

X26a FIRST による銀河形成シミュレーション: 並列 P³M-SPH 計算

諏訪多聞、梅村雅之(筑波大計算科学)、他 FIRST プロジェクトチーム、吉川耕司(東大)、福重俊幸(K&F Computing Research)

筑波大学計算科学研究センターで開発している宇宙シミュレータ FIRST は現在 240 ノード構成のクラスターシステムとして運用されている。前回までの発表では 16 台構成の FIRST クラスタ 1 号機を用い、Blade-GRAPe によって P³M 重力計算と SPH 近傍粒子探査を十分に加速できること、ホスト・GRAPe 間の通信にかかるコストが無視できない程度の割合を占めていることを示した。今回、FIRST には新たな計算ノードが 224 台と、高速なインターフェースを備えた Blade-GRAPe 64 が追加されたので、それらを用いて宇宙論的な構造形成シミュレーションを行い、その性能を評価したので報告する。なお、ここでは FIRST プロジェクトの目的の一つである第一世代銀河程度のスケールで、P³M-SPH 法を使った計算を扱うことにした。

今回新たに追加された Blade-GRAPe 64 は PCI-X インターフェースを備え、従来のものに比べてホスト・GRAPe 間の通信速度が 3 倍速い。この違いは粒子数が小さいところで顕著に現れ、実効的な計算速度は、粒子数が 1000–2000 体程度の場合に従来の約 3 倍、数千–2 万程度の場合には約 2 倍速くなることがわかった。これは、P³M 法において主たる計算時間を占める PP 部分が、clustering の進んでいない宇宙初期において 3 倍程度、ある程度構造の進化した段階でも 2 倍程度の高速化を可能にすることを意味する。

また、今回計算ノードが大幅に増えたことによって可能になった 16 並列を超えた規模の計算についても報告する。特に、大規模クラスターの各ノードに Blade-GRAPe を搭載しているという FIRST システムの特性が計算の高速化・高精度化に対してどれだけ有用であるかについて議論する。