

第九章 自然エネルギー利用設備

第一節 太陽光発電設備(※第九章から一部変更して転載)

1. 適用範囲

本計算方法は、用途が住宅である建築物又は建築物の部分に設置された住宅用太陽光発電設備の 1 時間当たりの発電量計算方法について適用する。

住宅用太陽光発電設備は、システム出力1kW 以上50kW 未満の設備を対象とする。

2. 引用規格

- JIS C8918:2005 結晶系太陽電池モジュール
- JIS C8939:2005 アモルファス太陽電池モジュール
- JIS C8943:2009 多接合太陽電池セル・モジュール屋内出力測定方法(基準要素セル法)
- JIS C8951:2011 太陽電池アレイ通則
- JIS C8952:2011 太陽電池アレイの表示方法
- JIS C8990:2009 地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュールー設計適格性確認及び形式認証のための要求事項
- JIS C8961:2008 太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法
- JIS C8991:2011 地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュールー設計適格性確認試験及び形式認証のための要求事項
- IEC61215 ed3.0 (2008-05) Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules
- Design qualification and type approval
- IEC61646 ed4.0 (2008-06) Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules
- Design qualification and type approval

3. 用語の定義

第一章の定義を適用する。

4. 記号及び単位

4.1 記号

本計算で用いる記号及び単位は表 1 による。

表 1 記号及び単位

記号	意味	単位
A_a	太陽方位角	°
E_p	太陽電池アレイの発電量	kWh/h
E_{PV}	太陽光発電設備による発電量	kWh/h
h	太陽高度	°
I_a	太陽電池アレイの設置面の単位面積当たりの天空放射量	W/m ²
I_D	太陽電池アレイの設置面の単位面積当たりの直達日射量	W/m ²
I_{DN}	法線面直達日射量	W/m ²
I_{sky}	水平面天空日射量	W/m ²
K_{HD}	太陽電池アレイの日射量年変動補正係数	-
K_{HS}	太陽電池アレイの日陰補正係数	-
K_{IN}	太陽電池アレイのインバータ回路補正係数	-
K_p	太陽電池アレイの総合設計係数	-
K_{PA}	太陽電池アレイのアレイ負荷整合補正係数	-
K_{PD}	太陽電池アレイの経時変化補正係数	-
K_{PM}	太陽電池アレイのアレイ回路補正係数	-
K_{PT}	太陽電池アレイの温度補正係数	-
P_p	太陽電池アレイのシステム容量	kW
P_α	太陽電池アレイの方位角	°
P_β	太陽電池アレイの傾斜角	°
Q_a	太陽電池アレイの設置面の単位面積当たりの日射量	W/m ²
V	太陽電池アレイの設置面における風速	m/s
α_p	基準状態の日射強度	kW/m ²
$\alpha_{p,max}$	太陽電池アレイの最大出力温度係数	1/K
θ_A	外気温度	°C
θ_{CR}	太陽電池アレイの加重平均太陽電池モジュール温度	°C

4.2 添え字

本計算で用いる添え字は表 2 による。

表 2 添え字

添え字	意味
i	太陽電池アレイの番号
d	日付
t	時刻

5. 太陽光発電設備による発電量

日付 d の時刻 t における 1 時間当たりの太陽光発電設備の発電量 $E_{PV,d,t}$ は、式(1)により表される。

$$E_{PV,d,t} = \sum_i^n E_{p,i,d,t} \quad (1)$$

ここで、

$E_{PV,d,t}$: 日付 d の時刻 t における 1 時間当たりの太陽光発電設備による発電量(kWh/h)

$E_{p,i,d,t}$: 日付 d の時刻 t における 1 時間当たりの太陽電池アレイ i の発電量(kWh/h)

n : 太陽電池アレイの数(最大 4)

である。 n が 4 を超える場合は、 $n > 4$ の太陽電池アレイの発電量については評価しない。また、太陽電池アレイの方位角、傾斜角、半導体の種類として結晶系か結晶系以外かの別及び設置方式が同一の複数の太陽電池アレイについては、各太陽電池アレイのシステム容量を合計することで、1 つの太陽電池アレイとみなしても構わない。その場合は、各太陽電池アレイのシステム容量の合計値の小数点第三位を四捨五入し、小数点第二位までの値を用いること。

6. 太陽電池アレイによる発電量

日付 d の時刻 t における 1 時間当たりの太陽電池アレイ i の発電量 $E_{p,i,d,t}$ は、式(2)により表される。

$$E_{p,i,d,t} = P_{p,i} \times \frac{1}{\alpha_p} \times Q_{s,i,d,t} \times K_{p,i,d,t} \times 10^{-3} \quad (2)$$

$$E_{p,i,d,t} = P_{p,i} \times \frac{1}{\alpha_p} \times I_{s,i,d,t} \times K_{p,i,d,t} \times 10^{-3} \quad (2)$$

ここで、

$P_{p,i}$: 太陽電池アレイ i のシステム容量(kW)

α_p : 基準状態の日射強度(kW/m²)

$Q_{s,i,d,t}$ $I_{s,i,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの日射量(W/m²)

$K_{p,i,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の総合設計係数

である。日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの日射量は、太陽光電池アレイ i の傾斜角 P_β 及び方位角 P_α 並びに「年間日射量地域区分」により定まり、その計算方法を第十一章第二節付録 A に示す。

7. 太陽電池アレイのシステム容量

太陽電池アレイ i のシステム容量 $P_{p,i}$ は、JIS C8951「太陽電池アレイ通則」の測定方法に基づき測定され、JIS C8952「太陽電池アレイの表示方法」に基づいて表示された「標準太陽電池アレイ出力」が確認出来る場合はその値に等しいとする。「標準太陽電池アレイ出力」が記載されていない場合は、製造業者の仕様書、技術資料等に以下の JIS 等に基づいて記載された太陽電池モジュールの 1 枚当たりの標準太陽電池モジュール出力の値の合計値とする。

太陽電池アレイ i のシステム容量 $P_{p,i}$ は、小数点第三位を四捨五入し、小数点第二位までの値を用いること。

表 3 標準太陽電池モジュール出力の準拠規格

太陽電池の種類	条件
結晶(シリコン)系太陽電池	JISC8918、JISC8990 又は IEC61215
上記以外の太陽電池	JISC8991 又は IEC61646
アモルファス太陽電池	JISC8939
多接合太陽電池	JISC8943

8. 基準状態の日射強度

基準状態の日射強度 α_p として1.0kW/m²を用いる。

9. 太陽電池アレイの総合設計係数

太陽電池アレイの総合設計係数 K_p は、式(3)により表される。

$$K_{p,i,d,t} = K_{HS,i} \times K_{PD,i} \times K_{PT,i,d,t} \times K_{PA,i} \times K_{PM,i} \times K_{IN} \quad (3)$$

ここで、

- $K_{HS,i}$: 太陽電池アレイ*i*の日陰補正係数(表4の値)
- $K_{PD,i}$: 太陽電池アレイ*i*の経時変化補正係数(表4の値)
- $K_{PT,i,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の温度補正係数
- $K_{PA,i}$: 太陽電池アレイ*i*のアレイ負荷整合補正係数(表4の値)
- $K_{PM,i}$: 太陽電池アレイ*i*のアレイ回路補正係数(表4の値)
- K_{IN} : インバータ回路補正係数(表4の値)

である。

表4 太陽電池アレイの補正係数の値

補正係数名称	記号	補正係数値	
		結晶シリコン系	結晶シリコン系以外
日陰補正係数	K_{HS}	1.0	1.0
経時変化補正係数	K_{PD}	0.96	0.99
アレイ負荷整合補正係数	K_{PA}	0.94	0.94
アレイ回路補正係数	K_{PM}	0.97	0.97
インバータ回路補正係数	K_{IN}	0.90	0.90

インバータ回路補正係数 K_{IN} は、表4の値に依らず、式(4)により表される値を用いることができる。

$$K_{IN} = \eta_{IN,R} \times 0.97 \quad (4)$$

ここで、

- $\eta_{IN,R}$: パワーコンディショナの定格負荷効率

であり、パワーコンディショナの定格負荷効率 $\eta_{IN,R}$ は、JISC8961:2008「太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法」に測定された定格負荷効率とする。

複数台のパワーコンディショナが設置され、かつ、全てのパワーコンディショナの定格負荷効率が明らかである場合は、そのうち最も定格負荷効率の低いパワーコンディショナの値を採用すること。複数台のパワーコンディショナのうち定格負荷効率が不明なものが1台以上ある場合は、インバータ回路補正係数 K_{IN} として表4の値を用いること。

日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の温度補正係数 $K_{PT,i,d,t}$ は、式(5)により表される。

$$K_{PT,i,d,t} = 1 + \alpha_{p,max,i} \times (\theta_{CR,i,d,t} - 25) \quad (5)$$

ここで、

$\alpha_{p,max,i}$: 太陽電池アレイ*i*の最大出力温度係数(1/K)

$\theta_{CR,i,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の加重平均太陽電池モジュール温度(°C)

であり、太陽電池アレイの最大出力温度係数 $\alpha_{p,max,i}$ は、表5の値を用いるものとする。

表5 太陽電池アレイの最大出力温度係数

結晶シリコン系	結晶シリコン系以外
-0.0041	-0.0020

日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の加重平均太陽電池モジュール温度 $\theta_{CR,i,d,t}$ は、式(6)により表される。

$$\theta_{CR,i,d,t} = \theta_{A,d,t} + \left(\frac{f_{A,t}}{f_{B,t} \times (V_{i,d,t})^{0.8} + 1} + 2 \right) \times Q_{s,i,d,t} \times 10^{-3} - 2 \quad (6)$$

$$\theta_{CR,i,d,t} = \theta_{A,d,t} + \left(\frac{f_{A,i}}{f_{B,i} \times (V_{i,d,t})^{0.8} + 1} + 2 \right) \times I_{s,i,d,t} \times 10^{-3} - 2 \quad (6)$$

ここで、

$\theta_{A,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における外気温度(°C)

$V_{i,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の設置面における風速(m/s)

$Q_{s,i,d,t}$ 、 $I_{s,i,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の設置面の単位面積当たりの日射量(W/m²)

$f_{A,i}$ 、 $f_{B,i}$: 太陽電池アレイ*i*における表7に定める設置方式に応じて表6より求まる係数

である。日付*d*の時刻*t*における外気温度 $\theta_{A,d,t}$ は「年間日射量地域区分」における外気温度を使用するものとし、その値を第十一章「その他」第二節「日射に関する地域の区分と日射量等」に示す。日付*d*の時刻*t*における太陽電池アレイ*i*の設置面における風速 $V_{i,d,t}$ は、地域区分、日付及び時刻によらず1.5に等しいとする。

表6 係数 f_A 及び f_B の値

太陽電池アレイ設置方式	f_A	f_B
架台設置形	46	0.41
屋根置き形	50	0.38
その他	57	0.33

表7 太陽電池アレイ設置方式の選択肢

設置方式	条件
架台設置形	太陽電池モジュールを、屋根と空隙を設けて間接に設置した太陽電池アレイで屋根置き形以外のものの場合
屋根置き形	太陽電池モジュールを、屋根と平行に空隙を設けて間接に設置した場合
その他	上記以外の設置方式で、屋根用アレイのうち「屋根材一体形」の場合、壁用アレイ及び窓用アレイ等の場合

付録A 太陽電池アレイの設置面の単位面積当たりの日射量(※第十一章第二節に一部変更して転載)

日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの日射量 $Q_{s,t,d,t}$ は、式(1)から式(3)までにより表される。

$$Q_{s,t,d,t} = \begin{cases} I_{D,t,d,t} + I_{a,t,d,t} & (I_{D,t,d,t} \geq 0) \\ I_{a,t,d,t} & (I_{D,t,d,t} < 0) \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{D,t,d,t} = I_{DN,a,t} \{ \sin h_{a,t} \cos P_{\beta,t} + \cos h_{a,t} \sin P_{\beta,t} \cos(P_{\alpha,t} - A_{a,t}) \} \quad (2)$$

$$I_{a,t,d,t} = I_{sky,a,t} \frac{(1 + \cos P_{\beta,t})}{2} \quad (3)$$

ここで、

$Q_{s,t,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの日射量(W/m^2)

$I_{D,t,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの直達日射量(W/m^2)

$I_{a,t,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽電池アレイ i の設置面の単位面積当たりの天空放射量(W/m^2)

$I_{DN,a,t}$: 日付 d の時刻 t における法線面直達日射量(W/m^2)

$I_{sky,a,t}$: 日付 d の時刻 t における水平面天空日射量(W/m^2)

$h_{a,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽高度($^\circ$)

$A_{a,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽方位角($^\circ$)

$P_{\alpha,t}$: 太陽電池アレイ i の方位角($^\circ$)

$P_{\beta,t}$: 太陽電池アレイ i の傾斜角($^\circ$)

である。日付 d の時刻 t における法線面直達日射量 $I_{DN,a,t}$ 、日付 d の時刻 t における水平面天空日射量 $I_{sky,a,t}$ 、日付 d の時刻 t における太陽高度 $h_{a,t}$ 及び日付 d の時刻 t における太陽方位角 $A_{a,t}$ は年間日射量地域区分に応じて、第十一章「その他」第二節「日射に関する地域の区分と日射量等」に定める値とする。

太陽電池アレイの方位角 $P_{\alpha,t}$ とは、太陽電池アレイの法線方向の水平部分が真南に対して西回りに振れた角度であり、表A.1のようにその数値を丸める。

太陽電池アレイの傾斜角 $P_{\beta,t}$ は、水平面からの太陽電池アレイの角度であり、設置した傾斜角の一の位を四捨五入した値とし、90度を超える場合は90度とする。

表 A.1 太陽電池アレイの方位角

方位角の範囲	丸めた値
-15度(345度)から15度	0度
15度から45度	30度
45度から75度	60度
75度から105度	90度
105度から135度	120度
135度から165度	150度
165度から195度	180度
195度から225度	210度
225度から255度	240度
255度から285度	270度
285度から315度	300度
315度から345度	330度