

## 研究紹介1 環境調和のための高次機能性触媒と反応システムの開発研究

化学バイオ工学科 教授 福原長寿

当研究室が掲げる研究テーマは、触媒化学と反応工学の融合を図る“ミクロとマクロの融合型触媒反応場の創製”です。具体的には、物質／エネルギー変換のための触媒反応場に、熱や流れの物理的因子を構造化で融合した触媒の開発、そして構造体触媒を利用した触媒反応システムの構築です。



構造体触媒(structured catalyst)の開発は、長年取り組んでいる研究テーマです。ミクロレベルで起こる触媒反応場に伝熱促進性や流れの整流性、低い圧力損失性を付与し、触媒反応場に多機能性をもちたせようとするものです。これまでに、水素製造を目的とした炭化水素／アルコールの水蒸気改質やCOシフト反応、合成ガス製造のためのドライ改質反応、CO<sub>2</sub>削減のためのメタン化反応、などの各種構造体触媒を開発してきました。

構造体触媒を組み込んだ反応システムの多機能性についても評価しています。例えば、プレートフィン型触媒反応システムのすぐれた熱効率性と負荷応答の迅速性や、伝熱面を介して吸熱反応場と発熱反応場を組み合わせた触媒反応システムの熱力学的な有用性、マイクロリアクター型改質システムの水素製造の高効率性、などです。また、ここ数年は有機系エネルギーキャリア物質を脱水素・水素化する構造体触媒システムの構築にも研究の目を向けています。

最近、構造体触媒の調製法として長年取り組んできた無電解めっき(electroless plating)による金属析出が、触媒に高い炭素析出耐性を付与することを見出しました。そこで、低炭素化社会の構築に貢献すべく、[CO<sub>2</sub>のメタン化→メタンの直接分解→析出C種の有効活用]=低炭素化、の一連の流れに関する研究についても取り組んでいます。

## 研究紹介2 タイムラグの影響についての数理的解析

数理システム工学科 教授 宮崎倫子

数理モデルは、世の中の様々な現象を科学的に取り扱うための、基本となる道具であり、対象とする現象における法則を抽出し、数学を用いて表現したものです。例えば、天気予報や衛星を打ち上げるためのロケットの軌道計算、他にも、コンピュータグラフィックスを用いたシミュレーションなど、多くは目には見えませんが数理モデルが用いられています。



数理モデルに用いられる数学として代表的なものが微分方程式です。私の研究は、微分方程式の解の性質を数学的に明らかにすることです。中でも、タイムラグが与える影響について調べています。ラグは、コントロールを加える際の反応の遅れや情報伝達の遅れなど、多くの

現象において自然に生ずる要素です。例えば、ラジコンカーを直線に沿って走らせるときをイメージしてください。車体が直線から右にずれるとハンドルを左に切り、左にずれると右に切るという操作を行います。人間の視覚情報をもとに操作を行うことにより、ラグが生じてしまいます。その結果、ラジコンカーは左右に蛇行してしまいます。このように、ラグは一般に不安定な動作の要因として知られています。一方で、手の平に棒を立てバランスをとるという動作は、人間の反応ラグがうまく利用されていると指摘する研究もあり、安定化に利用できることもわかってきています。私は、タイムラグが安定化に作用するというメカニズムを数学的に明らかにすることを目指しています。基礎理論の研究ですが、応用分野で使える数学を構築したいと考えています。

## 研究ニュース 鉄酸ビスマス強誘電体の特殊なイオン状態を原子スケールで解明

電子物質科学科 准教授 坂元尚紀

強誘電体材料はメモリ素子や加速度センサ、圧電素子などに広く利用されている材料ですが、高機能の強誘電体材料は人体に有害な鉛を含むことから、鉛を含まない強誘電体(非鉛強誘電体)の開発が求められています。鉄酸ビスマスは有望な非鉛強誘電体として注目されている物質ですが、その機能を低下させてしまう漏れ電流が大きいことが指摘されています。漏れ電流は厚さ数ナノメートル程度のドメイン壁(分域壁)と呼ばれる微細な構造に関与していると言われていましたが、原子スケールの詳細な構造はこれまで明らかにされておらず、長年未解明のままとなっていました。

このほど、スロベニアおよびスイスの研究グループとの共同研究により、最先端の顕微鏡技術を用いて鉄酸ビスマスのドメイン壁における原子スケールでの構造解析を行い、鉄及びビスマスが通常と異なる特殊なイオンの状態で存在していることを明らかにしました。この研究成果は強誘電体の構造と物性の理解を深めるものであり、今後メモリ容量の大幅なスケールアップなどにつながることを期待されます。(本研究成果は2017年3月発行のネイチャーマテリアルズ誌に掲載されました)

