

## 昭和基地における風力発電システムの発電性能評価 -風力発電機の停止と起動及び出力特性-

### Performance Evaluation of Wind Power Generation System at Syowa Station -Stop-start and Output Characteristics of Wind Power Generator-

○小泉尚範<sup>1</sup>, 西川省吾<sup>2</sup>\*Takanori Koizumi<sup>1</sup>, Shogo Nishikawa<sup>2</sup>

Abstract: At Syowa Station, most of the energy used is covered by fossil fuels. However, the cost of carry and the transportation cost is limited. Therefore, the introduction of renewable energy is proceeding at Syowa Station. Wind power generation is expected to be promising. Because solar energy can't be obtained in the three months winter at polar night. However, output fluctuation of wind power generation is more intense than photovoltaic power generation, and output characteristics change greatly in according to the control system. Since the output characteristics of wind power generation greatly depends on the rotation speed and torque, optimum control is evaluated from the viewpoint of power generation performance and safety.

#### 1. はじめに

昭和基地では使われるエネルギーの大半が化石燃料によって賄っている。しかし、搬送量に制限があり、搬送コストが高いため、昭和基地では再生可能エネルギーの導入が進められている。冬季の昭和基地は3ヶ月間極夜で太陽エネルギーが得られないため、風力発電は有望視されている。しかしながら、風力発電の出力変動は太陽光発電以上に激しく、制御方式により出力特性が大きく変化する。

本研究では実証試験結果から基本的な発電性能を評価したので報告する。

#### 2. 昭和基地風力発電機

Table1 は昭和基地の風力発電機の仕様表である。

Table1 Specification of wind power generator

Manufacturer	-	NIPPI corp.
Rated Maximum Output	kW	20
Total Height	m	13
Full Width	m	6.5
Rotor Diameter	m	6.3
Blade Length	m	6.3
Blade Number	-	3
Cut in Wind Speed	m/s	4.5
Rated Wind Speed	m/s	15
Cut out Wind Speed	m/s	22.5
Rotor Speed	1/min	115
Resistant Wind Speed	m/s	80
Breaking Method	-	Pneumatic Drive Disc Brake
Output Voltage	V	200/220

Figure1 が昭和基地に設置された風力発電機である。昭和基地には風力発電機が 25 m 間隔で 2 台設置しており、双方共にダリウス型風力発電機である。ダリウス型風力発電機はどの方向の風に対しても回転するのでヨー制御が不要であり、重い発電機などを低い位置に置くことが出来るため設置や保守作業が容易であるという利点がある。ヨー制御とは風の方向に対して風車の向きを変える制御のことである。

欠点としては、一般的に使われるプロペラ型風力発電機に比べると出力が低い。風が吹き始めた時に自動的に回転し始める自己起動性が弱いことがあげられる。そのため、起動時には初期回転を与えたりするなどの対策が必要となる。

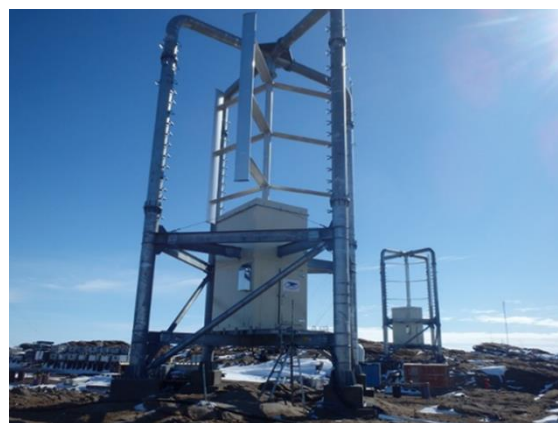


Figure1 Wind power generator at Syowa Station

昭和基地風力発電機はマトリクスコンバータを介して、昭和基地の電力系統に連系されている。マトリクスコンバータは AC から任意の電圧、周波数の AC に直接変換することが出来る回路である。回路図は Figure2 に示すように、三相交流電源と三相負荷との間

に設けられた 9 個の双方向スイッチ  $S_{1u} \sim S_{3w}$  と LC フィルタによって構成される。

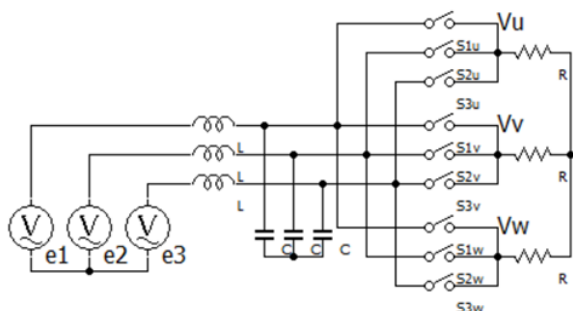


Figure2 Matrix Converter

3. 風力発電機の停止と起動

風車の停止の要因は Table1 に示したカットアウト風速の 22.5m/s を超えた場合と、風速が非常に弱くなった場合が考えられる。風力発電機 2 台を W1,W2 とした時、Table2 に 2016 年 8 月における風力発電機 W1 の停止時の風速、回転、トルク、出力を示した。回転数が 0[%]となった場合を停止とし、その 10 秒前のデータを示し、回転とトルクは定格を 100%とした場合の値とした。

Table2 Condition of the wind power generator at stop

日	時	風速 [m/s]	回転 [%]	トルク [%]	出力 [kW]
8/5	17:17:48	24.5	46.9	95.5	8.9
8/5	19:33:33	13.1	49.6	69.8	6.9
8/13	0:04:10	20.5	115.5	87.5	20.2
8/25	11:16:34	13.7	50.2	87.1	5.8
9/7	0:03:45	10.8	64.6	69.1	8.4
9/7	8:00:26	9.6	57.1	36.7	4.1
9/8	23:33:32	17.4	101.1	0.1	8.5
9/8	23:53:14	18.0	76.3	82.8	11.3

Table2 より風速がカットアウト風速を超えた場合、回転数が定格を超えた場合などに風車は停止すると考えられる。しかし、カットアウト風速未満であり、回転、トルク、出力が定格未満であるのにも関わらず風車が停止している場合も確認できた。

Table3 に同様に起動時の各値を示した。風速の停止時と比べて低い状態のときに起動していることわかる。

Table3 Condition of the wind power generator at stop

日	時	風速 [m/s]	回転 [%]	トルク [%]	出力 [kW]
8/5	19:00:14	17.7	3.5	0.3	0.002
8/5	22:39:41	13.2	3.9	0.2	0.001
8/13	13:52:14	15.2	2.4	0.1	0.0004
8/26	8:56:42	12.9	3.1	0.1	0.003
9/7	7:45:25	5.8	2.6	10.1	0.99
9/8	22:26:19	10.6	0.2	3.1	1.36
9/8	23:52:09	11.9	0.0	0.2	0.79
9/9	3:47:17	16.1	1.2	0.2	0.59

4. 風力発電機の出力特性

Figure3 に 2016 年 8 月 5 日の W2 発電機における 10 分間のデータを平均化した風速と有効電力の関係を示した。風速 5m/s あたりから有効電力は上昇していき、風速 12[m/s]付近から出力は制御され 5kW 前後で一定となっている。更に風速が 14m/s を超えたあたりから発電機は停止していることが分かる。起動時においてカットイン風速は 4.5m/s でありほぼ仕様通りであったが、停止時においては Table2 からわかる通りカットアウト風速より 8m/s 程度低い値でも停止していることが読み取れる。これはカットアウト風速を超えた後に風速が下がりそのまま停止した状態であった場合、再起動条件整うまで停止したためと考えられる。

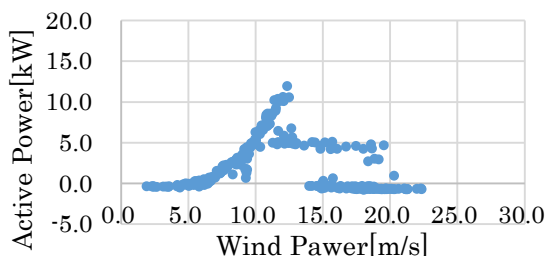


Figure3 Relation Between Wind Speed and Active Power

5. まとめ

今回、昭和基地風力発電機の仕様から停止と起動及び出力特性についてまとめた。風力発電機はカットアウト風速を超えた場合停止するが、カットアウト風速未満の場合でも制御され、停止している場合が見受けられた。

6. 参考文献

[1]昭和基地における風力発電システムの最適出力制御  
中泉翔 西川省吾, 平成 29 年度 卒業論文  
[2]風力エネルギーの基礎, オーム社 牛山泉 p53,54