

研究室紹介

京都工芸繊維大学 大学院工芸科学研究科
 バイオベースマテリアル学専攻
 サステナブル材料合成化学研究室
 谷口育雄



1. 研究室の概要

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科バイオベースマテリアル学専攻は、バイオマスから生産される素材・バイオベースマテリアルを研究対象として、環境にやさしいものづくりと新しい材料創製を支える人材の育成を目指して、2010年に創設された独立専攻である。当研究室は、2022年4月に発足し、高分子合成をベースとする環境低負荷な高分子材料の創成を目的とした研究を行っている。

本研究室の構成は、教授である筆者に加えて、博士研究員1名、博士課程学生1名、修士課程学生3名の他、実験補助員8名、事務補佐員1名となっており、随時短期滞在の留学生を受け入れている（2024年7月）。

2. 研究の内容

本研究室では、プラスチックを含む「高分子材料の効率的な循環」を大望として、持続可能な物質から環境負荷の低い高分子材料の創成を目的に、主に2つのトピックについて研究を行っている。

[1] CO₂分離膜を中心とした効率的CO₂分離回収

地球温暖化および気候変動の主要因の一つであるCO₂問題の有効な解決策として、CCUS（CO₂ Capture, Utilization, and Storage）が着目されている。そのためには、効率的なCO₂分離回収技術の確立が必須であり、省エネルギー分離技術である膜分離法が期待されている。本研究室では、アミンをCO₂キャリアとするアミン含有高分子膜によるCO₂分離を研究している。アミンによるCO₂促進輸送効果によって、非常に高いCO₂分離性能を発揮する。そして、CO₂選択透過メカニズムを解明することによって、さらにCO₂分離性能を向上させることができた。

また、CO₂分離膜を社会実装するための課題である大面積化あるいは膜モジュール化についても、極めて簡便な手法によってごく短時間で、市販の水処理膜をCO₂分離膜へと変換できる手法を開発した。そして、現在NEDOカーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発において、民間企業などと協力して実証試験を進めている。

分離膜以外にも、セメント工場から排出されるCO₂をア

ルカリ水溶液で回収し、セメント材料としてリサイクルする研究もNEDOグリーンイノベーション事業の一環で取り組んでいる。CO₂問題の早期解決は、脱炭素社会へのパラダイムシフトを推進する重要な課題であり、我々の研究開発がその一助になれば幸いである。

[2] 圧力可塑性高分子

プラスチックのリサイクル率は1割にも満たず、非常に低い。この原因の一つは、熔融成形の繰り返しによる、高分子鎖の熱分解である。筆者は、一定温度下で圧力変化によって固体-流動体間を可逆的に状態変化させることが可能なバイオベース分解性高分子の創成に成功した。これは、高分子多相系である分解性高分子が、圧力変化によって相転移を起こすためである。特に、室温付近で加圧によって流動する高分子材料は、省エネルギー成形のみならず、高分子鎖の熱分解も抑制されるため、高いリサイクル性を示す。また、使用後に万が一環境中に漏洩しても、分解性を有しているため、環境負荷を低減できる。加圧下での高分子鎖の運動性向上に起因する分解性の加速も認められることから、JST CREST事業「分解と安定化」において、構造と機能の相関について詳細な研究を行っている。

また、圧力応答性を有するバイオベース高分子は新たな機能性材料として着目されており、JST/JICA SATREPS事業において新たな研究開発も進めている。

3. 研究室の特徴

本研究室では、学生に自主性を重んじた教育を行っており、開かれた環境で研究が行えるように努めている。国内外の学会や研究会への積極的な参加を促し、自身の研究の理解を深めることのみならず、プレゼンテーションやコミュニケーション能力の向上にも力を入れている。特に、国際性を養うことも重要であるため、海外の留学生の受け入れや、国際会議での発表を半ば義務付けている。また、民間企業との共同研究も多数行っており、学生の将来の進路決定に活かせるような環境となっている。