

CO₂分離・回収技術の概要

環境部次世代火力・CCUSグループ

谷村 寧昭

2020年度成果報告会

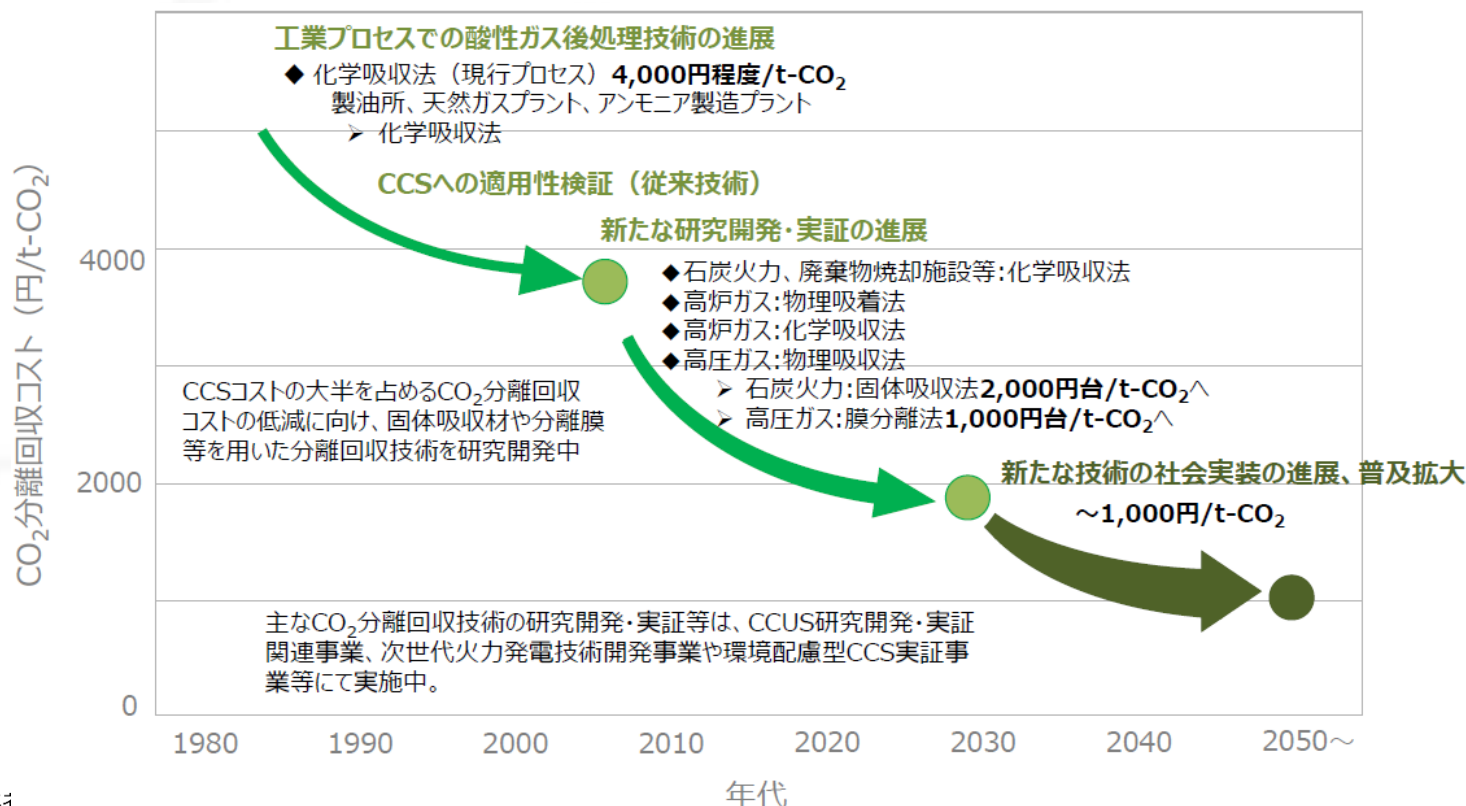
1. CO₂分離回収に関する動向
2. 物理吸収法
3. 固体吸収法
4. 膜分離法
5. クローズドIGCC
6. 今後の検討方針

1.CO₂分離回収に関する動向

■ 政策的位置づけ

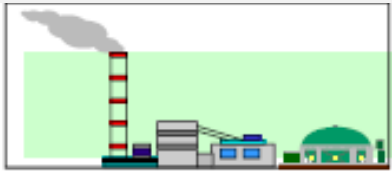
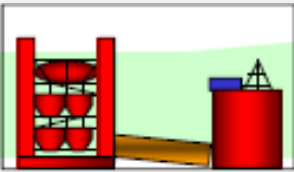
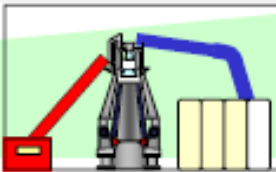


✓ 革新的環境イノベーション戦略

2050年までにCO₂分離回収コスト1,000円/t-CO₂を目指し技術開発を行う。
様々なCO₂排出源に対応する分離回収能力を獲得することを目指す。



1.CO₂分離回収に関する動向

■ CO₂排出源の種類と圧力、CO₂濃度

主要な排出源	火力発電所	セメント工場	鉄鋼	石油精製・化学工業	天然ガス
	 <p>石炭火力等 IGCC</p>		 <p>高炉 熱風炉</p>		

	石炭火力		IGCC	セメント	鉄鋼	石油精製・化学工業		天然ガス
圧力/CO ₂ 濃度	大気圧/ 10~15%	2.5~ 4.0MPa/ 40~50%	大気圧/ 15~30%	大気圧/ 20~30%	大気圧/ 5~20%	大気圧~ 4.0MPa/ 10~100%	7.0~10MPa/ 10~70%	
発生プロセス	燃料燃焼後	燃料燃焼前	燃焼後	高炉ガス、熱風炉燃焼後	加熱炉燃焼後	水素製造(燃焼前) アンモニア製造時(燃焼前)	天然ガス精製時(燃焼前)	
適合する分離回収法	化学吸収法 固体吸収法 物理吸着法	化学吸収法 物理吸収法 固体吸収法 物理吸着法 膜分離	化学吸収法 固体吸収法 物理吸着法	化学吸収法 固体吸収法 物理吸着法	化学吸収法 固体吸収法 物理吸着法	化学吸収法 固体吸収法 物理吸着法 膜分離	化学吸収法 物理吸収法 固体吸収法 物理吸着法 膜分離	

2.物理吸収法

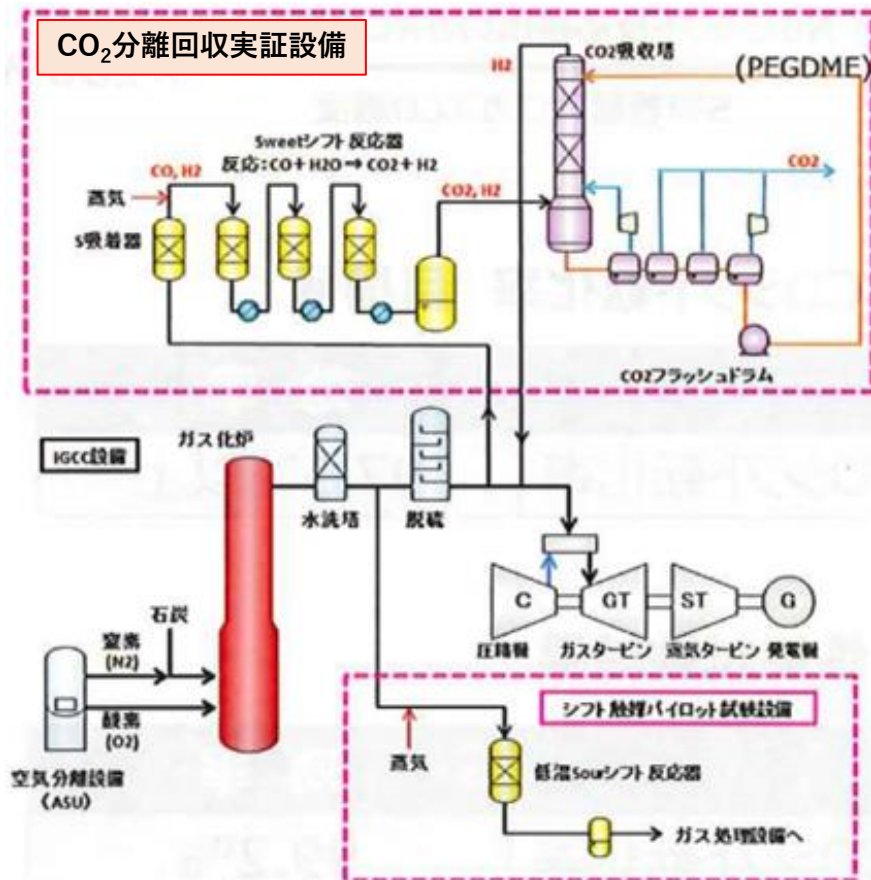
CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証（助成）



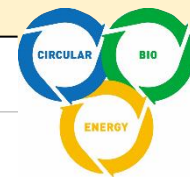
<概要> 革新的低炭素型石炭火力の実現のためにCO₂分離・回収装置単体における回収効率は90%以上を目標とする。CO₂地中貯留から求められる可能性があるCO₂純度について、湿式物理吸収法を使って定常運転時「99%以上」を目標とする。

<事業期間> 2016年4月～2021年2月

<実施体制> 大崎クールジエン株式会社
株式会社日立製作所



- ✓ 試運転にてCO₂回収率 目標の90%を達成、CO₂回収純度 目標の99%以上を確認した。
- ✓ 実証試験にて発電効率40%以上でのCO₂回収目標の達成を確認する。



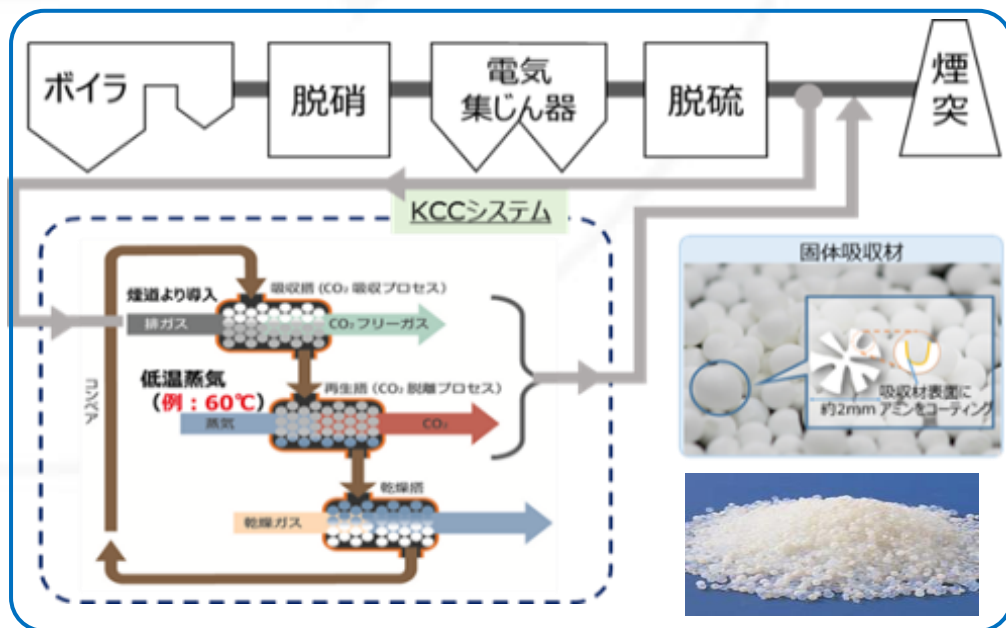
3. 固体吸収法

先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

<概要> 石炭燃焼排ガス等からCO₂を回収する革新的手段として期待される固体吸収材を用いた技術に関して、本事業では、移動層パイロットスケール試験設備を設計および建設し、石炭火力発電所において実燃焼排ガスを用いたCO₂分離回収試験を実施し、システムの運用性や信頼性を評価する。また、固体吸収材製造やプロセスシミュレーションなどの基盤技術を開発し、固体吸収材の適用性拡大を図る。

<事業期間> 2020年6月～2023年3月

<実施体制> 川崎重工業株式会社、公益財団法人地球環境産業技術研究機構



実ガスパイロット試験設備

設置場所：関西電力（株）
舞鶴発電所内
試験規模：40t-CO₂/d

詳細後述

- ✓ 前事業成果を受け、石炭火力発電所でのパイロット設備試験に移行。
- ✓ 固体吸収材の製造技術開発を開始。

4.膜分離法

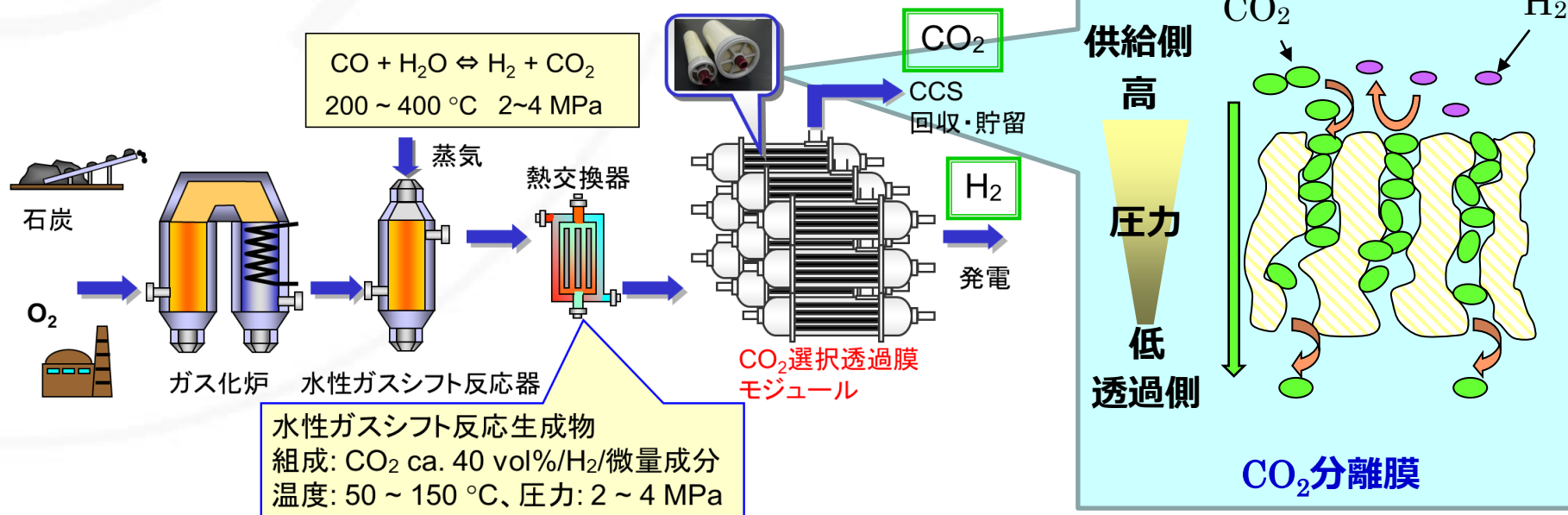
二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発



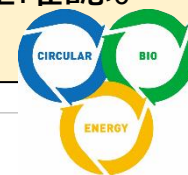
<概要> 経済産業省委託事業「二酸化炭素分離膜モジュール実用化研究開発事業」までに開発した膜素材、膜エレメントや膜分離システムを基礎として、石炭ガス化複合発電（IGCC）プロセスへの適用検討により、実用化段階でCO₂分離・回収コスト1,500円/t- CO₂以下、CO₂分離・回収エネルギー0.5 GJ/t- CO₂以下を達成する分離膜技術を開発する。

<事業期間> 2018年4月～2020年2月

<実施体制> 次世代型膜モジュール技術研究組合



- ✓ 単膜：調合ガスによる加速試験（硫化水素濃度1,000ppm）で短期耐久性を確認。
- ✓ 膜エレメント：燃焼前ガスを用いた試験（硫化水素濃度350ppm）で短期耐久性確認。
- ✓ 膜エレメント：径2→4インチへの大型化製法を開発し、基本的な設計指針構築。



5. クローズドIGCC

CO₂回収型次世代IGCC技術開発

<概要> IGCCの排ガスを再循環しガス化剤やGT燃焼器の希釈剤などに用いれば、CO₂回収後も高い効率を維持できる。

<事業期間> 2015年8月～2021年2月

<実施体制> 一般財団法人電力中央研究所、三菱重工業株式会社、三菱パワー株式会社

ガス化

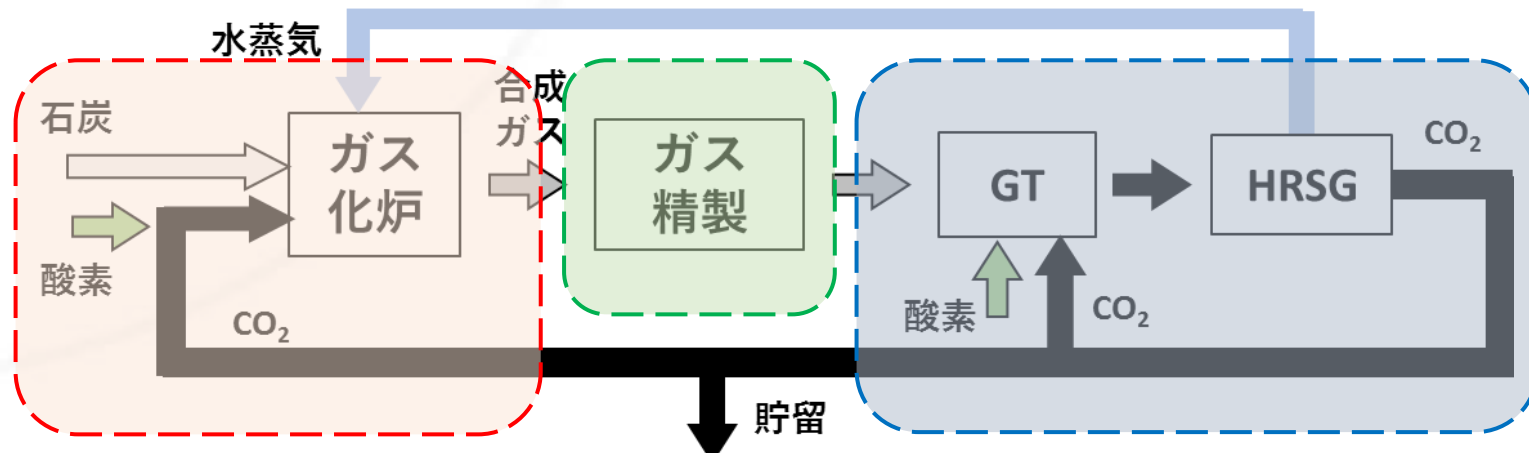
ガス精製

GT燃焼

O₂/CO₂ガス化、水蒸気添加ガス化によるガス化性能の向上

乾式ガス精製システムの採用による効率向上

セミクローズドGTの採用による効率改善

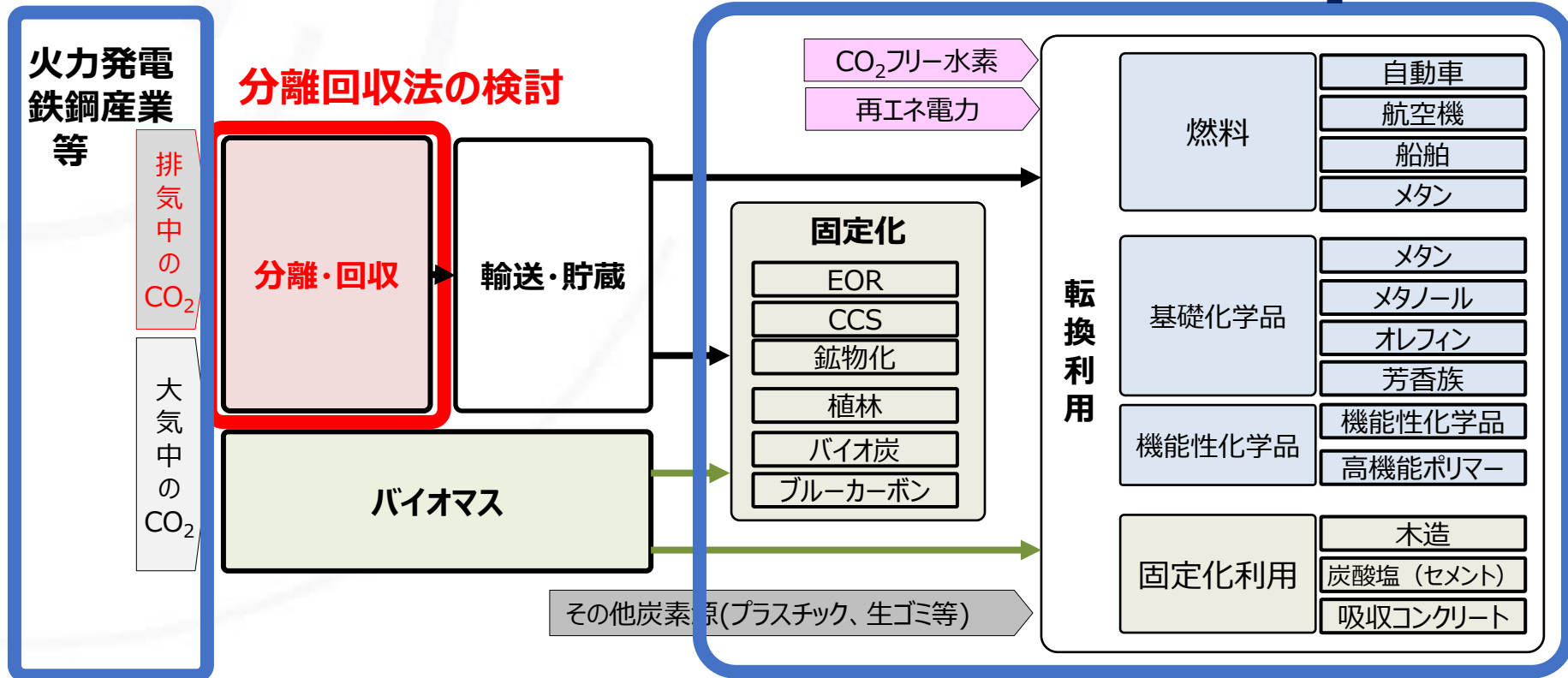


✓ O₂/CO₂ガス化実証と設計指針の確立、乾式ガス精製システムの構築等を実施し、諸検討結果による全体システムの最適化を行い、送電端効率42%を達成する見通しを得た。

6. 今後の検討方針

-プロセス連携を考慮したシステム最適設計-

様々な利用方法に適したCO₂供給



排出源特性

- ・ガス組成
- ・圧力
- ・温度
- ・不純物特性

分離回収機能



- ・低エネルギー
- ・透過性制御
- ・異種組成ガスの混合
- ・耐環境性



利用用途

- ・H₂、H₂Oとの反応による燃料・化学品への転換
- ・化学品への修飾による機能性付与
- ・炭酸塩等の形成による固定化
- ・環境配慮した貯留への適用

3. 固体吸収法

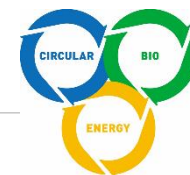
詳細説明



先進的二酸化炭素固体吸収材の石炭燃焼排ガス適用性研究

固体吸収材移動層システムのスケールアップ実ガス試験

(資料提供：川崎重工業株式会社)



3. 固体吸収法

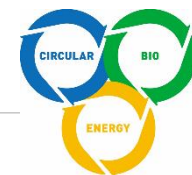
パイロットスケール試験設備概要

詳細説明



基本仕様

設置場所	: 関西電力(株)舞鶴発電所
設備規模	: 40 t-CO ₂ /d
対象燃焼排ガス	: 石炭火力発電所からの燃焼排ガス
燃焼排ガス抜き出し位置	: 煙突手前の煙道
燃焼排ガス戻し位置	: 煙突手前の煙道(抜き出しより下流)
燃焼排ガス温度	: 91 °C
燃焼排ガス流量	: 9.4 t/h (7,200 Nm ³ /h)
燃焼排ガス組成	
CO ₂	: 13.1 vol.%
SO _x	: 39 ppmvd
再生蒸気源	: 既設補助蒸気



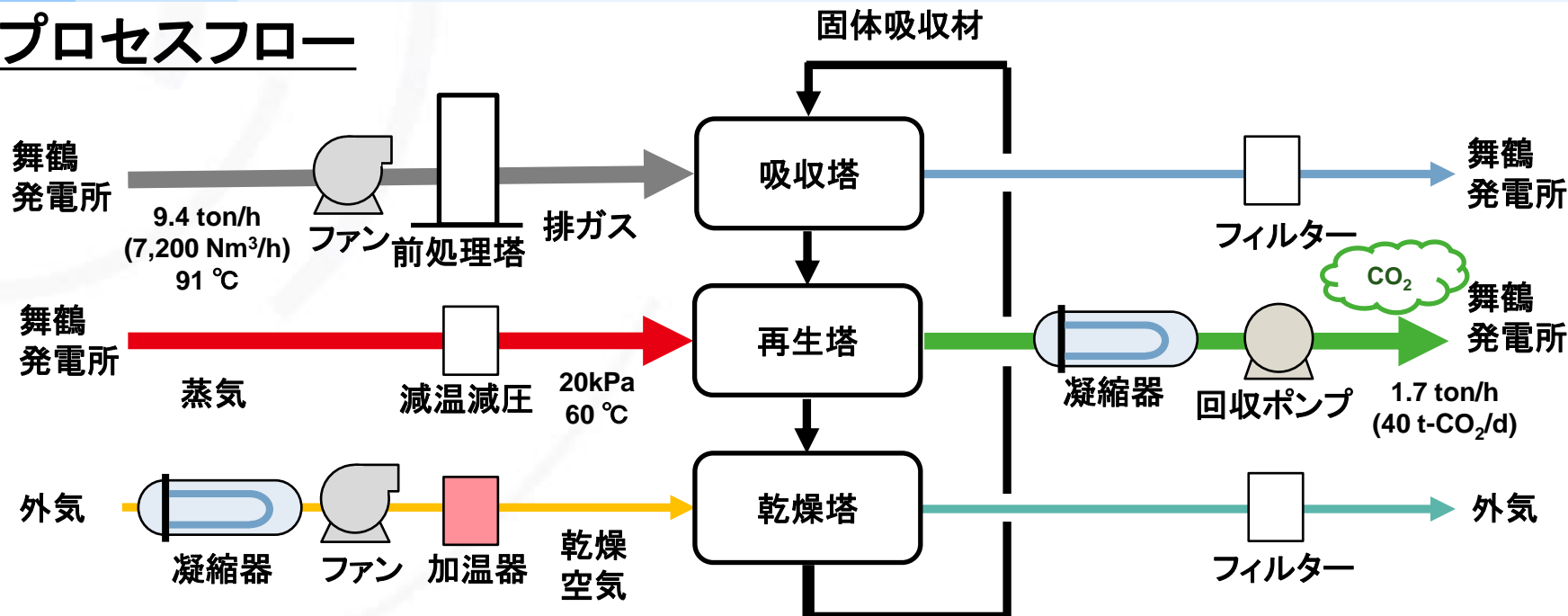
3. 固体吸収法

詳細説明

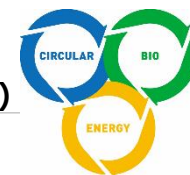


パイロットスケール試験設備概要

プロセスフロー



- ✓ 移動層本体は、吸収塔、再生塔、乾燥塔、3つの塔で構成される。固体吸収材は3つの塔を循環する。
- ✓ 吸収塔にて排ガス中のCO₂を吸収、再生塔にて蒸気によるCO₂を脱離、乾燥塔にて固体吸収材の乾燥を行う。
- ✓ 舞鶴発電所の石炭燃焼排ガス 9.4 t/hから、CO₂ 1.7 t/h (40t-CO₂/d)を回収する。



3. 固体吸収法

詳細説明



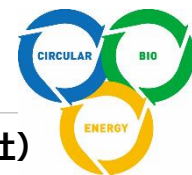
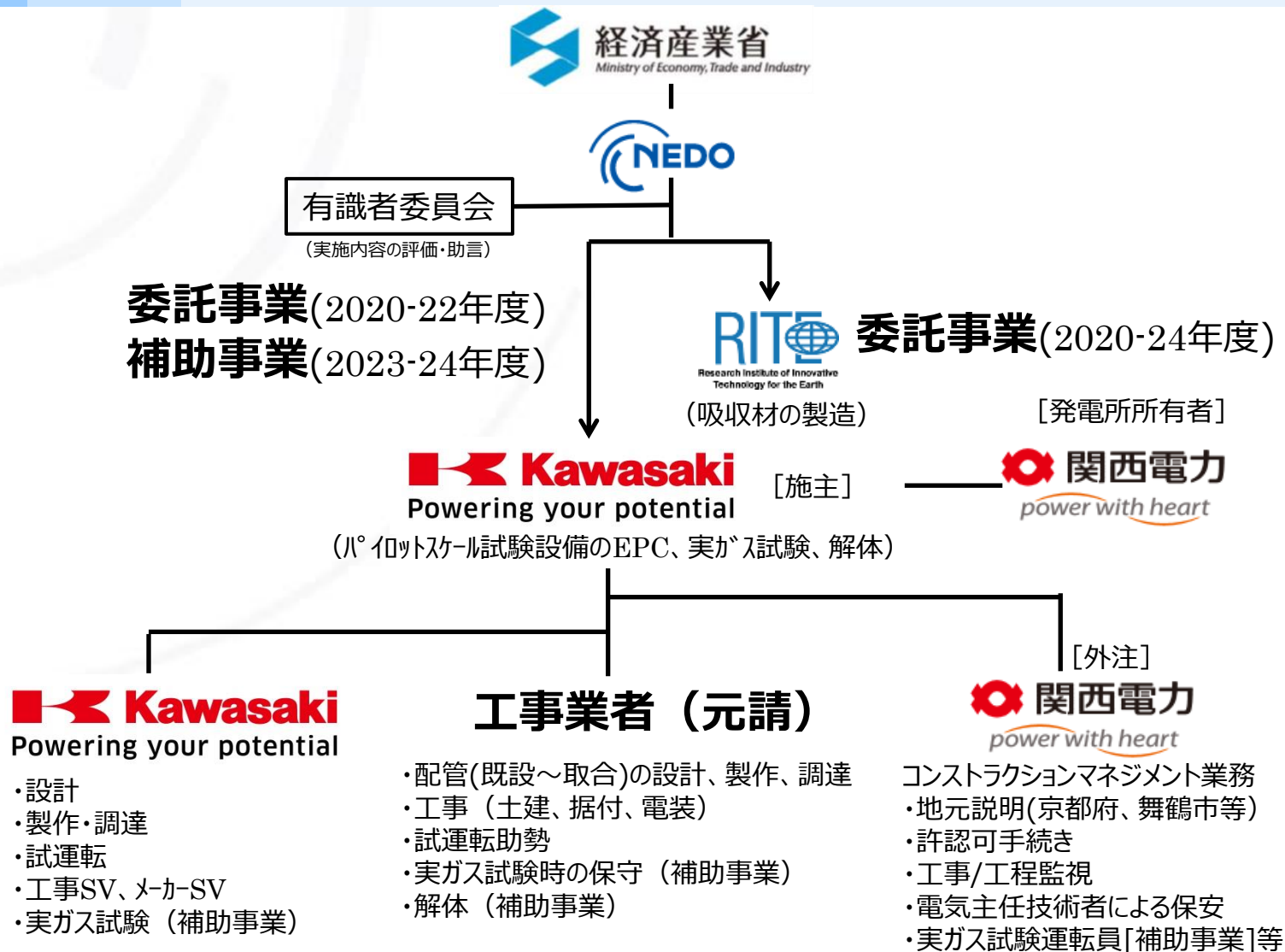
パイロットスケール試験設備概要

試験設備の設置イメージ



3. 固体吸収法 研究体制

詳細説明



3. 固体吸収法

2020年度実施計画と目標

詳細説明



<実施計画>

- ✓ これまでに実施してきた移動層パイロットスケール試験設備の基本設計をベースに、詳細設計を開始する。
- ✓ また、舞鶴発電所での工事開始前に必要な、各種法規制（土壌汚染対策等）に関する調査/対応や、許認可手続きおよび地元説明（京都府、舞鶴市、地元自治会等）、安全対策評価（保安規定や警報・インターロック等）を関西電力株式会社の協力を得ながら行う。
- ✓ 制御詳細設計においては、ベンチスケール試験で得た運転制御のノウハウを踏襲しつつ、実用化に向けて必要な制御・監視（吸収材循環量制御、CO₂回収性能劣化検知等）機能を構築するため、制御方法・ロジックの見直し・検討を行う。

<目標>

- ✓ 移動層パイロットスケール試験設備の移動層本体とそれに係る鉄骨・架構の詳細設計が完了し、移動層本体の主要機器である供給機やコンベヤ等の機器設計を開始
- ✓ 前処理設備、後処理設備、さらに、共通設備や、電気計装設備に係る機器仕様を決定
- ✓ 舞鶴発電所での工事開始前に必要な、各種法規制（土壌汚染対策等）に関する調査/対応や、地元説明（京都府、舞鶴市、地元自治会等）が完了

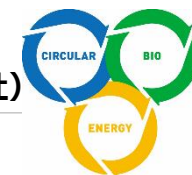


3.固体吸収法 導入計画

詳細説明



項目	2020年度	2021年度	2022年度
設計	<p>詳細設計</p> <p>機器・製作設計</p>		
製作・調達		製作・調達	
ベンチ試験		ベンチ試験	
現地工事		土工事	据付・電装工事
試運転			試運転
許認可対応		許認可対応	



3. 固体吸収法 進捗状況

詳細説明



<詳細設計>

- 1) 基本図面・図書
 - ・マテリアルバランス
 - ・基準書
 - ・系統図
 - ・配置図
- 2) 移動層本体
- 3) 付帯設備
- 4) **土建設計**
- 5) 電装設計
- 6) 配管設計

概ねスケジュールどおりに実施中

- : 作成完了
- : 配管基準書、塗装基準書、保温基準書等の作成完了
- : 素案作成完了。今後、運転方案やHAZOP結果を反映し見直し中
- : 機器メーカーの情報を反映しブラッシュアップ中
- : 構成機器（吸収塔、再生塔、乾燥塔、ホッパ、供給機、コンベア等）の仕様決定完了
- 吸収塔、再生塔、乾燥塔、ホッパの組立図完了
- : ファン、ポンプ類、冷却塔、ターボ冷凍機、バグフィルタ、凝縮器、加熱器等の仕様決定完了
- : 基礎設計、建屋設計（コンプレッサ室、電気室）を実施中
⇒ **2021年3月に建築確認申請予定**
- : 受変電設備の仕様決定完了。単線結線図を見直し中
- : 配管ルート計画を実施中



3. 固体吸収法 進捗状況

詳細説明



＜運転方案＞ : 起動・停止フロー、制御方法、インターロックを検討中

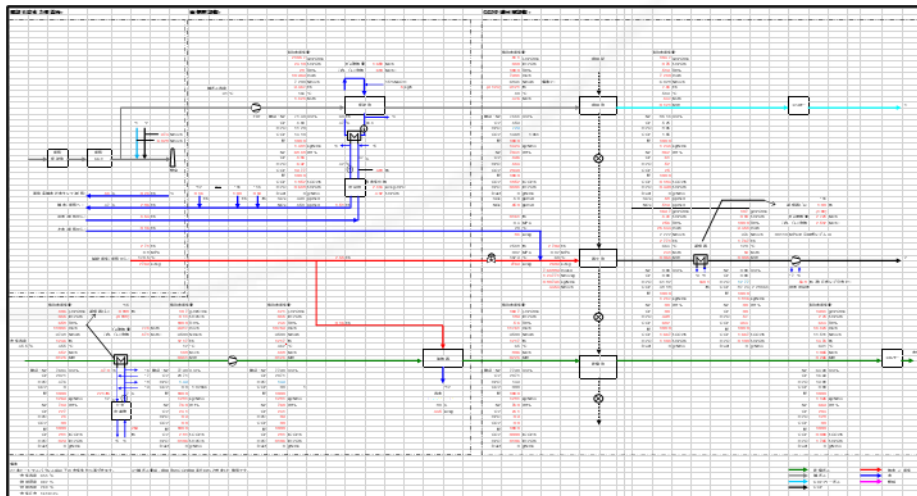
＜製作・調達＞

- 1) 移動層本体 : 発注完了 (2022年2月末製作完了。4～7月現地納入予定)
- 2) 付帯設備 : 発注完了 (2022年4～7月現地納入予定)

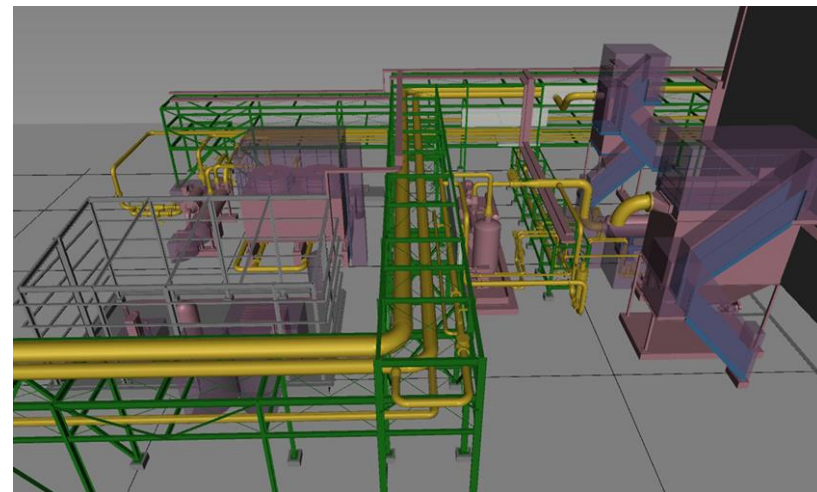
＜許認可対応＞ : 必要な許認可手続きの調査完了

＜現地調査＞ : 現地調査完了。設置先に排水溝を発見、配管ラックの配置見直し中

(マテリアルバランス)



(配管ルート計画)



＜今後の予定＞

2021年度 : 設備の製作・調達

2022年度 : 据付・電装 & 試運転

(資料提供 : 川崎重工業株式会社)

