

シミュレーションによる相関法の精度の検討

岐阜大学工学部 正員 河村三郎

岐阜大学工学部 正員 藤田一郎

岐阜大学工学部 ○学生員 野村貴之

1. まえがき

可視化された流れの画像から定量的な流れの情報を得る手法の一つである相関法¹⁾は、個々のトレーサ粒子ではなく、トレーサ粒子群の移動を対象とするため、トレーサ粒子が相互に接触していても問題にならない。本研究では、個々のトレーサが互いに接触した場合を含めた様々な粒子密度の画像と、各粒子に微小な平行移動量を与えた画像をコンピュータにより発生させ、与えられた流速分布が本手法によってどの程度推定できるかを調べた。

2. 粒子の生成方法

模擬粒子画像の生成手順を以下に示す。まず、1つの画像を全領域として考えると、全領域は小領域から構成されており、各小領域の中には1つの粒子が入っているとするさらに小領域は図-1に示すように、 $n \times n$ 画素 (PIXEL) から構成されているとする。模擬粒子としては楕円球の粒子パターンを考え、それぞれ長径、短径をある一定の範囲の中で、ランダムな値をとるようにし、楕円の中心座標も、各小領域の中でランダムな値をとるようにした。各楕円は最初是小領域からはみ出ないようにしたが、実際には楕円中心座標を2画素程度の範囲内でランダムに移動させ、各粒子が接触した模擬画像を生成した。図-2に示すように模擬粒子の輝度は z 軸方向の直径の1/4の高さでカットした楕円球の中心の高さで対応させ、50から255までの値をランダムに与えるものとした。各画素の濃度値には、1画素を1/5分割した25点における楕円球高さの平均を整数化した値を用いた。各小領域での楕円の中心座標は全領域における座標に変換し、第一画像の模擬粒子画像を生成した。次に全領域内の各粒子パターンが与えられた平行流に乗って移動したものを考え、模擬粒子の回転は考慮しない事として、移動後の第二画像を生成した。平行移動量は0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0画素の5通りとした。

3. 粒子の生成パターン

本研究では、粒子の生成に関して絶対的基準を次のように設けた。

NP: 粒子構成画素数 (1個の粒子を構成する平均画素数)

RP: 粒子占有率 (単位面積当たりの粒子の平均占有率)

DP: 粒子分布密度 (小領域当たりの粒子の平均占有率)

但し、 $RP = NP \times DP$

ここでは、表-1に示すケースに対して相関法を適用し、各ケースについて参照フレームサイズと異常ベクトル発生との関係、あるいは最小限有効な参照フレームサイズ M_{cr} と (NP, RP, DP) の関係を調べた。

図-3に生成した画像例を示す。

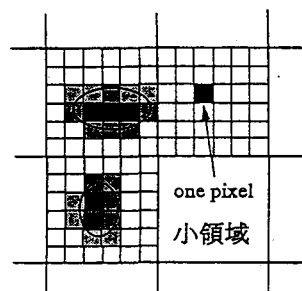


図-1 粒子の配置

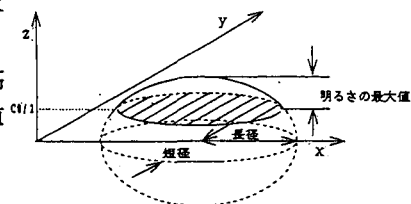


図-2 粒子の輝度分布

表-1 模擬粒子画像生成のケース

CASE	NP	RP	DP
A1	5	0.05	0.01
A2	10	0.10	0.01
A3	20	0.20	0.01
A4	30	0.30	0.01
B1	5	0.10	0.02
B2	10	0.20	0.02
B3	20	0.40	0.02
C1	5	0.20	0.04
C2	10	0.40	0.04
D1	5	0.3125	0.0625
E1	5	0.5555	0.1111
F1	5	0.2222	0.0044

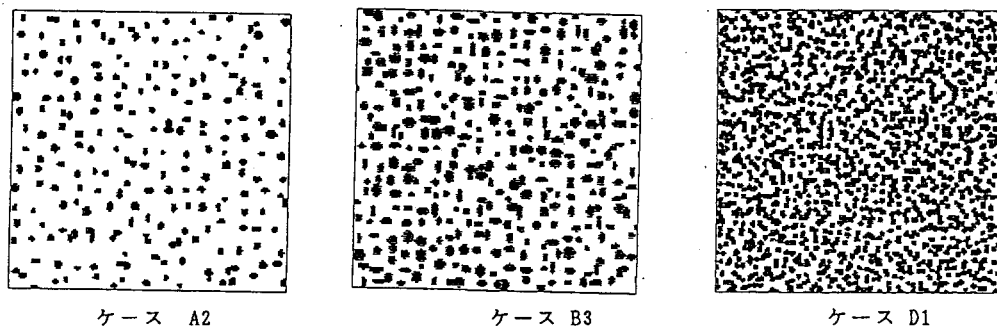


図-3 模擬粒子画像

4. 結果と考察

相関法による計算値の誤差と参照フレームサイズとの関係を水平・鉛直成分、及び、絶対誤差についてまとめた一例を図-4に示す。水平成分については粒子移動が0.5画素以下のときに流速を過小評価し、0.5画素以上の場合は過大評価となる。流速の鉛直成分については、片寄りはみられなかったが、これは鉛直方向の移動を与えなかったためではないと思われる。次に、NP, RP, DPと参照フレームサイズとの関係を調べたところ、図-5に示す結果が得られた。ここに、Mcrは絶対誤差が10%以内に納まるための最小限の参照フレームサイズを表し、Dは粒子を円とみなしたときの直径を画素単位で示したものであり、NPの平方根に比例する。図-5より、McrとD・DPには明らかに高い相関がある事がわかる。したがって、少なくとも平行流に対しては、図-5に示した関係より、最小限の参照フレームサイズを推定する事が可能となると考えられる。

5. あとがき

相関法において、平行流に対する参照フレームサイズと画像の平均的な密度等との関係がわかった。今後は、さらに複雑な流れに対する検討を行い、精度に関する評価についてさらに検討を行ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 藤田一郎・河村三郎・近藤雅信：相関法の精度に関する研究，平成2年度研究発表会講演概要集，PP.180-181

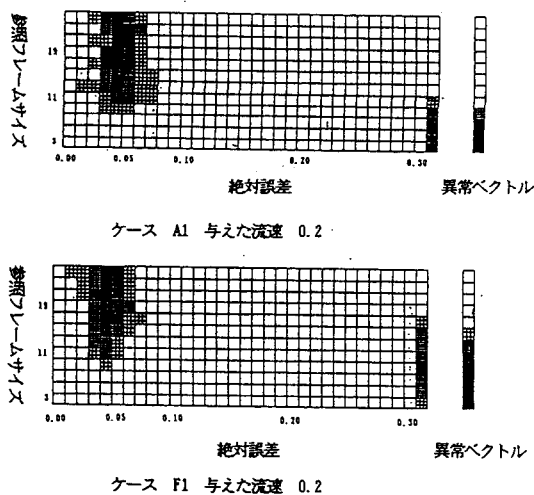


図-4 参照フレームと絶対誤差の関係

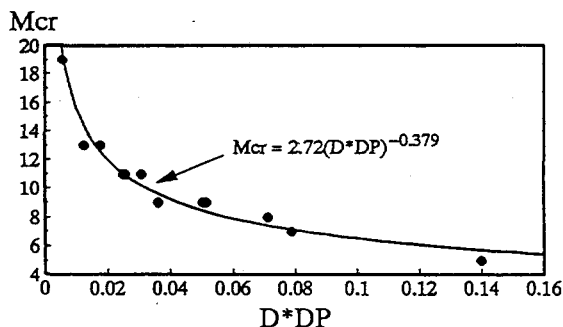


図-5 最小限度の参照フレームサイズ