

**X02a            GRAPE-5 システム上のツリーコードの実現**

川井敦、福重俊幸 (東大総合文化)、牧野淳一郎 (東大理)

我々は重力多体シミュレーション専用計算機 GRAPE-5 システム上にツリーコードを実装した。本発表では実装法と実行性能を報告する。

ツリーコードは粒子間重力を計算するアルゴリズムの一つであり、遠方の粒子からの重力をひとまとめにして扱うことで、粒子数  $N$  の場合の計算量を  $O(N^2)$  から  $O(N \log N)$  に減らす。ツリーコードを使った場合でも粒子間重力の計算量は依然として大きく、全計算量の大部分を占める。この部分の計算を GRAPE で行うことにより、全体の計算を 10 ~ 30 倍程度高速化できる。

GRAPE-5 は GRAPE-3 の後継機であり、重力演算プロセッサ G5 チップ (97 年春季年会 X04a 福重ほか) をボード当り 8 個搭載している。今回性能測定に使った GRAPE-5 システムは、ホスト計算機 (COMPAQ 社 XP1000、Alpha 21264/500MHz) と、GRAPE-5 ボード 2 枚からなる。

1 ステップ当りの計算時間は、粒子数が  $10^6$ 、粒子分布が球内の一様分布の場合、見込み角  $\theta = 0.75$  で 9 秒、 $\theta = 0.4$  で 13 秒であった。これらの実行速度は、それぞれ VPP300/10PE (Yahagi *et al.* 1999)、および大規模ワークステーションクラスタ (Alpha 21164A/533MHz  $\times$  70, Warren *et al.* 1998) を用いたツリーコードの実行速度と同程度である。実際のシミュレーションでは、 $10^6$  体  $10^4$  ステップの銀河団のシミュレーションや、 $10^7$  体  $10^3$  ステップの宇宙論的シミュレーションを約 1 日で終えることができる。 $O(N^2)$  の直接計算ではそれぞれのシミュレーションにかかる時間が 45 日、450 日となって、現実的ではない。

GRAPE-5 システムはツリーコードを GRAPE-3 システムの約 10 倍の速度で実行できる。これは、GRAPE-5 ボードの演算速度 (43.2Gflops)、通信速度 (約 40MB/s) が GRAPE-3 ボードの約 10 倍高速であるからである。これにより、GRAPE-3 では現実的ではなかった  $10^6$  体以上のシミュレーションを、実用的な時間内に終えることができるようになった。