



## XAFS 分光法を用いた燃料電池電極用カーボン担持合金ナノ粒子触媒の局所構造解析

大山順也<sup>1,2,3</sup>, 前山孝太<sup>1</sup>, 石川万智<sup>2</sup>, 薩摩篤<sup>2,3</sup>, 町田正人<sup>1,3</sup>  
<sup>1</sup>熊本大学先端科学研究部, <sup>2</sup>名古屋大学工学研究科, <sup>3</sup>京都大学 ESICB<sup>4</sup>

キーワード：XAFS 分光法, 燃料電池, 触媒

### 1. 背景と研究目的

プロトン交換膜形燃料電池(PEMFC)は現在実用化されているが、電極内部が酸性で高腐食環境であるために貴金属以外を電極触媒の材料に用いることが難しい。そのため、PEMFC には白金ベースの電極触媒が用いられるが、Pt は希少で高価であるため燃料電池のコストが高くなり、燃料電池の普及の足かせとなる。一方、アニオン交換膜形燃料電池(AEMFC)は電極内部が塩基性で腐食性が低いため、貴金属以外を電極触媒の材料に用いることができる。そのため、AEMFC 用電極触媒として卑金属触媒の開発が進められている。カソードでは、マンガンやコバルトなどの酸化物ナノ粒子が Pt 触媒に匹敵することが報告されている。アノードでは、卑金属触媒として Ni 系触媒が開発されているが、その性能は Pt 触媒に劣り十分でない。このような中、我々はアノード用の卑金属触媒の開発に着手した。具体的に、カーボン担持ニッケル触媒およびニッケル-鉄合金触媒を調製した。本研究では、触媒の酸化状態と構造を調べることを目的として、BL5S1 にて XAFS 測定を行った。

### 2. 実験内容

Ni/C および Ni-Fe/C は金属前駆体として  $\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , 担体に Vulcan XC-72R を用い、含浸法で調製した。110 C で乾燥後、20%  $\text{H}_2/\text{N}_2$  気流下で 500 C, 1 h 還元処理を行い、室温に放冷後、2%  $\text{O}_2/\text{N}_2$  気流中で 5 min の不導態化処理を行った。XAFS 測定では、BL5S1 にて透過法によって Ni K 端 XAFS スペクトルを得た。

### 3. 結果および考察

Ni/C と Ni-Fe/C の Ni K-edge XANES および FT EXAFS スペクトルを Figure 1 に示す。両触媒とも参照試料の Ni foil とほぼ同じスペクトルを示した。両触媒中の Ni 種は金属状態であり、大きな粒子として存在していると考えられる。Ni-Fe/C の Fe K-edge XAFS および FT EXAFS スペクトルを Figure 2 に示す。Ni-Fe/C の Fe K-edge XANES スペクトルは、参照試料の Fe foil と  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  の線形結合でおおむね再現することができた。これより Fe は一部酸化されていることが示唆される。AEMFC 単セル発電試験を行った結果、Ni/C を用いた時の方が Ni-Fe/C の時よりも高い発電性能を示した。XAFS スペクトルの結果と合わせると、Ni 系卑金属触媒では、金属表面がアノード上での反応（水素酸化反応）に有効であると考えられる。

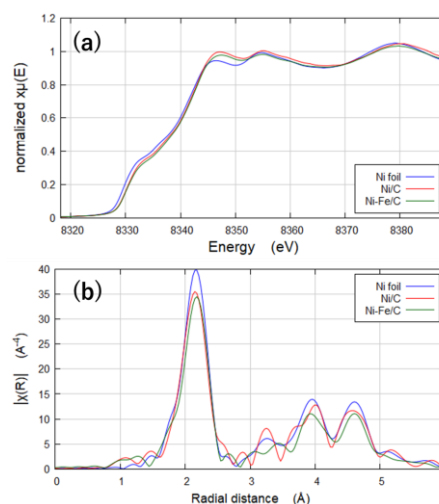


Figure1 Ni K-edge (a) XANES and (b) FT EXAFS spectra.

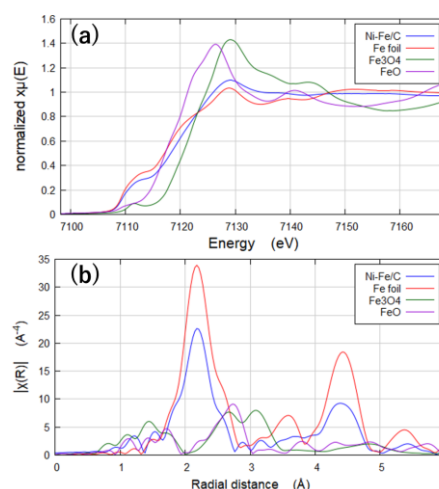


Figure2 Fe K-edge (a) XANES and (b) FT EXAFS spectra.