

3D スキャニングライダーによる気象シミュレーションの予測精度の検証

Validation of Numerical Weather Simulation by Using 3D Scanning Lidar

○石原 孟¹⁾

山口 敦²⁾

ゴイトジェイプラカス³⁾

種本 純⁴⁾

Takeshi ISHIHARA¹⁾

Atsushi YAMAGUCHI²⁾

Jay Prakash GOIT³⁾

Jun TAMEMOTO⁴⁾

1. はじめに

近年、洋上における風況予測に気象シミュレーションが用いられており、風車ハブ高度においては年平均風速を高精度で予測可能であることが、石原・福島¹⁾の研究により示されている。本研究では、千葉県銚子沖洋上風力発電実証検証サイトにおいて、3D スキャニングライダーを鉛直方向及び水平方向に照射することにより、得られた風観測値を用いて、気象シミュレーションによる高さ 490m までの高高度における予測風速及び離岸距離別の予測風速を観測値と比較し、予測精度を検証する。

2. 気象シミュレーション及び観測の概要

気象シミュレーションにはメソスケールモデル WRF Ver. 3.4.1 を用いた。計算領域を図 1 に示す。18km-6km-2km-667m-222m の 5 段階のネスティングを行い、2km、667m、222m の計算結果を観測値により検証した。

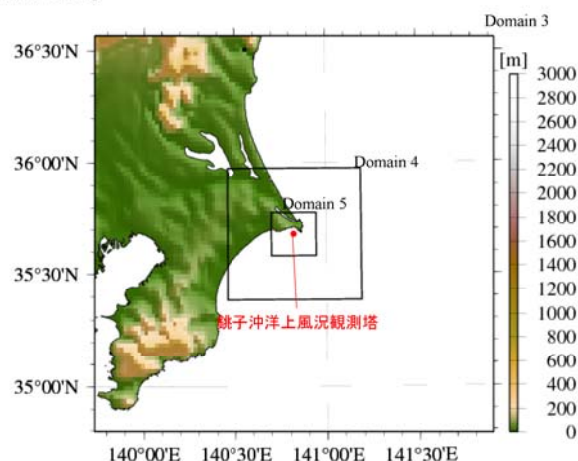


図1 気象シミュレーションの計算領域

3D スキャニングライダーは洋上風況観測塔位置に設置されている。2016年3月17日から7月10日までDBS (Doppler Beam Swinging) スキャンによる観測を実施しており、観測塔位置鉛直方向の高度 65m から 2015m までの風観測が得られる。2016年11月17日から2017年1月17日までは、PPI (Plan-Position Indicator)

及びRHI (Range Height Indicator) スキャンにより、観測塔位置から北方向に照射されており、観測塔位置から北 50m 地点から 2950m 地点、高さ 50m から 900m までの範囲の観測値が得られる。その他、本研究では風車後流の Wake の観測も実施されており、詳細には文献2を参照されたい。

本報では鉛直分布の検証として2016年5月の1ヶ月のシミュレーション結果を DBS スキャンの観測結果により検証した。検証高度は 140m、215m 及び 490m の3高度とした。また水平分布の検証においては、2016年11月及び12月における北風時の平均風速を対象とし、RHI スキャンによる観測結果を用いた。

3. 予測精度の評価

3.1 鉛直分布の検証

図2には、2016年5月の予測風速と観測風速の時系列の比較を示す。ここでは代表して高度 215m における値を示しており、2km、667m 及び 222m は計算解像度を意味する。風速の予測値は、観測値の時系列を良く再現できていることが分かる。

図3には、2016年5月の月平均風速の鉛直分布を示す。図3から、気象シミュレーションにより予測した月平均風速の鉛直分布は陸風時、海風時ともに観測値とよく一致している。また、図2及び図3から、計算解像度による予測値の違いは殆ど見られないことが分かる。予測値と観測値の月平均風速の Bias は、高度 140m、215m 及び 490m でそれぞれ、0.7%、1.8%、2.3% 程度であった。解像度による月平均風速の誤差は、最も大きい高度で 0.05% 程度である。

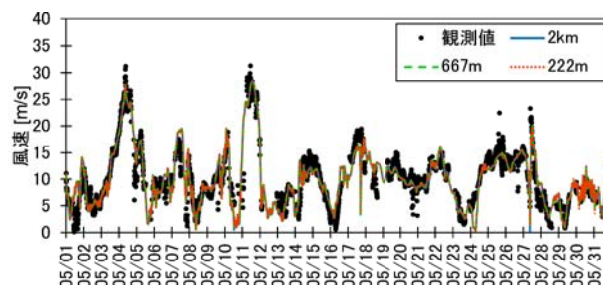


図2 予測値と観測値の時系列の比較 (2016年5月)

¹⁾ 東京大学大学院工学系研究科 教授

Professor, The University of Tokyo

³⁾ 東京大学大学院工学系研究科 研究員

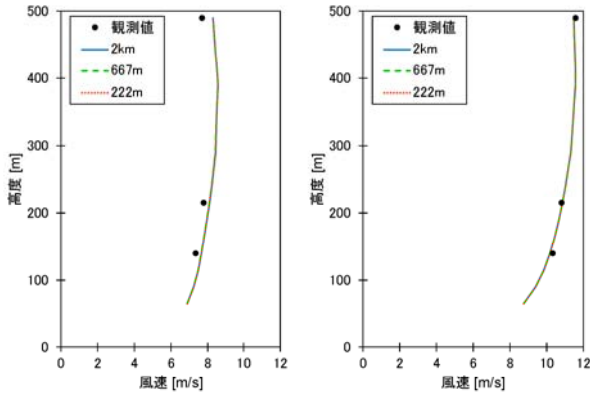
Researcher, The University of Tokyo/Fukai University

²⁾ 東京大学工学系研究科 特任准教授

Project Associate Professor, The University of Tokyo

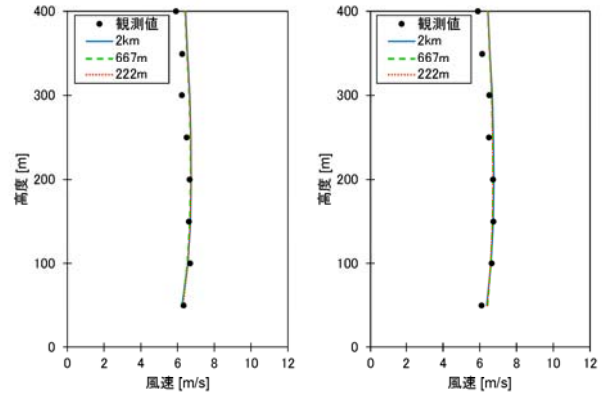
⁴⁾ 株式会社風力エネルギー研究所 研究員

Researcher, Wind Energy Institute of Tokyo Inc.



(a) 陸風 (b) 海風

図3 平均風速の鉛直分布の比較. (2016年5月)



(a) 離岸距離 1950m (b) 離岸距離 2950m

図5 離岸距離別の鉛直分布の比較

3. 2 水平分布の検証

本研究では、水平分布を、図4に示す風況観測塔と海岸線を結ぶ線上の風速分布、離岸距離1950m地点及び2950m地点の平均風速で評価した。予測値及び観測値は、2016年11月から12月に北風が観測された計20イベントの平均風速により比較検証した。洋上風況観測塔は図4の線上の離岸距離約3500m地点にあり、そのプラットフォーム上に3D スキャニングライダーが設置されている。海岸から1000m以内の海域における観測値は、陸からの反射の影響を受けるため、本研究では離岸距離1000m以上の地点の観測値を用いて予測を評価した。図4に、高度100mにおける、予測値と観測値の離岸距離と風速の関係を示す。図4から、予測風速と観測風速はよく一致している。

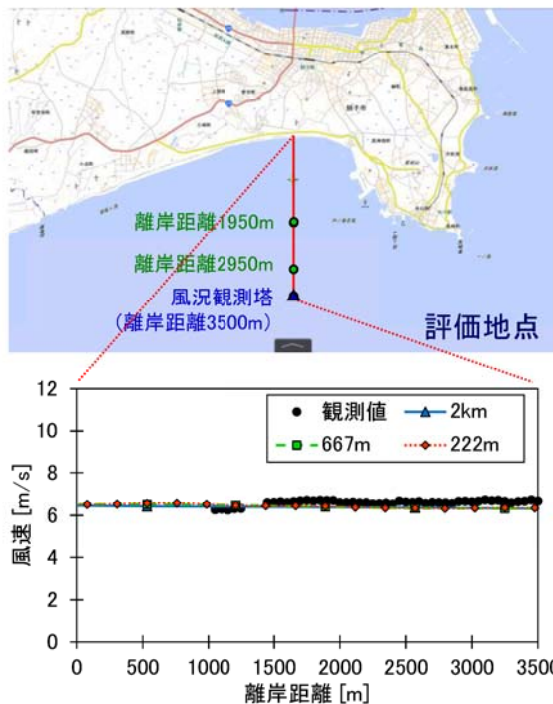


図4 評価地点周辺図及び離岸距離と風速の関係.

図5には、離岸距離1950m及び2950m地点の風速鉛直分布を示す。気象シミュレーションによる予測値は、離岸距離別の観測値の鉛直プロファイルをよく再現できている。

図4及び図5には、2km、667m及び222mの解像度の予測結果を示し、222mで計算した結果と、2kmの計算結果を線形内挿して繋いだ線は、殆ど同じ値を示していることがわかる。このことから、気象シミュレーションの解像度を高くしても、メソスケールの現状の再現精度の向上に繋がらないことが分かる。

4. まとめ

本研究では3D スキャニングライダーによる観測値を用いて、気象シミュレーションによる鉛直分布及び水平分布を検証した。鉛直分布の検証結果から、気象シミュレーションによる予測値は、高さ500mまでの高度においても、高精度の風況予測が可能である。また、水平分布の検証結果からも、気象シミュレーションによる予測風速は観測値を良く再現できることを示した。2km、667m、222mの異なる水平解像度の計算結果の比較から、計算解像度による予測風速の差は殆ど見られない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。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) 石原孟, 福島雅人, 「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」, 日本風工学会誌, 第40巻, 第2号, pp.107-108, (2015)
- 2) ゴイトジェイブラカス, 山口敦, 石原孟, 「Wind Field Measurement at an Offshore Site by using Scanning Doppler Lidar」, 第38回風力エネルギー利用シンポジウム, pp.419-422, (2016)