

## 気象庁の新しい数値予報システムについて\*

巽 保 夫\*\*

### 1. はじめに

1996年3月1日、気象庁の数値解析予報システム(NAPS)は全面的に新しいシステムに移行した。今回の更新はスーパーコンピュータのリプレースを伴う8年振りの大がかりなものである。今回の数値解析予報システムの更新の気象業務上の主な目的は、

- ・気象審議会第18号答申「社会の高度化に適合する気象サービスのあり方について」を受けて今年3月から実施された時系列予報や分布予報に対する技術支援、
- ・台風進路予報の精度向上と予報期間の延長への支援、
- ・中期予報精度の向上による週間天気予報改善への支援、
- ・力学的1か月予報の実施による長期予報改善への支援、

にある。

気象庁の新しい数値解析予報システムについては、本誌解説欄で数回に分けて詳しく説明される予定であり、ここでは概要のみを紹介する。

### 2. 数値解析予報システムの主な変更点

新しい数値予報システムの解析モデルと予報モデルの概要を第1表と第2表に示す。主な変更事項と改善事項は次の通りである。

#### 2.1 予報モデルの力学過程の精密化

10倍強に強化されたスーパーコンピュータの処理能力を活用して、全球モデル、領域モデル、台風モデルとも高解像度が図られ力学過程が精密化された。全球

モデルは水平格子間隔が旧モデルの2分の1の55 km (T213の波数切断)で鉛直21層から30層に、領域モデルは旧日本域モデルの30 km メッシュ23層から20 km メッシュ36層に、台風モデルは50 km メッシュ8層から40 km メッシュ15層にそれぞれ強化された。客観解析モデルも予報モデルに合わせて高解像化された。

#### 2.2 客観解析モデルの改善

旧システムでは客観解析は指定気圧面(等圧面)で行われていたが、新システムでは予報モデルの座標( $\sigma$ -Pハイブリッド座標)面で行う方式に変更された。気象庁の数値予報モデルは鉛直方向に $\sigma$ -Pハイブリッド座標を採用しており、モデルの最下層面では地形に沿う $\sigma$ 座標、100 hPaより上空では等圧面座標、両者の中間層では $\sigma$ 座標から等圧面座標に徐々に遷移するハイブリッド座標の構造をしている。旧システムでは客観解析を等圧面で行っていたため、解析予報サイクル((客観解析)→(初期値化)→(予測)→(第一推定値)→(客観解析)→...)ではモデル面と指定気圧面の相互の鉛直内挿が繰り返されていたが、新システムでは、この鉛直内挿が不要になり、空間内挿による誤差の発生が必要最小限に抑えられた。

#### 2.3 予報モデルの湿潤対流過程の精密化

全球モデル、領域モデル、台風モデルの各物理過程が精緻化された。なかでも、湿潤対流過程として、荒川・シューバートのパラメタリゼーションを全てのモデルに導入したことが特筆される。この更新により、旧モデルの大きな課題であった台風進路予報における北偏バイアスが、全球モデル、台風モデルではほぼ解消され、台風の進路予報精度が大きく改善された。

#### 2.4 領域モデルの改善

旧領域モデルはアジア域モデルと日本域モデルの2本立てであったが、新システムでは高解像度の1つの「領域モデル」に統合され、予報時間は旧日本域モデル

\* On the new operational Numerical Analysis and Prediction System in Japan Meteorological Agency.

\*\* Yasuo Tatsumi, 気象庁予報部数値予報課.

© 1996 日本気象学会

第1表 気象庁ルーチン数値解析予報システムの解析モデルの概要。

解析モデル	全球解析	領域解析	台風解析	上部成層圏解析
目的	全球予報	領域予報	台風予報	1か月予報
格子間隔 格子数	0.5625度 640×320	20 km 257×217	0.5625度 321×217	1.875度 192×97
鉛直層数と 解析レベル	地表面と 10 hPa まで30層	地表面と 10 hPa まで36層	地表面と 10 hPa まで30層	7, 5, 3, 2, 1, 0.4 hPa の6層
観測データ 入電打ち切り 時間	速報; 2.5 h (00UTC) 3.0 h (12UTC) サイクル; 13.0 h (00UTC) 7.5 h (06UTC), 12.0 h (12UTC) 6.5 h (18UTC)	3.0 h (00UTC) 3.5 h (12UTC)	1.5 h (06UTC) 1.5 h (18UTC)	全球サイクル解析に同じ、ただし1か月予報実施時には、打ち切り時間 3.0 h の解析を別途行う。
第一推定値	全球モデル 6時間予報値	領域モデル 12時間予報値	全球モデル 6時間予報値	6時間前の 上部成層圏解析値
解析手法	モデル面 3次元最適内挿法	モデル面 3次元最適内挿法	モデル面 3次元最適内挿法	等圧面 関数当てはめ法
備考			全球解析モデルにより、北西太平洋の限定領域で解析	高度場と気温を解析 テスト運用中

#この他、1度格子の全球海面水温解析を毎日行っている。

第2表 気象庁ルーチン数値解析予報システムの予報モデルの概要。

予報モデル	全球モデル	領域モデル	台風モデル	1か月予報モデル
目的	週間予報 台風進路予報	量的予報 短期予報	台風進路予報	1か月予報
格子間隔 格子数	0.5625度 (T213) 640×320	20 km 257×217	40 km 163×163	1.875度 (T63) 192×96
鉛直層数	10 hPa まで30層	10 hPa まで36層	30 hPa まで15層	10 hPa まで30層
予報時間と 初期値	84 h (00UTC), 192 h (12UTC) 全球解析値	51 h (00, 12UTC) 領域解析値	78 h (06, 18UTC) 台風解析値	30日(週2回各5例), T213 全球解析値から 内挿
予報領域と 側面境界条件	全球	日本を中心とした アジア域 同時刻の初期値から の0-51時間全球 予報値	台風周辺  6時間前の初期値 からの6-84時間 全球予報値	全球
物理過程; 湿潤過程	荒川スーパーパート +大規模凝結	荒川スーパーパート +大規模凝結 +対流調節(H 8, 7.23より導入)	物理過程は全て 領域モデルに同じ	物理過程は全て 全球モデルに同じ

#近い将来1か月予報モデルの最上端は、10 hPa から 1 hPa にする予定 (上部成層圏解析値を利用)。

の2倍強の51時間に延長された。この結果、今年3月にスタートした分布予報等の新しい量的予報を始めとする短期予報への支援が強化された。

旧日本域モデルはルーチン運用スケジュールの制約から、12時間前の初期時刻の全球モデルの予報を境界条件とせざるを得なかった。新システムでは、ルーチンスケジュールを変更して全球モデルを先に実行し、その予報結果を境界条件に領域モデルが実行されてい

る。この措置により、境界 (全球モデルの予報) と領域内部の予報の不整合が最小限に抑えられ、境界条件に起因する予報の乱れが最小限に抑えられた。

## 2.5 全球予報の速報化

旧全球モデルは領域モデル終了後に実行されていたが、新システムでは、観測データの入電打ち切り時刻を従来の6時間弱から3時間弱に早めて全球速報解析に続けて全球予報が実行されるため、全球モデルの予

報が早く提供されることになった。その予報は領域モデルの境界条件にも利用される。観測データの打ち切り時間を早めた全球速報解析では利用できるデータが減少するので、全球解析予報サイクルでは、観測データの打ち切り時刻を従来よりも遅らせ、十分な観測データが揃ってから別途解析を行うことにより、解析予報サイクルで誤差が蓄積するのを防いでいる。

### 2.6 台風予報の改善

全球モデルの解像度が旧台風モデルよりも高まり、全球モデルが台風モデルとしても十分な性能が得られるようになった。このため新システムでは、旧台風モデルで行っていた00UTC（協定世界時）と12UTCからの台風予報は速報解析に基づく新全球モデルの予報を利用し、06UTCと18UTCからの台風予報を新台風モデルで新たに実施するようになり、これまで1日2回であった台風の数値予報が1日4回6時間毎に実施されるようになった。

旧台風モデルは、台風進路の2日先までの予報を支援するため、60時間まで予報されていた。モデル更新による台風進路予報の精度向上と社会の台風情報改善へのニーズに応えるため、台風モデルの予報時間を78時間に延長し、全球モデルと合わせて台風進路の3日先までの予報支援に備えている。

### 2.7 全球モデルによる1か月予報の開始

水平解像度を粗くした新全球モデル（180 km メッシュ（切断波数 T63）、30層）による力学的1か月予報が開始された。新しい1か月予報は、毎週水曜と木曜の12UTCを初期値とするそれぞれ5例を合わせて10例のアンサンブル予報として利用し、毎週1回金曜日に発表されている。1か月予報では、アンサンブル予報の確率予報としての特質を最大限に活用して、平年との差の程度が確率表現で示されている。

## 3. おわりに

1959年に気象庁に大型計算機が導入されてスタートした日本の数値予報業務は、電子計算機の処理能力の驚異的な向上、数値解析、予報モデルの改善、観測網と通信網の高度化を背景に着実に向上・発展を重ね、数値予報プロダクトを充実させてきた。1996年3月には、スタートから数えて6代目の電算機システムに更

新され、気象庁の数値解析予報システムは一層充実した。

気象庁では、今年の台風の数値予報の検証に基づき、来年の台風シーズンから台風進路予報を2日から3日に延長するための検討が行われることになっている。また、地形性の大雨や強風などの予報の改善を目指して、水平格子間隔が10 km程度のメソモデルを新たに開発し、近い将来、限定的な運用が開始される予定である。

新しい数値予報のプロダクトは、気象庁部内の利用にとどまらず、GPV等の新たな形式を加えて民間気象事業者にも広く公開され、気象予報士制度を含む新たな枠組みでスタートした民間の気象予報業務も技術面で支援している。更には、アジア太平洋の近隣諸国の気象局にも提供され各国の気象事業にも活用されている。

数値解析予測技術は未だ発展途上にあり、気象学、観測技術、情報処理技術等の発展と歩調を合わせ日進月歩で進歩しており、気象庁においても、既に次のシステム更新を目指した開発に着手している。将来の数値予報の一層の発展に向けて今後取り組むべき主な課題は、

- ・短期・短時間予報の精度向上を目指した領域モデルの高度化、
- ・地球観測衛星、ドップラーレーダー、GPS等の新しい観測手段による多彩なデータの高度利用の促進と、4次元変分法などの高度なデータ同化手法の開発、
- ・中期予報及び長期予報の精度向上を目指した全球モデルの高度化および大気海洋陸面結合モデルの開発、
- ・大気現象の決定論的カオスの性質と予測可能性の限界を積極的に活用して予測情報をより多く引き出すアンサンブル予報法の開発と高度化、
- ・統計的天気翻訳など数値予報プロダクト利用技術の高度化、

などがある。気象庁においては、これらの課題に今後も積極的に取り組み、数値解析予報システムの高度化を通じて気象情報サービスの高度化に技術面で貢献したいと考えている。