

非還元雰囲気における長尺 CNT 成長を可能にする貴金属元素添加の効果

The effect of noble metals mixed with iron particle catalyst on the synthesis of vertically aligned carbon nanotube under non-reducing ambient

産総研¹, [○]桜井 俊介¹, 何 金萍¹, 畠 賢治¹, Futaba Don¹

AIST¹, [○]Shunsuke Sakurai¹, Jinping He¹, Kenji Hata¹, Don Futaba¹

E-mail: Shunsuke-sakurai@aist.go.jp

カーボンナノチューブ(CNT)の合成技術において、基板上に配置した金属触媒粒子を活用した熱化学気相成長(熱CVD)の手法は、長尺のCNTが垂直配向したCNT集合体(CNTフォレスト)の形態として比較的容易に合成できることから、多くの研究例がある。これらの研究、特にミリメートルスケールに達するほどの長尺CNTを合成する技術の共通点として、触媒金属として鉄を主成分とすること、CNTを合成する前に水素ガスなどの還元雰囲気中で加熱することが挙げられる^{1,2)}。このことから、十分に還元された電子状態にある鉄原子がCNT合成への触媒活性を発揮するものと考えられている。

本研究では、高い活性を発揮する触媒を還元雰囲気での加熱なしで作製する方法について検討した。基板上に配列された鉄ナノ微粒子に微量の貴金属元素(イリジウム, ロジウム, プラチナ)を添加することで、水素による事前加熱処理なしで500 μm以上の長尺CNTフォレストを10分間の成長時間で合成することに成功した。X線光電子分光(XPS)により得られるFe2pピークの分析により、僅かな量の貴金属原子が共存することで、非還元雰囲気中においても鉄粒子の還元が進行することが示された。一方Ir4fピークを併せた分析から、高温で貴金属元素が酸化数ゼロの金属状態となるタイミングで鉄の還元も進行することが分かった。

以上の結果から、鉄ナノ微粒子の酸化への耐性が微量の貴金属元素添加により大きく改善されることにより、非還元雰囲気においても酸化鉄の金属と酸素への解離が高温で進行し、十分に活性を有する触媒粒子が得られたものと考えられる。本研究の一部は、科学研究費補助金(17K14090)の助成を受けたものである。

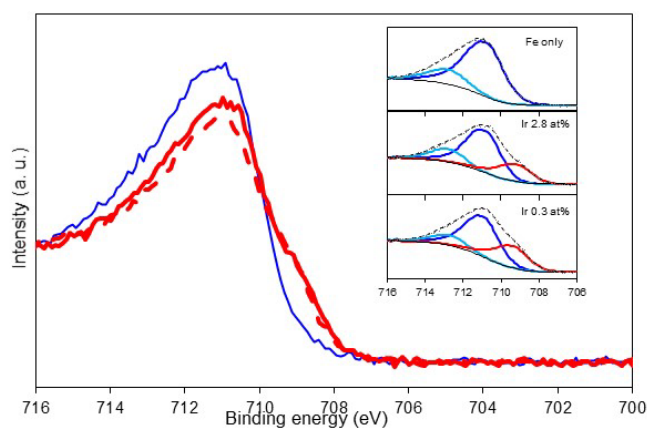


Figure 1. XPS spectra of Fe2p_{3/2} peak. Blue: Sample without noble metals. Red: Samples with 2.8% (Solid line) and 0.3% (Dotted line) Iridium addition. Insets exhibit the results of peak separation

- 1) K. Hata, D. N. Futaba, K. Mizuno, T. Namai, M. Yumura, S. Iijima, *Science*, **306**, 1362 (2004).
- 2) S. Sakurai, H. Nishino, D. N. Futaba, S. Yasuda, T. Yamada, A. Maigne, Y. Matsuo, E. Nakamura, M. Yumura, K. Hata, *J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 2148 (2012).