



＼ ご好評につき第二弾！ ／

【ファインケミカル（化学・農薬）・グリーン燃料向け】

無機分離膜による コストダウン・CO₂排出削減

～IPA脱水、水素分離、エタノール脱水など～

- ・ 無機膜の得意・不得意を、事例を交えてご紹介。
- ・ 弊社独自開発のプロセスシミュレーターによる
CAPEX概算例もご紹介。

7/29 水

🕒 13:30～14:00

開催

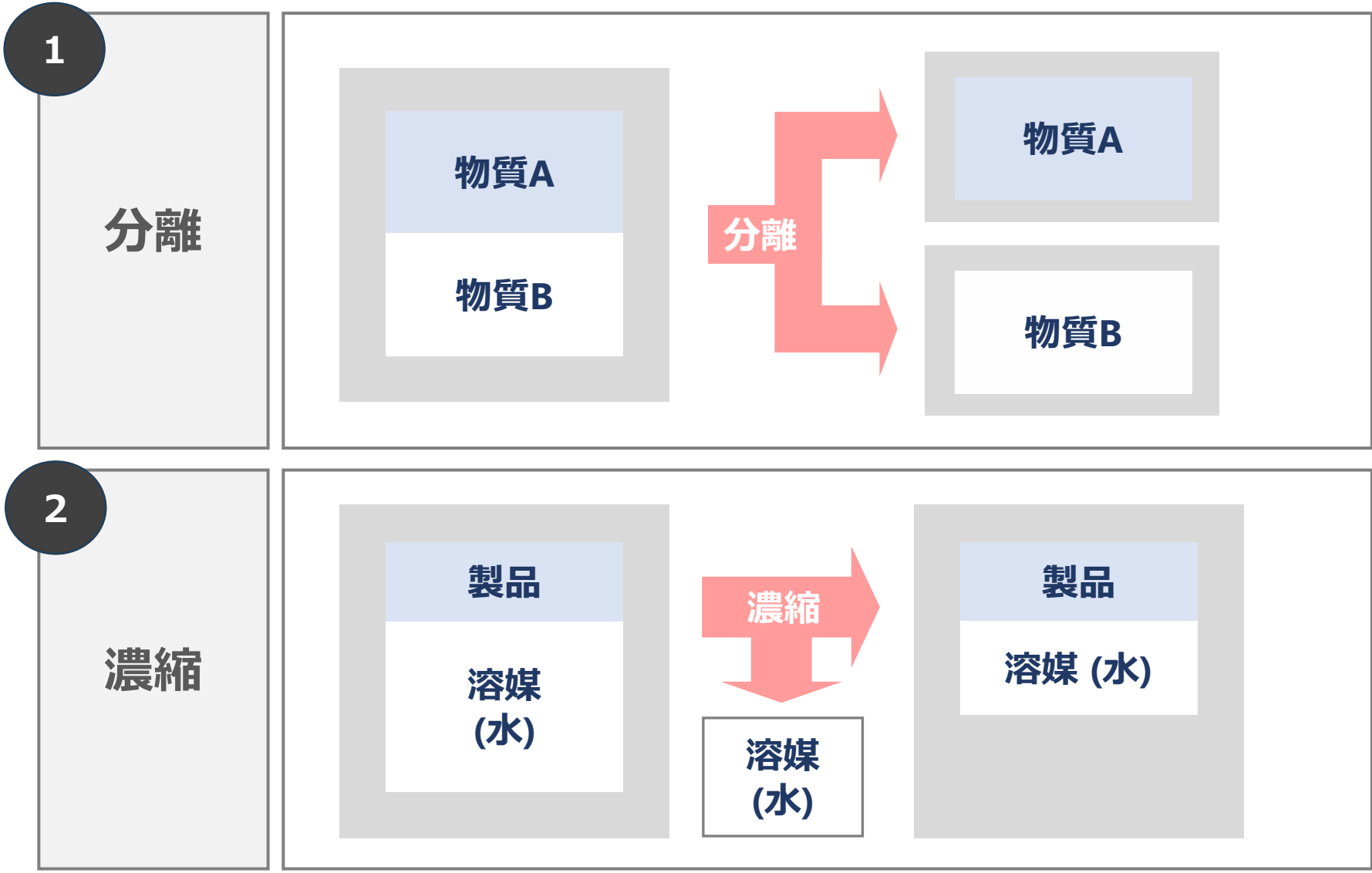
イーセップ株式会社



オンライン
開催



本日のお題：化学物質を分ける工程（液体または気体）



IPA脱水



エタノール脱水



有機酸脱水



水素分離



主な業界	ファインケミカル・電材	燃料	食品原料	燃料・化学
メリット	洗浄溶剤リサイクル	CO ₂ 排出量の削減	熱劣化抑制・コストダウン	高温ガスの直接分離
適用濃度 (例)	10% → 90% over	40% → 99.5%	10% → 30% over (90%も可)	10 → 90% over

- はじめに ～膜分離とは～
- アプリケーション事例
 - バイオエタノール脱水
 - イソプロパノール脱水
 - 有機酸脱水
 - ガス分離 (H_2 分離)

化学産業はどうか？



1

産業別のCO₂排出量はグローバル3位
エネルギー消費量は1位

IEAより

2

高度経済成長期に建設ラッシュを迎えた設備の老朽化

経済産業省資料より

3

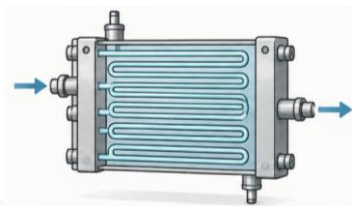
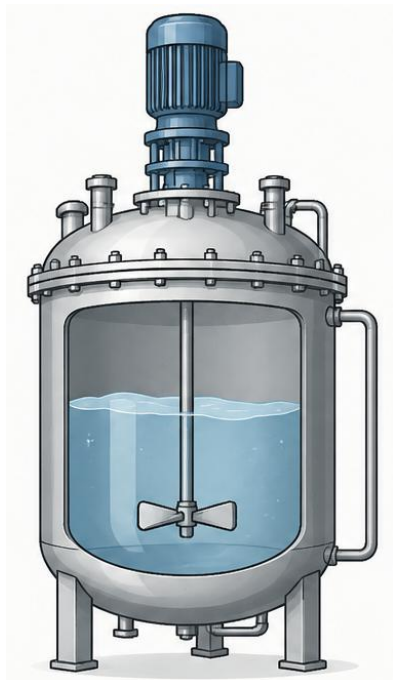
国内化学産業の再編・転換期

経済産業省資料より

化学産業を省エネ・コンパクトに

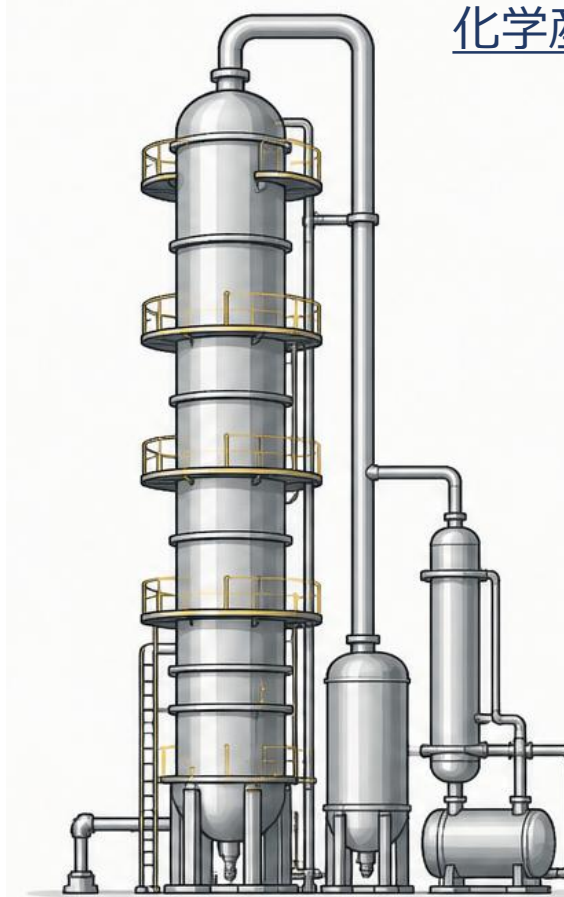
反応

マイクロフロー合成など各種新規反応技術が検討されている



分離

化学産業で消費されるエネルギーの
40%は蒸留工程による



?

ソリューション：分離プロセスを省エネ・コンパクトに

※1 蒸留塔30m、膜分離ユニット3m程度とした場合
※2 酢酸/水からの脱水における事例より



**蒸留
(現行法)**

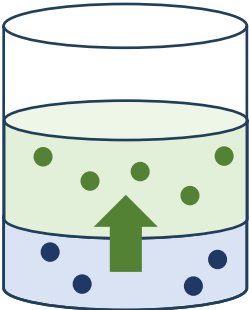
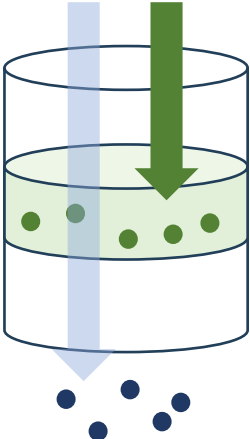
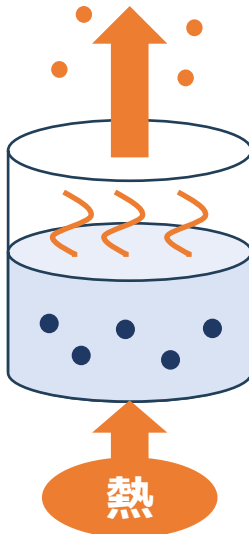
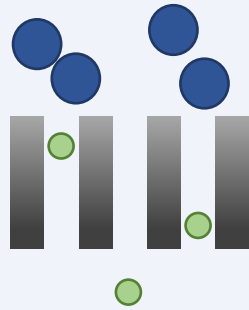
**90% 小型化※1
85% エネルギー/CO₂削減※2**



**無機分離膜
(当社のソリューション)**

分子を分ける法のいろいろ

■ 分ける対象の特性（サイズ、極性、熱安定性など）に応じて、適切な方法を選択

手法	抽出 晶析	吸着	蒸留	膜分離
原理	溶解度差	吸着しやすさ	沸点差	サイズ差 (+吸着しやすさ)
概念図				

膜分離のメリット

1

そのまま

新たな添加は不要

2

できるだけ熱をかけず

省エネ・劣化抑制

3

シンプルな構成による
連続処理

コンパクト

**製造業では、熱・有機溶剤・酸など過酷な条件を対象にするため、
必ずしも、従来の有機膜を利用できないケースもある**

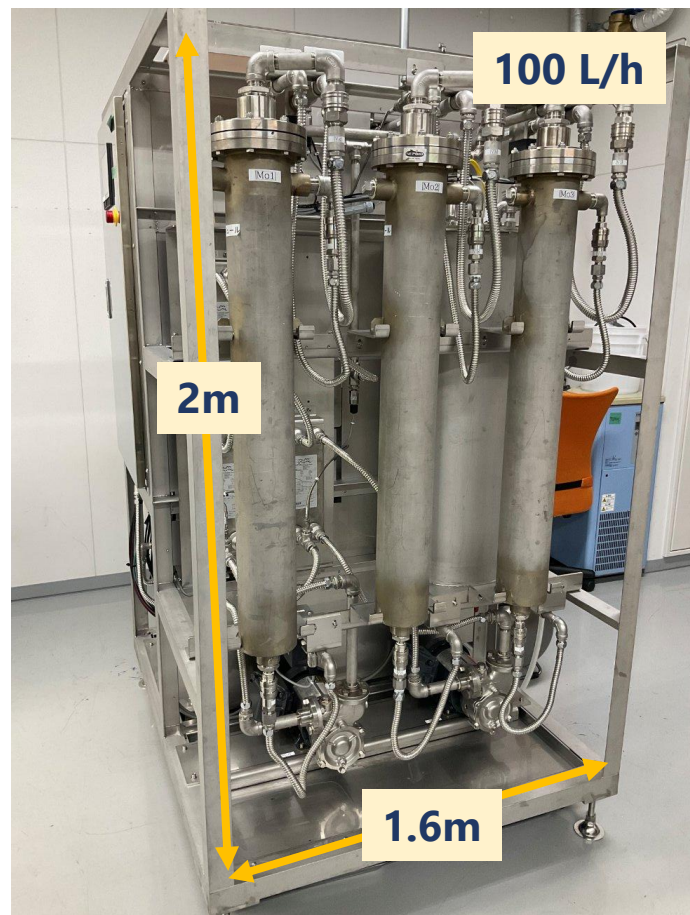
耐熱性

耐溶剤性

耐酸性

プロダクト例

- 表示処理量（100 L/h）は一例であり、スケールアップ可能です



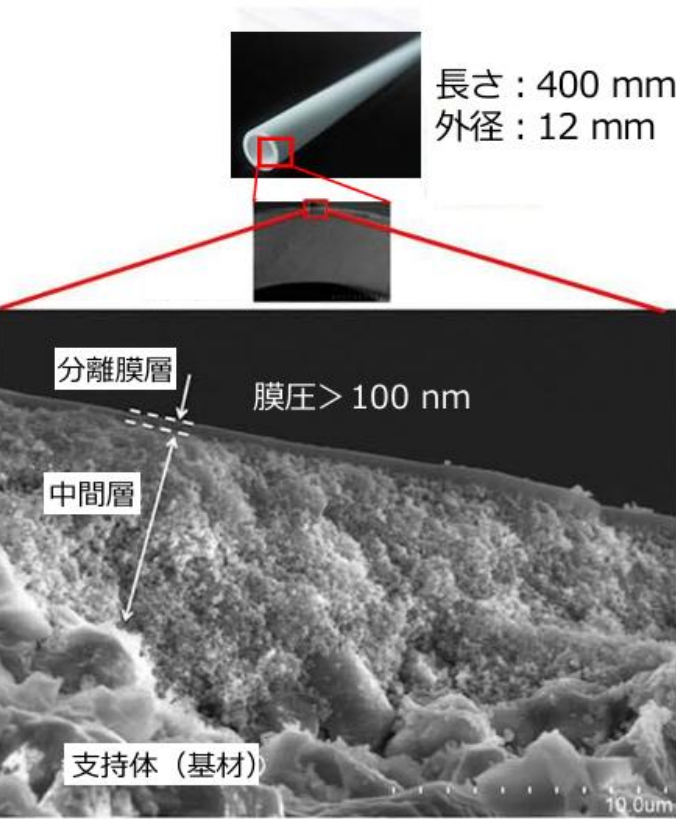
浸透気化分離装置



防爆型蒸気透過分離装置

コア技術①：無機膜の精密制御

■ 従来の無機膜では実現が難しかった材料・孔径・構造にアプローチ



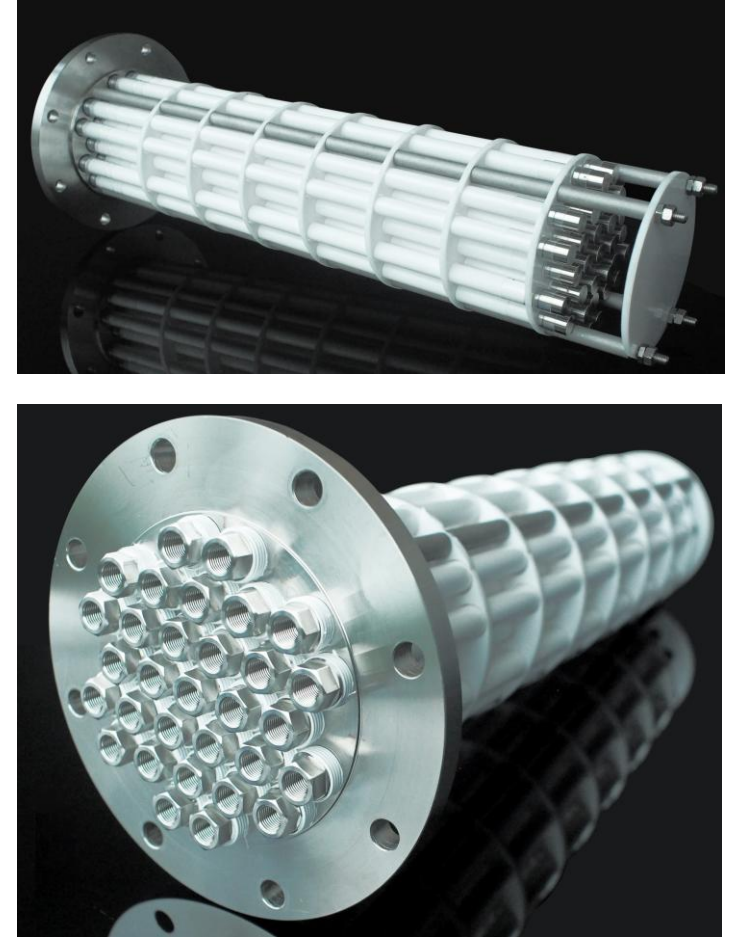
	構造 (イメージ)	材質	テクノロジー
分離膜層		シリカ	孔径の精密制御 材料、構造 (テーパーなど)
中間層		シリカ	材料、構造
支持体 (基材)		アルミナ	公知技術

例) ● 酢酸 (0.4nm) ● 水 (0.3nm)

コア技術②：量産技術



ナノセラミック膜量産機



モジュール

コア技術③：プロセスシミュレーター（独自開発）

- 特許出願済み：特願2023-580230、特願 2023-580131
- 主要なインプット：分離対象の組成、処理量、運転温度および各種膜の分離性能

入力

膜サイズ
分離性能

【分離前】
組成・流速

分離諸条件

出力

【分離後】
組成・流速

透過率
動力

数値

透過分子(分子1)	H2	物性値		
非透過分子(分子2)	N2	分子種	分子量	比熱比
		H2	2	1.41
		N2	28	1.40

【分離膜1段目】入力条件

<入力セル1-1>管状膜分離器(等温等圧)					
計算セル設定		膜透過性 [mol・m ⁻² ・s ⁻¹ ・Pa ⁻¹]			
有効膜面積[m ²]	4.0	H2	2.00E-07		
膜直径[m]	0.012	N2	2.00E-09		
単位膜長さ[m]	0.35	透過度比(分子1/分子2)	100		
必要膜本数[本]	303				
膜コスト概算[万円/m ²]	500				
分離膜コスト概算(GAPEX)[万円]	2,000				

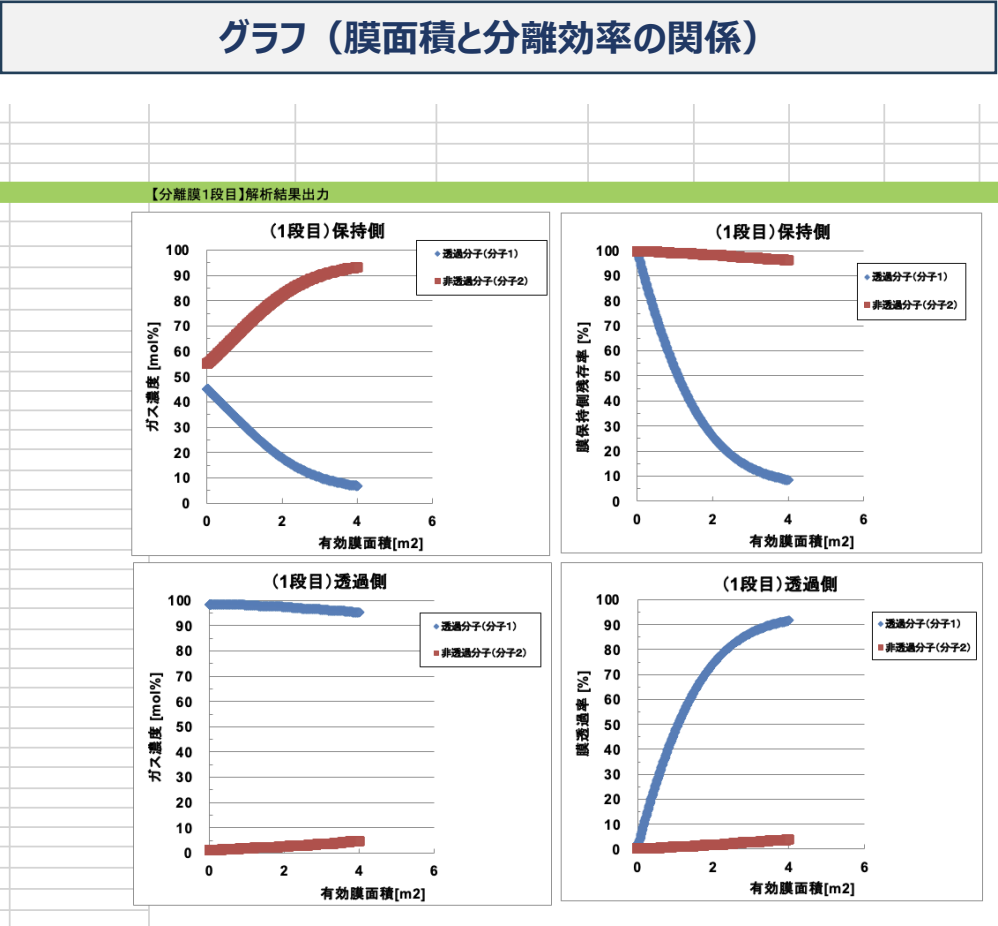
<入力セル1-2>供給液/ガス条件					
初期値	供給側濃度 [mol %]		供給側流速 [mol/s]		混合ガス
分子種	H2	N2	H2	N2	比熱比
入口供給条件	45.0	55.0	2.79E-02	3.41E-02	1.40

<入力セル1-3>膜分離条件					
透過側圧力[kPaA]	供給側圧力[kPaA]	供給ガス量[NL/min]	供給ガス量[mol/s]	供給ガス量[Nm ³ /h]	供給ガス量[kg/h]
10	200	83.3	0.1	5.0	3.6

<入力セル1-4>加圧・減圧エネルギー計算パラメーター			
コンプレッサー圧縮段数	供給側(自圧)[kPaA]	減圧ポンプ吐出圧[kPaA]	減圧ポンプ温度[℃]
2	100	100	40

<結果出力セル1-1>					
分子種	保持側濃度 [mol %]		保持側流速 [mol/s]		保持側流速 [NL/min]
	H2	N2	H2	N2	合計
出口量(保持側)	6.8	93.2	2.39E-03	3.28E-02	47.3
	透過側濃度 [mol %]		透過側流速 [mol/s]		透過側流速 [NL/min]
分子種	H2	N2	H2	N2	合計
出口量(透過側)	95.3	4.7	2.55E-02	1.26E-03	36.0

<結果出力セル1-2>		<結果出力セル1-3>	
ガス種	膜透過率 [%]	消費電力(1段目)[kWh]	
H2	91.4	加圧概算動力	0.10
N2	3.7	減圧概算動力	0.16
		合計	0.26



開発の方向性検討、粗い投資採算性検証を目的としたシミュレーションであり、答えを一義的に得ることを目的としたものではありません

- はじめに ～膜分離とは～
- アプリケーション事例
 - バイオエタノール脱水
 - イソプロパノール脱水
 - 有機酸脱水
 - ガス分離 (H₂分離)

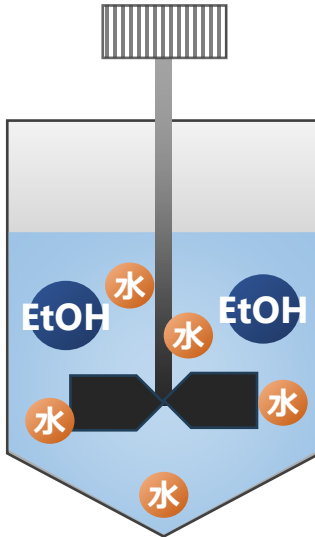
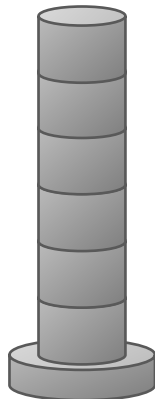
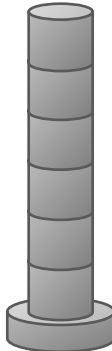
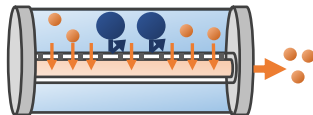
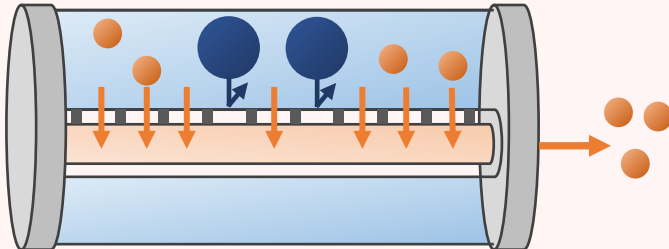
【用途例】バイオエタノールの脱水濃縮



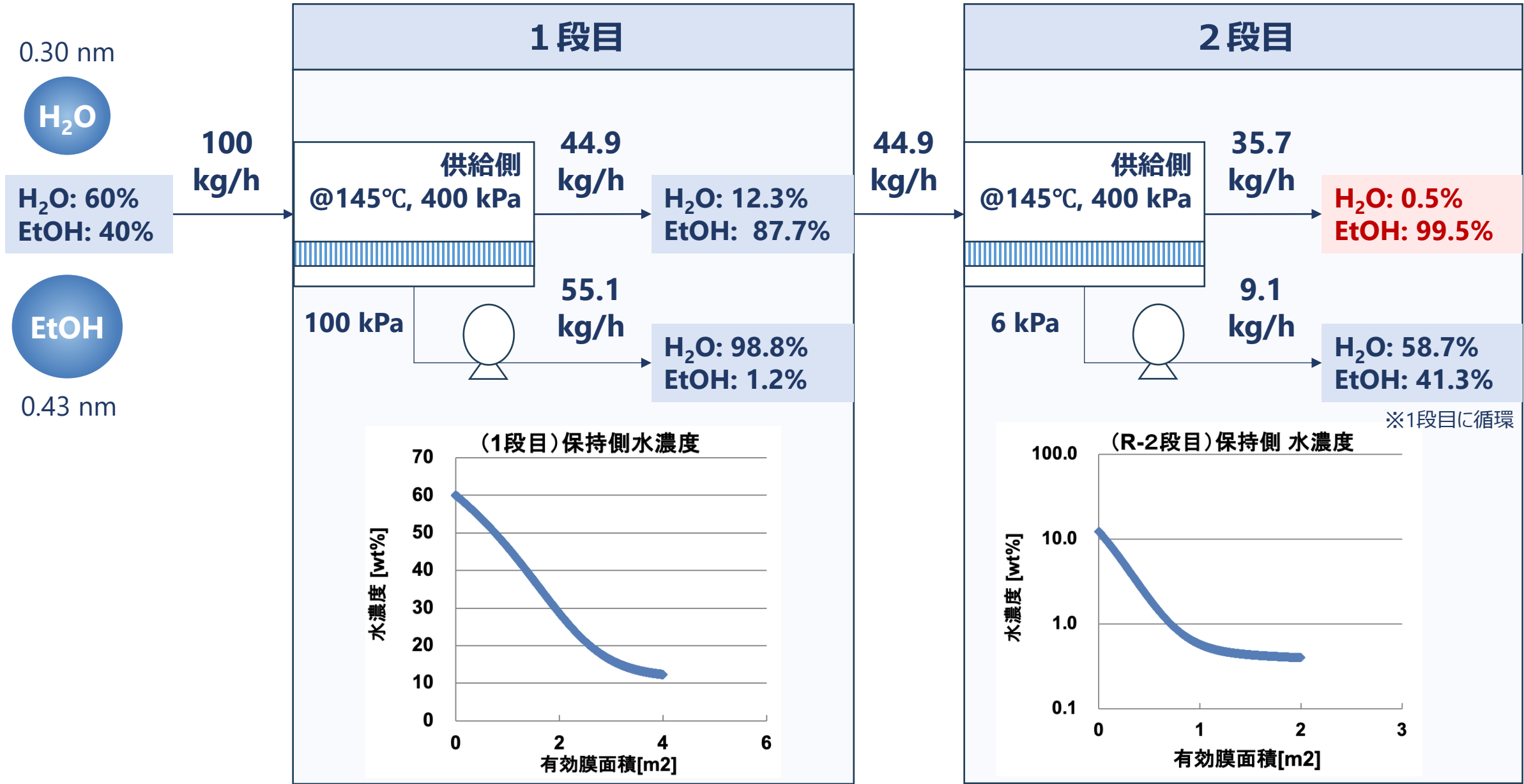
想定ユーザー様	解決したい課題	ソリューション
製紙会社様 化学素材メーカー様 総合商社様	ユーティリティ由来の CO ₂ 排出量・コスト	● CO₂排出量 40%削減 ● ユーティリティコスト 60%削減

【用途例】バイオエタノールの脱水濃縮

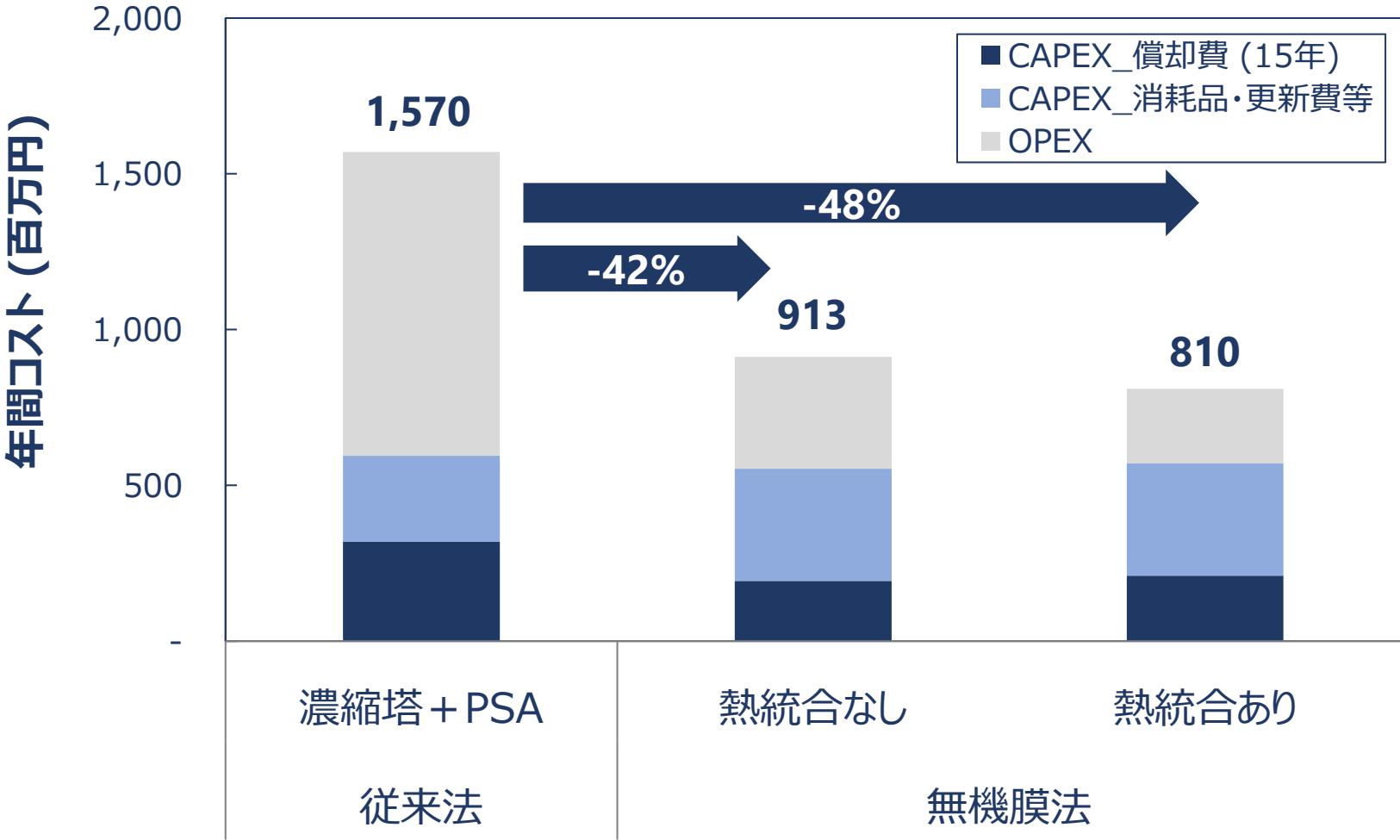
シミュレーション結果です

	発酵 (6~8%)	脱水				
		もろみ塔 (6~40%)	濃縮塔 (40~88%)	PSA※ (88~99.5%)	ユーティリティコスト (相対値)	エネルギー消費量 (相対値)
Before					100	100
After					37	61

※ PSA: Pressure Swing Absorption (圧カスイング吸着法) 17



40%エタノールを100 kg/hで供給し、99.5%エタノールへ脱水濃縮した場合の年間コスト



【用途例】イソプロピルアルコール（IPA）の脱水濃縮



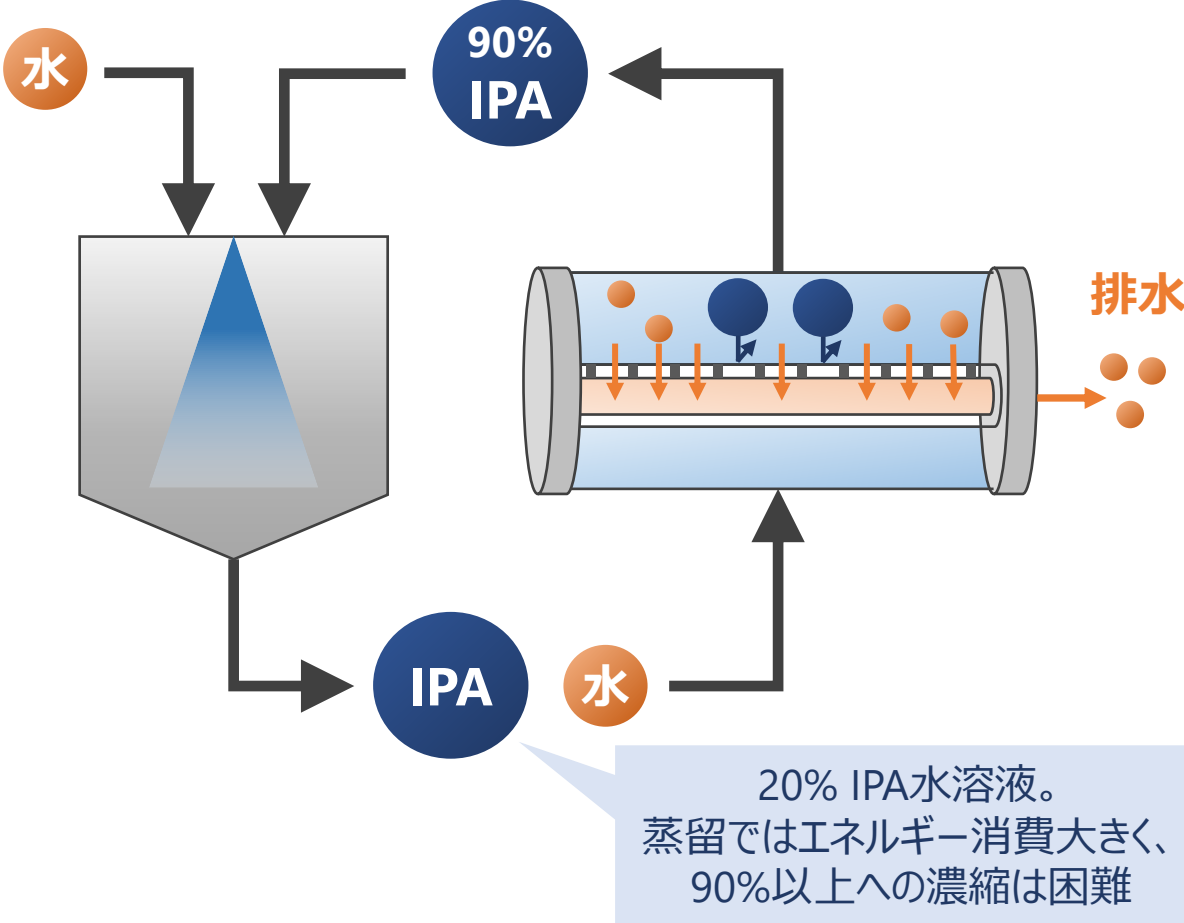
想定ユーザー様	解決したい課題	ソリューション
ファインケミカルメーカー様 (機能性材料、農薬など)	● 溶剤再生/廃棄コスト ● 90%以上への脱水	● 溶剤購入コストの85%削減 ● 希釈自由度の向上
溶剤リサイクル事業者様	● エネルギー消費量、 CO₂排出量	● エネルギー消費量・CO₂排出を 30~80%削減（対蒸留比）

【用途例】イソプロピルアルコール（IPA）の脱水濃縮

シミュレーション結果です

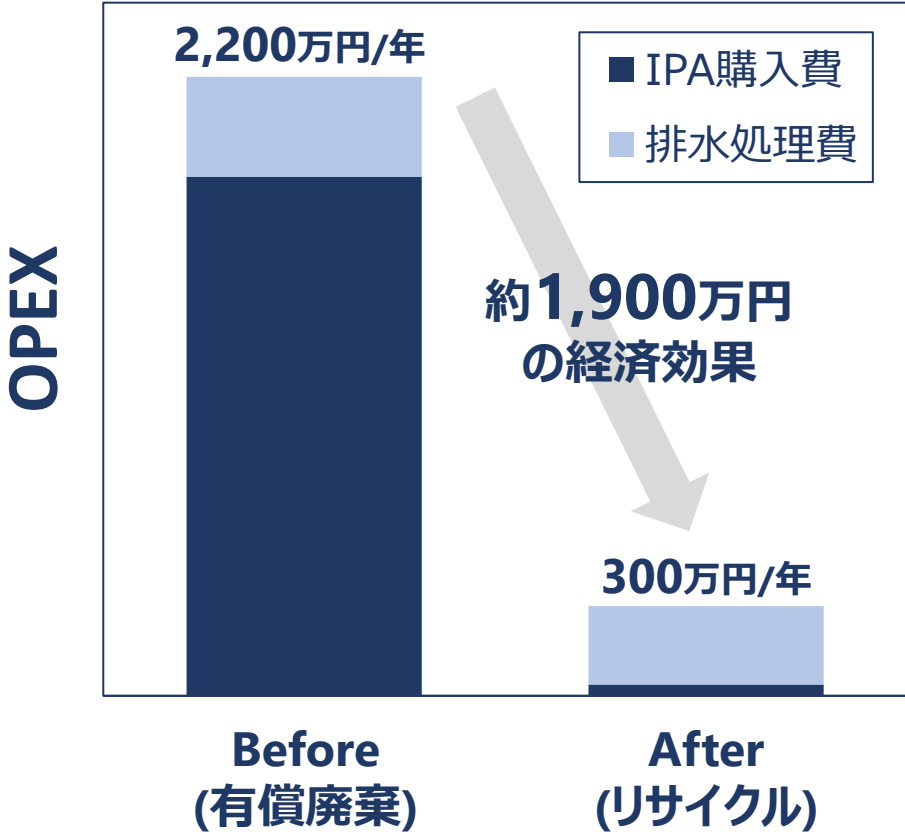
■ IPA水溶液は、水とIPAの共沸のため、蒸留による濃縮は難しい

プロセスイメージ



導入メリット (例)

年間720トンの20%IPAを90%に濃縮・再利用した場合

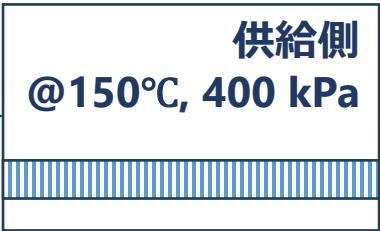


0.30 nm



H₂O: 80%
IPA: 20%

100 kg/h
(720 t/y*)



21.5 kg/h

H₂O: 9.1%
IPA: 90.9%



0.47 nm

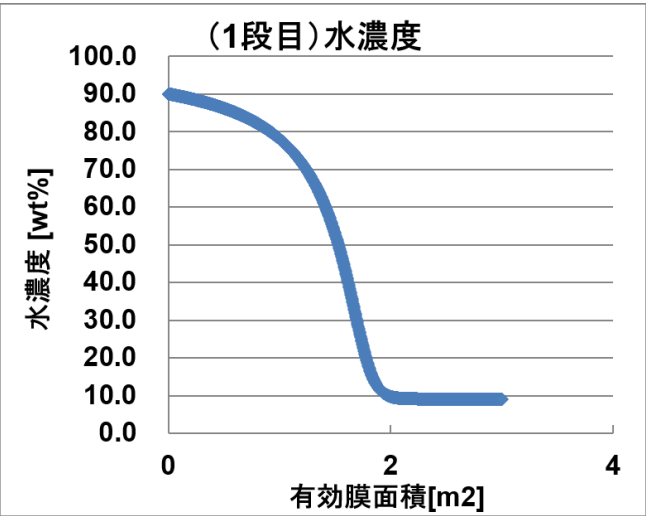
*24h, 300days/yearの場合

脱水

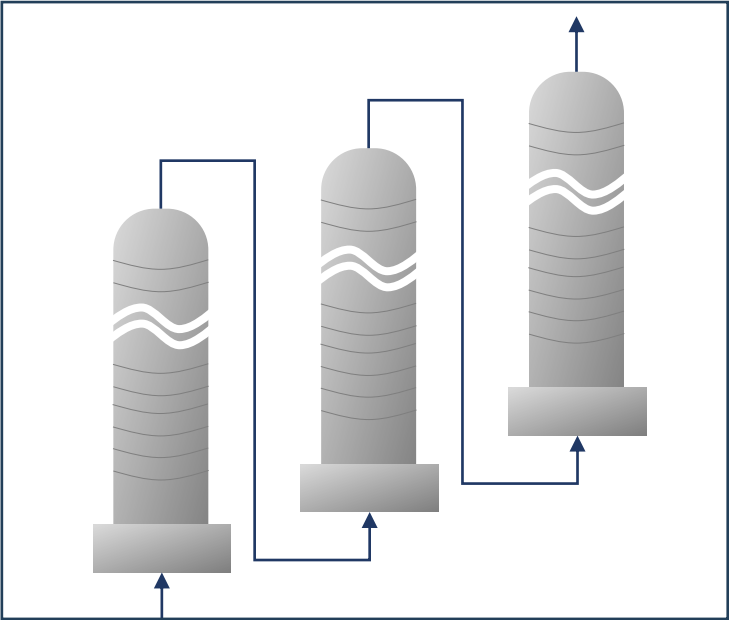


78.5 kg/h

H₂O: 99.4%
IPA: 0.6%



脱水工程単独での比較

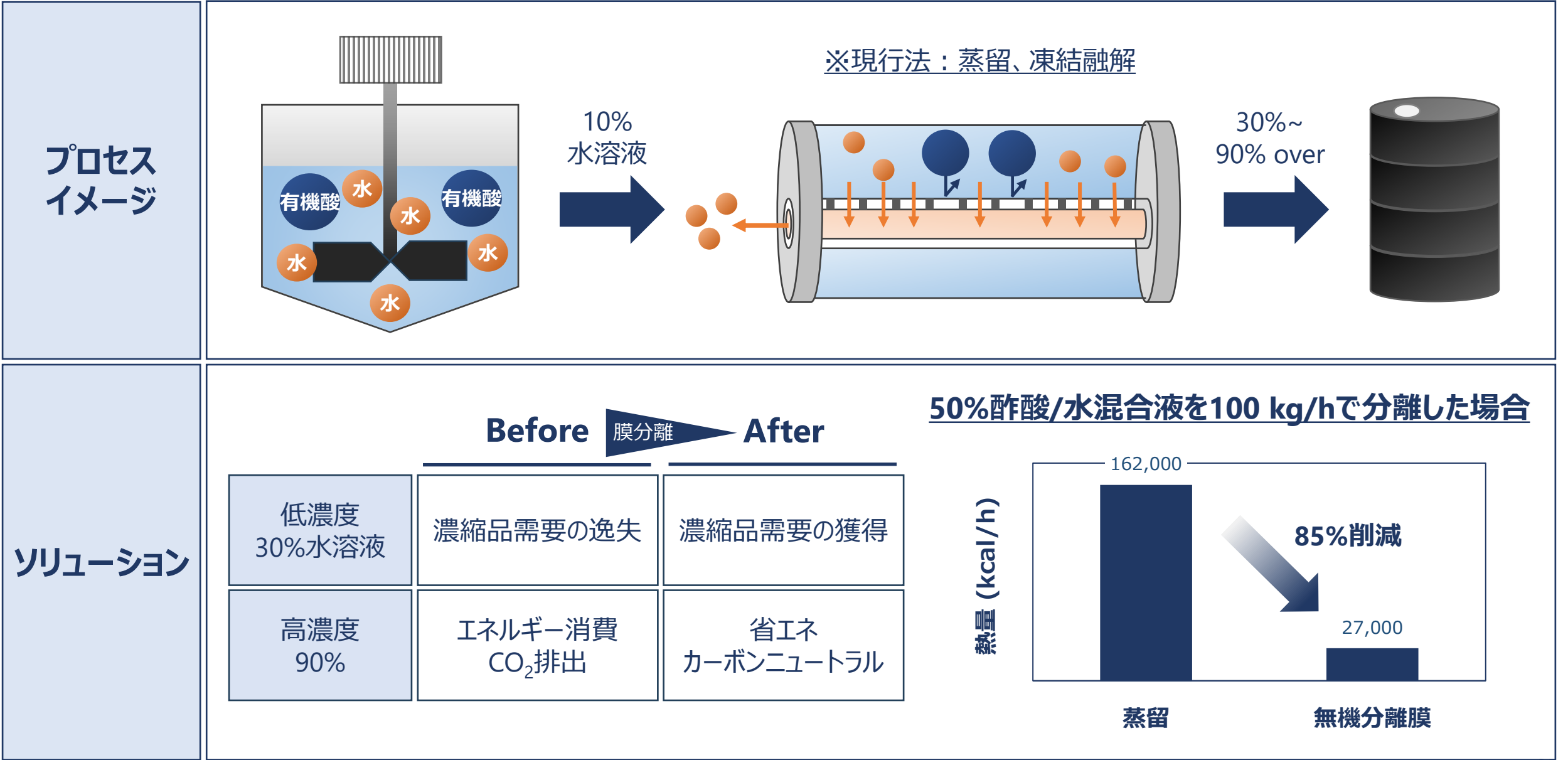
	蒸留 (従来法)	膜分離 (弊社法)※
イメージ図		※膜モジュール数により処理量が調整可能 
システムサイズ	高さ 30-65 m (巨大) メンテナンスが大変	高さ3 m程度 (1/10サイズ) メンテナンスが楽
消費エネルギー (相対値)	1.00	0.2-0.7

※従来分離膜（A型ゼオライト等）は、水を高含有するIPAからの脱水には適用困難

【用途例】有機酸の脱水濃縮



想定ユーザー様	解決したい課題	ソリューション
有機酸メーカー様 (酢酸、乳酸、アクリル酸、コハク酸など)	● エネルギー消費量、 CO ₂ 排出量	● エネルギー消費量、CO ₂ 排出を 85%削減
お酢メーカー様	● 熱劣化のない濃縮	● 劣化なく濃縮可 (15%→30%)



プロセス設計例（有機酸脱水）

0.30 nm

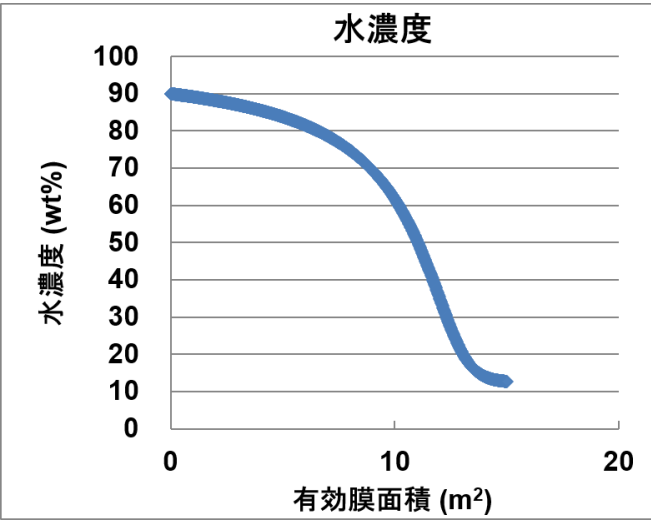
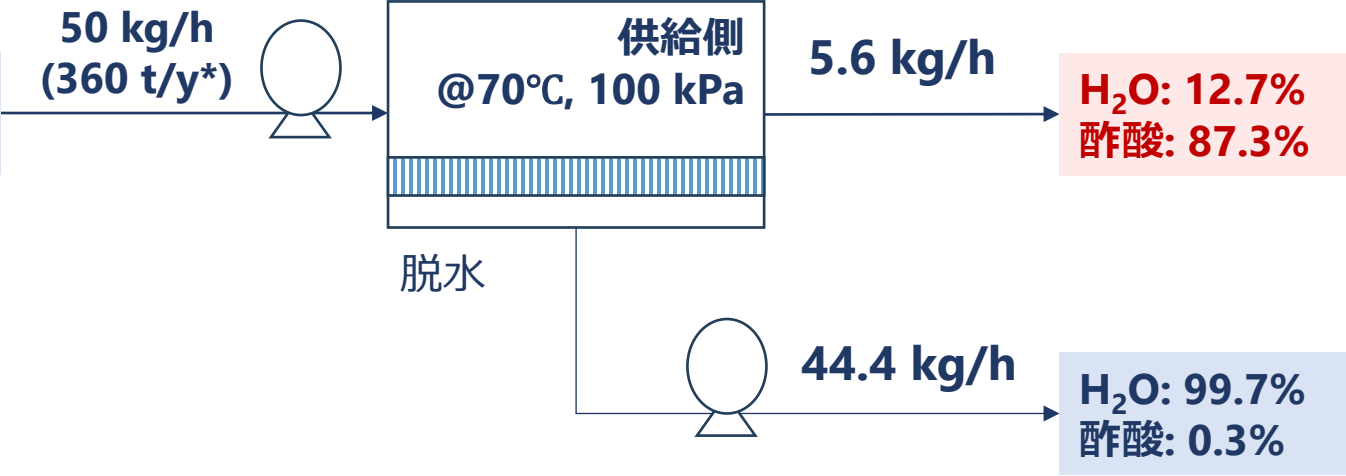


H₂O: 90%
酢酸: 10%



0.44 nm

*24h, 300days/yearの場合



膜透過性データ（酢酸脱水）

Fig. 1 酢酸vs水の透過性比較

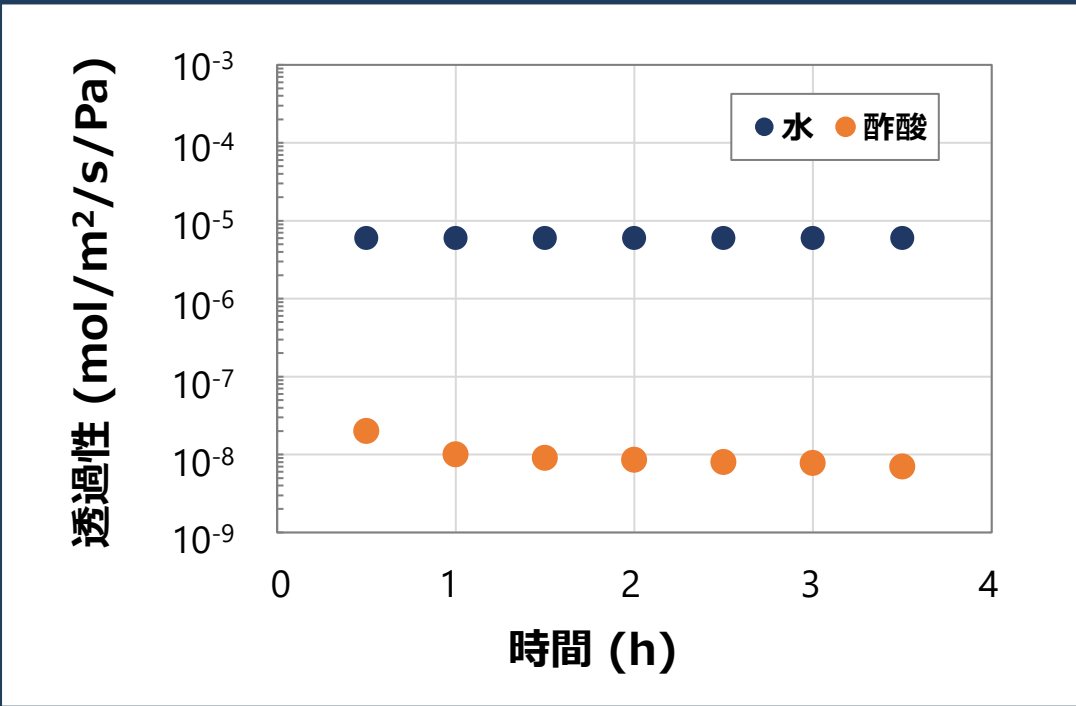
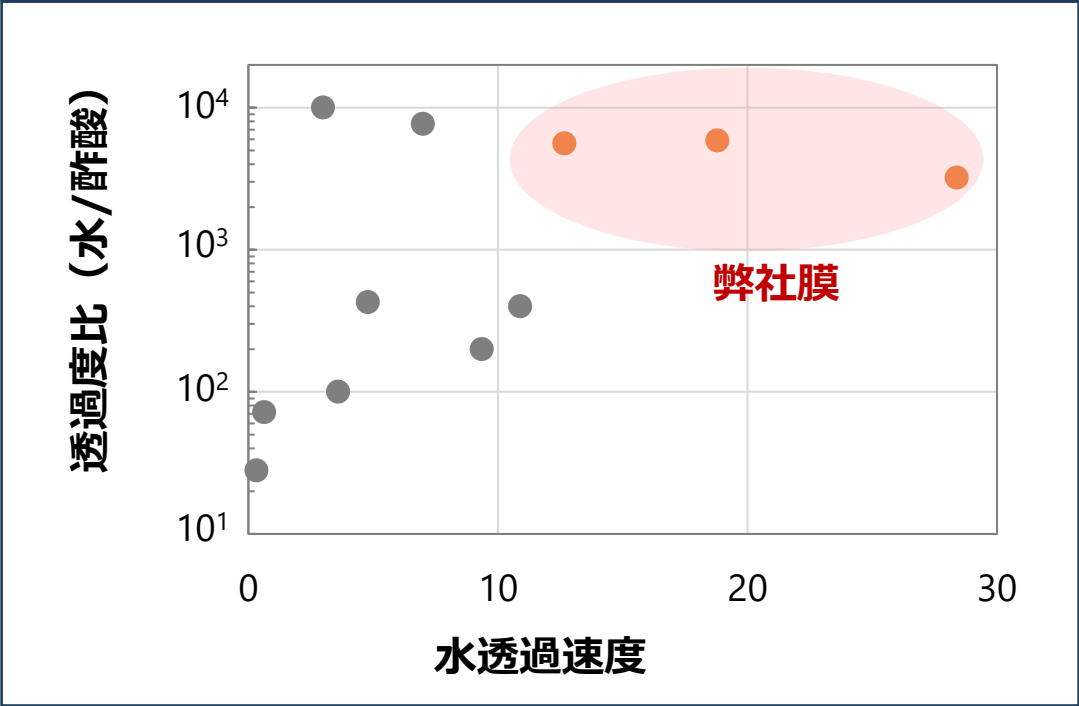
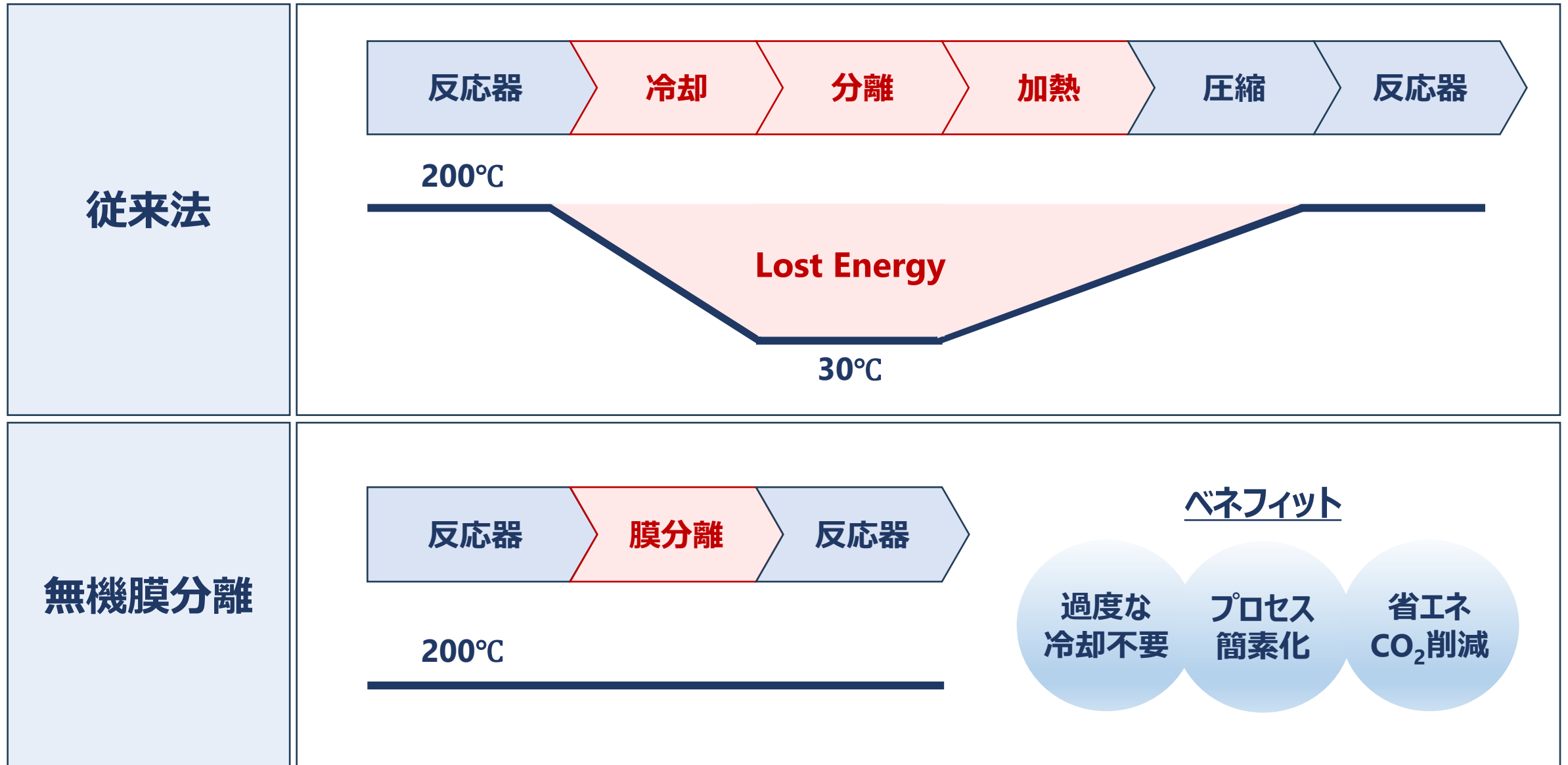


Fig. 2 従来膜との比較

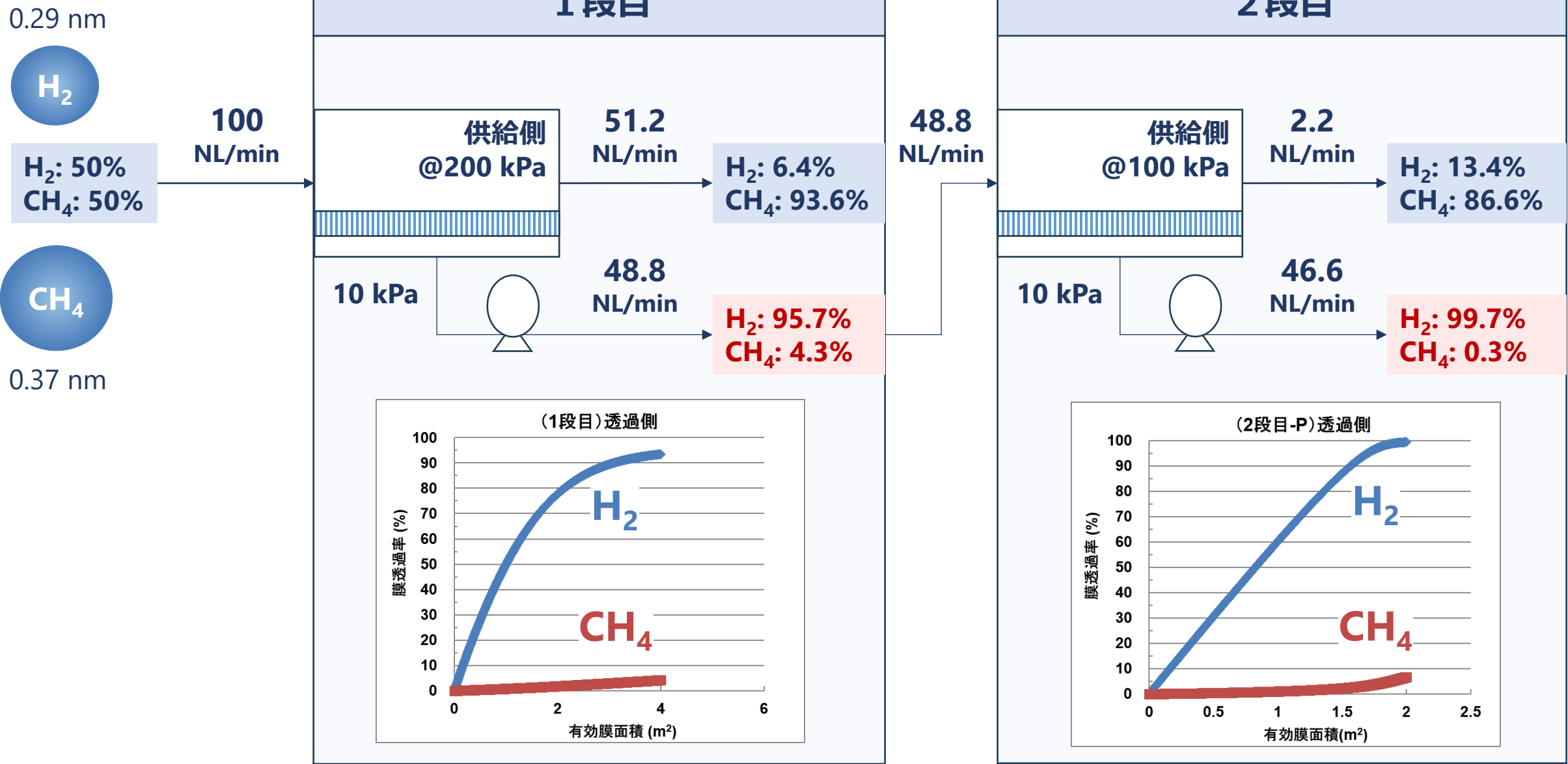


出典：弊社発表論文 *Advanced Membranes* 5 (2025) 100140

【用途例】ガス分離

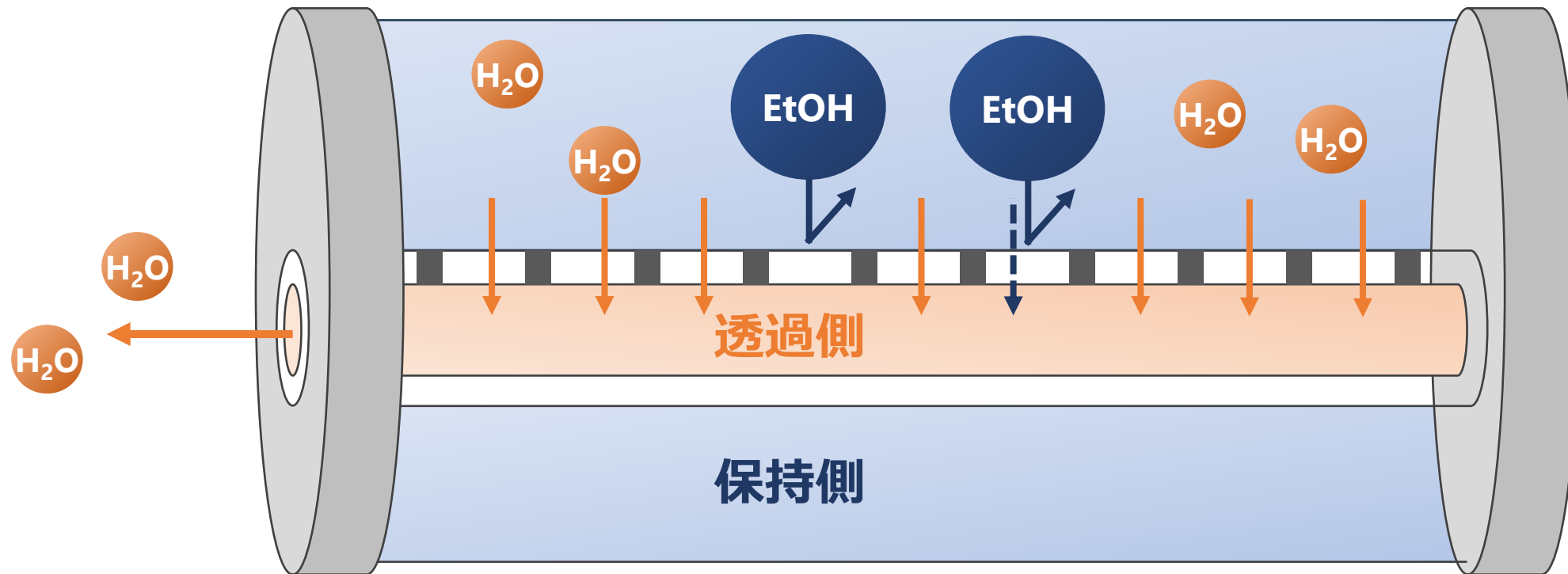


プロセス設計例（H₂/CH₄分離）



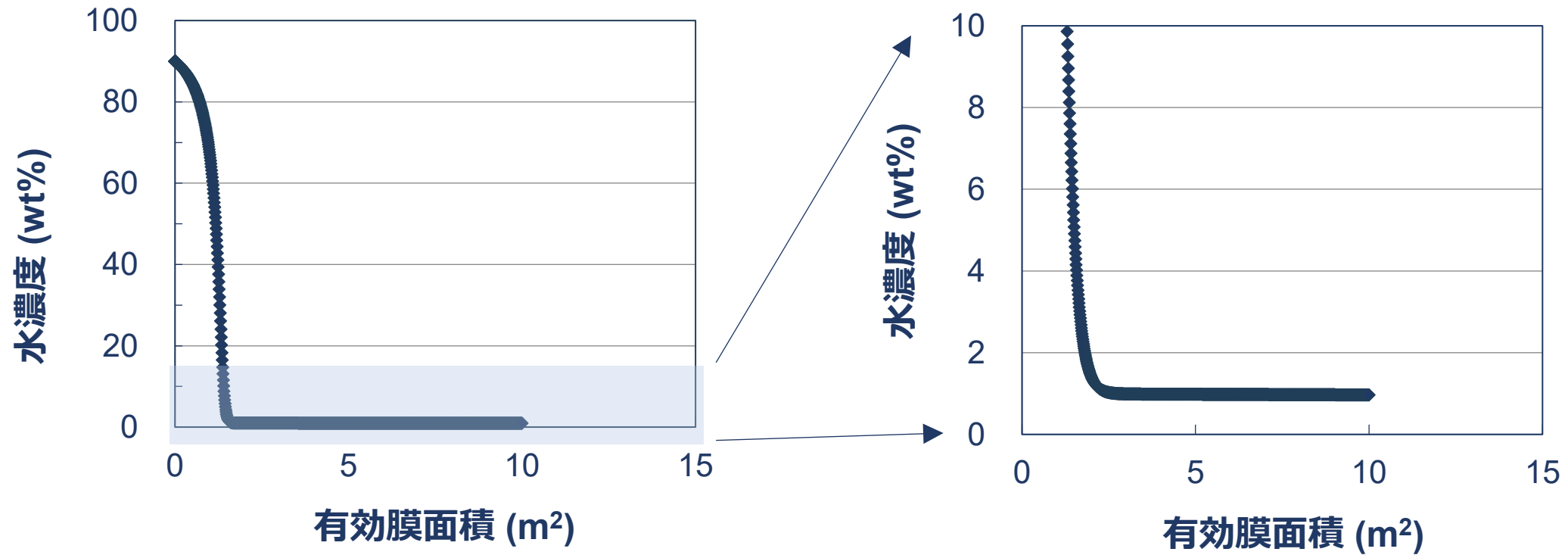
不向きな例：ppmオーダーへの除去

不向きな系の具体例：超高度な除去・脱水、排水処理など



シミュレーション結果詳細

除去対象 (水)の濃度減少とともに差圧が小さくなるため、膜透過の駆動力が得られにくくなる（＝下げ止まる）



ご清聴ありがとうございました。