

ドップラーライダー観測による風の特性に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 松原雄平
株式会社建設技術研究所 非会員 森下講平
鳥取大学大学院 学生会員 渡辺潤樹

鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光
三菱電機株式会社 非会員 安藤俊行
鳥取大学大学院 学生会員 ○村上智彦

1. はじめに

東日本大震災以降、原子力発電停止の動きが広がる中で、再生可能エネルギーの導入が急速に進展している。その中でも風力発電は、比較的発電コストが低く、エネルギー源である風は広範囲に分布しているため注目されている。しかし、日本は世界の国々の中でも人口密度が高く、日本の有する特有の地形は複雑であるため、陸地における風力発電機の敷地がなくなりつつある。そのうえ、近隣住民への騒音・低周波問題や風力発電機の運搬等も解決しなければならない課題となっている。これらの課題を背景に持ち、風況の良さや運搬時の利便性という面で注目されているのが洋上風力発電である。こうした中で、洋上風力発電の設置の可能性を評価するため、鳥取県湯梨浜町泊漁港において風杯型風速計（CUP式）による観測が行われた。しかし、CUP式では1点の観測しか行えないため、広範囲の観測を行うことができるドップラーライダーによる観測も行われた。本研究ではこのドップラーライダーの精度をCUP式風速計の観測データと比較することで検討した。さらに、ドップラーライダーを用いた観測データによりスペクトル解析等を用いて風況の解析を行い、泊漁港における風の特性について検討した。

2. ドップラーライダーの概要と観測条件

ドップラーライダーは待機中のエアロゾル（塵、目に見えない大きさ1/10～数ミクロンの浮遊粒子）にレーザー光を発射・受信することで、塵の速度から風速を測定し、移動した場所をベクトル合成することで風向を測ることができるシステムである。遠隔での風況観測が可能のため、洋上での風況観測に適している。本研究では、このドップラーライダーの風況観測により得られた風向と風速のデータを用いて解析を行った。データの概要は表-1に示す。

表-1 観測データ条件

項目	内容
期間	2012年1月12日から2月29日
観測地点	泊漁港第2沖防波堤
観測地点の高度	40m
ライダーから観測地点までの水平距離	876.56m
観測内容	風向および風速
観測時間	1時間
観測間隔	20秒毎
観測した時間帯	不規則

3. 解析結果

(1) 風向出現率

ドップラーライダーにより観測された風向は360度で表されており、これを16方位に分割し、風向出現率をグラフ化することやアメダスの風向出現率データと比較することで風向の特性の検討をした。図-1、図-2に泊漁港における2012年1月と2月の風向出現率を、図-3、図-4に同期間のアメダスにおける青谷の風向出現率を示す。

図-1、図-2より、泊漁港では主にWからWSW成分にかけての風が卓越し、SからE成分とN成分における出現率が低いことが分かった。N成分が低い原因は冬型の気圧配置となる日が多く、月平均気温も低くなっており、日照時間も少なかったため、海岸地域の特徴である海陸風の影響が少なかったこ

とが考えられる。図-3、図-4 より、アメダスによる青谷の観測ではS、S SW成分の出現率が高く表れたことに対して、泊漁港ではSからE成分の出現率が低く表れていることが分かる。これらの原因として、観測地点の南東に位置する甲亀山など陸地の影響を大きく受けていると考えられる。

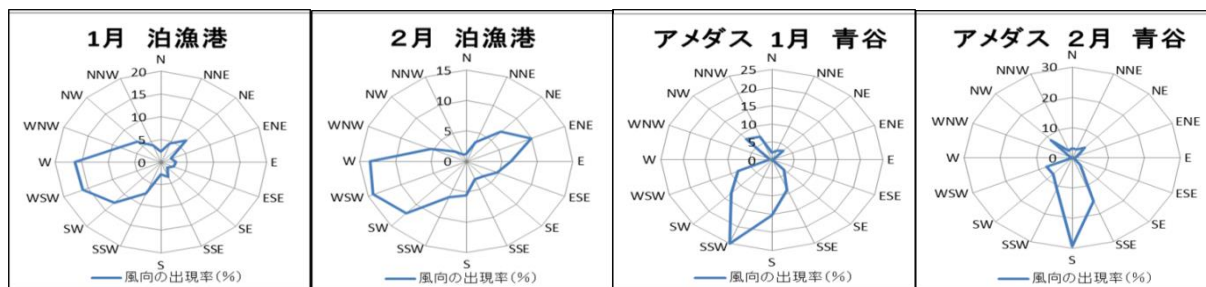


図-1 泊漁港 1月

図-2 泊漁港 2月

図-3 青谷 1月

図-4 青谷 2月

(2)CUP と LIDAR の風速の比較

ドップラーライダー(LIDAR)による観測期間中の風速の変化と同地点で観測されている風杯型風速計(CUP)の同じ時間での風速の観測データの比較を行い、ドップラーライダーの精度についての検討を行った。図-5、図-6 にそれぞれ 1 月と 2 月の風速の時間的変化を示す。これより、CUP の風速は LIDAR の風速より比較的に小さな値を示すことが多くなっているが、グラフの形はほぼ同じ形をしていることが分かる。CUP の風速が小さく表れた原因として CUP は風圧を回転モーメントに変換し、軸の回転数により風速を算出するため、回転系の慣性により風の変動が著しい場合では CUP による風速は小さく表れる特性があることが原因と考えられる。

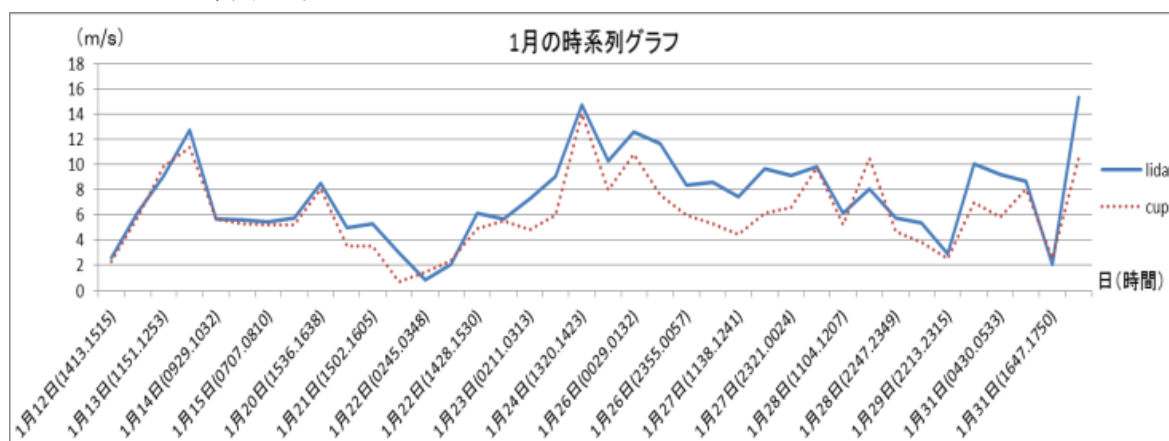


図-5 1月の風速の時間的変化グラフと CUP と LIDAR の比較

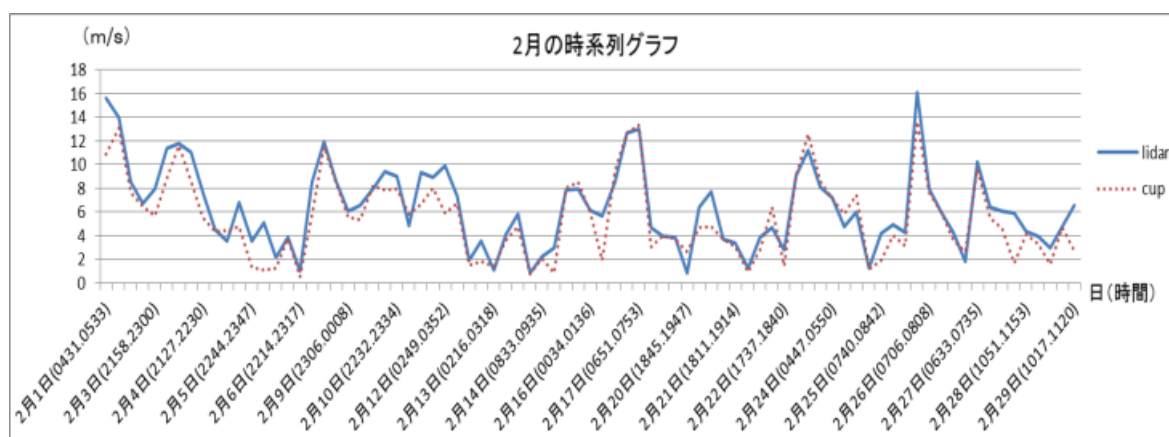


図-6 2月の風速の時間的変化グラフと CUP と LIDAR の比較

(3) 風速のスペクトル解析

風は様々な周期の変動が重なっているのですがどの周期で変動が卓越しているのかを調べるためにスペクトル解析を行った。風速のデータ数は1時間で180個のデータが存在するが、FFT法を用いるため256個として解析を行った。風速のスペクトル解析により得られたデータのグラフと日ごとの平均風速、風向の出現率、天候および風速の時系列グラフと比較することで風速の特性の検討をした。

風速のスペクトル解析を行った結果、泊漁港では45～55s周期の風が多いことが分かった。これは、周期が数秒から数十秒で卓越する「風の息」によるものだと考えられる。2月20日から24日にかけて高周期でピークとなる日が多くあった。これは、鳥取県が高気圧圏内に入ったため周期に変動が生じたのではないかと考えられる。

つぎに、できる限り観測条件が揃ったデータの比較を行った。1月12日～2月29日のデータの中から降水量が0であり、平均風速・風向が近い値となった2月20日(07:01～08:03)のグラフを図-7に、同日(13:52～14:55)のグラフを図-8に示す。平均風速は図-7が3.97(m/s)、図-8が3.90(m/s)となっている。グラフより時系列の変動が大きい図-7のグラフの方が全体的にパワースペクトルは大きくなっているが、グラフの外形やピーク周期に傾向は見られなかった。これらの原因として、風の周期変化は高気圧・低気圧の通過といった約4日周期のものや季節変化による1年周期のものが多いことに対し、今回の研究ではデータの時間帯が不規則であったため局所的な比較しか行うことができなかったことや、1ヵ月半という短い期間での解析しか行えなかったことが原因と考えられる。

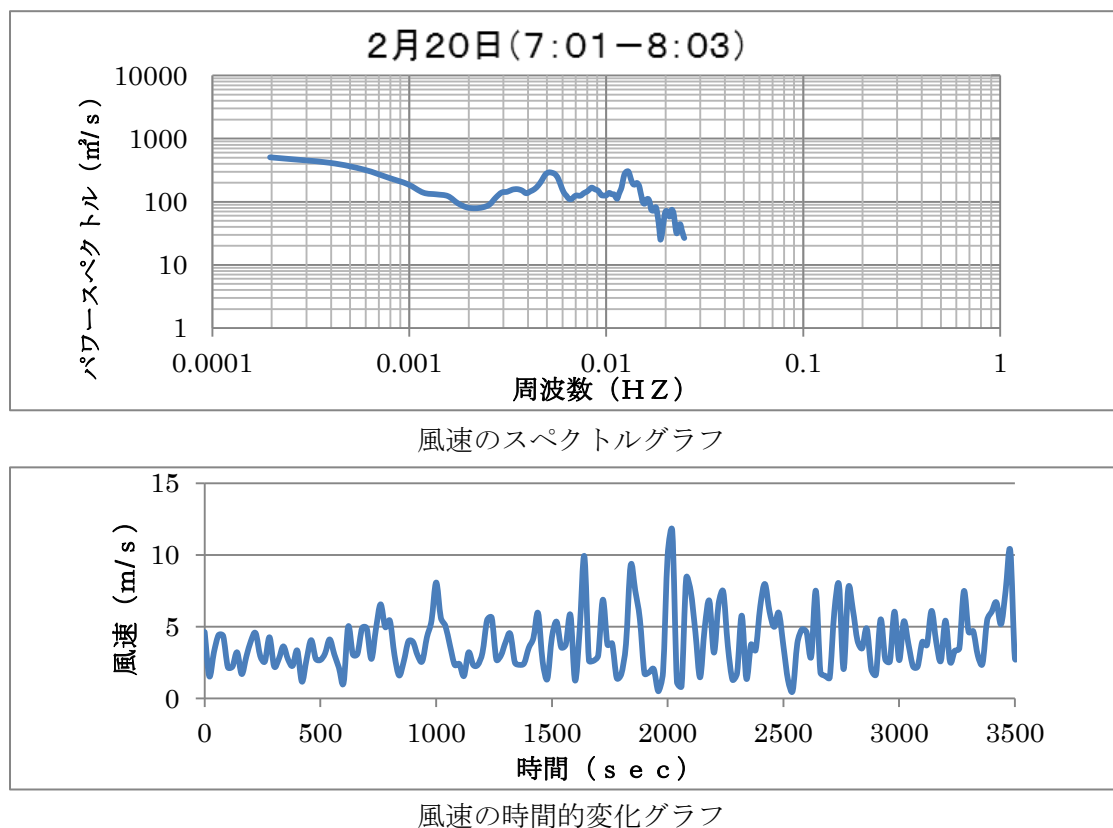


図-7 2月20日(07:01-08:03: 平均風速 3.97(m/s) 風向 ENE)

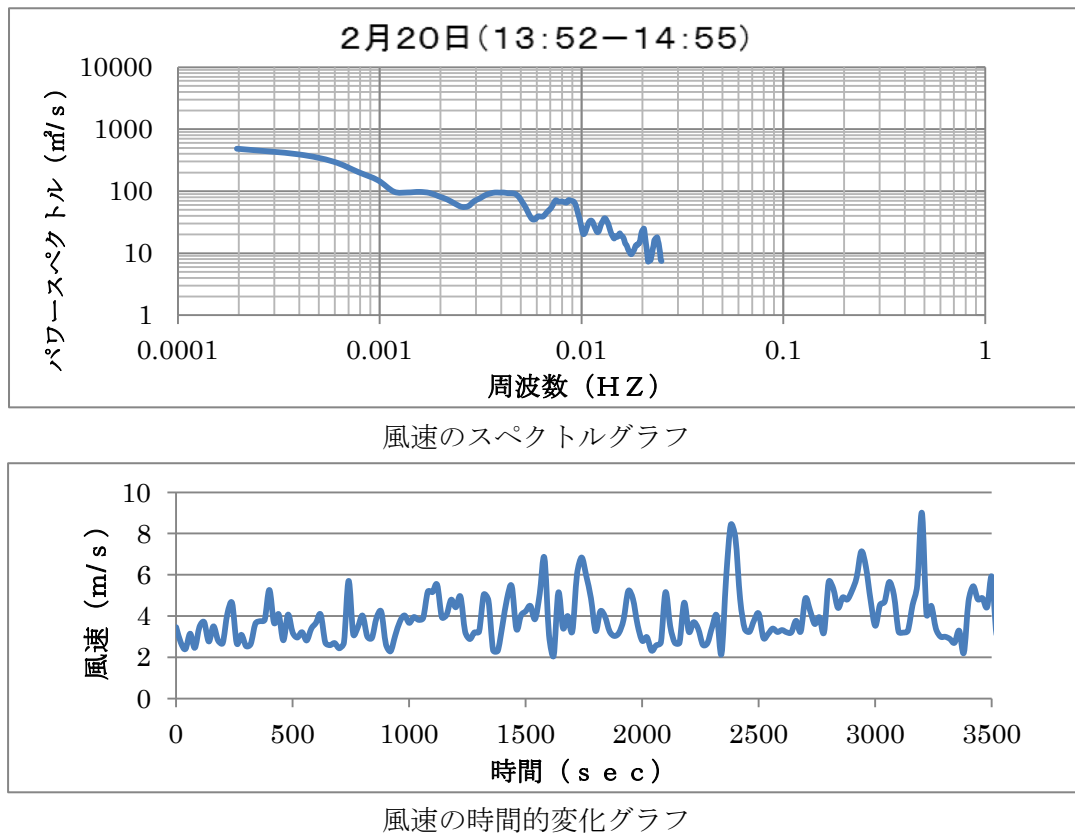


図-8 2月20日(13:52-14:55：平均風速 3.90(m/s) 風向 ENE)

4. おわりに

泊漁港では、1月、2月ともにWからSW方向からの風が多く出現する。ドップラーライダーによる風速の観測値と cup による風速の観測値は近似しており、ドップラーライダーの精度は良いと考えられる。今回スペクトル解析による周期変動の傾向はあまり見られなかったが、連続したデータで長期間の解析を行うことで傾向が表れるのではないかと考えられる。

参考文献 松原 雄平 (2012)：ドップラーライダーによる洋上風力発電観測法に関する調査研究
(ウィンテック共同研究成果報告書)

渡辺 潤樹 (2012)：鳥取県泊港における風況データ解析と導入可能性の検討(卒業論文)