



燃料電池カソード用の熱処理型 Fe 触媒の XAFS による構造解析

大山順也¹, 難波江裕太²

1 熊本大学先端科学研究部, 2 東京工業大学物質理工学院材料系

キーワード：固体高分子形燃料電池, 鉄, 酸素還元

1. 背景と研究目的

燃料電池の普及拡大のために、固体高分子形燃料電池（PEFC）の触媒のカソードで進行する酸素還元反応(ORR)用触媒の非白金化が切望されている。これまでにさまざまな非白金材料が ORR 用の触媒として試され、その中で、Fe/N/C が比較的高活性・高耐久性を示すことが明らかになってきた。最近、Fe/N/C 触媒の構造解析が進み、グラフェン中に組み込まれた FeN₄ ユニットが高活性・高耐久性を有することが示唆された¹。しかし熱処理では FeN₄ ユニートを高密度に導入することは困難である。そこで我々は FeN₄ をビルドアップ的に高密度に作製することを目的とし Fe 錯体を用いた触媒開発を進めている²。本課題では、カーボンに担持した FePc の加熱処理による価数・局所構造の変化について XAFS 分光法を用いて調べた。

2. 実験内容

FePc は既報と同様に濃硫酸を溶媒として用いた含浸法によってカーボンに担持させた(FePc/C)³。窒素流通下 FePc/C を 200°C から 900°C で熱処理した。熱処理後の粉末を φ7 mm のペレットにし Fe K edge XAFS 測定を行った。

3. 結果および考察

Fig. 1(a)に 200°C、600°C、900°C で熱処理したときの FePc/C の XANES スペクトルを示す。600°C までは吸収端エネルギーに大きな変化はなく、標準試料との比較から Fe は 3 価であることが示唆された。900°C にすると吸収端は低エネルギー側へシフトし Fe は還元されたことがわかった。Fig. 1(b)の FT-EXAFS を見ると 200°C から 600°C では大きな変化はなかったが、900°C ではスペクトルの形状が大きく変化し Fe 金属の Fe-Fe 散乱に由来するピークが 2~3 Å に現れた。つまり 900°C では FePc が分解し Fe 金属に還元された。

4. 参考文献

- Nabae, Y.; Nagata, S.; Kusaba, K.; Aoki, T.; Hayakawa, T.; Tanida, H.; Imai, H.; Hori, K.; Yamamoto, Y.; Arai, S.; Ohyama, J., *Catal. Sci. Tech.* **2020**, *10*, 493-501.
- Moriya, M.; Takahama, R.; Kamoi, K.; Ohyama, J.; Kawashima, S.; Kojima, R.; Okada, M.; Hayakawa, T.; Nabae, Y., *J. Phys. Chem. C* **2020**, *124*, 20730-20735.
- Alsudairi, A.; Li, J.; Ramaswamy, N.; Mukerjee, S.; Abraham, K. M.; Jia, Q. *J. Phys. Chem. Lett.* **2017**, *8*, 2881-2886.

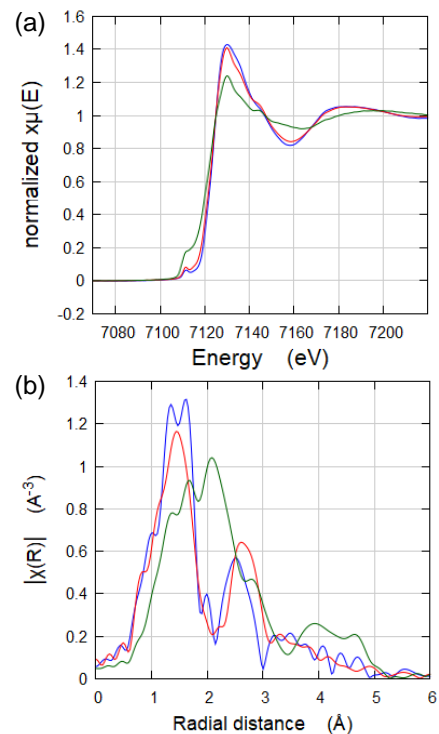


Fig. 1 200°C (青)、600°C (赤)、900°C (緑) で熱処理した FePc/C の(a) XANES と(b) FT-EXAFS スペクトル。