

JWTCS

JWTCS 3001 : 2007

シリコン系太陽電池モジュールの 大気暴露試験方法

平成 19 年 9 月 1 日 制定

財団法人 日本ウエザリングテストセンター

目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 定義	2
4 暴露試験場	3
4.1 暴露試験場の要求条件	3
4.2 暴露試験場の安全性	3
4.3 暴露試験場の環境	3
4.4 暴露試験場の種類	3
5 試験体	4
6 暴露試験方法	4
6.1 直接暴露試験方法	4
6.2 暴露試験装置	5
7 暴露試験期間	5
7.1 暴露試験期間の設定	5
7.2 暴露試験期間の表し方	5
7.3 暴露試験の開始時期	5
8 環境因子	6
8.1 環境因子の測定	6
8.2 環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法	6
9 性能試験	7
9.1 初期性能試験	7
9.2 性能試験の測定時期	7
9.3 性能試験の項目及び試験方法	7
10 太陽電池モジュールの性能試験値	9
10.1 外観観察	9
10.2 電気的出力特性	9
11 報告	9

財団法人 日本ウエザリングテストセンター規格

JWTCS
3001 : 2007

シリコン系太陽電池モジュールの 大気暴露試験方法

Weathering test method for silicon PV module

序文

この規格(案)は、新発電システムの標準化に関する調査研究の太陽電池委員会(平成3年度から平成17年度までの15年間)で審議されたシリコン系太陽電池モジュールの大気暴露試験方法を提案するものである。

太陽光発電システムに使用される太陽電池モジュールは、耐用年数20年とも言われているが、耐候性を評価するための試験方法がない。また、性能評価を行う装置(ソーラシミュレータ)は、大気暴露試験を行っている場所から著しく離れている施設内に設置されているため、暴露した太陽電池モジュールの性能評価を行うためには、暴露台から太陽電池モジュールを取外して梱包し、測定装置が設置されている施設まで運ぶため時間と手間がかかる。

このため、大気暴露試験を実施している場所で耐候性の評価が行える方法として規定した。

1. 適用範囲

この規格は、地上に設置する太陽光発電システムに用いる平面・非集光形の地上用結晶系シリコン太陽電池モジュール及びアモルファスシリコン太陽電池モジュール(以下、太陽電池モジュールという。)の実使用環境下における大気暴露試験によって耐候性を評価する方法について規定する。

なお、積層形太陽電池モジュールを除く。

備考：本規格は、目的とする大気暴露試験の方法を確立するために、満たさなければならない要求事項について規定する「方法規格」であり、製品が満たすべき要求事項を定めた「製品規格」ではない。

2. 引用規格

次に挙げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の一部を構成する。この規格の発行時点では、引用規格はここに示す発行年の版の規格が有効であるが、すべての規格は改正されることがあるので、この規格の使用者は、引用規格の最新版を適用できるかどうかを検討する必要がある。

JIS C 1102-1:1997 直動式指示電気計器 第1部：定義及び共通する要求事項

JIS C 1102-2:1997 直動式指示電気計器 第2部：電流計及び電圧計に対する要求事項

JIS C 8906:2000	太陽光発電システム運転特性の測定方法
JIS C 8914:1998	結晶系太陽電池モジュール出力測定方法
JIS C 8917:1998	結晶系太陽電池モジュールの環境試験方法及び耐久性試験方法
JIS C 8918:1998	結晶系太陽電池モジュール
JIS C 8919:1995	結晶系太陽電池セル・モジュール屋外出力測定方法
JIS C 8935:1995	アモルファス太陽電池モジュール出力測定方法
JIS C 8938:1995	アモルファス太陽電池モジュールの環境試験方法及び耐久性試験方法
JIS C 8939:1995	アモルファス太陽電池モジュール
JIS C 8940:1995	アモルファス太陽電池セル・モジュール屋外出力測定方法
JIS C 8960:2004	太陽光発電用語
JIS K 7219:1998	プラスチックの屋外暴露試験方法通則
JIS Z 2381:2001	大気暴露試験方法通則

3. 定義

この規格で用いる主な用語の定義は、JIS C 8906、JIS C 8914、JIS C 8917、JIS C 8918、JIS C 8919、JIS C 8935、JIS C 8938、JIS C 8939、JIS C 8940、JIS C 8960、JIS Z 2381 によるほか、次による。

- a) **暴露試験体** 大気暴露試験に用いる太陽電池モジュール。
- b) **保存試験体** 暴露試験体と同等な特性を持ち、耐候性に係わる性能変化を求める場合に基準として用いる太陽電池モジュール。原則として、暴露試験体と同じ生産プロセスの同じロットで生産された製品から任意に抜取った試験体とする。
- c) **補正太陽電池モジュール出力** 補正太陽電池モジュール出力は、基準条件(STC)における日射強度に換算した太陽電池モジュールの出力。補正太陽電池モジュール出力 M は(1)式によって求める。

$$M = P_m \times G_o / G_r \quad (1)$$

ここに、 P_m ：最大出力 (W)

G_o ：基準状態の放射照度 ($1000\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

G_r ：測定時の放射照度 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

- d) **太陽電池モジュール出力保持率** 太陽電池モジュール出力保持率は、保存試験体との比較により暴露試験体の出力がどの程度保持されているかを示す値。暴露試験体の補正太陽電池モジュール出力を保存試験体の補正太陽電池モジュール出力で除した値を百分率 (%) で示す。

$$C_t = (M_t / A_t) / (M_o / A_o) \times 100 \quad (2)$$

ここに、 M_t ：暴露試験体の補正太陽電池モジュール出力 (W)

M_o ：保存試験体の補正太陽電池モジュール出力 (W)

A_t ：暴露試験体の太陽電池モジュール面積 (m^2)

A_o ：保存試験体の太陽電池モジュール面積 (m^2)

- e) **大気暴露試験** 大気環境下に太陽電池モジュールを暴露して、その性能変化を評価する試験 (以下、暴露試験という)。
- f) **環境因子** 暴露試験場における気象因子及び大気汚染因子の総称。

- g) 気象因子 気象観測の対象となる気温、湿度、太陽放射量、降水量、風向、風速などの因子。
- h) 大気汚染因子 人為的・自然的に発生する硫黄酸化物、窒素酸化物、硫化水素、海塩粒子などの暴露試験に影響を及ぼす因子。

4. 暴露試験場

4.1 暴露試験場の要求条件 暴露試験場として満たすべき条件は次による。

- a) 暴露試験場は、当該地域の気候の影響を全面的に受ける場所とする。
- b) 暴露試験場の近傍に建築物などの地上物件、草木など及び河川、湖、丘陵、凹地などの特定の地形的特徴が存在すると、日照、風及び大気汚染因子による影響を受け、予測できなかった暴露試験結果となるので、そのような場所は、暴露試験場として避けることが望ましい。
- c) 暴露試験場の位置は、暴露した太陽電池モジュールを定期的に観測でき、8.に規定する環境因子の測定及び記録ができる場所とする。
- d) 暴露試験装置は、暴露試験場の状況に応じて、水はけのよい地面、芝地、砂利、コンクリート舗装処理などを施した場所に設置することが望ましい。
- e) 暴露試験装置の設置場所の付近に草木などが繁茂していると、暴露試験装置の設置場所における温度及び湿度分布に影響を与えるおそれがあるので、そのような場所に暴露試験装置を設置する場合は、草木などの高さを0.2m以下とする。
- f) 暴露試験装置付近の草木の成長を抑制するために除草剤などの薬品を使用する場合は、薬品が太陽電池モジュール等に飛来しないようにしなければならない。

4.2 暴露試験場の安全性 暴露試験場は、太陽電池モジュール、暴露試験装置などが盗難、損傷などを受けないように、適切な安全処置が採られていなければならない。ただし、暴露試験場を囲むフェンスなどが暴露試験に影響しないように注意する。

4.3 暴露試験場の環境 暴露試験は、暴露試験場の環境因子である気象因子と大気汚染因子の影響を大きく受ける。したがって、暴露試験の結果を精度よく解析するためには、暴露試験場の環境区分を明確にしておくことが望ましい。地球規模における暴露試験場の環境区分は、国際規格(ISO、IECなど)に取り入れられている。一方、国内の場合には、地域的な気象の特徴による気候区分、硫黄酸化物などの大気汚染状態による大気汚染区分に分類される。また、海塩粒子の飛来量による腐食への影響を考慮した海塩区分が設定される。JIS Z 2381 附属書1(参考)に暴露試験場の環境区分が示されている。

4.4 暴露試験場の種類 暴露試験場は次の3種類とする。

4.4.1 標準的な暴露試験場 標準的な暴露試験場は、次による。

- a) 地域的な気象の特徴が明らかな場所とする。
- b) 大気汚染因子量の年ごとの変動が少ない場所とする。
- c) 東、西及び赤道(南)の方向の仰角20度以上、反赤道(北)方向の仰角45度以上に日照、

降水、通風などの環境条件に著しい影響を及ぼす建築物などの地上物件、草木などが無い場所とする。

- d) 暴露試験装置の設置場所は、水はけのよい芝生とし、太陽放射光の照り返し、ほこりの舞い上がり、冠水などを防止する措置を施す。
- e) 暴露試験装置の下及び周辺の草木などの高さは0.2m以下とする。
- f) 暴露試験に影響を及ぼす気象因子及び大気汚染因子を測定できる場所とする。

4.4.2 一般的な暴露試験場 一般的な暴露試験場は、次による。

- a) 地域的な気象の特徴が明らかな場所とする。
- b) 大気汚染因子量の年ごとの変動が少ない場所とする。
- c) 日照、降水、通風などの環境条件に著しい影響を及ぼす建築物などの地上物件、草木などが無い場所とする。

備考 a)及びb)の条件を満たす建築物の屋上に設置された暴露試験場は、一般的な暴露試験場に含まれる。

4.4.3 特殊な暴露試験場 特殊な暴露試験場は、特殊な環境条件を備えた場所とする。

5. 試験体 試験体は、暴露試験を行う太陽電池モジュール(暴露試験体)と、測定時以外は冷暗所に保管している太陽電池モジュール(保存試験体)の2種類を使用する。

暴露試験に用いる暴露試験体の数量は、耐候性を正確に評価するため3体以上とし、電気的出力特性の基準などで必要とする保存試験体は1体以上とすることを原則とする。

なお、アモルファスシリコン太陽電池モジュールは、初期に特性が変化するため、保存試験体を当事者間の協定による状態調節を行って安定化処理した後、暴露試験体及び保存試験体として用いる。

6. 暴露試験方法 暴露試験方法は、太陽電池モジュールが日照、降水、通風などの自然環境を直接受ける直接暴露試験方法とする。

6.1 直接暴露試験方法 太陽電池モジュールは、実使用に近い状態で暴露試験装置に取付け、個々に負荷⁽¹⁾を与え、方位角は正南面±5度以内、傾斜角は緯度マイナス10±5度以内⁽²⁾に固定する。

なお、当事者間の協定がある場合は、その規定による。

注⁽¹⁾ 個々に負荷を与える方法として、最大出力(W)が得られる付近の抵抗器を接続する方法などがある。

なお、抵抗器を用いる場合には、抵抗器が熱くなるので放熱に配慮し、雨水などに濡れないように覆うことが必要である。

注⁽²⁾ JIS K 7219では、傾斜面全天日射量の年間積算受光量が多い角度として、水平面からの仰角が、その場所の緯度マイナス10度と規定している。

6.2 暴露試験装置 暴露試験装置は、次の条件を満足する構造とする。

- a) 暴露試験装置は、暴露架台及びこれらに付属する器具類から構成されている。
- b) 暴露試験装置の構造は、暴露試験に適した構造で、その構造材料は耐久性を有し、かつ太陽電池モジュールに影響を与えないものとする。
- c) 暴露架台及びこれに付属する器具類は、暴露試験の目的、太陽電池モジュールの種類・形状・寸法及び暴露条件の設定に適した構造並びに形状とする。
- d) 暴露試験装置は、暴風雨、積雪、凍結などの影響を受けないように、適切かつ、堅固に設置する。
- e) 太陽電池モジュールは、暴露試験装置に適切、かつ堅固に取付ける。原則として、太陽電池モジュールの裏面は開放にするが、使用状況⁽³⁾に合わせた方法で取付けてもよい。
- f) 暴露試験装置の設置面から暴露している太陽電池モジュールの最下端面までの距離は、0.5m以上とする。
- g) 太陽電池モジュールに腐食生成物による汚染などの影響を及ぼさないために、暴露架台などの部材・金具類には、適切な保護処理⁽⁴⁾が施されていないといけない。
- h) 暴露架台は、設定した太陽電池モジュールの方位角及び傾斜角を維持できる構造とする。
- i) 暴露架台及びこれに付属する器具類の陰は、太陽電池モジュールにかからないようにする。

注⁽³⁾ 太陽電池モジュールの取付け方法は、太陽電池モジュールの構造に合わせた方法とし、仕様書、製造者の指定する設置方法に準じてよい。

注⁽⁴⁾ 異種金属を接触させる場合、電位差によって腐食するため、接触面に絶縁材等を挟み込むことが必要である。

7. 暴露試験期間 同じ暴露試験期間による試験が太陽電池モジュールに同様の化学的性質、物理的性質及び性能の変化を与えないとは限らない。暴露試験を行う場所の季節による影響を大きく受けることがある。したがって、暴露試験期間の設定に当たっては、暴露試験場及び暴露試験期間中の環境因子を考慮することが重要である。

7.1 暴露試験期間の設定 暴露試験期間の設定は、暴露試験の目的によって、次のいずれかの基準による。

- a) 時間を単位とする方法（例えば；日、月、年）
- b) 太陽放射光の受光量を単位とする方法〔例えば；積算傾斜面全天日射（MJ/m²）〕
- c) 性能変化の程度による方法〔例えば；太陽電池モジュール出力保持率（%）〕
- d) その他（例えば；当事者間の協定による方法など）

7.2 暴露試験期間の表し方 暴露試験期間の表し方は、JIS Z 2381 8.2 による。

7.3 暴露試験の開始時期 暴露試験の開始時期は、JIS Z 2381 8.3 による。

8. 環境因子 曝露試験に影響する気象因子及び大気汚染因子のすべての環境因子を測定し、記録することが望ましい。曝露試験結果を評価するためには、曝露試験場の気象状況、大気汚染状況を詳細に分析する必要がある。

8.1 環境因子の測定 環境因子の測定は、次による。

- a) 環境因子の測定は、曝露試験場で行う。ただし、曝露試験場で測定できない気象因子については、最も近接した気象官署の観測資料によってもよい。その場合、曝露試験場から気象官署までの距離及び方角を明記する。
- b) 環境因子の測定は、曝露試験期間の全期間を通じて行うことが望ましい。
- c) 環境因子の測定に用いる装置及び機器類の設置場所は、曝露試験装置の設置場所の近くとし、かつ、曝露試験場を代表する環境因子の測定に適した場所とする。
- d) 気象因子としての気温及び相対湿度の受感部は、百葉箱又はこれに準ずる装置内に設置する。
- e) 曝露試験の目的によって重要でない因子については、当該項目の測定を省略してもよい。

8.2 環境因子の測定項目、測定方法及び表示方法

8.2.1 環境因子の測定項目 環境因子の測定項目⁽⁵⁾は、以下による。

a) 気象因子

- 1) 気温
- 2) 相対湿度
- 3) 絶対湿度
- 4) 太陽放射光の露光量(全天日射量、紫外線量など)
- 5) 降水量
- 6) 降水時間
- 7) 結露時間
- 8) ぬれ時間
- 9) 風向
- 10) 風速

b) 大気汚染因子

- 1) 硫黄酸化物
- 2) 海塩粒子付着量
- 3) オゾン濃度
- 4) 二酸化硫黄濃度
- 5) 硫化水素濃度
- 6) 二酸化窒素濃度

なお、太陽電池モジュールの耐候性に影響を与える最低限の環境因子として、気温及び傾斜面全天日射を10分毎に測定し、JIS C 8906によって平均気温及び傾斜面全天日射量として記録することを原則とする⁽⁵⁾。ただし、傾斜面全天日射計は、曝露架台に取付けた太陽電池モジュールの近くの同じ傾斜角度に設置する。

8.2.2 環境因子の測定方法及び表示方法 暴露試験場における環境因子の測定方法及び表示方法は、JIS Z 2381 9.2 (5)による。

注(5) 当事者間の協定により測定項目、測定方法及び表示方法などを決めることができる。

8.2.3 環境因子の測定機器及び管理 環境因子の測定に用いる機器及びその管理は、JIS Z 2381 9.4による。

9. 性能試験

9.1 初期性能試験 初期性能試験として、暴露試験を開始する前に暴露試験体及び保存試験体の性能試験を行う。

なお、性能試験は、9.3に規定する方法によって行う。

9.2 性能試験の測定時期 性能試験の測定時期は、毎年、夏期及び冬期に定期的に行うことを原則とする。また、7.1の暴露試験期間の設定で定めた基準に到達した時点で、性能試験を実施する。

9.3 性能試験の項目及び試験方法 性能試験の項目は、外観観察、電気的出力特性とする。

なお、暴露試験の目的により性能試験の項目は、当事者間の協定によって決めることができる。また、その際の試験方法については、当事者間の協定で決めるものとする。

9.3.1 外観観察 性能評価を行うための外観観察は、次に示す部位を目視によって観察し、必要に応じて映像を記録する。

- a) フロントカバー（受光面材）、フロントカバー内のセル部分及び封止材
- b) バックカバー（裏面材）
- c) 枠（フレーム）
- d) 端子ボックス
- e) その他

9.3.2 電気的出力特性 性能評価を行うための電気的出力特性は、屋外測定又は屋内測定とする。

a) 屋外測定

1) 測定機器 測定に用いる機器は、JIS C 8919又はJIS C 8940に規定する条件を満たし、次の条件を満足するものでなければならない。

1.1) 計測器は、JIS C 1102 - 1及びJIS C 1102 - 2に規定する0.5級又はこれと同等の許容差のものとする。

1.2) 電圧計は、測定中のいかなる場合も電圧計に流入する電流が短絡電流 I_{sc} の0.1%を超えないような入力インピーダンスが高いものとする。

- 1.3) 温度を測定する計測器の精度は、 ± 1 とする。
- 2) **測定項目** 測定項目は、日射強度、モジュール裏面温度、短絡電流、開放電圧、最大出力、最大出力動作電圧及び最大出力動作電流とする。
- 3) **測定方法** 測定方法は、JIS C 8914 又は JIS C 8940 に準拠して行う。ただし、二次基準太陽電池セルは使用せずに全天日射計を用いて行うため、放射照度の計算及び測定データの補正は行わない。
- 4) **測定手順** 電氣的出力特性の測定は、次の手順で行う。
 - 4.1) 保存試験体を暴露試験体と同様の直接暴露試験装置に取付ける。
 - 4.2) 全天日射計を暴露試験体及び保存試験体と同じ角度になるように取付け固定する。
 - 4.3) 測定時間帯は、南中時 ± 2 時間以内とする。
 - 4.4) 暴露試験体と保存試験体のバックカバー中央の温度差は5以内を原則とする。
 - 4.5) 日射強度は $700\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上であること。
 - 4.6) 測定時において、暴露試験体及び保存試験体に陰(電線、避雷針など)がかかっていないこと。
 - 4.7) 暴露試験体及び保存試験体の電氣的特性の測定は、4.3)～4.5)の条件を満たしたときに、できるだけ同時に5回以上測定する。測定値として平均値に近い3点を選択する。また、暴露試験期間中の暴露試験体の表面付着物による影響を評価する場合は、暴露試験体3体のうち1体を決め、表面の付着物を除去した前後の測定を行ってもよい。その場合、洗浄した暴露試験体の区別を明らかにし、記録する。
 - 4.8) 測定後は、保存試験体を暴露試験装置からできるだけ速やかに取外し、冷暗所へ保管する。
- b) **屋内測定** 屋内測定は、暴露架台から取外した暴露試験体と、冷暗所に保管しておいた保存試験体について、結晶系シリコン太陽電池モジュールについては JIS C 8914 の規定に、アモルファスシリコン太陽電池モジュールについては JIS C 8935 に準拠して行う。
 - 1) **測定機器** 測定に用いる機器は、JIS C 8914 又は JIS C 8935 に規定する条件を満足するものでなければならない。
 - 2) **測定項目** 測定項目として、短絡電流、開放電圧、最大出力、最大動作電圧、最大動作電流、曲線因子、太陽電池モジュール裏面温度の7項目とする。
 - 3) **測定方法** 測定方法は、JIS C 8914 又は JIS C 8935 に規定する方法とする。
 - 4) **測定手順** 電氣的出力特性の測定は、JIS C 8914 又は JIS C 8935 に規定する手順及び次の手順で行う。
 - 4.1) 暴露試験体を直接暴露試験装置から取外し、屋内測定用の装置に取付ける。
 - 4.2) 保存試験体も同様に用意しておく。
 - 4.3) 暴露試験体及び保存試験体の電氣的出力特性の測定条件は、次による。
 - 電氣的出力特性は JIS C 8914 又は JIS C 8935 の測定手順で行う。
 - 暴露試験体と保存試験体は室内の温度に十分なじませてから測定すること。
 - 4.4) 暴露試験体と保存試験体の電氣的特性の測定は、3)に規定する条件のときに、5回以上測定する。測定値として平均値に近い3点を選択する。また、暴露試験期間中の暴露試験

体の表面付着物による影響を評価する場合は、暴露試験体 3 体のうち 1 体を決め、表面の付着物を除去した前後の測定を行ってもよい。その場合、洗浄した暴露試験体の区別を明らかにし、記録する。

4.5) 測定後は、暴露試験体を直接暴露試験装置に取付け、保存試験体は速やかに冷暗所へ保管する。

10 . 太陽電池モジュールの性能試験値 外観観察及び電氣的出力特性の性能試験値は、次のように求める。

10 . 1 外観観察 各部位において、目視によって確認すること。

10 . 2 電氣的出力特性 暴露試験体及び保存試験体の電氣的出力特性から(1)式を用いて補正太陽電池モジュール出力(W)を求め、暴露試験体 1 体ごとに安定した 3 点の平均値から(2)式を用いて太陽電池モジュール出力保持率(%)を求めて、太陽電池モジュールの性能試験値とする。

11 . 報告 報告は、次の事項について行う。

- a) 太陽電池モジュールの形式、型番及び寸法
- b) 太陽電池モジュールの定格出力
- c) 直接暴露試験における太陽電池モジュール取付け角度及び方法
- d) 暴露試験場の種類、緯経度、標高
- e) 暴露試験の開始日及び終了日
- f) 性能評価結果
- g) 環境因子の測定結果
- h) 当事者間で協定した事項
- i) 暴露試験期間中に特記すべき事項
- j) その他必要事項