

# 最新技術を適用した雪国型メガソーラーシステム

Latest Technologies for Large-Scale Photovoltaic Power Generation System in High-Snowfall Region

新井本 武士      渡邊 節夫      峯岸 利明

■ NIIMOTO Takeshi      ■ WATANABE Setsuo      ■ MINEGISHI Toshiaki

東芝は、新潟東部太陽光発電所（2号系列）（以下、新潟東部2号系列と呼ぶ）に、最新技術を適用した雪国型メガソーラーシステムを納入した。雪による発電量低下の影響を最小限にするため、太陽電池モジュールの取付角度、地上からの高さ、及び太陽電池モジュール内の回路構成に配慮し、かつ組立作業性の高い架台構成を適用して短納期での工事を実現した。また、年間発電量を増大させるため太陽電池モジュール容量をパワーコンディショナ（PCS）容量の1.25倍とし、低圧回路の損失を考慮しつつ発電原価を抑えるシステム設計を行っている。更に、太陽電池出力を監視するistringモニタを適用し、運転開始後の発電量の監視及び維持の効率化を図った。

Toshiba has delivered a large-scale photovoltaic (PV) power generation system in a high-snowfall region for the Niigata Tobu Voltaic Power Plant Group No. 2, applying the following latest technologies: (1) an easy-to-assemble mounting structure with tall and tilted support for PV panels, to minimize the reduction of power generation due to heavy snowfall and shorten the installation period; (2) PV panels with 1.25 times the capacity of the power conditioning system, to maximize annual electricity generation by compensating for losses resulting from the weather conditions in the high-snowfall region; and (3) a PV string monitoring system to efficiently detect anomalies of modules and junction boxes under monitoring and maintenance. These technologies have made it possible to realize a large-scale PV power generation system that can efficiently generate electricity even in a cold region with heavy snowfall while achieving comprehensive cost reductions.

## 1 まえがき

2012年7月1日に施行された再生可能エネルギーの固定価格買取制度を受けて、全国でメガソーラーシステムの建設が相次いでいる。こうした動向のなかで東芝は、新潟県企業局から新潟東部2号系列を受注した。新潟県が所有する新潟県東部産業団地内の約32,000 m<sup>2</sup>の敷地に約5,000枚の太陽電池モジュールを敷き詰めた、最大出力1 MWの太陽光発電所である<sup>(1)</sup>（図1）。

設置場所である新潟県阿賀野市は日本海側内陸部に位置する積雪地域であり、年間の日照時間も比較的短い。太陽光発電設備にとっては厳しい環境条件であり、積雪地域特有の配慮や年間発電量を増大させるための工夫が求められる。当社は、このような課題を克服して、工事を無事に完了した。新潟東部2号系列は、固定価格買取制度の施行初日に営業運転を開始した。

ここでは、新潟東部2号系列に導入した、最新技術を適用した雪国型メガソーラーシステムについて述べる。

## 2 積雪地域での課題とそれを解決するための技術

太陽光発電によって得られる発電電力は、設置場所の日照時間や日射量、その他の気象条件に大きく左右される。新潟



図1. 新潟東部2号系列 — 積雪地域特有の配慮や、短い日照時間への対策を取り入れた、雪国型のメガソーラーシステムである。

Niigata Tobu Voltaic Power Plant Group No. 2

東部2号系列が設置される日本海側内陸部の積雪地域における気候は特に条件が厳しく、次に挙げるような課題がある。

- (1) 太陽電池モジュール上に雪が積もって発電量が低下する
- (2) 日照時間が短いため、発電所の設備稼働率が低下する
- (3) 冬季は積雪の影響で巡視点検の頻度が低くなるため、障害の発見が遅れる

これらの課題を解決し、かつ経済性の高いシステムとする

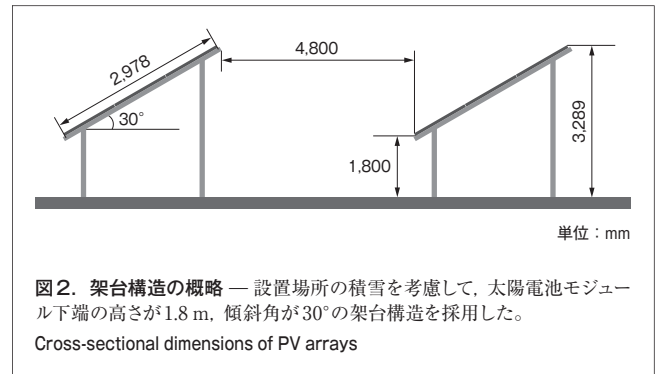
ため、新潟東部2号系列では次の技術を導入した。

- (1) 組立作業性の高い架台の採用 設置場所は、冬季には積雪量が最大で130 cmに達する多雪地域である。そのため、太陽電池モジュールからの落雪も考慮したうえで、雪に埋もれない高さに太陽電池モジュールを設置する必要がある。一般に太陽電池モジュールの設置位置が高くなると施工性が低下し、工期が長くなる傾向がある。そこで新潟東部2号系列では、多数の太陽電池モジュールを並べて配置するアレイの架台（以下、架台と呼ぶ）に、部品数が少なく組み立てやすい構造を採用し、架台基礎部にはセメントミルク工法によるキャストイン方式を採用した。これらにより、過去のメガソーラーシステムに比べて工期が短く、かつ経済性の高い架台を実現した。
  - (2) PCSの定格を超える容量の太陽電池モジュールによる発電量の増大 日照時間が短くても高い設備稼働率を実現してより多くの年間発電量を得るため、太陽電池モジュールの容量を、PCSの定格出力1 MWより25%大きい1.25 MWとした。定格出力1 MWの場合の年間発電電力量は、一般には1,000 MWh程度であるが、新潟東部2号系列ではこうした技術によって1,125 MWh（設計値）を実現した。
  - (3) スtringモニタによる障害発見の容易化 通常の太陽光発電設備では、発電出力を確認できる単位が設備全体又はPCS単位である。そのため、メガソーラーシステムの場合、例えば太陽電池モジュール1枚に故障や出力の低下が発生した場合に監視装置のデータから故障箇所を特定するのは困難である。前述のように、設置場所は最大で130 cmの積雪量が見込まれる地域であり、冬季に巡回してメンテナンス作業を行うのは困難である。このため、太陽電池モジュールを直列に接続した“string”単位で異常を容易に検出できるstringモニタを設置した。これによって、太陽電池モジュール1枚の出力が失われた場合でも、遠方にある発電管理所からその事象を容易に特定できる。
- これらの技術について、3章以降で詳しく述べる。

### 3 組立作業性の高い架台

積雪を考慮して採用した架台構造の概略を図2に示す。太陽電池モジュール下端の高さが180 cm、傾斜角が30°の架台構造を採用した。

この構造では、架台のもっとも高い箇所が約3.3 mの高さになり、組立工事の際に足場を設置する必要がある。このような場合、足場の不要な通常の架台の組立工事と比べて施工性が悪く、作業工数が増加するのが一般的である。そこで今回は、部品数が少なく施工性が良いHILTI社製の架台を採用し



て、従来工法から作業工数を約50%削減し、短い期間での工事を可能にした<sup>(2)</sup>。

今回採用した架台の構成を図3に示す。主要部材はわずか6種類である。

更に、これら主要部材の必要数（主部品数）、架台の組立に使うボルト類の必要数（組立部品数）、及び太陽電池モジュールの取付に使うボルトやクランプの必要数（据付部品数）が大幅に削減されており、作業工数の削減に大きく寄与している。従来架台との部品点数の比較を表1に示す。

また、部品数以外にも次のような特長を持つ。

- (1) クロスコネクタによる縦材と横材の連結がワンタッチで可能
- (2) コネクタの機構により、据付時の角度調整が可能
- (3) 横材どうしの間隔について厳密な精度が不要

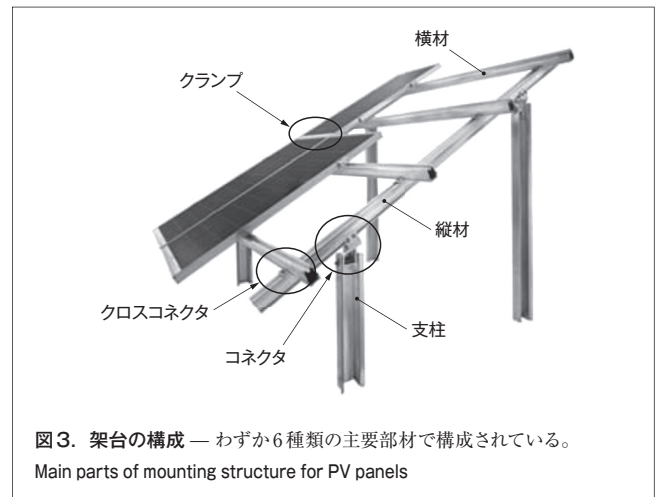
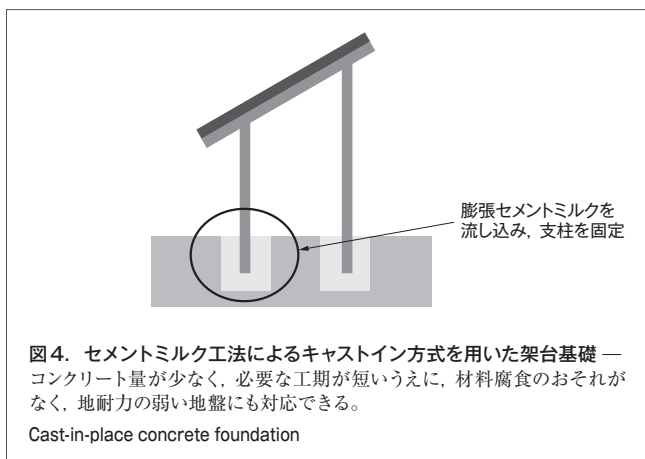


表1. 太陽電池モジュール1枚当たりの架台部品数  
Number of parts for one PV module

部品種別	従来架台	今回の架台	削減率 (%)
主部品数	3.153	0.964	69
組立部品数	7.917	4.286	46
据付部品数	4	2.214	45



更に、架台基礎にはセメントミルク工法によるキャストイン方式(図4)を採用した。この方式は、一般的なコンクリート基礎を採用する場合に比べてコンクリート量が少なく、必要な工期が短い。また、ラミング方式やアーススクリュー方式のように地盤に直接支柱を固定する方式と異なり、材料腐食のおそれなく、地耐力の弱い地盤にも対応できる。

新潟東部2号系列ではこれらの新技術を適用して、全てのアレイ基礎・架台工事を約1か月で完了した。

#### 4 PCS容量比125%の太陽電池モジュール

日照時間が少なくても設備稼働率を高めてできるだけ大きい発電電力量を得るため、PCSの定格出力1MWより25%多い1.25MWの太陽電池モジュールを設置した。これまでも、直流回路の損失を考慮してPCS定格を数%~10%程度上回る容量の太陽電池モジュールを設置することはあった。しかし、今回は更に大きな容量の太陽電池モジュールを設置し、PCSが定格出力で運転される時間を長くして設備稼働率を高め、発電電力量の増大と発電原価の低減を狙った。1日の発電電力推移の例を図5に示す。

PCS容量比(過積載率)125%の太陽電池モジュールを設置すると、日射量の多い正午前後の時間帯で数時間にわたってPCSを定格出力で運転できる。これは、太陽電池モジュール容量がPCS定格出力を上回るためであり、PCS容量が大きければ電力系統へ流入していたはずの電力がカットされているという意味でもある。これは、売電事業者にとっては機会損失であると考えられることもできる。しかし、カットされた分の電力を送電するために必要な容量のPCSを設置するのに要する機器・工事費用や系統連系費用を考えると、積極的に太陽電池モジュール容量を増やして最大出力で運転できる時間を増やすほうが経済的に有利な場合がある。経済性ももっとも高い、つまり発電原価がもっとも低い過積載率は、建設当時の太陽電池モジュール、PCSの価格や架台工事の費用などに

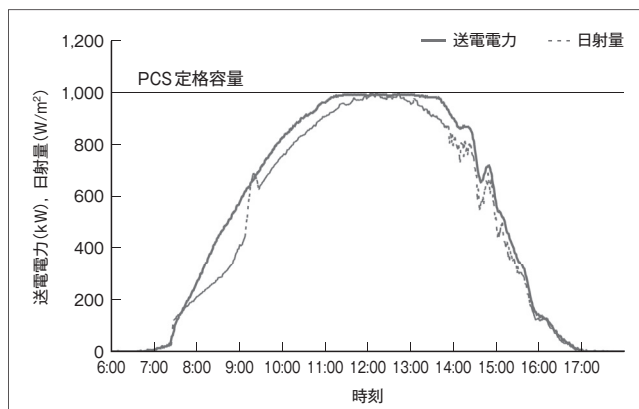


図5. 1日の発電電力推移の例 — 晴天時には太陽電池モジュールの出力がPCSの定格出力を上回るため、定格出力での発電が数時間継続する。  
Example of changes in power generated by solar power plant over one day

よって変わる。また、過積載率が高くなりすぎるとインシヤルコストが大きく、必要な土地面積も大きくなる。したがって、過積載率は事業性及び経済性の観点から様々なバランスを考慮して決定されるべきものである。新潟東部2号系列の125%という過積載率は、こうした観点から経済性を総合的に判断して得られた値である。

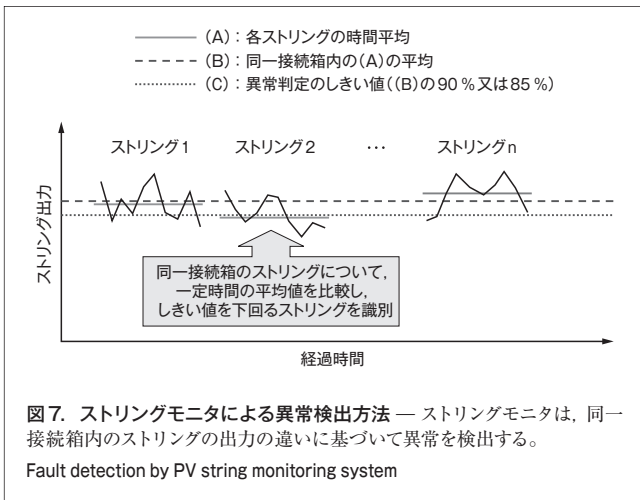
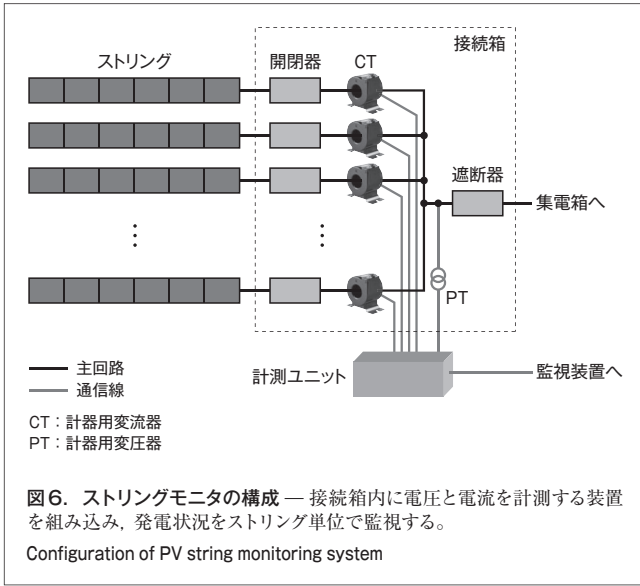
#### 5 スtringモニタ

冬季の巡視点検作業が困難な積雪地域でも太陽電池モジュールや接続箱の異常を容易に検知できるように、接続箱の内部に電圧と電流を計測する装置を組み込み、発電状況をstring単位で監視できるstringモニタを導入した<sup>(3)</sup>。計測された情報は、計測ユニットと監視装置を介してVPN(Virtual Private Network)回線で遠方にある発電管理所へ送られる。stringモニタの構成を図6に示す。

異常の有無は、同一接続箱内のstringの出力を比較することによって行う。stringの出力は気象条件によって大きく変化するため、個々のstringの出力値だけからその良否を判断することはできない。そのため、string性能を示す指標を式(1)のように定義し、異常判定に用いている。

$$\text{string性能(\%)} = \frac{\text{当該stringの出力}}{\text{同一接続箱内のstringの平均出力}} \times 100 \quad (1)$$

日射が安定しない場合に出力が変動することを考慮し、式(1)で分母となる同一接続箱内の複数stringの平均出力を求める際には、それぞれのstringについて直近の一定時間の平均値を用いた。式(1)で求めたstring性能の値が90%又は85%を下回る場合に異常の可能性があると判定し、stringモニタの表示画面で識別できるようにした(図7)。



また、このようにString間の出力を比較する場合でも、異常の有無を判定するには次のような点について注意が必要である。

- (1) 朝夕の日射量が少ない時間帯は誤差が大きく、異常を正確に検知できない。
- (2) 雲のかかり方などの気象条件によっては隣り合うStringでも出力差が生じる可能性があるため、性能低下に継続性があるかどうかを考慮する必要がある。

これらの点に留意して継続的に発電出力の状況を確認することで、発電所現地で計測を行わずにString単位で異常を検知できる。

## 6 その他の工夫

前章までに述べた技術の適用のほか、積雪地域特有の課題を考慮した次のような工夫を行っている。

- (1) 太陽電池モジュール受光面から雪が落ちやすくなるよう、フレームにテーパ加工を施した太陽電池モジュールを採用した。
- (2) 太陽電池アレイに積もった雪が部分的に落雪して上段だけが受光した場合の発電量を最大化できるよう、水平方向に太陽電池モジュールを接続したString構成とした。
- (3) 1枚の太陽電池モジュールで上部だけが受光した場合にバイパスダイオードを動作させて出力低下を抑えるように、内部のセルの接続を考慮した設置方法とした。

## 7 あとがき

太陽光発電設備の設置環境としては厳しい条件である、積雪地域でのメガソーラーシステム建設の取り組み事例として、新潟東部2号系列に導入した新しい技術について述べた。

現在、北海道をはじめとする積雪地域で大規模メガソーラーシステムの建設が数多く計画されている。当社は今後も、ここで述べた技術を基に、積雪・寒冷地域への太陽光発電システムの普及に寄与する技術の開発を行っていく。

## 文献

- (1) 新潟県企業局。“新潟東部太陽光発電所(2号系列)”。新潟県ホームページ。<<http://www.pref.niigata.lg.jp/kigyosomu/1354226417241.html>>。(参照2013-04-19)。
- (2) 日本HILTI。1日2MW脅威の設置スピード。月刊環境ビジネス。118, 2012, p.42。
- (3) 近計システム。遠隔監視システムでメガソーラー管理。PVeye。4, 2012, p.34-37。



新井本 武士 NIIMOTO Takeshi

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 太陽光発電システム技術部主務。大規模太陽光発電システムのシステムエンジニアリング業務に従事。  
Transmission & Distribution Systems Div.



渡邊 節夫 WATANABE Setsuo

社会インフラシステム社 ソリューション・自動化機器事業部 社会システム建設部主務。大規模太陽光発電システムの工事エンジニアリング業務に従事。  
Automation Products & Facility Solution Div.



峯岸 利明 MINEGISHI Toshiaki

社会インフラシステム社 電力流通システム事業部 太陽光発電システム技術部グループ長。大規模太陽光発電システムのシステム設計に従事。  
Transmission & Distribution Systems Div.