

事例 - 太陽電池モジュールを交換する際および出力定格が異なる太陽電池モジュールをストリングで使用する際のミスマッチ(不整合)の管理

太陽電池モジュールの特性上のミスマッチは、電気システムで一般的な現象です。同一の特性を持たない部品、あるいは互いから受ける電気状態や環境状態が異なる部品を相互接続することによって、ミスマッチが生じます。

ミスマッチとは電気システムの特性の違いに付けられた名称であり、特に設備全体の発電量が最も性能が低い太陽電池モジュールによって左右される太陽光発電設備と関係があります。例えば、ボートをチームで漕ぐとしましょう。ひとりでも呼吸が合わないと、チーム全体の漕力や航続距離が低下するのと同じです。

太陽光発電設備では、ミスマッチの典型的な原因として、電気的特性である遮光の違いや動作温度の差などが挙げられます。こうしたよくある原因に加え、業界の新たな問題として出てきたのが、同種の太陽電池モジュールの交換の有用性ですが、この問題については、現時点ではまだ十分に対処されていません。

通常、RECをはじめとする太陽電池モジュールの製造元では製品の継続的かつ漸進的な改善に日々取り組んでいるため、発電量クラス(ワット数)は増大し、使用可能なワットクラスも向上しています。しかし、裏を返せば、設置業者が以前に購入した太陽電池モジュールの仕様書が(たとえ今日購入したものであっても)、いつまでも有効ではないということを意味します。では、太陽電池モジュールの交換が必要になった場合の最善策とは何でしょうか。以下のシナリオでは、太陽電池モジュールのミスマッチがシステムレベルに与える悪影響を最小限に抑えるための一般的なガイドラインをいくつか紹介します。

画像1: 発電設備の太陽電池モジュールのストリング



下記にリストする状況および推奨事項は、同種の太陽電池モジュールの交換ができない場合に生じるミスマッチについてです。なお、ミスマッチはすべての電気システムで一般的に見られる問題であるので、以下の推奨事項でもミスマッチを完全になくせる保証はありません。これらの推奨事項は、あくまでもミスマッチによって引き起こされる重大な問題のリスクを減らすことが目的です。

1. 同じ製品ラインの出力定格が高い太陽電池モジュールと交換する

出力定格が異なっても、製品ライン内では機械的特性は変わりません。同種の交換ができない場合、次に最適な方法は、同じ製品シリーズの別の太陽電池モジュールを使用することです。

シリーズ内の異種機器を使用した場合、回路の電流がストリング全体で最も性能の低い機器の電流に制限されます。定格が低い太陽電池モジュールに交換すると、システム全体の出力が引き下げられるので、交換が必要な場合は、同じ製品ラインのより定格が高い太陽電池モジュールを使用してください。太陽電池モジュールは、定格が高いほど、 I_{MPP} の電流定格が高くなるため、最大動作点(MPP)の電流が低下することはありません。

! 製造元、セルサイズ、または技術が異なる製品は組み合わせないでください。ストリングの電圧がパワーコンの定格内に収まっていることを必ず確認してください。

2. 既存の太陽電池モジュールの配置を変えて、性能を向上させる
既存の太陽光システムで遮光などが原因で重大なミスマッチ問題がある場合は、交換モジュール(電力定格が高いもの)を遮光エリアに配置できるよう、太陽電池モジュールの配置を変えることが推奨されます。こうすることで、既存の太陽光システムのミスマッチを補正し、深刻度を下げることができます。

3. 同じストリング内での電流ミスマッチ

同じストリング内の太陽電池モジュールで最大出力作動電流(I_{MPP})が異なると電流ミスマッチが生じます。電流がミスマッチであると、ストリング内で最も性能が低い太陽電池モジュールがまず「飽和状態」になり、続いてストリング全体の電流が制限されるようになります。太陽光から余分なエネルギーがあると、太陽電池モジュール、特に最も性能が低い太陽電池モジュールが加熱されます。電流ミスマッチに起因する問題のリスクを低減するために、 I_{MPP} の偏差を10%未満にしてください。なお、このような電流ミスマッチによって、マイクロクラックやバイパスダイオードの不良といった問題がより深刻になる可能性があるため、交換する前に、ストリング全体を徹底的に確認することが推奨されます。

4. 並列ストリング間の電圧ミスマッチ

電圧ミスマッチは、個々に測定した際に2つの並列ストリングで生じる電圧が異なる場合です。交換用の太陽電池モジュール(定格電力が高いもの)によって、電圧ミスマッチが発生します。電圧にミスマッチがあると、通常、ストリングは最も性能が低い太陽電池モジュールの出力になります。電圧ミスマッチが重大である場合、動作点がMPPから逸れ、パワーコンの効率に悪影響を及ぼします。ミスマッチにより、パワーコンのPV曲線のピークが変わると、MPPを追従する電子機器に混乱が生じ、パワーコンは最適な出力範囲を外れて長時間動作することになる可能性があります。10%未満のVMPP偏差が推奨されます。

5. 太陽電池モジュールの50%で交換が必要になったら、ストリング全体を交換する

同じストリングに属する太陽電池モジュールの50%(以上)で交換が必要になった場合は、ストリング全体の交換が推奨されます。これにより、重大なミスマッチの問題が発生する危険が低減されます。

! 定格の高い太陽電池モジュールにストリング全体を交換する場合は、ストリング電圧を確認して、太陽光システムの他の機器(例えば、集電箱やパワーコンなど)の限度内に収まっていることを確かめてください。

6. パワーコンおよびヒューズの定格による制限

専用のMPPTで動作するストリングでは、ストリングが異なってもミスマッチが発生することはありません。唯一の問題点はパワーコンの定格です。 P_{MAX} と I_{MPP} の合計は推奨されるパワーコンの定格以内でなければならず、ストリングの電圧はパワーコンのMPPTウィンドウ内に収まる必要があります。複数のストリングが1つのMPPTであるパワーコンでは、ミスマッチはごくわずかですが、 V_{OC} およびISCで確認を行ってください。

さらに、ヒューズの定格も問題になります。定格が高い太陽電池モジュールをストリングに設置する場合、ISCの合計が既存のヒューズの定格以内でなければなりません。ヒューズの定格を超える場合は、太陽電池モジュールおよび太陽光システムの他の機器が十分保護されるように、新しいヒューズを選択する必要があります。

まとめ

ミスマッチにより、ストリング内のモジュール間で問題が生じることがあります。ただし、上記の指示に従うことで、ストリング内のミスマッチを克服でき、最適な設置作業を行うことができます。太陽光システムが計画通りに機能し続け、交換によって他の機器に影響が生じないように、注意する必要があります。

例:

以下では、ストリング内の複数の太陽電池モジュールを交換する例を詳しく説明します。ミスマッチが発生した場合に電気的な動作パラメータを確認するには、高度なモデリングが必要になります。この例では、太陽電池モジュールを交換する際に太陽光システムの安全性を満たすための簡単なガイドラインを示します。

- ・2つのストリングが並列に接続されています
- ・それぞれのストリングにREC265TP2(265 Wp)の太陽電池モジュールが10枚ずつあります
- ・1つのストリングで交換が必要な太陽電池モジュールは数枚ですが、265 Wpモジュールは製造が終了しているため、高い定格のモジュールに交換します
- ・電流ミスマッチの問題から、 I_{MPP} 偏差を10%未満にする必要があります

表1によれば、REC265TP2モジュールは定格電力が265 Wp~315 Wpのモジュールに交換することができます。

表1: データシートと I_{MPP} 偏差

電気データ @ STC	REC265TP2	REC300TP2M	REC305TP2M	REC310TP2M	REC315TP2M	REC320TP2M	REC325TP2M
公称電力 - P_{MPP} (Wp)	265	300	305	310	315	320	325
ワットクラスの分類 - (W)	0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5	-0/+5
公称出力動作電圧 - V_{MPP} (V)	31.1	33.0	33.3	33.5	33.7	33.9	34.0
公称出力動作電流 - I_{MPP} (A)	8.53	9.11	9.17	9.26	9.36	9.45	9.56
開放電圧 - V_{OC} (V)	38.3	38.3	38.8	39.1	39.6	40.0	40.3
短絡電流 - I_{SC} (A)	9.21	10.01	10.04	10.07	10.10	10.13	10.15
太陽電池モジュールの変換効率(%)	16.1	18.0	18.3	18.6	18.9	19.2	19.5
I_{MPP} の差(%)	-	6.78	7.50	8.56	9.73	10.79	12.08

2つのストリングの間で電圧ミスマッチがある場合に交換品としてREC315TP2Mを選択する場合、以下のようにストリング電圧を見積もることができます。

- ・ストリング全体の I_{MPP} は8.53 A(最も性能が低い太陽電池モジュール(265 Wp)の値)になります

したがって、315 Wpモジュールでは、以下のようになります。

- ・新しい V_{MPP} は315 W/8.53 A = 36.9 Vになります
- ・ストリングの電圧 = 31.1 x (REC265TP2の数量) + 36.9 x (REC315TP2Mの数量)

表2に、定格が異なる太陽電池モジュールの数に対するストリング電圧の偏差を示します。

表2: V_{MPP} 偏差

	REC265TP2	REC315TP2M	ストリング電圧(V)	別のストリングとの偏差(%)
太陽電池モジュールの数	10	0	311	-
	9	1	316.8	1.86 %
	8	2	322.6	3.73 %
	7	3	328.4	5.56 %
	6	4	334.2	7.46 %
	5	5	340	9.32 %
	4	6	345.8	11.19 %
	3	7	351.6	13.05 %
	2	8	357.4	14.79 %
	1	9	363.2	16.68 %
0	10	337	8.36 %	

表2から、電圧偏差限度内で、REC265TP2の6枚の太陽電池モジュールをREC290TP2に交換できることがわかります。ただし、太陽電池モジュールが10枚のストリングでは、半数の5枚以上太陽電池モジュールの交換が必要な場合、ストリング全体を交換することが推奨されます。ストリング全体を290 Wpの太陽電池モジュールに交換した場合、ストリングの I_{MPP} は9.36 A(315 Wpの太陽電池モジュールの定格)になるので、ストリングの電圧は33.7 x 10 = 337 Vとなります。もう一つのストリング(265 Wpの太陽電池モジュールのストリング)と比較すると、電圧偏差は8.36%になります。



REC Solar Pte. Ltd.
20 Tuas South Avenue 14
Singapore 637312
Singapore
Tel: +65 6495 9228

RECは、1996年にノルウェーで設立され、垂直統合型の太陽光エネルギーをリードする会社です。シリコンからウェハー、セル、高品質の太陽電池モジュール、ひいては太陽光発電ソリューションを一貫生産しており、信頼のおけるクリーンエネルギー源を世界に供給しています。高い製品品質を誇り、保証クレーム率は業界で最低です。RECはノルウェーに本社、シンガポールに事業本部があり、現在はBluestar Elkem社の傘下企業です。現在RECの従業員は世界全体で2,000名以上、年間の太陽電池モジュールの生産能力は1.5 GWです。

www.recgroup.com