



単層カーボンナノチューブ中の水和イオンの構造

大塚隼人, 河又悠真
信州大学先鋭材料研究所]

キーワード : 単層カーボンナノチューブ, 水和イオン, 脱水和, イオン分離

1. 背景と研究目的

世界的な水不足の危機にある中, 省エネルギーな海水淡水化技術が求められている。炭素材料の細孔 (ナノ空間) は浄水やエネルギー貯蔵など様々な分野で利用されており, イオン分離においてもナノ空間の利用が有力視されている。しかしナノ空間中のイオンの挙動と実効的な水和構造は未だ十分に理解されておらず, 多孔性炭素材料のイオン分離への応用にはナノ空間中での実効的イオンの構造やイオンの透過性の理解が不可欠である。今回の実験では, 生体系やイオン分離技術と深く関連するカリウムイオンと塩化物イオンの疎水性ナノ空間中での構造を EXAFS により調べることを目的とした。疎水性ナノ空間として, 理想的な円筒形ナノ細孔を有する単層カーボンナノチューブ(SWCNT)を用いた。

2. 実験内容

単層カーボンナノチューブ(細孔径 1.8 nm)を Zn/Al 分散剤を用いて膜化した。結晶化度向上と不純物除去のために 2073 K で真空加熱を行った。空気酸化により SWCNT を開孔した後, KCl を真空含浸により細孔内に導入した。KCl を導入した SWCNT 膜を XAFS ガスフローセルにセットし, そこに He と水蒸気を導入することにより, ナノ細孔中で KCl 水溶液を調製した。この状態で, K K-edge と Cl K-edge 測定を行った。

3. 結果および考察

Fig. 1 に SWCNT 中のカリウムイオンの XAFS スペクトルから抽出した EXAFS 振動と, Fitting 結果を示す。この Fitting により細孔内のカリウムイオンの水和数は4であることがわかった。バルク水溶液では6であるから, 細孔内内でカリウムイオンが部分的に脱水和していることが示唆される。しかし, カリウムイオンと水分子の距離はバルクとほぼ同じ 0.271 nm を得たため, 水和イオンの大きさ自体は変わっていないと考えられる。塩化物イオンについては, EXAFS スペクトルの 2950 eV 付近に原因不明のピークがあり, 解析することができなかった。原因を解明し, 次回の実験でナノ細孔中の塩化物イオンの水和数を決定したい。

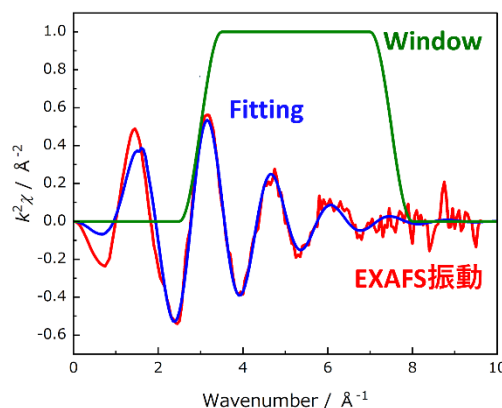


Fig. 1 カリウムイオンの EXAFS 振動