# 昭和基地における太陽電池モジュールの最適設置条件 - 斜面日射量の推定 -Optimum Installation Conditions of PV Module in Syowa Base - Estimation of Inclination Solar Irradiation -

○前田武志<sup>1</sup>,比留間一彦<sup>2</sup>, 西川省吾<sup>3</sup>
\*Takeshi Maeda<sup>1</sup>, Kazuhiko Hiruma<sup>2</sup>, Shogo Nishikawa<sup>3</sup>

Abstract: Various observations are held at the Showa Base in Antarctica. The most part of electrical and thermal energy spent in the base is fossil fuel. The amount of fuel will be increased in the future since it is expected that there will be more observations for research. It is not the best method to deliver it from japan because of transportation capacity, therefore, we should use solar insolation as renewable energy as efficiently as possible. More efficient use of renewable energy, less the total amount of the energy they spend there. Therefore, renewable energy should be made available for the future use at the base. In this study, we simulate optimum installation conditions of PV module. We describe estimation of total solar irradiation with evaluation test facility in this report.

## 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,基地で必要な電気・熱エネ ルギーのほとんどは,化石燃料,主に軽油により賄われ 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,発電性能と信頼性の 観点から最適な太陽電池モジュールの設置条件を明ら かにする.本稿では,斜面日射量の推定について実証試 験結果を基に述べる.

#### 2. 実証試験設備



Figure 1. Evaluation test facility

南極の昭和基地には、図1の様に太陽電池モジュー ルが東西南北各方位に30°,60°,90°で設置されて おり,2秒ごとに短絡電流と電池温度を測定している.

### 3. 斜面日射量の推定

<3.1>斜面日射量の推定方法[1]

斜面日射量を求めるには,斜面に入射する直達成分, 天空からの散乱光による散乱成分,地面からの反射成 分をそれぞれ求め,それらを合成することで全体のエ ネルギー量を求められる.これを図2に示した.

はじめに、Erbs モデルを用いて気象庁が計測してい る全天日射量の直散分離をして水平面散乱成分を求め、 全天日射量と太陽高度、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る.これらを合計することによ り、斜面日射量を推定する.



Figure 2. Conceptual diagram of insolation

太陽電池表面は平板上の強化ガラスに覆われている ため、入射角  $\theta$  の変化により表面反射の影響が出る. モジュールの表面反射を考慮した場合、斜面日射量の 直達成分の表面反射の補正式は次の通りである.<sup>[2]</sup> i.  $0^{\circ} \leq \theta < 53^{\circ}$ のとき

$$I_{\mathrm{b}\beta\gamma}{}' = I_{\beta\gamma} \times 0.9533 \tag{1}$$

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

ii. 
$$\theta \ge 53^{\circ} \mathcal{O}$$
とき  
 $I_{b\beta\gamma}' = I_{b\beta\gamma}(-0.00031\theta^2 + 0.0329\theta + 0.07562)$  (2)

<3.2>推定結果



Figure 3. Comparison of the results



Figure 4. Error rate between measured and estimated

value (Sunny day)



Figure 5. Error rate between measured and estimated valued (Cloudy day)



Figure 6.Error rate between measured and estimated valued (snowy day)

図3は一日を通して快晴で多くの日射量が得られた 2011年12月24日の北30°と90°の補正前の推定値 と補正後,また実測値を表している. グラフより,補 正後の値は前のものと比べ低く,より実測値に近いも のとなった.これより,太陽電池の表面反射の影響を 上式で補正すると良いとわかる.

ー日快晴であった 2011 年 12 月 24 日の推定値と実測 値,また誤差率を表したのが図 4 である. 誤差率εは求 めた次式より求まる.

$$\varepsilon = \frac{|E - T|}{T} \times 100[\%] \tag{3}$$

ただし、T は実測値、E は推定値である.全体的に誤 差が少なく精度よく推定ができていると言える.

次に,図5は曇りであった2011年12月21日の比較である.日射量の少ない時間の誤差は大きいが,それ以外の箇所での誤差率は低く,快晴時と同様に推定できている.

図6は2011年12月6日雪のときの比較である.他 天候のときと比べ,全体的に誤差が大きく,またピー ク時の日射量を実際より多く推定している.これは, 推定値の成分の多くを占める直達成分が,実際より多 く推定されたためであると考えられる.



Figure 7. Comparison of albedo difference

図7は、アルベドの値を推定時の0.48と砂地の0.18 としたときの誤差率を表している.全体的に誤差がわ ずかに減少している.このことより、実証試験設備周 辺がより砂地に近い状態であったと推測できる.

4.まとめ

今回は、昭和基地における斜面日射量の推定を行った.精度が常に高いとは言えないが、斜面日射量の推定を行うことができた.この推測を用いて太陽電池の 劣化状況の推定を検討していきたい.

## 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] 比留間 一彦,西川 省吾,藤野 博行,石沢 賢二, 昭和基地における太陽電池モジュール面日射量の推定, 第12回南極設営シンポジウム