



私たちの研究室

伊村 芳郎 研究室

工学部 工業化学科 准教授
いむら よしろう
伊村 芳郎 先生



研究室の学生たちと

金のナノ結晶を通して、 金の新しい可能性を探る

金は金属の中でも特に安定的な性質を持っていて、ほとんど他の物質に影響を与えないというのが一般的な知識と言えるだろう。そのおかげで人の肌にアレルギーを起こしにくい物質といわれ、ネックレスなどに多く利用されているのだと聞いている。

金をナノ化することから研究が広がる

しかし、伊村芳郎先生の話によるとナノレベルの小ささになると金は別の姿を見せるのだと言う。

「金は金色を示すことはご存じかと思いますが、ナノレベルまで小さくしていくと、色が赤色や青色、緑色といったように、我々が想像していなかった色調を示すようになります。金ナノ粒子を利用した例を挙げると、新型コロナウイルスなどの検査キットで、金は装飾品以外にも我々の身近に存在しています。

金をナノサイズ化することの面白い点は、小さくすることで触媒活性を示すようになる点です。金は化学的に安定なので、金貨などは触媒活性を示しませんがナノ化することで有用な触媒へと変貌します」と話す。

この研究室は工学部工業化学科にあり、伊村先生は物理化学の専門家だ。その経験から、金の原子が結晶化で独特な形を形成し、それによって起こる光の変化を利用する研究や、その結晶が様々な触媒として利用できる研究材料であることに着目したのである。

「ナノ状態の金は研究素材として興味深いものなので、私は、新しく面白い現象を探るという純粋研究的な視点と、そのような物がどう利用できるかという

応用的な視点の2つを持っています。もう少し具体的に言うと、『新しい機能を持つナノ材料のモノづくり』を大きなテーマとして、ナノ材料の形態制御手法の開発、高い触媒活性を持つナノ金平糖（金ナノフラワー）の開発、刺激応答性ナノ材料の開発という3つの個別テーマで取り組んでいるところです」と話す。

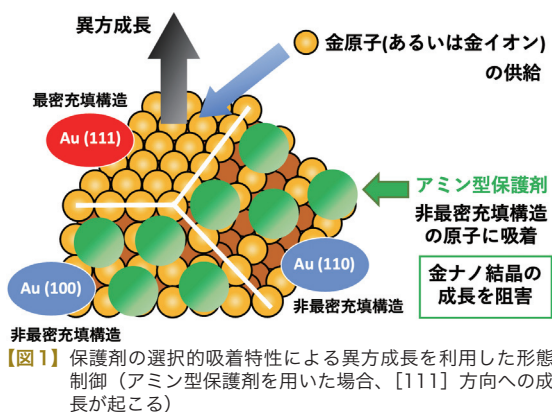
ナノ金平糖の触媒機能を探る

最近の大きな成果として、ナノ金平糖（金ナノフラワー）の開発があると伊村先生は言う。

「ナノ金平糖とは、ナノ化した金の結晶（50 nm程度）で、その形が金平糖に似ているためそう呼んでいるものです。国際的には金ナノフラワーなどと呼ばれることも多いものです。この結晶は、表面の金原子の配列が特徴的で、高指数面と呼ばれる原子配列を形成し触媒としての利用価値が高いものです。

この作り方に独自の手法があります。イオン化した金を溶液に溶かし、そのイオンを還元すると通常は最密充填構造という緊密なつながり方【図1】で結晶化していきますが、そうすると安定的な構造になってしまいます。つまり、あまり触媒活性を持たない物質になってしまうのです。そこで、非最密充填構造になるように結晶化させることが重要になります。

そのため、金ナノ結晶を作る際に、金イオンを還元するための還元剤と、金同士が最密にくっつかないように保護剤を混ぜるなどして独特の結晶構造を作っていきます。その混ぜ合わせる物質の組み合わせや量な



どで、特定の方向に異方成長をおこさせ、「異方性ナノ結晶」という構造を作ろうとするのです。

その配合物や配合の仕方をたくさん用意することが、今後の基礎研究に必要なとなるのです」と話す。

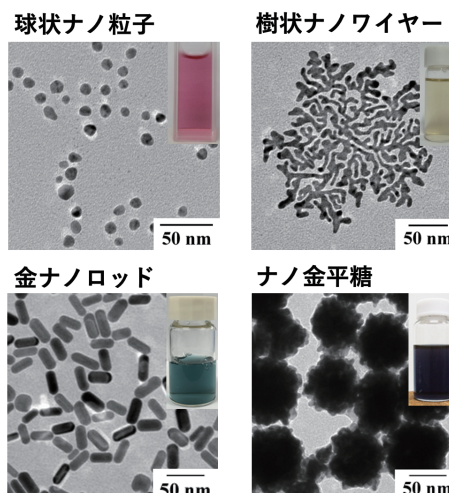
ここで重要なのが、その非最密充填構造の結晶を作っていく上で、最適な還元剤や保護剤、合成溶媒などを見つけ出すことだと言う。現在最も力を入れているのがナノ金平糖と呼ぶ形のものだが、結晶は他にも様々な形があり、混合の仕方でも色々な形が生まれ、異なった特性を持たせることができる【図2】。

実際に触媒として応用していく際には、担体と呼ばれるアルミナの上に固定化してから使用する。工業的に重要な反応である酸化反応触媒としての機能について調べており、金平糖形状は従来の球状触媒よりも酸化反応触媒として優れた触媒活性を示すそうだ。

様々な反応に対応できる触媒を開発したい

「ここではナノ金平糖の事例を紹介しましたが、これ以外にもいろいろな実験を行って、形の違う結晶をたくさん作り出していこうとしています。このような開発では、実際に使ってみないとどの形がいいのか、できる前の時点では私にもわからないのです。たくさん種類を作り出しておくことで、いろいろな応用に対応できるようにするしかないと思います」と言う。

この研究で利用する還元剤、保護剤、担体となる物質などは、クエン酸やメラミン、アルミナなど危険なものではなく、特に高価なものでもない。金自体は高価だが、実際には1gで何十回も実験ができる程度の使用量なので、ナノサイズ化することでコストの削減にもつながっている。つまり、学生たちも思う存分試していくことができるのだ。



【図2】金ナノ結晶の透過型電子顕微鏡画像とその分散溶液

ナノ粒子の合成に魅力を感じて

本研究室には2023年度末で修士課程1年が4人、学部4年生が9人在籍している。

修士課程1年の吉本太一さんは「ナノ粒子合成をやりたくてこの研究室を選びました。学部3年の特別実験で行った実験に興味を持ったのです。金ナノフラワーなどを雑誌会に参加して調べることができて、さまざまな用途で使われていることを知り、社会とのつながりがあると感じられました。現在、担体上の球状ナノ粒子をシードとした異方性ナノ結晶の調製というテーマで研究しています。金属酸化物を担体として、その上に球状の金粒子を担持させ、そこに前駆体となる金イオンを加えて成長させるといったものです」と。

また、博士課程への進学も考えている春日あすかさんは「もともと触媒に興味があり、ナノ結晶を触媒に応用したらどんな特性が現れるか興味がありました。ナノ粒子合成を行うとき、溶液中で球状から他の形に変わったり、そうすると色も変化するので、最初はそれらを観察するのが面白いと思いました。日常の研究で透過型電子顕微鏡などで観察したりしていると、作り方によってまったく形が違っていたり、そんなことも面白いと思いました。」

これまでは金でナノフラワーを作ってきましたが、金-白金での先行研究があることを知り、ナノフラワーでもできるのではないかと考えています。数年前に『不斉合成』でノーベル賞の受賞がありました。その分野にも応用できるかもしれないと希望が出てきました」と話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）

※学年等は取材当時のものです。