K3-52

PIV による噴流の速度場の計測

Measurement of Velocity field in a Jet using a PIV

○戸井健夫[1]，村松旦典[2]　大竹智久[2]，菊池崇将[2]
*Takeo Toi[1], Akinori Muramatsu[2], Tomohisa Ohtake[2], Takamasa Kikuchi[2]

A PIV (Particle Image Velocimetry) is method to measure two-dimensional velocity field. In this study, the PIV is applied to a round jet. Drops of water generated using a humidifier as tracer particle allows the PIV measurements.

１．緒言

PIV（Particle Image Velocimetry，画像粒子測定法）とは，流れの断面の速度分布を計測する方法のひとつであり，流れ場の瞬時・多点の速度情報を抽出することができる測定法である．測定方法としては，流れ場にトレーサと呼ばれるマーカーを挿入し，レーザーシートで照らされた面内を移動するマーカーの移動量から面内の流れ場の速度を多点同時に算出する[1]~[2]．しかし実際の測定は難しく，マーカーとなる粒子を均一に入れ，粒子の大きさやレンズなどの光学系を適切に選定しないと正しい計測値は得られない．

噴流中に形成されるサイドジェットや渦輪の合体について理解を深めるためには噴流の 3 次元の速度場の時間変化を知る必要がある．ここでは，気体噴流の初期領域の流れ場を PIV で解析できるよう，適切な計測条件を調べる．

２．実験方法および実験装置

PIV 用フォグジェネレータでは，発生する粒子が小さすぎて PIV 解析できないため，粒子の大きい超音波式加湿器を利用することを考え，予備実験として加湿器にノズルと取り付けて，PIV 解析を試みた．

図 1 に示すように，PIV システムはダブルパルスレーザと CCD カメラから構成される．CCD カメラには接写リングを介して 105 mm のレンズを取り付けた．

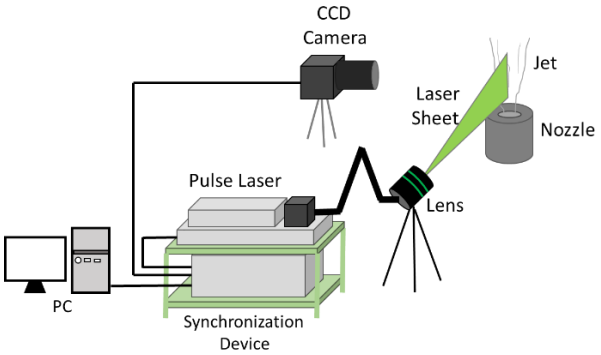

Figure 1. Schematic diagram for experimantal apparatus

Table1. Experimental Conditions

Time between pulses [s]	50
Trigger rate [Hz]	7.4
Number of pixels	2048×2048
Filming range [mm]	50×50
F-number	2.8
Laser output [mJ]	65×2

Figure 2. Humidifier

Figure 3. Nozzle

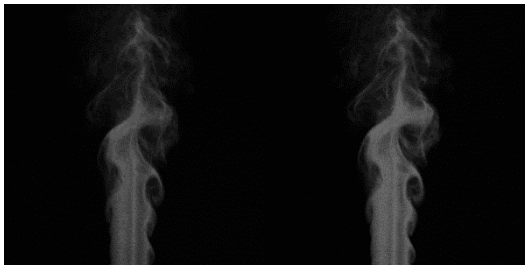

Figure 4. Two Mie scattering images

超音波式加湿器を図 2 に，ノズルを図 3 に示す．

３．実験結果

表 1 に実験条件，図 4 にマーカー粒子を 50 μs 間隔で撮影した画像を示す．検査領域を 64 pixel とした場合の粒子画像と検査領域の関係を図 5，図 4 の画像から求めた速度ベクトルを図 6 に示す．このとき，二つ

１：日大理工・学部・航宇　２：日大理工・教員・航宇

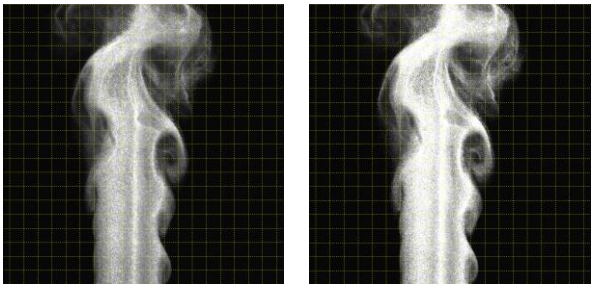

Figure 5. Mie scattering images (64 pixel)

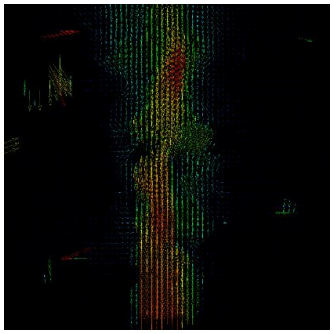

Figure 6. Velocity vectors (64 pixel)

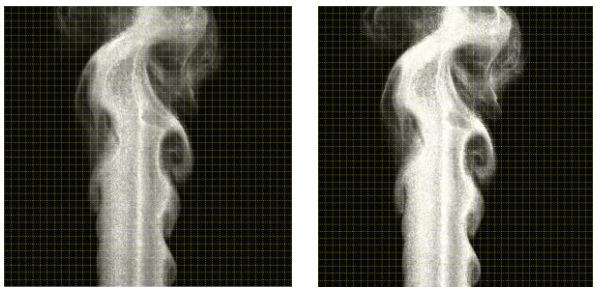

Figure 7. Mie scattering images (32 pixel)

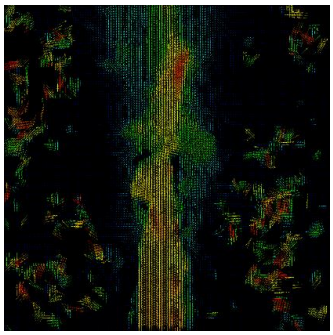

Figure 8. Velocity vectors (32 pixel)

の検査領域のオーバーラップは 50%とした．同様に検査領域を 32 pixel とした場合の粒子画像を図 7，速度ベクトルを図 8 に示す．

トレーサ粒子を超音波式加湿器より噴射させた水滴にし PIV 用のフォグジェネレータより粒子径を大きくした結果，図 6 と 8 に示すように速度ベクトルを表せるようになった．

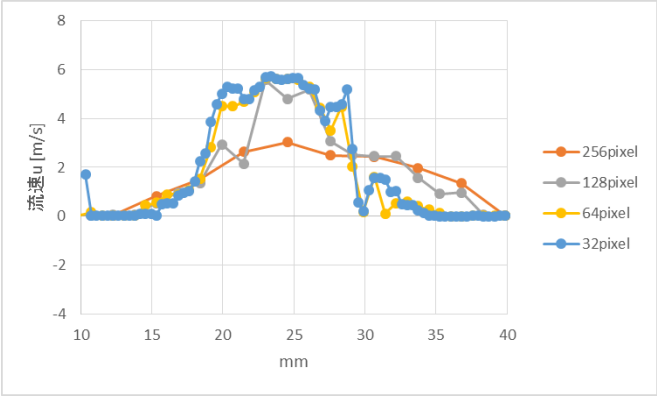

Figure 9. Streamwise velocity

図 6 と 8 からわかるように，同じ二組の粒子画像でも検査領域を変えると速度ベクトルの解析結果は変わる．検査領域は小さいほど空間分解能が高まり，小さくするほど誤ベクトルが増加する．すなわち，図 6 よりも図 8 の方が噴流の細かい速度ベクトルが表示されているが，図 8 では噴流の周囲に多数の誤ベクトルが表示されてしまっている．検査領域を変えたときの速度の計測値の違いを調べるために，噴流の主流方向流速 u の半径方向速度分布を求めた． 図 9 はその一例で，ノズル出口から 13 mm 下流の位置での流速 u である．検査領域によって誤差ベクトルが多く出てしまったり，検査領域が違うことで u に違いが生じることがわかる．この場合，周囲の誤ベクトルを除けば，32 pixel の結果が良好であると考えられる．また，検査領域の選定はレーザーの発光の時間間隔に依存するので，両者の適切な関係を調べる必要もある．以上より，噴流の速度と誤ベクトルに注意して検査領域を設定しなければならないが，誤ベクトルは背景除去や噴流の周囲流体にも粒子を混入させることで誤差ベクトルを削減させられる．

4．今後の課題

加湿器から発生した水滴と貯気槽より供給した空気を混合させてノズルから噴出させ実験を行う．その後，周囲流体に粒子を混入させて実験を行い，気体噴流の PIV 解析の適切な条件を探る．

5．参考文献

[1] 可視化情報学会編，PIV ハンドブック，森北出版株式会社，2002.

[2] 佐藤愉威，簡単な流れ場を利用した PIV 計測の確立，2014 年度卒業研究報告書.