

# CNT/PA複合RO膜モジュールを用いた実海水での淡水化実証

CNT: Carbon Nano Tube, PA: Polyamide

- ① **ロバスト(頑強)性**が特長のCNT/PA複合RO膜を用いた**革新的な海水淡水化プラント**を開発中
- ② **汚れに強く透水性の高いRO膜**により**薬品・廃棄物削減, 省エネルギー**な環境調和型海水淡水化プラントを考案(図2)
- ③ CNT/PA複合RO膜モジュールを用い、**実海水から淡水を造るパイロット試験を2019年度から開始**

## 1. 背景と目的

本プロジェクトは、既存技術の延長では不可能な**“ロバスト(頑強)な分離技術”**による**革新的な「造水・水循環システム」**の開発を目指す。中でも「海水淡水化」の脱塩処理に適用する革新的RO(Reverse Osmosis: 逆浸透)膜の開発を第1のターゲットとして社会実装を進めている。低環境負荷、SDGsへの貢献が求められる社会潮流を見据え、海水淡水化プラントに対する**発生廃棄物の削減、省エネルギー化**、多様な地域で普及可能とする**低コスト化と安定したオペレーションの実現**をめざす。その起点としてプラントの核となる**RO膜のファウリング、特にバイオフィリングの抑制**に注目し、開発を進めている。

### 市場動向

- 逼迫する水需要への対応として、淡水化設備は2030年までに倍増する<sup>1)</sup>
- 中東が最大の導入エリアであるが、新興国、島しょ国などへの導入も進む

1): Desalination Markets 2016, Global Water Intelligence, DesalData

### 社会潮流

- SDGs No.6: 2030までにすべての人に水と衛生へのアクセスを確保する
- 2050年には人口増加と社会発展により、2000年と比較して世界の水摂取量が5%増大すると推定<sup>2)</sup>
- 中東では今後都市化の進行、産業多角化に伴う海洋汚染、低炭素化、環境活動への投資が進む
- 島しょ国、沿岸地域では温暖化による海面上昇のため水資源が塩水化、海水淡水化の導入が進む
- 海水淡水化の導入加速により廃棄物発生、それによる生活資源の海洋環境への影響が懸念

2): Pamphlet of Global Aqua Innovation Center

### 安定造水を起点とし、環境負荷低減(発生廃棄物削減)・環境保護を実現する環境調和型海水淡水化プラントを構築

Ex: 洗浄、膜汚染防止の薬剤、廃棄物削減/設備の規模縮小、簡易化による発生廃棄物削減、環境資源の確保

### 技術課題

- RO膜表面に汚れが付着し、膜性能が低下、安定造水できない
- 薬品洗浄頻度の増大による廃棄物発生(薬品、廃RO膜)
- ROファウリング対策で用いる前処理設備での廃棄物発生
- 運転圧力の増加による消費エネルギーの増加

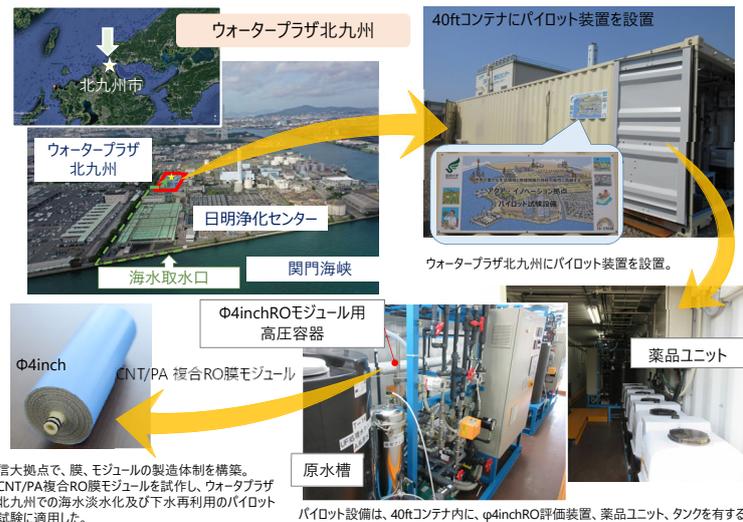


## 2. 検討方法

■ **革新的プラントシステムの提案とCNT/PA複合膜モジュール仕様のバックキャスト**  
研究から生まれるシーズを基に実用化を発想する「フォアキャスト」型ではなく、低環境負荷、SDGsへの貢献が求められる**社会潮流に対応した革新的プラントシステムの実現に必要な仕様を「バックキャスト」**してCNT/PA複合膜の仕様を策定し、研究開発を推進している。

### ■ 実海水を用いたパイロット試験の推進

開発したCNT/PA複合RO膜モジュールを用い、実海水から淡水を造る**パイロット試験を2019年度から開始**した。季節変動を考慮した長期間の連続運転によって実証試験を行い、CNT/PA複合RO膜の優位性評価と考案システムの実現性を検証する。

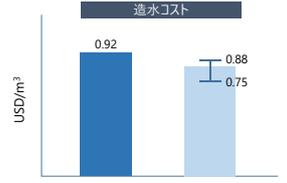
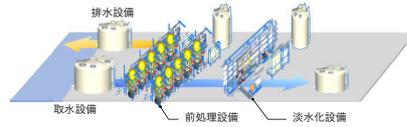


## 3. 結果と考察

### ■ 考案した革新的プラントシステムの概要

CNT/PA複合RO膜が持つ**耐ファウリング性、高ロバスト性に着目**し、その特長を十分に生かした海水淡水化プラントシステムとして、**(1)薬品および廃棄物量の削減、(2)前処理の簡略化、(3)省エネルギー**を特長とするシステムを考案した(図2)。

[従来の海水淡水化システム]



[CNT/PA複合RO膜を用いた革新的海水淡水化システム]

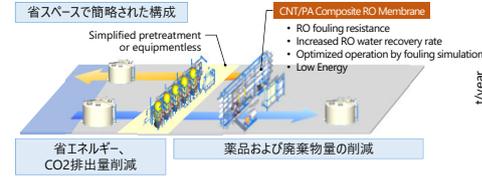


図2 提案した革新的海水淡水化プラントシステムの概要

試算では提案した革新的海水淡水化プラントシステムは従来のシステムと比較して**~18%の造水コスト削減効果および~72%の廃棄物削減効果を持つことが確認**された。海水淡水化設備の環境負荷を懸念する声が高まっており、環境調和型の海水淡水化設備がより安価に実現されることで社会インフラとしての海淡の役割は大きく広がるものと考えられる。

### ■ パイロット試験経過

CNT/PA膜の膜ファウリングに対する優位性評価および前処理簡易化の実現性検証を目的に、UF処理海水を原水として2019年7月より約2年間の運転を実施した。運転後の膜表面について、市販膜に対し着色が少なく、付着物量が少なかった。また、膜汚染の指標である**モジュール通過圧損の上昇が従来膜よりみだらからであったこと**からCNT/PA膜の優位性を確認した。

表1 パイロットプラント運転条件

目的	運転条件	評価
膜ファウリングに対する優位性評価 前処理簡易化の実現性検証	膜ファウリングが発生しやすい先端側の膜に着目してテストを実施。実際の先端側の膜と同じフラックス・回収率条件でテストを実施。	膜汚染の指標である通水差圧について変化傾向を評価

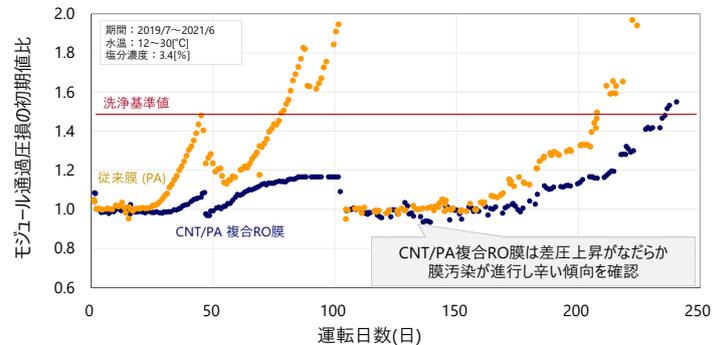


図3 パイロットプラント連続運転結果

## 4. 今後の課題

- 想定しているシステムの成立性の検証に向けた長期間の運転実証による評価
- 本開発成果の社会実装に向け、膜、モジュール、システムのスケールアップ、信頼性の確保など実際の製品化に向けた検討
- 本システムの環境価値、経済価値、社会価値の定量化とマーケティング

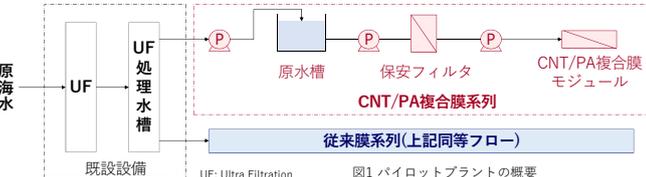


図1 パイロットプラントの概要