

2025年2月5日 ◆革新的CO<sub>2</sub>分離回収・有効利用技術シンポジウム◆

活動報告③

# 炭素回収技術評価センター (実ガス試験センター)

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

化学研究グループ

後藤 和也

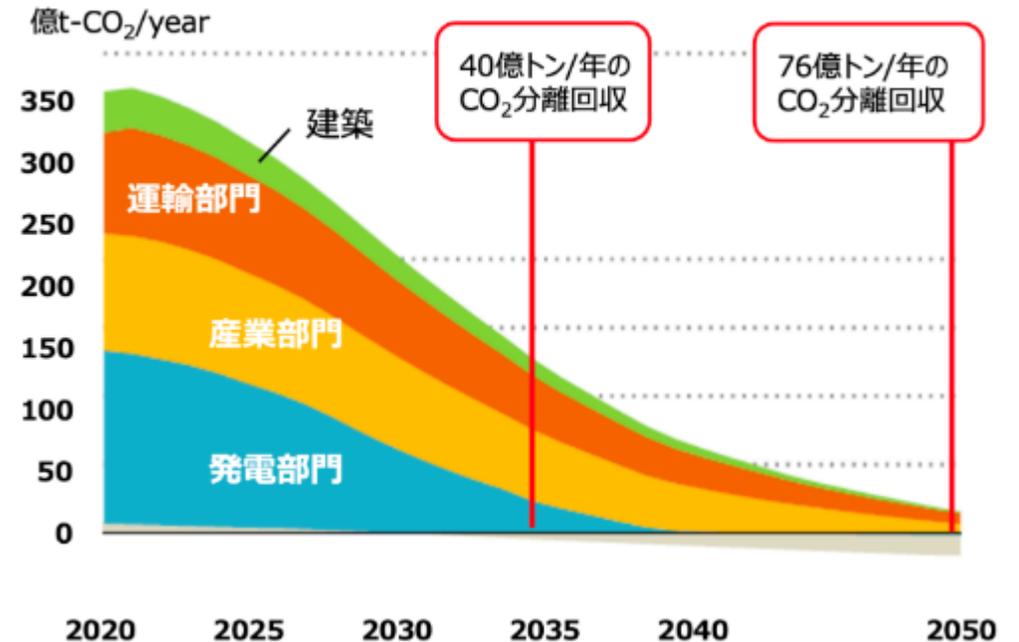


# CO<sub>2</sub>分離素材の標準評価共通基盤の確立

## 事業の背景

- 2050年カーボンニュートラル実現のためには、CCUS技術に関する研究開発加速が急務。
- GI基金にて実施予定の他事業を含め、CO<sub>2</sub>からの機能性化学品（ポリカーボネート等）製造や、人工光合成等のグリーン水素からアルコール類経由の基礎化学品製造等では、原料としてのCO<sub>2</sub>が必要であり、CO<sub>2</sub>の分離回収技術の革新は不可欠。
- 世界で拡大するCO<sub>2</sub>分離回収市場において、産業競争力を強化してシェアを拡大し、カーボンニュートラルの実現に貢献するため、分離素材開発～実用化・商用化の流れを加速する必要がある。
- 次世代の革新素材・技術の開発、およびその社会実装を加速するため、**CO<sub>2</sub>分離回収にかかる標準評価共通基盤を構築**する。

ネットゼロエミッションシナリオにおける世界のCO<sub>2</sub>排出量



第8回 産業構造審議会（CO<sub>2</sub>分離回収第2回WG）資料より抜粋  
（2021/12/23開催）

標準評価共通基盤においては、ラボからベンチスケールまでの各ステップで標準となる評価・分析法、劣化メカニズムを想定した耐久性評価手法の開発により素材開発からプロセス設計までをシームレスに加速する。また、研究開発から得られる知見、ならびに市場での課題等、情報共有のハブとしての機能により、開発加速のみならずCO<sub>2</sub>分離回収分野の研究拠点としての機能を果たす。

## 国内企業ヒアリング結果概要

### (1) 産業界からの要望

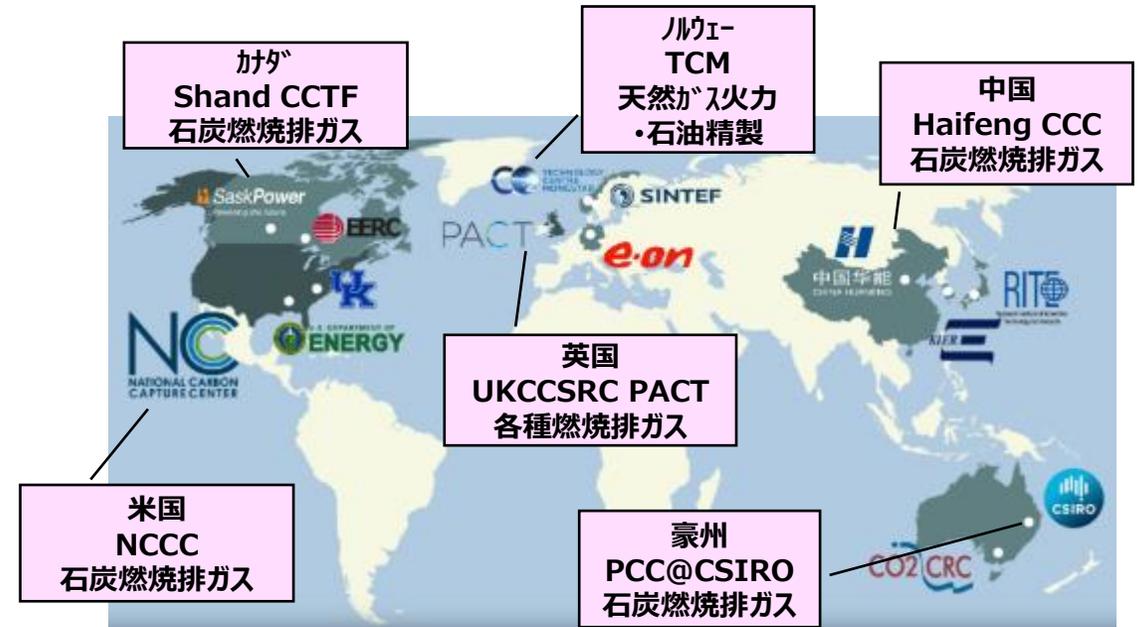
- 素材メーカー：  
新規開発した自社材料の優位性を客観的に示したい
- エンジニアリング会社：  
素材メーカー等が開発する様々な新規材料を客観的に比較・評価したい

### (2) 個社での実ガス試験における課題

- サイトの確保、法規対応・申請作業等に時間を要する
- 実ガス試験実施には十分な初期予算の投入が必要である

### (3) 海外の実ガス試験設備を利用する上での課題

- パイロット～実機レベルの対応が求められ、開発段階の分離素材の評価が不可
- 現地条件（法規対応等）に沿って開発するため、企画～試験の全ての段階で時間が必要
- 現地企業が優先されるため、スケジュール通りの評価が困難
- 知財保護、経済安全保障上の懸念



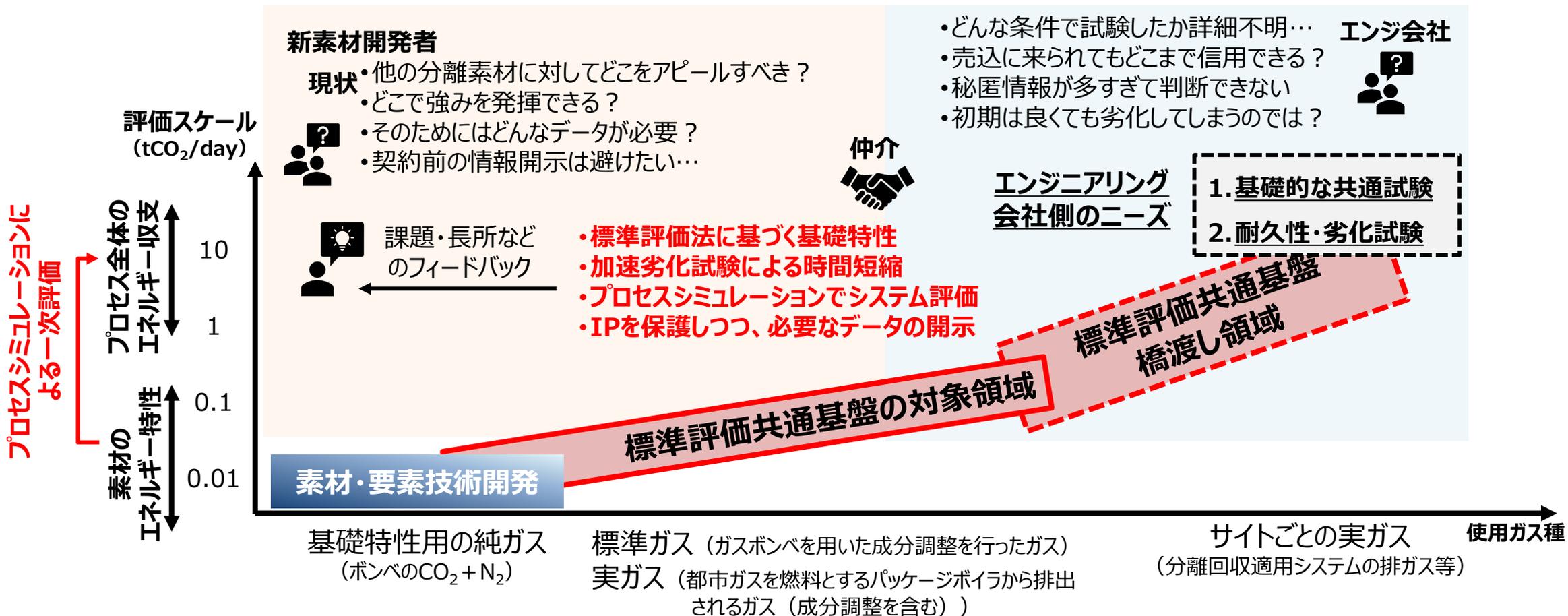
International Test Center Network (ITCN)  
CO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発を推進する世界各地の施設のグローバル連合  
(2012年設立)

目的：CO<sub>2</sub>分離回収技術の商業化を加速させる知識・情報の共有  
特に、CO<sub>2</sub>回収技術を組込んだ発電やプロセスのコスト削減を  
可能にする次世代技術

➤ 日本には試験の拠点が無い。

➤ 現在は日本のCO<sub>2</sub>回収技術は海外技術に対して優位性があるが、今後も優位性を保つためには、日本国内に実ガス試験が可能な評価基盤が不可欠

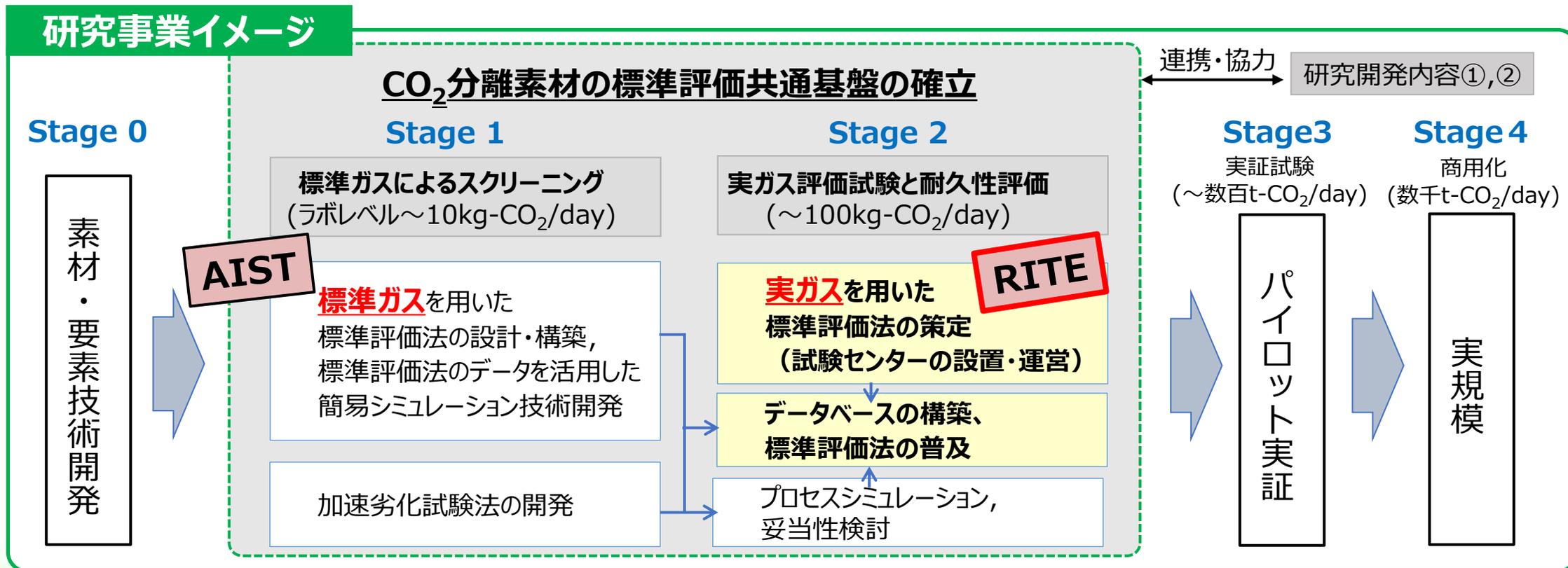
# 標準評価共通基盤：素材開発強化と橋渡し機能



- ✓ 整備された共通設備による素材開発側の研究障壁の低下
- ✓ プロセス開発側での多数の革新素材候補に対するスクリーニング負担の軽減

# 本事業 ～標準ガスから実ガス評価への展開～

【目的】 分離素材の中立かつ公平な評価を可能にするために、低圧・低濃度排ガス（大気圧、CO<sub>2</sub>濃度10%以下）を対象とした実ガス試験センターを新設し、標準評価法を確立する。



# 事業スケジュール

## グリーンイノベーション基金事業／CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発プロジェクト

★:ステージゲート

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
① 天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO <sub>2</sub> 分離回収技術開発・実証	性能向上, プロセス開発		★	ベンチ装置調達・建設		★	建設, 実ガス実証		
② 工場排ガス等からの中小規模CO <sub>2</sub> 分離回収技術開発・実証 (5事業)	②-1	性能向上, プロセス開発		★	性能向上, スケールアップ 検討		★	建設, 実ガス実証	
	②-2, 3.4	性能向上, プロセス開発			★	スケールアップ検討		★	建設, 実ガス実証
	②-5	性能向上, プロセス開発, スケールアップ			★	建設, 実ガス実証			
③ CO <sub>2</sub> 分離素材の標準評価共通基盤の確立	評価設備設計		建設			素材評価とデータ集積		★	国際標準化検討
	統一評価手法確立			★					
連携									

GI基金事業([https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green\\_innovation/energy\\_structure/pdf/021\\_05\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/021_05_00.pdf))のスケジュールを簡略化して利用

# 標準ガスおよび実ガス

## ※ 本事業での用語の意味

標準ガス：ガスボンベを用いて成分調整を行ったガス

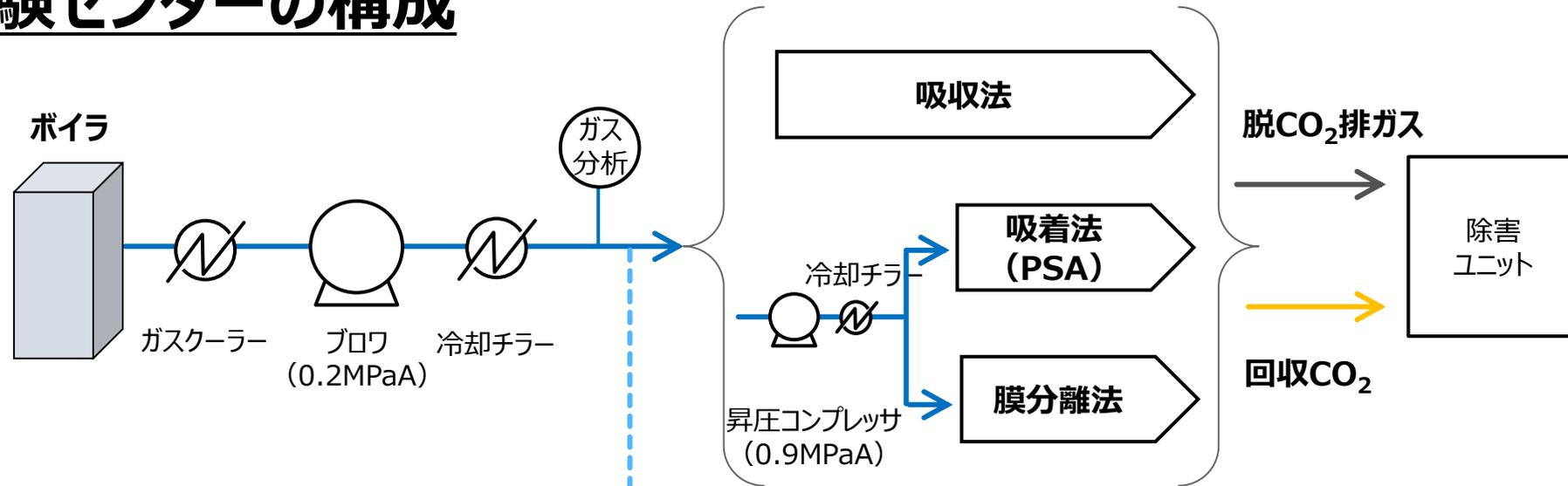
実ガス：都市ガスを燃料とするパッケージボイラから排出されるガス（成分調整を含む）

項目	ガス条件	
	標準ガス	実ガス
供給ガス	<ul style="list-style-type: none"><li>✓流量(dry)：～15 Nm<sup>3</sup>/h (max20 kg-CO<sub>2</sub>/d)</li><li>✓圧力：常圧</li><li>✓温度：30～50 °C</li><li>✓ガス種：CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、水蒸気、NO<sub>x</sub> (マスフローコントローラーで制御)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓流量(dry)：30～60 Nm<sup>3</sup>/h (max100 kg-CO<sub>2</sub>/d)</li><li>✓圧力：大気圧～0.9 MPa (Abs.)</li><li>✓温度：30～50 °C</li><li>✓ボイラ排ガス (CO<sub>2</sub>濃度8%、N<sub>2</sub>濃度87%、O<sub>2</sub>濃度5%、NO<sub>x</sub>濃度45ppm)</li></ul>
標準組成 (ドライ*)	✓CO <sub>2</sub> 濃度4%、O <sub>2</sub> 濃度～14%、N <sub>2</sub> ～82% (+NO <sub>x</sub> )	
ガス分析	✓赤外分光法、ガスクロマトグラフィ-等	

\*必要に応じて加湿条件で測定

# 素材評価に適した分離性能の評価法の構築

## 実ガス試験センターの構成



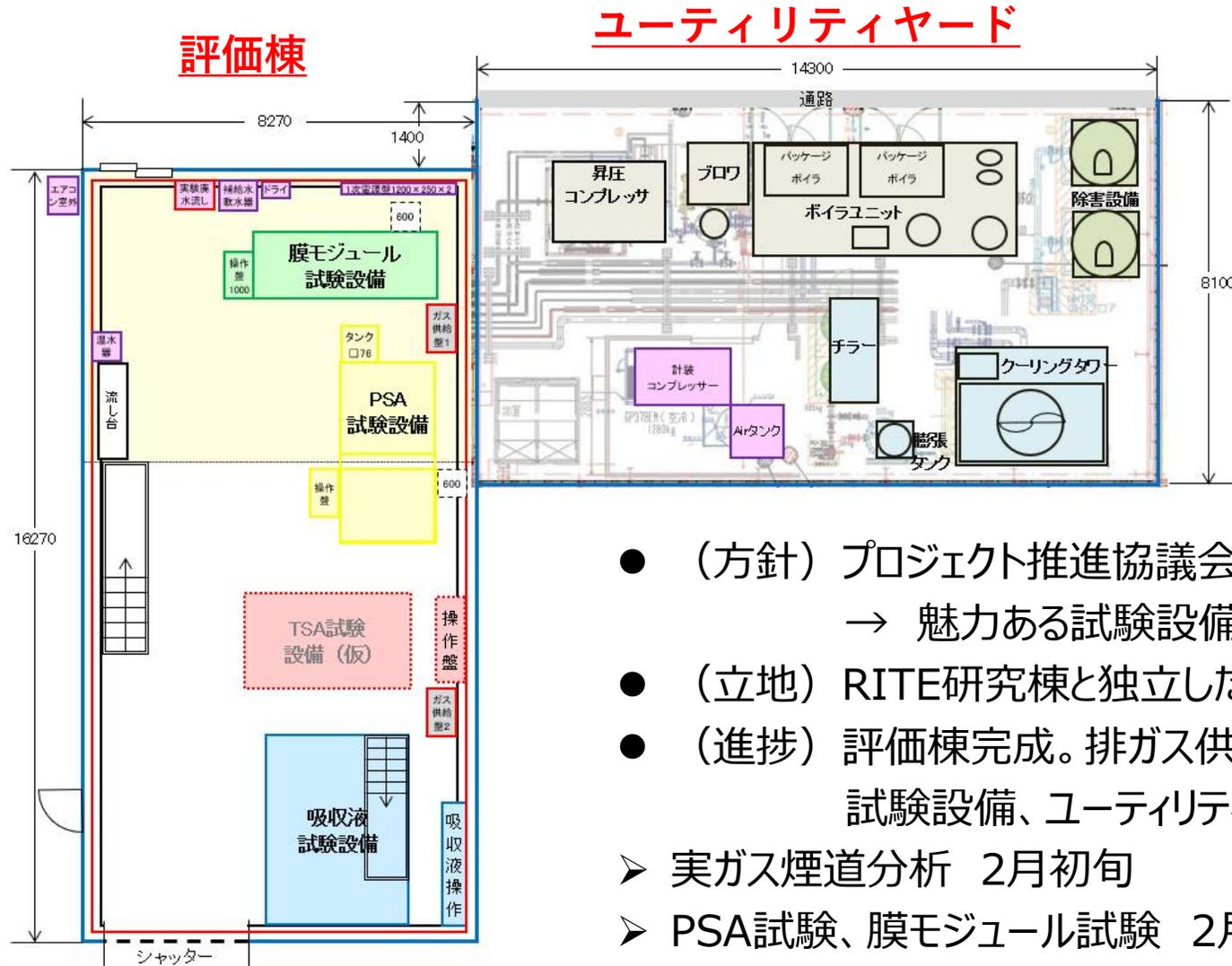
- 都市ガスボイラーを設置し、  
燃焼排ガスを供給
- 連続分離回収試験が可能
- 3種の異なるCO<sub>2</sub>分離回収技術  
(吸収法、吸着法、膜分離法)  
の分離素材評価装置を整備

➤ 各分離法に分配：1系統当たり 約100 kg/day相当



➤ 2025年度以降検討

# 実ガス試験センターの設置



評価棟 (131m<sup>2</sup> 高さ8.4m)

ユーティリティヤード (116m<sup>2</sup>)

- (方針) プロジェクト推進協議会メンバーからの意見を反映  
→ 魅力ある試験設備の実現
- (立地) RITE研究棟と独立した場所、情報セキュリティ確保。
- (進捗) 評価棟完成。排ガス供給設備、PSA試験設備、膜モジュール試験設備、ユーティリティ設備の据付完了。
- 実ガス煙道分析 2月初旬
- PSA試験、膜モジュール試験 2月試運転、3月本試験準備完了予定
- 吸収液試験設備は、6月末導入予定。

# 評価棟およびユーティリティヤード

評価棟 (2024年9月末完成)



都市ガスボイラー  
(EB-250PN)



➤ ユーティリティヤードの設備設置 (12月26日時点)

設備	仕様 (詳細設計～製作)
1. 排ガス供給設備	● 都市ガスボイラー (250kg蒸気/h規模) …各設備に対し100kg-CO <sub>2</sub> /dを堅持
2. 排ガス除害設備	● 活性炭吸着塔× 2基

(ユーティリティヤード)  
ボイラースキッド



配管類



各設備



# 吸着材試験設備(PSA)

## 設備

PSA試験設備  
(PSA: Pressure Swing Adsorption)

## 仕様 (詳細設計~製作)

- 吸着塔：250A×1800L×3塔
- 温度：30℃ 圧力：101~900kPa (吸着) 10kPa (脱着) 露点：-60℃

➤ 評価棟内へ据付中 (12月13日時点)



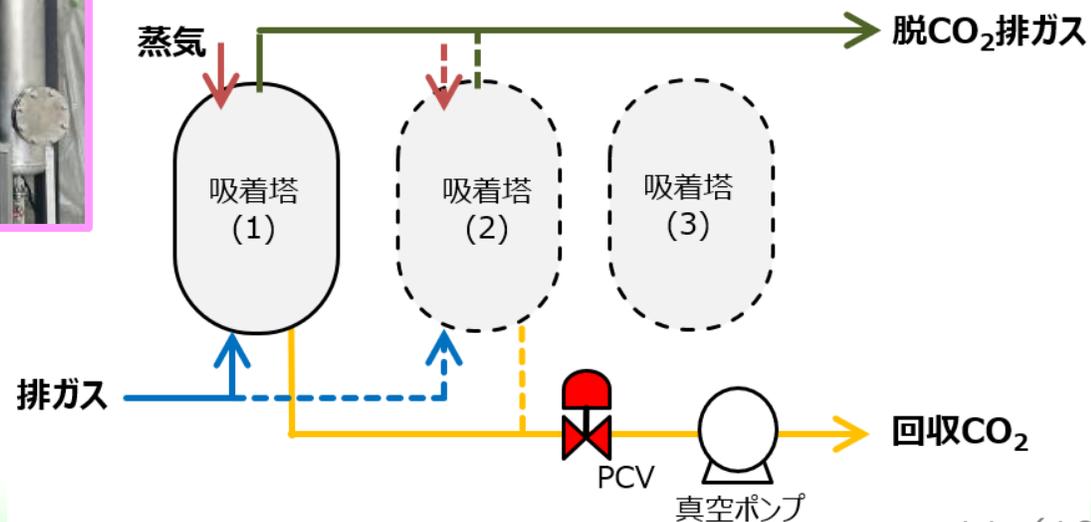
吸着塔(3塔)  
+バッファタンク



投入

ゼオライト

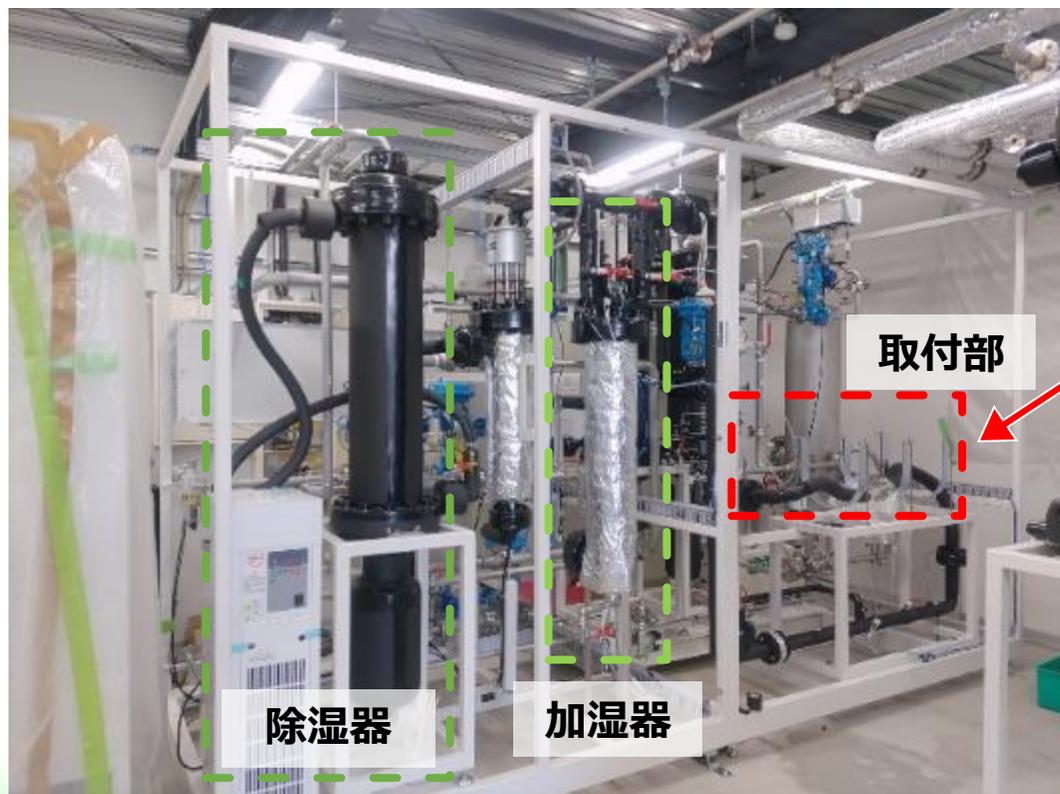
- ✓ 試験材の充填量：約200kg
- ✓ 工程時間：可変



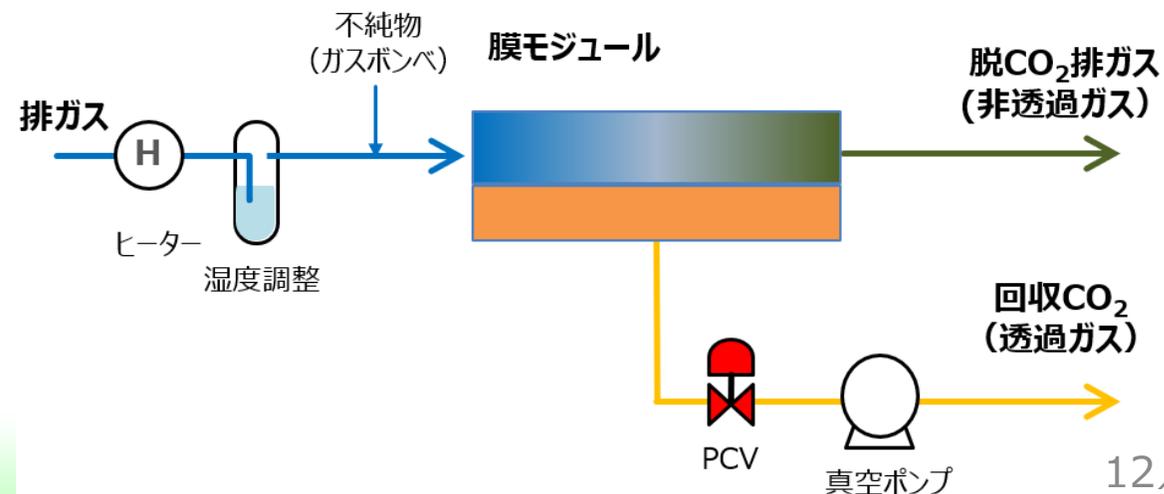
# 膜モジュール試験設備

設備	仕様（詳細設計～製作）
膜モジュール試験設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 膜モジュール： 外径0.3mφ × 長さ1m程度 … モジュール寸法によりフレキシブル配管で調整、プレート&amp;フレーム型へも対応</li> <li>● 温度： 30~85℃ 圧力： 101~900kPa（供給） 10~101kPa（透過） 露点： -15~80℃</li> </ul>

➤ 評価棟内へ据付中（12月13日時点）



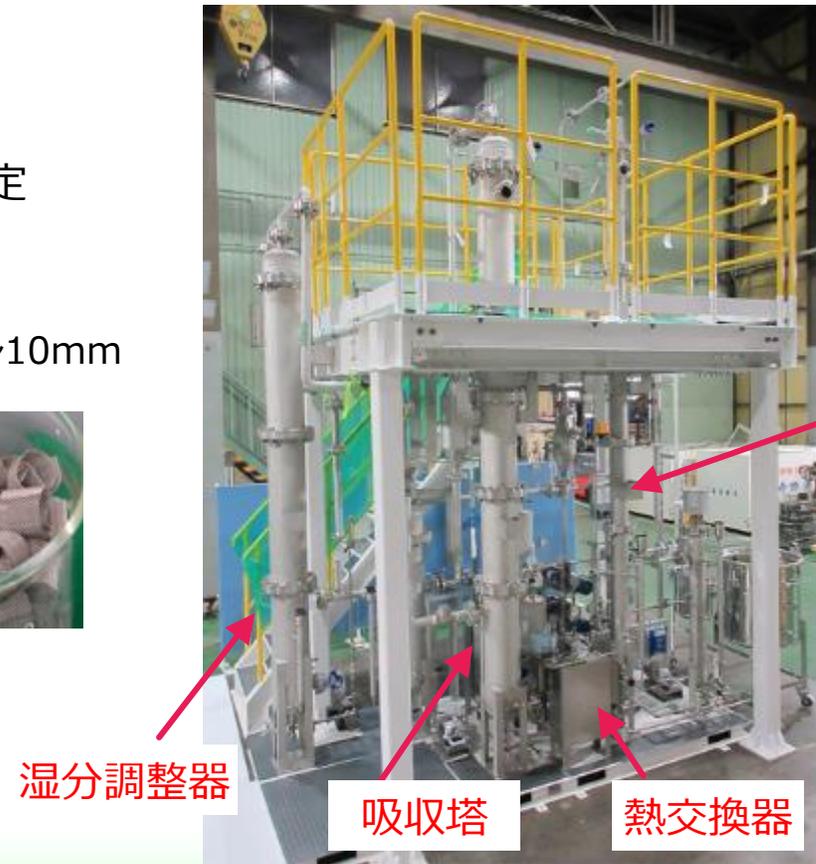
標準材 膜モジュール  
UBE製 CO<sub>2</sub>セパレーター（CO-510FS）



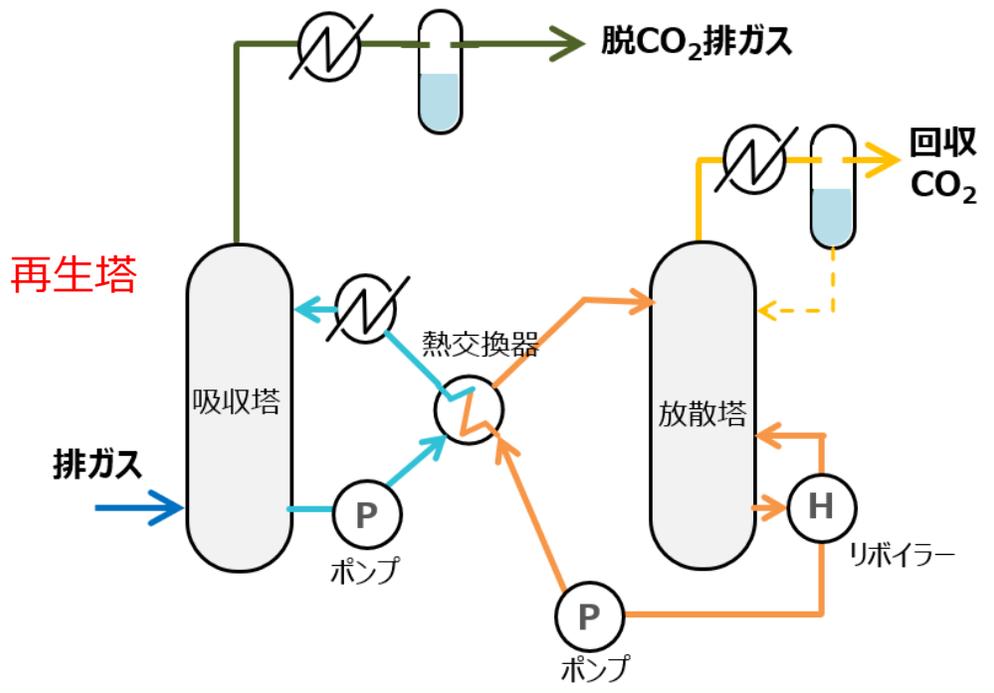
# 吸収液試験設備

設備	仕様 (詳細設計～製作)
吸収液試験設備	<ul style="list-style-type: none"><li>● 吸収塔 (充填層部) : 2mH×0.2mφ 再生塔 (充填層部) : 2mH×0.1mφ</li><li>● 吸収塔入口温度 (ガス/液) : 40℃ 再生圧力/温度 : 0.2MPa/120℃</li></ul>

- メーカー工場内で製作中。  
(2025年1月6日時点)
- 2025年6月にセンターに設置予定



✓ 吸収液の充填量 : 約70L



# 標準評価法(例、PSAの場合)

## ● 標準評価法の策定

- 中立的・公平な評価を第一目標
  - 手順および押さえるべきパラメータ設定
  - プロジェクト推進協議会メンバーからの意見を反映
- 世界に通用する評価法として確立

## 【標準評価法 概要】

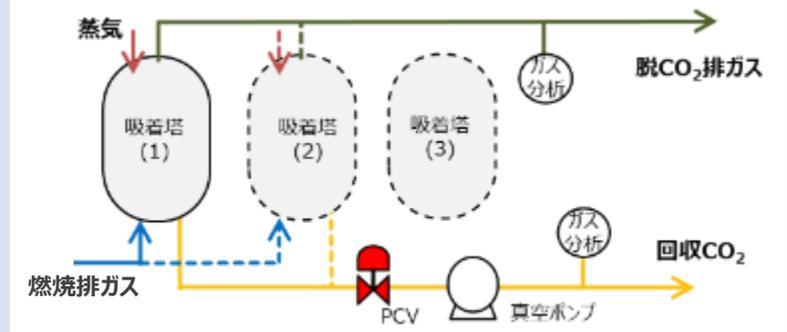
- ガス分析は、吸着塔入口ガス、オフガス、回収ガスの3点を測定位置とする。
- 回収エネルギーの算出のために、蒸気投入量及び真空ポンプ動力等についても記録する。JIS B9551(圧カスイング吸着装置-性能試験方法)を参照に装置安定化条件を記載する。(※JIS B9551ではデータ採取は10サイクル経過後)
- 測定項目は、①温度②圧力③流量④濃度⑤真空ポンプ動力(PSA)⑥蒸気投入量、とする。各項目はJISやISOに準拠した方法で測定する。
- 評価項目は、①回収CO<sub>2</sub>純度②CO<sub>2</sub>回収量③CO<sub>2</sub>回収率④所要電力、エネルギー原単位

## 【具体的な情報収集】

### ● 標準材 (Zeolite 13X) の評価

- 実ガス試験・・・試験の必要量 (約180kg) 準備, 前処理の必要性検討
- 試験方法の検討・・・吸着・洗浄・脱着等のサイクルの検討
  - ※既往の研究では、塔数、ステップ数、時間など様々
  - ※3塔式3,4,6ステップのシーケンスを調査
  - ⇒ 装置の試験条件や標準評価法に反映

実ガス試験センター設備：3塔式P(V)SA

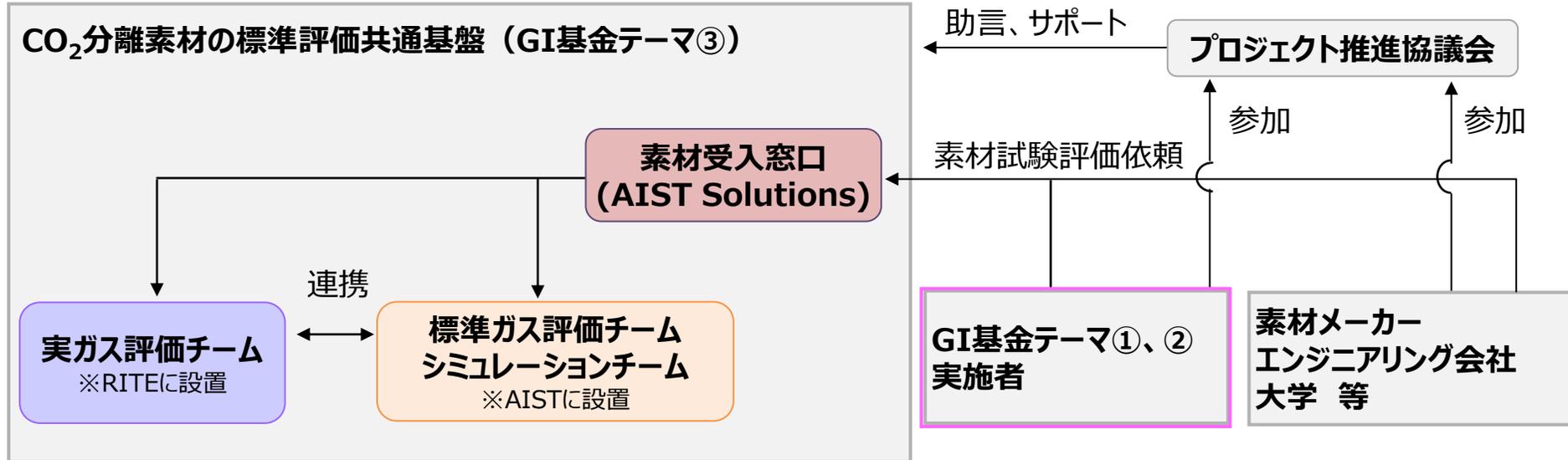


# 各分離回収技術の標準分離素材

分離技術	標準分離素材	選定理由
吸収法	モノエタノールアミン (MEA) アミノメチルプロパノール (AMP) +ピペラジン (PZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>MEAは、第一世代吸収液として多くの知見があり、装置および試験法の確認のベンチマークとして最適</li> <li>AMP/PZは、第二世代標準吸収液として検討されている (IEAGHGのテクニカルレポートでも次世代標準液の代表例と掲載されている) <ul style="list-style-type: none"> <li>-AMP/PZは、MEAに対して再生熱量が小さい (AMPがヒンダードアミン)</li> <li>-PZを助剤として入れることで反応速度が向上</li> <li>-劣化耐性が高い</li> </ul> </li> </ul>
吸着法	ゼオライト (13X)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゼオライトは国内外の複数のプロジェクトにおける実証試験で利用されており、多くの知見があるため、標準評価法の妥当性検証のベンチマークとして最適</li> <li>安定な分離素材であり、保管状態等に由来する劣化の懸念なし</li> <li>大量製造されており、入手が容易</li> </ul>
膜分離法	高分子膜 (ポリイミド) 無機膜 (ゼオライト)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポリイミド膜およびゼオライト膜はCO<sub>2</sub>分離膜として使用実績があり、標準評価法の妥当性検証に最適</li> <li>製造・販売されており、入手が容易</li> <li>異なる分離メカニズムにも対応 (ポリイミド膜は溶解拡散、ゼオライト膜は分子ふるい)</li> </ul>

# 評価基盤の運営に関して(案)

2025年2月素材受入オープン



- 素材受入窓口** : 素材評価のファイアーウォール構築に重要となる組織、AIST Solutions(AISol)\*に設置(予定)
- 実ガス評価チーム** : 実ガス試験センター（実ガス試験設備）を設置・運用するRITEを中心とするチーム
- 標準ガス評価チーム** : 標準ガス試験での評価技術の開発を担当するAISTを中心とするチーム
- シミュレーションチーム** : 簡易評価ツールの提供や使用のサポートを担当するAISTを中心とするチーム
- プロジェクト推進協議会** : プロジェクト実施者、GI基金①②実施者、素材メーカー、エンジニアリング会社等で構成

\*AIST Solutions: 2023年度に設立。企業と産総研との共同研究、受託（請負）研究及び技術コンサルティングについて、AISolが契約主体となり契約手続きを行い、産総研グループとして事業を推進。

# 実ガス試験センター運用計画

## 試験計画（案）

3カ月1枠（1カ月相当連続試験 事前2週間で準備／事後1カ月で後仕舞）



	2025年				2026年				2027年			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
吸収液試験設備		→	→		→	→	→		→	→	→	
PSA試験設備	→	→	→		→	→	→				→	→
TSA試験設備					→	→	→		→	→	→	
膜モジュール試験設備	→	→	→				→	→	→	→	→	
単膜試験設備						→	→			→	→	

### ● 外部試験サンプル受入（センター利用）の流れ



### ● 費用

実ガス試験実費：光熱水費、労務費を利用者へ請求。1枠を1設備3カ月と想定。

物性試験、分離素材の分析・解析、技術コンサルティングなど実ガス試験センター外の費用は別途協議

ご清聴ありがとうございました。



【謝辞】

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業「グリーンイノベーション基金事業(JPNP21014)の結果得られたものです。