

課題番号 :2022A-E26
利用課題名 (日本語) :パルス加熱炉を用いる超高温溶融燃料の XAFS 構造解析
Program Title (English) :XAFS structure analysis of ultra-high temperature molten fuel using pulse heating furnace
利用者名 (日本語) :小無 健司¹⁾, 有田 裕二²⁾, 新納 圭亮²⁾, 矢板 毅³⁾, 谷田 肇³⁾, 小林 徹³⁾,
森本 恭一³⁾, 渡部 雅³⁾, 渡辺 博道⁴⁾
Username (English) : K. Konashi¹⁾, Y. Arita²⁾, K. Niino, T. Yaita, H. Tanida, T. Kobayashi,
K. Morimoto, M. Watanabe, H. Watanabe
所属名 (日本語) :1) 東北大学, 2) 福井大学, 3) 日本原子力研究開発機構, 4) 産業技術総合研究所

キーワード: 酸化物、溶融、高温、XAFS、二体間距離

1. 概要 (Summary)

東京電力福島第一原子力発電所事故(1F)では、炉心燃料が融点を越えて加熱され燃料被覆管や炉心容器と反応した。このシビアアクシデントでの事故進展を解析するためには、融点付近の高温での燃料の物性測定が不可欠である。しかし、燃料酸化物の融点は高く(UO₂:3140K)、融点まで加熱するのが難しい。本研究では、模擬物質として ZrO₂を用いて高温 XAFS 実験手法の開発を行う。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

これまで 3000K までの超高温物性測定には、試料をガス浮遊させてレーザーで加熱する方法が用いられてきた。しかし試料の大きさや形状に制限があるために透過 XAFS 試験は成功していない。本実験では、新たに高温用スリット付きタングステン板試料ホルダーを考案した(特許出願)。W 板にワイヤ放電加工で 60 μm 程度のスリットを開けてそこに粉末状の ZrO₂(融点:2988K)酸化物試料を装填して透過 XAFS 用の試料を作製し透過 XAFS 試験を実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

SPRING-8 の放射光を調整したマイクロビームを用いて、上述した溶融炉 XAFS 測定システムにより透過 XAFS スペクトルを測定した。ZrO₂ の融点付近の構造変化を透過 XAFS 試験により観察することに成功した。温度が上昇するに伴い体積膨張が起こるため Zr-Zr 間距離(第 2 近接距離)は増加する。しかし、Zr-O 間距離(第 2 近接距離)は逆に減少する。この Zr-O 間距離減少は、蛍石型酸化物の酸素の移動が融点以下で活発になる現象と対応しているものと考えられる。

今回の ZrO₂ の実験成果を基に、UO₂ の実験を実施する予定である。

4. その他・特記事項 (Others)

この研究は、令和 3 年度及び 4 年度文部科学省、原子力システム開発事業の課題「人工知能(AI)技術を取り入れた核燃料開発研究の加速」の一環として実施された。