

【2021年度 膜工学サロンH「有機溶剤超ろ過膜」】  
2022/3/29用事前資料

# 膜分離を活用した有機溶剤回収 -膜プロセス設計支援ソフトの開発と活用例-

イーセップ株式会社 (eSep Inc.)

澤村健一

Email: [sawamura@esep-membrane.com](mailto:sawamura@esep-membrane.com)



smile by  
easy, eco, and efficient  
separation



# 【内容】

## 1. eSep紹介

## 2. 膜プロセス設計支援ソフトの開発

2.1 開発背景

2.2 事例検討

2.3 eSepアプローチ・活用例（当日紹介）

# 1. eSep紹介 (1) : eSep概要

## 【イーセップ株式会社 (eSep Inc)】

事業内容：膜分離システムの設計、開発、販売

(注力内容) ナノ多孔性セラミック分離膜の活用と次世代型化学プロセスの開発

smile by  
easy, eco, and efficient  
separation



### 【会社情報】

創業:2013年10月

社内メンバー24名+ 連携メンバー

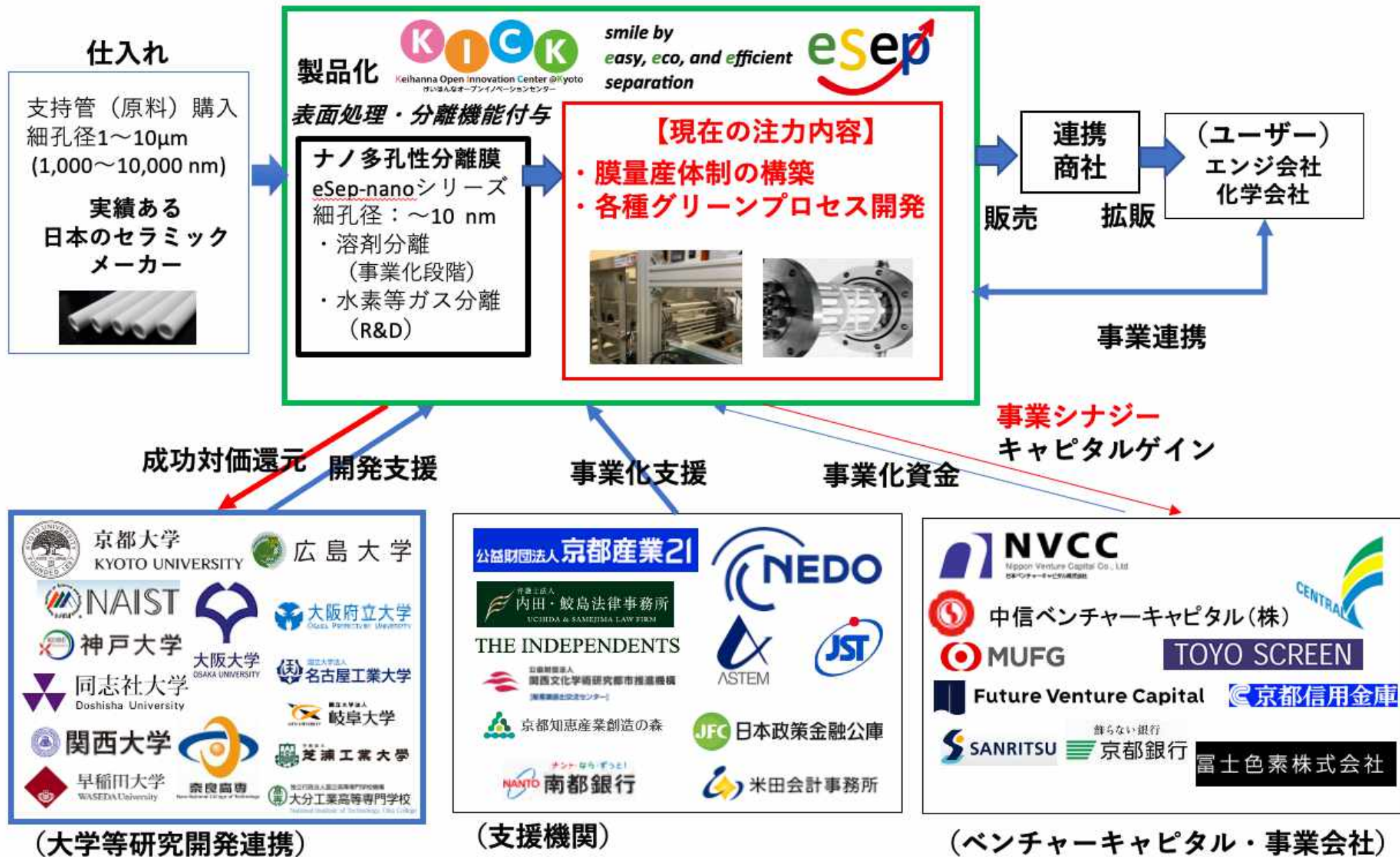
資本金：1億1,300万円

活動拠点：

- ・ けいはんなオープンイノベーションセンター (KICK) 106・107・108・109・別棟
- ・ 京都市成長産業創造センター 302・502室
- ・ 産学連携拠点 (京都大学桂ベンチャープラザ内、広島大学産学連携センター内)



# 1. eSep紹介 (2) : eSepナノ多孔性セラミック分離膜事業体制

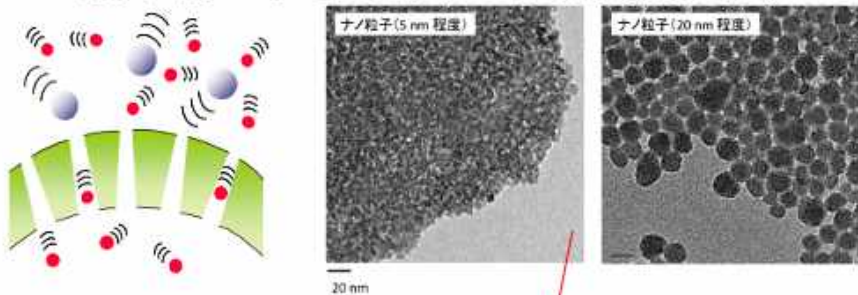


産・学・官連携にて次世代型グリーンプロセスの構築にチャレンジ

# 1. eSep紹介 (3) : ナノ多孔性セラミック分離膜の例

## ① シリカ系分離膜

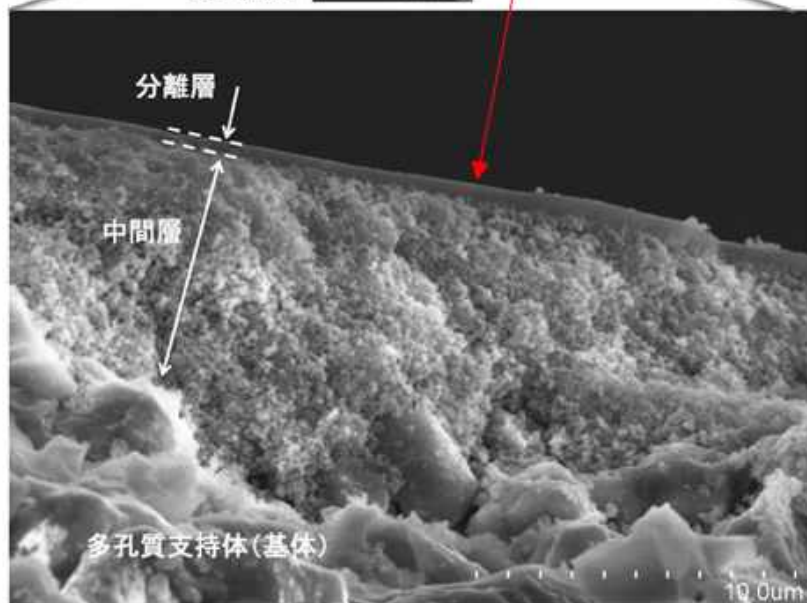
(分子篩：小さな分子の選択的膜透過)



拡大

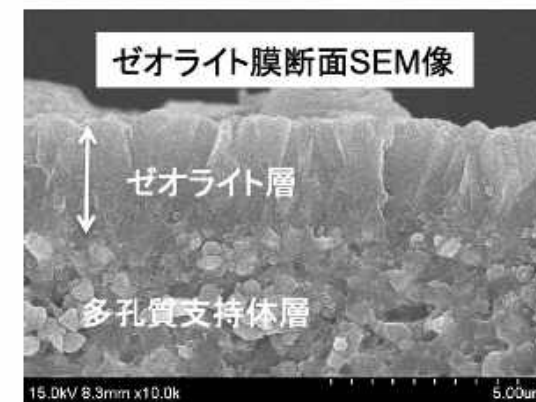
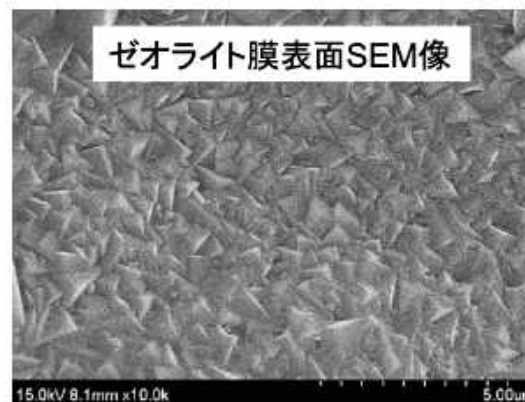
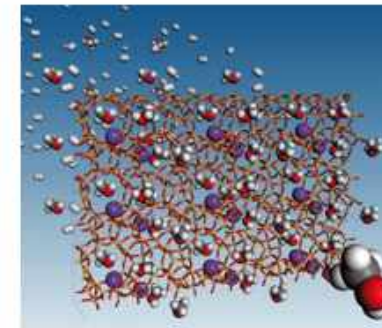
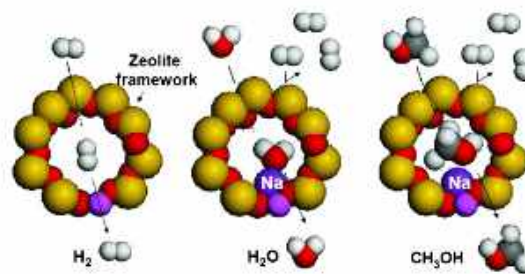
各種ナノ粒子の  
多層膜

更に拡大



## ② ゼオライト系多結晶膜

(優先吸着分離：大きな分子の選択的膜透過)



シリカ系分離膜とゼオライト系分離膜を  
適材適所で使い分け

# 1. eSep紹介 (4) : ナノ多孔性セラミック分離膜の事業化開発例

【2013-2015年】

【2015-2018年】

【2019-2022年】

【2022～】

基礎開発  
完了

製品化  
サンプル出荷

保証範囲検討  
膜モジュール化

長期実証  
**膜量産化**

本格販売・  
事業拡大



膜長さ  
3-10cm



(長さ40cm程度まで)



膜長さ40cm(標準品)  
製造能力(手動式)  
: Max200本/月



\* 短期実証(3ヶ月程度)  
の完了したのから  
段階的に販売



【量産用製膜装置】

**製造能力(自動化)**  
**: 2,000本以上/月構築中**  
**【現段階】**



\* 上記装置イメージは  
三菱ケミカル様HPより引用

第1工程(アルミナ等中間層形成)

第2工程(シリカ系中間層形成)

第3工程(シリカ系最表面層形成)

前処理(プラズマ処理)  
量産試作機

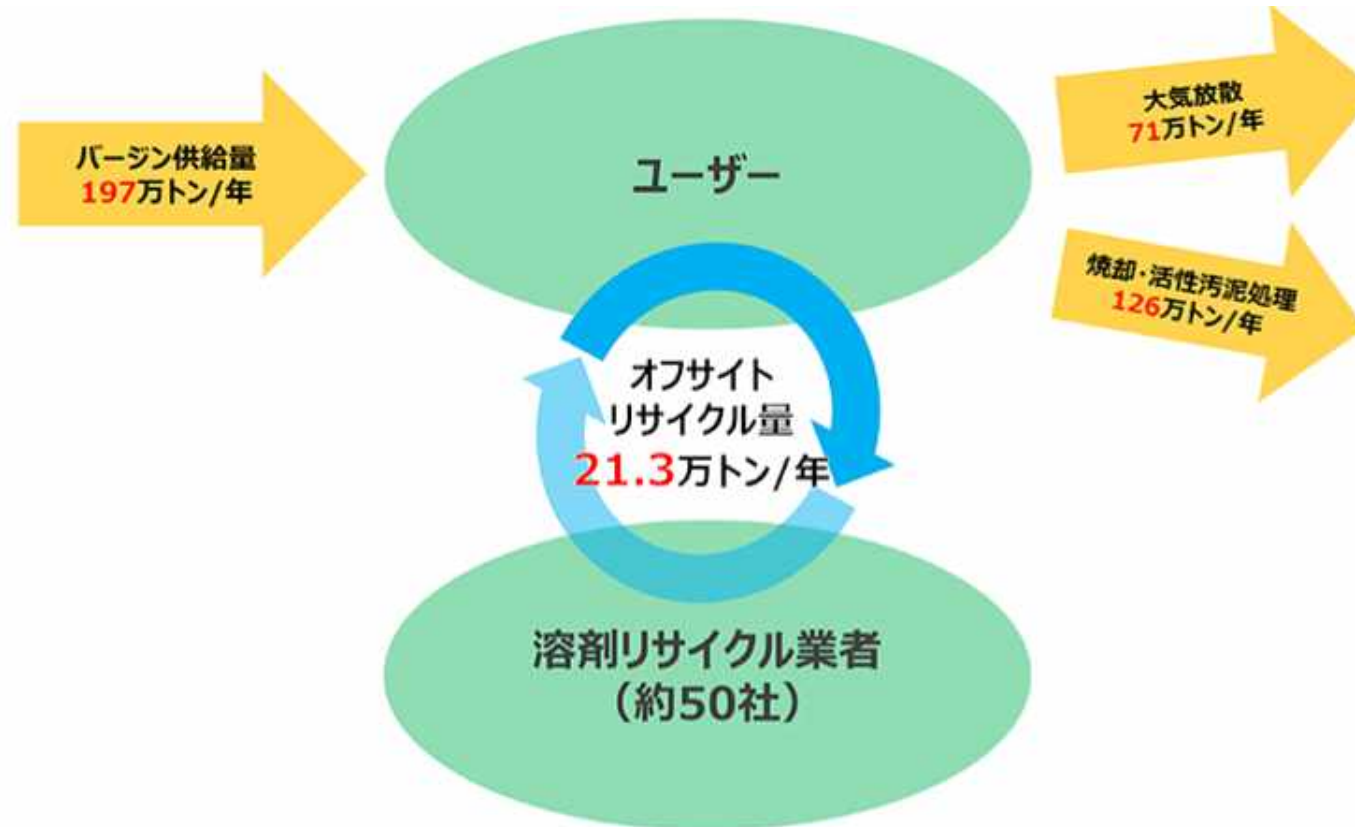
## 2.1 開発背景 (1) : 有機溶剤回収の現状① (概要)



日本溶剤リサイクル工業会  
Japan Solvent Recycling Industry Association

<http://www.solvent-recycle.com/about.html>

### 日本国内の化学溶剤の利用状況



- ・ 溶剤製造時に重量当たり約2倍の石油消費
- ・ 溶剤燃焼時に重量当たり約3.5倍のCO2排出

(現状) リサイクルされているのは1-2割



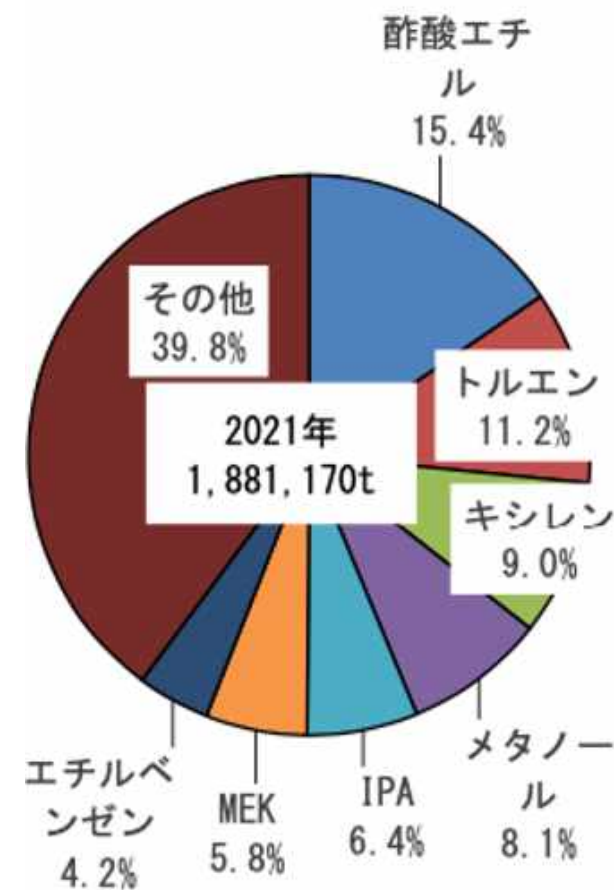
化学溶剤のリサイクル率向上は、カーボンニュートラル社会を目指す上で重要

## 2.1 開発背景 (2) : 有機溶剤回収の現状② (主要な有機溶剤)

【業界別ウェイト】

業種	2020年		2021年		主要溶剤種類
	供給量 (t)	ウェイト (%)	供給量 (t)	ウェイト (%)	
塗料/シンナー	528,180	30.7	569,420	30.3	キシレン、トルエン、エチルベンゼン、ターペン系、他
インク	269,250	15.6	276,540	14.7	酢酸エチル、IPA、トルエン、MEK、酢酸ノルマルプロピル、他
接着剤・粘着剤	143,570	8.3	154,660	8.2	酢酸エチル、トルエン、キシレン、n-ヘキサン、MEK、他
農薬・医薬	94,770	5.5	100,710	5.4	IPA、メタノール、キシレン、トルエン、酢酸エチル、他
洗浄剤	82,490	4.8	90,510	4.8	IPA、塩化メチレン、トリクロロエチレン、n-パラフィン系、他
繊維	19,400	1.1	22,600	1.2	DMF、DMAC、塩化メチレン、アセトン、NMP
半導体	18,600	1.1	21,350	1.1	MEK、酢酸エチル、NMP、EEP、他
LCD	3,900	0.2	4,000	0.2	NMP、THF
LiB	3,400	0.2	4,000	0.2	NMP
テープ	1,300	0.1	1,500	0.1	MEK
化学工業/その他	472,570	27.4	542,530	28.8	メタノール、酢酸エチル、トルエン、MEK、キシレン、他
その他電気・電子	84,630	4.9	93,350	5.0	グリコール類 (PEG、PPG)、トルエン、PM、PMA、ブチカビ、他
合計	1,722,060	100.0	1,881,170	100.0	—

【主要溶剤別ウェイト】



「有機溶剤使用量・排出処理に関する調査(2021年)」  
( (株) 富士キメラ総研) より引用

※溶剤側からのヒアリングを中心としているため、排出側の数値と一部異なる。(富士キメラ総研推定)

※当該レポート中においては、排出側の数値を業界数値とし、溶剤側の数値は参考値とする。



## 2.1 開発背景 (3) : 有機溶剤回収の現状③ (課題点)

### < 業界からの意見 (抜粋) >

- ・ 回収しても、溶剤の純度が高められないため、現状再利用は行われていない。
- ・ 溶剤を回収後、再利用するためには、蒸留設備なども必要になり投資が必用になる。
- ・ 回収装置でどれだけ純度が高められるかによるため、一概に補助金を出されても蒸留装置は購入できない。
- ・ 補助金等で設備投資を賄うことは可能かもしれないものの、蒸留設備はある程度大規模な装置になるため、スペースの確保が難しいという点もリサイクルが進んでいない要因となっている。
- ・ イニシャルコストやメンテナンスコスト、ランニングコストがかかる。



**リサイクル装置の小型化・経済性向上が必須**

## 2.1 開発背景 (4) : 有機溶剤回収の現状④ (分離技術比較)

### 分離プロセス比較



蒸留

- 実績が多い。
- 連続処理
- ×大量にエネルギーを消費する
- ×共沸点を有する物質同士は分離が不可能
- ×熱に弱い物質は分離が困難

×

完成された技術だが、エネルギー消費が大



吸着

- 低含水まで脱水可能
- 蒸留より省エネルギー
- ×バッチ処理
- ×吸着材が脱水量に比例して増大

△

バッチ処理の為、連続プロセスに導入するには複数ユニットが必要



膜

- 連続処理
- 最も省エネルギー
- 膜の透過性能が高ければ装置がコンパクト
- ×膜コストが高い

○

連続プロセスへの組み込みが可能で省エネルギー効果大

→ 膜透過性向上により大幅改善

NEDO公開資料抜粋

『規則性ナノ多孔体精密分離膜部材基盤技術の開発 (事後評価)分科会 (2014.12.事1) 業原簿P』

## 2.1 開発背景 (5) : 有機溶剤回収の現状⑤ (膜分離の場合のコスト検討)

<弊社へのお問合せで多いご質問>

膜分離の場合のイニシャルコスト・ランニングコスト (概算見込み)



<ご質問事項への回答対応で苦慮している点>

- ① 同じ膜分離でも要求分離仕様・システムの組み方でコストが大きく変動.
- ② ほとんどのユーザー候補企業は膜分離の専門家ではなく、客先独自での最適化が困難.
- ③ 客先毎に要求分離仕様が異なり、最適膜プロセス設計・検討に時間 (コスト) 要する.  
(\* お問合せに対応しきれない)



<改善が必要な点>

そもそもの一次検討 (概算見込み) だけでも迅速・簡易に使える  
膜プロセス設計支援ソフトの必要性を実感

## 2.2 事例検討

例えば...

膜透過性能 $2 \times 10^{-6}$  [mol/(m<sup>2</sup> s Pa)], 分離性能（対象有機溶剤の透過度比）=400の分離膜があったとして、下記溶剤回収の膜分離における概算コストを算出したい場合.

（\* 簡略化のため処理液量を100kg/h、膜コストを300万円/m<sup>2</sup>とする）

### 【事例 1】

MEK（10wt%）排水を脱水してMEK濃度を

①85wt%以上、②95wt%以上、③99wt%以上に濃縮したい場合.

### 【事例 2】

メタノール/トルエン（50/50wt%）混合液からメタノール・トルエンをそれぞれ95wt%以上に濃縮、95%以上の回収率で分離したい場合.

<コストに影響を及ぼす因子>

- ・分離方式（濾過、浸透気化、蒸気分離）
- ・膜温度
- ・運転圧力（供給側及び膜透過側）
- ・膜面積
- など

**\* ご検討してみてください**

2.3 eSepアプローチ・活用例は2022/3/29当日に紹介予定です