

二酸化炭素固体吸収材の研究開発 動向とRITEの取り組み

2023年2月13日(月)

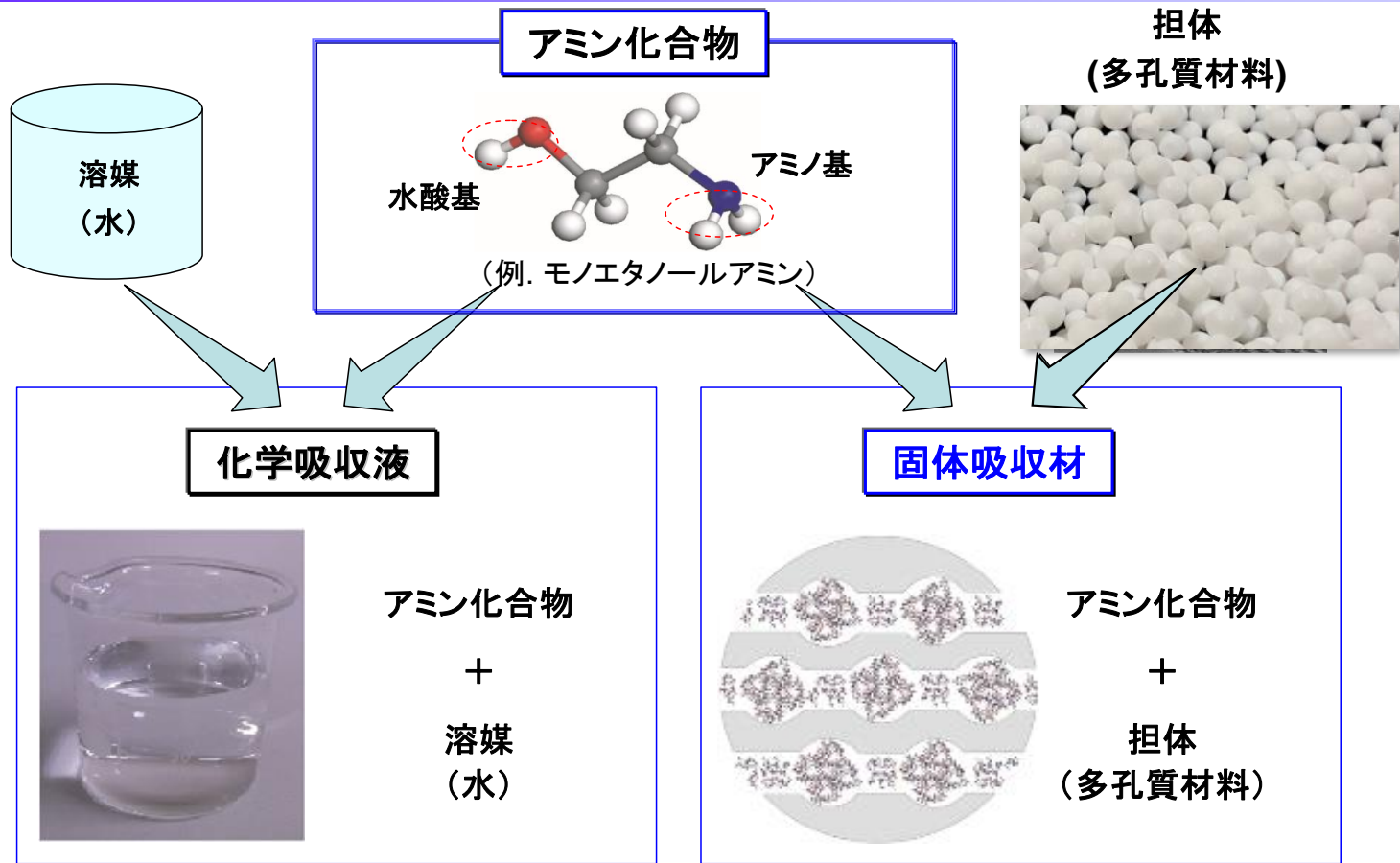
(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)
化学研究グループ
余語 克則



RITEにおけるCO₂分離・回収技術開発(国プロ)

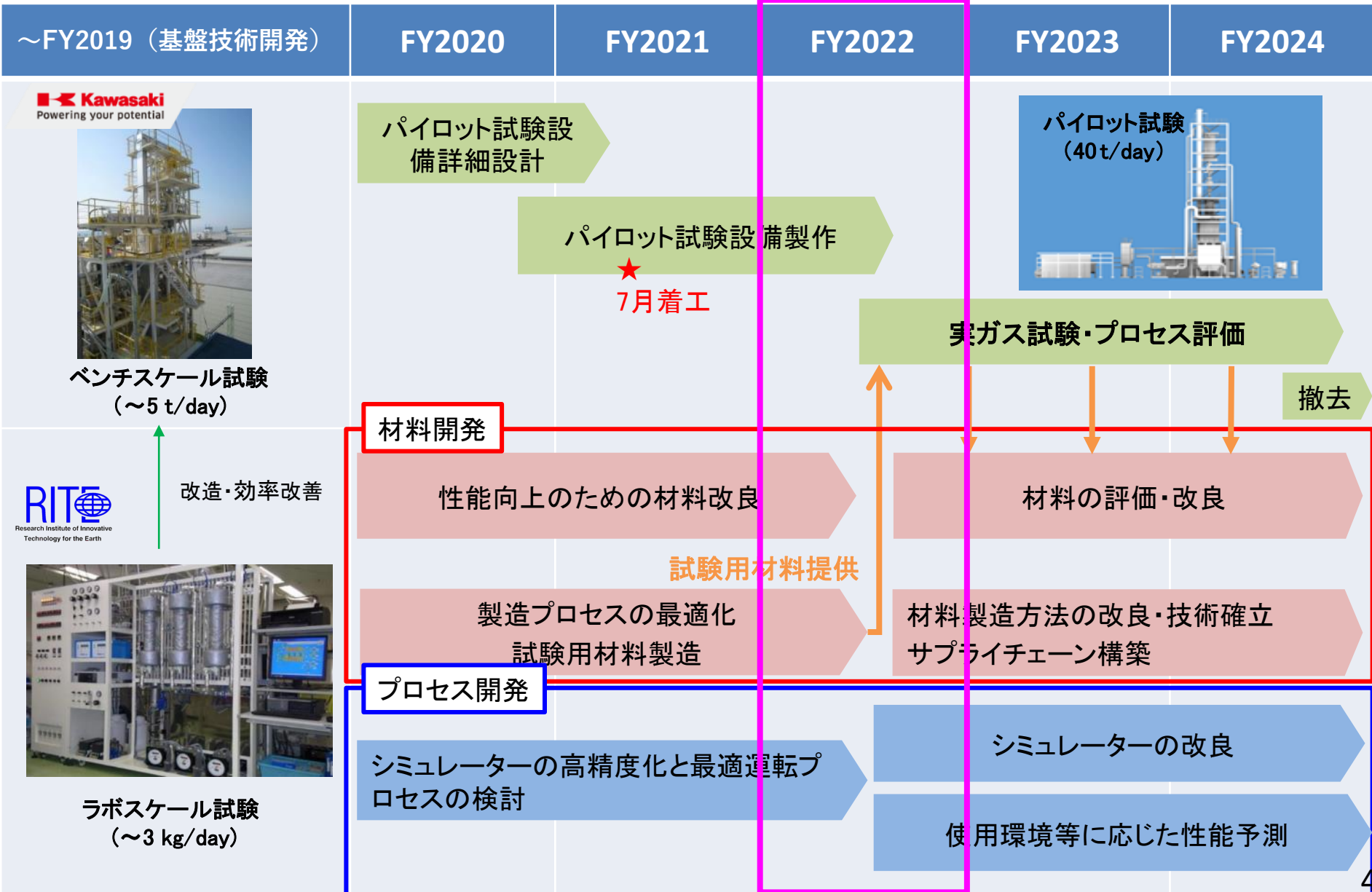
技術	適用先	CO ₂ 濃度	事業名	体制	期間 (現行Phase)
分離膜	IGCC ブルー水素・アンモニア製造	IGCC: 40% 水素製造: 10-15% (~3MPa)	カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO ₂ 分離・回収技術の研究開発/二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発/高性能CO ₂ 分離膜モジュールを用いたCO ₂ -H ₂ 膜分離システムの研究開発	NEDO事業 ・MGM技術 研究組合	2021~ (2022~名称変更)
吸収液	高炉ガス	22%	グリーンイノベーション基金事業/製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト/高炉を用いた水素還元技術の開発/外部水素や高炉排ガスに含まれるCO ₂ を活用した低炭素化技術等の開発/C-2: CO ₂ の分離・回収技術	NEDO事業 ・日本製鉄 ・RITE	2021~
固体吸収材	石炭火力	13~15%	カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO ₂ 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	2020~ (2022~名称変更)
固体吸収材	大気 (DAC)	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 ₂ 分離回収・炭素循環技術の開発	NEDO事業 ・金沢大 ・RITE ・MHIエンジ	2020~
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 ₂ の分離回収等技術開発/低圧・低濃度CO ₂ 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 ₂ 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 ₂ 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~
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 ₂ の分離回収等技術開発/低圧・低濃度CO ₂ 分離回収の低コスト化技術開発・実証/CO ₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立	NEDO事業 ・産総研 ・RITE	2022~

Why Solid Sorbents ? : 固体吸収材の概念



- ◎ 比熱の高い水溶媒に替わり**低比熱の多孔質材料**を担体として用いることで再生に必要な**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**.

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

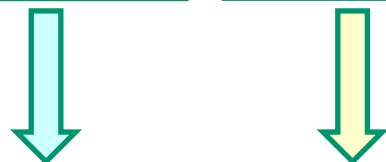




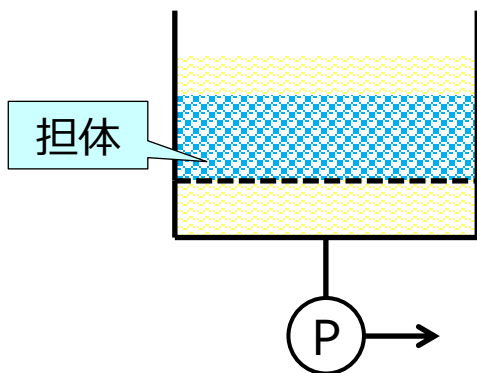
多孔質担体



アミン



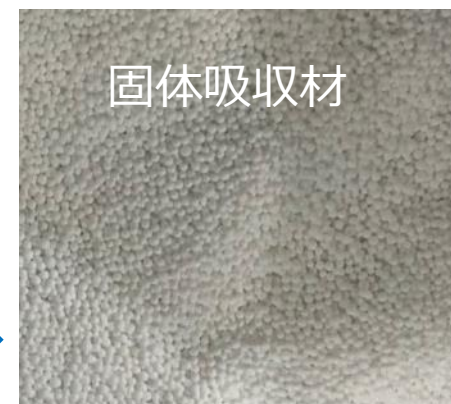
担持工程
例：ヌツチエ



乾燥工程
(コニカル乾燥機)



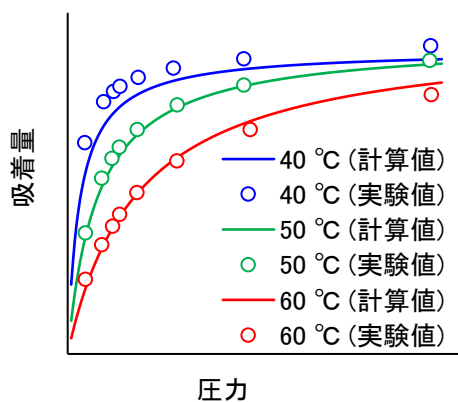
出典：(株)GL HAKKO HP



- ・パイロット試験用材料製造、供給済み、一部保管中(定期的に状態を確認)
- ・今後の課題: 製造プロセス最適化、コストダウン、劣化材の処理(リクレーミングなど)

ベンチ試験装置(移動層)シミュレータ

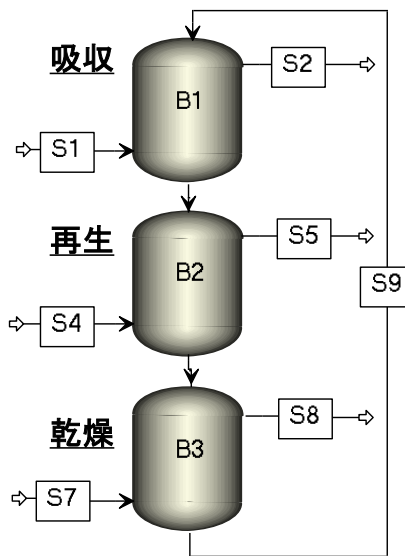
実験データの解析・数式化



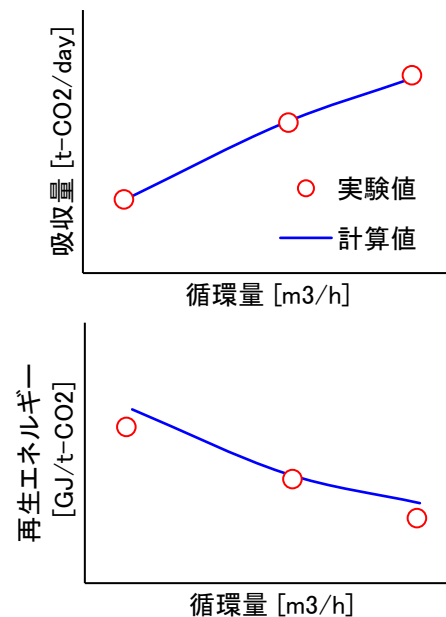
数式化の例

$$w_i = \frac{IP_{1,i} \times \exp(IP_{2,i}/T_s) \times P_i}{1 + \sum_k (IP_{3,k} \times \exp(IP_{4,k}/T_s) \times P_k)}$$

シミュレーションモデル構築



性能予測と最適化



<進捗状況>

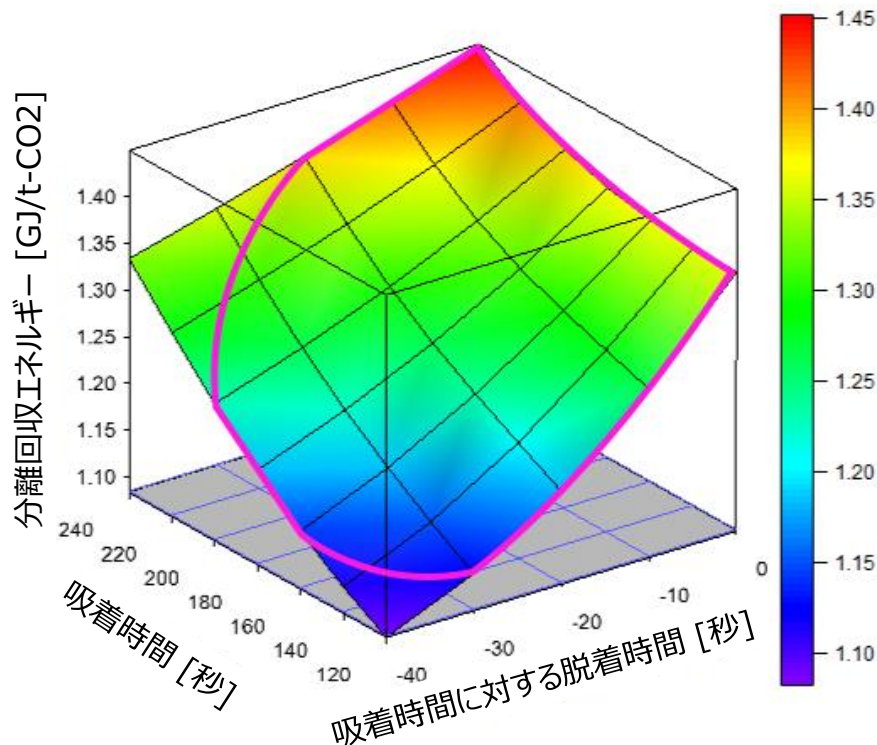
- ・ 移動層シミュレーションを構築・精度向上

- ①シミュレーションによるベンチスケール試験レベルの最適運転条件検討が可能
- ②実験的に観測が困難な装置の詳細な挙動の把握

<今後の予定>

- ・ 更なる予測精度の向上(実機規模でのシミュレーション技術確立)

シミュレーターの構築とプロセス性能予測



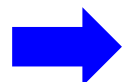
実験的に判明した最適な運転条件のラボ試験結果
回収率: $\geq 90\%$, 純度: $\geq 99\%$, 回収量: 1 kg/d,
再生用蒸気エネルギー: **1.4 GJ/t-CO₂**



14%低減

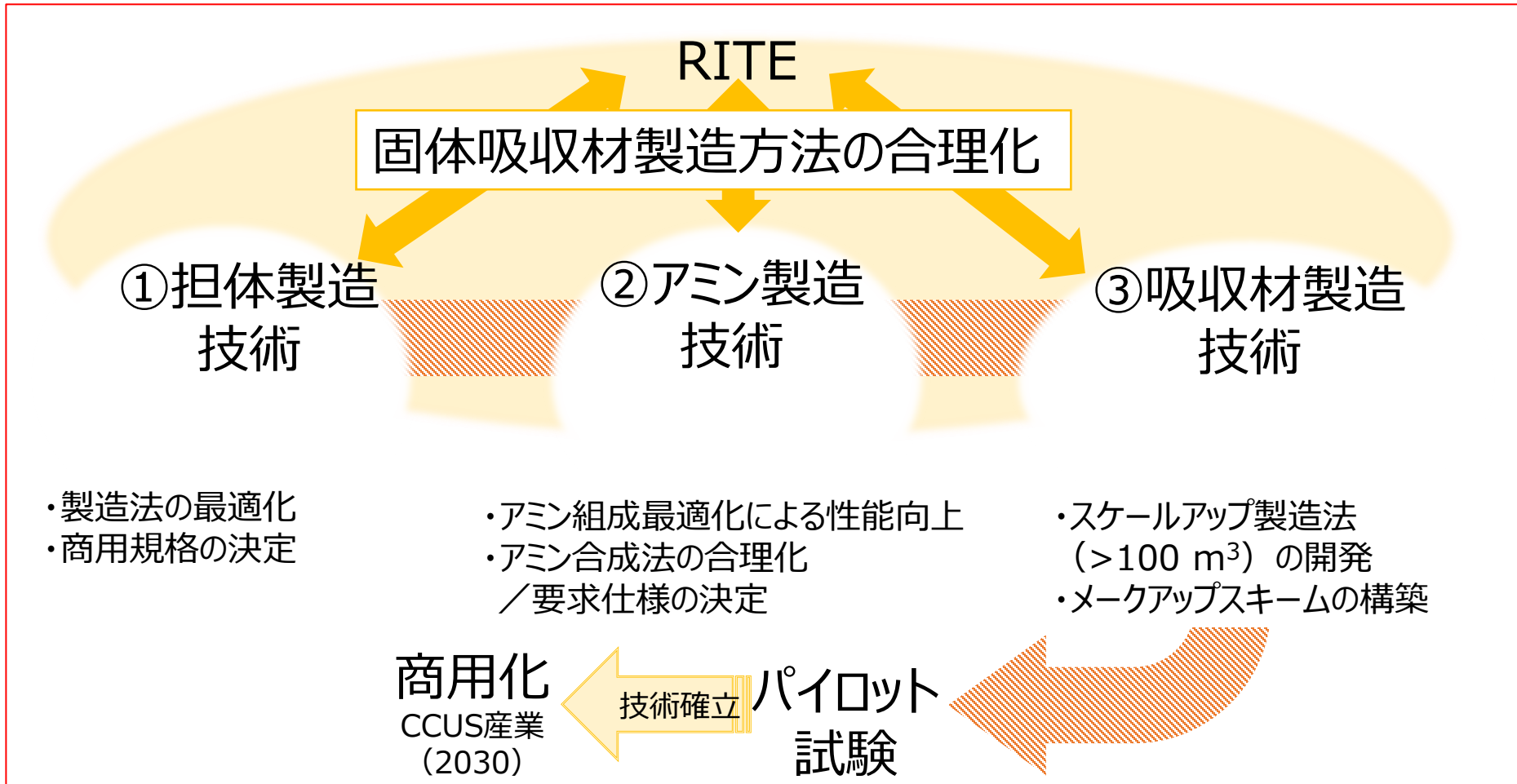
計算的に判明した最適な運転条件のラボ試験結果
回収率: $\geq 90\%$, 純度: $\geq 99\%$, 回収量: 1 kg/d,
再生用蒸気エネルギー: **1.2 GJ/t-CO₂**

計算によって実験的に発見するのが困難な最適条件を見つけ出すことが可能になった



時間や薬品の節約による環境にやさしいプロセス開発

現在、移動層ベンチ試験装置およびパイロット試験装置の最適条件を検討中



製品固体吸収材：

・各種民間企業から石炭火力発電用途以外でも需要があることを確認済み。ターゲット市場、使用環境を明確化し、今後のパイロット試験を通じて**実生産設備での製造条件について検討**し、技術を確立するとともに、各種用途に向けて固体吸収材の適用性拡大を図り、協力企業と製造プロセスの最適化を行い、固体吸収材のサプライチェーンを構築、最終製品化に向けた開発を進め、**ライセンス供与を通じた実用化・事業化**を図る。

グリーンイノベーション基金事業 ／CO₂の分離回収等技術開発プロジェクト

【研究開発項目】 低圧・低濃度CO₂分離回収の低コスト化技術開発・実証

	採択テーマ	実施者(*幹事企業)	開発内容	適用先
研究開発内容① 天然ガス火力発電排ガスからの大規模CO₂分離回収技術開発・実証				
1.	天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO ₂ 分離・回収プロセス商用化の実現	<ul style="list-style-type: none"> 千代田化工建設株式会社* 株式会社 JERA 公益財団法人地球環境産業技術研究機構 	固体吸収材	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス火力発電
研究開発内容② 工場排ガス等からの中小規模CO₂分離回収技術開発・実証				
2.	工場排ガス等からの中小規模CO ₂ 分離回収技術開発・実証	<ul style="list-style-type: none"> 株式会社デンソー 	電界式CO ₂ 回収技術 (電圧印加による吸脱着)	<ul style="list-style-type: none"> 工業炉
3.	革新的分離剤による低濃度CO ₂ 分離システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 昭和電工株式会社* 日本製鉄株式会社 	柔軟型PCP (多孔性配位高分子, MOF)	<ul style="list-style-type: none"> 鉄鋼 石油化学
4.	分離膜を用いた工場排ガス等からのCO ₂ 分離回収システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 住友化学株式会社* 株式会社 OYOYO (ウーユー) 	CO ₂ 分離膜	<ul style="list-style-type: none"> 工場排ガス
5.	Na-Fe 系酸化物による革新的CO ₂ 分離回収技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> エア・ウォーター株式会社* 戸田工業株式会社 国立大学法人 埼玉大学 	Na-Fe系酸化物	<ul style="list-style-type: none"> 工場排ガス (ボイラー等)
6.	LNG未利用冷熱を活用したCO ₂ 分離回収技術開発・実証	<ul style="list-style-type: none"> 東邦瓦斯株式会社* 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学 	Cryo-Capture® (化学吸収法と冷熱利用技術)	<ul style="list-style-type: none"> 工場排ガス (ガスエンジン等)
研究開発内容③ CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立				
7.	CO ₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立	<ul style="list-style-type: none"> 国立研究開発法人 産業技術総合研究所* 公益財団法人 地球環境産業技術研究機構 	CO ₂ 分離素材性能や耐久性の標準評価法	<ul style="list-style-type: none"> 低圧・低濃度CO₂ガス

天然ガス燃焼排ガスからの低コストCO₂分離・回収プロセス商用化の実現

事業の目的・概要

- (1) 天然ガス利用のカーボンニュートラル化に向けて、ガスタービン排ガスからの低濃度CO₂分離回収コストの低減を実現できる固体吸収材をコアとする国産技術を開発する。
- (2) 低コストプロセスを構築し、早期の社会実装につなげるため、商用化を念頭に置いたベンチ試験、実ガス実証試験による技術実証を行う。

実施体制

※太字：幹事企業

千代田化工建設株式会社、株式会社JERA、
公益財団法人地球環境産業技術研究機構(RITE)

事業期間

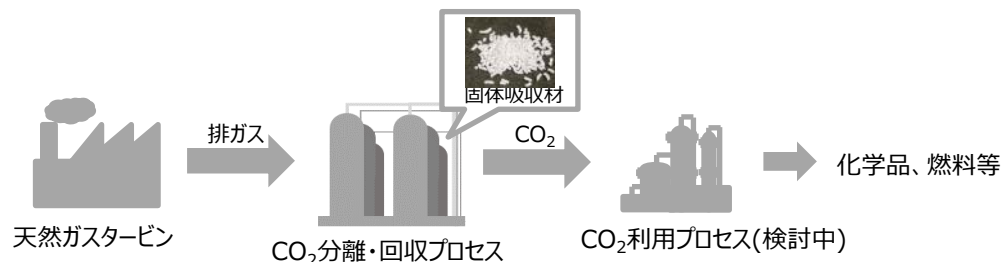
2022年度～2030年度（9年間）

事業規模など

- 事業規模：約100億円
 - 支援規模*：約87億円
- *インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり
補助率など：委託→2/3補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

吸収材開発 プロセス開発 実ガス実証



天然ガス燃焼排ガスからのCO₂分離・回収プロセスの概念図

2022

2024

2026

2030

▼ ステージゲート1

▼ ステージゲート2

吸収材の開発

新規固体吸収材の開発
及びラボ試験

ベンチ試験

性能確認・エンジニアリングデータ取得

実ガス実証試験

全体システム検討、長期運転実証

CO₂分離素材の標準評価共通基盤の確立

事業の目的・概要

- 実ガスを用いた標準評価法の策定**：実ガス試験センターを設置・運営し、各種分離素材の標準評価法の策定を行う。
- 革新的分離素材開発に向けた標準評価法の確立**：新規開発された革新的分離素材（吸収液・吸着剤・分離膜）の中立的かつ横並びの評価を可能とする、標準ガスを用いた標準評価法を開発する。
- 耐久性評価手法の開発**：分離素材ごとの劣化要因を整理し、その特性に基づいた加速劣化試験法を構築する。同試験法により予測される性能と実ガスを用いた耐久性試験結果を比較し、その妥当性を検証する。
- データベースの構築と標準評価法の普及**：上記の評価結果を蓄積・拡充したデータベースを構築し、国際標準化に向けて標準評価法の普及を図る。

実施体制

※太字：幹事企業

国立研究開発法人産業技術総合研究所
公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）

事業期間

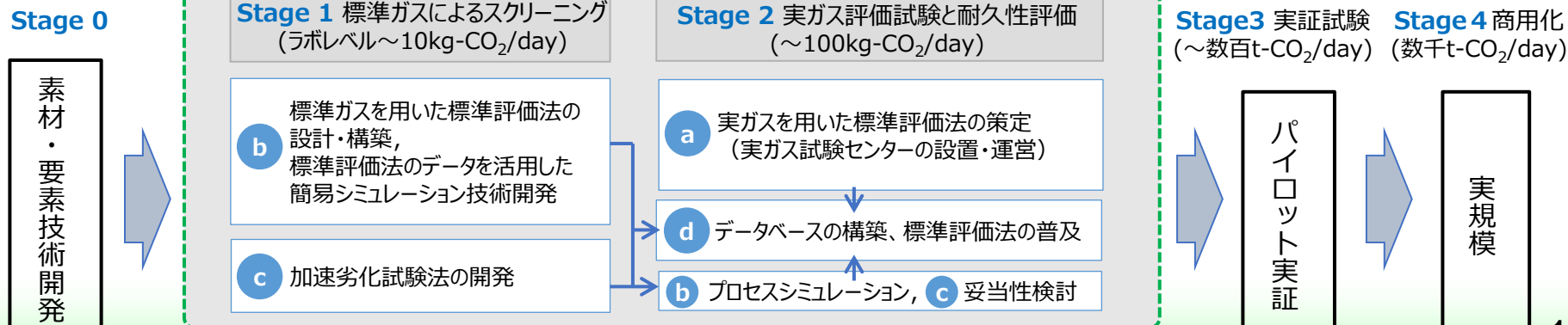
2022年度～2030年度（9年間）

事業規模など

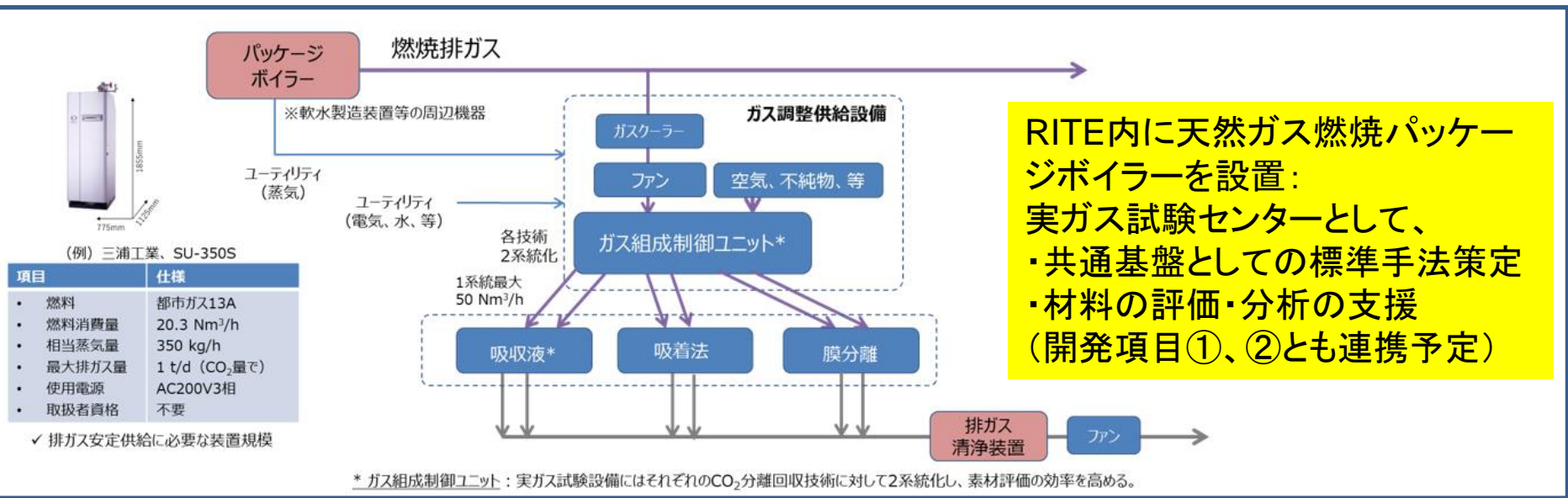
- 事業規模：約23.5億円
- 支援規模：約23.5億円*
- 補助率など：委託

事業イメージ

CO₂分離素材の標準評価共通基盤



RITE内への実ガス試験センターの設置、運営



RITE内に天然ガス燃焼パッケージボイラーを設置：
 実ガス試験センターとして、
 ・共通基盤としての標準手法策定
 ・材料の評価・分析の支援
 (開発項目①、②とも連携予定)

【低圧・低濃度CO₂分離回収の低コスト技術開発・実証】

	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 ₂ 分離回収技術開発・実証	性能向上 プロセス開発 現状：TRL3~4		★	スケールアップ検討 TRL5~6	★		建設、実ガス実証			TRL7~
② 工場排ガス等からの中小規模CO ₂ 分離回収技術開発・実証 (5事業)	性能向上 プロセス開発 現状：TRL3~4		★	スケールアップ検討 TRL5~6	★		建設、実ガス実証			TRL7~
③ CO ₂ 分離素材の標準評価共通基盤の確立	設計 統一評価手法確立	建設 連携	★	素材評価とデータ集積	★		国際標準化検討			

★：ステージゲート
 (②は例、事業により異なる)

*産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野ワーキンググループ(第6回)資料
 (以降の情報を含め一部修正)

大気中からのCO₂回収(Direct Air Capture)の可能性？

DACの利点：

大気はどこにでもある…

貯留サイトの直上、Utilization設備に隣接等、
DAC装置はどこに設置しても良い
⇒エネルギーコストが安い場所で実施可能

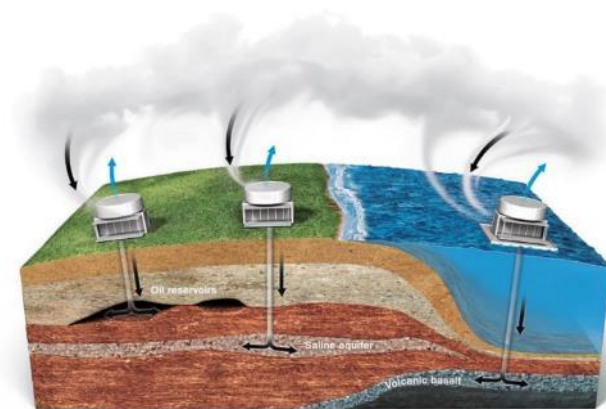


DIAGRAM BY JOE ZEFF, NATIONAL GEOGRAPHIC

…ただし、DACCS*: Backstop technology

*Direct Air Capture with Carbon Storage

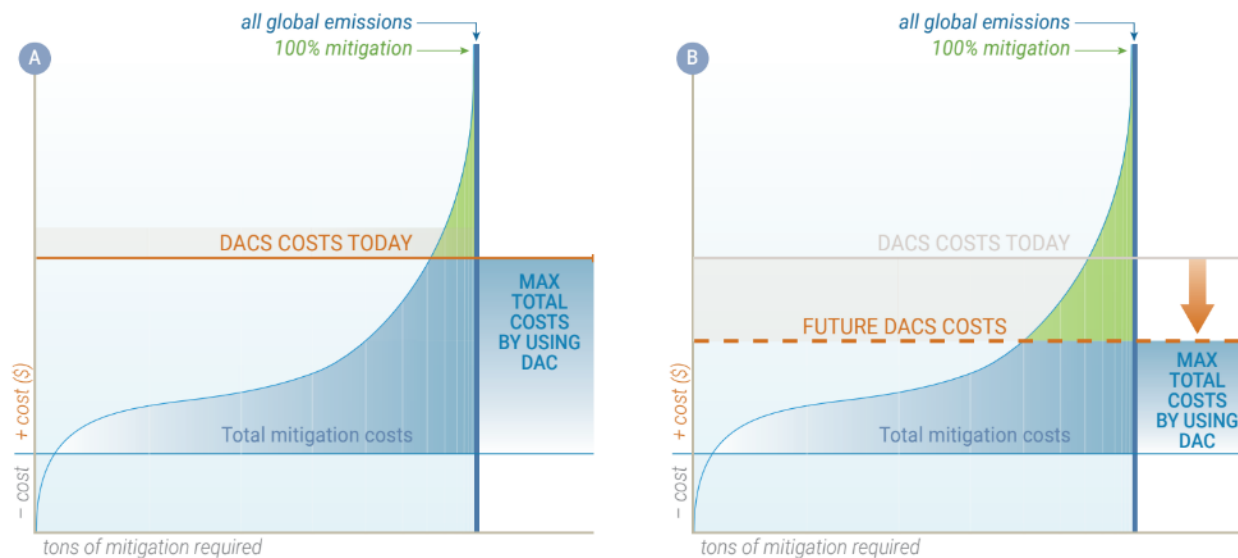


Figure 3-2. Conceptual cost curves for total climate mitigation with DAC as a backstop technology option.

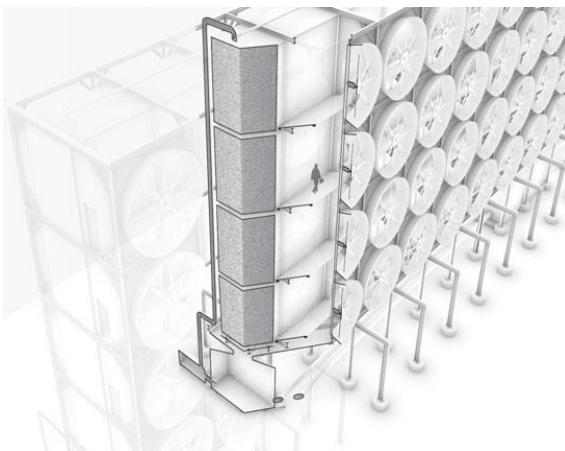
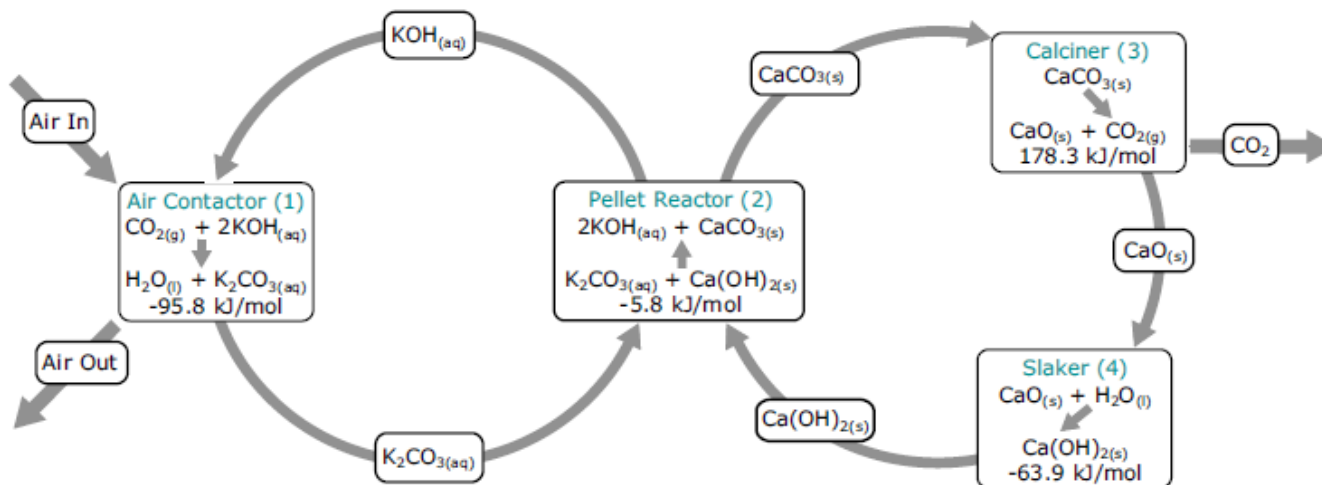
海外のDAC企業の大規模化の動き*

*各企業HP,各種資料よりRITE作成:

企業	実施場所		Project (協力企業)	CO ₂ 回収量	適用先	期間
Carbon Engineering (Canada)	米国	Permian Basin in West Texas	Occidental Petroleum 1PointFive	100万t/y 設計中 (2035年までに70基(最大135基)を計画)	EOR/地中貯留	2022に建設開始、 2024年後半開始予定 (世界初の100万t/y DACプラント)
	英国	North-East Scotland	Dreamcatcher Project (Storegga) AtmosFUEL Project (LanzaTech UK、British Airways、Virgin Atlantic)	50~100万t/y 設計中	Acorn CCS プロジェクトとの連携 1億L/yのJet燃料	2021 FS 2022 詳細設計 2026年までに稼働
	カナダ	Squamish, British Columbia	Direct Air Capture Innovation Center (BBA)	不明 (操作,実験用1,250m ² の建物)	DACとAIR TO FUELS プロセスの完全統合	隣接パイロットプラントで2015年からDAC、2017年から燃料変換
Climeworks (Switzerland)	アイスランド	Hellisheiði Geothermal Power Plant	Project Silverstone (Carbfix, ON Power) Project Orca (Carbfix) Mammoth (昨年6月着工)	7万ton圧入済 計画34,000t/y 4,000t/y (現状世界最大) 3.6万t/y	地中 (玄武岩層) 貯留	2012 Pilotスケール開始 2021 9月~Orca稼働 1年半~2年後Mammoth稼働予定(2050年までに10億t/y達成)
	ドイツ スウェーデン	Dresden Herøya	Koperniks(Power-to-X) Project (Snnfire, INERATEC)	不明	FT合成 (Norsk e-Fuel)	2023年 1000万L 2026年 1億L 予定
Global Thermostat (USA)	チリ	Magallanes (チリ南のパタゴニア地方)	Haru Oni Project (Porsche, Siemens Energy, Enel Green Power, ENAP, ExxonMobil)	1ユニット当たり 2,000t/y×4基~ スケールアップ 計画 他4カ所も計画中	eFuel合成 (MTG)	2022 13万L 2024 5500万L 2026 5.5億L のeFuel製造 日本法人設立予定

吸収液DACプロセス : Carbon Engineering

材料 : 唯一の水溶液系 KOH/Ca(OH)₂
 コスト : \$94-\$232/t-CO₂ (クロスフローによる圧損低減、安価パッキン使用)
 システム・物質収支などについての詳細を公開している



D.W. Keith, G. Holmes, D.S. Angelo, K. Heidel, A Process for Capturing CO₂ from the Atmosphere, *Joule* **2** (2018) 1573-1594

G. Holmes, D.W. Keith, An air-liquid contactor for large-scale capture of CO₂ from air, *Phil. Trans. R. Soc. A*, **370** (2012) 4380-4403

固体吸収材DACプロセス① : Climeworks

Orca Project :

2021年9月8日 Orca稼働 (アイスランドに建設した新しい設備)

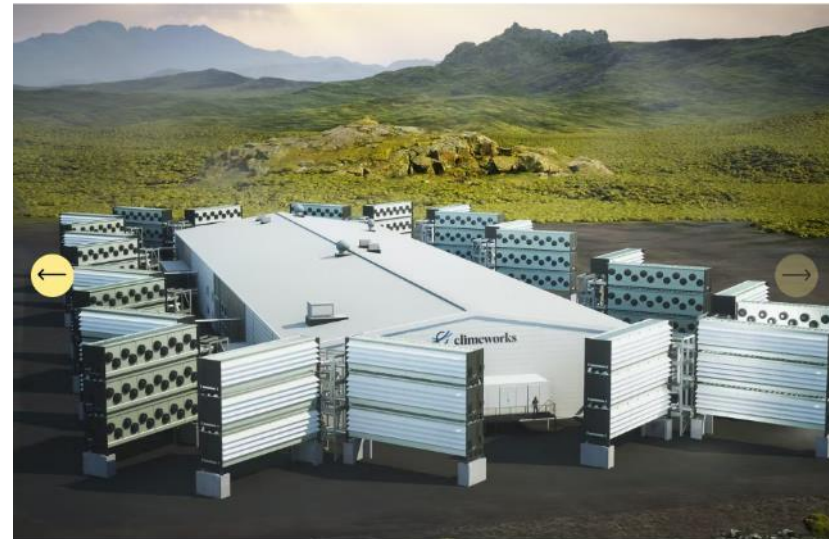
Orca : **CO₂回収量4,000 t/y**、これまでで世界最大の気候変動対策施設

ClimeworksのDACとCarbfixの地中貯留 (鉱物化) の組み合わせ



<https://climeworks.com/orca>

Mmammoth :

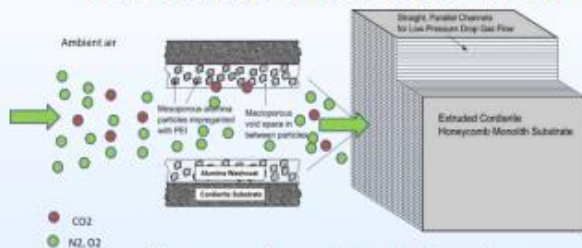


2022年6月着工 36,000t/yスケール

<https://climeworks.com/roadmap/mammoth>

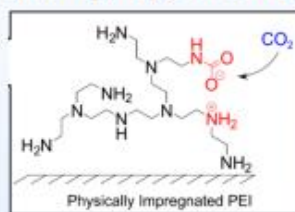
Technology Background: Concepts

1. Moving Large Air Volumes Efficiently



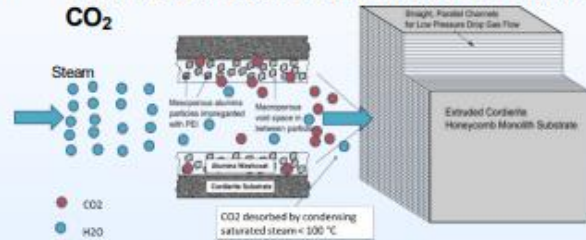
Honeycomb monoliths significantly outperform all other designs, enabling low pressure drop and minimum energy cost

2. Capturing CO₂ Selectively at 400 ppm



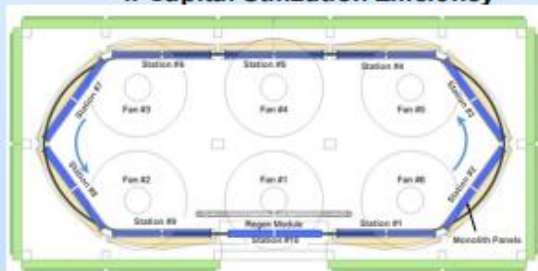
Amine-based polymers, incorporated in proprietary coatings, yield selectivity, capture efficiency, and compatibility with honeycomb monolith approach

3. Energy Efficient Regeneration of Captured CO₂



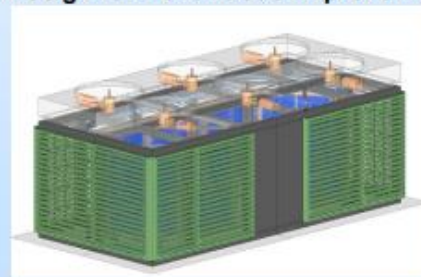
Temperature-Vacuum Swing Adsorption (TVSA) with steam as direct phase-change heat transfer fluid

4. Capital Utilization Efficiency



Process and mechanical movement design enable low pressure drop multi-bed adsorption configuration

5. Design for Continuous Improvement



Base capital design capable of receiving improved generations of monolith adsorbents to regularly upgrade capture capacity

DAC2K: マリーゴerland方式

Haru Oni project : チリ南部のパタゴニア地方

独シーメンス社 : ドイツ政府の支援 (800万ユーロ) を受け、HIF, AME, Enel, ENAP, Porsche, Exxon Mobilと進めている。

風力発電で発生させた電力でPEM電解槽を用いて水素を製造DACで回収したCO₂とのMTG反応で「eFuel」を製造 (2022年: 13万L、2024年: 5,500万L、2026年: 5.5億L)



↓現在の状況
他4か所計画中



<https://www.siemens-energy.com/global/en/news/magazine/2021/haru-oni.html>

<https://www.hifglobal.com/haru-oni>

国内のDAC技術開発:

ムーンショット型研究開発制度:

我が国発の破壊的イノベーションの創出を目指し、従来技術の延長にない、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究開発(ムーンショット)を推進する国の大型研究プログラム



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)が担当

目標5: 生物系特定産業技術研究支援センター(BRAIN)、目標7: 国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)、その他の目標: 国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)

(1) 温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発

ムーンショット目標4のターゲット

2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現

地球環境再生に向け、持続可能な資源循環の実現による、地球温暖化問題の解決 (Cool Earth) 及び環境汚染問題の解決 (Clean Earth) を目指す。

Cool Earth & Clean Earth

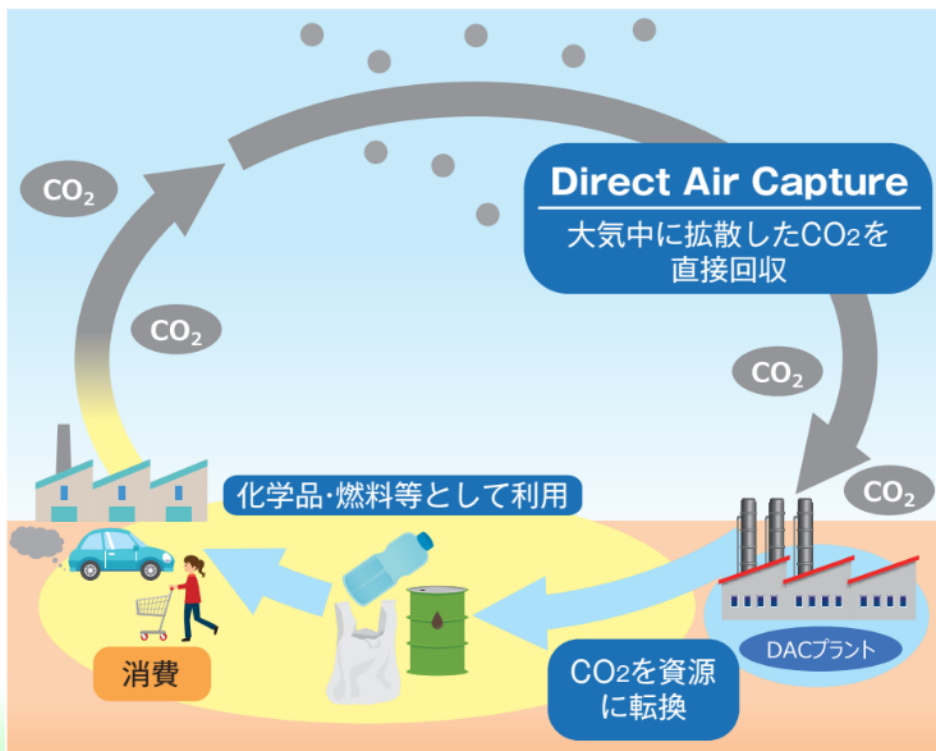
2050年までに、資源循環技術を用いた商業規模のプラントや製品を世界的に普及させる。

Cool Earth

2030年までに、温室効果ガスに係る循環技術を開発し、ライフサイクルアセスメント (LCA) の観点からも有効であることをパイロット規模で確認する。

Clean Earth

2030年までに、環境汚染物質を有益な資源に変換又は無害化する技術を開発し、パイロット規模または試作品レベルで有効であることを確認する。

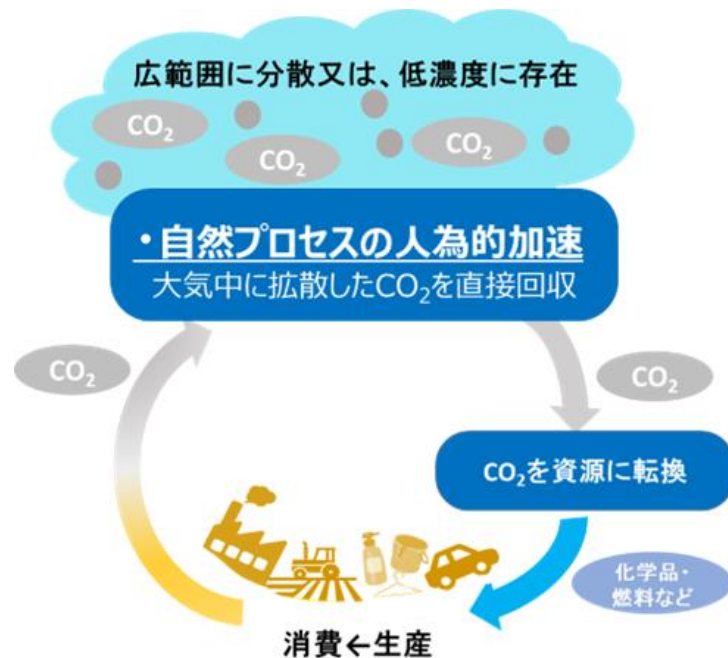


2020年～

工学的DAC: 7プロジェクト、N2O: 1プロジェクト

2022年～

自然プロセス加速: 5プロジェクトを新たに採択



(出典: Focus NEDO No.79、

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101573.html)

「ムーンショット型研究開発事業／2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」

(1) 温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発(NEDO HP等から作成)

(表中敬称略、PMの五十音順)

	研究開発プロジェクト	委託先 (再委託 or 共同実施)	DAC方式	Utilization
①	電気エネルギーを利用し大気CO ₂ を固定するバイオプロセスの研究開発	産業技術総合研究所 (PM:加藤 創一郎) 東京工業大学、名古屋大学	電気利用CO ₂ 固定 (人工合成微生物)	ポリマー原料、 燃料等
②	大気中からの高効率CO ₂ 分離回収・炭素循環技術の開発	金沢大学 (PM:児玉 昭雄) 地球環境産業技術研究機構(RITE)	ハニカムローター (金沢大) 固体吸収材 (RITE)	FT合成燃料
③	電気化学プロセスを主体とする革新的CO ₂ 大量資源化システムの開発	東京大学 (PM:杉山 正和) 大阪大学、理化学研究所、 宇部興産 (株)、清水建設 (株)、 千代田化工建設 (株)、古河電気工業 (株)	・物理吸着 (清水建設) ・電気化学的CO ₂ 富化 (大阪大学)	エチレン等
④	C ⁴ S*研究開発プロジェクト *C ⁴ S: Calcium Carbonate Circulation System for Construction(建設分野の炭酸カルシウム循環システム)	東京大学 (PM:野口 貴文) 北海道大学	廃コンクリート (カルシウム溶液)	炭酸カルシウム コンクリート
⑤	冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発	名古屋大学 (PM:則永 行庸) 東邦瓦斯 (株)、東京理科大学	Cryo-DAC用吸収液 (冷熱活用CO ₂ 昇華)	-----
⑥	大気中CO ₂ を利用可能な統合化固定・反応 (quad-C system)の開発	東北大学 (PM:福島 康裕) 大阪市立大学、(株)ルネサス・エナジー・リサーチ	層状化合物 (東北大) CeO ₂ (大阪市立大) 促進輸送膜 (RER)	尿素誘導体 等
⑦	“ビヨンド・ゼロ”社会実現に向けたCO ₂ 循環システムの研究開発	九州大学 (PM:藤川 茂紀) 熊本大学、北海道大学	シリコンゴム (PDMS) 薄膜 (九州大)	炭素燃料
⑧	資源循環の最適化による農地由来の温室効果ガスの排出削減	東北大学 (PM:南澤 究) 農業・食品産業技術総合研究機構、東京大学	(N ₂ O削減技術)	-----

「ムーンショット型研究開発事業／2050年までに、地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現」

(1) 温室効果ガスを回収、資源転換、無害化する技術の開発(NEDO HP等から作成)

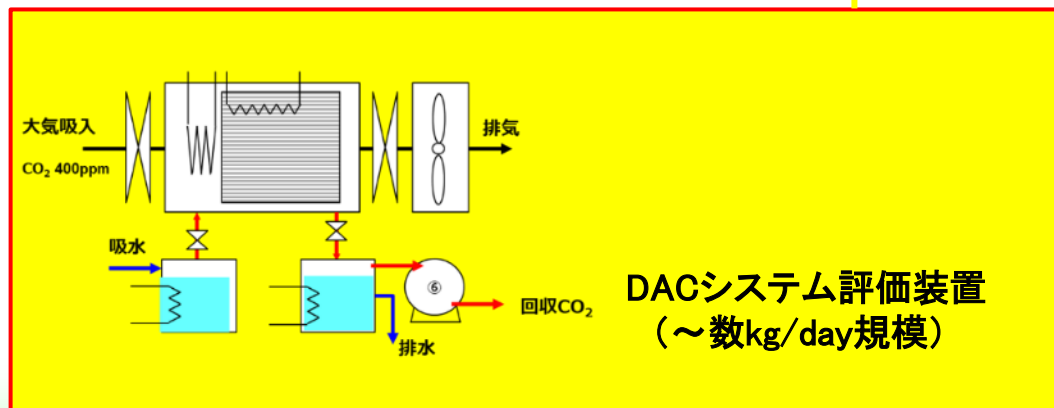
(表中敬称略、PMの五十音順)

自然のCO₂吸収能力を人為的に加速させる技術の見極めに着手 2022～新たに5テーマが採択されて実施中

	研究開発プロジェクト	委託先（再委託 or 共同実施）	DAC方式	Utilization
①	機能改良による高速CO ₂ 固定大型藻類の創出とその利活用技術の開発	京都大学 (PM:上田 充美) 三重大学、Green Earth Institut (株)、 関西化学機械製作 (株)	バイオマスによるCO ₂ 吸収	大型藻類
②	遺伝子最適化・超遠縁ハイブリッド・微生物共生の統合で生み出す次世代CO ₂ 資源化植物の開発	産業技術総合研究所 (PM:光田 展隆) 東京都立大学、住友林業 (株)	バイオマスによるCO ₂ 吸収	次世代CO ₂ 資源化植物
③	炭素超循環社会構築のためのDAC農業の実現	農業・食品産業技術総合研究機構 (PM:矢野 昌裕) 名古屋大学、東京農工大学、東京大学、京都大学、信州大学、理化学研究所、埼玉大学、朝日アグリア (株)、滋賀県立大学	バイオマスによるCO ₂ 吸収	スーパー-DAC作物 (水稲、トウモロコシ)、 土壌炭素貯留
④	岩石と場の特性を活用した風化促進技術“A-ERW”の開発	早稲田大学 (PM:中垣 隆雄) 三菱重工エンジニアリング (株)、北海道大学、 京都府立大学	炭酸塩化によるCO ₂ 吸収 (風化促進)	炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム
⑤	LCA/TEA の評価基盤構築による風化促進システムの研究開発	産業技術総合研究所 (PM:森本 慎一郎) 理化学研究所	炭酸塩化によるCO ₂ 吸収 (風化促進)	炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム

DAC実験棟 (RITE敷地内設置) で評価試験開始

(2022.9.20 NEDO、MHIエンジ、RITE、3者プレスリリース)



■ 小型試験装置 ~数kg-CO₂/day
・実機サイズのハニカム性能評価



**開発したDAC試験装置を設置
RITE・三菱重工エンジニアリングが連携**

先行するDAC企業の開発動向

Global Thermostat

2010 – SRI Pilot
1:
Menlo Park, CA



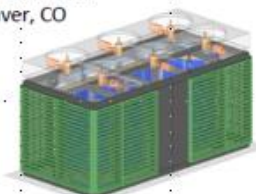
2013 – SRI Pilot
2:
Menlo Park, CA



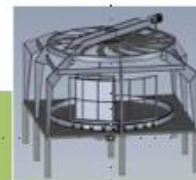
2018 – MultiBed Demo
Huntsville, AL:



2021 – DAC2k
Denver, CO



2021 – cDAC5k
Denver, CO.



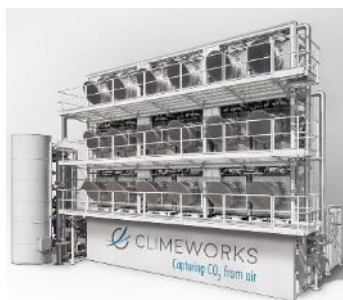
5



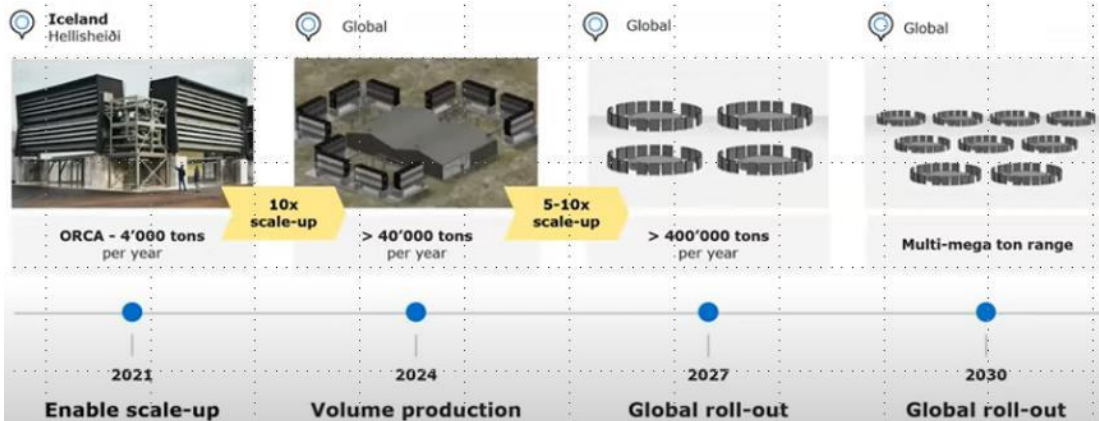
Climeworks



DAC-1

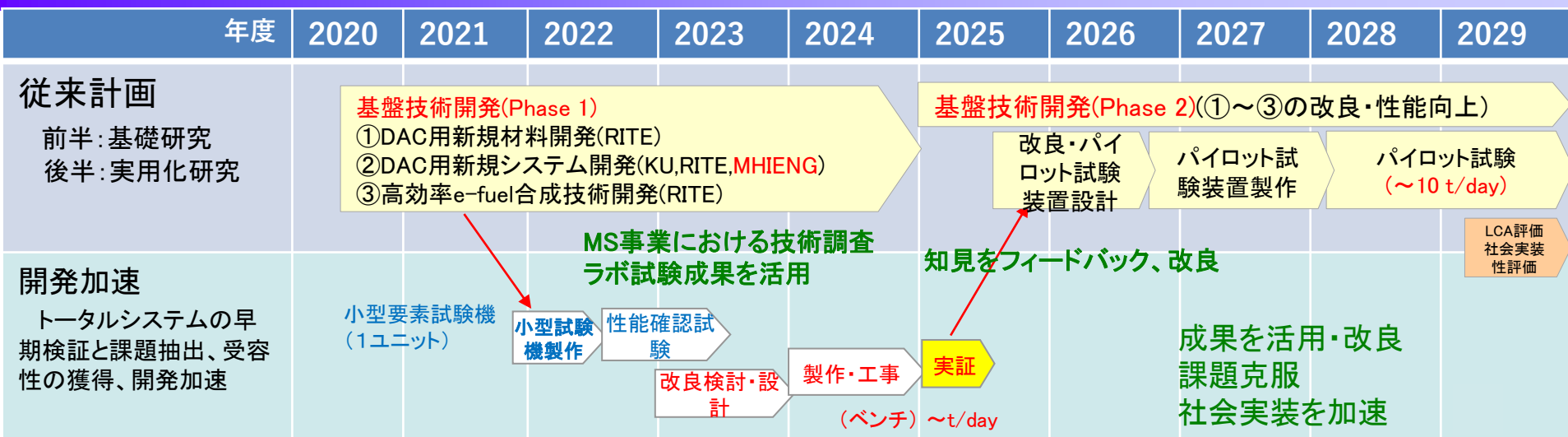


DAC-18(2015)



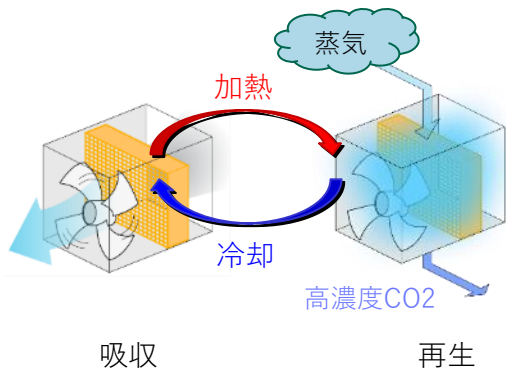
海外のDAC企業は材料・装置の改良と大規模化を同時に進めている

DAC研究開発：今後の予定



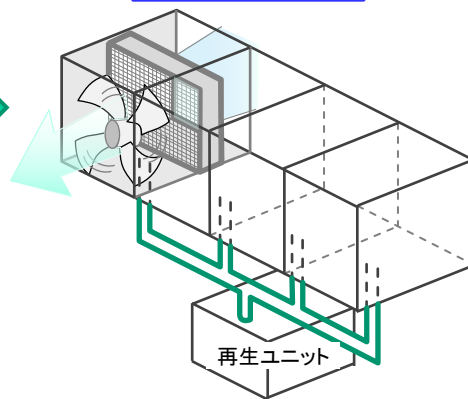
2020～2024年度 (基盤技術開発フェーズ)

材料・システム開発



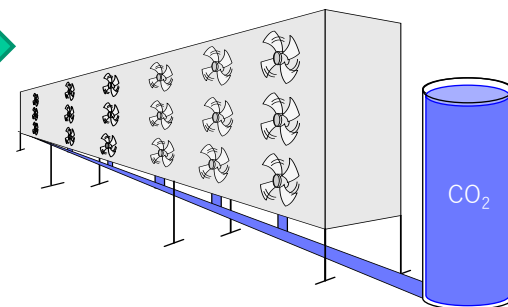
2025年度 (ベンチスケール試験)

小規模実証



～2029年度 (パイロット試験(予定))

大規模実証



大規模化・社会実装を加速

まとめと今後の展開

1. 石炭火力燃焼排ガス

- 2020年度より実ガス試験フェーズを開始、昨年7月にパイロット試験装置を着工、1月から試運転を開始した(KHI) .
- パイロット試験用固体吸収材を製造、パイロット試験装置にインストール済み。
今後の大規模化・実用化に向けて、材料/製造技術の改良を実施中(RITE) .
- 高精度シミュレーターを開発、今後パイロット試験装置の運転条件の検討に活用予定.

2 DAC: Direct Air Capture

- ムーンショット型研究開発事業においてDACに適した材料探索とシステム検討を実施中.
- 小規模ラボ試験装置において材料評価を開始、劣化耐性の高い候補材料を開発.
- 三菱重工エンジニアリング株式会社との連携体制を構築し、大規模化に向け検討を開始。
→ RITE内にDAC実験棟を整備し、kg/day規模の試験を開始
- 既に海外では大規模化が進んでおり、新規参入も多い。日本でも早期大規模化・実証が必要。
→ 早期にベンチスケール試験を実施予定（2025年大阪万博会場にて試験予定）

3 GI基金事業（天然ガス火力燃焼排ガス、共通基盤）

- 今年度から天然ガス火力燃焼排ガス向けCO₂回収用固体吸収材システムの開発に着手。
- 技術開発と同時に、共通基盤となる実ガス試験センターを設置・運営し、企業等の開発加速支援やCO₂回収技術に関わる人材育成（企業からの研究員受入れ、大学連携等）も行っていく予定.

ご清聴ありがとうございました。

謝辞：

本研究開発は、METI委託事業ならびにNEDO委託事業の一環として実施しました。

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。

Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth