

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-2

1. ロングパルスレーザー適用ファイバー伝送 LIBS 特性(1)

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

1.Characteristics of fiber-optic probe LIBS using a long duration ns pulse (1)

*大場 弘則^{1,2}, 松本 歩¹, 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

過酷事故炉内状況調査のために、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分析技術の開発を進めている。今回、レーザーパルス幅の異なるレーザー発振器を用いた場合の光ファイバー伝送特性および発光スペクトル出現特性について調べた。

キーワード：廃止措置、迅速遠隔分析、レーザー、プラズマ、分光分析、ロングパルスレーザー

1. 緒言

我々は過酷事故炉における燃料デブリその場分析技術として、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、高放射線環境対応の可搬型ファイバー伝送 LIBS 装置を開発し、水没燃料デブリを模擬した試料でのその場分析を実証した[1]。今回は、光ファイバーへの入射エネルギーの向上およびファイバー損傷を抑制するために、LIBS 光源にパルス幅 60~100 ns のロングパルスレーザーを導入し、従来適用約 6 ns 幅のノーマルパルスレーザー適用の場合とのファイバー伝送特性及び発光スペクトル出現特性を調べた。

2. 実験方法

ファイバー伝送 LIBS 計測系のレーザー発振器として、フラッシュランプ励起ノーマルパルス Nd:YAG レーザー (パルス幅 6 ns、最大出力 50 mJ/パルス) および LD 励起ロングパルス Nd:YAG レーザー (パルス幅 60~200 ns、最大出力 130 mJ/パルス@100 ns) を整備し、減圧したファイバー結合部において、光ファイバー (コア径 ϕ 1 mm, NA0.12) にレーザー光を導入した。光ファイバー透過特性は、透過前後のレーザーエネルギーを測定して比較した。また、光ファイバー出口に光学レンズを付けて ZrO₂ にレーザー光を集光し、パルス幅と発光強度を高速 Si 検出器で測定した。

3. 結果および考察

ロングパルスでは 100 mJ/パルス以上のエネルギーでファイバーへの入射が可能であることを確認した。Fig.1 は、試料に 10mJ/パルスのレーザー光を照射した時の発光強度の時間変化を示している。強度はノーマルパルスの最大値で規格化した。ノーマルパルスでは強度は大きい減衰が早い。これに対してロングパルスでは、ピーク強度は低いものの減衰が緩やかであり全発光量は、ノーマルパルスよりも多い。長いレーザーパルスによって生成プラズマが再励起されて発光量が多く観測されていると推察される。

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.

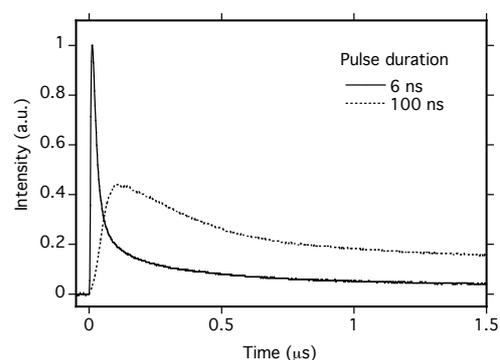


Fig.1. Time evolution of plasma emission from zirconium oxide at laser energy of 10 mJ/pulse.

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