

冷熱を利用した大気中二酸化炭素直接回収の研究開発

PM：則永行庸
名古屋大学

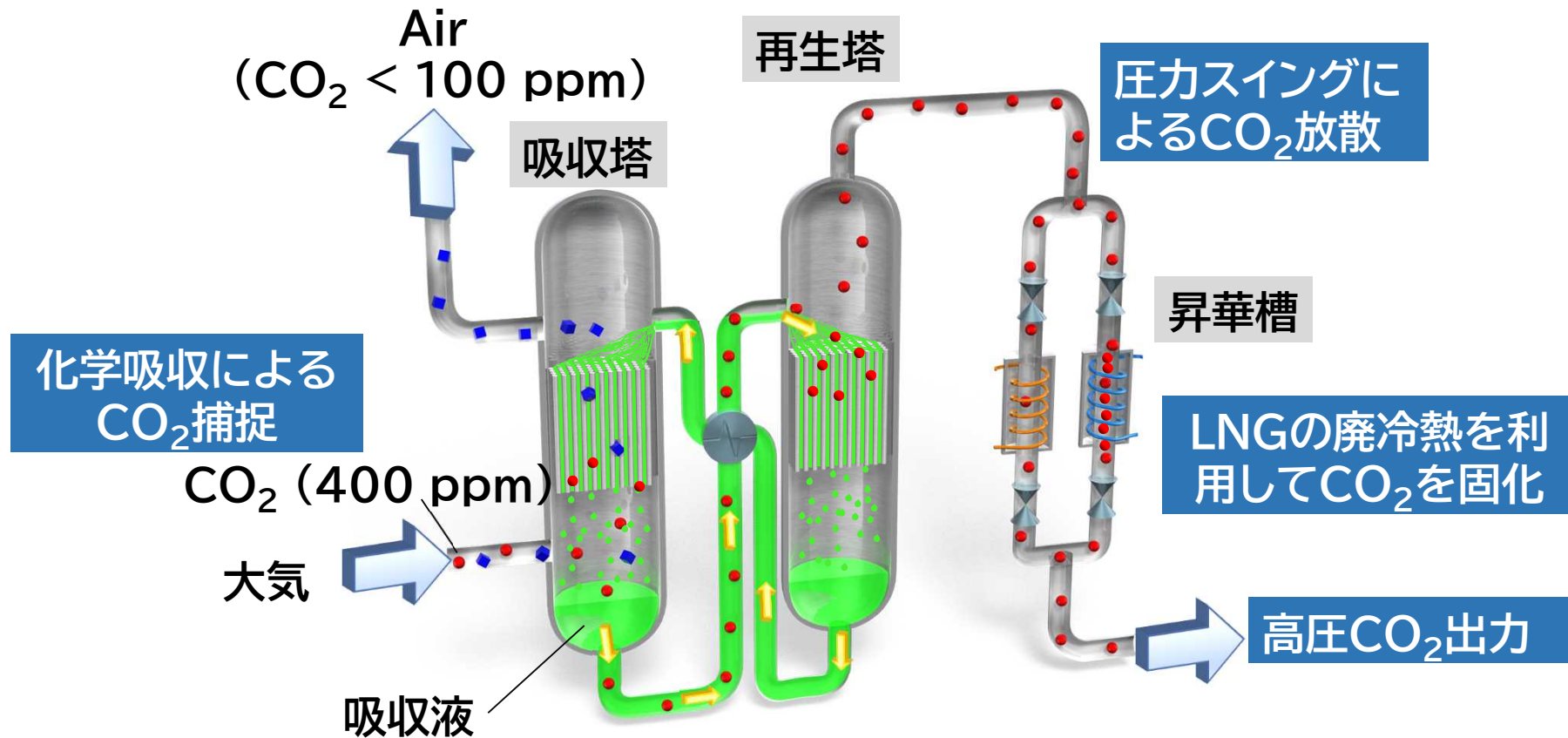


PJ参画機関：名古屋大学、東邦ガス株式会社、
東京理科大学

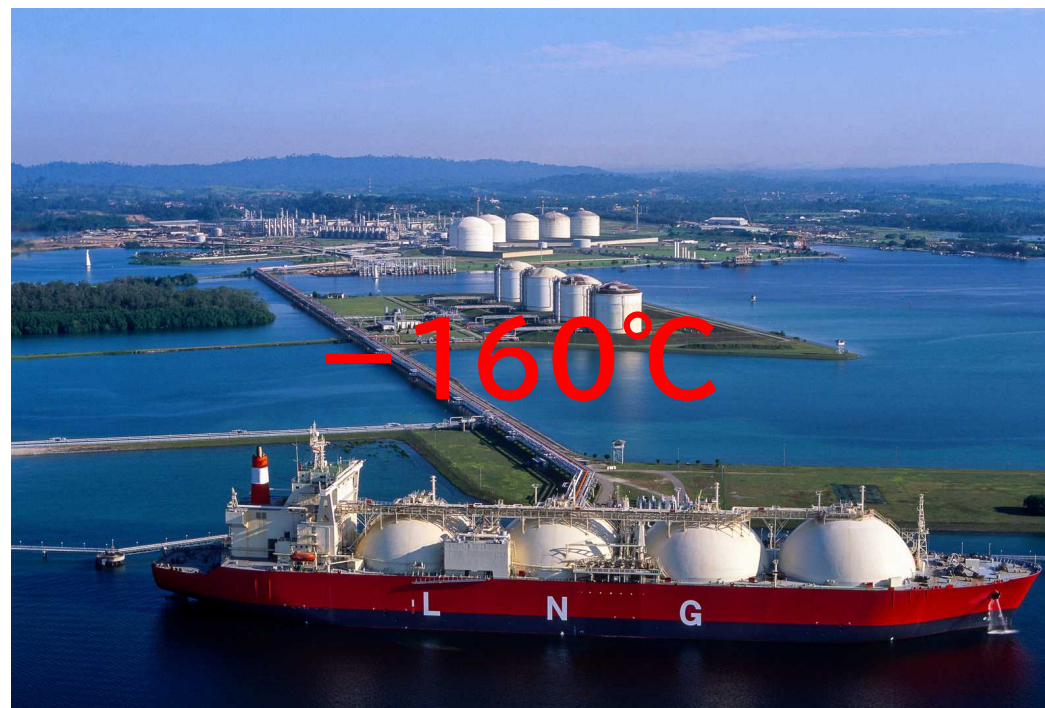
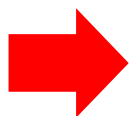
冷熱を利用するDAC “Cryo-DAC”

クライオダック

- LNG冷熱を利用したクライオジェニックポンピングが駆動する圧力スイング型アミンプロセス



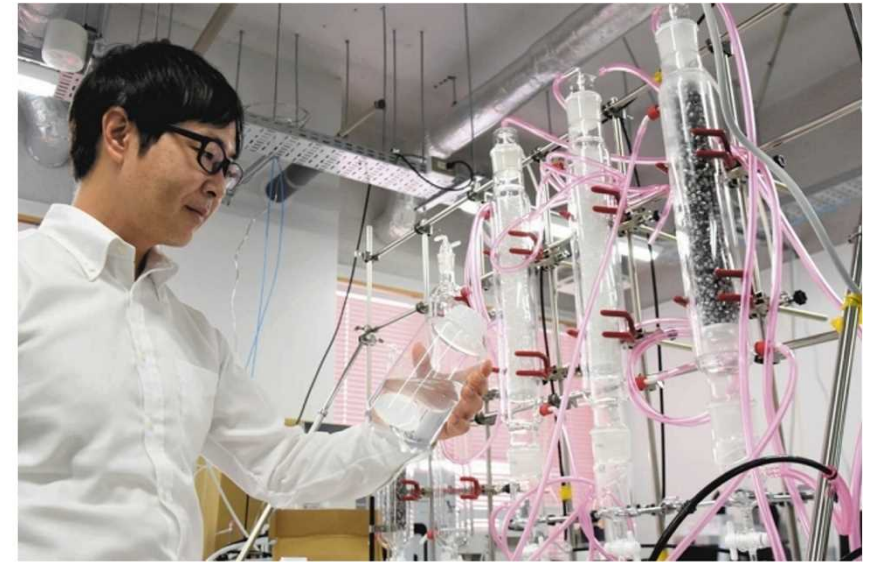
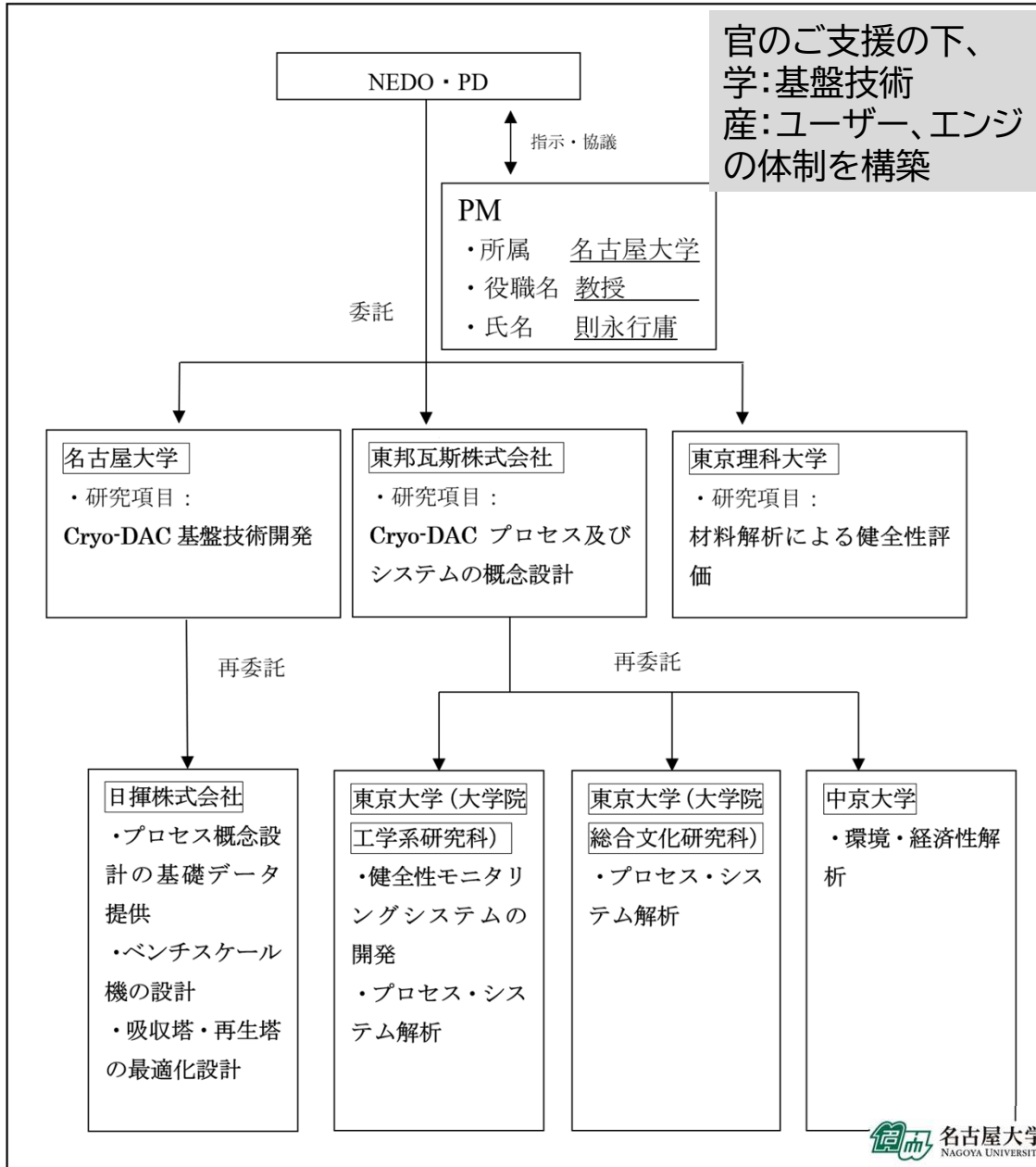
Cryo-DACの特長



1. 吸収液の加熱不要
2. 大気中に含まれる水分の事前除去不要
3. ドライアイスとして捕集。高圧CO₂ガス、あるいは液化炭酸として出力可能



実施体制



大気からのCO2回収技術について説明する名古屋大大学院の則永教授=名古屋市千種区で

2021年12月29日 中日新聞 朝刊



2021年11月5日 全体ミーティング@名大
名大、東邦ガス、理科大、日揮、東大、中京大

研究開発の概要

- LNG未利用冷熱の活用によって、DACを抜本的に省エネルギー化する技術(Cryo-DAC技術)の開発
- 冷却によるCO₂固化現象を利用した再生塔のポンプレス減圧によって、吸収塔と再生塔を常温付近で操作し、投入熱エネルギーゼロで高圧・液化CO₂を回収
- ベンチスケール機(1 t-CO₂/y)により実用化の可能性を検証後、パイロット機(50 t-CO₂/y)を開発し、社会実装のための課題を抽出

開発スケジュール

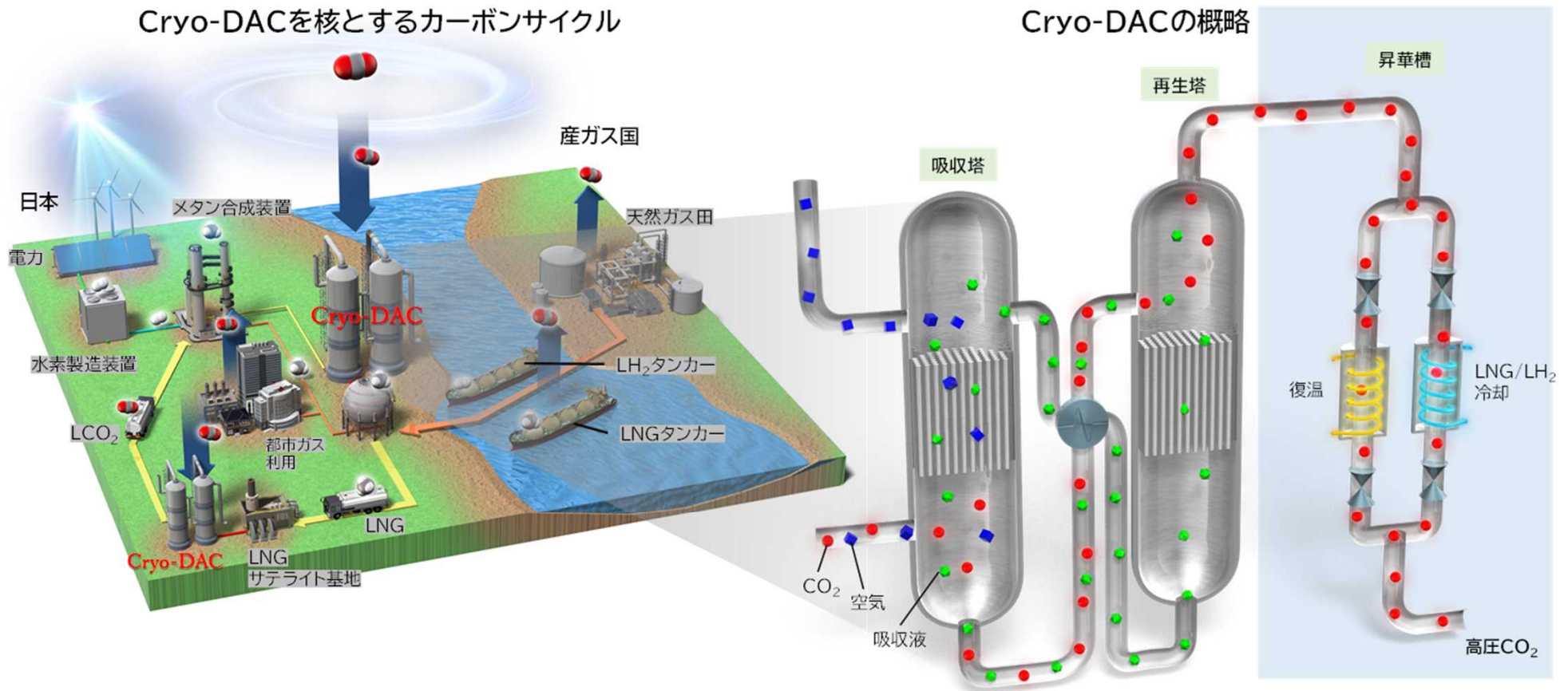
	2020-2022	2023-2024	2025-2027	2028-2029
Cryo-DAC基盤技術の開発	吸収液開発、物性モデル化、耐久性評価			
	プロセス構築、エネルギー・コスト評価、LCA			
	吸収塔、再生塔、昇華槽設計			
	装置材料選定、プロセス監視技術開発			
ベンチスケール機及びパイロット機の開発	ベンチ機設計			
		ベンチ機製作・運転		
			パイロット機設計	
				パイロット機製作・運転

【最終目標(2029年度)】

冷熱を利用して大気中のCO₂を回収する提案技術Cryo-DACパイロット機の開発

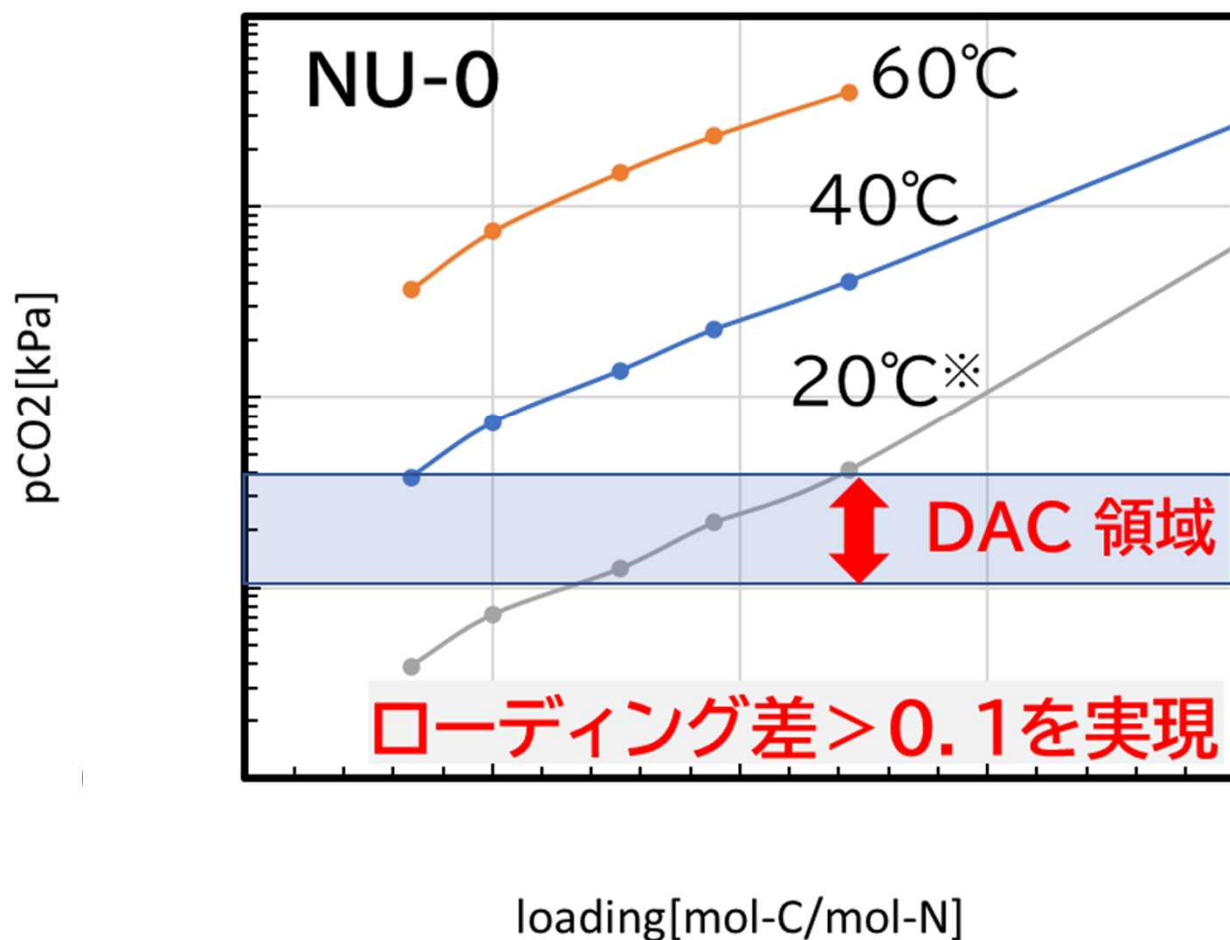
社会実装のイメージ

- LNGの冷熱を利用するCryo-DACシステムを都市ガス工場などに設置し、大気中のCO₂を直接回収し、高圧・液化CO₂として出力
- 回収CO₂は、貯留あるいはカーボンニュートラルメタンなどに転換



吸収液開発

- 低蒸気圧 0.5 Pa(20°C)
- DACレンジで吸収・脱離



圧カスイングDAC
を可能とするアミ
ン吸収液を開発

低圧損吸収プロセス開発



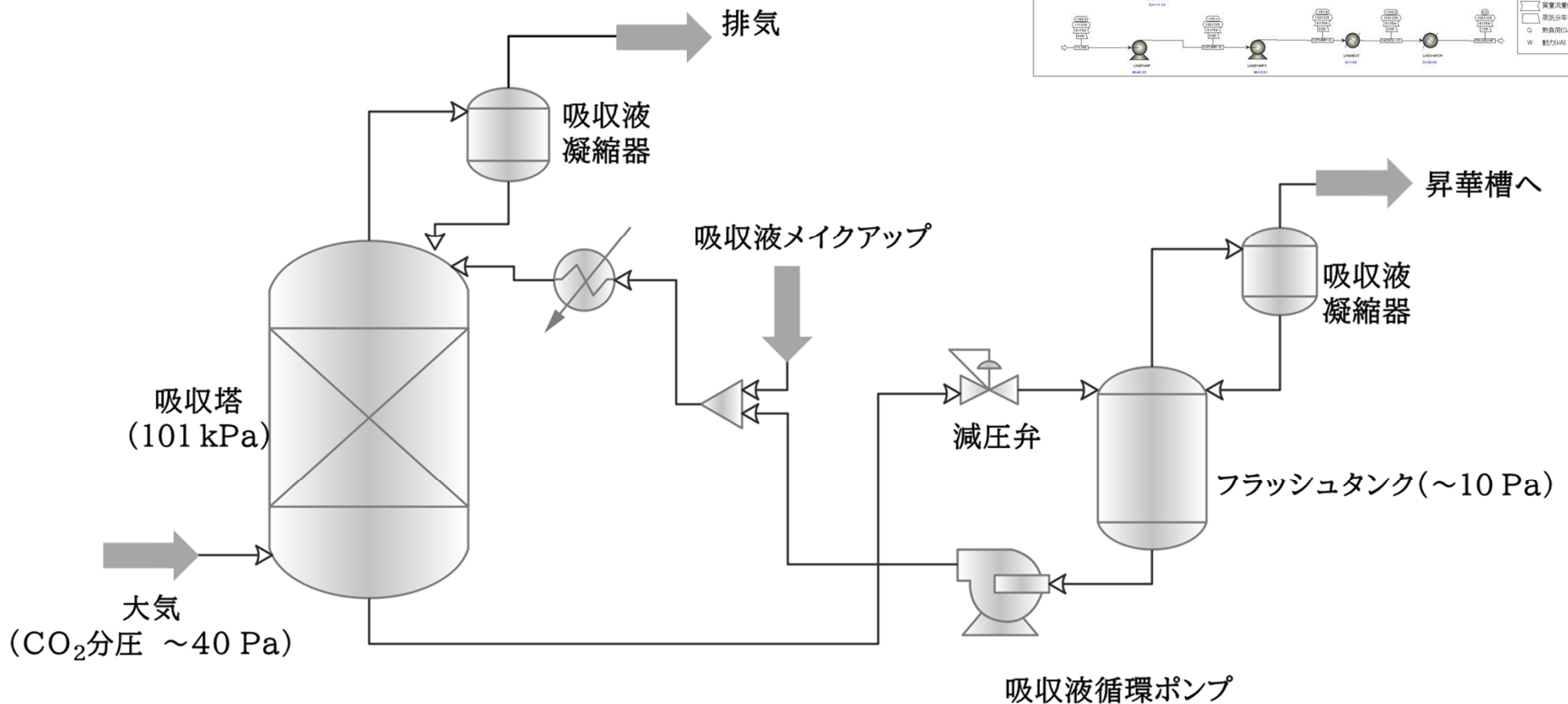
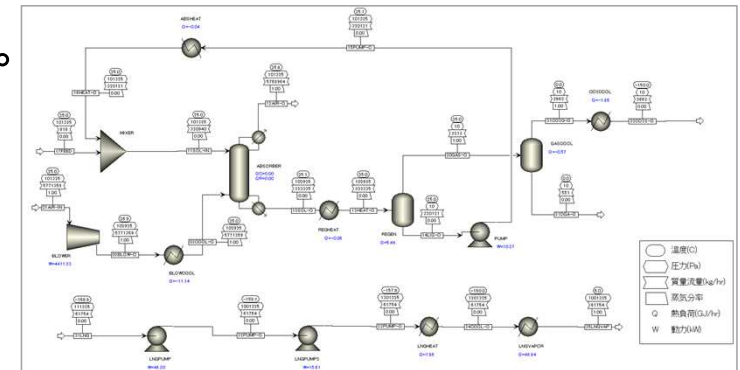
- 大気処理量 $\sim 50 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- 規則充填物を採用
- 10~100 Paオーダーでの圧力損失を実現可能
- 先行DACを凌駕する低送風エネルギーを目指す



先行DAC	送風エネルギー, kWh/t-CO ₂
カーボンエンジニアリング	366
クライムワークス	400
グローバルサーモスタット	160
 Cryo-DAC	<100(目標値)

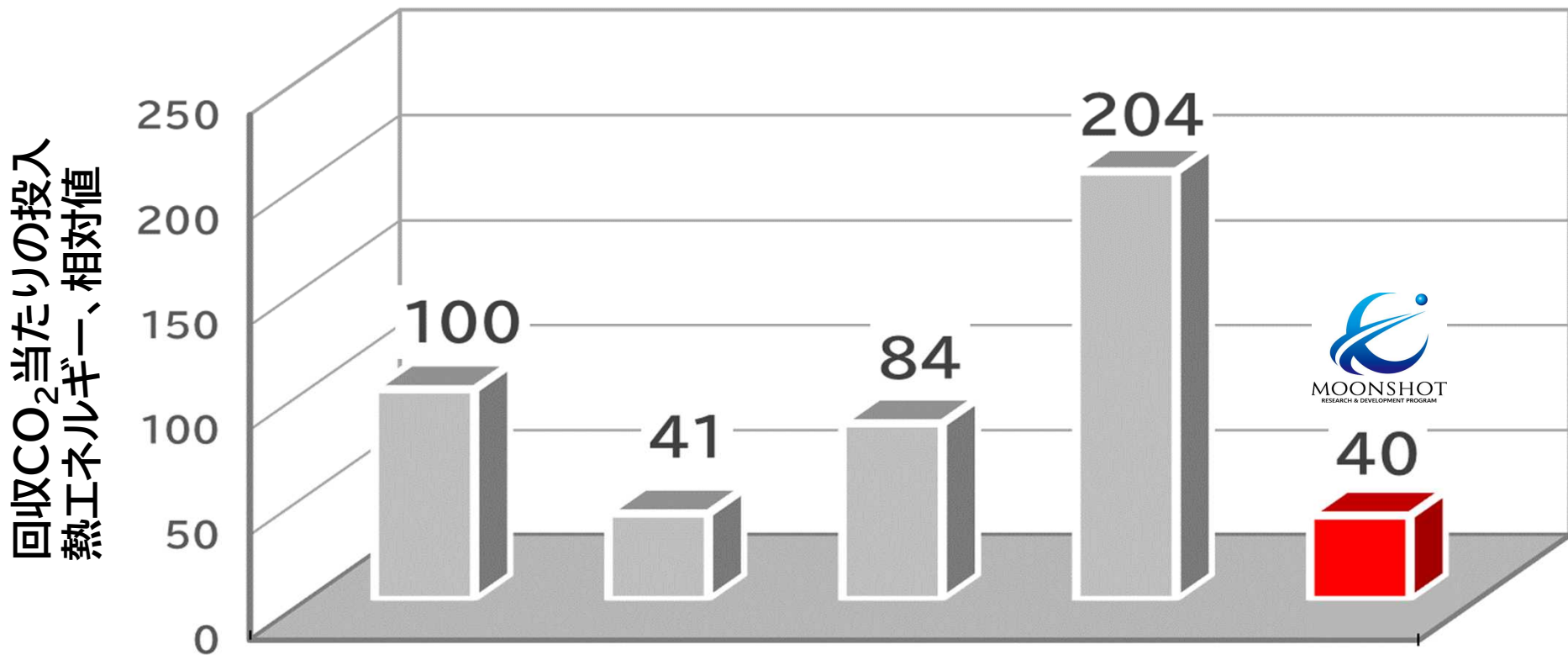
プロセス設計

- Cryo-DACプロセス(フロー、吸収液特性)をプロセスシミュレータ(Aspen Plus)でモデル化
- CO₂回収エネルギーを評価



CO₂回収エネルギー

- 海外DACメーカーを凌駕するポテンシャル
- 環境温度での再生が可能であり、事実上、燃料投入不要



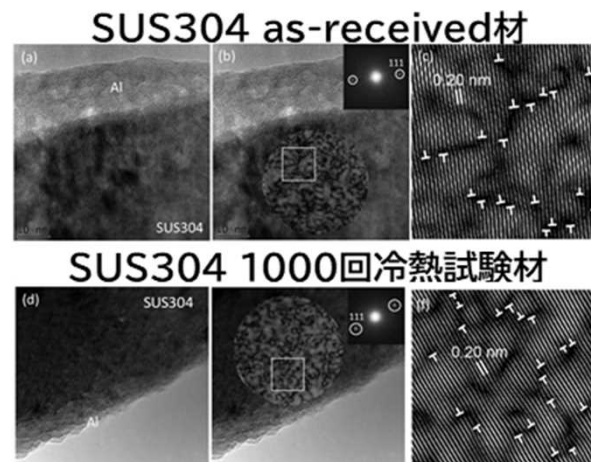
プロセス	Carbon Engineering	Climeworks	Global Thermostat	MEAを用いた温度スイングDAC	Cryo-DAC
エネルギー、相対値	100*	41*	84*	204*	40
再生温度, °C	900*	80-120*	105-130*	123*	25

※Techno-Economic Assessment for CO₂ Capture From Air Using a Conventional Liquid-Based Absorption Process
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00092/full>

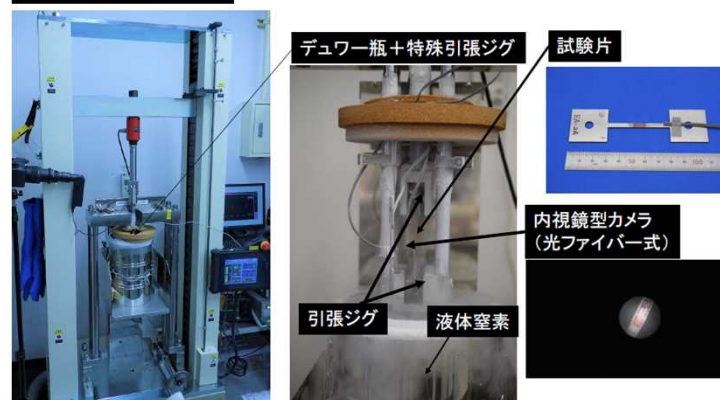
装置材料、プロセス監視技術、LCA

■装置材料

極低温－室温の繰り返しでも、微細組織が変化しない装置材料候補を選定



液体窒素中での引張試験



■プロセス監視技術

想定運転環境下で使用可能な装置材料の歪検出センサー開発

■LCA

LCA日本フォーラムのガイドラインに基づくLCAを実施

	CO ₂ 回収量		Cryo-DACライフサイクルCO ₂ 排出量
現状(系統電力)	100	>	80
2050年	100	>>	10

まとめ

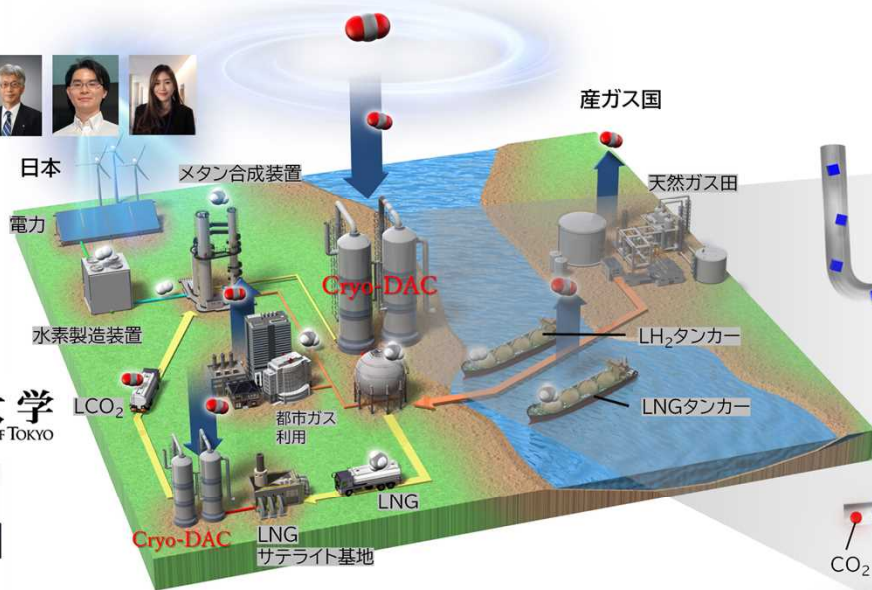
- 大気中CO₂分圧～40Pa、再生塔圧力～10 Pa（－150℃におけるドライアイス昇華圧）の圧力レンジで、十分なCO₂溶解度差が得られる候補吸収液を見出した。
- 吸収液の平衡物性に基づくプロセスシミュレーションは、本提案Cryo-DACが、先行技術を凌駕するポテンシャルを有することを示した。
- 今後、ベンチスケール機（～1 t-CO₂/y）、パイロット機の開発を進める。

ご清聴ありがとうございました

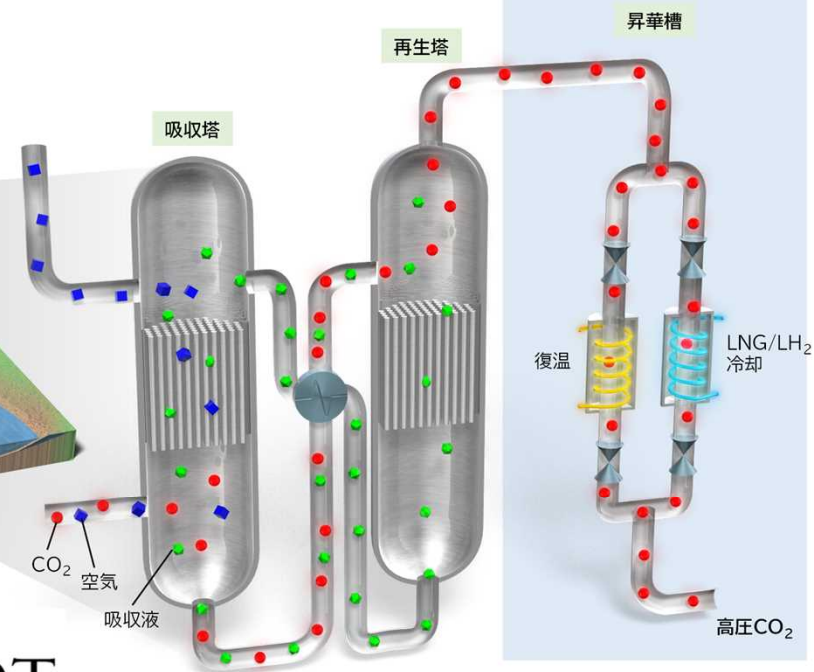
「ムーンショット型研究開発事業」目標4 冷熱を利用した大気CO₂直接回収の研究開発

PM 名古屋大学 則永行庸

Cryo-DACを核とするカーボンサイクル



Cryo-DACの概略



「Cryo-DAC」

冷熱を利用して大気中CO₂を回収する技術として特許および商標出願済み
特願2020-081158(名大・東邦ガス)



