

研究室紹介

関西大学 環境都市工学部 エネルギー・環境工学科
エネルギー材料研究室
中川清晴

1. 研究室の概要

私たちの研究室が所属する環境都市工学部エネルギー・環境工学科は、化学工学科を前身としていることから化学工学的手法に基づく省エネルギー・新エネルギーに関する物質・材料合成プロセス、環境汚染防止など、エネルギーと環境に優しいプロセスに関する教育・研究をおこない、身につけた化学工学的手法と能力を活かして環境負荷の少ない新システムを構築できる人材の育成に取り組んでいます。

エネルギー材料研究室は、「ナノ炭素材料の合成とエネルギー・環境材料への応用」をテーマの中心として研究をおこなっています。2020年度の研究室メンバーは、中川清晴教授、博士課程1名、修士課程5名、学部生10名の計17名です。

2. 研究内容

当研究室では、主にナノ炭素材料をはじめとする炭素材料を合成して、合成した炭素材料を各種金属イオン電池、燃料電池、電気二重層キャパシタなどエネルギー材料への展開と水処理や化学センサ、バイオセンサなどに利用する環境材料としての応用を目指して研究をおこなっています。

2.1 マリモナノカーボンの合成

マリモナノカーボンは、表面酸化ナノダイヤモンドを核にカーボンナノチューブ (CNT) やカーボンナノフィラメント (CNF) が放射状に高密度に生成している球状炭素繊維材料です。表面酸化ナノダイヤモンドは、表面に含酸素官能基が規則的に配列しているため、触媒担体に用いた場合に担持するNi, Coなどの金属粒子をナノサイズで高分散に担持することが可能です。触媒を使用して流動層反応装置を用いて炭化水素の接触分解反応をおこなうことで高密度のマリモナノカーボンが合成できます。

マリモナノカーボンは、原料炭化水素や担持する金属の種類を選択することで生成する炭素繊維の形状や内部構造を変えることが可能です。例えば、ナノ炭素繊維の内部構造を中空状のナノチューブ、カップ積層型カーボンナノフィラメント、コイン積層型ナノフィラメントなど様々な微細構造を有するナノ炭素繊維を選択合成することができます。また、原料炭化水素の選択によりナノ炭素繊維の形状を直線状やコイル状に変えることが可能になってきました。

2.2 蓄電デバイス用炭素材料の開発

リチウムイオン電池に代表される蓄電デバイスは、今後ますますの需要の増加が予想されます。一方で、自動車用駆動電源を目指す上で高容量化、安定性、耐久性、製造コストの削減などの課題が挙げられます。そこで、リチウムイオン電池に代わるナトリウムイオンや多価イオン電池に注目して研究をおこなっています。リチウムイオン電池は正極・負極の層間物質にリチウムイオンが挿入・脱離され



2019年度のメンバー

ることで充放電をおこなっていますが、多価イオンの黒鉛負極への挿入・脱離に関する報告は少ないのが現状です。当研究室では、多価イオン電池について炭素電極および電解液の2つの側面から開発をおこなっています。

また、直接アルコール型燃料電池の電極触媒の開発もおこなっています。現在、電極触媒にはカーボンブラックを担体としてPtやPt-Ruを大量に担持した触媒が使用されています。しかし、Ptなどの貴金属には資源量の制約があり現状の使用量では普及が難しいと考えられています。マリモカーボンを触媒担体に用いることで、現在用いられているカーボンブラックと比較して、担持金属であるPtを高分散に担持し、担持量も従来のカーボンブラックのPt担持量の1/10程度の5 wt%まで少なくとも高活性を示すことを見出しています。

他にもメソ孔性炭素材料を電極とした電気二重層キャパシタにおいて、有機電解液やイオン液体を電解液に用いたときに、マイクロ孔性の活性炭電極より高い電気容量が得られています。

2.3 環境材料の開発

水環境改善において、水溶液中から微量無機化合物の検出、除去に関して電解法、沈殿法、逆浸透法、イオン交換法など様々な方法が用いられています。しかし、従来法ではイオン交換法を例に挙げると定期的な再生操作が必要で、イオン交換樹脂を繰り返し利用するため時間的、経済的に不利な面が多くあります。これらの問題点を鑑み、当研究室では電気二重層の原理を取り入れて電極にメソ孔性の炭素材料を使用して希薄溶液中のイオンの除去・濃縮に関する研究をおこなっています。

他にも、ナノ炭素材料の環境材料への応用としてメタンや一酸化炭素を検出するガスセンサやグルコースセンサなどのバイオセンサの開発もおこなっています。

3. おわりに

学生が研究を通じて、大学のスローガンでもある“考動（自らの頭で自主的に考え、自律的かつ積極的に行動する）”できる人材に成長して欲しいと願っています。研究室では学生の自主性を尊重し、学生が興味を持ちやりたいと思ったことをチャレンジできる環境にしています。難題に直面しても諦めないで少しずつ前に進んでもらいたいと思っています。

今後も炭素材料の合成と用途開発を研究活動の中心に進めていきます。化学工学会の多くの方々と交流を深めて、様々な分野や視点からご意見、ご助言を頂ければ幸いです。今後ともどうぞ宜しくお願い申し上げます。