

吸収分光法による液中レーザー誘起微小プラズマ中の基底種の解析

Detection of ground-state species in laser-induced plasma by absorption spectroscopy

京大院工 °川崎 惇, 田村文香, 松本 歩, 天野健一, 深見一弘, 西 直哉, 作花哲夫

Kyoto Univ. °Atsushi Kawasaki, Ayaka Tamura, Ayumu Matsumoto, Kenichi Amano, Kazuhiro Fukami, Naoya Nishi, Tetsuo Sakka

E-mail: kawasaki.atsushi.56r@st.kyoto-u.ac.jp

1. 緒言

パルスレーザーを液中の固体表面に集光照射すると、照射スポットでプラズマ、キャビテーション気泡が生成する。この現象は液相レーザーアブレーションと呼ばれ、添加物を含まない純粋なナノ粒子分散液を作ることができる[1]。プラズマの発光スペクトルを測定することで、放出種のポピュレーション密度やプラズマの温度、電子密度などの情報を得ることができる。プラズマの発光は $1\ \mu\text{s}$ 程度で消光するのに対して気泡の寿命は数 $100\ \mu\text{s}$ であり、プラズマ消光後の気泡内の反応およびそのメカニズムを知ることが重要である。そのため、微小な気泡中の物質の吸収スペクトル測定に取り組んだ。吸収分光法であればプラズマ消光後の非発光種に関する情報を得ることができ、より詳細に気泡あるいはプラズマを調べることが可能になると考えた。

2. 実験方法

波長 $1064\ \text{nm}$ 、パルス幅 $20\ \text{ns}$ 、エネルギー $3\ \text{mJ}$ の Nd:YAG レーザーを用いて、NaCl 水溶液中 ($100\ \text{mM}$) で Al ターゲットのアブレーションを行った。レーザー照射から $1, 3, 5, 7\ \mu\text{s}$ 後に、Ti:サファイアフェムト秒レーザーを水に透過させることで発生させたスーパーコンティニウム光をプローブ光として気泡を透過させた。気泡を透過した光を対物レンズで 10 倍に拡大し、ビームスプリッターを用いて 2 方向に分割した。一方を、ICCD を装着した分光器に導入し、フェムト秒オーダーの時間幅での吸収スペクトルを測定した。他方は別の ICCD に導入し、気泡の画像を観測した。

3. 結果および考察

Fig.1 に生成した気泡と透過光の画像、Fig.2 に吸収スペクトルを示す。気泡は $200\ \mu\text{m}$ ほどの大きさに成長しており、指向性の強いスーパーコンティニウム光はほとんどが気泡中を透過していることが分かった。スペクトルには溶存種である Na の吸収線が確認された。この結果から、気泡内部には溶液から Na が侵入していることが分かる。気泡画像から推測される透過光路長と吸収スペクトルから求まる吸光度を使って、気泡内の Na のポピュレーション密度を算出し、レーザー照射からの遅延時間に対してプロットした結果を Fig.3 に示す。Fig.3 より、気泡内に存在する Na 原子のポピュレーション密度が単調に減少した。

参考文献

- [1] W. Soliman, N. Takada, K. Sasaki, *Appl. Phys. Express* 3, 035201 (2010)

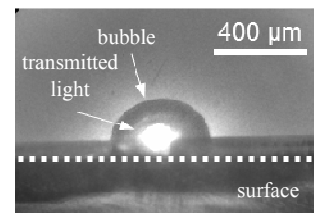


Fig.1 Image of the bubble and transmitted light at $1\ \mu\text{s}$ from laser irradiation.

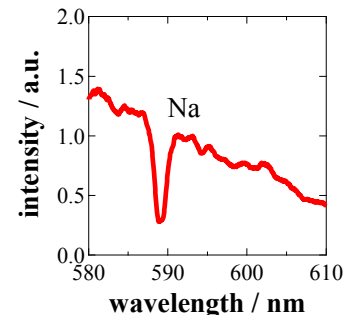


Fig.2 Absorption spectrum obtained for Al target in NaCl aqueous solution.

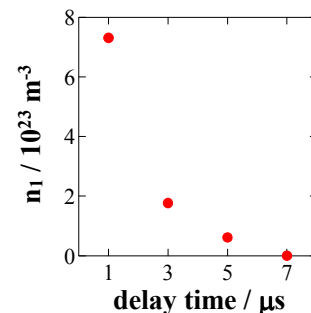


Fig.3 Population density of Na in the detecting area.