

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-2

2. ロングパルスレーザー適用ファイバー伝送 LIBS 特性(2)

Development of Quick and Remote Analysis for Severe Accident Reactor-2

2.Characteristics of fiber-optic probe LIBS using a long duration ns pulse (2)

*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¹

¹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) において、ロングパルスレーザーを適用し、生成するプラズマの特性を検討した。金属ジルコニウムをターゲットとすると、従来のノーマルパルスの場合と比べて、発光スペクトルの強度が向上することがわかった。

キーワード: 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

廃炉措置における燃料デブリのその場分析技術として、ファイバー伝送 LIBS 装置が開発されている[1]。近年、通常のナノ秒レーザーよりもパルス幅の長いロングパルスレーザー[2]が考案されており、これを光ファイバーに導入することで、ファイバー損傷の回避と高エネルギー伝送が期待できる。しかし、ロングパルス照射で生成するプラズマの特性は十分に解明されていない。本研究では、従来のノーマルパルスおよびロングパルスを用いてプラズマを生成し、得られる発光スペクトルの違いを調べた。

2. 実験方法

波長 1064 nm、パルス幅 6 ns (ノーマルパルス) および 100 ns (ロングパルス) のレーザーをファイバープローブに通し、大気中の金属ジルコニウムに集光照射した。ターゲット表面に到達するエネルギーを 10 mJ に統一し、電子増倍型 CCD (EMCCD) 付きのエシエル分光器を用いて発光スペクトルを測定した。このとき、スペクトル測定の遅延時間をレーザー照射から 1 μ s、露光時間を 50 μ s とした。

3. 結果および考察

Fig. 1 に、ノーマルパルスおよびロングパルス照射して得られた発光スペクトルを示す。ロングパルスを照射すると、与えたエネルギーが同じであるにもかかわらず、スペクトル全体の強度が向上した。パルス幅の増加に伴って、レーザーとプラズマの相互作用する時間が長くなり、プラズマの発光寿命が長くなったためと考えられる。このとき、原子、分子の発光強度が増加する一方で、イオンの発光強度は低下した。ロングパルスの場合、単位時間あたりのエネルギーが小さいため、イオン化効率が低下すると考えられる。ロングパルスレーザーを分析に適用するためには、プラズマ発光強度およびスペクトルの時間変化、発光領域、衝撃波、照射痕等の違いも踏まえて、プラズマ生成メカニズムを検討する必要がある。

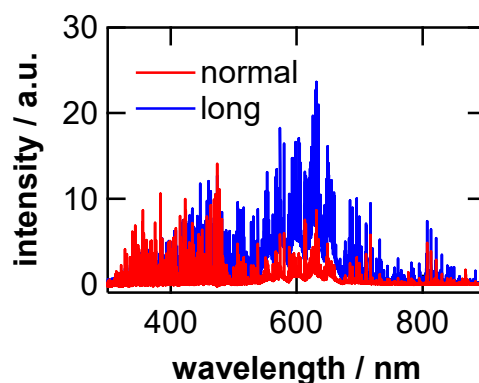


Fig. 1 Emission spectra obtained for a Zr metal in air with normal-pulse (red line) and long-pulse (blue line) irradiations.

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. Saeeki, et al., J. Nucl. Sci. Technol. **51** (2014) 930. [2] T. Sakka, et al., Appl. Phys. Lett. **88** (2006) 061120.

*Ayumu Matsumoto¹, Hironori Ohba^{1,2}, Masaaki Toshimitsu¹, Katsuaki Akaoka¹, and Ikuro Wakaida¹ ¹JAEA, ²QST