

自発光分光システムを用いた乱流予混合火炎における局所当量比の時系列計測

神戸大学 機器分析センター 池田 裕二

Yuji Ikeda, Kobe University

1. 目的

本研究は乱流予混合火炎の局所火炎構造を明らかにすることを目的としている。ここでは、自発光分光システムによる OH^* 、 CH^* 、 C_2^* 自発光・局所計測を用いた、乱流予混合火炎の局所火炎構造の計測法を確立することを旨として、まず乱流火炎の局所的な反応帯における自発光強度比から局所当量比を計測することを試みた。

2. 実験装置

実験装置の概略を図1に示す。内径 $D=20\text{mm}$ の円管ノズルバーナを用いた。燃料にはプロパン、酸化剤には乾燥空気を使用し、当量比 $\phi=1.1$ で実験を行った。層流燃焼速度 S_L ($\phi=1.1$) は 0.45m/s で、 $u' < S_L$ となる乱れの弱い領域である。

3. 実験結果および考察

乱流予混合火炎における局所 OH^* 、 CH^* 、 C_2^* 自発光強度の時系列計測を行った。火炎片の通過である自発光強度のピーク波形の最大値（以後、ピーク強度）を検出する。ここでは各ラジカルのピーク強度の相対関係、つまり自発光強度比を用いて、測定点を通過する瞬間の反応帯の局所当量比を計測することを試みた。

プロパン・空気層流予混合火炎において得られた当量比と局所自発光強度比の相関曲線を、累乗関数で近似した実験式を乱流火炎における瞬間のピーク強度比に適用し、局所当量比を予測した。本層流火炎の結果は、スロットバーナを用いた二次元火炎における実験によるものであり、火炎伸長や曲率などの効果は考慮されていない。

火炎の通過が最も頻繁な火炎先端 (Tip: $r/R=0$, $x/D=4.1$) と火炎外周部 (Cone: $r/R=1.2$, $x/D=3.2$) において局所自発光を時系列計測し、ラジカル発光強度比 OH^*/CH^* の時間変化を得た。この OH^*/CH^* から、前述の手法を基に、局所的な火炎における局所当量比の時系列変化とその確率密度関数 (PDF) を求めた。結果を図2に示す。PDFの分布より、どちらの点においても、測定当量比の平均値は 1.18 、標準偏差は約 0.06 となっている。この平均値を境に、各瞬間における火炎片の当量比が変動していることがわかった。

4. まとめ

層流火炎の自発光強度比と当量比の関連性を用いることにより、乱流火炎における局所当量比の時系列計測を行い、乱流予混合火炎における局所火炎構造の計測法を提案することができた。設定当量比からずれが生じているが、この点については今後、温度、圧力、熱損失、火炎形状、曲率、伸長などとの関連性について調べる必要がある。

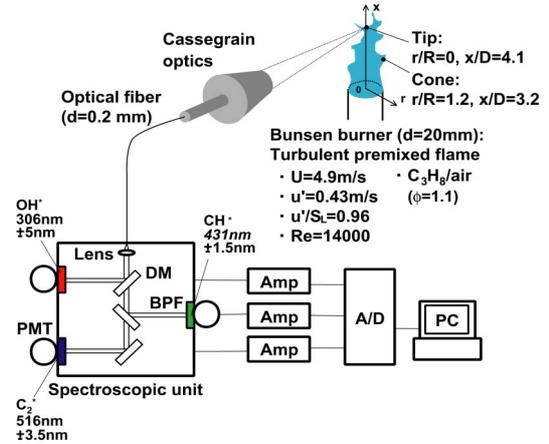


図1 実験装置

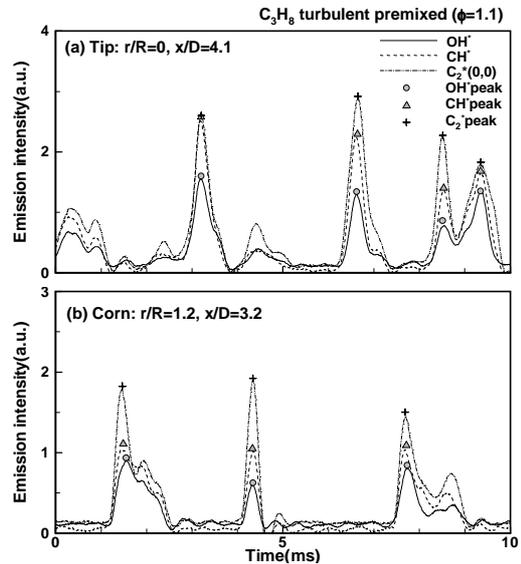


図2 自発光強度のピーク検出

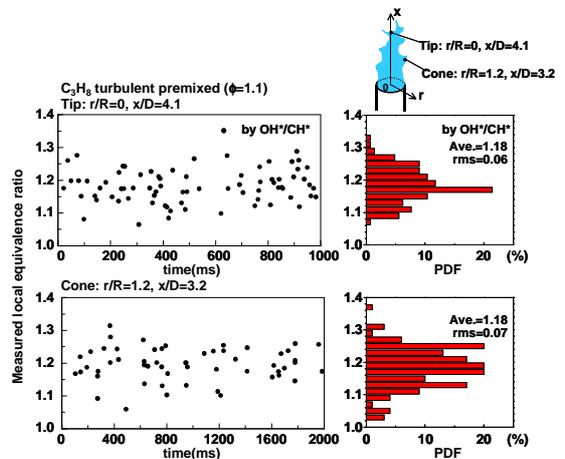


図3 局所当量比の時系列変化およびPDF