

希薄予混合火炎における OH*/CH* 自発光計測 OH*/CH* Chemiluminescence Measurement of Lean Premixed Flames

航空宇宙技術研究所 Laurent Zimmer, 立花 繁

1. はじめに

火炎自発光のスペクトルからその組成を知るという燃焼場計測法は従来から行われている。火炎自らが発する光であるため、発光源としてレーザーのような精密な光学機器を必要としないことから、微小重力場における火炎計測のように単純な実験系が求められる分野で利用されている。近年、ガスタービン燃焼器の分野においても、自発光強度の時系列データを用いた火炎不安定性の解析や異なる波長帯のピーク強度比から燃焼場当量比を決定する手法などについて研究が行われている。本研究では、希薄領域のメタン-空気予混合火炎の自発光計測により、乱流燃焼制御のセンサーとして利用可能な情報を抽出することを目的としている。本報では、火炎の吹き消え、逆火のようなガスタービン運用上致命的となる現象を予知するための当量比モニタリング技術として OH*/CH* 自発光強度比と設定当量比との関係について調べたので、その結果について述べる。

2. OH*/CH* 自発光強度比計測

対象としたのは弱旋回スワロー(スワール角 15 度)を有する燃焼器である。燃焼器入口の流速、当量比をパラメータとして実験を行った。計測システムは、トラバース装置、集光レンズ(焦点距離 300mm)、光ファイバケーブル、Specbox、PC からなる(図 1)。Specbox は、波長の分離装置とフォトマルチプライヤーから構成される。ファイバーから入射した光は、ダイクロイックミラーとバンドパスフィルターを通して、OH*, CH*, C2* それぞれの中心波長 308nm, 431nm, 473nm に対応する波長帯に分離される。その後、フォトマルを通して増幅された信号が A/D 変換ボードを介して PC に取得される。

図 2 は、燃焼器入口温度 600[K], 流入速度 3 ケース (15[m/s], 17.5[m/s], 20[m/s]) について、自発光強度比 (OH*/CH*) と設定当量比との関係を示したグラフである。希薄領域では C2* はほとんど存在せず、対応する波長帯は CO2* 連続スペクトルに重なっている。そこで CH*, OH* 波長域の強度から、C2* 波長域の強度を背景光として差し引くことで OH*, CH* の純粋な強度と考えその比をとった。図 2 から強度比がピークを示す当量比 0.65 付近を境にして、希薄側 ($\phi < 0.65$) では速度条件に依らずその比が一致することがわかった。即ち、この領域では、自発光強度比から実際の燃焼場の当量比を決定することができる。一方、過濃側 ($\phi > 0.65$) では 3 者間でばらつきがあることがわかる。 $\phi > 0.65$ では、C2* の存在割合が徐々に増すため、C2* 波長域を背景光と扱う近似が崩れ、このばらつきがあらわれると考えられる。したがって、今後の課題として、適切な背景光の選択が上げられる。また、スワール角や入口温度などパラメータを増やした実験を行い、それらの因子が結果に及ぼす影響を調べると同時に、火炎構造のより詳細な解析を行う予定である。

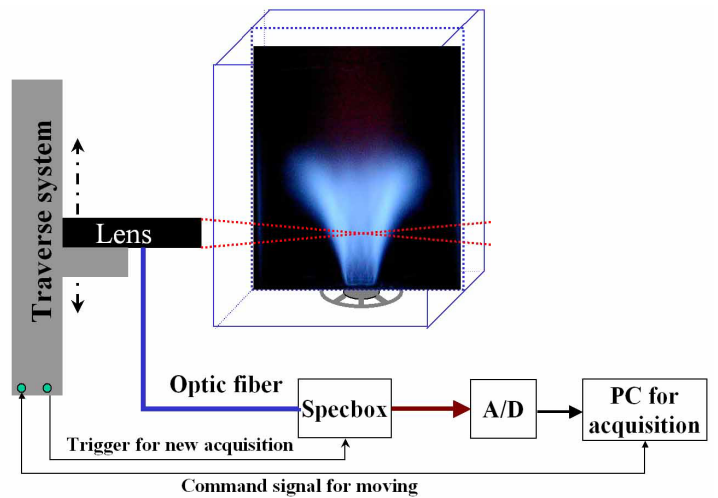


図 1 実験システム

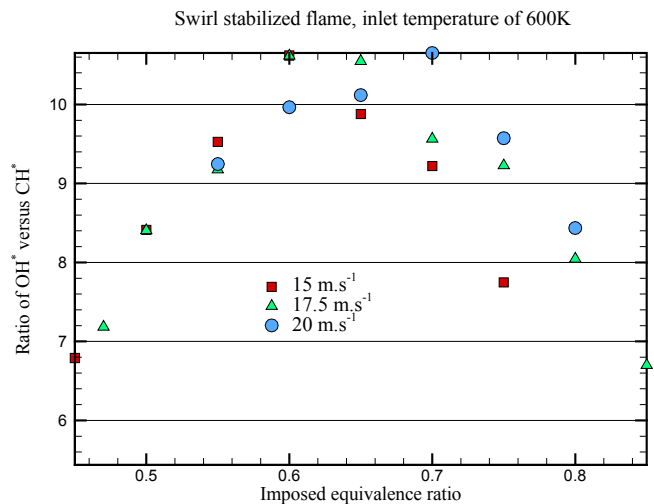


図 2 自発光強度比と設定当量比との関係