

# 粉体解析アルゴリズムの並列化に関する研究



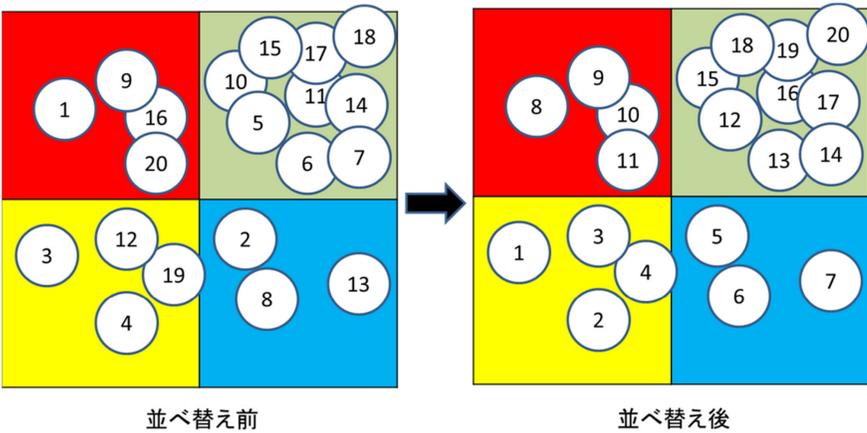
## ■ 概要

実用で扱う多くの粉体は、億、兆、あるいはそれ以上の膨大な数の粒子から構成されているにもかかわらず、通常の逐次計算では計算時間の制約から100万個程度の粒子を解析することが限界となっている。

粉体解析では、接触判定計算の計算負荷が最も大きく高速化が必要となる。本研究では、粒子の接触判定計算を主な対象とし、解析領域内の粒子分布に依存しない並列化方式を、マルチコア計算機を対象とし研究開発することを目的とする。

## ■ 今までに提案してきた高速化手法

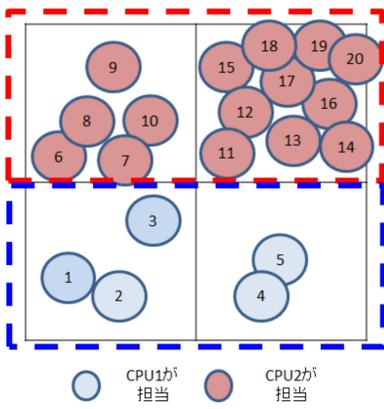
### 1. 同一格子内の粒子が順番になるよう並べ替える。



### 2. 格子並列 と 粒子並列

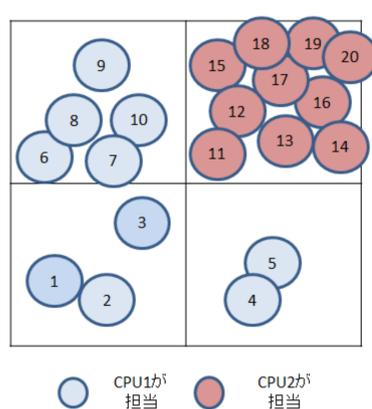
#### ● 従来法: 格子並列

- 格子番号で処理を割り当てる。
  - 格子内の粒子数が違うので計算負荷が不均一になりやすい。
- (CPU1:5個, CPU2:15個)

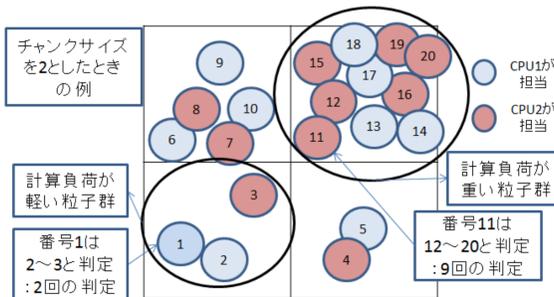


#### ● 粒子並列

- 粒子番号で処理を割り当てる。
  - 各CPUが担当する粒子数が等しくなる。
- (CPU1:10個, CPU2:10個)



### 3. ブロックサイクリックによる負荷分散



- ブロックサイクリックで計算を割り当てる事により計算負荷が重い粒子群の計算をCPU間でほぼ均一に割り当てられる。

| 粒子番号 | 判定回数 |
|------|------|
| 1    | 2    |
| 2    | 1    |
| 3    | 0    |
| 4    | 1    |
| 5    | 0    |
| 6    | 4    |
| 7    | 3    |
| 8    | 2    |
| 9    | 1    |
| 10   | 0    |
| 11   | 9    |
| 12   | 8    |
| 13   | 7    |
| 14   | 6    |
| 15   | 5    |
| 16   | 4    |
| 17   | 3    |
| 18   | 2    |
| 19   | 1    |
| 20   | 0    |

CPU1 計:26回  
CPU2 計:33回

## ■ 性能評価

### 1. 評価環境

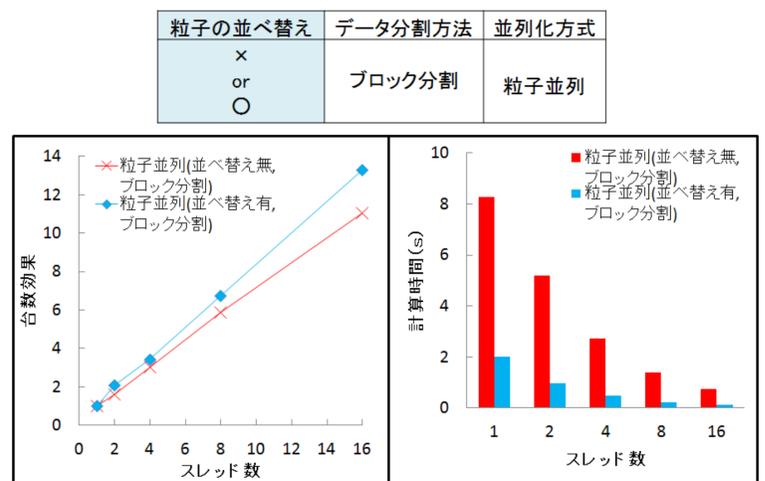
東京大学情報基盤センター設置、FX10スーパーコンピュータシステム、1ノード(16コア)

### 2. 問題設定

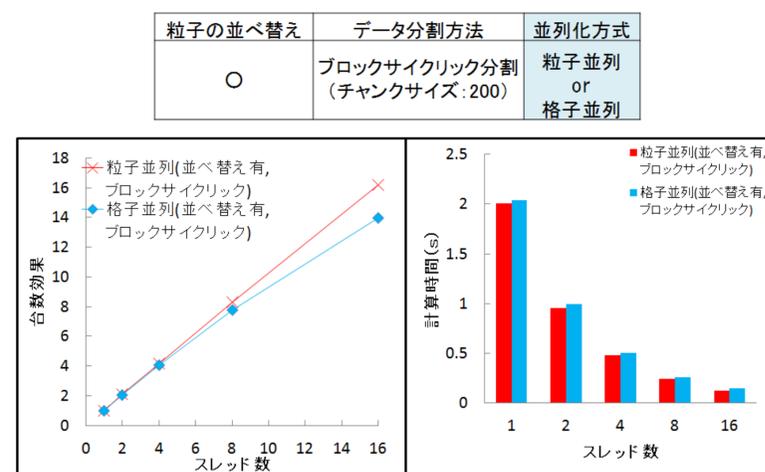
一辺の長さが1の立方体領域を計算の対象とする。この3次元領域に任意の数だけ乱数で粒子を発生させる。粒子を発生させる際は、領域の中心に近づくほど粒子密度が急激に増えるような粒子分布とした。接触判定計算を行い、それに要する計算時間を測定する。粒子数Nは1024000とした。

### 3. 実験結果

#### ● 粒子並び替えの効果



#### ● 格子並列と粒子並列の効果



#### ● ブロックサイクリックによる負荷分散の効果

