

X線吸収微細構造測定 (EXAFS) による核燃料模擬物質 (CeO₂) 中の 希ガス挙動の研究

Study on the behavior of rare gases 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の挙動を模擬するために、今回は、模擬物質 CeO₂ 薄膜について、高速重イオン照射効果を Ce K 吸収端における EXAFS 測定により調べた。解析の結果、照射量の増加と共に、Ce 原子周辺の酸素原子の配位数が減少し、Ce-O のデバイワラー因子が増加することがわかった。

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、希ガス状態

1. 目的

原子力発電による電力生産をより効率的に行うため、UO₂ 核燃料を高燃焼度化させる計画が進んでいる。しかし、高燃焼度化により発生する高エネルギー核分裂生成物がもたらす格子欠陥生成や希ガス蓄積により、核燃料が微細粒化するなど変質が起こる。その発現メカニズムを追及するため、模擬物質 CeO₂ を用いて、Xe イオンを注入したり、加速器を用いた高エネルギー重イオン照射を行うことにより、CeO₂ の原子配列や Xe ガスの拡散・集合挙動を EXAFS 測定により調べるのが本研究の目的である。

2. 方法

UO₂ の模擬物質である CeO₂ 薄膜を、いろいろな照射量の 200MeV の Xe イオンで照射し、SPRING8-BL14B1 において室温で Ce K 吸収端の EXAFS 測定を行った。得られたスペクトルから CeO₂ 中の酸素原子状態が高エネルギーイオン照射によってどう変化したかを調べた。

3. 研究成果

高エネルギー重イオン照射した CeO₂ において Ce K 吸収端の EXAFS スペクトルをフーリエ変換した結果、Ce の最近接酸素原子に相当するピークが照射量に対して系統的に変化することをみいだした。さらに詳細な解析により、最近接酸素原子の配位数は減少し、デバイワラー因子は増加した。

4. 結論・考察

本結果から、照射により酸素原子の 1 部は正規の格子位置から弾き出されるか、あるいは、熱的に不安定な状態になることがわかった。これら酸素原子の状態変化が、核燃料変質の原因の 1 つである可能性がある。なお、本実験で得られた成果の 1 部は、19 年 8 月の国際会議 (Int. Conf. Radiation Effects in Insulators, REI2007)、ならびに 19 年 9 月の原子力学会で発表した。

5. 引用(参照)文献等