

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-3

(4) ロングパルスレーザー適用ファイバー伝送 LIBS 特性(3)

Development of Quick and Remote Analysis for Severe Accident Reactor-3

(4) Characteristics of fiber-optic probe LIBS using a long duration ns pulse (3)

*松本 歩¹, 大場 弘則^{1,2}, 利光 正章¹, 赤岡 克昭¹, 若井田 育夫¹¹原子力機構, ²量研機構

ファイバー伝送レーザー誘起ブレイクダウン分光 (LIBS) システムにロングパルスレーザーを適用し、従来のノーマルパルスレーザーの場合と発光スペクトルのパルスエネルギー依存性を比較した。

キーワード: 廃止措置, レーザー誘起ブレイクダウン分光, ロングパルス, レーザーアブレーション

1. 緒言

過酷事故炉内部のその場元素分析技術として、ファイバー伝送 LIBS が期待されている[1]。我々は現在、伝送エネルギーの向上を目的として、ロングパルスレーザーの導入を試みている[2]。これまで、空気中の Zr ターゲットを対象として、発光スペクトルや発光領域の時間変化を調べ、ロングパルス LIBS の基礎的特性を明らかにしてきた[3]。また、従来のパルスでは、レーザーのエネルギーを増加させても Zr I、Zr II の発光線強度が飽和する一方で、ロングパルスでは、エネルギーとともにその強度が増加することを見出した[4]。このとき、プラズマの電離度に着目し、多価イオンの生成が発光線の飽和に寄与することを示した。本研究では、新たに周囲の気体由来の元素が、発光線の飽和に寄与することがわかったので報告する。

2. 実験方法

波長 1064 nm のノーマルパルスレーザー (パルス幅: 6 ns) およびロングパルスレーザー (100 ns) を光ファイバーに入射し、空気中の Zr ターゲットに集光照射した (スポット径: 0.33 mm)。プラズマの発光を EMCCD 付きエシエル分光器に入射し、遅延時間 1 μs、露光時間 50 μs で発光スペクトルを測定した。

3. 結果および考察

Fig. 1 に、ノーマルパルスにおけるレーザーのエネルギーに対する Zr I、NI の発光線強度の変化を示す。ノーマルパルスでは、ターゲット由来の Zr I の強度は飽和する一方で、空気由来の NI の強度は増加した。この結果は、アブレーションの初期過程で生じる気体の電離層[5]でレーザー光の吸収が促進され、アブレーションプラズマに供給されるエネルギーが制限されたことを示している。一方で、ロングパルスの場合、エネルギーを増加させても空気由来の発光は観測されず、Zr I の強度が増加した。パルスの立ち上がりが緩やかなロングパルスでは、気体の電離層が十分に形成せず、レーザーのエネルギーが効率良くアブレーションプラズマに供給されたと考えられる。講演では、分子の発光スペクトルの変化についても議論する。

本報告は、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り実施された委託業務「先進的光計測技術を駆使した炉内デブリ組成遠隔その場分析法の高度化研究」の成果を含みます。

参考文献

- [1] M. Saeki, et al., J. Nucl. Sci. Technol. **51** (2014) 930. [2] 大場ら, 日本原子力学会 2016 年秋の大会, 1H01.
[3] A. Matsumoto, et al., LIBS2016, OT12. [4] 松本ら, SAAMT2016, 12. [5] X. Bai, et al., J. Appl. Phys. **113** (2013) 013304.

*Ayumu Matsumoto¹, Hironori Ohba², Masaaki Toshimitsu¹, Katsuaki Akaoka¹ and Ikuo Wakaida¹ ¹JAEA, ²QST

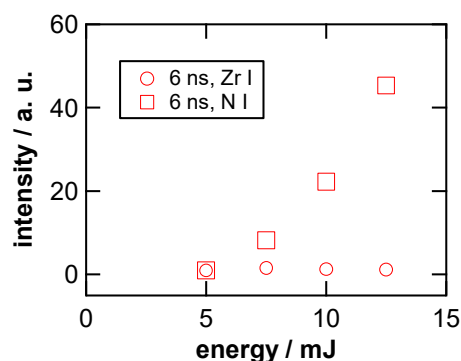


Fig.1 Intensity of Zr I line at 813 nm and NI line at 821 nm vs. pulse energy at 6 ns-pulse.