

NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025 プログラムNo.4

高温・不純物耐久性CO₂分離膜システムの実用化開発 契約件名（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／二酸化炭素分離膜システム実用化研究開発）

発表：2025年7月16日

実施体制

- ・【実施者】 東レ(株)
- ・【共同研究先】 (国研)産業技術総合研究所

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 三原 崇晃

*団体名（企業・大学名など） 東レ株式会社 先端材料研究所

問い合わせ先 E-mail:Takaaki.mihara.g4@mail.toray TEL:077-533-8344

目次

1. CO₂分離膜の概要
2. 支持体と分離機能層
3. NEDO事業での取組み
4. 今後の展望

オールカーボンCO₂分離膜

技術特徴



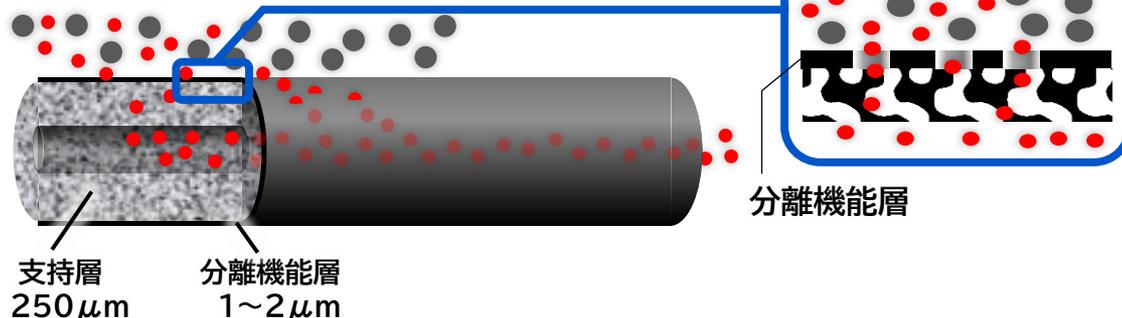
水処理

×



炭素繊維

ガス分子の大きさでふるい分ける



オールカーボン製で不純物に強く、CO₂はCH₄の50倍透過しやすい

想定用途

天然ガス (CO₂/CH₄分離)

CO₂排出量※ ※石炭を100とした場合

石炭 100	石油 80	天然ガス 57
-----------	----------	------------

燃焼時のCO₂排出量が少ない
基幹エネルギー

バイオガス (CO₂/CH₄分離)

バイオマス → Biogas

環境にやさしいクリーンエネルギー

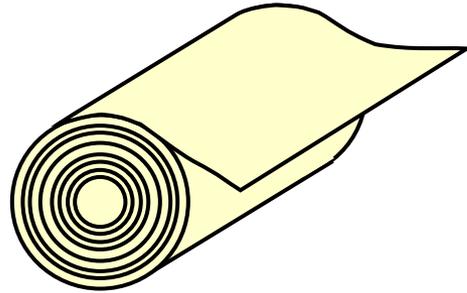
CO₂回収 (CO₂/N₂分離)

CO₂排出量
9.9億トン
(2021年)

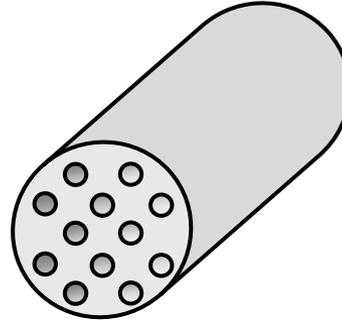
火力発電所等
CO₂の分離回収が必要

耐熱、耐薬品性を活かして、さまざまなCO₂分離・回収用途への展開を想定している

高分子膜
(薄くできる)



セラミック膜
(耐久性が高い)



オールカーボンCO₂分離膜
(細くて耐久性が高い)



耐熱・耐薬品性	△
CO ₂ 処理量※ (※モジュール1本あたり)	○
CO ₂ 純度	△

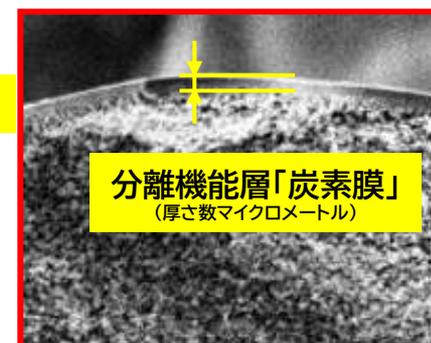
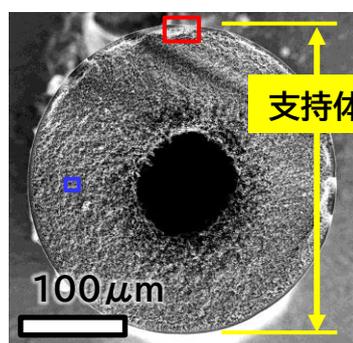
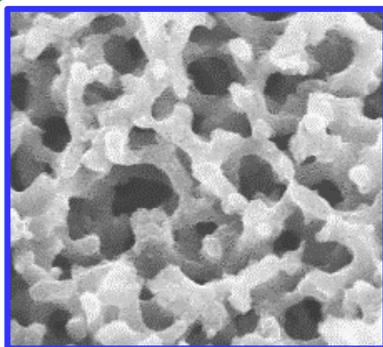
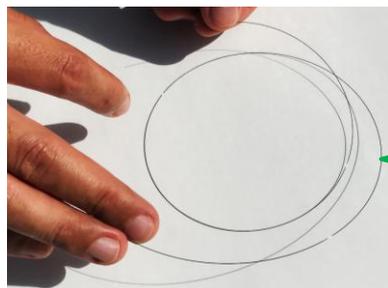
○
△
○

○
○
○

高分子膜の作りやすさと、高い耐久性を兼ね備えた新素材

オールカーボンCO₂分離膜の構造

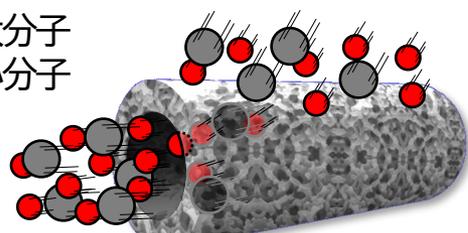
外観と構造



直径0.25mmほどの柔軟な細い中空糸で、支持体と薄膜の分離機能層の2層構造を持つ

機能分離

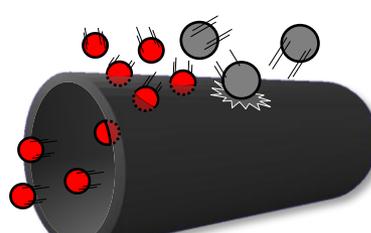
● 大分子
● 小分子



支持体

耐熱・耐薬品・耐圧・高透過性

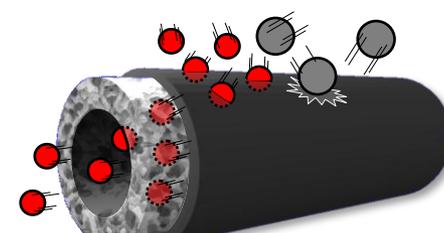
+



分離機能層

ガス分離性

=



CO₂分離膜

支持体と適切な分離機能層を組み合わせることで、高いCO₂分離性能の発揮が期待できる

目次

1. CO₂分離膜の概要
2. 支持体と分離機能層
3. NEDO事業での取組み
4. 今後の展望

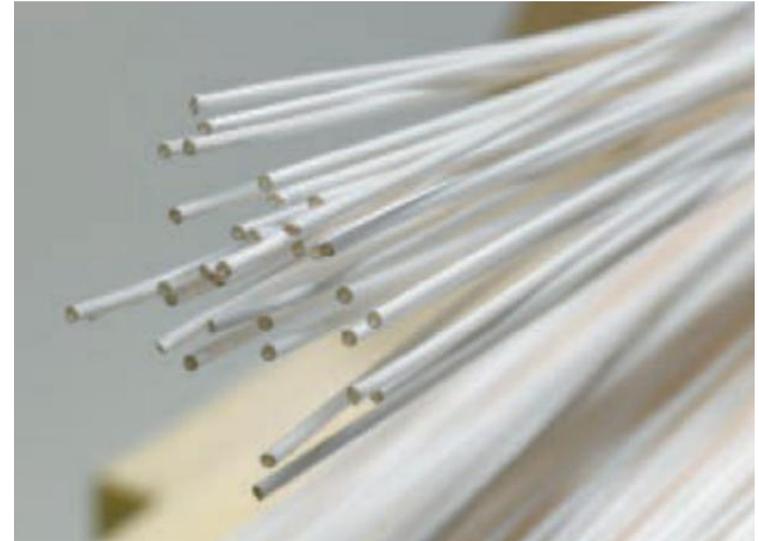
炭素繊維 Carbon fiber



炭素

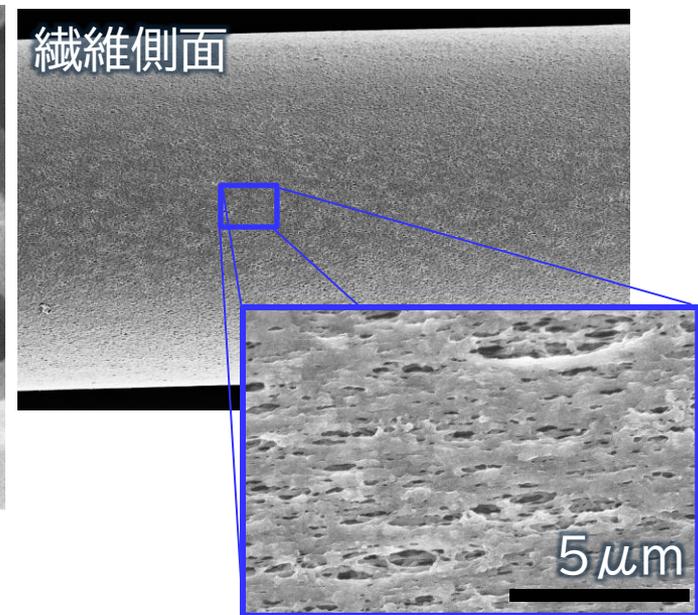
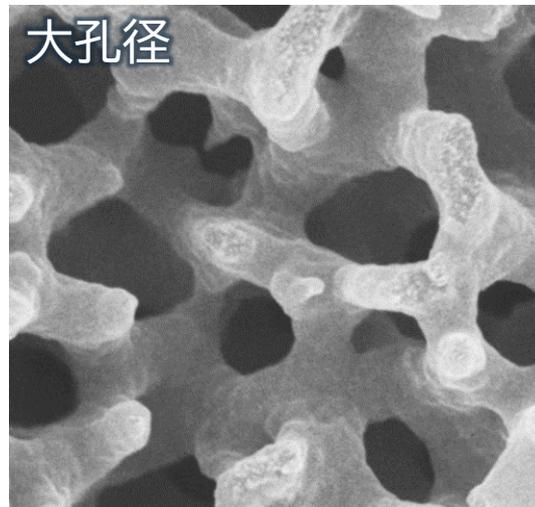
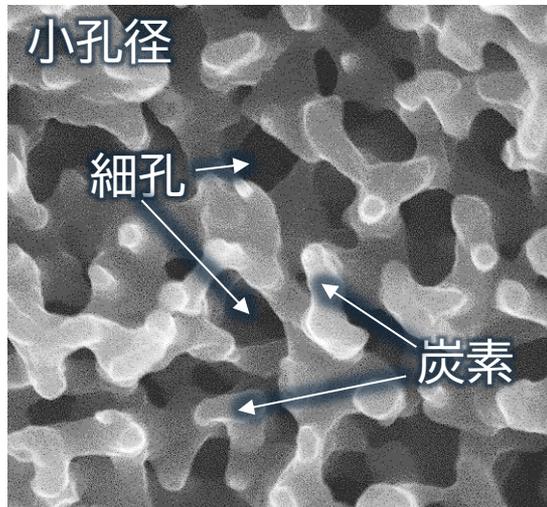
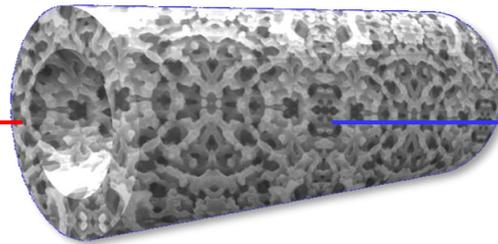


水処理膜 Membrane



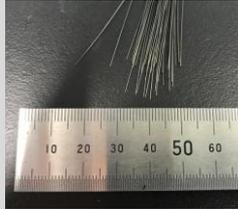
多孔質

東レの炭素繊維、水処理膜の技術を融合・進化させて生まれた新素材



※同一倍率で観察した電子顕微鏡写真

孔径制御技術で数10ナノメートル～数マイクロメートルまで作り分けが可能

項目	指標・単位	アルミナ多孔質体 	多孔質炭素繊維 
外径	mm	10	0.25-0.4
耐圧性	MPa	>30	>24(水圧)
通気性(N ₂)	nmol/(m ² ・s・Pa)	3,000	5,000以上
強度	MPa	30	48
柔軟性	曲げ半径, mm	>2,500	7.4

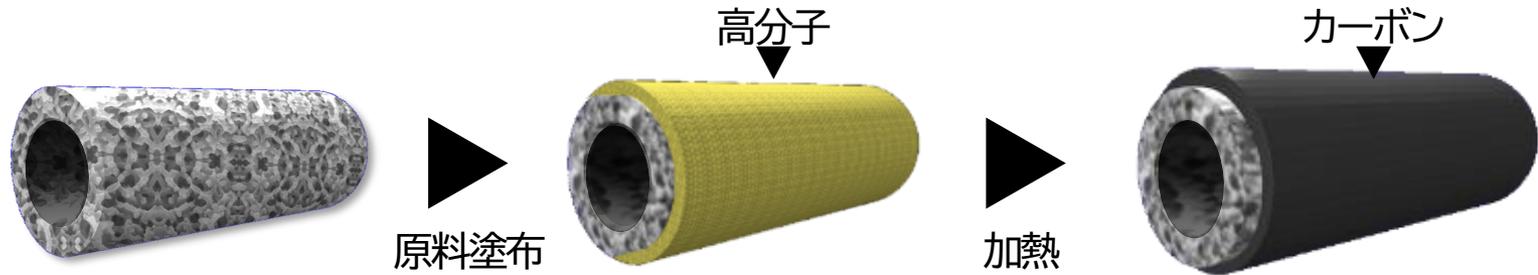
細く、高い耐圧性と通気性を持ち、CO₂分離膜の支持体として優れた特性を持つ

気体分離膜の構成(再)

- 大分子
- 小分子

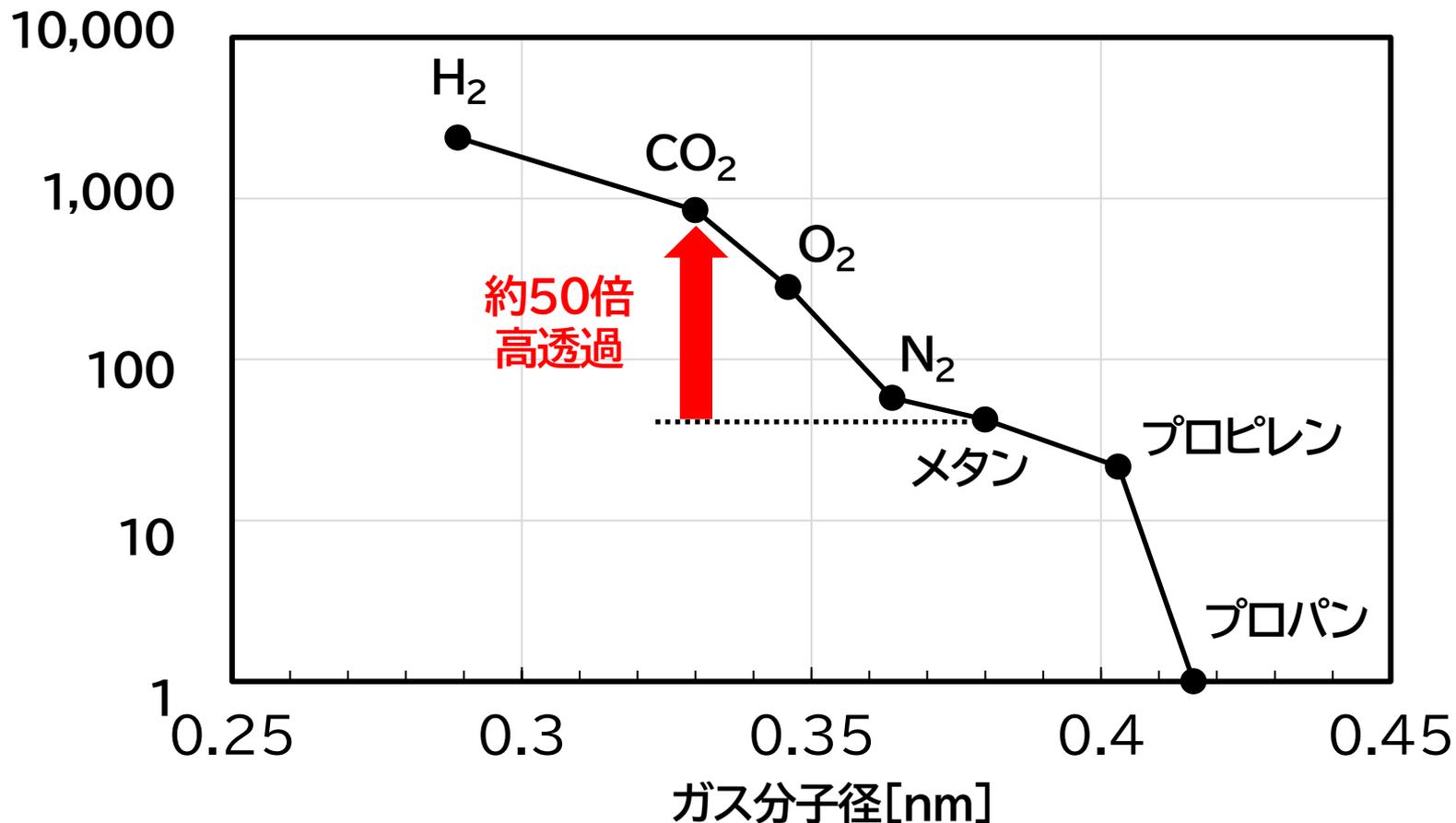


分離機能層の形成



製膜性、カーボン化した際のCO₂透過特性を兼ね備えた適切な原料の選定が重要

ガス透過度[プロパンを1とした相対値]



ガス分子径が大きくなるほど透過しにくい、「分子ふるい」性が強い特性を持つ

		高分子膜	ゼオライト膜	オールカーボン分離膜
支持層		多孔質体 (中空、平膜)	多孔質アルミナ管	多孔質炭素 中空繊維
直径 [mm]		0.2~2	10~20	0.2~0.4
長さ[m]		任意(連続)	<1	任意(連続)
かさ比重 [g/cm ³]		約1.0	約2.0	約1.0
機械 特性	耐圧性 [MPa]	>15	>30	>20
	曲げ半径 [mm]	<10	>2,500	約10
使用可能温度 [°C]		<100	>100	>100
耐薬品性		×	○	○
分離機能層		セルロースアセテート、 ポリイミドなど	ゼオライトなど	炭素
CO ₂ 透過量 [MD1本当たり]		~4	1	~5
CO ₂ /CH ₄ 分離係数 [-]		~40	~100	~50

高分子膜の製膜性とセラミック膜の耐久性を兼ね備えた特性を持つ

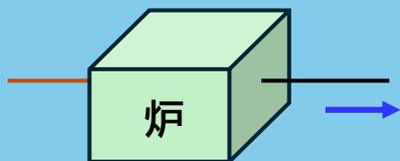
目次

1. CO₂分離膜の概要
2. 支持体と分離機能層
3. NEDO事業での取組み
4. 今後の展望

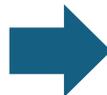
2023年度まで

2026年度

製膜

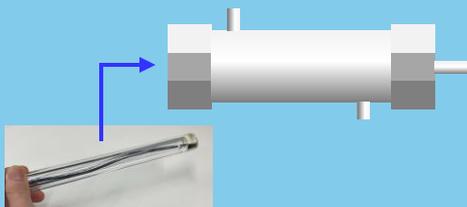


1糸条での連続製膜に成功

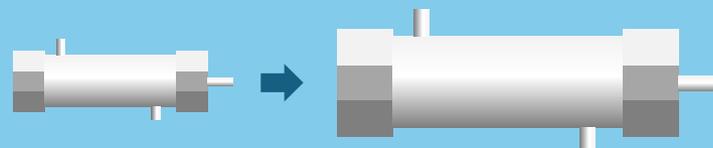


工業製品として重要な多糸条化技術の確立

エレメント化

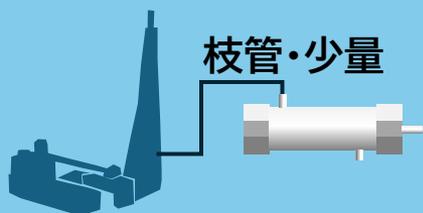


ラボスケールでの試作完了

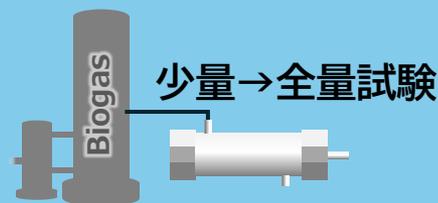


小型エレメント化技術、スケールアップ

実証



社内実ガス試験を完了



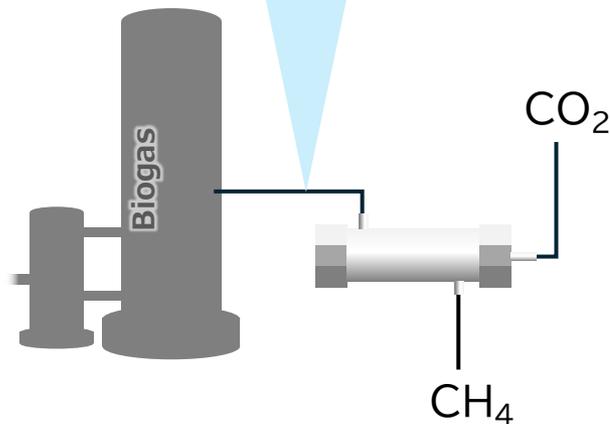
社外顧客での1年以上の長期実ガス試験

製膜・エレメント化のスケールアップと共に、顧客実ガスでの試験を通じてCO₂分離・回収技術としての価値を実証する

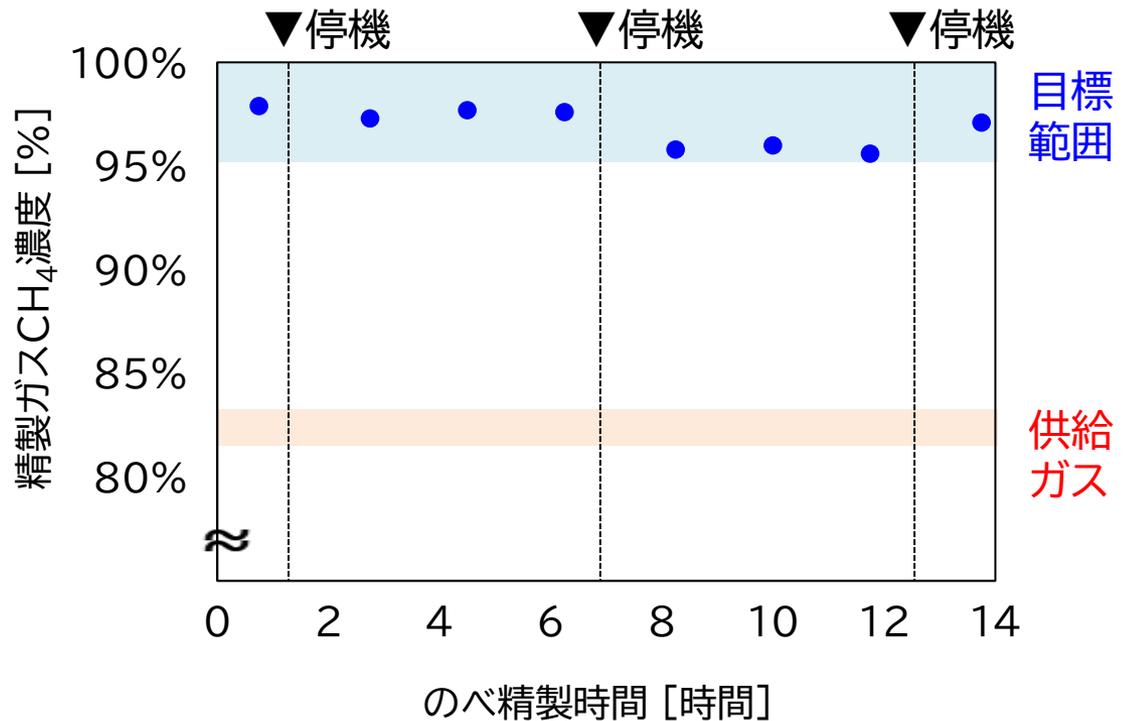
顧客実ガスでの試験結果(少量試験)

供給ガス(脱硫後)

- ・CO₂ 17%
- ・CH₄ 83%
- ・H₂O 飽和条件
- ・油分 約20ppm
- ・圧力 0.3 MPa-G



2024年12月実施



脱硫後の実ガスを用いた分離試験で、不純物存在下でも安定したCO₂分離特性を示した
→顧客と長期試験実施に合意。2025年2Q中の開始を目指して準備中

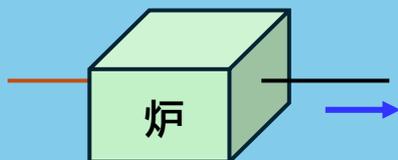
目次

1. CO₂分離膜の概要
2. 支持体と分離機能層
3. NEDO事業での取組み
4. 今後の展望

2023年度まで

2026年度

製膜



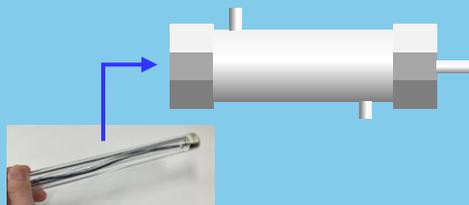
1糸条での連続製膜に成功



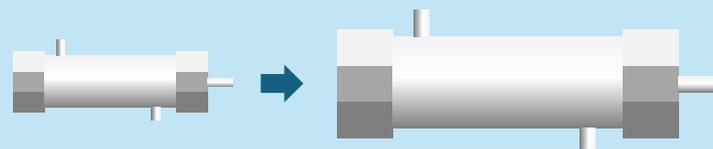
工業製品として重要な多糸条化技術の確立

製膜用の設備を導入(2025年度内完成)して多糸条化技術の確立を目指す

エレメント化



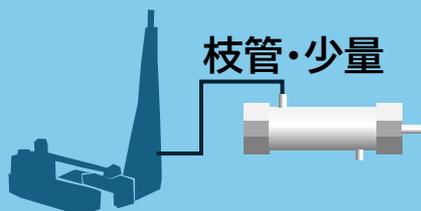
ラボスケールでの試作完了



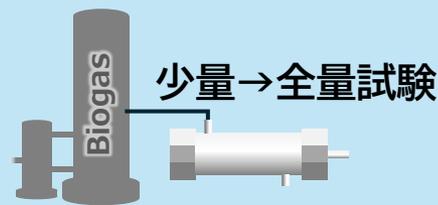
小型エレメント化技術、スケールアップ

試験用の小型エレメント化を完了。スケールアップと流体解析で最適化

実証



社内実ガス試験を完了



社外顧客での1年以上の長期実ガス試験

顧客実ガスでのCO₂分離性能実証と課題抽出、CCU技術との接続も模索

TORAY

Innovation by Chemistry