

P240a 大規模並列粒子シミュレーションコード開発用フレームワーク FDPS の惑星形成・リング計算向け最適化

牧野淳一郎 (神戸大/理研), 岩澤全規 (理研), 行方大輔 (理研), 似鳥啓吾 (理研), Long Wang (理研), 谷川衝 (東大), 村主崇行 (理研), 細野七月 (京大)

FDPS や、それを使った P³T 法の実装により、惑星形成や惑星リングの大規模計算が可能になってきた。しかしながら、京コンピュータ、中国の Sunway TaihuLight、あるいは現在開発中のポスト京コンピュータのような非常に並列度が高い計算機では、現在の FDPS の実装では実行効率上様々な問題が起こることが明らかになった。本講演では、惑星形成・リング系の超大規模計算を高い効率で行うために FDPS に実装した改良と、実現できた性能についてまとめる。

FDPS では、空間分割をデカルト座標で x, y, z 方向の順番で分割するが、リング形状を扱う場合、これでは計算領域の形状が極端に歪む。このため、ノード間の通信量が増加し、実行効率が低下する。この問題を回避するため、空間分割およびツリー構造の構築を、デカルト座標ではなく円筒座標で行うことを可能にした。これにより、計算領域の2次元形状を正方形に近くし、通信量を最適化する。さらに、この円筒座標系はリングの典型的な回転速度で回転させ、粒子の領域間移動を最小化する。さらに、細いリングの場合には、半径方向に計算領域を結合した「超領域」を構成し、これらの情報だけを全プロセスで共有することで、通信量を大きく削減した。

これら及びさらに様々な新しいアルゴリズムを実装したことで、10万プロセスを超える大規模並列環境でも、リング系の計算で高い実行効率を実現できる目処がたつたと考えている。TaihuLight では、4月の全ノード実行での実行効率は10%程度であったが、その後機会があれば30%程度を実現できる見込みである。