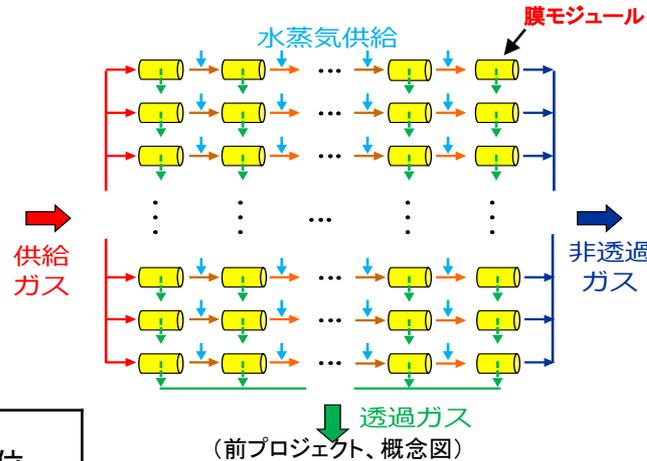
●試算条件

実機プラントに膜モジュールを直列多段に構成した場合を想定し、シミュレーションソフトを用い、エネルギーとコストを試算

●CO₂分離回収エネルギー試算結果

項目	計算値	単位
蒸気使用量	24.1	t/h
蒸気原単位	0.192	t/t-CO ₂
電力使用量	77	kW
電力原単位	0.616	kWh/t-CO ₂
合計エネルギー原単位	0.53	GJ/t-CO ₂

- ・必要エネルギーの大部分は、膜の性能発揮に必要な水分を確保する水蒸気
- ・膜分離に必要な圧力は供給ガスの圧力をそのまま使用するのでガスの圧縮などの動力は不要
- ・表中の電力は、照明、制御等の一般的な雑電力



(前提条件)

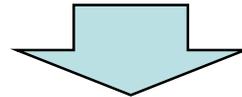
- 1) CO₂回収量 1,000,000 t/年 (63,000 Nm³/h)
- 2) CO₂回収率 90 %
- 3) ガス組成(シフト反応後)
 - CO₂ 36.3 vol% (ドライベース)
 - H₂ 63.7 vol% (ドライベース)
 - H₂O 相対湿度(80%RH)によって設定
- 4) ガス条件
 - 供給側圧力 2.4MPaA
 - 透過側圧力 大気圧
- 5) 温度 85℃

●CO₂分離コストの試算結果

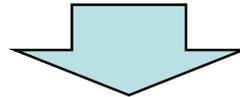
項目	計算値	単位
CO ₂ 回収量	123.8	t/h
膜面積	210,000	m ²
蒸気使用量	24.1	t/h
設備費	670	円/t-CO ₂
膜費用 (膜エレメント及び容器費用)	560	円/t-CO ₂
変動費	560	円/t-CO ₂
処理費合計	1,790	円/t-CO ₂

4. 当省(国)が実施することの必要性

- 地球温暖化(=公害のような外部不経済)対策に特化した技術であるCCSは市場原理だけでは、その導入を図ることは不可能。制度的仕組みが必要。仕組みがなければ、民間で取り組むことは不可能。
- 現状CCSは高コスト
 - ・ 財政支援、税制優遇→多額の政策的経費が必要
 - ・ 規制→民間企業に過度の負担を強いる
 我が国産業競争力の低下、海外移転による産業の空洞化などが懸念される



- CCSコスト低減が不可欠
 - ・ CCS導入のインセンティブがない中で、民間企業に、コスト低減のための研究開発の実施を期待することは困難



国が主導して技術開発を実施、コスト低減の見通しを示す必要がある。

(各要素技術に対する信頼性、諸所の基礎的なエンジニアリングデータなしに企業が新技術を導入するか否かの判断をするにはリスクを伴うため、良い技術であっても採用されない可能性がある。国が主導してパイロット試験レベルまでの技術開発を行い、次の段階へとつながる技術移転をスムーズに行う必要がある。)

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業

プロジェクトの成果目標

実ガス試験による実用化研究

1,500円/t-CO₂の実用化研究

CO₂分離回収コストの大幅低減

目的達成までのシナリオ

直接アウトカム（直接カスタマー）

CO₂分離膜モジュール技術の実用化

技術完成・信頼性の確立

カスタマー

IGCC火力発電所

間接アウトカム・インパクト

CO₂分離・回収における
1,500円/t-CO₂分離技術の達成

+制度的仕組みの導入

火力発電所等の大規模排出源における
CCSの本格導入（2030年頃）

波及効果

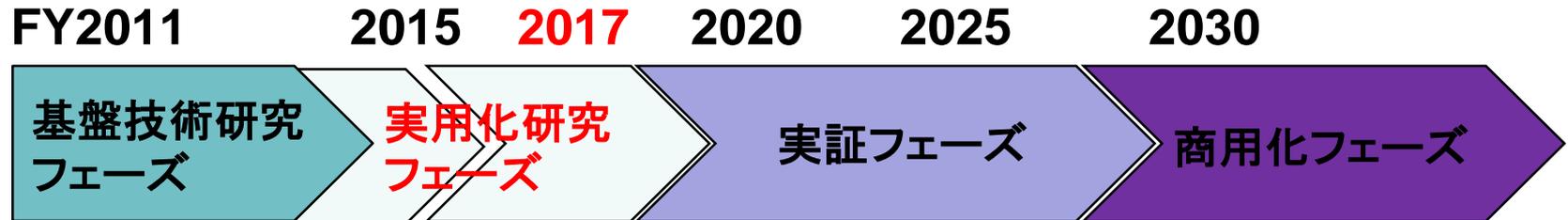
- ・炭酸ガス有効利用分野での実用化促進
- ・高圧CO₂分離技術の他産業分野への適用

プロジェクトの目的

- ・地球温暖化対策への貢献
- ・エネルギー安定供給への貢献
- ・持続可能な社会、経済の開発
- ・我が国の国際競争力の強化

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

事業アウトカム達成に向けたスケジュール



研究・開発体制

次世代型膜モジュール
技術研究組合

+ IGCC関係企業との連携
(電力会社、エンジニアリング会社等)

1) 二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業(H27FY~)
(計画・課題)

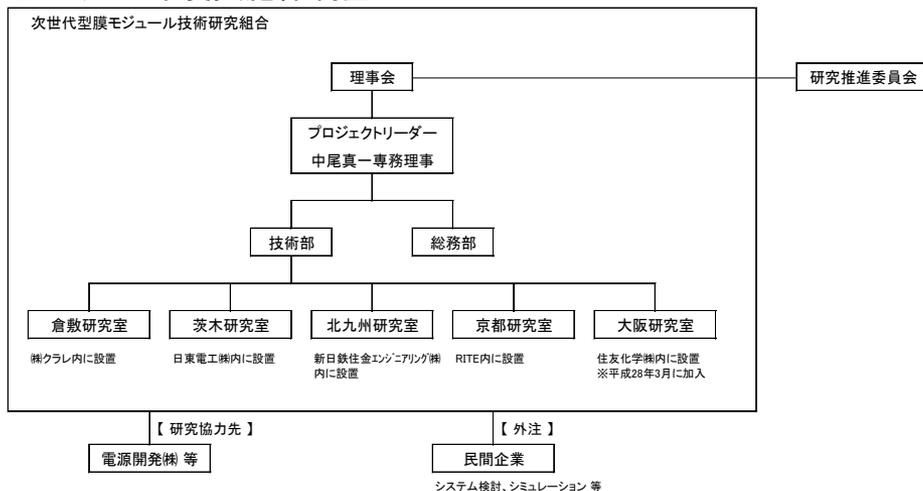
- 実ガス等の実用化試験による技術課題の抽出、解決
- 実用化段階の分離・回収コスト1,500円/t- CO₂以下の達成
- 実機膜モジュールシステムの開発

2) 実証フェーズ・商用化フェーズにおける課題

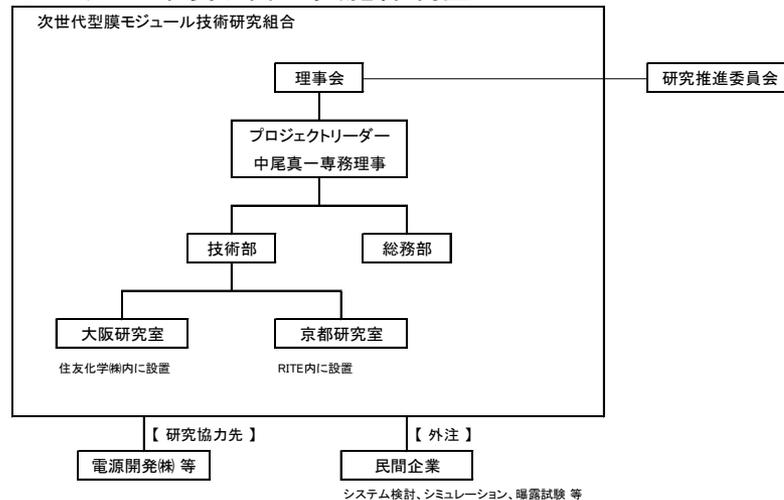
- IGCC実ガス、実機での長期試験、大規模な実証試験による実績の蓄積
- 膜、モジュールの商業生産プロセスの検討、膜大面積化、量産体制の構築
- CO₂分離膜プロセス採用に向けた活動

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等(1)

○平成27年度実施体制図



○平成28年度以降の実施体制図



(1) 実施体制の変更

- ・平成23年2月に、CO₂分離膜の基盤技術を有し膜素材を担当するRITEと(株)クラレ、分離膜モジュールを担当する日東電工(株)、エンジニアリングを担当する新日鉄住金エンジニアリング(株)からなる次世代型膜モジュール技術研究組合を設立し、素材から膜モジュール、システムまでの一貫した研究体制を構築、平成27年度より本事業を実施。
- ・平成28年3月に、膜エレメント製作技術等のCO₂分離膜モジュールの基盤技術を有する住友化学(株)が参加し、より実ガス試験の実施に向けた体制へ変更、(株)クラレ、日東電工(株)、新日鉄住金エンジニアリング(株)は、基礎開発段階の当初の役割を果たし、その成果を次世代型膜モジュール技術研究組合へ技術移転した上で、同技術研究組合を脱退。
- ・平成28年度以降は、RITE、住友化学(株)の2社にて本事業を実施している。

(2) 実施体制について

- ・経済産業省から民間企業・研究機関等への委託研究。
- ・プロジェクトリーダーを選任して、プロジェクト全体のとりまとめを行い、方針の提言、研究開発の進捗管理を行う。
- ・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・助言を行う。
- ・CO₂回収設備のユーザーとなる電力会社からの協力を得ながら研究を進める。
- ・プロセス適用性の付与、実機膜モジュール、膜システム開発及び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する。
- ・委託元である経済産業省においては、研究開発成果等を踏まえ、事業の変更、中止の判断を行う。
- ・以上の実施体制を戦略的に構築することにより、有効かつ効率的な研究開発を実施することとしている。

6. 研究開発の実施・マネジメント体制等(2)

(3) 技術的成果の管理方法等

① 知的財産に関する戦略

・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)で特定するものとする。※

・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、採用するものとする。

② 国際標準／認証に関する戦略

国際標準化に関しては、ISO/TC265において、CCSI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、当該技術のプラクティスマニュアル化を図り、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、日本の企業の産業競争力強化に資するよう努める。

③ 性能や安全基準の策定に関する考え方

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よう努める。

④ 規制緩和／導入支援を含む実用化に向けた取組

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により、本格導入・実用化が進むものと想定される。

7. 費用対効果

(1) 膜分離方式のコスト目標

		膜モジュール による分離方式	従来型 アミン吸収液方式 (技術戦略マップ参照*)
回収コスト	円/t-CO ₂	1,500	4,200

(2) 市場への導入目標・実現時期

- ・本事業終了後、発電所における実機スケールでの実証試験(補助事業)を経て、2020年台には制度的な仕組みの導入により、本格的にCCSが進むことが期待される。
- ・小規模スケールでのCO₂回収(有効利用分野)においては、本事業終了後、大規模適用に先行して実用化することが想定される。
- ・実用化研究終了後の主な導入先は、石炭火力発電のうち、IGCC(石炭ガス化複合発電)発電所におけるCO₂分離回収であり、IGFC(石炭ガス化燃料電池複合発電技術)等の新規技術の開発にも利用できることから、ユーザーとしては、電力事業者、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。

(3) 費用対効果

- ・本事業のアウトカムにより、分離回収コストが現状よりも2,500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1,000円台/t-CO₂ になれば)、たとえば、50万kWのIGCCから回収の場合(CO₂を年間260万t回収と想定)、IGCC1基当たり64億円/年のコスト削減となる。
- 本事業の効果によりCCSの実現性が増すばかりでなく、CCSに係る費用を低減する効果は大きなものであり、本事業は研究開発費を大きく上回る十分な費用対効果を有するものと期待される。

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

評価検討会名称

二酸化炭素回収技術実用化研究事業評価検討会

座長

川上 浩良 首都大学東京 都市環境学部 教授

評価検討会委員

委員

梅田 健司 電気事業連合会 技術開発部長

金子 憲治 株式会社日経BPクリーンテック研究所
主任研究員

加納 博文 千葉大学 大学院理学研究科 理学部 教授

芝尾 芳昭 イノベーションマネジメント 代表取締役

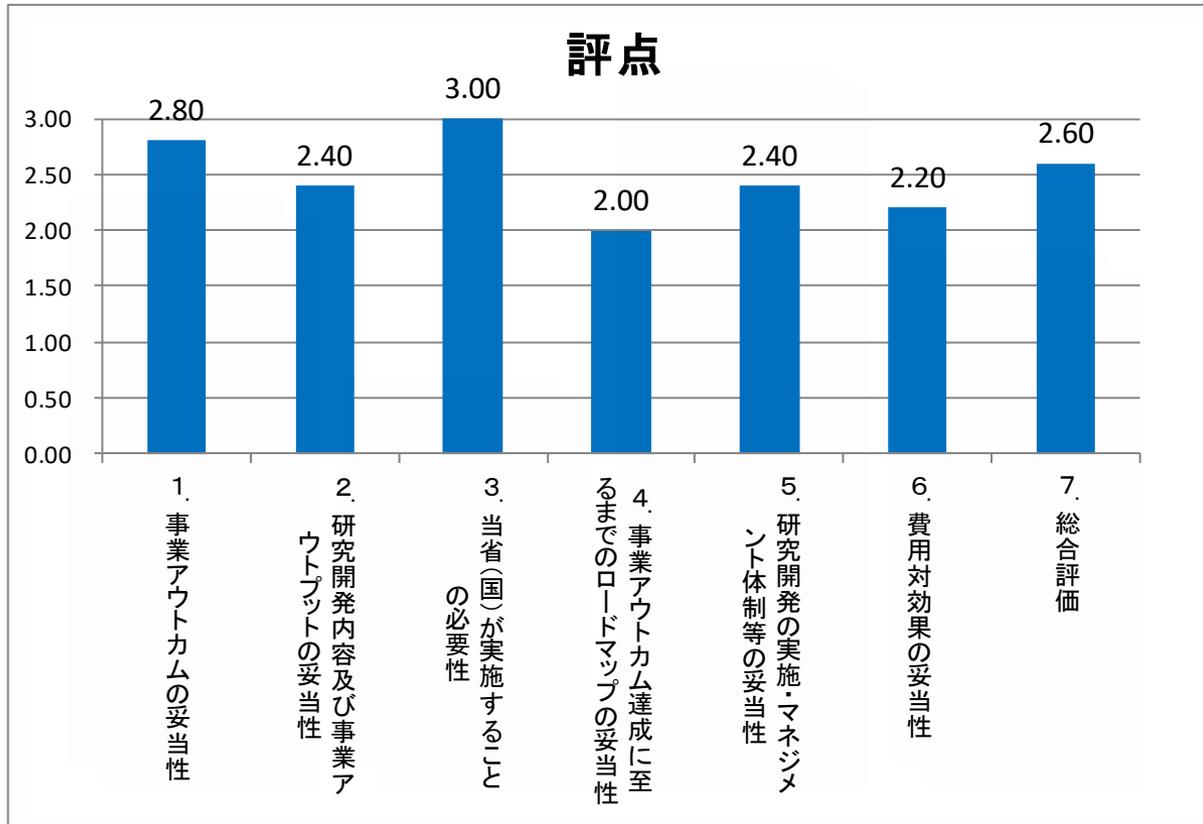
8-2. 総合評価

外部不経済のCCS事業においては、事業の道筋がつくまでは国が支援すべきと考える。模擬ガス試験と膜の連続製造の開発は、着実に進んでおり、早期に実ガス試験に移り、実用化へのめどを付けることが期待される。国際的優位性や、市場の占有率などは事業実施時期に強く依存するため、早期の実用化を望むとともに、本技術の成果を最大限に生かすためにも、導入シナリオや制度的な仕組みの導入を早期に検討する必要性を感じる。外部有識者の意見を取り入れるなど柔軟に研究をマネジメントしている点は評価できる。

他方、再エネの導入状況も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である。

8-3. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間評価において、評点法による評価を実施した。



【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。

9. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 実ガス試験の段階に入ると、想定しない様々な問題が発生し、進捗の遅れや費用の拡大につながりかねないリスクもある。早期実用化に向けて、実ガス試験サイトの研究機関と十分に事前検討を行うと共に、国内外の技術や知見を有する企業に協力を依頼するなど、適宜発生する問題に柔軟に対応しプロジェクトを進めていただきたい。
- 量産化に向けては、膜の性能のバラツキの許容目標を設定し、その範囲に収まるよう技術を確立していただきたい。
- 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と考える。

提言に対する対処方針

- 実ガス試験段階における様々な問題に対しては、実ガス試験サイトの研究機関と十分に事前検討を行うと共に、必要に応じて国内外の技術や知見を有する企業に協力を依頼するなど、柔軟に対応しプロジェクトを進めていく。
- 量産化に向け、膜の性能のバラツキの許容目標を設定し、その範囲に収まるよう技術を確立すべく研究開発を行う。
- CCS技術の実用化に向け、本プロジェクトの他、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を着実に進めていく。