

熱輸送のスペクトル学的理解と機能的制御
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

岡田 健司

大阪府立大学 大学院工学研究科
准教授

結晶性ナノ多孔質材料を用いた熱輸送の理解と能動的制御

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、結晶性かつ多孔性の金属有機構造体(MOF)を新規熱輸送物質として用いることで「分子・ナノレベルでの熱挙動の理解」並びに、自在な熱輸送を目指して研究を行っています。MOF のマイクロ細孔は断熱的な役割を果たし、結晶性の骨格が熱輸送のパスとなると考えられます。また、マイクロ細孔は分子配向の鋳型として利用できます。そのため、骨格構造やマイクロ細孔内への導入物質など分子スケールの構造設計を基盤とした自在な熱輸送が期待できます。2019年度は1次元方向に連なったマイクロ細孔を有する MOF の配向自立膜の合成を達成し、細孔方向に約 1.46 倍高い面内熱拡散率(細孔の垂直方向と比較して)を示すことを明らかにしました。本年度は MOF 配向自立膜の結晶連続性に着目し、結晶連続性と熱拡散率異方性の関係を調査しました。その結果、結晶連続性の低い配向自立膜では、結晶自体は配向しているものの、MOF の細孔構造に依存せず熱拡散率の異方性は確認されませんでした。一方、結晶連続性の高い試料においては MOF の細孔方向に高い熱拡散率を示すなど熱拡散率の異方性を確認しました。そのため、MOF の熱輸送特性には分子/格子スケールの MOF の骨格/格子構造だけでなく結晶連続性(つまり μm スケールの結晶間隙やボイドなど)も影響することが明らかになりました。MOF の分子スケールの構造を利用した熱輸送材料の開発のためには結晶連続性の高い薄膜の利用が重要であることがわかりました。今後、結晶連続性の高い薄膜の MOF 自体の構造の制御や細孔への分子導入により分子スケールの構造を反映した熱輸送材料の形成が期待できます。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Controlling the alignment of 1D nanochannel arrays in oriented metal-organic framework films for host-guest materials design”, *Chemical Science*, vol. 11, No. 30, pp. 8005–8012, 2020
- 2) “Epitaxial Growth of Multilayered Metal-Organic Framework Thin Films for Electronic and Photonic Applications”, *ACS Applied Nano Materials*, vol. 4, No. 4, pp. 3467–3475, 2020