



## 水酸化ニッケルナノシート複合体の構造解析

神藤 慎弥, 夫馬 正陽, 石井 陽祐, 川崎 晋司  
名古屋工業大学大学院 工学研究科

キーワード：ナノシート, 水酸化ニッケル, カーボンナノチューブ

### 1. 背景と研究目的

ニッケル水素電池は安全性に優れているが、正極材料である水酸化ニッケル ( $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ) の導電性が低いという問題がある。これは、層状化合物である  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  の積層方向への導電性が乏しいことに起因する。そのため、当研究室では、これらの解決に向け、水酸化ニッケルの薄層化に関する研究に取り組んでいる。薄層化した  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  は明瞭な X 線回折パターンを示さず、構造解析が非常に困難である。本実験では、Ni K 吸収端を対象とした XAFS 測定を行い、充放電前後での化学状態変化についての分析を試みた。

### 2. 実験内容

ニッケル錯体を単層カーボンナノチューブ (SWCNT) に内包させ、これを塩基性溶液に浸すことで、水酸化ニッケルナノシート-SWCNT 複合体 ( $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$ ) を合成した。SWCNT として、eDips 法で合成された平均直径が約 2.5 nm のものを使用した。はじめに、ニッケル(II)アセチルアセトナート ( $\text{Ni}(\text{acac})_2$ ) と SWCNT を 5.0 Pa 以下の圧力でガラス管内に真空封入した。このガラス管を 160 °C で 72 h 加熱し、室温まで徐冷することで  $\text{Ni}(\text{acac})_2$  内包 SWCNT ( $\text{Ni}(\text{acac})_2 @ \text{SWCNT}$ ) を得た。次に、この  $\text{Ni}(\text{acac})_2 @ \text{SWCNT}$  を 6 mol/L KOH 水溶液に 48 h 浸すことで、 $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$  に変換した。

### 3. 結果および考察

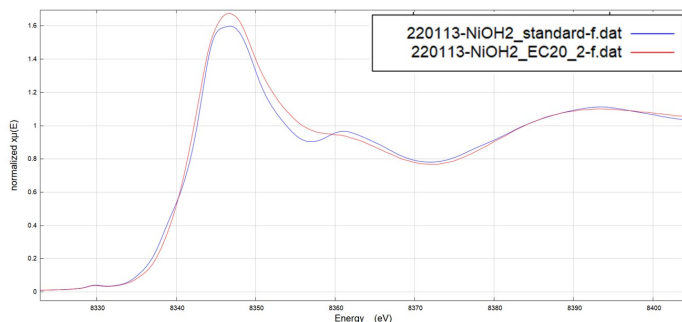


Fig.1 XANES spectra of Ni K-edge for standard  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  (blue line), and  $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$  (red line).

バルクの  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  (青線) と、今回合成した  $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$  (赤線) の XANES スペクトルの比較を Fig. 1 に示す。 $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$  の吸収端の位置はバルク試料  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  と一致していることが確認できる。さらに、8362 eV 付近の波形の微細な違いを除き、スペクトル形状が概ね一致していることもわかった。今回合成した試料に含まれる Ni 化合物は微小であり、X 線回折では明瞭な回折線を示さないために分析困難であったが、バルクの  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  と類似した電子構造をもつ微細粒子が含まれていると考えられる。

この  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  様の微細粒子の充放電機構の解明を目的として、 $\text{Ni}(\text{OH})_2 / \text{SWCNT}$  の充電状態と放電状態のスペクトルの比較を試みたが、充放電前後で XANES・EXAFS スペクトルともに変化は確認できなかった。これは、充電時に生成されるオキシ水酸化ニッケル ( $\text{NiOOH}$ ) の安定性が低いために、試料準備の段階で充電時に生成した  $\text{NiOOH}$  が変質してしまったことが原因だと考えられる。今後は、試料の準備方法・保管方法を改良し、再度の実験を試みたい。