

規則性ナノ空間の化学

研究代表者 松方 正彦
(先進理工学部 応用化学科 教授)

1. 研究課題

エネルギー・資源・環境問題を研究の動機とし、触媒化学・膜分離工学・エネルギー化学に係わるサイエンスおよびエンジニアリングを研究対象としている。本研究では、ゼオライトを中心としたミクロ孔をもつ物質を材料として、その合成法や触媒・分離膜としての利用法の開発を行った。

2. 主な研究成果

【触媒開発】

◆自動車排ガス浄化触媒開発

ディーゼルエンジンはガソリンエンジンに比べ、低燃費かつ CO_2 排出量が少ないという利点があり、欧州や新興国を中心に需要が拡大している。しかし、排ガス中の NO_x (窒素酸化物) 濃度が高いことが課題の一つとして挙げられる。本研究ではゼオライトと鉄や銅を組み合わせた触媒の NO_x 還元特性を検討した。

◆石油の有効利用に資する触媒開発 (炭化水素転換反応)

付加価値の低い石油成分を、医薬品やプラスチック原料となる高付加価値成分に転換する触媒開発を行った。種々のゼオライトについて触媒特性を評価した結果、テトラリンのクラッキング反応やブタンの脱水素反応に有用な触媒を見出した (図 1 参照)。

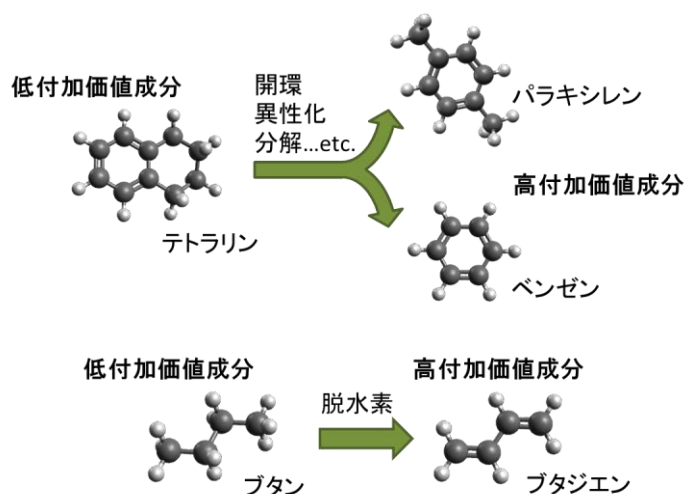


図 1 炭化水素転換反応のイメージ

【分離膜開発】

◆新規膜開発

これまでに分離膜としての報告がない複数種類のゼオライトについて、薄膜化手法を検討した。その結果、数種類のゼオライトをアルミナ基板上に薄膜化することに成功した。さらに、これら新規ゼオライト分離膜が有機酸やアルコールからの脱水に有用であることを示した。

◆ガス分離膜開発

低炭素社会実現に向けた天然ガスの有効利用に資する技術の一環として、メタン/CO₂混合ガスからのCO₂分離膜開発を行った。CO₂とメタンの分子径はそれぞれ0.33 nm、0.38 nmであるため、本研究では結晶構造中に0.38 nmの細孔を有するゼオライトを薄膜化し、CO₂/メタン分離膜として用いた（図2参照）。その結果、CO₂を高選択的に透過させるゼオライト膜の開発に成功した。

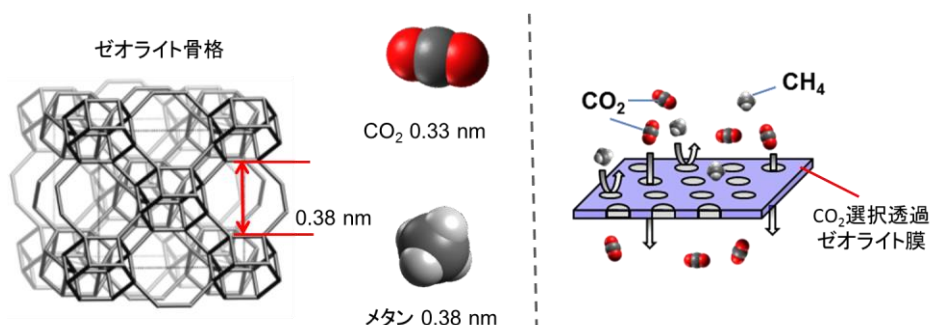


図2 CO₂選択透過型ゼオライト膜のイメージ

3. 共同研究者

瀬下雅博（先進理工学部・応用化学科・助教）

酒井 求（先進理工学部・応用化学科・助手）

4. 研究業績

【学術論文】

Y. Izutsu, Y. Oku, Y. Hidaka, M. Matsukata *et al.*, *Physicochemical characterization of highly dispersed platinum and chromium on zeolite beta*, *J. Phys. Chem. C*, **118** (2014) 10746-10753.

【総説・著書】

Development of Hierarchical Pore Systems for Zeolite Catalysts, Masaru Ogura, Masahiko Matsukata, “Mesoporous Zeolites: Preparation, Characterization and Applications”

Ed. By Javier García-Martínez, Kunhao Li, ISBN: 978-3-527-33574-9, Wiley, May 2015, pp. 259-294.

【招待講演】

Prospects of zeolite membrane technologies for energy and chemical processes, M. Matsukata,

The 10th International Congress on Membrane and Membrane Processes (ICOM2014), 2014, July, Suzhou, China.

石油化学への導入を目的とした脱水膜開発、松方正彦、ニューメンブレンテクノロジーシンポジウム、2014年11月、東京.

ゼオライト分離膜を用いた CO₂ など分離回収技術、松方正彦、CO₂ 分離・回収技術と応用・研究開発動向、技術情報センター、2014年12月、東京.

【受賞・表彰】

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (PLとして参加)、nano tech 大賞 2014 プロジェクト賞 (グリーンナノテクノロジー部門)、nano tech 実行委員会「第13回国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」、2014年1月.

【学会および社会活動】

松方正彦

(公社) 石油学会 理事

日本ゼオライト学会 理事・副会長

(一社) 触媒学会 経営委員会委員

グリーン・サステイナブル ケミストリーネットワーク (GSCN) 運営委員長

日本吸着学会 評議員

膜学会 評議員

【特許】

膜分離技術、触媒技術で5件出願

5. 研究活動の課題と展望

今年度は様々なナノ空間材料を触媒反応や分離膜に応用し、その内いくつかの系ではそれらの材料が非常に興味深い性能を示すことを明らかにした。しかし、材料中のナノ空間が反応や分離にどのようにして寄与するか、そのメカニズムについては未だ未解明の部分が多い。そのため、来年度以降は、応用範囲の更なる拡大に加え、それらメカニズムの解明にも注力する。