

過酷事故炉を対象とした迅速遠隔分析技術開発-5

(1) マイクロチップレーザー誘起ブレイクダウン分光の遠隔分析への適用-1

Development of Quick and Remote Analysis for Severe Accident Reactor-5

(1) Application of microchip-laser induced breakdown spectroscopy to remote analysis-1

*大場 弘則^{1,3}, 田村 浩司^{1,3}, 佐伯 盛久^{1,3}, 田口 富嗣¹, イム ファンホン²,
平等 拓範², 若井田 育夫³

¹量研機構, ²自然機構, ³原子力機構

遠隔その場分析が可能な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, メガワット尖頭値の超小型ジャイアントパルスレーザーを適用した技術を提案する.

キーワード: 廃炉措置, ジャイアントパルスマイクロチップレーザー, レーザー誘起ブレイクダウン分光, レーザーアブレーション

東京電力福島第一原子力発電所の廃炉措置における燃料デブリ取出しに向けた位置・性状把握のための手段の一つとして, ファイバー伝送レーザー誘起ブレイクダウン分光(LIBS)による遠隔その場分析が期待されている[1]. しかしながら Q スイッチ(Q-sw.)パルスレーザー光を光ファイバーで長距離伝送する際, 吸収や散乱損失によりレーザー光が減衰し, ファイバー出口にて高出力のレーザー光を得ようとすれば, 導入端面での損傷を伴うので, LIBS 用パルスレーザー光が伝送可能なファイバー長は約 75 m と言われている[2]. そこで我々は発想の転換として, 従来の高出力パルスレーザー光をファイバー伝送する方法(図 1 上図)ではなく, 光ファイバーの先端にレーザー光発振機能を持たせることにより, より長距離の分析標的への高いエネルギーを投入して高輝度のプラズマ発光を可能とし, 高放射線環境下での炉内デブリ性状等の高感度分析技術を考案した. これを実現するために, セラミックマイクロチップレーザー技術[3, 4]を活用して, 短波長化による高感度 LIBS 分析手法(図 1 下図)の開発に着手した. 今回は, マイクロチップレーザー適用 LIBS 測定系の構築(その 1)及び発振特性(その 2)を報告する.

マイクロチップレーザーは, レーザー媒質と可飽和吸収体を組み合わせた簡便な構成されながら高強度パルス駆動することでジャイアントパルス発振が可能な超小型 Q-sw. レーザーである. Nd:YAG レーザー媒質を 808nm の半導体レーザーで励起して 1064nm 光を発振させて, Cr:YAG 可飽和吸収体に導入すると吸収・光学的ポンピングが起きるが, 可飽和状態になると Q-sw. が起きて吸収体が透過体となり, 出力が数 mJ でパルス幅がサブナノ秒のレーザー光が発振する. これにより, 物質の発光を伴うアブレーションが容易に生じるので, 図 2 に示すようにレーザー集光点に分析試料を設置して, プラズマ発光分光する測定系を構築した.

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] A. Whitehouse, *et al.*, Spectrochim. Acta **B56** (2001)821.[3] H. Sakai, *et al.*, Opt. Express **16** (2008) 19891. [4] L. Zheng, *et al.*, Opt. Express **7** (2017) 3214.

*Hironori Ohba^{1,3}, Koji Tamura^{1,3}, Morihisa Saeki^{1,3}, Tomitsugu Taguchi¹, Hwan Hon Lim², Takunori Taira² and Ikuro Wakaida²
¹QST, ²NINS, ³JAEA

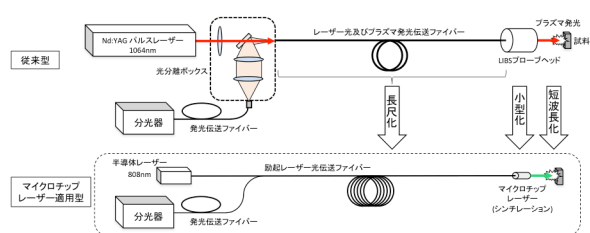


図1 ファイバーLIBS装置の概略図

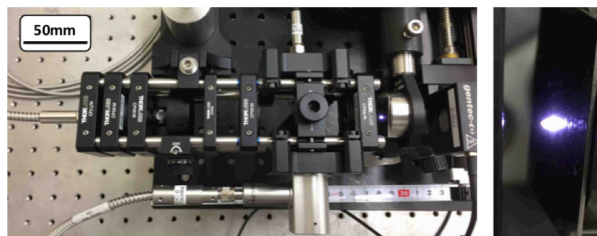


図2 レーザーヘッド(左)とZr試料発光の様子(右)