

昭和基地における太陽光発電システムの最適設置条件

- 斜面日射量の推定値の精度 -

Optimum Installation Conditions of the Solar Energy Power Generation System in Syowa Base

- Accuracy of Estimated Total Solar Irradiation -

○比留間一彦¹, 柿谷隼輝², 西川省吾³, 石沢賢二⁴*Kazuhiko Hiruma¹, Junki Kakitani², Shogo Nishikawa³, Kenji Ishizawa⁴

Abstract: At Syowa Base, a lot of observations and researches are conducted. Most electrical and thermal energies required are provided by the fossil fuel. In the future, an increase of fuel consumption by the introduction such as large-scale observational equipment is expected; however, it is difficult to carry all required fuel from Japan because of load capacity limitation. For this reason, it is important to utilize renewable energy to reduce fuel consumption at Syowa Base. In this study, we simulate optimum installation conditions of a solar energy power generation system. In this report, we describe estimation of total solar irradiation with evaluation test facility.

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るが、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、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. 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。

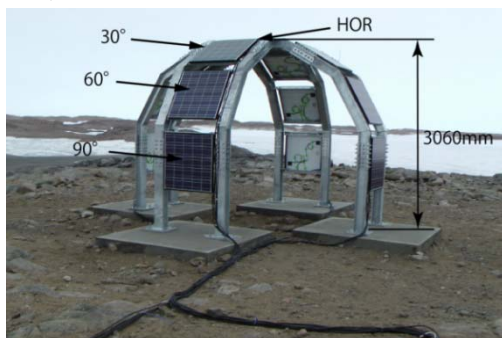


Figure 1. Evaluation test facility

東西南北の各方位に 30° , 60° , 90° の傾きでモジュールが設置されており、上部には水平にモジュール

が設置されている。

評価試験設備では、各モジュールについて短絡電流及び太陽電池温度を 2 秒ごとに計測している。

3. 斜面日射量の推定

< 3.1 > 斜面日射量の推定方法^[1]

斜面日射量は傾斜面の直達成分、天空散乱成分、地面反射成分の 3 成分から求められる。まず、気象庁の全天日射量から Erbs モデルを用いて直散分離を行い、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。地面反射成分の推定において、アルベドは対象期間中最も推定精度が高くなる 0.4 とした。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 θ が変化することによって表面反射の影響が大きくなる。

モジュールの表面反射を考慮した場合、斜面日射量の推定式は次のとおりである。^[2]

i) $0^\circ \leq \theta < 53^\circ$ のとき

$$I_{\beta\gamma}' = I_{\beta\gamma} \times 0.93 \quad (1)$$

ii) $\theta \geq 53^\circ$ のとき

$$I_{\beta\gamma}' = I_{\beta\gamma} \times (-0.00032\theta^2 + 0.03121\theta + 0.16489) \quad (2)$$

< 3.2 > 斜面日射量の推定結果

図 2~6 に気象庁の計測する全天日射量から推定した斜面日射量と評価試験設備の計測値から求めた斜面日射量を示す。図タイトルの括弧内のアルファベットは方位，数字は傾斜角を示す。ここで，対象の期間は日射量の変動が大きい日，曇天日，快晴日としてそれぞれ 2010 年 12 月 7，11，15 日についての 3 日間である。

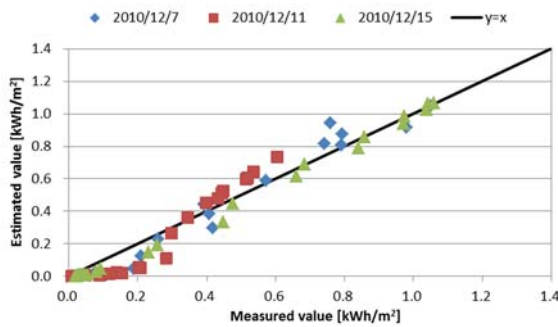


Figure 2. Measured value vs. Estimated value (N30)

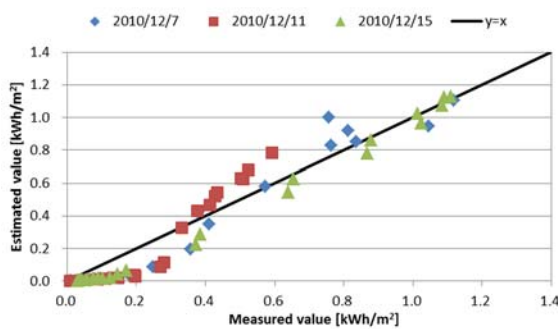


Figure 3. Measured value vs. Estimated value (N60)

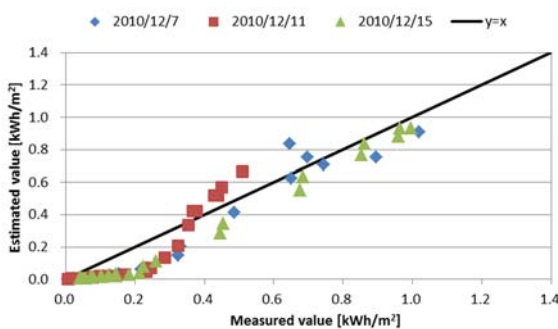


Figure 4. Measured value vs. Estimated value (N90)

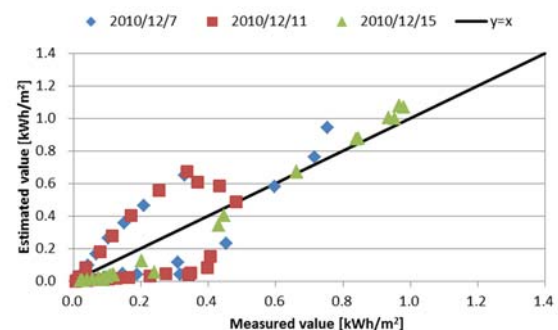


Figure 5. Measured value vs. Estimated value (E60)

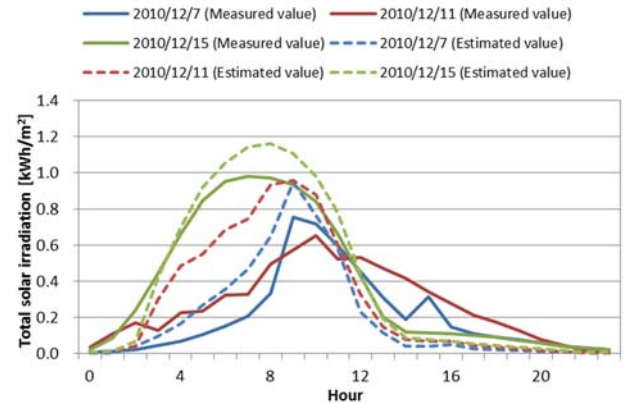


Figure 6. Estimated total solar irradiation (E60)

推定結果を傾斜角ごとにみると， 30° のとき最も精度が高くなり， 60° ， 90° と傾斜角が大きくなるにつれ精度が低下する。これは，水平に近いほど表面反射の影響は少なく，傾斜角が大きくなると入射角も大きくなるため，表面反射の影響が大きくなることによると考えられる。したがって，今回の推定方法では，表面反射の影響の考慮が十分でないことが原因として考えられる。

また，方位についてみると，北向きは他と比べ精度が高いが，東・西向きでは精度が低い結果となり，特に曇天日の推定値は測定値からかけ離れている。これは，全天日射量から直達成分と天空散乱成分を求めるとき，直達成分を大きく見積もってしまった結果であると考えられる。したがって，推定値が太陽の位置の影響を大きくみているため，東・西向きのように午前午後で日射量の変動するとき，曇天などで太陽の位置による日射量の変動が小さい場合に，図 6 に示した例のように推定値が測定値からかけ離れてしまう。

4. まとめ

斜面日射量を推定した場合，各モジュール面で比較すると，北向き 30° が最も精度が高い結果となった。しかし，今回の推定方法では，条件により正確に斜面日射量を推定できないことがあり，天候や傾斜角，方位に左右されず，より正確に推定するためどのようなすれば正確に推定できるかが今後の課題である。

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.26-29，2001
- [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