

【特別推進研究】

理工系（化学）



研究課題名 階層的配位空間の化学

京都大学・物質-細胞統合システム拠点・教授

きたがわ すすむ
北川 進

研究分野：錯体化学

キーワード：多孔性結晶、合理的合成、分離・貯蔵・変換

【研究の背景・目的】

多孔性材料は古代エジプトの時代（活性炭）から現代（ゼオライトなど）に至る 3500 年にわたって人類の生活に不可欠のものとして利用されてきた。もし、活性炭やゼオライトが担ってきた貯蔵、分離、変換などの機能について、それらを凌駕する、もしくは全く新しい多孔性機能を有する材料が創製されれば、人類の生活に革新的な変化をもたらす事が期待される。そのためには、微小空間を持つ物質の合成、構造、性質についての新しいサイエンスの開拓が必要である。

我々は、世界に先駆けて多孔性配位高分子（PCP）と呼ばれる新たな多孔性材料の開発を行って来た。その中で結晶でありながらソフトな特性を持つ PCP の合成に成功し、従来材料での吸着機構とは全く異なる協同効果機構に基づいた機能を示す様々な多孔性材料を創出してきた。ソフトな細孔機能（貯蔵、分離、変換）を最大限に深化、発展させるためには、分子やイオンの認識を空間のみならず時間軸も含めた (spatiotemporal) 座標軸で総括的にとらえる化学の進展が必要となる。本研究では、PCP における構造（空間）および時間の階層性に着目し、「階層的配位空間」として捉え、多彩な「階層的配位空間物質」を創製するとともに、「階層的配位空間における新現象」を発見し、この空間に特有の法則を見出し、新しい空間の学問領域を築き上げる。

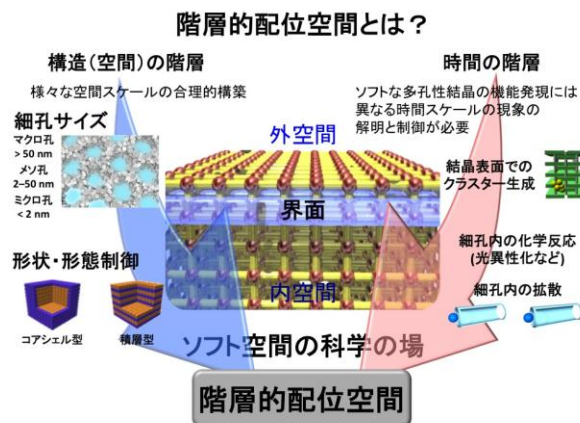


図1 階層的配位空間

【研究の方法】

研究項目 A：超精密分離貯蔵細孔

外的刺激により構造や機能を変化させるソフトな PCP をサイズや形状、集積化様式を制御しながら合成し、超精密吸脱着制御を行うための機能性細孔を作り上げる。例えば、(1) 気体分子の室温常圧分離、(2) 同位体分離 (H_2O と D_2O など)、(3) 微量ガスの選択分離に挑戦する。

研究項目 B：物質変換細孔

PCP の構成成分である有機配位子や金属イオンを活性化サイトとして用いた変換システムに加え、ナノ・メゾサイズ結晶のコア/シェル化や多層化、金属ナノクラスターなど他の材料との複合化により、物質変換細孔の創製を行う。

研究項目 C：異方的物質輸送細孔

PCP 結晶のサイズや形態を制御しながら結晶表面を様々な修飾することで結晶同士の集積化を行う。また、PCP 結晶の脂質二重膜や表面への固定化、PCP 結晶そのものの集積化による膜合成を行い、メゾ、マクロ領域での異方的物質輸送細孔を目指す。

【期待される成果と意義】

本研究により得られる成果は、人類がつくる物質という意味で最高の効果を示す分子認識、捕捉、変換に至る機能の基礎研究として革新的であるだけでなく、喫緊の環境問題やエネルギー問題を解決し、人類の健全な暮らしに貢献する次世代の物質およびその合成技術を獲得するものである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Y. Sakata *et al.* Shape-Memory Nanopores Induced in Coordination Frameworks by Crystal Downsizing, *Science*, 339, 193–196 (2013).
- H. Sato *et al.* Photoactivation of a Nanoporous Crystal for On-demand Guest Trapping and Conversion, *Nature Mater.* 9, 661–666 (2010).

【研究期間と研究経費】

平成 25 年度－29 年度
440,600 千円

【ホームページ等】

<http://www.icems.kyoto-u.ac.jp/j/ppl/grp/kitagawa.html>