

(Ce,Gd)O_{2-x} の熱伝導率評価:レーザーフラッシュ法及び分子動力学法による解析

Evaluation of thermal conductivities of (Ce,Gd)O_{2-x} by laser flash method and molecular dynamics analysis

*ファム ヴァン マオ¹, 有馬 立身¹, 稲垣 八穂広¹, 出光 一哉¹
¹九州大学

UO₂ の模擬物質として CeO₂ を用い、Gd₂O₃ を最大 15wt% 混合し、焼結体を作製した。それらの熱伝導率をレーザーフラッシュ法および MD 法で評価した。

キーワード: CeO₂, バーナブルポイズン, 熱伝導率, レーザーフラッシュ法, MD 法

1. 緒言

LWR 燃料には燃焼反応度を制御するためにバーナブルポイズンとして Gd₂O₃ が装荷される。一方、Gd₂O₃ 混合により燃料の熱伝導率が低下し、燃料ペレットの中心温度上昇を引き起こす。本研究では UO₂ の模擬物質として CeO₂ を用い、Gd₂O₃ を最大 15wt% 混合し、Gd₂O₃ 混合の熱伝導率への影響を定量的に評価した。それらの熱伝導率はレーザーフラッシュ法 (LF 法) および分子動力学法 (MD 法) で評価した。

2. 実験

2-1. 試料: CeO₂-Gd₂O₃ 混合粉末を一軸加圧し、大気中 1873K で焼結した。試料の形状は、直径約 5mm、厚さ 0.95mm の円板状とした。Gd₂O₃ 混合の結晶構造への影響を蛍石構造の格子定数から評価した。

2-2. LF 法: 測定温度は室温から 873K であった。比熱も熱拡散率と同時に測定した。熱伝導率 λ は、試料密度 ρ 、熱拡散率 α 及び比熱 C_p より、 $\lambda = \alpha \cdot C_p \cdot \rho$ の関係から算出した。

2-3. MD 法: 平衡 MD 法を用いて、Gree-Kubo の関係から (Ce,Gd)O_{2-x} の熱伝導率を導出し、実験結果と比較した。尚、MD 法の解析結果は当日紹介する。

3. 結果および考察

結果の一例を以下に示す。X 線回折法により Gd₂O₃ 濃度とともに (Ce,Gd)O_{2-x} の格子定数が大きくなることを確認した (Fig. 1)。LF 法では Gd₂O₃ 濃度の上昇により、熱伝導率が低くなることが分った (Fig. 2)。更に、873K 以下において (Ce,Gd)O_{2-x} と (U,Gd)O_{2-x} の熱伝導率には差があることが判明した。

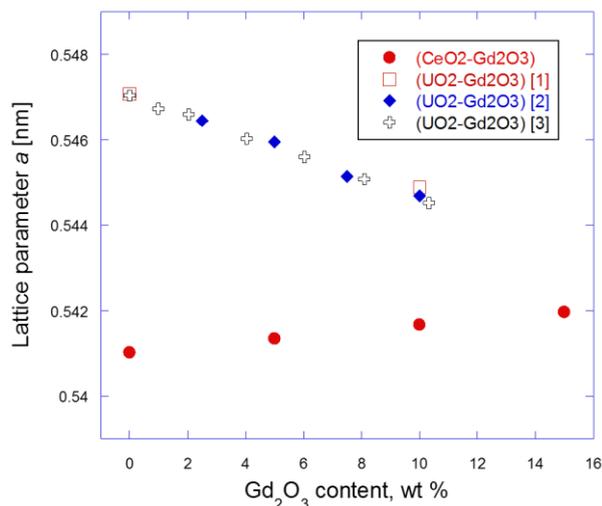


Fig. 1. Lattice parameter of CeO₂-Gd₂O₃ and UO₂-Gd₂O₃, as a function of Gd₂O₃ content (wt%).

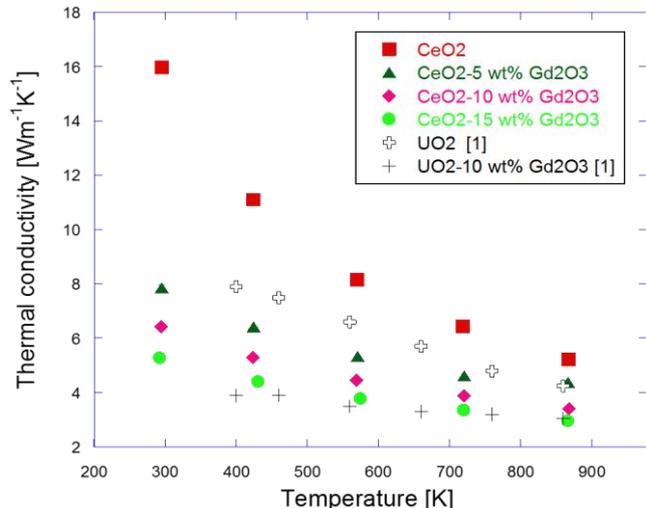


Fig. 2. The thermal conductivity of CeO₂-Gd₂O₃ and UO₂-Gd₂O₃ as a function of Gd₂O₃ content (wt%).

参考文献

- [1] K. Minato, T. Shiratori, H. Serizawa, et al., J. Nucl. Mater. 288 (2001) 57-65.
 [2] K. Kapoor, S.V. Ramana Rao, Sheela, et al., J. Nucl. Mater. 321 (2003) 331-334.
 [3] S. Fukushima, T. Ohmichi, A. Maeda, et al., J. Nucl. Mater. 105 (1982) 201-210.

*Pham Van Mao¹, Tatsumi Arima¹, Yaohiro Inagaki¹, Kazuya Idemitsu¹

¹Kyushu University