

研究室紹介

宇都宮大学工学部基盤工学科応用化学コース
膜反応工学研究室
佐藤剛史

1. 研究室の概要

宇都宮大学は6学部からなる国立大学で、工学部は陽東キャンパスに位置している。2023年に芳賀・宇都宮ライトレールが開業してアクセスが格段に向上した。工学部は基盤工学科の1学科3コースで、化学工学関連の3つの研究室は応用化学コースに属する。当研究室はもともと2003年10月に膜を専門とする伊藤直次教授（現特任教授）が立ち上げ、2004年4月に超臨界流体を専門とする筆者が助手として赴任した流れで継続し、伊藤教授の定年退職にともない、2018年4月から筆者が継承して今に至る。そのため、当研究室は超臨界流体と膜を扱うユニークな研究室といえる。2025年5月現在、教員1名（筆者）、大学院博士前期課程6名、学部生3名に加え、伊藤特任教授、本学初の共同研究講座であるC5ケミカル先進プロセス研究室（三木英了教授、日本ゼオン（株））とも連携しながら研究活動を進めている。

2. 研究内容

2.1 高温高压水・超臨界CO₂を利用したプロセス開発

水や二酸化炭素は自然界に存在する無害な物質で容易に入手可能であることから、環境負荷低減の観点からも積極的な利用が期待されている。高温高压水の有する有機物溶解促進や分解反応加速の効果を利用し、これまでバイオマスのガス化、重質油の改質、蛇紋岩へのCO₂固定化等などを行った。現在は農業残渣からの有用成分回収に注力している。例えば栃木県の特産品の残渣で年間数万トン廃棄されるイチゴ葉の水熱処理では、残渣を減容しつつ抗酸化性成分や総フェノール類の生成が飛躍的に促進されることを見出した。

また、天然成分を分解せずに対象物から抽出する手法として、常温付近での抽出が可能な超臨界CO₂を用いた有用成分抽出も行っている。共溶媒として2相系を形成する水を積極的に利用するのが特長で、イチゴ葉の抽出にも適用している。

2.2 膜反応器の利用と膜の開発

膜反応器は、選択透過能を有する膜と反応器を組み合わ



研究室メンバー（2025年5月撮影）

せて反応・分離過程を一体化し、膜による生成物引き抜きでの平衡シフトにて対象反応を促進する反応器である。現在、水素を選択的に透過するパラジウム膜をカソード電極とし、水電解水素製造・水素精製・透過水素を利用したトルエン水素化によるケミカルハイドライド（メチルシクロヘキサン）製造を一体化し、分散化社会に対応した小型水素化合物製造プロセスの構築を進めている。また、パラジウム膜反応器を用いた脱水素反応促進を利用し、アンモニア分解における水素回収促進やファインケミカル合成への展開を試みている。

また、刺激応答性のポリマーを機械的・化学的に安定なアルミナ多孔質支持体に担持する手法を確立し、新たなpHおよび温度応答性ゲート膜の開発にも取り組んでいる。

3. 研究室の特徴

比較的自主性のある学生が集まり、分野が異なる研究テーマの学生が机を並べて意見交換しながら、現役&ベテラン&民間所属の3名の教授からのアドバイスを受ける刺激強めの研究環境である。また、筆者が学内の社会実装プロジェクトメンバーである関係で、今夏に再販予定のイチゴ葉入りクッキーの販売に向けた活動に学生も従事している。研究室から徒歩5分にある校内ビニールハウスから、研究室総出でイチゴ葉を収穫・洗浄・乾燥して販売業者に出荷したり、商品パッケージのデザインも行った。これらを通じ、安全性確保や商品の見せ方など社会実装に向けた商品開発の厳しさを研究室全員で実感している。さらに、最近では夏に中東からのインターン生も受入れている。筆者は研究と様々な経験との両輪が学生の人間的な成長を促すものと考えており、今後も皆様のお力添えを得ながら常に刺激ある研究室となるように努めていきたい。