

欧州の風力発電試験サイトにおけるドップラーライダーの性能実証結果

Demonstration of Doppler lidar performance at European wind energy test site

今城 勝治、小竹論季、亀山俊平、浅田均、原田大治、田中久理、円城雅之

M. Imaki, N. Kotake, S. Kameyama, H. Asada, T. Harada, H. Tanaka, M. Enjyo

三菱電機株式会社

Mitsubishi Electric Corporation

Abstract

For applying our fiber-based Doppler lidar to wind power generation, we improved the speed of beam scanning to measure the horizontal wind velocity by means of an optical switch. We and the Energy research Centre of the Netherlands (ECN) conducted tests to compare the lidar with anemometers installed on the meteorological mast at ECN test site. The correlation coefficient of $R^2=0.99$ was obtained; therefore, our new lidar was approved by ECN as complying with European wind measurement standards.

1. はじめに

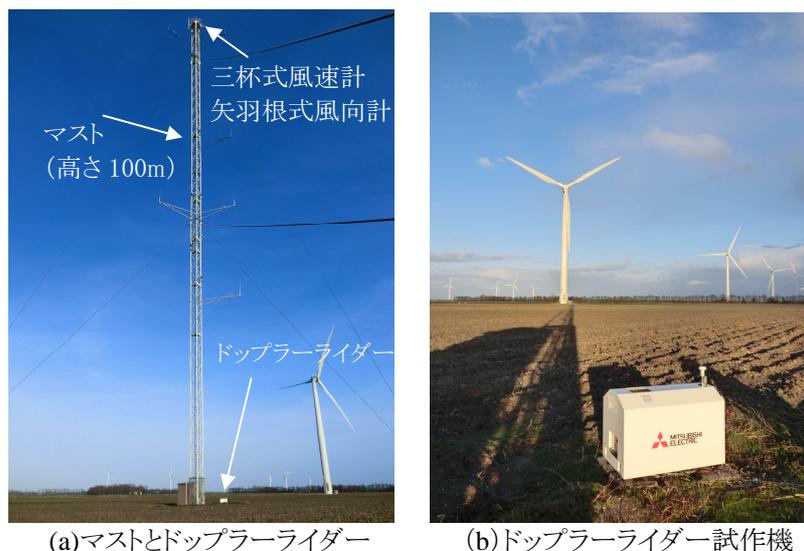
風力発電所を設置する場合、安定した発電量が得られるか否かを判定するための事前の風況調査が必要となる。現状の調査方法では、風況観測マストを建設し、定点型風向・風速計を取り付け、風計測を実施しているが、近年の風車の大型化に伴うマストの大型化が課題となっている。

ドップラーライダーによる風計測は風車のローター面を含む全高度の風を地上設置で計測できるため、風車の発電量の予測精度が向上するほか、マストが不要となる利点がある。これまで当社で開発してきた全光ファイバ型風計測ライダー[1]をベースに、光スイッチを採用した高速ビーム走査を加えるなど風況調査用に適した装置開発を行い、発電量の予測精度の向上を図った。試作機をオランダエネルギー研究センター (ECN) に持ち込み、定点型風向・風速計と比較実験を行った。

2. ECN 試験サイト

図 1 に試験サイトの設置風景を示す。ECN の試験サイトは Amsterdam から北北東へ約 52km 離れたところにあり、海に面した平坦な場所である。観測期間は 2013 年 10 月 30 日から 2014 年 1 月 7 日であり、この期間の気候は冬で、曇天や雨天が多い。

評価では、マストの高度 100m に位置する三杯式風速計と矢羽根式風向計と、ドップラーライダーにより計測された水平方向風向・風速値との比較を行った。



(a)マストとドップラーライダー

(b)ドップラーライダー試作機

図 1 ECN 試験サイト

3. 風速測定比較結果

取得期間中のデータに対して、(1)カップ式風速計で 2.5m/s 以下の風向風速値は測定精度が悪いため比較対象から外し、(2)ドップラーライダーにおいて受信電力 SN 比が所定値より低いものに関しては視線方向風速値の測定精度が悪いため、水平方向風速値の算出処理から除いた。図 2 に風向・風速計とドップラーライダーの水平方向の 10 分平均風速値の比較結果を示す。

風速値に関して、回帰直線 $y=ax$ で近似したときの傾き a は 0.986、決定係数 R^2 (相関係数の二乗値)は 0.990 であった。風向値に関して、 $a=1.002$ で、 $R^2=0.998$ であった。これらの値は、欧州の洋上風力研究開発プロジェクト NORSEWInD (NORthern SEAs Wind Index Database) で要求されているドップラーライダーの性能条件[2] ($0.98 < a < 1.01$, $R^2 > 0.98$) を満足する結果である。また、本改良機では、文献[3]で示した受信電力 SN 比が低い状態のとき、自動で所望の受信 SN 比が得られるまで積算回数を増やすアダプティブ積算機能を搭載している。本機能により、曇天や雨天時の環境下においても、上記条件(1)を省いたデータ数に対して、(2)の条件に該当せず水平方向風速値算出に使用したデータの割合を示すデータ取得率に関して、95%以上を得ることができた。

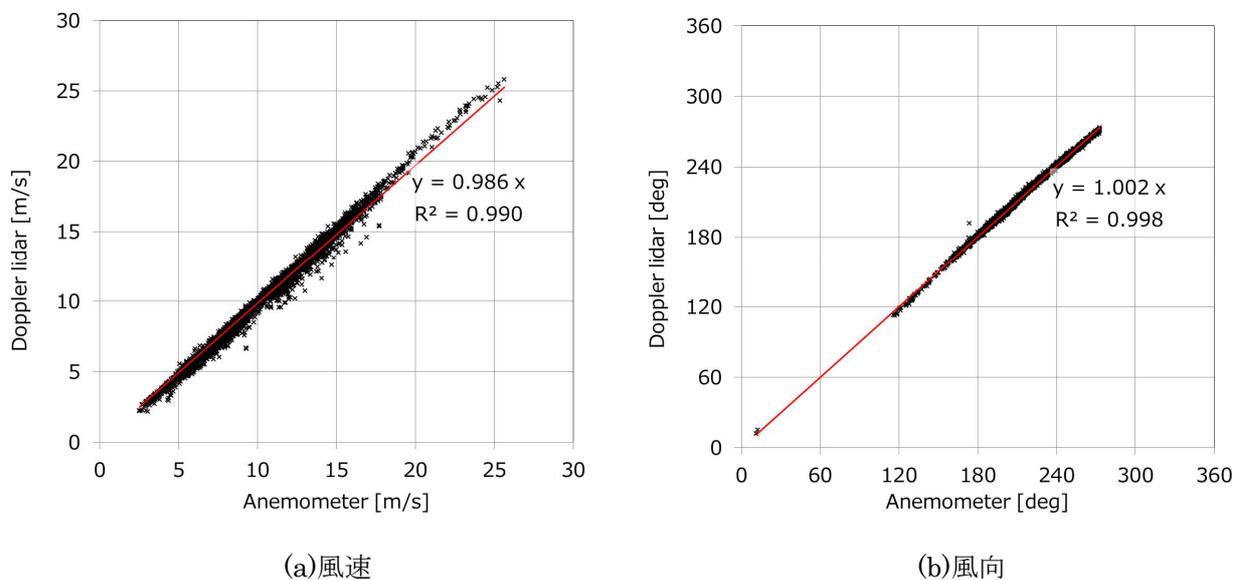


図 2 風向・風速計とドップラーライダーの比較結果

4. まとめ

風況調査向けドップラーライダーの試作機により計測された水平方向風向・風速値と、三杯式風速計と矢羽根式風向計との比較実験を行った。その結果、光スイッチを用いた高速ビーム走査や、当社オリジナルであるアダプティブ積算機能の有効性について確認することができ、欧州での洋上風力研究開発プロジェクトでの要求条件を満足する性能が得られた。本成果は、風況調査向けドップラーライダーの製品版[4]に反映されている。

参考文献

- [1] S. Kameyama, *et al.*, "Compact all-fiber pulsed coherent Doppler lidar system for wind sensing", *Appl. Opt.*, **46**, 11, pp.1953-1962 (2007).
- [2] C. B. Hasager, *et al.*, "Hub Height Ocean Winds over the North Sea Observed by the NORSEWInD Lidar Array: Measuring Technique, Quality Control and Data Management", *Remote Sens.*, **5**, pp. 4280-4303 (2013).
- [3] N. Kotake, *et al.*, "Concept of wind lidar system with the adaptive parameter tuning for various atmospheric conditions", *Proceedings of 17th Coherent Laser Radar Conference 2013*.
- [4] <http://www.mitsubishielectric.co.jp/lidar/index.html>