

全球数値予報モデルの改善について ～高度な初期値解析手法「4次元変分法」の導入～

天気予報、台風進路予報などの改善のため、平成17年2月17日から全球数値予報モデルの初期値解析に観測データをより有効に利用する手法(4次元変分法)を導入します。

天気予報等の精度向上には、高精度の数値予報モデルが必要ですが、それだけでなく、気温や風、湿度などを始めとした大気の状態をさまざまな観測データを用いてよりの確に解析し、これを数値予報の計算の初期値として用いることが必要です。気象庁は天気予報・台風進路予報等の精度向上に向け、数値予報モデルの改良に努めるとともに、各種観測データの活用を積極的に進めており、その成果は予報精度に現れてきているところです(別紙1)。

このたび、全球数値予報モデルの初期値解析(全球解析)に、衛星、航空機、ウインドプロファイラーなどから刻々と送られてくる、観測時刻の異なるデータをより有効に利用する手法(4次元変分法、別紙2)の開発が完了し、平成17年2月17日から運用することとしました。

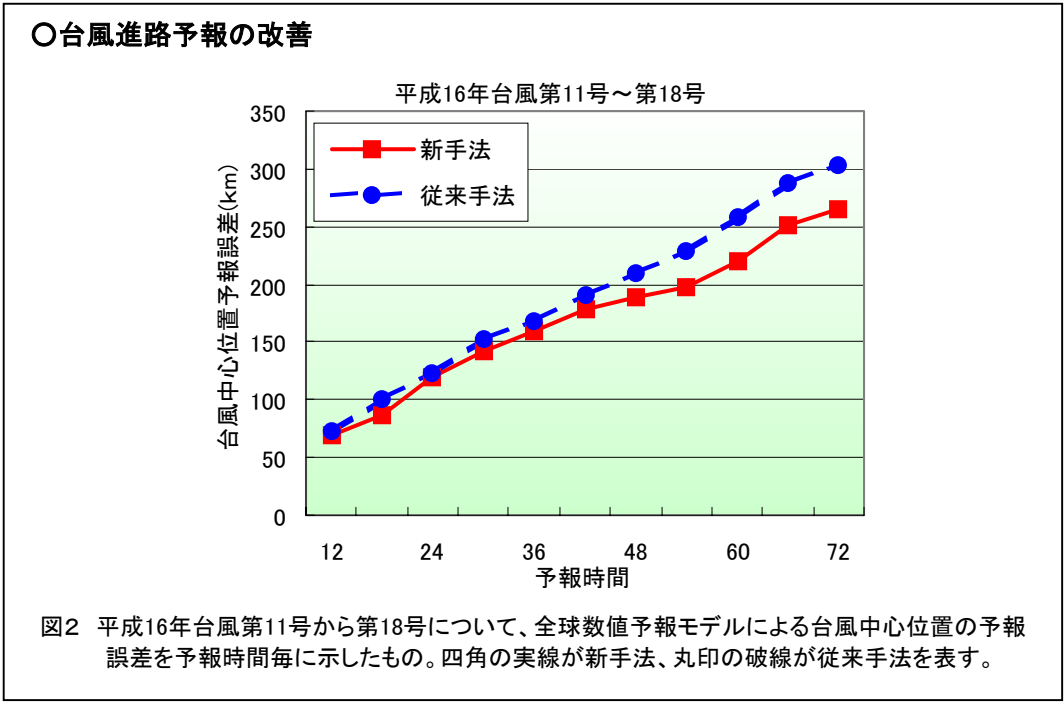
この4次元変分法の導入により、全球数値予報モデルにおける高低気圧の予報精度や台風の進路予報精度が向上します。以下に改善例を示します。

○高低気圧の予報精度の改善

図1は、新しい解析手法により得られた初期値を用いた予報が、従来の解析手法を用いた予報よりも改善されていた事例です。従来の解析手法を用いた予報では低気圧の位置が西にずれ、中心気圧も浅めでしたが、新しい解析手法を用いた予報では日本の南岸を東進した低気圧の位置や中心気圧がほぼ実況と一致しました。

平成17年2月8日21時の実況天気図	新しい解析手法を用いた3日予報	従来の解析手法を用いた3日予報

図1 平成17年2月8日21時における実況天気図(左図)、同じ時刻に対する新しい解析手法を用いた3日予報(中図)、および従来の解析手法を用いた3日予報(右図)。



この全球数値予報モデルは他のモデルの基盤となっており、この改善により気象庁の数値予報モデル全体の精度の向上が見込まれます。

なお、4次元変分法は、平成14年3月にメソ数値予報モデル、平成15年6月に領域モデルの初期値解析にそれぞれ導入しており、今般、全球モデルにも導入することとしたものです。

※数値予報モデル:

大気状態の推移をスーパーコンピュータで予測計算するためのプログラム。気象庁では天気予報、台風進路予報などの基礎資料として、目的に応じて各種の数値予報モデルを運用しており、2日先から1週間先の短期予報や週間予報のための全球モデル、明日予報のための領域モデル、18時間先までの防災気象情報支援のためのメソモデルなどがある。

※全球数値予報モデル(GSM):

地球全体を約60km格子で覆い、1日2回(216時間先までと90時間先まで1回ずつ)予測計算を行う。天気予報や週間予報の基礎資料に用いる。また、領域モデルの境界値としても利用している。

最近の全球数値予報モデルの予報精度改善状況

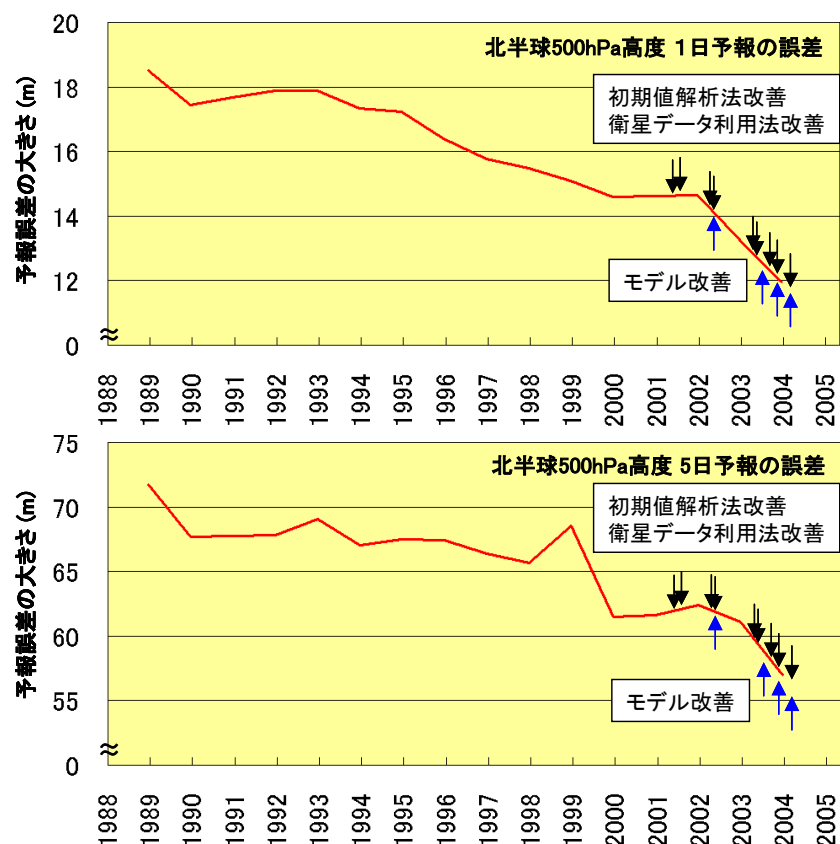


図 北半球500hPa高度の予報誤差の推移。上は1日予報、下は5日予報。予報誤差は月ごとの変動が大きいため、前12ヶ月の平均値を示す。

↓: 過去3年間に行った、初期値解析手法および衛星データ利用法改善の時期を表す

↑: 過去3年間に行ったモデル改善の時期を表す。

気象庁は従来から数値予報モデルや初期値解析の手法等のさまざまな改善を行っており、全球数値予報モデルの予報精度は向上しているところです。例えば、北半球500hPa高度1日予報の誤差の大きさは、過去3年間の間に14.8m(平成14年1月)から11.9m(平成17年1月)と約20%改善しました。また、5日予報についても、61.9m(平成14年1月)から56.4m(平成17年1月)と約9%改善しました。

今回、4次元変分法を導入し、衛星データなどの観測データを効果的に活用することで、予報精度はさらに改善すると見込まれます。

今後も、気象庁では、短期予報および週間予報の改善を目指し、全球数値予報モデルおよび全球解析の改良を図っていきます。

※500hPa高度の予報誤差:

500hPaの高度(約5500m)の変動は、日々の天気重要な高気圧や低気圧の移動や発達・衰弱に大きく影響することから、数値予報モデルの予報精度を測る1つの指標として多く用いられている。

4次元変分法とは

4次元変分法は、数値予報で用いられている風や気温、気圧などのふるまいを表現する物理法則を活用して、時間的・空間的に広範囲にかつ様々な種類の観測データを精度良く取込む初期値作成手法です。

大気を4次元的に捉える

4次元とは、東西・南北・高さの3次元(立体的空間)に時間の次元を加えたものです。気象現象は立体的でありかつそれが時間的に変化していきます。観測データの立体的な利用だけでなく時々刻々に入るデータを活用することによって、大気の状態を4次元で捉え、より正確な数値予報の初期値を作成し、精度向上を図る事ができます。

様々な時刻の観測データの活用

ラジオゾンデや地上、船舶からの気象観測は、世界的に定められた時刻に一斉に行われています。(世界時0、12時など)

一方、極軌道気象衛星などは必ずしも統一された時刻のデータが得られるわけではありません。また、ウインドプロファイラーや静止気象衛星は、最短10分毎の高頻度の連続的な観測を行っています。

これらの観測時刻の異なるデータや連続的なデータを効果的に活用することができれば、利用可能なデータは大幅に増加します。

※連続した観測データの取込み

従来の手法では、予報計算を開始する時刻(初期時刻)に近い時刻の観測値だけを使って、計算をはじめめる大気状態(初期値)を作成していました。

4次元変分法では、時間的に連続した観測値と数値予報で用いられている風や気温、気圧などのふるまいを表現する物理法則を使って、初期時刻だけでなくその前後に観測された値も用いて連続的に解析を行い、この間の解析値が観測値に最も近づくようにして初期値を作成します。こうして作られた初期値から出発する予報は、その時点までの大気の変動を全体としてより良く再現するものとなり、精度の良い予報結果を得ることができるようになります。

