

超並列ブラソフコードによる FX1 と HX600 の性能評価

梅田隆行、荻野瀧樹（名大太陽研）、深沢圭一郎（九大基盤センター）

成行泰裕（高知高専）、石井克哉、永井亨（名大基盤センター）

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ことである。本研究グループでは、電磁場の時空間変動を記述するマックスウェル方程式とプラズマ（荷電粒子）の速度分布関数の時空間変動を記述するブラソフ方程式を自己無撞着に解き進める超並列ブラソフコードの開発を行っている。

本プロジェクトでは FX1 及び HX600 における 5 次元（実空間 2 次元・速度空間 3 次元）超並列ブラソフコードの性能測定を行い、図 1 及び 2 に示す結果を得た。単一コアの速度は FX1 では 1.42GFlops、HX600 では 1.74GFlops であった。最高性能は FX1・3072 コアで 4.10TFlops（実効効率：13.3%）、HX600・2048 コアで 3.17TFlops（実効効率：15.5%）であった。また並列効率（N コアの速度 ÷ N ÷ 単一コアの速度）は、FX1・3072 コアで 93.5%、HX600・2048 コアで 89.0% であった。並列効率は全リソースを用いた計測を行ったときに若干落ちる傾向があり、FX1・3072 コアおよび R815・2304 コアの結果がこれに該当する。

また本プロジェクトでは、ブラソフコードで用いている組み込み関数の速度も計測した。FX1 において以下の演算を 16,777,216 回行った時の計算時間を示す。

$B(i) = \text{floor}(A(i))$: 0.19156 sec

$B(i) = \text{aint}(A(i))$: 0.23501 sec

$B(i) = \text{aint}(A(i) + 0.5)$: 0.23282 sec

$B(i) = \text{anint}(A(i))$: 0.07088 sec

この結果は anint 関数に特別の最適化が施されていることを示唆する。

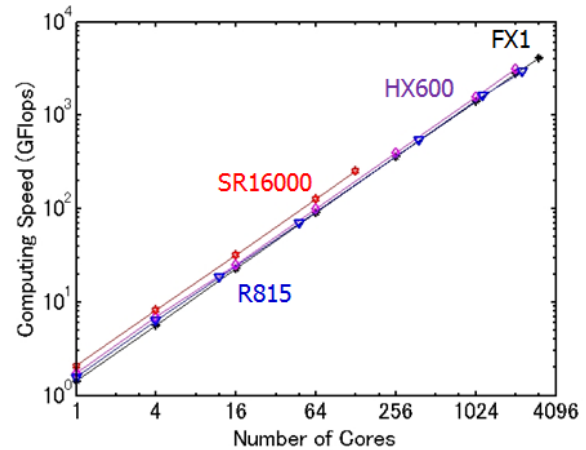


図 1：名古屋大学情報基盤センターの FX1 及び HX600 におけるブラソフコードの計算速度。計算速度の算出は FX1 のハードウェアカウンタの数値を基にしている。参考値として九州大学の SR16000 及び太陽地球環境研究所の R815 の値も示してある。

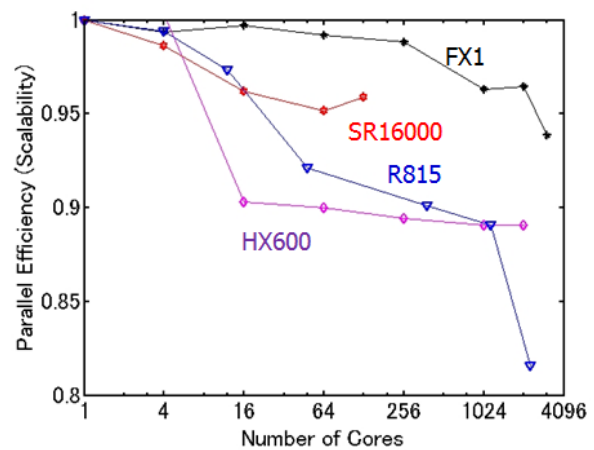


図 2：名古屋大学情報基盤センターの FX1 及び HX600 におけるブラソフコードの並列効率（単一コアの計算速度に対する複数コアの計算速度の比率）。参考値として九州大学の SR16000 及び太陽地球環境研究所の R815 の値も示してある。