

付 属 資 料

I. 世界の洋上風力発電導入実績と計画

番号	稼働年	国名	風力発電所名	設置容量 (MW)	定額出力(MW)・基数	風車メーカー	原高不能率 (%)	離岸距離 (km)	基礎形式	事業者(オーナー)	建設コスト (百万円/台)		備考	
											C.Code	Country		容量
1	1990	SE	ブラスボーン	4.22	220x11	WP10	3.0	1.00	浮体式	E.ON Storage AB	不詳	本業が浮体式を採用している。		
2	1991	UK	ウィンズル	4.95	490x11	Bonus	3.5	3.00	固定式	Doag Energy	GBP(10)17.8	2.9		
3	1994	UK	ラッシュ	2.00	400x14	Northwind	7.5	0.75	固定式	None	GBP(10)14.0	2.8	本業が浮体式を採用している。	
4	1995	UK	トングノブ	5.00	500x10	Vestas	4.0	6.00	固定式	Doag Energy	GBP(10)19.75	2.3		
5	1996	UK	ドクス・インナー	16.00	600x28	Northwind	5.0	0.05	固定式	None	不詳	不詳		
6	1997	SE	ブラスボーン	2.75	550x15	WP10	3.0	3.00	固定式	不詳	EUR(10)14.00	1.5		
7	2000	UK	ブリック	4.00	2,000x12	Bonus	6.0	1.00	固定式	E.ON Climate & Renewable UK	EUR(10)18.00	1.3		
8	2000	UK	ミッドグリーン	40.00	2,000x10	Do	4.0	3.00	固定式	Doag Energy Ltd/Doag Energy Ltd/Doag Energy Ltd	EUR(10)14.00	1.1		
9	2000	SE	ヴィン・スウェーデン	10.00	1,455x17	em	8.5	8.00	固定式	Vestas AB	EUR(10)13.00	1.2		
10	2001	SE	ヴィン・スウェーデン	10.00	2,000x15	em	8.0	5.00	固定式	Vestas AB	EUR(10)13.00	1.2		
11	2002	UK	ドクス・インナー	16.00	2,000x10	V	10.0	14.00	固定式	Doag Energy/Vestas AB/Vestas AB	EUR(10)17.00	1.6		
12	2002	UK	ドクス・インナー	9.70	2,300x14	si	3.0	0.20	固定式	Doag Energy/Vestas AB/Vestas AB	EUR(10)17.00	1.6		
13	2003	UK	ドクス・インナー	8.00	2,000x14	v	3.0	0.20	固定式	Doag Energy/Vestas AB/Vestas AB	EUR(10)17.00	1.6		
14	2003	UK	ドクス・インナー	21.00	2,000x10	v	14.5	3.00	固定式	Doag Energy/Vestas AB/Vestas AB	EUR(10)17.00	1.6		
15	2003	UK	ドクス・インナー	165.60	2,000x12	Bonus Siemens	7.5	10.00	固定式	Siemens Windpower/Doag Energy	EUR(10)15.00	1.3		
16	2003	UK	ドクス・インナー	60.00	2,000x10	Vestas	9.0	6.00	固定式	Doag Energy/Shell/Doag Energy	EUR(10)16.00	1.2		
17	2003	IE	ドクス・インナー	25.20	3,800x17	em	5.0	7.00	固定式	Doag Energy	EUR(10)16.00	不詳		
18	2003	JP	ドクス・インナー	1.32	660x12	v	10.0	0.70	固定式	Setem team	USD(10)16.11	5.58		
19	2003	UK	ドクス・インナー	2.80	2,500x11	no	3.0	0.00	固定式	Doag Energy	不詳	不詳		
20	2003	UK	ドクス・インナー	6.00	3,000x12	v	3.0	0.00	固定式	Doag Energy	不詳	不詳		
21	2003	UK	ドクス・インナー	2.30	2,300x11	si	3.0	0.00	固定式	Doag Energy	不詳	不詳		
22	2004	JP	ドクス・インナー	10.00	2,000x15	v	10.0	0.01	固定式	Suway Wind Power(Suway Corporation, Winose Holding Limited)	不詳	不詳		
23	2004	DE	ドクス・インナー	4.50	4,500x11	e	3.0	0.10	固定式	不詳	不詳	不詳		
24	2004	UK	ドクス・インナー	60.00	2,000x10	v	6.0	2.50	固定式	E.ON Climate & Renewable UK	GBP(10)15.00	1.64		
25	2005	UK	ドクス・インナー	90.00	3,000x10	v	5.0	6.00	固定式	Vestas AB	GBP(10)16.00	1.3		
26	2005	DE	ドクス・インナー	2.30	2,300x11	no	2.0	1.00	固定式	不詳	不詳	不詳		
27	2005	UK	ドクス・インナー	90.00	3,000x10	v	17.5	7.00	固定式	Centrica Renewable Energy Limited/Doag Energy Ltd	GBP(10)12.00	1.74		
28	2006	ES	ドクス・インナー	10.00	2,000x15	em	未定	不詳	不詳	不詳	不詳			
29	2006	UK	ドクス・インナー	10.00	5,000x12	em	65.0	25.00	固定式	Scottish and Southern Energy/Tullamore Energy Ltd	EUR(10)11.00	不詳		
30	2006	UK	ドクス・インナー	108.00	3,000x18	v	20.5	10.00	固定式	Vestas AB/Shell Wind Energy Ltd	EUR(10)17.00	1.57		
31	2007	UK	ドクス・インナー	90.00	3,000x15	si	5.0	7.00	固定式	Doag Wind(UK) Limited	EUR(10)18.00	1.71		
32	2007	FI	ドクス・インナー	15.00	3,000x15	v	5.0	0.10	固定式	Impover Oy	EUR(10)19.00	3.02		
33	2007	UK	ドクス・インナー	10.00	3,000x12	v	65-68	24.00	固定式	Tullamore Energy	EUR(10)19.00	不詳		
34	2007	CN	ドクス・インナー	1.50	1,500x11	no	Goldwind	不詳	固定式	不詳	不詳			
35	2007	SE	ドクス・インナー	110.40	2,000x14	si	4.0	7.00	固定式	Vestas AB	SEK(10)1800.00	1.52		
36	2008	DE	ドクス・インナー	5.00	5,000x11	ba	5.0	0.10	固定式	BARD Holding GmbH	不詳	不詳		
37	2008	FI	ドクス・インナー	15.00	3,000x15	v	WinWind	5.0	0.10	固定式	Impover Oy	不詳	不詳	
38	2008	UK	ドクス・インナー	97.20	3,000x17	si	Siemens	9.5	5.00	固定式	Centrica Renewable Energy Limited/EGC Partners	GBP(10)19.00	1.83	
39	2008	UK	ドクス・インナー	97.20	3,000x17	si	Siemens	9.5	5.00	固定式	Centrica Renewable Energy Limited/EGC Partners	GBP(10)19.00	1.83	
40	2008	UK	ドクス・インナー	120.00	2,000x17	em	Siemens	21.5	36.00	固定式	Emos	GBP(10)19.00	1.83	
41	2008	DE	ドクス・インナー	30.00	5,000x16	em	Siemens	10.5	27.00	固定式	Siemens/EGC Partners/EGC Partners	EUR(10)13.00	4.14	
42	2008	UK	ドクス・インナー	7.20	3,000x12	si	Siemens	2.0	0.10	固定式	Doag Energy/Shell/Doag Energy Ltd	EUR(10)18.00	不詳	
43	2009	UK	ドクス・インナー	90.00	3,000x15	si	Siemens	11.0	8.00	固定式	Doag Energy/Shell/Doag Energy Ltd	GBP(10)19.00	2.83	
44	2009	UK	ドクス・インナー	200.30	2,000x11	si	Siemens	13.0	39.00	固定式	RWE Energy UK/Greentech UK Wind PLC/Greentech UK	EUR(10)14.00	2.14	
45	2009	NO	ドクス・インナー	2.30	2,300x11	si	Siemens	21.0	7.00	固定式	Siemens ASA	NOK(10)1400.00	2.6	ブラスボーン
46	2009	UK	ドクス・インナー	21.00	3,000x17	v	Vestas	11	10	固定式	Sund & Beck Holding A/S	不詳	ブラスボーン	
47	2009	DE	ドクス・インナー	60.00	5,000x12	v	Siemens/Emos	20.0	43.00	固定式	E.ON AG/EGC Partners/EGC Partners	EUR(10)16.00	3.8	ブラスボーン
48	2009	SE	ドクス・インナー	30.00	3,000x10	v	WinWind	6.0	10.1	固定式	Kvarn AB/Doag Energy	SEK(10)1400.00	2.77	
49	2009	UK	ドクス・インナー	172.30	3,000x14	si	Siemens	10.0	7.00	固定式	Doag Energy/Shell/Doag Energy Ltd	EUR(10)19.00	2.77	

番号	発祥年	国名	風力発電所名	投資総額 (百万円)	発電能力(MW)・数量	風車メーカー	最大容量 (MW)	離岸距離 (km)	基礎形式	事業者(法人名)	建設コスト (百万円/1MW)	備考
50	2010	UK	Offshore Wind Farms	Project Capacity	Turbine Capacity/Number	Manufacturers	From Share	Foundation	Owner	HP情報	GL	
51	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,300 x 1	2,300 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,300	不明	
52	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
53	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
54	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
55	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
56	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
57	2010	UK	Offshore Wind Farms	2,400 x 1	2,400 x 1	Siemens	5.0	重力	Siemens	2,400	不明	
58	2010	DE	Bulbin 1	48.30	2,300 x 21	Siemens	17.0	重力	Siemens	2,300	1.95	
59	2010	BE	Belbin Bank	165.00	3,000 x 155	Vestas	28.5	重力	Vestas	3,000	3.23	
60	2010	UK	Wharfedale	183.60	3,000 x 151	Siemens	27.5	重力	Siemens	3,000	不明	
61	2011	DK	Arvedsoe 2	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
62	2011	DK	Arvedsoe 3	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
63	2011	DK	Arvedsoe 4	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
64	2011	DK	Arvedsoe 5	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
65	2011	DK	Arvedsoe 6	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
66	2012	DK	Arvedsoe 7	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
67	2012	DK	Arvedsoe 8	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
68	2012	DK	Arvedsoe 9	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
69	2012	DK	Arvedsoe 10	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
70	2012	DK	Arvedsoe 11	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
71	2012	DK	Arvedsoe 12	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
72	2012	DK	Arvedsoe 13	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
73	2012	DK	Arvedsoe 14	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
74	2012	DK	Arvedsoe 15	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
75	2012	DK	Arvedsoe 16	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
76	2012	DK	Arvedsoe 17	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
77	2013	DK	Arvedsoe 18	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
78	2013	DK	Arvedsoe 19	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
79	2013	DK	Arvedsoe 20	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
80	2013	DK	Arvedsoe 21	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
81	2013	DK	Arvedsoe 22	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
82	2013	DK	Arvedsoe 23	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
83	2013	DK	Arvedsoe 24	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
84	2013	DK	Arvedsoe 25	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
85	2013	DK	Arvedsoe 26	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
86	2013	DK	Arvedsoe 27	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
87	2013	DK	Arvedsoe 28	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
88	2013	DK	Arvedsoe 29	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
89	2013	DK	Arvedsoe 30	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
90	2013	DK	Arvedsoe 31	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
91	2013	DK	Arvedsoe 32	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
92	2013	DK	Arvedsoe 33	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
93	2013	DK	Arvedsoe 34	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
94	2013	DK	Arvedsoe 35	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
95	2013	DK	Arvedsoe 36	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
96	2013	DK	Arvedsoe 37	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
97	2013	DK	Arvedsoe 38	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
98	2013	DK	Arvedsoe 39	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	
99	2013	DK	Arvedsoe 40	2.00	2,000 x 1	Siemens	2.0	重力	Siemens	2,000	不明	

番号	稼働年	国名		風力発電所名	設置容量 (MW)	定額出力(台)×基数	風車メーカー		設置水深 (m)	基礎形式	事業者名(オーナー)	建設コスト (百万円/台)		備考
		C.Code	Country				Turbine Manufacture Code	Manufacturer				HP情報	GL	
99	2014	DE	ドイツ	Offshore Wind Farms	Project Capacity	Turbine Capacity × Number	Manufacturer Code <td>Turbine Manufacture</td> <td>Scour Depth</td> <td>From Shore</td> <td>Foundation</td> <td>HP情報</td> <td>GL</td> <td></td>	Turbine Manufacture	Scour Depth	From Shore	Foundation	HP情報	GL	
100	2014	DE	ドイツ	Berlin Phase 1	400.00	3,000×80		ARVA	25.5	65.5	基礎式	EUR(台) 900.00		
101	2014	DE	ドイツ	Offshore	105.00	3,000×30	si	Siemens	15.5	42.4	モナスタ	EUR(台) 480.00		
102	2014	DE	ドイツ	Merwin and Ost	280.00	3,000×80	si	Siemens	24.0	54.0	モナスタ	EUR(台) 200.00		
103	2014	DE	ドイツ	Global Tech 1	400.00	5,000×80		ARVA	40.0	109.40	基礎式	EUR(台) 600.00		
104	2014	DE	ドイツ	Wendes Ost	285.00	6,150×46	r	Repower	24.0	51.40	基礎式	EUR(台) 100.00		
105	2015	DE	ドイツ	Energy Hub 2	280.00	3,000×80	si	Siemens	33.5	35.40	その他	EUR(台) 100.00		
106	2015	DE	ドイツ	Don Tuck	280.00	3,000×80	si	Siemens	26.0	74.30	モナスタ	EUR(台) 100.00		
107	2014	UK	イギリス	Northumb West	280.00	3,000×80	si	Siemens	22.5	44.90	モナスタ	EUR(台) 100.00		
108	2014	UK	イギリス	Gwynn's Head 2	576.00	3,000×180	si	Siemens	20.0	18.0	モナスタ	EUR(台) 270.00		
109	2014	UK	イギリス	West of Duncans Sands	398.00	3,000×108	si	Siemens	20.5	20.20	モナスタ	GBP(台) 160.00		
110	2015	UK	イギリス	Hamble Gateway	219.00	3,000×73	v	Vestas	14.0	10.10	モナスタ	EUR(台) 190.00		
111	2014	BE	ベルギー	Wassenaar Rough	210.00	6,000×35	si	Siemens	12.5	11.20	モナスタ	EUR(台) 100.00		
112	2015	NL	オランダ	Hornduif 1	216.00	3,000×72	v	Vestas	22.5	36.50	モナスタ	EUR(台) 65.00		
113	2015	JP	日本	Euro Luchterduin	129.00	3,000×45	v	Vestas	21.0	24.20	モナスタ	EUR(台) 450.00		
114	2014	CN	中国	Fujian Recovery Experimental Offshore Floating wind farm phase 2	18.00	7,000×2	n	Mitsubishi	15.0	20.60	浮体式	不明		
115	2014	CN	中国	Longrun Hubei Interfield Trial Project Extension 2	30.50	4,000×1.5,500×1		Envision/Mingyang	3.0	4.5(計画)	その他	CNY(台) 790.00		
116	2014	CN	中国	Longrun Hubei Interfield Project phase 1 Extension	200.00	4,000×50		Siemens/Envision	不明	不明	不明	不明		
117	2015	CN	中国	Shanghai Jiangsu Phase 1	102.00	6,000×17	sm	Sinovel	9.0	21.50	その他	CNY(台) 1750.00		
118	2015	CN	中国	Donghai Bridge Offshore Phase 2	93.60	3,600×26	se	Semid	11.0	12.00	その他	CNY(台) 1910.00		
119	2015	CN	中国	Zhaihai Guilan	87.00	3,000×29		Mingyang	5.5(計画)	13.40	その他	CNY(台) 4450.00		モナスタ/基礎式
120	2015	CN	中国	Jiangsu Binhai	300.00	3,000×100	sm	Sinovel	20.0	21.70	未定	CNY(台) 7000.00		
121	2015	CN	中国	Jiangsu Dejiang	200.00	2,500×80	po	Goldwind	不明	18.5(計画)	未定	CNY(台) 3540.00		
122	2015	CN	中国	Jiangsu Donghai	200.00	3,000×55	se	Semid	5.0	28.10	未定	CNY(台) 3290.00		
123	2015	CN	中国	Jiangsu Xiangshui	201.00	3,000×87	n/	N/A	9.0	12.20	未定	CNY(台) 3540.00		
124	2016	CN	中国	Fujian Fujian Nanti Phase 1	400.00	4,000×100	si	Siemens	不明	不明	その他	不明		
125	2014	KR	韓国	200MW Pihon 1 F	290.00	5,000×50	n/	N/A	15.5	11.0(計画)	未定	CNY(台) 4400.00		
126	2016	US	アメリカ	Power Offshore Wind	30.00	3,000×10	d	Dresser	6.5	0.00	基礎式	KRW(台) 14000.00		
				CAPE Wind	490.00	3,600×130	si	Siemens	9.0	13.80	モナスタ	USD(台) 2820.00		

II. 風車の大型化

商用風力発電機の定格出力は、図-1に示すように年々大型化している。1980年～1990年では定格出力0.075MW(75kW:ロータ直径17m)であったが、1990年～1995年では定格出力0.3MW(300kW:ロータ直径30m)、1995年～2000年では定格出力0.75MW(750kW:ロータ直径50m)、2000年～2005年では定格出力1.5MW(1500kW:ロータ直径70m)、2005年～2010年では定格出力1.8MW(1800kW:ロータ直径80m)と、1990年代の後半から大型化が加速し、図には示されていないが、2010年～2015年には定格出力6.0MW(6000kW:ロータ直径150m)が出現している。これは、1980年代の風車の定格出力及びロータ直径と比較してそれぞれ80倍、8.8倍の大きさとなっている。なお、5MWクラスの風車は洋上用の風力発電機で、陸上風力発電機は設置・運搬等の制約から2-3MW機が主流となっている。日本で多数設置されている2000kWの陸上風車は、地上からナセルまでの高さ(ハブ高)が60—100m、ブレード最先端の最高到達高が100-150m、ロータの直径が80-92m、ナセルの重量が約100t、ブレードとタワーを含めた全体の重量は約300tである。

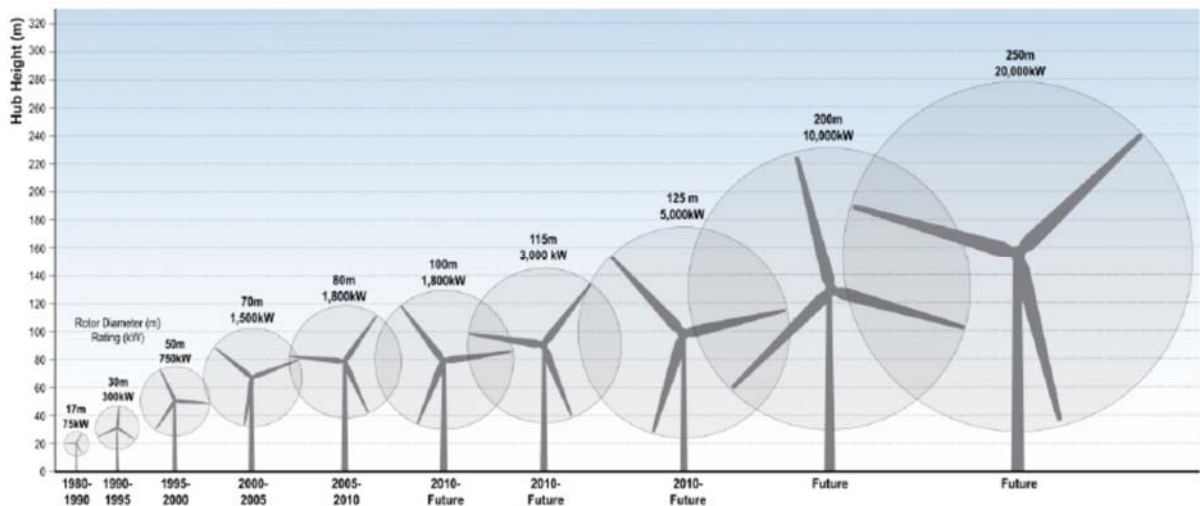


図-1 商用風車の定格出力及びロータ直径の変遷 (Navigant, 2013)

洋上風力発電機についても年々大型化の傾向が認められる。表-1は1990年から2013年までの洋上風力発電機の定格出力の推移を整理したものである。1990年には0.21MW(210kW)の風車であったものが、2000年には約10倍の2MW(2000kW)の風車が導入され、2003年には3MW(3000kW)、2007年には5MW(5000kW)、2013年には6MW(6000kW)と、短期間に大型化が進んでいる。2013年末までの集計で洋上風力発電機として採用されている風車メーカーはSiemens社(全体の約50%)とVestas社(同、約21%)で、全体の70%を超えているが、今後、他社のメーカーを含めて5MW(5000kW)以上の風車の導入が進むものと考えられる。なお、同表に示されているように、2010年前後から中国、日本、韓国の風車メーカーが洋上風力発電に参入しているが、その導入は現段階では自国のサイトに限られている。

表-1 洋上風力発電機の導入ヒストリー(1990~2013年)

当該機種の 最初の設置年	風車情報			実証試験・プロジェクト 基款/総出力(MW)	備 考
	定格出力 (MW)	風車メーカー (国名)	機種		
1990	0.22	WIND WORLD A/S (DK)	W2500	Nogersund(スウェーデン) 1/0.22	
1991	0.45	Siemens(Bonus) (DK)	B37 450kW	Vindeby(デンマーク) 11/4.95	
1994	0.5	Vestas (DK)	V39 500kW	Lely(オランダ) 4/2	
1996	0.6	Vestas (DK)	Y44 600kW	Dronten Isselmeer(オランダ) 28/16.8	
2000	2.0	Siemens(Bonus) (DK)	B76/2000	Middelgrunden(デンマーク) 20/40	
2000	2.0	Vestas (DK)	V80-2.0 (V90-2.0MW) (V100-2.0MW)	Blyth(イギリス) 2/4	本機種は浮体式洋上風力発電機として も設置(Windfloat)
2000	1.5	GE Wind (US)	GE1.5s/se	Utgrunden (スウェーデン)	
2002	2.3	Siemens (DK)	SWT-2.3-82 (SWT-2.3-93) (SWT-2.3-101)	Roeland(デンマーク) 4/9.2	本機種は浮体式洋上風力発電機として も設置(Hywind)
2003	3.0	Vestas (DK)	V90-3.0 (V112-3.0MW)	Fredrikshavn II(デンマーク) 2/6	
2003	2.5	Vestas (DK)	N90/2500LS (N100/2500LS)	Fredrikshavn I(デンマーク) 1/2.5	
2003	3.6	GE Wind (US)	GE3.6s/s1	Arklow Bank Phase I(アイルランド) 7/25.2	
2007	5.0	Repower (DE)	REpower 5M	Beatrice(イギリス) 2/10	
2007	3.0	WinWind (SF)	WWD-3	Kemi Ajos I(フィンランド) 5/15	
2007	1.5	金風 Goldwind (CN)	GW 1.5/70 (GW 1.5/77) (GW 1.5/82) (GW 1.5/87)	Bohai Test Project(中国) 1/1.5	
2009	3.6	Siemens (DK)	SWT-3.6-107 (SWT-3.6-120)	Avedoere I(デンマーク) 2/7.2	
2012	6.0	Siemens (DK)	SWT-6.0-154	Gunfleet Sands 3(イギリス) 2/6	
2013	6.2	Senvion(REpower) (DE)	6.2M152	Thomoyon Bank PhaseIII(ベルギー) 18/6.15	
2008	5.0	BARD (DE)	BARD5.0	Hooksiel(ドイツ) 12/60	
2009	5.0	AREVA(Multibrid) (FR)	M5000	Alpha Ventus(ドイツ) 6/30	
2009	3.0	華銳 Sinovel (CN)	SL3000 (RD:90/100/105/113)	Shangai Donghai Bridge Phase1(中国) 21/63	
2010	2.5	金風 Goldwind (CN)	GW 100/2500 (GW 109/2500) (GW 121/2500)	Jiangsu Xiangshui Intertidal Trial Project(中国) 3/6.5	
2010	2.5	上海電気 Sewind (CN)	SE2.5	Jiangsu Xiangshui Intertidal Trial Project(中国) 3/6.5	
2010	2.0	富士重工業 (JP)	SUBARU80/2.0	ウインド・パワーかみす第1(日本) 7/14	日立製作所の機種と同一
2011	5.0	華銳 Sinovel (CN)	SL5000	Donghai Bridge Offshore Wind Project Phase2-1(中国) 1/5	
2011	3.6	上海電気 Sewind (CN)	SE3.6	Shangai Donghai Bridge Phase2(中国) 1/3.6	
2011	2.0	STX Windpower (KR)	TX72 (TX82) (TX93)	Demonration Offshore Project of Jeju Island(韓国) 1/2	
2012	2.4	三菱重工業 (JP)	MWT92/2.4	熊子洋上風力発電実証研究(日本) 1/2.4	NEDO実証研究
2012	2.0	日本製鋼所 (JP)	J82-2.0	北九州市洋上風力発電実証研究(日本) 1/2	NEDO実証研究
2012	2.0	日立製作所 (JP)	HWT2.0-80	ウインド・パワーかみす第2(日本) 8/16	・富士重工業の機種と同一 ・浮体式洋上風力発電実証事業(環境省) ・浮体式洋上ウインドファーム実証 研究事業(経済産業省)
2012	3.0	金風 Goldwind (CN)	GW3.0	Jiangsu Xiangshui Intertidal Trial Project Extensuin(中国) 1/3	
2013	6.0	Alstom (FR)	Haliade™ 150-6MW	Belwind Alstom Demonstration (ベルギー) 1/6	
2013	5.0	Gamesa (ES)	G128-5.0	Ariñaga Quarry(スペイン) 1/5	
2013	1.5	聯合電力 United Power (CN)	UP1500	Jiangsu Xiangshui Intertidal Trial Project(中国) 18/27	
2013	3.0	東方 Dongfang (CN)	DF3.0	Jiangsu Xiangshui Intertidal Trial (中国) 1/3	
2013	3.0	Doosan (KR)	WinDS3000™	Demonration Offshore Project of Jeju Island(韓国) 1/3	

注) CN:中国, DE:ドイツ, DK:デンマーク, ES:スペイン, FR:フランス, JP:日本, KR:韓国, SF:フィンランド, US:アメリカ

このように、洋上風力発電機はスケールメリットを指向する超大型風車の時代となっている。一般的に、大型化のメリットは以下に掲げる 6 点に集約される。

- ✓ 中型の風車よりも風力発電施設の設備容量が拡大する (設置基数を同一とした場合)。
- ✓ 建設費 (kW 単価) の削減 (工事数の縮小と工期の短縮化) が可能となる (設置基数を同一とした場合)。
- ✓ 風車基数の減少により維持管理コストが削減できる (発電電力量を同一とした場合)。
- ✓ 風力発電電力量はロータ直径に比例して増加するので、大型機の方が得られる電力量は多い。
- ✓ ハブ高の嵩上げによる風速の増大に伴う風力発電電力量の増加が期待できる。
- ✓ 中型風車を数多く設置するよりも大型風車を少し設置した方が視覚的にやさしいし、大型風車は中型風車よりも低速回転であるためビジュアルインパクトを軽減する。

上田(2013b)は、風車の大型化に伴う問題点を以下に示す基本的な設計要件から導いている(豆知識-1、参照)。

- ① 大型化は、出力の 0.5 乗に比例して強度が低下し、コストが増大する (出力を 2 倍にすると、強度レベルは 0.7 倍、kW 単価は 1.4 倍)。
- ② 一般に翼(ブレード)の空力音による騒音レベルの制約から翼先端速度を抑えて回転数を減らしているが、トルクが出力の 1.5 乗に比例して増大する。

【豆知識-1】

● 基本的な設計要件

- ・ 風車の出力 \propto ロータの面積 \propto 翼長の 2 乗 \propto 寸法の 2 乗
 - ・ 風車の強度 \propto 寸法の 1.5 乗 \propto 出力の 0.5 乗
 - ・ 風車の価格 \propto 風車の重量 \propto (各部寸法) の 3 乗 \propto 出力の 1.5 乗
 - ・ 主軸トルク \propto 出力 / ロータ回転数 \propto 出力の 1.5 乗 (回転数抑制)

(1) ドライブトレイン

前述のように、大型化により強度は厳しく、コストは高くなること、翼先端速度を一定として風車を大型化した場合にはトルクと増速比が大きくなるので、主軸・増速機の設計が問題となる(但し、洋上では陸上と異なり、騒音の制約は少ないと考えられるため、回転数を上げてトルクの増加を抑えることができる)。後者のケースは、増速機の大径化に繋がるもので、入力段内歯歯車の製作が難しいとされ、従来型の増速機付誘導発電機は6~8MWが限界と言われている所以である。

そのため、超大型風車はギアレス同期型が代替策となり得る。特に、洋上風力発電は厳しい海象により風車へのアクセスが困難なため、重大事故の予防とメンテナンスの軽減が必要である。洋上風車は、信頼性向上のため故障の原因となりやすい歯車装置が不要で部品点数の少ない同期型風力発電機が注目されている。

世界の5MW以上の超大型風車の開発計画の事例を表-2に示す。表には技術開発段階として、計画、実証、実用の3段階で区分している。8MW以上は概ね計画段階、6-7MWは実証段階、また5MWクラスでは実用化されている機種も多くあることが分かる。超大型風車として、ナセルの小型化、高信頼性、メンテナンスの容易性等から同期発電機の「永久磁石方式(Bard6.5, Siemens SWT-6.0-120, Alstom Haliade150等)」や、ギアレスよりも発電機回転数が高く、発電機が小サイズで希土類の使用量の少ない「中速増速機式+永久磁石型発電機のハイブリッド(Vestas V164-7, AREVA (Multibrid) M5000, 日立製作所 HWT5.0-126等)」、また、「油圧ドライブ+同期発電機(コイル方式)のハイブリッド(三菱重工業 MWT167-7.0)」等が登場している。ただ、現段階では、同期発電機の永久磁石方式は材料の軽希土類(Nd(ネオジウム)、Pr(プラセオジウム))等や重希土類(Dy(ジスプロシウム)、Tb(テルビウム))等の入手が困難な面もあるため、上記のVestas、AREVA、日立製作所のようなシングルステージギアボックス(中速増速機式)を用いてギアレスよりも回転数を上げ、多極式発電機の径を抑えるハイブリッド動力伝達装置の風車が有望と考えられている。Vestasと三菱重工業の風車を、それぞれ図-2と図-3に示す。

なお、10MW以上の超大型洋上風車として、同期発電機と同等の発電効率を有し、ナセルの軽量化が期待できる「超電導発電機(GE(GE15MW), United Power(聯合電力:UP12), American Superconductor(SeaTitan wt10000dd)」の研究が進められているが、実際の運用は先になるものと推察される(10MW級の風車のSeaTitan(図-3): ハブ高が125m、ブレード最先端の最高到達高が210m、ロータの直径が190m)。

表-2 5MW以上の超大型風車の開発計画の事例

風車メーカー名	機種	定格出力 (MW)	ロータ径 (m)	パワートレイン	技術開発段階			備考
					計画	実証	実用	
Gamesa (スペイン)	Azimut Project	15.0	—	—	○			
GE (アメリカ)	GE15MW	10.0-15.0	—	超電導発電機	○			
聯合電力 United Power (中国)	UP12	10.0-12.0	—	超電導発電機	○			
SWAY TURBINE (ノルウェー)	10MW	10.0	164	ギアレス同期式発電機(永久磁石)	○			
American Superconductor (アメリカ)	SeaTitan wt10000dd	10.0	190	超電導発電機	○			
金風 Gold Wind (中国)	GW 10MW	10.0	—	ギアレス同期式発電機	○			
華銳 Sinovel (中国)	SL10MW	10.0	—	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機	○			
Vestas (デンマーク)	V164-7	8.0	164	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)		○		
AREVA (フランス)	8MW	8.0	180	—	○			
ENERCON (ドイツ)	E126	7.5	127	ギアレス多極同期式発電機		○		
三菱重工業 (日本)	MWT167/7.0 (SEA ANGEL)	7.0	167	油圧ドライブ+同期式発電機		○		digital displacement pump/motors
SAMSUNG (韓国)	S-7.0-171	7.0	171	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)		○		
StX Windpower (韓国)	STX7.0MW	7.0	—	—	○			
BARD (ドイツ)	Bard6.5	6.5	122	ギアレス同期式発電機(永久磁石)		○		
REpower (ドイツ)	6M	6.2	126	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機			○	
Alstom (フランス)	Haliade150	6.0	150	ギアレス同期式発電機(永久磁石)		○		
Nordex (ドイツ)	N150/6000	6.0	160	ギアレス同期式発電機(永久磁石)		○		
Siemens (ドイツ)	SWT-6.0-154	6.0	154	ギアレス同期式発電機(永久磁石)			○	
2B-Energy (オランダ)	2B6	6.0	140.6	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機	○			2枚翼, ダウンウィンド
華銳 Sinovel (中国)	SL6000	6.0	128	ギアボックス+誘導式発電機	○			
聯合電力 United Power (中国)	UP6000	6.0	136	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機	○			
明陽 Ming Yang (中国)	—	6.0	150	ギアレス同期式発電機(永久磁石)	○			2枚翼
華儀風能 Hewind (中国)	HEAG6000	6.0	—	—	○			
金風 Goldwind (中国)	GW6.0M	6.0	150	ギアレス同期式発電機		○		
DOOSAN (韓国)	WinDS6000/7000	6.0/7.0	—	—	○			
Gamesa (スペイン)	G132-5.0	5.0/5.5	132	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)		○		
Gamesa (スペイン)	G128-5.0	5.0/5.5	128	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)			○	
Hyundai (韓国)	HQ5500	5.5	140	ギアレス同期式発電機(永久磁石)	○			
東方 Dongfang (中国)	FD127A/140A	5.5	140	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機	○			
日立製作所 (日本)	HWT5.0-126	5.0	126	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)		○		ダウンウィンド
AREVA (フランス)	M5000-135	5.0	135	ギアボックス+同期式発電機(永久磁石)			○	
BARD (ドイツ)	BARD5.0	5.0	122	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機			○	
華銳 Sinovel (中国)	SL5000	5.0	—	ギアボックス+二次巻線型誘導発電機			○	
三一集団 SANY (中国)	SY5000	5.0	—	—	○			
HYOSUNG (韓国)	HS-5000	5.0	139	—	○			
中船重工 HZ Windpower (中国)	H127-5MW	5.0	127	ギアレス同期式発電機(永久磁石)	○			



図-2 V164-7 Vestas 8.0MW (同期式(増速機+永久磁石方式) : Vestas HP)



図-3 SEA ANGEL 三菱重工業 7.0MW (油圧ドライブ+同期式発電機 : NEDO HP)



図-4 SeaTitan(American Superconductor) 10.0MW (超電導発電機 : AMSC HP)

(2) ブレード

表-2 に掲載している多くの風車は水平軸のプロペラ型(3 枚翼)であるが、大型風車の開発計画の中には 2 枚翼や垂直軸風車の風車も検討されている。

2 枚翼の風車は、ナセルの軽量化、2 枚翼による周速度増加に伴う発電電力量の増加、翼枚数減少による翼コストの低減等、発電原価低減に繋がる可能性を秘めている。我が国におけるサンシャイン計画の下、「風力変換システムに関する研究(1978-1990)」及び「100kW 級パイロットプラントの開発(1981-1986)」において主に産業技術総合研究所により開発された WINDMEL 風車(定格出力 16.5kW;ロータ直径 15m)や 100kW 風車 (定格出力 100kW;ロータ直径 29.4m)には 2 枚翼が採用されている。

洋上風車では、オランダの 2B-Energy 社の 2B6 等において、洋上風力発電の風車には 2.5～6.0MW の 2 枚翼が取り上げられている(図-5)。その他、浮体式洋上風力発電では 2008 年にイタリア南部 Puglia 州沖合で、Blue H 社に(オランダ)より世界初の浮体式実証試験が行われ、その時の風車は 2 枚翼(80kW)であった。同じ BlueH 社による DiWET プロジェクト(浮体式)、フランスの Nass & Wind 社らによる Winflo プロジェクト(浮体式)においても洋上風力発電の風車には 2.5～6.0MW の 2 枚翼が取り上げられている。



図-5 2B6 の 2 枚翼風車(6.0MW 機 : 2B-Energy HP)

また、垂直軸風車はフランスの浮体式洋上風力発電の Vertiwind プロジェクト(実証試験の計画サイト : マルセイユ港沖～ツーロン沖)において Technip 社が提案している。

Ⅲ. ユニークな日本製風車

●三菱重工業の風車

大型洋上風力発電では技術面、コスト面あるいは信頼性の面から増速機がネックとなっていたが、SEA ANGEL 7.0MW(MWT167/7.0)では増速機に替わる装置として「油圧トランスミッション」が採用されている。

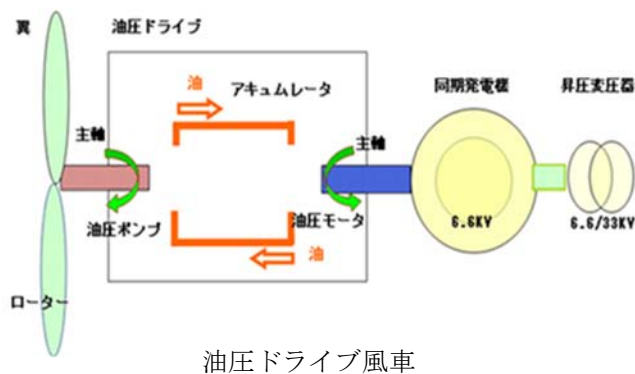
- ・油圧トランスミッションの原理は、風車(ロータ)の回転エネルギーを油圧ポンプ(DDP:Digital Displacement Pump)で高圧油に変換し、さらに油圧モータ(DDM: Digital Displacement Motor)で発電機を回して電気エネルギーに変える仕組みとなっている。
- ・油圧トランスミッションは、増速比が可変のため、同期式発電機を採用することは可能で電力変換装置(インバータ)が不要である。
- ・定格出力の増大化は油圧ドライブのシリンダー数の増加で対応する。

(2.4MW機:72DDPシリンダー/3列、7.0MW機:168DDPシリンダー/4列)

- ・主要部に一般材料(鋳鉄、低合金鋼)を採用しているため、調達容易(安定廉価調達)。
- ・小物品を主とした構成で保守が容易。
- ・同期発電機採用による高い電力品質。
- ・長大翼(81.6m:GFRP+CFRP)採用による大出力化。

注) GFRP:ガラス繊維強化プラスチック

CFRP:炭素繊維強化プラスチック



油圧ドライブ風車



SEA ANGEL 7.0MW 三菱重工業 HP

【主に三菱重工業(2013):平成25年度 NEDO 新エネルギー成果報告会 超大型洋上風力発電技術開発の開発状況報告資料より引用】

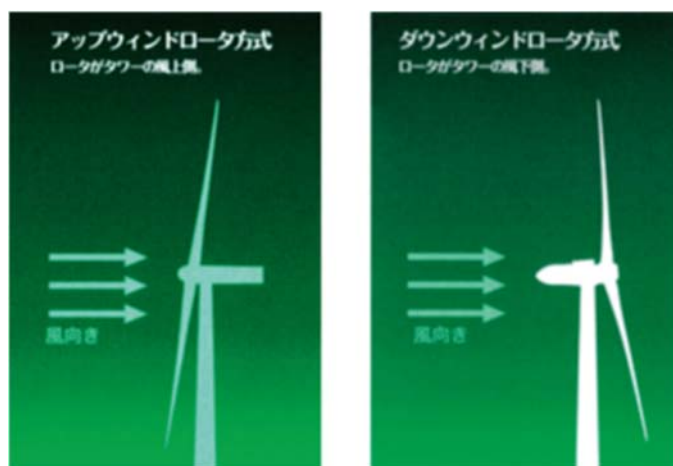
《参考》

新型油圧ドライブトレインについては、三菱重工業が2010年に買収した英国のベンチャー企業、アルテミス社(Artemis Intelligent Power, Ltd.)の持つ優れた油圧デジタル制御技術をベースに、共同で開発された。

●日立製作所の風車

ロータの回転面がタワーの風下側に位置するダウンウィンド方式である。

- ・これは、米国エネルギー省と NASA が 1975-1982 年に行った MOD-0A 計画(200kW)及び MOD-1 計画(2000kW)で採用した同じ方式の風車である。アメリカの場合、いずれも低周波音やブレードの疲労が問題となったが、日立製作所の風車ではブレードとタワーの間の距離をタワー直径の3倍離すことにより、これらの問題を解決している。
- ・ダウンウィンド方式は風見鶏の原理で常に風の向きに追従して作動することから、アップウィンド方式よりも風による荷重を小さくできるため、支持構造物あるいは浮体構造物のコストを抑えられるメリットがある。



アップウィンドロータ方式とダウンウィンドロータ方式の相違 NEDO HP



5MW 洋上ダウンウィンド風車（日立製作所製 HTW5.0-126）日立製作所 HP

V. 我が国の港湾における波浪特性(稼働率)

都道府県	観測地点	データ取得年 (通年)	有義波高(Hs:m)			有義波周期(Ts:sec)		備 考
			1.0m以下	1.5m以下	2.0m以下	8s未満	10s未満	
北海道	留萌	1981～1999	60.1	75.4	85.3	96.4	99.9	
	瀬棚	1982～1999	57.4	72.2	82.8	95.2	99.8	
	紋別	1984～1999	73.0	87.8	94.0	83.5	95.9	
	十勝	1996～1999	62.7	86.5	94.7	59.0	87.4	
	苫小牧	1982～1999	78.3	91.7	96.8	74.0	94.2	
青森県	深浦	1981～1999	56.8	70.9	80.9	93.6	99.6	
	むつ小川原	1974～1999	59.8	81.2	91.1	60.1	87.9	
	八戸	1973～1999	67.0	86.5	93.9	68.2	89.1	
秋田県	秋田	1988～1999	60.5	75.3	85.1	93.6	99.5	
岩手県	久慈	1996～1999	45.8	76.8	91.1	62.8	91.3	
	宮古	1981～1997	90.6	97.3	99.0	77.4	93.1	
	釜石	1978～1999	73.1	89.4	95.6	45.3	83.0	
	石巻	1995～1999	83.8	95.6	98.7	69.6	92.0	
山形県	酒田	1973～1986	56.5	70.8	81.2	93.0	99.4	
宮城県	仙台新港	1979～1999	76.7	92.7	97.6	51.5	83.4	
新潟県	弾崎	1978～1988	56.0	71.6	81.5	90.7	99.2	
	阿賀沖	1981～1987	61.5	74.3	82.8	95.0	99.8	
	新潟西	1982～1991	67.3	79.9	88.0	91.6	99.2	
	新潟沖	1989～1999	64.1	78.1	87.2	90.3	99.2	
福島県	相馬	1982～1999	63.3	86.9	95.5	51.3	81.8	
	いわき沖	1986～1996	19.1	52.8	76.1	62.7	90.1	
	小名浜	1980～1990	52.9	82.3	93.1	56.7	88.8	
茨城県	常陸那珂	1979～1999	47.7	77.8	91.2	59.3	89.8	
	鹿島	1972～1999	38.8	68.6	85.2	54.9	87.4	
千葉県	浜金谷	1972～1990	88.8	96.1	98.8	96.0	98.9	
東京都	第二海堡	1991～1999	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0	
	アシカ島	1991～1999	93.7	98.5	99.6	96.2	99.1	
	波浮	1973～1999	24.1	60.6	82.7	70.7	95.0	
静岡県	下田	1988～1999	69.2	91.7	97.3	75.8	95.2	
	御前崎	1988～1998	77.7	91.5	96.9	79.5	93.2	
和歌山県	潮岬	1970～1986	87.4	94.5	97.5	27.1	69.7	
	御坊沖	1983～1997	58.8	82.0	92.4	73.3	92.6	
石川県	輪島	1979～1999	55.9	72.4	83.0	89.0	99.1	
	金沢	1970～1999	61.1	76.1	84.9	89.5	99.0	
福井県	福井	1980～1999	63.9	78.8	87.4	91.4	99.5	
兵庫県	神戸	1971～1999	98.3	99.7	99.9	99.9	100.0	
	柴山	1996～1999	51.9	69.3	81.1	86.5	98.7	
鳥取県	鳥取	1979～1999	57.9	74.6	85.0	88.8	98.9	
	境港	1996～1999	96.6	99.2	99.8	96.2	99.6	
島根県	浜田	1974～1999	55.6	73.7	84.9	89.6	99.3	
徳島県	小松島	1996～1999	96.7	99.4	99.9	93.7	97.8	
高知県	室津	1990～1999	77.1	90.2	95.6	74.8	91.5	
	高知	1996～1999	79.4	90.9	95.8	75.5	94.2	
	高知沖	1980～1989	73.9	88.3	94.5	57.9	90.4	
	上川口	1996～1999	81.7	92.5	96.3	65.0	92.5	
福岡県	藍島	1975～1999	82.5	93.6	98.0	99.0	100.0	
	玄界灘	1989～1997	61.0	79.6	90.4	92.4	99.1	
	苅田	1991～1999	98.3	99.8	100.0	99.9	100.0	
長崎県	伊王島	1982～1991	83.2	94.3	98.5	96.1	98.9	
宮崎県	宮崎	1990～1999	56.9	78.9	88.8	66.6	91.2	
鹿児島県	油津	1975～1991	59.5	81.9	91.7	64.4	93.4	
	志布志湾	1980～1999	87.0	94.9	97.7	71.9	93.8	
	名瀬	1977～1999	56.3	75.9	86.4	89.6	99.3	
	鹿児島	1990～1999	99.7	99.9	100.0	99.0	100.0	
沖縄県	中城湾	1973～1999	55.6	81.5	91.6	69.8	94.7	
	平良	1996～1999	87.6	95.3	98.4	97.5	99.9	
	石垣	1996～1999	98.9	99.7	99.9	99.5	100.0	
	那覇	1973～1999	64.5	80.4	89.3	86.6	98.6	

データの出典: 永井紀彦(2002): 全国港湾海洋波浪観測30か年統計(INOWPHAS1970-1999). 港湾空港技術研究所資料 No.1035

VI. アクセス船のリスト

国名	運用会社	船名	建造年 (計画年)	船型			船体寸法		総トン数 (GT) (t)	デッキ スペース(m2)	クレーン		最大船速 (kt)	乗組員+乗客	備考
				Monohull	Catamaran	Swath	長さ(m)	幅(m)			有	無			
日本	東京汽船	JCAT-ONE	2013		○		21.3	7	54	-	○	27.2	3+12	スライドキャッチャ装着	
イギリス	Maritime Craft Services	MCS Zephyr	2011		○		19.2	7.3	41.8	fwd32 + aft16	○	24	2+12		
	Maritime Craft Services	MCS Sirocco	2012		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Pampero	2012		○		25.75	10.6	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Maestro	2011		○		19.2	7.3	41.8	fwd32 + aft16	○	24	12		
	Maritime Craft Services	MCS Blue Norther	2012		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Levanto	2012		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Beras	2013		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Kaver	2013		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	Maritime Craft Services	MCS Coromell	2013		○		25.75	10.4	81.58	90	○	26	12		
	MPI Offshore	MPI Don Quixote	2009		○		20.6	8	45	fwd13.9 + aft45.9	○	23	12		
	MPI Offshore	MPI New Builds	2013		○		19.15	7.25	40	fwd28 + aft19	○	22	12		
	MPI Offshore	MPI Cervantes	2012		○		17.5	6.4	38	fwd25.5 + aft16	○	22	12		
	MPI Offshore	MPI Dulcinea	2011		○		17.5	6.4	38	fwd22. 85 + aft13.7	○	25	12		
	MPI Offshore	MPI Dorothea	2011		○		17.5	6.4	38	fwd22. 85 + aft13.7	○	25	12		
	MPI Offshore	MPI Cardenio	2012		○		17.5	6.4	38	fwd25.5 + aft16	○	22	12		
	MPI Offshore	MPI Rosinante	2009		○		16	6.4	32	fwd18.15 + aft7.5	○	25	12		
	MPI Offshore	MPI Rucio	2009		○		16	6.4	32	fwd18.15 + aft7.5	○	25	12		
	MPI Offshore	MPI Sarchopanza	2008		○		15.48	6.4	30	fwd5.02 + aft24.96	○	25	12		
	MPI Offshore	MPI Napoleon	2014		○		22	7	45	-	○	23	3+12		
	C Wind	C Wind Adventure	2013		○		20.9	7		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	C Wind Allianca	2011		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	C Wind Asherah	2010		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	C Wind Challenger	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	C Wind Endeavour	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	Admiral P	2012		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
	C Wind	Oaptain P	2012		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12	
C Wind	Oardinal P	2012		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	Commander P	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	Commodore P	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	SO Buzzard	2012		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	Coastal Knight	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	C Wind Resolution	2013		○		18.5	6.1		fwd37 + aft34		Optional	28	2~4+12		
C Wind	C Wind Athena	2012		○		18.5	6.1		-		Optional	28	2~4+12		
Turbine Transfers Ltd	Aberfraw Bay	2012		○		21.3	7.3		38	○		28	12		
Turbine Transfers Ltd	Foryd Bay	2012		○		21.3	7.3		-	○		28	12		
Turbine Transfers Ltd	Malltraeth Bay	2012		○		21.3	7.3		-	○		28	12		
Turbine Transfers Ltd	Penrhos Bay	2010		○		20.47	8		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Cemaes Bay	2009		○		20.47	8		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Tremadoc Bay	2012		○		20.14	7.25		49	○		24			
Turbine Transfers Ltd	Coernarfon Bay	2012		○		20.14	7.25		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	Abersoch Bay	2012		○		19.1	7.4		41	○		23	12		
Turbine Transfers Ltd	Llandudno Bay	2011		○		19.1	7.4		-	○		25	12		
Turbine Transfers Ltd	Penrryn Bay	2010		○		19.1	7.4		-	○		25	12		
Turbine Transfers Ltd	Kinnel Bay	2011		○		19.1	7.4		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	Towyn Bay	2011		○		19.1	7.4		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	Conwy Bay	2010		○		19.1	7.4		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	Colwyn Bay	2010		○		19.1	7.4		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	Porth Cadfar	2011		○		16.52	6.35		-	○		26	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Porth Wen	2011		○		16.52	6.35		-	○		26	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Porth Dafarch	2011		○		16.52	6.35		-	○		26	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Porth Dinllaen	2011		○		16.52	6.35		-	○		26	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Porth Diane	2011		○		16.52	6.35		-	○		26	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Lynas Point	2010		○		15.43	6.3		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Penmon Point	2010		○		15.43	6.3		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Phocolyn Head	2009		○		15.43	6.3		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Wylfa Head	2009		○		15.43	6.3		-	○		27	12		
Turbine Transfers Ltd	Camel Head	2008		○		15.43	6.3		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	South Stack	2008		○		15.43	6.3		-	○		24	12		
Turbine Transfers Ltd	RRV Andrey	2009		○		13.3	5		-	○		28	12		
Turbine Transfers Ltd	Alerdaron Bay	2010		○		19.1			35	○		28			
Turbine Transfers Ltd	Bull Bay	2014		○		25.7	7.5		46	○		27.5	3+12		
Turbine Transfers Ltd	Beaumaris Bay	2014		○		21.3	7.3		38	○		28	3+12		

国名	運用会社	船名	建造年 (計画年)	船型			船体寸法		総トン数 (GT) (t)	デッキ スペース(m2)	クレーン		最大船速 (kt)	乗組員+乗客	備考
				Monohull	Catamaran	Swath	長さ(m)	幅(m)			有	無			
イギリス	Dalby Offshore	Dalby Aire	2013		○		21.45	7.36		-	○		27	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Derwent	2014		○		14.5	6.4	40	-	○		27	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Esk	2011		○		19	7.2	64.92	-	○		27	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Suale	2014		○		23		84	-	○		30	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Tees	2012		○		18.55	6.5	46.3	-	○		30	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Trent	2012		○		18.5	6.5	46.3	-	○		29	3+12	
	Dalby Offshore	Dalby Humber	2012		○		18.5	6.5	46.3	-	○		30	3+12	
	Njord Offshore	Njord Avocet	2012		○		20.6	8		52			26	4+12	
	Njord Offshore	Njord Curlew	2013		○		20.6	7.4		-			23.5		
	Njord Offshore	Njord Kittiwake	2013		○		20.6	8		52			23.7		
	Njord Offshore	Njord Lapwing	2013		○		19	8		-					
	Njord Offshore	Njord Petrel	2013		○		19	5?		-			26.7		
	Njord Offshore	Njord Puffin	2013		○		20.6	8		-					
	Njord Offshore	Njord Snipe	2014		○		20	8		-					
	Njord Offshore	Njord Skua	2014		○		20	8		-					
	Njord Offshore	Njord Alpha	2014		○		24.98	10	167	90					
	Njord Offshore	Njord Odin	2015		○		26			-					
	Njord Offshore	Njord Frey	2015		○		26			-					
	EON Climate&Renewables Ltd	Solway Spirit	2008		○		15			45	○				
	EON Climate&Renewables Ltd	Solway Challenger	2013		○		19.2			80	○				
	EON Climate&Renewables Ltd	Spirit of Sunthorp	2013		○		17			56	○				
	EON Climate&Renewables Ltd	Spirit of Hoton	2013		○		17			56	○				
	EON Climate&Renewables Ltd	Spirit of Turmarr	2014		○		12			40	○				
	Fastuet Shipping Limited	Fastuet Rock	2013		○		21.5	7.3	75	fwd27+aft12.5		○		27	
	Fastnet Shipping Limited	Fastuet Swift	2012		○		14	5		-		○		12	
	Fastnet Shipping Limited	Fastuet Skua	2012		○		14	5		-		○		12	
	Fastnet Shipping Limited	Fastuet Tern	2011		○		14	5		-		○		12	
	Fastnet Shipping Limited	Fastuet Putfin	2013		○		14	5		-		○		12	
	Briggs Marine	Mersey Guardian	2012		○		18.3	6.3		-		○	18	7+10	
	Briggs Marine	Severn Gardina	2012		○		18.3	6.3		-		○	18	7+10	
	Briggs Marine	Solent Guardian	2013		○		18.3	6.3		-		○	18	2+10	
	Briggs Marine	Thames Guardian	2011		○		14.5	4.7		-		○	25	6+8	
	Briggs Marine	Humber Guardian	2010		○		18.3	6.3		-		○	18	2+10	
	RixSea Shuttle	Rix Panther	2011		○		18.9	7.2	42	-		○	25	2~3+12	
	RixSea Shuttle	RixTiger	2013		○		18.9	7.2	42	-		○	25	2~3+12	
	RixSea Shuttle	Rix Cheetah	2010		○		21.3	6.4	53	-		○	30	2~3+12	
	RixSea Shuttle	Rix AlicatI	2010		○		21.3	6.4	53	-		○	30	2~3+12	
	RixSea Shuttle	Rix Gardian	2010		○		21.3	6.4	53	-		○	30	2~3+12	
	RixSea Shuttle	Rix Lion	2014		○		26.3	10.3		-					
	Gardline	Ellida Array	2012		○		17	6.4	43	-		○		26	
	Gardline	Gallion	2011		○		20	6.5	53	-		○		30	
	Gardline	Gardion 1	2010		○		20	5.3	53	-		○		30	
	Gardline	Gardion 2	2011		○		20	6.4	53	-		○		30	
	Gardline	Gardion3	2011		○		17	6.4	43	-		○		26	
	Gardline	Gardion 7	2011		○		17	6.4	43	-		○		26	
	Gardline	Marianavray	2011		○		17	6.4	43	-		○		26	
	Gardline	Smatonavray	2011		○		20	6.4	53	-		○		30	
	Gardline	Waterfall	2009		○		16	6.4	40	-		○		26	
	Enviroserve	Sea Fox	2013		○		24	10		112		○	28	14	
	Enviroserve	Sea Weasel	2010		○		16.2	5.5		25	○		25		
	Enviroserve	Sea Ferret	2011		○		16.2	5.5		25		○	25		
	Enviroserve	Sea Beaver	1996		○		17.5	5		20	○		23		
	Enviroserve	Sea Badger	2009		○		11			20	○				
	iceni Marine Services	iceni Spirit	2009		○		15.5	6.3		fwd14.5+aft14.5	○		24	2+12	
	iceni Marine Services	Topline	2007		○		12	5		fwd12.25+aft14.08	○		20	2+12	
	iceni Marine Services	iceni Courage	2011		○		15.5	6.3		fwd21.8	○		24	2+12	
	iceni Marine Services	iceni Pride	2012		○		14	5		fwd11.25+aft14.08		○	27	2+12	
	iceni Marine Services	iceni Defiant	2012		○		17.5	6.5		fwd27.13+aft21.52	○		30	2+12	
	iceni Marine Services	iceni Victory	2013		○		24.7	8		fwd40+aft33	○		30	2+12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Star	2013		○		26	10.4		90		○	25	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Shamal	2013		○		26	10.4		90		○	25	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Switc	2011		○		26	10.4		90	○		25	12	
	Sure Wind Marine Ltd	TBN 2014			○		25.75	10.4		90		Optional	26	12	
	Sure Wind Marine Ltd	SURE 5	2014		○		20			55	○			12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Pilgrim	2012		○		20	7.5		35	○		25.5	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Partner	2012		○		20	7.5		35	○		25.5	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Progress	2012		○		20	7.5		35	○		25.5	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Sure Pride	2012		○		20	7.5		35		○	25.5	12	
	Sure Wind Marine Ltd	Fleur Delys	2009		○		22.25	4.8		-	○		21	10	
	Sure Wind Marine Ltd	Hodi	1999		○		17.7	6.4		-			32	3+12	
	Seacat Services	Endeavour	2014		○		21.1	7.4	49	fwd29+aft22		○	26	2~3+12	
	Seacat Services	Reliance	2014		○		21.1	7.4	49	fwd27+aft22		○	26	2~3+12	
	Seacat Services	Resolute	2014		○		25.1	8	78	fwd42+aft30		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Vigilant	2015		○		25.1	8	78	fwd42+aft30		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Defender	2014		○		25.1	8	78	fwd42+aft30		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Volunteer	2014		○		25.1	8	78	fwd42+aft30		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Ronger	2015		○		25.1	8	78	fwd42+aft30		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Intrepid	2015		○		26.77	9.12	108	fwd62+aft44		○	29	2~3+12	
	Seacat Services	Courageous	2015		○		26.77	9.12	108	fwd62+aft44		○	29	2~3+12	

VII. 洋上風力発電事業開発に係る許認可権者

	関連法規等	許認可権者
立地調査・建設工事関係	自然公園法	都道府県知事(国定公園) 環境大臣(国立公園)
	自然環境保全法	環境大臣
	絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律	環境大臣
	鳥獣保護及び狩猟に関する法律	都道府県知事又は環境大臣
	環境影響評価法	経済産業大臣
	景観法(景観条例)	市町村長
	水産資源保護法	都道府県知事又は農林水産大臣
	海洋水産資源開発促進法	都道府県知事
	漁港漁場整備法	都道府県知事又は市町村長
	排他的経済水域及び大陸棚の保全及び利用の促進のための低潮線の保全及び拠点施設の整備等に関する法律	国土交通大臣
	海岸法	都道府県知事
	港湾法	都道府県知事(港湾管理者)
	国土利用計画法	都道府県知事又は環境大臣
	電波法	総務大臣
	国有財産法	経済産業大臣
	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律	海上保安庁長官
	航空法	国土交通大臣
	消防法	市町村長又は都道府県知事
	道路法	市町村長(市町村道)・土木事務所(一般国道)・国土交通省工事事務所(指定国道)
	道路交通法	警察署長
	騒音規制法	都道府県知事
	振動規制法	都道府県知事
	海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律	海上保安庁長官
	海上交通安全法	海上保安庁長官
	航路標識法	海上保安庁長官
	水路業務法	海上保安庁長官
	港則法	港長(港湾管理者)
実施設計	電気事業法 発電用風力設備に関する技術基準に定める省令	経済産業大臣
	系統連系技術要件ガイドライン	電力会社
その他	漁業法	
	—	

* 関係法規等の内容は本文の 3.2.2 項を参照

Ⅷ. 洋上風力発電関係機関等連絡先

経済産業省関係部局

①	経済産業省資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課 〒100-8931 東京都千代田区霞が関 1-3-1 Tel.03-3501-4031
②	北海道経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー対策課 〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 2 丁目 札幌第 1 合同庁舎 4F. 5F Tel.011-709-2311(ext,2635-2638) Fax.011-726-7474 E-mail:Hokkaido-energy@meti.go.jp
③	東北経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー環境課 〒980-8403 仙台市青葉区本町 3-3-1 仙台合同庁舎 5F. 6F Tel.022-221-4927 Fax.022-213-0757
④	関東経済産業局 資源エネルギー環境部 新エネルギー対策課 〒330-9715 埼玉県さいたま市中央区新都心 1 番 1 さいたま新都心合同庁舎 1 号館 Tel.048-600-0353 Fax.048-601-1313
⑤	中部経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー対策課 〒460-8510 名古屋市中区三の丸 2-5-2 中部経済産業局総合庁舎 Tel.052-951-2775 Fax.052-951-9801
⑥	近畿経済産業局 資源エネルギー環境部 エネルギー対策課 〒540-8535 大阪市中央区大手前 1-5-44 大阪合同庁舎 1 号館 Tel.06-6966-6043 Fax.06-6966-6089
⑦	中国経済産業局 資源エネルギー環境部 資源エネルギー環境課 〒730-8531 広島市中区上八丁堀 6-30 広島合同庁舎 2 号館,3 号館 Tel.082-224-5713 Fax.082-224-5649
⑧	四国経済産業局 資源エネルギー環境部 資源エネルギー環境課 〒760-8512 高松市サンポート 3 番 3 3 号 高松サンポート合同庁舎 5-7 階 Tel.087-811-8532 Fax.087-811-8559
⑨	九州経済産業局 資源エネルギー環境部 資源エネルギー環境課 〒812-8546 福岡市博多区博多駅東 2-11-1 福岡合同庁舎本館 (6、7 階) Tel.092-482-5513-5515 Fax.092-482-5398
⑩	内閣府 沖縄総合事務局 経済産業部 環境資源課 エネルギー対策係 〒900-0006 那覇市おもろまち 2-1-1 那覇第 2 地方合同庁舎 2 号館 Tel.098-866-1759

NEDO 本部・支部

①	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー・環境本部 新エネルギー部 〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310 ミューザ川崎セントラルタワー18 階 Tel.044-520-5273 Fax.044-520-5276
②	国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部 事業管理部 〒530-0001 大阪市北区梅田 3 丁目 3 番 1 0 号 梅田ダイビル 1 6 階 Tel.06-7670-2200 Fax.06-6344-4574

電力会社・電気保安協会

名 称		住 所 / 電 話
電 力 会 社	北海道電力(株)	〒060-8677 札幌市中央区大通東 1-2 Tel.011-251-4342
	東北電力(株)	〒980-8550 仙台市青葉区本町 1-7-1 Tel.022-225-2111
	東京電力(株)	〒100-8560 東京都千代田区内幸町 1-1-3 Tel.03-4216-1111
	中部電力(株)	〒461-8680 名古屋市東区東新町 1 番地 Tel.052-951-8211
	北陸電力(株)	〒930-8686 富山市牛島町 15-1 Tel.076-441-2511
	関西電力(株)	〒530-8270 大阪市北区中之島 3-6-16 Tel.06-6441-8821
	中国電力(株)	〒730-8701 広島市中区小町 4-33 Tel.082-241-0211
	四国電力(株)	〒760-8573 香川県高松市丸の内 2-5 Tel.087-821-5061
	九州電力(株)	〒810-0004 福岡市中央区渡辺通 2-1-82 Tel.092-761-3031
	沖縄電力(株)	〒901-2602 浦添市牧港 5-2-1 Tel.098-877-2341
電 気 保 安 協 会	(一財)北海道電気保安協会	〒060-0031 札幌市西区発寒 6 条 12-6-11 Tel.011-555-5001
	(一財)東北電気保安協会	〒980-0013 仙台市太白区あすと長町 3-2-36 東北電気保安協会あすと長町ビル Tel.022-748-0235
	(一財)関東電気保安協会	〒171-8503 東京都豊島区池袋 3-1-2 光文社ビル内 Tel.03-3988-2322
	(一財)中部電気保安協会	〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3 丁目 19-12 久屋パークサイドビル Tel.052-955-0781
	(一財)北陸電気保安協会	〒930-0004 富山市桜橋通り 3-1 電気ビル内 Tel.0764-41-6350
	(一財)関西電気保安協会	〒530-0057 大阪市北区曾根崎 1-2-6 新宇治電ビル内 Tel.06-6363-0731
	(一財)中国電気保安協会	〒730-0041 広島市中区小町 4-33 Tel.082-242-7511
	(一財)四国電気保安協会	〒760-0066 高松市福岡町 3-31-15 Tel.087-821-5615
	(一財)九州電気保安協会	〒810-0022 福岡市中央区薬院 1-13-8 Tel.092-711-0056
(一財)沖縄電気保安協会	〒900-0036 那覇市西 3-8-21 Tel.098-866-4946	

関連団体

①	一般財団法人 新エネルギー財団 (NEF)	〒102-8555 東京都豊島区東池袋3丁目13番2号 住友不動産東池袋ビル2階 URL: http://www.nef.or.jp 計画本部企画部(風力委員会事務局) TEL:03-6810-0362 FAX:03-3982-5101
②	一般社団法人 日本風力エネルギー学会 (JWEA)	〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園2-1 (財)日本科学技術振興財団 振興部 風力エネルギー協会事務局 URL: http://www.jwea.or.jp Tel.03-3212-8487 Fax.03-3212-0014
③	一般社団法人 日本風力発電協会 (JWPA)	〒105-0003 東京都港区西新橋3-15-3 上地ビル3F URL: http://www.jwpa.jp Tel.03-5733-2288 Fax.03-5733-2511
④	風力発電推進市町村全国 協議会事務局	〒078-3792 北海道苫前町字旭37-1 苫前町 企画振興部 まちおこし係 TEL:01646-4-2211 FAX:01646-4-2142
⑤	電気事業連合会	〒100-8118 東京都千代田区大手町1-3-2 経団連会館5F 広報部 URL: http://www.fepc.or.jp TEL:03-5221-1440
⑥	一般社団法人 日本電機工業会 (JEMA)	〒102-0082 東京都千代田区一番町17-4 URL: http://www.jema-net.or.jp 新エネルギー部 TEL:03-3556-5888 FAX:03-3556-5892

Ⅸ. 風力発電用語集

1. システム及び分類

風車(Wind Turbine)	風によって単一または複数のロータ(回転する部分)が回転する車。
超大型風車 (Ultra-Large-Scale Wind Turbine)	定格発電出力が 5000kW 以上の洋上用風車の総称。
大型風車 (Large-Scale Wind Turbine)	定格発電出力が 1000kW 以上の風車。2015 年現在は 3,000kW 以上の風車が実用化されており、大型機の基準は 2,000kW(2MW)以上に移行しつつある。
小形風車 (Small-Scale Wind Turbine)	ロータ受風面積が 200m ² 未満、交流 1,000V 未満または直流 1,500V 未満(水平軸風車ではロータ直径が 16m 未満;約 50kW 未満)の風車。
マイクロ風車 (Micro-Scale Wind Turbine)	ロータ受風面積が 2m ² 未満(約 1kW 未満)の風車。
水平軸(形)風車 (Horizontal-Axis Wind Turbine)	ロータ回転軸が風向に対して平行(すなわち、概ね水平面内)にある風車。
垂直軸(形)風車 (Vertical-Axis Wind Turbine)	ロータ回転軸が風向に対して垂直である風車。
風力発電システム (WTGS :Wind Turbine Generator System)	風が持つ運動エネルギーを電気エネルギーに変換するシステム。
風力発電装置 (Wind Turbine Generator)	風力発電所の発電装置。風力発電システムの内、発電所の構外に設置される遠隔監視制御装置、表示板等を除く。
風力発電所(Wind Power Station)	一グループまたは複数グループの風力発電装置。
ウィンドファーム(Wind Farm)	複数の風力発電装置からなる風力発電所。ウィンドパークとも呼ばれる。
系統連系(Grid Connection)	風力発電等の発電設備と電気事業者の商用電力系統と連系して負荷機器に電力を供給すること。
DC リンク方式(DC Link System)	交流電力系統と連系する風力発電装置で、直流出力を逆変換装置によって交流に変換して連系する方式。
AC リンク方式(AC Link System)	交流電力系統と連系する風力発電装置で、発電機から発生する交流電力をそのまま電力系統に連系する方式。
アップウインド方式 (Upwind Wind Turbine Type)	ロータの回転面がタワーの風上側に位置する水平軸形風車の形式。
ダウンウインド方式 (Downwind Wind Turbine Type)	ロータの回転面がタワーの風下側に位置する水平軸形風車の形式。
直結式風車(Direct Drive Turbine)	ロータ主軸が増速機を介さずに発電機に結合された風車。
ヨー制御(Yaw Control)	風車回転面を変動する風向に追尾させる制御。風車の保護や出力制御のために方位を制御することもある。
固定ピッチ(Fixed Pitch)	ピッチ角を固定したプロペラ形風車のロータ形式。
可変ピッチ(Variable Pitch)	ピッチ角が可変であるプロペラ形風車のロータ形式。

ストール(失速)制御(Stall Control)	ブレードに発生する失速現象を利用する出力制御方式。
出力制御(Power Control)	風車出力を制御すること。
ソフトスタート(Soft Start)	誘導発電機を直接連系する方式の風力発電装置において、サイリスタ(電流の流れを制御する半導体素子)等を用いて系統接続時の突入電流を制御すること。または、逆変換装置を風力発電装置において、発電開始時の急激な出力の増大を防ぐように制御を行うこと。

2. 風況等の環境条件及び資源評価

用語	内容
風速 (Wind Speed)	風として空気が移動する速さのことである。気象庁などで通常使われる単位は m/s、国際的にはノット(kt)が用いられる。測定には風速計が使用される。日本国内において単に「風速」という場合、地上気象観測では、地上約 10 メートルの高さで 10 分間の平均風速をあらわす。空間内での特定の一点における風速は、その点の周りの少量の空気の運動速度であり、一つの局所風速ベクトルの長さである。
平均風速 (Mean Wind Speed)	風速の瞬時値を、所定期間内で統計的に平均したもの。所定時間は数秒から数年の場合がある。月平均風速、年平均風速等が使われる。
年平均風速 (Annual Mean Wind Speed)	年平均の用語の定義に従って平均した風速で、年平均とは、十分な期間にわたって集めた十分な量のデータセットを平均した値であって、測定対象の期待値を推定できるもの。平均を計算する期間は、季節差等の非常効果をならすため、年数は整数とする。
瞬間風速 (Instantaneous Wind Speed)	0.25 秒ごと(気象庁の基準)に観測される瞬間的な風速。
最大風速 (Maximum Wind Speed)	ある期間内(時間・日・月・年等)における最大の風速で、通常 10 分間の平均値をとっている。
瞬間最大風速 (Maximum Instantaneous Wind Speed)	特定の時間、期間の中での瞬間風速の最大値。通常測定時間、0.1～数 10 秒間の平均値の最大値をとる。
風速分布 (Wind Speed Distribution)	確率分布関数であって、ある長時間内の風速の分布を示すもので、ワイブル分布関数、レーレ分布関数がある。
最多風速出現頻度 (Maximum Occurrence Frequency of Wind Speed)	ある期間内(月・年等)における風速の出現度数の最も多いもの。
極値風速 (Extreme Wind Speed)	t 秒間で平均した最大平均風速で、T 年間(再現期間: T 年間)で経験しそうな風速で、風車の設計荷重ケースに用いる。本規格では、再現期間は T=50 年及び 1 年、並びに平均時間は t=3 秒及び t=10 分を用いる。
耐風速(Survival Wind Speed)	構造物が耐えられるよう設計された最大風速の一般名称。

用語	内容
突風 (Gust)	風速の一時的な変化で、その立ち上がり時間、変動幅及び継続時間で規定される。
突風率 (Gust Factor)	ある時間内における最大の瞬間風速 U_{max} を平均風速 U_m で割った値。 ($G = U_{max}/U_m$)
乱流強度(Turbulence Intensity)	風速の標準偏差の平均風速に対する比で、指定の時間内に採取した同一の風速データセットから決定する。
風速の高度分布(Wind Profile)	風速の鉛直方向分布。数学的表現として、対数則と指数則がよく用いられる。
ウィンドシアア (Wind Shear)	風向に対して垂直な面内における風速の変化。一般的に指数則として知られる。
風向 (Wind Direction)	風が吹いてくる方向。例えば、“北風とは北から吹く風”、“山風とは山から谷に向かって吹く風”の意味である。風向は一般的に南、南南西、南西などといった 16 方位で表すが、国際式の風向は、真北を基準に東が 90 度、南が 180 度といったように時計周りに表す 360 方位を使っている。無風状態で方位が定まらない場合は 0 度で表す。風向は時間により刻々変化している。よって、簡単に「風向という場合は、10 分間平均を表している。風向測定は、ハブ高さから 10% 以内に設置した風向計によって行うものとする。風速計と風向計測の気流のゆがみを回避しなければならない。風向計測の絶対精度は 5 度より高いこと。
風向頻度 (Frequency Distribution of Wind Direction)	ある地点のある期間(月・年等)における各方位別の風向の出現度数。
風配図(Wind Rose)	ある地点のある期間における各方位別の風向の出現度数を、放射状のグラフに表したもの。
基準風速 (V_{ref} :Referene Wind Speed)	WTGS クラスを定義するための基礎となる風速の基本パラメータ。その他の設計関連の気象パラメータは基準風速及びその他の基本 WTGS クラスパラメータから導かれる。 (基準風速 V_{ref} のクラスで設計された WTGS は、風車のハブ高さにおける再現期間 50 年の極値 10 分間平均風速が V_{ref} 以下の気象環境に耐えるように設計されている。)
自由気流風速 (Free Stream Wind Speed)	通常はハブ高さにおける、乱されない自然の気流の速さ。
粗度長(Roughness Length)	風速の高度分布が対数則に従うとした場合、平均風速が零となる外挿高さ。
風力発電ポテンシャル	ある地域における風力エネルギーの利用に関して、種々の制約を考慮した上で、エネルギーとして開発利用の可能な量。

3. 構成要素

用語	内容
風車ロータ (Rotor)	風車において、風からエネルギーを吸収するために回転する部分。ブレード、ハブ、シャフト等から構成される。
ブレード(Blade)	風車の回転羽根。(抗力形風車の羽根はパドルと呼ばれる。)
ハブ(Hub)	ブレード、又はブレード組立部品をロータ・シャフトに取り付けている部分。
ナセル(Nacelle)	水平軸風車において、タワーの上部に配置され、動力伝達装置、発電機、制御装置等を格納するもの。
主軸(Rotor Shaft)	ロータからの動力を発電機に伝達する回転軸。増速機付きの風車においては、低速軸及び高速軸の総称。
増速機(Gearbox)	入力軸の回転速度を、増速して出力軸に動力伝達する装置。
誘導発電機 (Induction Generation)	固定子と回転子との電磁誘導作用によって電力を発生する非同期機。電力系統等から励磁電流を得て並列運転し発電する。
同期発電機 (Synchronous Generator)	定常運転状態において、同期速度で回転する交流発電機。励磁装置等をもち、単独運転が可能で独自に発電できる。
多極同期発電機 (Multi-Pole Synchronous Generator)	低回転速度で用いるために多極化した交流発電機。
支持構造物(Support Structure)	タワー及び基礎からなる風車的一部分。
タワー(Tower)	風車ロータ、動力伝達装置、発電機等を地上から適切な高さに支持するための架台。
基礎(Foundation)	タワーの荷重を地盤に伝えるための工作物。
電気設備 (Site Electrical Facilities)	風車を電力系統に連系するために必要なすべての電気関連設備。
電力系統(Electric Power System)	発電所、変電所及び負荷とこれらを結ぶ電線路からなり、発電電力を負荷に送る電力設備網。
電力変換装置 (Electric Power Conversion System)	ACからDCに、DCからACに、又は周波数、もしくは電圧が異なるACからACに変換する装置。
送配電設備 (Power Collection System)	風車からの電力を集めて電力系統の変圧器へ、又は電力負荷へ送るための電気設備。
運転制御装置(Control System)	風車や周囲の状態の情報を受け、風車の運転を制限内に保つよう調整する装置。
ヨー制御(Yaw Control)	風車回転面を変動する風向に追尾させる制御。風車の保護や出力制御のために方位を制御することもある。
ヨー制御装置 (Yaw Control System)	風向とロータ軸との偏差角を任意の角度内に制御する装置。
ピッチ制御装置(Pitch Control)	風車の回転数や出力を制御するため、ブレードのピッチ角を変化させる装置。
出力制御(Power Control)	風車出力を制御すること。
ブレーキ装置(Brake)	風車ロータの回転速度を緩めたり、回転を静止させることができる装置。

4. 性能評価及び設計要素

用語	内容
ロータ直径(Rotor Diameter)	風車ロータの直径。
受風面積(Swept Area)	ロータブレード先端の回転による軌跡が、風向に垂直な平面に投影した面積。
ハブ高さ	風車ロータ中心の地上/平均潮位面からの高さ。垂直軸ダリウス風車の場合には、赤道面の高さ。
出力(Power)	風力発電装置が発生する電気出力。
出力性能(Power Performance)	風車の出力を生み出す能力を表す尺度。
出力曲線(Power Curve)	横軸に風速、縦軸に風車出力をとり、曲線又はプロットされたデータ群。
出力係数(Power Coefficient)	ロータ受風面積を単位時間に通過する自由空気流の運動エネルギーに対する風力発電装置の正味出力の比。
ピッチ角(Pitch angle)	ブレードのある半径方向位置(通常はブレード半径の100%位置)における、翼弦とロータ回転面のなす角度。
ロータ回転速度(Rotor Speed)	風車ロータの軸まわりの回転数(r/min)。
前方風速 (Free-Stream Wind Speed)	風車ロータに流入する十分に前方の風。
周速比(Tip Speed Ratio)	風速に対する翼先端の周速度の比。
ソリディティ(Solidity)	受風面積に対する翼の方向に垂直な面への投影面積の割合。
前方風速 (Free-Stream Wind Speed)	風車ロータに流入する十分に前方の風。
風車後流(Wake)	風車に流入した空気流の風車ロータの後方流れ。
カットイン風速 (cut-in Wind Speed)	ハブの高さ又は赤道面における風速で、この風速において風車が発電を開始する最低風速。
定格風速 (Rated Wind Speed)	風車の定格出力を与えハブ高さにおける規定の風速。
カットアウト風速 (cut-out Wind Speed)	ハブ高さにおける風車で、風車が発電するよう設計された最大風速。
定格回転速度(Rated Rotor Speed)	定格出力を発生する風車ロータ回転数。
定格出力(Rated Power)	安全に使用できる限界の値を定格といい、機器又は装置の所定の運転状態における出力の値。正常運転条件下でWTGSが供給するよう設計された最大連続出力。通常は製造業者が保障する出力の量。
最大出力(Maximum Power)	正常な運転状態にある風車が発生する正味出力の最大値。
利用可能率(Availability)	ある期間中において、全暦時間から保守又は故障による停止期間を差し引いた値の、同期間中の全暦時間に対する比。
設備利用率(Capacity Factor)	ある期間中における風車総発電量の、同期間中に定格出力で運転したと仮定して風車が発生可能な発電量に対する比。

用語	内容
年間発電電力量 (Annual Energy Production)	風力発電装置の1年間の発電量。推定値は、実測したパワー曲線とハブ高さにおける風速出現頻度分布をもとに、100%の利用可能率を仮定して計算する。実測値と区別するために推定年間発電量とも言う。
正味年間発電電力量 (Net Annual Energy Production)	年間発電量に利用可能率や出力補正係数出力係数、ウェークロス等を考慮して計算した発電量。
出力補正係数(Power Factor)	風車の出力性能曲線に対して、複雑地形等による風速・風向の乱れ、ウェイク等の発電電力量の損失を差し引いた割合係数。
ビンの方法 (Method of Bins)	風速の区間(ビン)ごとに試験データを分類するデータ処理方法。ビンごとにサンプル数と総和を記録し、平均値を計算する。
複雑な地形 (Complex Terrain)	地形が変化に富み、または障害物が存在して風がゆがめられやすい地理形状。
サイト・キャリブレーション (Site Calibration)	試験サイトにおいて、風車設置点に一時的に設置された風向風速計に流入ハブ高さの風速及び風向と、性能計測に使用する風況観測マストで計測される風速及び風向のデータを取得し、風車に流入する地形による流れの歪みを補正すること。
試験サイト(Test Site)	性能計測を行う風車とその周辺を含む土地。

5. 安全基準・保護装置

用語	内容
過速度(過回転) (Over Speed)	定格速度又は、規定速度よりも高い回転速度のこと。
発電機過負荷 (Generator Over Load)	発電機出力が定格又は規定出力を超えること。
振動過大(Excessive Vibration)	機器(ナセル・タワー・増速機・発電機等)が、規定の振動よりも大きな振動になること。
設計荷重ケース(Design Load Case)	風力発電装置の設計に用いる外的運転条件、故障・輸送・建設・保安等を考慮した荷重の条件。
荷重ケース(Load Case)	風力発電システムに加わる荷重で、設計条件と外部条件との組み合わせで決定される。
設計条件(Design Situation)	発電、パーキング等、風車の運転が可能なモード。
外部条件(External Conditions)	風車の運転に影響を与える要素であって、風の条件及びその他の気象条件(雪、氷等)からなる。
設計限界(Design Limits)	設計に用いられる最大値又は最小値。
フェザリング(Feathering)	風の入力に対し回転方向の力が生じないようにブレードのピッチ角を風向きに平行にすること。
アイドリング(Idling)	風車発電機が低速回転して、発電をしていない状態。
パーキング(Parking)	風車が平常停止後の戻る状態。静止状態又はアイドリング状態にあることを言う。
停止(Shut Down)	発電と静止又はアイドリングとの間の風車の過渡的状态。

用語	内容
安全寿命(Safe Life)	重大事故の確率定めた場合の運用寿命。
避雷器(Surge Arrester)	電気装置を過渡高電圧から保護し、続流の継続時間としばしば振幅を制限するように設計されている装置。用語「避雷器」は、それが装置の必要不可欠な部分として供給されるかどうかにかかわらず適切な動作のために必要な外部直列ギャップも包含する。
雷保護装置(Lightning Protection System)	構造体及びその内容物を雷効果から保護するために用いる完結したシステム。
サージ保護装置(Surge Protective Device)	過渡高電圧を制限して、サージ電流を迂回させるための装置。

6. 環境への影響

用語	内容
風車の騒音(Acoustic Noise)	ブレードからの風切り音やナセルからの機械音等、聞いて好ましくない音。
音響基準風速 (Acoustic Reference Wind Speed)	粗度長 0.05m、高さ 10m における 8m/s の風速。
見かけの音響パワーレベル (Apparent Sound Power Level)	
電波障害 (Electromagnetic Interference)	ブレードやタワーが電波を反射、又は遮蔽して通信、TV 電波等に障害を与えること。
景観影響(Visual Impact)	風車を建設することによる景観への影響。
環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)	自然環境に与える正及び負の効果を分析し、負の効果に対して問題点の抽出と対応策の導出を行って評価を行う手法。
バードストライク(Bird Strike)	回転中のブレード等による鳥類への影響。

7. 洋上風力発電

用語	内容
着床式洋上風車 (Bottom-Mounted Offshore Wind Turbine)	支持構造物が流体力荷重にさらされる風車。海岸線から離れた沖合いに設置した風車。海上・湖沼・河川等の水面を利用して、直接、海底に風力発電装置、制御・監視装置を設置し、発電するシステムである。海底に基礎を立てる着床式が現状では一般的であるが、水深の深い場所にも設置可能な、洋上に浮体を浮かべて風車を設置する浮体式(フローティング式)や、風車を浮体ごと移動可能なセイリング式も検討されている。
水深(Water Depth)	定義された海水面(例えば、平均海面)と海底の垂直距離。
海底(Seabed)	海底面の下で、私事Kう臍物を埋め込む所。
海底面(Sea Floor)	海と海底との境界面。
海底勾配(Sea Floor Slope)	砂浜から連想されるような海底面の局所的な傾斜。

用語	内容
海底変形(Seabed Movement)	自然の地質作用によって海底が移動すること。
水流(Current)	通常、流れの速度及び方向を用いて示す、特定の場所を通過する水の流れ。
潮流(Tidal Current)	潮汐による水流。
恒流(Residual current)	潮流以外の水流成分。
流向(Current Direction)	流れ去る方向。
潮汐(Tides)	天文学的な力によって発生する規則的、且つ予測可能な海の運動。
潮差(Tidal Range)	最高天文潮位と最低天文潮位との差。
津波(Tsunami)	海底面の急激な鉛直運動によって起きる長周期の海の波。
波高(Wave Height)	ゼロアップクロス法による個々の波の水面における点の最高点と最低点との間の鉛直距離。
波向(Wave Direction)	波が伝播してくる平均方向。
波の周期(Wave Period)	ゼロアップクロス法による波を区切る二つのゼロアップクロス点間の時間間隔。
うねり(Swell)	局地的に発生したものではなく、サイトから離れた場所の風によって発生した風がサイトまで伝播してきた海況。
有義波高 (Significant Wave Height)	ある海況における波の高さの統計的指標。海面高さの標準偏差を σ_n としたとき、 $4 \times \sigma_n$ と定義する。波周波数が狭帯域に限られる海況では、有義波高(H_s)はゼロアップクロス法による波全体の波高値の大きい方から 1/3 までの平均波高に近似的に等しい。ゼロアップクロス法による波全体の波高値の大きい方から 1/3 までの平均波高($H_{1/3}$)は、深海の海面では、波スペクトルの形にかかわらず、平均で $H_{1/3}=0.95H_s$ となる。
極値有義波高 (Extreme Significant Wave Height)	年間超過確率 $1/N$ (再現期間: N 年)の、3時間に亘って平均した最高有義波高の期待値。(観測時間の制限等で3時間に亘る平均値が取得できない場合、安全側の値になる限りにおいて3時間より短い時間での平均値を用いても良い。)
極値波高(Extreme Wave Height)	個別波の最高波高(一般にゼロアップクロス法による波の波高)の年間超過確率 $1/N$ の期待値。
吹送距離 (Fetch)	風がほぼ一定の風速及び風向で海上を吹き抜ける距離。
最高天文潮位 (Highest Astronomical Tide)	あらゆる天文学的条件の組合せ及び平均的な気象条件において、発生が予測できる最高静水位。気象学的に発生し、且つ基本的に不規則な高潮は、潮位の変化に重なるため、全体的な静水位は最高天文潮位より高くなることもある。
最低天文潮位 (Lowest Astronomical Tide)	あらゆる天文学的条件の組合せ及び平均的な気象条件において、発生が予測できる最低静水位。気象学的に発生し、且つ基本的に不規則な高潮は、潮位の変化に重なるため、全体的な静水位は最低天文潮位より低くなることもある。

用語	内容
平均潮位 (Mean Sea Level)	波、潮汐及び高潮による変動を除外するに十分な期間に亘る海面の平均水位。
平均ゼロクロス周期 (Mean Zero Crossing Period)	ある海況におけるゼロクロス法による波(基準線を上方又は下方へ超える波)の平均周期。
基礎(Foundation)	洋上風車支持構造物の内、構造物に作用する荷重を海底に伝える部分。
支持構造物(Support Structure)	タワー、下部構造及び基礎で構成する洋上風車の部分。
洗掘(Scour)	水流及び波による、または海底面より上の自然流況を妨げる構造要素による海底地盤の除去。

出典) 日本工業標準調査会(2005):風力発電システム-第0部:風力発電用語 JIS C 1400-0

日本工業標準調査会(2014):風車-第3部:洋上風車の設計要件 JIS C 1400-3 NEDO(2008):
風力発電ガイドブック(2008年2月改訂第9版)

茅 陽一監修(2003):新エネルギー大辞典 工業調査会

牛山 泉編著(2005):風力エネルギー読本 オーム社

牛山 泉(2010):トコトンやさしい風力発電の本 日刊工業新聞社