

スカラー型超並列計算機に向けたプラズマ運動論コードの性能評価

梅田隆行 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

1. 研究の目的と意義

太陽から地球に至るジオスペース環境の変動を理解することは、人類の活動が宇宙へと拡大しつつある今日、極めて重要な課題である。本研究の大きな目的は、ジオスペースで生起するプラズマの非線形現象を解明し、宇宙環境変造の因果関係を理解すると共に、数値宇宙天気予報に適用することである。ジオスペースの現象は、電磁気圏プラズマのグローバルな対流循環、境界層で生起するメソスケールでの不安定性及び、電子・イオンが粒子として振舞うマイクロスケール現象（粒子加速や加熱）が複雑に結びついており、マルチスケール結合過程である。これらの広範囲な時空間の非線形現象を解明するために、本研究では特に、第一原理運動論（ブラソフ及び粒子）モデルを用いた大規模マルチスケールシミュレーションを目指している。

2. 研究成果

①マルチコア環境におけるブラソフコードの性能

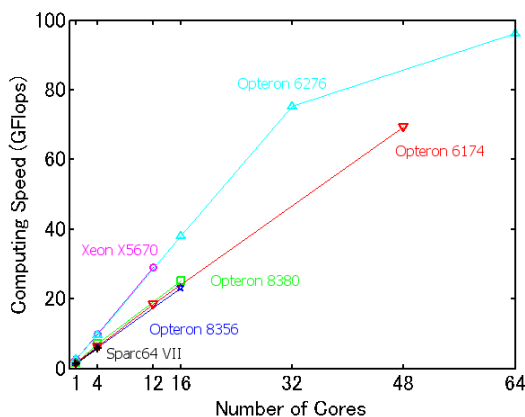


図 1：様々なマルチコアシステムにおけるブラソフコードの計算速度。計算速度の算出は FX1 のハードウェアカウンタの数値を基にしている。Opteron8380 と Sparc64 VII はそれぞれ名大基盤センターの HX600 と FX1。

本研究グループではこれまでに様々なスカラー型超並列計算機において、ブラソフコードを用いた性能測定を行ってきた。今回は名大の次期システム選定に対する参考資料として、特に単一ノードにおける実行性能の評価を行った。また、2011年 11 月に行われたコンパイラのバージョンアップによって aint 関数のインライン展開が促進されたことにより、実行性能が 1%程度向上したことを確認した。

②粒子コードの高速化

FX1 の PA ツールを用いて粒子コードの性能評価を行った。また、スレッド並列版のソーティングアルゴリズムを新たに開発し、粒子コードに導入した。

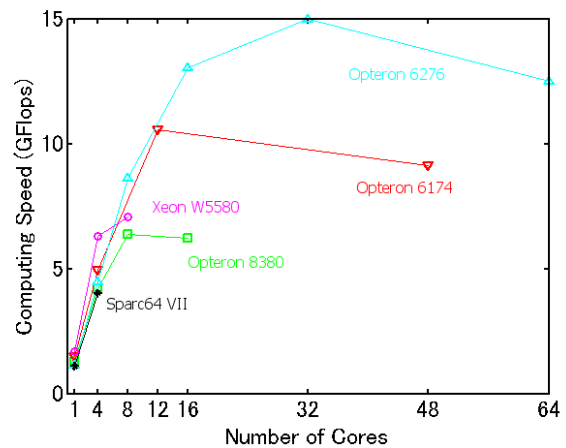


図 2：様々なマルチコアシステムにおける粒子コードの計算速度。

③3次元電磁界モデル (FDTD) の高速化

マックスウェル方程式の数値解法である FDTD 法は、ブラソフ及び粒子モデルの両方に用いられている。本研究では、3次元 FDTD コードの性能評価を FX1 の PA ツールを用いて行い、スカラー CPU に向けたチューニングを行った。