

## パルス加熱による溶融酸化物燃料の物性研究

### Study of physical property of liquid oxide fuel by pulse heating

\*小無 健司<sup>1</sup>, 森本恭一<sup>2</sup>, 渡部雅<sup>2</sup>, 加藤正人<sup>2</sup>, 渡辺博道<sup>3</sup>, 有田裕二<sup>4</sup>, 菱沼行男<sup>5</sup>

<sup>1</sup>東北大学, <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>産総研, <sup>4</sup>福井大学, <sup>5</sup>アート科学

シビアアクシデント時の燃料挙動評価には、比熱などの物性値が必要であるが、実験データが不足している。本研究では、固体金属の高温物性測定のために開発されたパルス通電加熱技術を用いた物性測定方法を発展させて溶融酸化物燃料の物性測定方法を開発する。

**キーワード：**酸化物燃料、シビアアクシデント、溶融、物性測定

#### 1. 緒言

原子炉用核燃料の融点付近の熱物性値は、シビアアクシデント（過酷事故）での事故進展を考える上で不可欠な熱物性値である。しかしながら、従来の測定方法では、燃料試料を超高温で一定温度に長時間保持する必要があるため、「試料容器との反応が生じる」、「蒸発により試料組成が変化する」などが問題が測定を困難にしていた。本研究では、短時間で物性を測定することによりこれらの問題を解決する。本研究の成果により、核燃料の溶融状態の解析が可能になれば、高速炉及び軽水炉の事故時の燃料挙動や安全性評価の精度が向上する。

#### 2. 酸化物のパルス通電加熱試験装置

試料の加熱には短時間局所定常状態を達成することが出来るフィードバック制御パルス通電加熱技術を用いる。この方法は産業技術総合研究所によって開発された方法で有り、これまでタンタルやモリブデン等の高融点金属の高温における比熱、放射率、熱伝導度(熱拡散率)を高精度で測定した実績を有している<sup>[1]</sup>。本研究では、この方法を高温での酸化物核燃料の融点以上の温度における物性測定に応用する事を目的とする。既存のパルス通電加熱技術では試料に直接通電することで試料温度を制御するため、加熱対象は電気伝導性を有する物質に限られる。一方、本研究では酸化物燃料のような絶縁体を測定試料とするため、タングステン製容器に試料を装荷した上で試料容器を通電加熱し、試料を間接的に加熱するシステムを新たに開発する。今回、絶縁体試料を装荷する試料容器には、外径 4 mm、内径 3 mm、長さ 120 mm の寸法を有するタングステン製チューブを使用した。

#### 3. 試験結果

図 1 に、 $Y_2O_3$ 5.5%含有  $ZrO_2$ (融点:~2700°C)の焼結体をパルス加熱通電した後の試料容器の断面を示す。試料中央部は白色からガラス状の外観に変化したことから溶融したと見なせるが、両端部分は未溶融であった(右端試料は欠落)。加熱試験中の試料温度と電流の測定結果を解析し融点近傍での物性値を算出する。今後、酸化物燃料または模擬燃料デブリの溶融試験を実施する計画である。



図 1  $Y_2O_3$ 5.5%含有  $ZrO_2$  のパルス加熱試験後の試料容器の断面

本研究発表は、平成 28 年度および平成 29 年度文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業」の研究課題「高速パルス通電加熱による超高温核燃料物性測定技術の開発」の成果の一部を含む。

**参考文献** [1] Hiromichi Watanabe, and Yuichiro Yamashita, Review of Scientific Instruments 83, 014904 (2012)

\*Kenji Konashi<sup>1</sup>, kyoichi Morimoto<sup>2</sup>, Masashi Watanabe<sup>2</sup>, Masato Kato<sup>2</sup>, Hiromichi Watanabe<sup>3</sup>, Yuji Arita<sup>4</sup> and Yukio Hishinuma<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Tohoku Univ., <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>AIST, <sup>4</sup>Fukui Univ., <sup>5</sup>Artkagaku