

昭和基地における風力発電の系統連系技術
-電圧変動, 周波数変動および出力特性の調査-

Grid Connection Technology of Wind Power Generation at Syowa Station

- Investigation of Voltage Fluctuation, Frequency Fluctuation and Output Characteristics-

○是川優樹¹, 西川省吾²

*Yuki Korekawa¹, Shogo Nishikawa²

Abstract: At Syowa Station, most of the energy used is covered by fossil fuels. However, the volume of fossil fuel transported from Japan is limited. Therefore, wind power generation that does not use fossil fuels is promising. However, when a windmills is connected to the small electric power system. Electric power system is affected by frequency fluctuations and voltage fluctuations. In this report, we clarify influence of wind power generation change on the electric power system.

1. はじめに

昭和基地で使われているエネルギーの大半が化石燃料で賄われている。燃料の輸送は南極観測船「しらせ」によって賄われているが、一度に運べる量に限界があり今後の消費電力の拡大に対応できない。こうした状況から再生可能エネルギーの導入が進められており、極夜の影響を受けない風力発電は有望視されている。

本報告では、大量の風力発電を小規模な電気系統に連系可能とするため、風力発電の出力変動が電力系統に与える影響と発電性能を明らかにし、風車の有効電力が周波数変動を起こさない範囲を検討する。

2. 昭和基地の風力発電機

風力発電で使われている風車は Figure 1 の通りである。連系されている2台の風車は垂直軸のダリウス型である。Table 1 に風力発電機の仕様を示す。

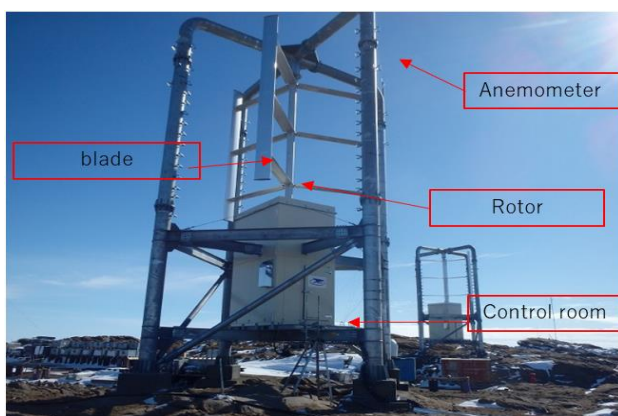


Figure 1. 20kW Windmill of Syowa Station

ダリウス型の特徴として、どの方向の風からも発電出来るといった特性がある。また、保守や点検が容易なため、多くの物資を運べない昭和基地におけるメリットが大きい。

Table1. Specification of wind power generator^[1]

Manufacture	-	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	l/min	115
Resistant Wind Speed	m/s	80
Breaking Method	-	Pneumatic Drive Disc Brake
Output Voltage	V	200/220

また昭和基地の風力発電機は、マトリクスコンバータを介して電力系統に接続されている。Figure 2 にマトリクスコンバータの原理を示す。

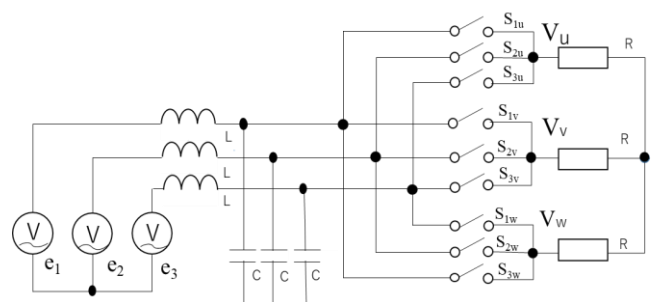


Figure 2. Principle of Matrix converter

スイッチ部のところに IGBT が入っている。この素子

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・教員・電気

を用いた9個の双極性スイッチをPWM制御することで、三相交流信号を高速に取り出す。メリットとしてAC直接制御が可能であり任意の周波数や電圧に変換可能である。

3. 風車の出力特性

Figure 3は2016年9月20日の2号機の風車の風速と有効電力の1秒データを10分平均にしたものである。

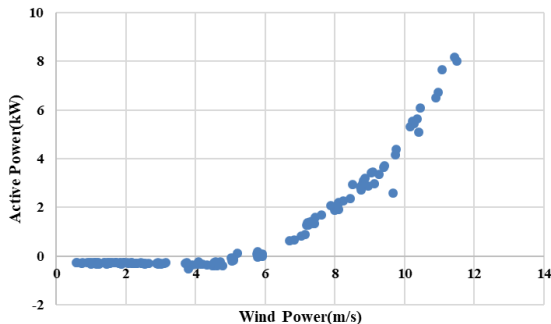


Figure 3. Relation Between Wind Speed and Active Power

カットイン風速を超えると風車が始動し有効電力が発生していることが読み取れる。なお実際には、カットアウト風速 20(m/s)を超えてないにも関わらず停止していた場合が瞬時値データでは見られた。それはピッチ制御などの影響でいったん停止した風車が再始動する条件が整ってなかったのではないかと考えられる。

4. 周波数変化量と有効電力変化量

Figure 4に有効電力と周波数の変化量の関係を示す。これは、10日分の1秒毎の変化量のデータを集めたものである。

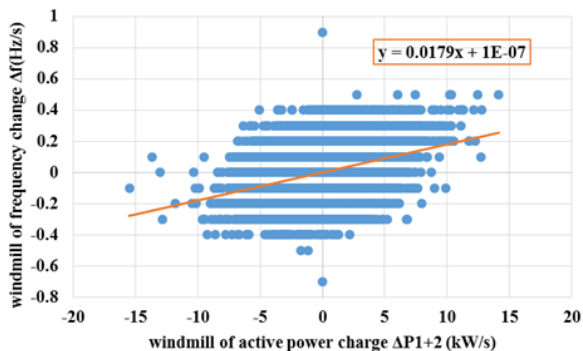


Figure 4. Relation between active power change amount and frequency change amount

日本では、周波数変動を0.2Hzまでにおさめることになっているが^[2],Figure4を見ると0.2Hzよりも大きい変

動が見られた。これは負荷の変動が激しく、それに対する昭和基地の主電源であるディーゼル発電機の有効電力の変動の調整が間に合っていないためと考えられる。

また、相関係数は0.1804と一般的にほとんど無いといえる。本来、有効電力変化量と周波数変化の相関は高いはずだが、負荷変動など他の影響があるためと考えられる。

5. 電圧変化量と有効電力変化量

Figure 5に電圧と有効電力の変化量の関係を示す。これは、10日分の1秒毎の変化量データを集めたものである。

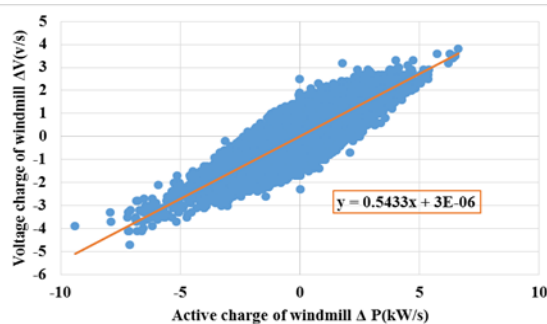


Figure 5. Relation between voltage change amount active power change amount

Figure5を見ると、二つの値は比例の関係にある。近似曲線が値の分布と外れていることが分かる。これは、あまり変動のなかった電圧0付近のデータが多くその影響を受けたためと考えられる。

また、相関係数は0.6223となっていて相関があると言える。グラフのデータの分布からも相関があることが分かる。

6. まとめ

風車の出力特性、また有効電力変化量と電圧や周波数変化量の関係を調査した。周波数は有効電力の影響を受けて日本の規定を上回る変動をしてしまっている。また、電圧は有効電力の影響を受けて大きく変動している。

今後の調査においては負荷の変動を調べることで、負荷が系統に与える影響を明らかにしていきたい。

7. 参考文献

- [1]昭和基地における風力発電の電力系統への影響評価 白川誠人 西川省吾 平成30年度 卒業論文 p9.p27
- [2]電力系統工学 長谷川淳著 電気学会 p15~p19