



燃料電池のアノード触媒に対する XAFS 測定

MIFTAKHUL HUDA¹, 沼子 千弥²

1 名古屋大学, 2 千葉大学

キーワード : アノード触媒, 耐被毒性, 白金, Pt L₃-edge XAFS, Co K-edge XAFS

1. 背景と研究目的

燃料電池で用いる水素に CO や H₂S などが含まれる場合、アノード触媒の金属と反応し触媒活性が低下することから、ガス改質・バイオマス・廃棄物由来の純度の低い水素はこれまで、ほとんど用いられてこなかった。これに対して本研究では、CO や H₂S に対する高い耐被毒性を持つ触媒を開発し、低純度・低コストの水素の利用を可能とすることで、持続可能なエネルギーシステムの構築を目指している。本研究では、このアノード触媒の機能向上のために、Pt-Co の合金を用いることを検討している。本測定では、アノード触媒の XAFS 測定の準備段階として、Co と Pt のアニーリング前後の化学形の変化を求めるために、XAFS 測定を行った。

2. 実験内容

Pt-Co 合金の Co K-edge とアノード触媒の Pt L-edge XAFS 測定を行った。標準試料として Co foil, CoSO₄・7H₂O, CoS₂ と Pt foil を用いた。Pt foil、白金と炭素粉末の混合試薬(Sigma-Aldrich 製 Pt 20%, 田中貴金属製 Pt 50%の2種類)、単層カーボンナノチューブ(SWCNT)に白金を担持させた試料の Pt L₃-edge XAFS スペクトルの測定も行った。ほとんどの試料は透過モードで測定することができたが、吸収が小さいものは、蛍光モードでの測定も試みた。

3. 結果および考察

Pt foil と比較し、Sigma-Aldrich 製 Pt 20%, 田中貴金属製 Pt 50%に含まれる白金では XAFS のスペクトルのパターンは類似しているものの XAFS 振動は小さく、試料に含まれる白金の結晶性が低いことが示唆された。一方、Pt を担持させた SWCNT 試料では XANES スペクトルの振動構造が明瞭で、そのパターンは Pt foil に類似することがわかった。Pt を担持させた SWCNT 試料は合成過程で数百度でのアニーリングプロセスを経ているため、この段階で Pt ナノ粒子の凝集と結晶化が進み、Pt-Pt の結合が明瞭な金属的な局所構造を構築していることが示唆された。

また、Pt-Co 合金を用いて作成したアノード触媒に含まれるコバルトの XAFS スペクトルは、Co foil とは異なり、Co-O の相互作用が支配的な形状を示した。当初は、金属の状態を保ったままと予想していたので、この結果は意外であった。合金に含まれる白金は金属の状態を保つ一方、コバルトが酸化を受けているのは、アノード触媒の合成プロセスで用いた化学反応によるものと考えられるため、今後は、アノード触媒の前駆体や、アニール前のアノード触媒など、合成プロセスで得られる中間体について Co K-edge の測定を行い、触媒能向上に大きく寄与する反応部分の抽出を行いたい。

4. 参考文献

1) Q. Chen, C.-Y. Yu, Y.-C. Zhai, M. Kawasumi, M. Huda, and Y. Matsuo, Nitrogen-containing Carbon-encapsulated Platinum Electrocatalysts Supported by Single-walled Carbon Nanotubes for Polymer Electrolyte Fuel Cells, **Small Methods**, Wiley, Refereed, 2500074, 2025.

2) R. Balgis, H. Ohashi, K. Miwa, Y. Ono, S. Suyama, T. Yanai, M. Huda, T. Watanabe, T. Aoki, T. Ogino, C. Li, M. Kawasumi, and Yutaka Matsuo, Title: Water-soluble fullerene derivatives as radical scavengers for highly durable proton exchange membrane fuel cells, **Commun. Mater.**, Springer Nature, Refereed, 2025, *Accepted*