

# ”Euler メッシュ VTK 出力” の数式解説 (dump\_euler\_vtk.cpp)

Open DEM Japan

2025 年 7 月 2 日

本ソースは `fixave/euler` で時系列平均されたオイラーセルの属性を VTK POLYDATA 形式で出力する。計算領域を  $P$  並列プロセスに分割し、各プロセス  $p$  が所有するセル数を  $N_p$  とすると、全セル数は

$$N = \sum_{p=0}^{P-1} N_p \quad (1)$$

である。全データは rank 0 が収集し ASCII ファイルを生成する。

## 1. セル属性の定義

$i$  番目のセル ( $i = 1, \dots, N$ ) について、

$$\mathbf{c}_i = (x_i, y_i, z_i)^T \quad \text{セル中心位置 [m]}, \quad (2)$$

$$\mathbf{v}_i = (u_i, v_i, w_i)^T \quad \text{平均速度 [m/s]}, \quad (3)$$

$$\phi_i \quad \text{固体体積分率 [-]}, \quad (4)$$

$$r_i \quad \text{代表半径 [m]}, \quad (5)$$

$$p_i \quad \text{圧力 [Pa]} \quad (6)$$

を得る。

## 2. バッファ構造

各セルは 9 変数で表現され、連長一次元バッファ  $\mathbf{B} \in \mathbb{R}^{9N}$  に格納される。セル  $i$  とインデックス  $j = 1, \dots, 9$  の対応は

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_{9(i-1)+1} &= x_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+2} &= y_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+3} &= z_i, \\ \mathbf{B}_{9(i-1)+4} &= u_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+5} &= v_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+6} &= w_i, \\ \mathbf{B}_{9(i-1)+7} &= \phi_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+8} &= r_i, & \mathbf{B}_{9(i-1)+9} &= p_i. \end{aligned} \quad (7)$$

プロセス  $p$  は自身の  $\mathbf{B}^{(p)}$  を作成し、rank 0 は

$$\mathbf{B} = [\mathbf{B}^{(0)}, \mathbf{B}^{(1)}, \dots, \mathbf{B}^{(P-1)}] \quad (8)$$

の形で連結する。

## 3. VTK ヘッダ

出力冒頭は固定で

$$\# \text{ vtk DataFile Version 2.0 LIGGGHTS mesh/VTK export ASCII} \quad (9)$$

と書かれる。

#### 4. 点群データ

セル中心を VTK の点として出力する。

POINTS  $N$  float (10)

行に続き (7) の  $(x_i, y_i, z_i)$  を  $i = 1 \dots N$  順で列挙する。

頂点集合は

VERTICES  $N$   $2N$  (11)

に続き  $(1, i - 1)$  を各行に書き、点  $i$  を 1 頂点ポリゴンとして登録する。

#### 5. 点属性データ

属性は POINT\_DATA  $N$  行以降に

VECTORS v\_avg float  $\mathbf{v}_i (i = 1 \dots N),$  (12)

SCALARS volumefraction float 1  $\phi_i,$  (13)

SCALARS radius float 1  $r_i,$  (14)

SCALARS pressure float 1  $p_i$  (15)

の順で ASCII 出力される。各 SCALARS 行は LOOKUP\_TABLE default に続けて値を列記する。

#### 6. アルゴリズムの流れ

1. 各プロセスは自身のセル数  $N_p$  を返す (count())。
2. 各プロセスは (7) に従い  $\mathbf{B}^{(p)}$  を pack() で形成。
3. rank 0 は (8) により  $\mathbf{B}$  を構築し  $n_{\text{all}} = 9N$  を確認。
4. write\_data\_ascii() で段階 3-5 の順に VTK ファイルを書き出す。

これにより、オイラー格子の瞬間場が可視化ツールに直結する汎用フォーマットで保存される。

以上の式で dump\_euler\_vtk.cpp 内のデータパッキングおよびファイル生成過程が完全に定式化された。