



Pt/C における触媒担持量と活性サイト数の関係

神野 凜, 久寄 一真, 才田 隆広
名城大学

キーワード：燃料電池, 触媒担持量, Pt 利用率, in-situ XAFS

1. 背景と研究目的

近年、固体高分子形燃料電池（PEFC）の更なる普及に向けて、高活性・高耐久性だけでなく高い Pt 利用率を有する電極触媒の研究開発が行われている。Pt 利用率を評価する上で、電気化学的活性表面積（ECSA）が評価基準の 1 つとして挙げられる。しかし、一般に ECSA は白金ナノ粒子の表面に吸着した水素の電荷量から算出するため、PEFC 作動時に酸素分子が吸着し還元反応を生じる表面積と必ずしも一致しない。そこで我々は、White line の高さが酸素分子の吸着に対して鋭敏に変化することに着目し、White line の高さから酸素還元反応に使われている Pt 表面積を推定することを目的としている。本実験では、触媒担持量を変化させることで、Pt 利用率が異なる試験電極を作製し、in-situ XAFS 測定を実施した。また、得られた XANES スペクトルの White line 高さと ECSA の変化を比較した。

2. 実験内容

電極触媒である Pt/C は、田中貴金属工業製の触媒粉末（TEC10E50E）を使用した。基準の触媒量として、FCCJ の評価プロトコルにある $17.3 \mu\text{g}/\text{cm}^2_{\text{Pt}}$ （1x）を採用した。比較として、FCCJ 評価プロトコルの半量である $8.65 \mu\text{g}/\text{cm}^2_{\text{Pt}}$ （0.5x）の試験電極を作製した。この作製した試験電極に対して、三電極式電解セルを用いて 1000 mV および 600 mV を印加した。この電圧印加時に XAFS 測定を実施した。XAFS 測定は BL11S2 で行い、検出器には 7 素子 SDD をした。また、電解セルおよび周辺からの散乱 X 線を出る限り除去するために、ソーラースリットを検出器直前に配置した。測定時間は、XANES 領域のみで約 30 min/スペクトルとした。

3. 結果および考察

図 1 に触媒担持量が異なる二種類の試験電極における XANES スペクトルを示す。1x, 0.5x とともに Pt が酸化される 1000 mV では White line 高さが上昇し、Pt が還元される 600 mV では White line 高さが減少した。1x と 0.5x の比較をすると、触媒担持量の多い 1x の方が 1000 mV、600 mV とともに White line 高さが高い。特に還元時において、White line 高さの違いが明確に観察された。また、1000 mV と 600 mV における White line 高さの差は、触媒担持量が少ない 0.5x の方が大きいと見積もられる。この時の ECSA は、それぞれ 1x では $42.8 \text{ m}^2/\text{g}$ 、0.5x では $56.4 \text{ m}^2/\text{g}$ であった。ECSA から求めた Pt 利用率は、触媒担持量が少ない 0.5x の方が高かった。加えて、White line 高さの変化が大きい試験電極では、ECSA も大きい傾向が確認された。また、触媒担持量が少ない電極は、流通ガスを不活性ガスから酸素ガスに変化させた際の変化も大きい傾向にあった。以上の結果から、White line の変化量と Pt 利用率には関連性があると示唆される。

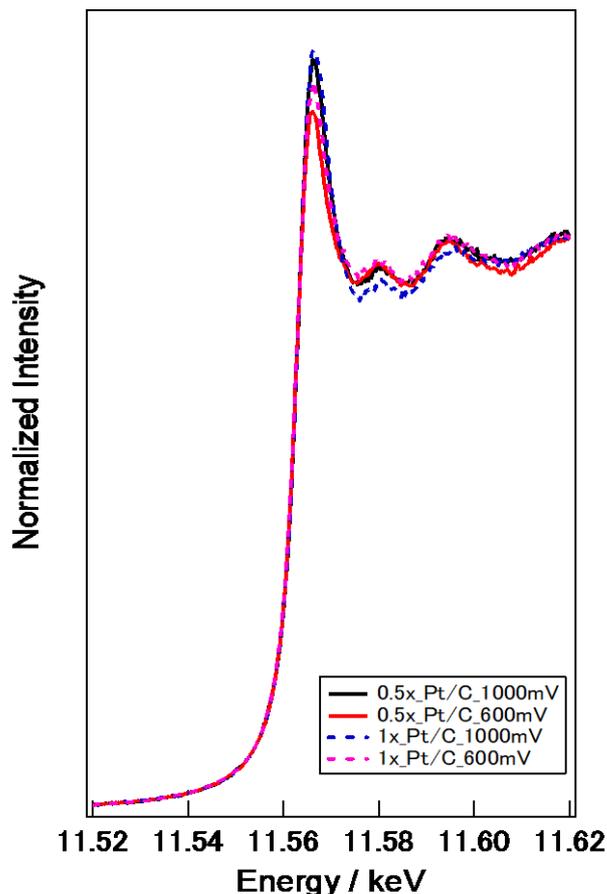


図 1 Pt/C の触媒担持量が異なる試験電極の XANES スペクトル。