

2色共鳴イオン化レーザーの稼働状態モニタリングシステムの開発

A monitoring system of lasers for two-color resonance ionization

*松村 珠希¹, 吉村 昌稀¹, 森田 真人¹, 坂本 哲夫¹

¹工学院大学

福島第一原発の廃炉作業に向けた燃料デブリの性状把握のために、発表者らが開発したレーザー共鳴イオン化スパッタ中性粒子質量分析法 (R-SNMS) 装置の適用を進めている。本発表では、共鳴イオン化に用いる2台の波長可変 Ti:Sapphire レーザー稼働状態を監視するシステムについて紹介する。

キーワード：波長可変レーザー、質量分析、廃炉措置

1.背景

原子炉構成材料が溶融して生成された燃料デブリは、複雑な組成や核壊変の影響による同位体比の変化が生じている。現在の燃料デブリの状態や取り出し時の安全評価のため、デブリに含まれている元素の組成や同位体比の分析手法の開発及び、検討が行われている^[1]。

発表者らが開発した R-SNMS 法は、独自に開発した集束イオンビーム飛行時間型二次イオン質量分析 (FIB-TOF-SIMS) 装置と多色共鳴イオン化を組み合わせた手法である。元素固有の励起エネルギー準位に相当する波長のレーザーで2段階に分けて励起・イオン化させ、目的の元素だけを選択的にイオン化することで、高い面分解能かつ同重体干渉のない分析が可能である^{[2],[3]}。共鳴イオン化には、2台の Ti:Sapphire レーザーを用いる。現状、レーザーの状態を常に監視する機構がないため、稼働状態の変動によって分析結果に影響が及び、信頼性に関わる懸念される^[4]。これらの問題を解決するため、レーザーの稼働状態を監視するシステムを開発した。

2.実験装置・結果

レーザー光軸内に Nd:YAG レーザー、Ti:Sapphire レーザー2台の信号を読み取る3台の高速フォトダイオード (浜ホト, S9055-01) 検出器を作成・設置し (図1)、デジタルオシロスコープ (RIGOL/DS1104Z Plus) (図2) に接続した。それぞれのレーザーの最大波高値と基準信号からの遅延を測定した値を PC 上で確認できるソフトウ

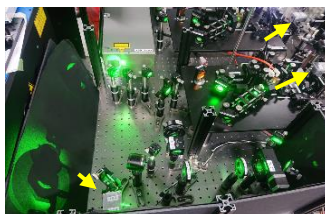


図1: R-SNMS 装置に実装した検出器の様子

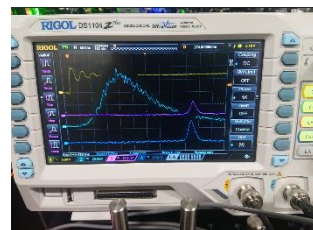


図2: オシロスコープ上で表示した信号の様子

ェアを作成し、実際の分析条件でのモニタリングシステムを動作させた。その結果、3台のレーザーのタイミングジッターの可視化や、エネルギーのばらつきをソフトウェア上で確認することができた。

参考文献

- [1] 日本原子力研究開発機構. 東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所燃料デブリ等分析について. JAEA-Review 2020-004.
- [2] T. Sakamoto, *et al.*, *Anal. Sci.* **34**, 1265 (2018).
- [3] Tomita, H., *et al.*, *Progress in Nuclear Science and Technology*, **5**, 97 (2018).
- [4] Jonathan, Levine. *et al.*, *Resonance ionization mass spectrometry for precise measurements of isotope ratios. International Journal of Mass Spectrometry.* **288**, 36–43 (2009).

*Tamaki Matsumura¹, Shoki Yoshimura¹, Masato Morita¹, Tetsuo Sakamoto¹

¹ Kogakuin University