

# 海水淡水化装置

矢部孝

東京工業大学 名誉教授

MSP株式会社 代表取締役

東京工業大学 工学部・卒業、助手

大阪大学・レーザー核融合研究センター講師、助教授  
(レーザーによるミニ太陽の実現)

西独カールスルーエ原子力研究所・客員教授

東京工業大学 工学部・教授

(マグネシウム循環社会の提案、実施)

1999年 英国王立研究所200周年記念招待講演を行う

2009年 TIME 誌で環境のヒーローに選ばれる

2009年 ワールドテクノロジーアワードのファイナリストに  
選ばれ、現在フェロー

膜を使わず、周辺的环境を汚さない

稼働温度が20-70度

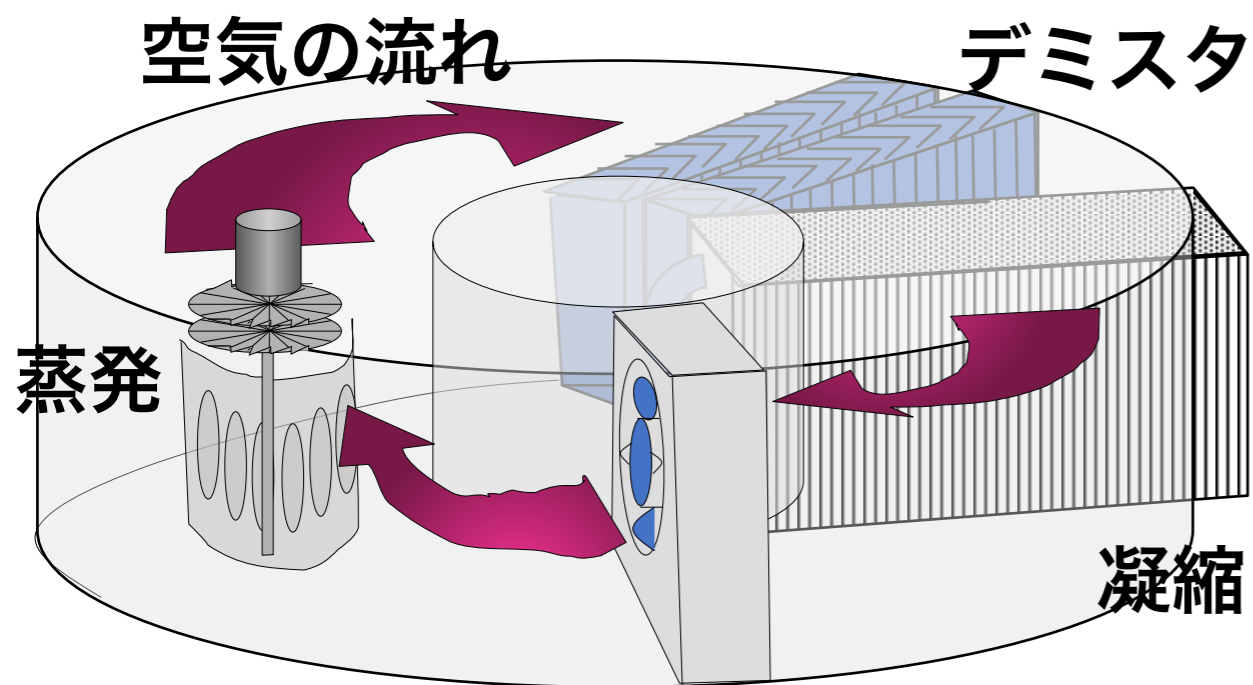
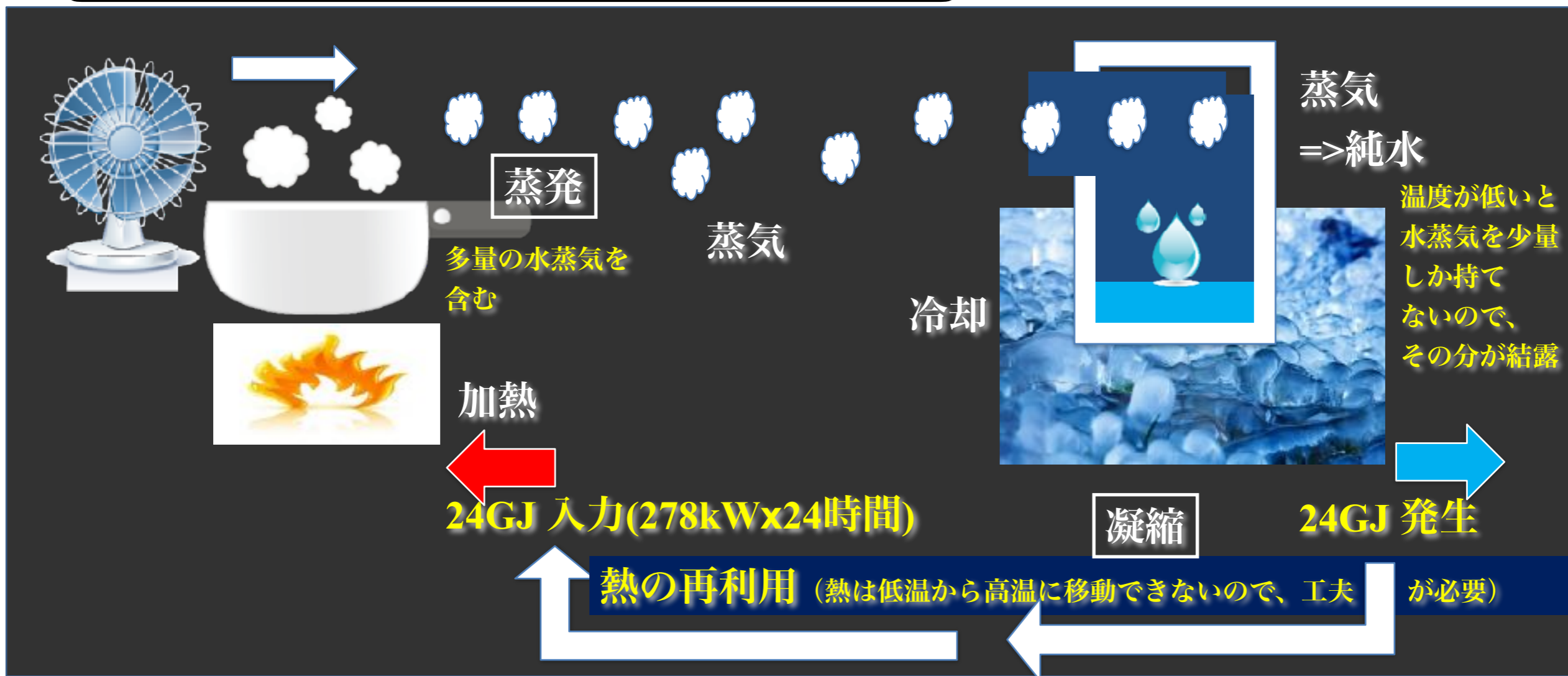
装置が小さい

使用エネルギーが小さい

太陽熱温水器でも稼働できる

塩を掬って取れる

# 熱を回収して再利用



加熱して蒸発した蒸気を冷たいところまで持ってくると、結露する。これで、蒸留水ができる。これを円筒内の空気の流れて実現したのが、左図である。結露の時には、エネルギーを放出するので、これを蒸発に利用できれば、効率の良い装置となる。

# 沸騰を利用しない蒸発法

水蒸気が出るには必ずしも沸騰は必要ない。従来は100Cの沸騰を利用してきたが、コーヒーは50Cくらいなのに湯気が出ている。しかも1気圧で。矢部はこれを利用した。矢部は、1974年に回転によって微細化する方法を提案した。

さらに、多数のモジュールを並べる多段法をやめて、真ん中の図のように、横にプロペラを並べることで、同じ効果があることを示した。これで多段が一つのモジュール内で実現した。これをさらに右図のように並べることで、超多段が実現した。これで、熱の運搬役の純水を全体に配置することができた。

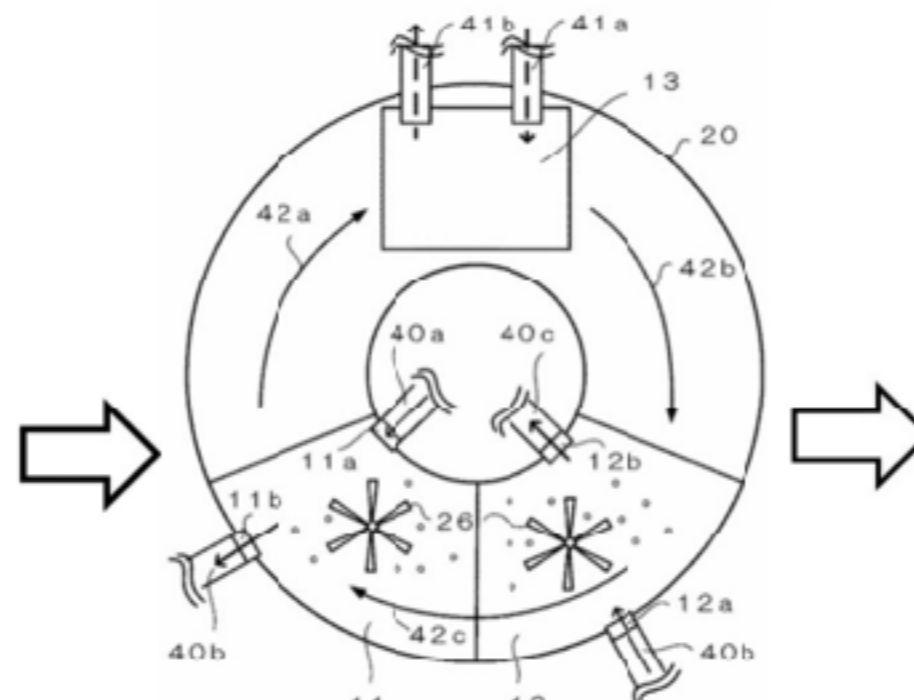
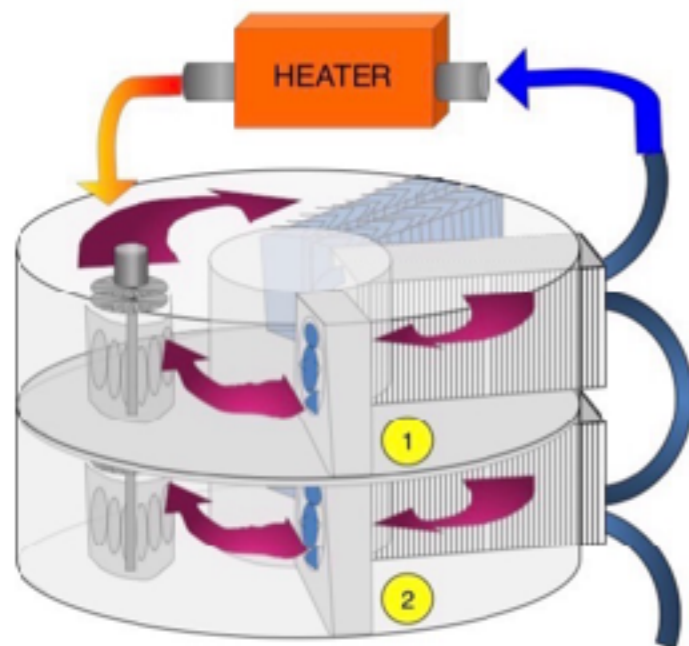
沸騰

内部から気泡発生  
沸点温度以下では起こらない

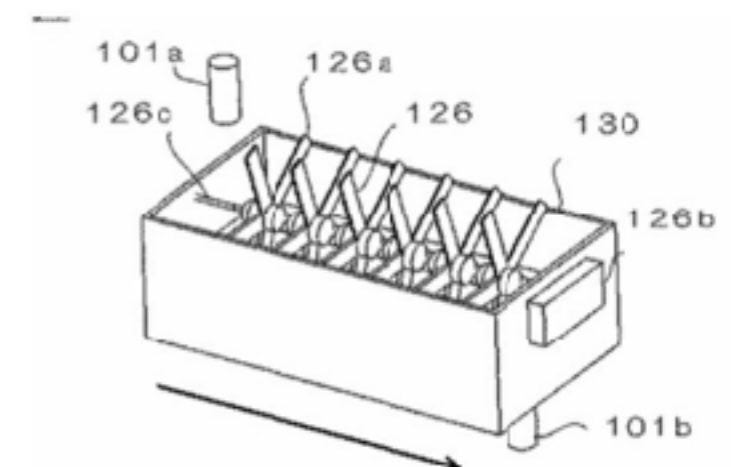


蒸発

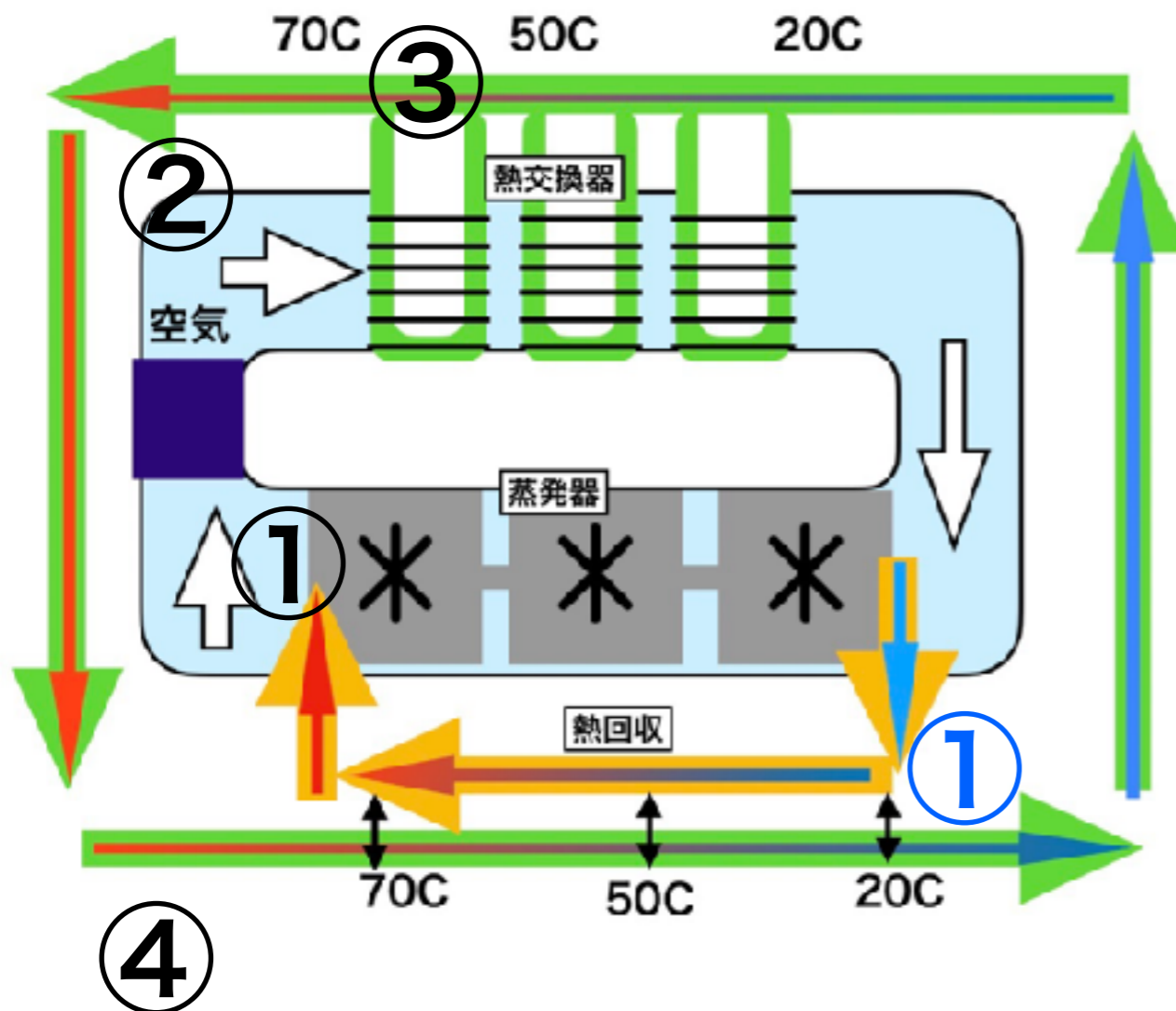
表面から発生  
沸点温度以下でも起こる



特許第6354030号

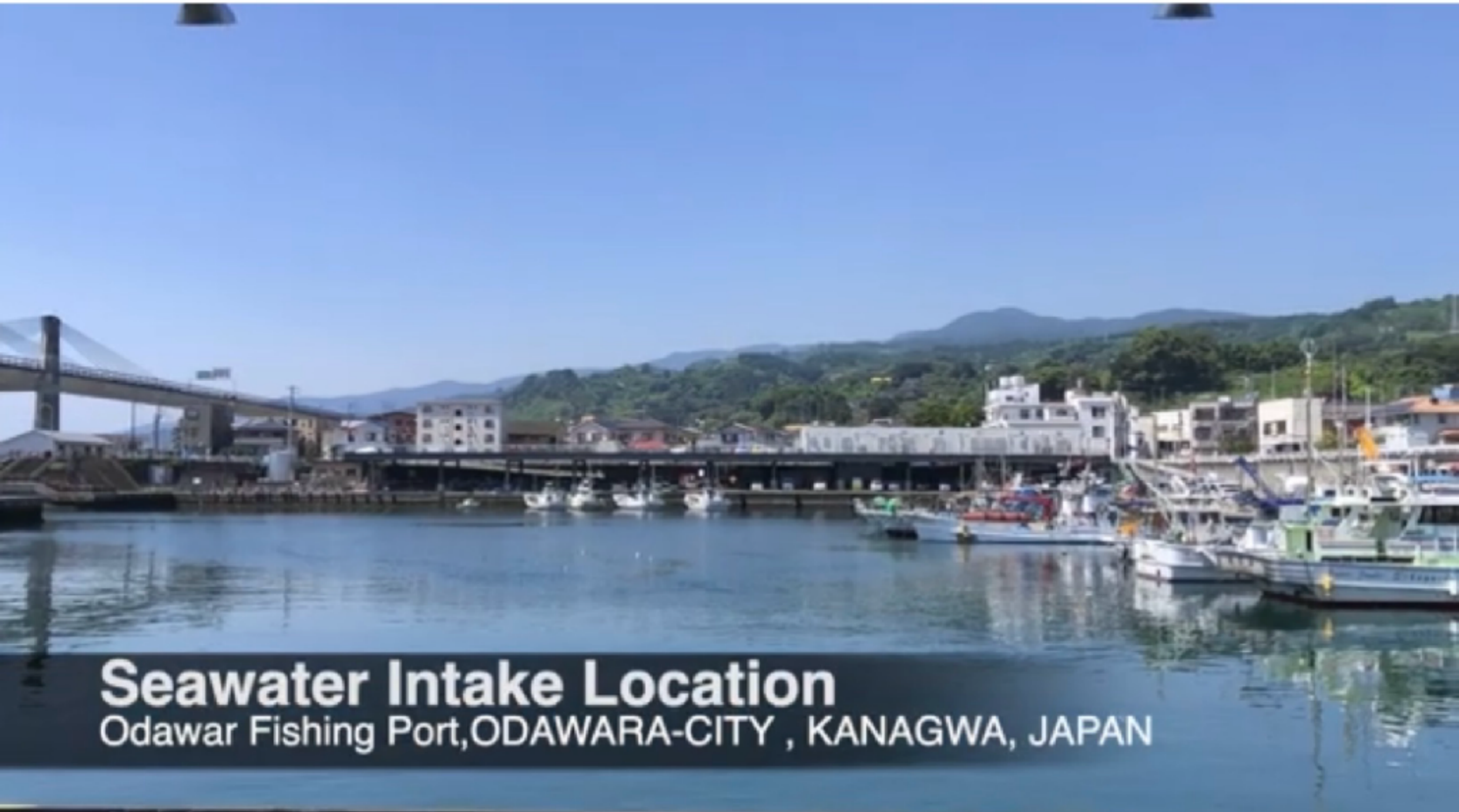


- ①70度に加熱した海水が、蒸発する ①蒸発によって温度が下がる
- ② ①でできた蒸気は、風に流され、熱交換器に
- ③熱交換器を流れる冷たい水が、②の熱い蒸気によって 70度まで加熱される。蒸気は逆に冷やされ、結露する(凝縮) 蒸留水ができる
- ④ ③で、70度まで加熱された熱水が、①で冷やされた海水を加熱 熱が回収された



熱が常に回収されるので、外部からの加熱は不要  
 しかし、実際にはどこかで熱損失があるので、その分を補う熱は必要

# 小田原漁港から海水採取



**Seawater Intake Location**

Odawara Fishing Port, ODAWARA-CITY , KANAGAWA, JAPAN

**左側に淡水化装置、右上に海から採取した海水タンク**

**右下は、製造された蒸留水のタンク**



<https://youtu.be/OPPIwiKK3Ac>

# 稼働中の淡水化装置



溜まった塩は掬って採れる



# 海水淡水化法の比較



●有利

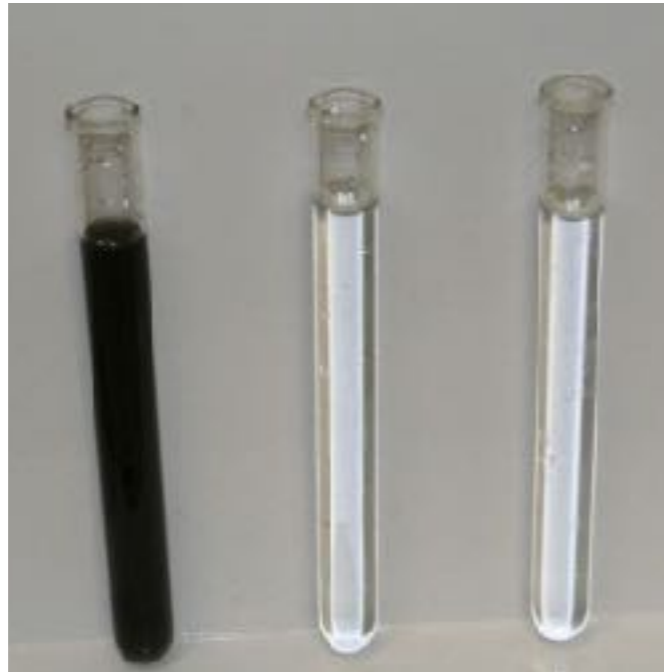


✗不利

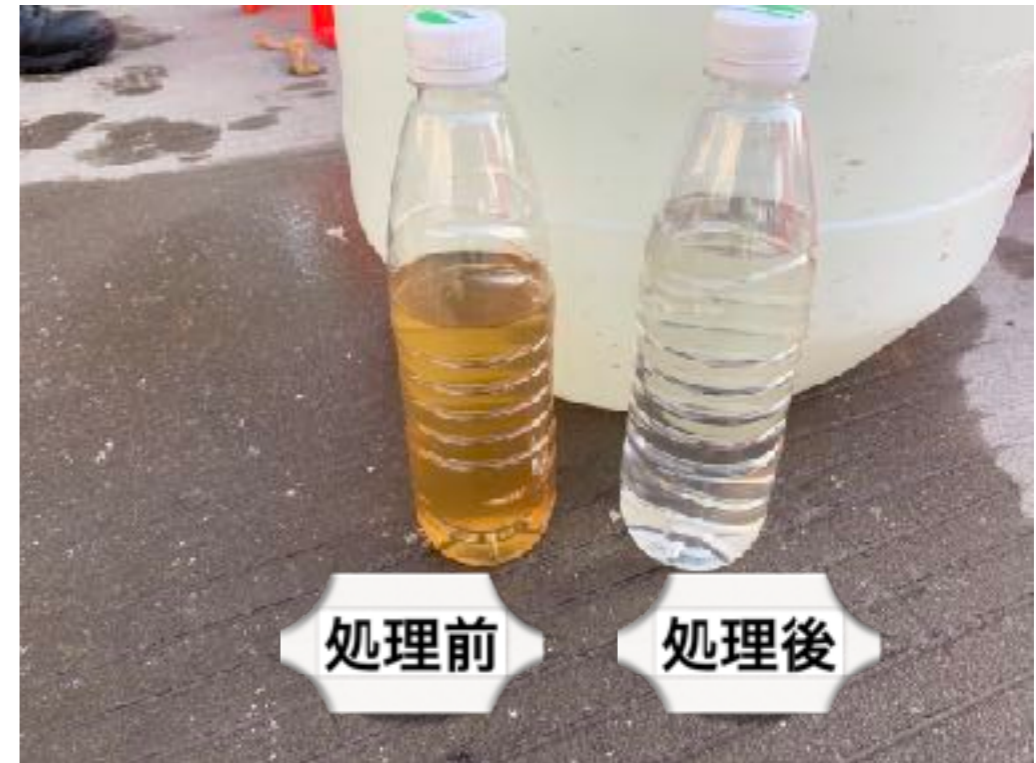
矢部式	逆浸透膜	多段フラッシュ法
膜を使用しない	膜を使用	膜を使用しない
維持費小	維持費(膜交換)大	維持費小
塩分等を排出しない	塩分等を排出 環境破壊	塩分等を排出 環境破壊
塩分等資源利用	資源利用不可	資源利用不可
太陽熱利用可。 太陽利用効率100%	太陽熱不可 太陽電池のみ(太陽利用効率10-30%)	太陽熱不可 使用エネルギー巨大 発電所に併設
沸騰でなく、蒸発を使う。大気圧、温度20-70℃で動作。	高圧(あるいは遠心力)で押し出す	沸騰を使う。減圧が必要。
熱再利用、必要エネルギー小。 太陽熱は夜間でも動作可能	電気必要、太陽電池だと夜間は動作せず	効率悪い。
あらゆる物質を除去	ホウ素などの細かい粒子は除去不能	能力不明
廉価	中程度	高価
汚水にも使用可	汚水使用不可 汚物を洗い流せない	大きすぎて使用不可
低温殺菌(70℃)	殺菌なし	不明

# あらゆる物質を除去

污水处理場の水（左）を浄化し、すべての成分を除去した(右)。



墨汁も完全除去



## 矢部の装置をテストした結果

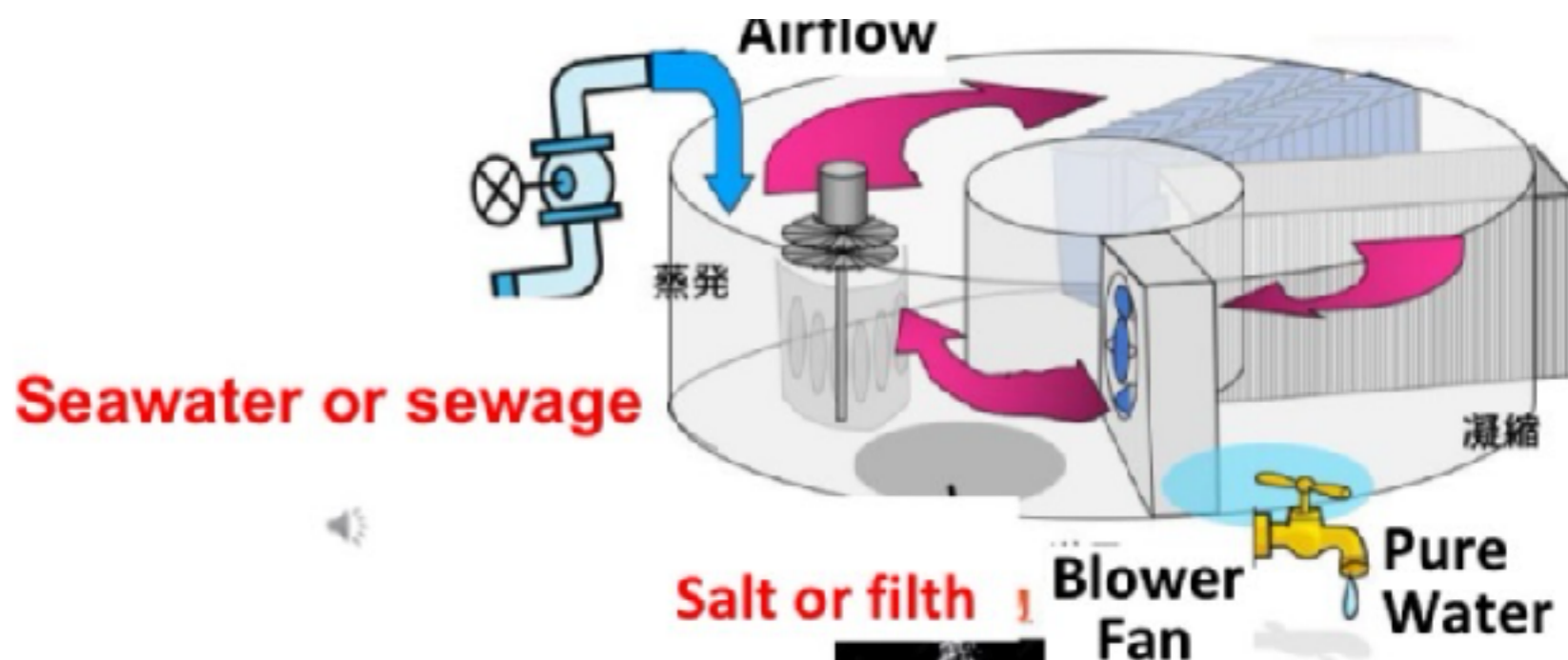
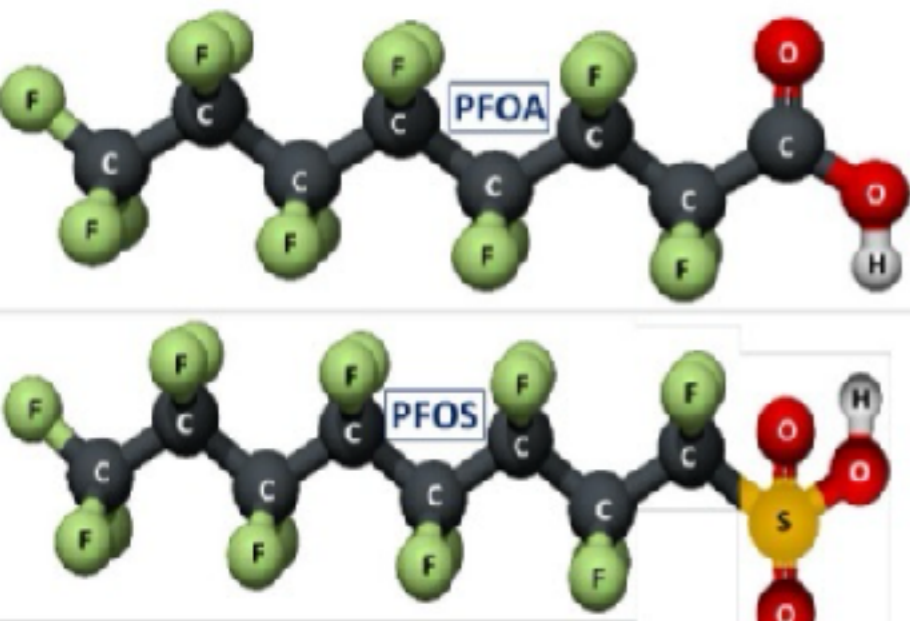
簡易的試薬（Water safe:Silver Lake Research Corporation製）にて調査

液	塩分濃度	細菌（大腸菌）	鉛	農薬（アトラジン） 農薬（シマジン）	硝酸性窒素 亜硝酸性窒素	亜硝酸性窒素	塩素	pH	硬度
	0.0045%以下	検出なきこと	15ppb以下	3ppb以下	10ppm以下	1.0ppm以下	4ppm以下	6.5~8.5	50ppm以下
海水そのもの	3.06	陰性	陰性	陰性	0	0	0	10	425
生成水（7/31）	0.00	陰性	陰性	陰性	0	0	0	8	50

# 矢部法1回でPFAS 80%低減

PFASは有機フッ素化合物の総称。癌を引き起こす可能性があるため日本では、PFOS/PFOAは、**50ng/L以下**に規制されている。水1gに1兆分の50gというわずかな量。主な除去方法は、活性炭し1100度で焼却する必要があるのに、そのまま放置して、水源が汚染された例がある。

PFASは、半導体メーカーが使用するフォトレジスト液やエッチングチャンバーガスなど多数に使用しているが、半導体企業は詳細を公開していない。矢部式淡水化装置を用いて、各務原市から提供された**汚染水570ng/L**を一回で**180ng/Lまで80%低減**した。二回行えば基準値以下となる。

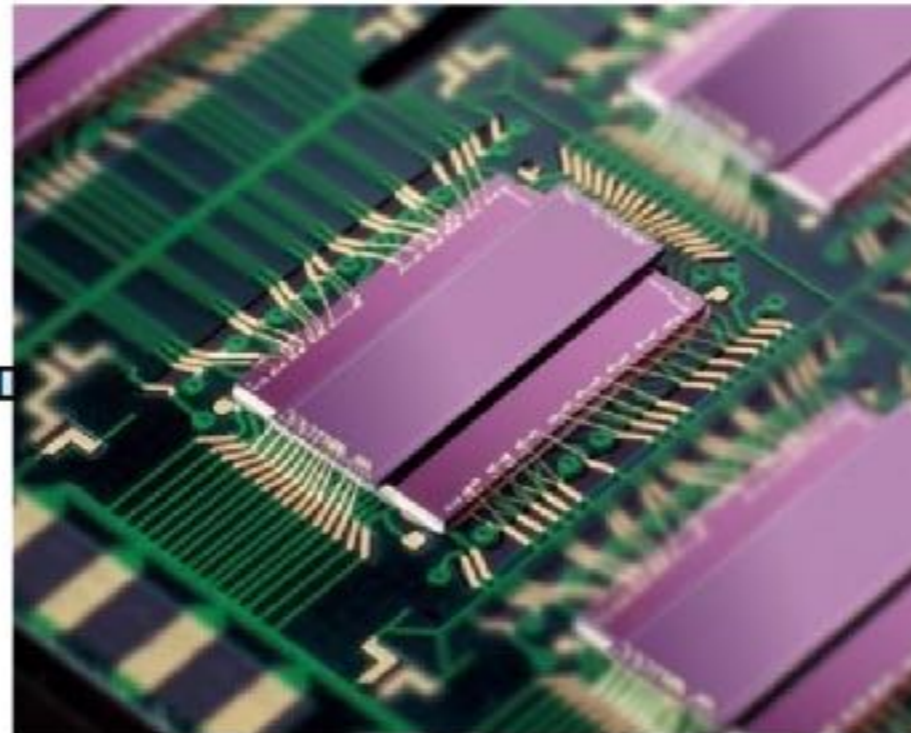


# 半導体工場の水問題の解決

## TSMC in 台湾

12万トン／日の水を使用

海水から  
純水製造



廃水から  
純水製造



塩分濃度0.00%に

PFOS,PFAS等の有機フッ  
素化合物による汚染

# 災害用移動純水製造装置

海から海水を取水し（現地の汚水も可能）

被災地へ輸送しながら、

エンジン排熱、灯油、太陽熱、ごみ焼却排熱等で浄水を製造

軽トラックモデル

最大積載量 350kg



2トン-トラックモデル

最大積載量 2000kg



2m



1日1-10トン  
モデル

# 災害用移動純水製造装置

矢部式装置の10トン

純水製造必要熱量は通常

24,000MJ==> 矢部法840MJ以下

一家庭の風呂用水の使用量は、

200L/回、

10トンだと、**50軒分**

燃料タンク(法的規制)	ガソリン200L.	軽油1000L
熱量	34.6MJ/L	38.2MJ/L
10トン製造への必要量	24L	22L
製造能力	8日分.	<b>45日分</b>



# 矢部法を広める戦略

すでに世界中にRO法等による淡水化装置が設置済み

==>しかし、高塩分濃度の排出が環境汚染に

==>新しい方法が必要

==>すでに設置されている装置をどうする

==>コバンザメ商法

既存の装置に設置、高塩分濃度排水を処理

& 塩、マグネシウム等を製造

& 浄水製造量が3倍に

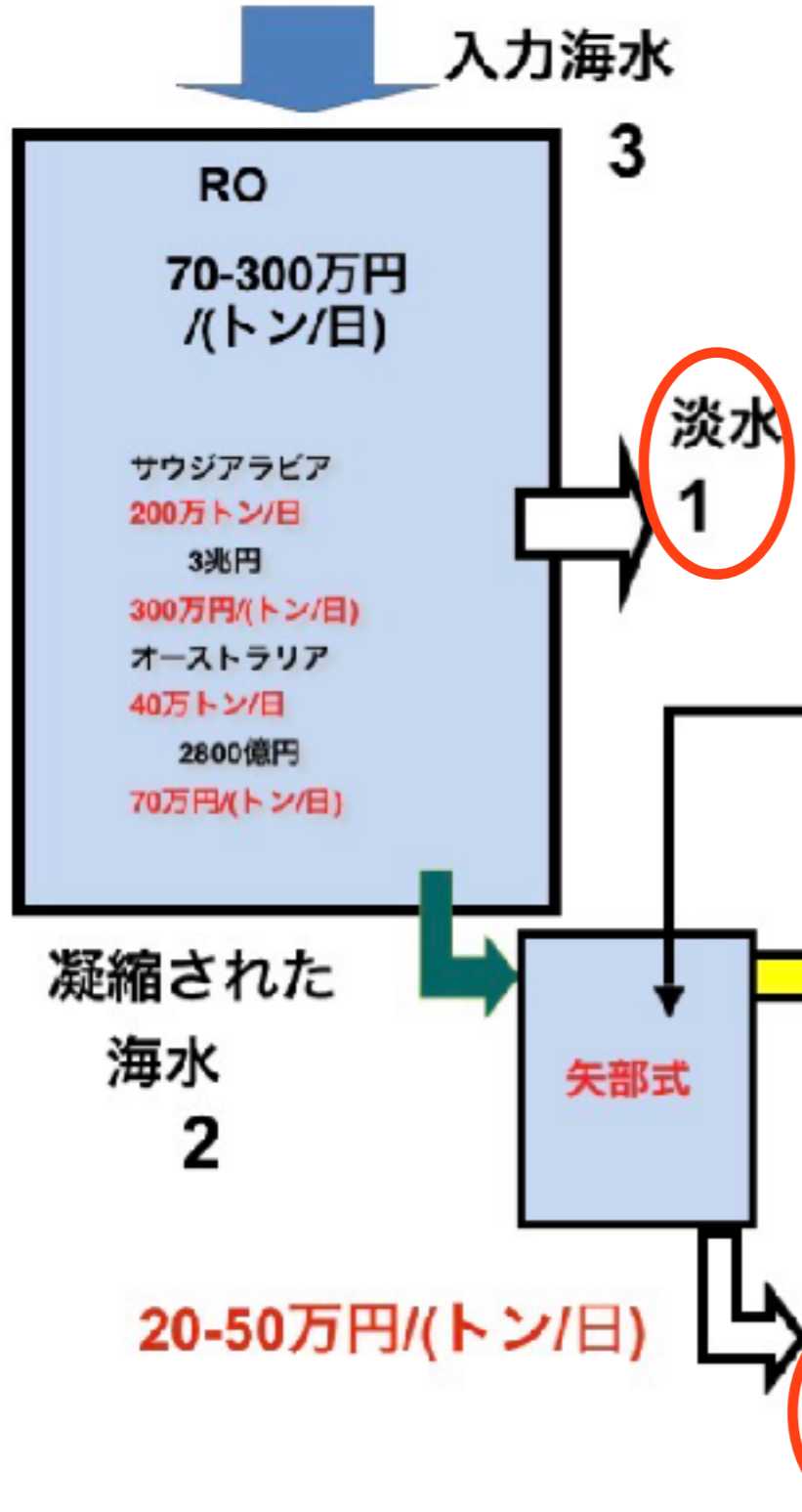
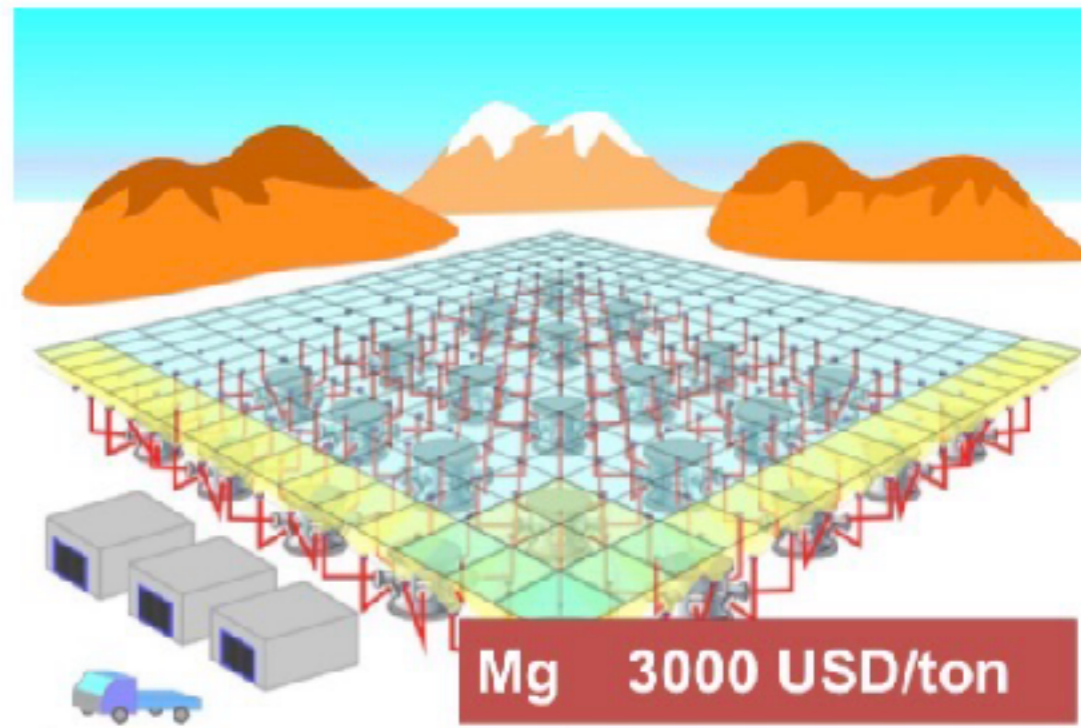
& 既存の装置数分の需要

==>新規装置は矢部法のみ

# コバンザメ戦略 Remora Strategy

Remora, Sharksucker (Shark = 鮫 sucker = 吸盤)

船、亀、大きなさかなにくっついて移動



< 1USD/ton  
リサイクルしたMgを燃料とする

NaCl 700 USD/ton

MgCl<sub>2</sub> 250 USD/ton

KCl

燃焼した灰MgO

Mg 3000 USD/ton

Mg精錬工場へ