

研究室紹介

福岡大学 工学部 化学システム工学科
 応用触媒化学研究室(久保田研究室)
 久保田 純・永島 大

1. 研究室の概要

当研究室は、久保田が2015年4月に本学科に赴任して発足した、発足5年目にかかる研究室で、久保田純教授、永島大助教、藤野可奈緒教育技術職員が運営し、学部卒論生が毎年度に8～12名が所属している。本研究室より博士課程前期学生を発足以来4年間で2名を輩出している。本研究室では久保田が担当する、触媒化学、電気化学、表面化学を融合したエネルギー技術に資する触媒の開発や、触媒反応機構の解明や触媒表面の化学的性質研究をおこなうとともに、永島の担当する噴流層の特性や粉体のレオロジーの研究まで多岐にわたり化学工学分野に貢献する研究をおこなっている。

2. 研究内容

2.1 触媒化学グループ(久保田)

(1) 電力による窒素と水からアンモニアを合成する電気化学システムのための触媒

国際的にも再生可能電力の導入が遅れている日本においても、九州島内では太陽光発電による電力が余剰になる季節・時間帯が生じるようになり、余剰電力の有効利用技術は世界的にだけでなく国内でも注目されてきている。この余剰電力を用いて、窒素と水からアンモニアを電気化学と触媒化学を組み合わせた水素膜型電解反応器を用いて直接合成する研究をおこなっている。現在、ルテニウム触媒、パラジウム合金水素透過膜、固体リン酸塩系電解質を組み合わせたセルを用い200～250℃、1 MPaで電気によってアンモニアを合成することに成功している。これに用いるルテニウム触媒の窒素や水素に対する吸着特性を、赤外分光法や昇温脱離法で分析し、この装置の低温で窒素過剰条件に適した触媒の開発を目指している。

(2) 固体高分子形燃料電池の非白金カソード触媒

固体高分子形燃料電池は家庭用コジェネレーションシステムや燃料電池自動車など将来のエネルギーシステムの中での役割は大きい。しかし、特にカソードで多量の白金を使用することは普及を妨げるものであり、白金を使用しないカソード材料の開発は急務である。ジルコニウムやニオブの酸化物を用いたカソード触媒の開発を進めている。また、これらのカソード触媒への酸素吸着の挙動を昇温脱離法などで調べ、吸着のエネルギーや吸着量とカソード反応である酸素還元反応の活性の相関を明らかにし、酸化物系非白金カソード触媒の開発指針を得ることを目指している。

(3) 固体酸化物形燃料電池の電極触媒機能

固体酸化物形燃料電池も家庭用コジェネレーションシステムや中小規模の発電設備などで普及が進んでいる機器であるが、低温化や炭素析出耐性など課題は多く残されている。ニッケルアノード表面の分子の吸着状態を赤外分光法などで調べることから、炭素析出耐性に関する情報を得たり、ペロブスカイト型酸化物カソード表面の酸素分子の吸着脱離と酸素還元能の相関を調べたり、表面吸着分子の分析から電極触媒の機能を研究している。

2.2 粉体工学グループ(永島)

(1) バイオマス粒子の動的流動性に関する研究

本件研究室には粉粒体の流動性試験装置として、ホソカワミクロン社の Powder Tester PT-X と Freeman Technology 社によって開発された Powder Rheometer FT4などを保有している。前者は従来から多用されているもので静的な流動性を評価するのに対し、後者は動的な流動性をレオロジー特性に基づいて評価する測定装置である。今日、粉粒体を取り扱う際の操作条件が多様化し、粒子の挙動が複雑になっているので、実際面での動的な流動性評価が重要視されている。また昨年バイオマスの燃焼やガス化・熱分解などが注目されているが、対象粒子の取り扱いには難点が多く、的確な流動性の把握が課題である。よって木屑などのバイオマス粒子の動的な流動性に着目し、圧力や温湿度などの外的条件、媒体粒子との混合割合などの操作条件の影響を調べ、静的流動性評価との相関性を検討している。最終的に粉体特性、力学的特性および流動性の関係の説明付けを目指す。

(2) 改良型噴流層の流動特性および応用に関する研究

噴流層は装置底部中央のノズルから流体を高速で供給し、粒子群を循環させる粒子-流体接触装置である。本実験室では、固-気系改良型噴流層(ドラフトチューブ付き spout-fluid bed)と固-液系の噴流層モデル装置を保有している。これまでの研究でチューブの設置条件や補助ガス流量の設定などによって粒子と流体の接触をより柔軟に制御できることを装置内のガス速度、粒子速度の分布の測定によって明らかにしてきた。現在は本装置の特性を活用した応用面での検討に着手している。応用としてバイオマス燃焼や光触媒を用いた水処理を想定し、操作性や反応効率などの面から装置特性を実験的に検討している。さらに改良型噴流層の流動特性を精度よく表現できる数値シミュレーションの確立を目指している。

3. 研究室の特徴

新規な実験装置や分析装置を製作するところから研究に取り組み、他の研究者らが真似のできない実験に取り組むのがポリシーである。大学院生の少ない小さな研究室であるが、触媒表面での分子、原子レベルでの現象解明から、粉体の機械的性質まで幅広い研究に取り組み、広いスケールでの化学工学の発展に貢献したいと考えている。