

昭和基地における太陽光発電システムの最適設置条件 -斜面日射量の推定-

Optimum Installation Conditions of the Solar Energy Power Generation System in Syowa Base -Estimated Total Solar Irradiation-

○吉池俊郎¹, 比留間一彦², 西川省吾³

*Toshiro Yoshiike¹, Kazuhiko Hiruma², Shogo Nishikawa³

Abstract: A variety of observation activities, etc. are being carried out in the Showa Base in Antarctica, and most of the electrical energy required by the base is covered by fossil fuels. In the future, increase of consumption energy is expected by introduction of large-sized observational equipment, etc. and it is difficult to convey all required fuel from Japan from restriction of the transportation possible capacity of an observatory ship. For this reason, it is indispensable to utilize renewable energy, such as photovoltaic generation acquirable there, and to reduce the amount of the light oil used. In this study, the optimal installation requirements of the solar cell module seen from the amount of insolation are made clear based on the analysis result of field trial data in Syowa Base This paper describes presumption of amount of slope insolation from an evaluation test result.

1. はじめに

南極の昭和基地では多様な観測活動等が行われているが、基地に必要な電気・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すべ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、日射量からみた太陽電池モジュールの最適設置条件を、現地試験データの解析結果をもとに明らかにする。

本稿では、評価試験結果より斜面日射量の推定について述べる。

2. 実証試験設備

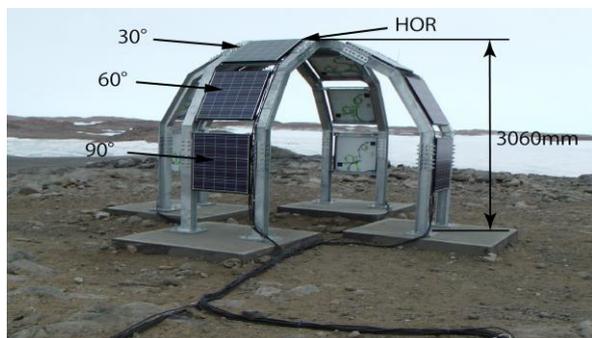


Figure 1. Evaluation test facility

昭和基地には、図1のような実証試験設備を設置しており、水平面と東西南北の各方位に傾斜角 30° 、 60° 、

90° の計13面のモジュールが設置されている。この試験設備では各モジュールの短絡電流と電池温度を2秒ごとに測定している。

3. 斜面日射量の推定

<3. 1>斜面日射量の推定方法^[1]

全天日射量は直達成分、地面反射成分、天空散乱成分の3成分の合計である。

まず、気象庁の全天日射量から Erbs モデルにより時間積算日射量の直散分離を行い、水平面散乱成分を求め、全天日射量及び太陽高度、斜面への太陽光線の入射角により傾斜面の直達成分を求める。次に、Perez モデルを用いて天空散乱成分を求め、均一反射モデルを用いて地面反射成分を求めてこれらを合計することにより、斜面日射量を推定する。なお、具体的な計算方法は、参考文献1に示した文献中の計算式を用いる。

ここで、全天日射量の測定に用いられる日射計は、ドーム状のガラスで覆われているため、太陽光の入射角が変化した場合でも太陽光の表面反射の影響を受けにくい。太陽電池では表面が平板上の強化ガラスに覆われているため、入射角が変化することによって表面反射の影響が大きくなる。参考文献2からモジュールの表面反射を考慮し推定を行う^[2]。

<3. 2>推定結果

2010年から2012年の12月の中で全天日射量が多い日を3日分選出し2010年12月7日、2010年12月8日、2012年12月19日における実証試験設備の測定値

と推定値を比較した。

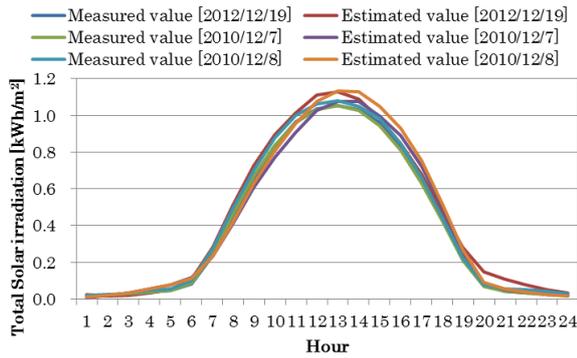


Figure 2. Estimated total solar irradiation (N30)

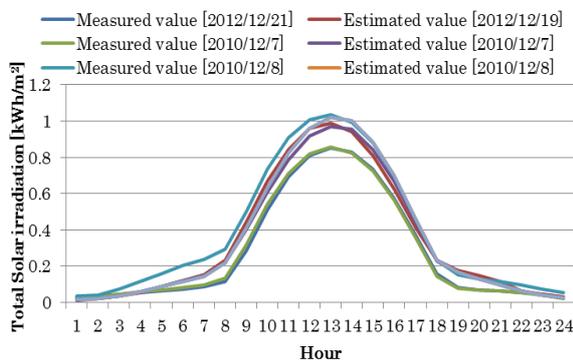


Figure 3. Estimated total solar irradiation (E90)

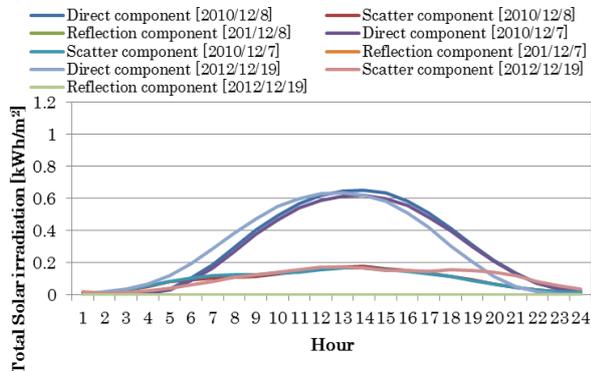


Figure 4. Composition of the amount of global solar irradiation (HORIZON)

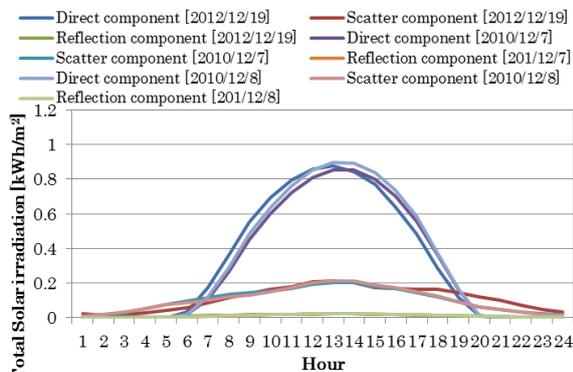


Figure 5. Composition of the amount of global solar irradiation (N30)

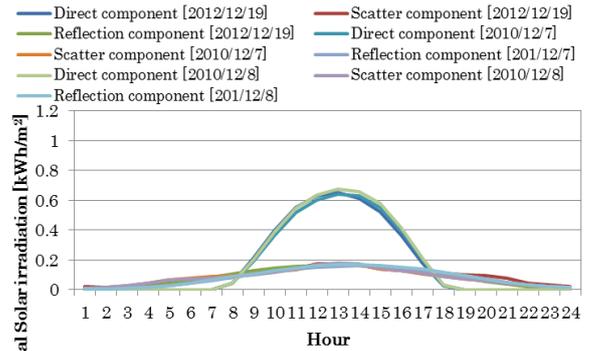


Figure 6. Composition of the amount of global solar irradiation (N90)

図2と図3は傾斜角 30° と 90° の全天日射量の測定値と推定値を表したものである。傾斜角が 30° では推定値はほぼ測定値と重なり、 90° では測定値と推定値にズレが生じている。傾斜角が大きくなるに連れて推定値の精度が低下することが分かる。これは表面反射の影響などの考慮が十分でないことが原因であると考えられる。

図4～6は水平面、傾斜角 30° 、傾斜角 90° の直達成分、天空散乱成分、地面反射成分(アルベドは 0.2 と仮定)の変化を表している。どのグラフでも天空散乱成分は 12 時で 0.2 kWh/m^2 と同様の値をとっていることが分かる。水平面では地面反射成分が常に 0 kWh/m^2 となり、直達成分と天空散乱成分のみが存在している。傾斜角 30° ではごく僅かに地面反射成分が存在しており、傾斜角 90° では地面反射成分は 12 時付近で 0.2 kWh/m^2 あたりまで上昇している。地面反射成分は水平面つまり傾斜角が 0° の時には得られず、傾斜角が大きくなるに連れて上昇していくことが分かる。そして、直達成分が傾斜角 30° より 0.2 kWh/m^2 以上も低い値をとった。

4. まとめ

実測値と推定値の比較傾斜角が小さい時の方が推定の精度は高い結果となった。また、今回の測定対象日では3成分を比べると、直達成分の占める割合が大きく、天空散乱成分は傾斜角によらずほぼ一定値をとり、地面反射成分は傾斜角が多くなるにつれて大きくなることが分かった。

5. 参考文献

- [1] 日本太陽エネルギー学会:「新 太陽エネルギーハンドブック」, pp.1-29, 2001
- [2] 高野卓 平成 24 年度修士論文:「昭和基地における PV 導入効果のシミュレーション検討」, pp.22-23, 2012