

LIF Measurements of Formaldehyde in Flame by YAG THG

火炎中のホルムアルデヒドの YAG 3 倍波による
LIF 計測
山岸 進、土屋正之
平成 6 年 7 月
COMODIA 94

ホルムアルデヒド (H_2CO) は炭化水素燃焼過程で発生する重要な中間生成物の一つであると共に有害な環境汚染物質でもある。特に、低温領域での燃焼反応は、未開明の部分が多く、モデルの精密化には実測と計算による詳細な比較検討が必要である。燃焼ガス中のこのような微量成分を検知するには LIF (Laser Induced Fluorescence) が有効な方法である。スペクトルにより燃焼ガスのような混合気の濃度や温度を求めるには、観測対象とする観測線の重なりに関する調査が極めて重要である。

筆者らは、YAG レーザ 3 倍波で励起したスペクトルに、 H_2CO の蛍光バンドが広範に亘って観測されることを確認し、他のスペクトルとの重なりを明らかにした。そして、光源として強力でかつ安定している YAG THG の LIF を用いて H_2CO の濃度測定を行い、窒素の振動ラマン線を用いて同時に温度測定する方法を提案した。

本実験によって、 H_2CO の振動回転バンドが広範にわたって観測されること、各バンドの強度が励起エネルギーにほぼ比例すること、蛍光強度の減衰時間も各々同じであることが確認されたため、励起状態のエネルギー遷移がクエンチングに比して非常に速く行われていると推定される。このため大気圧下での蛍光測定において問題とされているクエンチングの影響は少ないと考え、窒素のラマンと H_2CO 蛍光を同時に観測して、線強度比と散乱面積比から濃度を計算した。

H_2CO の燃焼反応は主として 1000K 以下で生ずるので高温時の特徴あるスペクトルを用いることはできないため、積分強度を用いて温度測定を行った。窒素のラマン線と干渉する成分はホルムアルデヒドであることが確認されたので、シミュレーションによって、 N_2 ラマン線強度の補正を行うことが可能となった。

実際、バーナ火炎面近傍におけるホルムアルデヒドの濃度と温度分布を in-situ 観測した。

ライダーによる海洋大気境界層内乱流構造の観測 Lidar Observation of Turbulent Structure

in Marine Boundary Layer
山岸 進、山之内博、土屋正之
平成 6 年 7 月
第17回国際レーザーダ会議

海上大気混合層は、汚染物資移流拡散モデルの重要な部分であるが、観測データが少なく、実測資料を集積する事が重要な課題となっている。

陸の影響の少ない大洋上でのデータを収集することを目的に、1993年11月26日～12月5日航海訓練所の協力を得て、練習船青雲丸にライダーを搭載し、東京湾から南鳥島沖までの往復航路で観測を行った。

本報ではこの観測に際して開発した解析手法を用いて混合層の構造と乱れの解析を行った結果を示した。

境界層上部構造：観測では海水温度が気温より高く活発な混合が行われており、夜間でも高さは約1.2kmまでに達していることが示された。この混合層高度は自由気球の相対湿度変化記録と良く一致していることが検証された。

平均上昇速度：ライダーで観測されるエアロゾル濃度の特徴あるパターンの移動を図形的に解析することによって、流速分布を求める手法を開発した。これより求められた上昇速度は0.8m/secであり、層内各部分における平均的移動方向を知る手がかりができた。対象とする濃度変化の寿命は、最小サンプリング時間(0.3sec)より十分長いもので、気流のトレーサと見なすことができる。

乱れのスペクトラム：鉛直方向を観測して乱れの通過時間を測定したものであり、このエアロゾルの濃度変化をFFTで周波数分析し、周期成分と減衰特性を調べた結果、層内では乱れはスペクトル的に類似した状態であることが示された。また短周期になるにつれ成分強度は急速に弱くなるが、その中に幾つかのピークが見られた。スペクトル成分の減衰は、 $-7/3$ 乗則に近く、次元解析の方法によって導かれた圧力変動スペクトルに対する成分の減衰とほぼ一致する事が分かった。