

# 新規分離技術のご紹介

---

～従来技術では分離の難しかった溶剤/気体同士を分離します～



イーセップ株式会社

# アプリケーション

## IPA脱水



## エタノール脱水



## 有機酸脱水



## 水素分離



## 香料エキス濃縮



主な業界	ファインケミカル・電材	燃料	食品原料	燃料・化学	食品原料
メリット	洗浄溶剤リサイクル	CO <sub>2</sub> 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	熱劣化抑制
適用濃度 (例)	10% → 90% over	40% → 99.5%	10% → 30% over (90%も可)	10 → 90% over	1% → 10%

# 会社概要

<b>会社名</b>	イーセップ株式会社
<b>代表者名</b>	代表取締役 / 澤村 健一
<b>設立</b>	2013年10月1日
<b>資本金</b>	11.2億円（シリーズC、資本準備金・資本剰余金を含む）
<b>社員数</b>	39名（役員、臨時雇用含む）
<b>事業内容</b>	ナノセラミック分離膜技術の開発およびその関連機器・システム等の提供
<b>本社所在地</b>	京都府相楽郡精華町精華台7丁目5-1 けいはんなオープンイノベーションセンター



代表取締役

## 澤村 健一

- 早稲田大学（応用化学専攻）にて分離膜技術に関する博士号（工学）取得後、同大学助手を経て、日立造船株式会社（現：カナデビア株式会社）に入社。その後、自身の専門技術であるナノ多孔性セラミック分離膜技術の社会実装を目指し、2013年にイーセップ株式会社を創業・設立。
- 設立時から当社代表取締役として産学官連携のオープンイノベーション体制による技術開発と事業化を推進。
- カーボンニュートラル社会に向けた当該技術の早期社会実装を目指している。



化学業界で消費されるエネルギーのうち

**約40%を占める蒸留工程**を

省エネ・コンパクトにしたい



## 化学製造業

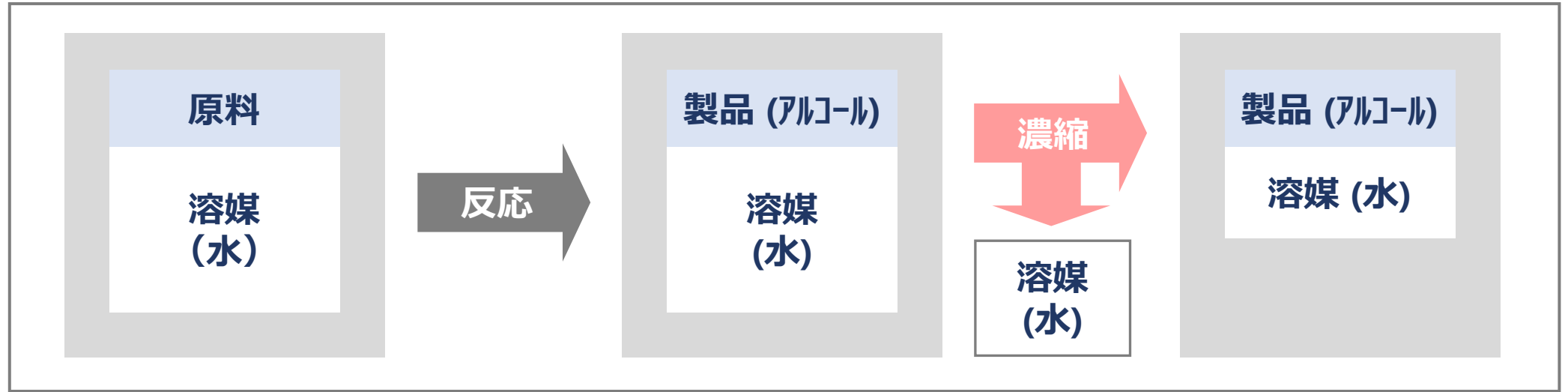


## ライフサイエンス (お酒、お酢、香料)

# “モノを分ける”工程がターゲット

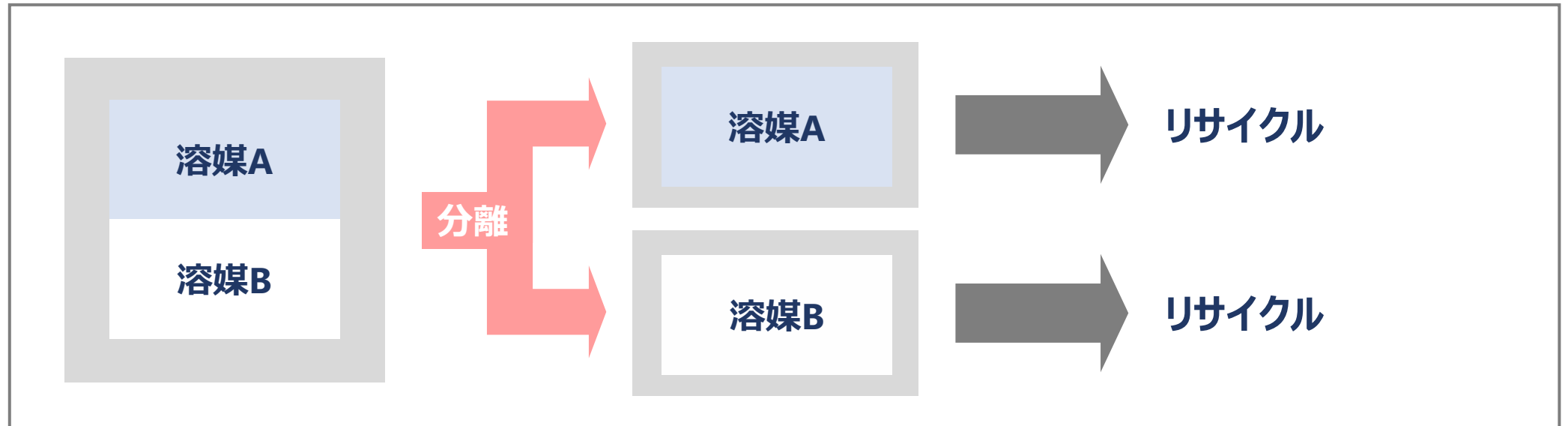
1

濃縮



2

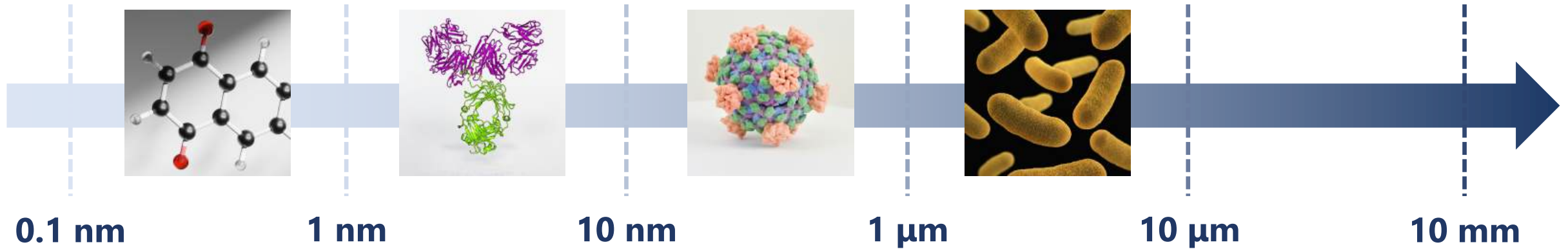
分離



# “分子”がターゲット

■ 例：水、アルコール、水素、有機溶媒、香気物質

低分子	タンパク質	ウイルス	バクテリア	浮遊・夾雑物質
無機膜 高分子膜	UF膜	MF膜	不織布など	



# 解決したい課題とソリューション



蒸留  
(現行法)

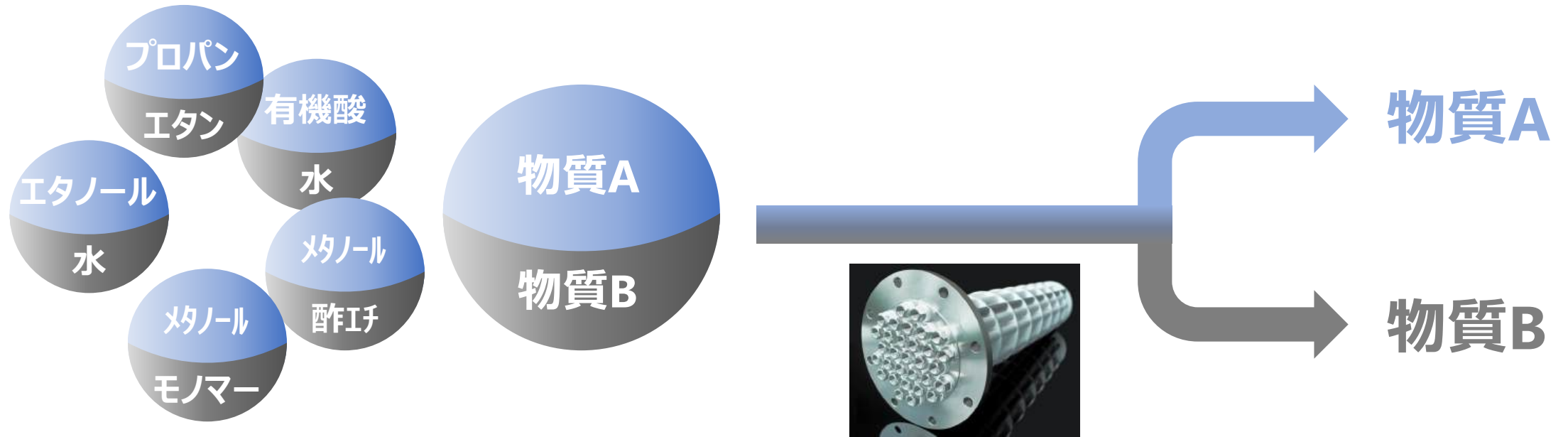
※1 蒸留塔30m、膜分離ユニット3m程度とした場合  
※2 酢酸/水からの脱水における事例より

90% 小型化<sup>※1</sup>  
85% エネルギー/CO<sub>2</sub>削減<sup>※2</sup>



膜分離  
(当社のソリューション)

- ①従来技術では分離が難しかった溶剤・気体同士を
- ②かかる熱量を抑えつつ、分離可能



# 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

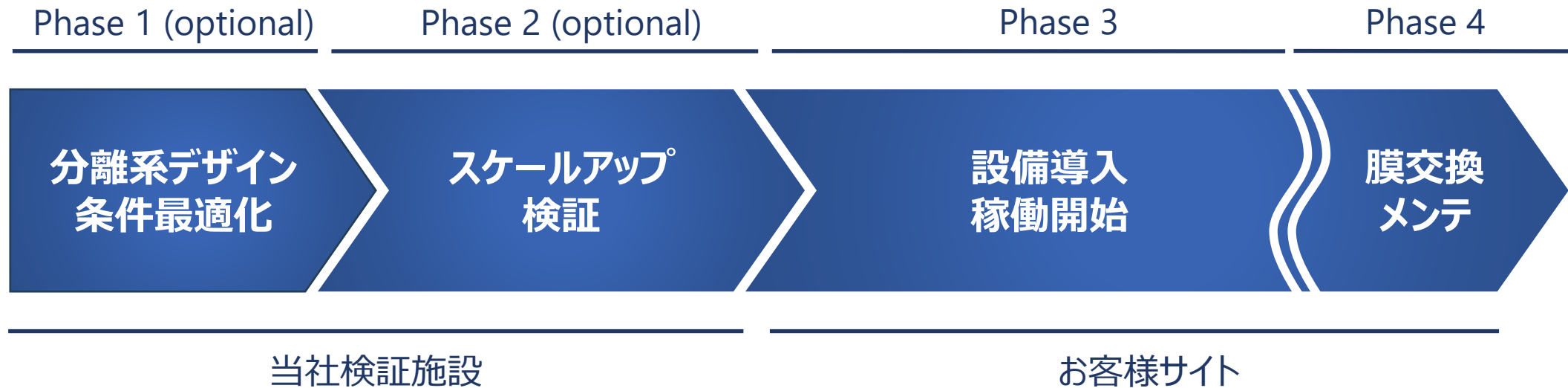


**浸透気化分離装置**



**防爆型蒸気透過分離装置**

# “分離膜”に関するご経験・ご知見がない企業様向けに 膜の選定～プロセス条件最適化～導入までトータルサポート



設備導入実績

3

協業社数実績

30++

化学・素材メーカー、装置メーカー  
エンジニアリング会社など



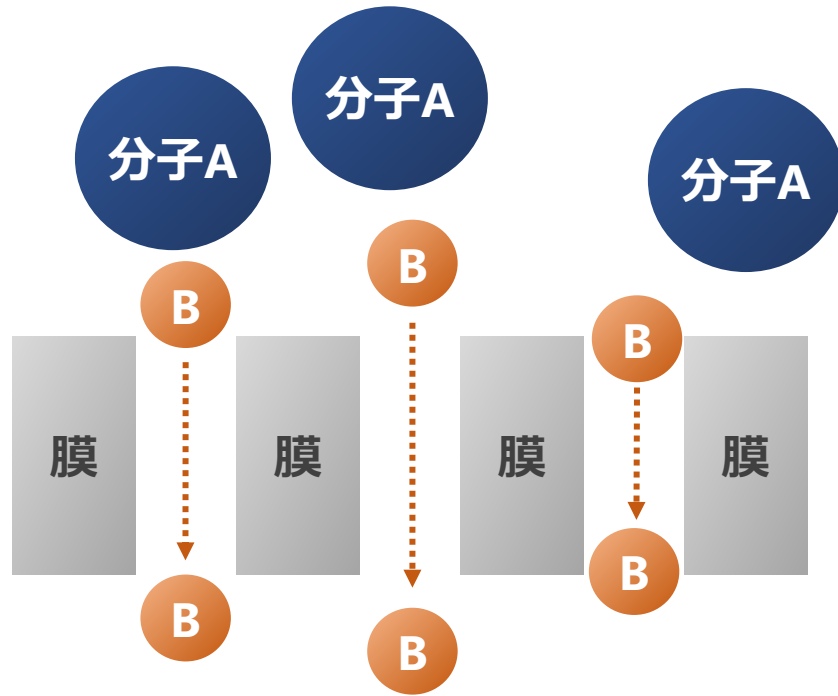
# お取引先企業様（例）

---

## ■ 弊社ホームページに掲載の企業様（五十音順）

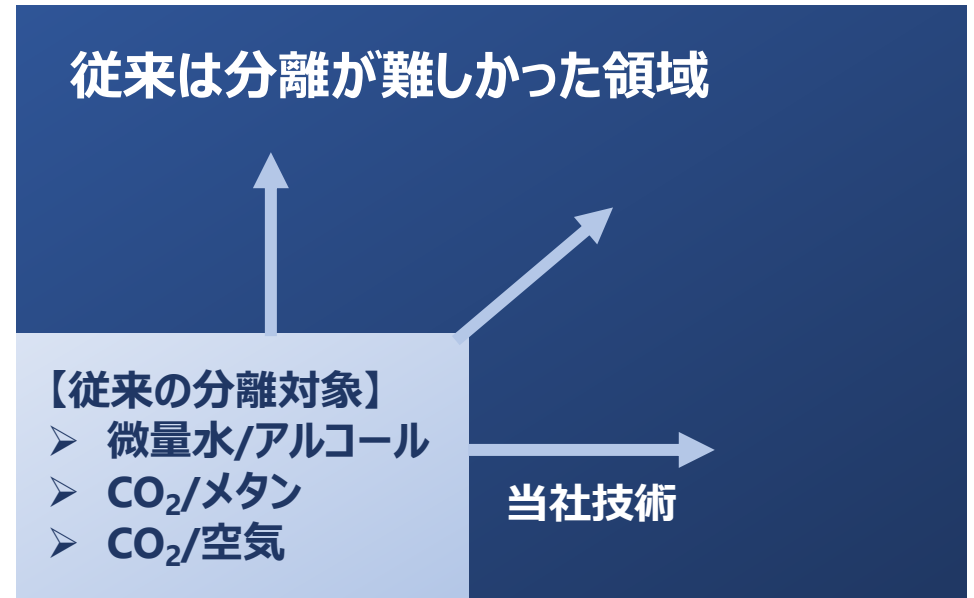
- 株式会社ダイセル
- 住友精密工業株式会社
- 積水化学工業株式会社
- 日本酸素株式会社
- ナノミストテクノロジーズ株式会社
- 日本特殊陶業株式会社
- 日東精工株式会社
- 三井金属株式会社
- 三菱ケミカルエンジニアリング株式会社

## 膜分離とは？



- 細かな孔をもつ膜に液体や気体を通し、分子の大きさや性質を利用して目的物質を濾し分ける技術
- 加熱への依存が小さい

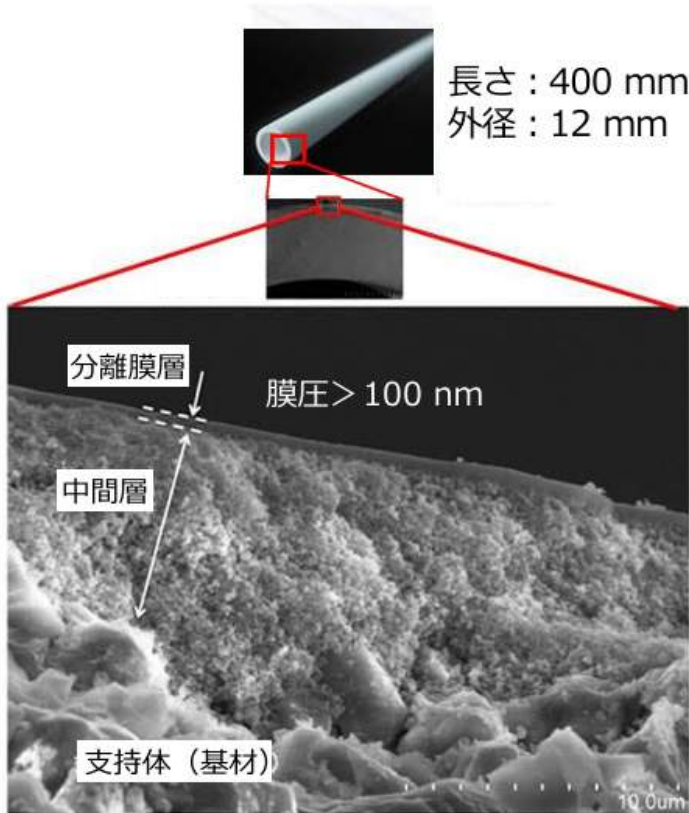
## 当社技術の特徴



- 従来の膜分離技術では限定的だった適用範囲を拡大
- 膜分離における処理能力を向上

# 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



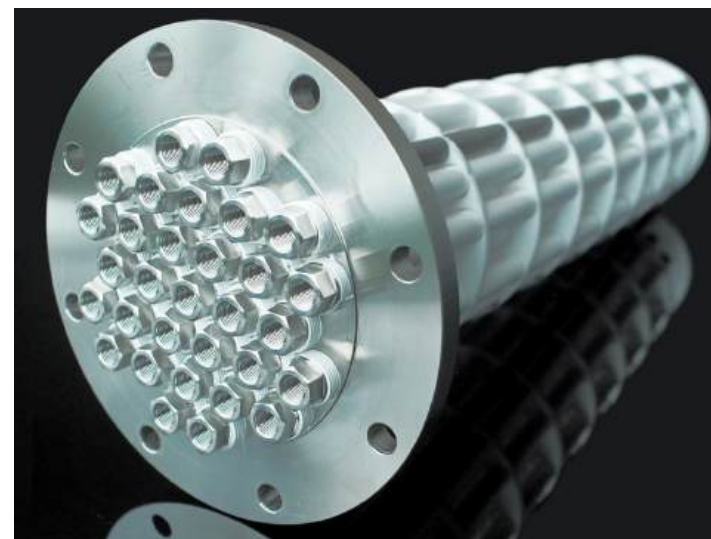
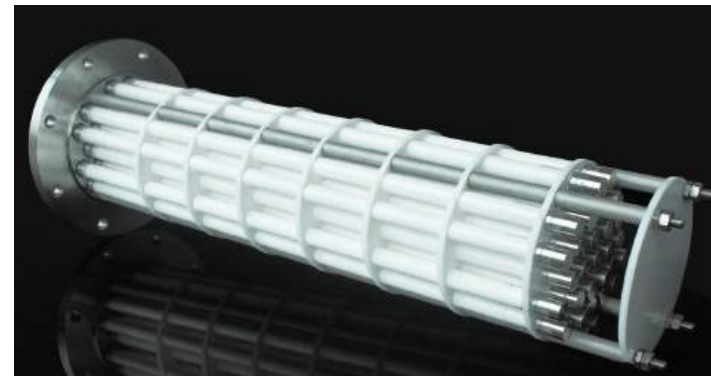
	構造 (イメージ)	材質	テクノロジー
分離膜層	<p>0.3nm~</p>	シリカ	孔径の精密制御 材料、構造 (テーパーなど)
中間層	<p>1~10nm</p>	シリカ	材料、構造
支持体 (基材)	<p>1,000nm</p>	アルミナ	公知技術

例) ● 酢酸 (0.4nm) ● 水 (0.3nm)

## コア技術②：量産技術

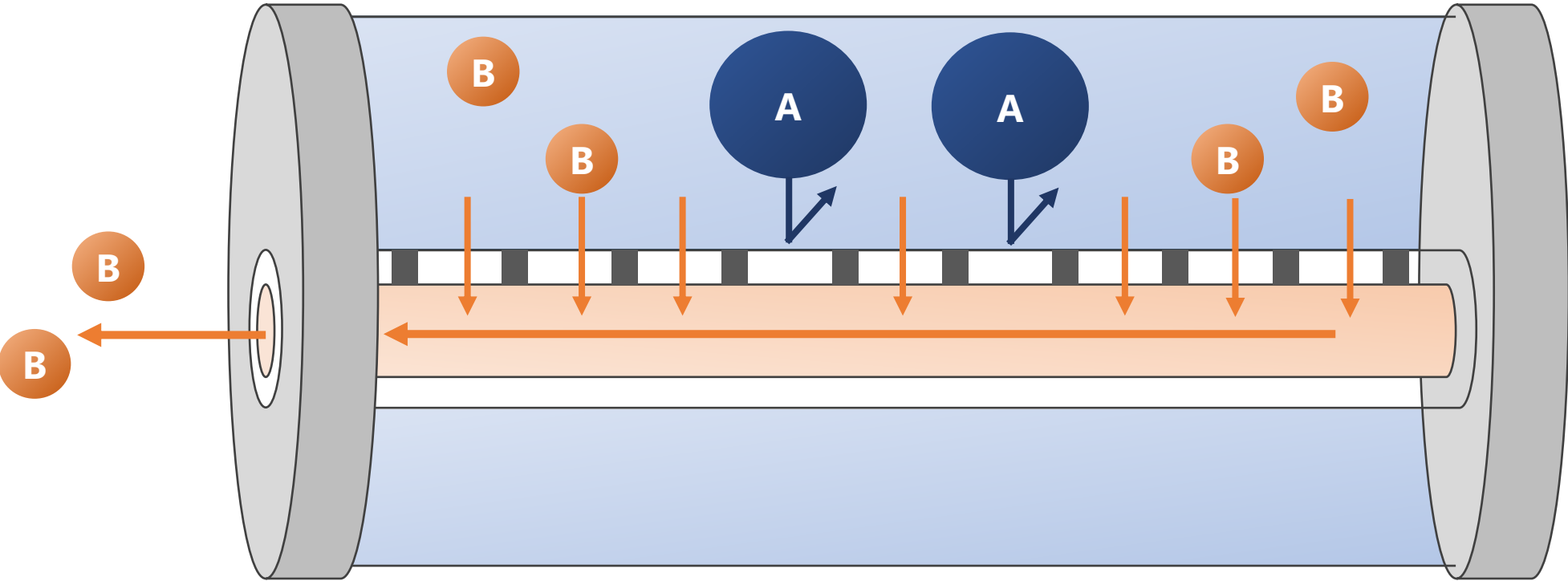
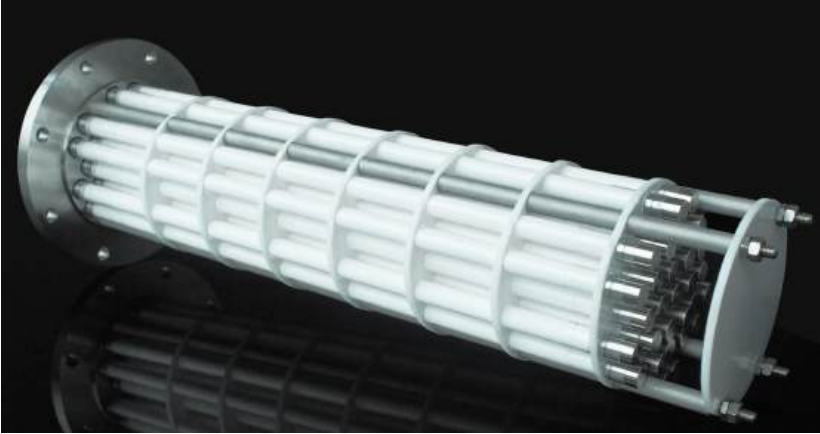
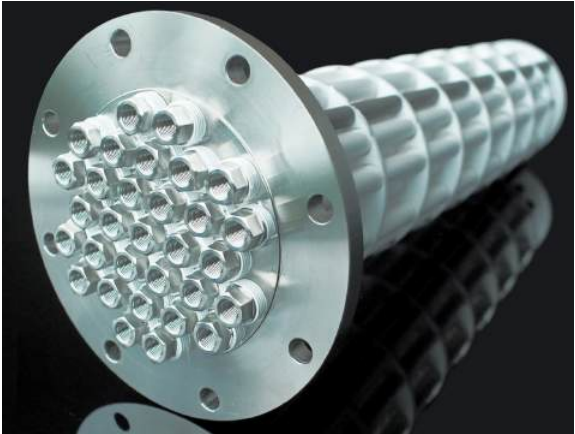


ナノセラミック膜量産機



モジュール

# 膜モジュールのイメージ



	Reverse Osmosis 逆浸透	Pervaporation 浸透気化	Vapor Permeation 蒸気透過
概念図			
膜透過の駆動力	圧力差※	蒸気圧差	蒸気圧差

※ 浸透圧よりも高い圧力を供給側に加え、溶媒を低圧側へ透過させる

# アプリケーション

## IPA脱水



## エタノール脱水



## 有機酸脱水



## 水素分離

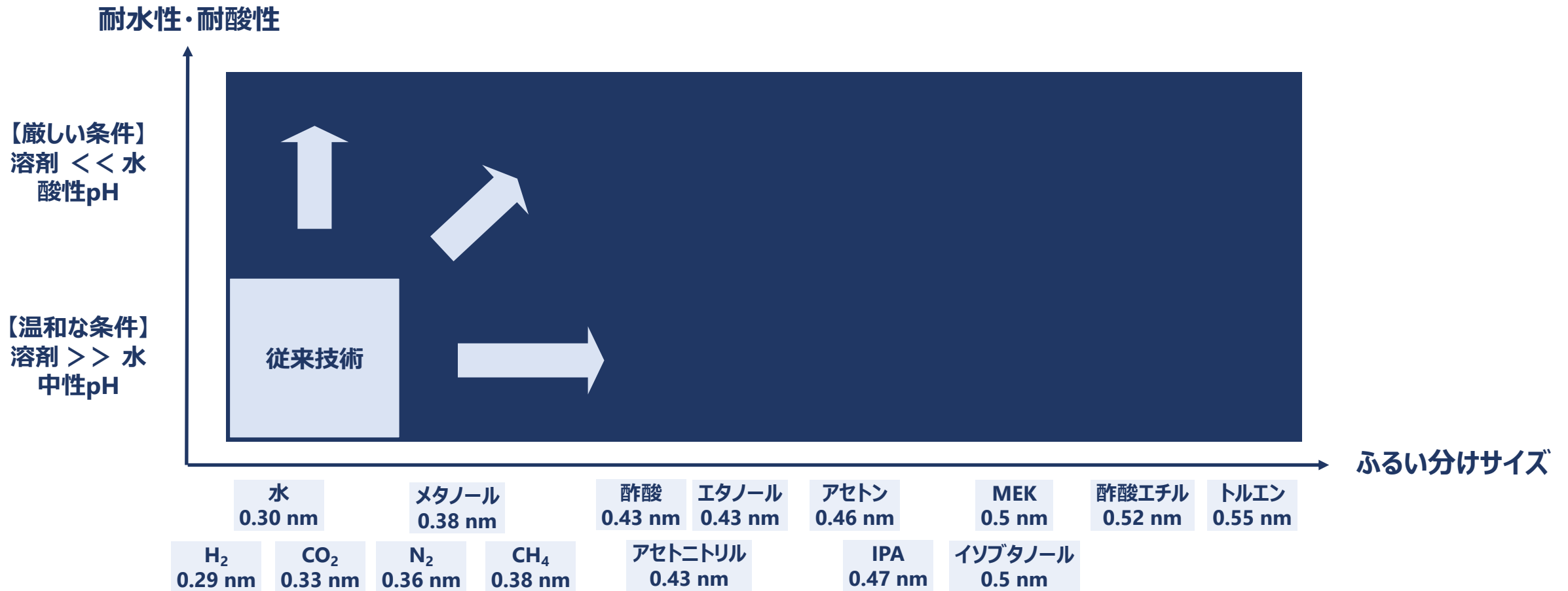


## 香料エキス濃縮



主な業界	ファインケミカル・電材	燃料	食品原料	燃料・化学	食品原料
メリット	洗浄溶剤リサイクル	CO <sub>2</sub> 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	熱劣化抑制
適用濃度 (例)	10% → 90% over	40% → 99.5%	10% → 30% over (90%も可)	10 → 90% over	1% → 10%

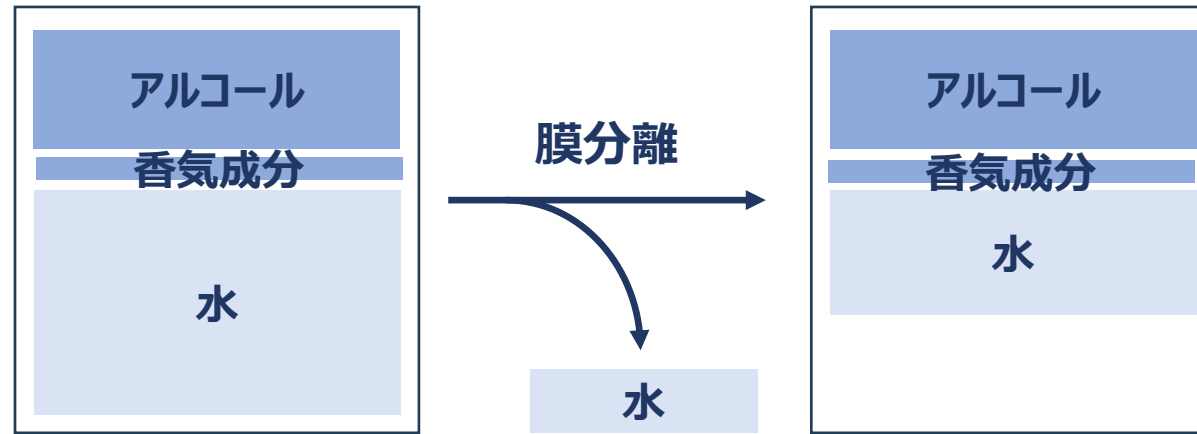
# アプリケーション



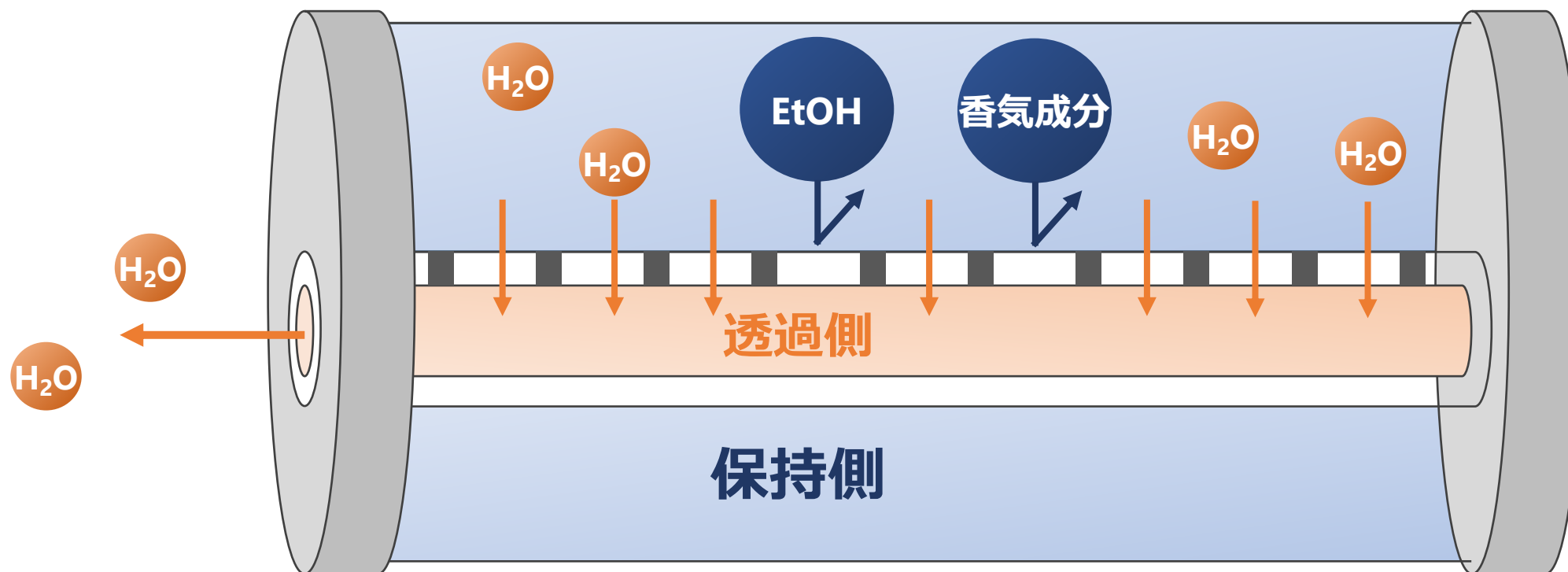
## 苦手な分離系

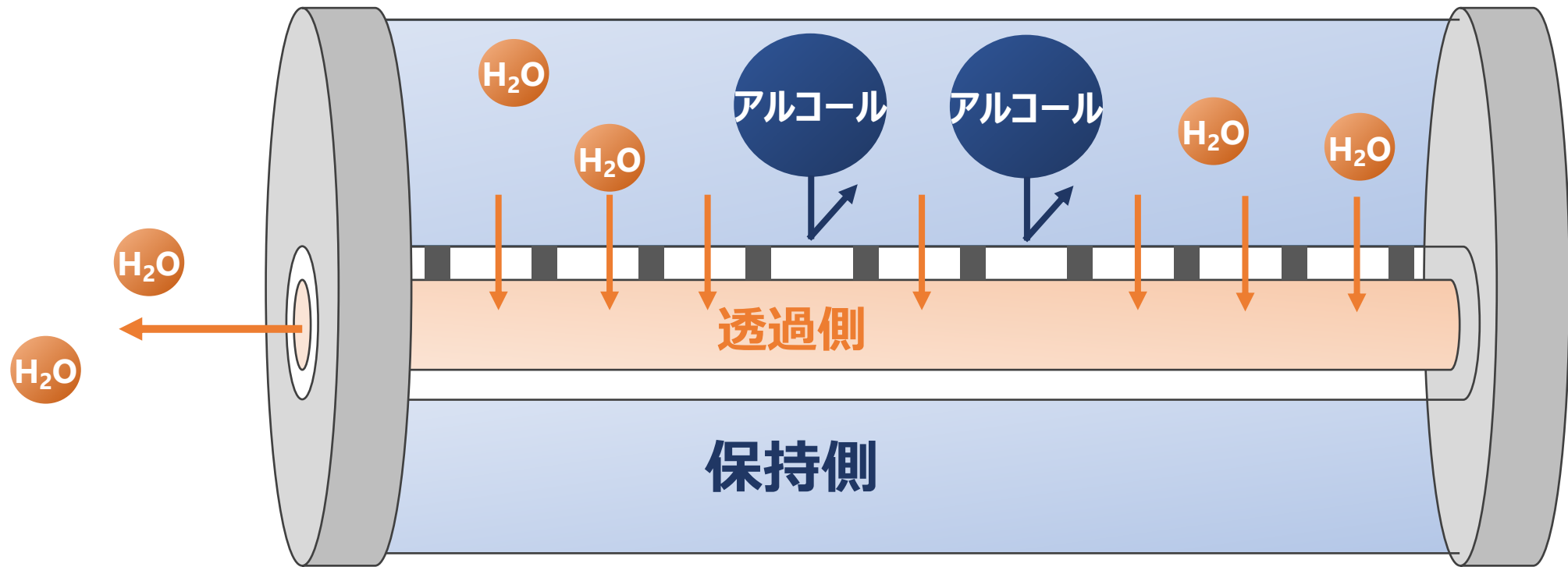
- メタノールからの脱水
- 浄水処理（排水中に含まれる微量有機溶剤（5%未満）の除去）
- 高度な除去（除去後純度：99.8%以上を要求する系）

# アプリケーション例 水/アルコールの脱水・濃縮



	業界	解決したい課題	提供価値
ケース①	化学・半導体	蒸留コスト大 (共沸による)	コストダウン・CO <sub>2</sub> 排出削減
ケース②	蒸留酒	香気成分の損失	新しい香気バランス、香気の維持



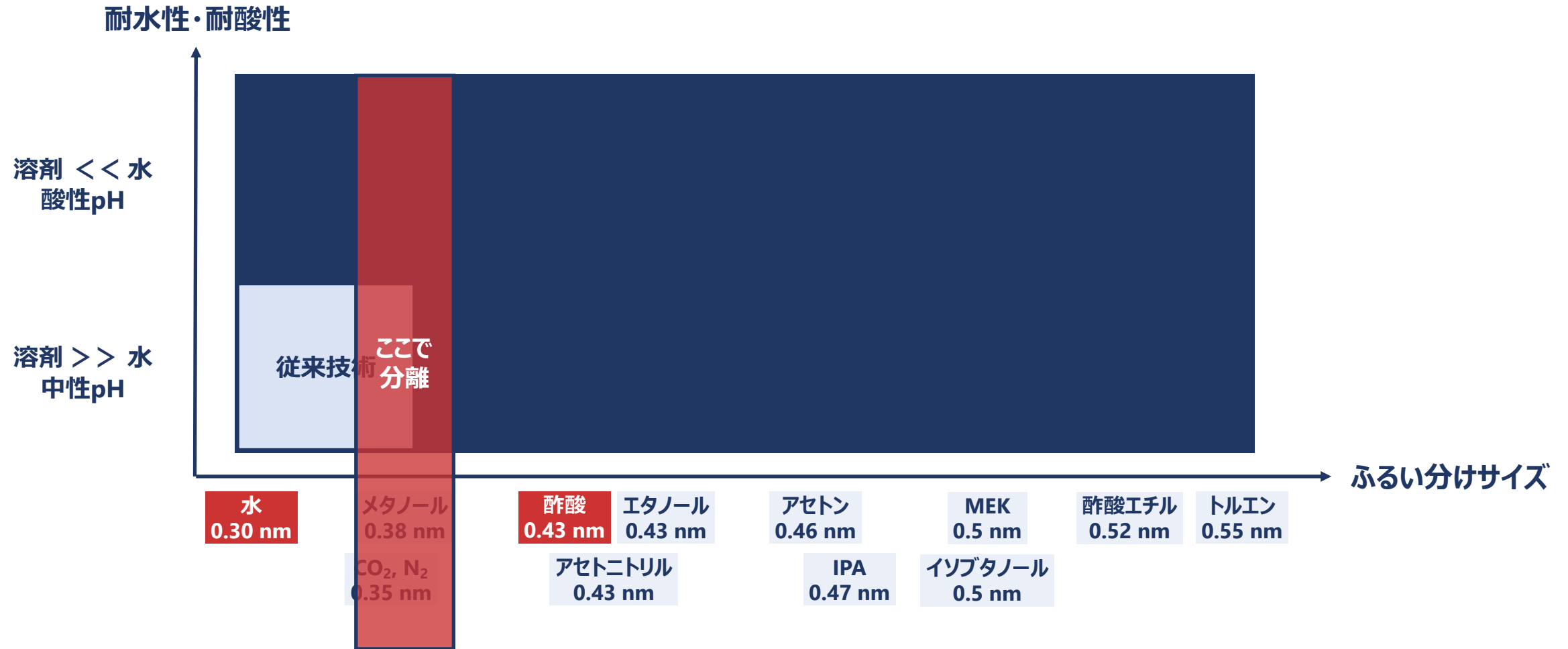


# アルコール脱水における当社無機膜の位置付け

		分離対象のpH	
		中性pH	酸性pH (弱酸混入)
分離に供する EtOH濃度 (分離前濃度)	85%未満	CHA型ゼオライト膜 弊社シリカ膜	弊社シリカ膜
	85%以上	CHA型ゼオライト膜 A型ゼオライト膜 弊社シリカ膜	弊社シリカ膜

- 青領域：要求スペックに応じた透過性能 or 分離性能の細かなチューニングが必要な場合は、CHAゼオライトよりも弊社シリカ膜が適すると考える
- 赤領域：基本的にはゼオライト膜をご利用いただくことが合理的と考える

# アプリケーション例① 水90/酢酸10 の脱水・濃縮



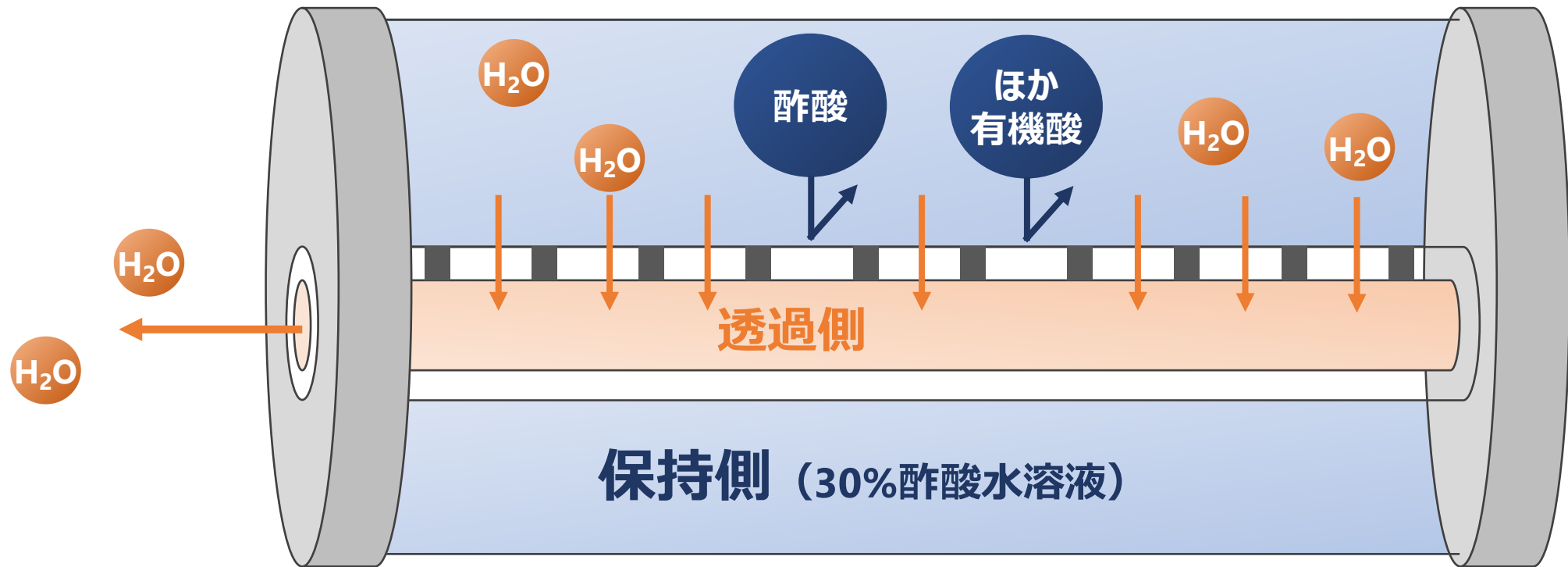
## 超概算から得られる結論：条件を工夫すれば初期投資を抑えられる余地はある

	濃縮度	温度	必要膜面積	膜モジュールコスト
1	15→20%	100°C	10 m <sup>2</sup>	4,000万円
2	15→30%		31 m <sup>2</sup>	9,300万円
3		85°C	33 m <sup>2</sup>	9,900万円
4	15→25%	65°C	30 m <sup>2</sup>	9,000万円
5	15→30%	60°C	96 m <sup>2</sup>	28,000万円

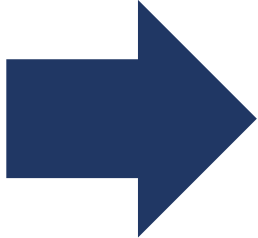
### 備考

- 処理量は500 kg/h（20 h/day稼働）、非防爆仕様として試算しました。
- 現時点、限られた情報下での超概算であり、試算結果の保証はできかねますことをご理解ください。
- 各種パラメーターによって、概算結果が変動いたします。

# 原理



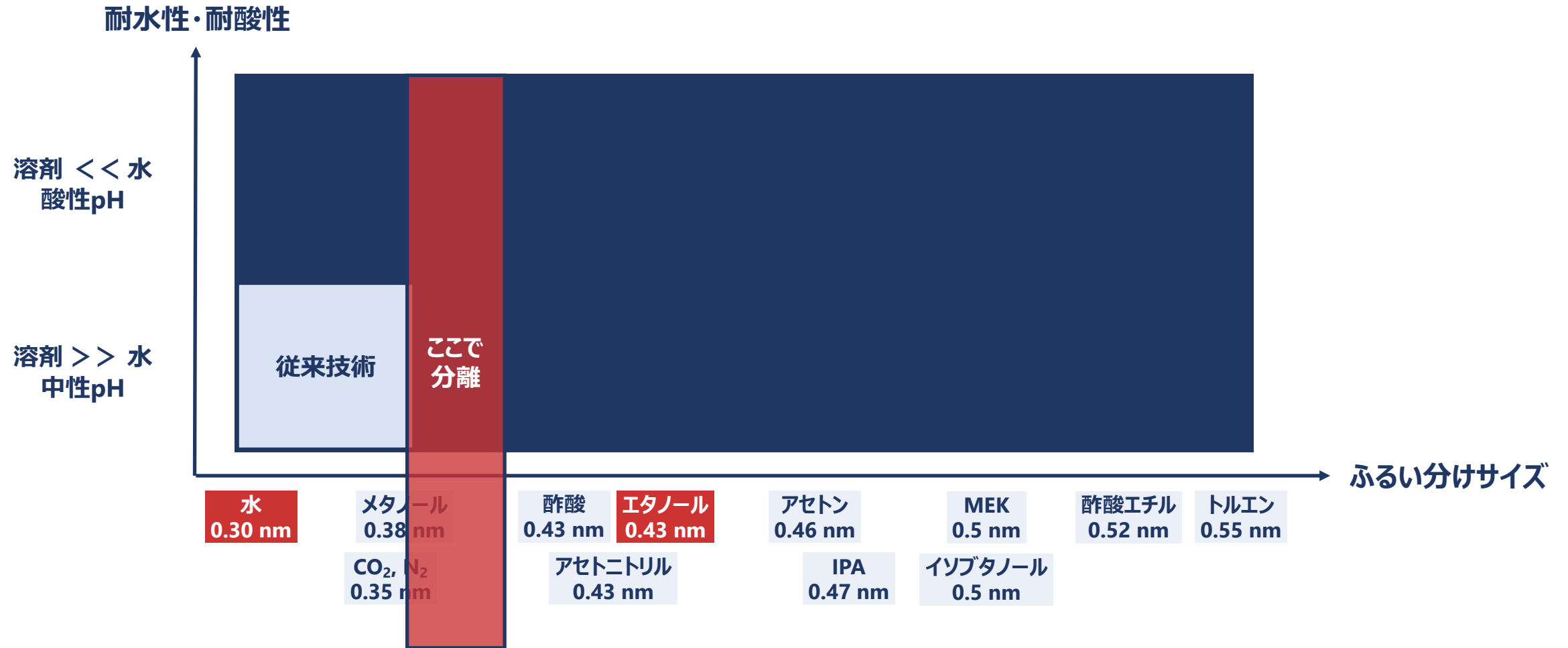
**Before  
(15%)**



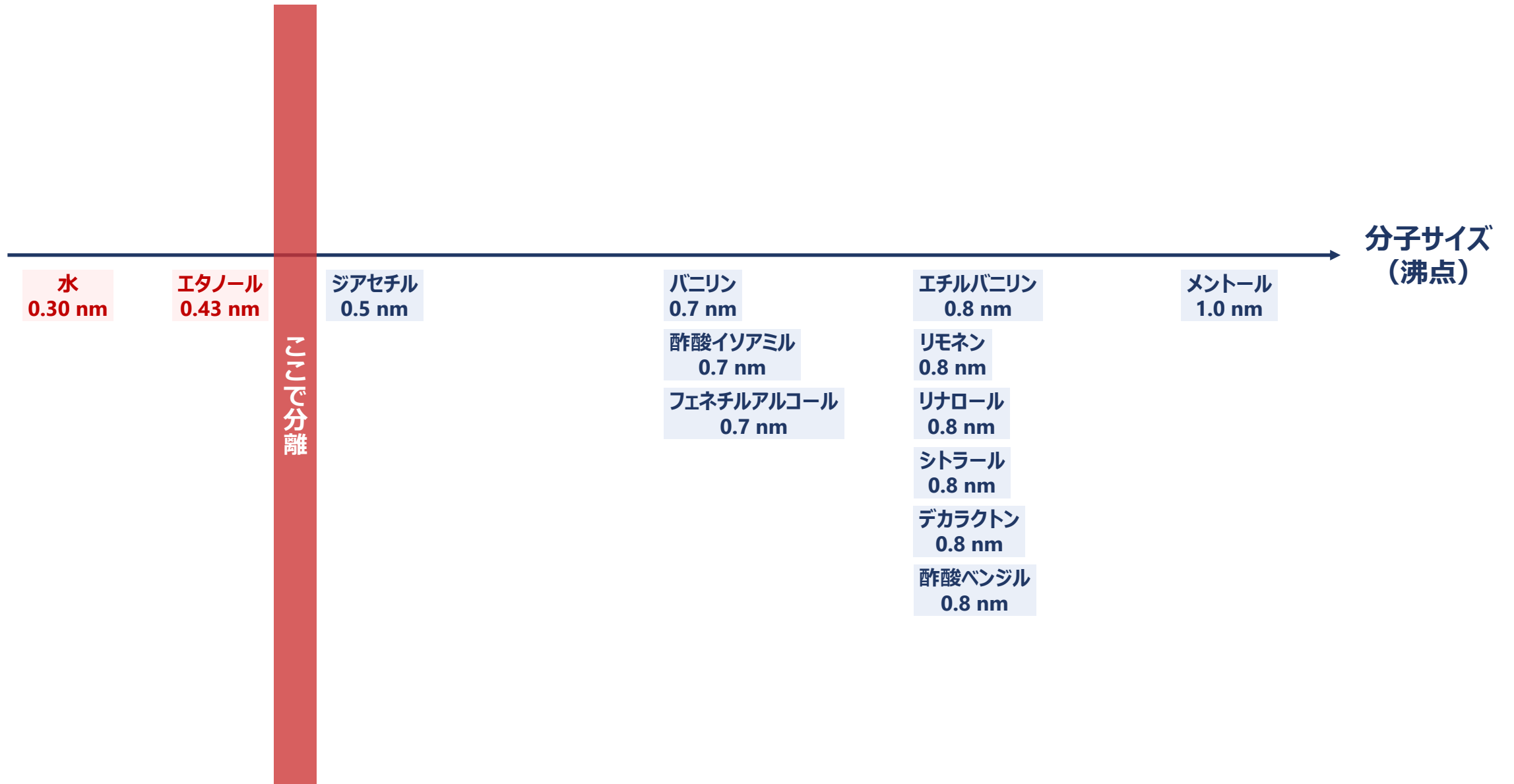
**After  
(30%)**



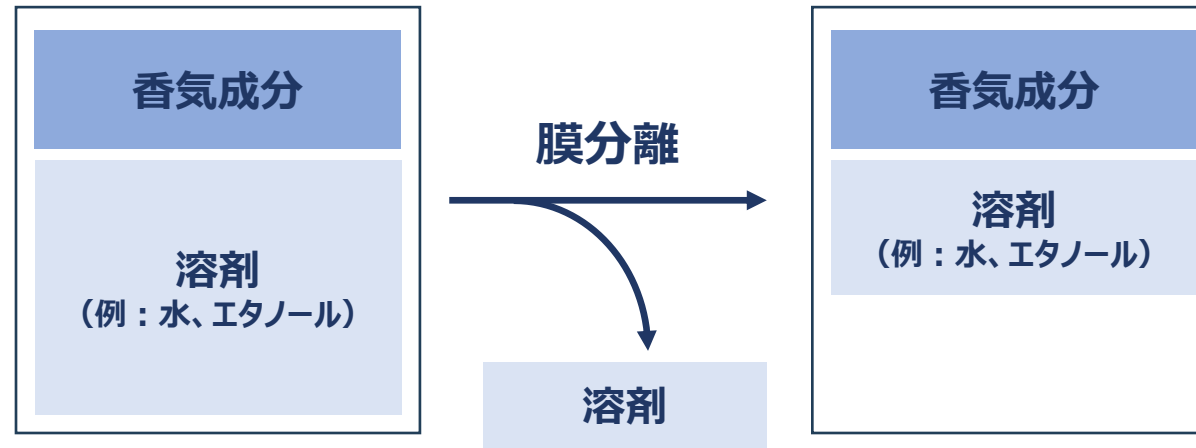
# アプリケーション例② 水70/エタノール30 の脱水・濃縮



# アプリケーション例⑤ 香気成分の濃縮


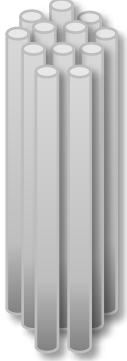
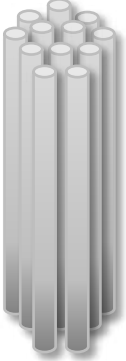


## アプリケーション例⑤ 香気成分の濃縮



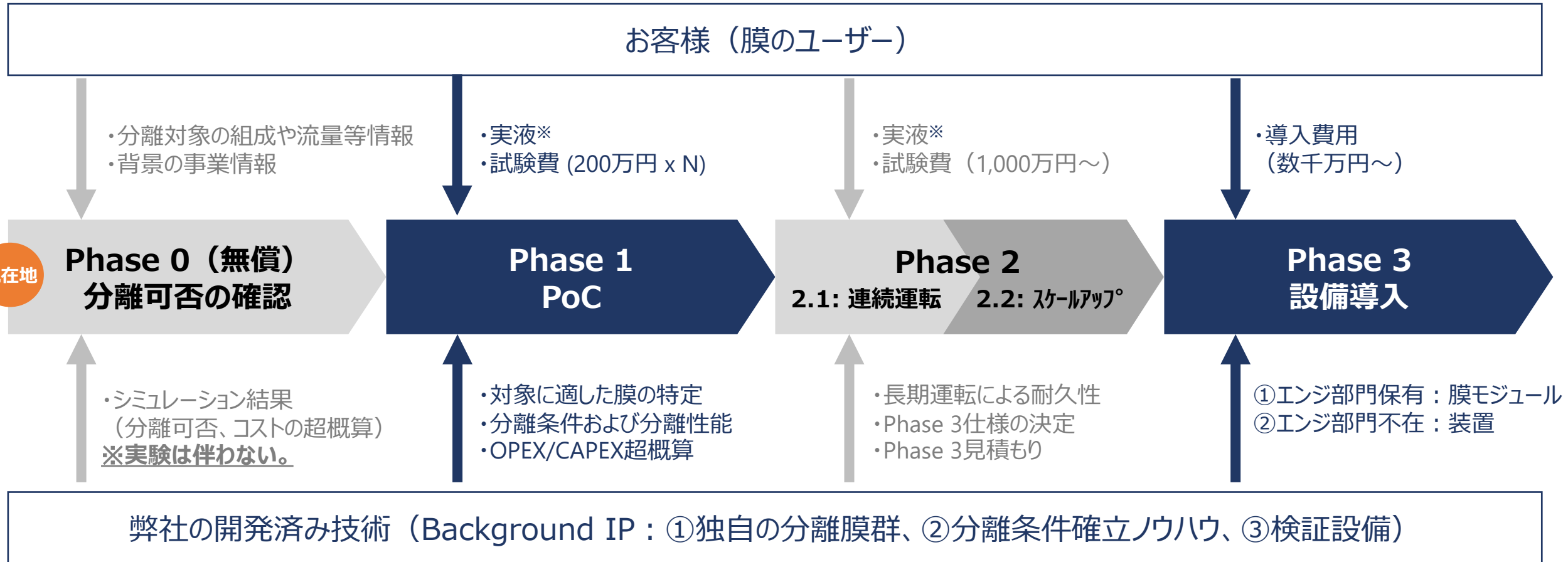
解決したい課題	提供価値 (仮説)
過剰な熱による香りの変質	変性の低減

# 設備稼働までの流れ

	Phase 1 (optional)	Phase 2 (optional)	Phase 3
実施単位	<p>1本</p> 	<p>N本 (≒1モジュール)</p> 	<p>Nモジュール</p>  × N
目的	分離系デザイン	スケールアップ検証	設備導入・稼働
主なアウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 分離膜の選定</li> <li>② 最適条件での分離性能</li> <li>③ OPEX/CAPEX超概算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 分離性能のスケールアップ感度</li> <li>② 連続運転による安定性</li> <li>③ 商業機の設備コスト見積</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 設備</li> <li>② ターゲットに適した分離条件</li> </ul>
提供される主な当社アセット	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナノ分離膜ライブラリー</li> <li>● 分離条件シミュレーション</li> <li>● 単一膜検証設備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 膜モジュール検証設備</li> <li>● スケールアップ検証施設、ノウハウ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分離条件、運転ノウハウ</li> <li>● 分離膜、モジュールの製造</li> </ul>

# 協業スキーム全体像

- お客様のご要望にもとづき、設備導入判断のための各種検証を弊社が代行いたします。お客様のメリットは、自前実施に比べてのコストダウン、導入までの期間短縮です。



※ 実液とは、現場で発生している分離前液  
※ モデル液を対象群として実施する場合あり

# 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

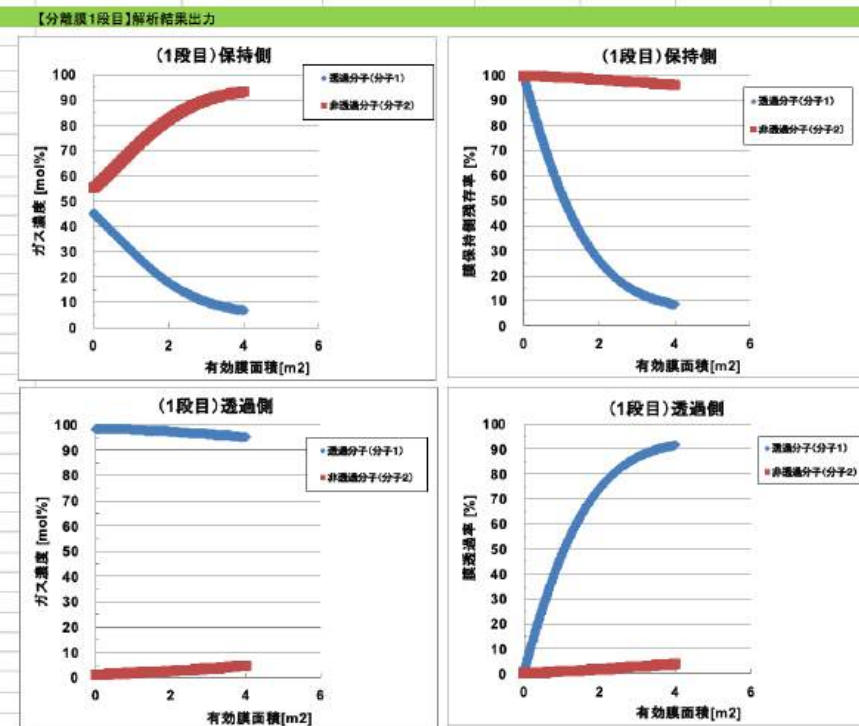
## 数値

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 <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> ·Pa <sup>-1</sup> ]		
有効膜面積[m <sup>2</sup> ]	4.0	H2	2.00E-07		
膜直径[m]	0.012	N2	2.00E-08		
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 <sup>2</sup> ]	500				
分離膜コスト概算(CAPEX)[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]	
分子種		H2	N2	H2	N2
入口供給条件		45.0	55.0	2.78E-02	3.41E-02
				混合ガス比熱比	
				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]	供給側流量 [NL/min]	供給側流量 [mol/s]	供給側流量 [Nm <sup>3</sup> /h]	供給側流量 [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 [°C]		
2	100	100	40		
<結果出力セル1-1>					
		保持側濃度 [mol %]	保持側流速 [mol/s]	保持側流速 [NL/min]	
分子種		H2	N2	H2	N2
出口量(保持側)		8.8	83.2	2.39E-03	3.28E-02
				合計	
				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
出口量(透過側)		95.3	4.7	2.55E-02	1.28E-03
				合計	
				38.0	
<結果出力セル1-2>					
		種透過率 [%]	<結果出力セル1-3>		
ガス種		H2	消費電力(1段目)[kWh]	加圧概算動力	
		N2		減圧概算動力	
				合計	
				0.28	

## グラフ（膜面積と分離効率の関係）



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

# 想定アプリケーション例

アプリケーション例	詳細	業界	省エネ・脱炭素以外のメリット
脱水 (水分濃度が高いケース)	エキス抽出溶剤 (水エタ、水BGなど)の分離	香料、化粧品	品質向上、熱劣化抑制
〃	蒸留酒の脱水濃縮	酒類	香りの維持、新しい香気プロファイル
有機酸の脱水	酢酸、ギ酸、乳酸、コハク酸、クエン酸等	化学、食品	品質向上、熱劣化抑制
エステル合成/交換の反応後期	副生水・メタノールの系外除去による促進	原薬、電材	収率 (転化率) 向上
有機溶剤同士の分離	メタノール/酢エチ、メタノール/MEKなどの分離	化学など	—
モノマー精製	モノマー/有機溶剤の分離	化学	収率向上 (熱による重合・スケーリング抑制)
C1以上の気体同士の分離	直鎖分子/分岐構造分子の分離 C1ガスとC4ガスの分離など	化学	—

# 想定アプリケーション① 食品・香料・化粧品エキスの溶媒分離・脱水

## ■ 顧客要求の高い溶媒への置き換え



## 想定アプリケーション② 蒸留酒・バイオエタノールの蒸留代替

- 蒸留工程の一部を膜分離に置き換えることで、**特徴的な香りプロファイル**を実現
- 従来分離膜では適用の難しかった、**水の含有率が高いアルコールにも適用可能に**



## 想定アプリケーション③ 有機酸の濃縮・脱水／モノマーの精製

- 膜分離技術で精製することで、熱による変性・着色・スケーリング等を抑制



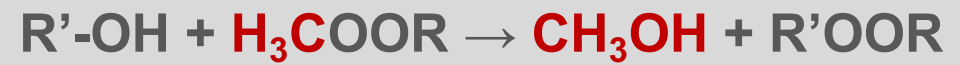
## 想定アプリケーション④ エステル合成／エステル交換

- 副生する水またはメタノールを効率的に系外除去することで、収率・転化率を向上

<エステル化>



<エステル交換>



# 求めるパートナー様

---

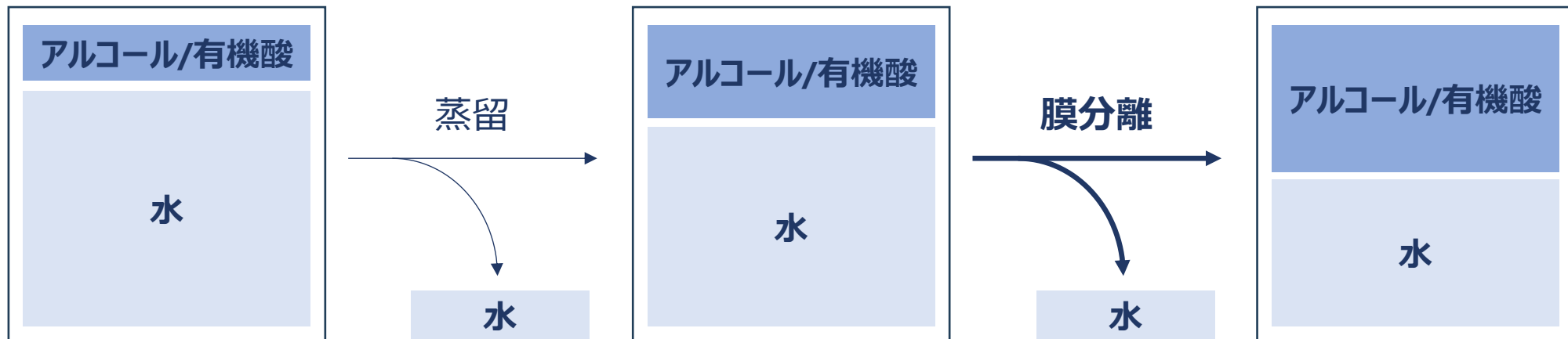
- 化学・素材メーカー様
- 塗料メーカー様
- 香料メーカー様
- 装置メーカー様
- 食品・飲料・化粧品メーカー様
- 溶剤リサイクル事業者様

---

**End of the Document**

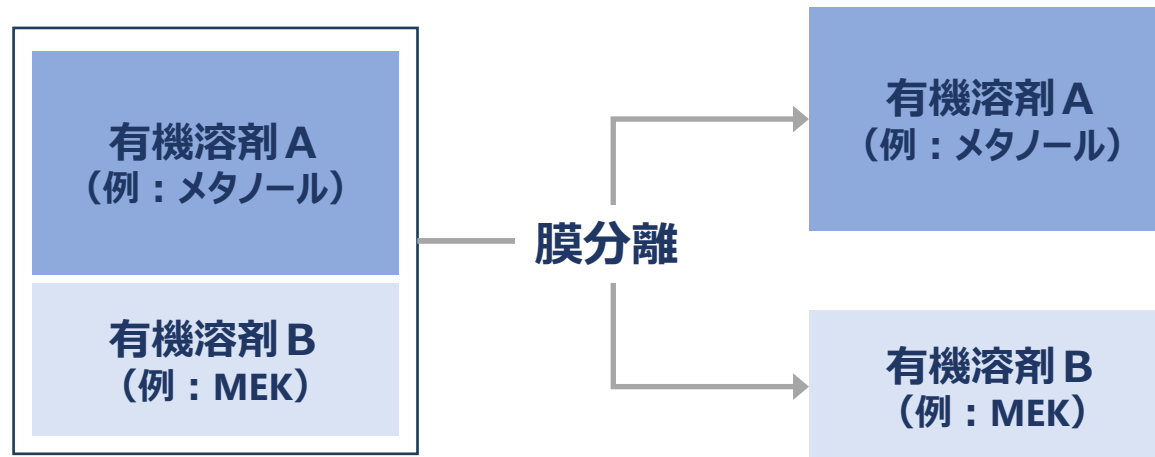
# 貴社での利用可能性をお伺いしたい想定アプリケーション（化学領域）

## ① アルコールまたは有機酸からの脱水（水の含有率が高いケース）



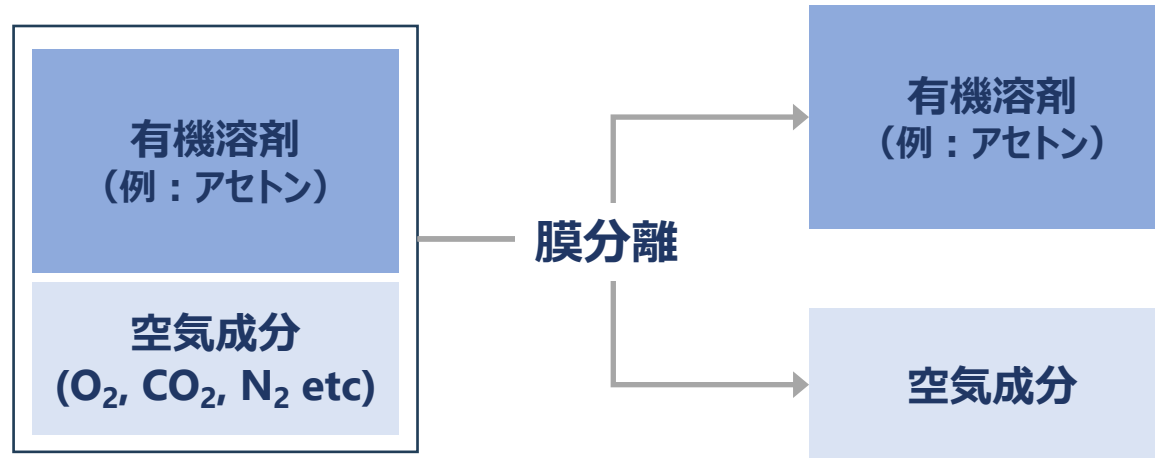
	解決したい課題	提供価値
ケース①	蒸留コスト大 (共沸による)	コストダウン・CO <sub>2</sub> 排出削減
ケース①	分離せず出荷	濃縮品目の創出

## ② 有機溶剤同士の分離



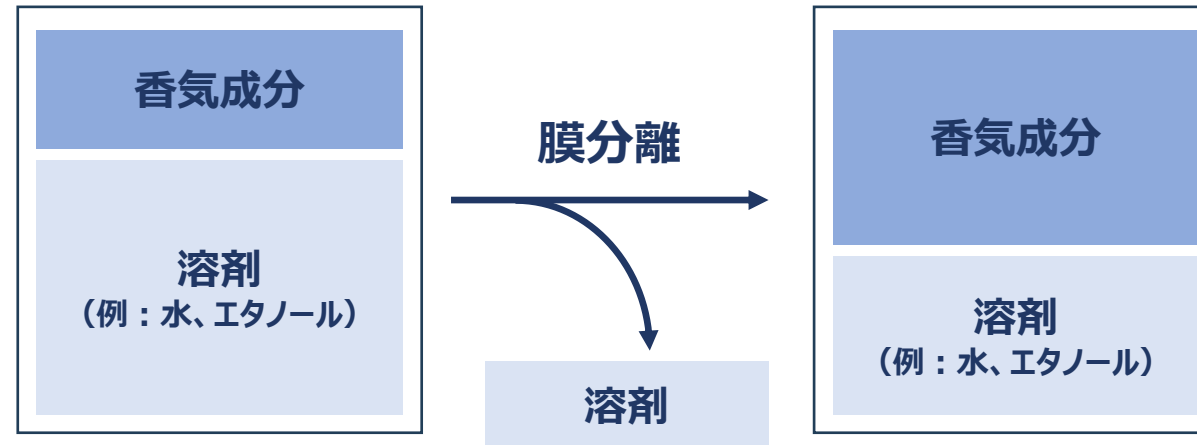
	解決したい課題	提供価値
ケース①	蒸留コスト大 (共沸による)	コストダウン・CO <sub>2</sub> 排出削減
ケース①	分離せず廃棄	リサイクル

## ③ 空気や水蒸気からのVOC除去



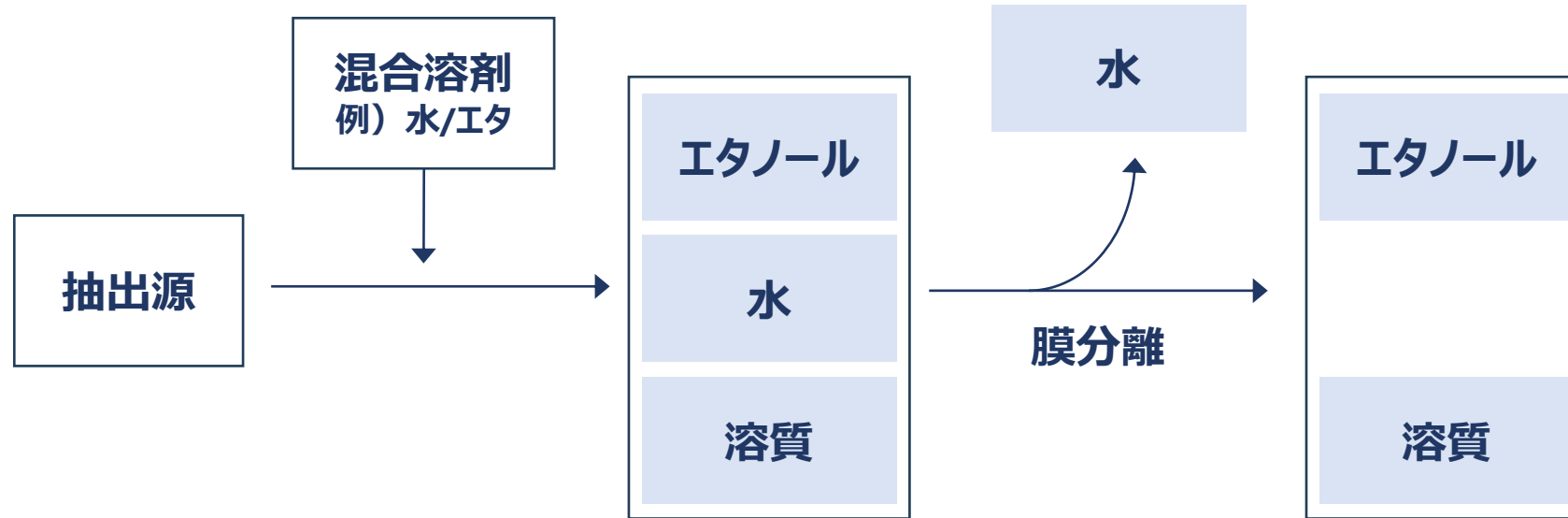
	解決したい課題	提供価値
ケース①	作業環境の悪化	VOC排出規制を満たす
ケース①	有機溶剤コストの上昇	高価な有機溶剤を再利用できる

## ① 香気成分の濃縮



	解決したい課題	提供価値 (仮説)
ケース①	過剰な熱供給による収率低下	香気成分の維持
ケース①	過剰な熱供給による変性	変性の低減

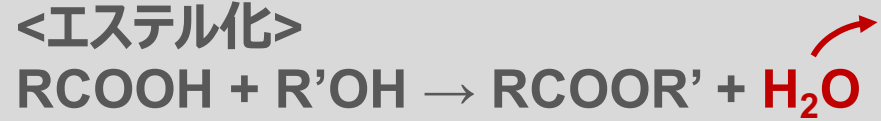
## ② 水系混合溶剤からの脱水による減容化や防腐剤フリー化



	解決したい課題	提供価値 (仮説)
ケース①	濃縮・分離せず出荷	濃縮品目の創出
ケース①	防腐剤の添加	防腐剤フリー製品の創出

## ③ エステル合成での脱水/脱メタノールによる転化率向上

<エステル化>

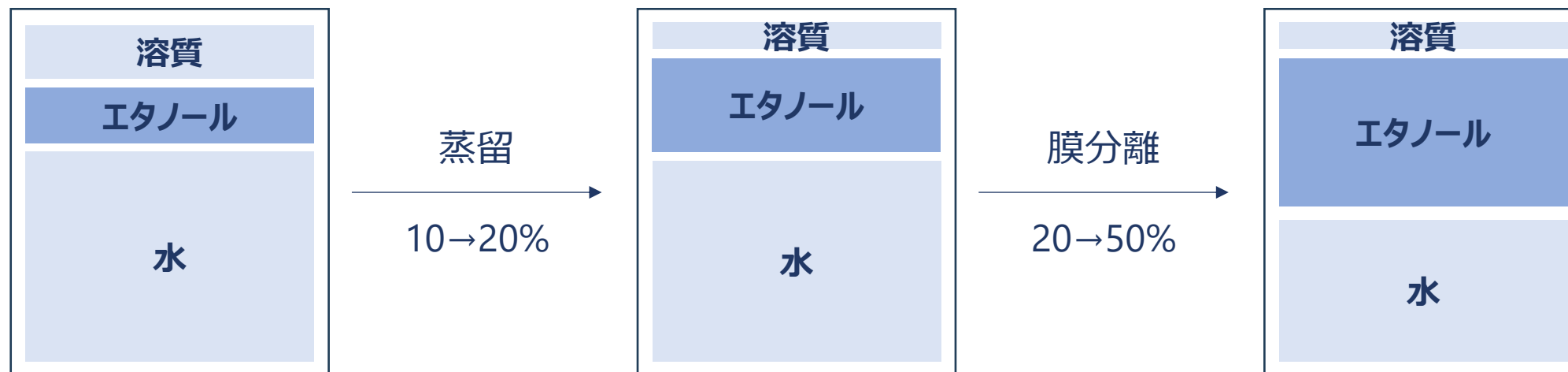


<エステル交換>



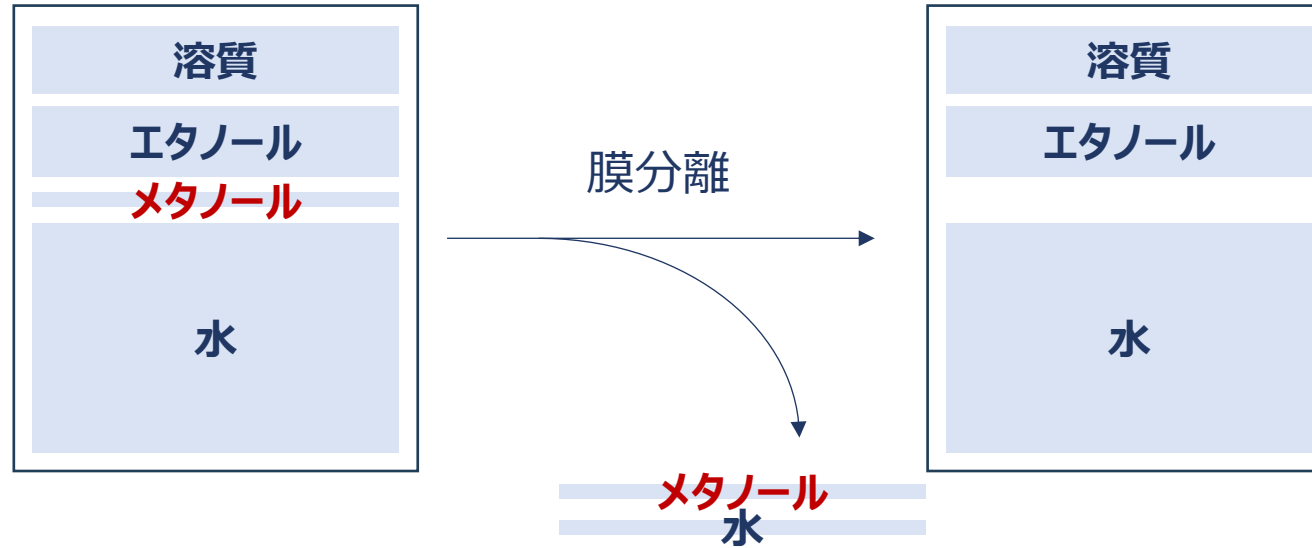
# 貴社での利用可能性をお伺いしたい想定アプリケーション（蒸留酒領域）

## ① 蒸留酒（スピリッツ、焼酎、ウイスキーなど）における新たな香りプロファイルの実現



	解決したい課題	提供価値 (仮説)
ケース①	香り成分の損失	新しい香りバランス、香気の維持
ケース①	エネルギー・CO <sub>2</sub> 排出大	環境訴求力の獲得

## ② 原料由来低濃度メタノールの除去



	解決したい課題	提供価値 (仮説)
ケース①	除去できず、出荷断念	除去・出荷可能
ケース①	メタノール混入リスクの観点で使用できない原材料あり	使用原材料の幅拡大