

高解像度領域気候モデルを用いた過去 52 年間の気象再現計算

平口 博丸、橋本 篤、田村 英寿、服部 康男（電力中央研究所）

1. はじめに

わが国の流通設備や水力ダムなどの電力設備は建設後数十年あるいはそれ以上を経過しており、維持管理が重要な経営課題となっている。電力設備は暴風雨雪などの気象外力の影響を直接受けるため、合理的な経年劣化対策や維持管理計画策定のためには、各設備に対する暴風雨雪のハザードマップが必要となる。

当所では、米国大気研究センター（NCAR）が中心となって開発した領域気候モデル WRF（Weather Research and Forecasting）^[1]を中核として、数日先の気象予測や過去の災害事例の解析を目的とした気象予測・解析システム NuWFAS（Numerical Weather Forecasting and Analysis System）を開発している。橋本らは、この NuWFAS を長期気象・気候計算に適用できるように改良・検討を実施した^{[2],[3]}。

本研究では、電力設備の経年劣化対策や維持管理計画策定のためのハザードマップ作成を目的として、NuWFAS を用いた過去 52 年間（1957 年 9 月～2008 年 12 月）の長期気象再現計算を実施し、空間解像度 5km、時間解像度 1 時間の計算結果をデータベース化した。このデータベースを用いることで、台風時の局地的な大雨・強風が電力設備へ与える影響などを精緻に分析することが期待できる。

2. 計算領域と計算条件

本研究で用いた計算領域と計算条件を図 1 と表 1 に示す。計算領域と計算条件は、橋本ら^[3]を参考に設定した。

初期値・境界値は、ヨーロッパ中期予報センター（以後、ECMWF）の水平解像度約 100km、6 時間間隔の 2 種類の客観解析値（ERA-40 および ERA-Interim）を用いた。1957 年～1988 年は ERA-40 を、1989 年～2008 年は ERA-Interim を用いた。海面温度や海水分布は客観解析値を内挿して用いたが、一部の期間（1988 年～2008 年）の海水分布は、1 日一回の SSMI 密接度データ（空間解像度 12.5km）を使用した。湖面の温度は、観測値と大気の結果をもとにモデル内で計算した^[4]。また、陸面モデルの最下層の土壌温度は、客観解析値の地表面温度から 45 年間平均値を計算して与えた。

地表面変数のスピニングアップは、計算初期の段階で 1 年間（9 月から翌年 8 月）の計算を 2 回繰り返して、得られた地表面変数の値を初期値として本計算を実施した。ただし ERA-Interim の場合、1988 年 9 月～12 月の期間のスピニングアップには ERA-40 の客観解析値を使用した。

本計算では、WRF のリスタート機能を用いて 1 年単位で連続計算を実施した。なお、再現計算に用いた境界値等は保存してあり、計算条件などを変更した数値実験も可能となっている。

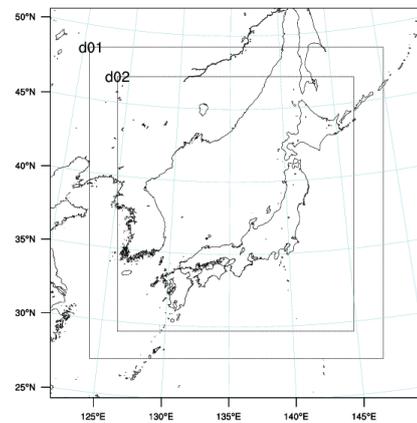


図 1 計算領域

表 1 計算条件

WRFバージョン	WPSV3.1.1, WRFV3.1.1
計算期間	1957年9月1日～1988年12月31日 ^{※1} 1989年1月1日～2008年12月31日 ^{※2}
水平解像度 (格子数dx×dy)	第1領域: 15km(150×160) 第2領域: 5km(361×391)
鉛直格子	35層(50hPaまで)
積分間隔	第1領域: 90sec / 第2領域: 30sec
出力間隔	第1領域: 180min / 第2領域: 60min
初期値・境界値	ERA-40 ^{※1} (N80, T106) ERA-Interim ^{※2} (N80, T106) SSMI密接度データ ^{※2} (解像度12.5km)
最下層土壌温度	ERA40月平均大気解析データ(N80)平均値: 1957/09-2002/08
地形情報	第1領域: 標高、土地利用(USGS) 第2領域: 標高(国土地理院50m)、土地利用(国土数値情報(1991年))
積雲対流モデル	Kain-Fritsch scheme 第1領域(あり) / 第2領域(なし)
雲微物理モデル	Morrison 2-Moment scheme
大気境界層モデル	YSU scheme
地表面モデル	Noah-LSM scheme
長波放射モデル	RRTM scheme
短波放射モデル	Dudhia scheme
6次水平拡散項	第1領域(あり) / 第2領域(なし)

3. 結果

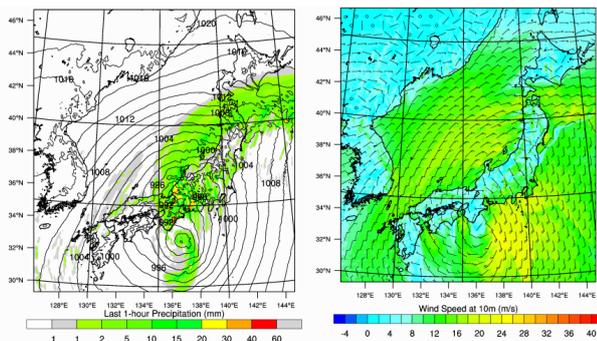
3. 1 伊勢湾台風の再現例

ここでは、一連の長期計算の中で NuWFAS がどの程度の気象再現性を有するかについて、伊勢湾台風の事例を用いて評価した。

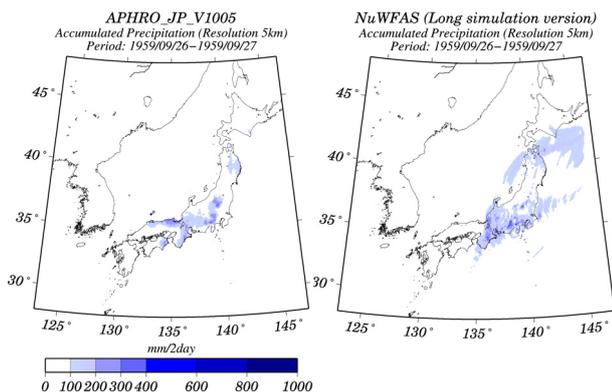
図 2 に、伊勢湾台風接近時の海面更正気圧、地上 10m 高度風速および 1 時間積算降水量の分布を示す。図より、台風の中心位置は若干東寄りに位置し、上陸時間は 6 時間程度遅れてい

るものの、一連の長期計算の中で大規模気象災害を起こした過去の気象場を概ね再現していることがわかる。

図3に、観測値に基づくAPHRODITE⁵⁾による日降水量グリッドデータとNuWFASによる再現結果の1959年9月26日から27日までの計48時間の積算降水量の分布を示す。図より、NuWFASは、APHRODITEの積算降水量の分布と概ね対応していることがわかる。



(a) 海面更正気圧と降水量 (b) 地上10m高度の風
図2 伊勢湾台風(1959年9月27日0時)の気象再現



(a) APHRODITE (b) NuWFAS

図3 48時間積算降水量分布の比較

3. 2 観測値との比較

ここでは、気象官署における観測値を用いて、長期計算結果の再現性について評価した。

図4に、館野高層気象台における地上観測値とNuWFASの年間の平均値と積算値の比較を示す。図より、各気象要素ともに若干の過大傾向を有するものの、時間的な変動特性は観測値と一致していることがわかる。次に、バイアスの変化について見ると、ほぼ一定のバイアスを持って推移していることがわかる。但し、降水は計算開始から徐々にバイアスが大きくなる傾向を有しており、今後の検討課題である。

今回は、館野観測点のみを用いた評価であったが、今後は各気象官署での評価を行い、52年間の長期再現計算結果の気象・気候再現性について評価する予定である。

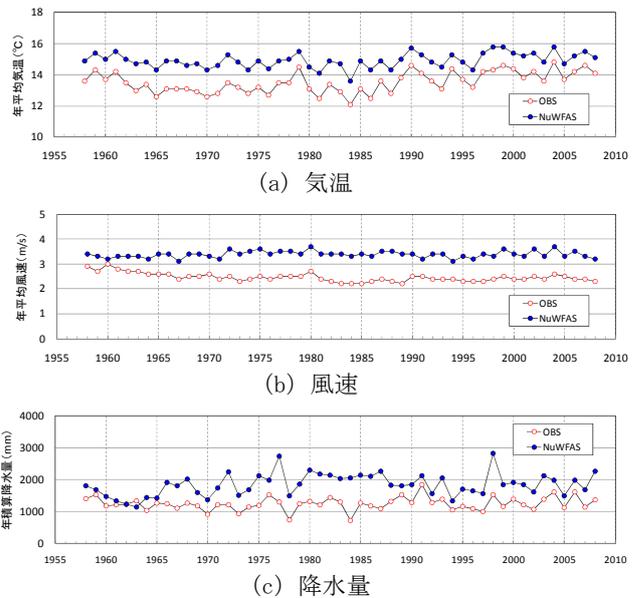


図4 館野高層気象台における観測値とNuWFASの年平均値(積算値)の時系列の比較

4. おわりに

今後は、20~30年先の近い将来を対象とした長期気候予測計算を実施予定である。この予測結果と今回実施した過去52年間の気象再現結果を組み合わせることで、過去から将来にわたる高解像度気象・気候データベースとハザードマップを構築し、経年劣化だけでなく温暖化リスク評価にも活用する計画である。

謝辞：

本研究で用いたSSMI密接度データは、北見工業大学雪氷研究室の館山先生から提供して頂きました。ここに深謝いたします。

参考文献

- [1] Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, W. Wang, J. G. Powers, A description of the advanced research WRF Version 3, NCAR TECHNICAL NOTE, NCAR/TN-475+STR, 2008.
- [2] 橋本 篤, 平口 博丸, 気象予測・解析システム (NuWFAS) の高度化と北海道を対象とした予測精度評価, 電力中央研究所報告, N09024, 2010.
- [3] 橋本 篤, 平口 博丸, 豊田 康嗣, 中屋 耕, 温暖化に伴う日本の気候変化予測 (その1) - 気象予測・解析システム NuWFAS の長期気候予測への適用性評価 -, 電力中央研究所報告, N10044, 2011.
- [4] 田村 英寿, 平口 博丸, 橋本 篤, 松梨 史郎, 長期気象予測のための湖面温度推定法の開発 (仮), 電力中央研究所報告, (投稿中).
- [5] Kamiguchi, K., O. Arakawa, A. Kitoh, A. Yatagai, A. Hamada, N. Yasutomi, Development of APHRO_JP, the first Japanese high-resolution daily precipitation product for more than 100 years, Hydrological Research Letters, Vol. 4, pp.60-64, 2010.