

■研究テーマ

- 電気化学キャパシタ用新規カーボン電極の創出
- 新規炭素同素体の合成と電気化学的応用

■キーワード

電気二重層キャパシタ、炭素材料、新規炭素同素体

■産業界の相談に対応できる技術分野

キャパシタ、電池、炭素材料、ナノ細孔体

■主な設備

ロータリーキルン炉、アルゴングローブボックス、ガス吸着装置、分析走査型電子顕微鏡



白石社志 教授

連絡先
分子科学部門 白石社志 TEL:0277-30-1352 FAX:0277-30-1353 e-mail:ssiraisi@chem-bio.gunma-u.ac.jp

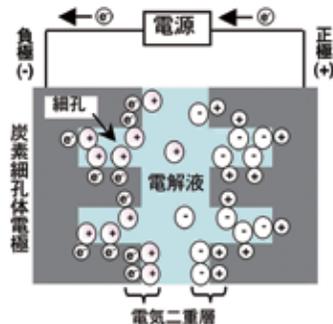
研究概要

電気二重層キャパシタ用カーボン電極

炭素、すなわちカーボンは古くからよく使われているなじみの深い材料です。近年では、フラーレン、カーボンナノチューブ、グラフェンといった新しい材料も登場してきており、今、カーボン材料が大変注目されています。当研究室では、電気化学的な応用を視野に入れて、新規なカーボン電極の研究開発を行っています。特に、炭素ナノ細孔体を電気化学キャパシタの電極に応用し、画期的なキャパシタ電極の実現を目指して日夜努力を重ねています。

ナノレベルの小さな孔を大量に含む炭素、すなわち炭素ナノ細孔体の代表例は活性炭です。活性炭は脱臭剤や脱色剤など身の回りの中に多く利用されています。炭素ナノ細孔体はその小さな孔(細孔)に臭いや汚れの元となる分子を吸着できるだけでなく、電極化すればイオンも大量に吸着できるようになります。吸着イオンは活性炭と電解液の界面に誘電体層(電気二重層)を形成するため、これを利用した大容量のキャパシタ(コンデンサ)が

開発されています。このようなキャパシタは電気二重層キャパシタと呼ばれ、電気化学キャパシタの一つです。電気化学キャパシタとはその他のコンデンサ(電解コンデンサ・セラミックコンデンサ等)と比べて大容量を有する比較的新しい蓄電デバイスです。電気二重層キャパシタは、放電時のパワーが大きく、充放電のサイクル寿命にも優れるので、既に1970年代から実用化されています。



充電状態の電気二重層キャパシタのモデル

近年では、ハイブリッド型電気自動車の補助電源や夜間電力貯蔵庫としても電気化学キャパシタは期待されており、エコ社会実現の

ためのキーデバイスの一つです。電気二重層キャパシタの欠点は、競合デバイスである二次電池と比較した場合の蓄積エネルギーの低さです。これを克服するためには、より大きな容量を持ち、かつ、高い電圧で充電しても破損しないキャパシタ用の新規なカーボン電極を開発する必要があります。

特徴と強み
炭素材料科学と電気化学の両視点に立つ

当研究室では、電気二重層キャパシタを更に高性能化させるため、種々の炭素細孔体電極の製造設備と分析装置を駆使して、研究開発を行っています。



ロータリーキルン炉(活性炭の製造装置)



グローブボックス(キャパシタの製作・評価用)

電気二重層キャパシタの研究では、炭素材料科学と電気化学の両方の視点に立った幅広い知識、高度な技術、豊富な経験が必須です。当研究室は、それが可能である国際的にも特徴ある研究室の一つです。最近では、窒素ドープ活性炭によって電気二重層キャパシタの高電圧充電に対する耐久性を大幅に

改善できることを見出し、かつ窒素ドープ活性炭を簡便かつ安全に調製する手法を開発しました(特願2011-160446)。これは、当研究室が持つ独特のスキルから生み出されたものです。卒業生も当研究室の出身であることを武器に、炭素材料メーカーを含む化学メーカー、キャパシタ・電池メーカーに就職しています。また、当研究室では企業との共同研究を積極的に取り組み、電気二重層キャパシタの高電圧耐久性を飛躍的に改善する活性炭充填発泡アルミニウム電極(特願2010-241867)、ならびに使用済みフッ化黒鉛リチウム一次電池を利用した画期的なハイブリッドキャパシタの開発(特願2011-170391)にも成功しています。

今後の展開
カーボン電極によるエコ社会の実現・発展にむけて

当研究室のその他の研究例としては、炭素同素体カルビンの合成とその電気化学的応用が挙げられます。カルビンは、炭素原子が一次元に鎖状に結合した同素体であり、極めて不安定な性質からその大量合成も物性測定も十分になされていない幻の炭素材料です。当研究室では、部分的ながらもカルビン構造を有する炭素電極を合成し、リチウムイオン電池の負極として評価したところ、従来の黒鉛負極と比較して約3倍の容量があることを見出しました。炭素材料にはまだまだ未知の可能性ががあります。今後も、炭素材料電極化学をさらに極めることで、キャパシタ・電池といったアプリケーションを通して、エコ社会の実現に貢献します。



研究室の雑誌会(ゼミ)の様子