

【基盤研究(S)】

大区分E



研究課題名 適応性空間の化学 / Chemistry of Adaptable Space

京都大学・高等研究院・物質-細胞統合システム拠点・特別教授

きたがわ すすむ
北川 進

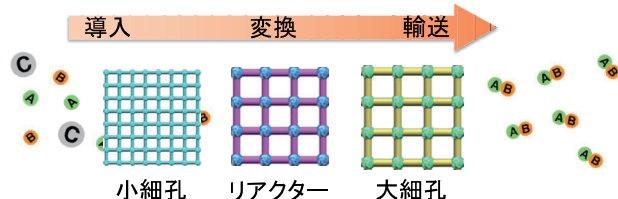
研究課題番号：18H05262 研究者番号：20140303

キーワード：多孔性配位高分子、動的機能、界面、物質輸送

【研究の背景・目的】

生物は様々な環境の変化に対し自らを適応させる。この自発的適応機能を化学の視点で捉えれば、例えば分子シグナルの授受や細胞膜内外の物質移動といったナノレベルの多重な機能を協同的に連携作用させて応答を行う「流れ」の確立にある。その機能実現にはダイナミックなナノ空間が重要な役割をしている。本課題では、生物の受容、検出、移送、変換などの基本操作を材料化学的な空間素子として設計し、それらを連携させた空間にエンコードして多様な環境変化に応答する新しい概念の多孔性物質を創出することを目指す。

具体的には、機能開拓の舞台として多孔性配位高分子 (Porous Coordination Polymers: PCP, Metal-Organic Framework: MOF) を主として用いる。特に、異なる機能を有する PCP を融合させる界面の化学を深化させ、その制御・創製の基盤技術を確認し、外部刺激・環境変化といったシグナルを増幅・伝搬する流れを生み出し、高次に応答する空間システムを創出することで「適応性空間の化学」の学理を構築する。

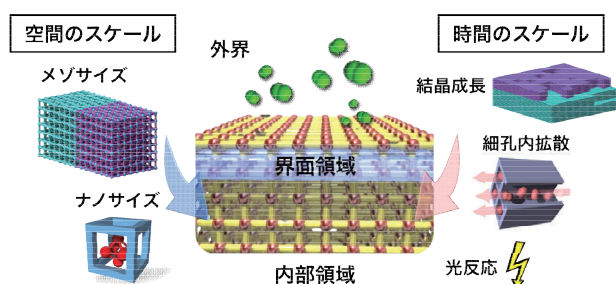


【研究の方法】

本研究が掲げる適応性空間の創出にあたり重要な課題は、動的空間を有する PCP の設計に加え、各 PCP の有機的な融合法の開拓である。すなわち、ナノ空間の化学、結晶界面の自在操作 (構造構築・表面修飾、および複合化) 手法の開発といった、サイズスケール、電荷、分子運動などの総合的な視点をふまえた物質科学が不可欠である。

本研究は、空間のサイズスケールを横断した PCP の精緻な合成化学的設計に加え、時間スケールを考慮した PCP 結晶表面および界面の化学を積極的に開拓し、PCP 結晶の接合や細孔チャンネル内の拡散制御、ひいてはナノ空間での一方向物質移動 (反応・輸送) を実現する方法論を開発する。

空間ドメインの接合および融合技術には、異種 PCP のエピタキシャル成長法¹や溶融 PCP²の原理を応用する。異なる細孔径を非対称的に有するアシンメトリックな PCP 単結晶を合成し、細孔内でのポテンシャルに勾配をデザインすることで刺激やシグナルを伝搬・伝達する流れの実現を目指す。



【期待される成果と意義】

適応性空間の化学を確認することで、(1)排ガス、バイオガス等の混合ガス中の CO₂, CO, CH₄, O₂ などの成分ガス種の濃度に応答して分離、捕捉、変換を行う多孔性材料や、(2) Li⁺, Na⁺, Ca²⁺, NH₄⁺ などのイオン種を、外環境 (温度・光など) に適応して透過性を自発的に制御するメンブレンといった高機能素材開発の基盤技術につながる。すなわち、本課題の成果は個別の物質機能では決して得ることのできない相乗的物質・情報変換機能を有する材料の創製につながると期待される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

1. "Sequential Functionalization of Porous Coordination Polymer Crystals." Hirai, K.; Furukawa, S.; Kondo, M.; Uehara, H.; Sakata, O.; Kitagawa, S. *Angew. Chem. Int. Edit.* 2011, 50, 8057–8061.
2. "Reversible Solid-to-Liquid Phase Transition of Coordination Polymer Crystals" Umeyama, D.; Horike, S.; Inukai, M.; Itakura, T.; Kitagawa, S. *J. Am. Chem. Soc.*, 2015, 137, 864–870.

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度–34 年度
149,500 千円

【ホームページ等】

<http://www.kitagawa.icems.kyoto-u.ac.jp>