

非静力学モデル用3次元変分法による事例実験

西嶋 信、本田 有機、小泉 耕(気象庁数値予報課)

1 はじめに

気象庁では非静力学モデル用変分法データ同化システムとしてJNoVAの開発を進めている(本田ほか2004)。JNoVAは4次元変分法だけでなく、速報的な解析・予報プロダクトのために3次元変分法としても使用する予定である。その場合を想定して毎時解析・予報サイクル実験を行った結果を報告する。

2 事例実験

2.1 事例の概要

2004年5月22日は東北地方南部から関東地方にかけての太平洋岸に北東風が流入し、気温が低い状態となっていた。22日3時(時刻は日本標準時。以下同じ)を初期時刻とする気象庁の現業用メソモデル(当時は静力学MSM)では、22日日中は関東地方南部の風向が南東に変わり気温が上昇すると予想していた。しかし実況では沿岸部を中心に北東風が継続し、気温は低いままだった。22日9時の地上天気図を図1に、アメダス観測値を図2(a)に示す。

図3(a)に示す22日9時の館野の気温・風鉛直プロファイルによると、北東風により気温が低いのは950hPaより下層で、その上層では南東風により気温が高い。北東風による寒気移流がごく低い層に限られた現象であったことがわかる。

2.2 実験の設定

JNoVAが現実の大気の構造を適切に解析できることを確認するために、毎時解析・予報サイクルによる実験を行った。毎時解析・予報サイクルとは、JMANHMによる1時間予報値を第一推定値としてJNoVAによりデータ同化を行い、その解析値を初期値としてさらに予報を行う、というサイクルを毎時間繰り返す手法である。サイクルの先頭には22日3時の現業用静力学メソ4次元変分法(メソ4DVAR)の解析値を使用し、22日9時まで6回のサイクルを実行した。

計算領域は東京を中心とする1,000km四方で、水平方向は101×101格子(格子間隔10km)、鉛直方向は40格子とした。

観測値はレーウィンゾンデ(風、気温)、航空機自動観測(風、気温)、ウィンドプロファイラ(風)、SATOB衛星風(風)のデータを用いる。ウィンドプロファイラは10分ごとの観測値が得られるが、実験では正時の観測値のみを使用した。また航空機自動観測及びSATOB衛星風は解析時刻の前後30分以内の観測値を使用する。実験領域及び22日9時の解析で使用した観測データの分布を図4に示す。

2.3 実験結果

22日9時の地上気温・風を観測値と解析値および22

日3時を初期時刻とする6時間予報値で比較したのが図2である。予報値(図2(c))では東風が卓越して北分が小さく、気温も高い。これに対して解析値(図2(b))は、風については沿岸部で北東風、内陸部で南東風となっていて、観測値(図2(a))とよく一致している。解析値の気温は、観測値に比べると十分ではないものの、低温の状態を予報値よりもよく表現している。

館野における気温の鉛直プロファイルを見ると、予報値(図3(c))では950hPa付近の逆転層を表現しているものの、全体的に観測値(図3(a))よりも気温が高い。解析値(図3(b))ではこれを低温側に修整し、より観測値に近い気温プロファイルが得られた。ただし地上気温同様、観測値に比べると下層の低温を十分には表現できていない。

図3(d)はメソ4DVARで作成した解析値の鉛直プロファイルである。950hPa付近の逆転層がほとんど表現されていない。この事例については、JNoVAによる毎時解析・予報サイクルの方がメソ4DVARよりも下層の低温の表現がよかったと言える。

3 まとめと今後の課題

JNoVAの3次元変分法としての性能を確認するために、関東地方の北東気流事例を対象として毎時解析・予報サイクル実験を行った。得られた解析値は、風については観測された風の場を適切に表現していた。気温については、下層寒気の移流を十分には表現できなかったものの、予報値やメソ4DVARよりも観測に近い鉛直プロファイルが得られた。

地上付近の温度場の解析には地上観測データの同化が有効だと考えられるので、現在JNoVAにその機能を追加中である。JNoVAによる解析値を初期値として予報を行った場合の精度についても調査を進めたい。

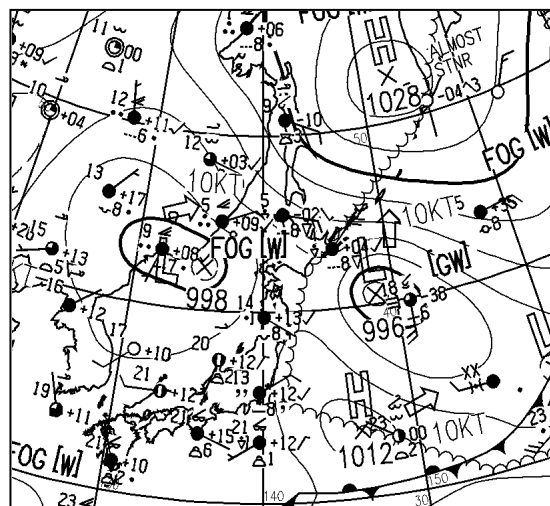


図1 地上天気図(2004年5月22日9時)

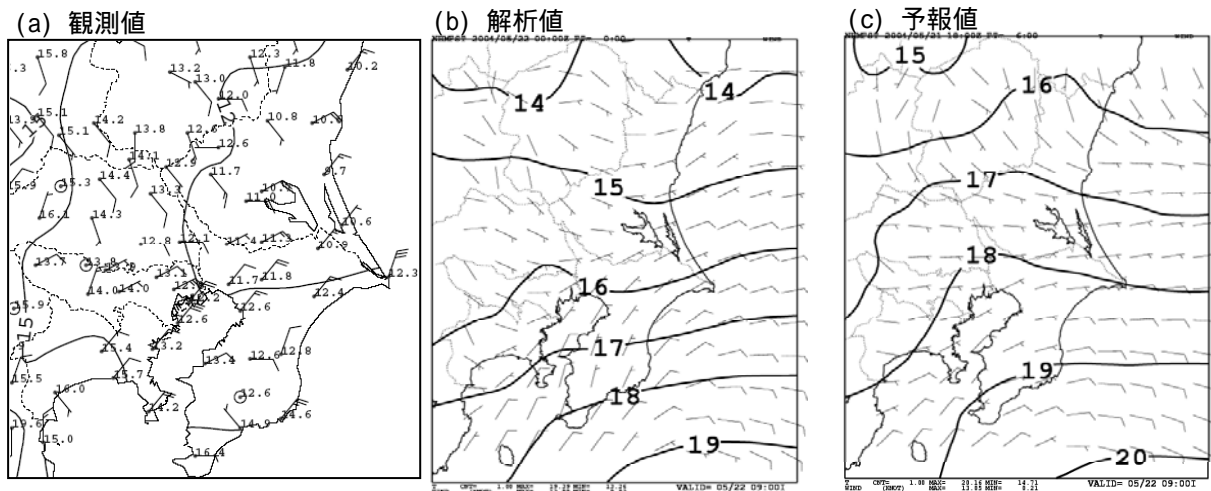


図2 地上気温・風分布図 (2004年5月22日9時)

(a) アメダス観測値 (b) JNoVA解析値 (c) 22日3時を初期時刻とする6時間予報値
 矢羽は(a)のみ長い棒が2m/s、(b)、(c)は長い棒が10ノット。

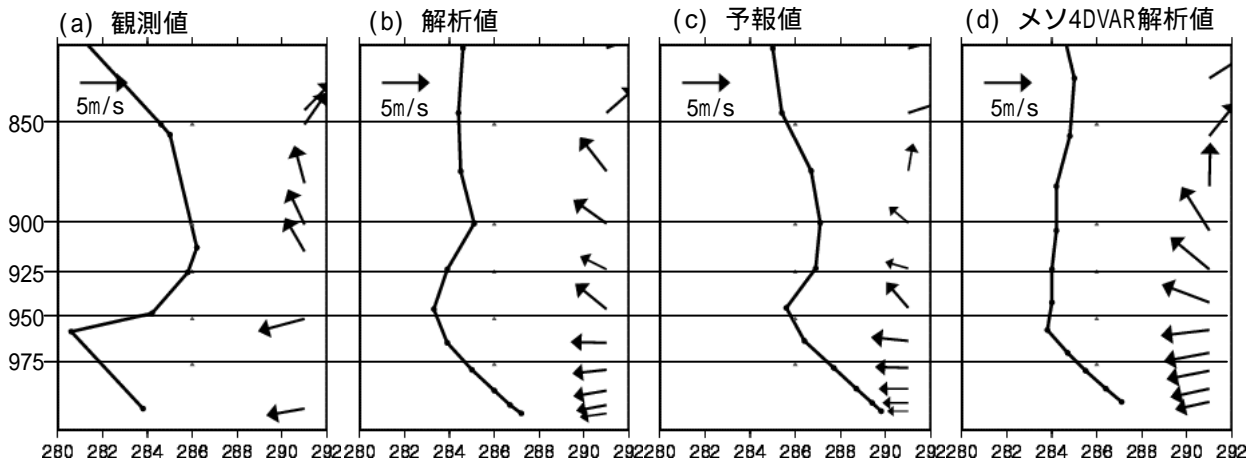


図3 館野の気温・風鉛直プロファイル (2004年5月22日9時)

(a) レーウィンゾンデ観測値 (b) JNoVA 解析値 (c) 22日3時を初期時刻とする6時間予報値 (d) メソ4DVAR解析値
 横軸は絶対温度[K]、縦軸は対数気圧。(b)~(d)ではモデル面第2層以上を描画。

また実験では、解析値が観測値に近づく程度が風では大きい気温では小さいという傾向も見られた。この問題を調査するため、制御変数を変更した実験も行う予定である。

参考文献

本田有機, 小泉耕, 西嶋信 2004: 非静力学変分法解析システム(JNoVA)用の制御変数の設計と物理過程を含む接線形/随伴モデルの開発について, 第6回非静力学モデルに関するワークショップ講演予稿集.

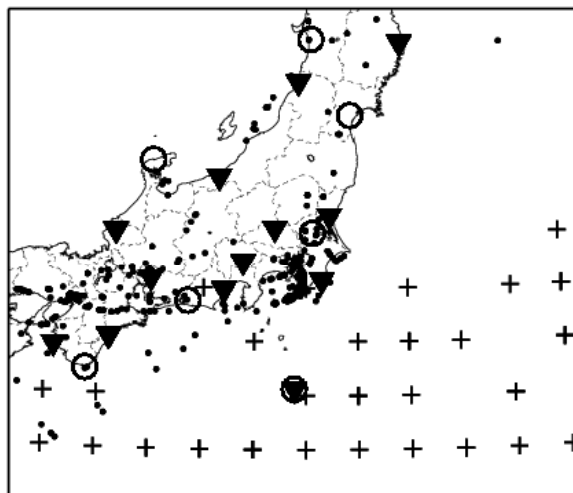


図4 実験領域と22日9時解析の観測データ

: レーウィンゾンデ + : SATOB衛星風
 : ウィンドプロファイラ ・ : 航空機自動観測