核燃料の融点高速測定手法の開発
－レーザー局所加熱と積分球による放射率測定－

Development of fast measurement system for melting point of nuclear fuels
- Laser surface melting and emissivity measurement with integrating sphere -

*原田 誠[1]，有馬 立身[1]，出光 一哉[1]，稲垣 八穂広[1]，廣沢 孝志[2]，佐藤 勇[3]
[1]九大院工，[2]原子力機構，[3]東工大

Pu 含有燃料および過酷事故で生じた燃料デブリの融点測定手法として、レーザー局所加熱法と積分球による放射率測定を組み合わせた装置を開発している。試料として白金を用いた結果について報告する。

キーワード：核燃料、融点、放射率、レーザー局所加熱、積分球

1. 緒言　原子炉の安全性向上および過酷事故の事象進展を解析する上で核燃料の融点評価は重要である。本研究ではレーザー局所加熱[1]を用いた融点測定に着目した。この方法は無容器法であり、短時間測定が可能となるが、試料の放射率による温度補正が必要となる。そこでレーザー局所加熱法と積分球による放射率測定を組み合わせた装置を開発している。

2. 実験　本装置では、試料表面の一部を高出力パルスレーザーにより溶融させ、凝固時に生じる熱停留点を放射温度計により測定する。この際、試料溶融部にパルス状のプローブ光を照射し、積分球内で拡散された反射光を検出することで反射率ρを得る。放射率εをε＝1−ρから求め、熱停留点の測定温度を補正し融点を評価する。融点・放射率同時測定装置を図 1 に示す。試料には白金（約 3×3mm 厚さ 0.1mm）を用いた。

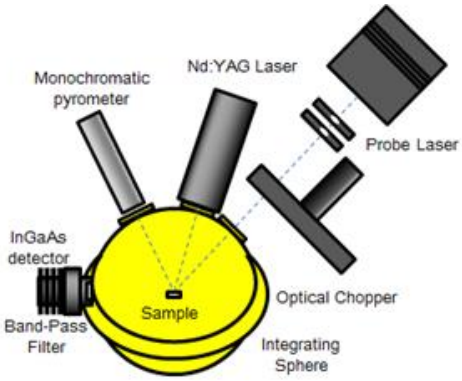

図 1. 融点・放射率同時測定装置

3. 結果・考察　白金の融点・放射率同時測定結果を図 2 に示す。128ms－135ms において熱停留点が観察され、測定温度は 1503K であった。熱停留点における光検出器の出力を解析すると ε＝0.236 となり、融点は 2010K と評価された。文献値 2042K[2]と比較して低い値となったのは反射率測定の不確かさが主な要因だと考えられる。また、加熱レーザーの出力を調節することで、①液体状態の保持、②冷却時の温度勾配の緩和、③熱停留点における反射光の測定精度の向上が期待できることが分った。

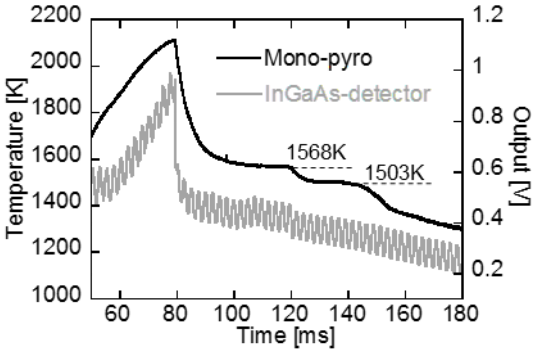

図 2. Pt 融点・放射率同時測定結果

参考文献

[1] D. Manara, et al.: Rev. Sci. Instrum., **79** (2008) 113901.
[2] T. B. Massalski, “Binary Alloy Phase Diagrams”, ASM International, (1990).

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 27 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。

*Makoto Harada[1], Tatsumi Arima[1] , Kazuya Idemitsu[1], Yaohiro Inagaki[1], Takashi Hiosawa[2], Isamu Sato[3]
[1]Kyushu University, Faculty of Engineering, [2]Japan Atomic Energy Agency, [3]Tokyo Institute of Technology