

CRess-SDM の FX1 上での計算性能の解析

島 伸一郎 (兵庫県立大学シミュレーション学研究科 ← 海洋研究開発機構)

1. 研究の目的と意義

「超水滴法」(Super-Droplet Method, SDM) は、島と草野が中心となって独自に開発した新しい雲微物理計算アルゴリズムであり、世界的に注目されている。この超水滴法を島と長谷川は CRess という坪木の開発する雲解像モデルに実装し、CRess-SDM と名づけた。次世代スパコン「京」への導入を視野に入れ、この CRess-SDM を FX1 上において高い計算効率で動作させる事で、雲形成と降水現象をかつて無い精度で高速に再現し予測できる様にする事に本研究の意義がある。

2. 当拠点公募型共同研究として実施した意義

- (1) 共同研究を実施した大学名: 名古屋大学, 海洋研究開発機構
- (2) 共同研究分野: 気象学
- (3) 当公募型共同研究ならではの事項など: FX1 を利用できた事

3. 研究成果の詳細

本年度は CRess-SDM の FX1 上での計算性能に関するデータを収集した。典型的な気象条件で計算を行ったところ、4 ノードで 3.54GFLOPS という実行性能を得たが、これは 2.21%の実行効率を意味する。松尾(2010)によるとチューニングの目安は FLOPS 値では 5%程度ということなので、まだまだ改善の余地がある事が分かる。

さらに個別のルーチンの性能を解析した所、主に以下の 3 タイプに分類できる事が分かった:

- ① MFLOPS 値が低く、2 次キャッシュミス率が特に悪いルーチン
- ② 2 次キャッシュミス率は水準以上、MIPS 値も悪くないが、MFLOPS が低い
- ③ MIPS・MFLOPS ともにましたが、2 次キャッシュミス率が水準以下のルーチン

また、並列化については、MPI のみの flatMPI 方式に加え、OpenMP と自動並列を用いる方法がある。その中で自動並列は IMPACT という flatMPI の問題点を改善した並列機構が FX1 に導入されているが、現在のコードでは大部分が自動並列化されなかった。今後、自動並列を有効にするためには、最適化制御行(!OCL)を用いて、強制的に並列化させる必要がある。一方、flatMPI 方式と OpenMP を用いた並列方式では、flatMPI の方が速度面で有利であることが分かった。

4. 今後の展望

得られた情報を元に計算性能チューニングを進める。①・②については、ベクトル機での計算効率を上げるためにリストベクトルなどを行った部分であり、そのような特殊なベクトル化処理がスカラ機での性能を落としてしまうと考えられる。③については、キャッシュミスが原因と考えられるが、格子数の設定やコンパイルオプションによって改善を図る。

5. 参考文献

松尾祐一(2010), JAXA の FX1 システムの紹介とアプリケーションの性能チューニング事例, 第 1 回情報技術研究会