

研究室訪問記 2018年度 矢崎学術賞 奨励賞

訪問日 2019年7月24日

関西大学 環境都市工学部 エネルギー・環境工学科 田中 俊輔 教授

研究題名：酸化亜鉛からマイクロ孔性ゼオライト型錯体への結晶転換とイオン伝導性材料としての展開

2018年度学術賞表彰 奨励賞を受賞された田中俊輔先生を訪ね、受賞対象となったご研究とその後についてお話を伺いました（図1）。

以下は主な質疑応答です。

ご研究を始めた契機はなんですか？

省エネルギーと聞くと自動車や家電製品など、身近なもののエネルギー消費削減を想像される方が多いと思います。一方、製造業で消費するエネルギーは日本のエネルギー消費全体のおよそ45%を占め、なかでも化学・石油関連産業の分離精製プロセスが占める割合は大きいのですが、効率改善の効果も頭打ちの状況にあります。これらのエネルギー消費を削減することができれば、資源、エネルギー、環境の問題解決につながります。一つの解決策として、吸着や膜分離技術をベースにした分離精製プロセスがあり、実現にはナノ空間材料と呼ばれる、小さな構造体が規則的に並んだ材料が不可欠です（図2）。ナノ空間材料の一つに金属イオンとそれぞれのイオンを橋渡しする有機物（有機配位子）からなるMOF：Metal Organic Frameworkと呼ばれる材料があります（図3）。MOFの特徴として、金属イオンや有機配位子を変えることで空間のサイズや形状の設計が可能であること、ガス分子の吸着に伴って構造を柔軟に変化させることが挙げられます。私は、MOFを自在に設計、合成できることができれば製造プロセスを一から変えることができ、エネルギー消費削減にもつながると考え、この研究を始めました。

ご研究の独創性を改めてお伺いします

一般的にMOFはその名の通り、金属のイオンが用いられます。我々は初めて金属酸化物イオンでもMOFを合成することに成功しました。またMOFの構造柔軟性が粒子の大きさによって変化するという、それまでの考えを覆す現象を見出し、構造柔軟性が拡散・吸着性能を左右するというを他の研究者に先駆け証明しました。これらは非常に独創的な取り組みがもたらした結果であるといえます。

実用化されると暮らしはどう変わりますか？

実用化されると、先に述べたように製造プロセスにおけるエネルギー消費量の大幅な削減が実現でき、産業の活性化などが期待されます。さらには、資源、エネルギーの諸問題解決にもつながることが期待されます。また、MOFの吸着分離機能、有機配位子ゆえの薬剤等との親和性の高さなどの特徴を活かした、ドラッグデリバリーシステム（体内での薬の輸送システム）への応用も期待されます。

研究者を志したきっかけを教えてください

知的好奇心を満たすものが研究だったからと言えます。自分で課題を設定して、課題の解決方法も自分で考える。実験をして結果が得られるが、それでもまだ疑問は残っている。好奇心は刺激され続けます。さらには、博士課程で同じ研究室に所属していた3名の先生方から、研究の楽しさを学びました。皆さん全く異なる領域を研究しているにも関わらず、お互いに尊敬しあっており、異なる視点から課題解決の糸口を提案しあう姿など、研究の楽しさを教わりました。

研究活動の面白さは何ですか？

研究の結果は2種類あります。一つは予想通りの結果が得られること。論文を書いたり、学会で発表したりといったことができます。ただ、すでに持っている知見で対応できており、自らの成長は望めません。一方、予想を裏切る、全く新しい結果は重要です。突き詰めていく中で非常に苦しい思いもしますが、現象が理解できれば、これまでの成果や理論を包括するような結果につながり、非常に重要な発見となります。そういった難問に遭遇でき、さらに解いていくことが研究活動の楽しさではないでしょうか。

後進の方に伝えたいことは何ですか？

まず、知識を豊富にして、課題に対して予測できるようにすることが重要です。さらに予想を裏切る結果に立ち向かうことが大切だと思います。難しい課題を見つけ、チャレンジする姿勢が大切ではないでしょうか。

後記

先生の研究室が所属されている学科は以前の化学工学科で時代の変化とともにエネルギー・環境工学科と名称を変更されたそうです。名称は変わったものの、実際の世の中で活躍する技術を探求する姿勢に変わりはなく、現象の目新しさよりも安定性やコストなど使える技術を重視されている様子が伝わりました。先生のご研究の成果が広く活用されることを願っております。

(技術部長 鳥越昭彦)

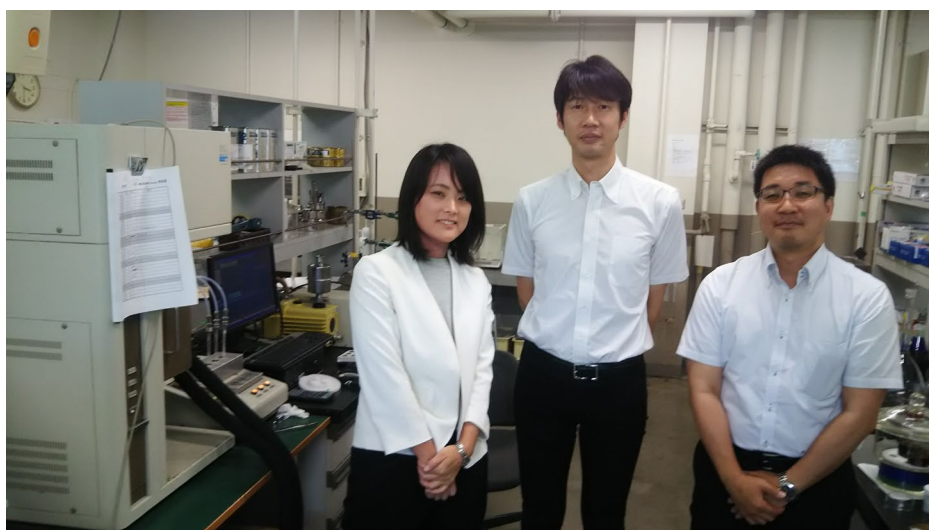
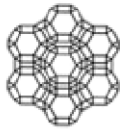


図 1: 中央が田中先生

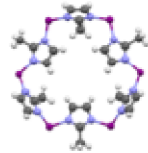
zeolite



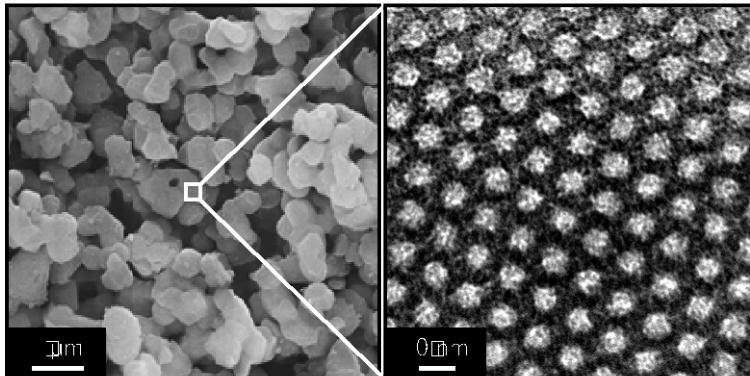
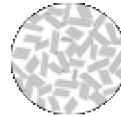
silica



MOF



carbon



ナノ空間材料の電子顕微鏡写真

(左) 粒子の大きさはミクロンサイズ

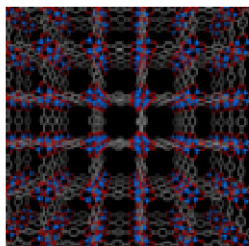
(右) 粒子の中の空間(蜂の巣状)構造

その大きさはナノメートルサイズ

(注) ミクロン = 10^{-6} m, ナノメートル = 10^{-9} m

図 2: ナノ空間材料

Metal Organic Framework (MOF)



- 構造規定剤(テンプレート) 不要
- 活性化が容易
- 合成条件が温和
- 組成の多様性(金属×架橋配位子)
- 構造の多様性
- 高比表面積($\sim 7,000$ m²/g)
- 構造柔軟性

自己組織的(瞬時)に構造が構築

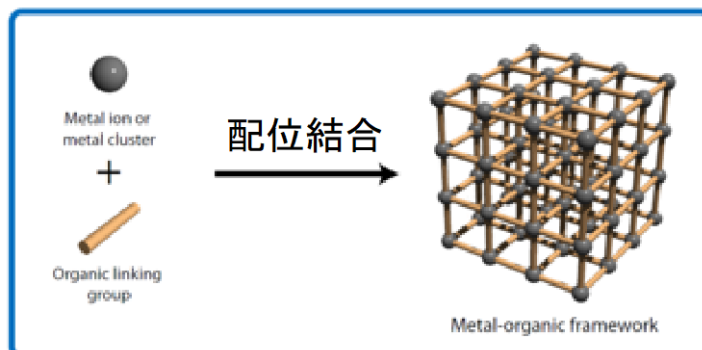


図 3: MOF とその特徴