

2022年3月29日

2021年度膜工学春季講演会

# 水処理システムにおける膜の役割と課題

栗田工業株式会社  
開発本部 開発第四グループ  
川勝孝博



# 内容

---

1. 水処理会社である栗田工業について
2. 水処理に使用される膜
3. 水処理システムにおける膜の役割と課題
4. 膜薬品・ビジネスの強化
5. 終わりに

# 企業理念



“水”を究め、自然と人間が調和した豊かな環境を創造する

1. **水を通じて、社会との共通価値を創造**することで、自然環境と人間社会の共存、共栄に貢献していく。
2. **水の本質を深く、広く探究**することによって、水の新しい機能、価値を生み出していく。
3. 社員一人一人がお客様の視点に立ち、クリタ独自の技術、商品、サービスを駆使し、**お客様の水と環境の課題解決**に邁進していく。

企業理念は**1989年**、創立**40周年**を機に制定された。  
クリタグループの全ての活動は企業理念の実現のためにある。

# 会社概要



## 本社所在地

- 東京都中野区中野4-10-1  
(中野セントラルパークイースト内)

## 設立

- 1949年7月13日

## 資本金

- 135億円

## 代表取締役社長

- 門田 道也

## 従業員(2021/3/31現在)

- 1,561名(単体) 7,465名(連結)

## グループ・関係会社数

- 国内24社、海外 31社

# 海外グループ会社



# 事業紹介



## ■ 用排水装置



- ◆ 用水処理・超純水製造システム
  - ◆ 排水処理システム
  - ◆ 排水回収システム
- etc.



## ■ 水処理薬品



- ◆ 冷却水処理薬品
  - ◆ ボイラー処理薬品
  - ◆ 排水・排ガス処理薬品
  - ◆ 石油・紙パ・鉄鋼プロセス薬品
- etc.



## ■ メンテナンス



## ■ 土壌・地下水浄化



# 水処理技術と商品 ～栗田工業の場合～



## 1.水の高機能化

- 純水・超純水製造
- 機能水製造 など

## 3.環境負荷低減

- 省エネによるCO<sub>2</sub>削減
- 廃棄物削減
- 排水処理
- 土壌浄化 など

地球温暖化  
資源の枯渇  
リスクマネジメント

## 2.資源循環

- 排水回収
- 有価物回収
- エネルギー回収 など

## 4.生産性向上

- 安定操業技術
- 診断、制御、センシング
- 電解硫酸製造装置 など

膜技術・膜用薬品が使われている

# 内容

---

1. 水処理会社である栗田工業について
2. 水処理に使用される膜
3. 水処理システムにおける膜の役割と課題
4. 膜薬品・ビジネスの強化
5. 終わりに

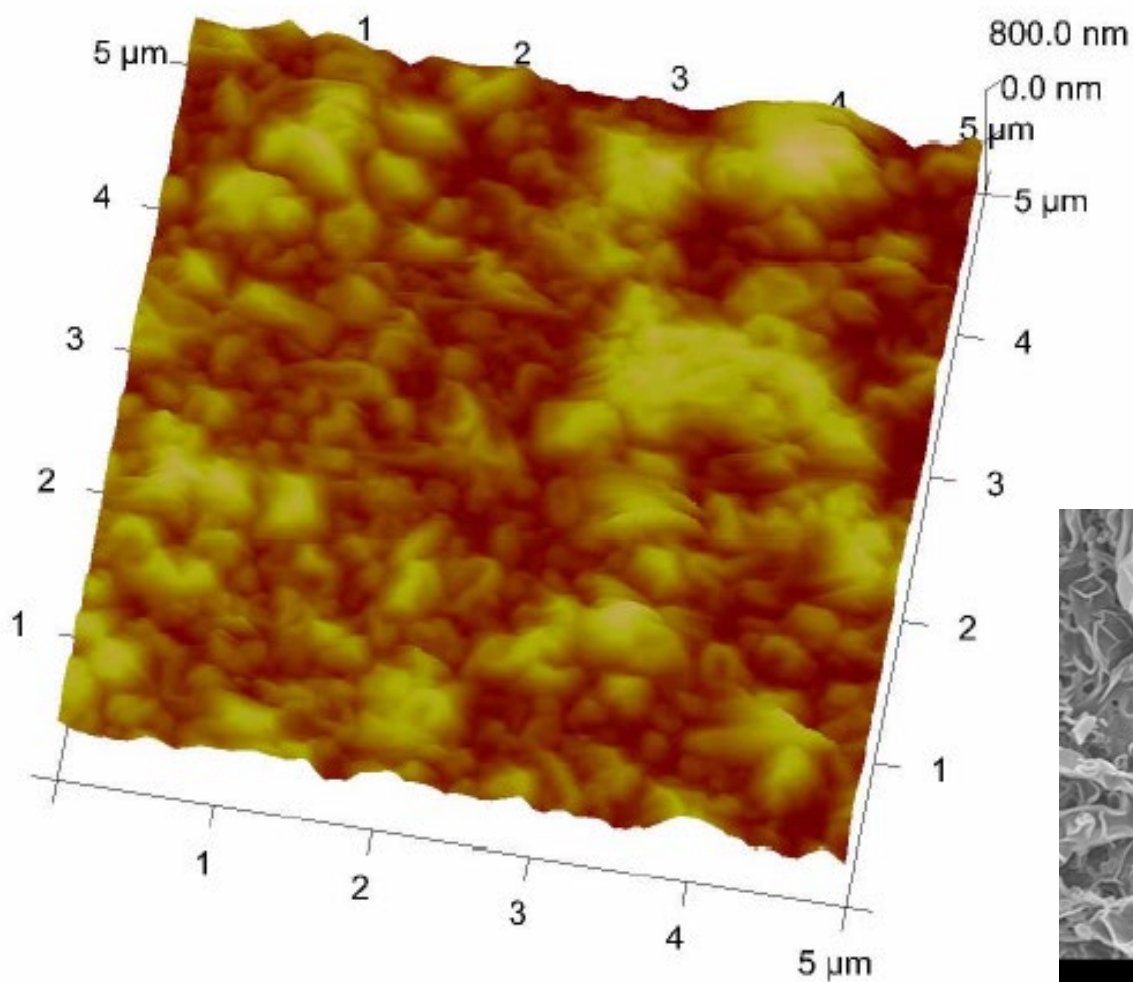


# 水処理膜の種類

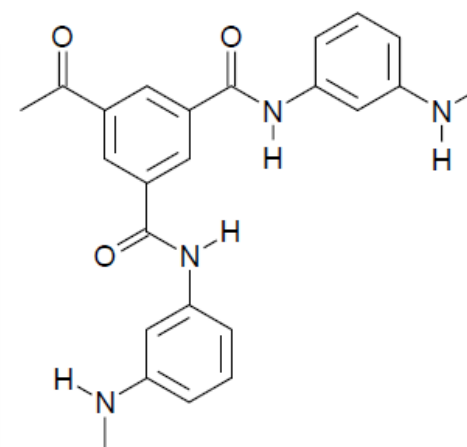
分離方法	膜種				
大きさ	逆浸透膜 RO膜	ナノ濾過膜 NF膜	限外濾過膜 UF膜	精密濾過膜 MF膜	濾紙・濾布
圧力	Reverse Osmosis ~1 nm ~Mw.300	Nanofiltration 1~5 nm Mw.300~1,000	Ultrafiltration 2~50 nm Mw.1,000~1,000,000	Microfiltration 0.05~10 μm	Paper filter, Cloth filter 10 μm~
濃度差	正浸透膜 FO膜 Forward Osmosis		透析膜 Dialysis		
荷電	イオン交換膜 Ion Exchange				
電気					
構造	アフィニティ膜 Afinity				
分子認識					

水処理には、RO膜と、UF膜・MF膜、イオン交換膜がよく使われる

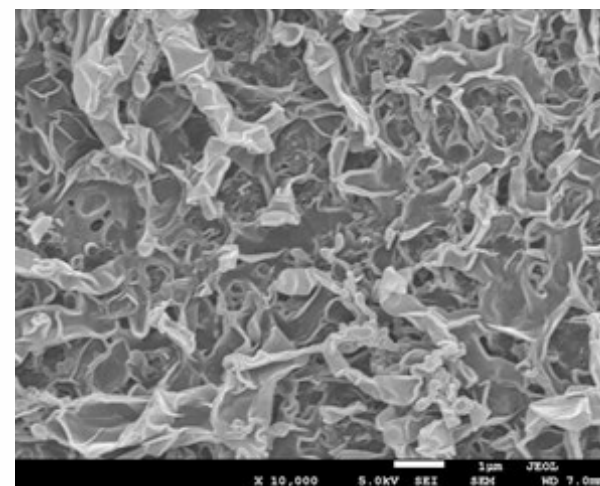
# RO膜の表面構造



RO膜の原子間力顕微鏡(AFM)像

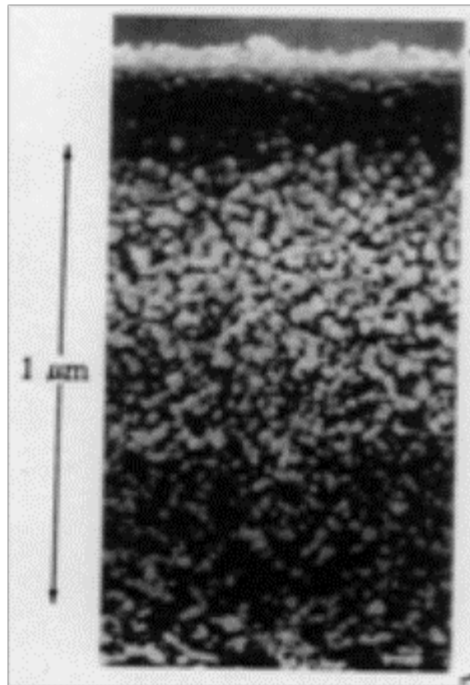


RO膜の化学構造

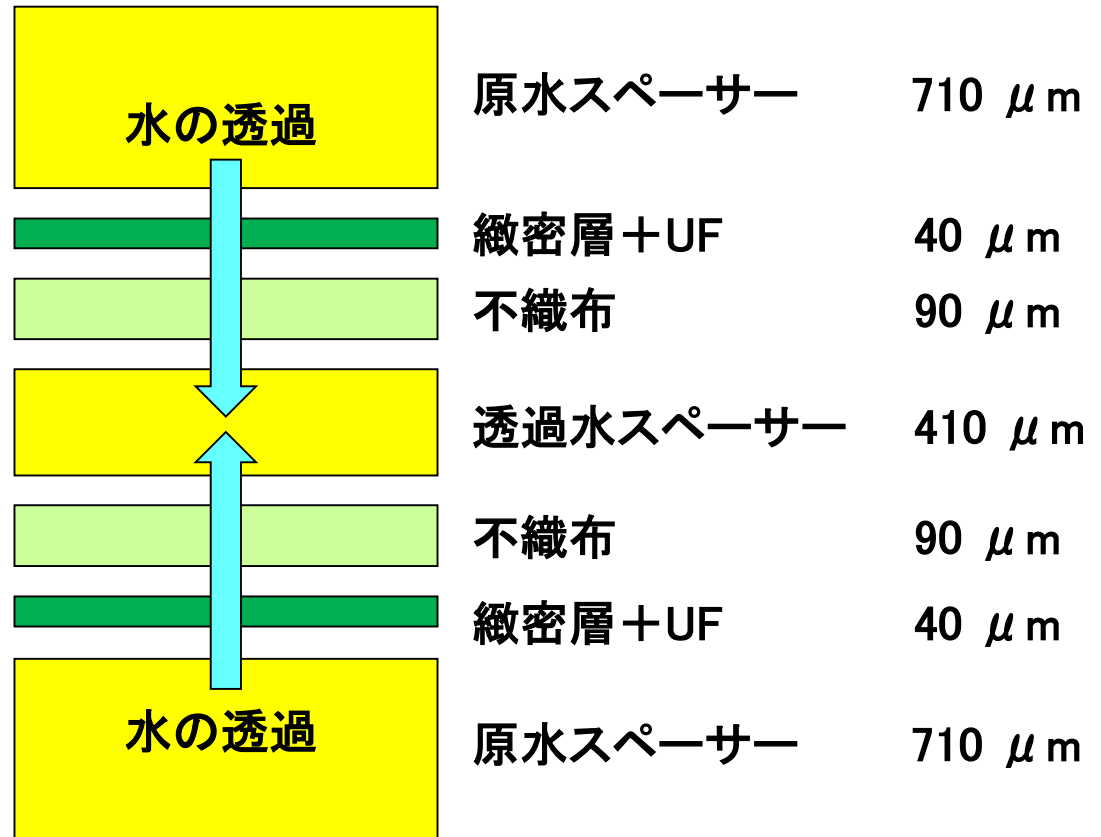


RO膜の電子顕微鏡(SEM)写真

# RO膜の断面構造

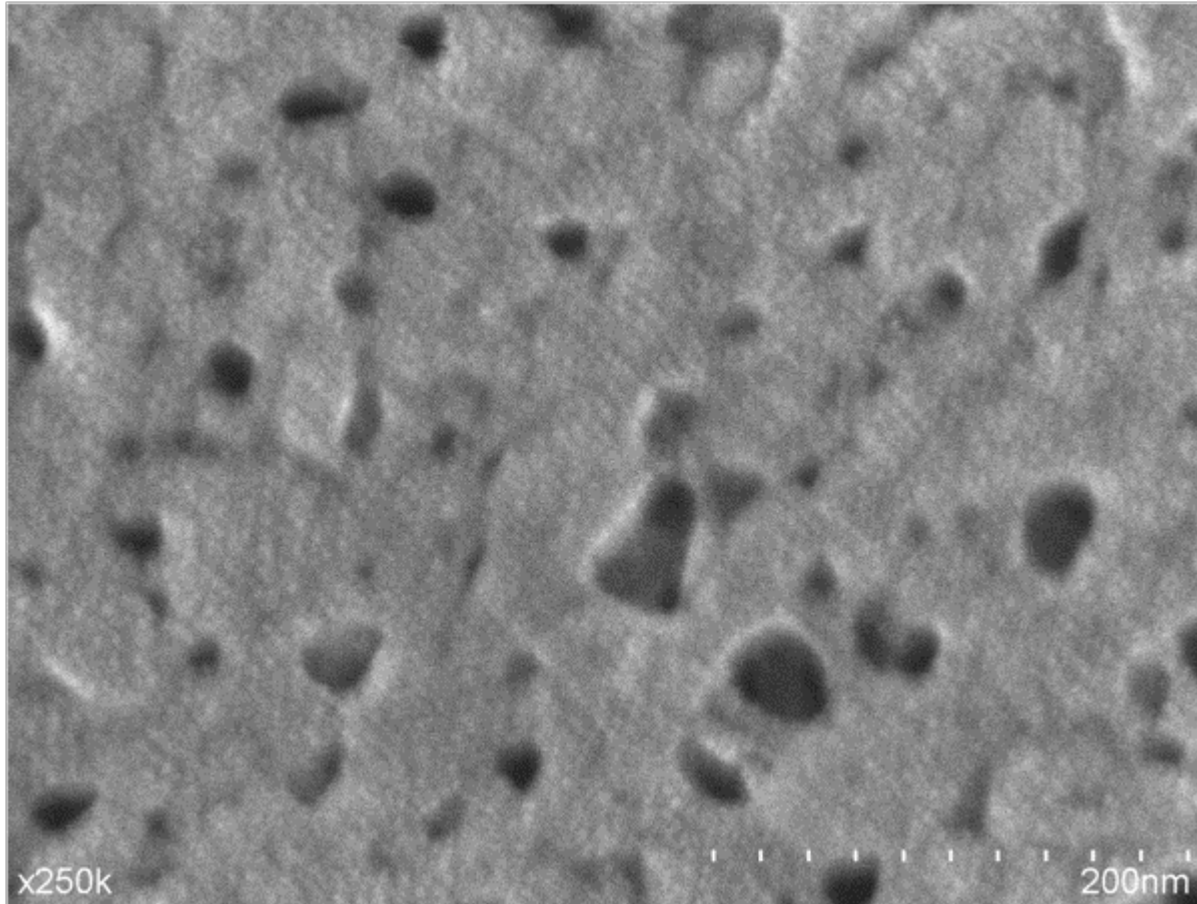


RO膜の断面の  
電子顕微鏡(SEM)写真



RO膜の構成

# UF膜の表面構造



UF膜の電子顕微鏡(SEM)写真 (公称孔径: 10 nm、25万倍)

# 内容

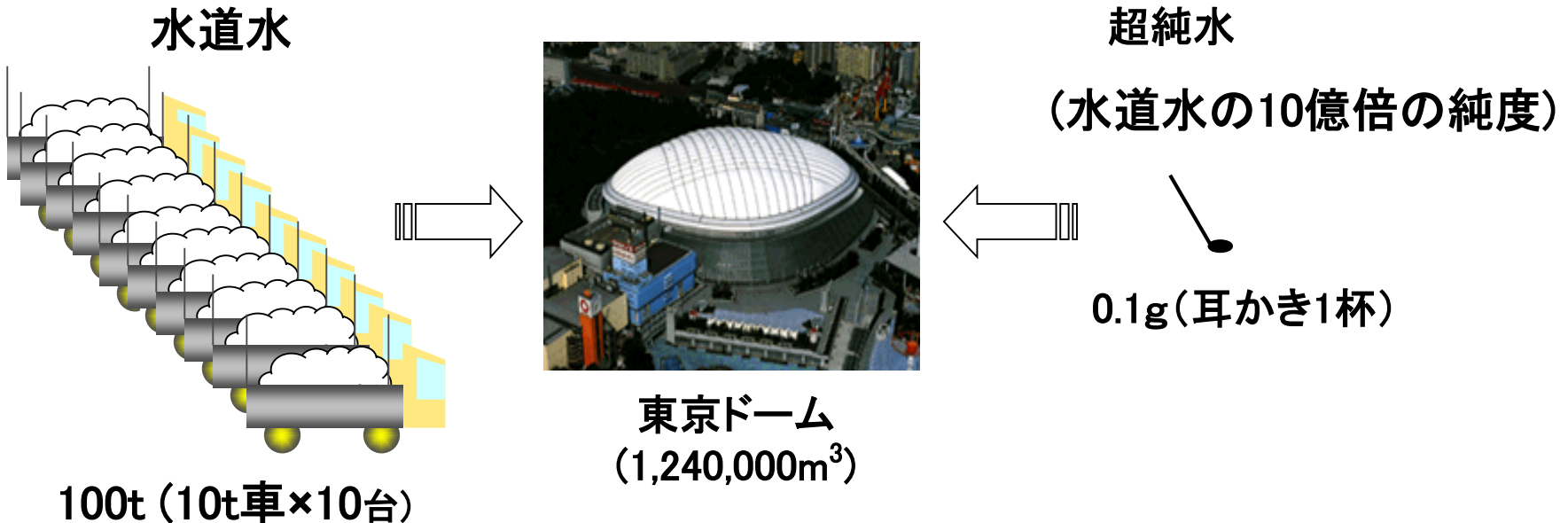
---

1. 水処理会社である栗田工業について
2. 水処理に使用される膜
3. 水処理システムにおける膜の役割と課題
4. 膜薬品・ビジネスの強化
5. 終わりに

# 超純水とは？

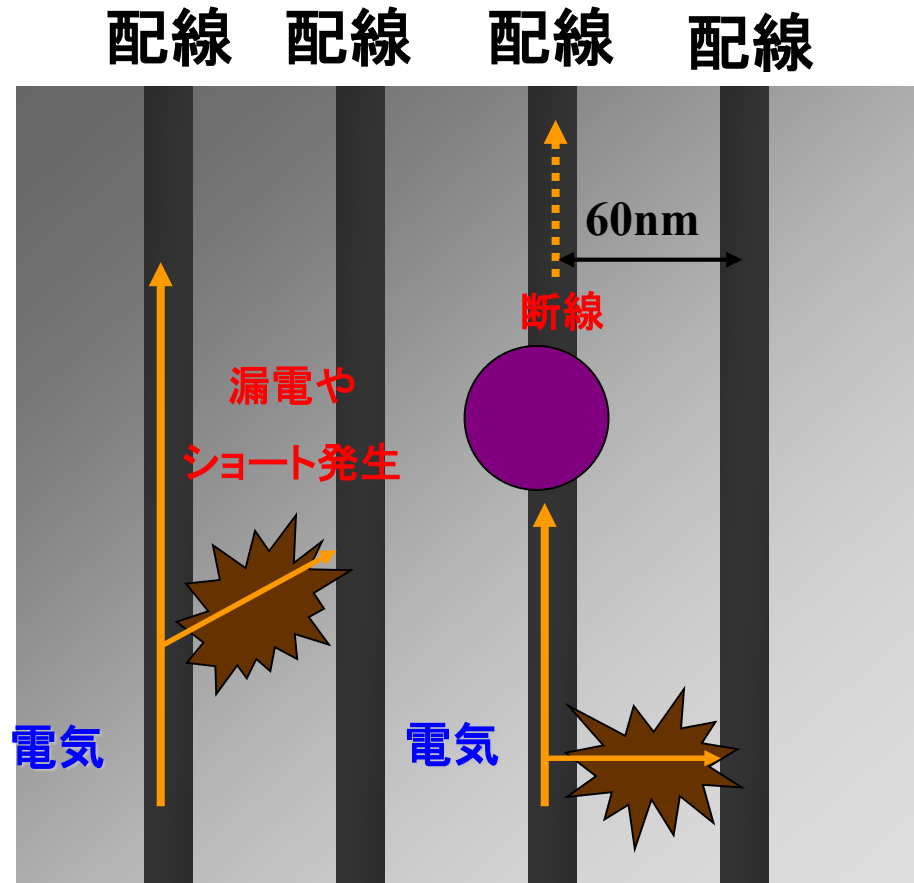
水中に含まれるあらゆる不純物を「極限」まで除去した水

超純水の不純物濃度 : ppq(pg/L)レベル



栗田工業は超純水の製造技術・分析技術を有する

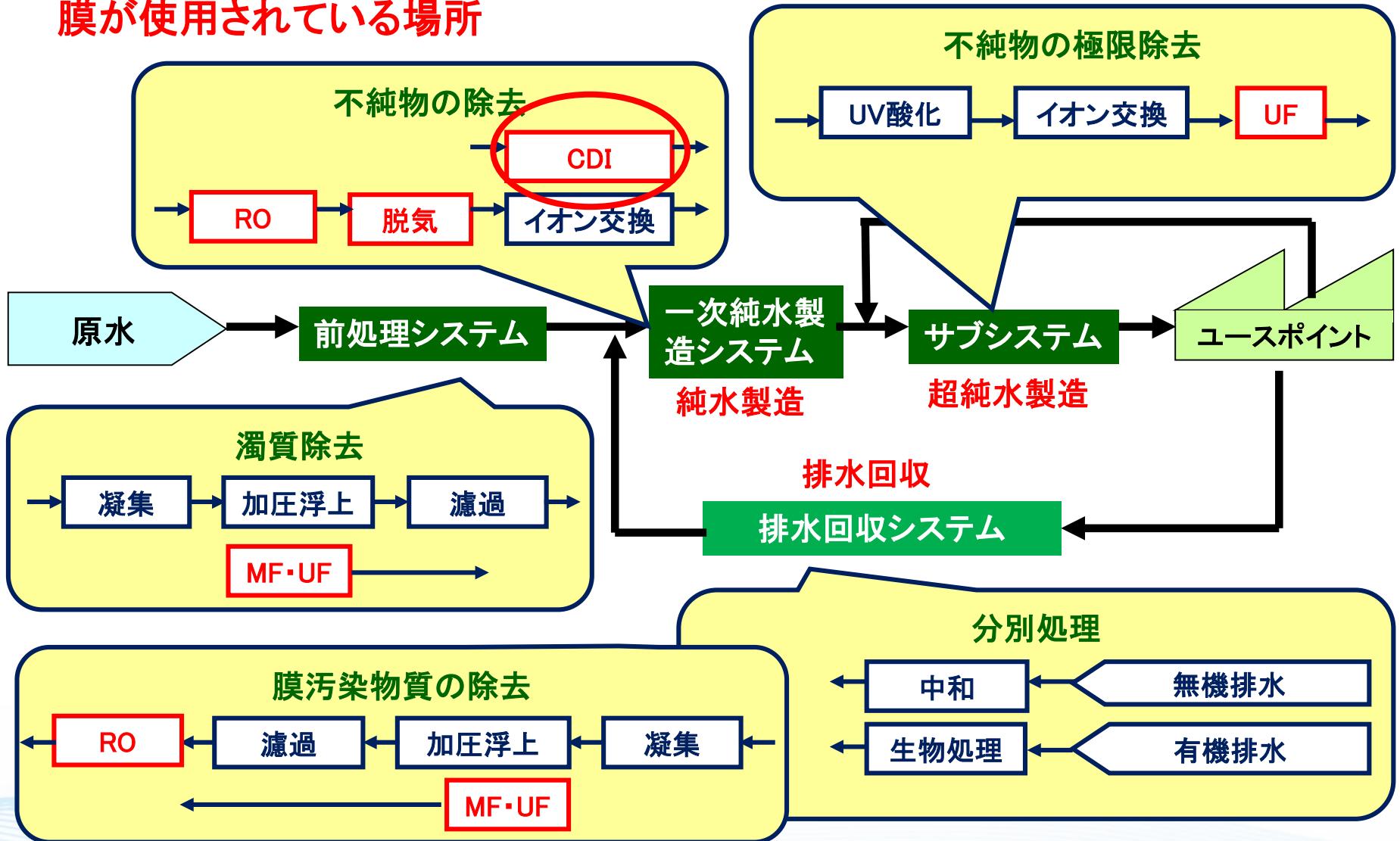
# 超純水の必要性



不純物により電子部品の電気の流れが変化し、  
製品不良を引き起こす

# 純水・超純水製造および排水回収システム

## 膜が使用されている場所





# CDIとは？

---

**CDI = Continuous Deionization**

**連続再生式純水製造、装置**

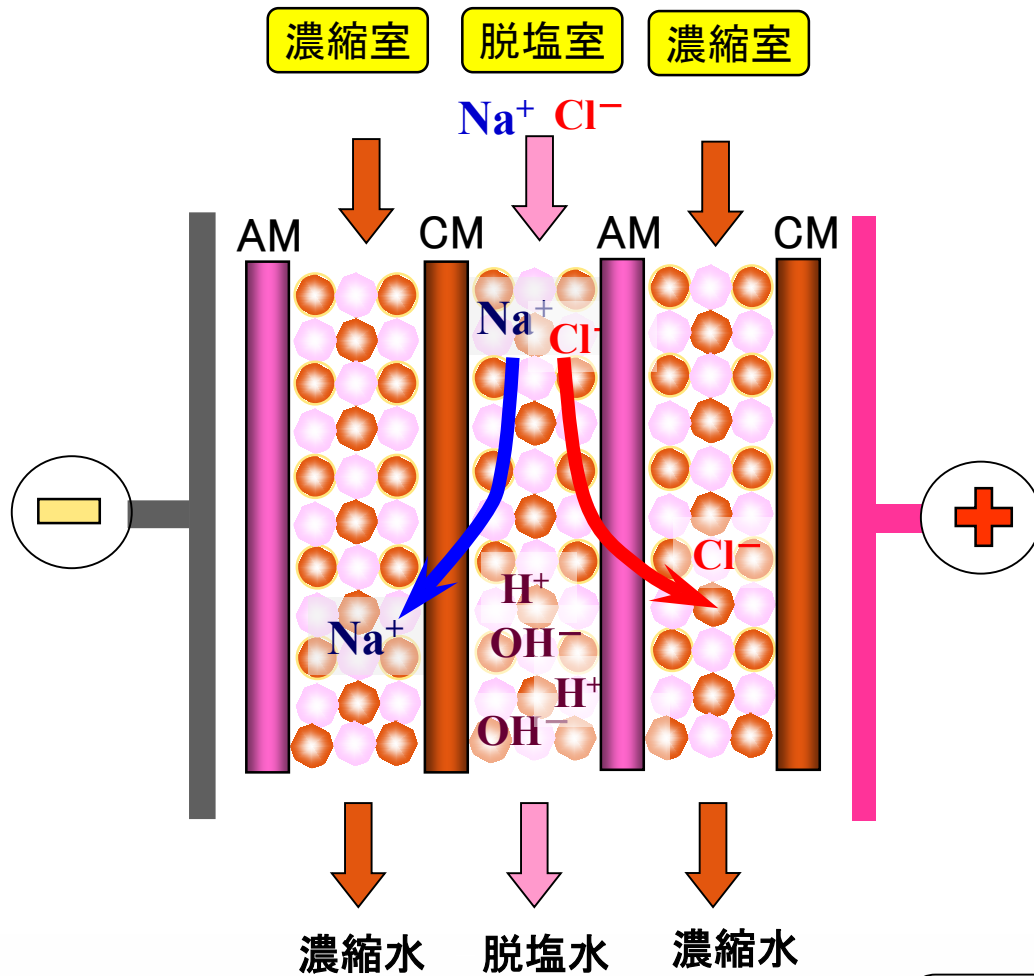
・・・栗田工業(株)

**EDI = Electro Deionization**

**電気再生式純水製造、装置**

・・・オルガノ(株)

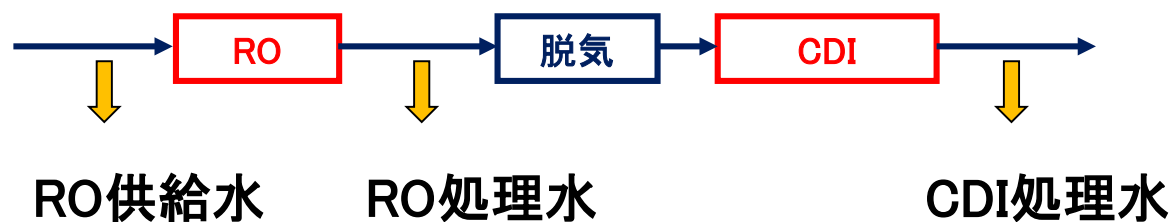
# イオン交換膜とイオン交換樹脂によるCDI



- ・イオン交換樹脂が充填されている点が、電気透析と異なる。
- ・イオンは電気による移動と樹脂吸着により除去される
- ・低濃度の供給水でも電気が流れ、電気透析よりも、低濃度のイオンをさらに除去することができる。
- ・カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂が接触しているところで水の電気分解が起こり、イオンが吸着した樹脂が再生され、連続的な脱イオンが可能となる。

 アニオン交換樹脂 AM アニオン交換膜  
 カチオン交換樹脂 CM カチオン交換膜

# ROとCDIによる脱イオン



電気伝導度 [ $\mu$ S/cm]	200	1	0.2~0.059
比抵抗 [ $M\Omega$ cm]	0.005	1	5~18

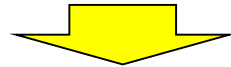
水の理論比抵抗は、18.3  $M\Omega$  cm

# CDIの課題



**受け入れ可能なイオンとその濃度に上限がある**

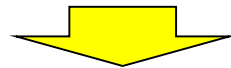
上限を上げることができれば、前段の処理が軽くなる



イオン交換膜、樹脂の性能向上、構成と構造の改良

**要求水質を出すために必要な電圧が経時的に上昇する**

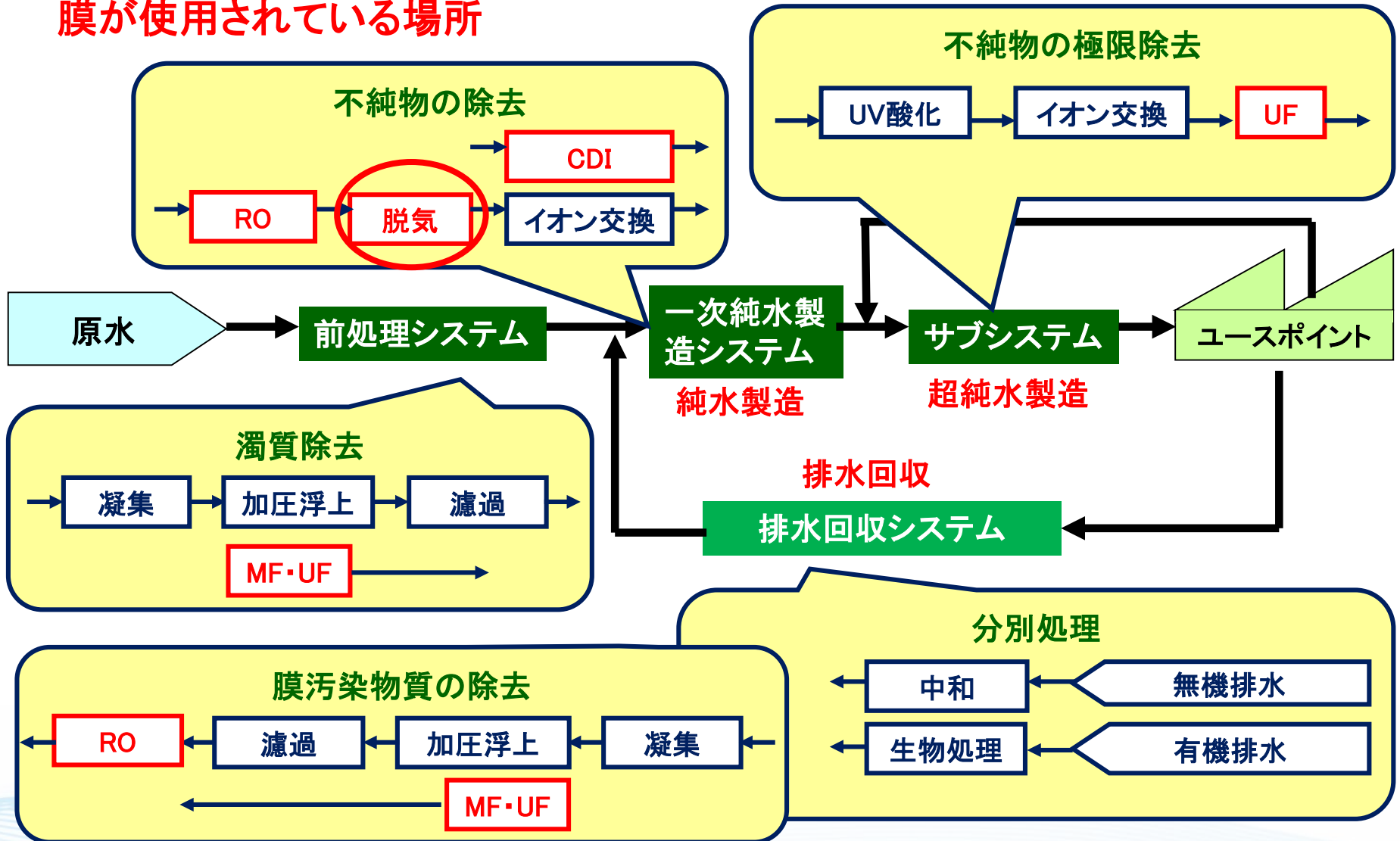
電圧の上昇を無くすことができれば半永久的に使用できる



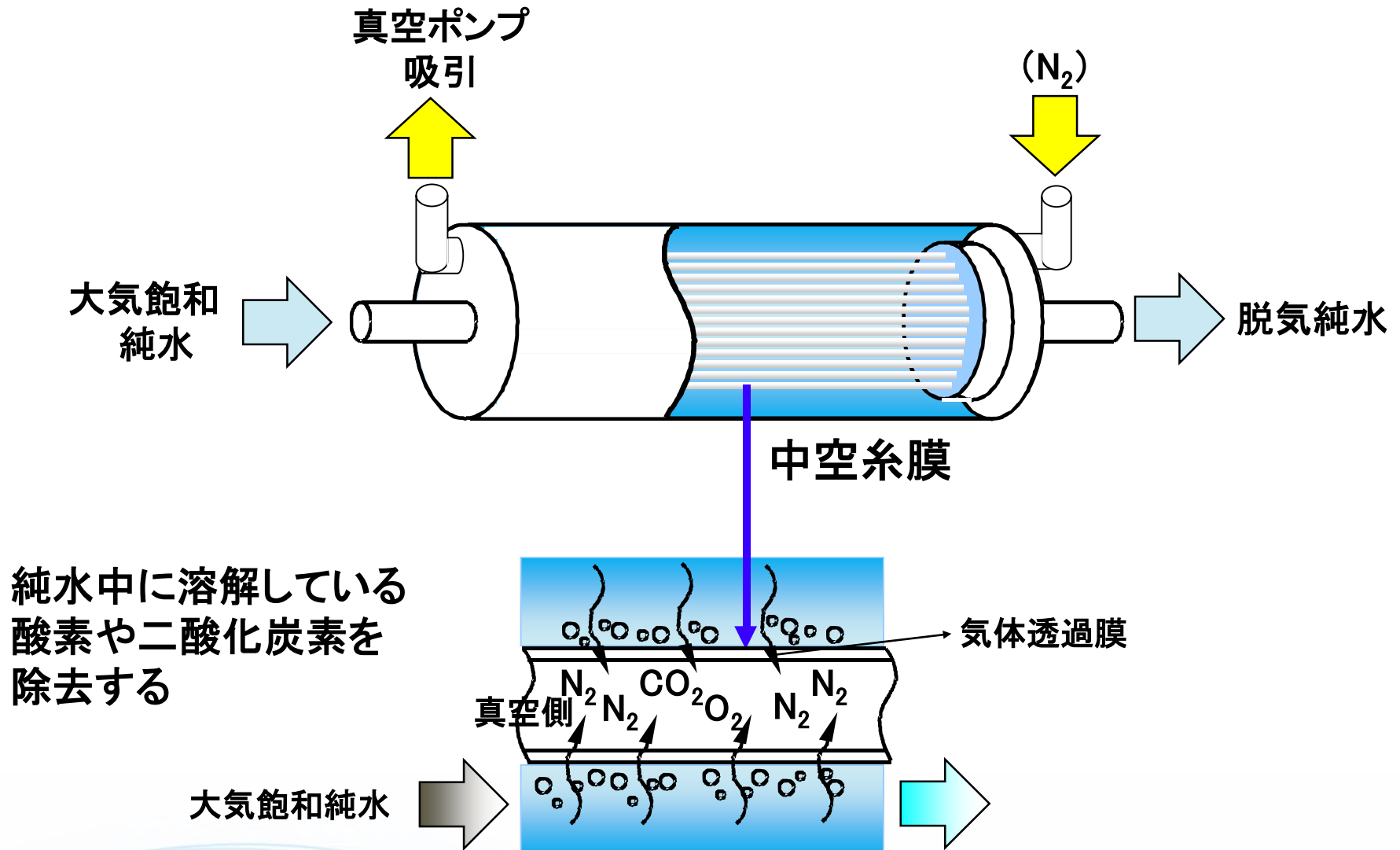
電圧上昇のメカニズムの解明と対策立案

# 純水・超純水製造および排水回収システム

## 膜が使用されている場所



# 脱気膜モジュール

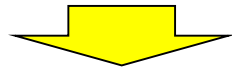


# 脱気膜の課題



## 純水に溶存する二酸化炭素の低減

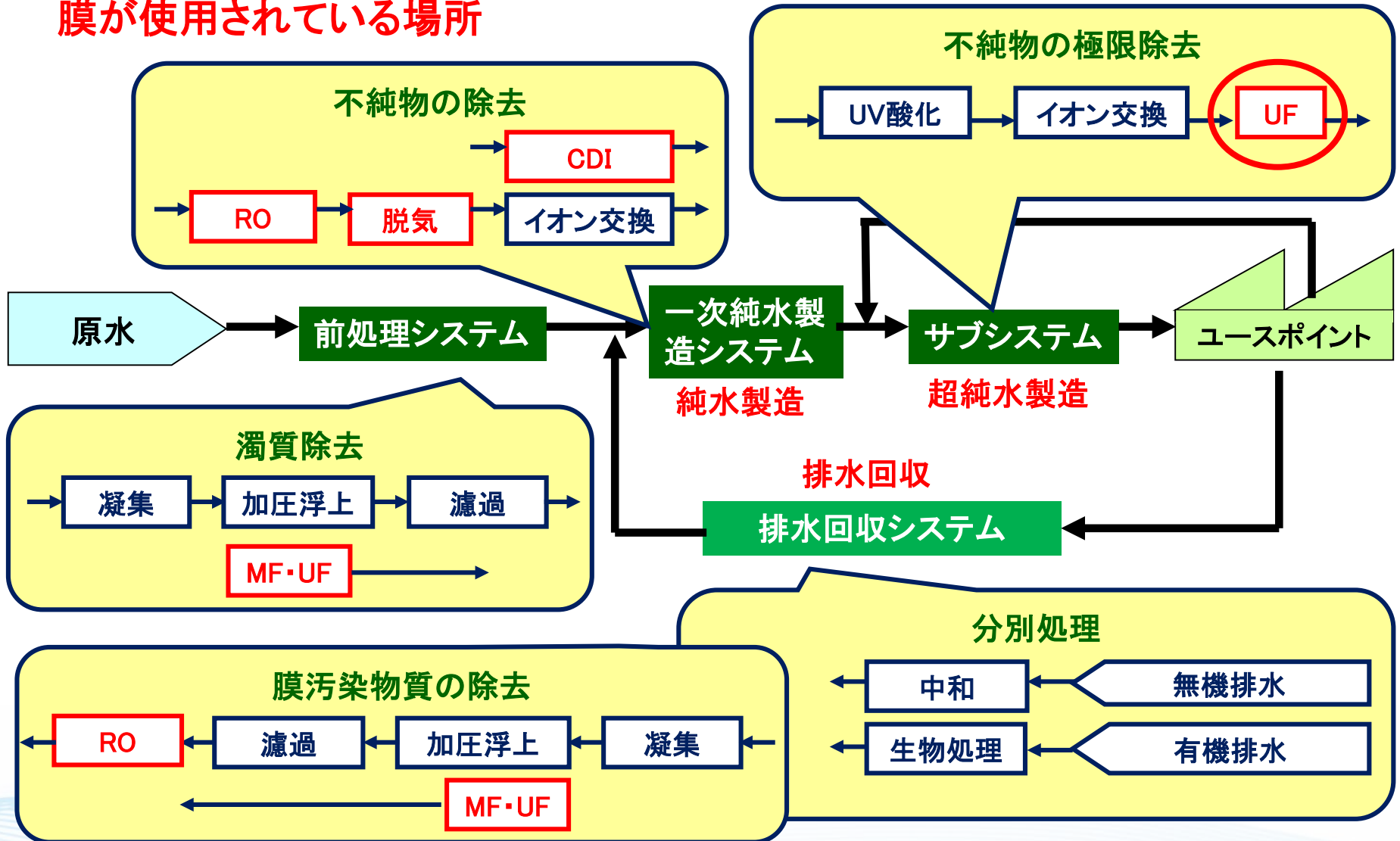
二酸化炭素を低減できれば、脱気膜の本数、運転条件を軽く出来る



RO前処理における脱炭酸、RO膜の阻止率向上

# 純水・超純水製造および排水回収システム

## 膜が使用されている場所





# UFの役割

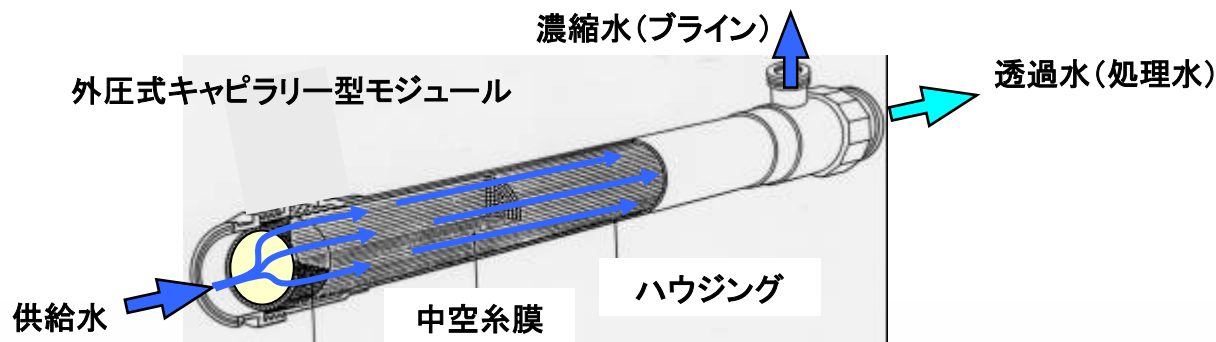
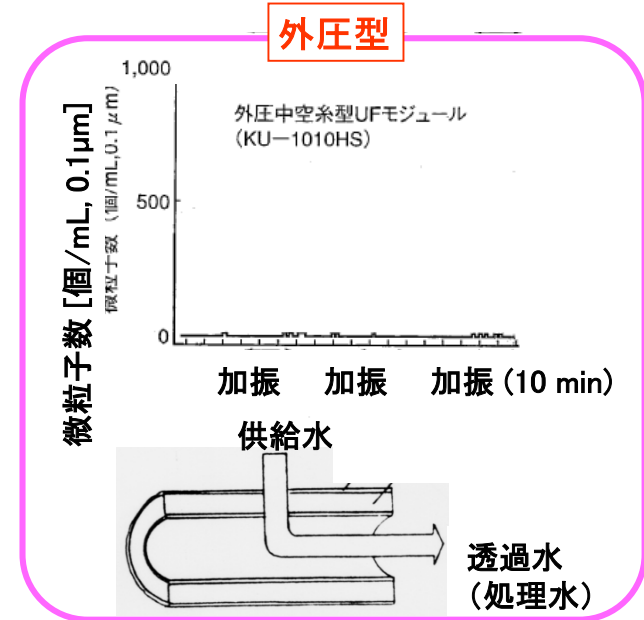
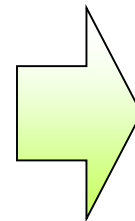
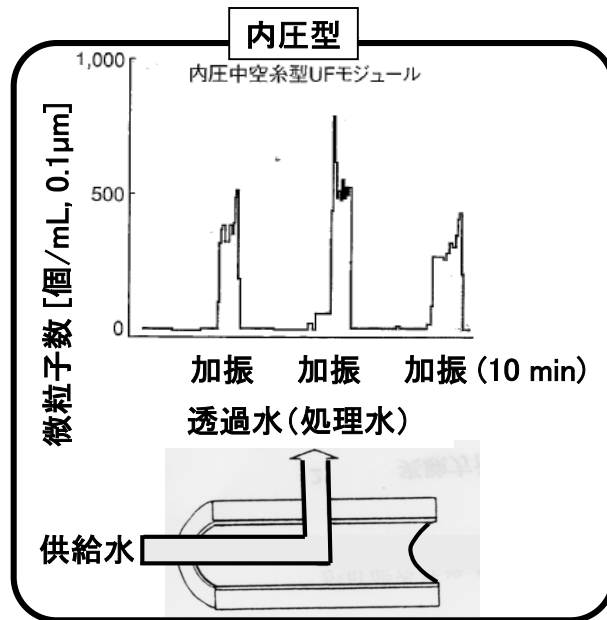
---

- ・サブシステムにおけるUF

微粒子の除去

(システム内で新たに発生するものも含む)

# サブシステムにおけるUF



リアライズ社, “超純水の科学”, P.292, 1990. より

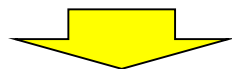
# UFの課題



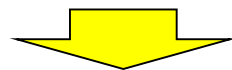
## 電子デバイスの微細化に伴う除去対象微粒子の微細化

細孔を小さくするとより小さい微粒子を除去できるがフラックスが犠牲になる

カートリッジとして、30～40 L/min (45 kPa)程度の透水量が必要



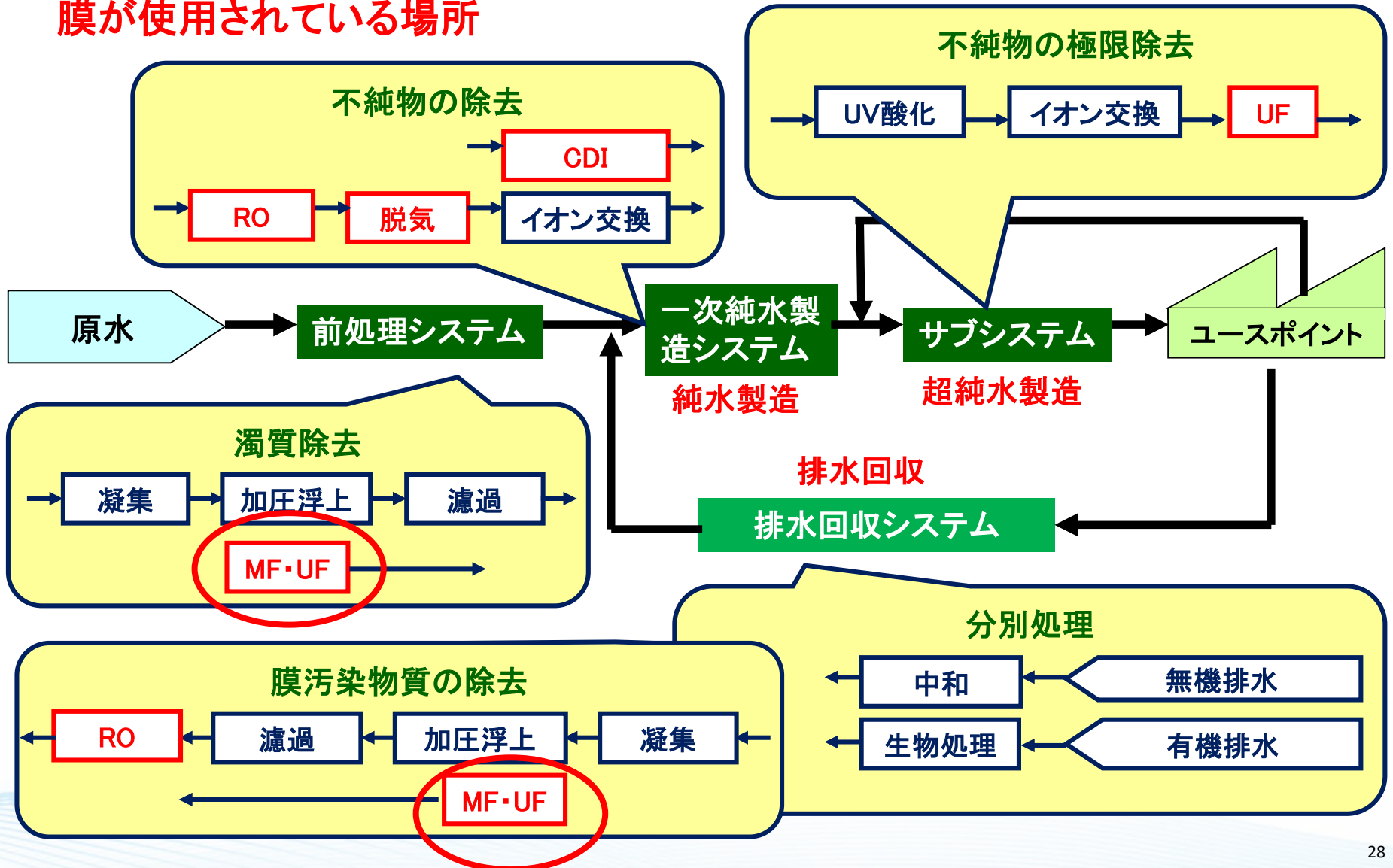
超傾斜構造のUF膜



どうする？

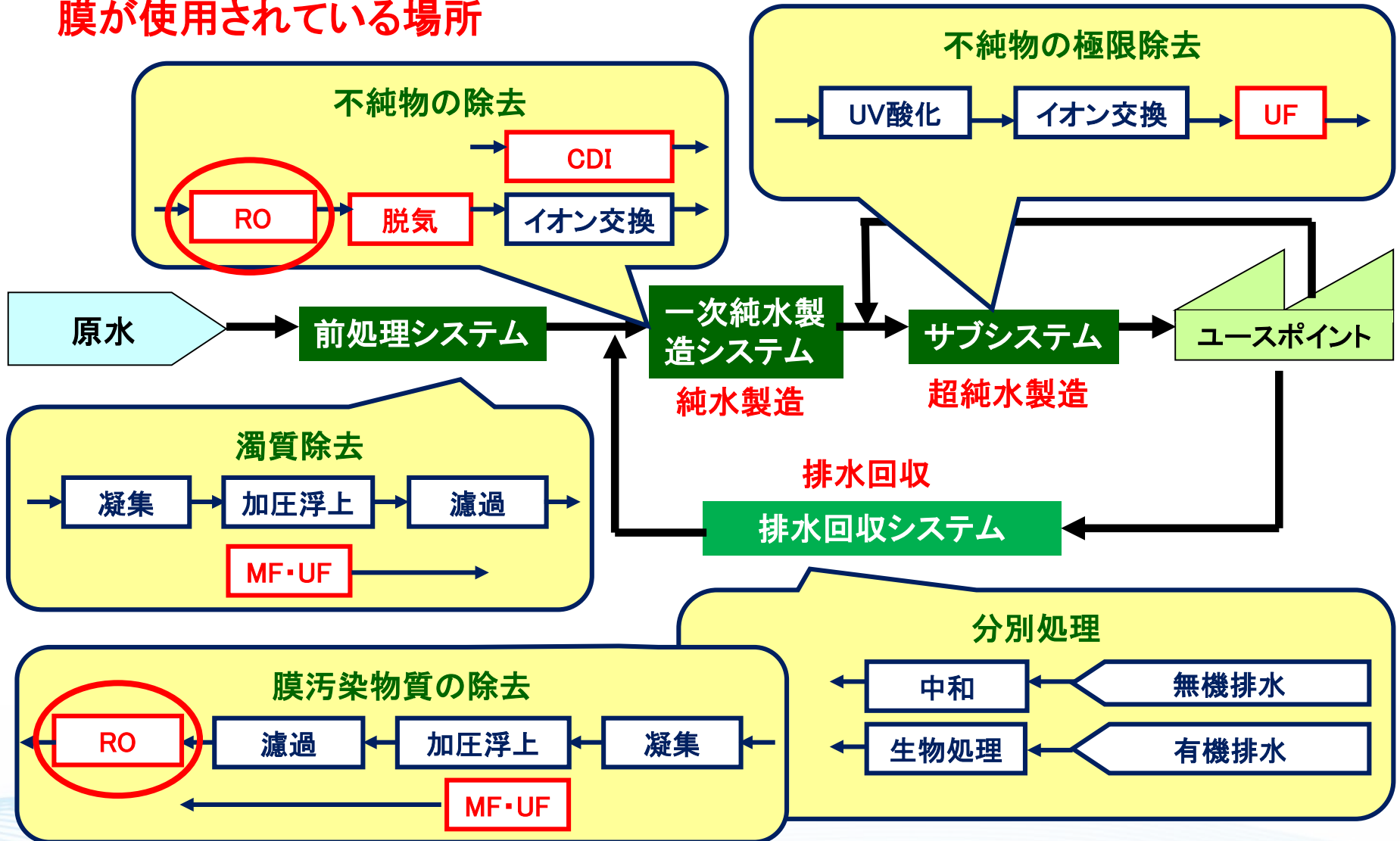
# 純水・超純水製造および排水回収システム

## 膜が使用されている場所



# 純水・超純水製造および排水回収システム

## 膜が使用されている場所



# MF・UFの役割

---

- ・ **前処理システム**におけるMF・UF
- ・ **排水回収システムのRO前処理**のMF・UF
- ・ 濁質の除去、微生物の除去、凝集物の除去

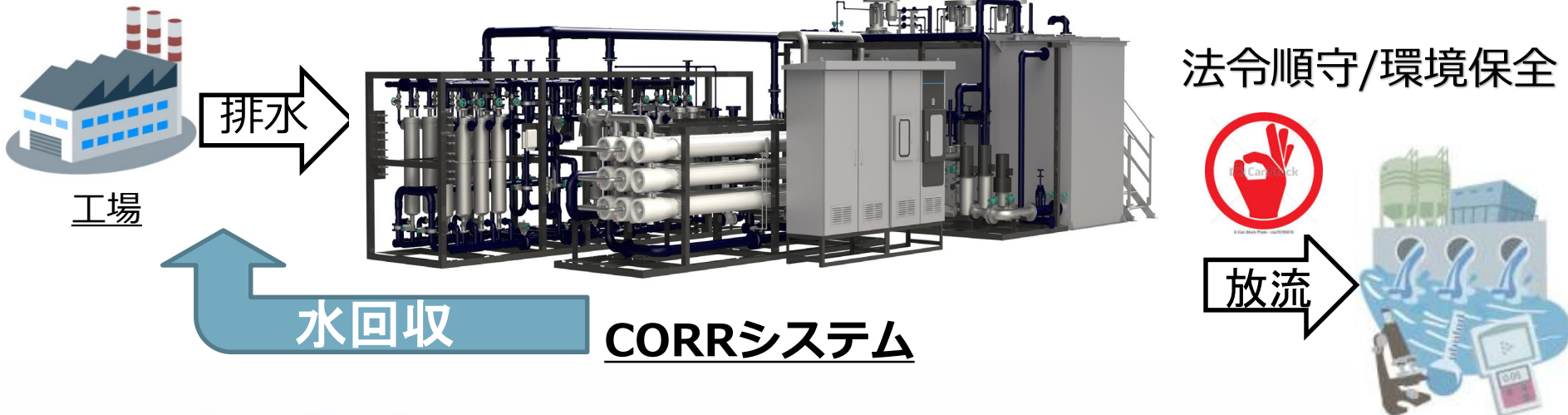
# UF+ROシステム



レディーメイド型排水回収  
コア

## CORR™システム

The  
Customized  
Optimal  
Ready-made  
Reclamation



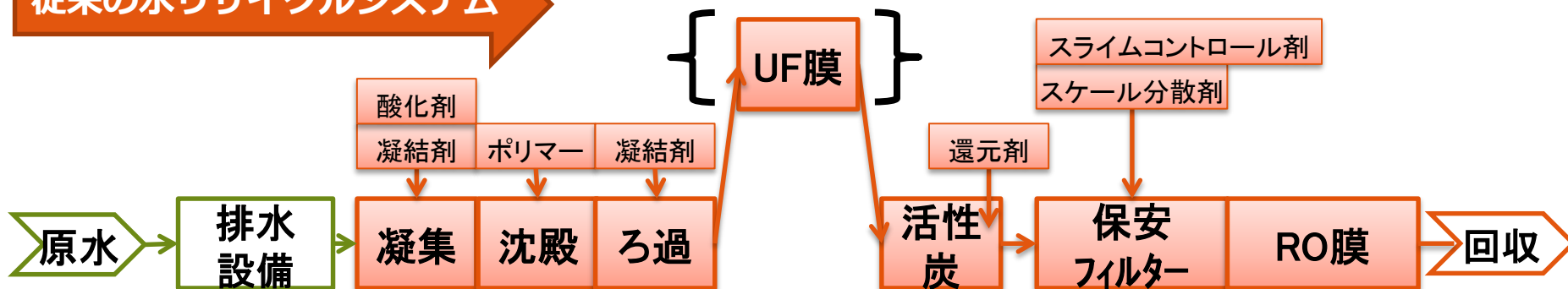
# CORR™ システムの特徴



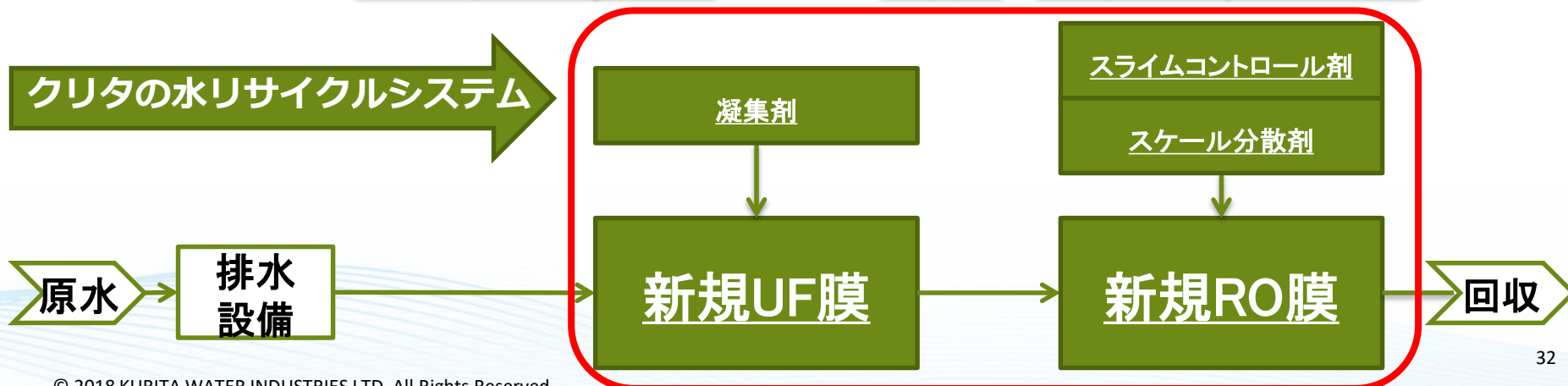
## 安定運転化技術 & 投資コスト削減技術

- ① 構成ユニット数の大幅削減により **低コスト・省スペース化** を実現
- ② 機能剤・機能材の性能向上並びに **ケミカループラント技術のマッチング** (シナジー効果) により **安定水質・安定供給** を実現

### 従来の水リサイクルシステム



### クリタの水リサイクルシステム





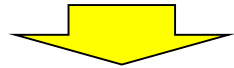
# UF+ROシステムの課題

---

## UF膜汚染、RO膜汚染のさらなる低減

運転圧上昇を抑制して動力コストを抑える

膜汚染による阻止性能低下を抑える



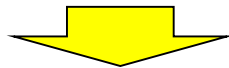
膜汚染物質、汚染機構の解明

耐汚染膜、汚染に強いシステム

# ROシステムの課題

## 膜性能の向上

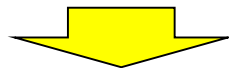
透水性を向上させて、電力コスト、CO<sub>2</sub>発生量を削減する  
阻止率を向上させて、後段処理の負荷を低減する



高透水性・高阻止率膜、システム

## 水回収率の向上

用水コストを削減する  
濃縮水を固形物にするためのエバポレーターの負荷を低減する



高回収率でも安定運転が可能な膜、システム

スケール生成のリスク

濃縮された有機物による汚染のリスク

# 内容

---

1. 水処理会社である栗田工業について
2. 水処理に使用される膜
3. 水処理システムにおける膜の役割と課題
4. **膜薬品・ビジネスの強化**
5. 終わりに

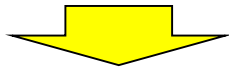
# 膜薬品・ビジネスの強化



ケミカルプラント技術のマッチング(シナジー効果)を高める

膜薬品を強化する

膜薬品・ビジネスをグローバルに展開する



米国Avista Technologies, Inc.、英国Avista Technologies Ltd.を買収(2019)

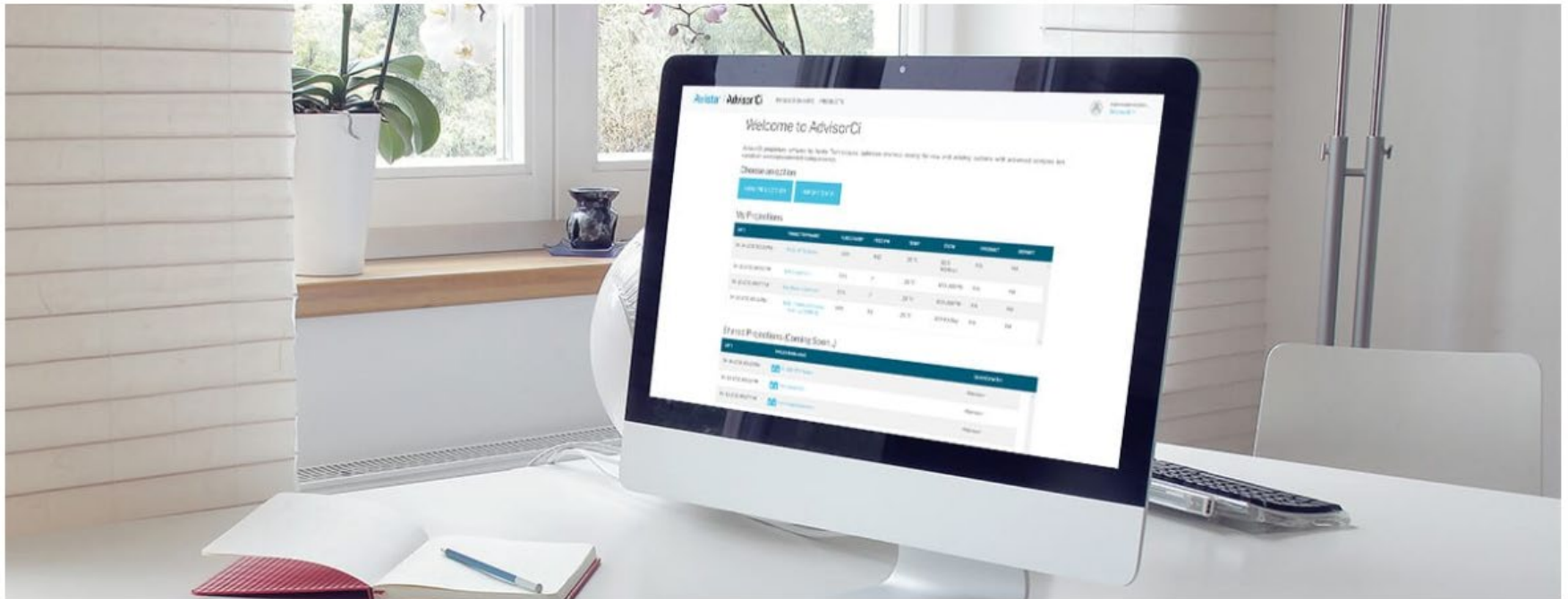
多品種のRO薬品の製造・販売、RO膜洗浄サービスを展開

幅広い産業(食品、飲料、化学、石油、鉱山、自治体、他)に対応

# RO薬品の選定・注入量の決定



## Avista™ | Advisor™ Ci Online Chemical Dosing Software



栗田工業・Avistaのラインナップから提案

# ROのオフサイト洗浄

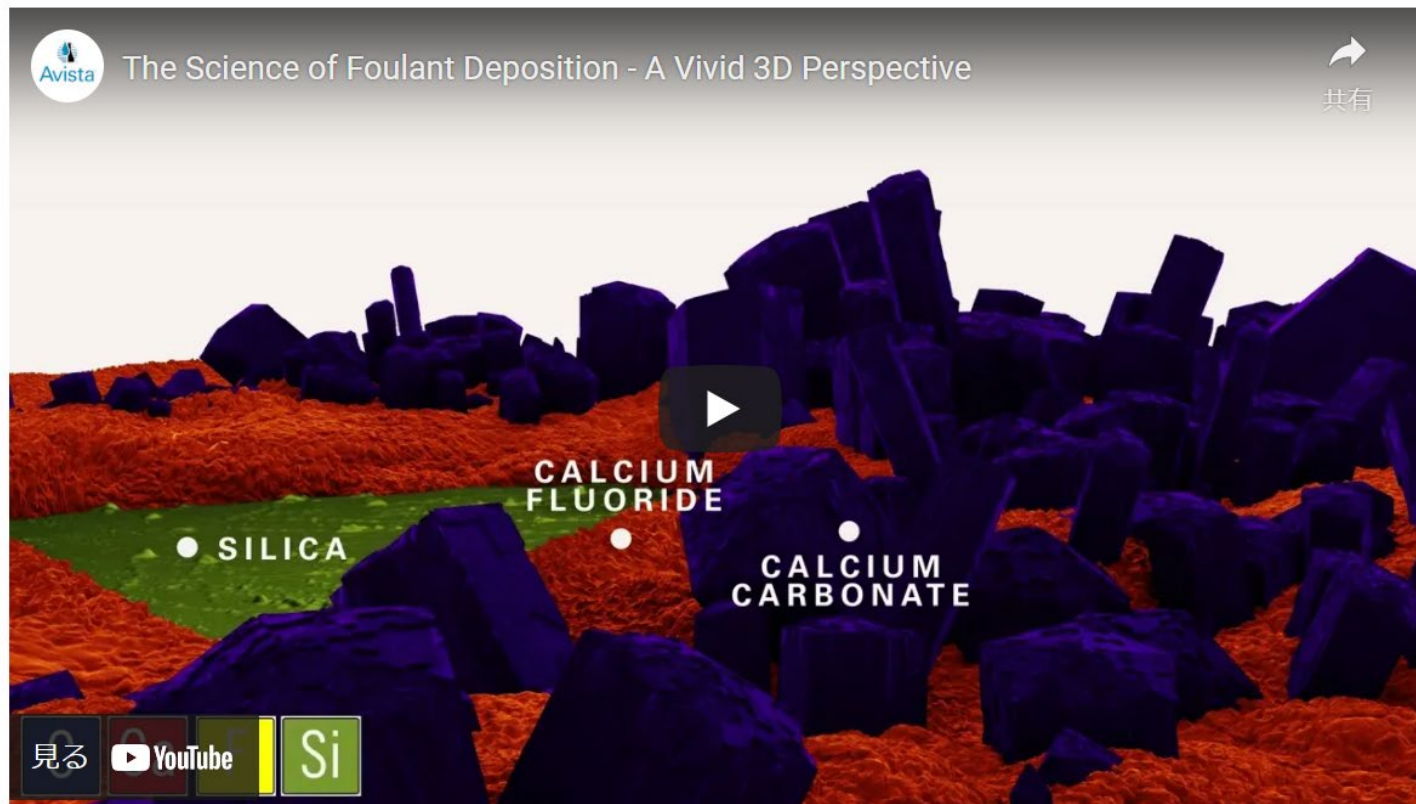


## Avista™ | OSCAR Off-Site Cleaning and Restoration



### ROの抜き取り洗浄サービス

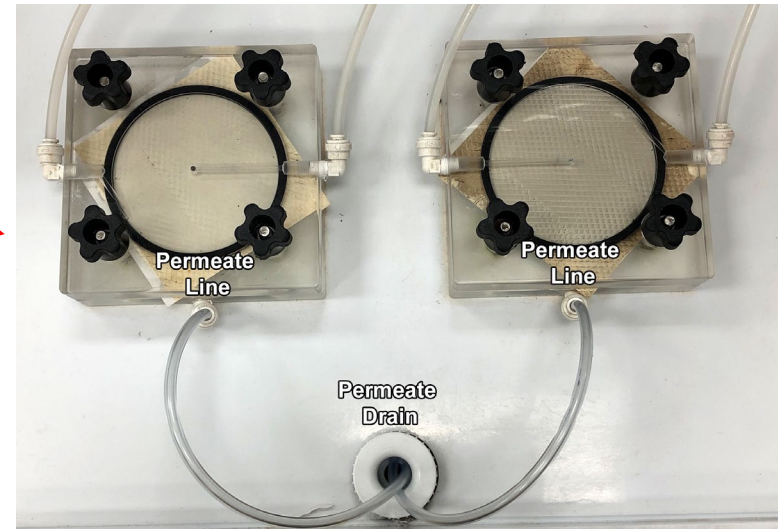
## Avista™ | Membrane Autopsy with CEI



Chromatic Elemental Imaging (CEI)により、膜面の元素の分布を三次元解析

# ROの最適洗浄

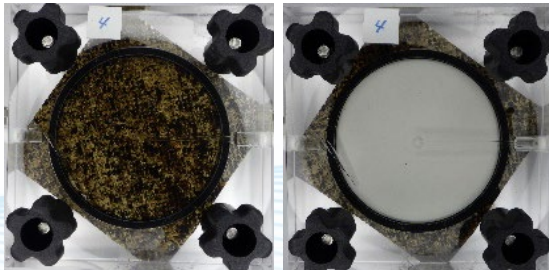
## セルテスターを用いたRO洗浄効果の視覚化



## 最適な洗浄剤・条件を決定

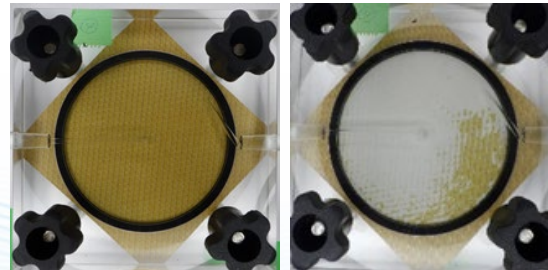
Before

After



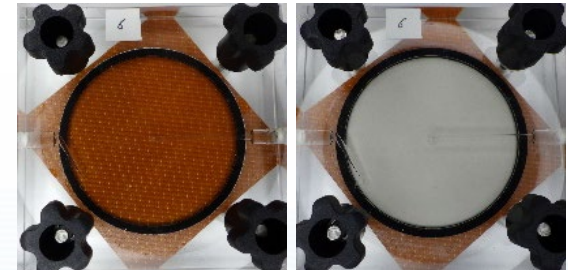
Before

After



Before

After





# RO運転のモニター

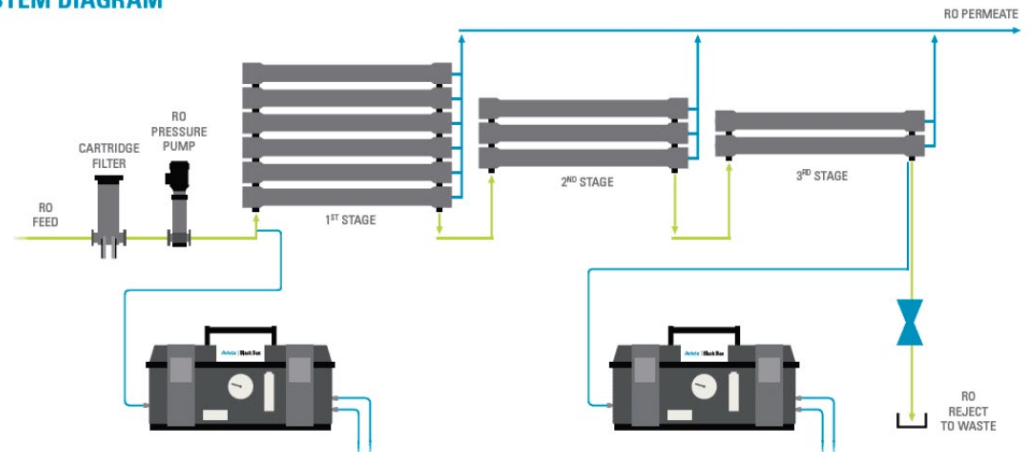


## Avista™ | Black Box



SYSTEM DIAGRAM

## 可搬型のモニターシステム



# 内容

---

1. 水処理会社である栗田工業について
2. 水処理に使用される膜
3. 水処理システムにおける膜の役割と課題
4. 膜薬品・ビジネスの強化
5. 終わりに

# 終わりに

---

- ・水処理システムでは、RO膜、MF・UF膜、イオン交換膜が適材適所で使用されている。
- ・それぞれにおいて開発課題がある。
- ・ケミカル技術とプラント技術のマッチングが重要