

微多孔質高分子を創製する相分離技術の開発

Keywords: 汎用高分子、相分離、多孔材料、分離機能、ナノファイバー、結晶化、加工プロセス、細孔分析

統合型材料開発・情報基盤部門 データ駆動高分子設計グループ

佐光 貞樹

SAMITSU.Sadaki@nims.go.jp | https://samurai.nims.go.jp/profiles/samitsu_sadaki?locale=ja



研究の背景

- 高度な多孔化技術は高付加価値な高分子機能材料を実現
- 用途例: セパレーター、水処理膜、ガス分離膜、中空糸、吸着材、断熱材、緩衝材、吸音材、除湿材
- 素材・材料形態によって多彩な多孔化技術を使い分け

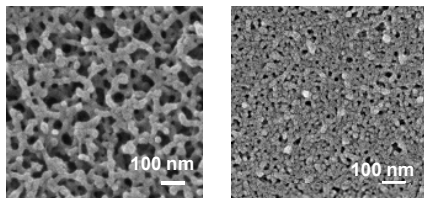
研究の狙い

- 工業材料として利用できる汎用高分子を用いた微細孔形成技術に制約
- 高分子溶液の相分離技術を追究し、新しい相分離機構を提案
- エンジニアリングプラスチックを素材とした微多孔フィルム・モノリスを実現

最先端研究トピックス

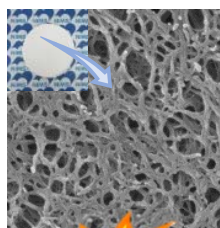
急速凍結ナノ結晶化法

- テンプレートフリーな作製工程
- 汎用高分子が利用可能 (PS, PVC, PSF, PEI, PC, PAN, PVDF, nylon)
- フィルム・シート・繊維形状への成型
- 均一な孔径制御 5-100 nm
- 比表面積 $S_{BET} > 300 \text{ m}^2/\text{g}$
- 大きな空隙率 (> 50%)
- 階層的なメソ・マクロ連通孔構造



高分子の結晶化制御

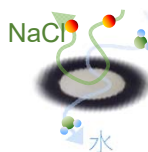
- エンジニアリングプラスチック(PES)を多孔化
- 溶液の加熱冷却による簡便な多孔化技術
- 微細孔の耐熱性・化学安定性を大幅に向上
- 150°Cで600時間安定な微細孔



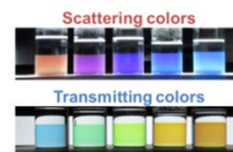
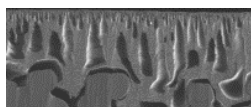
耐熱性

【用途例】

ナノろ過膜
 オイル吸着材
 断熱材
 光学材料



薄膜コーティング



文献

- S. Samitsu "Thermally stable mesoporous poly(ether sulfone) monoliths with nanofiber network structures", *Macromolecules* 51, 151-160 (2018)
- S. Samitsu, et al. "Flash Freezing Route to Mesoporous Polymer Nanofiber Networks." *Nature Commun.*, 4 2653, 1-7 (2013)
- 佐光 貞樹『相分離による汎用高分子のナノ多孔化技術と応用』工業材料 66 16-20 (2018).
- 佐光 貞樹.『ナノ結晶化相分離法による高分子メソ多孔体の作製.』多孔質フィルム/膜の製造方法(S&T出版) 13-32 (2016)

応用分野と今後の展開

- 水浄化・ガス分離回収による環境・温暖化の解決
- 省エネルギーと快適な生活を可能にする多孔質材料
- 自然環境で生分解可能な多孔質高分子

実用化へ向けた課題

- 工業的に利用可能な製造装置の設計
- パイロット機での実証と低コスト化
- 用途ごとの性能評価と最適化