

Magnetic Particle Interaction Analyzer

(磁性粒子相互作用解析ソフト)

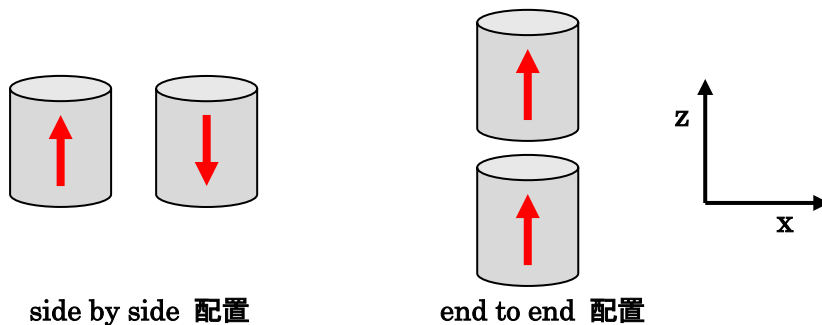
概要:

2個の磁性粒子間の相互作用を計算するソフト

球形粒子、円柱形粒子、角柱形粒子の横並び配置(side by side)と縦並び配置(end to end)に対応

磁化の向きは、相互に引力を及ぼす方向に設定(side by side では逆方向、end to end では同方向)

磁氣的引力エネルギーと、x 方向(side by side) または z 方向(end to end)の磁氣的引力を計算



相互作用の計算:

磁性体を微小な磁気双極子の集合体とみなし、磁気双極子間の相互作用を以下の式で計算
(CGS-emu 単位系)

磁気双極子の相互作用エネルギー

$$E = \sum_i \sum_j \left[1 / R^3 \{ \mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{m}_2 - 3 (\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{r}) (\mathbf{m}_2 \cdot \mathbf{r}) \} \right]$$

磁気双極子の相互作用力

$$\mathbf{F} = \sum_i \sum_j \left[3 / R^4 \{ (\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{r}) \mathbf{m}_2 + (\mathbf{m}_2 \cdot \mathbf{r}) \mathbf{m}_1 + (\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{m}_2) \mathbf{r} - 5 (\mathbf{m}_1 \cdot \mathbf{r}) (\mathbf{m}_2 \cdot \mathbf{r}) \mathbf{r} \} \right]$$

$\mathbf{m}_1, \mathbf{m}_2$: 磁気双極子

R : 磁気双極子の中心間距離

$\mathbf{r}$: R 方向の単位ベクトル

ただし $\mathbf{F}$ はベクトルなので、side by side では x 方向、end to end では z 方向の成分を抽出

微小磁気双極子の配置:

1 個の微小磁気双極子が占める体積が全て同じになるように、以下の方法で配置する

球形粒子(Sphere):

半径方向を n 個の同心殻に分割(中心の殻から順に $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ とする)

i 番目の殻の厚さの中心を通る球面上に $3 \times i^2 + 3 \times i + 1$ 個の微小磁気双極子を、Fibonacci 球の方式を用いて均等に配置 (ただし、 $i = 0$ の場合のみ、球体の中心に配置)

円柱形粒子(Cylinder):

半径方向を n 個の同心環に分割(中心の殻から順に $i = 0, 1, 2, \dots, n-1$ とする)

i 番目の環を $(2 \times i + 1)$ 個の円環扇形に分割

長さ方向を、各片の長さが円環の厚さとほぼ同等になるように水平面で分割

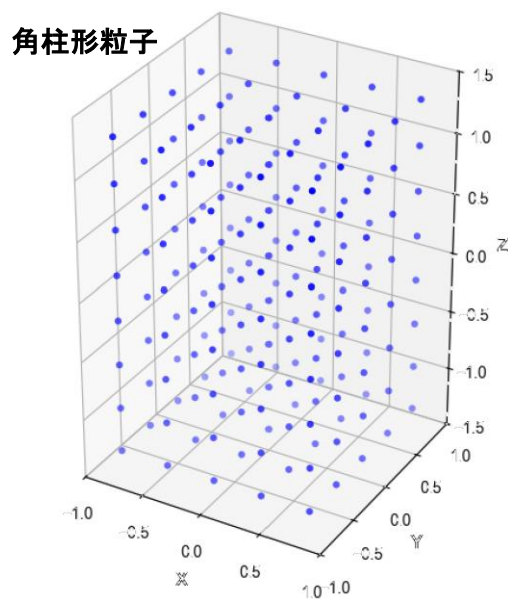
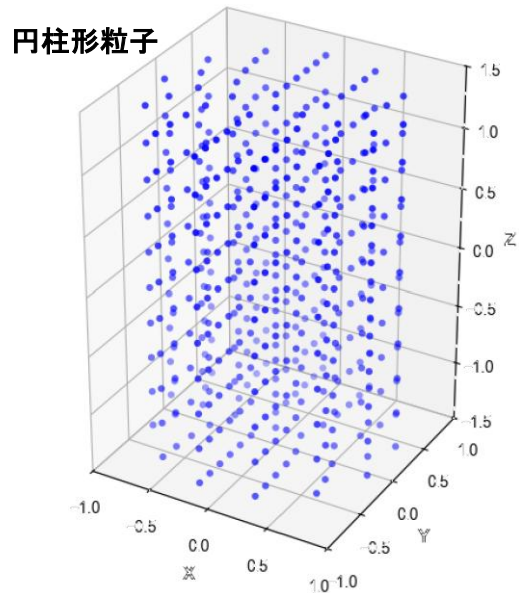
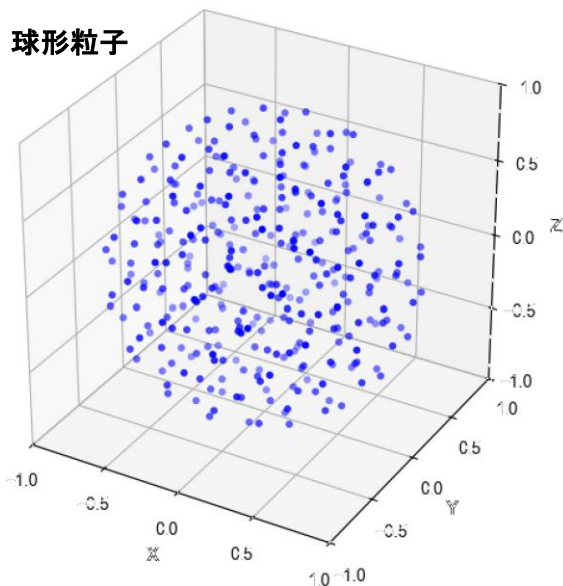
各片の中心に微小磁気双極子を配置

角柱形粒子(Prism):

各辺を立方体に近い形に分割

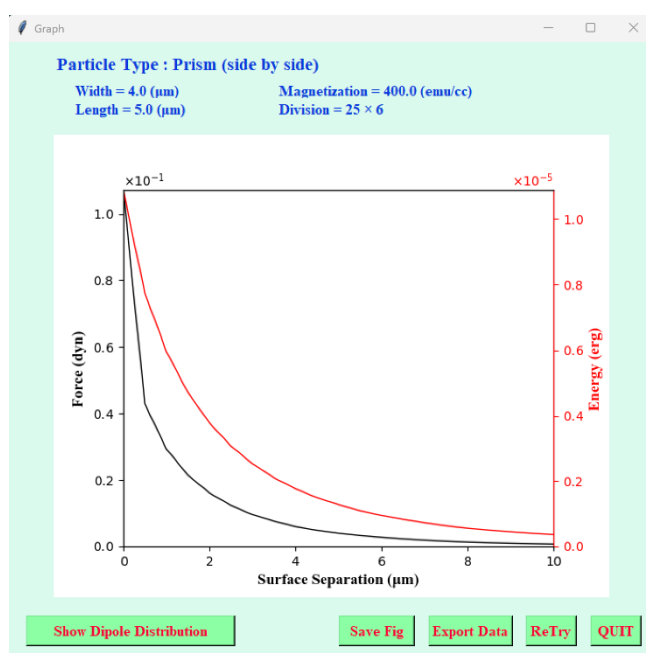
各片の中心に微小磁気双極子を配置

実際の微小磁気双極子の配置例



使用方法:

- 1 粒子形状および粒子配置の選択画面が表示されるので、ラジオボタンで選択して“OK?”をクリック
- 2 粒子形状に応じて粒子サイズを入力(半径、幅、長さ)
- 3 磁化の値を入力
- 4 分割数を入力
球形粒子および円柱形粒子は半径の分割数、角柱形粒子は幅の分割数を入力
その他の分割数は、小片の縦、横、高さが同等になるように自動的に設定される
- 5 計算する粒子間距離を設定
最小値、最大値、および距離の増分(Step)を入力
ここで設定する距離は“粒子表面間距離(Surface Separation)”であり、中心間の距離ではない
- 6 “RUN”をクリックすると計算が開始され、結果のグラフが表示される



黒線: 磁氣的引力(左縦軸)

赤線: 磁氣的引力エネルギー(右縦軸)

“Save Fig”ボタン : グラフの保存(png, jpg 等)

“Export Data”ボタン : データの出力(csv 形式)

“ReTry”ボタン : プログラム再実行

“QUIT”ボタン : プログラム終了

“Show Dipole Distribution”ボタン : 微小磁気双極子の配置を 3d 表示