

第2部 最新の数値予報システム

第1章 概要

1.1 はじめに¹

スーパーコンピュータシステムの更新が2012年6月5日に実施され、847TFlops（1秒間に847兆回の浮動小数点の計算が可能）の演算性能を持つスーパーコンピュータ（西尾 2011）を中核とするシステムが稼働を開始した。

今回の更新にあたっては、従来の数値予報システムのプログラムをほぼそのまま移植し、数値予報モデルの構成・仕様も当面は従来のまま運用を開始している。このスーパーコンピュータの能力を最大限に活かして、今後モデルの改善等を予定しており（室井 2011a; 室井 2011b）、今年度は8月30日に、水平分解能2kmの局地モデルの本運用を開始した。

ここでは、昨年度（平成23年度）の数値予報研修テキスト執筆後に行われた数値予報システムの変更と、新しいスーパーコンピュータシステム上で今後予定している改善の中で、昨年度の研修テキスト以降に追加・変更となった事項を中心に解説を行う。

1.2 数値予報システムの変更

昨年度の数値予報研修テキスト執筆後の2011年11月から2012年10月末までに行われた数値予報システムの変更を、表1.2.1にまとめた。2011年10月25日に実施した全球解析の水平高解像度化については、昨年度は詳細な報告ができなかったため、再掲している。

1.2.1 局地数値予報システムの本運用と解析・予報モデルの改善

羽田空港周辺の飛行場予報を支援するため、水平分解能2kmの局地モデルの試験運用を2010年11月

より実施してきており、2012年8月30日に本運用を開始した。またこれに先立って、試験運用中の2012年8月22日に局地解析・局地モデルの改良を実施して、地上気温や不安定性降水の予測精度向上を図った。

局地モデルの試験運用中におけるこれまでの精度調査や今回の局地数値予報システムの改善、本運用後に予定している改善については、第2.1節を参照していただきたい。

1.2.2 全球数値予報システムの改善

全球モデルの初期値を作成する全球解析において高解像度化を実施し、これまでより小さいスケールの現象の情報を初期値に反映すべく改良を行った。これにあわせて、観測誤差の調整も実施している。これらについては第2.2節で述べる。

1.2.3 観測データ利用の拡充

数値予報システムの実行スケジュールの一部見直しを行い、全球サイクル解析の観測データ入電打ち切り時間を11時間35分(00,12UTC)、5時間50分(06,18UTC)としていたのを、2012年8月30日からそれぞれ15分、2時間遅らせ、11時間50分(00,12UTC)、7時間50分(06,18UTC)としている。これにより、06,18UTCでは衛星観測データの数がやや増加するなど、データ同化において観測データの利用を拡充することにより、初期値の精度向上を図った。なお、実行スケジュールの見直しを行なっているものの、プロダクトの配信時刻には変更はない。

また、国内に追加設置された観測についても早期に解析に利用すべく、調査・準備を順次進めており、

表 1.2.1 数値予報システムに関わる変更

変更日	概要	変更理由・参考文献
2011年10月25日	全球解析の水平高解像度化	本研修テキスト第2.2節
2012年4月12日	シンガポール・韓国のRARSデータ利用開始	入電開始
2012年6月5日	スーパーコンピュータシステム更新	平成23年度数値予報研修テキスト第3章
2012年8月22日	局地解析、局地モデルの改良	本研修テキスト第2.1節
2012年8月30日	局地数値予報システムの本運用開始	本研修テキスト第2.1節
2012年8月30日	全球サイクル解析の観測データ入電打ち切り時間変更	数値予報システムの実行スケジュールの一部見直し
2012年9月4日	若松のウィンドプロファイラ利用開始	
2012年9月12日	情報通信研究機構・東京（小金井）ウィンドプロファイラ利用開始	
2012年9月27日	メソ解析の台風ボーガスの変更	メソ解析の安定性向上
2012年10月1日	秋田レーダーのドップラー速度データ利用開始	

¹ 第1章 室井 ちあし

このうち若松のウィンドプロファイラを9月4日より、秋田レーダーのドップラー速度データを10月1日より、それぞれ利用開始した。

1.2.4 その他

メソ解析で利用している台風ボーガスデータについて、台風ボーガスの中心気圧と、解析で利用する第一推定値（前の初期時刻の予報値）の海面更正気圧との差が非常に大きい場合に、解析処理を正常に行うことができないことが判明したため、安定に動作するよう、この台風ボーガスと第一推定値との差に上限(10hPa)を設ける改良を、9月27日に行った。

1.3 今後の改善計画

昨年度の研修テキストでも解説を行ったことをあらためて第1.3.1項に概要として述べ、これらに加えてさらに追加検討を行なっていることを第1.3.2項以降に述べる。主な改善計画について中長期計画として線表にまとめたものを図1.3.1に示す。

1.3.1 概要

スーパーコンピュータシステム更新後（以下、更新後などと呼ぶ）に実施を予定している改善につい

て、昨年度の研修テキストで述べた概要（その後の詳細な検討を含む）はおおよそ以下のとおりである。

(1) メソモデルについては更新1年後を目処に予報領域を拡張するとともに、1日8回36時間予報を実施する。またその後、鉛直層数の増強と物理過程の改良を目指す。

(2) 局地モデルについては2013年5月末までに予報領域を日本域に拡張し、実行頻度を毎時（1日24回）とする。

(3) 全球モデルについては、更新1年後を目処に、鉛直層数の増強と物理過程の改良を目指す。

(4) 週間アンサンブル予報については、更新2年後を目処に1日2回化、水平高解像度化、メンバー数の変更、一部メンバーの予報時間の2週目への延長を実施し、また予報モデルの鉛直層数増強等の改善を実施する。さらにスーパーコンピュータシステム運用期間中に台風アンサンブル予報との統合を目指す。

(5) 新規地球観測衛星データなど観測データの新規利用や利用法改善に取り組み、初期値の精度を高めて予報精度の向上を図る。

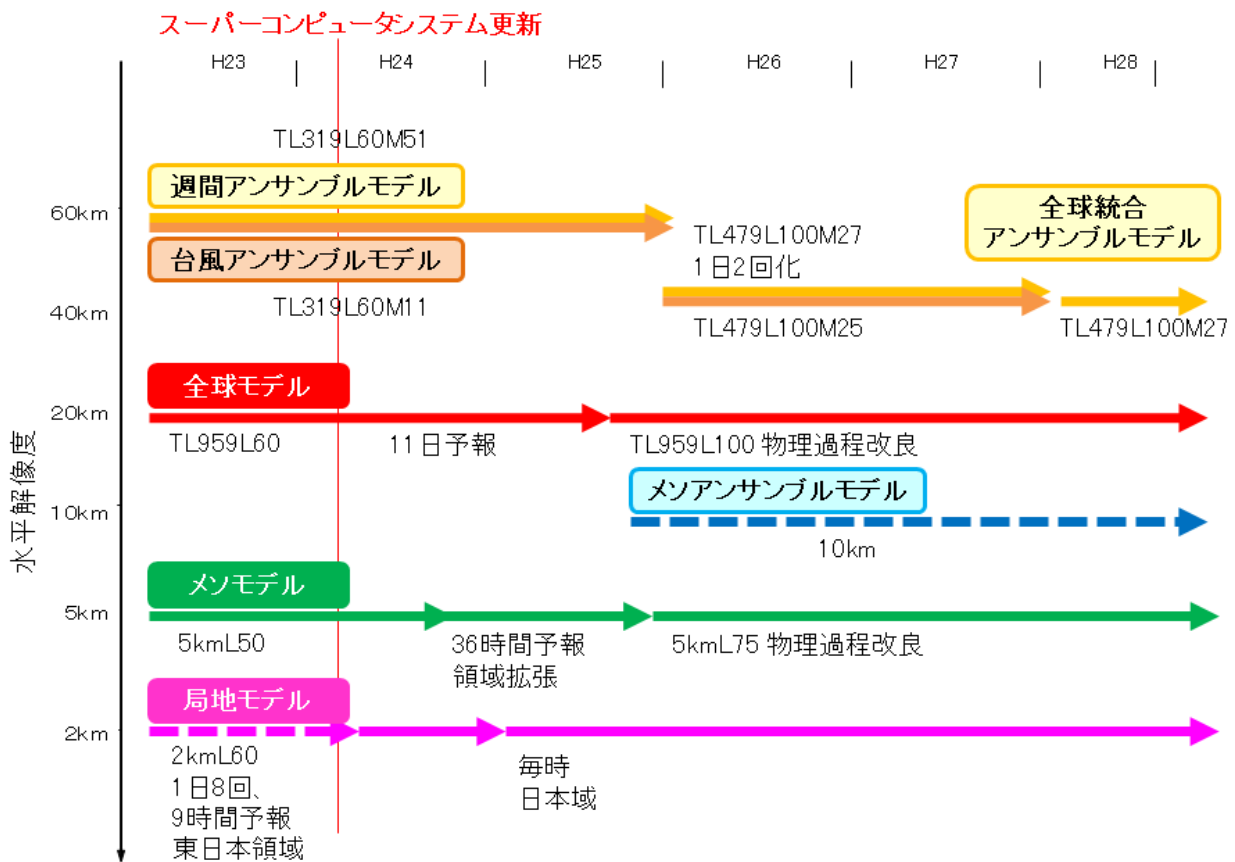


図 1.3.1 数値予報モデルの主な改善計画（点線は試験運用）。TLは全球モデルの水平解像度（切断波数）、Lは鉛直層数、Mはメンバー数を示す。

1.3.2 メソモデルの39時間予報への延長の検討

メソモデルについては前述のとおり、1日8回36時間予報を実施することとしているが、39時間予報化ができないか、調査・検討している。

1.3.3 全球モデルと週間アンサンブル予報の11日予報への延長

民間気象事業者の予報業務支援のため数値予報資料の拡充を検討している。これまで9日先までの予報を実施してきた全球モデル（12UTC初期時刻）と週間アンサンブル予報について、予報時間をいずれも11日に延長することを計画している。具体的な実施日やプロダクトについては現在調整中である。

1.3.4 メソアンサンブル予報システムの試験運用の仕様

本スーパーコンピュータシステムでは、半日から1日程度先までの天気予報の予測可能性を定量的に示すために、メソアンサンブル予報システムの試験運用を計画しており、その仕様について具体的に検討を行なっている。

現在のところ、水平分解能10kmで非静力学モデルを1日4回、39時間予報を実施する計画である。初期摂動作成手法についてこれまで複数の手法を検討してきたが、週間アンサンブル予報・台風アンサンブル予報システムと同じ、SV法を採用する予定である。

メンバー数など詳細やその予報精度、予測可能性については今後検討・調査を進め、別の機会に報告をさせていただきたいと考えている。

1.4 モデル改良手順・手続きの見直し

数値予報システムの改善の際には、事前に必要な評価検証を実施しているが、今回のスーパーコンピュータシステムの更新を契機に、事前の評価検証を一層強化していることを報告しておきたい。

数値予報モデルは物理法則の方程式に従ってプログラムが作成され、これを組み合わせて大規模な数値予報システムが構築されている（第1部第1章参照）。原理的には正しい改良を施しても、例えば他の物理過程との組み合わせなど、予測精度を左右する様々な要因があり、必ずしも実際に予報精度が向上するとは限らない。また観測データも基本的には数値予報にとっては貴重なもので、その拡充は歓迎すべきことではあるが、利用すれば確実に精度が向上するというわけではなく、事前に品質調査や予報へのインパクト精査が欠かせない。従って、モデルの改良や観測データの利用を開始あるいは改善を実施する際には、事前に評価検証を十分に行っている。

今回スーパーコンピュータの能力が向上したことを契機にモデル改良手順や手続きの見直しを行い、この事前の評価検証を拡充し、例えば全球数値予報システムにおいては原則夏期間と冬期間、従来はそれぞれ1か月程度の評価であったものを3か月間に延長した。また現業化の判断にあたり、現業システムよりも低解像度の数値予報システムによる評価を併用していたものを、基本的に現業数値予報システムと同じ仕様で評価するように改めた。また事前のプログラム改良やこれらの評価検証、現業化に至るまでの手順を見直して、最新のオンラインのプロジェクト管理ツールやデータベースを活用し、モデル開発の効率化・迅速化を目指している。

今後本研修テキスト等で紹介される、数値予報モデルなどの改良に関わる様々な解説においても、このような方針が反映され、評価検証の報告を充実させていきたいと考えている。

1.5 おわりに

ここでは最近1年間に実施した数値予報システムの改善と、今後の計画のうち昨年度報告できなかった事項を中心に解説を行った。この1年間はスーパーコンピュータシステムの更新作業に重点を置いたため、大きな数値予報システムの改善は実施できなかったが、スーパーコンピュータの能力が大幅に向上したことにより、局地モデルの本運用、来年度の高頻度化と日本域への予報領域拡大への準備など、今後本格的に改良を実施していきたいと考えている。

参考文献

- 西尾利一, 2011: 計算機（スーパーコンピュータシステム）. 平成23年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 69-70.
- 室井ちあし, 2011a: 概要. 平成23年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 56-60.
- 室井ちあし, 2011b: 数値解析予報システム. 平成23年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 61-65.