

太陽光発電による年間の発電量予測

Prediction of Annual Power Generation by Photovoltaic Panels

菊山 功嗣

KIKUYAMA Koji

Abstract: Annual production of electric power by photovoltaic panels on a roof of different slope angles and azimuth angles is calculated assuming that the normal component of the solar radiation is effective to the energy conversion and that the daily and hourly amount of solar radiation on the site is taken to be almost equal to that measured by the Nagoya Meteorological Observatory. The efficiency of the panels was experimentally decided for different surface temperatures of the panels by the ratio of the produced power to the solar radiation incident.

It is found that the total annual production of the power is almost unchanged for different slopes and azimuth angles of the roof though the daily and hourly energy production changes according to the siting conditions.

keywords: Solar energy, photovoltaic panel, annual energy production

1. はじめに

再生エネルギーの買取制度が実施されるに伴い太陽光発電が家庭においても一層推進されることが予想される。屋上にパネルを設置する場合、屋根の傾きや方位によって年間の発電量が変わると考えられるので、本報告は、日射量のデータを使用した年間の総発電量の予測方法を示し、パネルの方位、傾きが変化したとき、どのように影響するかを、既置のパネルのデータに基づいて示す。

2. 基礎式

今、時刻 T における日射量を $A(T)\text{kW/m}^2$ 、太陽光線がパネル面の法線と角度 θ で入射するとするとパネルの日射量 P は

$$P(T) = A(T) \cos \theta \quad (1)$$

図 1 に示すようにパネルの勾配を α 、建物の向き（屋根の向き）が真南から東に β だけ変位しているとする。また時刻 T における太陽の方位角（真南を 0° ）を Ψ 、仰角を Φ とすると、太陽光線とパネル面の法線との角度 θ は、2つの単位ベクトルの内積より、

$\cos \theta = \sin \alpha \cos \Phi \cos(\Psi + \beta) + \cos \alpha \sin \Phi$ で与えられる。ゆえに、時刻 T におけるパネルへ

の入射量は、

$P(T) = A(T) \sin \alpha \cos \Phi \cos(\Psi + \beta) + \cos \alpha \sin \Phi$
 パネルのエネルギー変換効率を η とすると、パネルの 1 m^2 当たりの毎時の発電量 $P_w(T)$ は、

$$P_w(T) = \eta \cdot P(T) \quad (2)$$

パネルの表面積を $S \text{ (m}^2\text{)}$ とすると、1日の総発電量 P_{day} は

$$P_{\text{day}} = \int_{\text{Day}} \eta \cdot S \cdot P(T) dT \quad (3)$$

この式から P_{day} を以下のようにして求めた。

太陽光の毎時あたりの日射量は近隣の都市の日射量を気象庁のデータ⁽¹⁾から入力した。また太陽の仰角、方位は計算する月日、設置場所の緯度、経度から計算した⁽²⁾。さらにパネルのエネルギー

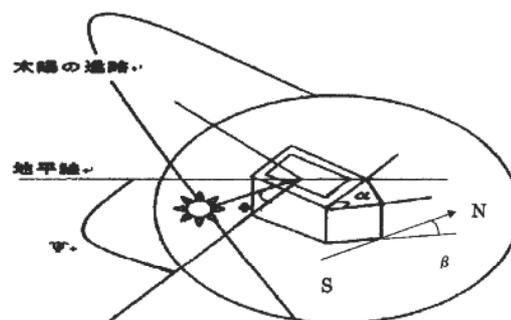


図 1. パネルと太陽高度、方位角の関係

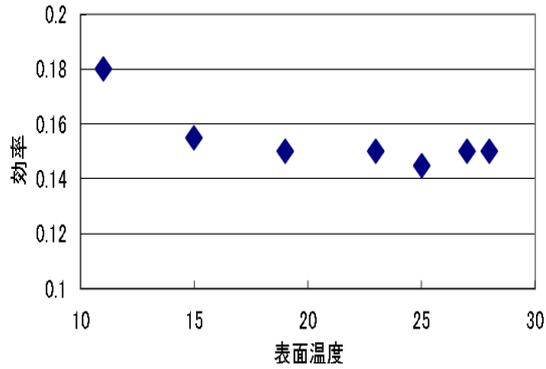


図2 パネルの効率

ギー変換効率は既設パネルのデータと日射量との比較から、気温、パネルの表面温度の関数として実験によって求めた。

3. 効率を求める実験

本研究で対象とするパネルは多結晶型であり、このパネルの変換効率は表面温度に依存する。表面温度と効率の変化を9月と11月の晴天の日に調べた結果を図2に示す。表面の温度が上昇すると変換効率は緩やかに減少することがわかった。式(2)において各時間毎の発電量を求めるには、その時の表面温度から効率を求める必要がある。

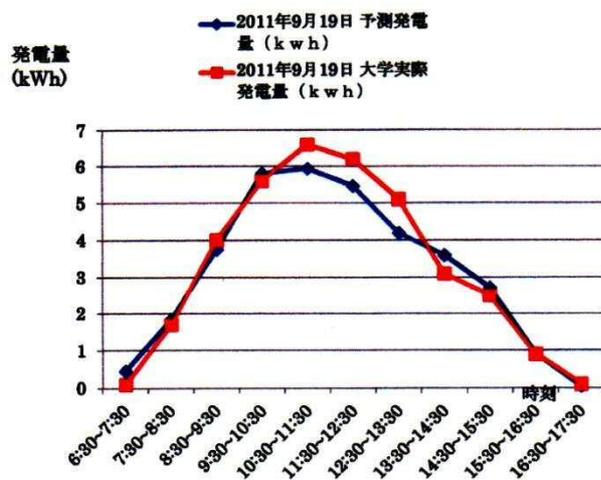


図3 毎時あたりの発電量の比較

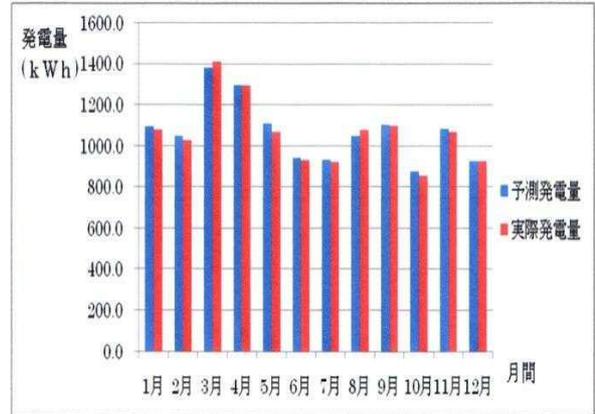


図4 発電量の実験と計算の比較

しかし本研究では、図2の結果より、効率がほぼ一定と仮定し、 $\eta = 0.15$ として計算を進めた。

4. 発電量の実験と計算の比較

図3には既設の太陽光パネルによる1日の発電量と、式(2)より求めた発電量の各期間帯の比較を示す。設置したパネルは、面積76.6m²、勾配29.2°、パネルは真南より西に20.0°向いた屋根に設置されている。真昼を中心にした時間帯で予測値が少し大きい値を示す。これは、式(2)で変換効率を一定値にしたため、実際にはパネル表面の温度が上昇し、効率が低下しているためと考えられる。

図4は各月の発電量と予測値との比較を示す。太陽光による発電は、晴天が多く、パネル表面温度が高くない3、4月ごろが大きく、また梅雨の6、7月は日射量が少ないのがわかる。計算値と実測値は各月ともよく一致している。

5. パネル設置条件と発電量

家屋の屋上にパネルを設置する場合、屋根の勾配、建物の向きによって、その設置条件は変わる。図5は屋根の向きが真南から変位したときの各月の発電量の相違を示す。屋根の勾配は30°とした。パネルは真南からやや西に向ける範囲で年間の発電量が増加するのがわかる。

図6は屋根の勾配を変えた時の各月の発電量の相違を示す、太陽の高度が高く、日射時間が長く、かつ、強い時期(4月から9月)に発電量をより多く得るため、30°よりやや少ない勾配と用いる

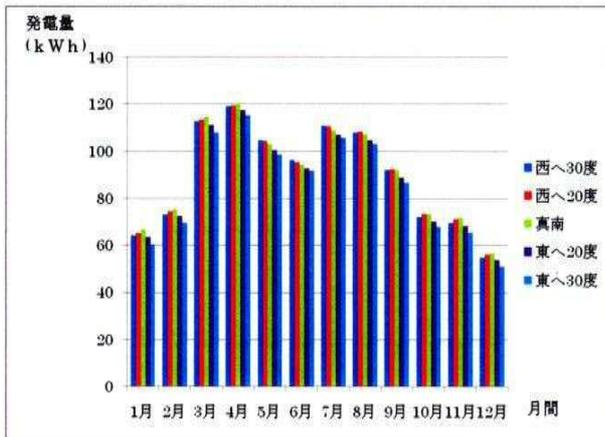


図5 屋根の方位角を変えたときの各月の発電量の変化

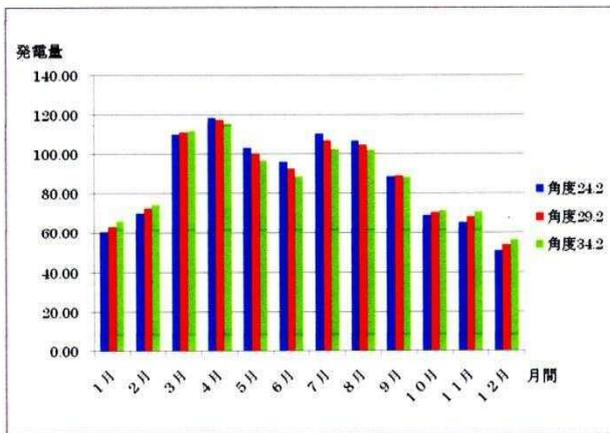


図6 屋根の角度を変えたときの各月の発電量の変化

とよいことがわかる。

図5, 6の結果からはパネルの設置条件によって各月の発電量は変わるが、年間を通した総発電量では大きな相違は見られず、パネルの設置条件にはあまりこだわる必要がないと判断できる。

参考資料

(1) 気象庁

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

(2) 立正大学地球環境科学部環境システム学科

http://www.es.ris.ac.jp/~nakagawa/met_cal/solar.html