

2024 年度年次報告書

材料創製および循環プロセスの革新的融合基盤技術の創出とその学理構築

2024 年度採択研究代表者

仁科 勇太

岡山大学 異分野基礎科学研究所
教授

未利用有機物の炭素化:資源循環のためのマルチナリーカーボンの創出

主たる共同研究者:

片岡 祥 (産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門 研究グループ長)

神谷 和秀 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授)

坂本 良太 (東北大学 大学院理学研究科 教授)

研究成果の概要

2024 年は、炭素化技術の革新と高機能カーボン材料の創製に向けた取り組みが大きく前進した。炭素化グループでは、バイオマスの炭素化効率を約 10%から 40%に大幅に向上させる手法を見出した。この成果は、従来の炭素化技術に対して大きな進展を示すものであり、今後のスケールアップに向けた検討を進行中である。また、ポリスチレンの炭素化収率を向上させる基礎検討や、CO₂の炭素化に適した鉄触媒の開発を行った。

循環プロセス研究グループは、カーボンの合成条件に関するデータを蓄積し、製造における資源使用やエネルギー消費の可視化を推進した。特に、炭素化におけるカーボンフットプリントの試算を通じて、現行の加熱方法では電力消費が大きく、環境負荷削減に繋がらないという課題を明らかにした。より環境調和的な炭素化プロセスの提案に向けた基礎資料として活用していく。

分子モデル・メカニズム解析グループは、熱処理における分子の構造変化や炭素化進行機構を原子レベルで解明する取り組みを進めた。特に、エチニル基導入が炭素化挙動に与える影響に着目し、熱重合と炭素化の過程を明らかにした。さらに、複数分子を共結晶化することにより、炭素化効率を向上させるという新たな指針を提示した。構造・機能解析グループと連携した放射光 (SPRING-8) での XAFS 測定により、炭素化機構の精密解析も進展している。

構造・機能解析グループでは、電気化学オペランド X 線吸収分光により、炭素材料中の金属原子の凝集挙動と CO₂ 電解活性の相関を明らかにした。さらに、高電流密度下での CO₂ 変換に成功するなど、高性能電極の開発を行った。高温熱処理で有機物が炭素化する過程を理解するための第一原理・機械学習分子動力学の適用条件の最適化も進めた。また、ウイルス吸脱着機能を持つ新しいカーボン材料の開発など、機能評価系の整備が進み、幅広い機能開拓を実施できる基盤を整備した。