

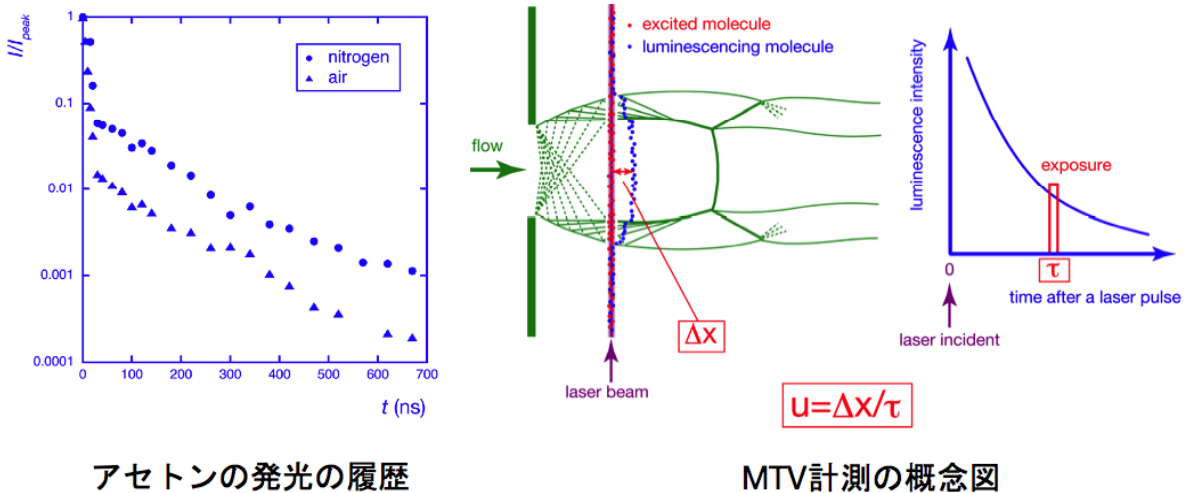
# マイクロ超音速流れ計測を目的とした MTV システムの開発

藤河智己 山口秀記 今村幸平 半田太郎 益田光治  
九州大学

近年、マイクロスケールの超音速流れの研究が工学上重要となってきた。また、最近の研究で、マイクロスケールの超音速噴流においてマクロスケールの噴流と異なる現象が実験で観測されている。このようなマイクロスケール流れ特有の現象が超音速流れにおいても起こるのであれば、流れを計測して明らかにすることが緊急の課題であると考えられる。しかしながら、マイクロ超音速流れでは、プローブを挿入しての計測は流れが乱れてしまい実質的に不可能であり、流れに粒子を混入させる PIV などの方法でも、粒子の追従性が問題になる。そこで、本研究では、流れの中にアセトン分子をトレーサとして混入し、レーザーによって誘起されたアセトン分子の蛍光またはりん光を検出することでマイクロ超音速流れの速度を計測する MTV (Molecular Tagging Velocimetry) システム (図 1) の開発を試みた。まず、予備実験として本システムを直径 6mm のオリフィスから発生する不足膨張噴流 (図 2) に適用した。その結果、実験結果は数値解析と良く一致し (図 3)、本システムの妥当性が確認された。さらに、本システムを直径 500  $\mu\text{m}$  のオリフィスから発生する不足膨張噴流に適用したところ (図 4)、本システムがマイクロ超音速流れに適用可能であることが分かった。

## 参考文献

- (1) Gau et al., "Peculiar phenomenon of micro-free-jet", *Phys. Fluids*, 21, 092001 (2009).



アセトンの発光の履歴

MTV計測の概念図

図 1: アセトンの発光の履歴 (左図) と MTV (Molecular Tagging Velocimetry) の概念図 (右図)。左図は上流よどみ室圧力 10kPa、膨張室圧力 1kPa の条件下で直径 6mm のオリフィスから発生した不足膨張噴流のマッハディスク下流において ICCD カメラを用いて取得したアセトンの発光履歴。左図よりアセトンはレーザー照射後も発光し続けるので、右図のようにレーザーを照射してからある遅れ時間  $\tau$  後のアセトンの発光を撮像し、アセトン分子の動きを追跡すれば流れの速度を求めることができる。

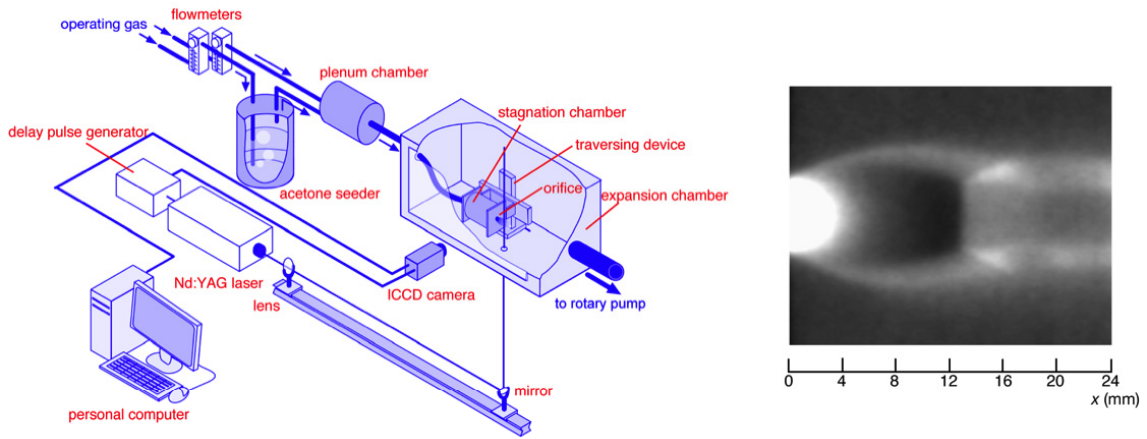


図 2: 実験装置 (左図) と対象とする流れの蛍光画像 (右図)。対象とする流れは直径 6mm のオリフィスから発生する不足膨張噴流。上流よどみ室圧力 10kPa, 膨張室圧力 1kPa。アセトンのシーディング比は 5%。

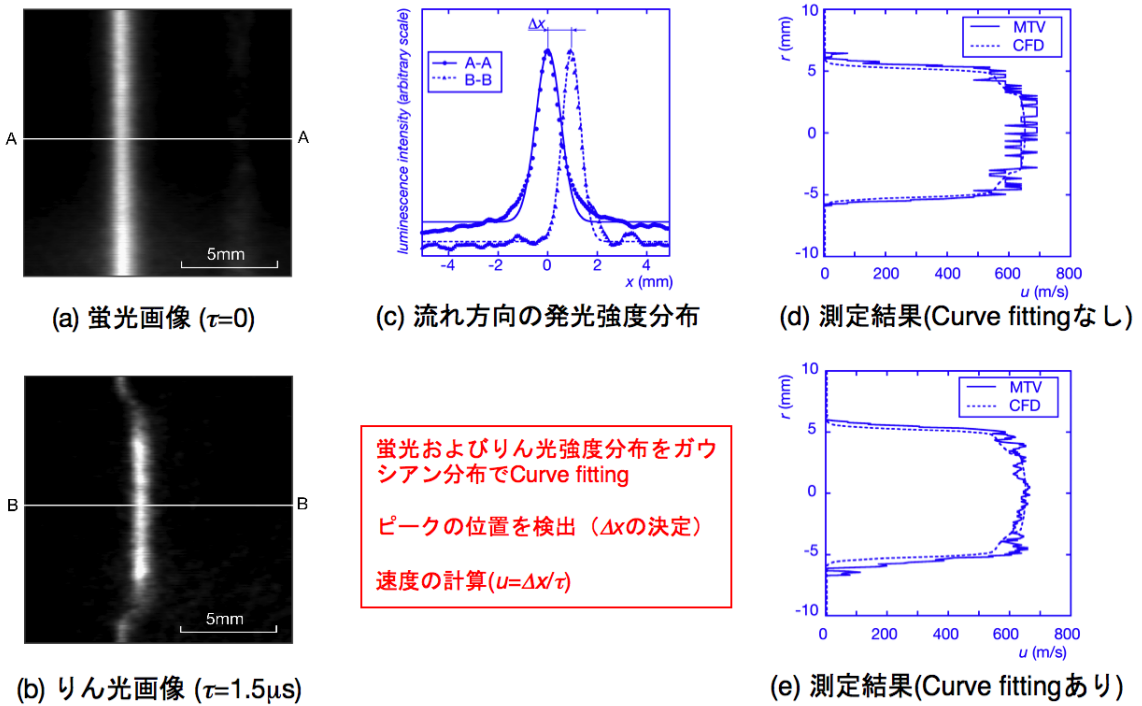


図 3: 測定結果. オリフィス出口から 15mm 下流の位置で測定。

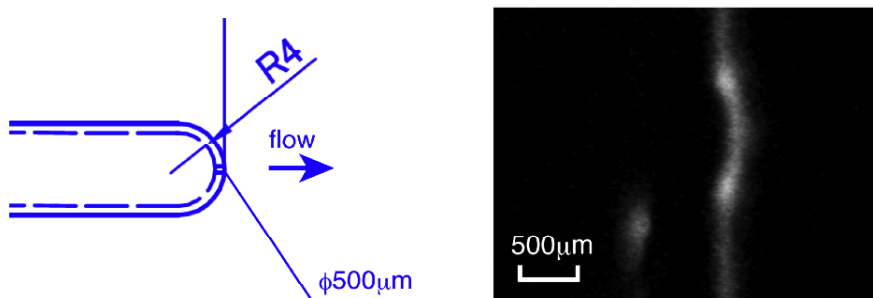


図 4: MTV のマイクロ超音速噴流への適用。対象とした流れは直径  $500 \mu\text{m}$  のオリフィスから発生する不足膨張噴流。上流よどみ室圧力 20kPa, 膨張室圧力 2kPa。右図は  $\tau=150\text{ns}$  の画像。