

L-51

昭和基地における太陽光発電システムの最適化

- モジュールの破損による発電性能への影響 -

Optimization of the Solar Energy Power Generation System in Syowa Base

- Influence on the Power Generation Performance by Modular Breakege -

○柿谷隼輝¹, 高野卓², 西川省吾³, 石沢賢二⁴

*Junki Kakitani¹, Takashi Takano², Shogo Nishikawa³, Kenji Ishizawa⁴

At Syowa Base, a lot of observations and researches are conducted. Most electricity and thermal energies required at the base are provided by the fossil fuel. Though an increase of fuel consumption is expected by the introduction such as large-scale observational equipment, it is difficult to convey all required fuel from Japan because of restriction of the transportation possible capacity of an observatory ship in the future. For this reason, it is important to utilize renewable energy, such as PV and solar collector for reduction of fuel consumption in the base. Then it is necessary to clarify the optimal system. In this report, influence on the power generation performance by breakage of the module in Syowa Base.

1. はじめに

南極の昭和基地では数十人の隊員により多様な観測活動等が行われているが、基地に必要な電気・熱エネルギーのほとんどは、化石燃料により賄われている。将来的には、大型観測装置の導入などにより消費エネルギーの増大が予想され、観測船の輸送可能容量の制限から、必要な燃料を全て日本から輸送することは困難である。このため、現地で取得可能な太陽光発電、太陽熱利用などの再生可能エネルギーを活用し、軽油の使用量を削減することが不可欠である。

本研究では昭和基地において、どのように太陽光発電システムを構築し、運用すればよいか、現地の試験データの解析結果をもとに、シミュレーション検討し最適なシステムを明らかにする。

本稿では、昭和基地でのモジュールの破損による発電性能への影響について述べる。

うに6,7月は極夜期であるため日射量は0である。しかし12,1月は白夜期となり、一日中日射を得ることができ日射量は東京の3倍ほど得ることができる。また、昭和基地では風速40m/sを超えるブリザードが観測されており、この影響により石などが飛ばされ、評価試験設備のモジュールが壊される被害が出ている。

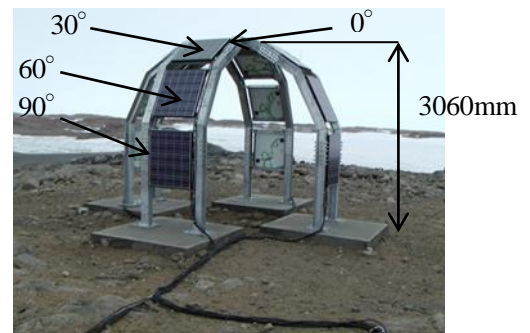


Figure 1 Evaluation test equipment

2. 評価試験設備

昭和基地では図1に示す太陽光発電の評価試験設備で測定を行っている。それぞれの太陽光モジュールは東西南北に30°, 60°, 90°の傾きで設置されており、頂点は水平に設置されている。

3. 昭和基地と東京の気候の比較

昭和基地と東京における2011年の気象条件として、図2に2011年の平均日積算日射量、図3に東京、南極での月別平均風速、最大風速、瞬間最大風速を示す。図3において、実線が昭和基地、破線が東京を示している。図4に方位別の風の発生確率を示す。図2から分かるよ

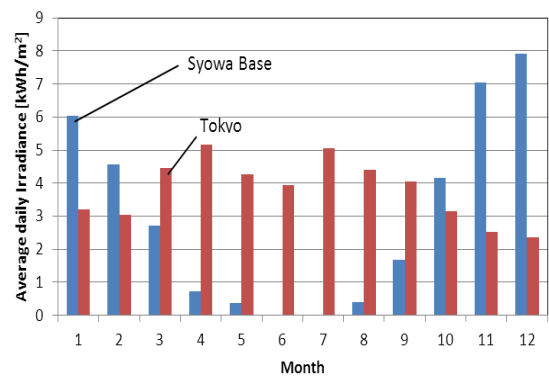


Figure 2 Average daily Irradiance

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・院・電気 3 : 日大理工・教員・電気 4 : 国立極地研究所

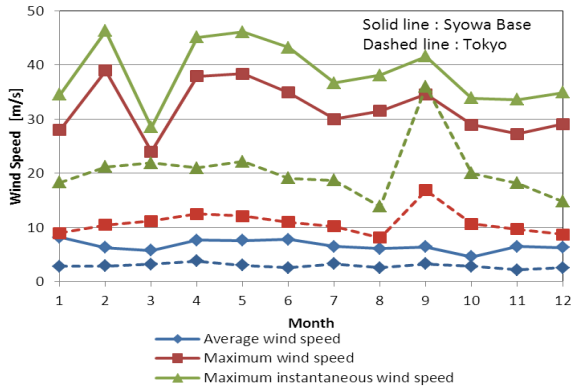


Figure 3 Wind Speed

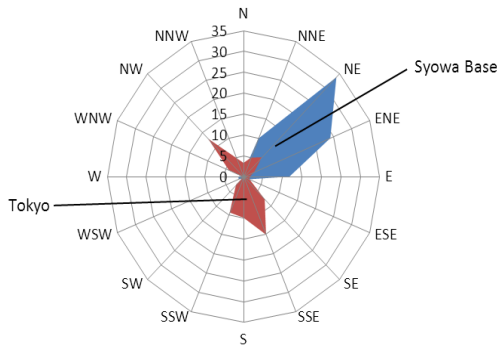


Figure 4 The probability of occurrence of a wind

4. 破損したモジュールの出力比較

< 4. 1 > 発電量の計算方法

太陽電池温度 t [°C] における太陽電池の効率 η_t 及びシステム 1kW あたりの最大出力 P_t は、それぞれ式 (1), (2) によって算出した。

$$\eta_t = \eta_{25} \times \{1 + \alpha(t - 25)\} \quad [\%] \quad (1)$$

$$P_t = (I \times \eta_t / 100 \times S) / P_{25} \quad [\text{kW}] \quad (2)$$

ただし、 η_{25} : 25°C における変換効率 (=12.8%), α : 最大出力の温度補正係数 (-0.004/°C), I : 日射強度 [kW/m²], S : 太陽電池の面積 (0.723 [m²]), P_{25} : 25°C における最大出力 (0.093 [kW])

< 4. 2 > 破損による出力の低下

現在、昭和基地の評価試験設備において、北 90°, 東 60°, 東 90° のモジュールの破損が確認されている。また、破損したモジュールのうち北 90° については、10°C 程度の異常な発熱が確認された。図 5 は 2010 年 3 月 11 日と 2011 年 3 月 5 日における北 90° での発電量の推移と電池温度との関係を示したものである。実線は 2010 年、破線は 2011 年を表している。両日ともに太陽高度が同程度の日を選出している。

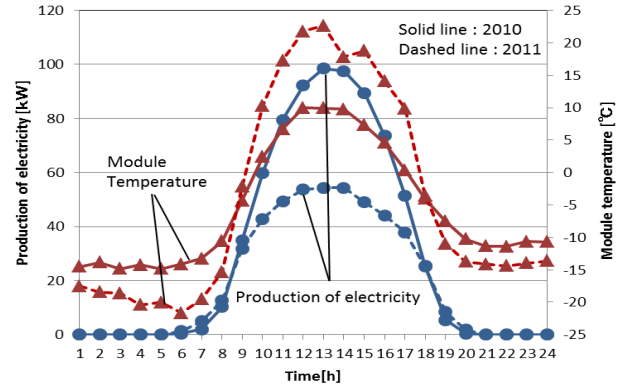


Figure 5 Transition of efficiency

図 5 より、電池温度が異常上昇した北 90° のモジュールでは発電量が前年度に比べ、約 40 低下しており、発電量の低下が確認できる。これらは、ブリザードなどによりハンダ接続部の接続不良などにより電流不通による電池温度の異常上昇が原因であると考えている。

< 4. 3 > 年間発電量

図 6 に 2010 年度の年間発電量を示す。ただし、日射量のデータがない月があるため 3~12 月のデータより算出した値を利用している。

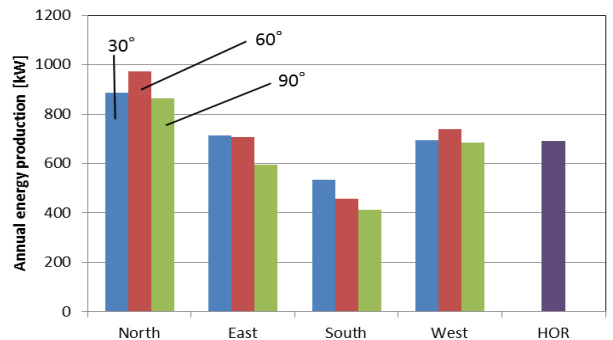


Figure 6 Annual energy production

北向きの発電量が高く、北 60° のモジュールの発電量が最高となっている。また、白夜期では一日中発電をすることができるため、複数方位に設置することが望ましい。北東の風の発生率が高くなっていることから風の影響を極力受けない角度を考慮すると、北 60°, 東 30°, 西 30° 付近に設置することが望ましいと考えられる。

5. まとめ

今回は破損し、電池温度が異常上昇したモジュールの効率、発電量を算出し日射量の得られる角度から、現状考えられる昭和基地における太陽光発電に最適な角度を推察した。