

二次元レーザー誘起蛍光法によるプラズマ支援予混合火炎内の OH ラジカル密度計測 Measurement of OH radical density in plasma-enhanced premixed burner flame by planar laser-induced fluorescence

北大工 〇財満 和典, 石亀 裕晃, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ., 〇Kazunori Zaima, Hiroaki Ishigame, and Koichi Sasaki

E-mail: kzaima@athena.qe.eng.hokudai.ac.jp

1. Introduction 環境問題への対応や、化石燃料消費の削減の観点から、燃焼技術の高度化が急務である。本研究では、プラズマ中に存在する高エネルギー電子を用いて火炎に非平衡化学反応をもたらし、高エネルギー電子を媒介とした燃焼反応制御を行う技術の開発を目指している。本講演では、燃焼反応において最も重要な活性種とされている OH ラジカルの密度の時間・空間分布を、二次元レーザー誘起蛍光法(pLIF)を用いて計測したので報告する。

2. Experimental Method メタン、酸素、およびアルゴンの予混合ガスを用いて生成したバーナー火炎の上部をガラス管で覆った。ガラス管外側にアルミニウム製の電極を取り付け、周波数 1 kHz の高電圧方形波を印加し、アルミニウム電極を電圧印加電極、バーナーノズルを接地電極とした同軸円筒型の誘電体バリア放電を予混合バーナー火炎に重畳した。

実験装置を図 1 に示す。308.997nm に同調したパルス波長可変レーザービームを 2 枚のシリンドリカルレンズを用いてシート状に整形し、プラズマ支援予混合火炎に入射した。入射レーザー光によって OH ラジカルを基底状態 $X^2\Pi(v''=0)$ から励起状態 $A^2\Sigma^+(v'=0)$ へと遷移し、再び基底状態 $X^2\Pi(v''=0)$ へ遷移する際の蛍光を、干渉フィルタを介してイメージインテンシファイア付 CCD カメラで撮影した。電源高電圧に対するレーザー光入射のタイミングをディレイパルサを用いて掃引することで、放電の位相に対して時分解された OH ラジカル密度の 2 次元分布画像を得た。レーザー光入射時の放電電流をモニタし、放電電流と LIF 強度との関連を調べた。

3. Experimental Results and Discussion バーナーノズルからの高さが 1 mm の位置において、いくつかの位相で観測された LIF 強度の半径方向分布(200 レーザーパルスについて積算)を図 2 に示す。中心付近に見られる幅 2 mm 程度のディップは、OH ラジカルが存在しない未燃ガス領域を示すものである。放電電流パルスが重なる時、未燃ガス領域の周囲の火炎帯における OH ラジカル密度は通常の火炎に比べて 14%程度増加することが見られ、電流パルスから 100 μ s 後には、逆に 15%程度の減少が見られた。また、300 μ s 後には放電を重畳しない火炎における OH ラジカル密度程度に戻ることが観測された。パルス状の放電電流の重畳が燃焼化学反応にインパルス的な反応経路の変化をもたらし、その結果 OH ラジカル密度がオーバーシュートを伴いながら時間的に変動することが示唆された。

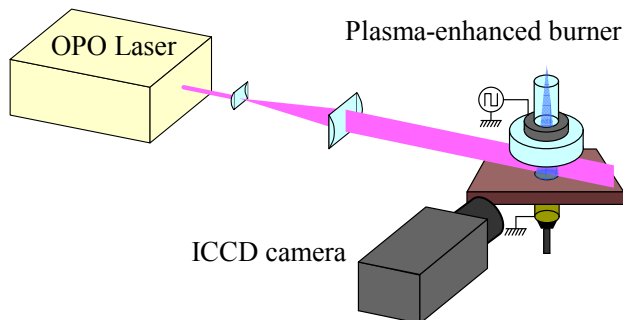


Fig. 1. Schematic of pLIF system.

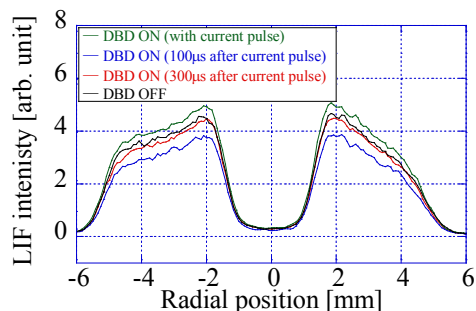


Fig. 2. Radial distributions of LIF intensity at a height of 1 mm from the nozzle.