

## 過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-6

## (1) ファイバー伝送 LIBS による模擬燃料デブリの分析

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

## (1) Analysis of simulated fuel debris by fiber-optic probe LIBS

\*大場 弘則<sup>1,2</sup>, 赤岡 克昭<sup>1</sup>, 若井田 育夫<sup>1</sup>, 大内 敦<sup>3</sup>, 水迫 文樹<sup>3</sup>, 栄藤 良則<sup>3</sup>, 鳥丸 忠彦<sup>3</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup>量子科学技術研究開発機構, <sup>3</sup>日本核燃料開発株式会社

原子力発電所事故で発生した燃料デブリの遠隔検知のために光ファイバー伝送レーザー誘起ブレイクダウン分光(ファイバーLIBS)装置を開発し, U-Zr 混合模擬燃料デブリの分析に適用した. その結果, U/Zr 重量比に対するスペクトル強度比に良好な相関が得られ, 定量分析への一定の見通しを得た.

キーワード: 廃炉措置, 模擬燃料デブリ, レーザー誘起ブレイクダウン分光, ファイバー伝送, レーザーアブレーション

**はじめに** 東京電力福島第一原子力発電所の廃炉措置において, その炉内状況を調べることは最重要課題の1つである. 炉内では溶融落下した燃料デブリが存在し, その位置や性状等の情報が廃炉作業を進める上で不可欠である. 今回, レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)と光ファイバー伝送システムを組み合わせた可搬型ファイバ伝送 LIBS 装置[1]を用いて, 核燃料物質を含む模擬燃料デブリに適用して定量分析の可能性を調べたので報告する.

**実験方法** 模擬燃料デブリ試料として, 検量線作成用として  $\text{UO}_2$  および  $\text{ZrO}_2$  粉末をウラン含有率 (U/Zr 重量比) が 0.05~2.13 となるように混合した焼結ペレット, さらに  $\text{UO}_2$  破砕材に Zr, Fe 等の材料を混合加熱した反応物を調製した. 発光分光測定は, 可搬型ファイバ伝送 LIBS 装置 (波長: 1064 nm, 繰返し数: 5Hz, ファイバー長: 5m) のプローブヘッドを模擬燃料デブリに接触させて窒素ガス (2 L/min) をフローさせた状態で行った. レーザー出力はプローブ出口で 10 mJ とし, 発光スペクトルはエッセル型分光器で測定した. 取得した発光スペクトルから U, Zr, Fe, Cr, Ni, O, N 等のスペクトルピークにおいて干渉しない発光線を, 光ファイバーの放射線環境の影響が小さい 400~550 nm および 700~900 nm の波長範囲[1]で選んで U と構造材の分別を確認した後, 焼結ペレット U/Zr について重量比に対する発光強度比を調べた.

**結果及び考察** 検量線の1例を図1に示す. 幾つかの U-Zr 波長の組合せにおいて良い相関を示した. 図1では検出下限は直線の傾きと標準偏差から約 0.1 と求められるが, U/Zr = 0.05 の試料においても U ピークは明瞭に観測されることが確認できた. 一方反応物の LIBS 測定では, 試料表層部の特性 (化学形態, 機械的特性, 組成) に強く依存した発光が観測されることが判明し, 燃料デブリの性状把握への適用可能性を示された. また, SEM/EDS で分析したレーザー照射部の組成比は, LIBS 強度比で推定した値と概ね傾向が一致することがわかった.

**参考文献**

[1] M. Saeki, *et al.*, J. Nucl. Sci. Technol. **51** (2014) 930.

<sup>1</sup>Hironori Ohba<sup>1,2</sup>, Katsuaki Akaoka<sup>1</sup>, Ikuo Wakaida<sup>1</sup>, Atsushi Ohuchi<sup>3</sup>, Fumiki Mizusako<sup>3</sup>, Yoshinori Etoh<sup>3</sup>, Tadahiko Torimaru<sup>3</sup>, <sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology, <sup>3</sup>Nippon Nuclear Fuel Development Co., Ltd.

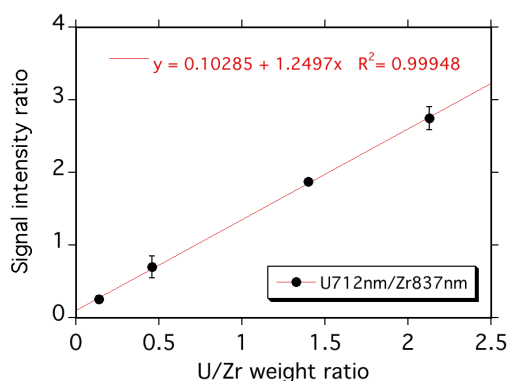


図1 U/Zr 重量比と発光強度比の関係の1例