

地球シミュレータ向け高分解能非静力学モデルの開発

荒波 恒平（気象庁数値予報課）

1 はじめに

気象庁では、財団法人地球科学技術推進機構（AESTO）と共同で、「人・自然・地球共生プロジェクト」における研究の一つとして、数kmメッシュ雲解像度大気モデルにより、地球温暖化が集中豪雨・雪などに与える影響を調べることをしており、この研究に地球シミュレータ（以下、ES）を利用する。このため、平成15年度中の気象庁での現業化に向けて開発を進めている非静力学モデル（JMA-NHM）をベースに、ES向けのモデルの開発を行っている。平成14年8月よりESの利用を開始したので、現時点までの経過を報告する。

2 ESでの実行

これまでのJMA-NHMは、主に気象庁のスーパーコンピュータ（Hitachi, SR8000）で開発が行われてきた。表1にSR8000とESの主な違いを簡単にまとめて示す。

現代のJMA-NHMをそのままESでコンパイルして実行した。ESでのコンパイルについては、軽微な修正を除き、ほぼそのままコンパイルすることができた。最初のテストとして、コンパイルオプションによる最大レベルの最適化とベクトル化を行って実行したが、これまでのところ、インライン展開やESに向けて特化した並列化は行っていない。

	SR8000	ES
プロセッサ	スカラープロセッサ	ベクトルプロセッサ
ノード数	80ノード	640ノード
CPU数（1ノード当たり）	8個	8個
理論性能（1ノード当たり）	1.2 × 8GFLOPS	8 × 8GFLOPS
主記憶要領（1ノード当たり）	8GB	16GB

表1: ESとSR8000の違い

2002年8月24日06UTC初期値をもとに、SR8000、ES共に1ノードでモデルを実行した。予報領域は122 × 102、鉛直40層、格子間隔10km、予報時間は12時間である。ノード内の並列化に、SR8000では自動並列化機能を用いている。ESでもノード内の並列化に自動並列化機能を用いることができるが、今回は、8CPUで8MPIプロセスによる並列計算を行った。実行状況の比較を表2に示す。ベクトル化率がすでに約98%であることが注目すべき点である。

3 結果について

表2で、経過時間ではESでの実行時間がSR8000での実行時間の約1/10になっており、理論性能比とは違うものとなっている。これは、プロセッサの種類の違いの他に、現在のJMA-NHMのコードが、SR8000向けに十分な最適化がなされていないことも、原因の一つと考えられる。

ESで実行した結果を可視化したものを図1に、SR8000で実行した結果を可視化したものを図2に示す。可視化については、各々のネットワーク上にあるサーバーで行ったのではなく、データをPCに移してLinux上で可視化ソフトを用いて行った。実行結果に、実質的に差がないことが確認できた。

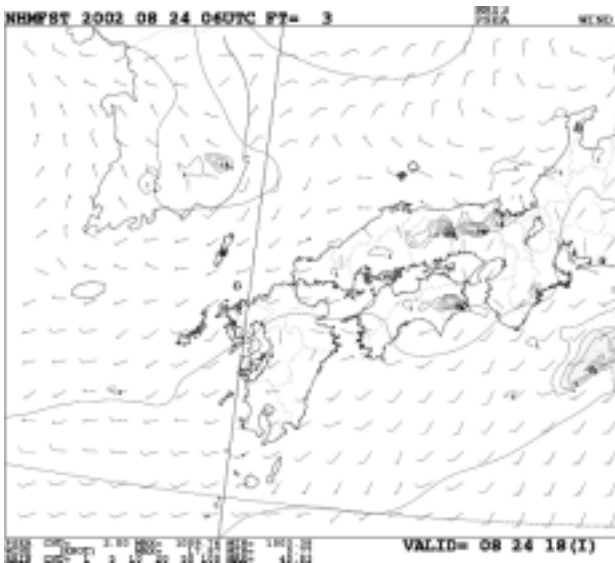


図 1: ES でモデルを実行し、Linux で描画したもの。予報領域等は表 2 のキャプションのとおり。

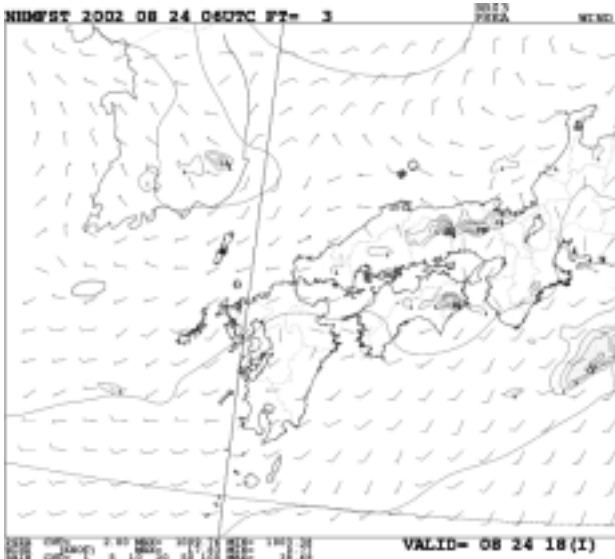


図 2: SR8000 でモデルを実行し、Linux で描画したもの。予報領域等は表 2 のキャプションのとおり。

表 2: ES と SR8000 でのモデル実行状況の比較。格子数: 122 × 102、鉛直層数: 40、格子間隔: 10km、予報時間: 12 時間。

	SR8000	ES
ノード数	1	1
出力データ	20MB	130MB
理論性能	9.6GFLOPS	64GFLOPS
経過時間	3370 秒	340 秒
ベクトル化率	-	約98 %

4 今後の課題

ES については現在、利用を開始したばかりであり、今後の課題は多い。ES では 10 ノード以上での大規模ジョブを実行する場合、ベクトル化率 95 %、並列化率 50 % の要件を満たした上での申請が必要である。当面は、次の項目について開発、整備していく予定である。

1. ノード内の自動並列化、ノード間の MPI による並列計算（主に実行スクリプト部分）
2. 様々な最適化オプションによる計算結果の比較
3. ベクトル化率、並列化率を向上させるためのチューニング（ソースプログラムの書き換え）
4. ES 向けのデータ入出力
5. 可視化、データ解析ツールの整備