

2D-1 大気大循環モデル NJR-AGCM の 並列計算性能評価

浅野俊幸 堀口進
北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1 はじめに

近年、計算機の高速化にともなって先端科学技術分野でのコンピュータ・シミュレーションの果たす役割が大きくなっている。特に地球温暖化やエルニーニョ等の地球規模の現象のメカニズムを解明する気候変動シミュレーションが注目されている。科学技術庁と関係機関においては、地球規模の複雑な諸現象をシミュレートするために超高速並列計算機システム「地球シミュレータ(GS)」の開発と、その上で利用する気候変動シミュレーションモデルの開発を行っている[1]。GSは数百の計算ノード、メモリ4TByte以上、ピーク処理速度40TFLOPSの大規模並列計算機である[2]。大規模並列計算機上での性能を高めるために通信負荷の軽減や均等な計算負荷分散について研究の重要性が増している。

本稿では、並列計算機上で実行可能な並列大気大循環モデル(NJR-SAGCM)を並列計算機(IBM RS/6000 SP)にインプリメントし、基本的な並列化性能の評価について述べる。

2 大気大循環モデル(NJR-SAGCM)

大気大循環モデルは、地球上の大気の流れを計算機上で再現するものである。モデルは、様々な物理法則は基礎方程式(運動方程式、状態方程式 etc)とモデルで直接表現できないサブグリッドスケールに分かれている。各々は、力学過程と物理過程と呼んでいる。力学過程は大気温度や気圧などの大気の状態を計算し、物理過程は放射・積雲対流・地表面過程などを計算している。

NJR-SAGCM[3]のスペクトル法による力学過程と物理過程は、東京大学の気候システム研究センターと国立環境研究所と共同で開発した大気大循環モデルCCSR/NIES AGCMを、格子点法による力学過程については気象研究所で開発された大気大循環モデルMPI GCMをベースに用いられている。

並列化手法としてここでは領域分割法を採用し

ている。具体的には全球を緯度線で分割し、各領域をそれぞれノードに割り当て、必要時にノード間でデータの交換ない並列計算を実行する。

3 評価環境

シミュレーション :NJR-SAGCM
モデル :Ver1.01.02
並列計算機 :IBM SR/6000 SP
(256[A]+36[B] CPU)
プロセッサ[A] :PPC604e 332MHz
実装ノード[A] :4CPU,512MB x 64 node
プロセッサ[B] :Power3 222MHz
実装ノード[B] :8CPU,8GB x 4 node

NJR用の入力初期データは、地球表面には陸地がなく全て海であるとする全球海面とし、その上にある大気は全球平均気温で風や雲もない気候的に安定で平均的な物理量の分布をしているものである。従って、実際の大気で起こっている熱帯のスコールのような激しい雨を降らせるような現象や、季節変化の再現性は十分とは言えないものである。

4 並列処理と逐次処理の比較と評価

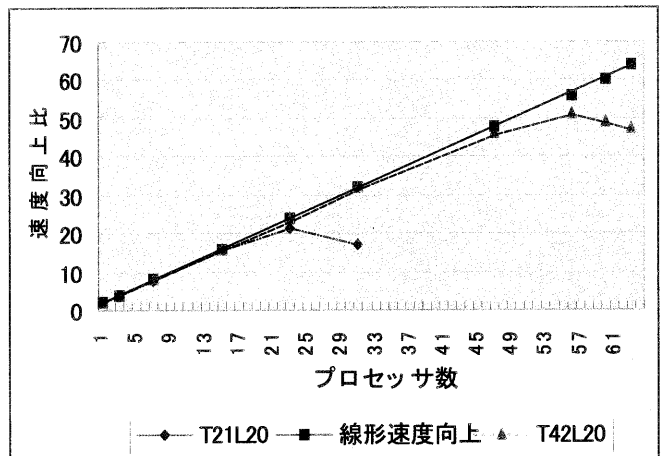


図1: マルチプロセッサにおける速度向上比

並列化された大気大循環モデルを実際に並列計算機 IBM SR/6000 SP 上で動作させた結果を以下に

示す。図1は、分解能 T21L20 と T42L20 のそれぞれに対して等温静止大気を初期値とする気候値を与えて1日の積分を行った。逐次処理した場合の実行時間と並列処理した場合の実行時間とを比べて速度向上比を求めた。T21L20 と T42L20 の実行可能プロセッサ数はそれぞれ 32PE と 64PE である。図1より、プロセッサ数が実行可能プロセッサ数の約 75% を過ぎたところから速度向上曲線は緩やかになって最後には速度向上比が減少傾向を示すことがわかる。また、図2と図3は、それぞれの解像度の一日積分の総実行時間を示す。

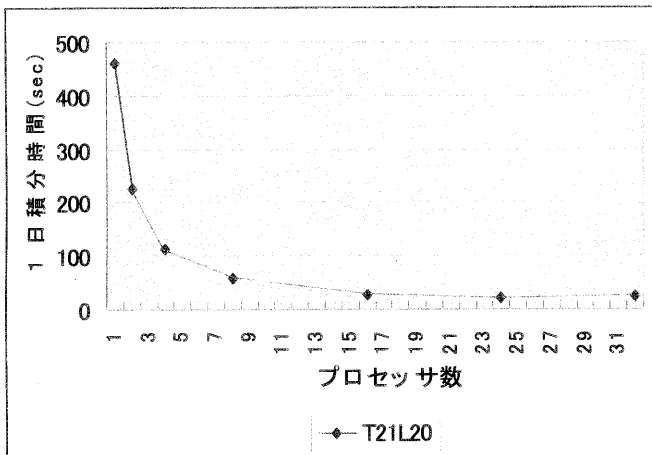


図 2: T21L20 一日積分時間

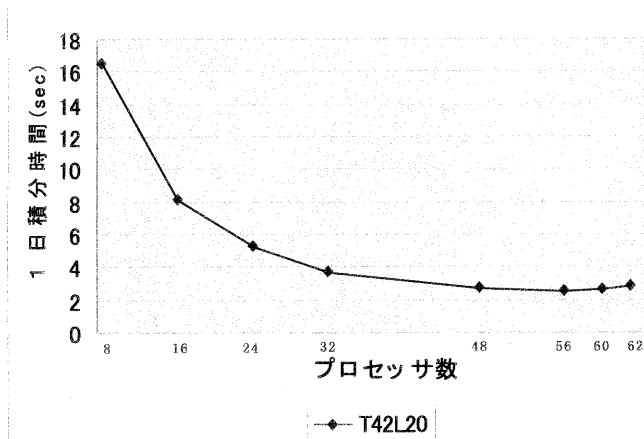


図 3: T42L20 一日積分時間

図4は、分解能 T21L20 で並列実行時のノード間データ転送比を表したものである。グラフからは、各 PE に割り振る領域が均等割りか不均等割の違いはあるが、ほぼ線形にデータ転送量の増加がうかがわれる。

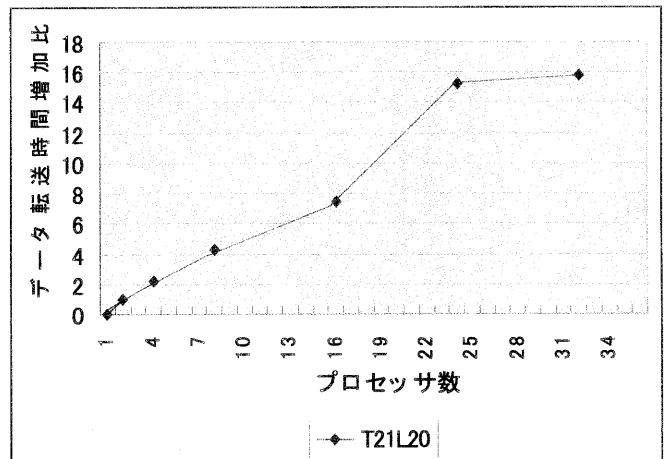


図 4: FFT での処理時間

5 おわりに

本稿では、並列気候モデル (NJR-SAGCM) を並列計算機上で実行し、並列処理性能について議論した。今後の課題としては、さらに高分解能なモデルを用いて並列計算性能を評価し、実行時間に占めるデータ転送時間処理性能について議論する必要がある。

謝辞

本研究に当たり、NJR-SAGCM を提供して下さいました (財) 高度情報科学技術研究機構に感謝致します。

参考文献

- [1] 科学技術庁計算科学技術推進会議, “「地球シミュレータ」計画の推進について”, 1996
- [2] 横川三津夫, 新宮哲, 荻原孝, 磯辺洋子, 高橋正樹, 河合伸一, 谷啓二, 三好甫, “地球シミュレータ用性能評価システムの開発”, 情報処理学会研究報告, 99-HPC-75, pp.55-60
- [3] 井上孝洋, 後藤伸寿, 田中幸夫, 山岸米二郎, “並列化気候モデルの特性評価 (第1報)”, 日本気象学会 1998 年秋季大会論文集, pp.272, 1998