

# 「CO<sub>2</sub>分離回収・有効利用技術開発の動向と RITEの取り組みについて」

2024年2月7日

(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)

化学研究グループ

余語 克則



# 本日の内容

- 内外の動向と化学研究グループの取り組み
- 化学吸収液開発
- 固体吸収材開発 (→木下主任研究員)
- 膜分離・有効利用技術開発 (→瀬下主任研究員)
- 産業連携部門の活動

戦略協議会

CO<sub>2</sub>分離回収の共通基盤整備(GI基金事業)

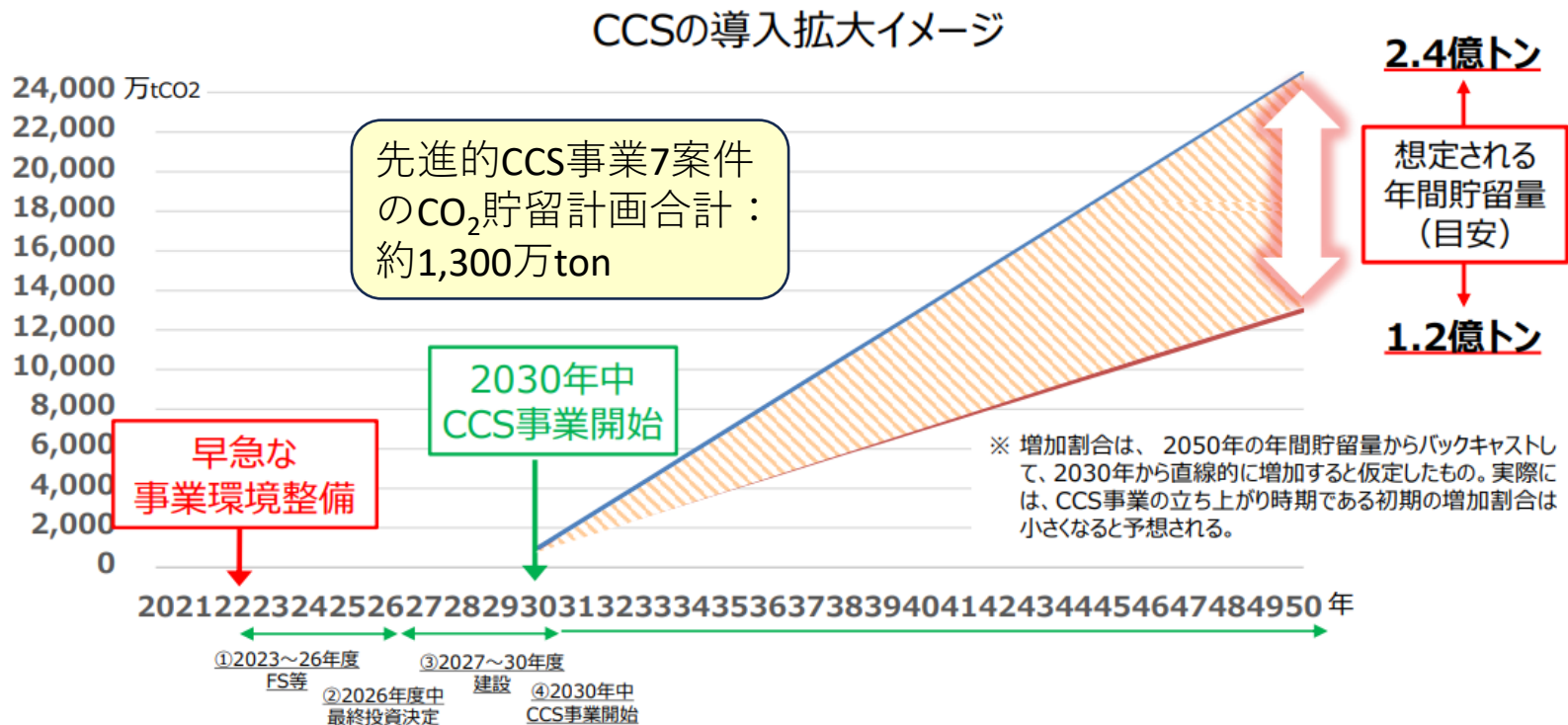
# IPCC報告書の評価と国際交渉、国内の動き

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/ipcc.html>をもとに加筆作成

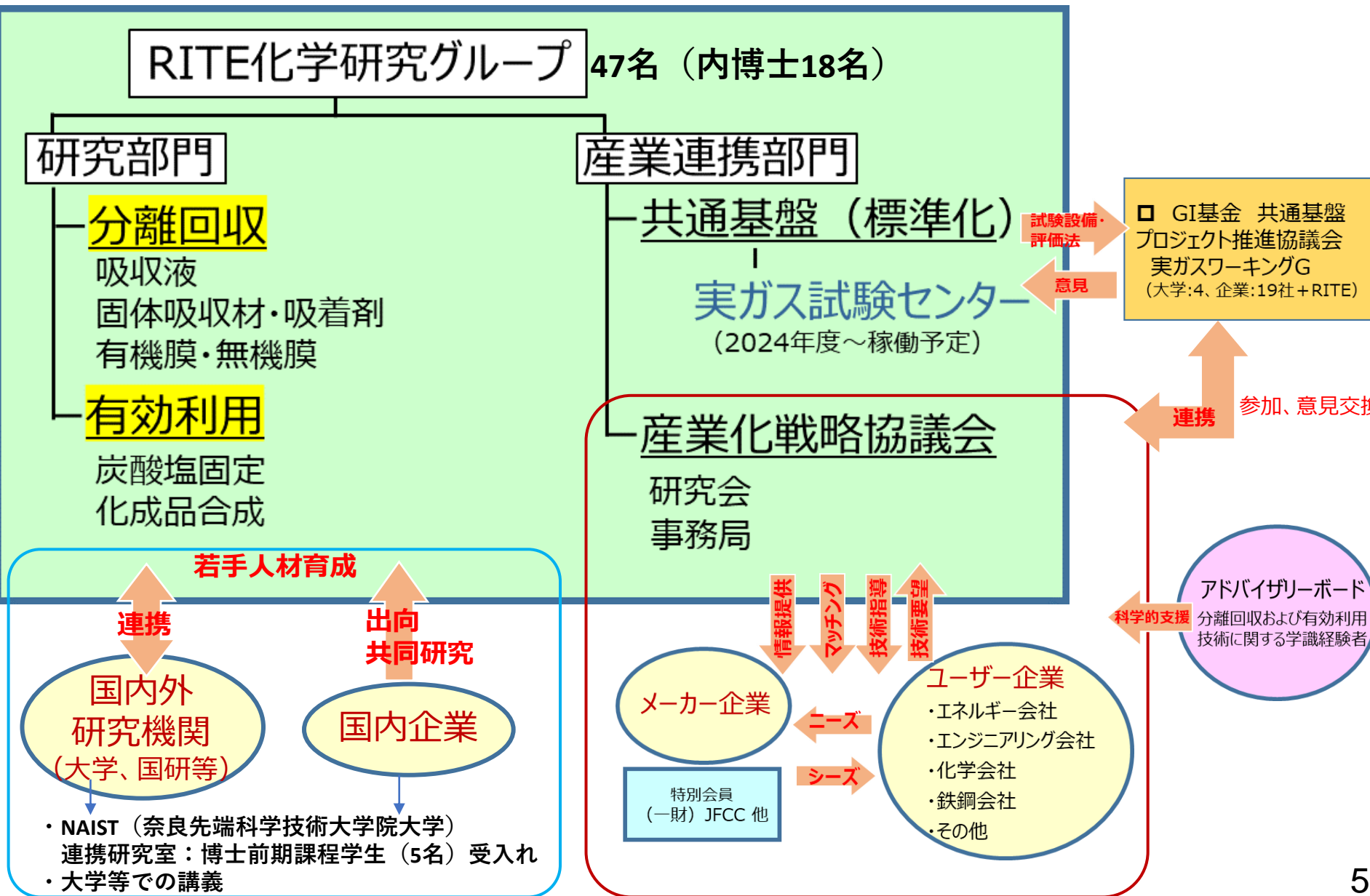
	科学的な知見 (IPCC)	国際交渉 (UNFCCC)、国内の動き
1990	<p>1990年 第1次評価報告書 (FAR)</p> <p>気温上昇を生じさせるだろう</p>	<p>1992年 国連環境開発会議 (地球サミット)</p>
1995	<p>1995年 第2次評価報告書 (SAR)</p> <p>影響が全地球の気候に表れている</p>	<p>1994年 気候変動枠組条約発効</p>
2000	<p>2001年 第3次評価報告書 (TAR)</p> <p>可能性が高い (66%以上)</p>	
2005	<p>2007年 第4次評価報告書 (AR4)</p> <p>可能性が非常に高い (90%以上)</p>	<p>1990年度比▲6% (2008~2012第一約束期間)</p>
2010	<p>2013-14年 第5次評価報告書 (AR5)</p> <p>可能性が極めて高い (95%以上)</p>	<p>2010年 COP16 (カンクン合意)</p> <p>(2012~2020第二約束期間: 日本不参加)</p>
2015	<p>2018年 1.5°C特別報告</p> <p>(1.5°Cシナリオに言及)</p>	<p>2015年 COP21 (パリ協定)</p> <p>2°Cより十分低く保ち、1.5°Cに抑える努力をする</p>
2020	<p>2021-22年 第6次評価報告書 (AR6)</p> <p>疑う余地がない</p>	<p>2016年 2013年比3030年26%削減 (2050年までに80%削減) 目標</p> <p>2020年10月 2050年カーボンニュートラル宣言 (菅首相)</p> <p>2021年4月 2030年目標を46%に引き上げ (1.5°C目標に整合)</p> <p>2021年 COP26 (パリ協定ルールブック完成)</p> <p>2023年5月 GX推進法成立 (カーボンプライシングの導入)</p> <p>2024年 国会でCCS事業法審議予定 (貯留権、試掘権等)</p> <p>2028年度~ 化石燃料賦課金の導入</p> <p>2033年度~ 排出量取引制度の導入</p>

## 2030年までのCCS事業開始に向けた事業環境整備の必要性

- IEAによる試算から推計すると、2050年時点のCCSの想定年間貯留量は年間約1.2～2.4億tが目安。2030年にCCSを導入する場合、2050年までの20年間の毎年、約600～1,200万tずつ年間貯留量を増やしていく必要。
- 2030年CCS導入の先送りは2050年カーボンニュートラルの実現に必要な年間貯留量の確保が困難となる懸念がある。

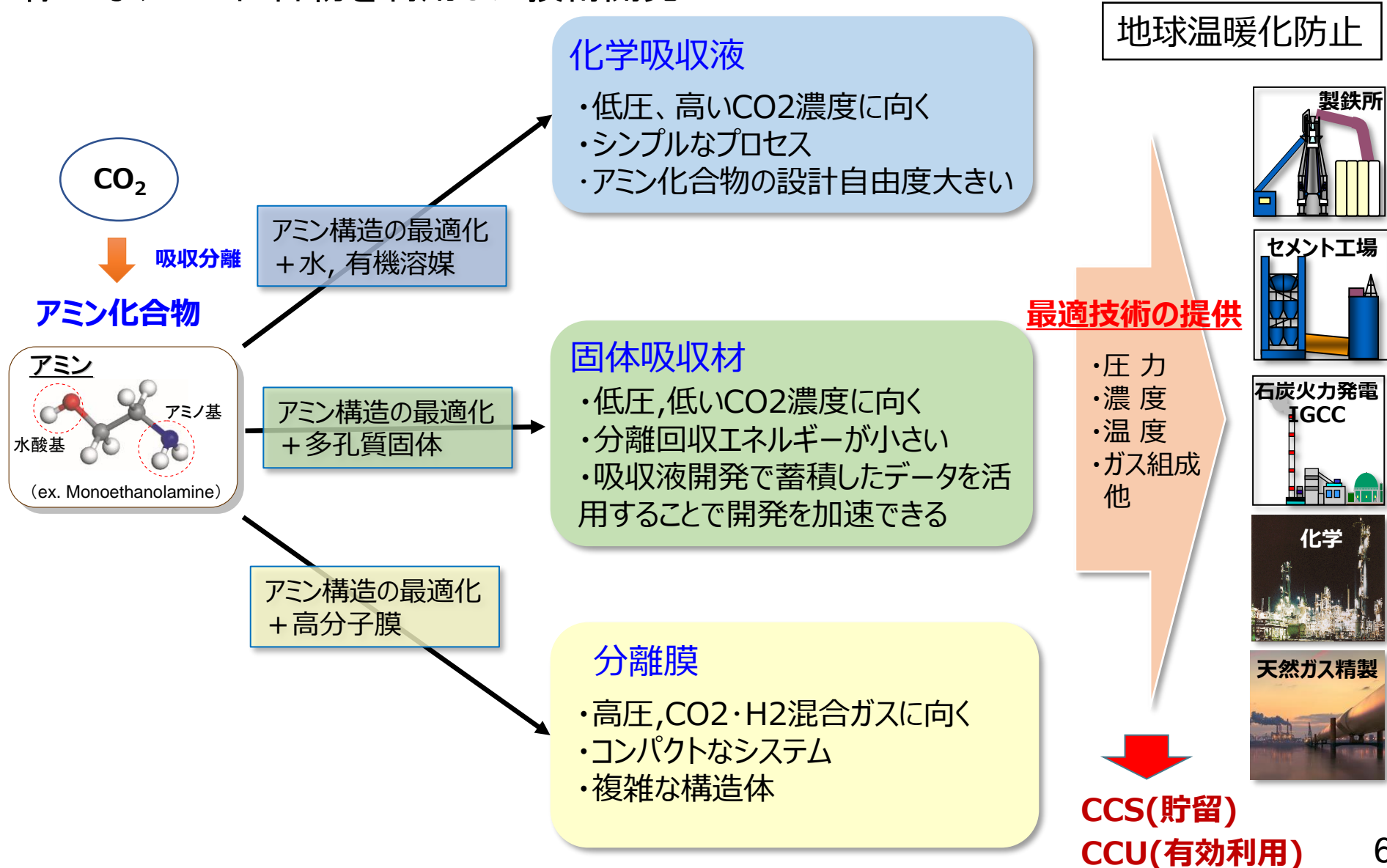


# RITE化学研究グループの取り組み



# RITEのCO<sub>2</sub>分離回収のキーテクノロジー

## 様々なアミン化合物を利用した技術開発





# RITEにおけるCO<sub>2</sub>分離回収技術の研究開発

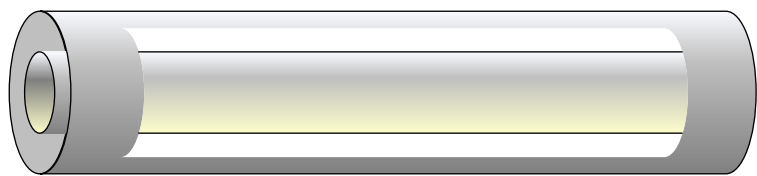
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
<b>高圧ガス (1~3 MPa)</b> <b>分離膜</b>	ポリイミド膜* (常圧用)	膜材料開発	膜組成・製膜法	エLEMENT化・実ガス試験	大規模化、システム検討	二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発	IGCC 用途展開 (水素製造プラント等)
<b>高炉ガス/ 燃焼排ガス (13~22% CO<sub>2</sub>)</b> <b>アミン吸収液</b>	COURSE50	1 ton-CO <sub>2</sub> /day COCS	30 ton-CO <sub>2</sub> /day Phase I STEP1	ESCAP® (室蘭) Phase I STEP2	ESCAP® (新居浜) (熱風炉排ガス) Phase II	(石炭火力燃焼排ガス) GI基金	産業利用 高性能化
<b>燃焼排ガス (3~13% CO<sub>2</sub>)</b> <b>固体吸収材</b>			~3 kg-CO <sub>2</sub> /day (ラボ試験@RITE) 二酸化炭素固体吸収材等研究開発事業	5 t-CO <sub>2</sub> /day (ベンチスケール試験@KHI) 先進的二酸化炭素固体吸収材実用化研究開発	40 ton-CO <sub>2</sub> /day (パイロットスケール試験@発電所) 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	GI: 天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO <sub>2</sub> 分離・回収プロセス商用化の実現	大規模化 用途展開
<b>大気 (400ppm)</b> <b>固体吸収材</b>					材料探索	ラボ試験 kg-CO <sub>2</sub> /day	ムーンショット型研究開発事業 ベンチスケール試験 @大阪万博

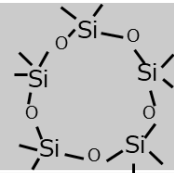
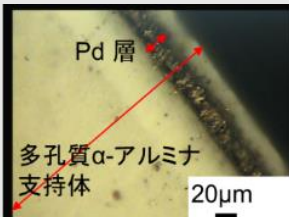
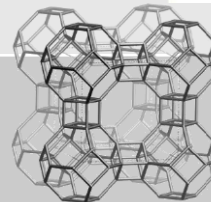
# RITEのCO<sub>2</sub>有効利用のキーテクノロジー

## 無機膜を利用した技術開発

➢ 高い分離特性、耐熱性、化学安定性、耐酸・塩基性、機械強度(圧力)

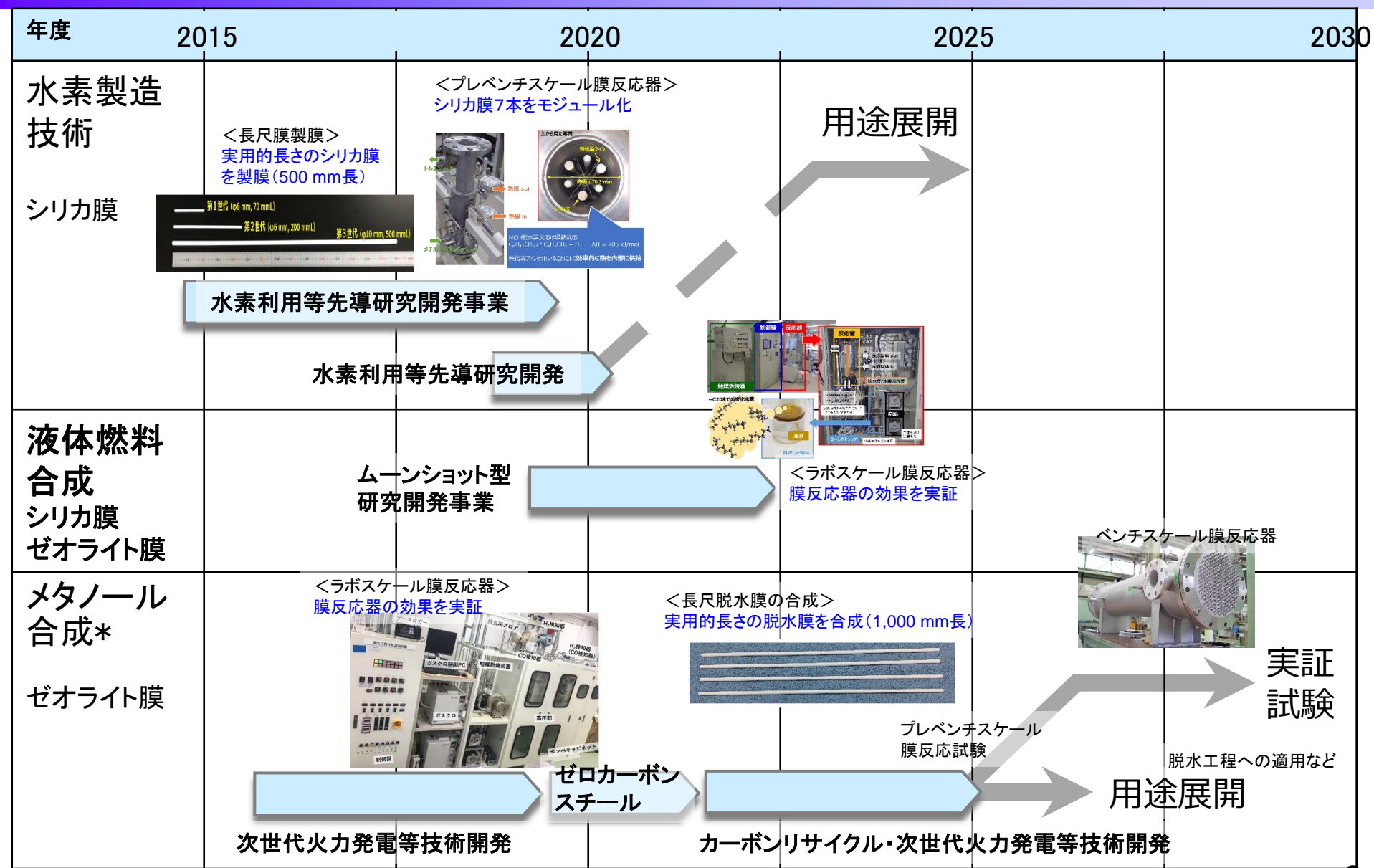
多孔質セラミック管表面近傍に**付与(シリカ、パラジウム、ゼオライト)**



膜	分離目的	特長	製法
シリカ	水素透過	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆膜構造設計の自由度</li> <li>◆高い水素透過性能</li> </ul>	 対向拡散CVD法 CVD; Chemical vapor deposition (化学蒸着)
パラジウム	水素透過	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆理論的には水素以外は透過しない(水素吸蔵金属)</li> <li>◆耐久性向上とコスト低減の可能性(従来技術の課題を解消)</li> </ul>	 RITE独自の無電解めっき法 (細孔充填型)
ゼオライト	CO <sub>2</sub> 分離 脱水	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆結晶構造に由来する均一な細孔</li> <li>◆特異的な吸着性能</li> </ul>	 水熱合成法



# RITEにおけるCO<sub>2</sub>有効利用技術の研究開発(無機膜利用技術)

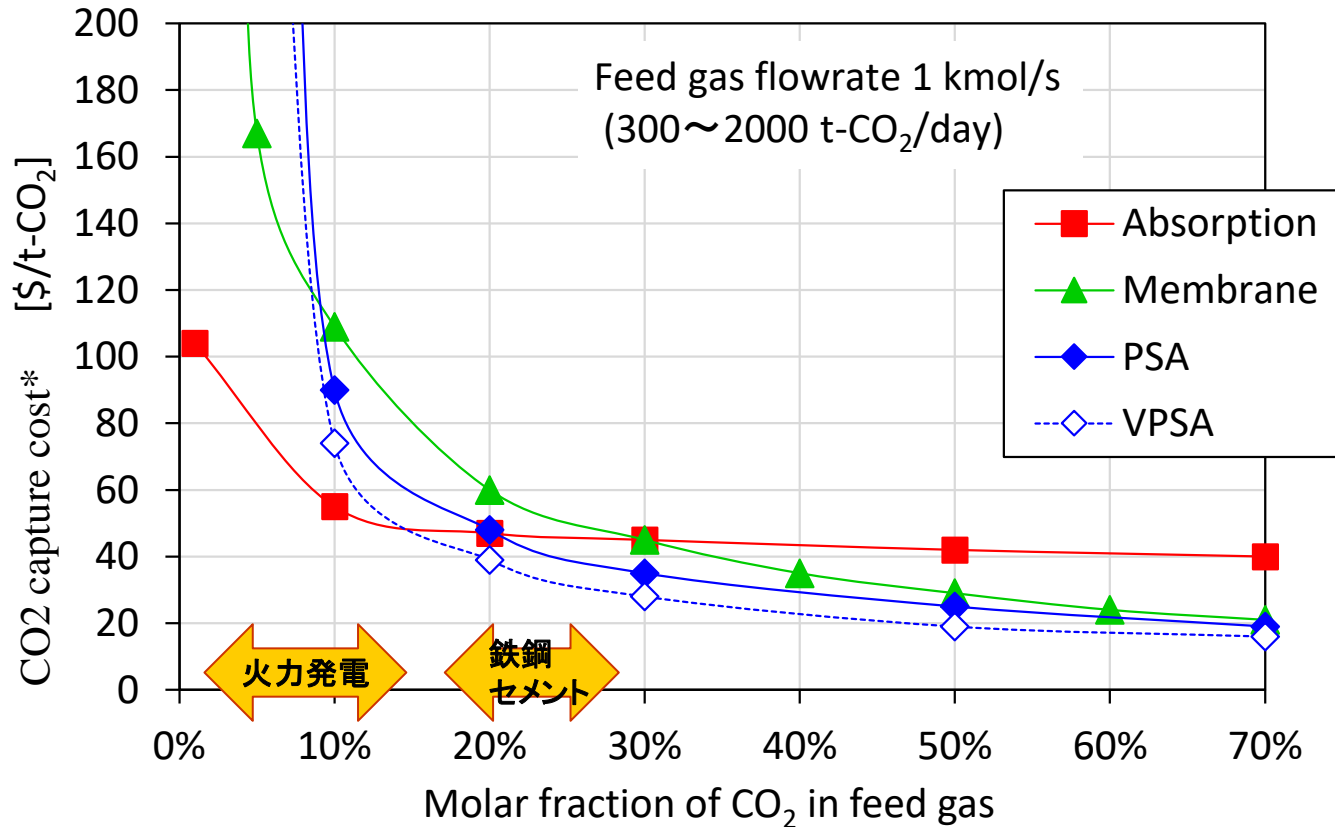


\*化学的CO<sub>2</sub>固定化プロジェクト(1990~1999)

# R05化学研究グループ実施事業(国プロ)

技術	適用先	CO <sub>2</sub> 濃度	事業名	体制	期間 (現行Phase)
吸収液	高炉ガス	20～22%	グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト／高炉を用いた水素還元技術の開発／外部水素や高炉排ガスに含まれるCO <sub>2</sub> を活用した低炭素化技術等の開発／C-2: CO <sub>2</sub> の分離・回収技術	NEDO事業 ・日本製鉄 ・RITE	2021～ 2029
固体吸収材	発電所 (石炭火力)	13～15%	カーボンリサイクル・次世代火力発電事業/CO <sub>2</sub> 分離回収技術の研究開発/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	NEDO事業 ・KHI ・RITE、 ・名古屋大(再委託)	2020～ 2024
固体吸収材	天然ガス火力	3～5%	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／低圧・低濃度CO <sub>2</sub> 分離回収の低コスト化技術開発・実証／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／天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO <sub>2</sub> 分離・回収プロセス商用化の実現	NEDO事業 ・千代田化工建設 ・JERA ・RITE	2022～ 2030
固体吸収材	大気	400 ppm	ムーンショット型研究開発事業/地球環境球再生に向けた持続可能な資源循環を実現/大気中からの高効率CO <sub>2</sub> 分離回収・炭素循環技術の開発	NEDO事業 ・金沢大 ・RITE ・MHI(再委託)	2020～ 2024 (2029)
分離膜 (有機膜)	IGCC 水素製造装置	40% (～3MPa)	カーボンリサイクル・次世代火力発電事業/CO <sub>2</sub> 分離回収技術の研究開発/二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発/高性能CO <sub>2</sub> 分離膜モジュールを用いたCO <sub>2</sub> -H <sub>2</sub> 膜分離システムの研究開発	NEDO事業 ・MGM技術研究組合	2021～ 2023
分離膜 (無機膜)	有効利用(メタノール合成)	回収後の 高濃縮CO <sub>2</sub> を利用	カーボンリサイクル・次世代火力等発電技術開発/CO <sub>2</sub> 排出削減・有効利用実用化技術開発/化学品へのCO <sub>2</sub> 利用技術開発/CO <sub>2</sub> を用いたメタノール合成における最適システム開発	NEDO事業 ・JFEスチール ・RITE	2023～ 2025
吸収液 吸着剤 分離膜 等	各種燃焼排 ガス	10%以下	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／低圧・低濃度CO <sub>2</sub> 分離回収の低コスト化技術開発・実証／CO <sub>2</sub> 分離素材の標準評価共通基盤の確立	NEDO事業 ・産総研 ・RITE	2022～ 2030

# 各種CO<sub>2</sub>分離プロセスの原料ガスCO<sub>2</sub>濃度と処理コスト



原料ガスCO<sub>2</sub>濃度(常圧ガス)と各種CO<sub>2</sub>分離プロセス効率シミュレーション

(\*PSA/VPSAの脱水、CO<sub>2</sub>回収(90%)および圧縮(150bar)コストを含む)

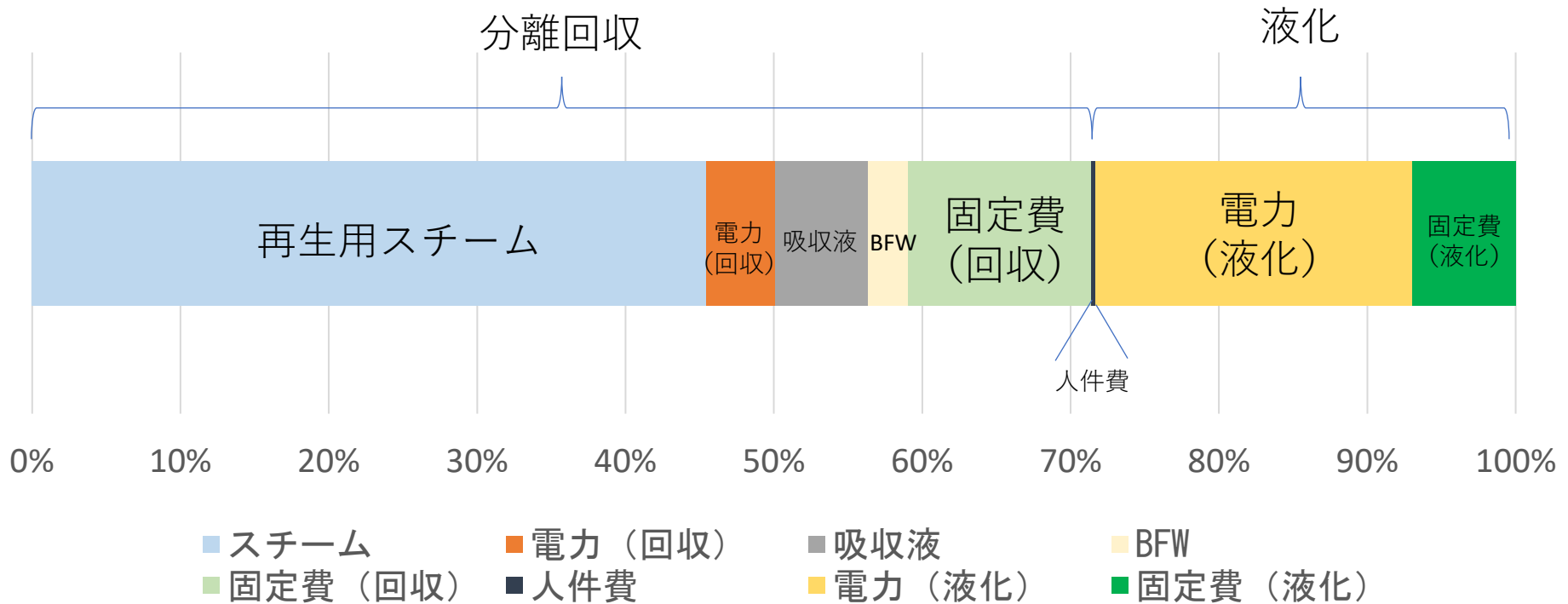
(出典: Hasan, M, et.al., *Industrial & Engineering Chemistry Research* (2012), 51, 48, 15665-15682.)

原料ガスCO<sub>2</sub>濃度低(火力発電) → 化学吸収法が有利

原料ガスCO<sub>2</sub>濃度中(鉄鋼高炉) → 化学吸収法 ≒ (物理)吸着分離法

(高圧ガス(原料ガスCO<sub>2</sub>濃度高(IGCC、天然ガス) → 物理吸収(吸着)法/膜分離法が原理的に有利) 11

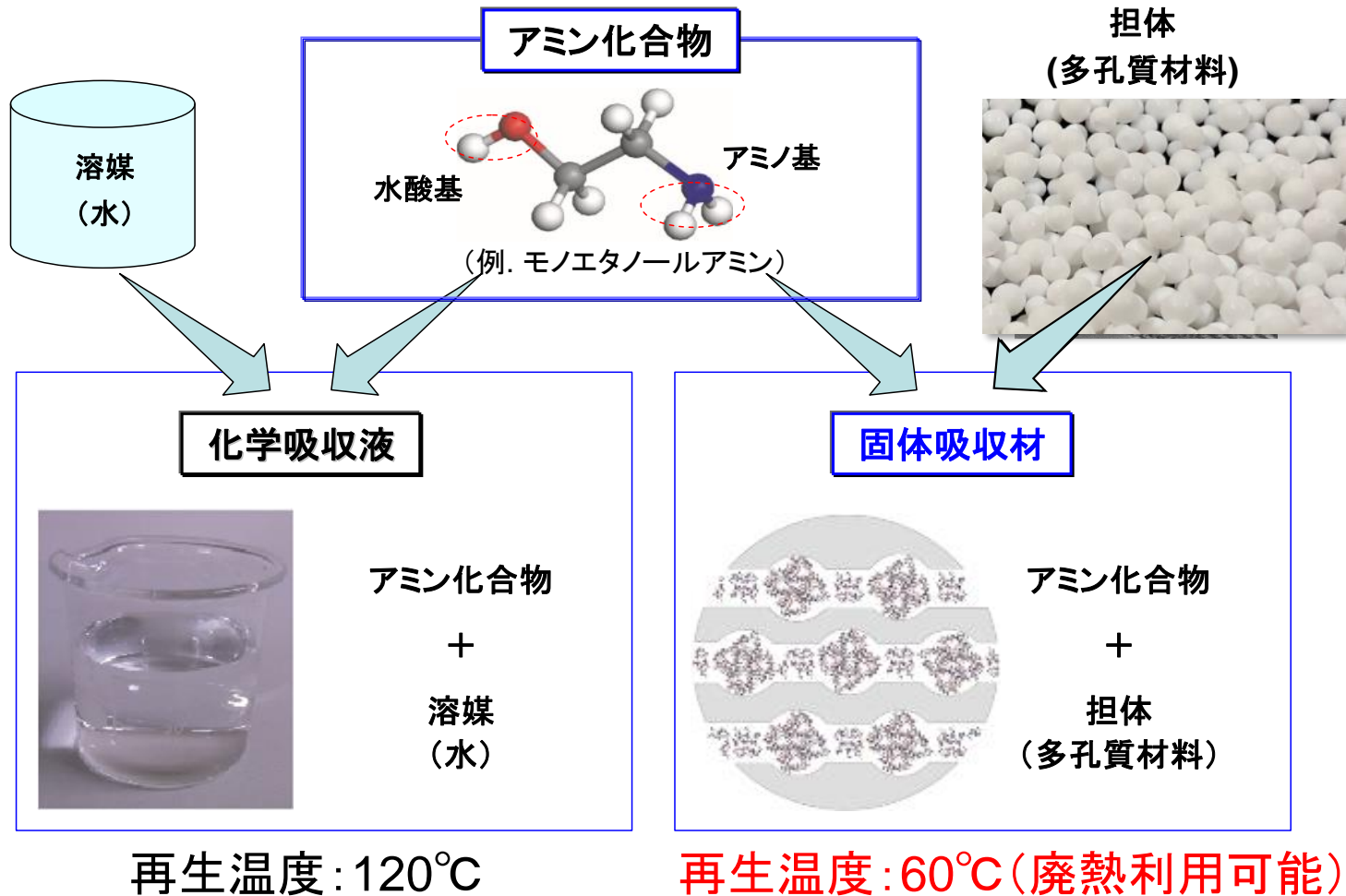
# 化学吸収法(Post-combustion)によるCO<sub>2</sub>分離回収コスト内訳\*



\*電力単価10円/kWh、スチーム単価2,000円/t、吸収液原液単価600円/kgとして試算（石炭火力発電所から467 t/h-CO<sub>2</sub>回収ケース）

再生スチームのコストが半分程度 ⇒ 再生エネルギー低減が重要

# 化学吸収液と固体吸収材



固体吸収材:

- ◎ 比熱の高い水溶媒に替わり**低比熱の多孔質材料**を担体に用いて再生に必要な**エネルギー**を低減.
- ◎ 溶媒の揮発が無い**ため蒸発潜熱としての熱ロスが無**.

化学吸収液:

- ◎ 水の顕熱、蒸発潜熱が必要 → 非水溶媒系、2相分離系等の開発

# 吸収液開発の海外動向：(米国DOE※)

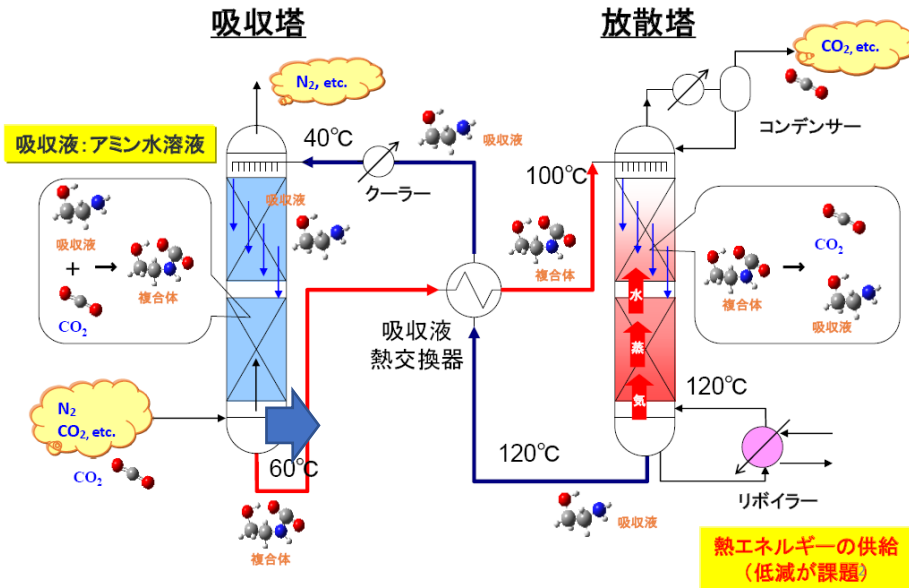
研究機関	液、性能	規模	特徴、動向等 (★:液開発が主テーマ)	主適用先
University of Illinois, Linde、BASF	新規アミン水溶液; 2.3GJ/t-CO <sub>2</sub> (Optimized BASF OASE® blue solvent)	パイロット (10MW)	★ Linde-BASF吸収液を用いた大規模なパイロット試験(建設中)	燃焼後石炭
SRI International	新規Mixed-Salt系吸収液(K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -NH <sub>3</sub> -amine-H <sub>2</sub> O system); 2.2GJ/t-CO <sub>2</sub>	ベンチ Absorbers (0.25TPD)	★ 新規Mixed-Salt系吸収液およびMixed-Salt Process (MSP) の開発	燃焼後石炭
RTI International	非水系吸収液; 2.6GJ/t-CO <sub>2</sub>	パイロット (12MW)	★非水系吸収液を用いたシステム。TCMでの実ガス試験	燃焼後石炭
ION Clean Energy, Inc.	非水系吸収液; 2.5~2.6 GJ/t-CO <sub>2</sub>	パイロット (0.5 MWe)	★分離性能、安定性の高い新規非水系吸収液の開発	燃焼後石炭
University of Illinois at Urbana-Champaign	相分離型吸収液; 2.2GJ/t-CO <sub>2</sub>	ベンチ (40kWe)	★相分離型吸収液を用いた分離プロセスの開発	燃焼後石炭
GTI、他	メンブレンコンタクター(MDEA利用); 回収率>90%、エネルギー性能は報告無し	パイロット (0.5 MWe)	中空糸状メンブレンコンタクター 名称“Carbo-Lock™” Hollow Fiber Contactor Technology	燃焼後石炭
GTI	現状)アミン水溶液 将来)MEA 90 wt.% and APBS 2 APBS: Amine Promoted Buffer Solutions	ベンチ (1TPD)	GTI社の新規吸収液システム(ROTA-CAP™: Process)の研究開発	燃焼後石炭

パイロットスケールの実証試験が中心。他、新規システムのベンチスケールでの研究開発。

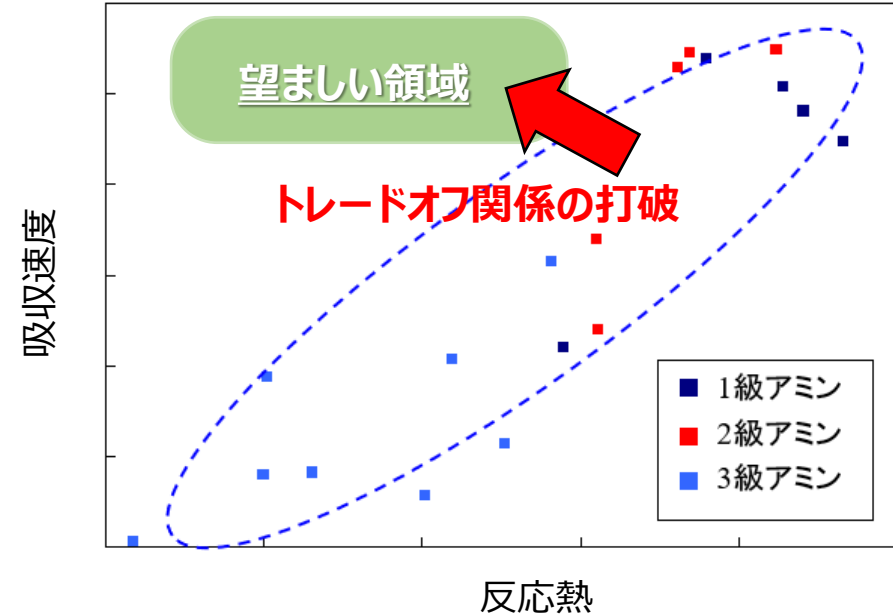


# 高性能化学吸収液の開発指針

## 化学吸収法



## 開発の方向性

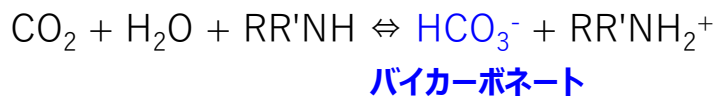


## アミン系吸収液中のCO<sub>2</sub>吸収形態



吸収速度大

反応熱大



吸収速度小

反応熱小

- 高吸収速度・高放散速度
- 高回収容量
- 低反応熱

# CO<sub>2</sub>化学吸収液の産業利用

NEDO事業COURSE50においてRITEが開発した化学吸収液の一つは日鉄エンジニアリング(株)の省エネ型CO<sub>2</sub>回収設備 (ESCAP®) に採用された



商業化1号機  
(日本製鉄室蘭製鉄所構内)



商業化2号機  
(住友共同電力新居浜西火力発電所内)

[www.eng.nipponsteel.com](http://www.eng.nipponsteel.com)

	1号機 (2014~)	2号機 (2018~)
設備規模	120 t/day	143 t/day
排出源	製鉄熱風炉	石炭火力(※)
CO <sub>2</sub> 用途	産業用CO <sub>2</sub> 製造	飼料添加物製造

※2号機は化学吸収法による石炭火力発電所の燃焼排ガスからのCO<sub>2</sub>分離回収技術として  
日本初の商業設備

# 本日の内容

- 内外の動向と化学研究グループの取り組み
- 化学吸収液開発
- 固体吸収材開発 (→木下主任研究員)
- 膜分離・有効利用技術開発 (→瀬下主任研究員)

## ▪ 産業連携部門の活動

戦略協議会

CO<sub>2</sub>分離回収の共通基盤整備(GI基金事業)

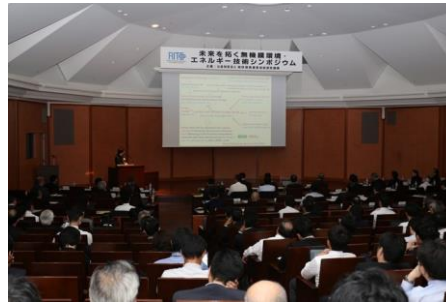
## 企業会員と共にCO<sub>2</sub>分離回収・有効利用技術の更なる活性化を図る活動を実施中 【会員企業】23社（11月30日現在）

### ◆ 共通活動

- 1) 研究会の実施
- 2) 会員限定セミナーの開催
- 3) 会員向け情報発信（ニーズ・シーズ情報、ホットピックス）
- 4) 革新的CO<sub>2</sub>分離回収・有効利用技術シンポジウムの開催



会員限定セミナーの開催



シンポジウムの開催

### ◆ 2023年度の全体スケジュール

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
総会	HP更新	情報発信	セミナー 研究会準備 HP更新	研究会準備	研究会準備 情報発信 HP更新	セミナー	膜研究会 情報発信 HP更新	CO <sub>2</sub> 研究会 情報発信	膜研究会 HP更新	シンポジウム CO <sub>2</sub> 研究会	セミナー

(1-2)

標題	Design of Silica Networks for Development of Highly Permeable Hydrogen Separation Membranes with Hydrothermal Stability		
論文誌	J. Am. Chem. Soc.	著者	Masakoto Kanezashi et al.
巻(号) 頁、年	131, 414-415, 2009	機関	Hiroshima University

無機膜は、有機膜が適用できない厳しい条件において使用可能であり、特にシリカ膜はH<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、C<sub>3</sub> 炭性体等の分離膜としての適用が検討されている。シリカ膜のH<sub>2</sub>透過性向上のために、著者らはBTESE (bis(triethoxysilyl)ethane)等のSi原子間に有機官能基を含む無機-有機ハイブリッドネットワークを前駆体とした膜を提案している。無機-有機ハイブリッドの強いネットワークにより細孔径が大きくなり、透過性が向上する。

BTESE 膜は、SiO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>中間層上にBTESE 高分子ゾルを塗布後、N<sub>2</sub>雰囲気中で焼成して作製する。温度：200°Cにおけるガス透過性を**図1-2**に示す。TEOS (tetraethoxysilane)を前駆体としたシリカ膜と比較すると、H<sub>2</sub>透過性はBTESE 膜の方が約1桁大きい。しかし、BTESE 膜はガス種の違いによる透過性の差が小さく、H<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>の分離係数は約1.000と極めて高い。これはシリカ膜の細孔径分布の違いによるものである。BTESE 膜の無機-有機ハイブリッドネットワークの最小単位はSi-C-Siであるため、TEOS 膜よりもSi原子間距離が大きく、細孔径も大きい。

BTESE 膜は熱処理(300°C, 3h)により透過性が向上する。これは、Si-C結合の一部が熱分解されるためであり、細孔径分布も変化する。

通常、水蒸気分離膜の分離係数とH<sub>2</sub>透過性はトレードオフの関係にあるが、BTESE 膜は他の無機膜に比べて、高いH<sub>2</sub>/SF<sub>6</sub>に対する分離係数(700-10,000)と高いH<sub>2</sub>透過性(10<sup>-2</sup> mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> Pa<sup>-1</sup>)を示す。また、300°Cの水蒸気雰囲気下でも透過性は変化せず、水熱耐久性が高いことが確認されている。これはBTESE 膜のSi-C-Si結合によるものである。

Si原子間に有機官能基を含むシラン化合物を前駆体としたシリカ膜の進展である。詳細は(1-1) 総説に詳しい。

**図1-2 BTESE 膜のガス透過性**  
(●: 熱処理なし, ○: 熱処理有り)  
(本文参照: Figure 2)

ニーズ・シーズ情報  
(セミナーの文献・特許紹介)

# 産業化戦略協議会の活動内容

## ◆会員限定セミナーの開催

第23回セミナー 2023年7月31日（オンライン）

1	「高分子膜でDACを目指す -超高CO <sub>2</sub> 透過分離膜の開発-」 東京都立大学 都市環境科学研究科 環境応用化学域 教授 川上 浩良 氏
2	「分離ナノ膜を用いる大気からの直接的CO <sub>2</sub> 回収」 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー研究所 教授 藤川 茂紀 氏

第24回セミナー 2023年10月2日（東京会場＋オンラインハイブリッド）

1	「New Transformational Membrane Technology Advanced to Skid Testing for CO <sub>2</sub> Capture from Flue Gases」 オハイオ州立大学 教授 W.S.Winston Ho 氏
2	「炭酸ガス製造を取り巻く現状とCO <sub>2</sub> 分離回収技術について」 エア・ウォーター株式会社 プラント・機器開発センター 貝川 貴紀 氏

第25回セミナー 2024年3月7日予定（東京会場＋オンラインハイブリッド）

1	「CO <sub>2</sub> 吸収材としてのイオン液体に関する講演（予定）」 日本大学 工学部 応用生命化学科 准教授 児玉 大輔 氏
2	「MOFを用いたCO <sub>2</sub> 分離回収技術に関する講演（予定）」 日本製鉄株式会社 技術開発本部 先端技術研究所 上代 洋 氏

# 産業化戦略協議会の活動内容

## ◆研究会の実施

### □CO<sub>2</sub>分離回収研究会

目的	国内外の研究開発状況、市場動向等の情報収集および共有化
概要	CO <sub>2</sub> 分離回収の情報収集、収集した情報に基づくロードマップに関する議論、ロードマップ作成

第1回研究会（2023年12月5日）

DAC技術の必要性、DAC Hubs Project概要、DAC Coalition企業概要紹介とディスカッション

第2回研究会（2024年2月予定）

各DAC企業の技術概要とトピックス紹介とディスカッション

### □膜反応器研究会

目的	国内外の研究開発状況、市場動向等の情報収集および共有化
概要	膜反応器の情報収集、収集した情報に基づくロードマップに関する議論、ロードマップ作成

第1回研究会（2023年11月22日）

膜反応器の全般に関する情報提供とディスカッション

第2回研究会（2024年1月予定）

CO<sub>2</sub>フリー水素製造に関する情報提供とディスカッション

問合せ先

（公財）地球環境産業技術研究機構 化学研究グループ 松好、菰野  
TEL (0774) 95-5086 e-mail: kagaku@rite.or.jp

まつよし こもの

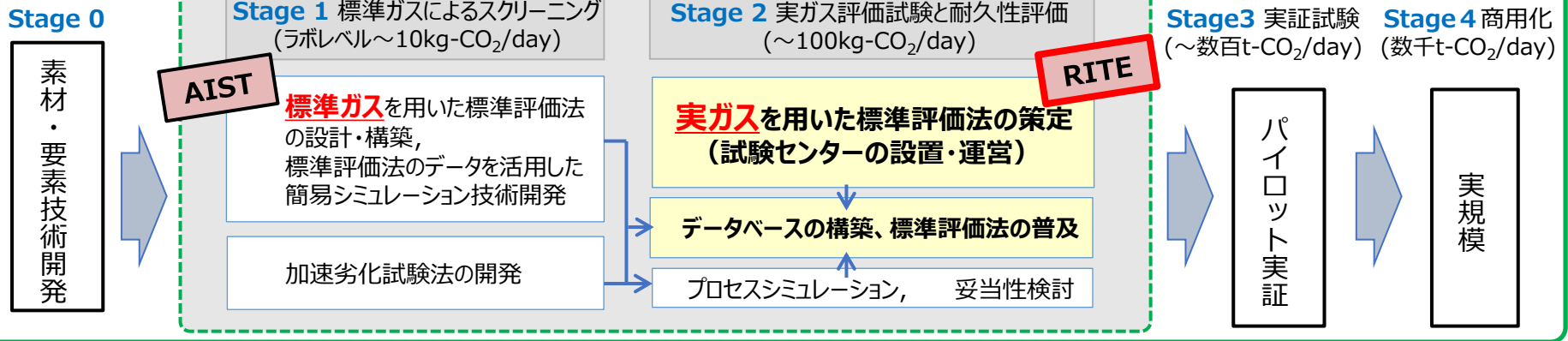


# CO<sub>2</sub>分離素材の標準評価共通基盤の確立

**【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、標準評価法を確立します。

## 研究事業イメージ

### CO<sub>2</sub>分離素材の標準評価共通基盤の確立

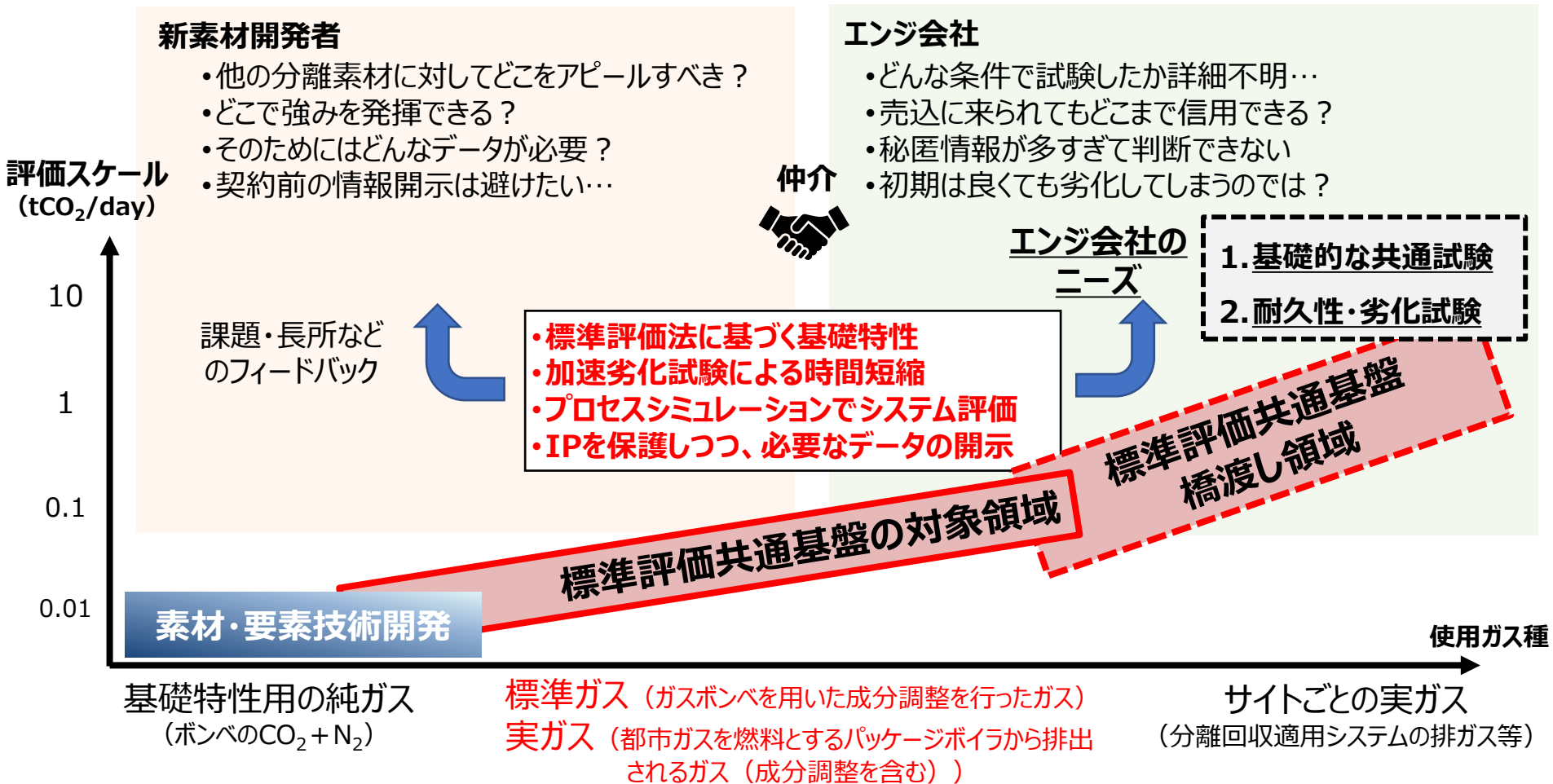


## 【グリーンイノベーション基金事業／CO<sub>2</sub>の分離回収等技術開発プロジェクトとの連携】

★：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	→	★	スケールアップ検討	→	★	建設、実ガス実証	→	→	TRL7～
	プロセス開発	→	★	TRL5～6	→	→	→	→	→	
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) (スケジュールは例、事業により異なる)	性能向上	→	★	スケールアップ検討	→	★	建設、実ガス実証	→	→	TRL7～
	プロセス開発	→	★	TRL5～6	→	→	→	→	→	
③ CO <sub>2</sub> 分離素材の標準評価共通基盤の確立	設計	→	★	素材評価とデータ集積	→	★	国際標準化検討	→	→	TRL7～
	建設	→	★	→	→	→	→	→	→	

# 事業の目的: 素材開発強化と橋渡し機能

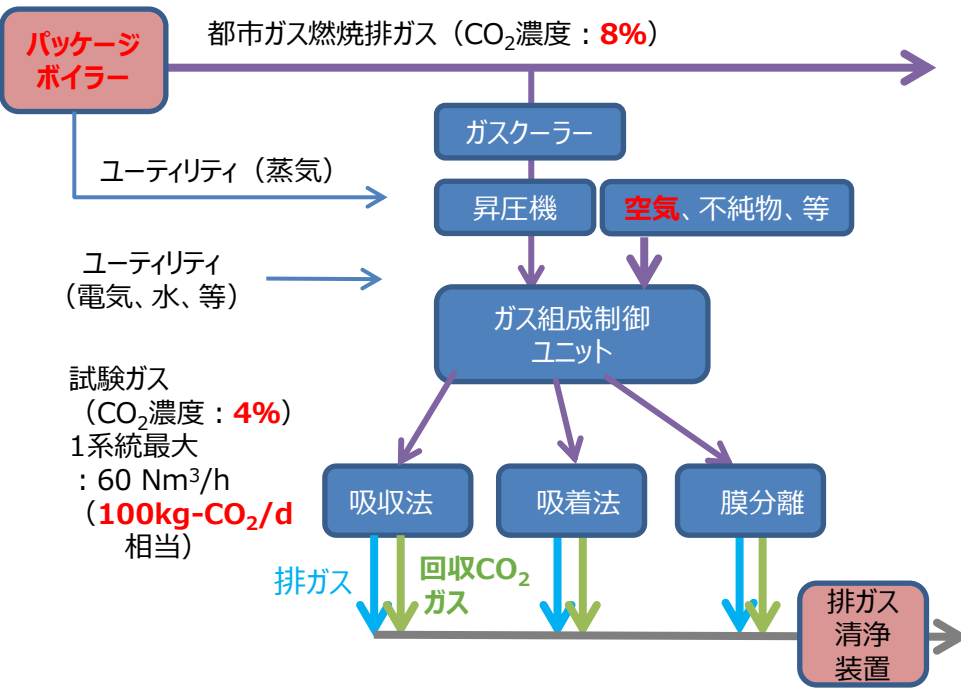


✓ 整備された共通設備による素材開発側の**研究障壁の低下**

✓ 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**

# 実ガス試験センターの概要と標準評価法

## 実ガス試験センター概要



＜導入予定のパッケージボイラー＞

項目	仕様
燃料	都市ガス13A
燃料消費量	20.3 Nm³/h
相当蒸気量	350 kg/h
最大排ガス量	1 t/d (CO₂量で)
使用電源	AC200V3相
取扱者資格	不要



## 標準評価法

### 中立かつ公平な評価を実現する

- ✓ 吸収法、吸着法、膜分離法を対象
- ✓ 各手法に対し、標準評価材および標準測定条件を規定



評価装置の正しさを確認、実ガスと標準ガスとで揃え、比較可能とする



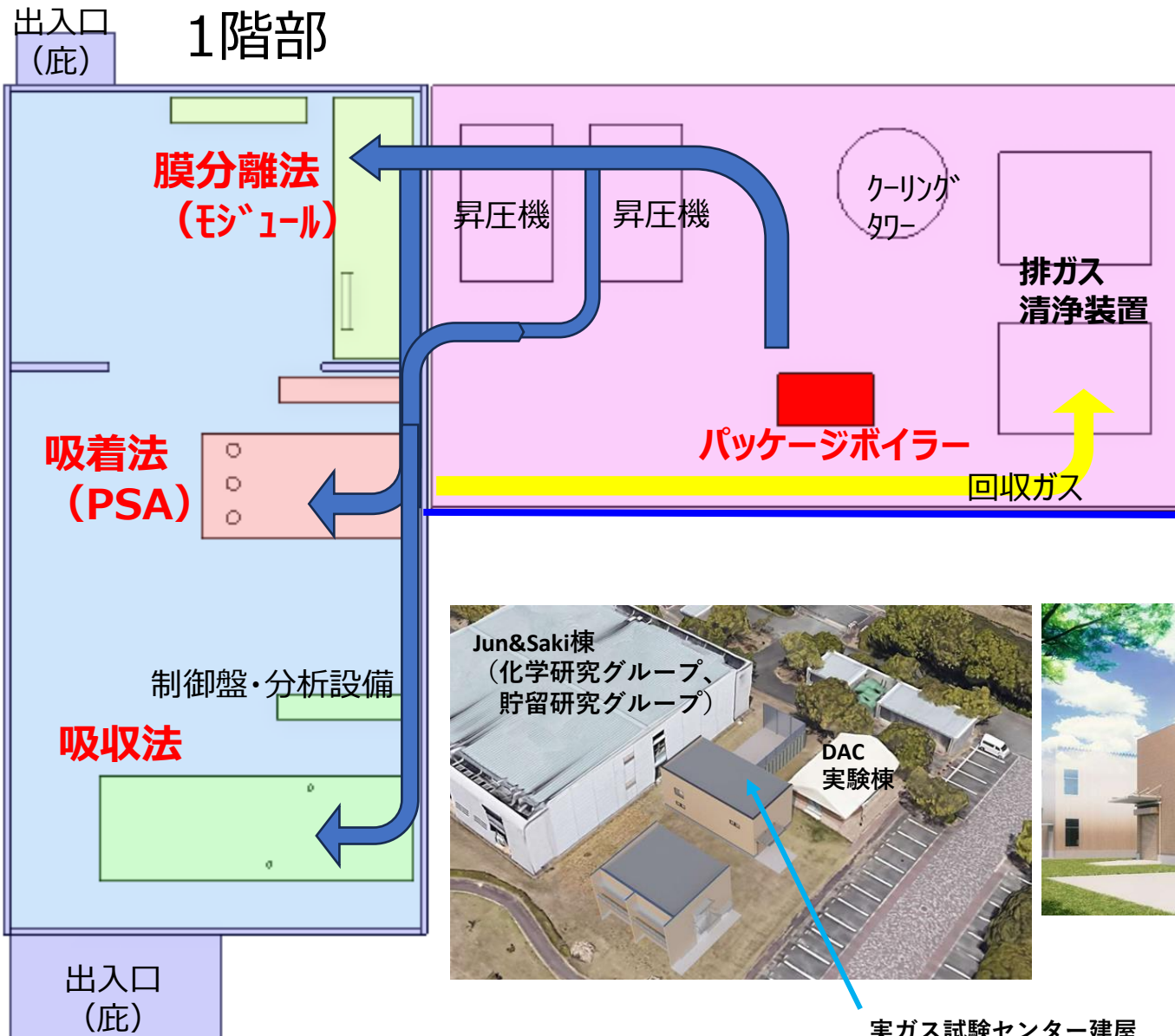
- ✓ 評価、特性データ取得時において、押さえておくべき試験条件を明確化
- ✓ 評価バウンダリも明確化

- プロジェクト推進協議会で議論する。
- JIS等を参考に進める。
- 国際的な情報や取組（ISOなど）も踏まえたものとする。

※ ISO/TC265 : CCSにおける設計、建設、運用、環境計画とマネジメント、リスクマネジメント、定量化、モニタリングと検証、及び関連活動の標準化活動。  
RITEが国内審議団体を務めています。

＜今後の予定＞ 関係者と協議しながら、  
‘24FYの設立・確立を目指します

# 実ガス試験センター（2024年度中に稼働予定）



実ガス試験センター建屋

# ITCNの実ガス試験センター：13 Partner

	National Carbon Capture Center (NCCC)	* SaskPower Shand power station	* Energy Environment Research Center (EERC)	Applied Energy Research (Uky-CAER)	Test Centre Mongstad (TCM)	SINTEF	* E.On Wilhelmshaven power plant
国	米国	カナダ	米国	米国	ノルウェー	ノルウェー	ドイツ
運営	Southern Company	SaskPower	North Dakota 大学	Kentucky大学	Gassnova	(独立研究組織)	E.On
設立又はPJ開始	2009	2015	-	2008	2009	2010	2012
排出源	石炭火力／天然ガスボイラー	石炭火力	-	石炭火力	天然ガス火力／石油精製工場	燃焼炉（天然ガス、石炭等）	石炭火力
評価規模 t/d	~ 20	120	-	14 (0.7MW)	300, 55	~ 0.05	70
技術対象	液、固体、膜	液	-	液	液、固体、膜	液、膜	液

	Translational Energy Research Centre (TERC)	Huaneng's Clean Energy Research Institute	KIER Hadong and Boryeong Project	CSIRO Loy Yang & Tarong Test Centers	CSIRO Vales Point Pilot Plant	CO2CRC Otway Research Project	RITE (GI基金事業)
国	英国	中国	韓国	豪州	豪州	豪州	日本
運営	Sheffield大学	中国華能集団	KIER	CSIRO	CSIRO	CO2CRC	RITE
設立又はPJ開始	2019	2010	2013	2005	2012	2019	2022
排出源	燃焼炉（天然ガス、石炭等）	石炭火力	石炭火力	石炭火力	石炭火力	天然ガス分離	天然ガスボイラー
評価規模 t/d	1	360	200 (10MW)	1	1	-	0.1
技術対象	液	液	固体	液	液、固体	(燃焼前技術)	液、固体、膜

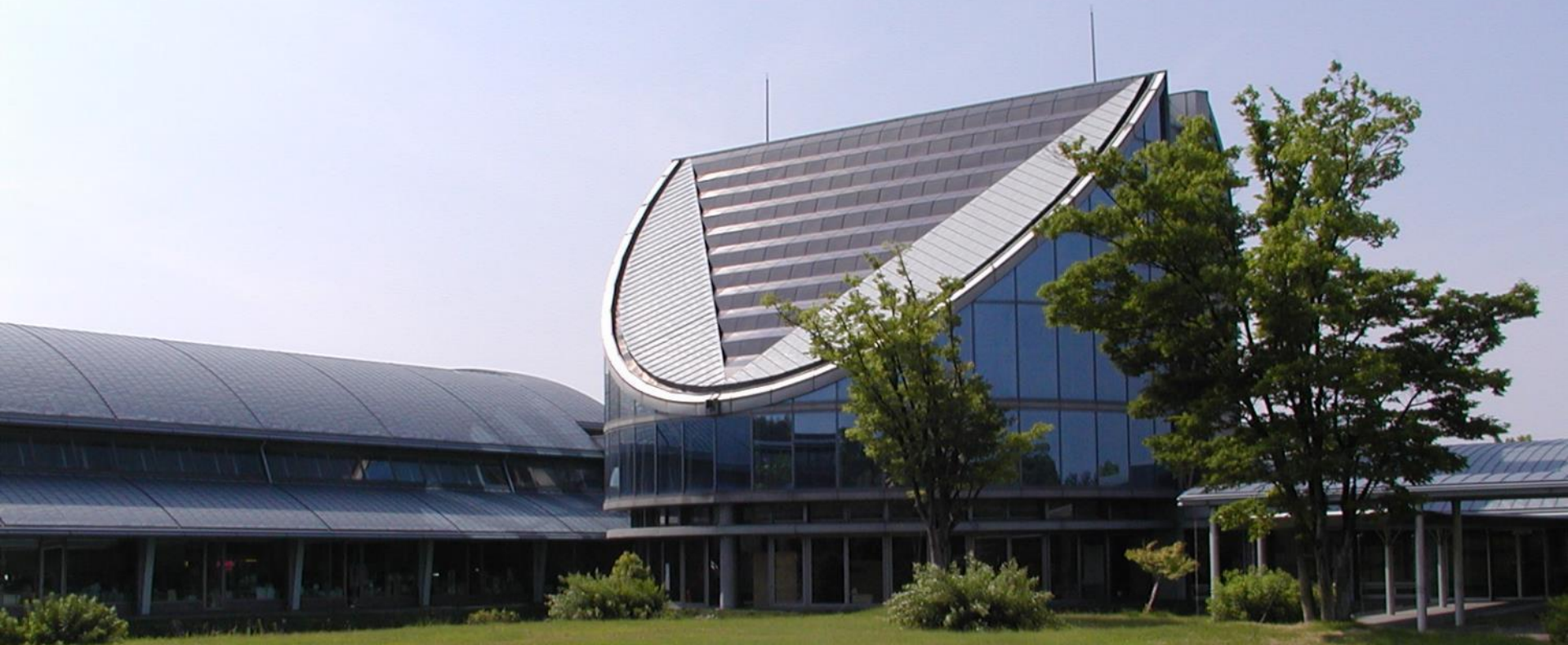
# 今後の展開：多様な排出源からのCO<sub>2</sub>回収： 研究開発＋共通基盤整備（開発支援・評価）

これまで石炭火力、製鉄からのCO<sub>2</sub>回収技術の早期実用化を目指した開発を実施。今後、開発した技術をもとに、より低濃度のCO<sub>2</sub>排出源（天然ガス火力、大気等）を中心に多様な排出源に対応できるように複数の技術開発を進めるとともに、CO<sub>2</sub>分離回収技術の共通基盤となる実ガス試験センターを設置・運営し、素材メーカーとエンジニアリングメーカー等の開発加速支援も行っていく予定

適用先	CO <sub>2</sub> 濃度	酸素濃度	実施状況	材料
天然ガス精製	10～50% (8MPa)	-----	-----	
石炭ガス化 (IGCC、褐炭ガス化)	40%程度 (2.4MPa)	-----	NEDO事業(次世代火力)	分子ゲート膜(MGM)
天然ガス改質(ブルー水素/アンモニア製造)	40%程度 (～3 MPa)	-----	NEDO事業(次世代火力)	分子ゲート膜(MGM)
高炉ガス	20～22%	-----	NEDO事業(GI基金)	吸収液:RN-1～、実用化済(継続開発中)
セメント工場	18～20%	9%程度	(検討中)	
発電(石炭火力)	13～15%	5%程度	NEDO事業(次世代火力)	固体:RB1～8、RP-1
発電(天然ガス火力:conventional)事業所(燃焼ボイラー)	8～10%	3～10%	NEDO事業(GI基金)/民間企業共同研究	各種外部試料評価 既開発材適用性評価
発電(天然ガス火力:コンバインド)	3～5%	13%程度	NEDO事業(GI基金)	新規材料探索(固体)
宇宙空間、室内/閉鎖空間	数千 ppm	19%	JAXA(有人宇宙活動用)、民間企業共同研究	RITE-1～13(固体) 他
大気(DAC)	400 ppm	19%	NEDOムーンショット事業 2020～2024	新規材料開発(固体) (G1～G3…)



**ご清聴ありがとうございました。**



**Research Institute  
of  
Innovative Technology for the Earth**

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）の以下の委託業務の結果得られたものです。

- ・CCUS研究開発・実証関連事業 (JPNP18006)
- ・カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発 (JPNP16002)
- ・環境調和型プロセス技術の開発 (JPNP13012)
- ・グリーンイノベーション基金事業 (JPNP21014, JPNP21019)
- ・ムーンショット型研究開発事業 (JPNP18016)
- ・NEDO先導研究プログラム (JPNP14004)

DAC (Direct Air Capture) 実験棟の整備にあたっては、SMBC日興証券株式会社及び三井住友DSアセットマネジメント株式会社のイノベティブカーボンニュートラルファンドから頂いた寄付金を使わせていただきました。