

# レーザー誘起蛍光法による超音速流れの三次元高空間・高時間分解能計測

半田 太郎\*、益田 光治\*、樫谷 賢士\*\*、山口 裕\*\*

\*九州大学 総合理工学研究院

\*\*防衛大学校 航空宇宙工学科

レーザー誘起蛍光法は、プローブを挿入すると現象が変化してしまう超音速流れを計測するうえで極めて有力な非接触計測法である。超音速流れの計測に用いられてきた従来のシードには様々な欠点(図 1)があり、超音速流れの三次元高空間・高時間分解能計測には不向きであった。そこで、本研究ではアセトンを用いた紫外レーザー誘起蛍光法による常温より温度が低い超音速流れにおける密度計測の可能性を検討した。低温状態をオリフィスからの不足膨張噴流により作り出し、この流れ場におけるアセトンの蛍光強度を測定した。また、測定した蛍光強度を、常温以上で実証されている Thurberら<sup>(1)</sup>の理論を常温以下まで拡張して(図 2)計算したアセトンの蛍光強度と比較した(図 3)。その結果、拡張理論で求めた蛍光強度は実験で測定した蛍光強度とよく一致し、この理論が大気温度以下の領域にも適用可能であることが分かった。この理論を用いて蛍光強度より数密度を求めたところ数密度の温度依存性は小さく、蛍光強度から超音速流れ場における数密度の高精度計測が可能であることが分かった(図 3)。

## 参考文献

- (1) Thurber, M.C., Grisch, F., Kirby, B.J., Votsmeier, M. and Hanson, R.K., "Measurement and Modeling of Acetone Laser-Induced Fluorescence with Implications Temperature Imaging Diagnostics", *Applied Optics*, 37-21 (1998), pp.4963-4978.

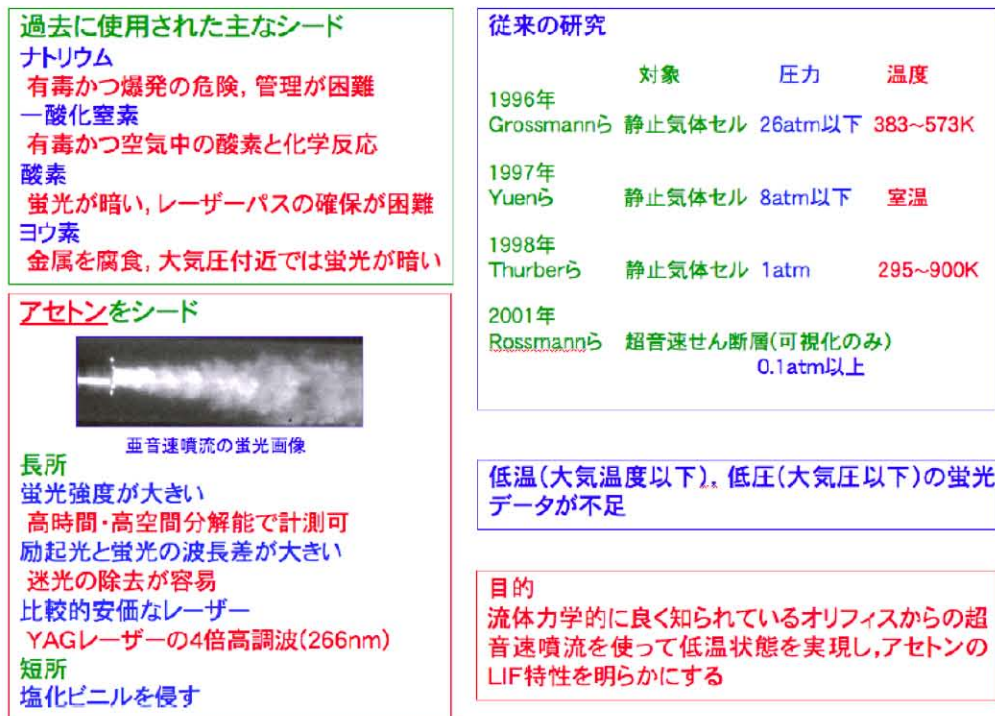
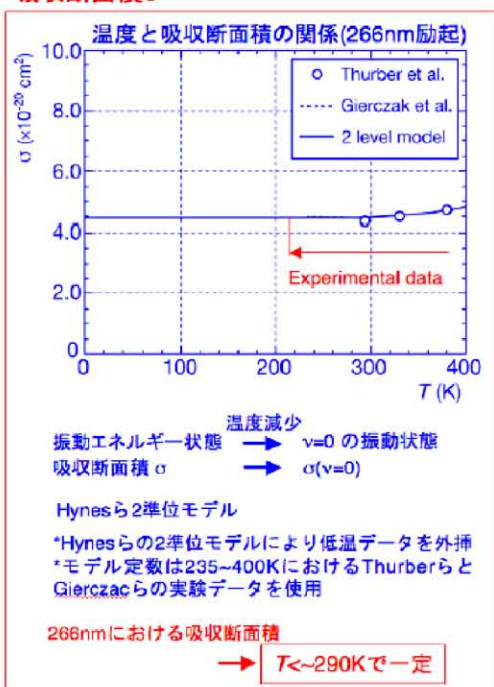


図 1 過去に使用されたシードの欠点、紫外レーザー誘起蛍光法を用いる利点および本研究の目的

$$S_F = \eta_{opt} \frac{I}{hc/\lambda} dV_c n_{ac} \sigma(\lambda, T) \phi(\lambda, T, n)$$

### 吸収断面積 $\sigma$



### 蛍光放出率 $\phi$

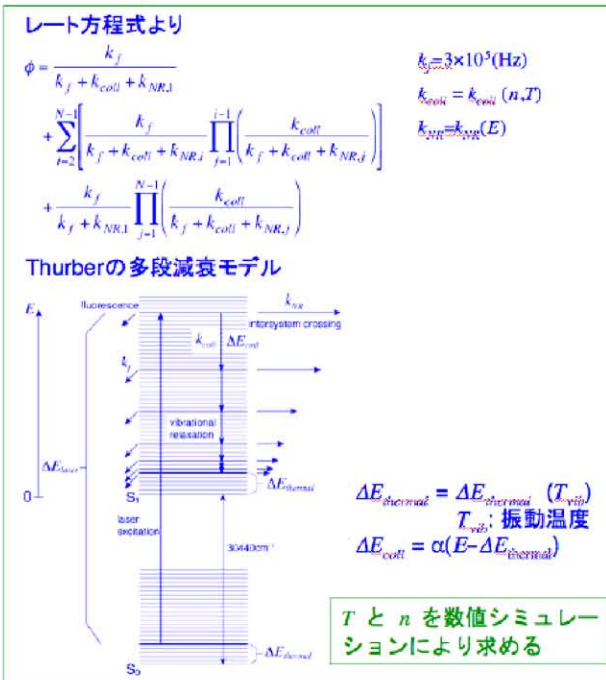
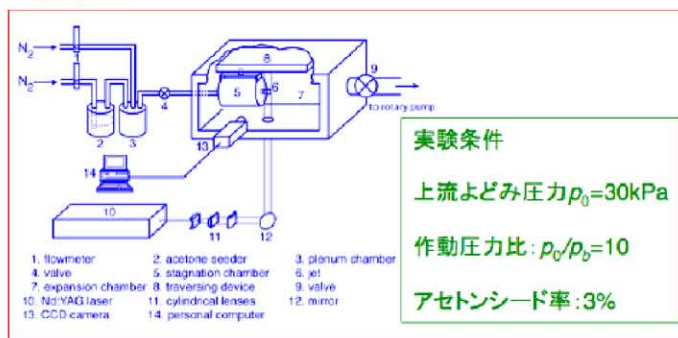
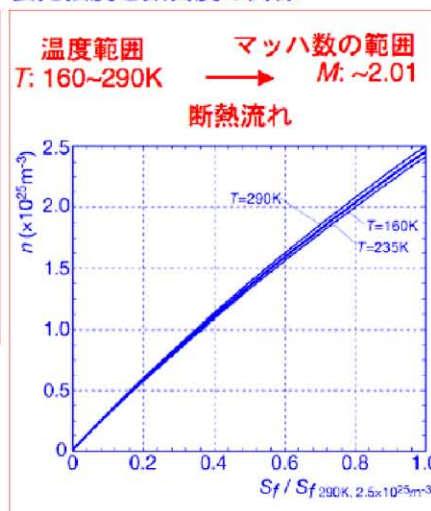


図 2 紫外レーザー誘起蛍光法の理論蛍光強度、吸収断面積の温度依存性(左図)および蛍光放出率の計算方法(右図)

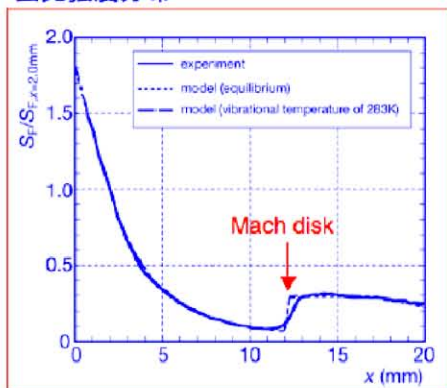
### 実験装置



### 蛍光強度と数密度の関係



### 蛍光強度分布



$$S_f = Cn\phi(n, T) \rightarrow S_f = Cn\phi(n)$$

流れ場の一点の密度の絶対値とその点の蛍光強度が分かれば定数  $C$  が求まる。

蛍光強度分布から上式より流れ場の密度分布が分かる。  $\rightarrow$  超音速流れの密度が計測可能

図 3 理論蛍光強度と実験値の比較および紫外レーザー誘起蛍光法による密度測定法