X 線吸収微細構造測定（EXAFS）による核燃料模擬物質（CeO2）の高エネルギー核分裂片照射効果の研究

Study on the effect of high energy fission products in CeO2 by using EXAFS measurements

岩瀬彰宏 [1)]　　西畑保雄 [2)]

Akihiro IWASE　　Yasuo NISHIHATA

[1)]大阪府立大学　[2)]原子力機構

要約　高燃焼度化した核燃料における高エネルギー核分裂片効果研究の模擬として、高速重イオン照射がCeO２の結晶微細構造にどのような影響及ぼすかを､EXAFS法を用いて調べた。

キーワード：核燃料模擬物質、高燃焼度化、EXAFS測定、結晶構造微細変化、

１．目的

原子力発電の効率性と経済性の観点から、核燃料UO２を従来よりも長時間燃焼させることが有効である。しかし、核燃料中に発生する１００MeV 領域の高エネルギー核分裂片の照射効果が核燃料を変質させることがある。本研究では、長時間燃焼させた核燃料に生ずる変質のメカニズムを、UO2の模擬物質として CeO2 を用い、また高速核分裂片を加速器からの重イオンで模擬することとした。そこで、加速器により高エネルギー重イオン照射した CeO２の構造変化を放射光 X 線による EXAFS によって評価し、高燃焼化された核燃料の挙動解明の基礎データを得ることを目的とする。今回の実験では、１００MeV 領域の重イオンに特徴的な高密度電子励起の効果をクリアにするため、電子励起密度の小さい１０MeV 領域の重イオン照射した CeO２におけるデータ取得した。

２．方法

１０MeV のヨウ素イオン（周期律表で Xe の隣の元素）を CeO２薄膜に照射し、室温において Ce-K 吸収端の EXAFS スペクトルを測定した。ヨウ素イオン照射量は 1e12-1e14/cm2 であった。EXAFS スペクトルを解析することにより近接酸素原子の配位数や Ce-O 結合のデバイワーラー因子を求めた。

３．研究成果

EXAFSスペクトルを解析することにより近接酸素原子の配位数やCe-O結合のデバイワーラー因子を求めた。しかし、これらの値は照射によってもほとんど変化しなかった。これは２００MeV の Xe イオン照射した場合の、照射量の増加に伴い酸素原子配位数が減少し、Ce-O デバイワーラー因子が大きく増加する結果と大きく異なる。

４．結論・考察

１０MeV ヨウ素イオン照射と２００MeVXe イオン照射で大きく異なる点は、CeO２内で起こす電子励起の密度である。後者は前者の数倍大きい。１０MeV 重イオン照射では EXAFS スペクトルがほとんど変化せず、２００MeV 重イオン照射により EXAFS で照射効果が捉えられたことは、重イオンによる高密度電子励起が CeO２の構造変質に大きな寄与をしていることを示すものである。実際の燃料中の核分裂片のエネルギーも１００MeV 領域である。従って、本実験結果は、高燃焼度化した実燃料における構造変質に、高エネルギー核分裂片のもたらす高密度電子励起が大きく寄与する可能性を示している。

５．引用(参照)文献等

H. Ohno, A. Iwase, D. Matsumura, Y. Nishihata, J. Mizuki, N. Ishikawa, Y. Baba, N. Hirao, T. Sonoda, M. Kinoshita、*Study on effects of swift heavy ion irradiation in cerium dioxide using synchrotron radiation X-ray absorption spectroscopy*, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. B266(2008) 3013-3017.