



准教授

稲垣 怜史

イナガキ サトシ



大学院工学研究院 機能の創生部門  
理工学府 化学・生命理工学専攻  
理工学部 化学・生命系学科 化学教育プログラム  
inagaki-satoshi-zr@ynu.ac.jp  
https://er-web.ynu.ac.jp/html/INAGAKI\_Satoshi/ja.html  
https://orcid.org/0000-0002-3183-4513

## 【研究概要】

「ゼオライト」は結晶構造に由来する、分子サイズのマイクロ孔をもつことから「分子ふるい」として知られる機能性材料の一つです。ゼオライトのマイクロ孔は特定の大きさの分子を選択的に生成する反応場として有効に利用することができます。触媒として優れた機能をもつゼオライトに注目して、グリーンケミストリーの理念の実現を目指して研究を進めています。

「規則性メソポーラス材料」はマイクロ孔よりも大きなメソ孔を有する多孔性材料です。この材料はSiO<sub>2</sub>のみならず、様々な金属酸化物や炭素で構成することができます。またメソ孔をもつことで非常に大きな比表面積をもつため、広い反応場を供することで高効率な触媒反応を実現できます。また電気二重層キャパシタの炭素電極として高い充放電容量を実現する材料です。

このように「多孔性」と「化合物がもつ本来の機能」を組み合わせることで、高度な物質変換のための触媒への応用、ならびに次世代型の蓄エネルギー材料・エネルギー変換材料への応用に取り組んでいます。

## 【アドバンテージ】

ゼオライト合成の無機合成化学の知見を持ち、ゼオライト触媒を利用した様々な固体触媒反応に精通しています。またガス・蒸気吸着を活用した固体表面の物性解析、固体NMRを利用した多孔性材料の構造解析を実施できます。最近ではJSTさきがけの研究员(兼任)として「電場印加触媒反応系中の半導体・絶縁体界面でのメタンの活性化とそれに続く化学品原料の選択合成」(2016-2019年度)にも取り組んでいます。

## 【事例紹介】

### ●ゼオライト触媒の活性点分布の制御

工業的に固体酸触媒として最も活用されているZSM-5ゼオライトに対して酸処理を施すことにより、粒子外表面の活性点を選択的に除去できることを見出しました。これによりZSM-5ゼオライトの形状選択性を最大限引き出すことでターゲットとなる化合物の選択率が非常に高い触媒を実現しています。

### ●電子を活用する触媒反応系でのメタンの化学品原料への転換 (JSTさきがけ)

SiO<sub>2</sub>とTiO<sub>2</sub>の界面を精緻に制御した複合化粒子を設計し、電場印加条件下でのメタンの酸化カップリングの触媒とすると150°Cでも反応が進行しエタン・エチレンが得られます。さらにSiO<sub>2</sub>をZSM-5ゼオライトに置き換えることでメタンからプロピレンを得ています。従来の熱によらない、電子による新たな触媒反応系として研究を進めています。

### ●電気二重層キャパシタの高容量化:金属触媒による規則性メソポーラス炭素電極の調製

Fe, Co, Niなどの金属成分を含む規則性メソポーラスシリカを鋳型として規則性メソポーラス炭素を得る過程で、金属の触媒作用によって炭素壁に微小なグラファイトを構築することができます。この方法で調製した多孔質炭素体は電気二重層キャパシタの電極に用いると高い充放電容量を達成できています。

## ■ 相談に応じられるテーマ

ゼオライトに代表される多孔性固体触媒の調製および触媒反応への応用  
規則性メソポーラス炭素の調製および電極材料・吸着材料への応用  
ガス・蒸気吸着測定による多孔質材料の細孔構造解析  
高分解固体核磁気共鳴 (NMR) によるゼオライトの構造解析

## ■ 主な所属学会

触媒学会, 日本吸着学会, 炭素材料学会

## ■ 主な論文

『Conversion of methane to C2 and C3 hydrocarbons over TiO<sub>2</sub>/ZSM-5 core-shell particles in an electric field』『RSC Advances, 9, 34793-34803』2019

『Ni-catalyzed carbonization of furfuryl alcohol polymer in ordered mesoporous silica MCM-48 giving ordered mesoporous carbon CMK-1 with high electric double-layer capacitance』『Microporous Mesoporous Mater., 241, 123-131』2017

『Improvement in the catalytic properties of ZSM-5 zeolite nanoparticles via mechanochemical and chemical modifications』『Catalysis Science & Technology, 6, 2598-2604』2016

## ■ 主な特許

特許第5131624号「パラフィンの接触分解法」

特許第5299917号「炭化水素油及び潤滑油基油の製造方法」

特許第5646279号「軽質オレフィンの製造方法」

## ■ 主な著書

「ポーラスカーボン材料の合成と応用」第19章 リチウム-硫黄二次電池の高容量化のための硫黄/多孔性炭素複合電極」(上野和英准教授との共著) CMC, 2019

「ナノ空間材料ハンドブック」第3章 ゼオライト類 第2節 SDAを用いた新しいゼオライトの合成 (窪田好浩教授との共著) NTS, 2016

「革新的な多孔質材料 - 空間をもつ機能性物質の創成 -」第11章 ゼオライト合成と応用の最新事情 (窪田好浩教授との共著) 日本化学会, 2010

## ■ 主な研究機器・設備

高精度ガス・蒸気吸着量測定装置

乾式微粒子分散・複合化装置

質量分析計搭載遠征温式触媒評価装置 (TPD, TPR, TPO)

## ■ 主な地域活動

KISTEC高度技術活用研修 (分析化学科) 講師 (神奈川県立産業技術総合研究所)

触媒学会キャタリシススクール実行委員長 (触媒学会)