

## 福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成 (20) $\text{UO}_2$ (又は $\text{CeO}_2$ )- $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$ 混合物の溶融挙動

Research and human resource development for analysis of fuel debris and decommissioning technology of  
Fukushima Daiichi nuclear power plants

### (20) Melting behaviors of $\text{UO}_2$ (or $\text{CeO}_2$ )- $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$ mixtures

\*大和 邦滉, 有馬 立身, 稲垣 八穂広, 出光 一哉

九州大学

$\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  混合物に対してレーザー加熱を利用した無容器法で融点を推定すると共に、レーザーフラッシュ法 (LF 法) により比熱・熱伝導率を評価した。合わせて、分子動力学法 (MD 法) により  $\text{UO}_2$ (or  $\text{CeO}_2$ )- $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  混合物の溶融挙動を評価した。

**キーワード** : 燃料デブリ, レーザー加熱, 分子動力学, 融点

**1. 緒言** : 過酷事故の事象進展を解析する上で、核燃料・被覆管・構造材から生じる燃料デブリの熱物性は重要である。本研究では、模擬燃料デブリとして、 $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  固溶体に対して、比熱・熱伝導率評価及び融点測定を実施した。また、MD 法を用いて  $\text{UO}_2$ (or  $\text{CeO}_2$ )- $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  混合物の溶融挙動を評価した。

**2. 比熱・熱伝導率及び融点測定** :  $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  試料に対して LF 法により比熱及び熱拡散率を測定し、熱伝導率を評価した。熱伝導率は温度増加とともに低下し、 $\text{FeO}_{1+x}$  添加により特に低温領域で増加した (図 1)。融点は次の手順で評価した。試料を連続レーザーで加熱し、局所的に Nd:YAG パルスレーザーにより大気中で溶融させた。溶融部の温度を放射温度計で計測し、熱停留点を特定した。熱停留点での放射スペクトルから放射率評価を試みたが、これまでに信頼性のある値は得られていない。そこで、便宜的に積分球で求めた室温の放射率から融点を求めた。状態図と同様に、液相線温度と共晶点温度が確認できた[1]。また、 $\text{FeO}_{1+x}$  添加量の増加とともに液相線温度が低下することが分かった。

**3. MD 法による融点評価** :  $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  及び  $\text{UO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  系において、二相共存法 (TPS 法) を用いて、融点に与える Fe 酸化物添加の影響を評価した。計算には Pedone 等及び本研究で開発した二体ポテンシャル関数を採用した[2]。  $\text{UO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$ 、 $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$ 、及び  $\text{ZrO}_2$ - $\text{FeO}_{1+x}$  系において、10 mol% の  $\text{FeO}_{1.5}$  添加により、いずれの場合でも融点が低下することを確認した。

\*本研究は、文部科学省の英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業による委託業務として、福井大学から再委託を受けた九州大学が実施した平成 30 年度「福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成」の成果を含みます。

**参考文献** [1] V.I. Almjashv, et al., J. Nucl. Mater. 400 (2010) 119,

[2] A. Pedone, et al., J. Phys. Chem. B110 (2008) 11780.

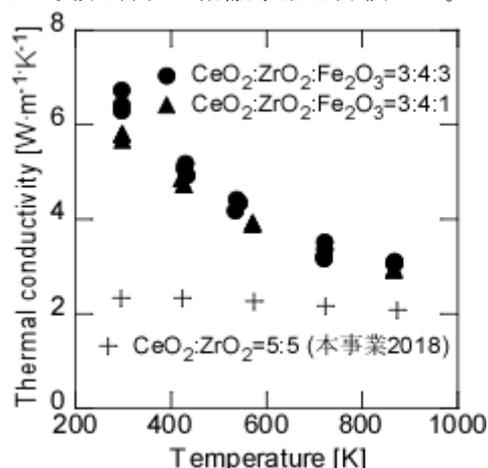


図 1  $\text{CeO}_2$ - $\text{ZrO}_2$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の熱伝導率

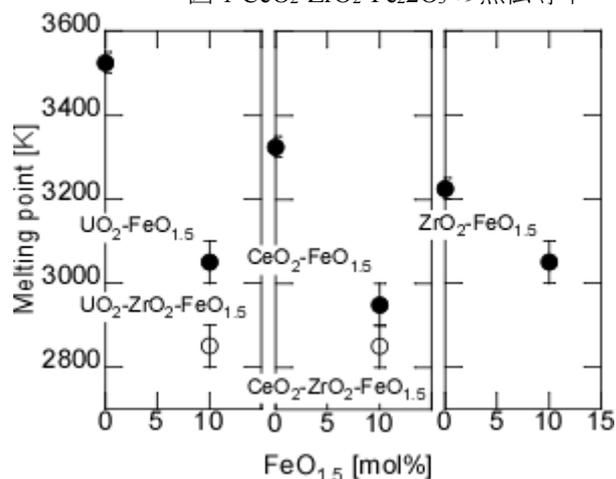


図 2 TPS 法による  $\text{FeO}_{1.5}$  添加の融点への影響

\* Kunihiro Yamato, Tatsumi Arima, Yaohiro Inagaki, Kazuya Idemitsu, Kyushu Univ.