

# 促進輸送膜を備えるコンパクト Direct Air Captureシステム 開発のための基礎研究

神戸大学大学院工学研究科 神尾 英治

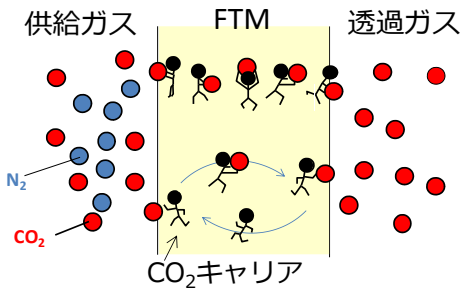
✉ e-kamio@people.kobe-u.ac.jp

## イオン液体型促進輸送膜とは？

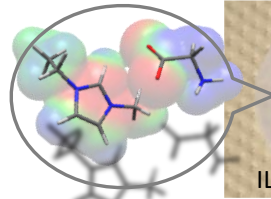
促進輸送膜 (FTMs) : CO<sub>2</sub>と化学的・可逆的・高選択的に反応するCO<sub>2</sub>輸送担体を含有する機能性CO<sub>2</sub>分離膜  
CO<sub>2</sub>透過性能が供給ガス性状に強く依存 (低CO<sub>2</sub>分圧・高温度で高性能, 低温度が苦手)

イオン液体型FTM : イオン液体をCO<sub>2</sub>輸送担体とする促進輸送膜

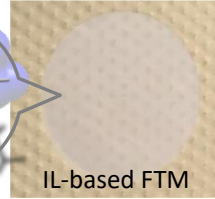
低温度でも超高速・高選択的なCO<sub>2</sub>透過が可能 (CO<sub>2</sub>透過性能は供給ガス性状に依存)



## イオン液体型促進輸送膜



イオン液体型CO<sub>2</sub>キャリア



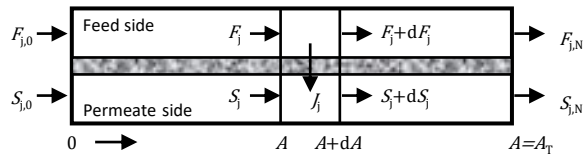
CO<sub>2</sub>反応性  
イオン液体

[P<sub>2225</sub>][Pro]

## イオン液体型促進輸送膜モジュール

### FTMモジュール性能評価モデル

FTMモジュール内の各ガス成分 "j" のモル流束, F<sub>j</sub>



X<sub>H2O</sub> ↑  
FTMモジュール入口から出口にかけて、  
水蒸気分率とCO<sub>2</sub>分圧は連続的に変化する

P<sub>CO2</sub> ↓  
供給ガスの組成変化に伴いCO<sub>2</sub> permeanceも  
モジュール内で連続的に変化

CO<sub>2</sub> permeance ↓

Feed side

$$\frac{dF_j}{dA} = -J_j = -\frac{P_j}{\delta} (p_{j,F} - p_{j,S}) = -\frac{P_j}{\delta} \left( p_F \frac{F_j}{\sum_{j=1}^{NC} F_j} - p_S \frac{S_j}{\sum_{j=1}^{NC} S_j} \right)$$

Permeate side

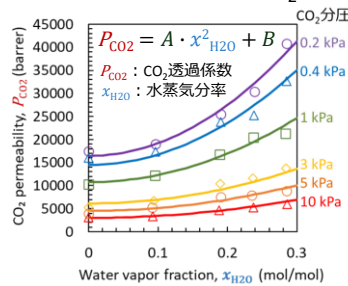
$$\frac{dS_j}{dA} = J_j = \frac{P_j}{\delta} (p_{j,F} - p_{j,S}) = \frac{P_j}{\delta} \left( p_F \frac{F_j}{\sum_{j=1}^{NC} F_j} - p_S \frac{S_j}{\sum_{j=1}^{NC} S_j} \right)$$

Boundary conditions:

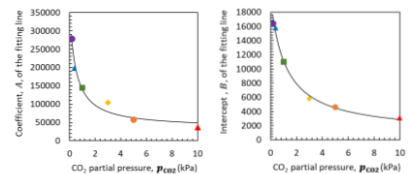
$$A = 0 \text{ (at inlet)}, F_j = F_{j,0}, S_j = S_{j,0}$$

モジュール内におけるCO<sub>2</sub>透過係数 (P<sub>CO2</sub>) および  
水蒸気透過係数 (P<sub>H2O</sub>) の変化を考慮

### 任意条件下におけるCO<sub>2</sub>透過係数推算式の構築

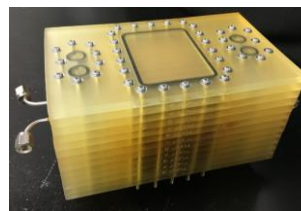


パラメータAおよびBのCO<sub>2</sub>分圧依存性

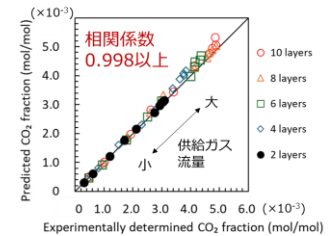


$$A = \frac{\beta_A}{p_{CO2} + \alpha_A} + \gamma_A \quad B = \frac{\beta_B}{p_{CO2} + \alpha_B} + \gamma_B$$

### イオン液体型FTMモジュール (10本流路, 2~10積層)



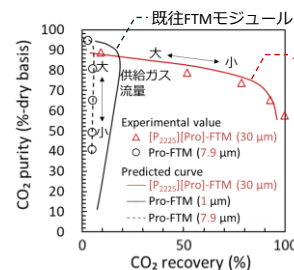
10本流路10積層モジュール



### イオン液体型FTM モジュール性能

【評価条件】

- 温度 80 °C
- CO<sub>2</sub>分圧 1 kPa
- 水蒸気モル分率 0.19 mol/mol
- 供給ガス流量 1.6 ~ 80 mL/min



イオン液体型FTMモジュール

- モジュール透過ガス
  - 高CO<sub>2</sub>濃度
  - 高CO<sub>2</sub>回収率
- 低CO<sub>2</sub>分圧ガスからの  
高効率CO<sub>2</sub>分離回収が可能

謝辞

この事業は公益財団法人JKA(競輪)の補助により実施しました。

JKA Social Action  
競輪とオートレースの補助事業