

濃厚水系電解液を用いた電気二重層キャパシタの開発

近藤靖幸

京都大学大学院地球環境学堂

専門分野・キーワード：無機工業材料、二次電池、キャパシタ

自己紹介：今年度より電気二重層キャパシタの高性能化に向けた研究に主に従事しております。当研究室では主に電解液に焦点を当てて研究しております。



電気二重層キャパシタ (EDLC) は長寿命であり高速充放電が可能な蓄電デバイスとして、メモリーバックアップ用電源、乗用車等へのエネルギー回生等の広い用途に利用されている。典型的な EDLC は正極と負極の活性炭電極および間の電解液から構成されており、電解液としては有機系電解液と水系電解液の二種類が主に検討されている。有機系 EDLC は電解液の電位窓が広いために作動電圧が高いという利点を有するが、水系 EDLC と比較して活性炭電極の比容量が低いことや出力密度 (充放電速度) が低い、電解液が可燃性である等の欠点も有している。対して水系 EDLC は有機系 EDLC と比較して活性炭電極の比容量が高いことや出力密度も高く、水溶液が不燃性である等の利点を有するが、電解液の電位窓が狭いために作動電圧が低くなってしまうという欠点がある。そのため水系 EDLC において電解液の電位窓を拡大することが可能となれば、有機系 EDLC を上回るエネルギー密度を達成することが期待できる。

そこで本研究では、濃厚水系電解液に着目した。濃厚水系電解液中では塩の濃厚化によって、水の活量 (反応性) が低下すること等により電位窓が拡大すると説明されており、近年では EDLC 用電解液としてもいくつかの研究グループによって検討されている。しかし、それらの濃厚水溶液は粘度が非常に高く、伝導度も比較的低いため、従来の水系電解液よりも出入力特性が低くなるなどの課題が残っている。そこで発表者は比較的小さいアニオンである bis(fluorosulfonyl) amide アニオンのアルカリ金属塩を高濃度溶解させた水溶液に着目した。これまでに sodium bis(fluorosulfonyl) amide (NaFSA) の飽和水溶液を用いて、ハイブリッドキャパシタ用電極反応としても期待できる FSA アニオンの黒鉛への電気化学的挿入脱離反応を検討した結果、高電位側に広い電位窓を有し、中性水系電解液中での黒鉛への FSA アニオンの挿入脱離反応が進行することを見出した。NaFSA 飽和水溶液は比較的粘度も低く、伝導度についても高い値を示したため、出入力特性が向上することなどが期待され、高エネルギー密度を有する水系 EDLC 用電解液として利用することを考えた。その結果、右図のように 10 mV s^{-1} でのサイクリックボルタンメトリーにより、 2.5 V 程度と広い電位幅でキャパシタ容量が得られることが分かった。

