



非白金系触媒としての NbO_x ナノ粒子の化学状態の解析

清野智史, 藤田健太郎, 藤枝俊, 中川貴, 山本孝夫
大阪大学

キーワード：Nb, 酸化物, 窒化物, ナノ粒子, 触媒, XAFS

1. 背景と研究目的

水素エネルギー社会の実現に向けて固体高分子型燃料電池の開発が進められ、一部では既に実用化されている。しかし、その動作には高価な白金系触媒が必要であることから、普及の妨げとなっている。非白金触媒の候補の一つとして、ニオブ酸化物 (NbO_x) ナノ粒子が活性を示すことが報告されている[1]。さらに、ニオブ酸化物触媒に窒化処理を行うことで、触媒活性の向上が示唆されている[2]。本研究では、カーボン担持ニオブ酸窒化物触媒の合成条件と Nb の化学状態との相関を、XAFS 解析により評価した結果を報告する。

2. 実験内容

シュウ酸ニオブとカーボンブラックを出発原料とし、O₂/N₂ 雰囲気下で焼成して Nb 酸化物触媒を合成した。その後、炉内で取り出さずに、連続して NH₃ 雰囲気下で焼成し、Nb 酸窒化物触媒を合成した。得られた粉末試料をペレット化したものを測定試料として用いた。あいちシンクロトロン BL5S1 を利用し、Nb-K 端の XANES 解析を行った。標準試料として、Nb 金属、NbO、NbN、NbO₂、Nb₂O₅ のスペクトルを測定し、実サンプルとの比較を行った。

3. 結果および考察

得られた試料を XRD によって評価したところ、酸化処理のみを行った試料では Nb₂O₅ が生成しており、追加で窒化処理を行った試料（酸窒化試料）では NbO_xN_y が結晶相として生成することが明らかとなった。TEM 観察により、これらの試料でカーボン担体表面に Nb 由来のナノ粒子が担持していることを確認している。XANES 解析結果の例を図に示す。酸化処理のみを行った試料のスペクトルは、標準試料である Nb₂O₅ (T 型) のスペクトルとほぼ重なっている。一方、酸窒化処理を行った試料では若干スペクトルが変化しており、NbN や NbO のスペクトルに近づいた結果が得られた。これらの結果から、酸窒化試料中において、ニオブは主に非晶質の Nb₂O₅ であり、一部が結晶性の NbO_xN_y 相として存在することが明らかとなった。従来研究において、Nb 酸窒化物触媒の活性点は Nb₂O₅ 相とされている[3]。今回得られた解析結果を活用することで、より高活性な触媒材料を得るための指針を得ることができた。

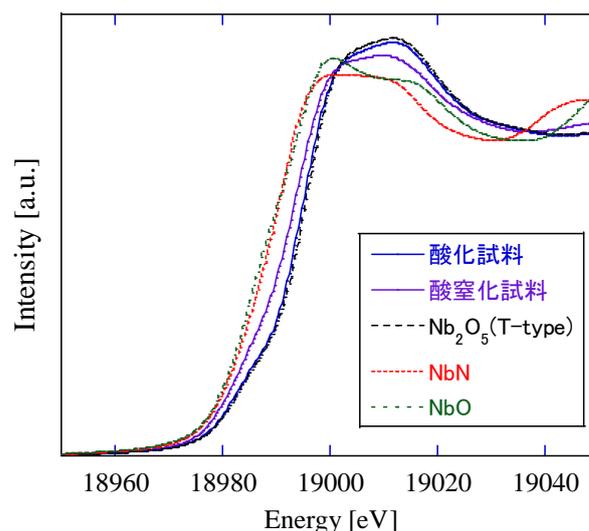


図 Nb 触媒ナノ粒子の XANES 解析結果

4. 参考文献

1. J. Seo, et al., *ACS Catalysis*, 3 (2013) 2181–2189
2. F. Yin et al., *Journal of The Electrochemical Society*, 157, (2) (2010) B240–B244.
3. K-D Nam et al., *Electrochimica Acta* 55 (2010) 7290–7297