

報告内容

1. 数値シミュレーションによる計測手法評価
2. 数値シミュレーション結果
3. 7月の予定

進捗報告

今月は、ISTPの原稿作成に向けた数値シミュレーション結果の整理および計測アルゴリズムの検討を行った。

1 数値シミュレーションによる計測手法評価

計測アルゴリズムの性能評価として、数値シミュレーションを用いた誤差評価を行う。ここでは、3次元の定常解が示された流れ場を用いて実験条件を再現する。今月は数値シミュレーションの詳細とその計算結果について報告する。

1.1 再現する回転壁付近の流れ場

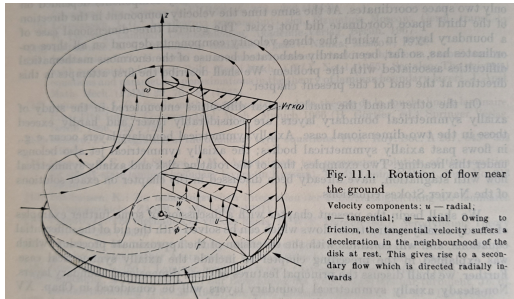


Fig.1 Rotation of flow near the ground

【流れの解析解】

$$\zeta = z \sqrt{\frac{\omega}{\nu}}$$

$$V_r = r\omega F(\zeta)$$

$$V_\theta = r\omega G(\zeta)$$

$$u = \sqrt{\nu\omega} H(\zeta)$$

【境界条件】

$$\begin{aligned} x=0 & \quad V_r=0 \quad V_\theta=0 \quad u=0 \\ x=\infty & \quad V_r=0 \quad V_\theta=r\omega \end{aligned}$$

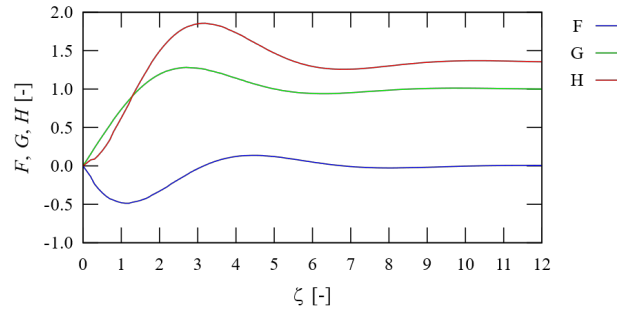


Fig.2 $F(\zeta)$, $G(\zeta)$, $H(\zeta)$ の推移

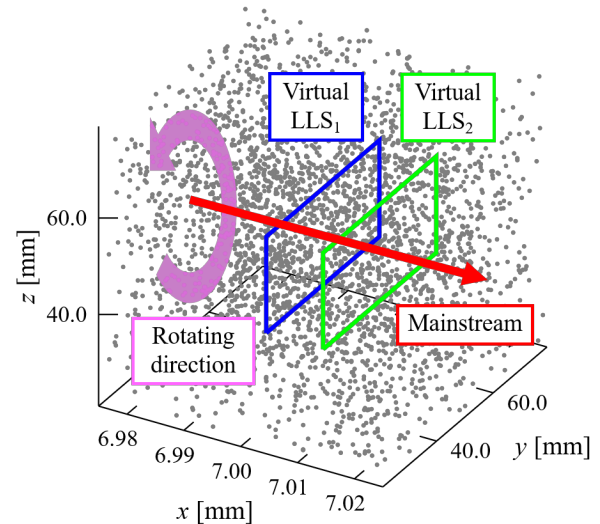


Fig.3 数値シミュレーションの概略図

2 数値シミュレーションの結果

2.1 計測アルゴリズムの適用結果

数値シミュレーションで用いる流れ場の解析解を Fig.4 に、数値シミュレーションにより作成した粒子像から計測手法を適用した結果を以下の Fig.5 に示す。結果より、解析解と計測結果の反時計回りの二次流れ構造および速度分布は一致していることがわかる。ここで、Fig.5(a) と (b) を比較すると、 $n_p = 500$ のときに誤ベクトルが多く発生していることがわかる。これは、粒子数の違いにより、トラッキング時に異なる粒子と対応づいているためと考えられる。

■ 流れ場の解析解

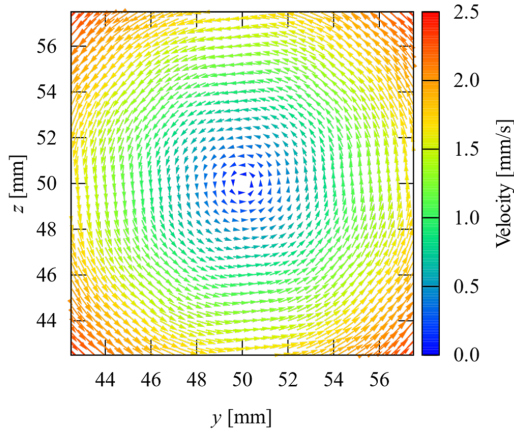
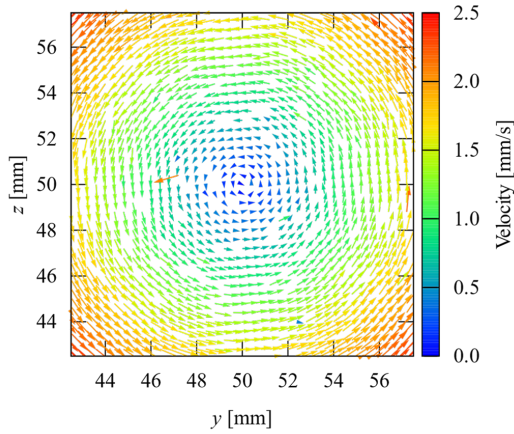
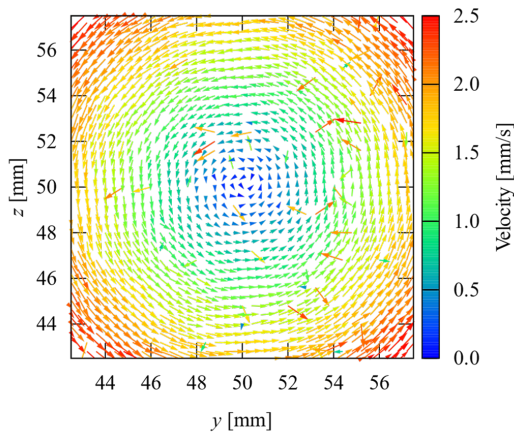


Fig.4 Correct velocity

■ PTV の再配置結果



(a) $(\omega, n_p) = (10, 50)$



(b) $(\omega, n_p) = (10, 500)$

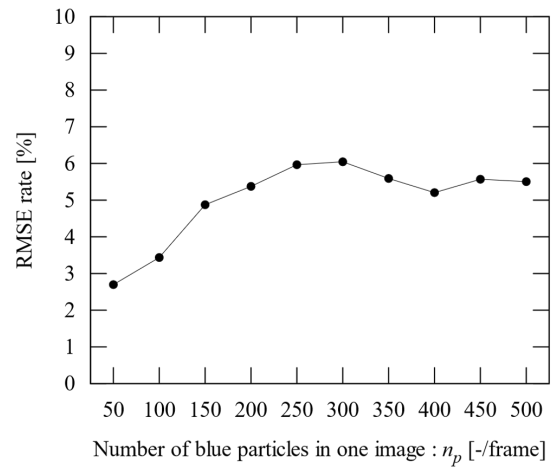
Fig.5 Time-averaged velocity

2.2 RMSE 率の計算結果

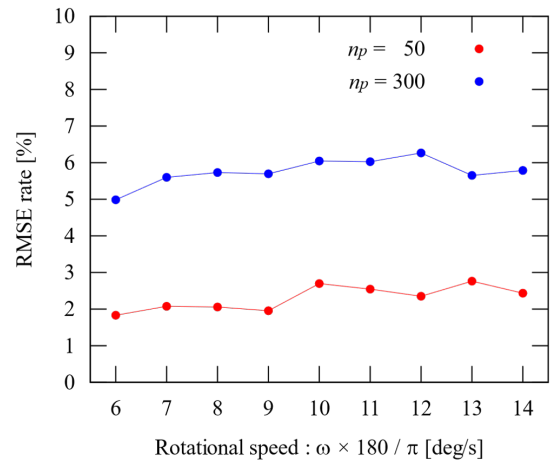
ここで、定量的な性能評価を行うためこの計測面内で最大の速度ベクトルとなる $V_{max} = 2.5$ [mm/s] を基準として、解析解との RMSE 率 E を以下の式から計算する。また、その結果を Fig.6 に示す。結果より、本手法における計測精度は粒子数の n_p が大きく影響することがわかる。このことから、本手法は誤差率が 5% 以下を示す $n_p \leq 150$ の範囲で運用することが望ましいと考えられる。

■ RMSE 率の計算

$$E = \frac{RMSE}{V_{max}} \times 100$$



(a) Difference in n



(b) Difference in ω

Fig.6 RMSE rate

3 7月の予定

- ISTP 原稿提出 (6/30)
- タイヤモデル周りの流れ場測定実験