

メソスケールモデルを用いた洋上風況予測と実測による検証

Offshore Wind Climate Assessment by Using Mesoscale Model and its Verification

○石原 孟¹⁾ 福島 雅人²⁾

Takeshi ISHIHARA¹⁾ Masato FUKUSHIMA²⁾

1. はじめに

洋上風力発電量を正確に評価するには風況予測が必要である。遠浅の海岸が少ない日本では、洋上風力開発は沿岸部が中心となるため、局地風、土地利用、海面水温の影響が重要である。そこで、本研究では、千葉県銚子沖を対象に、メソスケールモデルを用いて通年の気象シミュレーションを実施し、実測値と比較することにより、ナッジング、土地利用および海面水温が洋上風況の予測精度に与える影響を明らかにする。

2. 気象モデルと現地観測の概要

本研究では、メソスケールモデル WRF¹⁾を用いた。計算期間は2013年2月から2014年1月までの1年間とした。図-1に計算領域を示す。水平解像度は18km, 6km, 2kmとし、100×100の格子を設定した。また、気象データにはNCEP-FNLを用いた。

また、検証用データとして千葉県銚子沖約3.1kmに位置する洋上風況観測タワー²⁾に設置されたドップラーライダーで計測した10分間の風況データを用いた。図-2(a)(b)には、観測地点の位置(北緯35°40'53", 東経140°49'23")観測タワーの概観を示す。風車影響方向である西風はデータから除外した。

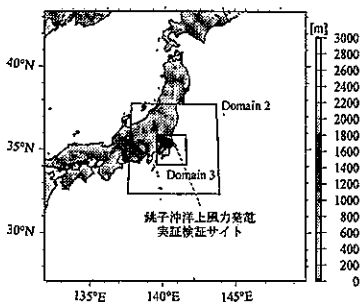
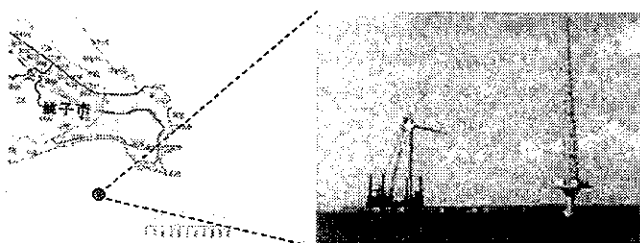


図-1 気象モデルの計算領域



(a) 観測地点の位置

(b) 観測タワーの概観

図-2 洋上風況観測の概要

3. 風況予測と実測による検証

本研究では、局地風を再現しつつ(バイアスの低減)、位相誤差を抑制できる(RMSEの低減)最適なナッジング方法を調べるため、表-1で示すように全層に対するナッジングの有無と大気境界層内に対するナッジング領域の影響を調べる5ケースの計算を行った。

表-1 ナッジング方法を検証する計算ケース

計算ケース	対象鉛直層	計算領域		
		1	2	3
Case1.1	全層	×	×	×
Case1.2		○	○	○
Case1.3	大気境界層内 (1500m)	×	×	×
Case1.4		○	×	×
Case1.5		○	○	×

まず館野高層気象台での観測値と比較を行った。図-3に示すように第2領域の大気境界層内をナッジングしたCase1.2, Case1.5は大きなバイアスが発生し、局地風が再現されなかった。次にCase1.1, Case1.3, Case1.4の結果を銚子の通年の観測値と比較した。その結果、表-2に示すようにバイアスはほぼ同様となり、Case1.4の場合が最小のRMSEとなった。以上の結果から、局地風を再現しつつ、位相誤差を抑制できる最適なナッジング方法がバイアスとRMSEから決定できることを示した。本研究では、Case1.4すなわち第1領域は全層、第2・3領域は大気境界層より上層に対してナッジングする方法を用いた。

表-2 ナッジング方法のバイアスとRMSEへの影響

計算ケース	Case1.1	Case1.3	Case1.4
バイアス [m/s]	0.39	0.31	0.31
RMSE [m/s]	4.51	2.72	2.56

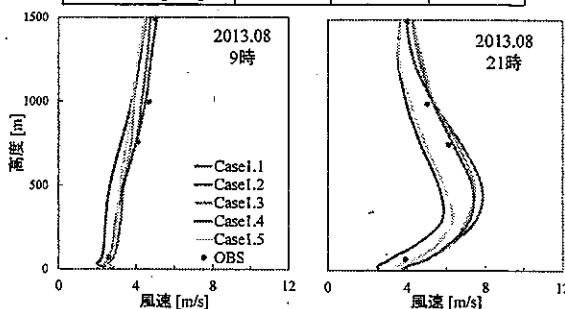


図-3 ナッジング方法の風速鉛直分布への影響

¹⁾ 東京大学大学院工学系研究科 教授
Professor, The University of Tokyo

²⁾ 東京大学大学院工学系研究科 大学院生
Graduate Student, The University of Tokyo

地形データにはUSGSの代わりに、標高データには国土地理院(GSI)50mメッシュ、土地利用データには国土数値情報100mメッシュデータを用いた。WRFでは、代表土地利用分類が最近傍法により選択されるため、気象モデルとデータベースの解像度が異なる場合、必ずしもメッシュ内の代表分類を選択しない。そこで、気象モデルの水平解像度に対応したメッシュ内で面積最多の土地利用分類を代表分類としたデータベースを作成し、気象モデルに入力した。

海面水温データにはNCEPの代わりに、イギリス気象庁のOSTIAを用いた。図4に示すようにNCEPの過大評価がOSTIAにより改善されたが、依然として特に冬季において誤差が生じた。そこで、本研究では、この誤差をクレスマン関数に基づき銚子で得られた観測値を用いて補正した。影響半径は銚子から約18km離れた波崎における観測値を用いて推定した結果、約226kmと算出された。一方、水深により水温が変化するため、沿岸の観測値を沖合に適用できるか検証する必要がある。そこで、銚子の通年の観測とOSTIAとの相関係数を求めた結果、水深に依らず相関係数が0.9以上であった。以上の結果から、銚子におけるOSTIAの水温と観測値とのバイアスを6時間毎に補正したデータベースを作成し、気象モデルに入力した。

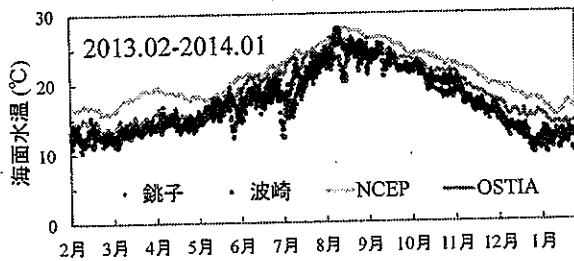


図4 異なるデータベース間の海面水温の差異

本研究では、土地利用および海面水温の影響を調べるため、既存のデータベースを用いた場合(USGS+NCEP)と詳細な標高・土地利用データおよびバイアス補正を行った海面水温データを用いた場合(GSI+バイアス補正)の2ケースの計算を行った。

図5には、年平均風速の鉛直分布とその相対誤差を示す。詳細土地利用の導入および観測を用いた水温補正により、特に下層における風速の予測精度が向上し、風車ハブ高さの年平均風速の相対バイアスは7.3%から2.2%まで低減された。また、土地利用および海面水温による影響が小さい高度200mにおける予測精度は非常に高く、いずれのケースも誤差1%未満であった。

図6には、大気安定度の月別発生頻度を示す。海面水温の過大評価により大気安定度が過度に不安定になったが、水温補正により観測された大気安定度の発生パターンをよく再現した。その結果、予測風速と観測風速の間の相関係数は0.80から0.84まで向上した。

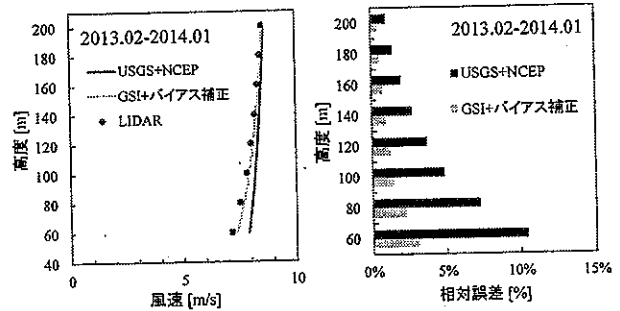


図5 風速の鉛直分布とその相対誤差

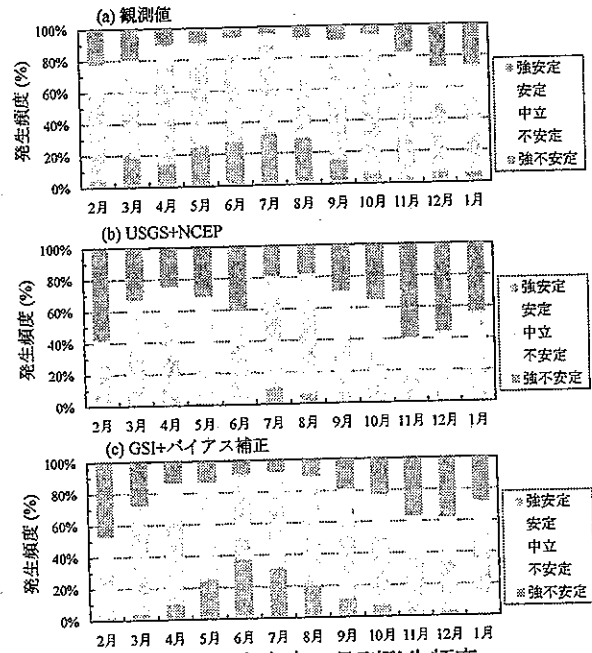


図6 大気安定度の月別発生頻度

4. 結論

本研究では、局地風を再現しつつ位相誤差を抑制できる最適なナッジング方法の決定手法を提案した。また、詳細土地利用の導入および観測を用いた水温補正により、年平均風速のバイアスは7.3%から2.2%まで低下し、予測風速と観測風速の間の相関係数は0.80から0.84まで向上することを明らかにした。

謝辞

本研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務「洋上風況観測システム技術の開発」で得られた研究成果である。また、港湾空港技術研究所には海面水温データを提供していただいた。ここに記して関係者の皆様に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) WC.Skamarock et al.: A Description of the Advanced Research WRF Version 3, NCAR, 2008
- 2) 助川博之, 福本幸成, 山中徹, 大窪一正, 石原孟: 銚子沖 3.1km における洋上風況観測, 第 35 回風力エネルギー利用シンポジウム, 260-263p, 2013