

P135c 球状星団の N 体シミュレーションにおける階層的多体系の取り扱いについて

岩倉龍太郎 (神戸大学), 船渡陽子 (東京大学), 斎藤貴之 (神戸大学), 牧野淳一郎 (神戸大学)

近年、重力波源として球状星団が注目されており、その力学進化は主に数値シミュレーションで研究されている。球状星団のシミュレーションにおける主な課題の一つは、連星系による計算コストである。球状星団の年齢は Gyr スケールである一方、連星周期は、早いものでは数日しか無いため、球状星団のシミュレーションには膨大な数のステップ数が必要となる。

この困難を克服するための工夫の一つに、 N 体シミュレーション中の小数体問題を解く Slow-down algorithmic regularization (SDAR; Wang et al., 2020a) がある。SDAR を組み込んだ N 体計算向けコード PeTar (Wang et al., 2020b) を用いることで、従来よりも数桁高速なシミュレーションが可能になるが、改善の余地は残されている。特に、安定・不安定境界にある階層的三体が形成された際に、計算速度が著しく低下したり、計算が止まったりしてしまう事例が報告されている。

本研究では、PeTar を用いて、等質量 King モデルの球状星団を $N = 9012$ 、連星率 18% という条件でシミュレーションした。その結果、系が 1 万粒子に満たない場合でも計算速度の低下が普遍的に起こることを突き止めた。また、計算速度の低下を引き起こしているものが、主に (1) 安定・不安定境界にある階層的三体、(2) 連星-連星の階層的四体、(3) hyperbolic encounter の 3 つに分けられることがわかった。SDAR は安定な連星に対して Slow-down algorithm を適用することで、必要な時間ステップを短縮する方法をとるが、安定・不安定境界に存在する連星にも適用できる可能性があるかを探る。