

レーザー加工のための分光計測手法の開発

Development of spectroscopic measurement techniques for laser processing

*宮部 昌文¹, 岩田 圭弘¹, 寺林 稜平², 長谷川 秀一²

¹原子力機構, ²東京大学

廃炉ではレーザー切断やレーザー除染など様々なレーザー加工技術の利用が検討されている。我々はレーザー加工時の作業環境の汚染検知や、材料の除染効率の評価などを迅速・非接触で行うことを目的として、発光分光法や吸収分光法の開発を行っている。今回は、レーザー加工で利用されることの多い、ミリ秒のパルス長を持つ QCW ファイバーレーザーで発生するレーザープラズマの分光特性を調べたので報告する。

キーワード： レーザー加工、原子吸収分光、発光分光、レーザーアブレーション

1. はじめに 強いレーザー光を照射した物質表面から飛び出す原子種は、逆制動放射過程を介して照射レーザーの光エネルギーを吸収し、レーザープラズマへと急速に成長する。このため、生じるレーザープラズマの特性は照射レーザーのパルス長に大きく左右される。従来研究ではパルス長 10 ns 程度の Nd:YAG レーザーと、100 ns 程度のロングパルスレーザーで発光特性に違いのあることが報告されているが[1]、レーザー加工でよく利用される 10 ms 程度の光照射による発光・吸収スペクトルは殆ど知られていない。そこで今回は QCW(Quasi Continuous Wave)ファイバーレーザーを用いてレーザープラズマの発光・吸収特性を調べた。

2. 実験 ファイバーレーザー(IPG 製 YLR-300/3000, 10 ms)の光を、大気圧や減圧空气中でアルミニウムやジルコニアなどの試料に照射してプラズマを発生させた。単一ショットの照射で生じる発光を、エッセル分光器(LTB 製 Aryelle-400)のシャッターを開放にして時間積分し、300-900 nm の発光スペクトルを取得した。また試料に含まれる基底状態の原子の共鳴光を外部共振器半導体レーザーによって発生させ、試料表面から任意の高さでプラズマに透過させて、透過光強度を高速フォトダイオードで観測した。

3. 結果と考察 図 1 に試料から 5mm の高さで測定したアルミ板(上)とジルコニア(下)の発光スペクトルを示す。酸化物分子による発光バンドがアルミでは 500nm 付近に、ジルコニウムでは 500-650 nm の範囲にわたって観測され、ZrO₂ のスペクトルはロングパルスレーザーで報告された金属 Zr のスペクトルと類似することが分かった[1]。また Nd:YAG レーザーの発光スペクトルに比べて、SUS やアルミニウムの発光は弱く、ジルコニアは強いことがわかった。これは飛散する Zr 原子の燃焼反応による寄与が大きいと考えられる。

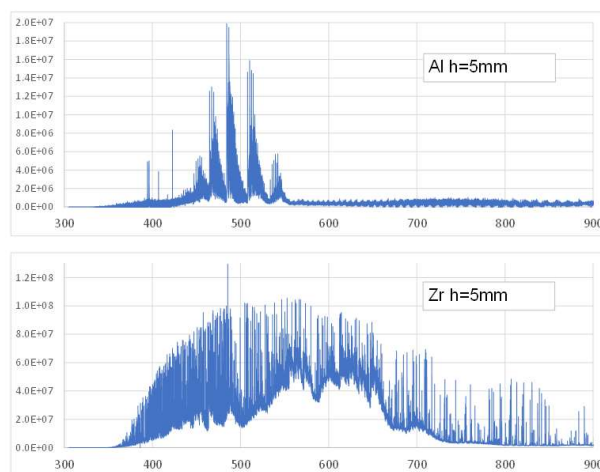


図 1 QCW レーザーで測定した発光スペクトル

謝辞 本研究は JSPS 科研費「廃炉に向けた高分解能レー

ザープラズマ分光法の遠隔核種分析への適用研究」(22H02011)及び JAEA「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「レーザー加工により発生する微粒子の解析と核種同定手法の開発」(JPJA18B18072148)の成果です。

参考文献 [1] A. Matsumoto et al Spectrochim. Acta B 142 (2018) 37-49

*Masabumi Miyabe¹, Yoshihiro. Iwata¹, Ryohei Terabayashi², Shuichi Hasegawa²

¹ JAEA, ²The Univ. of Tokyo