

フェムト秒レーザーを用いたダブルパルス LIBS 法の信号増強効果

Signal Enhancement Effects of Double Pulse LIBS with Femtosecond Laser Pulses

○大塚 昌孝¹、染川 智弘²、松谷 貴臣¹、前田 佳伸¹、藤田 雅之^{2,3}、宮永 憲明³ (1. 近畿大学、2. レーザー総研、3. 阪大レーザー研)

○M. Otsuka¹, T. Somekawa², T. Matsutani¹, Y. Maeda¹, M. Fujita^{2,3}, N. Miyanaga² (1.Kinki Univ., 2.ILT., 3.ILE, Osaka Univ.)

E-mail: 1433340419f@kindai.ac.jp

レーザー誘起ブレークダウン分光法 (LIBS; Laser Induced Breakdown Spectroscopy) は、被測定対象物質に短パルスレーザーを照射して発生したプラズマを分光測定することで、気体・液体・固体といった物質の状態に依らず、その場でリアルタイムに物質の元素の分析が可能な手法であり、放射性廃棄物管理、医療診断、環境モニタリング、惑星探査の分野などへの応用展開が図られている。しかしながら、高レベル放射性廃棄物や溶融合金のモニタリングのような測定作業員の安全を確保することが困難である環境ではリモートでの測定が必要であるが、遠隔からのプラズマ発光信号が微弱になるため、リモート LIBS 測定の高感度化が求められている。そこで、高感度に LIBS 信号が検出可能なフェムト秒レーザーによるダブルパルス LIBS 法を用いて、リモート LIBS 測定の高感度化に向けた研究を行っている。ダブルパルス LIBS 法は時間間隔を空けた 2 つのレーザーパルスを連続で試料に照射する手法であり、1 つ目のレーザーパルスでプラズマを生成し、2 つ目のレーザーパルスでプラズマを再加熱することで、プラズマ発光強度が増加し、従来のシングルパルス LIBS 法に比べて、LIBS 信号を増強させることが可能である。

図 1 に実験配置図を示す。TW フェムト秒レーザー(パルス幅 100 fs、中心波長 800 nm、繰返し 10 Hz、出力 180 mW)はハーフミラーで 2 つのレーザーパルスに分割される。分割されたレーザーパルスの一方は、移動ステージを動かすことで 0~50 ps の遅延が与えられる。パルス間隔をもった 2 つのレーザーパルスを、ハーフミラーで結合し、焦点距離 1.5 m のレンズ 1 を使用して銅 (Cu) 板に照射し、プラズマを発生させた。プラズマ発光はレンズ 1 で平行光にした後、レンズ 2 を用いて光ファイバーに集光し、ICCD 付き分光器で測定した。試料は移動ステージを用いて 1 回の測定毎に新しい表面が出るようにし、蒸発による表面形状の変化の影響を少なくした。スペクトル測定時の積算回数は 100 回であり、5 回平均で評価した。

Cu(521.8 nm) のパルス間隔時間による LIBS 信号強度を I_d として、パルス間隔時間が 0 ps のときの信号強度 I_{d0} で規格化した LIBS 信号増強率 I_d/I_{d0} を図 2 に示す。パルス間隔時間 10 ps のとき I_d/I_{d0} は最大となり、その信号増強率は約 1.4 倍であった。

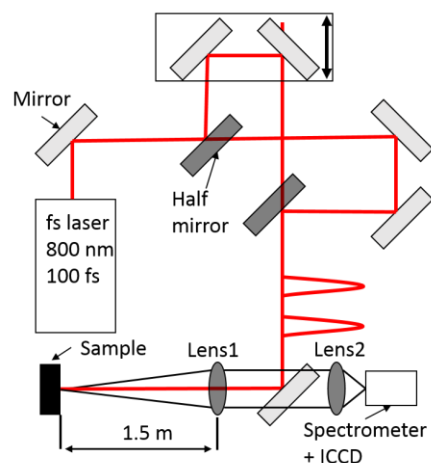


Fig.1. Experimental setup

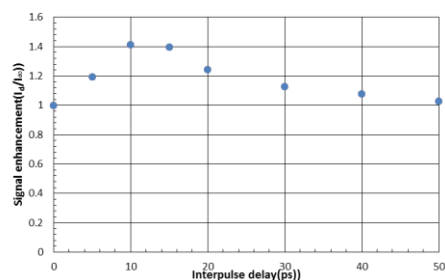


Fig.2. Signal enhancement ratio I_d/I_{d0}