

REによる昭和基地の電力系統への影響調査

Investigation of the influence to electric power system by renewable energy in the Showa base

○清野寿文¹, 西川 省吾²* Toshifumi Seino¹, Shogo Nishikawa²

Abstract: Although energy required in Syowa Base is provided from the fossil fuel now, it is possible that the quantity of energy consumption in Syowa Base will increase by introduction of large-sized observational equipment. The most energy used at present is served by a fossil fuel, but it's limited in the conveyance amount. To reduce the fuel consumption, introduction of renewable energy (RE) such as a solar power and wind power generation system is being promoted at the Showa Base. But it is a possible that a demerit is given to electric power system. Because output of RE is unstable. In this paper, we show relationship between active power change, a reactive power change, voltage change and a frequency change from data for 10 days .

1. はじめに

昭和基地では今後、大型観測装置の導入が見込まれており、それに伴い基地での消費電力が増加することが考えられる。現在、使われるエネルギーの大半が化石燃料によって賄われているが、観測船による輸送量には制限があり、輸送コストが高い。そこで昭和基地では燃料消費量の削減のため、太陽光発電、風力発電装置などの再生可能エネルギー (Renewable Energy:RE) の導入を進めている。しかし、RE の出力は不安定であるため、電力系統に対して悪影響を与える可能性がある。

本研究では、昭和基地で計測しているディーゼル発電機のデータを解析することにより RE が電力系統に与える影響を明らかにすることを目的とする。

本稿では、検討の第一段階として 10 日間 (2015 年 12 月と 2016 年 2 月 5 日間ずつ) のディーゼル発電機のデータから発電機出力 (有効電力 P) と無効電力 (Q) の変化と、電圧 (V) と周波数 (F) の変化の関係を調査結果を報告する。

2. 有効・無効電力と周波数・電圧変動

周波数の変動は需要家負荷の増減と電源脱落が原因となり有効電力の発生と消費に過不足が生じるために起こる。

< 2. 1 > 発電機による周波数制御

電力系統で運転している発電機は負荷の変化にかかわらず回転数を一定に保つ必要がある。このため発電用原動機には回転数の変化を検出して制御する调速機 (ガバナ) が備えられており、数十秒程度までの負荷変動に対して自動的に発電機出力を調整する。ガバナ制御により運転するものをガバナフリー (GF) 運転という。

発電機出力 P_G が増加すると周波数が低下する特性となる^[1] (垂下特性: Figure1)

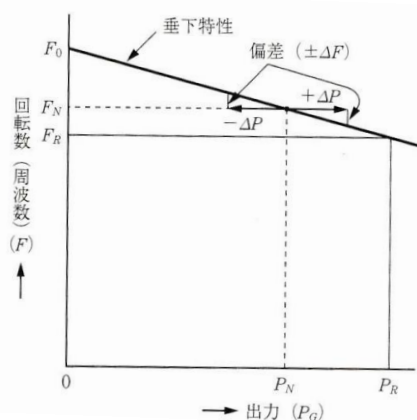


Figure1 Drooping characteristic

P_N : 基準出力 P_R : 定格出力
 F_N : 基準時の周波数 F_0 : 無負荷時の周波数
 P_G : 発電機出力 F_R : 定格出力時の周波数

< 2. 2 > 周波数特性の解析結果

12月のディーゼル発電機の発電機出力 (有効電力) と無効電力の関係を Figure2 に、12月と2月の有効電力と周波数の関係を Table1,2 に示す。

Figure2 より有効電力が変化すると無効電力も変化していることが分かる。

Table1, 2 は有効電力変化の値 (ΔP) を -10kW から 10kW までの範囲で (-10kW 未満, 10kW 超えの変化を示した発生確率は 0.136%) 計算した。有効電力が変化した時の周波数変化 (ΔF) が、無効電力の変化 (ΔQ) した時より大きく、周波数は有効電力で制御されていることが確認できた。

Figure3 のようなディーゼル発電機の有効電力変化 - 周波数変化特性は理論上の発電機 - 周波数特性 (Figure1) と同じようなグラフが得られた。

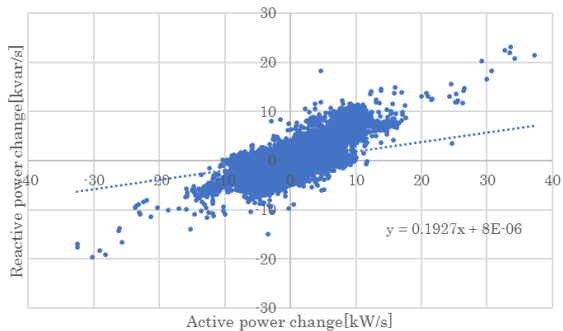


Figure2 Relationship between ΔP and ΔQ (December 2015)

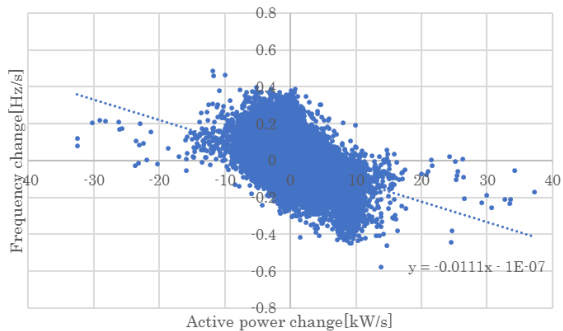


Figure3 Relationship between ΔP and ΔF (December 2015)

Table1 Frequency variation (December 2015)

	day					
	1	2	3	4	5	total
Active power change[kW/s]	0.218	0.238	0.228	0.222	0.224	0.222
Reactive power change[kvar/s]	0.122	0.149	0.176	0.179	0.169	0.155

Table2 Frequency variation (February 2016)

	day					
	1	2	3	4	5	total
Active power change[kW/s]	0.276	0.270	0.286	0.262	0.270	0.272
Reactive power change[kvar/s]	0.111	0.130	0.155	0.160	0.145	0.140

12 月（5 日間）の発電機の周波数特性定数 K_G の値を次に示す。

$$-K_G = \frac{\Delta P_G}{\Delta F} \times 100 = \frac{-20 \times 10^{-3} [\text{Mw}]}{0.272 \times 10 [0.1\text{Hz}]} \times 100 \cong -0.735 \% \quad (1)$$

2 月（5 日間）の K_G 値は 0.901% と一般的な値 0.7~1.0%^[1] に収まった。

< 2. 3 > 電圧変動と無効電力

交流系統の電線路における電圧変化を制御するために無効電力に着目して考えることができる。

$$\Delta V = V_s - V_r = \frac{Q \cdot X}{V_r} \quad (2)$$

ΔV : 電圧変化

Q : 無効電力 X : 電線路のリアクタンス

V_s : 送電端電圧 V_r : 受電端電圧

< 2. 4 > 電圧特性の解析結果

2 月と 12 月の有効電力と無効電力が変化したときの電圧の変化量を Table3,4 に示す。

Table3,4 よりディーゼル発電機の電圧は無効電力により制御されているとはいえない。また、月や時間、発電機出力の変化量と、電圧と無効電力の変化量にも関係性は見いだせなかった。

Table3 Voltage variation (December 2015)

	day					
	1	2	3	4	5	total
Active power change[kW/s]	0.664	0.796	0.362	0.470	0.544	0.580
Reactive power change[kvar/s]	0.222	0.369	0.407	0.520	0.441	0.387

Table4 Voltage variation (February 2016)

	day					
	1	2	3	4	5	total
Active power change[kW/s]	1.706	1.784	1.736	1.828	1.706	1.752
Reactive power change[kvar/s]	0.291	0.450	0.507	0.707	0.516	0.493

< 2. 5 > 発電機出力変化の発生確率

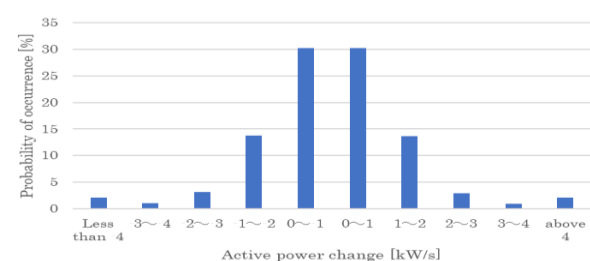


Figure4 Probability of occurrence of ΔP (December 2015)

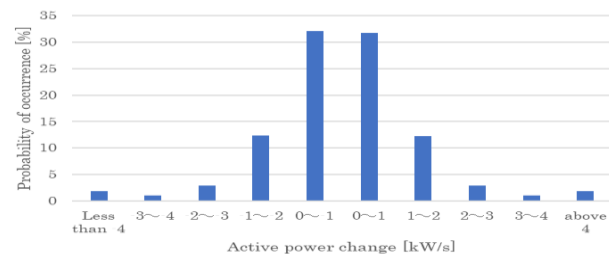


Figure5 Probability of occurrence of ΔP (February 2016)

Figure4,5 に 2 月と 12 月の発電機出力変化の発生確率を示す。発電機出力変化は -1~0, 0~1kW/s が多く、今回解析したディーゼル発電機の出力変化の調整能力が高い事が分かる。季節ごとの発電機出力変化に大きな差はない。12 月と 2 月の発電機出力変化の最大値はそれぞれ 37.26kW/s, 37.86kW/s であった。

3. まとめ

周波数は有効電力（発電機出力）により制御されている事と、発電機出力が変化すると無効電力も変化するが確認できた。

電線路の電圧は無効電力により制御されるが、ディーゼル発電機の電圧はその限りではないということが分かった。

4. 参考文献

[1]電力システム工学,大澤靖治, オーム社, pp18-26