

プラズマ加熱試験の材料分析を用いた評価手法の確立 (2) プラズマ基礎加熱試験体を用いた材料分析と LIBS の適用可能性

Evaluation method using material analysis of specimen in plasma heating experiment

(2) Application possibility of materials analysis and LIBS using the plasma basics heating experiment

*川上 智彦¹, 阿部 雄太², Fabio Spaziani¹, 中野 菜都子¹, 中桐 俊男²

¹化研, ²原子力機構

原子力機構では福島第一事故時の事象推移解明に向けた非移行型プラズマ加熱を用いた BWR シビアアクシデント時に起こる炉心物質の下部プレナムへの移行挙動(CMR)に着目した試験を実施している。本報告では模擬試験体 (H27 年度加熱試験体) を LIBS で計測し、元素の同定を行い、溶融物から酸素-金属元素比等の解析を実施した。

キーワード: シビアアクシデント (SA)、非移行型プラズマ加熱、炉心物質移行挙動 (CMR)、福島第一原子力発電所事故、レーザー励起発光分光法 (LIBS)

1. 緒言

原子力機構では、福島第一事故時の事象推移解明に向け、BWR シビアアクシデント(SA)時の炉心物質の下部プレナムへの移行挙動 (CMR) に着目し、非移行型プラズマ加熱を用いた試験を実施している¹⁾。

一方で、レーザー励起発光分光法 (LIBS) による元素組成分析は、遠隔測定による応用や水中での測定などオンサイト分析法として研究開発されている²⁾。本発表は、燃料デブリを取り出す際に重要な元素情報を、LIBS を用いた計測で得るため、作製した模擬試験体 (H27 年度加熱試験体) を用いて検討した。

2. 分析方法

分析試料は、BWR 炉心の基本構成要素からなる模擬試験体を用いた。本試料は、分析のため 9cm×9cm にアグレイシブウォータージェット(AWJ)で切断し、片面ポリッシュ機で表面凹凸を 10 μ m 以下に加工した。LIBS により同定した元素とその波長は、Zr (343.8nm)、Fe (438.3nm)、O (777.4nm)、Mg(383.2nm)で、ピーク面積を LIBS 信号強度とした。LIBS は、レーザー照射部と検出部からなり、照射部は、レーザー電源、光ファイバー (1.5m)、レーザーヘッド、冷却ユニットにより構成され、検出部は、波長域が異なる 6 チャンネルの分光器で 200nm~900nm のスペクトルを検出する。レーザー光は、1064nm、エネルギー 50mJ、0.5sec (10Hz) の条件でレーザー光を試験体に照射し、1.29 μ s 後の輝線を検出した。尚、レーザー照射から検出までの操作を PC 上で制御し測定部は、窒素ガスを通気し気中の酸素を除外しながら計測した。

3. 結果

LIBS で検出した酸素元素と金属元素の信号強度から O/M 比を求め、WDX 元素分析結果の O/M 比と比較した。LIBS と WDX の O/Zr 値比較結果を図 1 に示す。LIBS と WDX の O/Zr 値は正の直線の相関を示した。

4. 結論

LIBS により模擬試験体中の組成情報が得られ、LIBS 信号強度の O/M 比から模擬燃料集合体加熱試験体の酸素-金属比を算出できる可能性を示唆した。

参考文献 [1]Abe, Y. et al., ICAPP-17646, (2017), [2] Saeki, M. et al., J. Nucl. Sci. Technol, 51, (2014)

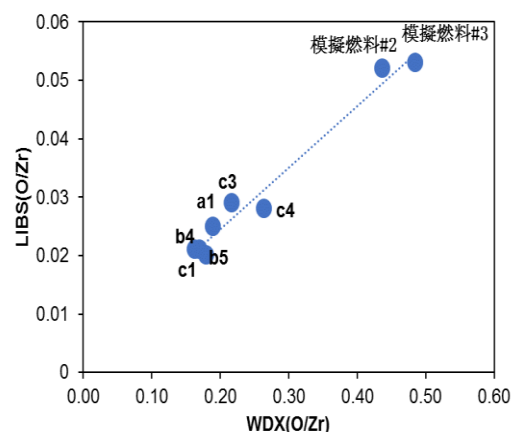


図 1 模擬試験体 (H27 年度加熱試験体) の LIBS と WDX の O/Zr 値比較

*Tomohiko Kawakami¹, Yuta Abe², Fabio Spaziani¹, Natsuko Nakano¹, Toshio Nakagiri²

¹ Kaken, ² Japan Atomic Energy Agency (JAEA)