

超音速ノズルを用いたアセトンの LIF 特性に関する研究

半田 太郎¹⁾、増田 拓郎¹⁾、今村 幸平¹⁾、益田 光治¹⁾、樫谷 賢士²⁾、山口 裕²⁾

1)九州大学

2)防衛大学校

特定の物質に固有の波長の光を当てるとその物質を構成する原子あるいは分子は基底状態から励起状態に遷移し、再び基底状態に戻る時に定まった波長の光を放射する。この光を蛍光と呼ぶ。蛍光には励起された原子または分子の密度、温度などの情報が含まれているため、これを解析することにより気流の状態が測定できる。通常、物質の励起光源にレーザーが使用されるため、この原理を用いた測定法をレーザー誘起蛍光法という。レーザー誘起蛍光法では励起対象をシードと呼ぶが、アセトンシード、励起光源を波長 266nm の Nd:YAG レーザーとする場合、蛍光は強くなり流れ場の瞬間の状態量が測定できる。しかしながら、アセトンの蛍光特性は状態量だけでなく、作動気体の種類によっても異なる、特に作動気体に酸素分子が存在するとレーザーにより励起されたアセトン分子は酸素分子と衝突し、三重項状態へ遷移(項間交差)して蛍光を放射しない場合がある(図 1)。したがって、本研究では作動気体を空気とした超音速ノズル内の流れを利用してアセトンの蛍光特性を測定した(図 2)。その結果、測定された蛍光強度は三重項状態への遷移を考慮した理論と一致した(図 3)。

1) Thurber, M.C., "Acetone Laser-Induced Fluorescence for Temperature and Multiparameter Imaging in Gaseous Flows", *Ph.D. Thesis, Stanford Univ.*, TDS-120 (1999).

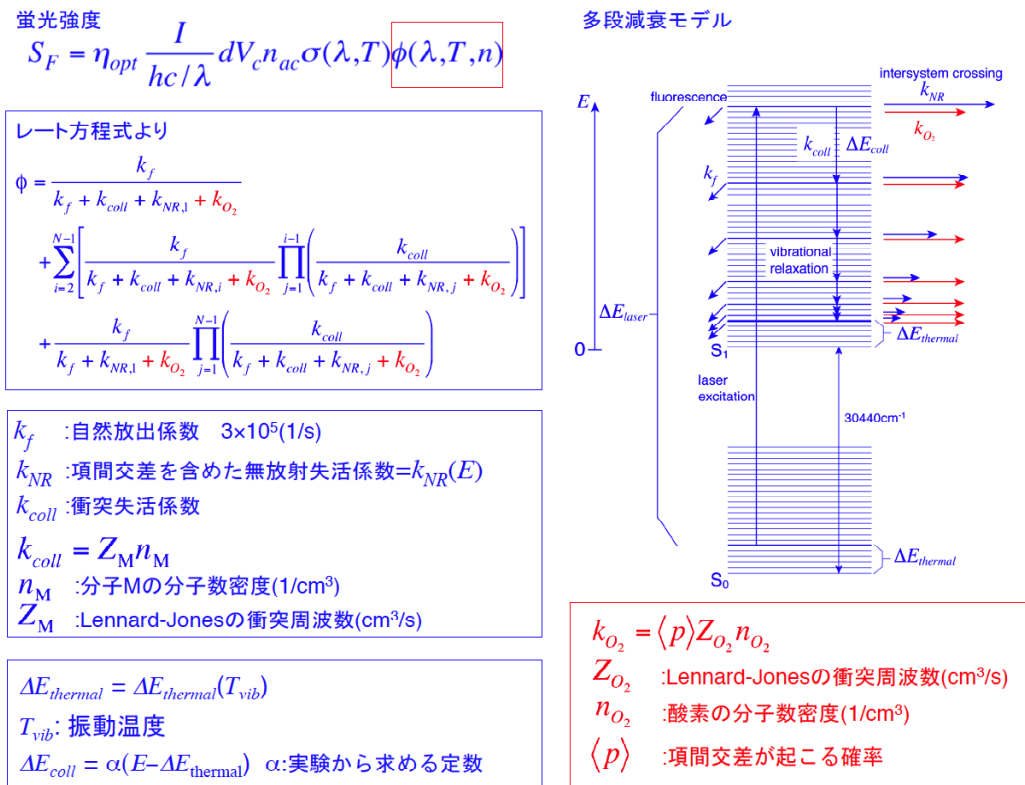
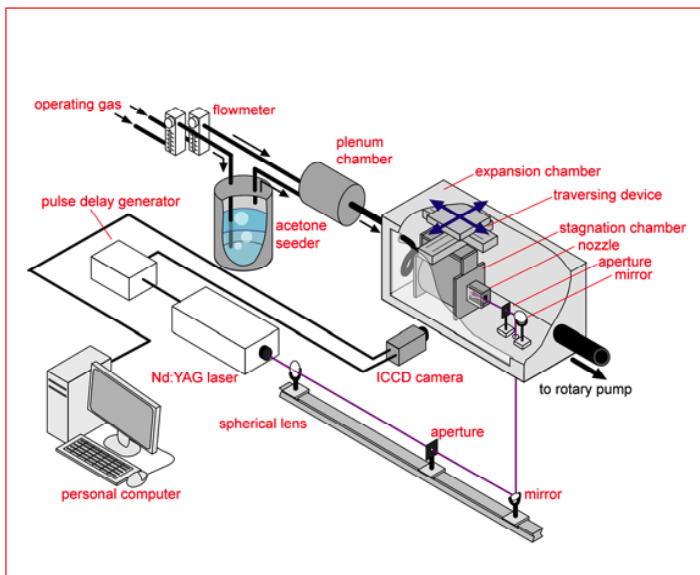
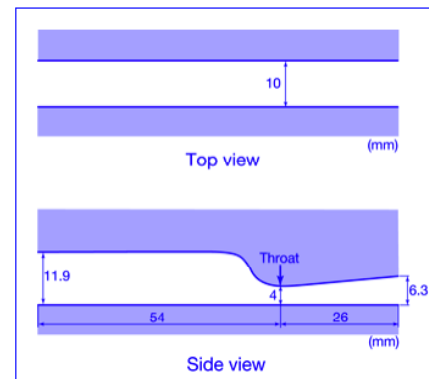


図 1: 実験装置、測定部および実験条件

実験装置



ノズル



実験条件

作動ガス 窒素, 空気

上流よどみ圧力 $p_0=20\text{kPa}$

上流よどみ温度 $T_0=293\text{K}$

流れ場温度範囲 $T=180\sim 293\text{K}$

アセトンシード率: $\sim 3\%$

図 2: 実験装置、ノズル形状および実験条件

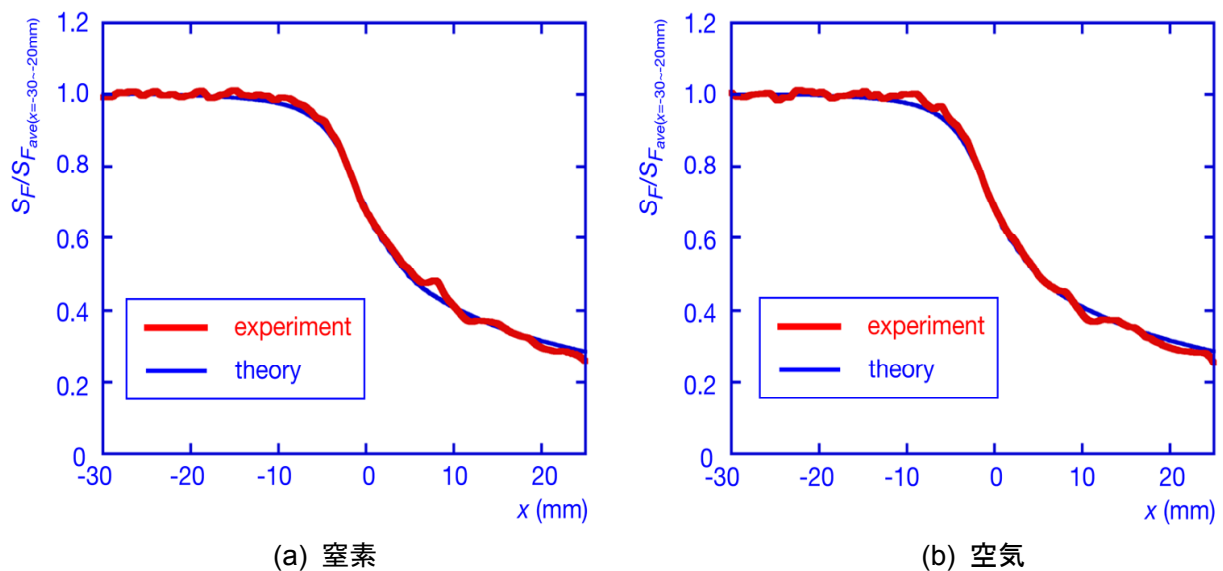


図 3: 流れ方向の蛍光強度分布

(作動気体が窒素(図(a))および空気(図(b))の場合ともに $a=0.044$ として理論蛍光強度を計算した)

また、作動気体が空気の場合、項間交差が起こる確率は参考論文 1)で示されている値 $\langle p \rangle = 0.00399$ を用いた
 なお、理論蛍光強度を算出するための流れの状態量はナビエ・ストークス方程式を基礎方程式とした数値シミュレーションにより求めた)