

R46a 重力多体問題に対する時間対称な独立時間刻み積分スキーム

保坂 桂佑 (東京大学)、福重 俊幸 ((株) K&F Computing Research)、牧野 淳一郎 (国立天文台)

重力多体シミュレーションにおいて、Leap-frog 法や Hermite 法はよく用いられている方法である。これらは時間刻みを変えないという制約の下では時間対称性を持つ。時間対称な積分法を用いると、周期系に対して用いた場合にエネルギー誤差が一周の間でキャンセルし、長期的にはエネルギーが保存されることが分かっている。非周期系においても同様の性質が見られるため、長期間に渡る進化を迫りたい場合には時間対称性を持つ積分法は優れた方法である。

しかしながら、星団や銀河のシミュレーションでは、粒子ごとにタイムスケールが大きく異なり、また近接遭遇などのために1つの粒子でもタイムスケールは大きく変化する。このような場合には粒子ごとに時間刻みを変化させる独立時間刻み法を用いる必要があるが、現在知られている方法ではその場合時間対称性が保たれない。時間刻みをうまく決めることで、時間対称性を保ちながら独立時間刻み法を用いる方法が提案されているが、よい結果はでていない。

我々は、よりうまく動作する時間対称な独立時間刻みスキームを開発した。このスキームでは、一度ある区間を時間刻み可変で積分し、最小の時間刻みを見つける。二度目に本番として同じ区間をこの時間刻みを用いて積分する。区間ごとに時間刻みを固定することで近似的に時間対称性を保つことができる。この方法を Leap-frog 法、Hermite 法と組み合わせて用いて計算を行い、性能を調べた。初期条件として等質量プラマーモデルを用いた計算で、実際に長期的なエネルギー誤差が出なくなることを確認した。また、同程度の計算コストでの計算でも従来の方と比べてよい結果が出ることが確認でき、長期的な計算には非常に実用的な方法であることが分かった。