

高速演算サーバSX-8を利用したエアロゾル予報サイトのデータ作成システム

松島, 啓二
九州大学応用力学研究所技術室

<https://doi.org/10.15017/1960065>

出版情報：九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 10, pp.81-85, 2009-03. Research
Institute for Applied Mechanics, Kyushu University
バージョン：
権利関係：



高速演算サーバ SX-8 を利用した エアロゾル予報サイトのデータ作成システム

九州大学応用力学研究所技術室 松島啓二

1. はじめに

SPRINTARS (Spectral Radiation-Transport Model for Aerosol Species) は、大気浮遊粒子状物質 (エアロゾル) による気候システムへの影響及び大気汚染の状況を地球規模でシミュレートするために開発された数値モデルである。エアロゾルは大気の霞みの原因となる物質であり、呼吸器系などに影響を及ぼすと言われている。

SPRINTARS によるシミュレーションに基づいたエアロゾル予報が、SPRINTARS 予報サイト (<http://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/>) にて公開されている。SPRINTARS 予報サイトに表示されるデータは、米国海洋大気局 (NOAA) の Global Forecast System (GFS) から無償提供されている風速・気温の予報データと SPRINTARS を用いてシミュレートを行い、その結果をウェブ用データに変換したものである。SPRINTARS 予報サイトのデータを作成する一連の処理システムは、本研究大気変動力学分野・竹村俊彦准教授によって構築された。

これまで、このシステムは研究室に設置の演算サーバによって行われていたが、高速化のため応用力学研究所計算機室設置の高速演算サーバ SX-8、およびそのゲートウェイサーバにて実行するシステムが構築されることとなったので、その詳細を報告する。

2. 高速演算サーバ SX-8 について

応用力学研究所計算機室設置の高速演算サーバ SX-8 は、NEC 社製の汎用コンピュータであり、演算速度：16GFLOPS×6CPU、主記憶：64GB の性能を持つ。図 1 は SX-8 の写真を示す。

表 1 は、応用力学研究所計算機室における SX-8 の運用形態である。バッチキューとして SS、S、P、X があり、計算ジョブはこのいずれかに送られ、そのキューに設定されたリソースでもって計算が実行される。X キューは、後述するが、SPRINTARS のシミュレーションジョブのために設定されたキューであり、他のキューに優先してリソースを使用できる。

SX-8 によってプログラムを実行するには、バッチジョブシステム NQS (Network Queuing System) を利用する。ユーザは SX-8 上で直接にプログラムを実行することはできず、ゲートウェイサーバから、SX-8 でのプログラム実行を依頼することになる。依頼されたプログラムをバッチジョブと呼び、バッチジョブを制御するソフトウェアが NQS である。表 2 は、NQS に用意されたコマンドの一部である。図 2 は SX-8 によるプログラム実行の流れを示す。ユーザはまず、端末よりプログラムのコンパイルや実行に必要なデータをゲートウェイサーバにマウントされたディレクトリ

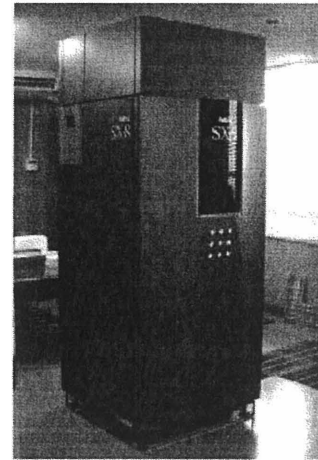


図 1 NEC 社製 SX-8

表 1 SX-8 の運用形態

バッチキュー名	SS	S	P	X
CPU	2	2	4	4
メモリー	4GB	8GB	48GB	48GB
CPU 時間	1 時間	8 時間	12 時間	2 時間
同時実行数	2	2	1	1

リ（同図では/home や/work）内にコピーする。次に、ゲートウェイサーバにおいてプログラムをクロスコンパイルする。また、このプログラムを実行するシェルスクリプト（実行命令が記述されている。パラメータや入出力についての情報等を記述することもできる）を作成する。そして、同サーバにて qsub コマンドを実行することで、

実行シェルスクリプトはジョブとして SX-8 のキューに投入され、そこに記述された実行命令が SX-8 において実行される。既に実行中のジョブがある場合、新規に投入されたジョブは、そのキューにおける同時実行数が表 1 の規定未満になるまで待機することとなる。

図 3 は、qsub コマンドの例である。qsub コマンドでは、オプション“-q”の後にジョブを投入するキュー名を記述する。同図の場合は、P キューにジョブを投入する。“test.sh”は実行シェルスクリプト名である。

表 2 NQS のコマンド例

コマンド	処理内容
qsub	バッチジョブの投入
qdel	バッチジョブのキャンセル
qstat	バッチジョブの情報を表示
qwait	バッチジョブ終了の待ち合わせ

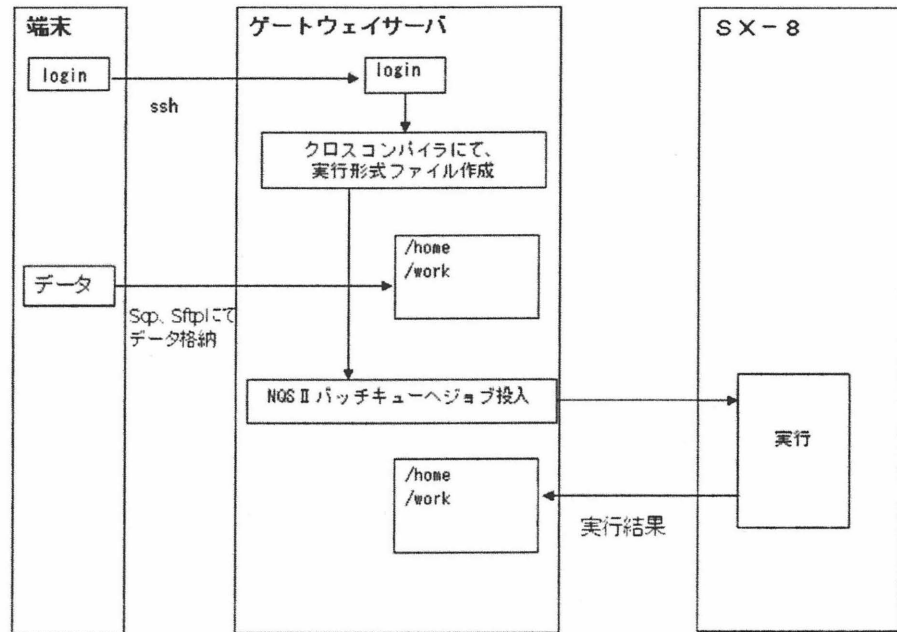


図 2 SX-8 によるプログラム実行の流れ

```
$ qsub -q P test.sh
```

図 3 qsub コマンドの例

3. 数値モデル SPRINTARS およびシミュレーション実行シェルスクリプトについて

SPRINTARS は、東京大学気候システム研究センター・国立環境研究所・地球環境フロンティア研究センターが開発している大気大循環モデル (CCSR/NIES/FRCGC AGCM) をベースとしており、対流圏に存在する自然起源・人為起源の主要エアロゾル（黒色炭素・有機炭素・硫酸塩・土壌粒子・海塩粒子）を取り扱う数値モデルである。SPRINTARS では、エアロゾルの輸送過程（発生・移流・拡散・湿性沈着・乾性沈着・重力落下）が計算される。また、エアロゾル直接効果（エアロゾルによる太

大気エアロゾル（微粒子）週間予報

2009年1月16日 発表
今日・明日の天気予報はこちら

各地域の上側は大気汚染粒子の指標、下側は黄砂の指標

		1月16日	1月17日	1月18日	1月19日	1月20日	1月21日	1月22日
北海道	汚染	少ない	少ない	やや多い	少ない	少ない	少ない	少ない
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
東北部	汚染	少ない	少ない	やや多い	やや多い	少ない	少ない	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
東南部	汚染	少ない	少ない	多い	やや多い	少ない	やや多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない
各都府	汚染	少ない	やや多い	多い	多い	少ない	やや多い	やや多い
	黄砂	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない	少ない

図 4 大気エアロゾル（微粒子）週間予報

陽・赤外放射の散乱・吸収) およ
びエアロゾル間接効果 (エアロ
ゾルの雲に対する凝結核・氷晶核の
機能) も計算に含まれる。SPRINT
ARS は、気候変動に関する政府間
パネル (IPCC) 第 4 次評価報告書
(AR4) のエアロゾルによる気候
への影響評価において、アジアか
ら唯一採用された国際的に認めら
れたエアロゾルモデルである。

SPRINTARS 予報サイトで用いら
れているデータについて説明する。
図 4 は、SPRINTARS 予報サイトの中
の大気エアロゾル (微粒子) 週間
予報である。大気エアロゾル (微
粒子) 週間予報では、日本各地に
おける 1 週間の汚染 (大気汚染粒
子: すす (黒色炭素)・有機炭素・
硫酸塩エアロゾルの合計) および
黄砂 (土壌粒子) の量を予報して

いる。同図における予報表の HTML データが SPRINTARS によるシミュレーションに基づいて作成
されている。また、アジア・全球の各時刻におけるエアロゾルの分布図 (PNG 形式の画像デー
タ) も作成されている。図 5 は SPRINTARS 予報サイトのエアロゾル予報動画の 1 つであるが、
こうした動画は先述の分布図を時刻順に連続表示させ動画として表示しているものである。

シミュレーション
プログラムを実行し、
上記のような HTML デ
ータおよび画像デー
タを作成するための
シェルスクリプトは、
SPforecast_RIAM.sh、
JSTdate_RIAM.sh、fo
recastj_list_RIAM.s
h の 3 つである。シミ
ュレーションプログ
ラムのクロスコンパ
イルは最初の 1 回の
み行われ、以降毎日
の予報データはこの
SPforecast_RIAM.sh
を crontab にて定期
実行することとなる。
それぞれのシェルス
クリプトの処理内容
は以下 (1) ~ (3)

大気汚染粒子予報 (動画)

2009年01月22日21時

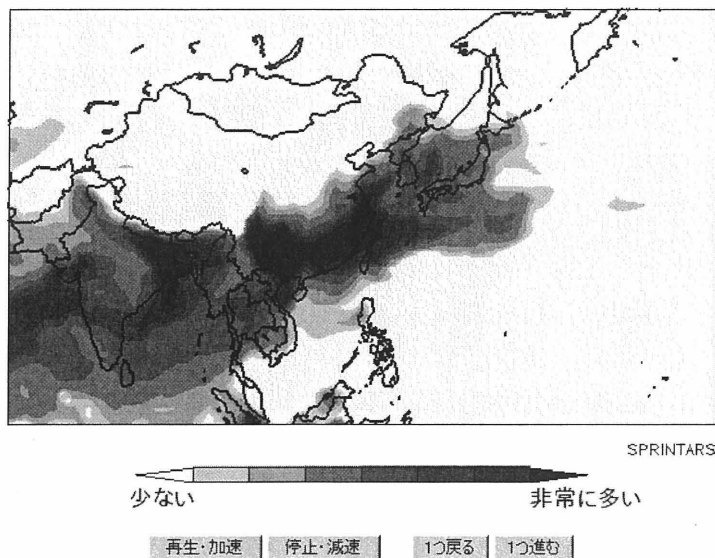


図 5 アジアにおける大気汚染粒子予報 (動画)

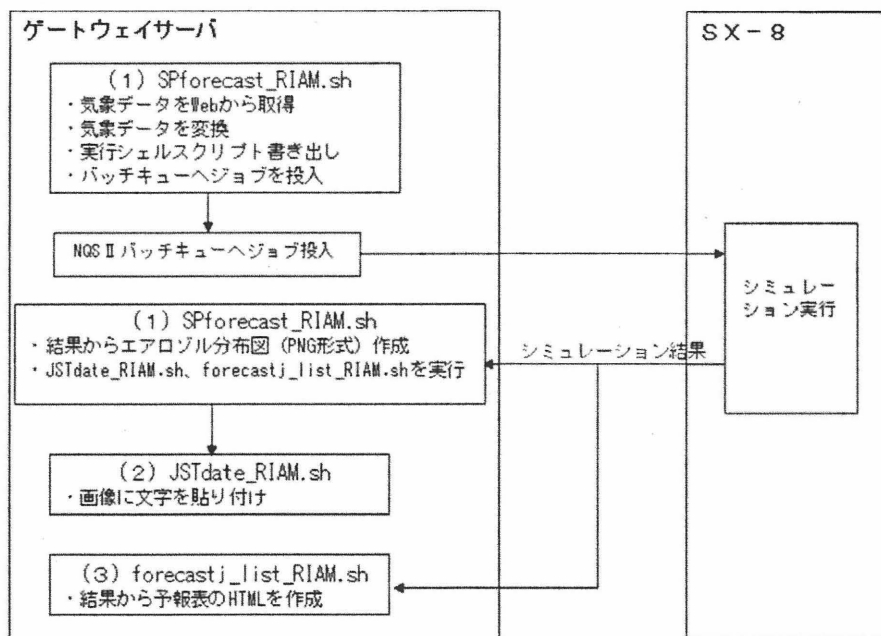


図 6 SPRINTARS 予報サイト用データを作成するシェルスクリプトの処理内容

の通りである。図 6 は (1) ~ (3) の処理を図示したものである。なお、シミュレーションプログラムの実行以外の処理は全てゲートウェイサーバにて行われる。

(1) SPforecast_RIAM.sh

SPforecast_RIAM.sh は、まず wget によってシミュレーションに用いる風速と気温の予報データ (grib2 形式) をウェブ上からダウンロードし、そのデータをシミュレーションプログラムが利用可能な形式 (gtool 形式) に変換する。変換プログラムとして wglib、wgtool を用いる。次に、その日の日付等に基づいて実行シェルスクリプトを書き出す。その後、先述した qsub コマンドによってジョブを SX-8 に投入する。

SX-8 においてシミュレーションプログラムの実行が完了し、シミュレーション結果が出力されると、SPforecast_RIAM.sh は GrADS (the Grid Analysis and Display System の略で、格子状に配列された 4 次元データを 2 次元描画するツールである) によってシミュレーション結果のデータからエアロゾル分布図 (PNG 形式の画像) を作成する。最後に JSTdate_RIAM.sh、forecastj_list_RIAM.sh を実行する。

(2) JSTdate_RIAM.sh

JSTdate_RIAM.sh は、SPforecast_RIAM.sh によって出力された画像に日付・時刻および「少ない」・「非常に多い」といった文字 (図 5 を参照) を貼り付ける。

(3) forecastj_list_RIAM.sh

シミュレーション結果に基づいて、forecastj_list_RIAM.sh は図 4 のような予報表の HTML を作成する。

4. SX-8 での実行

SX-8 において SPRINTARS 予報サイトのデータ作成を行うにあたり、次の 2 つの条件が要求された。

(1) 毎日定時に優先実行

SPRINTARS 予報サイトは毎日定時に更新されるので、データ作成はその更新に間に合うように行われなければならない。そのためには、毎日定時にシミュレーションジョブが実行されなければならない。また、そのとき他のジョブが実行中であったら、これを停止して計算リソースをシミュレーションジョブに優先的に費やす必要がある。

(2) ジョブの終了検知

前節で述べたように、シミュレーションプログラムの実行後にもいくつかの処理が行わなければならない。シミュレーション結果が出力されてすぐにこれらの後処理が実行できるように、SX-8 におけるジョブの終了を検知する必要がある。

上記 (1) の要求を満たすため、SPRINTARS のシミュレーションジョブ専用のキューとして X キューを設定した。X キューのプライマリを他のキューより高くすることで、X キューのジョブは他のキューのジョブに優先して実行される。X キューにジョブが投入された時に他のキューでジョブが実行されていた場合、他のキューのジョブはチェックポイントを作成して中断し、CPU やメモリを X キューのジョブに明渡す。X キューのジョブが終了した後、他のキューのジョブは中断したポイントから処理を再開する。さらに、crontab によってシェルスクリプトの実行スケジュール管理を設定することで、SPRINTARS のシミュレーションジョブを毎日定時に優

先実行させることが可能となった。

上記(2)の要求を満たすため、NQS のコマンドである `qwait` を利用した。`qwait` は、バッチジョブ終了の待ち合わせを行うコマンドである。`qwait` コマンドが起動されると、プロセスはバッチジョブが終了するまでスリープし、バッチジョブが終了するとメッセージを表示して終了する。このメッセージを受けて後処理を実行するようにシェルスクリプトを記述すればよい。図7は、`qwait` の使用例である。

```
set reqid = `qsub -Z -q X test.sh`    # ジョブ test.sh を X キューで実行し、
                                     # そのバッチジョブ ID を reqid に格納。
set exstat = `qwait $reqid`          # test.sh の終了を待ち、
                                     # 終了ステータスを exstat に格納。
if ( $exstat == 'exited 0' ) then    # test.sh が終了したら後処理を実行。
[後処理]
```

図7 `qwait` の使用例

5. おわりに

今回、気象モデル計算プログラム SPRINTARS によってエアロゾルによる大気汚染状況をシミュレートし、その結果に基づいたエアロゾル予報の Web データを作成するという一連の処理を、高速演算サーバ SX-8 を利用して行うシステムを構築した。SX-8 を利用することで、シミュレーションプログラムの実行時間は、研究室設置の計算機にて実行していた場合に比べ、約4時間半から約30分にまで短縮された。

本システムのように、必要なデータを取得し、NQS によってジョブ管理を行いながら演算サーバにてプログラムを実行し、結果を用途に応じて加工するという一連の処理は、SPRINTARS に限らず多くの数値モデル計算を実行するための手法となりうる。本システムは、研究成果を社会に発信し、貢献する手段として期待される。

なお、SX-8 は本年度にて運用を終了し、平成21年度より同じく NEC 社製の上位機種 SX-9F へのリプレイスが決定している。本システムも、SX-9F へ移行され引き続き運用される予定である。

謝辞

本レポートで扱われている SPRINTARS 予報サイトおよびそのデータ作成システムは、大気変動力学分野の竹村俊彦准教授が作成された。また、数値モデル SPRINTARS も竹村准教授らによって開発されている。竹村准教授には SPRINTARS 予報サイトおよびそのデータ作成システムについてご教示いただき、また原稿のチェックをしていただいた。記して謝意を表す。

参考文献

SPRINTARS, <http://sprintars.riam.kyushu-u.ac.jp/>