

## 通过将铜纳米粒子牢牢粘着在旧海水淡化膜上，变成抗菌膜

中央大学 理工学院 人类综合理工学科 副教授 山村宽

### 0 自我介绍与研究室介绍



2008年3月 完成北海道大学工学研究科博士后期课程  
(MF/UF膜的不可逆膜的致垢物质与机理的阐明)  
2009年4月 进入旭化成化学株式会社  
(从事新型MF/UF膜的开发)  
2012年4月 任职于中央大学理工学院 (现年37岁)

研究生9名、本科生7名、技术人员2名、行政人员1名

(水代谢系统工程研究室)

#### ①上水道

膜过滤的控制、凝集剂的开发、  
净水场的自动控制、除锰

#### ②下水道

枯草芽孢杆菌活性膜分离活性污泥法  
磷吸附多孔膜的开发  
基于厌氧MBR的污泥处理

#### ③水循环

纳米粒子环境行为的阐明

#### ④藻类生物量

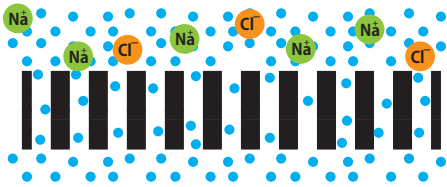
产油微藻回收技术  
利用下水的藻类培养、回收及利用

#### ⑤海水淡化

旧海水淡化膜有效利用技术的开发

### 1 传统技术及其问题

#### (1) 何谓海水淡化膜?



带有去除海水中的Na和Cl等离子并令水分子渗透的小孔的薄膜。膜表面有几埃米的小孔，通过用大于渗透压的压力对海水加压，可以将海水变成淡水。

**实物** 请随意摸摸看

(截面)



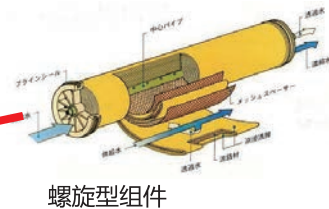
第一层：薄聚酰胺 (PA) 分离层  
(用于分离)  
第二层：聚砜层  
(用于涂层)  
第三层：PET无纺布  
(用于保持强度)

由于是由多种塑料构成的，因此，分类、回收、再循环非常困难

#### (2) 如何使用?



使用许多膜组件  
用大型泵加压过滤

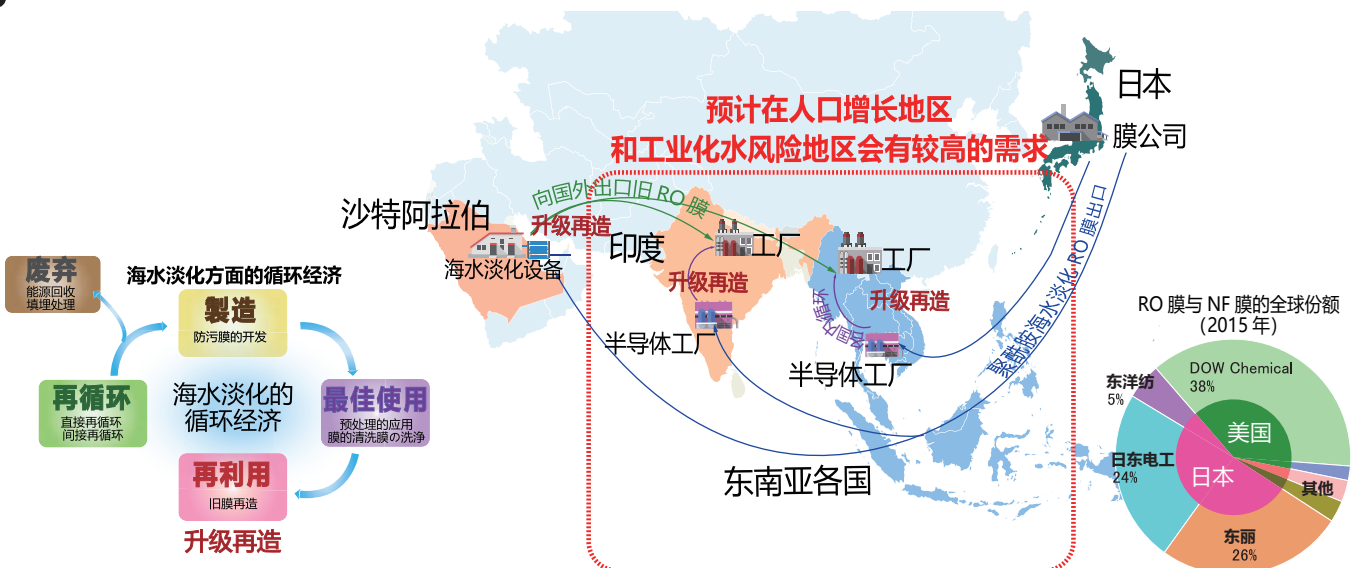


#### (3) 问题



尽管可以用于其他用途，但旧RO膜还是被废弃了

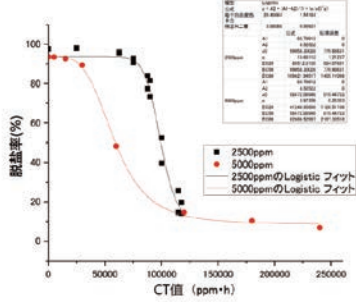
### 2 旧海水淡化膜全新利用方法的提案



### 3 独立开发的 RO 膜升级再造技术

#### 开发品 1: 脱盐率预测模拟器

pH · 与次氯酸浓度的影响



$$y = 8.7 + \frac{84.9}{1 + (x/a)^b}$$

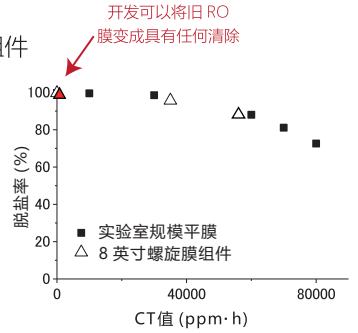
$$a = 1040 (\text{pH}) - 0.014 \times (\text{浓度})^{1.65}$$

$$b = 21.1 - 0.0034 \times (\text{浓度})$$

pH 与次氯酸浓度的影响

开发可以将旧 RO 膜变成具有任何清除

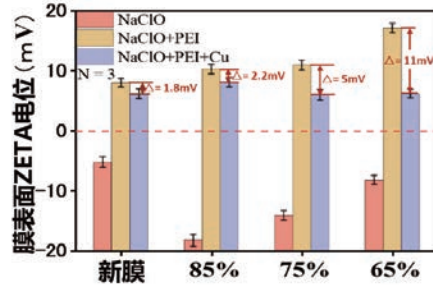
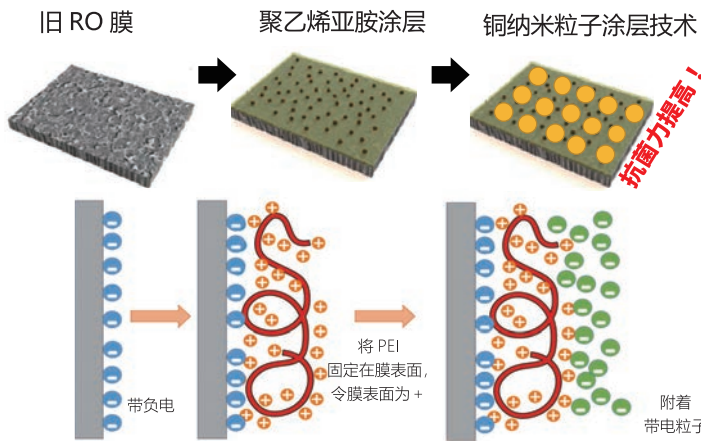
旧 8 英寸螺旋膜组件



利用模拟器, 已可以任意改变旧 RO 膜的脱盐率。

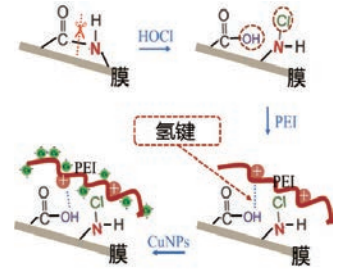
根据用途, 不对改变后的膜升级再造, 也可以直接利用 (ex: 除硼)

#### 开发品 2: 纳米粒子涂层技术

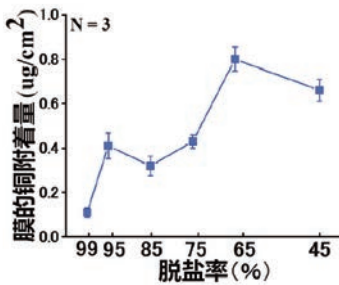


PEI 可以通过氢键结合在因氧化劣化而产生的羧基上

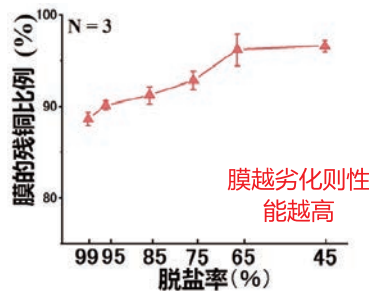
通过使用劣化的膜, 可以实现比以往更牢固的结合



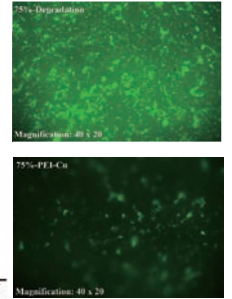
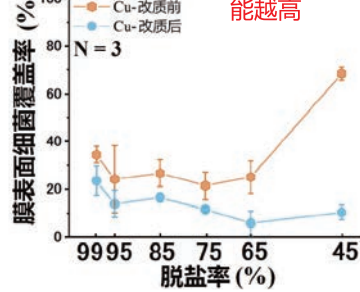
TEST1: 粒子保持量



TEST2: 剥离性



TEST3: 抗菌性



只靠令 PEI 溶液和铜纳米粒子溶液依次循环, 成功令铜纳米粒子粘着在膜表面上  
为膜表面增添抗菌功能, 成功提高了旧 RO 膜的价值 → 性能 UP + 售价 UP

### 4 本研究与传统技术的特征比较

	简便性	成本	非破坏性	保持量	耐久性	通用性
开发的方法	◎	◎	◎	○	○	○
接枝法	×	×	×	○	◎	×
合成成膜法	×	×	×	◎	◎	○
电化学沉积法	◎	◎	◎	×	×	○

开发的手法唯一、简便且成本低, 可以在不分解组件的情况下将粒子牢固地粘着在膜表面上

### 5 课题与今后的应用推广以及对企业的期待

课题 1: 多功能化 (粒子及原材料的提供)

- 抗菌性 → 银纳米粒子、氧化石墨烯、CNT 等
- 抗污性 → 钛纳米粒子, 细粉活性炭等
- 耐油性 → 特氟龙、陶瓷、纤维素纤维等
- 资源回收性 → 氧化锆 (磷酸)、螯合树脂 (硼) 等

课题 2: 实用化 (联合企业的形成)

- 在商品化时, 需要发挥 3 种作用的公司
- ① 旧 RO 膜的回收与分配公司
- ② 旧 RO 膜的再造与销售公司
- ③ 升级再造膜的机械设备公司