

X02a MD-GRAPE による SPH 法の加速

増田 信之、福重 俊幸、牧野 淳一郎（東大総合文化）

SPH 法は、流体の数値計算法で天文関係のシミュレーションに良く用いられている。例えば、連星の進化、星間ガスの重力崩壊、宇宙論的なシミュレーションなどがある。この方法は流体を仮想的な粒子の集合として表わすので、ある粒子の物理量は、その粒子の付近に存在する粒子（ここでは、近接粒子と呼ぶ）との相互作用のようなもので決まる。そのため、SPH 法の計算のコストのオーダーは、全粒子数を N 、一粒子に対する近接粒子数の平均を N_{nb} とすると、 $N \times N_{nb}$ となる。しかし、粒子間の相互作用の計算は演算数が多いので、オーダー N といっても、他のオーダー N の部分より計算量が多い。今までに、計算の速度を速くするために、重力多体問題専用計算機 GRAPE の機能の一部を用いて、近接粒子を探索する部分を加速し SPH 法を加速する研究がなされてきた。(Umemura et al. 1993, Steinmetz 1996)

ここでは、さらに計算を速くするために、MD-GRAPE を用いて SPH 法の計算の部分を加速することにした。MD-GRAPE は GRAPE の一種で任意の中心力とそのポテンシャルを計算をするものである (Fukushige et al. 1996)。SPH 法では、粒子はある程度の広がりを持っていて、それを表す関数が、粒子の中心からの距離の関数になっている。よって、MD-GRAPE 上で、粒子の重ね合わせをする部分の計算が出来る。ただし、SPH 法で衝撃波を扱うために用いられる人工粘性を計算することが出来ない。この方式でシミュレーションを行ったところ、流体の部分、つまり粒子の重ね合わせと人工粘性の部分の計算の計算時間は、粒子数 25000 体でホスト計算機のみでの計算では、1step に約 96 秒で、MD-GRAPE を使用した場合は、約 56 秒になり約半分の計算時間になった。また、重力を含めた計算では、同じく粒子数 25000 体で、ホストのみでは約 800 秒で、MD-GRAPE では約 64 秒で、約 11 分の 1 になった。ただし、現在のところホストの計算では SPH の部分は最初から近接粒子が与えられているとし、重力の部分は tree-code などとは使わず、直接計算をしている。