2019年秋の大会

総合講演・報告 1 東京大学弥生研究会 —原子・分子の分光分析技術とその応用—

レーザーの特長を利用した研究開発 IV
Research developments using excellent properties of Lasers IV

（2）過酷環境下での遠隔レーザー分析技術

(2) Remote laser analysis technique in severe environments

*大場　弘則 [1,2], 田村　浩司 [1,2], 佐伯　盛久 [1,2], 田口　富嗣 [1], 若井田　育夫 [2], 平等　拓範 [3,4]
[1] 量研機構, [2] 原子力機構, [3] 理研播磨, [4] 自然機構

東電福島第一原子力発電所（１F）の廃炉においては，世界でも例のない事故炉からの溶融燃料デブリ等の安全かつ円滑な取り出しが求められている．これまでに，原子力機構において長さ 50 m の耐放射線性光ファイバーを活用したレーザー誘起プラズマ発光分光（以下 LIBS：Laser-induced breakdown spectroscopy という）技術が提案されており，本技術の適用により水中・近赤外波長域での燃料デブリその場迅速分析可能性の高いことが示されている [1)]．しかしながら，高出力のレーザーを光ファイバーに導入する際にはその長さに大きな課題が存在する．レーザー光伝送ファイバーLIBS 技術では，高出力のレーザーを光ファイバーに導入して先端の分析プローブまで伝送させるが，１F 廃炉措置における炉内状況調査では，人間が十分に余裕を持って安全に作業ができるエリアから高放射線環境下検知位置までの距離は 100 m 以上が想定される．また，分析ヘッド近傍での高輝度発光源を実現するためにはレーザー出力を上げる必要があり，導入レーザー光の高出力化に伴って光ファイバー入射端面の損傷頻度が格段に増加する．こうしたことから，現在開発中の光ファイバーLIBS と並行して代替技術の開発も進めることが不可欠である．

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 [2,3)]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．これは，ジャイアントパルスマイクロチップレーザー（以下マイクロチップレーザーという）技術を活用して，短波長化による高感度 LIBS 分析手法を開発し，量研機構のガンマ線照射施設を利用して高線量放射線環境下でのマイクロチップレーザーの適用可能性について評価するものである．

本報告では，先ず光ファイバーに関する放射線環境下における耐性ついて、これまでに報告された事例等のレビューを行い、続いて従来型ファイバーLIBS 技術を改良して可搬性を高めた装置を開発し，過酷環境下において遠隔迅速その場分析を実証した試験結果を述べ，更にマイクロチップレーザーLIBS 技術開発の概要・進捗状況について紹介する．

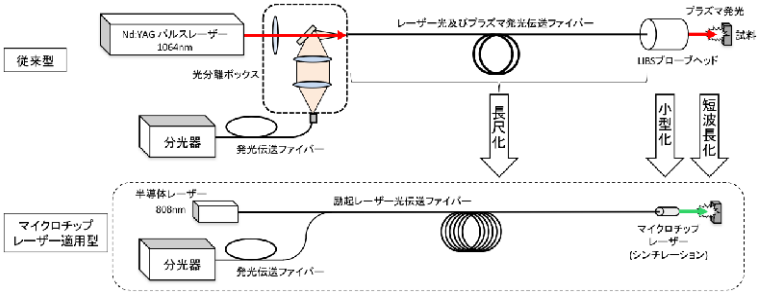

図１　新規考案ファイバーLIBS 装置の概略図　従来型の問題点を解決して，より高感度で安全性の高い炉内検知 LIBS プローブを提供

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．

文献

1) M. Saeki, et al., J. Nucl. Sci. Technol. 51 (2014) 930.,
2) H. Sakai, et al., Opt. Express 16 (2008) 19891.
3) L. Zheng, et al., Opt. Express 7 (2017) 3214.

*Hironori Ohba[1,2], Koji Tamura[1,2], Morihisa Saeki[1,2], Tomitsugu Taguchi[1], Ikuo Wakaida[2], Takunori Taira[3,4]
[1]QST, [2]JAEA, [3]RIKEN, [4]NINS,