

太陽電池モジュールの互換性に関する研究  
-PCS の MPPT 制御動作解析-

Study on interchangeability of different kind photovoltaic module  
-Analysis on MPPT control of PCS-

○加藤 拓朗<sup>1</sup>, 松見 浩之<sup>1</sup>, 金子大樹<sup>1</sup>, 高橋克弥<sup>1</sup>, 鴨居洋明<sup>2</sup>, 西川省吾<sup>3</sup>

\*Takuro Kato<sup>1</sup>, Hiroyuki Matsumi<sup>1</sup>, Daiki Kaneko<sup>1</sup>, Katsuya Takahashi<sup>1</sup>, Hiroaki Kamoi<sup>2</sup>, Syougo Nisikawa<sup>3</sup>

Abstract: When the photovoltaic array constitute different kind module of a small short circuit current together and operation is not normally performed for the bypass diode, reverse voltage may occur to a different kind module. In that case, a module may be damaged by overheat. Moreover, the outbreak situation of the reverse voltage is different by difference of the MPPT control of PCS. The purpose of this research is to clarify tolerance level of the difference in the performance of the module in which combination is possible. In this paper reports the analysis result of fundamental MPPT control of two kinds of PCS.

1. はじめに

太陽電池アレイは、性能・安全性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ことが一般的である。しかしながらアレイ構成後、一部のモジュールが自然災害や人災などにより飛散・破損した場合、生産終了や劣化による特性の変化などにより同一特性のモジュールでアレイを構成することが困難な可能性がある。

短絡電流の小さなモジュール(以下, 異種モジュール)を組み合わせてアレイを構成し、且つ保護素子であるバイパスダイオードが劣化などにより正常に動作が行われないと、異種モジュールに逆電圧が発生する可能性がある。その際、モジュールが過熱・焼損することが懸念される。また、パワーコンディショナ(以下, PCS)の最大出力点追従制御(以下, MPPT 制御)の違いにより、逆電圧の発生状況が異なる。

本研究では実証試験により、組み合わせ可能なモジュールの性能の違いの許容範囲を明らかにすることを目的とし、本稿では2種類の PCS の基本的な MPPT 制御の解析結果を報告する。

2. 実施内容

試験設備の構成図を Figure1 に、仕様を Table1, Table2 に示す。アレイはモジュール9枚を直列接続し1つのストリングを作り、これを3列合わせた計27枚のモジュールで構成された。A社製 PCS では各ストリング毎に制御, B社製 PCS では3列のストリングを並列接続し制御している。日射強度計はアレイの横に太陽電池面と同一方向, 同一傾斜で設置した。

A社製 PCS ではストリング電流, ストリング電圧を12.5ms で測定し, B社製 PCS ではアレイ電流, アレイ電圧を6.25ms で測定した。また, 日射強度は1s 間隔での測定データを用いた。

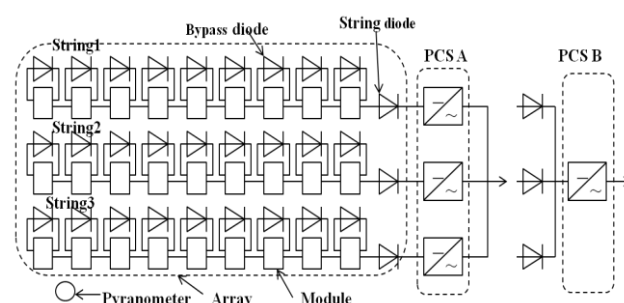


Figure1. array composition

Table1. Specification of the module

	Module	String	Array
Open circuit voltage[V]	25.61	230.49	230.49
Short circuit current[A]	8.21	8.21	24.63
Maximum power [W]	153	1377	4131

Table2. Specification of the PCS

Manufacture	A	B
Rating capacity [kW]	4.5	4.0
Rating input voltage[V]	DC240	DC250
Range of input voltage[V]	DC80~350	DC70~380

3. 結果

< 3. 1 > A社製 PCS

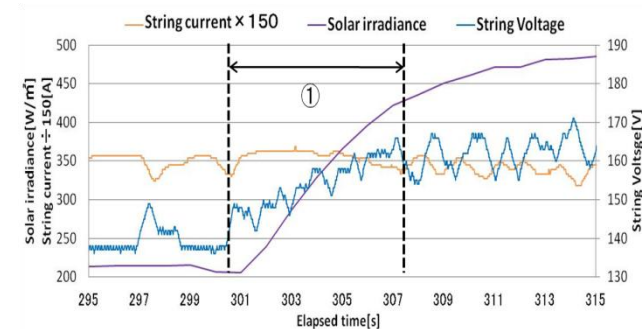
Figure2(a)に日射増加時の日射強度, ストリング電流・ストリング電圧の時間変化に対するグラフ, Figure2(b)にストリング電力, ストリング電圧・ストリング電力の時間変化(以下,  $dV_s/dt$ ,  $dP_s/dt$ )のグラフを示す。 $dV_s/dt$ ,  $dP_s/dt$  は移動平均を用いて, dt はストリ

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・院・電気 3 : 日大理工・教員・電気

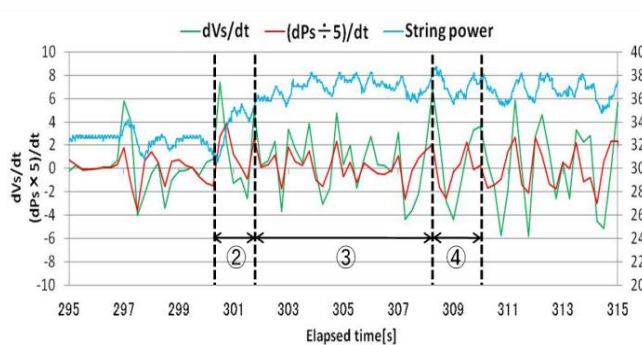
ング電圧の周期の半分以下の 0,25s とする。A 社製 PCS では日射安定時、ストリング電圧は周期約 1,2s, 振幅 12V で制御しており、これを通常動作とする。

通常動作中、 $dV_s/dt$  と  $dP_s/dt$  が同相且つマイナスへの振れ幅が半周期前のプラスへの振れ幅の半分以下となった時 (②), 日射増加と判断し、最大出力が得られるよう、ストリング電圧を制御し、ストリング電力を増加させる。その時、ストリング電圧を周期約 1.2s で、12V 増加, 8V 減少を繰り返す制御 (①) をする。この間、 $dV_s/dt$  と  $dP_s/dt$  は同相となる (③) ことが確認できる。

ストリング電圧を増加させていくなかで、 $dV_s/dt$  と  $dP_s/dt$  の同相が崩れ、 $dP_s/dt$  が  $dV_s/dt$  に対して周期の 2 倍 (④) となると、ストリング電圧が最大出力動作電圧となったと判断し、ストリング電圧の増加をやめ通常動作に戻る。



(a)



(b)

Figure2. At increased irradiation

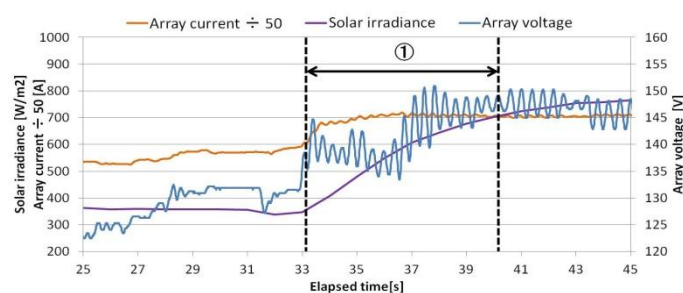
### < 3. 2 > B 社製 PCS

Figure3(a)に日射増加時の日射強度、アレイ電流・アレイ電圧の時間変化に対するグラフ、Figure3(b)にアレイ電圧の変化に対するアレイ電力の変化 (以下  $dP_a/dV_a$ ) 及び、アレイ電力の時間変化 (以下  $dP_a/dt$ ) のグラフを示す。 $dP_a/dV_a$ ,  $dP_a/dt$  は移動平均を用いて、 $dt$  はアレイ電圧の周期の半分以下の 0,1 とする。B 社製 PCS では日射安定時、アレイ電圧は周期約 1.5s, 振幅約 4V で制

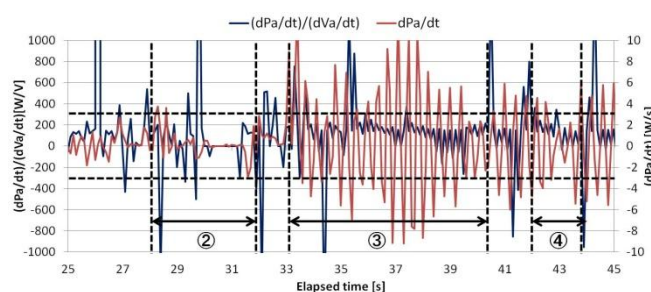
御しており、これを通常動作とする。また、 $dP_a/dV_a$  を 12,5ms で計測し、 $dP_a/dV_a = \pm 300$  を閾値として設定する。

$dP_a/dV_a$ は閾値  $\pm 300$  以内 (②) となっていると、PCS は日射安定とみなし、通常動作を行う。しかし、 $dP_a/dV_a$  が閾値  $\pm 300$  の値を大きく超えると (③), PCS は日射増加と判断し、最大出力を得られるように、アレイ電圧を制御しながらアレイ電力を増加させる。その特徴として、アレイ電流 0,3A/s 増加に加えて、初めにアレイ電圧を約 10V と大きく増加させ、4s 掛けて徐々に減少させていき (①), その動作を繰り返し行いアレイ電圧を制御している。

アレイ電圧を増加させていくなかで、 $dP_a/dV_a$ が閾値  $\pm 300$  程度となると (④), アレイ電圧が最大出力電圧となったと判断し、アレイ電圧の増加をやめ通常動作に戻る。



(a)



(b)

Figure3. At increased irradiation

### 4. まとめ

A 社製 PCS では徐々にストリング電圧を上昇させているのに対して、B 社製 PCS では一度急激にアレイ電圧を上昇させてから減少させる動作を繰り返す制御を行っている。それらの制御を行う為の判断基準として  $dV/dt$  もしくは  $dP_a/dV_a$  の振幅があり、A 社製 PCS については  $dV/dt$  と  $dP/dt$  の周期の位相関係がある。各社 PCS には制御の仕方に大きな違いがある。