

群桐祭 2022 (群馬大学理工学部学園祭 2022), サイエンステクノ教室 Gunto Festival 2022, Science Techno Kyoshitsu

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

実施日	2022 年 10 月 15 日	Date	October 15, 2022
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、理工学部のある桐生キャンパスにおいて理工学部の学園祭（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。コロナの影響で開催が危ぶまれたが、今年度は3年ぶりに開催され、当研究室は「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！」という題で、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、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たのち、白色の粉末状のゼオライトを加え、濾過する、という操作を行った。この実験ではアンモニア水を加えると水溶液の色が淡青色から青色に変わり、また濾過を行うと、無色透明な濾液が得られ、濾紙上には青い粉末が回収される。これらの変化は、色もきれいでたいへんわかりやすく、参加者は楽しく実験を行っていた。また、濾過は、簡易式の吸引濾過装置を組んで、空いている口を指で押さえて閉じると濾液が速く落ちるようにした。簡単な仕組みではあるが、自身自身で実験操作を行うのはとても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で少量の無水フタル酸とレゾルシノールを取り、さらにプロトン型 BEA 型ゼオライト（酸触媒）を少量加え、よく混ぜてからホットバスで加熱、冷却後、エタノールと Na_2CO_3 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持っていく、ブラックライトを用いて紫外線をあてると、黄緑色の蛍光が観察されることになる。自分で合成した物質がうまく光ったときは声を出して喜び、よい体験になったと思われる。

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数準備し、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ってもらった。また、ゼオライトについて説明したポスターやプリントも準備し、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。

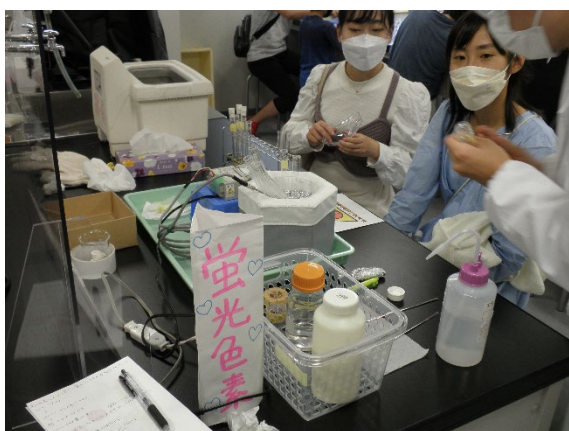
準備したものの一部は、研究や学生実験で実際に使っているものであり、参加いただいた方は日常とは異なる様々な体験をすることができたと思われる。来場者はおよそ 100 人程度であった。本企画は、地域貢献事業の一環として行われたものであるが、一方で、研究室の学生にとっても普段とは違う経験をすることができ、たいへん意義が大きかったと思われる。最後に本企画に対してご援助いただきました、日本セラミックス協会教育委員会に厚くお礼申し上げます。



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はプラスチック、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「自分自身に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は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、環境にやさしいものづくりの化学（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強い酸性をもつ固体（固体酸）です。酸を触媒として起こる反応に対し、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。

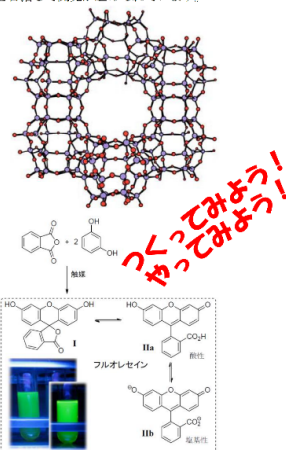
ゼオライトは手で触っても無害なので、硫酸を使用するよりも安全に実験を行うことができます。また今回の実験では、色に変化するのでも、目でみて、反応の進行を確認することができます。工業化学の分野では、より環境に優しい反応プロセスへの変換に触媒技術が利用されています。固体酸触媒は、生成物との分離が容易、廃酸処理が不要、廃棄物を減らせる、反応器を腐食しないなどの理由で、硫酸など環境負荷の高い液体酸の代わりに用いられています。現在も様々な反応プロセスにおいて、液体の酸触媒から固体酸触媒への変換を目指して開発が進められています。

【解説】

ゼオライトはSiとAlの酸化物からなる物質で、規則的な細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SiO₄は四面体構造をとっています。このSi（Si⁴⁺）をAl（Al³⁺）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XY型ゼオライトの構造です。四面体のSiO₄が24個連結するとソーダライトケージと呼ばれるユニットができます。さらにソーダライトケージが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“ふるい分ける”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ン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 catalysis）