

太鼓山風力発電所風況調査

報 告 書

平成 28 年 3 月

京都府

1 調査目的

太鼓山風力発電所のナセル落下事故調査結果から、風直角方向及び鉛直方向における乱流強度は国際的な安全規格 I E C の基準を超えていることが明らかとなったところであり、その事故事象を踏まえ「発電用風力設備の技術基準の解釈」が改正され、乱流の3方向成分に係る安全上の扱いが明記された。このことにより、現地風条件に対する一層の安全確認を行う必要があり、乱流の激しい太鼓山風力発電所で率先して、現状計測できていない鉛直方向（W成分）の乱流を実測した。

2 風況観測設備

風況観測は、高さ60mのトラス式タワーの所定高さに超音波式風向風速計(1層)三杯式風速計(3層)及び矢羽式風向計(3層)を取付けて計測を行った。

2.1 観測地点

住 所：京都府与謝郡伊根町字野村小字太鼓山 地内（風力発電所5号機跡地）
緯 度：北緯 35度42分4.2秒（世界測地系）
経 度：東経135度12分14.6秒（世界測地系）
偏 角：7° 29′ （西偏）（国土地理院）
標 高：573m



観測地点位置図

2.2 観測期間

本調査の観測期間：平成27年12月1日～平成28年3月15日（3.5ヵ月間）

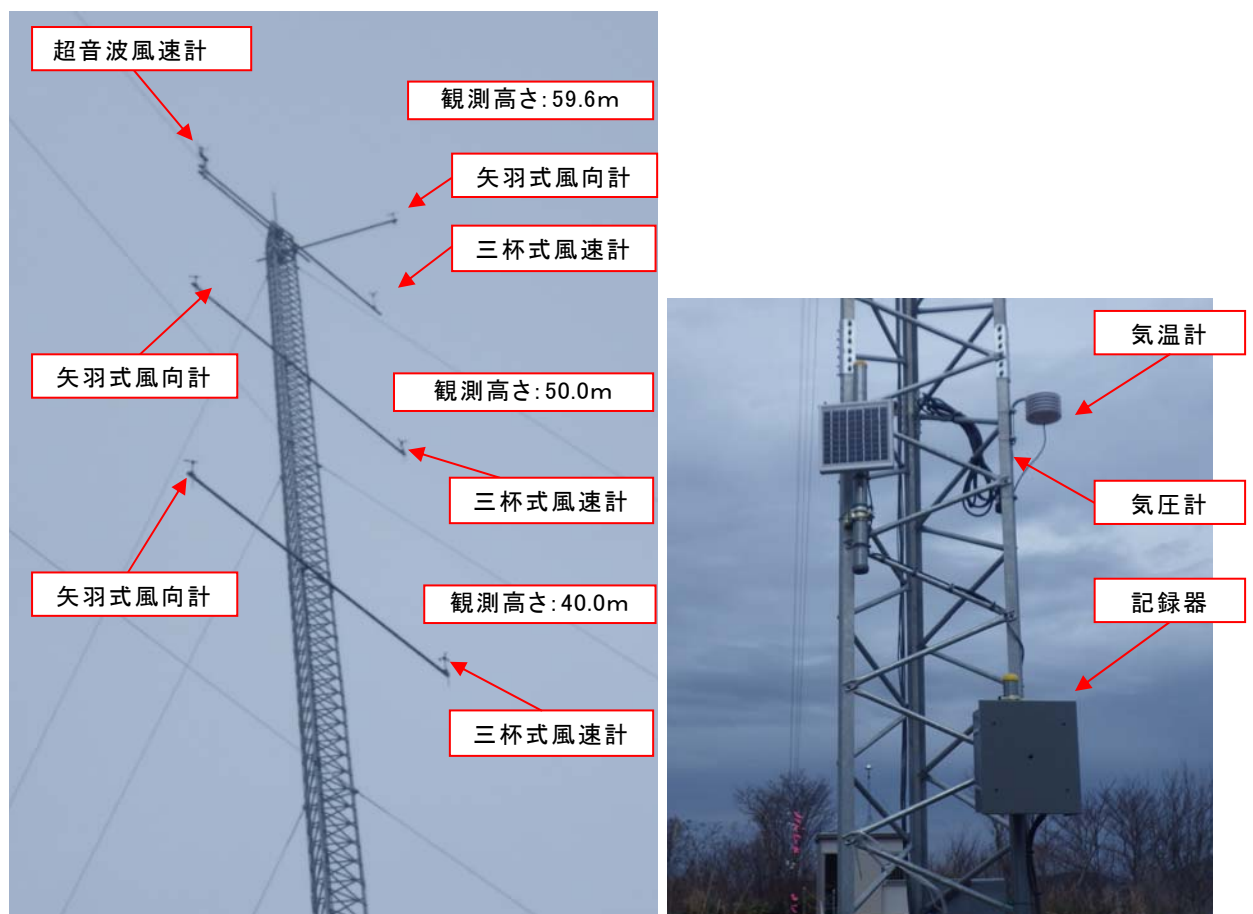
2.3 観測機器

観測システム仕様

計測機器	数量	観測仕様
超音波風向風速計	1台	記録周期 4Hz(4回/秒) 記録値 10分間平均値、4Hz値
三杯式風速計	3台	記録周期 1Hz(1回/秒) 記録値 10分間平均値
矢羽式風向計	3台	記録周期 1Hz(1回/秒) 記録値 10分間の平均値
気温計	1台	記録値 10分値
気圧計	1台	記録値 10分値

超音波風向風速計の計測データは、最寄りの観測小屋内に記録装置を設置した。

2.4 設置状況写真



観測機器の設置写真

3 風況観測結果

本調査報告までの観測期間が3.5ヵ月と短い、風況観測は継続中である。
本報告では、本調査期間の観測データについてとりまとめ結果を示す。

3.1 最大瞬間風速・瞬間風向

導入する風車の極値風速について、最大風速と最大瞬間風速の出現状況を取りまとめた結果を示す。

一般的な風車の極値風速である60m/s(IECクラスⅡ相当)を上回る最大瞬間風速は観測されてはいない。

表1 最大風速に関する観測結果（超音波式、観測高さ59.6m）

年	2015年	2016年		
月	12月	1月	2月	3月
最大風速(m/s)	23.15	23.15	19.35	17.8
最大瞬間風速(m/s)	26.98	33.41	26.31	25.77
最大瞬間風向(度)	336	268	267	305

最大瞬間風速起時：2016年1月20日 04:20

表2 最大風速に関する観測結果（三杯式、観測高さ59.6m）

年	2015年	2016年		
月	12月	1月	2月	3月
最大風速(m/s)	21.2	24.2	19.7	17.2
最大瞬間風速(m/s)	28.2	34.9	30.7	27
最大瞬間風向(度)	338	253	263	296

最大瞬間風速起時：2016年1月20日 04:10

3.2 平均風速

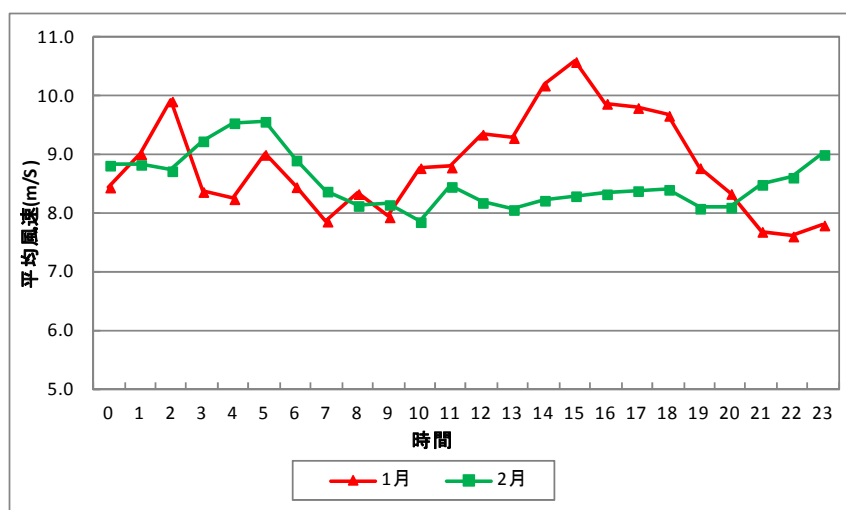
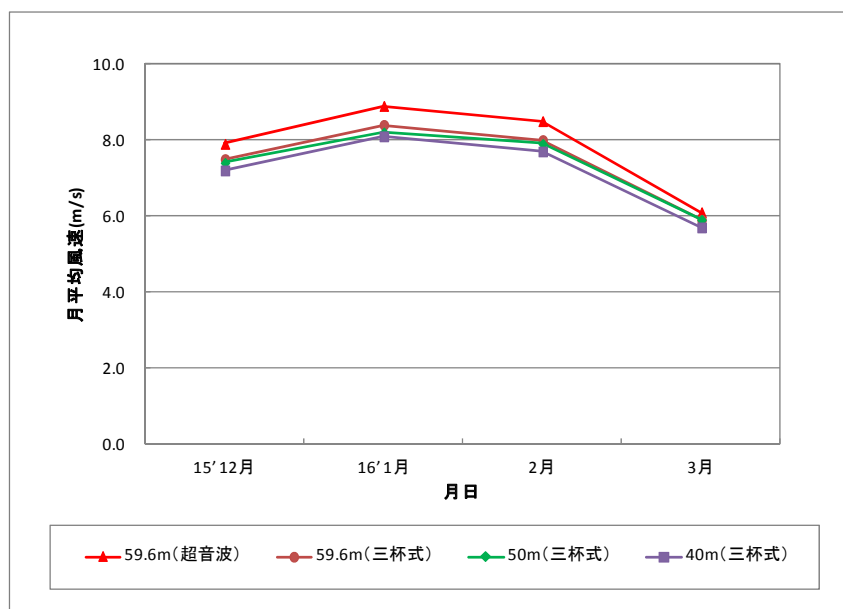
観測地点の風速の概況について、平均風速の状況を取りまとめた結果を示す。

高所風況精査マニュアルによれば、事業化を検討する目安として、観測高さ30mにおける年間の平均風速が6.0m/s以上であることが望ましいとしている。

観測高さ40mにおける期間中の平均風速は7.2m/sであった。

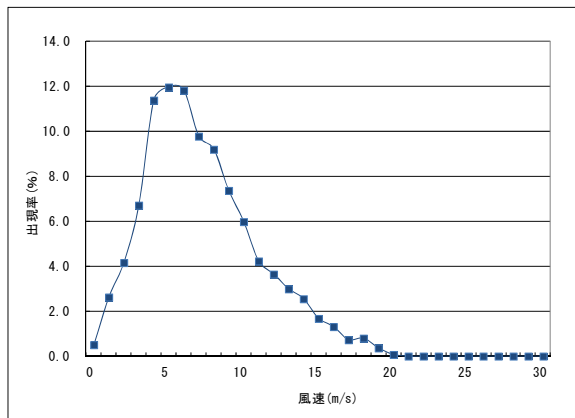
表 観測高さ別による月別平均風速

観測高さ(種類)	15' 12月	16' 1月	2月	3月	平均
59.6m(超音波)	7.9	8.9	8.5	6.1	7.9
59.6m(三杯式)	7.5	8.4	8	5.9	7.5
50m(三杯式)	7.4	8.2	7.9	5.9	7.4
40m(三杯式)	7.2	8.1	7.7	5.7	7.2

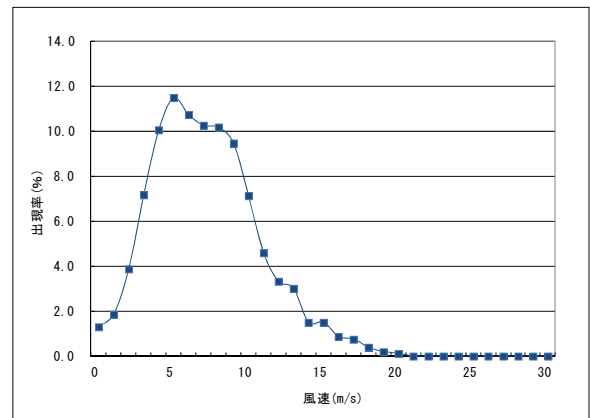


3.3 風速の出現率

風速の出現率と風況曲線について、風速の出現状況を取りまとめた結果を示す。



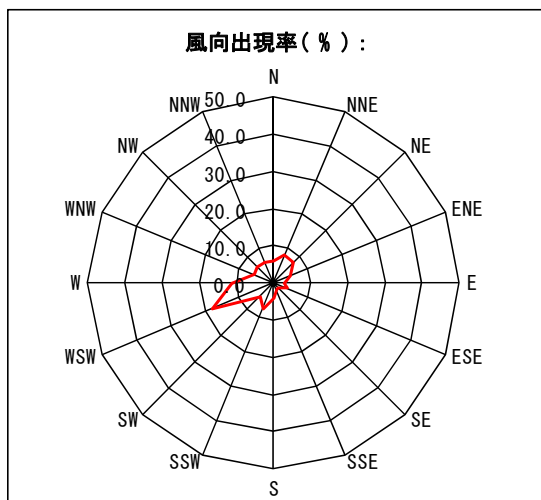
風速出現状況 (超音波式、観測高さ59.6m)



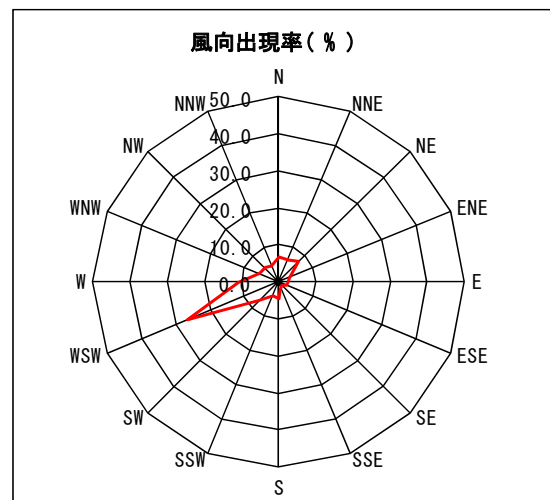
風速出現状況 (三杯式、観測高さ59.6m)

3.4 風向出現率

観測地点の風向の卓越状況について、風向出現率の状況を取りまとめた結果を示す。



風向出現率 (超音波式、観測高さ59.6m)

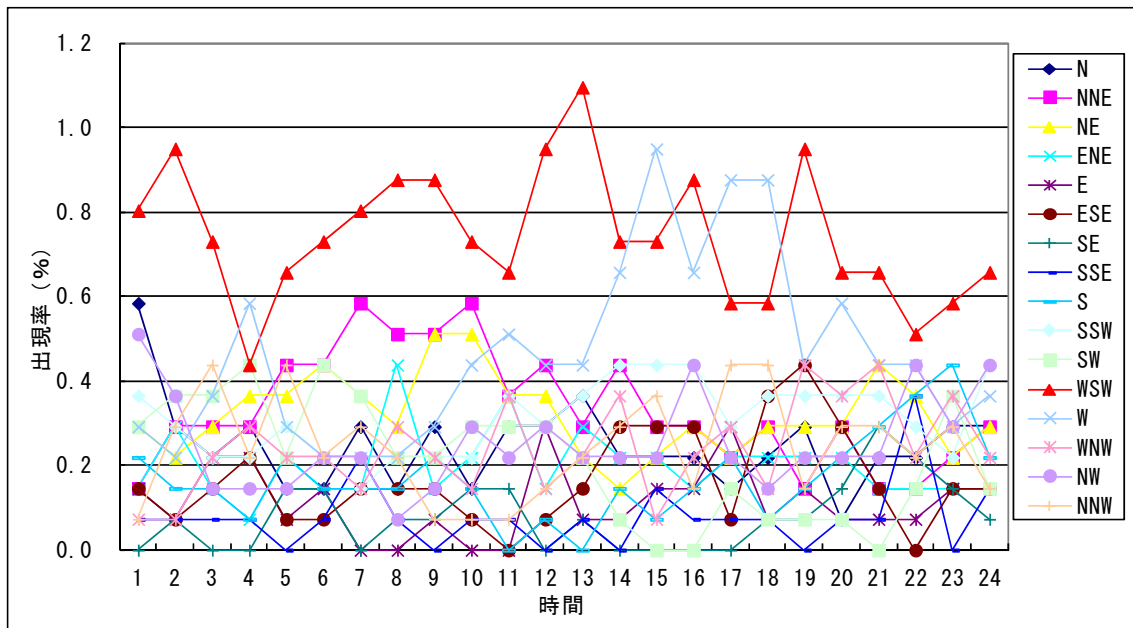


風向出現率 (矢羽式、観測高さ59.6m)

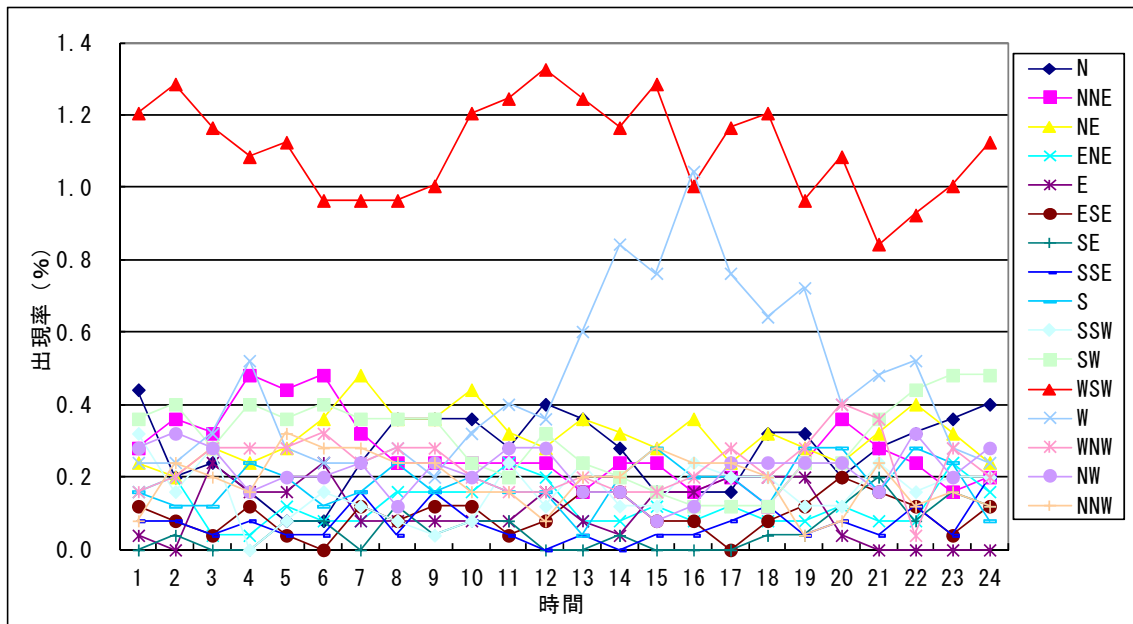
3.5 時間別風向出現率

観測地点の局所的な風況特性について、時間別風向出現率の状況を取りまとめた結果を示す。

解析期間中の時間別風向出現率の傾向を見ると、1日を通じて、風向出現率と同様、西南西の出現率が高くなっている。



時間別風向出現率 (超音波式、観測高さ59.6m)



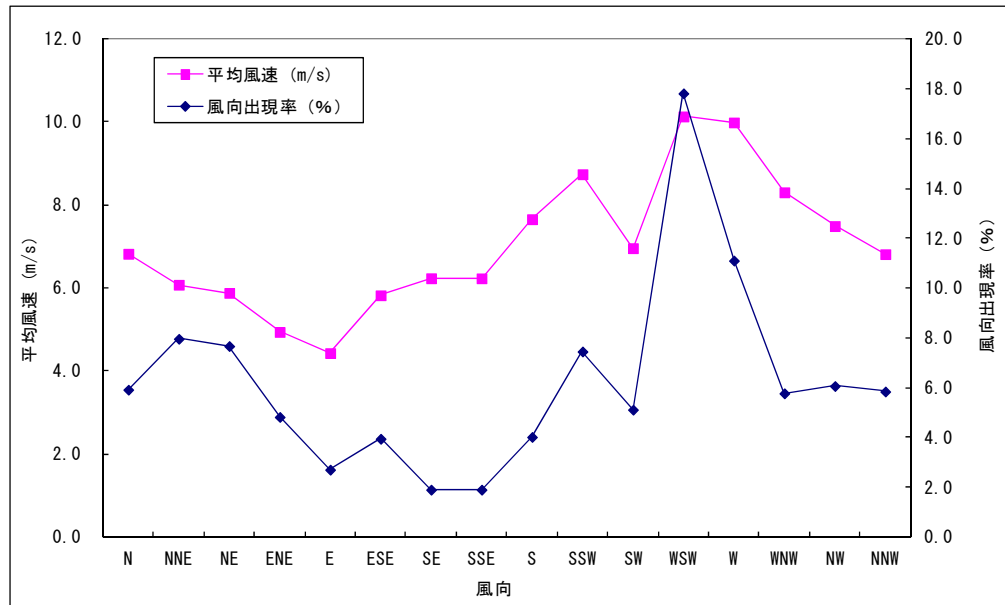
時間別風向出現率 (三杯式、観測高さ59.6m)

3.6 風向別風速出現率と平均風速

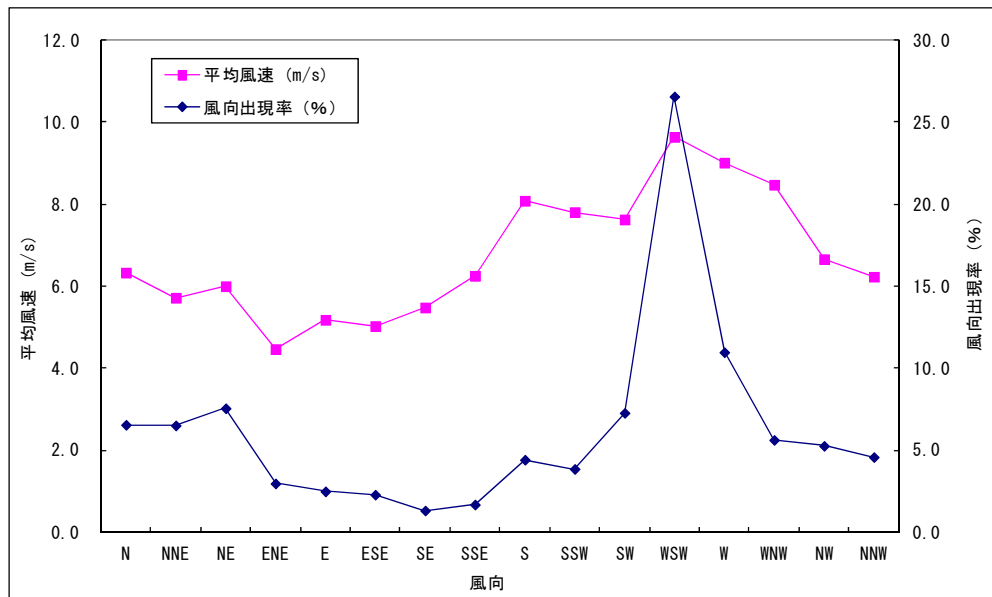
観測地点の方位間の風況特性について、風向別風向出現率と平均風速の状況をとまとめた結果を示す。

超音波式風向風速計における方位別の平均風速は、4.4m/s（E）～10.1m/s（WSW）の範囲で変化している。

また方位によっては、平均風速に2倍以上の差が見られた。



風向別風速出現率と平均風速（超音波、観測高さ59.6m）

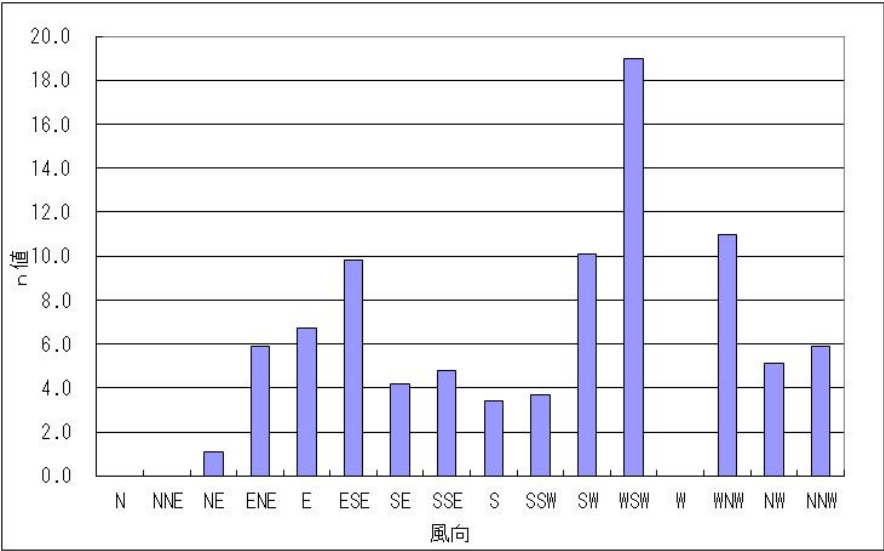


風向別風速出現率と平均風速（三杯式、観測高さ59.6m）

3.7 風速の鉛直分布

観測地点の方位別の風速のシアーについて、風速の鉛直分布の状況を取りまとめた結果を示す。

WSWがn値=19と大きくシアーが少ないものとなっているが、他の方位においては、n値=10以下と小さくなり大きいシアーを示している。



風速の鉛直分布(三杯式)

3.8 乱れ強度

観測地点の乱流について 乱れ強度(水平方向)の状況を取りまとめた結果を示す。

風速階級	風向															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0 < V < 1	0.57	0.27	0.45	0.33	0.65	0.50	0.40	0.38	0.67	0.79	0.75	0.66	0.42	0.67	0.17	0.35
1 ≦ V < 2	0.41	0.45	0.42	0.43	0.55	0.45	0.31	0.48		0.46	0.48	0.46	0.31	0.42	0.37	0.45
2 ≦ V < 3	0.30	0.31	0.27	0.24	0.26	0.28	0.25	0.32	0.36	0.26	0.28	0.34	0.24	0.32	0.28	0.33
3 ≦ V < 4	0.21	0.26	0.22	0.16	0.17	0.18	0.21	0.16	0.32	0.17	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.23
4 ≦ V < 5	0.20	0.25	0.18	0.13	0.10	0.12	0.17	0.18	0.23	0.19	0.15	0.14	0.20	0.22	0.18	0.19
5 ≦ V < 6	0.18	0.22	0.18	0.12	0.10	0.10	0.15	0.21	0.34	0.18	0.14	0.13	0.17	0.18	0.18	0.20
6 ≦ V < 7	0.19	0.22	0.17	0.11	0.09	0.11	0.18	0.24	0.23	0.16	0.11	0.13	0.16	0.18	0.18	0.21
7 ≦ V < 8	0.18	0.23	0.19	0.13	0.07	0.11	0.12	0.22	0.20	0.16	0.12	0.12	0.15	0.16	0.19	0.21
8 ≦ V < 9	0.18	0.20	0.20	0.15	0.09	0.11	0.16	0.19	0.22	0.14	0.11	0.12	0.15	0.17	0.20	0.21
9 ≦ V < 10	0.18	0.21	0.14	0.12	0.10	0.10	0.18	0.14	0.21	0.12	0.11	0.12	0.15	0.17	0.19	0.21
10 ≦ V < 11	0.17	0.19	0.15	0.13	0.14	0.10	0.18	0.16	0.17	0.12	0.11	0.13	0.16	0.17	0.21	0.20
11 ≦ V < 12	0.18	0.19	0.13	0.14	0.12	0.15	0.14	0.13	0.14	0.10	0.13	0.13	0.16	0.18	0.20	0.20
12 ≦ V < 13	0.17	0.20	0.11	0.09	0.10	0.14			0.18	0.08	0.15	0.14	0.17	0.17	0.21	0.19
13 ≦ V < 14	0.17					0.13				0.10	0.15	0.14	0.17	0.18	0.21	0.19
14 ≦ V < 15	0.16										0.12	0.15	0.17	0.18	0.26	0.16
15 ≦ V < 16	0.16										0.12	0.14	0.17	0.20	0.20	0.18
16 ≦ V < 17	0.18										0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.17
17 ≦ V < 18	0.18											0.14	0.16	0.20		0.18
18 ≦ V < 19	0.18											0.14	0.15	0.17	0.22	0.17
19 ≦ V < 20												0.16	0.13	0.17	0.15	0.17
20 ≦ V < 21												0.13	0.18	0.18	0.15	0.18
21 ≦ V < 22												0.15	0.16	0.15		0.12
22 ≦ V < 23												0.12	0.17			
23 ≦ V < 24												0.14				
24 ≦ V < 25												0.12				
25 ≦ V < 26																
26 ≦ V < 27																
27 ≦ V < 28																
28 ≦ V < 29																
29 ≦ V < 30																
30 ≦ V < 31																

※解析期間は2015年12月1日～2016年3月15日の3.5ヶ月間。

乱れ強度(水平方向、三杯式、観測高さ59.6m)

3.9 乱れ強度（鉛直方向）と傾斜角（鉛直方向）

観測地点の乱流の大きさについて、乱れ強度（鉛直方向）の状況を取りまとめた結果を示す。

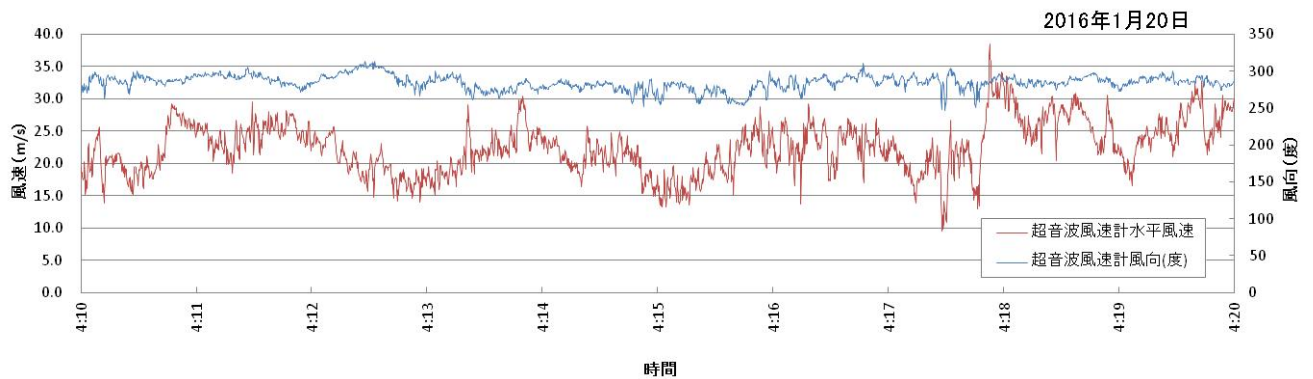
水平方向に対する風向の月平均傾斜角は、全て吹き上げになっており、4.6度から5.5度と変化となっている。

鉛直方向	15'12月	16'1月	2月	3月
乱れ強度	0.527	0.178	0.182	1.448
傾斜角(度)	5.470	5.304	4.623	4.865

※解析期間は2015年12月1日～2016年3月15日の3.5ヶ月間。

3.10 風向・風速の変化速度

最大風速時において風速の時間的变化は、0.5分間に10m/s～38m/sまで約4倍の風速変化が発生している。また風向は、250度～300度の変化となっている。



風向・風速の変化速度（超音波式、観測高さ59.6m）

4 まとめ

本調査では、従来の三杯式風速計と矢羽式風向計のほか超音波風向風速計を設置して観測をすることにより、鉛直方向の風況データを得ることができた。

本調査期間は3.5ヵ月であるが、平均風速7.2m/s（観測高さ40.0m）、西南西の方位に卓越した風向が表れ、乱れ強度は、一部の方位で周囲地形の影響を受けて乱れが大きくなる傾向があるが、風速4m/s以上においては0.3未満となっており比較的安定していた。

今後、通年の調査を実施することにより、風況の水平成分及び鉛直成分の詳細なデータを収集し、風況特性及びエネルギー特性を検証し、周囲地形による風況への影響と風力発電装置への影響を検討する基礎資料として有効利用できるものである。