

昭和基地における日射量の推定

—任意の方位角及び傾斜角度の日射量の推定—

Presumption of solar irradiation in Syowa Base

—Presumption of solar irradiation at arbitrary azimuth and tilt angle—

○柴田和俊¹, 柴田浩行¹, 横田臣弘², 西川省吾³, 栗原潤一⁴, 安孫子春彦⁴, 石沢賢二⁵, 遠藤伸彦⁵
 *Kazutoshi Shibata¹, Hiroyuki Shibata¹, Takahiro Yokota², Shogo Nishikawa³, Junichi Kurihara⁴, Haruhiko Abiko⁴, Kenji Ishizawa⁵
 Nobuhiko Endo⁵

Abstract: According to the research plan, increase of the power consumption is assumed in future in the Syowa Base. Then, the introduction of renewable energy (RE) such as solar energy and wind energy, etc. is thought because of the elevation saving at Syowa Base. In the introduction of photovoltaic power generation, since solar elevation in Antarctica is remarkably low, it is preferable to enlarge the pitched angle of photovoltaic module. But only horizontal solar irradiation is measured by the Meteorological Agency for the present. Therefore it is necessary to understand tilt solar irradiation. In this report, we show the result on presumption of solar irradiation of arbitrary azimuth and tilt angle from horizontal solar irradiation.

1. はじめに

南極の昭和基地では様々な研究や実験が行われているが、今後、更なる研究の実験の増加により基地内の消費電力・熱量の増加が予想される。しかしながら、現在の南極観測船の燃料輸送容量では消費エネルギー分の燃料を賄うことができない。そこで、基地周辺で取得可能な太陽光発電(PV)や、風力発電(WG)などの再生可能エネルギー(RE)の導入が重要である。このため、REを導入することにより、燃料使用量の削減、CO₂の削減にむけたREシステムの適切な設備仕様、運用、制御方式等を検討している。

REの一つのPVや太陽熱集熱器を導入する場合、南極では太陽高度は著しく低いことから傾斜角度を大きくすることが望ましいが、現在実測されている日射量は気象庁による水平面だけである。そのため傾斜面の日射量を把握する必要がある。

本報告では、任意の斜面日射量の推定するための基礎検討として、気象庁が計測中の水平面全天日射量より日射量が最大となる北面における各傾斜角の斜面日射量を報告をする。

2. 実施内容

<2・1>斜面日射量の計算方法

気象庁が公表している水平面全天日射量⁽¹⁾から Erbs の式より、直散分離を行った。また、天空散乱成分は Perez モデルを用い、地面反射成分は均一反射モデルを用いた⁽²⁾。

今回は天空散乱成分の Perez モデルを使用する際の標高を 15m とし、また地面反射成分の均一反射モデルを使用する際のアルベドは 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 の 4 パターンとした。解析期間は 2010 年 1 月～12 月である。ただし、水平面全天日射量のデータが未取得の 1 月 5 日 13 時と 12 月 29 日 13 時、18～23 時は除く。解析間隔は 1 時間である。既述の通り方位は北である。

今回の推定式では太陽高度が低いと推定値が過大評価されるため、太陽高度は 5° 以上の範囲で解析を行った。

3. 結果

<3・1>年積算日射量

図 1 に各アルベドにおける年積算斜面日射量、地面反射成分及び年平均の太陽の入射角の結果を示す。

傾斜角が 50° ～60° にかけて年積算日射量が多くなっていることが分かる。これは太陽の入射角が約 74°

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 : 株式会社ミサワホーム総合研究所
 5 : 国立極地研究所

となっているためと考えられる。傾斜角が 60° の時に太陽の入射角が 74° となり、年積算日射量はアルベドが 0.7 で最大 $1890\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ と高く、水平面と比べて約 1.9 倍となった。また、アルベドが 0.7 の年積算日射量はアルベドが 0.1 と比べ、水平面を除くと最低でも約 1.3 倍の日射量となった。傾斜角が 90° の地面反射成分は傾斜角が 10° に比べ、約 2.0 倍となった。

図 2 にアルベドが 0.5 の時の各傾斜角の年積算日射量の内訳と年平均の太陽の入射角の結果例を示す。

年積算直達成分は各傾斜角において全体の約 5~6 割となった。最大の年積算直達成分は傾斜角が 50° の時、約 $900\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ となった。年積算の直達成分と天空散乱成分は共に傾斜角が $50^\circ \sim 60^\circ$ の時に最大となった。

<3・2>月積算日射量

図 3 にアルベド 0.5 の時の各設置角の月積算日射量と月平均の太陽の入射角の結果例を示す。

白夜期の 12 月は太陽高度が高くなり、傾斜角が 30° における太陽の入射角は 65° と小さく、傾斜角が 60° における入射角は傾斜角が 30° と比べ大きくなるが、地面反射成分の影響により、日射量は共に $360\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{月}$ となった。3~4 月、8~9 月は傾斜角が 60° 又は 90° の太陽の入射角は他の傾斜角と比べ小さくなるため日射を多く取得することがわかる。傾斜角が 60° の月積算日射量の内訳は、白夜期の 12 月に直達成分は全体の約 5 割、天空散乱成分は約 3 割、地面反射成分は約 2 割となった。また、極夜期を除く各月の直達成分は全体の約 5~6 割となった。

4. まとめ

今回、気象庁が計測中の水平面全天日射量より、任意の斜面日射量の推定を行った。

その結果、年積算日射量は傾斜角が $50^\circ \sim 60^\circ$ の時に最大となり、傾斜角が 60° アルベドが 0.7 の時に $1890\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ となった。

年積算直達成分は各傾斜角において全体の約 5~6 割となった。月積算日射量は傾斜角 60° , アルベド 0.5 の時、白夜期の 12 月に最大 $350\text{kWh}/\text{m}^2$ となり、水平面と比べ約 1.4 倍となった。

5. 参考文献

- [1] 気象庁のホームページ
(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- [2] 日本太陽エネルギー学会 JAPAN SOLAR ENERGY SOCIETY : 新太陽エネルギー利用ハンドブック, NEW SOLAR ENERGY UTILIZATION HANDBOOK, pp. 4-5, pp23-30, 2001 年

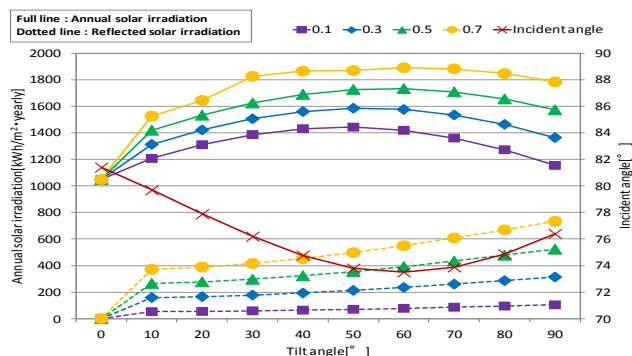


Figure 1. Annual solar irradiation of each tilt angle of each albedo

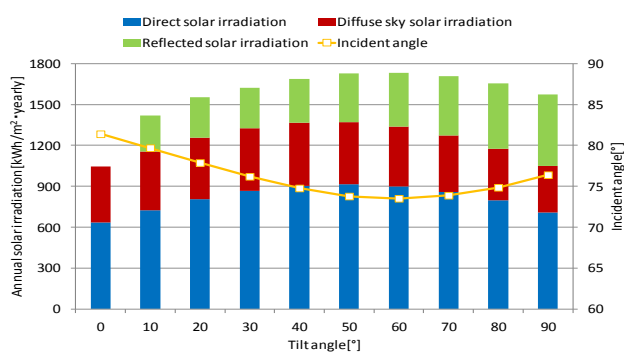


Figure 2. The items of the amount of insolation in an angle of inclination

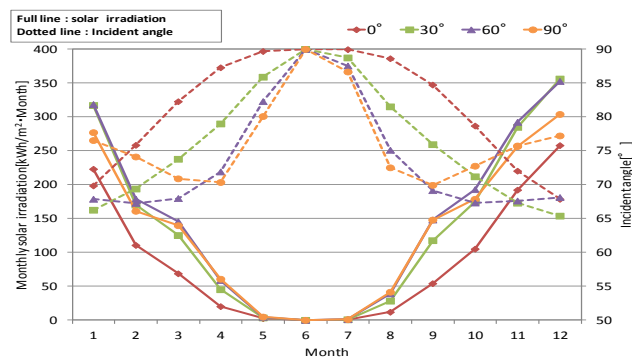


Figure 3. Monthly solar irradiation of each tilt angle (albedo 0.5)