



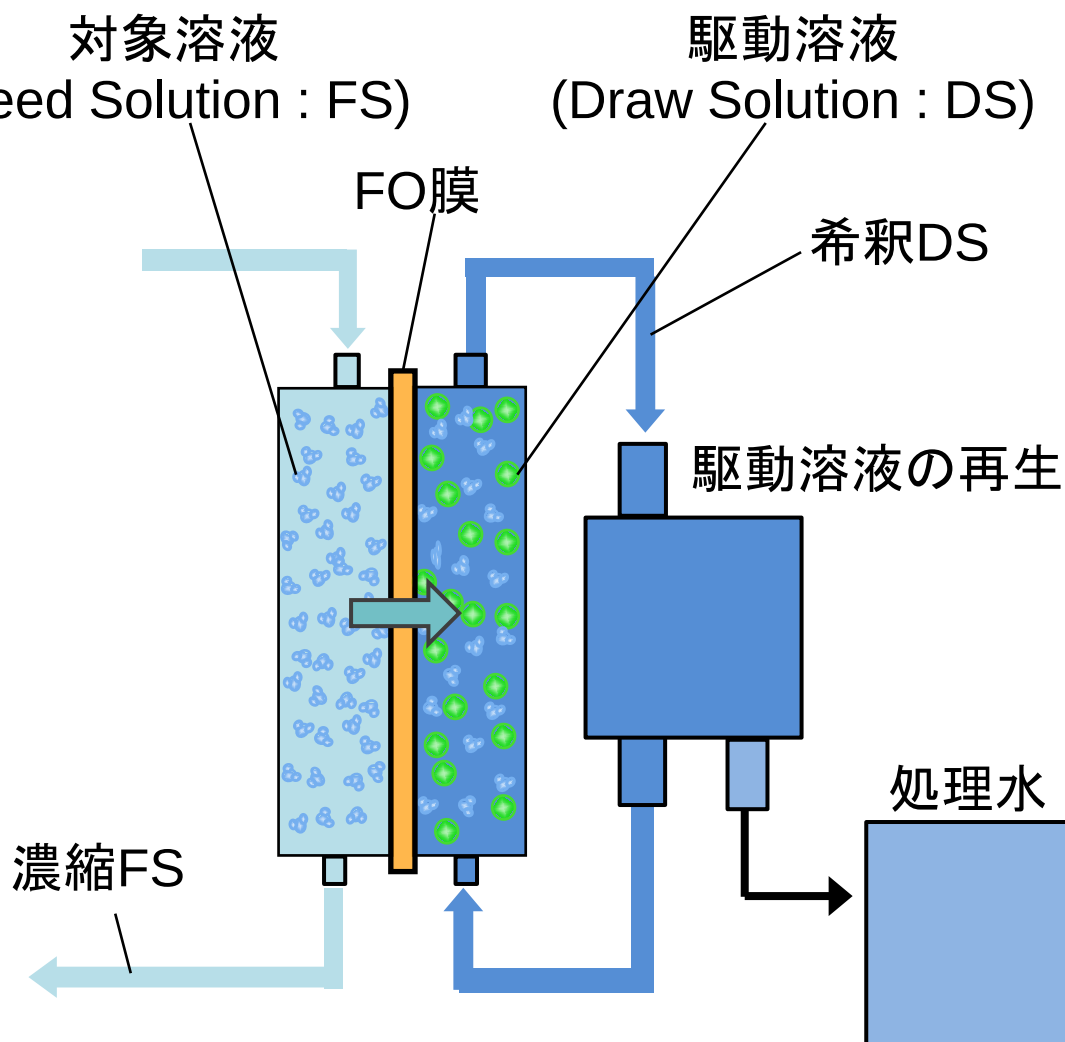
膜電位を用いた正浸透(FO)法における イオン透過性の解明

2013/6/10

M1 樋上 直樹₁



正浸透(Forward Osmosis : FO)法



特徴

- 浸透圧差駆動
- DSの循環利用
- 広範囲の水処理に応用

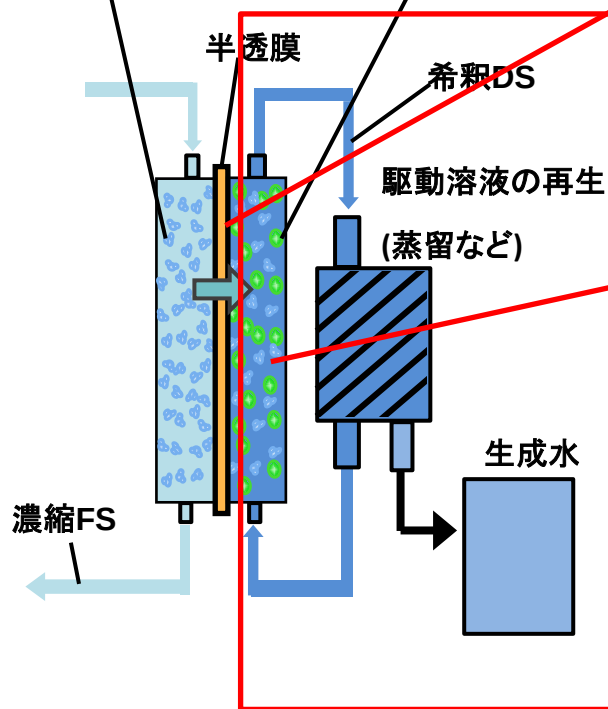
応用例

- 海水淡水化
- 浸透圧発電(PRO)
- 廃水処理
- 有用資源の回収
- 食品プロセス



FO法に求められる性能

対象溶液
(Feed Solution : FS) (Draw Solution : DS)



● 高い水透過量・水選択透過性を有する膜

● 高浸透圧を有する駆動溶液 (Draw Solution : DS)¹⁾

1) T. Y. Cath et al. *J. Membr. Sci.*, 281 (2006) 70-87

● 低コストで再生可能な DS 処理プロセス²⁾

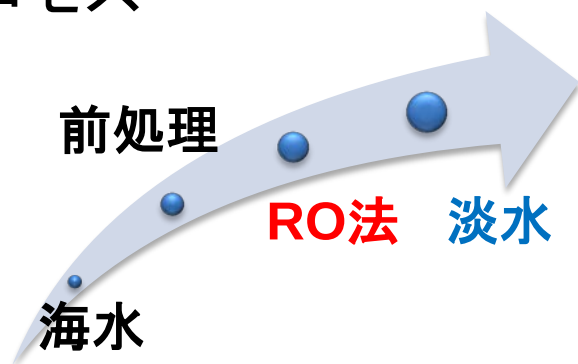
2) R. L. McGinnis et al. *Desalination*, 207 (2007) 370-382



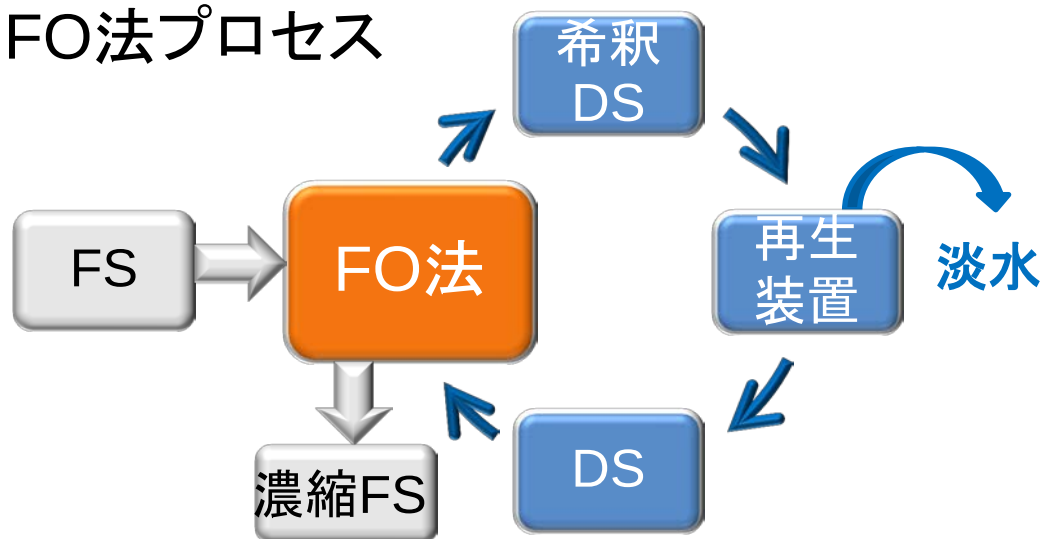
水、溶質透過プロセス

従来の海水淡水化技術であるRO法とは駆動力、溶液が異なる

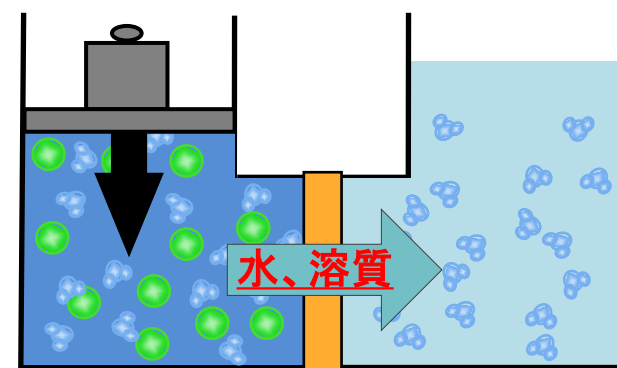
RO法プロセス



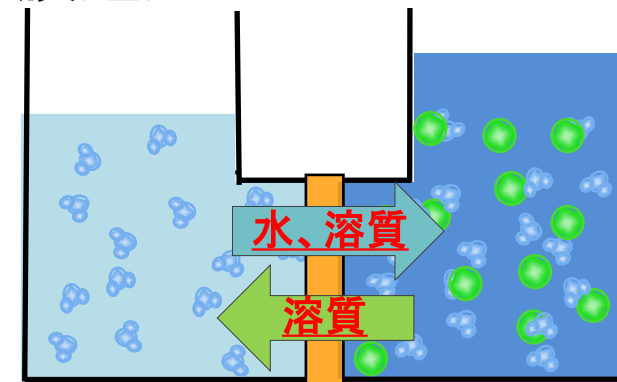
FO法プロセス



膜透過プロセス



膜透過プロセス



対象溶液(FS) FO膜 駆動溶液(DS)



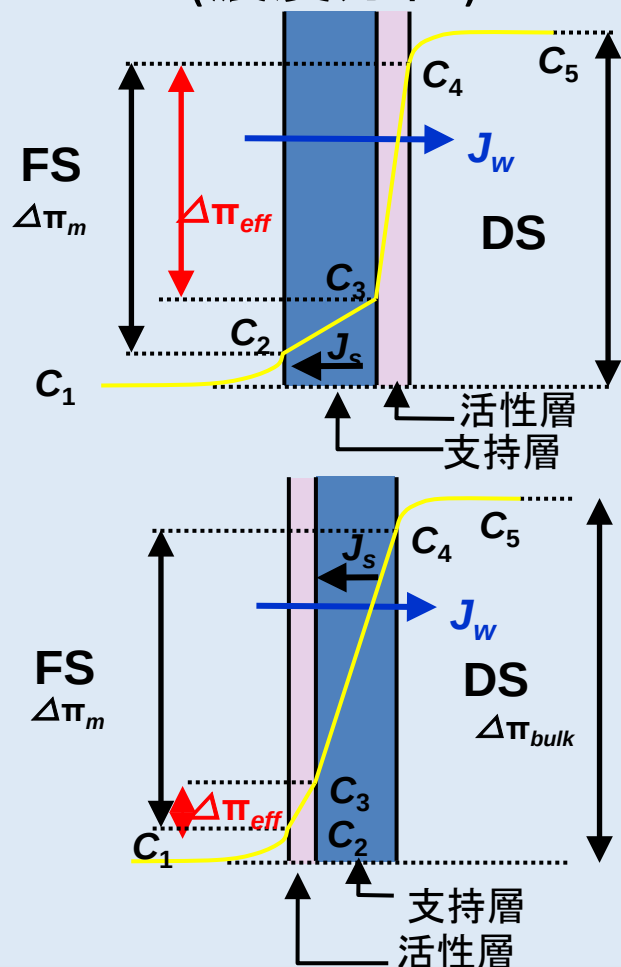
駆動溶液の報告例

駆動溶液	例	特長
無機塩溶液	NaCl, KCl, CaCl ₂	高浸透圧
糖溶液	グルコース フルクトース	希釈駆動溶液が 飲料可能
水可溶低沸点気体	NH ₃ /CO ₂ 、SO ₂	加熱による再生可能
磁性体微粒子	2-Pyrol-MNP TREG-MNP PAA-MNP	磁場による再生可能
有機溶質	脂肪族アルコール イミダゾール誘導体	低FO膜透過性

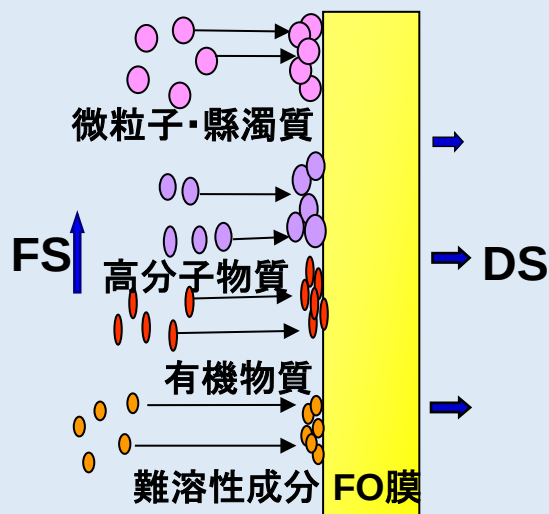


溶質透過による寄与

●イオン透過 (濃度分極)



●ファウリング



濃度分極
→実効浸透圧差(π_{eff})による
浸透圧差の減少
ファウリング
→ファウラントの膜吸着に
よる水透過量の減少

●有害イオン透過

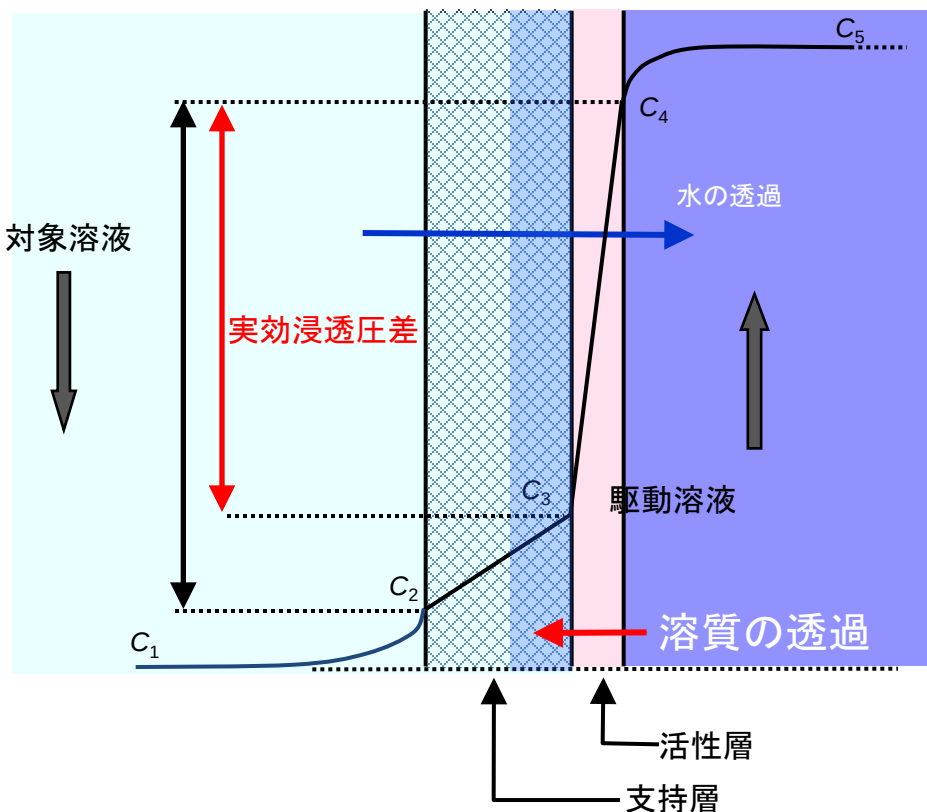
- ✓硝酸化合物
0.8mg/L以下
(メトヘモグロビン血症)
- ✓フッ素
0.8mg/L以下
(フッ素症)
- ✓水銀化合物
0.0005mg/L以下
(毒性)
- ✓六価クロム化合物
0.05mg/L以下
(毒性)



FO膜支持体における内部濃度分極: Internal Concentration Polarization (ICP)

正浸透膜の支持層内に溶質の濃度勾配が起きる現象

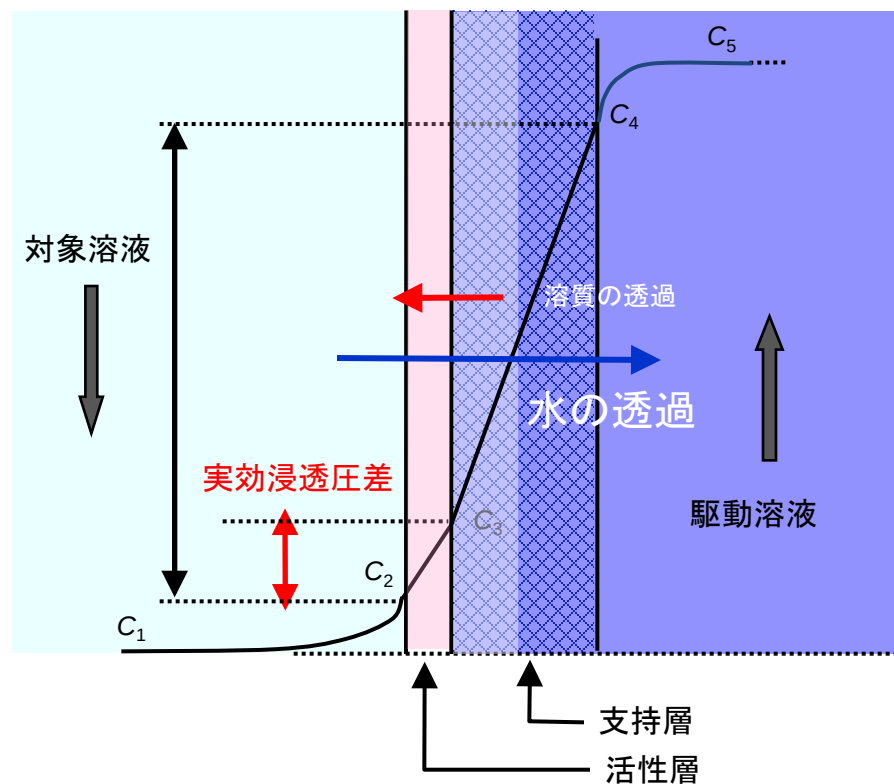
(a) PROモード



(a) 活性層が駆動溶液に接する

AL-facing-DS

(b) FOモード

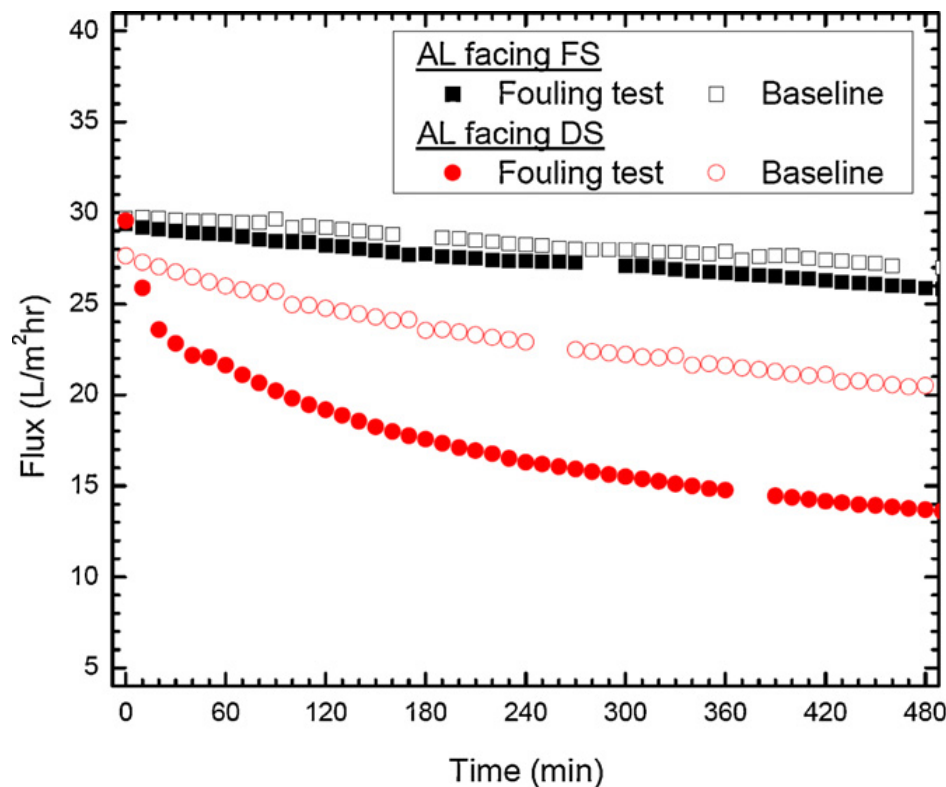


(b) 活性層が対象溶液に接する

AL-facing-FS



膜の向きによるファウリング変化³⁾



クロスフロー水透過実験

試料膜: HTI社CTA膜

活性層の向き: FS, DS側

流量: 23.2 cm/s

有効膜面積: 60 cm²

DS: 1, 5.5 M NaCl

FS: 10 mM NaCl+ 0.01 g/L フミン酸

温度: 25°C

AL-facion DSにおいて深刻な水流束の減少
→支持層にファウラントが侵入しやすく、活性層に侵入しづらい