

GPUを用いた大規模並列惑星形成 N 体計算コードの開発

○神野 天里¹ 石城 陽太² 斎藤 貴之¹ 船渡 陽子³ 牧野 淳一郎¹ (1.神戸大学 2.国立天文台 3.東京大学)

近年、Miyabi や Fugaku-NEXT (2030年頃運用開始予定) に代表されるように、Graphics Processing Unit (GPU) を加速部に据えたスーパーコンピュータが主流となりつつある。こうした動向を踏まえ、我々は「富岳」向けに最適化されている大規模並列惑星形成 N 体計算コード GPLUM (Ishigaki et al., 2021) の GPU 対応版となる GPLUM-GPU の開発を進めている。GPLUM-GPU では、大規模並列粒子法シミュレーションのための汎用高性能ライブラリ FDPS (Framework for Developing Particle Simulators; Iwasawa et al. 2016) の GPU サポート機能 (Iwasawa et al., 2020) と NVIDIA CUDA を用いることで、計算コストの大部分を占める重力相互作用の計算を GPU にオフロードし、大幅な高速化を実現した。

Miyabi での性能評価の結果、同一ノード数で Miyabi と「富岳」の実行性能を比較した場合、計算全体の実行時間は粒子数 $N = 10^7$ で最大 11.8 倍、 $N = 10^8$ では最大 17.2 倍の高速化を実現した。 N が大きいほど加速率が大きいのは、大規模化に伴って重力相互作用計算の比重が増大し、GPU オフロードの効果がより顕著になるためである。実際、GPU にオフロードした重力計算部の速度のみを比較すると、 $N = 10^7$ で約 260 倍、 $N = 10^8$ で約 700 倍の高速化であった。

本講演では、Miyabi を用いた GPLUM-GPU の性能評価結果、特にマルチ GPU・マルチノード環境でのスケーラビリティについて報告する。さらに、GPLUM-GPU によって可能となる大規模惑星形成 N 体シミュレーションの今後の展望についても議論する。