

「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製」
平成 26 年度採択研究代表者

H26 年度 実績報告書

加藤 隆史

東京大学 大学院工学系研究科
教授

ソフトナノ空間を形成する自己組織化液晶高分子を基盤とする
革新的輸送材料の創製

§ 1. 研究実施体制

(1) 加藤グループ

- ① 研究代表者:加藤隆史(東京大学大学院工学系研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・自己組織化ナノ液晶高分子の開発と合成・ナノ空間界面制御・配向制御
 - ・所望の輸送・分離を行なう材料を開発するための学理の構築
 - ・研究全体の総括

(2) 辺見グループ

- ① 主たる共同研究者:辺見昌弘(東レ株式会社、理事)
- ② 研究項目
 - ・液晶モノマーから所望の自己組織化ナノ高分子薄膜を形成する技術の確立
 - ・得られた薄膜の機能評価・構造評価の実施と手法の確立

(3) 細野グループ

- ① 主たる共同研究者:細野英司(産業技術総合研究所、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・自己組織化ナノ液晶高分子の精密構造評価と二次電池電解質への応用

(4) 灘グループ

- ① 主たる共同研究者:灘浩樹(産業技術総合研究所、主任研究員)
- ② 研究項目
 - ・自己組織化ナノ液晶高分子によるイオン・分子の輸送・分離の計算機シミュレーション

(5) 片山グループ

- ① 主たる共同研究者:片山浩之(東京大学大学院工学系研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・自己組織化ナノ液晶高分子によるウイルス除去テストの実施と評価
 - ・既存の水浄化方法の問題点の明確化

§ 2. 研究実施の概要

資源やエネルギーを有効に活用するため、あるいは環境に問題の無い安全安心社会を作るため、必要なモノを必要な量だけ選択的かつ効率的に輸送・分離する材料や有害物質やウイルスなどを高度に除去する材料の開発が期待されている。本研究では、規則的なソフトナノ空間を有し、分子やイオンを高選択的に輸送・分離する革新的素材(図 1)を開発することを目的とする。このため、規則的なナノ空間を自発的に形成し、かつナノ空間の機能や構造を制御できる材料として「自己組織化ナノ液晶高分子」を開発する。従来の多孔質膜材料を利用した分離は省エネルギープロセスによる分離として実用化され、広く利用されているが、孔構造をナノレベルで制御することはできていない。液晶高分子のナノスケールあるいはサブナノスケールにおける自己組織化プロセスによる規則的な孔の構造形成・配向・界面機能を制御することにより、従来の膜材料では不可能であった高効率な輸送・分離を達成することを目標とする。

平成26年度は、1) 水処理膜材料の開発、2) リチウムイオンを輸送する材料の開発のために、自己組織化ナノ液晶高分子の分子設計と合成を行なった。また得られた分子の物性と集合構造・機能を評価した。

水処理膜材料として、複数種の重合性のイオン性液晶を合成し、これを分離機能層とする膜を作製した。これらの膜について、分離能や透水性などの機能評価、電子顕微鏡観察や分光測定による構造評価を行なった。さらに、ナノ空間における水分子やイオンの移動・輸送につ

いて、計算科学によるシミュレーションを行なった。今後、液晶の分子構造と集合構造、膜構造および膜機能の関係について、計算科学も利用しながら解明し、液晶および膜の設計に活用していく。

また、リチウム輸送材料として、双性イオン部位を有する扇型構造のイオン性液晶分子を設計・合成した。この液晶は単独では一次元のチャンネル構造を有するカラムナー相を発現し、リチウム塩などと複合化すると、三次元の連続的なイオンチャンネル構造を形成する双連続キュービック相へと液晶構造が変化した。形成したイオンチャンネルはリチウムイオンの効率的な伝導チャンネルとして機能した。今後、高分子化によりリチウムイオンの選択的な輸送膜や水処理膜、リチウムイオン二次電池の高分子電解質等に展開していく。

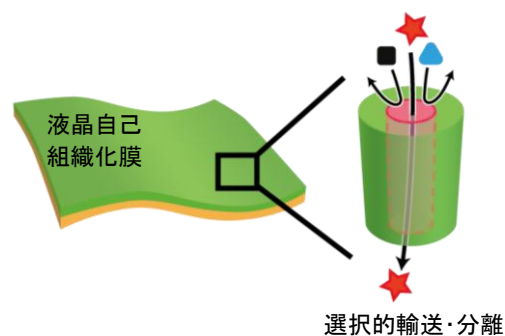


図 1. 自己組織化ナノ液晶高分子による輸送・分離の概念図