

X08a 重力多体シミュレーション専用計算機 GRAPE-5 の開発

川井敦、福重俊幸、牧野淳一郎 (東大総合文化)、泰地真弘人 (統計数理研究所)

我々は重力多体シミュレーション専用計算機 GRAPE-5 の開発をすすめている。GRAPE-5 は GRAPE-3 の後継機である。GRAPE-5 システム全体で 1 Tflops 以上のピーク性能を実現し、銀河、銀河団、宇宙論的 N 体計算などのシミュレーションにおいて $10^7 \sim 10^8$ の粒子数を扱う計画である。

97 年春季年会 (X04a 福重ほか) の発表では、重力演算を行うプロセッサチップ (以降 G5 チップと呼ぶ) の機能について詳細を述べた。G5 チップは既に完成し、現在我々はこのチップを 4 個搭載した最初のプロセッサボード (以下 PB と呼ぶ) を開発中である。PB によって G5 チップの動作検証を行い、最終的には PB の設計をベースに G5 チップを 16 個程度搭載したボードを開発する。これを 10 枚程度用いてピーク性能 1 Tflops のシステムを構成する。

PB には G5 チップを 1 ボード当り 4 個搭載する。これらのチップの目標動作周波数は 100 MHz であり、このときチップ当りの演算速度は 6 Gflops、ボード当りのピーク性能は 24 Gflops となる。この値は GRAPE-3 (8 プロセッサ、20 MHz 動作時) の 5 倍である。ホスト計算機との接続には PCI バスを採用する。GRAPE-4 向けに開発した PCI インタフェースボードを利用することで、データ転送速度の実効値約 30 MBs^{-1} を得る。この値は VME バスを採用した GRAPE-3 に比べ約 10 倍である。また粒子データの供給方法をセルインデックス法に対応させる。G5 チップは $1/r^2$ 型だけでなくカットオフを持つ粒子間相互作用も扱えるため、 P^3M 法や Ewald 法の計算にも使用できる。セルインデックス法はカットオフ内にある粒子のデータを間接アドレスで指定する方法である。この方法によって計算中のホスト計算機とのデータ転送量が大幅に減少され、G5 チップをより効率的に使用できるようになる。PB 2 枚を DEC 社の AlphaStation 500/500MHz に接続したシステムでツリーコードを用いると、粒子数 10^7 の重力計算を 1 ステップ当り 200 秒程度で行える見込みである。

'98 年 7 月現在我々は PB の設計を終え、プリント基板の作成中である。本発表までに PB を完成させ、パフォーマンスの実測値を報告する予定である。