

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-6

(1)レーザー誘起ブレイクダウン発光分光の キャリブレーションフリーによる定量分析

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

(1) Calibration-free quantitative analysis of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS).

*赤岡 克昭¹, 狩野 貴宏¹, 若井田 育夫¹

¹ 日本原子力研究開発機構

レーザー誘起ブレイクダウン発光分析法 (**L**aser **I**nduced **B**reakdown **S**pectroscopy) に対して、従来の内標準法による検量線を用いた元素組成の定量分析にかわり、検量線を用いないキャリブレーションフリーによる定量分析について評価した。

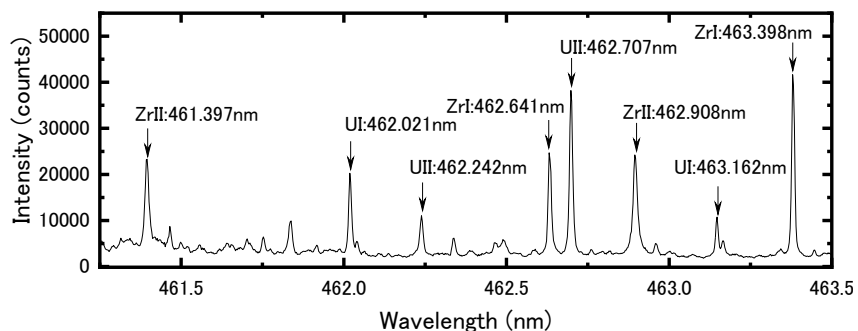
キーワード: 燃料デブリ、最小二乗法、LIBS、レーザー、レーザーブレイクダウン発光分光、定量分析、キャリブレーションフリー

1. 緒言

LIBS による元素組成の定量分析は、通常、選定したスペクトルの強度比から得られた検量線が用いられるが、スペクトル選定等には専門的知識を必要とすることから、我々はそれらを要しない最小二乗法を用いたスペクトル解析による検量線作成の方法を提案してきた。しかし、東京電力 HD 福島第一原子力発電所の事故により生じた燃料デブリ等の炉内におけるその場分析等においては、実験室等で作成した検量線をそのまま用いて定量分析をすることが困難である場合が想定される。そこで、我々は、検量線を用いる必要のないキャリブレーションフリーによる定量分析について検討し、評価した。

2. キャリブレーションフリーによる定量分析の方法

キャリブレーションフリーによる定量分析の方法は LIBS で生成されるプラズマが局所熱平衡状態にあると仮定し、スペクトルの強度を用いて Boltzmann-plots、Saha-Boltzmann 方程式、Saha の電離式等によりプラズマ電子温度、電子密度等を求め、異種元素の数密度比自体を求める方法である。



キャリブレーションフリーによる定量分析に使用した LIBS スペクトル

3. 結論

元素数密度比 1 の Zr/U 試料に対して測定した LIBS スペクトル (上図) を用い、UI の 462.021 nm と 463.162 nm のスペクトル強度からプラズマ電子温度 6051K を得、UI:462.021 nm と UII:462.707 nm から電子密度 8.05×10^{14} 個/cm³ を得た。これらから、U 及び Zr のそれぞれの 1 価のイオンまでの同元素の原子種の数密度比を算出した。更に UI:462.021nm 及び ZrII:461.397nm を用い異元素の原子種の数密度比を計算し、U 及び Zr の元素密度比を算出したところ Zr が約 30% 過大評価された 1.30 を得た。更に、他の幾つかのスペクトルの組合せを用いて評価したところ、選択するスペクトルによりプラズマ電子温度や電子密度が大きく異なることから、多くのスペクトルを用いた統計理が必要であることが判った。

*Katsuaki Akaoka¹, Takahiro Karino¹ and Ikuo Wakaida¹

¹Japan Atomic Energy Agency.