

## 昭和基地における風力発電システムの最適出力制御 -発電システムの動作及び制御-

### Optimum power control of wind power generation system at Syowa Station Operation and control of power generation system

○中泉翔<sup>1</sup>, 西川省吾<sup>2</sup>Shou Nakaizumi<sup>1</sup>, Shogo Nishikawa<sup>2</sup>

At Syowa Station, we are working on the introduction of renewable energy to reduce the amount of used fuel, and in fact the Darius wind turbine generator with a rated capacity of 20 kW began operation in February 2015. However, wind power generation has a serious output fluctuation and connects to a small scale electric power system of Syowa Station, there is concern about adverse influences such as voltage fluctuation and frequency fluctuation

In this research, we aim to analyze the power generation performance of the wind power generator from the actual operation data and clarify the optimum control method of the output

#### 1. はじめに

南極の昭和基地では、基地で消費する熱や電気エネルギー源として、大部分を灯油や軽油などの化石燃料を用いている。しかし、これらのエネルギー源は観測船で輸送する上で、運搬量の問題がある。

現在昭和基地では風力発電が使われているが、風力発電は出力変動が激しく、昭和基地の小規模な電力系統に接続すると電圧変動・周波数変動などの悪影響が懸念される。

本研究では、昭和基地の風力発電で得られる出力が安定するような最適出力制御を明らかにすることを目的とする。

#### 2. 昭和基地の風力発電機

##### < 2-1 > 風力発電機の構成

Figure1 は実際に昭和基地で使われているダリウス型風力発電機である。効率はプロペラ型より低いが保守の容易さから本風車を採用した。



Figure1 The actual Syowa wind power generator

システム構成としては、ダリウス型発電機で発電された電力をマトリクスコンバータを通して制御を行い、電気系統に送電されるような構成となっている。<sup>[1]</sup>

##### < 2-2 > 周波数制御

発電機により発生した電力の周波数は発電機の回転数に比例する。そのため、電気系統に連系するには周波数を制御する必要があり、昭和基地であれば 50Hz の交流電力に変換する。周波数変換は、直接式と間接式に分けられ、昭和基地は直接式であるマトリクスコンバータが使われている。

##### < 2-3 > マトリクスコンバータ

マトリクスコンバータの基本回路は Figure2 のような回路となっている。マトリクスコンバータは、三相交流電源と三相負荷の間に設けられた 9 個の双方向スイッチと LC フィルタから構成されており、短い時間でスイッチングを何度も繰り返すことにより、入力を任意の周波数に変換し出力することが出来る回路である。<sup>[2]</sup>

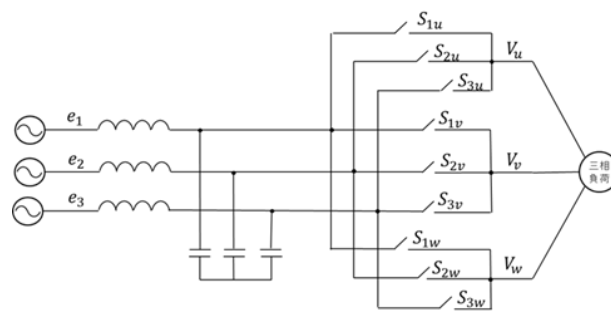


Figure2 Basic circuit of matrix converter

< 2 - 4 > 発電機の仕様

Table1 は実際に昭和基地で使われている風力発電機の仕様である。

Table1 specification

Model	NWT A-20(※)
Rated maximum output	20
Total height	13
Full width	6.5
Rotor diameter	6.3
Blade length	6.3
Blade number	3
Cut-in wind speed	4.5
Rated wind speed	15
Cut out wind speed	22.5
Rotor speed	115
Resistant Wind speed	80
Braking method	Pneumatic drive Disc brake
Output voltage (Three phase AC)	200/220

3. 運転データの解析

昭和基地の風力発電データは 1 秒ごとに計測するため、そのままではデータ量が膨大であるため分析に時間がかかる。そこでデータを 10 分毎に平均化し分析を行った。以下にその結果を示す。

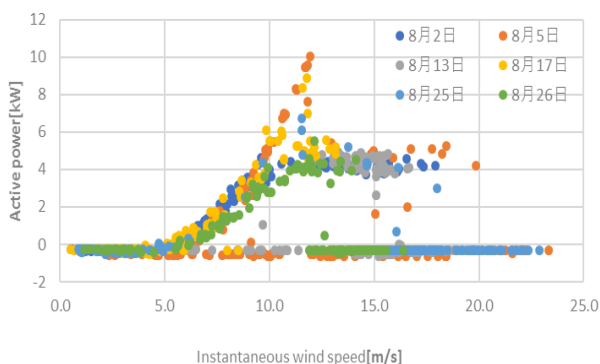


Figure3 Relationship between instantaneous wind speed and generated power [Unit 1]

Figure2 は 2016 年の 8 月 2, 5, 13, 17, 25, 26 日の 6 日間の 1 号機の風力発電機の風速と有効電力の関係を示したグラフである。

このグラフより、風速が 10m/s 以上になると有効電力が上昇しにくくなり、有効電力が 5kW 前後で一定と

なっている事がわかる。また、風速が 16m/s を超えたあたりから有効電力が 0 となっており、発電機の運転が停止していることが読み取れる。

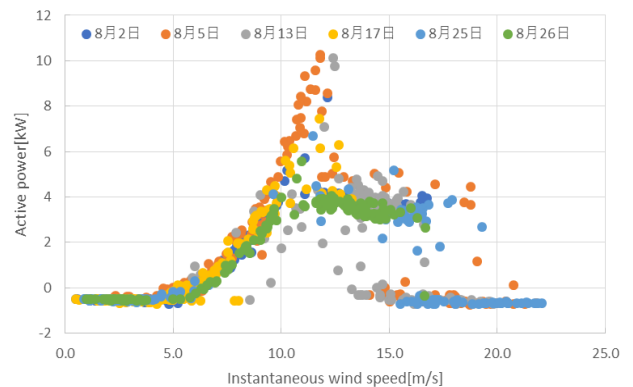


Figure4 Relationship between instantaneous wind speed and generated power [Units 2]

Figure4 は 2016 年の 8 月 2, 5, 13, 17, 25, 26 日の 6 日間の 2 号機の風力発電機の風速と有効電力の関係を示したグラフである。Figure4 をみてみると Figure3 と同様の結果を示した。昭和基地の風力発電機は定格容量 20kW であり、比較的小型のものである。そのため出力の制御も頻繁に行われているのではないかと考えられる。

Figure3 と Figure4 の結果を発電機の仕様である Table1 と見比べてみると、カットイン風速は仕様と計測結果が同じような値となったが、定格風速・カットアウト風速がともに差があり、定格風速では 10m/s 前後違い、カットアウト風速では 5m/s 前後の違いがみられた。風力発電の出力を求める理論式では、出力は風速の 3 乗に比例するが、この結果をみると風速の 3 乗に比例とは言えない結果になっている。これはマトリクスコンバータにおける損失と制御の影響が主な理由と考えられる。

4. まとめ

実際の計測データから風速と有効電力の関係を求め、仕様との違いを確認できた。

風力発電の出力が理論式の結果と違いがあり、出力が小さいことが分かった。

5. 参考文献

[1] 甲斐隆章, 藤本敏朗:「太陽光・風力発電と系統連系技術」, P55~60, 2010 年  
 [2] 島村茂著:「基礎からくわしくパワーエレクトロニクス回路」, P200, 2015 年