

◆ 流体・熱グループ ◆

乱流計算の手法と実例

岡山理科大学工学部

助教授 丸山 祐一

乱流計算の手法と実例

岡山理科大学工学部
機械システム工学科

丸山研究室

研究目的:

本研究においては、乱流解析用のラージ・エディ・シミュレーション (**LES**) という手法を用いて湾曲した翼表面に沿う噴流の数値解析を行う。

USB EBF :

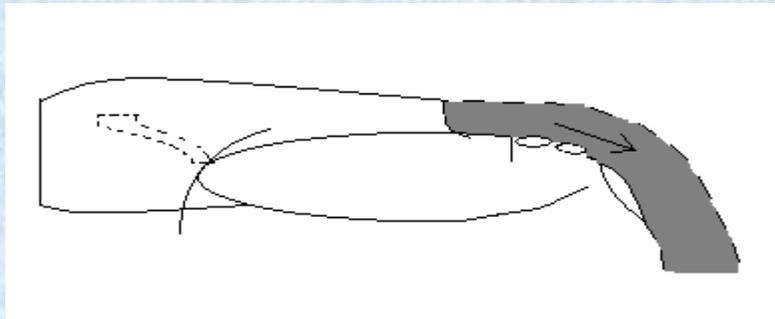


図 1

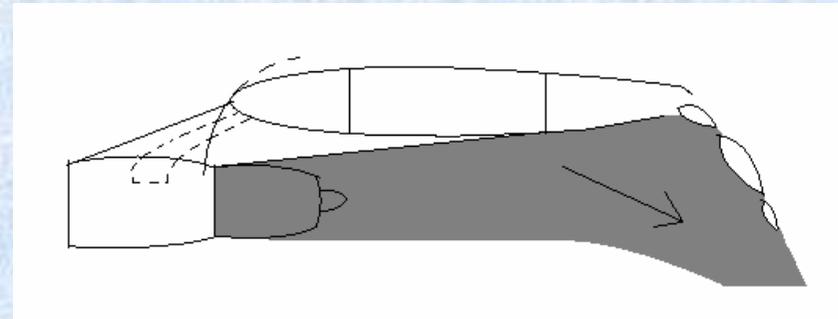
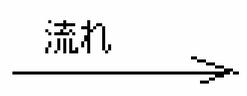
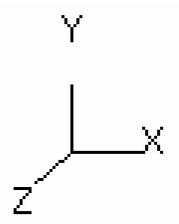
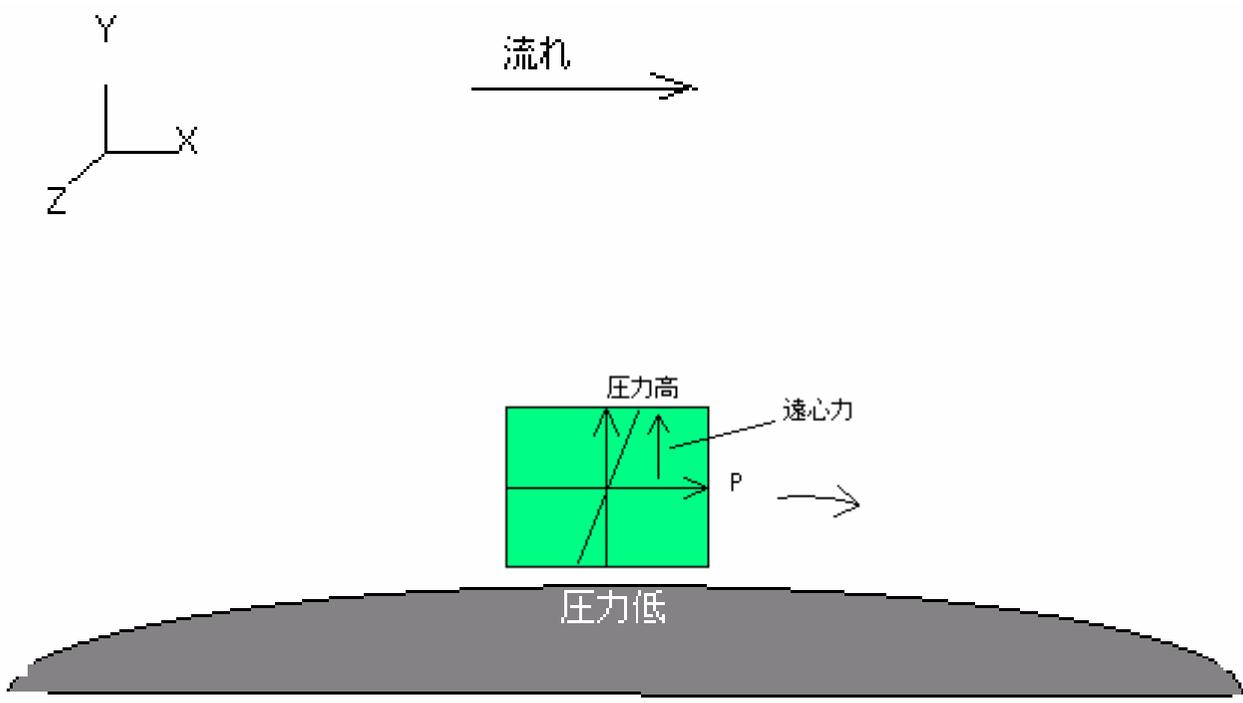


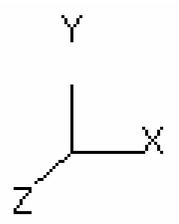
図 2

- **L E S (Large Eddy Simulation)**

流れ場によって様々に変化する大きな構造の乱れを直接計算し、流れ場によらない普遍的な小さな構造の乱れをモデル化することにより統計的に予測する方法







流孔 \rightarrow



慣性力：

$$\frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \frac{d'^2 \vec{r}}{dt^2} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) + 2\vec{\omega} \times \frac{d' \vec{r}}{dt} + \frac{d \vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} \quad (1)$$

$$m \frac{d'^2 \vec{r}}{dt^2} = \vec{F} - m \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}) - 2m \vec{\omega} \times \frac{d' \vec{r}}{dt} - m \frac{d \vec{\omega}}{dt} \times \vec{r} \quad (2)$$

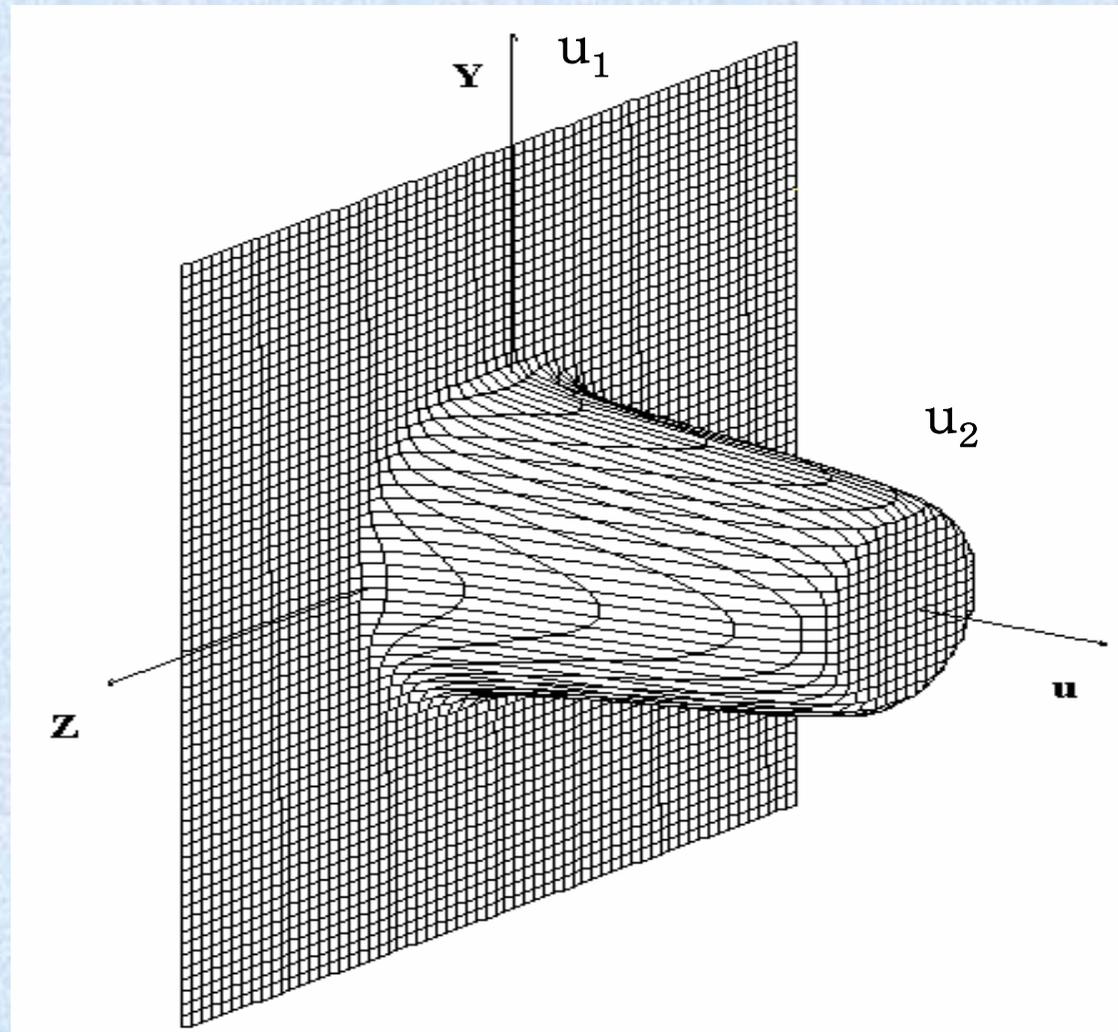
边界条件：

$x = 0, L_x$ 周期边界 }
 $y = 0, L_y$ 周期边界 }
 $z = 0, L_z$ 周期边界 }

$$\bar{u} = \bar{u}_{me} + \bar{u}_f$$

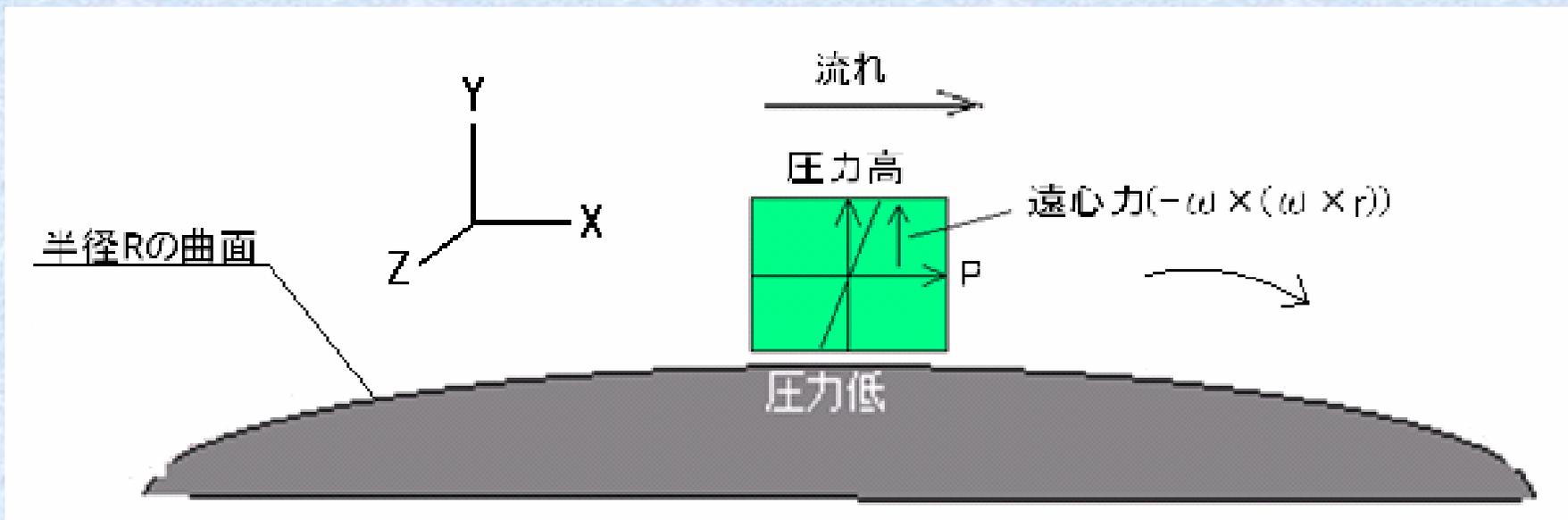
$$\bar{v} = \bar{v}_{me} + \bar{v}_f$$

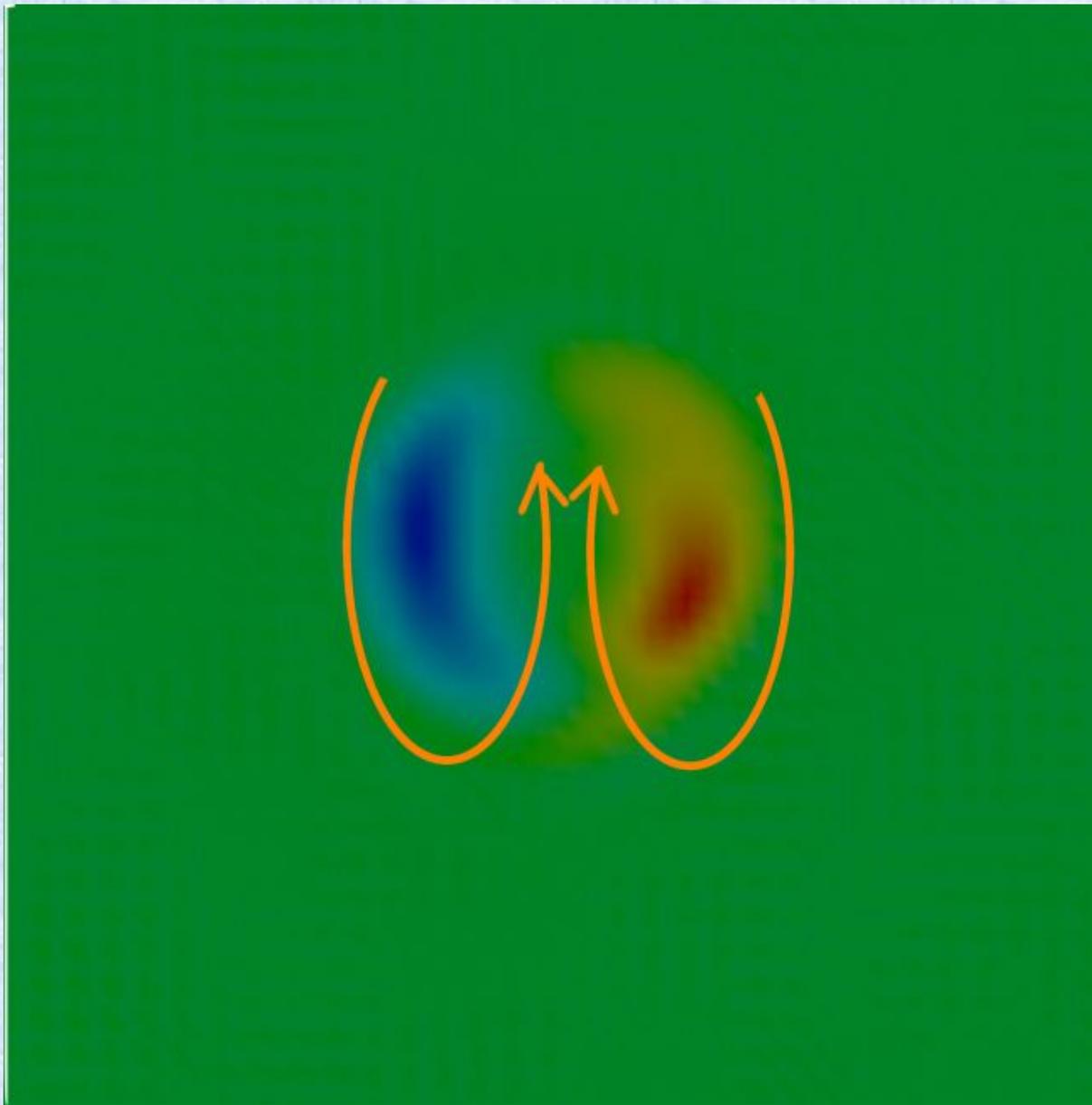
$$\bar{w} = \bar{w}_{me} + \bar{w}_f$$



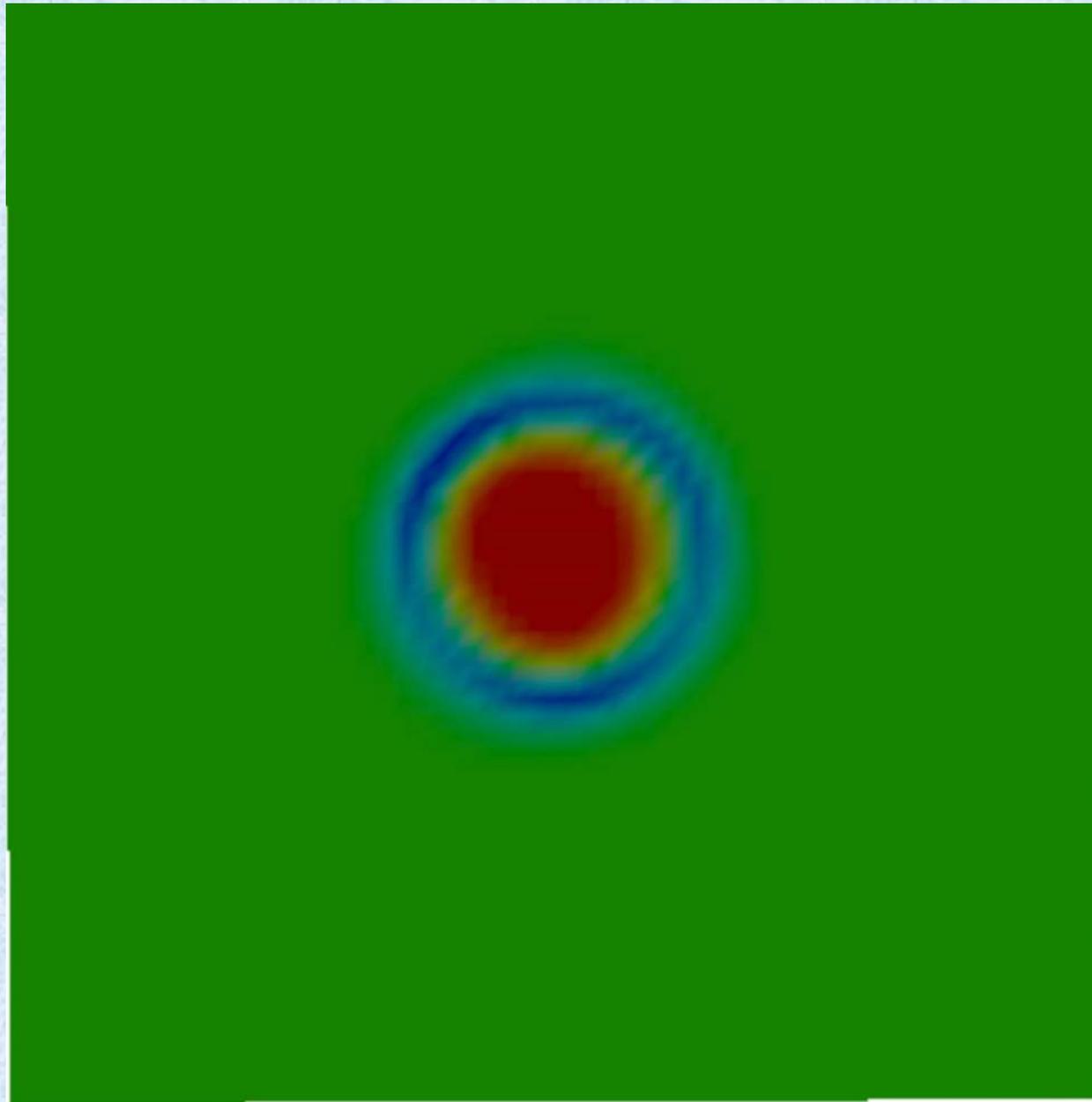
境界条件:

$$\langle \bar{v} \rangle_{\text{全領域}} = 0 \quad (3)$$

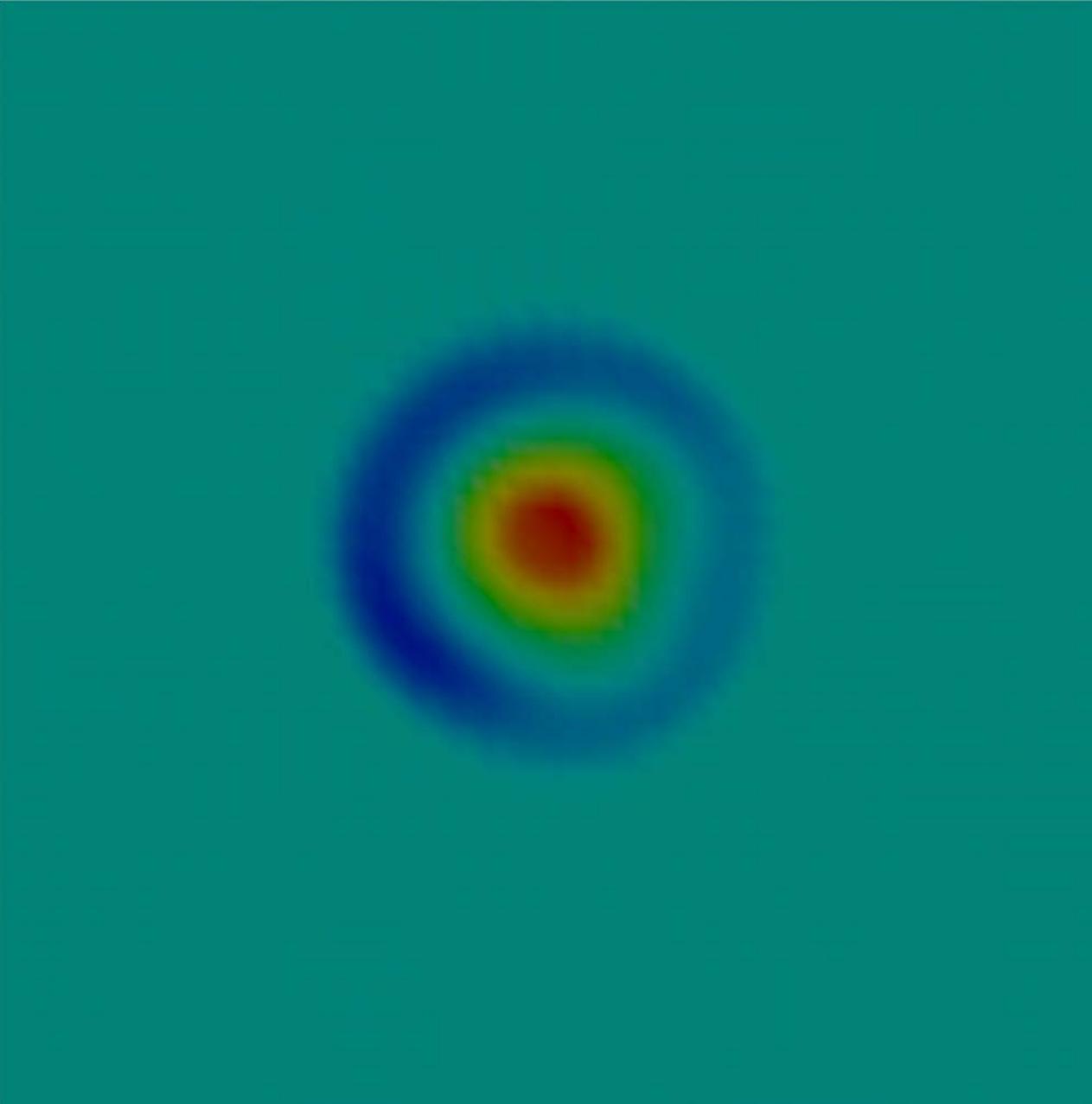


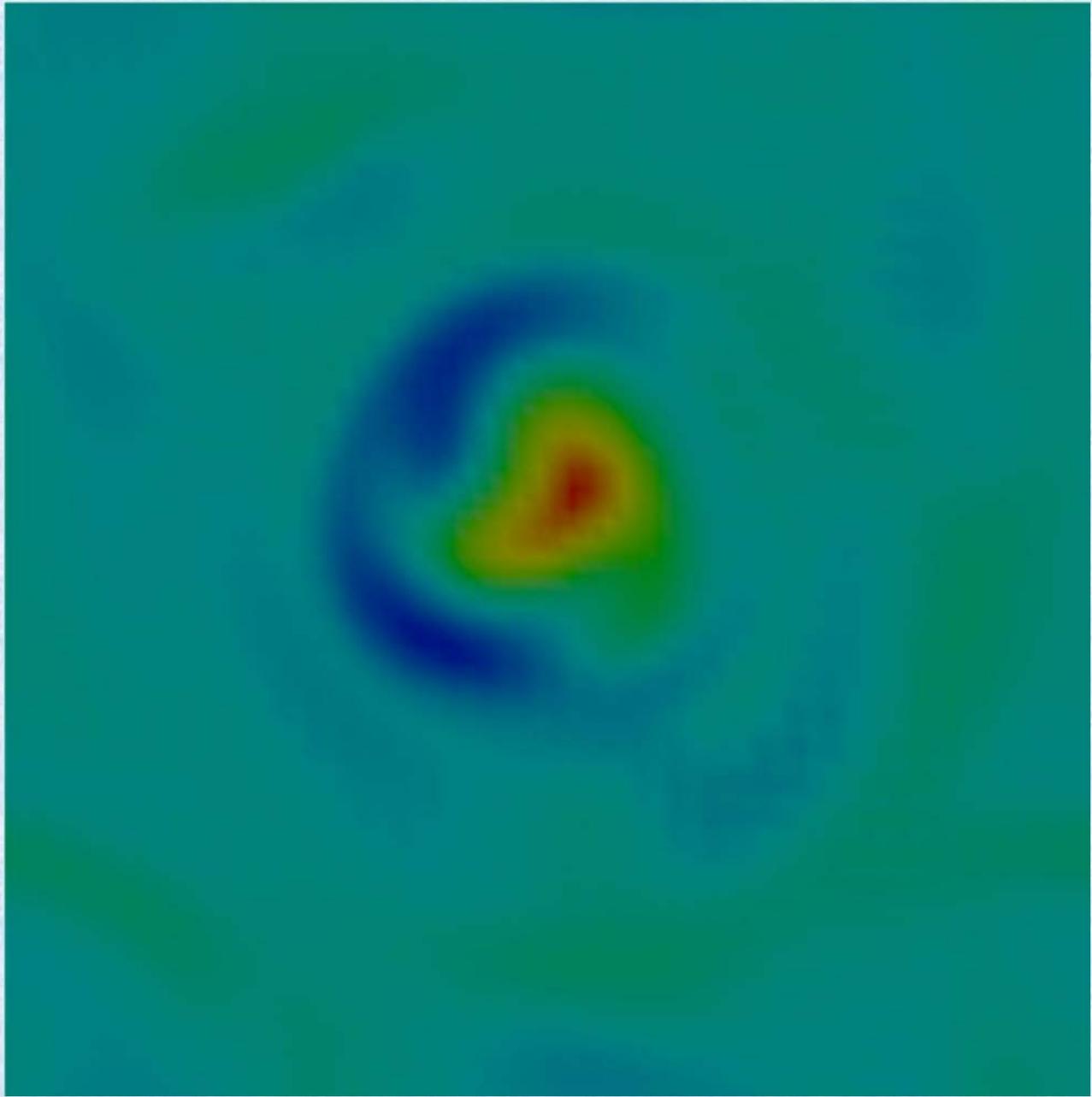


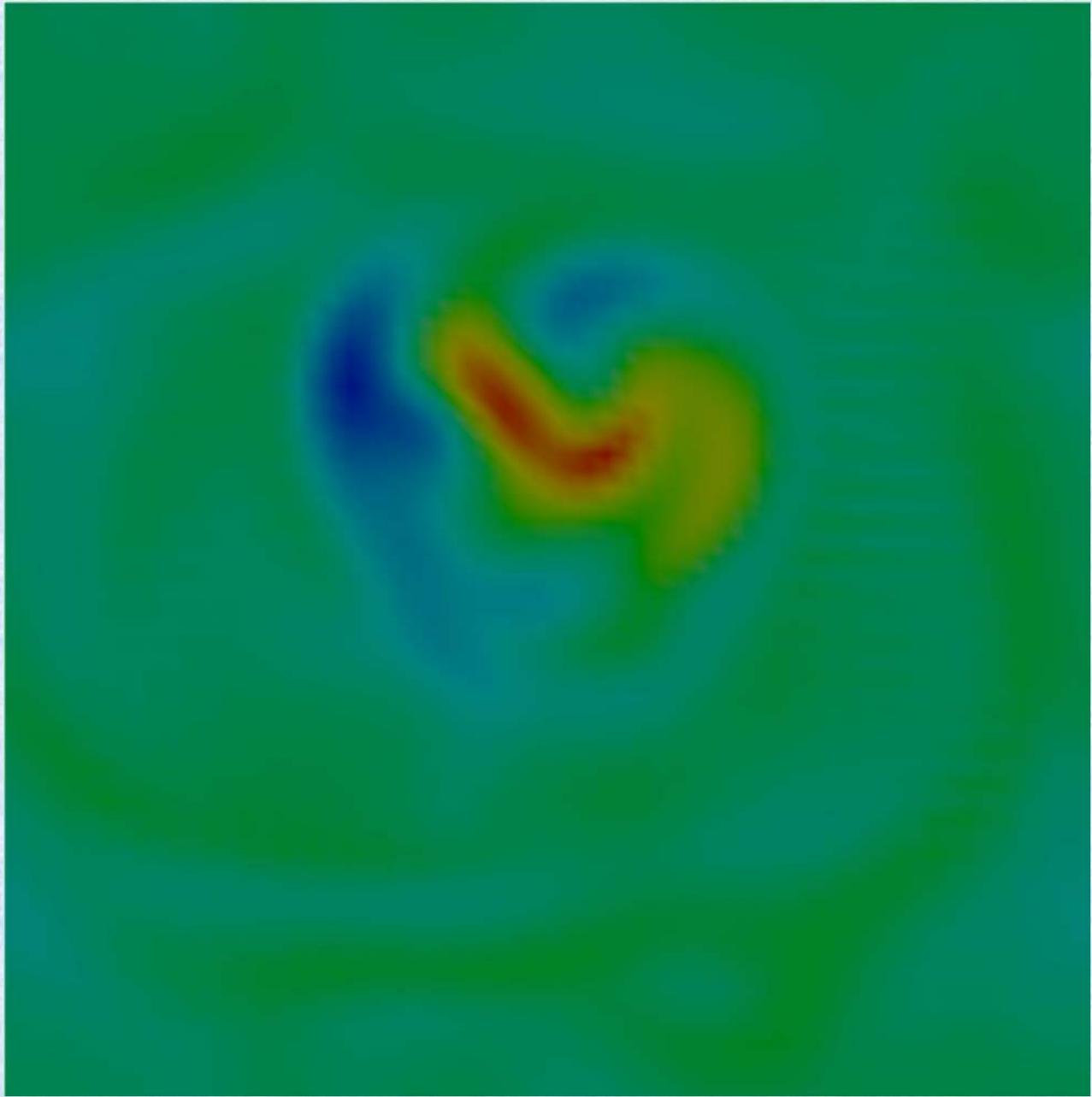
旋回のない場合の渦度のX成分分布

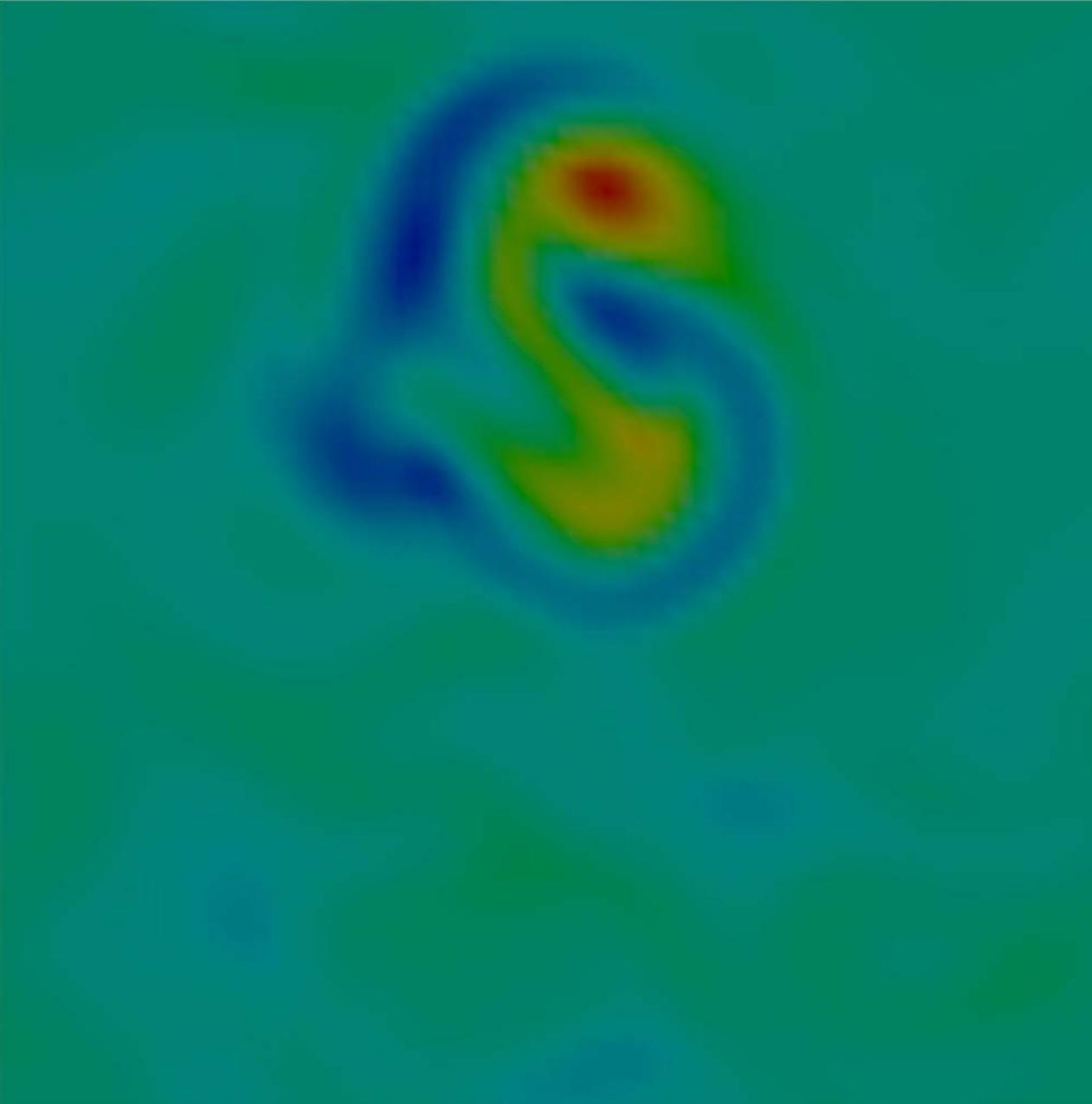


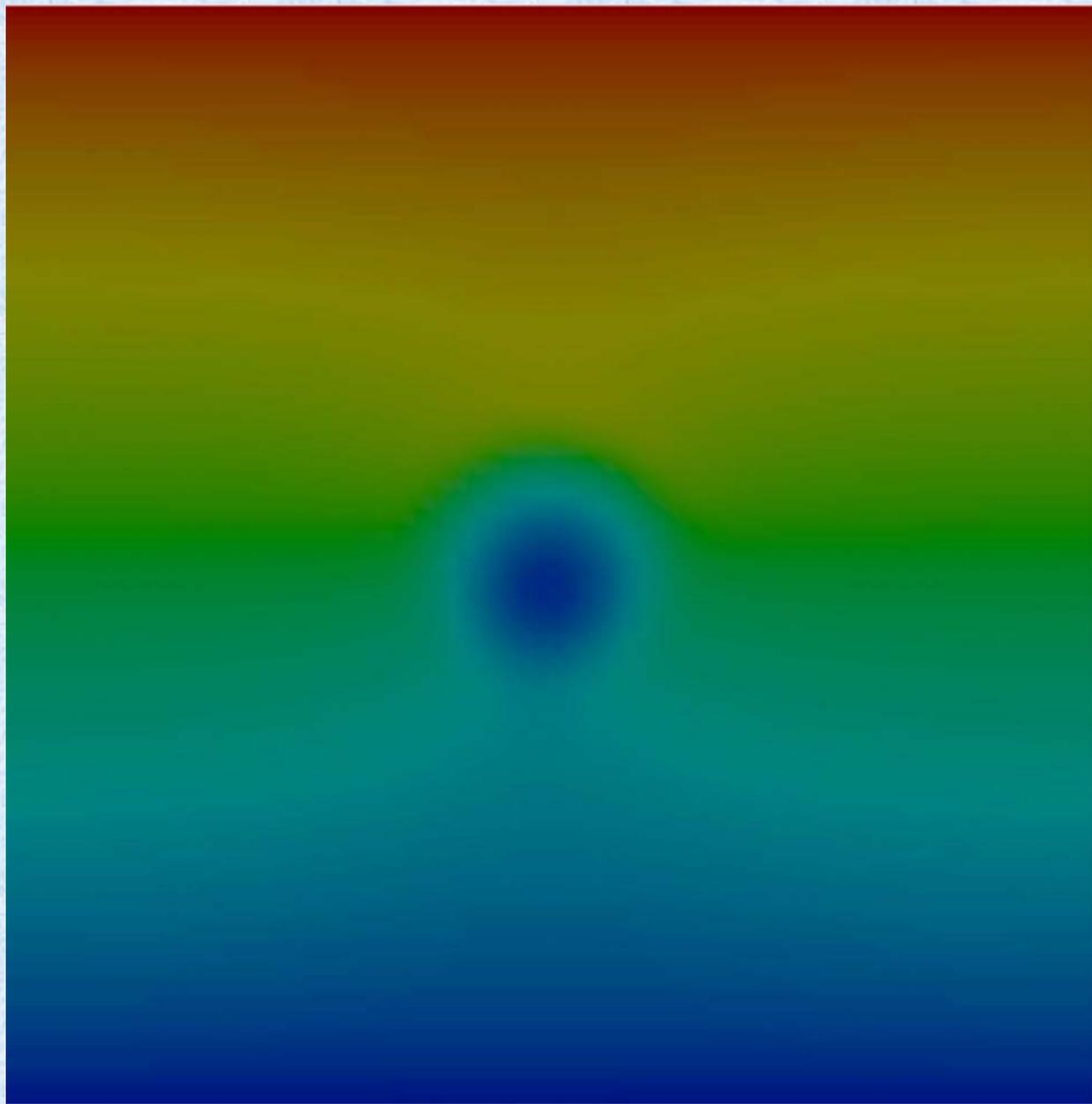
旋回のある場合の渦度のX成分分布



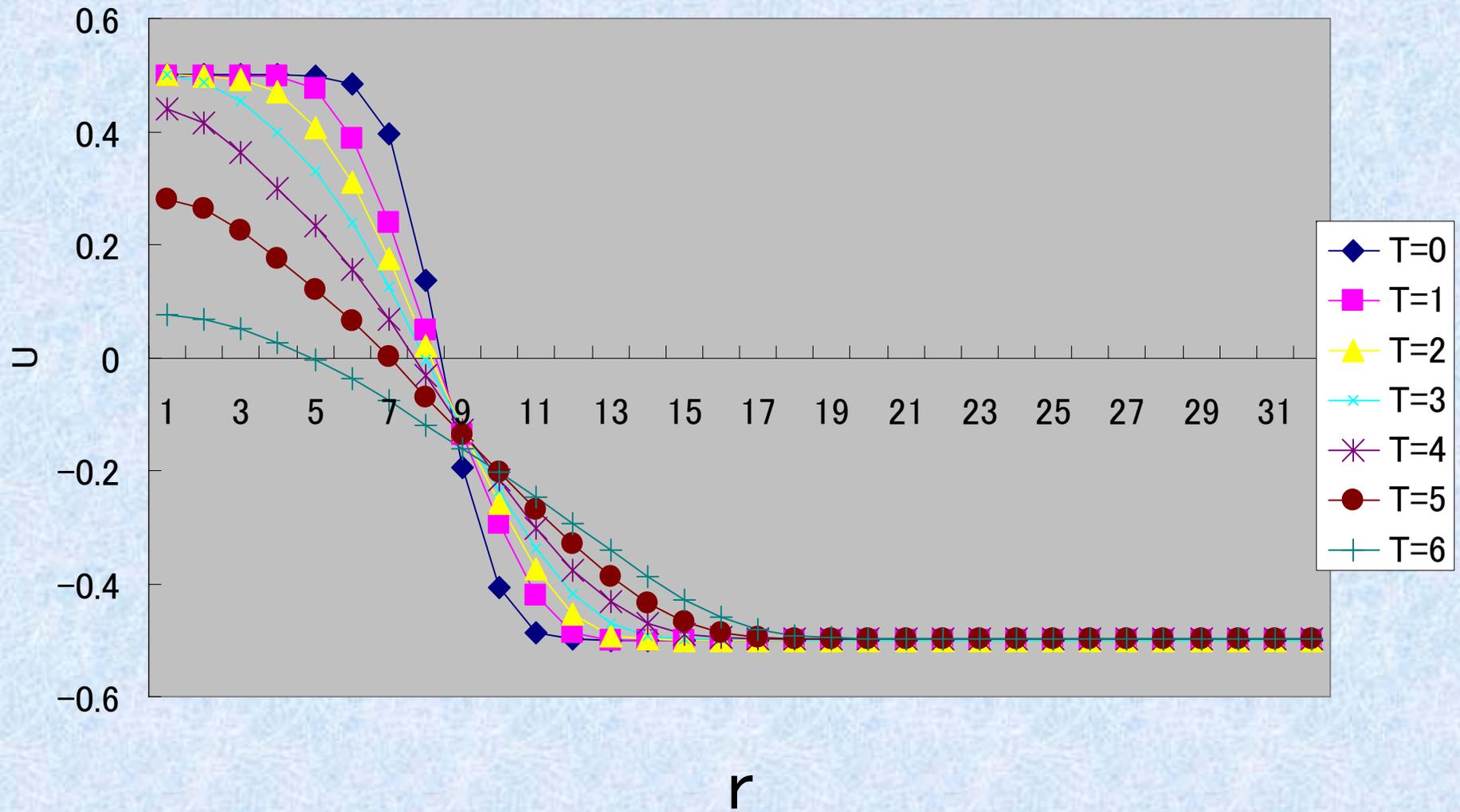




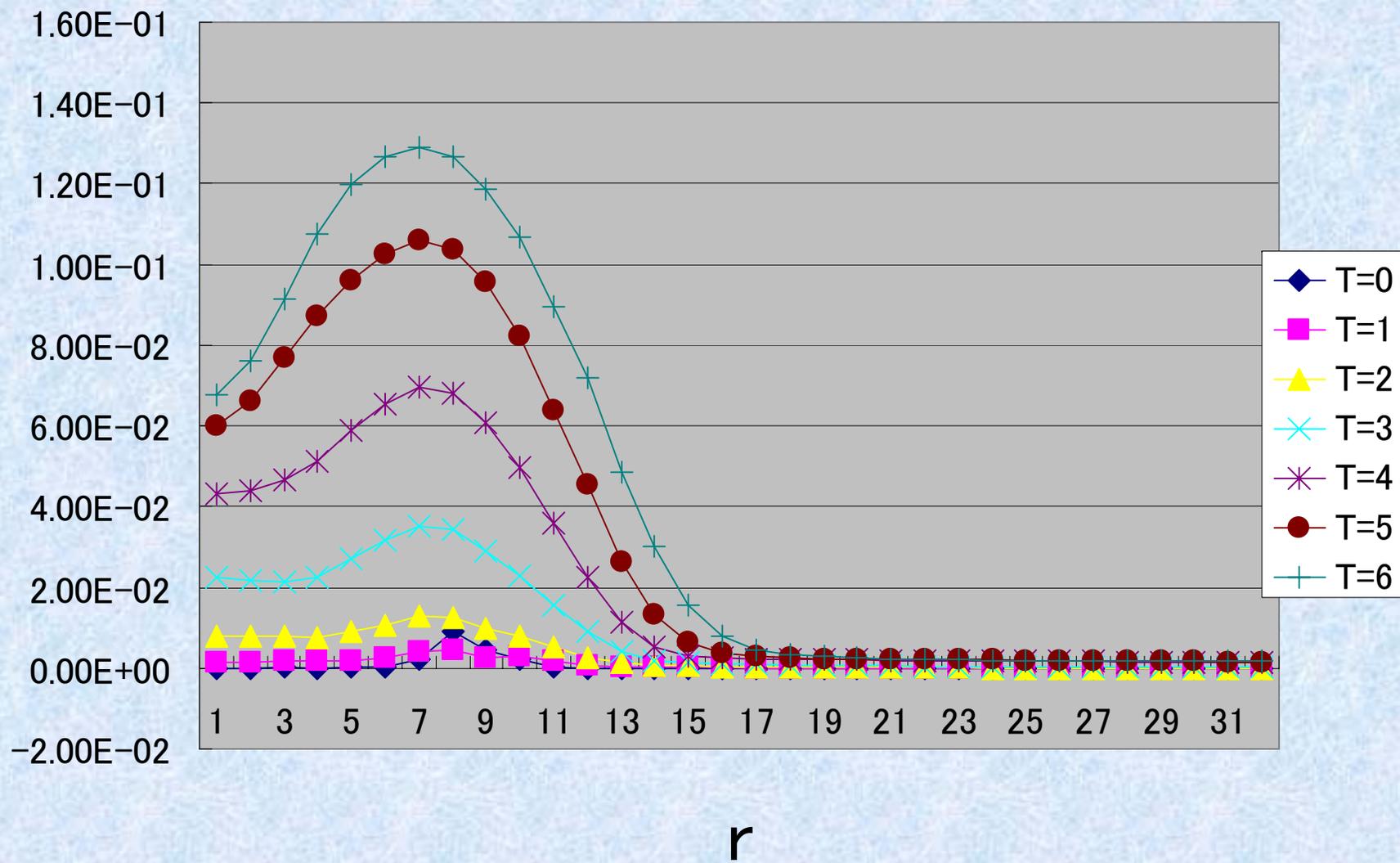




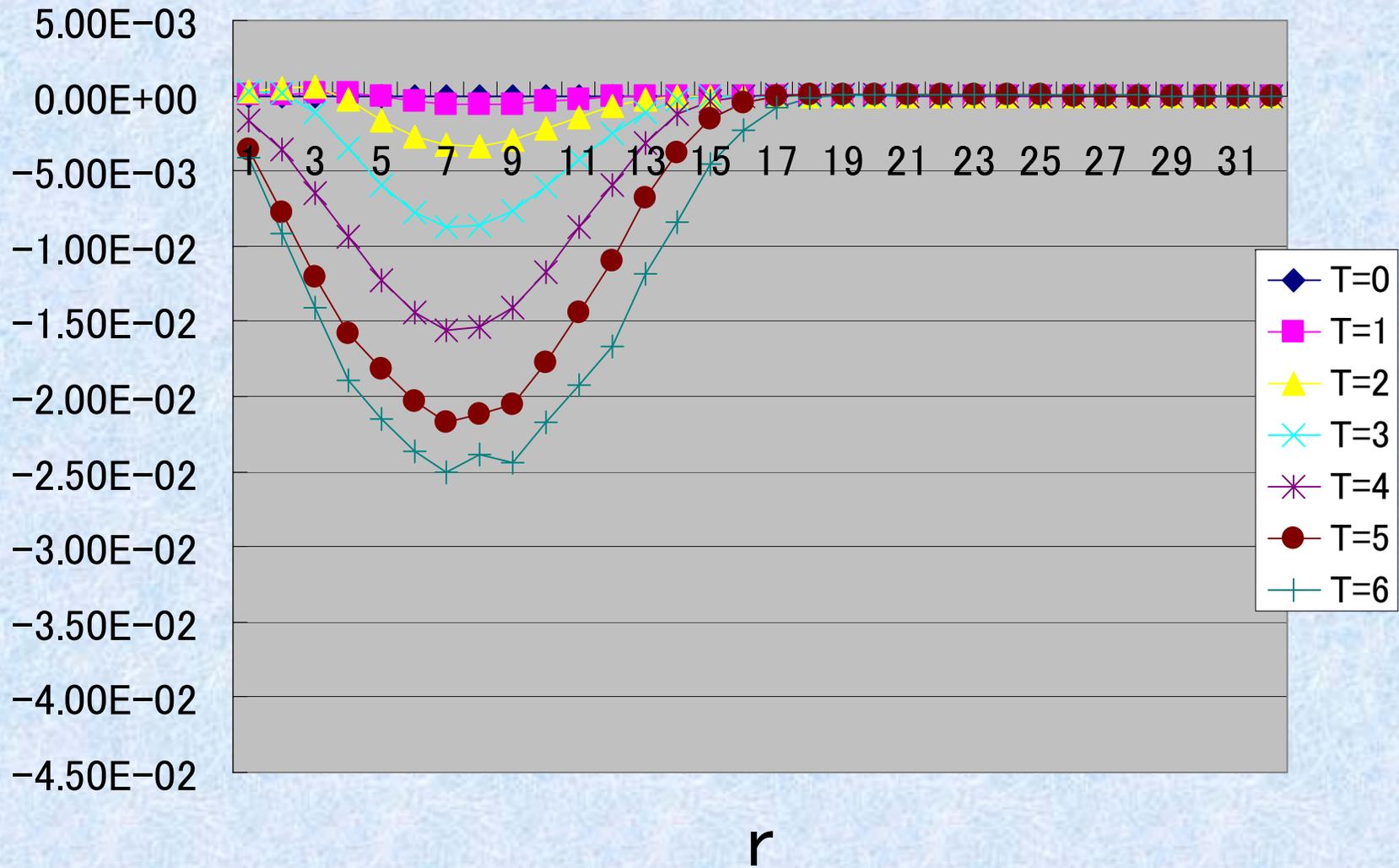
旋回のある場合の圧力のX成分分布



平均流速の x 方向成分の r 方向分布



乱れ強さの r 方向分布



レイノルズ応力の $(x-r)$ 方向成分の r 方向分布

結論

- 精度を高めるために擬スペクトル法を用いて計算した。
- LESのプログラムに旋回の影響を付け加え、計算条件に合わせて境界条件を工夫した。
- 計算結果から、渦度、圧力平均流速、レイノルズ応力の各成分の分布を求め、詳しく調べた。
- 旋回がある場合の $y-z$ 面での渦度の x 成分において、2次流れや旋回と慣性力との相互作用により、噴流中心が y 軸方向上向きに移動していく現象が見られた。
- 今後の課題として、さらに多くの計算を重ね精度を上げていくことが必要。