

群桐祭 2025 (群馬大学理物理学部学園祭 2025), サイエンステクノ教室 Gunto Festival 2025, Science Techno Kyoshitsu

(群馬大学) 岩本伸司
(Gunma University) IWAMOTO, Shinji

実施日	2025年10月18日	Date	October 18, 2025
実施場所	群馬大学桐生キャンパス	Place	Kiryu Campus, Gunma University
住所	群馬県・桐生市	Address	Kiryu, Gunma
主催	群馬大学	Organizer	Gunma University

群馬大学では、理物理学部のある桐生キャンパスにおいて理物理学部の学園祭（群桐祭）を開催しており、そのなかの企画のひとつとして、一般市民・子供向けの展示・実演・体験実験（サイエンステクノ教室）を行っている。今年は「ゼオライトと愉快な仲間たち 実験と模型でゼオライトの秘密に迫る！」というタイトルで、体験実験および展示を行った。

具体的な内容は、NaA型ゼオライトを用いた水溶液からの銅イオンの回収実験（実験①）、ゼオライト酸触媒を用いた蛍光色素フルオレセインの合成実験（実験②）、ゼオライトの結晶構造モデルの作製の体験コーナー、説明資料の掲示などである。

実験①では、淡青色の硝酸銅水溶液を少量ビーカーに取り、これにアンモニア水を加えて濃い青色にした溶液に対して、白色の粉末状のゼオライト（NaA型ゼオライト、イオン交換能を有する）を加え、濾過する、という操作を行った。濾過を行うと、無色透明な濾液が得られるとともに、濾紙上には青い粉末が残り、銅イオンがイオン交換されて取り除かれる様子が観察される。銅のアンミン錯体の色はきれいな青であり、わかりやすい実験で、楽しく実験を行っていた。濾過の操作は、アスピレーターを用いて簡単な吸引濾過装置を組んで行なった。あいている口を指で押さえて閉じると容器内が減圧になり濾液が速く落ちて様子を見ることができるが、実際に自分で操作することは子供たちにとって楽しいようであった。

実験②の蛍光色素フルオレセインの合成では、試験管にスパチュラを用いて無水フタル酸、レゾルシノール、プロトン型にしたBEA型ゼオライト（酸触媒）を少量ずつ取り、よく混ぜてからホットバスで加熱し、冷却後、エタノールとNa₂CO₃水溶液を加える、という操作を行った。得られた溶液を暗幕の中にもっていき、UV-LEDを用いて紫外線をあてるとき、黄緑色の蛍光が観察される。自分で合成した物質がうまく光ったときには歓声があがり、たのしい実験になったようである。

ゼオライトの結晶構造モデル作製の体験コーナーには、テトラポット型のプラスチックパーツと短く切ったビニールチューブを多數準備し、A型ゼオライトやFAU型ゼオライトの構造を見本として、自由につないで形をつくつもらった。また、ゼオライトについて説明したポスターとプリントも準備し、子供たちだけでなく、大人の方や学生にも興味をもってもらえるようにした。

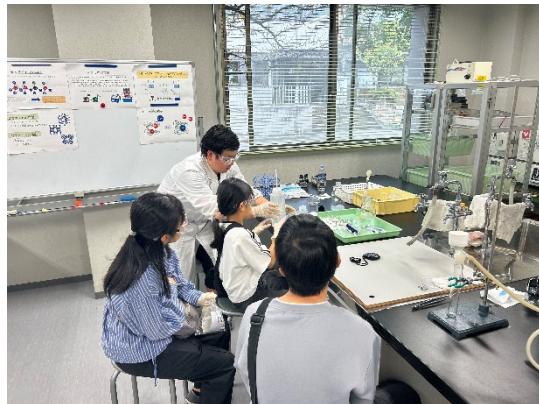


10 触媒化学研究室



準備したものの一部は、研究や学生実験で実際に使っているものであり、参加いただいた方は日常とは異なる様々な体験をすることができたと思われる。

本企画は、地域貢献事業の一環として行われたものであるが、一方で、研究室の学生にとっても普段とは違う経験をすることができ、たいへん意義が大きかったと思われる。来場者はおよそ100人で盛況であった。最後に本企画に対してご援助いただきました、日本セラミックス協会教育委員会に厚くお礼申し上げます。



会場の様子 1 (Photo 1)



会場の様子 2 (Photo 2)



会場の様子 3 (Photo 3)



会場の様子 4 (Photo 4)

触媒ってなあに？－環境にやさしいものづくりの化学－

触媒のはたらき

私たちの身の回りにあるプラスチック、医薬品などの化学製品は、ほとんどが触媒を使ってつくられています。また、触媒は、自動車の排ガス浄化装置や燃料電池などにも使われています。触媒とは「自身は変化せずに化学反応を促進する」もののことです。化学反応を進めるためにエネルギーが必要ですが、触媒を使うと少ないエネルギーで反応を進行させることができます。したがって、触媒を用いる技術は、環境に優しい社会、環境にやさしいモノづくりの化学（グリーンケミストリー、Green & Sustainable Chemistry）を実現するために大変重要だと考えられています。

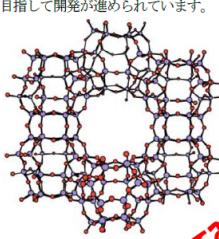
ゼオライトを使った蛍光色素フルオレセインの合成：色で見る触媒反応

ゼオライトは、濃硫酸にやや劣るくらいの強い酸性をもつ固体（固体酸）です。酸を触媒として起きる反応に対し、濃硫酸などの液体の酸の代わりに用いることができます。本実験では、ゼオライトを用いて、蛍光ペンの色素として利用されているフルオレセインを合成します。

ゼオライトは手で触っても無害なので、硫酸を使用するよりも安全な実験を行うことができます。

工業化学の分野では、より環境に優しい反応プロセスへの変換に触媒技術が利用されています。

固体酸触媒は、生成物との分離が容易、廃酸処理が不要、廃棄物を減らせる、反応器を腐食しないなどの理由で、硫酸など環境負荷の高い酸触媒の代わりに用いられています。現在も様々な反応プロセスにおいて、液体の酸触媒から固体酸触媒への変換を目指して開発が進められています。

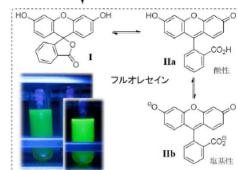


【解説】

ゼオライトは Si^{4+} と Al^{3+} の酸化物からなる物質で、規則的な網孔とイオン交換能をもつことが特徴です。ゼオライトの結晶中で Si_4O_8 は四面体構造をとっています。この Si^{4+} (Si^{4+}) を Al^{3+} (Al^{3+}) で置換すると、+1だけ電荷が足りなくなり、この電荷を補うために、交換可能な陽イオンが入ります。陽イオンとしてプロトン (H^+) が入ると酸性を示す固体（固体酸）になります。

右の図はY型ゼオライトの構造です。四面体の Si_4O_8 が2-4個連結するとソーライトケージと呼ばれるユニットができます。さらにソーライトケージが6個、連結すると大きな孔がある構造ができます。ゼオライトには、いろいろな大きさの分子を“あるいは分ける”という能力もあります。

酸触媒作用により、無水フタル酸とレゾルシノールから中間体が生成し、さらに脱水されてフルオレセインになります。フルオレセインは、IとIIaの2つの形で存在しますが、IIaはアルカリ性では蛍光を発するIIbの構造に変化します。IIbの構造のフルオレセインは、黄色の蛍光ペンの色素として使われています。



配布資料：触媒について (About catalysts)