

1P280 垂直配向カーボンナノチューブアレイ/高分子複合膜の作製と液体透過挙動

(東工大・物質理工) ○佐伯章斗, 張紹玲, 白濱志帆, 芦沢実
(岡山大・自然科学) 井上寛隆, 林靖彦, (東工大・物質理工) 松本英俊

[緒言]

膜分離は、省エネルギー、低環境負荷のプロセスであり、環境、エネルギー、バイオに関連する広い分野で利用されている。高分子分離膜の課題である選択性と透過性のトレードオフを打破するためのアプローチとして、高い選択性と透過性を両立している細胞膜の構造を模倣し、膜面に垂直配向したカーボンナノチューブ (VA-CNT) を膜貫通型のチャネルとして用いる研究が行われている。CNT 内では壁面の平滑性と疎水性によって水分子が高速で透過することが報告されている^[1]。一方で CNT 内の水分子は大気圧下室温近傍で固体状態にあることも報告されている^[2]。我々は、これまでに VA-CNT 膜における透水挙動が室温近傍で大きく変化することを報告しているが、詳細なメカニズムは明らかになっていない^[3]。本研究では VA-CNT 膜における液体透過挙動のメカニズムを明らかにすることを目的として、化学気相成長 (CVD) 法とフッ素系高分子の気相蒸着重合を用いて有機溶媒耐性を持つ VA-CNT アレイ/高分子複合膜を作製し、有機溶媒透過挙動の温度依存性を調べた。

[実験]

VA-CNT 膜は **Figure 1** のスキームに従って作製した^[4]。Fe 触媒をスパッタリングした Si 基板上に CVD 法により二層 CNT を垂直に成長させ、得られた VA-CNT アレイの空隙に気相蒸着重合により Parylene AF4 (poly(α,α,α' -tetrafluoro-*p*-xylylene)) を充填した。その後複合膜上部に堆積した過剰な Parylene AF4 の除去と CNT 先端の開口を目的として酸素プラズマ処理を行った。さらに Si 基板と Fe 触媒を除去した後、純水による洗浄を行い、厚さ 70 μm の VA-CNT/高分子複合膜を得た。また得られた複合膜について全量濾過方式のセルを用いて、圧力差 0.1 MPa、測定温度 (T) = 15~43°C の条件下で水およびヘキサンの透過流束 J [$\text{mL} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$] を測定した。

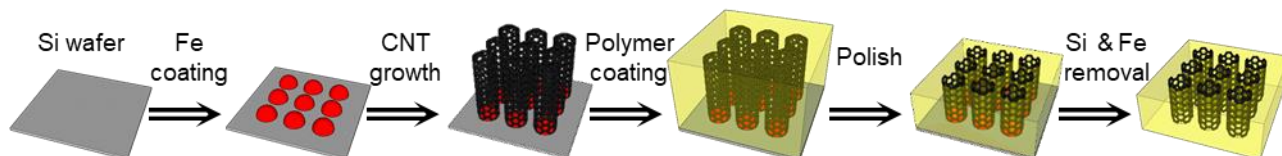


Figure 1. Schematic of fabrication of VA-CNT/polymer composite membrane.

[結果と考察]

Figure 2 にヘキサンと水の透過流束の温度依存性を示す。水は 26°C 以下では膜を透過せず、透水挙動の温度依存性は 36°C 付近で活性化エネルギー (E_a) が変化する結果を示した。一方ヘキサンは、測定温度域の下限である 15°C でも膜を透過し、水の場合と異なり、測定温度域における透過現象は一つの活性化エネルギーを用いて説明することが出来た。詳細な議論については当日報告する予定である。

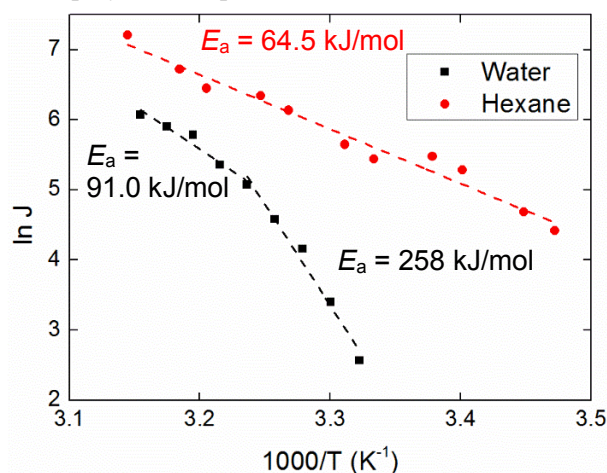


Figure 2. Temperature dependence of hexane and water fluxes through VA-CNT/polymer composite membranes.

References

- [1] Siwy, Z., *Science* **357**(6353), 753 (2017);
- [2] Maniwa, Y. *et al.*, *Chem. Phys. Lett.* **401**, 534 (2005);
- [3] Shirahama, S. *et al.*, *Carbon* **146**, 785 (2019);
- [4] Matsumoto, H. *et al.*, *Carbon* **120**, 358 (2017).

Organic Liquid Permeation Behavior through Vertically-Aligned Carbon Nanotube Array/Polymer Composite Membranes. Akito SAEKI, Shaoling ZHANG, Shiho SHIRAHAMA, Minoru ASHIZAWA, Hirotaka INOUE, Yasuhiko HAYASHI, and Hidetoshi MATSUMOTO (Department of Materials Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1, Meguro-ku, Tokyo 152-8552, Japan), Tel/Fax: +81-3-5734-3640, E-mail: matsumoto.h.ac@m.titech.ac.jp