



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
大学院工学府 機能発現工学専攻 先端物質化学コース
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
http://www.kubota.ynu.ac.jp/

触媒・化学プロセス
グリーンケミストリー
規則性多孔質材料
炭素材料
ガス・蒸気吸着

【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。またその骨格に様々な金属を含有したゼオライトの調製も可能であり、得られたゼオライトは様々な化学反応の触媒として作用します。例えばAlを骨格に含むゼオライトは固体酸性質を発現するため、パラフィンのクラッキングや異性化、トルエンの不均化などの酸触媒反応に利用されています。また、Tiを骨格に含むゼオライト（チタノシリケート）は過酸化水素を酸化剤としたアルケンや芳香族の部分酸化に高い活性を示す触媒となります。さらに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。このように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。

【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も通じています。最近ではJSTさきがけの研究員(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】

●マイクロ孔内での形状選択性を活かした高選択的なヒドロキノロン合成

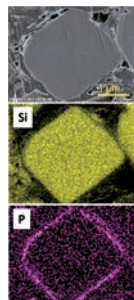
MSEトポロジーをもつチタノシリケートTi-MCM-68を触媒としてフェノールの過酸化水素酸化に適用すると、パラ体であるヒドロキノロンを95%以上の選択率で得られることを見出しました。これはTi-MCM-68の酸素12員環マイクロ孔での形状選択性によってオルト体の生成が抑制されたためと考えられます。現在、酸化活性を高めるためにチタノシリケートの親・疎水性の制御などに取り組んでいます。

●粒子複合化処理を中心とした機能複合化触媒の開発「産総研との共同研究」

右の写真はアルミノシリケートであるゼオライト粒子にシリコアルミノフォスフェートのナノ粒子をpowder composerという装置を用いてコア・シェル構造を構築した粒子の断面像です。このように結晶構造を損なうことなく2種類の粒子を複合化することで高度な触媒設計の実現に取り組んでいます。

●金属触媒による規則性メソポーラス炭素のpartial graphitization

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ます。



【図. ゼオライトベータの外表面にSAPO-34のナノ粒子を複合化した粒子の断面像とSiおよびP元素マッピング像】

■ 相談に応じられるテーマ

ゼオライトに代表される固体触媒の調製および触媒反応への適用
規則性メソポーラス炭素の調製および電極材料への応用
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

日本化学会, 触媒学会, 石油学会, 炭素材料学会, 日本ゼオライト学会, 日本吸着学会, 電気化学会, 化学工学会, 日本核磁気共鳴学会

■ 主な論文

『A microporous aluminosilicate with 12-, 12-, and 8-ring pores and isolated 8-ring channel』『J. Am. Chem. Soc.』, 139, 7989-7997 2017

『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』『Catal. Sci. Technol.』, 6, 2598-2604 2016

『Enhancement of para-selectivity in the phenol oxidation with H₂O₂ over Ti-MCM-68 zeolite catalyst』『Green Chem.』, 18, 735-741 2016

『Mechanochemical approach for selective deactivation of external surface acidity of ZSM-5 zeolite catalyst』『ACS Appl. Mater. Interfaces.』, 7, 4488-4493 2015

『Crystal growth kinetics as a tool for controlling the catalytic performance of a FAU-type basic catalyst』『ACS Catal.』, 4, 2333-2341 2014

『Drastic sensitivity enhancement in ²⁹Si MAS NMR of zeolites and mesoporous silica materials by paramagnetic doping of Cu²⁺』『Phys. Chem. Chem. Phys.』, 15, 13523-13531 2013

■ 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

「革新的な多孔質材料 -空間をもつ機能性物質の創成-」『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, 2010/12

「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, 2016/02

■ 主な地域活動

「JST主催サイエンスアゴラ, 「触媒ってなあに?」企画出展(触媒学会)」2015/11