

”ComputeWallGhosts” の数式解説 (compute_wall_ghosts.cpp)

Open DEM Japan

2025 年 7 月 2 日

粒子-壁相互作用を扱う `fix wall/gran` では、並列計算の隣接リスト構築を円滑に行うため、各 MPI ランク外側にも「ゴースト壁粒子」を生成し局所計算へ供する。本クラスはシミュレーション全体に存在するゴースト壁粒子数

$$N_g \tag{1}$$

をスカラーとして返すだけの軽量ユーティリティである。以下、その数学的定義を明示する。

各ランク p が保持するゴースト壁粒子集合を $\mathcal{G}^{(p)}$ とおき、

$$n_g^{(p)} = \#\mathcal{G}^{(p)} \tag{2}$$

と定義する。ここで $\#$ は集合の要素数である。`FixWallGran` 内部ではこの値を

$$n_g^{(p)} = \sum_{i \in \mathcal{W}^{(p)}} \gamma_i, \quad \gamma_i = \begin{cases} 1 & (\text{粒子 } i \text{ がゴースト}) \\ 0 & (\text{実体粒子}) \end{cases} \tag{3}$$

の形で逐次的に更新・保持している。

全ランクのゴースト数を集計すると

$$N_g = \sum_{p=1}^P n_g^{(p)}, \tag{4}$$

となり、本クラスは `MPI_Allreduce` を介して (??) を得て

$$\boxed{\text{scalar} = N_g} \tag{5}$$

に格納し利用者へ返す。

この値は壁境界条件の負荷分散診断やゴースト生成パラメータの妥当性確認に有用である。