

R16c 衝突系 1PN N 体シミュレーションの定式化とコード作成

立川崇之 (高知高専, 早大理工研)

2017年秋季年会において, 巨大ブラックホール (SMBH) の形成過程を考察するため, 一般相対性理論の効果をとり入れた N 体シミュレーションのコード開発について発表を行った. この際には中心に中間質量ブラックホール (IMBH) のような重い天体が存在し, その周囲を恒星が取り囲むモデルを想定した. この想定のもとで, IMBH と恒星との相互作用は Post-Newtonian の最低次の効果 (1PN) で計算し, 恒星同士の相互作用は Newton 重力で取り扱った (cf. Will, Phys. Rev. D **89**, 044043 (2014)). 系を無衝突系を仮定し, 累積誤差の問題があるものの 4 次の Runge-Kutta 法での時間発展を行い, GPU への実装を行なった (Tatekawa, Comm. Comp. Phys., in press).

本発表では重い天体に軽い天体が接近した時の計算を正確に行うため, まず衝突系シミュレーションの定式化について報告する. 衝突系の計算には加速度の時間微分を行わなければならない. そこで, 前回の発表と同様に IMBH と恒星との相互作用のみを 1PN で考えた場合の加速度の時間微分を導出した. 次にこの定式化された式について, 4 次の Hermite integrator を用い, かつ GPU を用いてコードの高速化を試みた経過を報告する.

さらに, 重い天体が多体系をなし, 全ての相互作用を一般相対論的に取り扱う必要がある場合について考察する. この場合には, 全ての相互作用を Einstein-Infeld-Hoffman (EIH) 方程式で考えなければならない. 相互作用の計算量が $O(N^3)$ になり, 現在用いているコンパイラでは GPU を用いた高速化が直ちにできる状況ではないが, 今後のコード開発に備えて, 衝突系の発展方程式を定式化したことを報告する.