

# 『モジュール用新規スペーサの開発に成功』

発表者；遠藤 守信 (COI 拠点研究リーダー、信州大学特別特任教授)、竹内 健司 (信州大学工学部准教授)、北野 宏樹 (COI 拠点研究員、北川工業株式会社)

## 発表のポイント

- ◇原水中に含有する天然有機物に対して優れた防汚性を有する革新的な原水スペーサを開発
- ◇実験およびシミュレーションによって防汚機構を解明し、分離膜の科学と技術に貢献
- ◇本研究成果は、国際学術誌 (米国化学会、ACS Omega ” Enhanced Antifouling Feed Spacer Made from a Carbon Nanotube-Polypropylene Nanocomposite” ) に Web 掲載

## 1. 発表の概要

これまで逆浸透 (RO) 膜表面における防汚性についての成果を発表させていただきました。このたび、新たな試みとして RO 膜のモジュール構成部材として重要な「原水スペーサ」の防汚性に係る研究成果が得られましたので発表させていただきます。

かかる原水スペーサには、原水 (海水など) を RO 膜面間に間隙を確保して水流を流し易くし、またその特異な形状により濃度分極を防ぐ効果があります。さらに RO 膜と同様に表面に汚れ成分が付着しにくい機能や圧力損失の低減などが必要です。そこで、その耐防汚性の原理を原水スペーサに展開して一般的なスペーサ材料であるポリプロピレン (PP) とカーボンナノチューブ (CNT) を複合することで CNT/PP 複合原水スペーサを調製しました (図 1)。

CNT/PP 複合原水スペーサは、クロスフロー透水評価によるファウラント (BSA : ウシ血清タンパク) の防汚性試験により、従来の PP 材と比べて優れた防汚性を示しました。この優れた特性は、実験やシミュレーション結果により、CNT/PP 複合原水スペーサは PP 原水スペーサと比べて、①BSA の接触面積が小さい、②スペーサ表面結合水が多い、③弱い負の表面帯電、④平滑な表面などの誘導によって発現することが分かりました。また、市販 RO 膜上に設置した各スペーサの 24h ごと 144h までの蛍光顕微鏡画像 (蛍光体 FITC を BSA に染色、BSA が付着するほど緑に光る) を図 2 に示します。PP 原水スペーサについては、時間経過と共に BSA がスペーサ表面に付着するが、CNT/PP 複合原水スペーサは CNT 含有量に関わらず、付着しにくいことが確認されました。また、CNT/PP 複合原水スペーサの蛍光強度は時間が経過しても増加しないが、PP 原水スペーサの蛍光強度は BSA 曝露時間が増えるにしたがって顕著に増加しました (図 2)。これらの結果は、CNT/PP 複合原水スペーサが BSA に対して高レベルの防汚性を有することを示しています。

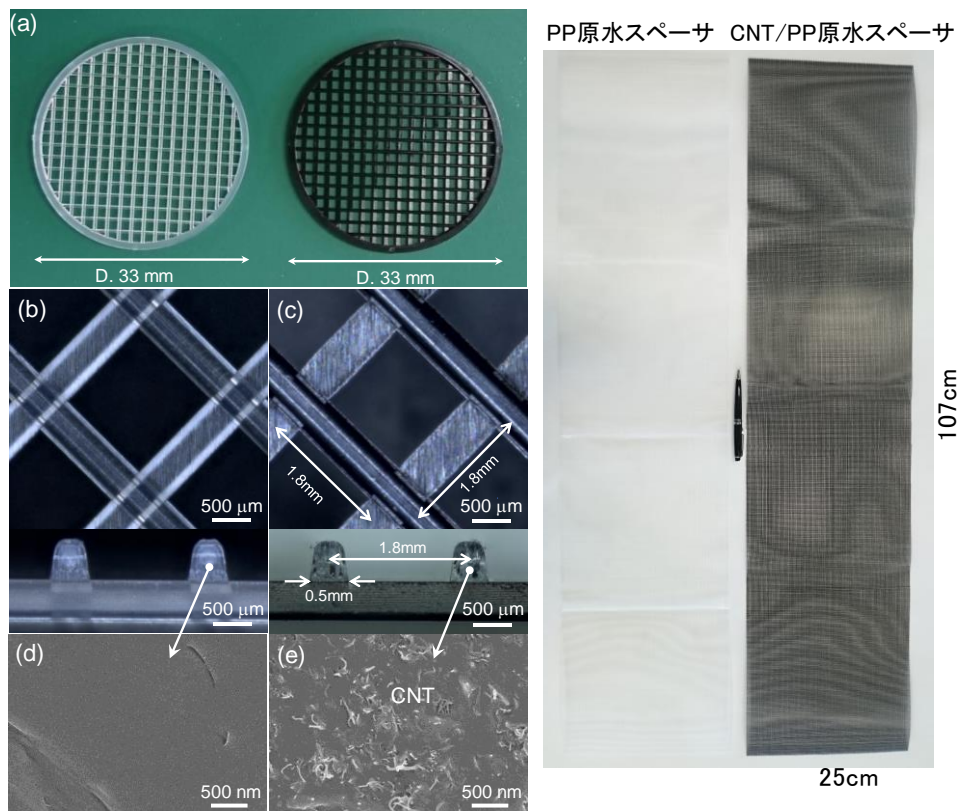


図1 調製したPPとCNT/PP複合原水スぺーサの外観(a)と拡大(b, c)、15wt.%CNT/PP複合原水スぺーサの断面写真(d, e)、試作した大型PP原水スぺーサとCNT/PP原水スぺーサ

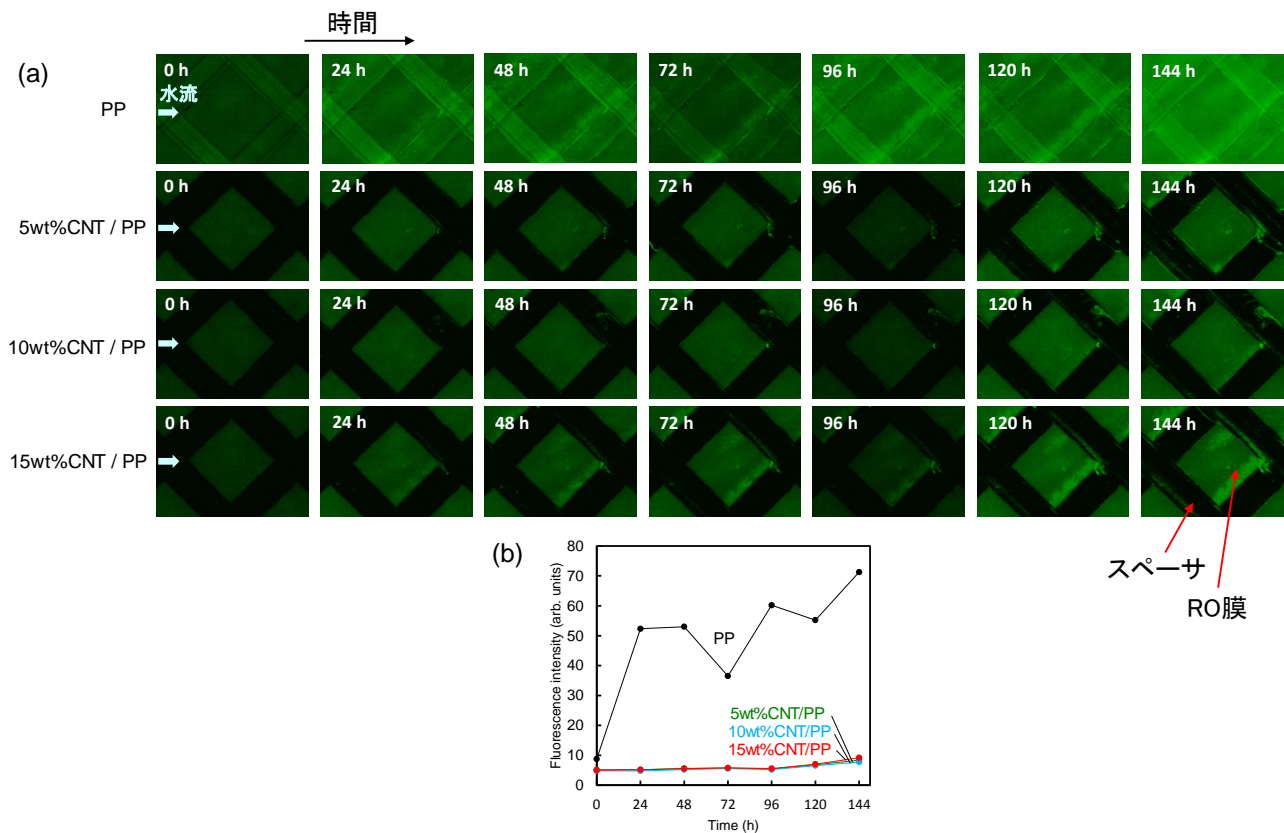


図2 クロスフロー透水試験(24hごと144hまで)によるPPとCNT/PP複合原水スぺーサの蛍光顕微鏡像(BSAフラウラントにFITCを染色)(a)、スぺーサ表面の蛍光強度を透水時間に対してプロット(b)

## 2. 今後の展開

今回実証された CNT/PP 原水スパーサの天然有機物に対する優れた防汚性は、本拠点が掲げる造水コスト低減に対しても大いに寄与するものです。さらに乱流の発生を小さくして圧力損失を低く抑えることが期待でき、殊に各種水処理における膜モジュールの部材として有望であり、広範囲の用途に使用することが期待されます。また、先に発表した耐防性を有する RO 膜と併用することで更なる効果が得られると考えられます。海水淡水化はもちろんのこと、無機ファウラントが多く含有する地下水、工業用水および下水処理にも適用できると期待され、一般水処理分野に加えて、生物、医薬品、有機廃棄物および食品加工分野への応用も有望であります。

連携する企業とともにスパーサ形状の最適化およびモジュール化、プラントにおけるシステム全体の最適化を経て、「地球上の誰もがきれいな水を手に入れられる社会」の実現に寄与するべく、産学官連携により社会実装を目指して研究・開発をさらに推進してまいります。

**論文発表** ; Hiroki Kitano, Kenji Takeuchi\*, Josue Ortiz-Medina, Rodolfo Cruz-Silva, Aaron Morelos-Gomez, Moeka Fujii, Michiko Obata, Ayaka Yamanaka, Shogo Tejima, Masatsugu Fujishige, Noboru Akuzawa, Akio Yamaguchi, Morinobu Endo\*, Enhanced antifouling feed spacer made from a carbon nanotubes-polypropylene nanocomposite, ACS Omega 4(13), 15496-15503 (2019), 13 September (web)

\*Corresponding author

\*\* センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

科学技術振興機構(JST)による公募型研究開発プログラムの1つです。将来社会に潜在する課題とあるべき社会の姿、暮らしの在り方を見据えたビジョンに基づき、企業だけでは実現できない革新的なイノベーションを創出すると共にイノベーションプラットフォームを整備することを目的として、産学連携による研究開発に取り組んでいます。

信州大学は、ビジョン3「活気あふれる持続可能な社会の構築」の1つで、「世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献するアクア・イノベーション拠点」の中核機関です。

- ・プロジェクトリーダー(PL) 都築浩一(日立製作所)
- ・研究リーダー(RL) 遠藤守信(信州大学特別特任教授)
  - 《中核機関》国立大学法人信州大学
  - 《中心企業》(株)日立製作所、東レ(株)
  - 《サテライト機関》国立研究開発法人理化学研究所
  - 《共同実施機関》一般財団法人高度情報科学技術研究機構、昭和電工株式会社、北川工業株式会社、トクラス株式会社、栗田工業株式会社
  - 《COI-S 機関》国立研究開発法人海洋研究開発機構
  - 《共同実施機関》学校法人中央大学
- ・研究開発期間 平成25年度～平成33年度(予定)

## 3. お問い合わせ先

〈研究に関すること〉

竹内 健司(アクア・イノベーション拠点サブ研究リーダー、水環境・土木工学科准教授)

Tel 026-269-5626, E-mail takeuchi@endomoribu.shinshu-u.ac.jp