

研究室紹介

九州大学大学院工学研究院化学工学部門
プロセスシステム工学研究室
井上 元

1. 研究室の概要

九州大学大学院工学研究院化学工学部門（化学工学科／化学工学専攻）は、昭和35年の化学機械工学科発足から65年を迎え、現在は糸島半島の中心に位置する福岡市西区の伊都キャンパスにて、日々研究・教育活動を進めています。

そのなかのプロセスシステム工学研究室（第7講座）を柘植義文教授から引き継ぎ、2023年2月より井上研究室として運営しております。その後、2024年4月に矢野武尊助教が着任し、同年7月には浅野周作准教授が、翌年4月には名嘉山祥也准教授が加わり、現体制となっています。現在は、博士課程学生5名（うち社会人3名）、修士課程学生10名、学部生8名、研究生・研究員・スタッフ8名の計35名で活動しています。各教員の専門分野は流体力学、反応工学、電気化学、移動現象、粉体工学、数値計算と幅広く、研究室内で分野横断的な連携を進めていることが大きな特徴です。

研究室では毎週ゼミ（検討会）を開催し、前期終了時や年末には1日をかけた報告会も行っています。特に、新しい技術や知見を積極的に修得し、自身の研究に活用することを奨励しており、個別のグループ議論や、学生による自主的なプログラミングや計測手法の勉強会も活発に行われています。また、他大学研究室との連携セミナーも多く、毎回夜遅くまで交流会が続くこともあります。国際連携も盛んで、米国、ドイツ、台湾、韓国、タイからの研究者の訪問やセミナー開催に加え、共同研究の実施や海外研究者の短期・長期滞在交流も行っています。産学連携の面でも、複数の民間企業との共同研究を実施しており、不定期ではありますが関連企業の工場見学や企業訪問も、学生・教員ともに積極的に行っています。

7階にある研究室は九大工学部の中でも最も見晴らしの良い場所にあり、自然の多い糸島半島の景色に加え、博多湾越しには福岡タワーや市街地も遠望でき、夜景や花火も見渡せる環境です。

2. 研究内容

燃料電池、リチウムイオン二次電池、全固体電池、リチ



図 2025年度の研究室メンバー（研究室記念樹の前）

ウム硫黄電池、水電解装置、電解合成装置などにおいて、内部現象の解明や最適設計、劣化抑制、さらに電極のプロセス研究を進めています。これらのシステム内部では、電気化学反応に加え、イオン・電子・反応種の輸送がマルチスケールで生じ、さらに相変化や体積変化、発熱も伴うため、化学工学的アプローチが極めて重要となります。現在取り組んでいる研究テーマをいくつか紹介します。

2.1 全固体電池電極内のマルチフィジックス解析

全固体電池は、不燃性や高エネルギー密度化といった利点から実用化が期待されています。しかし、反応分布や体積変化を伴うため内部現象はきわめて複雑です。そこで、応力場・電位場・電気化学反応場を連成させた計算手法を開発し、現象解明に取り組んでいます。また、放射光施設を用いた計測や機械学習との連携による解析も進めています。

2.2 燃料電池内のメゾスケール解析とプロセス研究

固体高分子形燃料電池においては、酸素還元反応に関わる触媒層の最適設計が重要です。そこで、材料特性を反映したメゾスケール解析を実施しています。さらに、触媒層形成プロセスにも着目し、各工程が発電特性に及ぼす影響を評価しています。その他物理モデルと機械学習を組み合わせたプロセス・インフォマティクスも行っています。

2.3 マイクロリアクター

マイクロリアクターを活用した有機合成反応について、化学工学的な観点での基礎研究を行っています。学内外の研究室と連携しながら、微細流路内での混合と反応の解析や、微粉触媒充填層内の多相流制御法開発、マイクロ電解合成装置の設計論・操作論の体系化などに取り組んでいます。