

Z303b 大規模 N 体計算が切り拓く惑星形成研究の新時代

押野翔一, 藤井通子 (国立天文台), 堀安範 (ABC/国立天文台), 岩澤全規 (理化学研究所)

惑星形成の N 体計算は、重力多体問題専用計算機・GRAPE を用いることによって扱える粒子数がそれ以前と比べて飛躍的に増加し、暴走成長過程や寡占的成長過程 (Kokubo & Ida 1998) が発見されてきた。しかし、その後行われている惑星形成過程の N 体計算は数千～数万体が主流であり、1兆体まで扱えるようになった宇宙論的 N 体計算 (Ishiyama et al. 2012) などと比較すると粒子数の増加は頭打ちとなっていた。

この原因として、惑星形成では粒子の近接相互作用を解く必要があり、その必要がない宇宙論的 N 体計算などと比較すると並列化効率の改善が難しく、そのため並列計算があまり行われてこなかったという現状がある。しかし、並列計算は粒子数を増やすためには必要な手法であり、最新の並列化 N 体計算コードでは「京」コンピュータを用いて数十万粒子までの惑星形成過程の N 体計算が可能となっている。

粒子数の増加を阻むもう一つの問題は、惑星形成の計算では、粒子間の相互作用を全て直接計算するダイレクト法が用いられている点にある。この手法では粒子数の2乗で計算コストが増加してしまう。そこで我々は、遠方の粒子からの力の計算にはツリー法 (計算コスト $O(N \log N)$) を用いる PPPT 法 (Oshino et al. 2011) を用い、さらに並列化を行ったコードを開発した。並列化には粒子系シミュレーションのための汎用プラットフォーム「FDPS (Framework for Developing Particle Simulator)」(Iwasawa et al. 2015) を用いて開発している。

本発表では、我々の新規開発コードによる惑星形成過程の計算における性能について報告する。我々は、今後 GPU クラスタを用いることで、扱える粒子数をさらに増やし、キロメートルサイズの微惑星からの惑星形成シミュレーションを行っていく予定である。