



# ZKFN Solar (中科富能)

## 軽量 PV モジュール

### 太陽光発電システム設計指導書

山東中科富能光電科技有限公司

発行日: 2026-04-25 | バージョン番号: ZKFN-ATSD-FLX-02

# 目 次

第 1 章 総則.....	6
1.1 適用範囲.....	6
1.2 作成目的.....	6
1.3 文書の位置づけ.....	6
1.4 設計の 4 つの基本原則.....	6
1.5 適用環境条件の参考値.....	7
1.6 リスク注意事項.....	7
第 2 章 用語.....	7
第 3 章 引用規格と参考文書.....	9
3.1 国家及び業界規格.....	9
3.2 企業技術文書.....	9
3.3 △ 二つの必須事前制約.....	9
第 4 章 製品紹介と選定概要.....	10
4.1 製品シリーズ概要.....	10
4.2 全シナリオ対応選定判断フローチャート.....	11
第 5 章 設計原則.....	12
5.1 安全性の優先.....	12
5.2 構造の適合性.....	12
5.3 環境適応性.....	12
5.4 メンテナンスの容易性.....	12
第 6 章 荷重計算の根拠.....	13

6.1	モジュール自重荷重早見表	13
6.2	風荷重計算 (GB 50009)	13
6.3	積雪荷重計算 (GB 50009)	14
6.4	地震作用 (GB 50011)	14
6.5	荷重組合せ	14
第7章	PV モジュール配置設計	14
7.1	配置原則	14
7.2	各シリーズの標準配置パラメータ	14
7.3	日陰・遮蔽設計	15
7.4	電気配列の安全設計	16
第8章	モジュール設置設計	17
8.1	基材 (屋根) 適合性評価	17
8.2	モジュール設置傾斜角の必須要件	18
8.3	構造用接着剤の施工手順	19
8.4	各シリーズの設置方法詳細	20
8.5	モジュールの歩行可能設計要件 (Pega シリーズ)	25
8.6	海岸線および特殊環境設計	25
第9章	パワーコンディショナ (インバータ) の選定	26
9.1	DC/AC 比 (DC/AC Ratio) 参考 (NB/T 10394-2020)	26
9.2	電圧マッチング設計	26
9.3	MPPT チャンネル設計	29
9.4	系統連系要件	29

9.5 保護と環境適応.....	29
9.6 安全と保護.....	30
9.7 MC4 コネクタの一致性に関する強制要件.....	30
第 10 章 運用保守設計.....	30
10.1 水洗浄システム設計.....	30
10.2 避雷接地.....	32
10.3 日常点検の設計要件.....	32
10.4 電気系統の定期点検設計における予備措置.....	32
第 11 章 保証範囲と免責条項.....	33
11.1 保証期間早見表.....	33
11.2 保証の市場制限.....	33
11.3 保証が無効となる代表的なケース.....	33
11.4 設計事務所の説明義務.....	34
第 12 章 設計納品物一覧.....	34
12.1 基本資料.....	34
12.2 設計図書.....	35
12.3 設計レビュー.....	35
第 13 章 よくある設計ミスとその回避策.....	35
第 14 章 付録.....	37
付録 A: 指定構造用接着剤パラメータ (広州白雲 SMG533) .....	37
付録 B: カラー鋼板瓦の形状と設置方式の適合表.....	37
付録 C: 温度係数早見表 (TDS データ) .....	38

付録 D: 太陽光発電用コネクタに腐食被害を及ぼす物品リスト .....	38
付録 E: 設置面の異常とその対処方法 .....	38
付録 F: SolarVela/Noah モジュールストリングの電気パラメータ (代表値) .....	39
付録 G: SolarPega モジュールストリングの電気パラメータ (代表値) .....	39
付録 H: 参考用語略称一覧 .....	40
第 15 章 技術サポートと連絡先 .....	40

# 第 1 章 総則

## 1.1 適用範囲

本書は、山東中科富能光電科技有限公司（以下「ZKFN Solar（中科富能）」という）が製造する SolarVela シリーズ、SolarNoah シリーズ、SolarPega シリーズの太陽光発電モジュール（PV モジュール）を、産業用・商業用屋根、公共建築物屋根、特殊構造屋根、および BIPV/BAPV プロジェクトにおけるシステム設計段階で使用することを対象とする。

## 1.2 作成目的

軽量 PV モジュールシステムの設計プロセスを標準化し、設計技術要件を統一し、設計機関が計画設計、製品選定、配置計画、電気設計を実施する際に、屋根の耐荷重不足、モジュール選定の不適合、影による日陰、電気パラメータのミスマッチ、施工手順の違反などのリスクを回避し、工事の安全性、信頼性、経済性、コンプライアンスを確保することを目的とする。

## 1.3 文書の位置づけ

本通則は設計段階における指導的技術文書であり、国家および業界の強制基準に代わるものではない。設計作業は、GB 50797、GB 50009、GB 50016、GB 50205、NB/T 10394、GB/T 38946、IEC 61215、IEC 61730、IEC 61701、IEC 62109 などの現行基準、ならびに ZKFN Solar（中科富能）の製品取付作業指示書および限定保証書に従って実施するものとする。

## 1.4 設計の 4 つの基本原則

原則	意味
安全優先	モジュール、支持構造物、電気系統は、設計耐用年数 25/30 年において、構造安全、電気安全、防火安全の要件を満たすこと。
構造適合	モジュールの設置方法は、屋根下地の材質、構造強度、防水構造に適合させること。
環境適応	風、雪、塩霧、温度差、腐食などの環境条件を十分に考慮し、システムが過酷な運転条件の要件を満たすようにすること。

原則	意味
保守の容易性	点検通路、保守用インターフェース、非破壊での取り外し・取り付けが可能なスペースを適切に設定し、システムの保守性を確保すること。

## 1.5 適用環境条件の参考値

項目	参考値
基本風速	工事所在地における 50 年確率値、または発注者のより高い要求に基づく
積雪荷重	当地の 50 年に一度の基本積雪荷重による
モジュール動作温度	-40℃ ~ +85℃
環境長期相対湿度	≤ 85% RH
設置標高	≤ 2000 m (超高標高の場合は個別評価が必要)
海岸線からの距離	≥ 500 m (沿岸プロジェクトの場合は ZKFN Solar (中科富能) の書面による確認が必要)

## 1.6 リスク注意事項

本通則は設計段階の参考文書であり、最終計画は構造および電気の専門家による再確認および関連審査機関の承認を得る必要がある。屋根構造、環境条件、電氣的適合性を十分に評価しない場合、モジュールの故障、発電量の低下、保証の無効化、または構造上の安全事故を引き起こす可能性がある。

## 第 2 章 用語

1. SolarVela シリーズ：軽量フレキシブル PV モジュール (Light-flexible PV Module without Frame)。薄型・軽量で可撓性を有し、最小曲げ半径 0.3m。低耐荷重屋根や異形屋根に適し、構造用接着剤による直接貼付方式で設置する。SolarVela、

SolarVela Pro、SolarVela Max を含む。

2. SolarNoah シリーズ：軽量フレキシブル PV モジュール（フレーム付き）（Light-flexible PV Module with Frame）。20mm の複合材料製バックフレームを備え、Quick-Clamp 取付具を使用して取り付け、無損傷での取り外しが可能。SolarNoah、SolarNoah Pro、SolarNoah Max を含む。
3. SolarPega シリーズ：歩行可能な軽量リジッド薄ガラス結晶シリコン PV モジュール（Light-Rigid, Walkable PV Module）：1.1mm または 1.6mm の超薄型強化ガラス封止を採用し、ZKFN Solar（中科富能）独自の TSR-Armor™技術（マイクロクラック防止技術）を組み合わせることで、歩行耐性、防塵性、マイクロクラック防止特性を備える。SolarPega / SolarPegaL / SolarPegaF / SolarPegaFL の 4 機種を含む。
4. 太陽光アレイ / 発電ユニット / ピーク日照時間 / 設置容量：GB/T 12936 および GB 50797-2012 に準拠する。
5. 構造用接着剤（Structural Adhesive）：ZKFN Solar（中科富能）製品の推奨型式は、広州白雲 SMG533 太陽光発電専用構造用接着剤であり、25 年間の保証を有し、直接貼付設置方式における中核的な接着材料である。
6. BIPV / BAPV：建築一体型太陽光発電 / 建築付加型太陽光発電。
7. 直接貼付（Direct Structural Adhesive Bonding）：機械的固定を使用せず、構造用接着剤のみで PV モジュール（または TPO もしくは UPVC 角管）を屋根下地に固定する設置方式。
8. TPO / UPVC 角管によるレベル調整支持材：角馳型、直立ロック型など連続的な接着面が不足するカラー鋼板屋根において、フレキシブル PV モジュールに安定した接着基面を形成するためのレベル調整用補助支持材。
9. **陸屋根 / 傾斜屋根 / 異形屋根：**
  - (1) 陸屋根：屋根傾斜角がほぼ 0°のもの。
  - (2) 傾斜屋根：屋根勾配が 5°以上のもの。
  - (3) 異形屋根：アーチ型、円形、またはその他の陸屋根・傾斜屋根以外の形状のもの。
10. ホットスポット効果（Hot Spot Effect）：部分的な影、積塵、またはセルの不均衡により、一部のセルが逆バイアス状態となって発熱し、深刻な場合には PV モジュールに永久的な損傷を引き起こす現象。
11. MPPT：最大電力点追従。

12. DC/AC 比 (DC/AC Ratio) : PV モジュールの直流総電力とパワーコンディショナ (インバータ) の交流定格電力との比率。
13. 引抜き力 (Pull-out Force) : 固定システムが屋根面に対して垂直方向の外力に抵抗する能力であり、構造用接着剤方式における重要な受入検査指標である。
14. TSR-Armor™技術: ZKFN Solar (中科富能) が独自に開発したマイクロクラック防止封止技術であり、軽量フレキシブル PV モジュールが $\phi 25\text{mm}$ 、 $23\text{m/s}$  の耐雹性試験後もマイクロクラックが発生せず、出力劣化ゼロを実現。軽量リジッド PV モジュールが歩行後もマイクロクラックが発生せず、出力劣化ゼロを実現する。
15. その他の用語: GB/T 12936-2007「太陽熱利用用語」に準拠し、最終解释权は ZKFN Solar (中科富能) に帰属します。

## 第 3 章 引用規格と参考文書

### 3.1 国家及び業界規格

- GB 50009-2012「建築構造荷重規範」
- GB 50797-2012 (2024 年版)「太陽光発電所設計規範」
- GB 55037-2022「建築設計防火規範」
- GB 50205-2020「鉄骨構造工事施工品質受入基準」
- GB 50033-2013「建築採光設計基準」
- NB/T 10394-2020「太陽光発電システム効能規範」
- GB/T 38946-2020「太陽光発電所運転保守規程」
- IEC 61215、IEC 61730、IEC 61701、IEC 62109

### 3.2 企業技術文書

- SolarVela / SolarNoah / SolarPega シリーズ 設置作業指示書 (最新版)
- SolarVela / SolarNoah / SolarPega シリーズ TDS 仕様書
- SolarVela/Noah シリーズ 限定保証書 (12 年間製品保証 + 25 年間出力保証)
- SolarPega シリーズ限定保証書 (15 年間製品保証 + 30 年間出力保証)

### 3.3 ▲ 二つの必須事前制約

#### ① 海外プロジェクトにおけるモジュール型式制限

- ◆  海外(中国以外の全世界地域)で使用可能: SolarVela Max、SolarNoah Max (六分割端子ボックス)
- ◆  中国国内販売・使用限定: SolarVela、SolarVela Pro、SolarNoah、SolarNoah Pro (三分割端子ボックス)。海外で使用した場合、保証は自動的に無効となります。
- ◆ SolarPega 全シリーズは、契約に基づき適用市場が定められています。

② **全シリーズにおける長期日陰遮蔽禁止:** モジュールを、固定された日陰遮蔽(建築物、構造物、樹木、屋上設備等)が生じるエリアに設置することを禁止します。長期にわたる外部固定日陰に起因するホットスポット損傷は、保証対象外です。

## 第4章 製品紹介と選定概要

### 4.1 製品シリーズ概要

シリーズ	代表モデル	出力 (W)	重量 (kg)	重量 (kg/m <sup>2</sup> )	推奨用途	設置方法	保証 (製品/出力)
SolarVela	ZKFN B1 000A-510~520	510~520	7.6	2.9	耐荷重不足の屋根、異形屋根、傾斜屋根、中国国内	構造用接着剤による直接貼付	12年 / 25年
SolarVela Pro	ZKFN B1 010A-550~560	550~560	7.6	2.9	高効率フレキシブルプロジェクト、異形屋根、傾斜屋根、中国国内	構造用接着剤による直接貼付	12年 / 25年
SolarVela Max	ZKFN B1 010A-550~560	550~560	7.6	2.9	陸屋根 0°設置、海外プロジェクト、高汚染地域、高積灰地域	構造用接着剤による直接貼付	12年 / 25年
SolarNoah	ZKFN B1 000A-510~520	510~520	10.2	3.8	保守点検・取外し可能な屋根、中国国内	Quick-Clamp クランプ	12年 / 25年
SolarNoah Pro	ZKFN B1 012B-550~560	550~560	10.2	3.8	高効率取外し可能プロジェクト、中国国内	Quick-Clamp クランプ	12年 / 25年
SolarNoah Max	ZKFN B1 012B-550~560	550~560	10.2	3.8	陸屋根 0°、海外プロジェクト、高汚染地域、高積灰地域	Quick-Clamp クランプ	12年 / 25年
SolarPegaL	ZKFN-G2-120B 500~510	500~510	10.0	4.5	軽荷重陸屋根、中荷重屋根	構造用接着剤による直接貼付 / TPO または UPVC 角パイプ	15年 / 30年
SolarPega	ZKFN-G2-220B 510~520	510~520	13.0	5.9	軽量リジッド PV モジュール歩行可能プロジェクト	構造用接着剤による直接貼付 / TPO または UPVC 角パイプ	15年 / 30年

SolarPegaFL	ZKFN-G2-122B 500~510	500~510	13.0	5.9	クランプ固定が必要な 軽荷重プロジェクト	クランプ+押さえ金 具 / レール	15年 / 30年
SolarPegaF	ZKFN-G2-222B 510~520	510~520	16.2	7.3	軽量リジッド PV モジ ュール (歩行可能) + クラ ンプ固定	クランプ+押さえ金 具 / レール	15年 / 30年

## 4.2 全シナリオ対応選定判断フローチャート

### Step 1: 屋根に長期固定日陰はありますか？

- └ はい → 設置禁止、設置場所を再選定してください
- └ いいえ → Step 2 へ進む

### Step 2: 屋根の利用可能な残存耐荷重評価(一般的なガラス製 PV モジュールシステム: ≧20kg/m<sup>2</sup>の場合は完全に使用不可)

- └ <8 kg/m<sup>2</sup> (一般的なガラス製: **×**使用不可) → 適合するのは: SolarVela シリ  
ーズ (2.9kg/m<sup>2</sup>) のみ。唯一設置可能なフレキシブルモジュールです。
- └ 8-15 kg/m<sup>2</sup> (通常ガラス: **×**使用禁止 / 超リスク) → 優先: SolarNoah/SolarPegaL  
(3.8-4.5kg/m<sup>2</sup>) 軽荷重屋根に最適なフレキシブルソリューション
- └ 15-25 kg/m<sup>2</sup> (通常ガラス: **×**非推奨 / 余裕不足) → 選択可: SolarPega/PegaF  
(5.9-7.3kg/m<sup>2</sup>) 軽量リジッド PV モジュールの上限

### Step 3: 屋根勾配は？

- └ ≥5° 勾配屋根 → 適合: Vela/Vela Pro/Noah/Noah Pro フレキシブル / 軽量リジ  
ッドいずれも可
- └ <5° 陸屋根 → 必須: Max シリーズ/Pega シリーズ 陸屋根専用フレキシブルソ  
リューション

### Step 4: 海外プロジェクトか？

- └ はい → 限定: Max シリーズ/Pega シリーズ 海外規格対応フレキシブル PV モ  
ジュール
- └ いいえ → 現在の選定を維持

### Step 5: 取り外し可能な保守点検は必要か？

- └ はい → 優先: SolarNoah/SolarPegaF/SolarPegaFL 取り外し可能なフレキシブル  
PV モジュール
- └ いいえ → 現在の選定を継続

## Step 6: 屋根下地に合わせた設置方式

- └ T型 / 波形カラスチール瓦 → 直接貼付 フレキシブル専用工法
- └ 角馳 / 直立はげ締め → TPO/UPVC で水平調整 フレキシブル専用支持ソリューション
- └ コンクリート / 防水シート → 構造用接着剤ベース 軽荷重屋根専用固定

## 第5章 設計原則

### 5.1 安全性の優先

- PV モジュール、接続部材、支持部材、アンカー部材は、25/30 年の全ライフサイクルにおいて構造的および電気的安全性を満たすこと。
- すべての計画は、風荷重、積雪荷重、地震荷重の三重検証を通過しなければならない。
- アンカーの引抜き安全率は 2.5 以上とする。

### 5.2 構造の適合性

- 構造用接着剤方式: 下地は最小接着面積と引抜き要件を満たす必要がある。
- クランプ方式: クランプ寸法は瓦形状に適合し、クランプ長さは 54mm 以上、クランプ後の引抜き力は 100kg 超とする。
- ベース方式: ベースを構造用接着剤で貼付後、単点引抜き力は 40kg 以上とする。

### 5.3 環境適応性

- 塩霧環境（海岸から 500m 以内）では、ZKFN Solar（中科富能）の書面による確認が必要。
- 腐食性ガス、酸性雨、高粉塵、産業煙塵エリアでは慎重に使用するか、使用禁止とする。
- 寒冷地域では、構造用接着剤の最低硬化温度（0℃以上）と積雪荷重を考慮する必要がある。

### 5.4 メンテナンスの容易性

- アレイ間の点検通路: 400mm（最小）

- モジュールには取り外し用のスペースを確保し、取り外しの必要がある場合は、優先的に SolarNoah、SolarPegaF シリーズの無損傷取り外し可能な方式を使用してください。

## 第 6 章 荷重計算の根拠

### 6.1 モジュール自重荷重早見表

モジュール型式	重量 (kg/m <sup>2</sup> )	自重荷重 (kN/m <sup>2</sup> )
SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max	2.9	0.0274
SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max	3.8	0.0372
SolarPegaL	4.5	0.0441
SolarPega	5.9	0.0549
SolarPegaFL	5.9	0.0574
SolarPegaF	7.3	0.0716

### 6.2 風荷重計算 (GB 50009)

$$W = \mu_s \cdot \omega \cdot \beta_z$$

- W: 設計風荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\mu_s$ : 風荷重体型係数 (屋根形状に関連、陸屋根は -1.3、パラペット部の角区は -2.0)
- $\omega$ : 基本風圧 (50 年再現期間)
- $\beta_z$ : 高さ係数

詳細は国家基準を参照のこと。

#### モジュール静的荷重設計値 (各シリーズ TDS 実測能力) :

- SolarVela/Pro/Max、SolarNoah/Pro/Max: 表面 5400 Pa、裏面 2400 Pa
- SolarPega / PegaF: 表面 3600 Pa、裏面 2400 Pa
- SolarPegaL / PegaFL: 表面 2400 Pa、裏面 2400 Pa

- 全シリーズ耐風等級：17 級、 $\phi 25$  mm / 23 m/s の雹試験に合格

### 6.3 積雪荷重計算 (GB 50009)

$$S = \mu_s \cdot S_0$$

### 6.4 地震作用 (GB 50011)

耐震設計上の震度階級  $\geq 7$  度地域:

$$FE_k = \alpha_{max} \cdot Geq$$

設計用地震動レベル	震度 6	7 度	8 度
$\alpha_{max}$	0.04	0.08 (0.10)	0.16 (0.20)

水平地震影響係数の最大値  $\alpha_{max}$ :

### 6.5 荷重組合せ

- 固定荷重 + 1.4 風荷重 (吸引力)
- 固定荷重 + 1.4 積雪荷重
- 固定荷重 + 1.4 $\times$ 0.7 風荷重 + 1.4 $\times$ 0.7 積雪荷重
- 固定荷重 + 1.3 地震作用

管理値:

- PV モジュール及び架台システムの総荷重  $\leq$  屋根許容支持力  $\times 0.8$
- 単点アンカー引抜力  $\geq$  設計荷重  $\times$  安全率  $\geq 2.5$

## 第 7 章 PV モジュール配置設計

### 7.1 配置原則

経済性、信頼性、合理性、美観——製品の使用仕様を満たし、発電量を最大化すると同時に、施工の実現可能性と運用保守の利便性を確保する。

### 7.2 各シリーズの標準配置パラメータ

シリーズ	モジュール方向	モジュール	アレイ間隔	直列方向
------	---------	-------	-------	------

		間隔	(点検通路) (检修通道)	
SolarVela / Pro / Max	横方向（長辺が波形に垂直）	≥20 mm	≥400mm	左右直列 接続
SolarNoah / Pro / Max	横方向	20 mm 以上	400mm 以上	左右直列 接続
SolarPega / L	横方向/縦方向のいずれも可	20 mm 以上	400mm 以上	左右直列 接続
TPOまたはUPVC角管方式 (角馳/直立はぜ瓦)	横方向	20 mm 以上	400mm 以上	左右直列 接続
SolarPegaF / FL	横置き・縦置きの両方可	≥20 mm	≥400mm	左右直列 接続

### (全シリーズ共通) 厳禁事項:

- 単一モジュールを屋根配管（排水管、天樋）にまたがって設置すること。
- 単一モジュールの下方に継ぎ目（カラー鋼板の継ぎ目、支持部材の継ぎ目を含む）が存在すること。
- 単一モジュールを建築物の伸縮継ぎ目にまたがって設置すること。
- モジュールをカラー鋼板屋根の採光帯エリアに設置すること。
- モジュールを排気口、排煙・排気口、粉塵・化学蒸気が滞留しやすいエリアに設置すること。

## 7.3 日陰・遮蔽設計

### 7.3.1 設計禁止事項

- 恒久的な固定日陰：厳禁（全シリーズ）。
- 短期間・非固定の日陰：厳重に回避すること（汚染が深刻、埃の堆積が多い、一時的な遮蔽）。
- 設計除外説明：Max シリーズ（Vela Max / Noah Max）は6分割端子ボックスを採用しており、短期間・非固定の日陰に対する耐性が高いが、恒久的な日陰下での設置は不可。

### 7.3.2 遮蔽安全距離

遮蔽物の種類	最小安全距離
--------	--------

パラペット、屋上設備	≥ 2.5 H (H は遮蔽物の高さ)
天窓、採光板	≥ 2 H
隣接建築物	冬至日 9:00–15:00 に影が生じないこと

### 7.3.3 南北方向アレイ列間隔の計算式 (GB 50797-2012)

$$D=H/\tan\theta_{\min}$$

- D: アレイ列間隔 (m)
- H: 前列最上部と後列最下部との高低差 (m)
- $\theta_{\min}$ : 現地の冬至正午における太陽高度角

### 7.3.4 主要発電時間帯と評価

- 主要発電時間帯: 冬至午前 9:00 ~ 午後 15:00 において直射光の遮蔽がないこと;
- 年間有効日射損失率: ≤ 3%;
- 評価ツール: PVsyst、Helioscope、SketchUp + ドローン空撮。

### 7.3.5 異形屋根 / アーチ型屋根の特別要件

- 曲率が急激に変化するエリアへの設置を避けること;
- アーチ型屋根における MPPT グループ分けの必須要件: 同一 MPPT 回路内のモジュール傾斜角偏差は±5°以内に制御すること。これを超える場合は、独立したストリング制御エリアとして区分すること;
- 曲面モジュール (フレキシブル Vela シリーズ) の最小曲げ半径は≥0.3 m とする。

## 7.4 電気配列の安全設計

### 7.4.1 端子ボックスとケーブル

- 接続箱の保護等級: IP68 (全シリーズ標準装備)
- 直流ケーブル仕様: ≥ 1×4.0 mm<sup>2</sup>、二重絶縁
- 耐温度範囲: -40°C ~ +90°C
- ケーブル敷設: ケーブルラック / 配管保護とし、金属屋根への直接接触は禁

止

- 電圧降下要件：直流側 ≤ 2%、交流側 ≤ 1%
- 最小曲げ半径：R = 10 × ケーブル外径

#### 7.4.2 過電流保護


- 各ストリングに直流ヒューズまたは遮断器を設置
- 最大ヒューズ定格電流：25 A（全シリーズ統一）
- ヒューズ定格電流：I<sub>r</sub> = 1.25 × I<sub>sc</sub>
- 接続箱には SPD（Class II）と断路器を設置する必要あり

## 第 8 章 モジュール設置設計

### 8.1 基材（屋根）適合性評価

#### 8.1.1 カラー鋼板屋根

プロジェクト	合格条件	禁止条件
波板の山間距離	≤ 350 mm	350 mm 超（直接貼付禁止）
表面塗装	健全、腐食面積 ≤ 5%	塗装の広範囲剥離、金属露出
山部の完全性	穴開きなし、リベット突起なし	山部にリベット、穴開き、その他固定具の干渉あり
汚染状況	油汚れ、苔、粉塵なし	油汚れ、苔、化学汚染が除去されていない
構造（単層）	下方に高温工場なし	単層瓦の下方は高温工場

 **屋根の錆処理：** 専門メーカーの指導のもと、カラー鋼板屋根専用の塗り替え塗料を使用して塗り替え（3～5年周期）を行い、塗り替え後は引抜き力を再確認すること。

#### 8.1.2 コンクリート屋根

項目	合格条件

コンクリート強度等級	≥ C25
表面平坦度	≤ 3 mm / 2 m
防水層	完全、ひび割れなし、膨れなし
細石モルタル保護層	必ず研磨または防水ラテックスで被覆し、引抜試験に合格すること

**⚠ 細石モルタルコンクリート屋根の処理:** 骨材が多く露出しており、構造用接着剤の接着に影響を及ぼす。処理方法: アングルグラインダーで保護層を研磨 → 専用防水ラテックスで被覆 → 引抜力試験 (単点 ≥ 40 kg、抽測点 > 1% 基座数量)。

### 8.1.3 防水シート屋根

項目	合格条件
防水シート表面	異物なし、突起なし
ルーフィングシート状態	劣化なし、剥離なし
底部接着	下地との接着が強固で、膨れなし
下地構造	鉄筋コンクリート / ダブルTスラブプレキャスト板 / 軽量鉄骨複合板

**⚠ 膨れ処理:** 膨れ領域には直接設置禁止。防水シートメーカーによる処理または張り替え → 引抜力試験 (単点 ≥ 40 kg、抽測点 > 1% 基座数量) に合格後、設置可能。

## 8.2 モジュール設置傾斜角の必須要件

シリーズ	最小傾斜角	最大傾斜角	備考
SolarVela / SolarVela Pro	≥ 5°	90°	0°水平設置は厳禁
SolarVela Max	制限なし	90°	平屋根に水平設置が可能な唯一

	(0°-90°)		のフレキシブルモデル
SolarNoah / SolarNoah Pro	≥ 5°	90°	0°または水平設置は厳禁
SolarNoah Max	制限なし (0°-90°)	90°	平屋根にはフレーム付き取り外し可能な方式を推奨
SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL	推奨 ≥ 5°	90°	0°設置の場合は、洗浄頻度を増やす必要があります。

**傾斜角 ≥ 5° の設計根拠:** 雨水によるセルフクリーニング効果の確保、下端部への塵埃・水溜まりの防止、これらに起因する長期的なホットスポットリスクの回避。

### 8.3 構造用接着剤の施工手順

#### 8.3.1 製品指定

- 型式: 広州白雲 SMG533 太陽光発電専用構造用接着剤
- 仕様: 590 mL/本
- 色: 白色
- 保証: 25 年

#### 8.3.2 性能パラメータ

パラメータ	数値
引張強度 (硬化後)	≥ 1.5 MPa
破断伸び	≥ 250%
最低施工環境温度	≥ 0°C
推奨施工温度	4.4°C ~ 35°C
硬化時間	24 h @ 25°C (温度が低いほど長くなる)

#### 8.3.3 打設 (接着剤塗布) 工程要件

要件	数値
----	----

接着剤ノズル切断方式	斜め切り口
接着剤ビード断面	円柱形
接着剤ビード幅	約 10 mm
接着剤ビード高さ	約 8 mm
塗布速度	約 10 cm/s の等速
接着剤ビードの連続性	連続かつ均一であること。点状または断続的な塗布は厳禁。
気泡/途切れ	存在してはならない

### 8.3.4 重要タイムスケジュール（厳守必須）

- 「ゴールデン 5 分」：接着剤塗布完了後、5 分以内にモジュール敷設を完了すること。
- モジュール敷設後は、再度持ち上げて位置調整を行ってはならない（再貼付は厳禁）。
- 硬化期間中（24 時間 @ 25℃）は、モジュールに動力を加えてはならない。

### 8.3.5 施工時の気象条件

- 雨天、降雪、強風（風力 4 以上）の条件下での施工は禁止。
- 下地は乾燥し、清潔であること（指定の洗浄剤で拭き取ること）。
- 晴天、無風または微風の環境を推奨。

## 8.4 各シリーズの設置方法詳細

### 8.4.1 SolarVela / SolarVela Pro / SolarVela Max: 構造用接着剤による直接貼付

【適用シーン】 カラー鋼板屋根（T 型、波型）、陸屋根、アーチ型屋根、異形屋根、耐荷重不足の屋根、BIPV プロジェクト。

#### 【直接貼付の前提条件】

- カラー鋼板の波ピッチ  $\leq 350$  mm;
- カラー鋼板の波頂部にリベットがないこと;
- カラー鋼板全体に錆がなく、局所的な破損や変形がないこと;

- 単層カラー鋼板の場合、下方に高温発熱機器がないこと。
- 傾斜角：Vela/Vela Pro  $\geq 5^\circ$ 、Vela Max は制限なし。

### 【主要設計パラメータ】

パラメータ	数値
単一モジュールの最小接着面積	$\geq 800\text{cm}^2$
対応する設計引抜力の標準値	$\approx 17.4\text{ kN}$ (1771 kg)
単点 TPO または UPVC 角パイプの引抜力要件	$> 40\text{ kg}$ (硬化後試験)
モジュールの張り出し制限	両側張り出し $< 5\text{cm}$ ; 張り出し $\geq 5\text{ cm}$ の場合は角パイプで平坦化する必要あり
アレイ間隔	$\geq 400\text{ mm}$
モジュール間隔	$\geq 20\text{ mm}$

#### 8.4.2 SolarVela Pro/Max 傾斜屋根 (勾配 $> 5^\circ$ 、 $< 5^\circ$ の場合は Max シリーズを使用) : TPO または UPVC 角パイプ貼付工法

【適用シーン】 すべての軽量フレキシブル PV モジュールを傾斜屋根、防水シート屋根、角馳型カラー鋼板瓦、直立ロックシームカラー鋼板瓦に適用。

#### 【TPO または UPVC 角パイプ仕様】

パラメータ	要件
材質	TPO または UPVC、耐紫外線性、耐候性を有する
高さ $H_1$	$= (\text{カラー鋼板波高実測値 } H - 6\text{ mm}) \pm 2\text{ mm}$
幅 B (2枚のモジュールで共用)	$\geq 40\text{ mm}$ かつ $\geq \frac{1}{2} H_1$
幅 B (単体モジュール支持)	$\geq 30\text{ mm}$ かつ $\geq \frac{1}{2} H_1$
単体モジュールあたりの配管	$\geq 6$ 列、モジュール長手方向に均等配置

本数	
継ぎ目位置	必ずモジュール間に配置し、単体モジュールが継ぎ目を跨ぐことを禁止

#### 8.4.3 **特別警告:** 角馳型 / 直立ロックシームカラー鋼板瓦への直接貼付は厳禁!

**理由:** 角馳型は波高さの偏差が存在し、有効接着幅が不足する。直立ロックシームは立咬合構造であり、瓦面に連続した大面積の接着基面がないため、いずれも風荷重と温度応力の受力要件を満たせない。直接貼付すると、剥離や風による飛散という重大な安全上のリスクが生じる。

#### 推奨工法:

- SolarNoah シリーズ + Quick-Clamp クランプを優先的に採用。
- 屋根が 25 年間に改修・補修計画がない場合は、SolarVela/Pro (傾斜角  $\geq 5^\circ$ ) または SolarVela Max (任意の傾斜角) + TPO または UPVC 角パイプによる水平支持部材工法を採用可能。

#### 8.4.4 SolarNoah / SolarNoah Pro / SolarNoah Max: Quick-Clamp クランプ工法

##### 【カラー鋼板瓦屋根】クランプ + 専用押さえ金具

瓦形状	適合クランプ	長辺方向
T型	T型専用クランプ	垂直波形
角馳型	角馳専用クランプ	垂直波形
直立ロックシーム型	ロックシーム専用クランプ	垂直波形
波型	波型専用クランプ	垂直波形

##### 【クランプ技術要件】

- アルミニウム合金材質、国家規格準拠必須、陽極酸化皮膜厚さ  $\geq 15 \mu\text{m}$ 。
- 接続ボルト: 304-2 ステンレス鋼。
- クランプ長さ  $\geq 54 \text{ mm}$ ;
- クランプ後の引抜力  $> 100 \text{ kg}$ ;

- ボルトトルク：15-20 N·m（8.8 級ボルト、GB 50205-2020）；
- 推奨最大圧力：20 MPa。

### 【2 枚モジュールあたりの付属品 BOM（標準値）】

番号	名称	仕様	数量
1	SolarNoah モジュール	SET	2
2	エッジランプ	汎用ランプ 04	6
3	中間ランプ	汎用ランプ 01	3

### 【陸屋根方案】ベース + 構造用接着剤 + 押さえ金具

- 高低ベースを採用し、 $\geq 5^\circ$  の傾斜角を形成；
- ベースを構造用接着剤で貼付後、単点引抜力  $\geq 40$  kg；
- 2 枚モジュールあたりの付属品 BOM：エッジ押さえベース組  $\times 6$ 、中間クリップベース組  $\times 3$ 、SMG533 構造用接着剤  $\times 1$  本。

### 8.4.5 SolarPega / SolarPegaL：フレームレス軽量リジッド PV モジュール

#### 【陸屋根防水シート施工】

- 下地清掃 → 角パイプ貼付 → 角パイプ表面に接着剤塗布；
- 接着剤ストリップは円柱断面（10 mm $\times$ 8 mm）、10 cm/s の等速で；
- 1 枚モジュールあたりの接着面積  $\geq 800$  cm<sup>2</sup>（対応引張力  $\approx 17.4$  kN）；
- 施工後はソフト加圧ローラーで圧着し、手で太陽電池セルを押さえないこと。

#### 【カラー鋼板屋根設置方式適応表】

瓦型	接着方式	モジュール長辺方向
T 型	直接貼付 + TPO または UPVC 角パイプ	垂直波形
波型	直接貼付	垂直波形
角馳型	TPO または UPVC 角パイプ貼付	垂直波形

直立ロック型	TPO または UPVC 角パイプ貼付	垂直波形
--------	---------------------	------

#### 【TPO または UPVC 角パイプ配置】

- 角パイプ間隔: < 350 mm (波頂間に中央配置)
- 角パイプは波頂間、波底中央に接着する。

#### 8.4.6 SolarPegaF / SolarPegaFL: フレーム付き軽量リジッド PV モジュール (クランプ方式)

方式	押さえ金具数量 (1 枚あたり)	クランプ位置
① レール長辺 6 点クランプ	6	長辺均等配置
② レール垂直長辺 6 クランプ	6	垂直長辺均等配置

#### 【レール/クランプ設置方式】


##### 【押さえ金具技術要件】

- 幅  $a \geq 40$  mm、孔径  $\phi 8.5$  mm、厚さ  $\geq 3$  mm
- モジュールフレームとの重なり 8-11 mm
- 排水孔はクランプで遮らないこと
- 押さえ金具はガラスに直接圧接しないこと
- ボルト締付トルク 15-20 N·m (8.8 級)
- 組立順序: 平ワッシャー → スプリングワッシャー → ナット

##### 【陸屋根設置 バックフレーム軽量リジッドモジュール】

- 専用架台 + 構造用接着剤 / ケミカルアンカーで屋根に固定
- コンクリート屋根へのケミカルアンカー固定: ボルト露出長  $\geq 55$  mm、24 時間硬化後に引抜試験を実施すること。
- 単一ケミカルアンカーの引抜力  $\geq 20-25$  kN。
- 防水シート屋根: ボルト固定 + 防水シートパッチ (重ね幅  $\geq 100$  mm、正方形敷設、同材質で溶接)。

## 8.5 モジュールの歩行可能設計要件 (Pega シリーズ)

 SolarPega / PegaF シリーズは「歩行可能」と標榜されているが、設計段階において以下の制限を計画書に明記しなければならない。

### 設置前提条件:

- SolarPega / SolarPegaL は、8本のUPVC角パイプをモジュール長辺方向に等間隔で均等に配置して支持する。単一の角パイプ長さはモジュール短辺寸法に適合し、角パイプ両端はモジュール幅より5~8mm突出させる。短辺端部は最外側の角パイプ幅の1/2~2/3を覆うこと。
- SolarPegaF / SolarPegaFL は、8箇所の均等配置された支持固定点を設け、モジュールの両長辺に沿って対称に配置する(各辺4点)。最外側のクランプ中心から短辺端部までの距離は8~10cm、モジュール下方の空間距離は > 50mm とする。設置基面は平坦かつ堅牢で、平坦度誤差  $\leq \pm 2 \text{ mm/m}$  とする。

項目	制限
作業員体重	< 80 kg
履物	ゴム底保護靴または軟底安全靴
禁止履物	ハイヒール、硬底革靴、釘付き靴
許可エリア	モジュール中央エリア
禁止エリア	周辺端部、クランプ支持位置、モジュール接合部
許可行為	歩行、静止立位
禁止行為	跳躍、足踏み、強く踏み込む行為、走行
1枚あたりの同時作業人数	1名のみ許可
気象制限	雨天、降雪時、表面が濡れている場合は歩行禁止

**SolarVela / SolarNoah シリーズは歩行禁止。保守点検時は事前に確保された点検通路を使用すること。**

## 8.6 海岸線および特殊環境設計

- 塩霧環境: モジュールは海岸線から  $\geq 500$  m 離して設置。近海設置 ( $< 500$  m) の場合は、ZKFN Solar (中科富能) の書面による確認を要する。
- 高標高:  $\leq 2000$  m。これを超える場合は特別評価が必要。
- 雷保護: 落雷頻発地域では、独立した避雷装置を設置すること。
- 腐食環境: 塩分、活性化学蒸気、酸性雨が集積しやすいエリアへの設置は禁止。

## 第9章 パワーコンディショナ (インバータ) の選定

### 9.1 DC/AC 比 (DC/AC Ratio) 参考 (NB/T 10394-2020)

年間水平面日射量 ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ ) ( $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$ )	代表的地域	温度要因	推奨 DC/AC 比	説明
$< 1200$ (低日射地域)	ハルビン、瀋陽、ウルムチ	寒冷	1.15–1.25	日射量が低いため、過積載によりパワーコンディショナの稼働率を向上
1200–1400 (中程度日射地域)	済寧、済南、上海、成都	温暖	1.10–1.15	大部分の時間帯で過負荷にならない
1400–1700 (高日射地域)	西安、フフホト、蘭州	夏季高温・冬季寒冷	1.05–1.10	夏季の出力制限を回避
$> 1700$ (高日射地域)	青海共和、甘肅敦煌、新疆哈密	高温高原地域	1.00–1.05	過剰な DC/AC 比は顕著な出力制限損失を引き起こしやすい

### 9.2 電圧マッチング設計

- 高温時:  $V_{mp}$  (モジュール最大出力電圧)  $\geq$  MPPT 下限を確保
- 低温時:  $V_{oc}$  (直列総開放電圧)  $\leq$  パワーコンディショナ最大直流入力電圧 (1000 V または 1500 V) を確保

### 9.2.1 開放電圧低温補正係数表

屋根上分散型プロジェクトでは、1.05～1.10 を推奨（夏季の過負荷を回避）。

予想最低外気温度（℃）	補正係数
24～20	1.02
19～15	1.04
14～10	1.06
9～5	1.08
4～0	1.10
-1～-5	1.12
-6～-10	1.14
-11～-15	1.16
-16～-20	1.18
-21～-25	1.20
-26～-30	1.21
-31～-35	1.23
-36～-40	1.25

### 9.2.2 精密計算式

(1)

$$N \leq \frac{V_{dc \max}}{V_{oc} \times [1 + (t - 25) \times K_v]}$$

(2)

$$\frac{V_{mppt \min}}{V_{pm} \times [1 + (t' - 25) \times K'_v]} \leq N \leq \frac{V_{mppt \max}}{V_{pm} \times [1 + (t - 25) \times K'_v]}$$

記号	意味	パラメータの出典
Kv	太陽光発電モジュールの開放電圧温度係数	モジュール仕様書
Kv'	太陽光発電モジュールの動作電圧温度係数	モジュール仕様書
Voc	太陽光発電モジュールの開放電圧 (V)	モジュール仕様書
Vpm	太陽光発電モジュールの動作電圧 (V)	モジュール仕様書
Vdcmax	パワーコンディショナ (インバータ) の許容最大直流入力電圧 (V)	パワーコンディショナ (インバータ) 仕様書
Vmpptmax	パワーコンディショナ (インバータ) MPPT フル負荷電圧最大値 (V)	パワーコンディショナ (インバータ) 仕様書
Vmpptmin	パワーコンディショナ (インバータ) MPPT フル負荷電圧最小値 (V)	パワーコンディショナ (インバータ) 仕様書
t	太陽光発電モジュールの動作条件下における限界低温 (°C)	現地の天候
t'	太陽光発電モジュールの動作条件下における限界高温 (°C)	現地の天候

**注:**

- 建築物と一体化した太陽光発電システムでは、最大モジュール直列数で設計しないことが多い。2つの計算式を組み合わせる PV モジュール直列数の整数範囲を求め、さらに PV モジュール配置、直流集電、施工条件などの要素を考慮し、技術経済比較を行い、合理的にモジュール直列数を設計する。
- Kv' の取得が困難な場合は、モジュールの Kv 値で代用可能。
- t、t' について、モジュールの温度上昇が取得できない場合は、環境温度で代用可能。
- 発電量を最適化するため、Vmpptmax、Vmpptmin はパワーコンディショナの MPPT フル負荷電圧範囲を採用する。

## 9.2.4 最大ストリング電流設計

電線/ヒューズ電流仕様の計算:

$$I_{fu} \geq 1.56 \times I_{sc}$$

全シリーズの最大ヒューズ定格電流 = 25 A。

## 9.3 MPPT チャンネル設計

- 屋根に異なる方位、傾斜角、日陰が存在する場合は、マルチ MPPT チャンネル対応のパワーコンディショナ（インバータ）を選定すること。
- ストリング型パワーコンディショナ（インバータ）は、分散型プロジェクトに優先的に使用すること。
- 同一 MPPT チャンネル内の PV モジュールの傾斜角偏差は、 $\pm 5^\circ$ 以下とすること。
- アーチ型屋根:  $\pm 5^\circ$ のエリアごとに独立した MPPT 制御ゾーンを設定すること。
- 異なる方位の MPPT チャンネルを共用してはならない。

## 9.4 系統連系要件

- 出力電圧レベルは連系点と整合させること（380V 低圧、または 10kV 中圧への昇圧）。
- 過電圧、不足電圧、過周波数、不足周波数、単独運転防止の保護機能を備えること。
- 高調波、電圧変動、力率は系統連系基準に適合すること（力率: 遅相 0.9 から進相 0.9 まで）。

## 9.5 保護と環境適応

- 保護等級: IP65 以上（屋外設置の場合）
- 動作温度範囲:  $-25^\circ\text{C} \sim +55^\circ\text{C}$
- 塩害環境: GB/T 10125 に適合すること
- 遠隔監視およびデータ記録機能を備えること
- パワーコンディショナ（インバータ）には AFCI（アーク故障遮断）機能が必須である。

## 9.6 安全と保護

- 直流側：逆接続防止、過電圧防止、SPD（クラス II）、AFCI
- 交流側：過電流、短絡、サージ保護
- 接地：TN-S または TT システムに準拠
- IEC 62109 安全規格に準拠

## 9.7 MC4 コネクタの一致性に関する強制要件

- MC4 コネクタは PV モジュールと適合し、同一メーカー、同一型式、同一仕様のコネクタを使用しなければならない。
- 異なるブランドやシリーズのコネクタを混用することは厳禁であり、接触不良、発熱、さらには火災のリスクを引き起こす可能性があり、保証は自動的に無効となる。
- ZKFN Solar (中科富能) の PV モジュール推奨コネクタ型式: PV-BN101B BONENG (博能)、RHC2 RENHE (人和)、EVO2 Stäubli (史陶比尔)。

# 第 10 章 運用保守設計

## 10.1 水洗浄システム設計

### 10.1.1 配管配置

- 屋根上のアレイに沿って均等に配置し、完全にカバーすること。
- 主管 DN25 ~ DN50、枝管 DN15 ~ DN20。
- 材質：ステンレス鋼または耐紫外線 PPR。
- 配管は耐紫外線性、耐低温性、耐腐食性を有する。

### 10.1.2 水源と水圧

- 水源：水道水または浄化後の雨水。
- 水圧：0.1 ~ 0.2 MPa（高圧衝撃は厳禁。水圧が高すぎるとマイクロクラックが発生しやすい）。
- 水圧が低すぎる場合 (< 0.1 MPa) は洗浄効果が低下し、水圧が高すぎる場合 (> 0.2 MPa) は PV モジュールにマイクロクラックが生じやすくなる。

### 10.1.3 洗淨装置

- ノズルがモジュール表面全体をカバーし、死角がないこと。
- ゾーン別電動バルブまたは手動バルブを設置すること。
- 噴射角度をモジュールの傾斜角に合わせること。

### 10.1.4 排水と凍結防止

- 排水は雨水管または専用排水溝へ導流すること。
- 寒冷地では保温層または不凍液循環（または季節的な使用停止による排水）を設けること。

### 10.1.5 洗淨頻度の推奨（GB/T 38946-2020）

環境条件	推奨頻度	備考
一般的な都市、郊外	月 1 回を推奨	冬季は頻度を減らしても可
砂塵の多い地域	少なくとも月 1 回	砂塵嵐後は直ちに洗淨
工業汚染が深刻な地域	毎月 1~2 回	汚染と発電低下の監視
沿岸塩霧地域	少なくとも月 1 回	防食点検と併せて実施
多雨地域	四半期に 1 回以上	雨水による補助洗淨
突発事象発生後	直ちに洗淨	ホットスポット防止

### 10.1.6 洗淨時の注意事項

- 朝方または夕方に行うこと（モジュールが高温時に急冷され、マイクロクラックが発生するのを防ぐため）。
- 強酸、強アルカリ、高塩分の水は使用禁止。
- 屋根下地の種類に応じた推奨洗淨剤については、設置作業手順書の付属資料

1を参照すること。

- 洗浄日、方法、使用水量を記録し、発電量の変化を監視すること。

## 10.2 避雷接地

ZKFN Solar (中科富能) 全シリーズのモジュールは、フレーム接地が不要。

理由：非導電性接着工法または複合材料製バックフレームを採用しており、フレームは非導電性であるため。

設計上必要なのは以下のみ：

1. 架台、基礎などの金属部材は TN-S/TT 系統に従って接地すること。
2. パワーコンディショナ (インバータ)、接続箱の接地は、インバータメーカーの要求事項および現地の法規に適合させること。
3. 落雷多発地域では、独立した避雷装置 (避雷帯/避雷針) を設置すること。

## 10.3 日常点検の設計要件

設計段階で以下を確保すること：

- 点検通路 (> 400mm) 。
- 安全帯固定点、ライフラインアンカー点 (高所作業 > 2 m のエリア) 。
- メンテナンス用工具室または設備室 (洗浄用・電気点検用工具を集中保管する場所)
- 発電量監視・警報システム (ストリング単位の精度、故障箇所をモジュールストリングまで特定可能)

## 10.4 電気システムの定期点検設計における予備措置

- 接続箱、パワーコンディショナの点検スペースは 800mm 以上を確保すること
- 直流遮断器、SPD は独立して設置し、ホットスワップ (活線挿抜) に対応可能とすること
- モジュールの端子ボックスは点検通路側に配置し、赤外線巡視および交換作業を容易にすること
- 設計段階において、モジュールの予備品数量を少なくとも 0.5%確保すること (契約条件に従い実施)

## 第 11 章 保証範囲と免責条項

### 11.1 保証期間早見表

シリーズ	製品保証 质保	出力保証 质保	出力低下 (初年度) (首年)	出力低下 (2-25/30年) (2-25/30年)	25/30年未 出力 功率
SolarVela (PERC)	12年	25年	≤ 2%	≤ 0.55% / 年	≥ 84.8%
SolarVela Pro/Max (TOPCON)	12年	25年	≤ 1%	≤ 0.4% / 年	≥ 89.4%
SolarNoah (PERC)	12年	25年	≤ 2%	≤ 0.55% / 年	≥ 84.8%
SolarNoah Pro/Max (TOPCON)	12年	25年	≤ 1%	≤ 0.4% / 年	≥ 89.4%
SolarPega / PegaL / PegaF / PegaFL (TOPCON)	15年	30年	≤ 1%	≤ 0.4% / 年	≥ 87.4%

### 11.2 保証の市場制限

端子箱タイプ	代表型式	販売対象市場
6分割端子箱	SolarVela Max、SolarNoah Max	全世界販売可能、全世界保証
3分割端子箱	SolarVela、SolarVela Pro、SolarNoah、SolarNoah Pro	中国国内のみ対象; 海外販売時は保証無効
SolarPega シリーズ	契約に基づく	契約に基づく

### 11.3 保証が無効となる代表的なケース

以下のケースは直ちに全体保証を無効とするため、設計段階で厳格に回避しなければならない

- 日陰による遮蔽: 建築物、構築物、樹木等による恒久的な固定日陰が生じるエリア
- 傾斜角違反: SolarVela/Pro、SolarNoah/Pro を 5°未満または水平に設置する場合

合

- 型式誤使用：SolarVela/Vela Pro/Noah/Noah Pro を海外プロジェクトに使用する場合
- 取扱説明書に違反した場合；
- 電氣的違反；
- 非静止環境：振動、衝撃、折り曲げ、バックル固定、頻繁な運搬（保証期間は3年間のみ）；
- 自然災害または不可抗力：落雷、雹、霜、雪、暴風（設計荷重超過）、火災、爆発など；
- 書面による同意のない改造：モジュールへのあらゆる改造、穴あけ、分解；
- シリアル番号の損傷または判読不能。

#### 11.4 設計事務所の説明義務

設計事務所は、設計図面および設計説明書に以下の事項を明記し、発注者に説明しなければならない：

- モジュール型式と販売市場の制限；
- モジュールの最小傾斜角要件；
- 影の禁止事項と運用保守要件；
- 使用する構造用接着剤 / クランプ / 押さえ金具の指定型式とパラメータ；
- 歩行可能範囲（Pega シリーズ）および歩行禁止（Vela / Noah シリーズ）；
- 水洗浄時の水圧と頻度の制限；
- 保証期間と譲渡ルール。

## 第 12 章 設計納品物一覧

設計院は、計画確定前に本通則に従い、以下の納品物を完了しなければならない。

### 12.1 基本資料

- 屋根構造評価報告書（耐荷重、基材の種類、平坦度、防水状態）
- プロジェクト地点の気象条件データ（基本風圧、積雪荷重、最低/最高温度、

年間日射量)

- プロジェクト地点の塩害/腐食/耐震等級データ
- 影解析報告書（年間の重要時間帯、PVsyst/Helioscope 報告書）

## 12.2 設計図書

- PV モジュール型式選定報告書（市場適合性の確認を含む）
- 屋根配置図（アレイ間隔、保守通路、直列方向、MPPT グループ分けを含む）
- 荷重検証書（風、雪、地震の組み合わせ、アンカー引抜力）
- 電気設計図（ストリング電圧計算、ヒューズ選定、MPPT マッチング、ケーブル電圧降下）
- 構造用接着剤/クランプ/ベース金具の BOM リスト（指定製品の使用必須）
- 避雷接地システム図
- 保守運用システム図（水洗配管、洗浄頻度、緊急通路）

## 12.3 設計レビュー

- 構造担当者による確認・署名
- 電気担当者による確認・署名
- ZKFN Solar（中科富能）技術チームによる方案確認（海外プロジェクト、沿岸プロジェクト、異形屋根、特殊型式の場合は必須）
- プロジェクト審査機関による承認

# 第 13 章 よくある設計ミスとその回避策

順序番号	よくある誤り	正しい方法	該当セクション
1	勾配 < 5° の屋根に SolarVela Pro を選定	SolarVela Max を選定すべき	8.2
2	角馳型カラー鋼板にフレキシブル PV モジュールを直接貼り付け	必ず TPO または UPVC 角パイプで水平に調整するか、SolarNoah クランプに変更する必要がある	8.4.3

3	同一 MPPT に傾斜角差 $> 5^\circ$ の PV モジュールを接続	$\pm 5^\circ$ ごとに区分して独立した MPPT に分割する	9.3
4	海外プロジェクトでは SolarVela Pro (三分割端子ボックス) を採用	必ず Max シリーズを選択すること	11.2
5	単一モジュールが屋根の継ぎ目や伸縮目地を跨ぐ場合	継ぎ目をモジュール間に配置すること	7.2
6	下方が高温工場となる単層カラー鋼板への接着施工	禁止; 代わりにクランプ工法に変更するか、モジュールを交換すること	8.1.1
7	低品質の構造用接着剤を使用する場合	指定の SMG533 を使用すること	8.3.1
8	MC4 コネクタにおける異なるメーカーの混用	メーカー/型式を統一する必要あり	9.7
9	細骨材モルタルコンクリート屋根への直接貼付	研磨 + 防水ラテックス + 引抜き試験	8.1.2
10	水洗浄時の水圧 $> 0.2$ MPa	0.1 ~ 0.2 MPa に制御	10.1.2
11	開放電圧の低温補正を未考慮	$C_{voc}$ 公式または補正係数表を使用する	9.2
12	パワーコンディショナ (インバータ) に AFCI が未選定	パワーコンディショナ (インバータ) に AFCI 搭載を必須とする	9.5
13	アレイ間隔がわずか 200 mm	$\geq 400$ mm	7.2
14	モジュールを天窓付近に設置したが、2H の距離を確保していない	天窓からの距離 $\geq 2H$	7.3.2
15	モジュールへの現場での穴あけや改造を行うこと	厳禁。これに違反した場合、保証は無効となります。	11.3

## 第 14 章 付録

### 付録 A: 指定構造用接着剤パラメータ (広州白雲 SMG533)

プロジェクト	パラメータ
型番	SMG533 太陽光発電専用構造用接着剤
メーカー	広州市白雲科技股份有限公司
仕様	590 mL / 本
色	白色
引張強度	≥ 1.5 MPa (硬化後)
破断伸び率	≥ 250%
最低打設温度	≥ 0°C
推奨施工温度	4.4–35°C
硬化時間	24 h @ 25°C
保証期間	25 年

### 付録 B: カラー鋼板瓦の形状と設置方式の適合表

瓦形状	Vela 直接貼付	Vela + 角パイプ	Noah クランプ	Pega 直接貼付	Pega+角パイプ	PegaF クランプ
T 型	☑	☑	☑	☑	☑	☑
波型	☑	-	☑	☑	-	-
角馳型	✕	☑	☑	✕	☑	☑
直立ロック型	✕	☑	☑	✕	☑	☑
直立はぜ締め丸型	✕	☑	☑	✕	☑	☑

### 付録 C: 温度係数早見表 (TDS データ)

シリーズ	$\alpha_{Voc}$ (%/°C)	$\beta_{Pmpp}$ (%/°C)	$\delta_{Isc}$ (%/°C)	NOCT (°C)
SolarVela (PERC)	-0.28	-0.34	+0.05	45±2
SolarVela Pro / Max (TOPCON)	-0.26	-0.29	+0.045	45±2
SolarNoah (PERC)	-0.28	-0.34	+0.05	45±2
SolarNoah Pro / Max (TOPCON)	-0.26	-0.29	+0.045	45±2

### 付録 D: 太陽光発電用コネクタに腐食被害を及ぼす物品リスト

設計段階では、以下の化学薬品が接触する可能性のあるエリアに PV モジュールを配置しないこと。

区分	物質
酸・アルカリ類	塩化ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、過酸化水素、塩化カルシウム、水酸化ナトリウム、アンモニア水、ホウ砂、炭酸カルシウム、ミョウバン
酸化剤	過酸化水素水、次亜塩素酸ナトリウム漂白剤、過マンガン酸カリウム、塩素ガス、オゾン、プール用消毒剤、工業用酸化剤
有機溶剤	アセトン、トルエン、キシレン、ベンゼン、四塩化炭素、ジクロロメタン、塗料用シンナー、除光液、高濃度エタノール/イソプロパノール、テレピン油、テトラヒドロフラン

### 付録 E: 設置面の異常とその対処方法

異常	処理方法	後続要件
カラー鋼板の腐食	専用塗料による再塗装 (3~5年周期)	リニューアル後の引抜き確認
細粒モルタルコンクリート屋根	アングルグラインダー研磨+防水ラテックス被覆	単点引抜き $\geq 40$ kg、抜き取り検査 $> 1\%$
防水シートの膨れ	メーカー対応 / リニューアル	単点引抜き $\geq 40$ kg、抜き取り検

異常	処理方法	後続要件
		査 > 1%
波頂部リベットとの干渉	角パイプ位置の調整またはリベットの除去	防水性を損なわないこと
棟から軒先までの継ぎ目	継ぎ目をモジュール間に配置	1枚のモジュールで継ぎ目を跨がないこと

### 付録 F: SolarVela/Noah モジュールストリングの電気パラメータ (代表値)

パラメータ	SolarVela	SolarVela Pro/Max	SolarNoah	SolarNoah Pro/Max
STC Pmax (W)	510-520	550-560	510-520	550-560
Vmp (V)	41.43-42.04	45.19-45.29	41.43-42.04	45.19-45.29
Voc (V)	49.76-49.9	52.96-53.05	49.76-49.9	52.96-53.05
Imp (A)	12.31-12.37	12.18-12.37	12.31-12.37	12.18-12.37
Isc (A)	12.74-13.09	12.92-12.96	12.74-13.09	12.92-12.96

### 付録 G: SolarPega モジュールストリングの電気パラメータ (代表値)

パラメータ	SolarPegaL / PegaFL	SolarPega / PegaF
STC Pmax (W)	500-510	510-520
Vmp (V)	33.76-33.91	33.58-33.79
Voc (V)	39.72-40.03	39.46-39.78
Imp (A)	14.83-15.06	15.19-15.40
Isc (A)	15.36-15.45	15.78-15.84

## 付録 H: 参考用語略称一覧

略語	正式名称	日本語
STC	Standard Test Conditions	標準試験条件 (1000 W/m <sup>2</sup> 、25℃、AM 1.5)
NMOT	Nominal Module Operating Temperature	公称モジュール動作温度 (800 W/m <sup>2</sup> 、20℃、1 m/s)
MPPT	Maximum Power Point Tracking	最大電力点追従
AFCI	Arc-Fault Circuit Interrupter	アーク故障遮断器
SPD	サージ防護デバイス	サージ防護デバイス (SPD)
TDS	技術データシート	技術仕様書
BIPV / BAPV	建築一体型 PV / 建築付加型 PV	建築一体型太陽光発電 / 建築付加型太陽光発電

## 第 15 章 技術サポートと連絡先

本通則で明確にカバーされていない特殊なシナリオ、特殊モデル、特殊カスタム要件については、設計院およびエンジニアは計画確定前に ZKFN Solar (中科富能) の技術チームに積極的に連絡し、専門的な技術サポートを受ける必要があります。

### 山東中科富能光電科技有限公司

- 住所: 山東省済寧市済寧経済開発区緑海匯スマート製造産業園新盛霖 1 号工場
- サービスホットライン: 400 6768 100
- 技術サポートメール: tech-support@zkfnsolar.com
- 公式ウェブサイト: www.zkfnsolar.com

### ZKFN Solar (中科富能) への積極的な連絡が必要なプロジェクトタイプ

- 海外プロジェクト (欧州、東南アジア、中東、北米、アフリカ、南米を含むがこれらに限定されない)

- 沿岸プロジェクト（海岸線から 500m 未満）
- 異形/アーチ型/曲面屋根プロジェクト
- 高標高（2000m 超）プロジェクト
- 高耐震等級（8 度以上）プロジェクト
- 特殊カスタム（色、パターン、サイズ、出力）を伴う BIPV プロジェクト
- SolarPega の歩行可能エリアに関連する大規模運用保守設計；
- 非静止シーンでの応用（カーポート、折りたたみ式発電所など）。

### 文書説明

- 本通則は 2026 版であり、ZKFN Solar（中科富能）の製品仕様書、『SolarVela & SolarNoah シリーズ設置作業指導書』、『SolarPega / PegaF シリーズ設置指導マニュアル』、および『限定保証書』に基づいて作成されています。
- 製品仕様がアップグレードされた場合、ZKFN Solar（中科富能）の公式ウェブサイトで開催されている最新の TDS および設置作業指導書が優先されます。
- 本設計指導書と ZKFN Solar（中科富能）の公式設置作業指導書、限定保証書の条項に矛盾が生じた場合、設置作業指導書および限定保証書が優先されます。
- 本手引きの各言語版に相違が生じた場合、中国語版を優先的に正式なものとしします。
- 最終的な解釈権は山東中科富能光電科技有限公司に帰属します。