

第九章 太陽光発電設備

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—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—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

3.1 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をいう。

3.2 壁用アレイ

壁に太陽電池モジュールを設置した太陽電池アレイをいう。さらに、構造又は用途によって壁設置形、壁材一体形及び壁材形に分けられる。

3.3 基準状態の日射強度

JIS C8960「太陽光発電用語」に規定される基準状態(標準試験状態)の日射強度であり、JIS C8960 で規定される $1.0\text{kW}/\text{m}^2$ の値を用いる。

3.4 結晶系以外の太陽電池

単結晶シリコン及び多結晶シリコン以外の材料を用いた太陽電池の総称である。

3.5 結晶系太陽電池

半導体材料として単結晶シリコン又は多結晶シリコンを用いた太陽電池をいう。

3.6 太陽光発電設備

光起電力効果によって太陽エネルギーを電気エネルギーに変換し、負荷に適した電力を供給するために構成した装置及びこれらに付属する装置の総体のことである。本計算方法では、太陽電池アレイのシステム容量の合計が1kW 以上50kW 未満の設備を対象としている。

3.7 太陽電池アレイ

太陽電池架台、基礎又はその両方及びその他の工作物を持ち、太陽電池モジュール又は太陽電池パネルを機械的に一体化し、結線した集合体をいう。太陽光発電設備の一部を形成する。

3.8 太陽電池アレイのアレイ回路補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、太陽電池アレイの配線抵抗等によって生じる抵抗損失及び逆流防止デバイスによる損失を補正するための係数をいう。

3.9 太陽電池アレイ設置方式

太陽電池アレイ設置方式とは、太陽電池アレイの取り付け方を表し、本計算方法では架台設置形、屋根置き形、その他に分類する。

3.10 太陽電池アレイ設置面における風速

太陽電池アレイ周辺の風速を表す。本計算方法では発電量を過大に見積もらないように0.0m/s 一定として扱う。

3.11 太陽電池アレイ設置面の単位面積当たりの日射量

アレイ設置面の単位面積当たりに入射する放射エネルギーの、ある一定期間(本計算方法においては1時間)の積分値である。

3.12 太陽電池アレイのインバータ回路補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、太陽電池アレイのインバータ回路において生じる変換効率や伝送損失等による出力電力量の変化を補正する係数である。

3.13 太陽電池アレイの温度補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、太陽電池モジュール温度の変化に伴う出力電力量の変化を補正する係数をいう。

3.14 太陽電池アレイの加重平均太陽電池モジュール温度

日射強度によって重み付けし加重平均した太陽電池モジュールの温度をいう。

3.15 太陽電池アレイの経時変化補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、太陽電池モジュールガラス表面の汚れ又は劣化による出力電力量の低下、太陽光の分光分布の変動に伴う出力電力量の変化、モジュールガラス表面の反射又は透過による出力電力量の変化、充填材による吸収等を補正する係数をいう。

3.16 太陽電池アレイの傾斜角

太陽電池アレイを設置するとき、水平面(地面)となす角度をいう。

3.17 太陽電池アレイの最大出力温度係数

太陽電池モジュールの温度が1℃変化したときの最大出力の変動値を表す。

3.18 太陽電池アレイのシステム容量

標準試験条件の状態に換算した太陽電池アレイの最大出力点における出力をいう。太陽電池アレイ容量とも言われる。JISC8951に基づき確認された値で、測定方法はJISC8952に従う。

3.19 太陽電池アレイの総合設計係数

太陽光発電設備の、ある期間の日射量に見合った標準試験条件で発電可能な電力量を推定するために、日射量年変動補正係数、経時変化補正係数、温度補正係数、負荷整合補正係数、日陰補正係数等の低減要素を見込んで乗じる係数をいう。

3.20 太陽電池アレイの日射量年変動補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、長期における気象の変動に伴う日射量の不足を見込む係数である。

3.21 太陽電池アレイの日陰補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、日陰がないときの発電電力量に対する、日陰があるときの発電電力量の比をいう。

3.22 太陽電池アレイのアレイ負荷整合補正係数

総合設計係数の算出に用いる補正係数の一つで、太陽電池アレイ出力の最適動作点からのずれによって生じる出力電力量の変化を補正する係数をいう。

3.23 太陽電池アレイの方位角

太陽電池アレイの真南に対する角度をいう。

3.24 太陽電池モジュール

太陽電池セル又は太陽電池サブモジュールを、耐環境性のため外囲器に封入し、かつ規定の出力をもたせた最小単位の発電ユニットをいう。

3.25 太陽電池モジュールの標準太陽電池モジュール出力

公称最大出力又は標準太陽電池モジュール出力として定義される、製造業者の仕様書、技術資料等に記載された太陽電池モジュール 1 枚当たりの標準試験条件における出力。測定方法は太陽電池モジュールの種類に応じて、結晶系太陽電池の場合は JISC8918、JISC8990 又は IEC61215 に、結晶系以外の太陽電池の場合は JISC8991 又は IEC61646 に従い、アモルファス太陽電池は JISC8939 に、多接合太陽電池は JISC8943 によることもできる。

3.26 地域区分

全国を主に暖房デグリーデーを指標として寒い地域から暑い地域まで 8 地域に分類した区分のことである。

3.27 年間日射量地域区分

水平面全天日射量の年間積算値を指標として日本全国を日射の少ない地域から多い地域まで 5 地域に分

類した地域区分のことである。

3.28 発電量

コージェネレーション設備又は太陽光発電設備により発電される量のことである。ただし、コージェネレーション設備又は太陽光発電設備自身の消費電力量を差し引いた値である。

3.29 標準太陽電池アレイ出力

標準試験条件の状態に換算した太陽電池アレイの最大出力点における出力をいう。太陽電池アレイ容量とも言われる。JISC8951に基づき確認された値で、測定方法はJISC8953に従う。

3.30 窓用アレイ

窓に太陽電池モジュールを設置した太陽電池アレイをいう。太陽電池自体又は太陽電池モジュールの構成材料が窓材を兼ねる。

3.31 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太陽電池アレイをいう。

3.32 屋根材一体形

太陽電池モジュールと屋根建材とを接着剤、ボルト等で一体構造にした屋根用アレイをいう。太陽電池モジュールと屋根建材を物理的に分割することが可能である。

3.33 屋根材形

太陽電池自体又は太陽電池モジュールの構成材料が屋根建材を兼ねる屋根用アレイをいう。太陽電池モジュールと屋根建材とを物理的に分割することが不可能である。

3.34 屋根設置形

既存の屋根に支持物を介して太陽電池モジュールを設置した屋根用アレイをいう。さらに屋根への取り付け方法によって架台設置形及び屋根置き形の2種がある。

3.35 屋根用アレイ

屋根に太陽電池モジュールを設置した太陽電池アレイをいう。さらに構造又は用途によって屋根設置形、屋根材一体形及び屋根材形の3種がある。

4. 記号及び単位

4.1 記号

この計算で用いる記号及び単位は表 9.1 による。

表 9.1 記号及び単位

| 記号 | 意味 | 単位 |
|----------|---------------------------|------------------|
| A_d | 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_d | 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 |

| 記号 | 意味 | 単位 |
|------------------|-------------------------|-------------------|
| 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_s | 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

この計算で用いる添え字は表 9.2 による。

表 9.2 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。

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

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)

$Q_{s,i,d,t}$: 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 の傾斜角及び方位角並びに「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 9.3 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。

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

ここで、

$K_{HS,i}$: 太陽電池アレイ i の日陰補正係数(表 9.4 の値)

$K_{PD,i}$: 太陽電池アレイ i の経時変化補正係数(表 9.4 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 9.4 の値)

$K_{PM,i}$: 太陽電池アレイ i のアレイ回路補正係数(表 9.4 の値)

$K_{IN,i}$: 太陽電池アレイ i のインバータ回路補正係数(表 9.4 の値)

である。

表 9.4 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 |

太陽電池アレイ i のインバータ回路補正係数 $K_{IN,i}$ は、表 9.4 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。

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

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、太陽電池アレイ i のインバータ回路補正係数 $K_{IN,i}$ として表 9.4 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 9.5 の値を用いるものとする。

表 9.5 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。

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

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)

$Q_{s,i,d,t}$: 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 9.7 に定める設置方式に応じて表 9.6 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 9.6 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 9.7 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

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 $Q_{s,i,d,t}$ は、式(1)から式(3)までにより表される。

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

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

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

ここで、

- $Q_{s,i,d,t}$: 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)
- $I_{D,i,d,t}$: 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直達日射量(W/m²)
- $I_{d,i,d,t}$: 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天空放射量(W/m²)
- $I_{DN,d,t}$: 日付 d の時刻 t における法線面直達日射量(W/m²)
- $I_{sky,d,t}$: 日付 d の時刻 t における水平面天空日射量(W/m²)
- $h_{d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽高度(°)
- $A_{d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽方位角(°)
- $P_{\alpha,i}$: 太陽電池アレイ i の方位角(°)
- $P_{\beta,i}$: 太陽電池アレイ i の傾斜角(°)

である。日付 d の時刻 t における法線面直達日射量 $I_{DN,d,t}$ 、日付 d の時刻 t における水平面天空日射量 $I_{sky,d,t}$ 、日付 d の時刻 t における太陽高度 $h_{d,t}$ 及び日付 d の時刻 t における太陽方位角 $A_{d,t}$ 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 $P_{\alpha,i}$ 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 $P_{\beta,i}$ 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 | 方位角の範囲 | 丸めた値 |
|---------------------|-------|---------------|-------|
| -15 度(345 度)から 15 度 | 0 度 | 165 度から 195 度 | 180 度 |
| 15 度から 45 度 | 30 度 | 195 度から 225 度 | 210 度 |
| 45 度から 75 度 | 60 度 | 225 度から 255 度 | 240 度 |
| 75 度から 105 度 | 90 度 | 255 度から 285 度 | 270 度 |
| 105 度から 135 度 | 120 度 | 285 度から 315 度 | 300 度 |
| 135 度から 165 度 | 150 度 | 315 度から 345 度 | 330 度 |