

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2025.06.10] [Update : 2025.04.14]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	24GA0103
利用課題名 Title	多孔性ナノシート含有薄膜の作製
利用した実施機関 Support Institute	香川大学 / Kagawa Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
ARIM半導体基盤PF 関連課題 Related to ARIM-SETI	指定なし / No Designation
横断技術領域 Cross-Technology Area	計測・分析/Advanced Characterization
重要技術領域 Important Technology Area	次世代ナノスケールマテリアル/Next-generation nanoscale materials
キーワード Keywords	電子顕微鏡/ Electronic microscope, ナノシート/ Nanosheet

利用者と利用形態 / User and Support Type

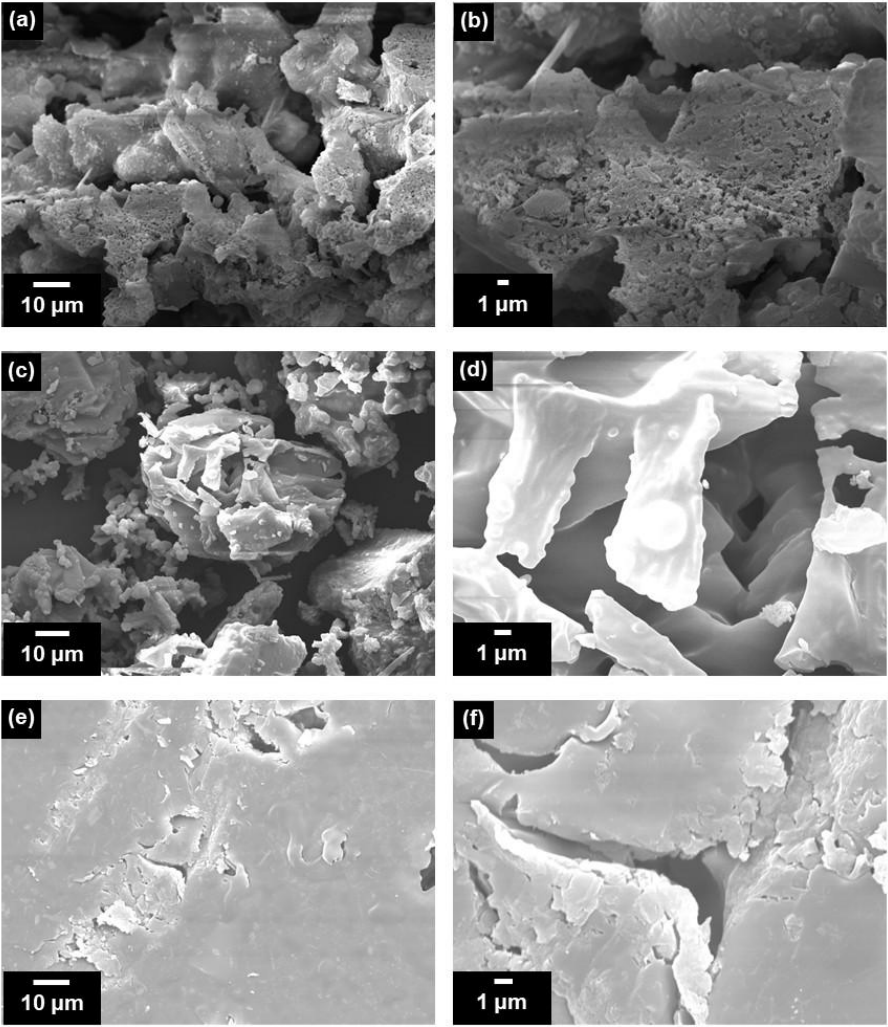
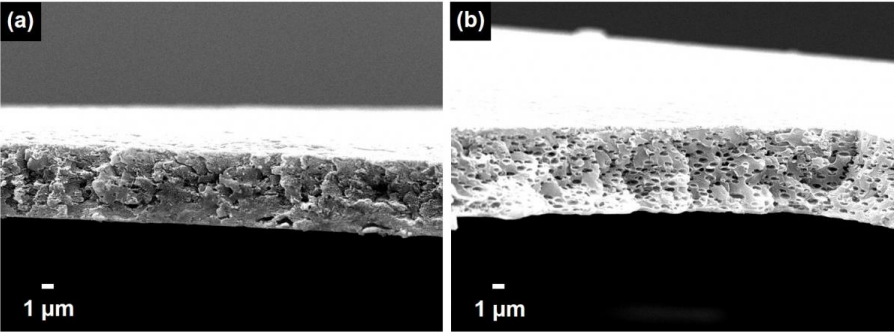
利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	上村 忍
所属名 Affiliation	香川大学 創造工学部 材料物質科学コース
共同利用者氏名 Names of Collaborators Excluding Supporters in the Hub and Spoke Institutes	小林大城, 小林亮太, 樊昭君, 新田雄琉
ARIM実施機関支援担当者 Names of Supporters in the Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	GA-013 : ショットキー電界放出形走査電子顕微鏡群
---------------------------------	------------------------------

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>海水淡水化などへ展開可能な薄膜を目指し、空孔を有するナノシートを異種材料に積層、または混合した薄膜を構築することを行った。空孔を有するナノシートとして、共有結合性有機構造体、あるいはポリヘプタジンイミドを使用、これらの組み合わせ、または異種材料として高分子を利用した。共有結合性有機構造体は縮合反応により溶液中で合成可能であるため、異種材料混合（または分散）溶液中で構築させたが、溶解度の高い溶液条件での反応進行が速いため、親水性の高い異種材料表面で成長させることが困難であった。このことから、より異種材料へ吸着しやすい条件での成長が必要であることが確認された。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>共有結合性有機構造体は報告されているイミンカップリングで構築される反応で合成した。この合成条件を調整し、異種材料と混合、2つの手法で作製した薄膜の形状評価をFE-SEM (日本電子製JSM-IT800SHL) にて行った。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>共有結合性有機構造体は、反応溶媒の極性、温度、反応物の濃度により、反応の進行が異なる。反応が進行しにくい条件下で、アニオン性ナノシートであるポリヘプタジンイミド (PHI) を分散させ、反応を行ったところ、反応が進行し、高分子化した有機構造体の粒子が凝集した沈殿物や、粒子が気液界面で集合した自立膜が確認されている。しかしながら、粒子状の有機構造体は溶液中での反応進行を意味し、よりナノシートへ吸着する条件を選定する必要がある。</p> <p>このようなことから、固相PHI上で乾固させることで、ナノシート固体上に成長させることを試みた。その結果、溶液の極性を高くすることで、有機構造体が薄膜を形成するだけでなく、積層したような構造、及び比較的PHI上でも成長したと思われる形状が得られた (Fig. 1)。これは、極性溶媒中で加熱することでオリゴマー生成速度を上げ（核発生）、時間とともに先に極性溶媒が揮発し、その後低極性溶媒中でさらに成長したためと推測される。それ以外にも、上記の結果から、比較的親水性が高く、高分子と相互作用しうるナノシートを、DMSOなどの極性溶媒に溶解させた疎水性のポリアミドイミド (PAI) にわずかに分散させたところ、ドクターブレード法で作製した薄膜内に空孔が形成された (Fig. 2)。また、キャスト膜では相分離が目視で確認された。ドクターブレード法の薄膜で確認された空孔は、ナノシートが相分離しやすい状況であったが、ナノシートと溶媒の親和性が高かったため、ナノシート近傍に溶媒が長く残存したことで、ナノシート近傍に空隙が形成されたためと推測された。</p>

<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	 <p>Fig. 1. FE-SEM像. (a, b) 固相PHI, (c, d) 比較的低極性溶液を固相PHI上へ展開, 乾燥させ得られた固体, (e, d) (c) 及び (d) よりも極性が高い溶液を展開, 乾燥させて得られた薄膜.</p>
<p>図・表・数式 2 Figures, Tables and Equations 2</p>	 <p>Fig. 2. FE-SEM像. (a) ドクターブレードで製膜したPAI膜, (b) ナノシート含有PAI膜.</p>
<p>その他・特記事項 (参考 文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>K. Chen et al., <i>Polymer</i>, 230, 124076 (2021).</p>

DOI (論文・プロシーディング) DOI (Publication and Proceedings)	
口頭発表、ポスター発表および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	小林大城，程銘，西元優太，小林亮太，上村忍，"共有結合性有機構造体ーナノシートハイブリッド膜の構築"，2024年日本化学会中国四国支部大会岡山大会予稿集(2024年11月)。
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件