

無機膜研究センター設立記念シンポジウム

無機膜の現状と応用可能分野

広島大学 大学院工学研究院
化学工学専攻
都留 稔了

tsuru@hiroshima-u.ac.jp
tel:082-424-7714



Membrane Science & Technology, Hiroshima University

日本における膜工学の発展

	水処理	気体分離	その他
1960	Loeb-SourirajanによるRO膜の開発('59)		
1970	電着塗装		Cadotte et al.界面重合('76)
1980	排水処理	Prism®膜('80)	
	超純水	アクアルネッサンス	C1化学 →ポリイミド(UBE, '85)
1990	飲料水 海水淡水化	MAC	シリカ膜によるH ₂ 分離('90) 高温CO ₂ 分離
2000		ACT	ゼオライト膜('93), 実用化('97)
2010		E-Water	
		Megaton	

水処理膜: 多くの国PJにより, 世界topの技術レベル
唯一の分離プロセスとなりえた (超純水, 浄水, 排水処理)
圧倒的省エネルギー(海水淡水化)

C1化学でポリイミド膜の実用化

研究開発課題: ガス分離

プロセス	応用	膜
Established process		
N ₂ /O ₂	N ₂ 濃縮	polyimide (PI), polyamide (PA)
H ₂ /CH ₄ , H ₂ /N ₂ , H ₂ /CO	H ₂ 回収(NH ₃ 合成, 石油精製)	PI, PA, brominated polysulfone (より高温化が必要: silica, zeolite)
water/air	乾燥	PI, Nafionなど (silica, zeolite)
Developing process		
VOC/air	廃ガスの清浄化	silicone rubber (SR), Carbon(C)
light carbon/N ₂	propylene/N ₂	SR (VOC選択), PI (N ₂ 選択)
CO ₂ /CH ₄ , CO ₂ /N ₂	天然ガス脱酸, 燃焼排ガス	CA, PI, polyaramide, CHA, SAPO, DDR, Silica, C
He/CH ₄	He回収	
To-be-developed process		
C ₂ /CH ₄	NGL回収, Shale gas	SR
H ₂ S, H ₂ O/CH ₄	CH ₄ 精製	Silica
O ₂ /N ₂	O ₂ 濃縮	C
有機ガス	alkane/alkene (C ₂ , C ₃)	PI
	C ₂ /C ₃	C, Ag-Y, silica, ZIF-8

(Baker "Membrane Technology and Application" を基に作成)

研究開発課題: 蒸気系分離

有機溶媒脱水プロセス

水/アルコール	水/EtOH, 水/IPAなど	PVA, Chitsan; z-A*, Y, silica
水/炭化水素	水/アセトンなど	PVA, Chitsan; z-A*, Y, silica
水/酸	水/酢酸, 水/硫酸	z-MOR, CHA, silica, Carbon

有機物選択透過プロセス

VOC/水	TCE/水	SR
アルコール/水	EtOH/水, BuOH/水	z-MFI

有機溶媒混合プロセス

パラフィン/芳香族	Benzen/cyclohexane	z-Y,
脱アルコール	MeOH/MTBE, MeOH/DMC	Silica, z-Y
異性体分離	m-xylene/p-xylene	z-MFI

* : commercialized

実用化例は, まだまだ少ない。

分野	具体的な応用例	使用膜
無機化学	酸(H ₂ SO ₄ , H ₃ PO ₄ など)の酸回収, 金属イオン濃縮	高分子
有機化学	現像廃液のリサイクル 均一触媒・不均一触媒の回収 アルコールの精製・再利用 EG, propylen glycol精製・再利用 染料, インクの脱塩	高分子 高分子 高分子 高分子 高分子
医薬・バイオ	溶媒回収	高分子, セラミック
石油化学	脱蠟プロセス 原油の脱酸	ポリイミド

Nanofiltration: Principles and Applications,
A Schaefer, A Fane and T Waite, Elsevier 2004

水溶液ROから非水溶液系ROへ

過酷条件(高温, 有機溶媒, pHなど)での分離

20世紀は石油の世紀, 21世紀は水の世紀

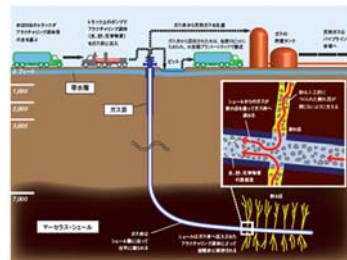
20世紀は, 水処理膜の世紀
21世紀は, 石油処理膜の世紀

石油(化学プロセス, CO₂分離)分離のための膜開発は, challenging。

産官学の協力が必要。

Shaleガスの分離

- ・C1/C2+
- ・高圧



随伴水の処理

- ・高温
- ・pH
- ・有機溶媒

CO₂分離

- ・EORとしても利用
- ・低品位メタン田からのCH₄精製

各種ガス分離

- ・H₂分離
- ・有機ガス分離
- ・有機ガス/無機ガス
(He/CH₄/N₂, C₃H₆/N₂)

Thank you very much for
your kind attention!

