

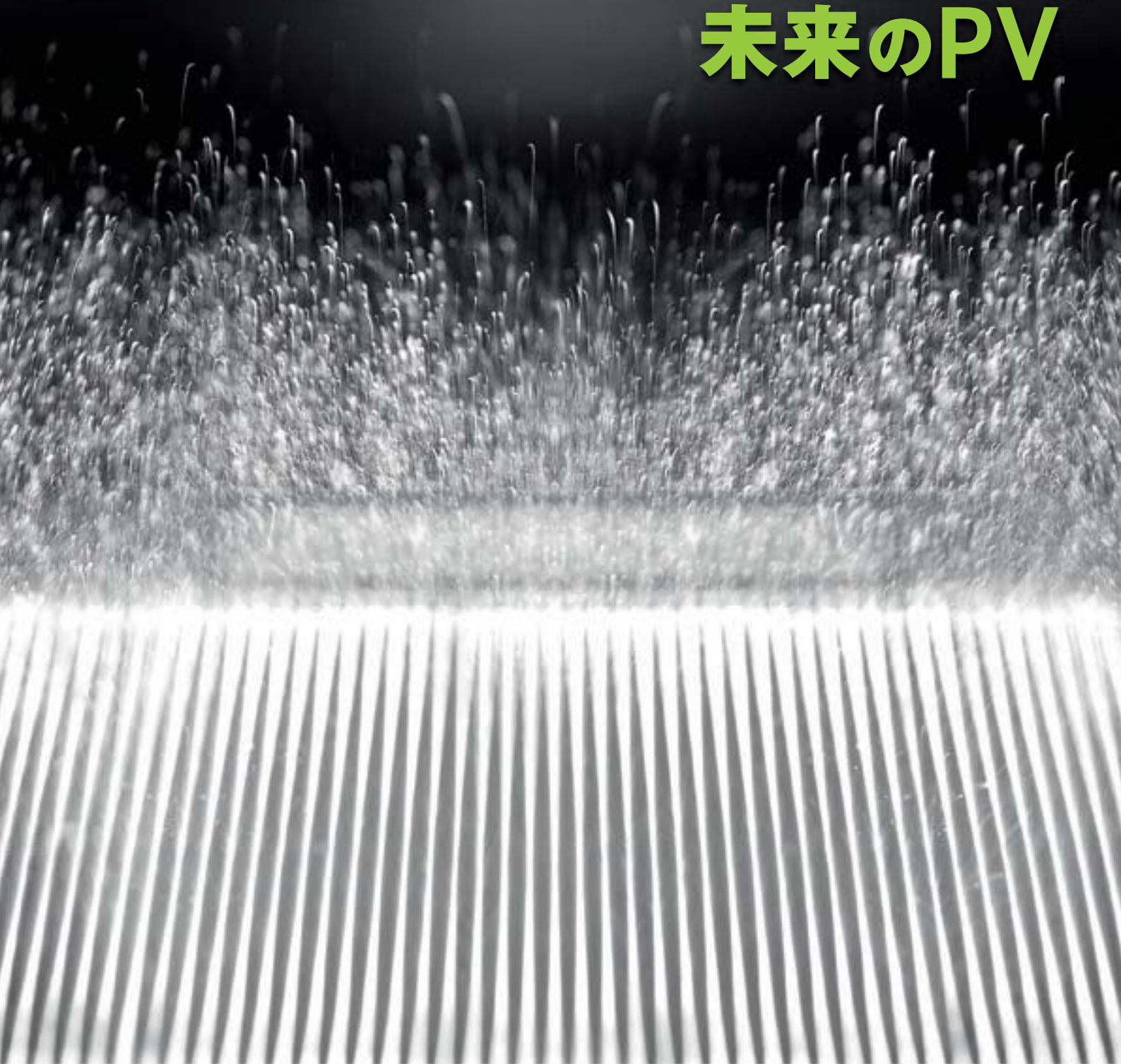
**pv magazine**  
PHOTOVOLTAIC MARKETS & TECHNOLOGY

PV EXPO版

日本 2015年2月

太陽光発電の変換効率と競争力を高める革新技術

**未来のPV**





**市場と傾向**

- 4 [復習と予習]  
**2015年——PV業界の未来は？**  
今年待ち受ける新たな展開の考察
- 10 [太陽電池]  
**n型単結晶ウェハの時代**  
n型単結晶ウェハはp型技術の代わりとなるか
- 14 [モジュールレベルの電子デバイス]  
**マイクロインバーターvs. オプティマイザー**  
類似する2つの技術のメリットとデメリットを比較
- 18 [ダブルガラスモジュール]  
**高耐久性軽量素材**  
薄型強化ガラスがモジュール業界に及ぼす影響
- 22 [太陽電池]  
**PERC技術の主流化**  
PERC技術の魅力とその限界

**産業界とサプライヤー**

- 26 [薄型結晶シリコン]  
**薄型カーフレックスウェハが秘める危険性**  
アメリカで開発が進む新しい技術のメリットとデメリット
- 30 [インタビュー]  
**太陽光発電業界における資金調達民主化**  
SunEdison設立者、旧CEOジガー・シャー氏に聞く
- 36 [フラッシュ照射と太陽電池試験/パート1]  
**高効率PV電池試験の課題**  
ハルム社/共進電機株式会社

- 42 [中国ブランド]  
**躍進する中国モジュールブランド——その日本戦略**  
中国グローバル・モジュールメーカーのキーマンに聞く
- 46 [日本向け架台システム]  
**過酷な使用環境での性能**  
シュレッター・ジャパン社長グリッツナー氏が日本で学んだ5つの教訓
- 48 [フラッシュ照射と太陽電池試験/パート2]  
**高効率フラッシュ照射測定へのアプローチ**  
ベルガー・リヒトテヒニク社/シントン・インストルメンツ社/パサン社
- 52 [日本]  
**フロンティア精神**  
独自のプロジェクト開発で国際市場を目指すソーラーフロンティア

**用途と設置方法**

- 58 [架台システム]  
**台風、地震、火山に負けないシステム作り**  
架台システム開発企業が直面する日本ならではの課題

**研究開発**

- 62 [新しい太陽電池]  
**ペロブスカイトが秘める可能性**  
新技術を取り巻く誇大宣伝とその根拠
- 64 [pv magazine 日本版]  
出版に関する情報



国土の70%が山々で覆われている日本では、実用規模の発電所を建設するのは容易ではない。Mounting Systems が取り付けシステムを提供した、写真の発電所は地面のうねりに沿って設置されている。

## 台風、地震、火山に負けないシステム作り

**【架台システム】** 日本で地上設置型ソーラーシステムを施工する開発企業は、複雑な地形、悪天候、厳しい品質基準など日本ならではの課題に直面する。

文/チャールズ・W・サーストン Charles W. Thurston

**日** 本のソーラーパネル架台システム市場は、土地が狭いうえに気候が厳しく、品質に対する要求が高いため、同じような規模の他の市場よりも成功するのが難しい。サプライヤー界では、実用規模の設置プロジェクトの減少に伴って、商業施設や住宅向けの地上・屋上設置型への需要が増えると予測されている。

### 山岳国家が抱える山積みの問題

「アメリカと異なり、日本では平坦な土地は海沿いにしかなく、広さも限られています。残りは起伏の激しい土地ばかりです」。オーストラリアのビクトリア州、クレイトンに本社を置くClenergyの日本担当マネージャー、安藤チャールズ洋一郎氏は

言う。実際、日本の約70%は山々で覆われており、地形学でノルウェーと比較されているほどだ。もう1つの課題は火山だ。国内に約200も存在しており、そのうち60は活火山だ。その結果、平均して年間1500回もの地震が発生しており、噴火も珍しくない。

「地震で他の企業のソーラーフレームが軒並み壊れたなか、当社のは持ちこたえた実績が目ざされ、日本の大型開発企業から多くの問い合わせが来るようになりました」安藤氏は言う。「当社の最新の発電装置用フレームSolar-Terrace II-Aは、風速60km/時にも耐えることができます」。

凍上や雪による荷重も架台システムの寿命においては重要な要素となる。「北海道で行われ

た設置プロジェクトで、冬が来る前には深さ2mに打ち込まれていたポストが、冬が終わるころには凍上に出てきてしまったという話を聞いたことがあります」。ドイツのラングスドルフに拠点を置くMounting Systems GmbHの事業開発部でシニアマネージャーを務めるボリス・ダイア氏は話す。「そのため当社ではラングスドルフに拠点を置くMounting Systems GmbHの事業開発部でシニアマネージャーを務めるボリス・ダイア氏は話す。「そのため当社ではラングスドルフに拠点を置くMounting Systems GmbHの事業開発部でシニアマネージャーを務めるボリス・ダイア氏は話す。「そのため当社ではラングスドルフに拠点を置くMounting Systems GmbHの事業開発部でシニアマネージャーを務めるボリス・ダイア氏は話す。」。

### 毎年訪れる台風の季節

台風の名前ではなく番号をつけているのは、日本くらいだろう。「日本は台風が多いので、ラック



① キーポイント

- PV架台システムの設計において、現場のロケーションや気象条件が重要な要素となる。
- 外観の美しさを重視する場合や屋根が独特な構造をしている場合は、カスタム式の架台システムが好ましい。
- 平らな土地が残り少なくなる中、実用規模の設置プロジェクトの規模は小さくなっていくと予測される。

- 商業施設の設置プロジェクトは、屋上設置と地上設置だけでなく、水上設置型でも急速に成長すると期待されている。
- 住宅向けやその他の分野でのプロジェクトでは、スチールの代わりにアルミニウムが広く使われるようになると予想されている。

は強風による風荷重にも耐えられる設計でなければなりません」。京都に本社をもつ京セラソーラーエネルギー本部マーケティング部長を務める池田一郎氏は言う。毎年20〜30個の台風が日本に近い太平洋の北西域で発生し、その多くが最高200km/時の風力で日本に上陸する。「毎年7〜8個の台風が沖縄県に上陸し、本州では九州や四国を中心に約3個が上陸しています」と、Japan-guide.comの気象アナリストは言う。だが、東京、大阪、北海道も含め、日本全国のあらゆる地域で台風が多いことは事実だ。台風が集中するのは5月から10月の間で、8月から9月にかけてが最も多い。

独特な住宅構造

世界でも最も過酷な気候に対する十分な備えができれば、架台システムプロバイダーが次に考慮しなければならないのは、日本の建築技術の中

でも特に芸術的だとして海外から絶賛されている屋根だ。荷重負担を慎重に行い、さらに見た目にも配慮する必要がある。住宅の屋根のひさは欧米の住宅よりも長いものが多く、「tokyō」と呼ばれる複雑な複層構造の支持ブラケットが必要となる。

「形状が複雑で、面積の小さい屋根が多いですね」池田氏は語る。「なので、住宅向け市場においては様々な建築法や屋根素材に対応できるマウンティングブラケットが必要になります。日本市場では、様々な形状の屋根に使えてスペースの有効活用ができる、当社のサムライシリーズなどのシステムに人気があります。屋根とモジュールアレイとをより調和させることのできるシステムです」。

日本の住宅向け市場における主なプレーヤーの1社がウエストホールディングスグループだ。同社はこれまでに5万3千点以上の住宅向け発電システムを設置した実績があるという。そして、

日本の住宅市場に進出しようとしている海外企業の中でも特に目立つのが、最近Haticonを買収したClenergyだ。「今、日本にぴったりのタイルシステムを開発中です」ダイヤ氏は言う。

縮小する実用規模プロジェクト

山が多い島国の日本に、実用規模のPV発電所を建設するのは簡単ではない。「日本では土地が非常に限られていて2012年から太陽光発電業界が急速に成長しているのに、実用規模の発電施設に最適な平らな土地がもうほとんど残っていないのです」ダイヤ氏は語る。「今残っているのは丘や山、森林などで、これまでに経験のない、建設が難しい条件の土地ばかりです。そのため、日本に特化した、東西に傾く特殊な傾斜アレイを開発しました」。

日本の開発企業の中で成功を取めているウエストホールディングスグループは、2014年8

広告



SUNSYSTEMS

ネット式太陽光架台

代理店や販売委託先を募集しています。ご連絡をお待ちしています。

ワイヤーケーブルを使用した太陽光発電システム架台

多様な用途 – 耐震設計 – 屋根面の穴あけ無し – 屋根への置石無し  
 簡単な設置作業 – 超軽量 – 空中高さ5mまで設置可能  
 地面設置用: 平坦地、傾斜地、埋立地、果樹園、駐車場  
 屋根用: 陸屋根、ドーム屋根、アーチ屋根、のこぎり屋根



www.apsunsys.com • info@apsunsys.com

pv magazine 2015年2月 | www.pv-magazine.com  
 日本のパートナー: O-TEC 大村技研株式会社

www.otec-jp.com/business/solar.html E-mail: naohide\_sai@otec-jp.com

PV市場がブームでにぎわう中、扱いやすい土地ほど先に開発の対象となることがわかった。市場の開拓が進むにつれ、地上設置型のレイや水平空間向けの商業用発電装置には不向きな、傾斜のある土地しか残らなくなってしまった。

イタリア北部、サン・ポニファーチョに本社があるA+ Sun Systemsは、同社が製造するスチールワイヤーロープ引張ソリューションを使えば、このように難易度の高いロケーションでも費用効果の高い施工ができるという。SunNet Groundでは引張ロープソリューションを使って、高価な土壌調査や現地調査を減らし、GPSやレーザーポインタ装置を必要としない工手法を採用しているのだと語る。「引張構造は非常にスマートなシステムだ」。A+ Sun Systemsの引張アプローチを架台システムに採用したコピア・エナジー株式会社の代表取締役社長、森本晋氏は言う。A+ Sun Systemはすでに日本で実験プロジェクト三件を納入している。地元のEPC企業と協力し、自社製のSunNet Roofシステムを用いた平らな屋上設置プロジェクト一件と、地上設置プロジェクト二件を完成させている。

A+ Sun Systemsは、SunNet Groundを使用する引張ロープ・ソリユーションを固定するた

めに先端に使う以外のラミング機の使用をなくすることができるという。アンカーポイントには、150×2000メートルのレイリを使用してネジビラーを用いる。これ以外に設置作業に必要なのはハンマーとエアドリルだけだ。

「A+ Sun Systemsでは、柔軟なスチールケーブルとマイクロパイルでできた引張構造を使っています。同社のスポークスマンを務めるアルベルト・ディ・ガエターノ氏は言う。「ですから丘陵地や傾斜のある土地に最適なのです。それに、特別な技術のない作業員でもジャックハンマーを使って引張構造を取り付けることができます。日本の深刻な技術者不足問題もこれで克服できます」。

地上設置型に加え、最近需要が伸びてきている屋上設置型にも最適なA+ Sun Systemの架台システムシリーズは、基本組み立てが完了した状態で納入され、その重さはわずか2kg/m<sup>2</sup> (0.41 lb/ft<sup>2</sup>)と、一般的なスチールやアルミニウム製の構造体よりも軽量だ。

A+ Sun Systemsは、EPC企業やインストーラ（設置請負）企業に対するコンサルティングやサポート業務も行ってきている。A+ Sun Systemのソリューションは現在特許申請中だ。



A+ Sun Systemsの引張スチールワイヤーロープ・ソリユーションSunNet Groundはラミング装置を使わなくても難易度の高いロケーションに設置できる。

月までに122件の実用規模プロジェクトのほか、3700件の商業施設向けプロジェクトを設置した実績がある。ウエストホールディングスでは地上設置向けに独自のパワースクリューを開発した。

同様に、京セラも日本市場で確固とした地位を確立している。「当社のラックは、多くの実用規模プロジェクトで採用されています」池田氏は言う。

日本への進出を試みている海外企業の1つである、カリフォルニア州ローズビルに拠点を置くSPI Solarでは、福島県の須賀川市に22MWの太陽光発電所を開発する予定だ。2015年の4月に建設に着手し、2016年の初めには稼働開始する計画である。また、SPI Solarの日本法人であるSPIソーラー・ジャパン合同会社も、同サイトにさらに3MWの施設を建設する可能性もあるという。このSPI Solarは、中国のLDK Solarとの関係を断ったことを1月に発表している。

一方、Clenergyでは実用規模プロジェクトから商業向け市場への転換の準備を進めている。「これまで当社が扱ったプロジェクトのほとんどが規模の大きなものでした」ダイア氏は語る。

例えば、Clenergyは那須塩原市の24.8MWの発電所に地上用架台システムSTII-Aを納入している。この発電所は2014年6月から建設が進んでおり、2015年9月には稼働開始する予定だ。

### 商業向け市場

商業向け太陽光発電市場では、京セラが東京センチュリーリースとの合弁事業を利用して今年の終わりまでに30か所、合計60MWの発電装置を設置する見込みだ。数々のプロジェクトの中でまず建設が始まったのは、兵庫県加東市の2.9MWの発電施設だ。2014年9月に建設に着手した。

Clenergyの存在感は商業向け市場でも強い。「当社では、北海道から沖縄まで、平均800kW規模のプロジェクト1000件以上を手掛けた実績があります」安藤氏は言う。「発電所への接続が簡単なので、主に2MW以下の地上設置型を施工しています」。

中国からの競合相手であるXiamen Grace Solarは、多くのPV発電所に地上設置型の架台システムを納入してきた。2014年に日本に向けて出荷された架台システムが、合わせて100MWに相当するだろうという予測を年末前に発表している。

フランスのCiel et Terreでも商業向け屋上設置型架台システムArch'Héliosを提供している。短時間で設置でき、断熱性も備えた溶融亜鉛めっき鋼製のルーフパネルは特許取得技術だ。

他の市場と異なり、日本のインストーラ（設置請

負）企業には、未だにアルミニウムではなくスチールを使っているところが多い。日本の鉄鋼業が高度に発展しているためだ。「アルミニウム製レールの設置作業にかかる時間は、場合によってはスチールの3分の1で済みます。スチールでは一度に1本のレールしか運べなくても、アルミなら2本運べますからね」安藤氏は語る。「当社では人件費の安い中国の工場で基本組み立てを行って、最終的な組立製作と調整作業の負担を軽減しています。お客様のほとんどがリピーターか、EPC企業から当社の噂を聞いて発注してくれた企業ばかりです」。中国では世界の約半分のアルミニウムを生産しているが、日本が占める割合は小さい。

### 水上設置型ソリューション

まさに日本市場のために特別に開発されたかのようなソリューションがある。それが水上設置型PVシステムだ。Ciel et TerreのHydrelieはまるでLEGOブロックのように連結することができ、水冷式で同サイズの屋上設置型や地上設置型システムよりも発電量が10%も高くなるという。

「当社の水上設置型ソーラーシステムHydrelieは、最大118mphの強風や、最高20フィートの水位変化に対応することができます」。フランスのルールに拠点を置くCiel et Terre Internationalの国際事業マネージャーを務めるエヴァ・ポリー氏は言う。アルミニウムのラックと繊維ガラス製のピン連結具で構成されたシステムの許容荷重は3千デカニュートン (DaN)、つまり約3トンまで積載できることがフランスの航空宇宙



京セラの屋根架台システム「サムライ」

写真: KYOCERA Solar, Inc.



桶川市に設置されたCiel & Terreの水上設置型システムは、水による冷却効果が得られる設計により、他のPVシステムよりも発電量が10%も多いのだという。

研究所の試験で証明されている。フロート部分にはUVブロック高密度ポリウレタンを採用している。

現在、Ciel et Terre Internationalでは14.5 MWもの水上設置型PVシステムを建設中であり、2~3年以内にすべて完成する予定なのだと言っている。埼玉県桶川市に設置された1.2 MWの水上設置型システムは2013年7月から配電網に接続されており、これまで3つの台風にも耐えている。このプロジェクトはウエストホールディングスが開発し、試験的に10度と20度の傾斜を導入している。

発電以外にも、Ciel et TerreのシステムにはAguago技術を用いた水処理モジュールを統合することも可能だ。水上設置型ソーラーパネルは藻の発生を抑え、通気装置や循環装置を動かして水に酸素を送り込むことができるのだ。

京セラでは水上発電所にCiel et Terreの技術を採用している。東京に本社を構えるスマートエナジーでも、埼玉県川越市の7.5 MWの発電施設にCiel et Terreの技術を使用する予定だ。Yingli製のソーラーパネルを使ったこのプロジェクトは、3月に建設が始まる。

## 海外の競合相手

「海外のサプライヤー、特にヨーロッパのメーカーは、ラック製品を着々と日本市場に進出させています」池田氏は言う。しかし、成功への道は決して楽ではない。「日本のPV開発企業の中には、国内のサプライヤーとしか取引をしない企業もあり、海外の企業や製品は見向きもされま

せん。ですが当社では日本人スタッフを雇用して、顧客とより密接な関係が築けるよう努めています」ダイア氏は語る。「重量のある基盤構造ソリューションは中国から取り寄せることもあります、時にはすべての材料をカリフォルニアやドイツから取り寄せることもあります」。

また、外国企業が日本のような新市場に進出を果たすには、認証取得が役立つ。「当社の架台システムはTÜV認証を取得しています。日本

には太陽光発電の認証機関がないので、レールやナット、ボルトなどに構造工学上の規格が適用されるだけです」安藤氏は言う。

丁寧なカスタマーケアも必須だ。「中国の太陽光発電企業で、当社と同じレベルの品質保証を日本に提供している企業は他にありません。第三者である品質保証の専門家を日本から中国の工場に毎月派遣して、提案された改善事項を実践しています」安藤氏は語る。

「日本でのプロジェクトには多くの課題がありました。クリナーでエンジニアリング部門を率いるトーマス・フーバー氏はこう語る。「クリナーブランドスクリーンは当社のコア製品です。日本で使用する架台システム

ドイツの架台システムサプライヤー、クリナー (Kriener GmbH) は、グランドスクリーンを用いて合計120 MWの発電装置を日本国内に設置した。特に課題が多かったのが、福島県白河市の近くでのプロジェクトだった。問題のソーラーアレイは、以前ゴルフ場だった場所に設置されており、19 MWの容量をもつ。クリナーは様々な地形高度で複数の土壌からサンプルを採集し、設置によって生じるであろう技術的な問題を徹底的に評価した。また、材料の選択や発電所の設計においては風荷重や雪荷重も考慮された。クリナーでは現在、大型EPC (設計・調達・建設) 企業との六ヶ月間のパートナー契約による25 MW規模の発電施設建設を進めている。また、中期には既存パートナーとの40 MWのプロジェクトが実現される見込みだという。



クリナーが手掛けた福島県白河市のプロジェクトはゴルフ場跡地に建設された。

「今後も日本のPVブームに参加していくつもりです」。輸出販売マネージャーのペーター・ハマー氏は言う。「日本にはパートナーが二社あります。どちらも技術力が高く、施設も充実していて日本のPV市場で大きな成功を収めている企業です」。

は他の海外プロジェクトに用いるものと同じですが、当然ながら日本特有の荷重や慣習、基準に合わせて調整しています。クリナーのチームは日本市場の展望について強気のようだ。

## クリナーのノウハウが日本に上陸