

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2019 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

小門 憲太

北海道大学 電子科学研究所
准教授

トポロジー精密制御による革新的ネットワーク高分子材料の創出

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、結晶の構成要素をネットワーク高分子合成の際のモノマーとして捉え、これを精密に繋ぎ合わせることで網目のトポロジーを精密に制御したネットワーク高分子を構築することを目的としている。

2021年度は精密ネットワーク高分子材料の電解質ゲルとしての性質の向上を目指し、有機溶媒吸収性を示す親油性電解質ゲルの有機溶媒-水混合系における膨潤挙動の調査を行った¹⁾。その結果、水や海水が共存する条件下においても親油性電解質ゲルは単相系と同程度の膨潤性能を示すことが明らかになった。また、イオン交換水と均一に混和するテトラヒドロフラン(THF)を用い、水-THF 混合の単相系とした場合は膨潤性能が著しく低下したが、強電解質を逐次添加することで THF 相と水相が相分離される条件とした場合は、親油性電解質ゲルは THF を吸収して高い膨潤能を回復することが明らかになった。海水からの油分回収などに有用な成果と考えられる。

また、本研究においては精密ネットワーク高分子材料の原料として多孔性結晶である金属有機構造体(Metal-Organic Framework、MOF)を用いるが、MOF の表面修飾技術を利用して新しい概念の分離膜創製を行った²⁾。具体的には、反応性官能基を持つ MOF を作る際に用いる有機配位子の長さを変えることで異なる細孔サイズを持つ MOF を作り分けた。この MOF に対し、水中での温度応答性を示すことで有名なポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PNIPAM)を末端修飾したものを作用させることで高分子グラフト MOF を作製した。これをポリベンズイミダゾール(PBI)と混和させることで MOF の細孔によって化合物が分離される MOF-混合マトリックス膜(MOF-MMM)を作製したところ、MOF の細孔サイズの違いによって阻止率が変化することが明らかになった。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Swelling Behavior of Lipophilic Polyelectrolyte Gels in Organic Solvents–Water or Sea Water Binary Mixtures”, *Macromolecular Chemistry and Physics*, Accepted, 2022
- 2) “Bridging the interfacial gap in mixed-matrix membranes by nature-inspired design: precise molecular sieving with polymer-grafted metal-organic frameworks”, *Journal of Materials Chemistry A*, vol. 9, No. 42, pp.23793–23801, 2021