

NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025

プログラムNo.5

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／ 革新的CO₂分離膜モジュールによる効率的CO₂ 分離回収プロセスの実用化検討

発表：2025年7月16日

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 谷口育雄

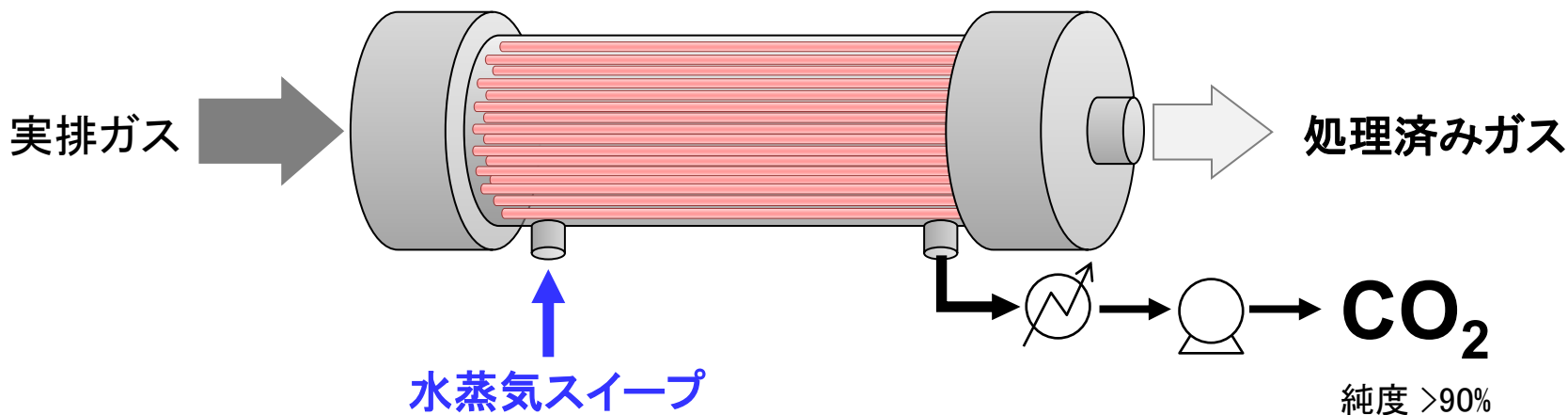
*(国)京都工芸繊維大学、東ソー(株)、(国)東京科学大学、(国)東京農工大学、キッツエフフィルタ (株)

問い合わせ先 国立大学法人京都工芸繊維大学 E-mail: ikuot@kit.ac.jp TEL: 075-724-7990

1. 研究開発の概要と目標

石炭火力発電の燃焼後排ガスからのCO₂分離回収を目的に、CO₂選択性、透過性、耐久性に優れたCO₂分離中空糸膜モジュールを開発し、**実排ガスを用いたベンチ試験**を通して、**CO₂分離回収コスト1,500円/t-CO₂** (1 USD=150円換算)を実現するCO₂膜分離プロセスの社会実装を検討する。そして、回収したCO₂のウレタン原料合成プロセスへの有効利用の目処付を行う。また、膜分離プロセスの鉄鋼産業やセメント産業など他のCO₂排出源への適用性についても検証を行う。

CO₂分離回収コスト: 1,500円/t-CO₂以下



2. 研究開発項目と体制

(1) ベンチ試験用CO₂分離膜モジュールの研究開発（京都工繊大・東ソー）

(1)-1. CO₂分離膜の性能向上（再委託・東京農工大、キッツマイクロフィルター）

(1)-2. CO₂分離膜モジュールの大面積化（再委託・キッツマイクロフィルター）

(2) CO₂分離膜モジュールのベンチ試験（東ソー）

(2)-1. ベンチ試験用設備の設計と製作

(2)-2. ベンチ試験

(3) 膜分離システムの社会実装検討（東京科学大）

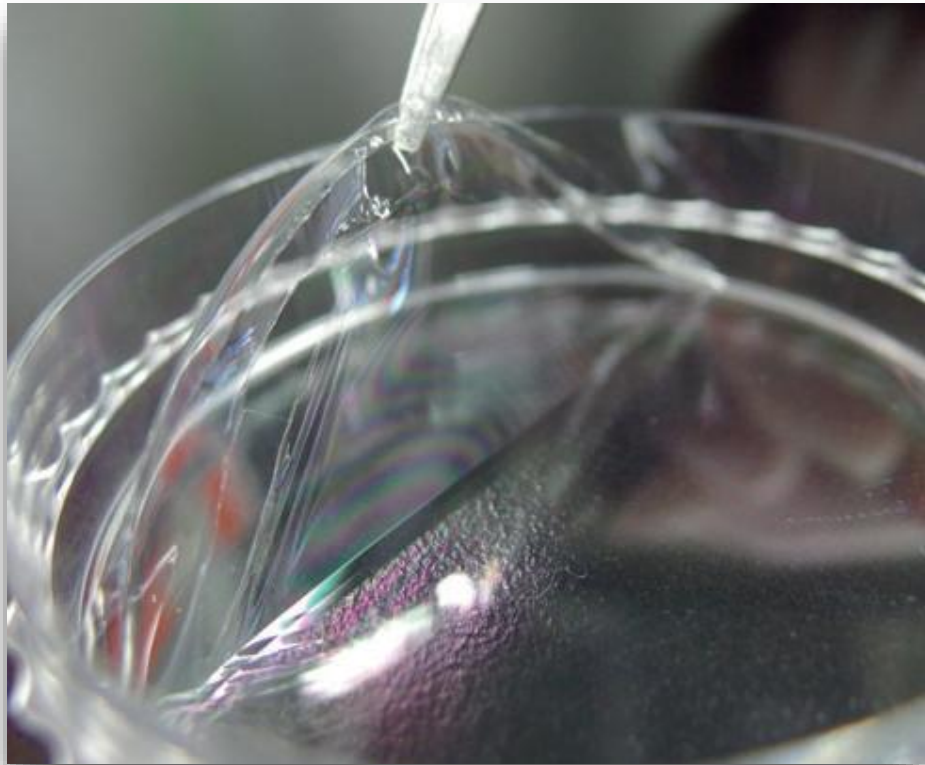
(3)-1. CCUプロセスモデル全体の検討

(3)-2. 他高濃度CO₂排出源の適用検討

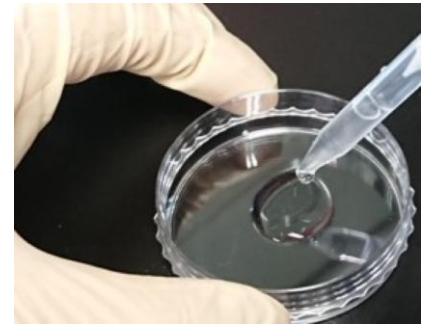
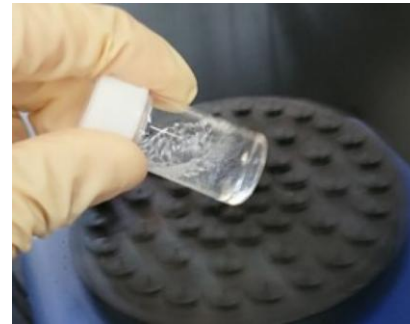
2. 研究背景 -CO₂分離膜の開発1-

アミンをCO₂キャリアとする促進輸送

非常に高いCO₂選択性！

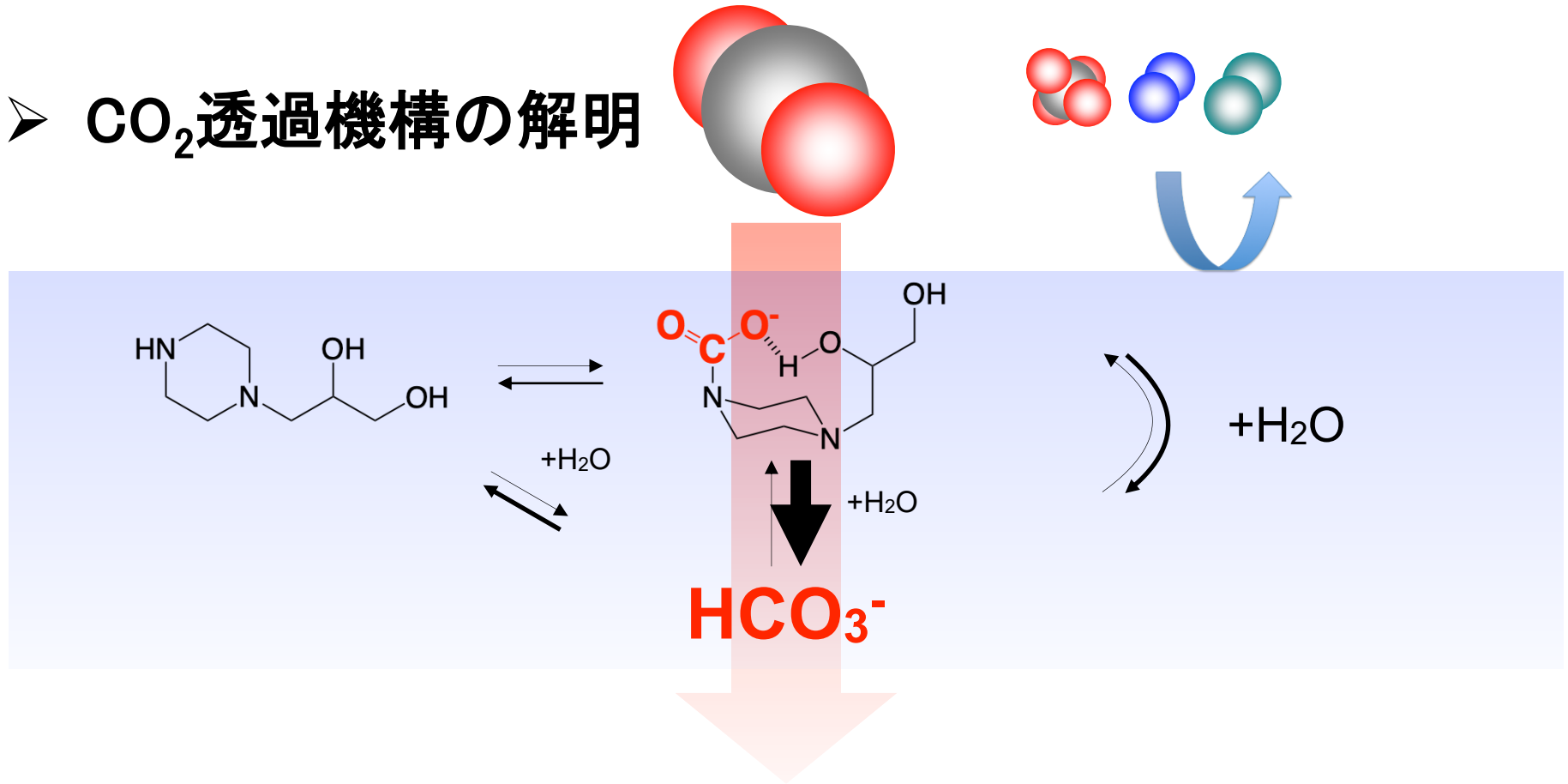


Amine + PVA



2. 研究背景 -CO₂分離膜の開発2-

➤ CO₂透過機構の解明



- CO₂ interacts with PzPD with the formation of carbamates.
- Hydroxyl group stabilizes the resulting carbamates through a hydrogen bonding.
- Bicarbonate ion is released upon hydrolysis of the carbamate.
- Other gas permeation is suppressed by salting-out to give a high CO₂ selectivity.

2. 研究背景 -CO₂分離膜の開発3-

➤ 技術的課題

- ✓ CO₂透過性の向上
- ✓ 大面積化

→ 薄膜化

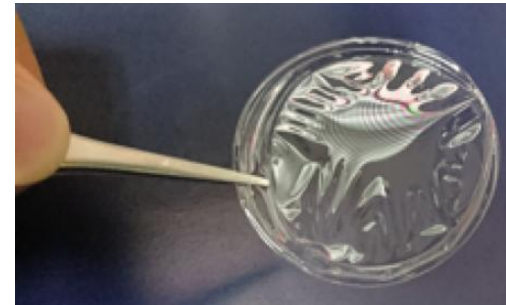
CO₂分離機能層

<1 μm

多孔性支持体

Thin-film composite (TFC) membrane

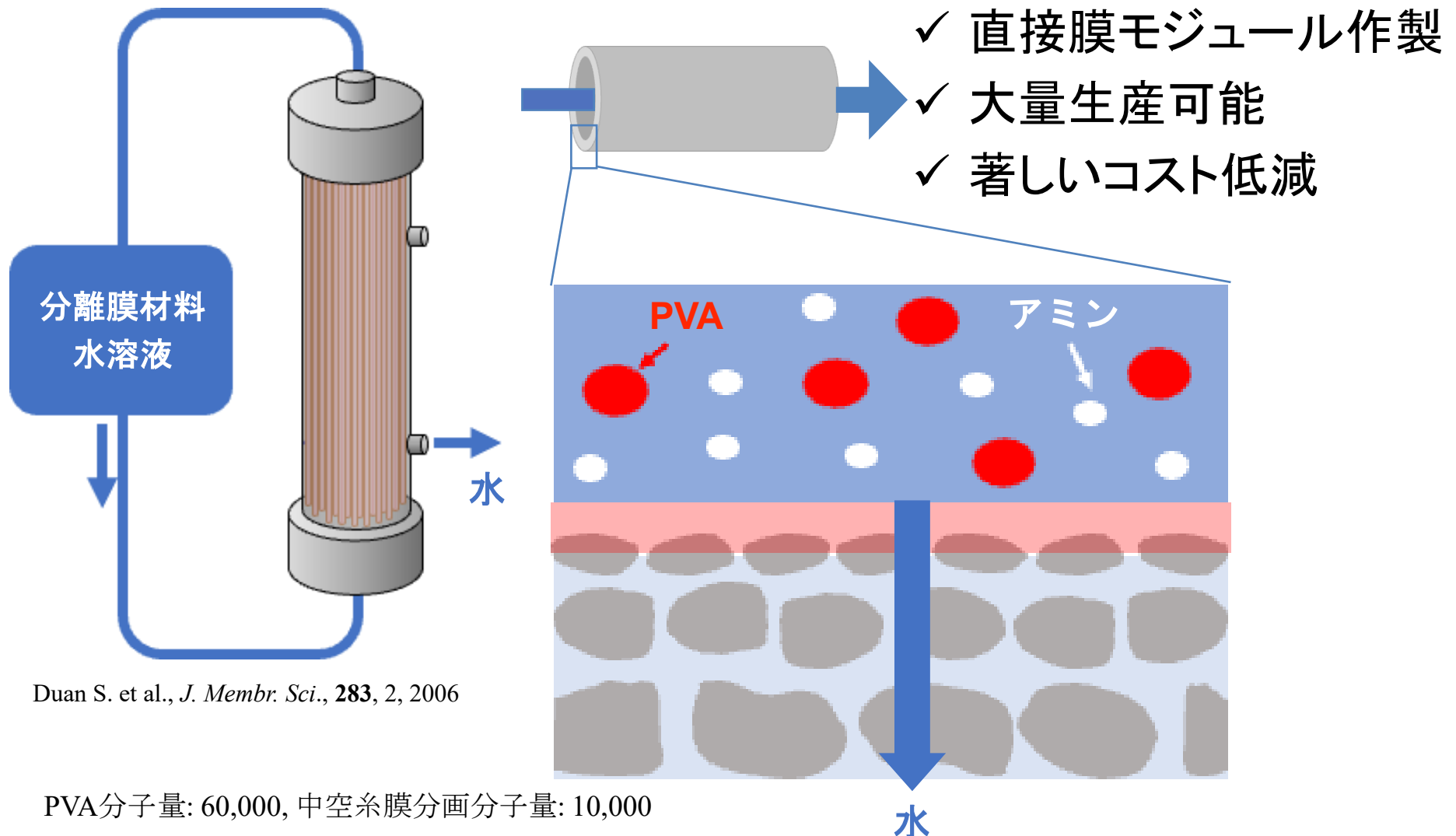
→ 膜モジュール作製



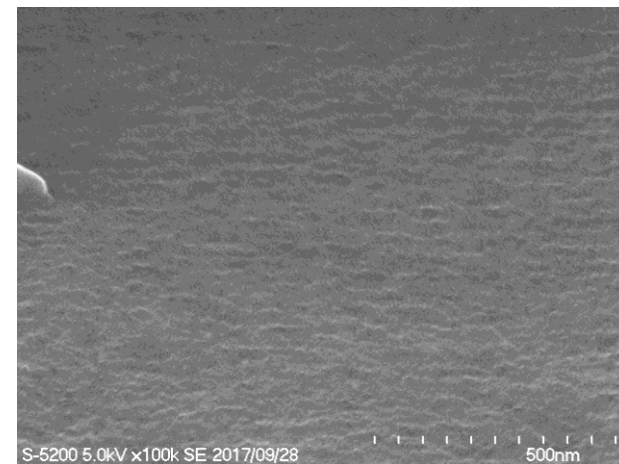
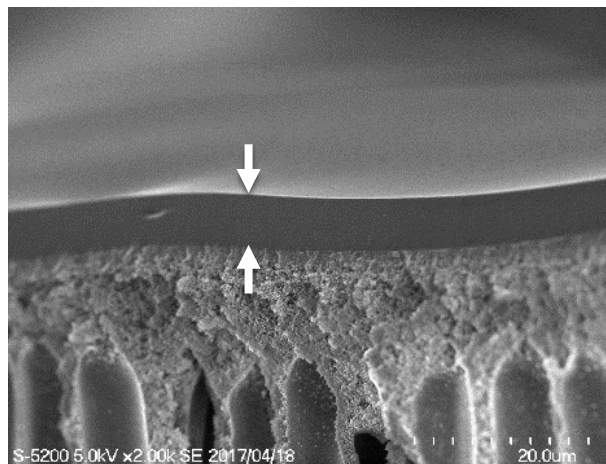
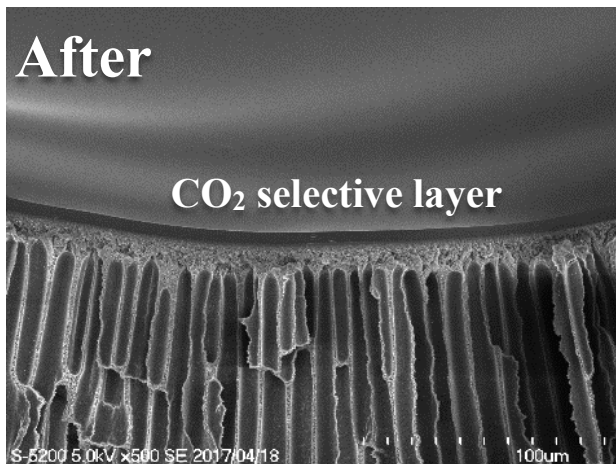
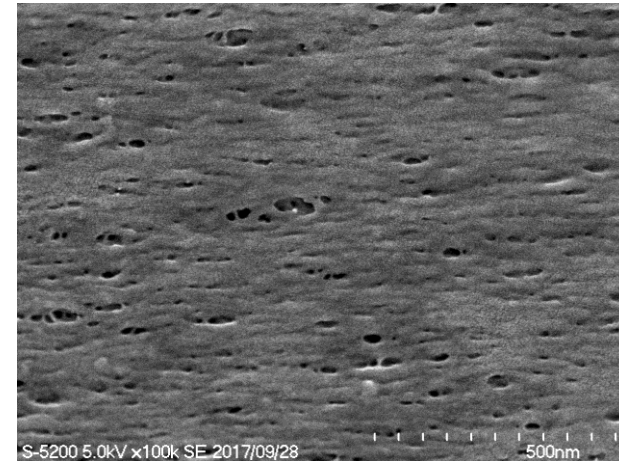
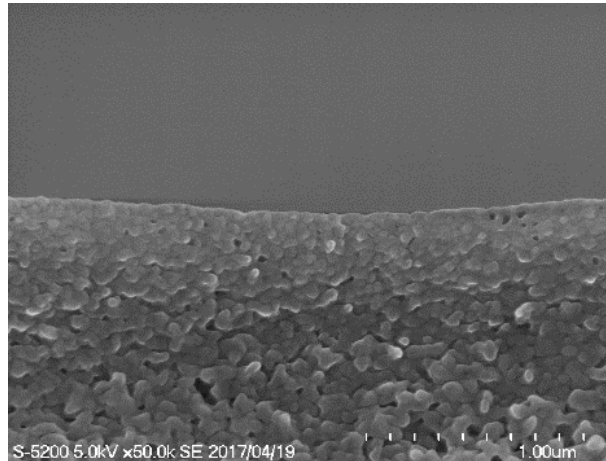
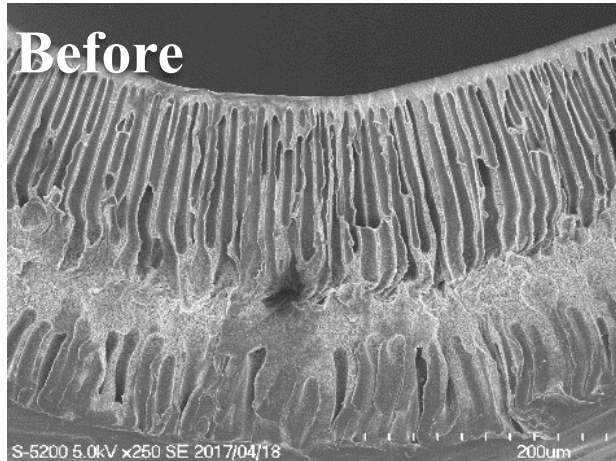
By courtesy of by Dr. Morisato (Schlumberger, Ca, USA)

3. 本研究開発の特徴

極めて簡便かつ低コストな膜モジュール製造技術の確立



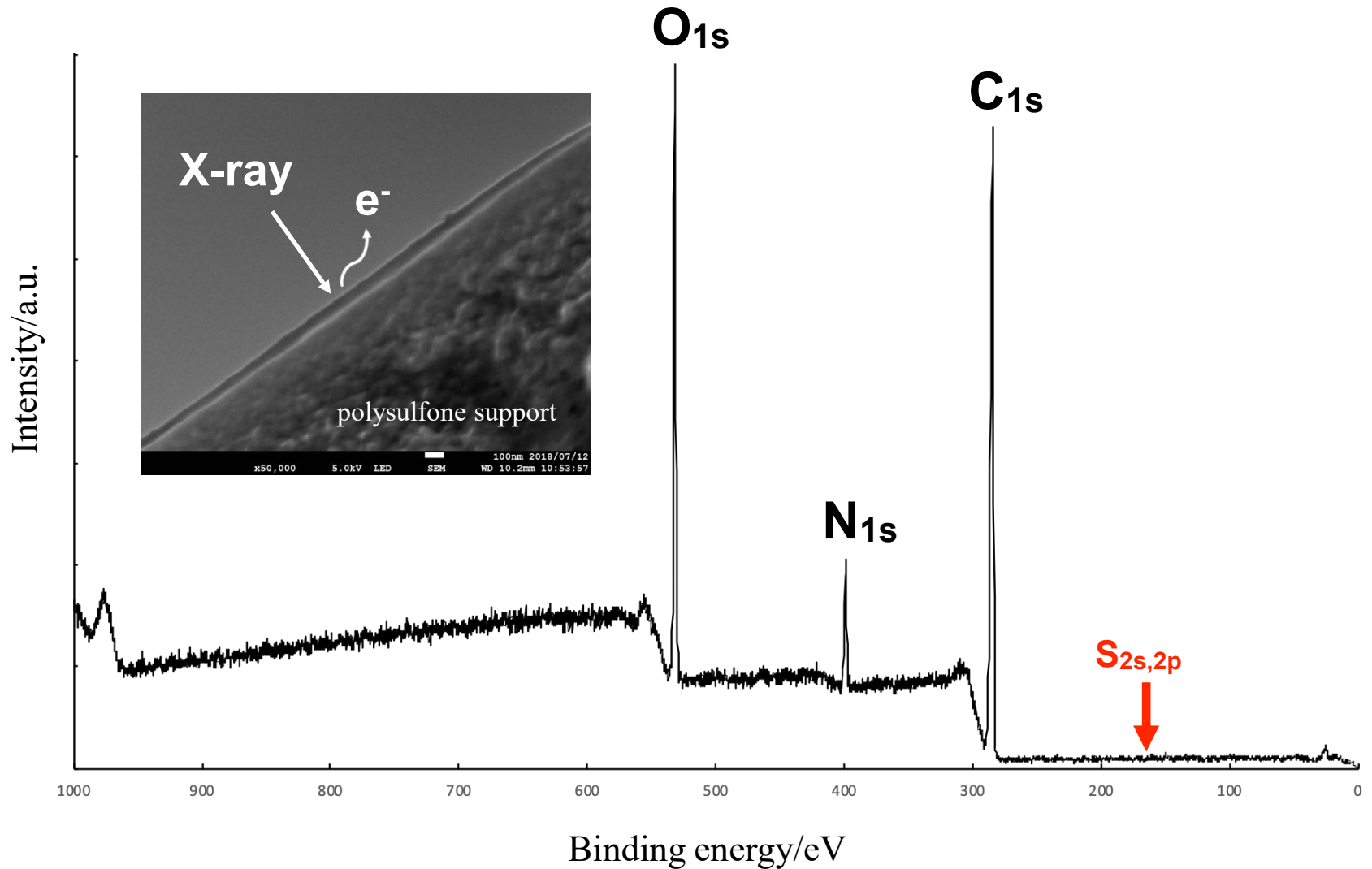
3. 本研究開発の特徴 -高分子薄層形成-



SEM images of cross sections and surfaces of hollow fibers membrane

Active layer: PVA + AEAE

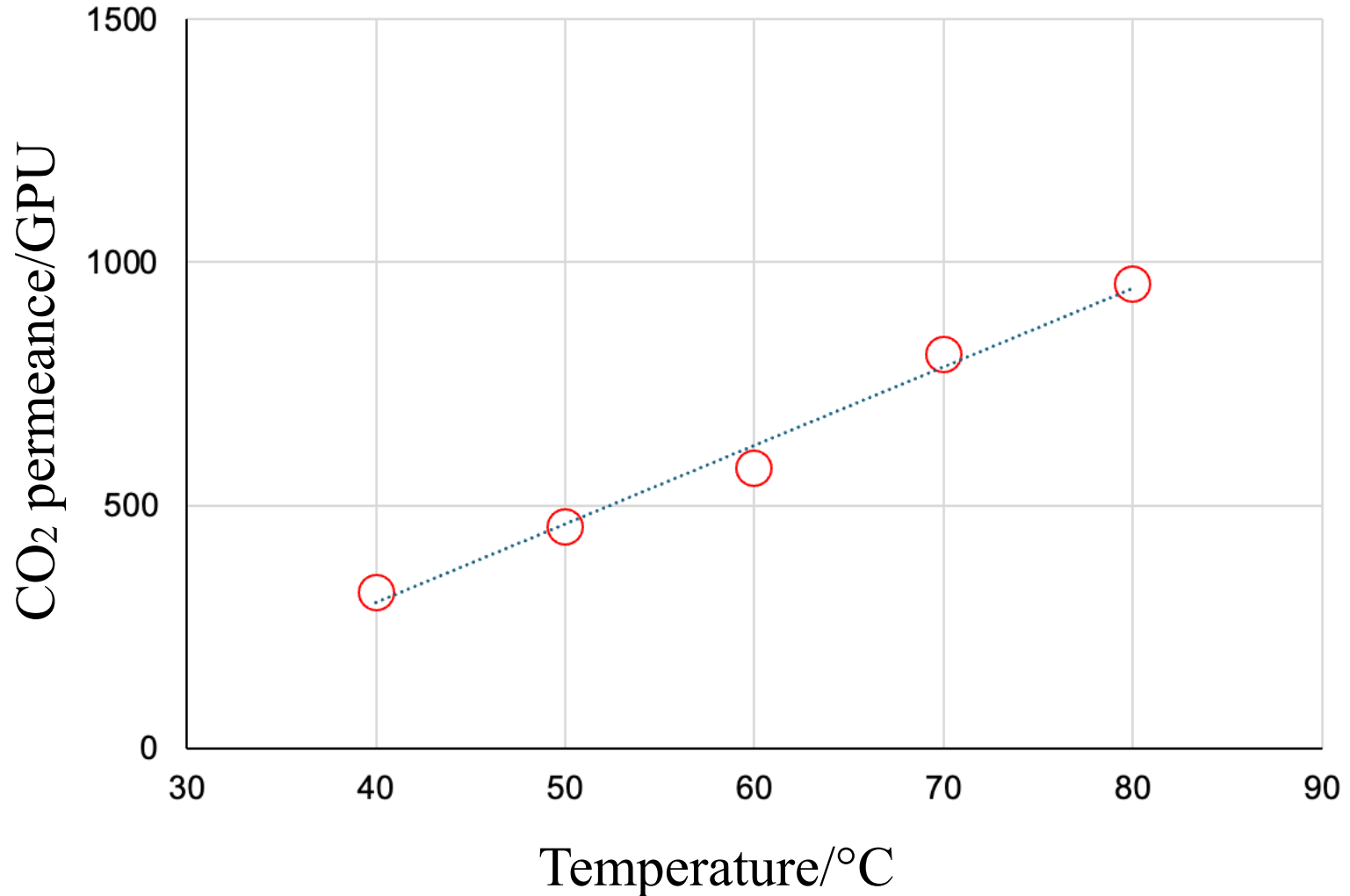
3. 本研究開発の特徴 -CO₂分離機能層-



XPS wide-scan of inner surface of the hollow fiber

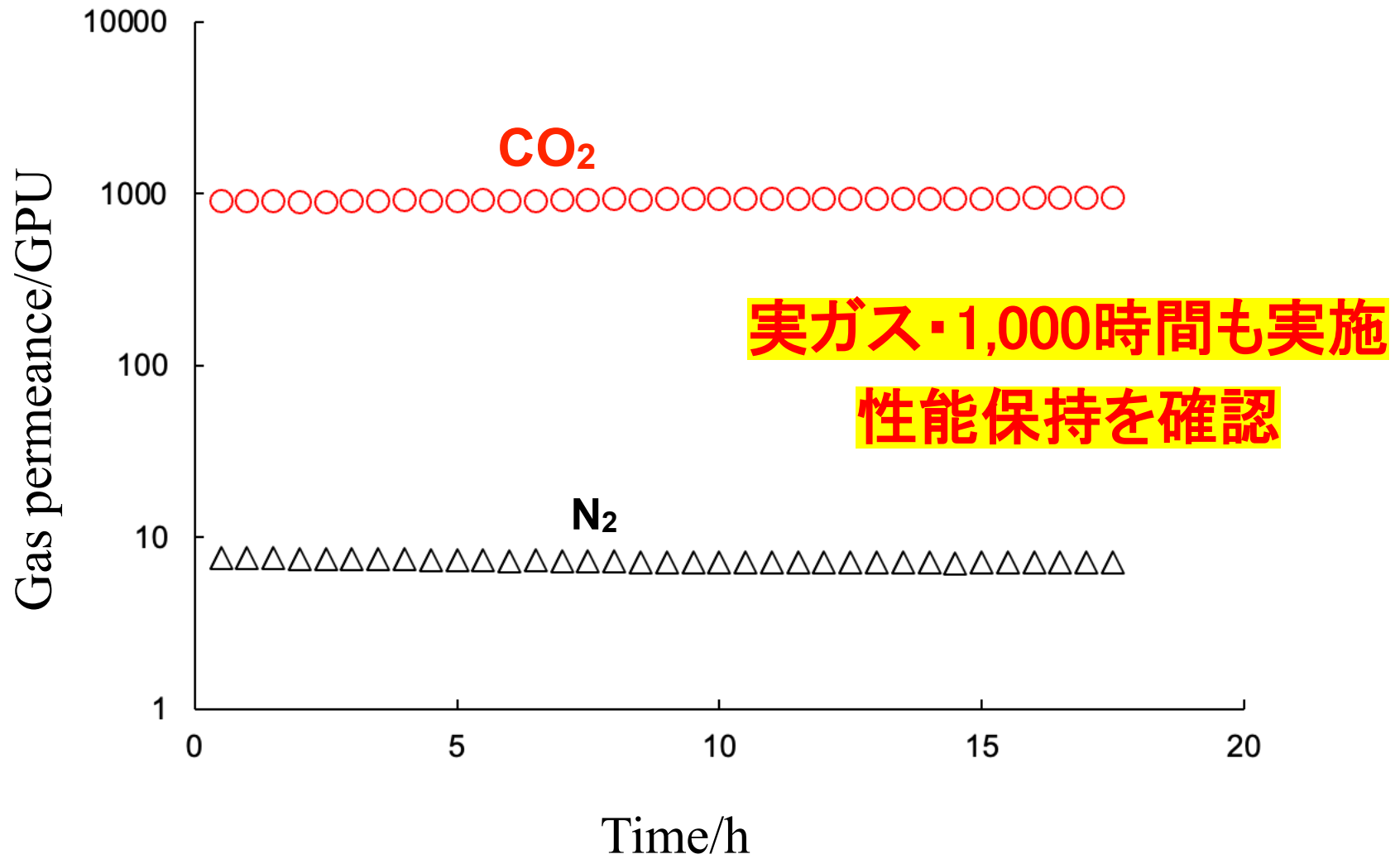
Thickness of selective layer: 50 nm

4. 研究成果 -膜モジュールのCO₂分離性能-



Operation conditions: **relative humidity of 90 %**; $\Delta p(\text{CO}_2)$ of 10 kPa under isobaric conditions;
Feed & sweep gas rate: 500 & 500 mL/min; effective membrane area: **150 cm²**

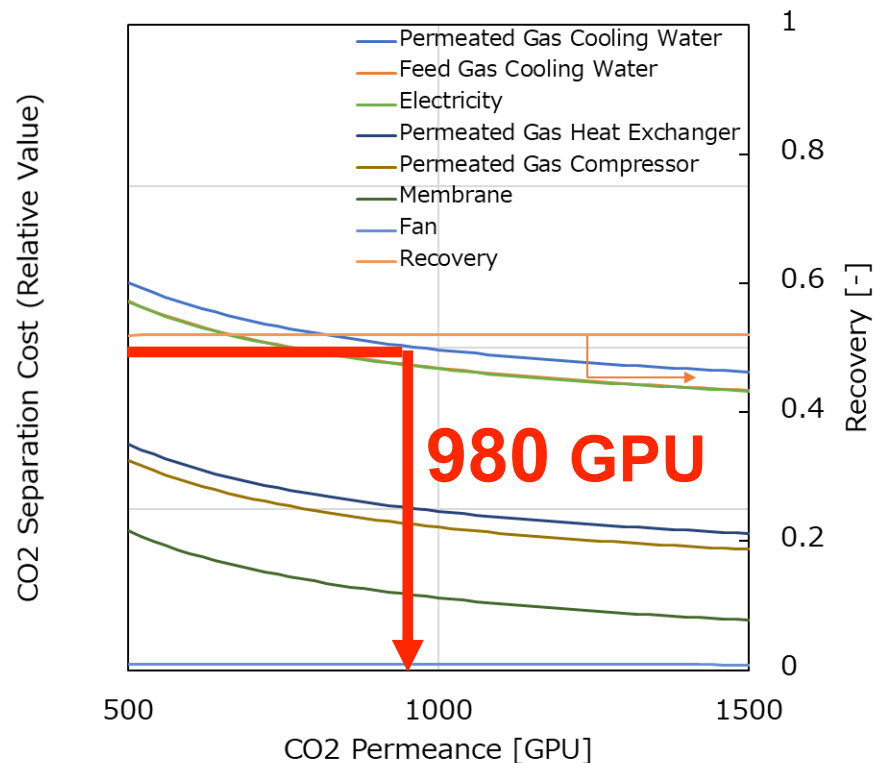
4. 研究成果 -連続試験結果(ラボ)-



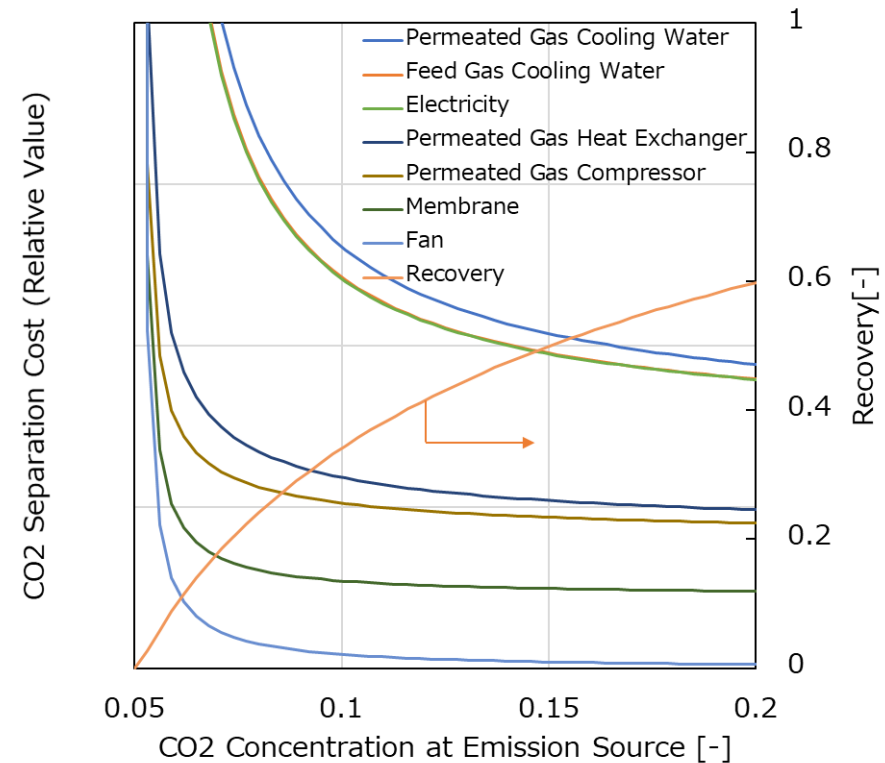
Operation conditions: **relative humidity of 90 %** at **80°C**; $\Delta p(\text{CO}_2)$ of 10 kPa under isobaric conditions;
Feed & sweep gas rate: 500 & 500 mL/min; effective membrane area: **150 cm²**

4. 研究成果 -コスト試算-

分離回収コスト ≤ 10 USD/t-CO₂



CO₂透過係数とコストの関係



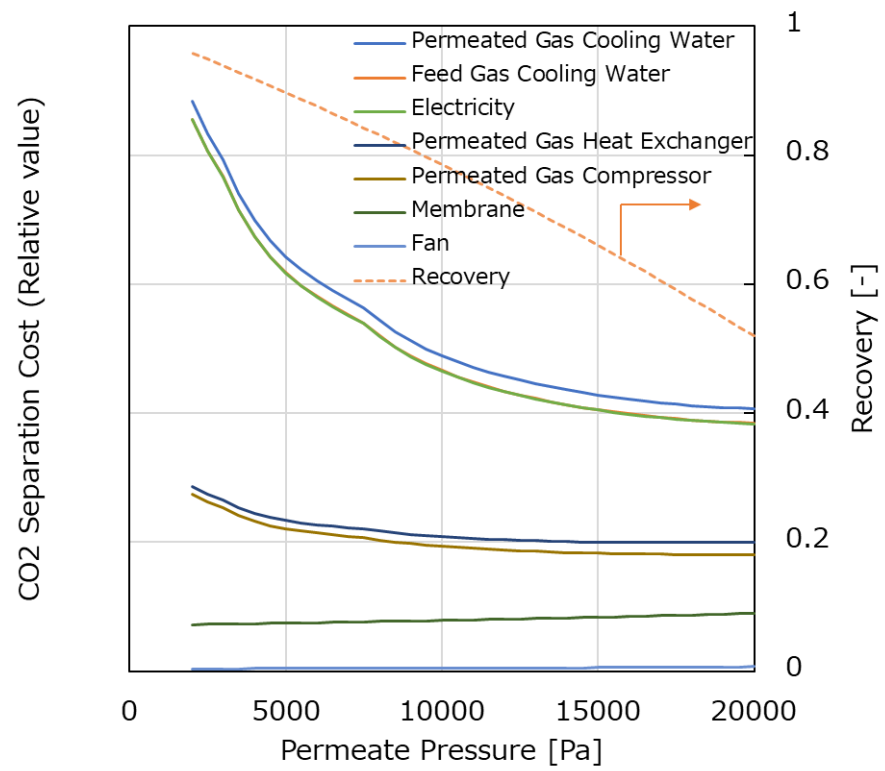
CO₂排出源濃度とコストの関係

膜コスト: ~25%

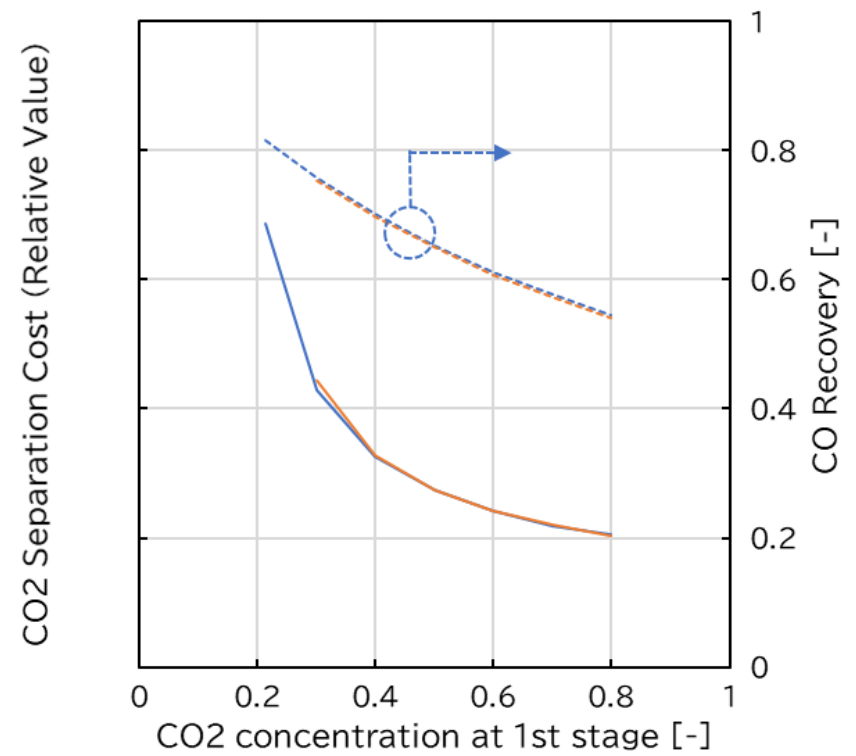
- 石炭火力発電所: 12-16%
- 高炉ガス: 27%
- セメントキルンオフガス: 14-33%
- アンモニア製造プロセス: 18% 程度

4. 研究成果 -コスト試算-

回収率向上のための方策



透過側CO₂圧力とコスト・回収率の関係

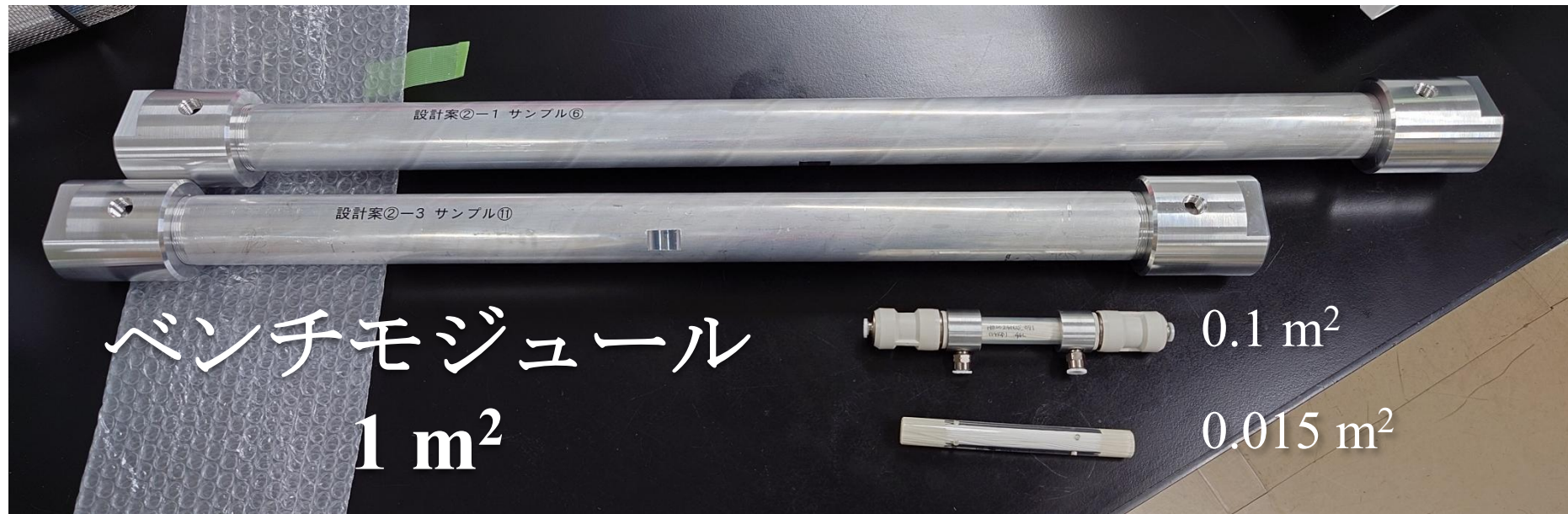


2段配置の場合の
1段階目CO₂濃度と回収率の関係

透過側の減圧や2段階プロセスにすることで回収率を向上
(ただしコストは増加)

5. 進捗概要

➤ 膜モジュールのスケールアップ



- ✓ 1 m²モジュールの形状決定
- ✓ 1 m²モジュールの性能向上(試算10 kg-CO₂/day)
- ✓ ベンチ試験設備の作製
- ✓ ベンチ試験(9月～)

6. 研究開発スケジュール

