

R02a

新しいSIMD 拡張命令セット: Advanced Vector eXtensions を用いた衝突系 N 体シミュレーションコードの開発

谷川衝、吉川耕司、岡本崇、似鳥啓吾 (筑波大学)

球状星団や銀河中心星団 (以下、星団) は、星が高密度・低速度分散で分布する天体である。星団では、個々の星同士の相互作用により、星が軌道変化する。そのため、星団の進化を追う N 体シミュレーションでは、高精度な時間積分法が採用される。これは衝突系 N 体シミュレーションと呼ばれる。衝突系 N 体シミュレーションでは 1 粒子が 1 つの星に対応する。しかし、星の数に匹敵する粒子数の N 体シミュレーションで、星団の年齢分の進化が追われたことはない。理由は膨大な計算量である。そのため、 N 体シミュレーションの高速化は必須である。

これまで重力多体系専用計算機 GRAPE や GPU による高速化が主に行われてきた。一方、Nitadori et al.(2006) は SIMD 拡張命令セット SSE を用いた CPU の効率的利用法を開発し、CPU の大規模並列計算を行って GRAPE や GPU に匹敵する計算性能を達成した。最近、SSE の拡張版である Advanced Vector eXtensions (AVX) 対応のプロセッサが発売された。AVX を用いた場合、SSE を用いた場合に比べて、2 倍の計算性能を達成できる。

我々は AVX を用いた衝突系 N 体シミュレーションコードを開発した。積分法は独立時間刻みの 4 次精度エルミート法である。Intel Core i7-2600 を用いて、1 コア $N = 1024$ で 20 GFLOPS を達成した。これは同じコアで SIMD 拡張命令セットを用いなかった場合の 5 倍、SSE を用いた場合の 2 倍である。4 コア 8 MPI プロセスの場合 $N = 1024$ で 60 GFLOPS、 $N = 8192$ で 90 GFLOPS を達成した。 $N = 1024$ では GRAPE-DR や GPU の計算性能を上回るため、AVX を用いた大規模並列計算の計算性能は GRAPE-DR や GPU の大規模並列計算の計算性能を上回る可能性がある。本コードは <http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/Astro/Members/tanikawa/> に公開した。