

「CO₂分離回収技術開発の動向とRITEの取り組みー」

2026年2月10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

①「CO₂分離回収技術開発の動向とRITEの取り組み」

化学研究グループ グループリーダー 余語 克則

- ・国内外の動向と化学吸収液の大規模社会実装に向けた準備状況
- ・固体吸収材の実用化に向けた開発状況(天然ガス火力、有人宇宙活動、石炭火力)
- ・高圧用分離膜の実証試験に向けて

②「大阪・関西万博におけるDAC実証試験結果」

同 主任研究員 木下 朋大

③「炭素回収技術評価センター(RCCC) オープンして1年間の成果」

同 主任研究員 後藤 和也

CCSの現状

Global Snapshot

GLOBAL CCS
INSTITUTE

CCSの世界の現状

運転中施設数が過去12か月で54%増加



77

運転中の施設数は
54%増



64 Mtpa

運転中の施設によるCO2回収貯留能
力は25%増



513 Mtpa

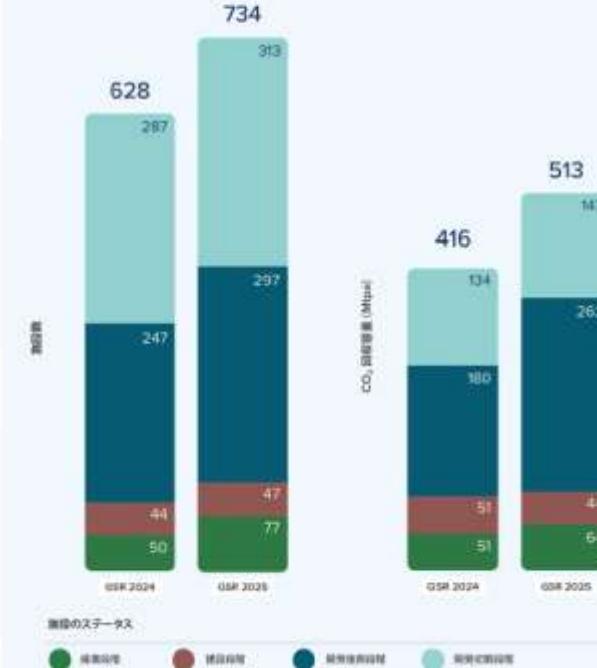
全施設によるCO2
回収貯留能力は
23%増



44 Mtpa

建設中の施設によるCO2回収貯留能
力

運用CCS施設の数と純回収容量



欧州ではネットゼロ産業法(Net-Zero Industry Act :NZIA)に基づく委任法令および決定により、欧州の石油・ガス生産者44社は、2030年までに年間5000万トンのCO₂貯留能力を共同で開発することが義務付けられ、2024年半ば以降、5つのCCSプロジェクトが稼働を開始し、7つのプロジェクトが建設中。

米国：エネルギー省、76億ドルの資金支援撤回

- Energy Department Announces Termination of 223 Projects, Saving Over \$7.5 Billion**
 The U.S. Department of Energy today announced the termination of 321 financial awards supporting 223 projects, resulting in a savings of approximately \$7.56 billion dollars for American taxpayers.
 October 2, 2025

- There's a second DOE project cancellation list**
 October 7, 2025 計321件の助成が打ち切られた この中にはCO₂の分離回収、DACに関する事業が多く含まれている

DACハブ: ハブの場所の実現可能性評価(14 件)、FEED(5件)、商業規模の施設の建設と運営(2 件)
 合計21件の内19件が助成金取り消しの可能性

DOEの膜プロジェクト:2025年1月時点で9件の膜事業がactive⇒ 全てのプロジェクトが終了もしくはキャンセル

Title	Performer	Technology Area	Key Technology	Application Type	Project Status	Ending Scale	Prime Performer .
Engineering Scale Design and Testing of Transformational Membrane Technology for Carbon Removal	Gas Technology Institute (GTI)	Point Source Capture - Power	Membranes	Coal	Active	Small Pilot	IL
Nano-Confining Ionic Liquid Membrane for Greater than or Equal to 97 Percent Carbon Dioxide Removal	Gas Technology Institute (GTI)	Point Source Capture - Power	Membranes	Natural Gas	Active	Laboratory	IL
CO ₂ -Philic Block Copolymers with Intrinsic Microporosity (BCPIMs) for Post Combustion CO ₂ Capture	Helios-NRG, LLC	Point Source Capture - Power	Membranes	Coal	Active	Bench	NY
Modular Carbon Capture, Storage and Offtake in the Maritime Shipping Industry	Luna Innovations	Point Source Capture - Power	Membranes	Mobile Sources	Active	Laboratory	VA
Large Pilot Testing of the MTR Membrane Post-Combustion CO ₂ Capture Process	Membrane Technology and Research, Inc.	Point Source Capture - Power	Membranes	Coal	Active	Large Pilot	CA
Membrane Hybrid Process for Deep Decarbonization of Industry	Membrane Technology and Research, Inc.	Point Source Capture - Industrial	Membranes	Cement	Active	Small Pilot	CA
Engineering-Scale Design and Testing of Transformational Membrane Technology for Carbon Removal	Ohio State University	Point Source Capture - Industrial	Membranes	Cement	Active	Small Pilot	OH
Engineering-Scale Testing of Transformational Membrane Technology for Carbon Removal	Ohio State University	Point Source Capture - Power	Membranes	Natural Gas	Active	Small Pilot	OH
Membrane-Based Carbon Capture System for Long-Range Marine Transportation	Zenith Purification, LLC	Point Source Capture - Power	Membranes	Mobile Sources	Active	Laboratory	TX

- ビルゲイツ:「緩和よりも適応」**

<https://netl.doe.gov/carbon-management/carbon-capture/psc-map>

<https://www.energy.gov/articles/energy-department-announces-termination-223-projects-saving-over-75-billion>

中国華能集団: 石炭火力発電所からの炭素回収: 世界最大の実証プロジェクト開始(2025年9月25日)

- ・ 甘肃省正寧発電所(石炭火力)から年間150万トンの二酸化炭素を回収
- ・ CO₂回収率>90%、CO₂純度>99%
- ・ 技術・設備を100%国産化
独自のHNC-7ハイブリッド吸収液
エネルギー消費量(2.3GJ/トンCO₂以下)
コスト220元/(約32ドル)トンCO₂未満
- ・ フルチェーンCCUS実証:
国内最深の塩水層貯留井と、年間20万トン
(フェーズIIでは年間50万トンに増加)の貯留が可能な超臨界CO₂パイプラインネットワークを備えている。



GLOBAL STATUS OF CCS 2025(GCCSI)

化石燃料の脱炭素分野において中国が世界をリードする地位を確立？

日本：検討中の先進的CCS事業(9件)*

事業名(貯留地域)	貯留量	排出源	回収設備	輸送方式
苫小牧地域CCS事業 (帯水層)	約150万～ 200万t/年	①出光興産(株)北海道製油所 ②北海道電力(株)苫東厚真発電所	①アミン吸収法 ②アミン吸収法(5,200t/day)	パイプライン(気相)
日本海側東北地方 CCS事業(海域帯水層)	約150～ 190万t/年	①日本製鉄 九州製鉄所大分地区高炉熱風炉 ②太平洋セメント:株デイ・シイ川崎セメント工場 ③秋田県ごみ焼却施設等	①化学吸収法(100～140万t/年) ②深冷分離(50万t/年) ③**	船舶(低温・低圧)及びパイプライン(気相(大分)、液相(川崎))
東新潟地域CCS事業 (新潟県内既存油ガス田)	約140万t/ 年	①東北電力:東新潟火力発電所(ガスタービン) ②三菱ガス化学:化学工場(ボイラ-2基)、水素製造 ③北越コ-ポ-レ-ション:新潟工場(製紙・パルプ工場、リーダー回収ボイラ)	各事業者検討中** (排出源ごとに最適な技術を選定)	パイプライン(気相)
首都圏CCS事業 (千葉県外房沖海域帯水層)	約140万t/ 年	①日本製鉄製鉄所君津地区(高炉熱風炉) ②京葉臨海工業地帯の複数産業	①化学吸収法(108万t/年) ②**	パイプライン(80km)
九州西部沖CCS事業 (海域帯水層)	約170万t/ 年	①J-Power: (ガス化炉、ボイラー) ②ENEOS:(水素製造装置、蒸留装置、ボイラー等)	各事業者検討中**	船舶及びパイpline (各事業所で液化、貯蔵)
マレーシア マレー半島沖北部CCS事業 (減退油ガス田)	約300万t/ 年	①JFEスチール:東日本製鉄所(高炉熱風炉) ②コスモ石油千葉製油所・丸善石油化学千葉工場 ③日本触媒川崎製造所(酸化ヒチレン製造プラント)	①アミン吸収法(70万t/年)	船舶及びパイpline(気相) 液化プラントで集積
マレーシア サラワク沖CCS事業 (海域枯渇ガス田)	約190～ 290万t/年	①JFEスチール:製鉄所(高炉熱風炉) ②三菱ガス化学:ガスタービン及び高圧ボイラー ③三菱エミカル:ヒチレンプラント分解炉排ガス ④中国電力:防府バイオマス混焼発電	①アミン吸収法(132万t/年) ②アミン吸収法(13万t/年) ③化学吸収法(30万t/年) ④化学吸収法(50万t/年)	船舶及びパイpline(気相、 液相ケースタディー)
マレーシア マレー半島沖南部CCS事業 (海域減退油ガス田、 帯水層)	約500万t/ 年(7排出事 業者・4業 種)	①関西電力堺港発電所+コスモ石油堺製油所 ②中国電力三隅発電所 ③電源開発松浦火力発電所 ④九州電力松浦発電所 ⑤ケラスクミカル大分コンビナート(ヒチレン製造) ⑥UBE三菱セメント宇部セメント工場	①化学吸収法(75万t/年) ②化学吸収法(100万t/年) ③化学吸収法(100万t/年) ④化学吸収法(100万t/年) ⑤化学吸収法(数十万t/年) ⑥化学吸収法(50万t/年)	船舶及びパイpline 近傍の出荷拠点(5拠点)にて液化・一時貯蔵し、液化CO ₂ 船に払出
大洋州CCS事業 (海域減退油ガス田、 帯水層)	約200万t/ 年	①日本製鉄製鉄所(名古屋地区)高炉熱風炉 ②三菱エミカル:石炭ボイラ-、化学プラント ③三菱商事クリーンエナジー:LNG火力発電等3設備	①化学吸収法(約100万t/年)** ②**(59万t/年) ③**(50万t/年)	船舶及びパイpline

*JOGMEC令和5, 6年度先進的CCS事業成果報告会、METIHP(<https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240628011/20240628011.html>)を元に作成
**発表資料に明示なし

高性能吸収液の開発:概要

NEDO事業(GI基金)/日本製鉄(株)と共同実施

	COURSE50 Phase I (2008~2017)	// Phase II (2018~2021)	GI基金事業等 (2021~2029)
● ラボ試験 ・吸収液開発 ・実用化技術開発	(水溶液系吸収液) RN-1~4 ✓ 2.0 GJ/t-CO ₂ の性能 ✓ 標準液(MEA液*) より優れる ・劣化耐久性 ・金属腐食性	(混合溶媒系吸収液) RN-5,6 ✓ 非水溶媒の利用技術 を開発し、1.6 GJ/t- CO ₂ の性能に到達 ✓ 触媒との相乗効果 を確認 ✓ 金属腐食性低下	(新規混合溶媒系吸収液) RN-X ➤ 1.6 GJ/t-CO ₂ を確実にする吸収液開発 (新規有機溶媒探索、組成検討、 新規CAT-LAB によるプロセス検討) ➤ 水素還元高炉製鉄排ガス(CO ₂ 濃度 変動)に対応した吸収液開発 ➤ 金属腐食性に対する技術開発
● 実ガスベンチ試験による プロセス技術開発	小型連続試験装置 (CAT-LAB) 1 t/d-CO ₂ 規模 (CAT-1)		実ガスベンチ試験: 2024年1~6月 熱量原単位10%低減
● パイロットプラント試験 による技術実証	30 t/d-CO ₂ 規模 (CAT-30) 2.3 GJ/t-CO ₂ 達成		➤ 吸収液性能実証 ➤ ガス中不純物影響 評価 ➤ プロセス要素技術 開発
● 商用化	商用機ESCAP®** 市村地球環境産業賞を受賞 適用先: 製鉄排ガス (120t/d)	石炭火力燃焼排ガス (143t/d)	Cat-30パイロット プラント試験 ➤ 水素還元高炉との 連動試験による 技術実証

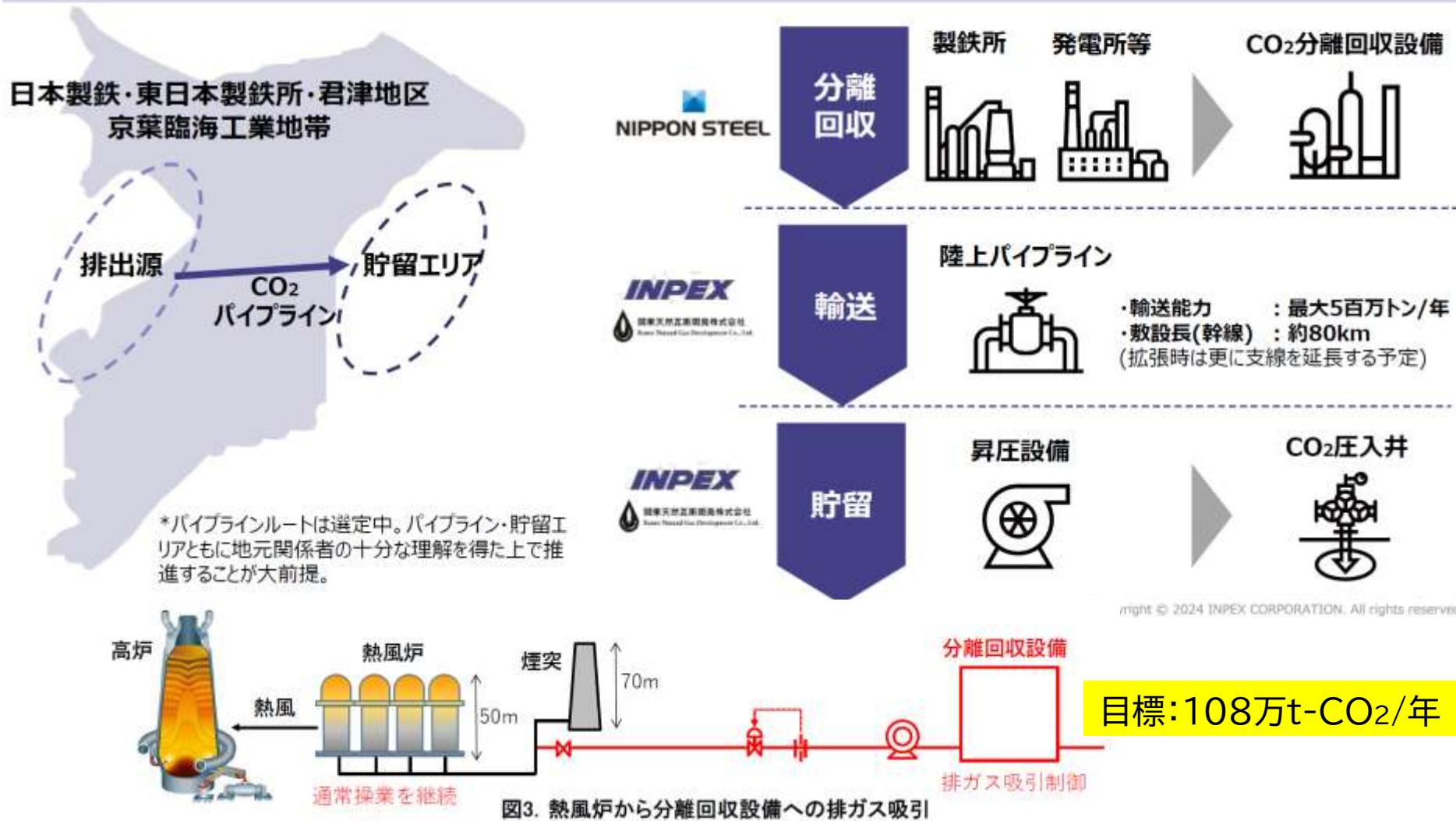
* MEA液:モノエタノールアミン水溶液

** ESCAP®:日鉄エンジニアリング(株)の省エネ型CO₂回収設備

大規模社会実装へ!

首都圏CCS: 事業概要

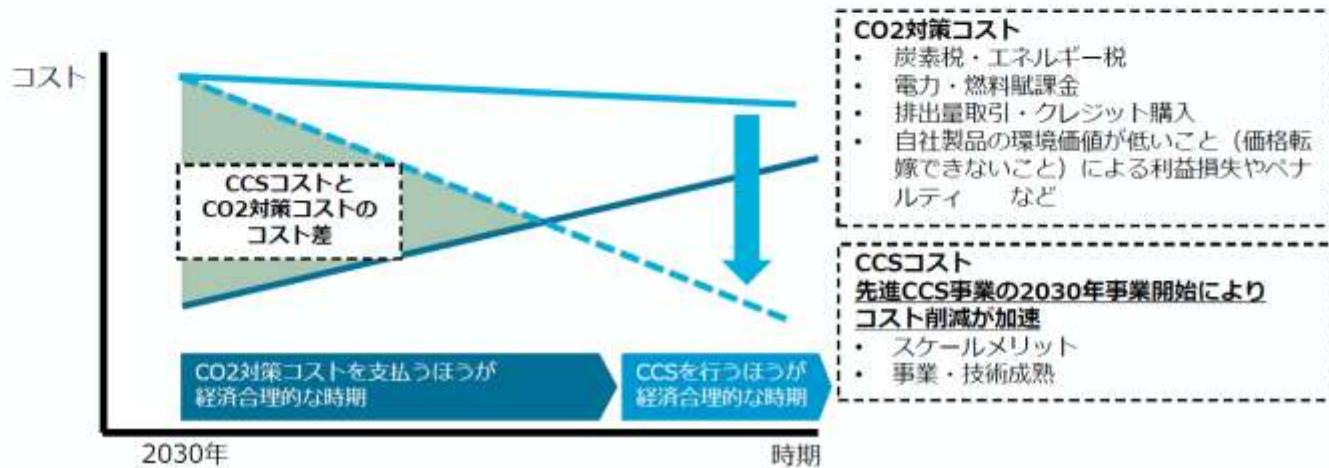
大都市圏の千葉・京葉臨海コンビナートから複数産業を排出源とするCO₂を回収
パイプライン*で輸送の上、外房沖海域に貯留するCCS事業

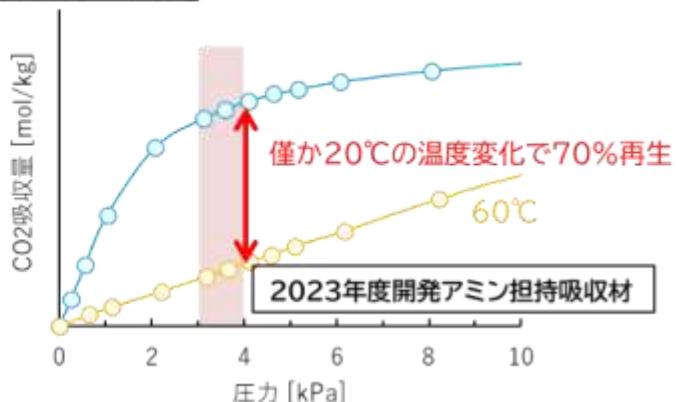
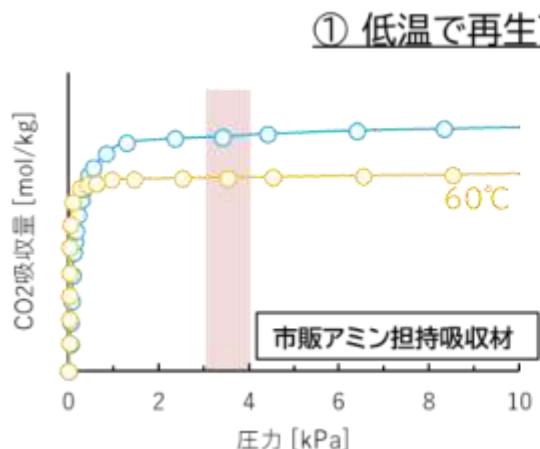


CCS事業の自立化にはさらなるコスト削減が必須

CCS事業の自立化に必要な条件

- CCSコスト（分離回収、輸送、貯留の合計コスト）と排出者が負担するCO2対策コスト（削減対策をしないことで発生するコスト。税、賦課金、クレジット購入、環境価値が低いことによる利益損失など）の比較で、CCS事業の自立化には、CCSコストが排出者が負担するCO2対策コストを下回ることが必須。
- CCSのコストは、技術・市場成熟やスケールメリットなどによって下がり、将来的にはCO2対策コストと逆転して自立化が見込まれる。ただし、前提として、まとまった量のCCSが実施されることで、安価に利用可能な分離回収技術や輸送・貯留インフラが確立し、事業経験を経て市場が成熟することが必要。
- CCSコストのほうが高い現状では、排出者自らがCO2対策コストを負担して、排出削減を行わない形でCO2を排出するほうが経済合理的であり、他国に先行してCCSコスト削減を実現し、CCS市場においてアジア大洋州地域で競争力あるCCSバリューチェーンを我が国主導で構築するためには、コスト逆転に先行して、まとまった量のCCSが実現できるような支援が必要ではないか。
- なお、CCSコストのほうが高い現状に加え、CO2対策コストと逆転する時期も見通せないため、支援には事業開始に必要なCAPEX支援だけではなく事業の自立化を見据えたOPEX支援も必要ではないか。





② 加速試験による材料寿命の評価

	試験前	48時間後	72時間後	144時間後	192時間後
RGB5-F1					
PEI-F1					

③ 耐久性評価試験を開始



NEDO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 (天然ガス燃焼ガス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)

吸収材開発



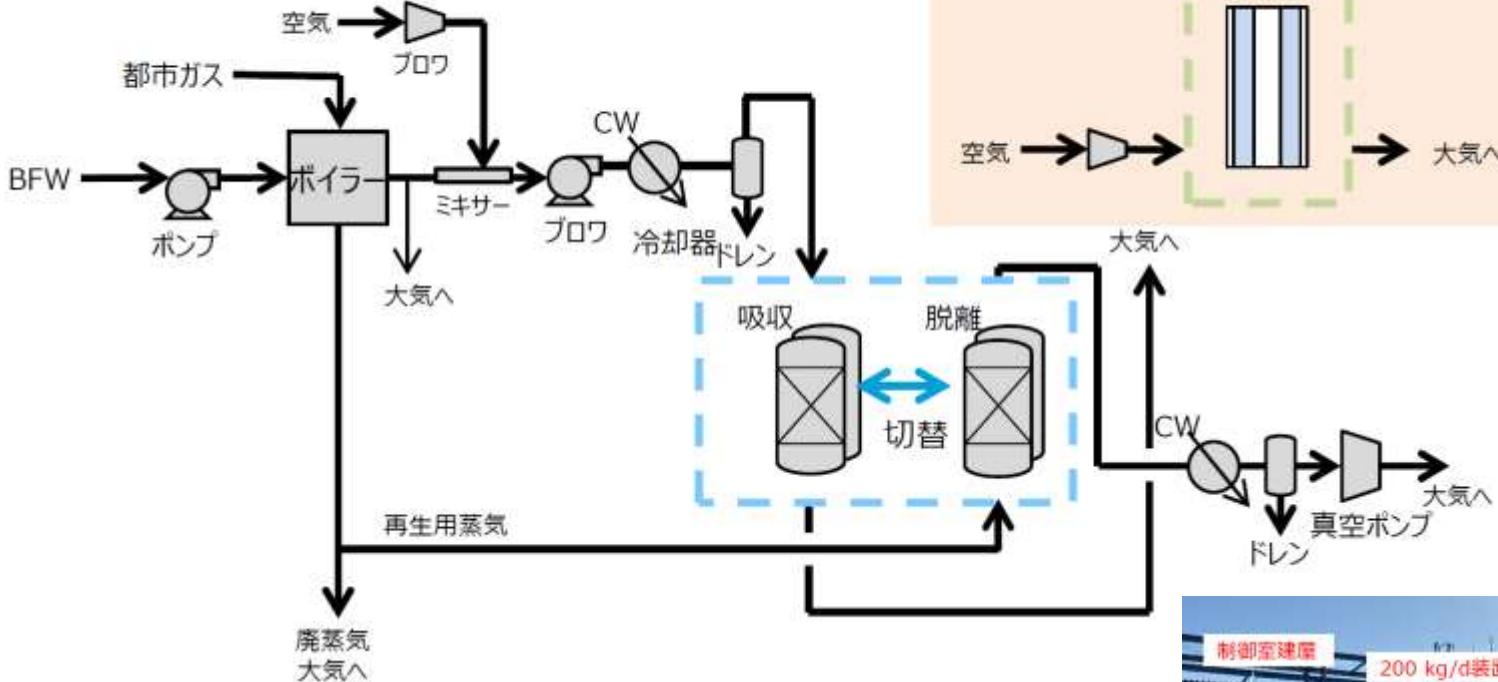
プロセス開発



実ガス実証



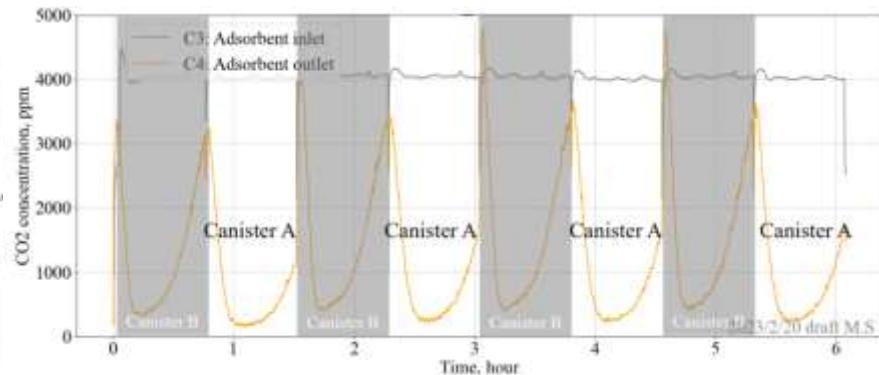
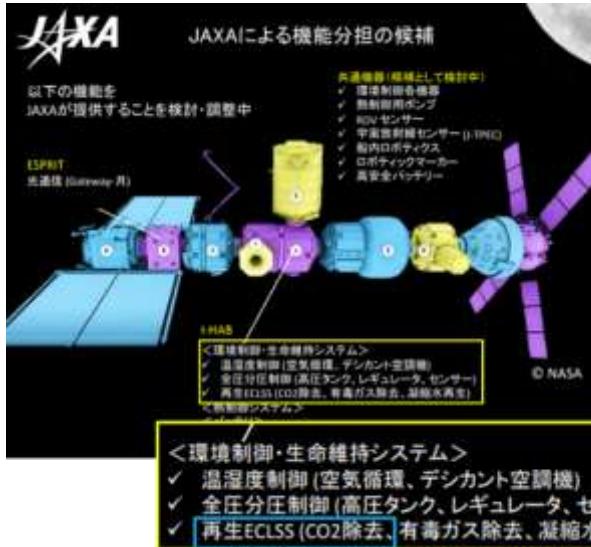
200 kgCO₂/d規模ベンチプラント



建設中。2025年11月時点の写真

技術の応用:有人宇宙活動への利用(月周回有人拠点:Gateway)

GatewayではJAXAがCO₂回収装置を担当



第62回 宇宙科学技術連合講演会、OS05-3 国際宇宙探査

「将来有人宇宙探査に向けた二酸化炭素除去の軌道上技術実証システム (JEM Demonstration of Removing Carbon-dioxide System : DRCS)」

・日本が初めて微小重力環境下で運転するCO₂除去装置

RITE固体吸収材とJAXAの技術実証装置でGatewayの要求性能を満たす性能を確認

⇒H3ロケット7号機により新型宇宙ステーション補給機1号機(HTV-X1)に搭載し打上げ、国際宇宙ステーション(ISS:International Space Station)で軌道上実証を実施中(2025年12月15日開始)

試験結果は、JAXAが開発を進めている「環境制御・生命維持システム(Environmental Control and Life Support System: ECLSS)」技術の向上につなげる。

ECLSSはアルテミス計画で欧州宇宙機関(ESA)が開発を担当する月周回有人拠点「Gateway」の国際居住棟(International Habitation module: I-HAB)に設置される予定。

有人宇宙活動用CO₂吸着材の開発(月周回有人拠点:Gateway)

令和7年8月7日(木)中部経済新聞 15面

宇宙生活の「命綱」国産化

CO₂除去装置、実地試験へ



月基地、探査車に活用も



宇宙で人が暮らすのに必要なのが、呼吸とともに回り空間にたまる二酸化炭素(CO₂)の除去装置だ。今朝とも言えるこの装置を今、日本が初めて自前で開発している。2025年度中に国際宇宙ステーション(ISS)に運び、性能試験を実施する。米主導の月探査「アル忒ミス計画」で月の上陸に建設する両面基地や、月面探査車で活用できる可能性がある。

2026/1/29 5:00 日本経済新聞 電子版

日本のCO₂除去装置が月探査などで活躍しそうだ

ゲートウェーの国際居住棟

CO₂を宇宙に排出

CO₂ CO₂

CO₂ CO₂

船内に戻す

空気



消費電力を抑えてCO₂を除去

従来 セ氏約150~160度に加熱

JAXAの
装置

約60度で済む



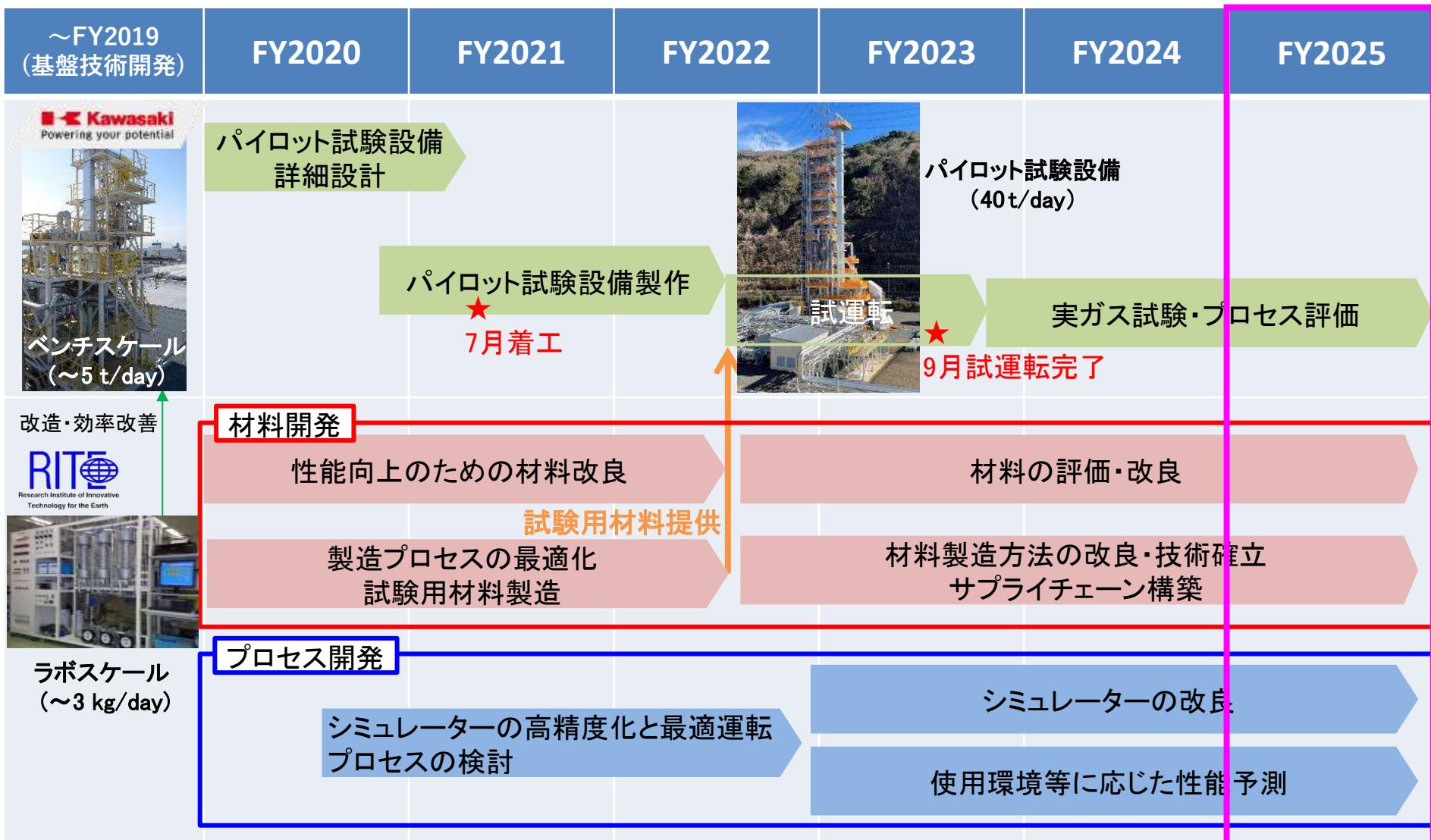
NASA提供

月面で宇宙服を脱いで生活できる探査車

JAXA/TOYOTA提供



カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発／CO₂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



CCS: 公表されているCO₂の規格

(特に記載の無いもの以外、濃度はppm-mol)

Comp.	Dynamis	NETL Design	Goldeneye/ Peterhead	CarbonNet Project	ISO/TR 27921:2020	Porthos	Fluxys Gas	TES OGE	Aramis pipeline	Aramis ship	Northern Lights
Year	2007	2013/ 2019	2014-2016	2016	2020	2021	2022	2022	2023	2023	2024
CO ₂	>95.5%	≥95%	≥99%	>93.5%	>95	≥95%	>95%	>98%	>95	Balance	99.81
H ₂ O	500	≤500	≤50	≤100	≤ 20-630 ¹³ ≤ 200 ¹⁴	≤70	<40	<30	<70	<30	≤ 30
H ₂ S	200	≤100 ⁹	≤ 0.5	100	<200 ¹⁵	≤ 5	5	<10	<5	<5	≤ 9
CO	2000	≤35	≤ 10	900-5000	<2000 ¹⁷	≤ 750	<750	<100	<1200	<750	≤100
O ₂	<40000	≤10	≤1	20000-50000	Note 18	≤ 40	<40	<30	<40	<10	≤10
SOx	100	≤100 ⁹	≤10	200-2000	HSE <200 Corrosion<50		<10 ⁷	<1	-	<10	≤10
Sulphur comp						≤20 ¹	<20	<30 ²	<20 ²	-	
NOx	100	≤100	≤ 10	250-2500	HSE <200 Corrosion<50	≤ 5	<5	<1	<2.5	<1.5	≤1.5
Methanol					Note 20	≤620	<620		<620	<40	≤30
Ethanol					Note 20	≤20	<20		<20	<20	≤1
VOC						≤10	<10		<10	<10	≤10
NH ₃	≤50	≤ 5				≤ 3	<3	<10	<3	<10	≤10
Amine		≤ 2			Note 20	≤ 1	1	<1	<1	<10	≤10
N ₂	<40000 ⁷	≤40000	≤ 6000		<20000	≤ 24000	<24000	<20000	<24000	-	≤50
Ar	<40000 ⁷	≤40000	≤ 6000		Note 15	≤ 4000	< 4000	<2500	<4000	-	≤100
H ₂	<40000 ⁷	≤40000	≤ 3000		<7500	≤ 7500	<7500	<10000	<7500	<500	≤50
CH ₄	<40000		0		Note 15, 16	≤ 10000	<10000		<10000	-	≤100
COS	Trace										
HCN	Trace					≤2	<2		<2	-	≤100
HCl	Note 10	≤ 1									
Hg	Note 10	≤ 1 ppbv						<5 ppbv	<30 ppb		≤0.0003
Ethylene	≤10000								-	-	≤0.5
Ethane											≤75
C ₂ +/C ₃ +	≤10000	≤ 10	≤50000	<25000	≤1200	<1200	<2500	<1200	-		≤1100
Glycol	≤46 ppbv				Note 20				Dew point	-	≤0.0005 ¹²
BTEX						≤0.1	<0.1		<0.1		≤0.5
Aldehydes		≤ 20				≤ 10	<10		<10	-	≤20
Non-cond ¹¹		≤10000	20000-50000		≤40000	<40000		<40000	<2000		
Cadmium & Thallium									<30 ppb	-	≤0.03
Carboxylic acid						≤1	<1		-	<1	
Dew point						<-10°C @20bar	<-10°C (P _{nm})		-10°C		
Solids		<1	≤ 7μm					<1 ppm	<1 μm	<1 μm	≤ 1μm

CO₂の圧縮エネルギーへの不純物の影響は小さい*

Table 1 CO₂ impurity scenarios

Scenario number	Scenario name	Component (all values % by volume)						
		CO ₂	O ₂	N ₂	Ar	H ₂	CO	H ₂ S
1	REF	100						
2	CO ₂ MEM1	93		7				
3	CO ₂ MEM2	97	3					
4	ADS1	90	1	9				
5	ADS2	95		5				
6	Ca LOOP	95	1	2	2			
7	OXY1	90	6	3	1			
8	OXY2	96.5	0.5	2.5	0.5			
9	PRE	98				2		
10	H ₂ MEM	96		1		1	0.5	1.5
11	CH ₄ -RICH	98						2
12	TGR-BF	96		0.5		3.5		

Acronyms: ADS - adsorption; Ca LOOP - Calcium looping; CO₂ MEM - CO₂ membrane; H₂ MEM - H₂ membrane; OXY - oxyfuel; PRE - pre-combustion; REF - reference; TGR-BF - Blast furnace with top gas recycling

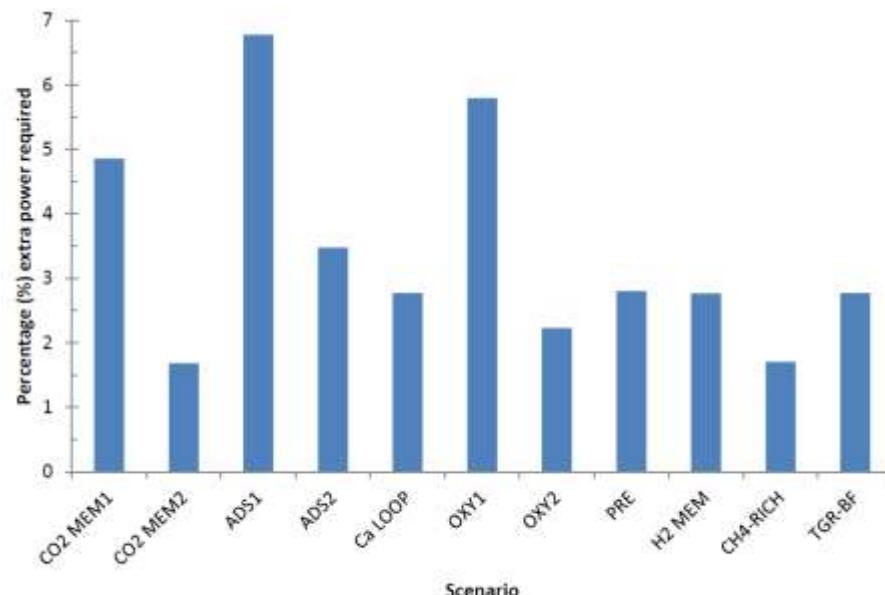


Figure 4-4: The extra power requirement of the anthropogenic CO₂ streams compared to the reference case.

Table 4-5: The initial conditions for the compression studies in dense phase

Inlet pressure	Inlet temperature	Mass flow rate	Final Pressure	Final Temperature
p_i [bara]	T_i [°C]	\dot{m} [kg/h]	p_f [bara]	T_f [°C]
1.6	38	700,000	110	30

*IEAGHG, "Impact of CO₂ impurity on CO₂ compression , liquefaction and transportation," 2016.

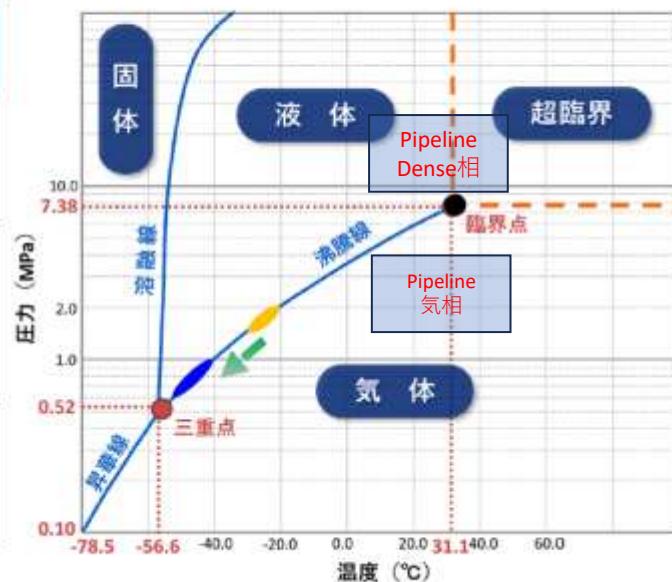
CO₂船舶輸送に関する技術開発

技術開発のポイント（温度・圧力）

- 低コストかつ大量のCO₂輸送を実現するため、タンクの構造材料を薄くし大容量化が可能な低温・低圧とすることが望ましい。
- 低温・低圧にすると三重点に近くなり、操作上、安全上のリスクとなるドライアイス化が起こりうると懸念される。
- このリスクを適切に管理した低温・低圧での船舶による液化CO₂の輸送技術開発を行う。

CO₂の性状：「中温・中圧」「低温・低圧」

状態	温度・圧力	特記事項
● 中温・中圧	-30°C~-20°C 1.5MPa ~2.0MPa	現在の液化CO ₂ 輸送・貯蔵条件
● 低温・低圧	-55°C~-40°C 0.5MPa ~1.0MPa	大量輸送に期待される条件 CO ₂ の三重点に近い
● CO ₂ 三重点	-56.6°C 0.52MPa	ドライアイス化が起きる条件



出典: CCSA-ZEP 「Achieving a European market for CO₂ transport by ship January 2024 (P6)」
(https://zerodecarbonisationplatform.eu/wp-content/uploads/ZEP_report_HD-1.pdf) を基に作成

CO₂の相転移への不純物の影響

不純部物(特にH₂とN₂)の存在:

二相流領域(気相 + 液相)の形成、臨界点が高压側にシフト

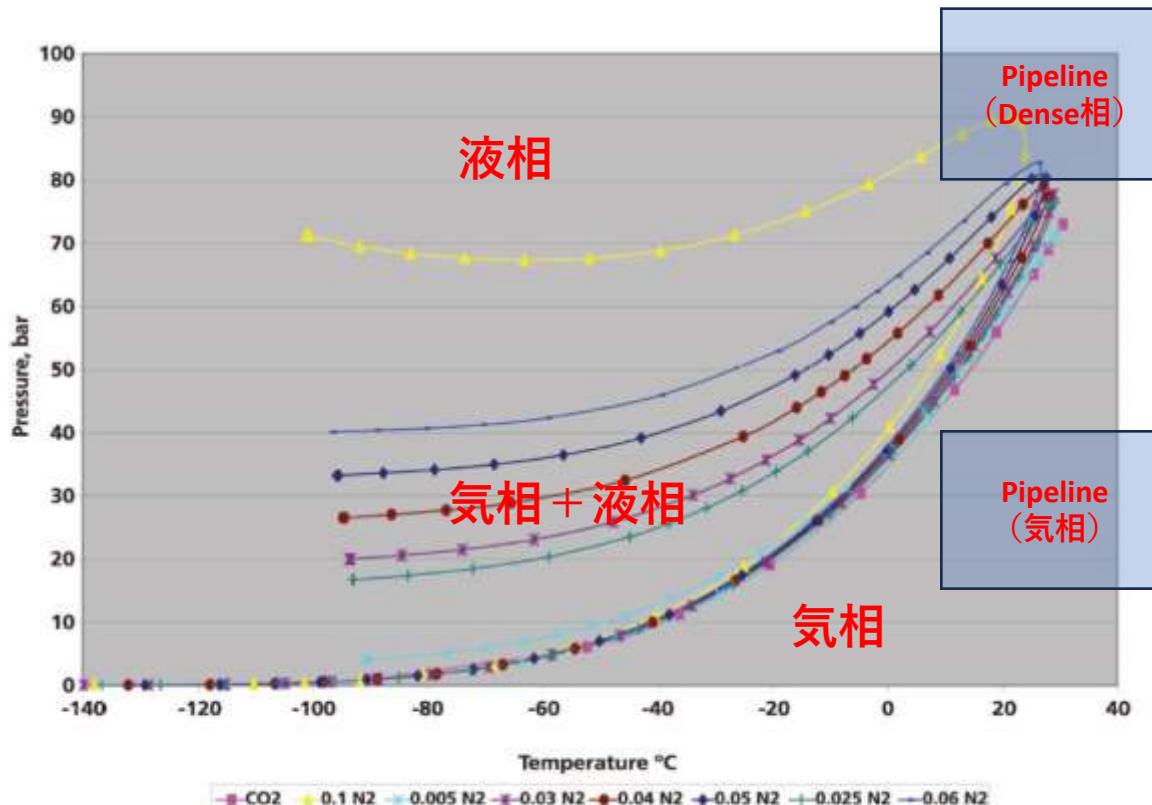


Figure 2-3: Pressure-Temperature phase envelope of CO₂ with impurities [4].

CO₂中の不純物の種類とその影響*

①非凝縮性成分による蒸気圧上昇

H₂、N₂、O₂、Ar、CO、CH₄: 純LCO₂よりも蒸気圧が上昇

⇒タンクの設計圧力を超えないよう許容濃度を設定する必要あり

②腐食性物質の生成

H₂O: CO₂と反応して炭酸精製、炭素鋼を腐食させる

: O₂、SOx、NOx、H₂S、COと反応して腐食性化合物を生成(Acid Drop-out)

Hg: アルミニウムと反応してアマルガムを生成

⇒水分値をできるだけ下げることで腐食に関する問題は大幅に緩和できる

③人体・環境に影響がある成分

CO₂に含まれる不純物を規定している法令・規則

- ・大気汚染防止法
- ・JIS規格K-1106
- ・食品衛生法、食品添加物企画

⇒漏洩時にこれらを超えないように許容濃度に留意する必要あり

Impurities (H_2O , SO_2 , H_2S , O_2 and NO_2) chemical interactions and their limits

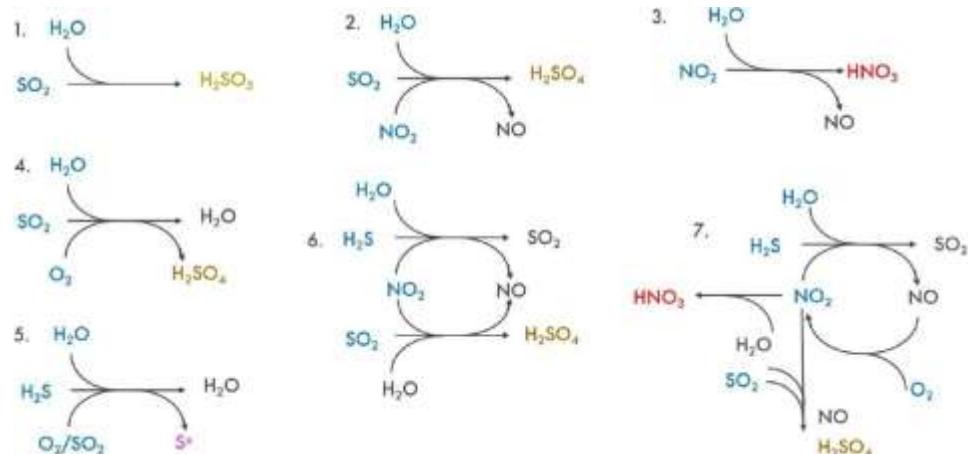


Figure : Most likely chemical reactions between a range of impurities (H_2O , SO_2 , NO_2 , H_2S and O_2)

J. SONKE et al. *International Journal of Greenhouse Gas Control* 133 (2024) 104075

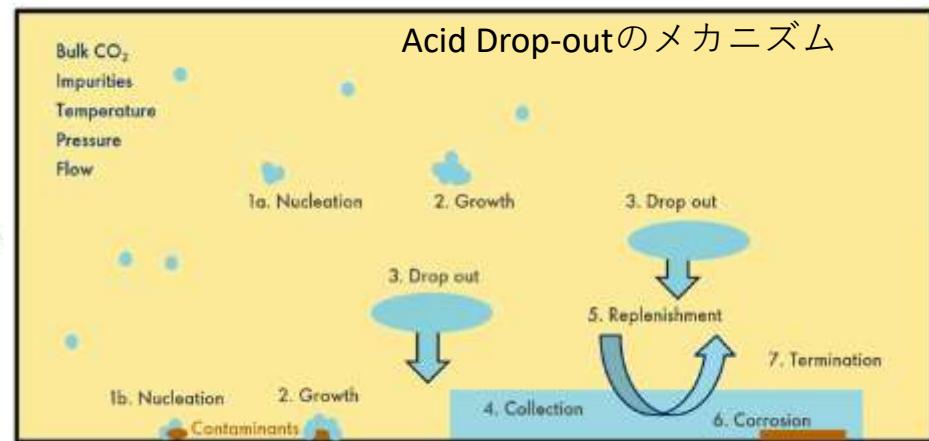
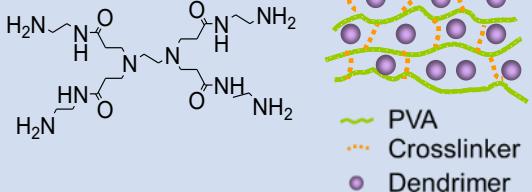
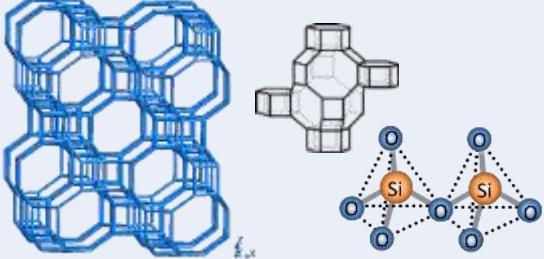
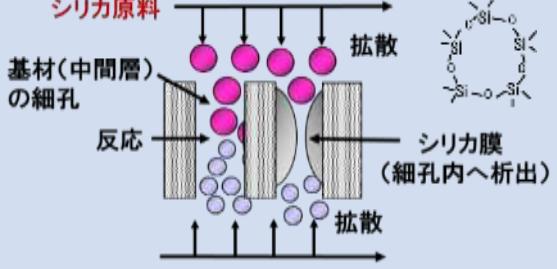


Fig. 6. A representation of the different influential steps of corrosion due to formation and drop out of liquids in a bulk phase CO_2

Excerpt of Limits for the Formation of a Separate Phase in CO_2 [ppm-mol] at Ship Transportation Conditions

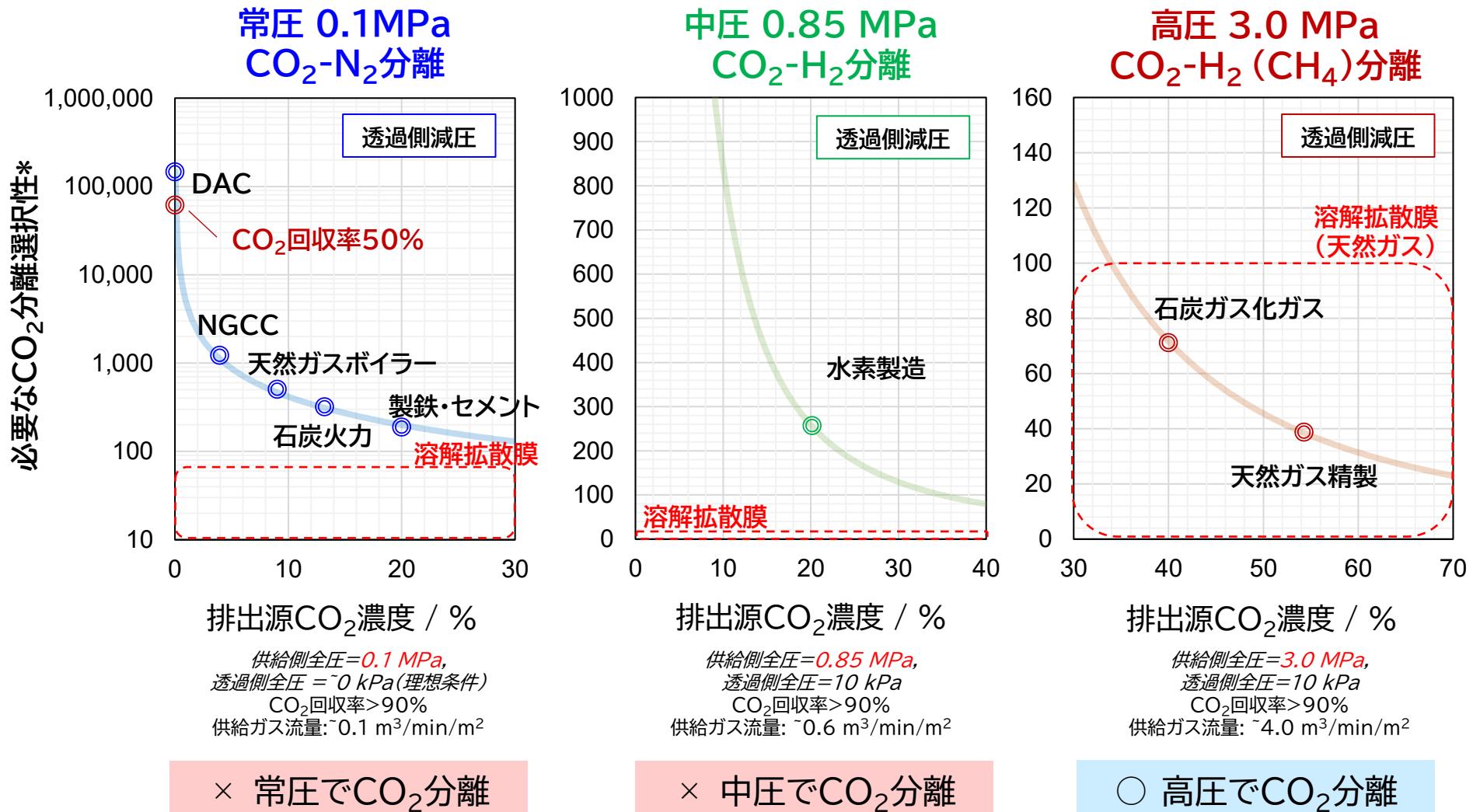
Condition	Phase	Impurity [ppm-mol]					Comment
		H_2O	SO_2	H_2S	O_2	NO_2	
-25 °C 20 bar	liquid	10	Total 60		10	-	No reactions or acid formation was observed with $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2$ at a total of 60 ppm-mol
-23 °C 20 bar	liquid	30	10	5	10	1.5	Some reactions, but no liquid drop-out observed. At 2.5 ppm-mol NO_2 acids were formed, and reaction product drop-out has been observed.

RITEが保有する膜分離技術

膜	構造	特長	主な用途
分子ゲート膜 (有機膜)	 <p>分子ゲート膜の構造図。左側はアミノ基 (-NH₂) を持つ多層構造の分子を示す。右側はPVAマトリクス（緑色）にオレンジ色のCrosslinkerと紫色のDendrimerが分散している様子を示す。</p>	<p>CO₂/H₂混合ガスからCO₂を選択的に透過 (分子ゲート機能)</p>	<ul style="list-style-type: none"> CO₂/H₂分離 (IGCC、水素製造用としてMETI事業で開発中)
(ピュアシリカ)ゼオライト膜	 <p>ゼオライト膜の構造図。左側は六角形の環状構造で組み成る大規模なゼオライト結晶の構造を示す。右側はシリカの四面体構造（Si-O-Si）とその間の八員環構造を示す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 結晶の均一細孔 熱的・化学的安定性 	<ul style="list-style-type: none"> CO₂/CH₄分離 MCH脱水素 蒸留代替(脱水)
対向拡散CVDシリカ膜	 <p>対向拡散CVDシリカ膜の構造図。左側はシリカ原料が基材（中間層）の細孔を通過して反応し、シリカ膜が細孔内に析出する過程を示す。右側はシリカ膜の構造を示す。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 水素透過速度・選択性が極めて高い 構造設計の自由度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> MCH脱水素 He回収
細孔内充填型パラジウム膜	 <p>細孔内充填型パラジウム膜の構造図と顕微鏡写真。左側は保護層（白）、パラジウム膜（黒）、細孔内充填層（白）の構造を示す。右側は実際の膜表面の顕微鏡写真である。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 耐久性向上とコスト低減の可能性 製膜位置の制御が可能 	<ul style="list-style-type: none"> NH₃脱水素 天然ガス改質

分離膜(溶解拡散膜)によるCO₂回収プロセスの適用性

回収率>90%、純度>95%を満たす膜分離性能(一段分離)



膜分離は圧力差を駆動力とするため高圧、高CO₂分圧が有利

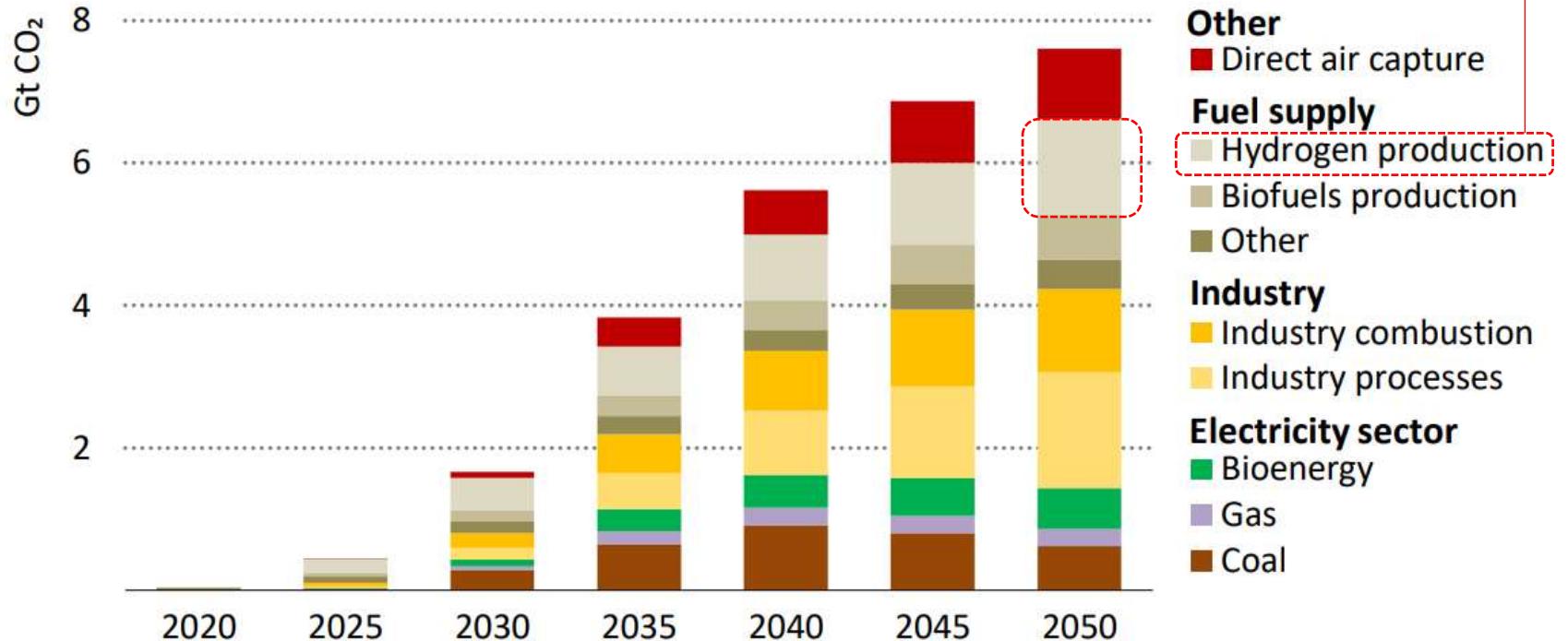
* $\text{kmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

$Q_{\text{CO}_2} = 10^{-8} \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ Pa}^{-1}$

ネットゼロシナリオにおける排出源ごとのCO₂回収量※

Figure 2.21 ▷ Global CO₂ capture by source in the NZE

水素製造
→CO₂分離膜の
適用可能性

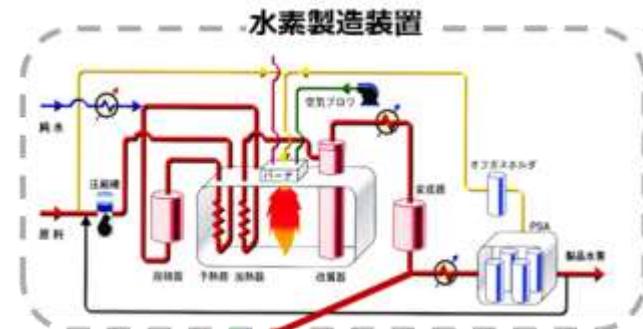


IEA. All rights reserved.

By 2050, 7.6 Gt of CO₂ is captured per year from a diverse range of sources. A total of 2.4 Gt CO₂ is captured from bioenergy use and DAC, of which 1.9 Gt CO₂ is permanently stored.

「高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討」

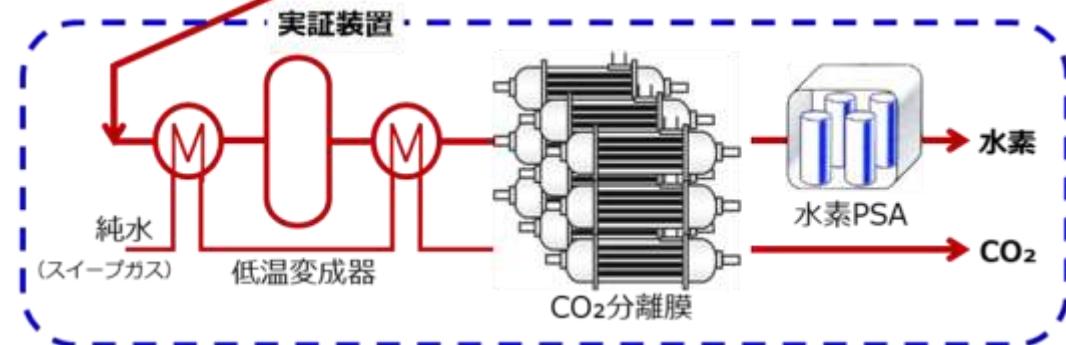
- MGM膜モジュールを三菱化工機が保有する水素製造試験装置へ組み込み、工程ガス(加圧CO₂－H₂混合ガス)からCO₂分離回収する試験を行う。
- 高純度CO₂と高純度H₂を同時に得るCO₂回収型水素製造システムを実証する。



<実施期間> 2024年4月～2027年3月

<実施体制>

次世代型膜モジュール技術研究組合
三菱化工機株式会社



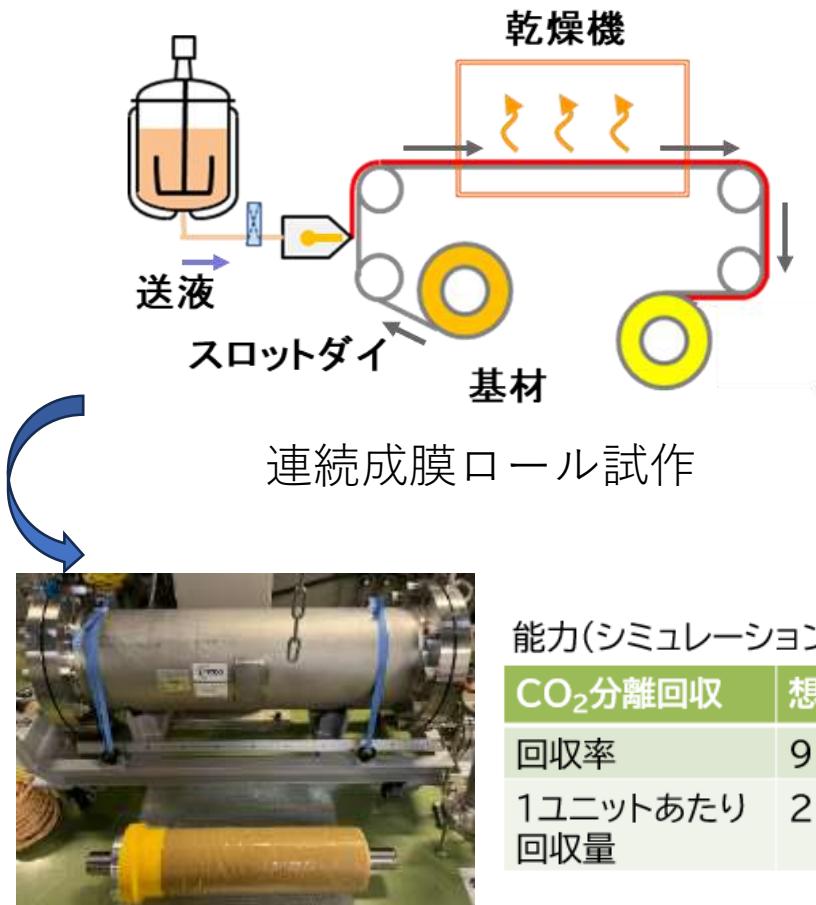
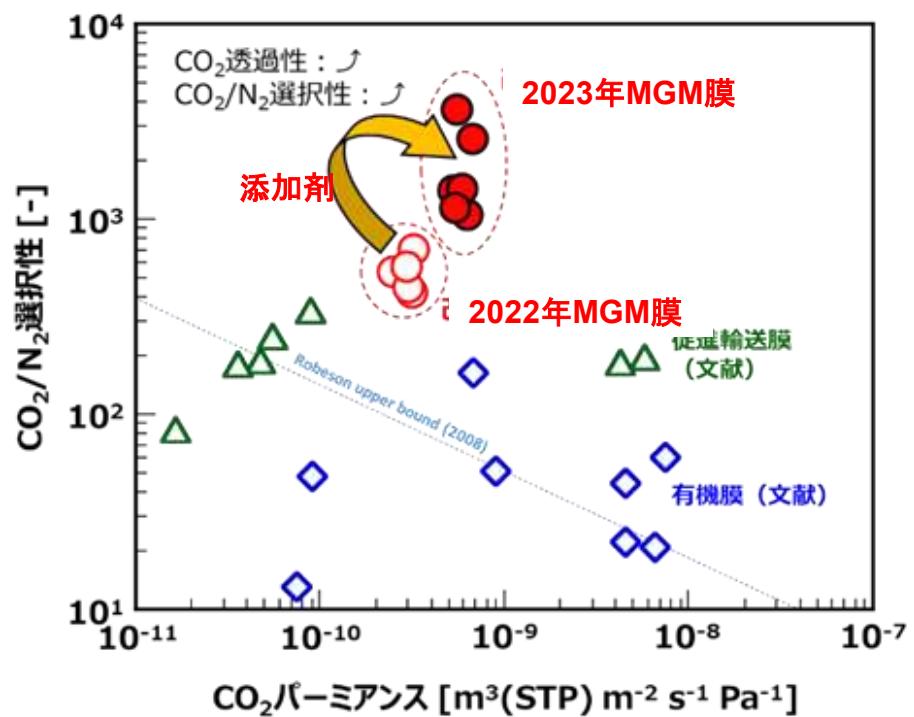
年度	2024年度	2025年度	2026年度
次世代型膜モジュール 技術研究組合	膜チューニング検討、商用サイズエレメント製作検討 エレメント評価、耐久性試験		実証機用 エレメント製作 データ解析・エレメント分析
三菱化工機	実証機基本設計・詳細設計・製作 水素PSAラボ試験、CO ₂ 中の水素除去試験、CO ₂ 利用先検討		実ガス 実証試験

分子ゲート膜(MGM)

これまで開発してきた高圧用CO₂分離膜の中圧水素製造システムへの適用性検討を2024年度スタートの新事業で実施する。2023年度に開発したMGM膜の実用化をはかる。

<分子ゲート膜 性能の進展>

選択性を大幅に向上去させることに成功

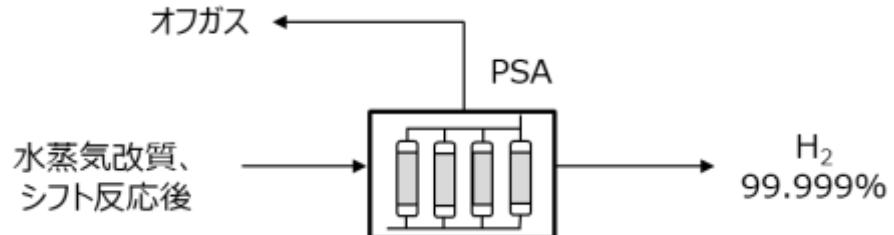


連続成膜ロール試作

能力(シミュレーション値)	
CO ₂ 分離回収	想定値
回収率	90%
1ユニットあたり回収量	21t/day

ハウジング、エレメント
(Φ20cm 長さ60cm)

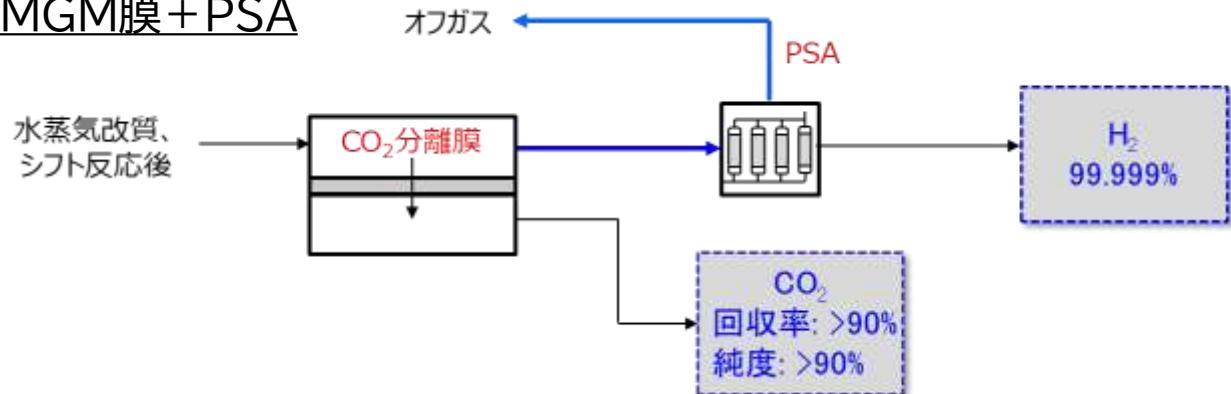
PSA



従来型水素製造プロセス
・CO₂は回収していない。



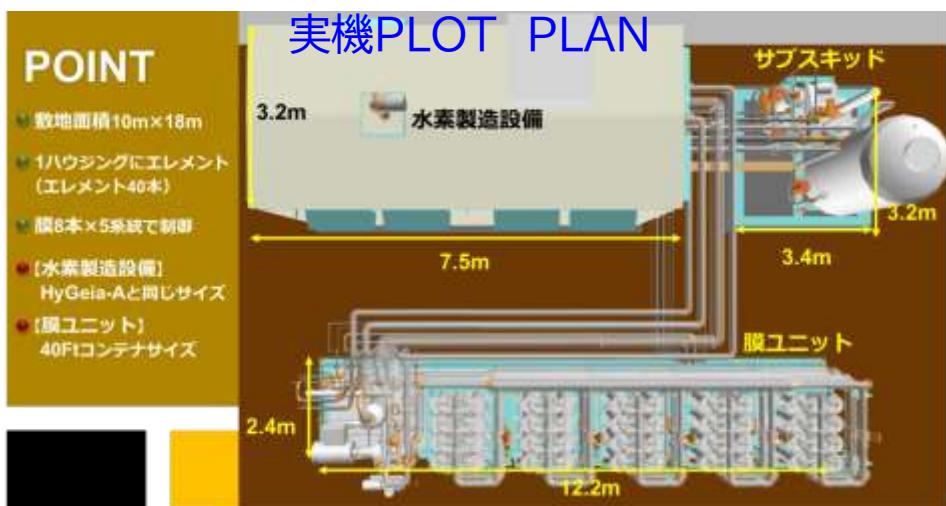
MGM膜 + PSA



新事業プロセス
CO₂分離回収型水素製造
プロセス
・本プロセスでは高い
CO₂/H₂分離性能が求めら
れる
↓
・2023年度開発の高選択
性MGM膜の適用により、
CO₂分離回収型プロセスの
構築が可能
・PSAコンパクト化も可能

実証機の設置計画

三菱化工機 実証水素ステーション(川崎市川崎区大川町)



水素製造装置
水素製造量: $300\text{Nm}^3/\text{h}$

水素製造装置の变成ガスを分岐して、
実証機に供給
実証機の規模: 水素製造量 $40\text{Nm}^3/\text{h}$

まとめ

- CCSの動向:運転中施設数が過去12か月で54%増加し、欧州ではネットゼロ産業法(Net-Zero Industry Act :NZIA)に基づく委任法令および決定により、欧州の石油・ガス生産者44社は、2030年までに年間5000万トンのCO₂貯留能力を共同で開発することが義務付けられている。2024年半ば以降、5つのCCSプロジェクトが稼働を開始し、7つのプロジェクトが建設に入っている。一方、米国においてはトランプ政権がパリ協定からの再離脱を宣言し、2025年の10月にはエネルギー省が76億ドルの資金支援を撤回し、計321件の助成事業を打ち切っている。この中にはCO₂の分離回収、DACに関する事業が多く含まれている。中国では2024年以降、政策支援が強化され、特に石炭火力分野の移行計画においてCCSの位置付けが明確化され、最近、華能による年間150万トン規模の石炭火力CCSプロジェクトが稼働し、化石燃料の脱炭素分野において中国が世界をリードする地位を確立しそうな勢いである。我が国では2030年からの先進的CCS事業にむけて準備が進められている。

・RITEにおける最近の取組み状況

①新規開発混合溶媒系吸収液(RN-7)のCAT-30パイロットスケール試験

- 良好なベンチスケール試験結果を受け(商用化吸収液より10%程度エネルギー低減)、8月から10月にかけて日本製鉄(株)東日本製鉄所君津地区でパイロットスケール試験を実施済み
⇒先進的CCS事業での採用を目指し大規模社会実装への準備を進めていく予定

②固体吸収材の実用化に向けた開発状況(石炭火力、天然ガス火力、DAC他)

- 石炭火力:舞鶴発電所でパイロット試験を実施中
- 天然ガス火力:Phase1のステージゲートを突破し、材料開発フェーズからベンチスケールフェーズへ
- 有人宇宙活動:地上試験において良好な性能が確認でき、ISSでの軌道上実証中(10/26打ち上げ済み)

③分離膜(高圧ガス)のモジュール化・実証試験に向けての開発

- 商用サイズ膜エレメント(Φ=20cm; L=60cm)の開発に成功し、水素製造装置メーカーである三菱化工機株式会社と共同でNEDOの『高圧用CO₂分離膜の水素製造システムへの適用性検討』の助成事業を現在実施中である。次年度の実水素製造プロセスからのCO₂回収実証に向けた準備を進めている。

④大阪関西万博にてDAC実証試験を実施

⑤炭素回収技術評価センター(RCCC:RITE Carbon Capture Center)を開設

ご清聴ありがとうございました。



Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth

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)

企業会員と共にCO₂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】(2025年12月時点:45社+1法人)

◆共通活動

- 1) **会員向け研究会**の実施(国内外動向、見学会、講習会等)
- 2) **会員限定セミナー**の開催(CCUSに関する招待講演)
- 3) **会員向け情報発信**(ニーズ・シーズ情報、ホットトピックス)
- 4) 革新的CO₂分離回収・有効利用技術シンポジウムの開催
(招待講演+RITE成果発表+**会員企業のポスター発表**)

次回:2026年2月10日 東京大学 伊藤謝恩ホールにて



会員限定セミナーの開催



シンポジウムの開催
(昨年度参加者:Web含め1,125名)



見学会
(RITE RCCC)



RITE未来の森見学会
(大阪・関西万博)