

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-6

(2) 最小二乗法を用いた模擬デブリ燃料の LIBS スペクトルの解析

Development of Quick and Remote Analysis for Severe Accident Reactor-6

(2) Analysis of LIBS spectra using the least-square method for simulated fuel debris.

*赤岡 克昭¹, 大場 弘則^{1,2}, 若井田 育夫¹, 大内 敦³, 水迫 文樹³, 栄藤 良則³, 鳥丸 忠彦³¹日本原子力研究開発機構, ²量子科学技術研究開発機構, ³日本核燃料開発株式会社

レーザー誘起発光分光法 (LIBS) で測定された原子力発電所事故で発生した燃料デブリを模擬した U/Zr/Fe 混合試料のスペクトルについて、それぞれの単体スペクトルを用いて最小二乗法による解析を実施した。その結果、2 種混合試料と同様に比較的良い直線性を持った検量線が得られた。

キーワード: 燃料デブリ、最小二乗法、LIBS、レーザー、レーザーブレイクダウン発光分光。

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所事故で発生した燃料デブリやその他の放射性物質のその場分析は、廃炉措置にとって非常に重要である。そこで、燃料デブリを模擬した U/Zr/Fe 混合試料を LIBS で測定した結果を、それぞれの単体のスペクトルを用いて最小二乗法により解析した。

2. 解析方法

測定されたスペクトルの強度 I を波長 λ の関数として考え、混合物の測定スペクトルの強度を $I(\lambda)$ 、元素 m の測定スペクトルの強度を $i(m, \lambda)$ とする時、測定スペクトルの強度はこれらの元素スペクトルの線形の重ねあわせと仮定すれば、 $I(\lambda)$ は、その線形係数 $a(m)$ と $b(m)$ とすると以下のように表される。

$$I(\lambda) = \sum_m (a(m) \cdot i(m, \lambda) + b(m))$$

この線形連立方程式を最小二乗法により解くことにより、混合物のスペクトルを再現する線形係数を得ることができる。更に、この線形係数の比から検量線を作成することが可能である。

3. 結果

これまで、2 種混合の試料に適用してきた「最小二乗法によるスペクトル解析」を U/Zr/Fe の 3 種を混合した模擬デブリに対して適用した結果、得られた検量線は Fig.1 に示すように R^2 が 0.9 以上の比較的良い直線性を示した。また、Fig.2 に示した解析スペクトルは測定スペクトルと比較的良く一致する。以上のことから「最小二乗法を用いたスペクトル解析法」は 3 種以上混合された試料に適用した場合でも比較的良い定量ができることが判った。

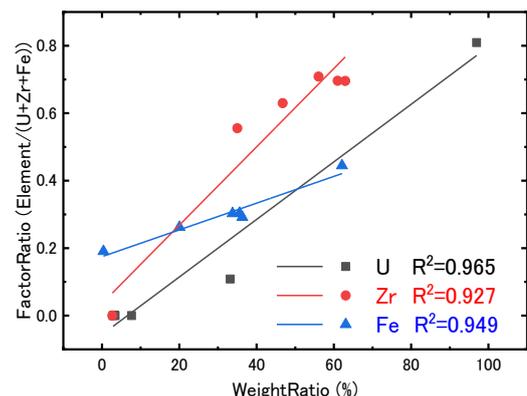


Fig.1 模擬燃料デブリの検量線

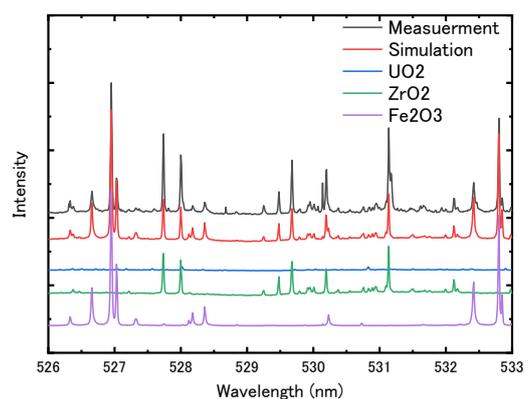


Fig.2 測定スペクトルと解析スペクトルの比較

*Katsuaki Akaoka¹, Hironori Ohba^{1,2}, Ikuo Wakaida¹, Atsushi Ohuchi³, Fumiki Mizusako³, Yoshinori Etoh³, Tadahiko Torimaru³¹Japan Atomic Energy Agency, ²National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, ³Nippon Nuclear Fuel Development Co.,Ltd.