

異種太陽電池モジュールの互換性に関する検討

- 短絡電流の違いが逆電圧発生と発電量に与える影響 -

Study on Interrelationship of Different Photovoltaic Modules

-Effect of Different Short Circuit Current on Backward Voltage Generation and Output Energy-

○齋藤優真¹, 西川省吾²Yuma Saito¹, Shogo Nishikawa²

Abstract: After installing modules for a long time, it is possible that it is necessary to replace the module due to a natural disaster and so on, but the module installed from the original because of the end of production must be exchanged by different performance of module. And it is dangerous when backward voltage generates in the module with a small short circuit that bypass diode doesn't operate. Therefore, the objective of this study is to clear the tolerance range of the combination of module with a small short circuit. We investigated the effect of short circuit current on backward voltage generation and electric power generation by simulation when connecting a module with a small short circuit current.

1. はじめに

太陽電池アレイを構成する場合、安全性・発電性能の観点から、同一メーカー・同一型式の太陽電池モジュールで構成するのが一般的である。モジュールを長期間設置後、自然災害などによる故障などでモジュールの交換が必要になることが想定されるが、生産終了等の理由で元から設置されているモジュール（以下、基本モジュール）とは開放電圧や短絡電流等の定格が異なるモジュール（以下、異種モジュール）と交換する可能性がある。さらに、異種モジュールのバイパスダイオード（以下、Db）が劣化等により動作しない場合、逆電圧の発生による発熱、発煙、発火に至る懸念があり、同時にアレイ発電量の低下につながる可能性がある。

このような背景のもと、本研究は Db が正常に動作しなくても安全性の保たれる組み合わせ可能なモジュールの定格の許容範囲を実証試験により明らかにすることを目的とする。

本稿では、短絡電流（以下、 I_{sc} ）の異なるモジュールを接続した場合に、 I_{sc} の違いが逆電圧の発生とアレイ全体の発電量に与える影響について、シミュレーションをもとに調査を行ったので報告する。

2. 逆電圧の発生原理

基本モジュールと Db が開放故障した I_{sc} が小さなモジュールを直列接続したものを、Figure 1 の点 α で動作させた場合について考える。

このとき、基本モジュールの電圧 V_1 は正の値となるが、異種モジュールの電圧 V_2 は負の値となり、異種モジュールには逆電圧が生じていることになる。

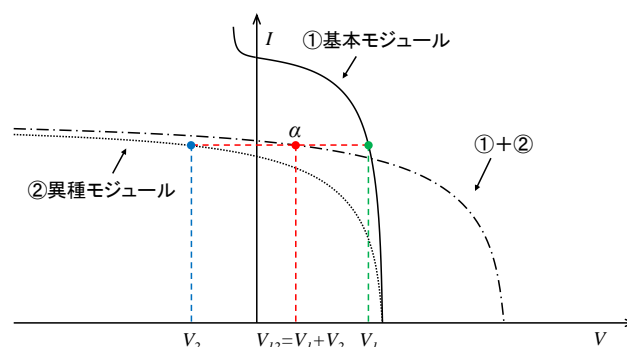


Figure 1. Principle of backward voltage generation

3. 実施内容

Db が全て開放故障した異種モジュールを接続した場合、異種モジュールの I_{sc} の違いによって生じる逆電圧の発生時間、逆電圧の大きさ、接続されたアレイ全体の発電量に与える影響をシミュレーションにより評価する。

< 3. 1 >モジュールの仕様

Table 1 にシミュレーションに用いた基本モジュールの仕様を示す。

Table 1. Specification of basic module

Type	Poly-Si
P_m	70W
V_{oc}	22.1V
I_{sc}	4.30A
V_{pm}	17.9V
I_{pm}	3.92A
Number of Cells	36

基本モジュールの I_{sc} の 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%の値をそれぞれ異種モジュールの I_{sc} の値としてシミュレーションを行った。異常モジュールのその他の仕様は基本モジュールと同様とした。

＜ 3. 2 ＞太陽電池アレイの構成

Figure 2 に想定した太陽電池アレイの構成を示す。今回は、モジュール 10 枚直列接続したものをストリングとし、3 ストリングを並列接続したアレイのうち、Db が全て開放故障した異種モジュールが 1 枚含まれた場合を想定した。

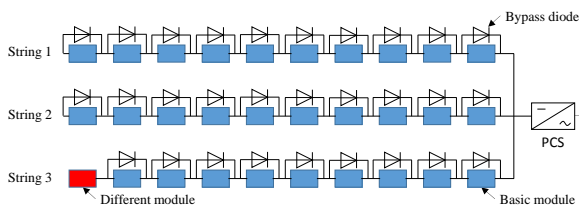


Figure 2. Photovoltaic array configuration

また、Figure 2 のアレイ全体が常に最大出力動作点で動作しているものとした。

＜ 3. 3 ＞逆電圧の定義

本稿においては、異種モジュール電圧が 0 より小さい場合、かつ、大きさによらず 1 秒でも生じた場合を逆電圧の発生と定義した。

＜ 3. 4 ＞使用データ

2 月に得られた 1 日の日射強度と電池温度のデータのうち、モジュールに陽が充分当たっていると思われる午前 7 時 45 分から午後 3 時 45 分までの 8 時間分の値を 1 秒間隔でシミュレーションに使用した。

4. 結果

＜ 4. 1 ＞逆電圧の発生時間

異種モジュールの I_{sc} を変化させたときの各 I_{sc} における逆電圧の発生時間を求めた結果、異種モジュールの I_{sc} が 70%以上では逆電圧は発生せず、60%以下になることで逆電圧が常に発生することがわかった。

＜ 4. 2 ＞逆電圧の大きさ

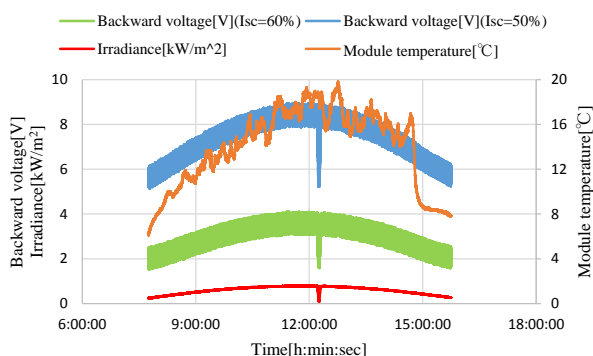


Figure 3. Backward voltage size

異種モジュールの I_{sc} が 50%, 60%のときのそれぞれの逆電圧の大きさを求めた結果が Figure 3 である。

Figure 3 より、異種モジュールの I_{sc} が低下することで、逆電圧が大きくなっていることがわかる。

各時刻における逆電圧の大きさを比較すると、 $I_{sc}=50%$ の場合には、 $I_{sc}=60%$ の場合に比べ約 2.5 倍の大きさの逆電圧が生じていることがわかった。

＜ 4. 3 ＞アレイ全体の発電量

異種モジュールの I_{sc} を変化させたとき、各 I_{sc} におけるアレイ全体の発電量を求めた結果が Figure 4 である。

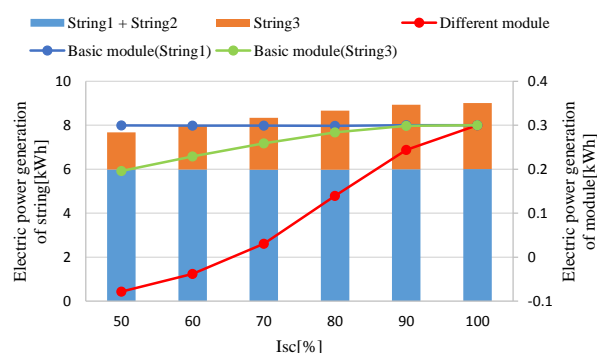


Figure 4. Electric power generation of photovoltaic array

Figure 4 より、逆電圧の有無に関わらず、異種モジュールの I_{sc} の低下に伴い、アレイ全体の発電量が低下していることがわかる。

これは、異種モジュールの I_{sc} の低下に伴い、ストリング 3 の発電量が I_{sc} の変化 10%あたり約 0.26kWh 低下したためだといえる。

5. まとめ

異種モジュールの I_{sc} の違いが逆電圧の発生に与える影響について調査を行った。

結果、異種モジュールの I_{sc} が基本モジュールの I_{sc} の 60%以下となることで、逆電圧の発生につながり、その大きさは異種モジュールの I_{sc} の値に依存していることがわかった。

また、異種モジュール 1 枚の場合のアレイ全体の発電量は、逆電圧による影響は小さく、 I_{sc} の違いによるストリング電流の変化の影響が大きいことがわかった。

6. 参考文献

- [1] 太陽光発電協会：「太陽光発電システムの設計と施工」，オーム社，改訂 5 版，pp.15-23,39,40，発行 2017 年
- [2] 黒川浩助，田中良，伊藤雅一：「中規模・大規模太陽光発電システム—基礎・計画・設計・施工・運転管理・保守点検—」，オーム社，pp.50-53，発行 2017 年