

備長炭と水界面へのレーザー照射による水素発生中の白色光放射

White light emission from Bincho-tan charcoal in aqueous solution
during hydrogen generation by laser pulse irradiation

和大シスエ 〇秋元郁子, 前田宏輔

Wakayama Univ. 〇Ikuko Akimoto and Kosuke Maeda

E-mail: akimoto@sys.wakayama-u.ac.jp

水素は、クリーンな新エネルギー源として期待され、また、工業的にも不可欠な原料である。我々はこれまで、水中の備長炭粉末に可視パルスレーザーを照射すると水素が発生することを発見し、報告してきた[1-3]。この手法は、新たなオンデマンド型の水素発生法として注目に値する。光照射による水素発生機構については、発生するガス量が閾値以上の励起光フルエンスに対して非線形に増大すること、および閾値以上のパルスエネルギーをもつ超短パルス光 (820 nm, 30 fs) 励起ではガス発生しないことから、多光子励起過程とサブナノ秒の寿命をもつ励起状態を介する多段階励起過程を経てガス発生に至ると考えられる。しかし、未だ光励起過程の詳細は不明である。今回、ガス発生時の備長炭からの白色光放射スペクトルを観測したので報告する。

備長炭を割って得た $8 \times 8 \times 20 \text{ mm}^3$ のブロックを超音波洗浄の後、石英セルの中で蒸留水もしくは 50% エタノール水溶液に浸け、これにパルスレーザー (SP, MOPO; 532 nm, 5 ns, 10 Hz > 50 mJ/cm^2) を緩く集光して照射すると、気泡の発生が確認された。レーザーの強い散乱光をスーパーノッチフィルターでカットし、備長炭と水の界面からの光放射を観測した (Princeton Ins., ICCD, PI-MAX/Acton, 300i)。得られたスペクトルを検出系の波長感度で補正して示す (Fig. 1)。

その結果、レーザー波長の両サイドの可視領域にブロードな光スペクトルを確認した (図中、赤実線: 蒸留水、黒破線: 50%のエタノール水溶液)。この光放射はパルス幅 5 ns と同程度の時間応答を示した。このブロードなスペクトルは閾値以上の励起フルエンスに対し観測され、その閾値は先に報告した水素発生の際値と一致した。スペクトル形状は閾値以上の励起フルエンスに対してほとんど変わらないため、光放射の原因として光熱変換による黒体輻射は考えづらい。つまり、パルス光照射により、高温高压状態が生じ固体炭素と水が反応しているのではなく、白色光放射を引き起こすような非線形な光学応答が水素発生反応を引き起こしているものと見なせる。

一方、レーザーより長波長側には、励起フルエンスに対し線形に増大し、励起波長に追従するラマン散乱も観測された。3400, 2930 cm^{-1} に観測されるストークス線は、水もしくはエタノールが持つ-OH 基の振動を誘起する非弾性散乱に対応している。以上の結果をふまえ、水素発生に関わる光励起過程について議論する。

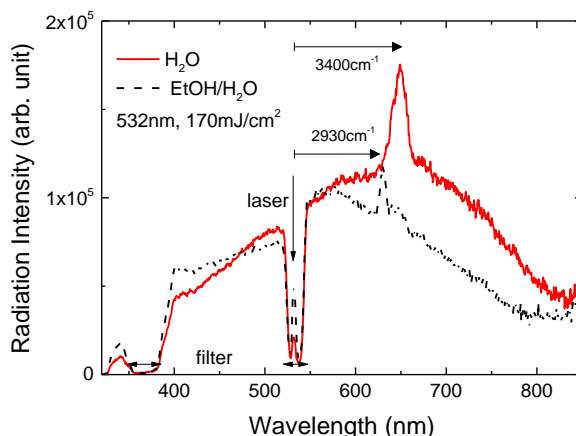


Fig. 1 Radiation Spectrum from Bincho-tan charcoal in water or ethanol aqueous solvent by laser pulse irradiation at room temperature

- [1] K. Maeda, N. Ozaki, and I. Akimoto, presentations in The 73rd Autumn meeting of JSAP, 12p-PB54 (Matsuyama, 2012) and JSAP-MRS Joint Symposia, 16p-PM3-2 (Kyoto, 2013).
 [2] I. Akimoto, K. Maeda, and N. Ozaki, *J. Phys. Chem. C* **117**, 18281 (2013).
 [3] K. Maeda, N. Ozaki, and I. Akimoto, *Jpn. J. Appl. Phys.* **53**, 05FZ03 (2014).