

結晶系太陽電池モジュールの互換性に関する実験的検討

- ストリング間の開放電圧の違いが発電量に及ぼす影響 -

Study on Interchangeability of Crystalline PV Modules

- Daily output energy by Difference in Open Circuit Voltage between Strings -

○山中直紀¹, 高橋克弥¹, 西川省吾²

*Naoki Yamanaka¹, Katsuya Takahashi¹, Shogo Nishikawa²

Abstract: If some PV modules that have passed a long period after installation were damaged, it is difficult to exchange for modules with same electrical property. Reverse voltage of different Module usually is prevented with the bypass diode. however when diode deteriorates, reverse voltage may be built over a different module. And there is danger of heat and ignition of module, and power generation performance is given adverse effect. In this report, we reports the result of investigation of effects that difference in the open circuit voltage between strings gives electric power generation.

1. はじめに

設置後長期間経過した太陽電池アレイの一部のモジュールが破損した場合、同一型式のモジュール（以下、基本モジュール）と交換することが困難な可能性がある。もし、基本モジュールに対して電気特性の異なるモジュール（以下、異種モジュール）と交換すると、通常は逆電圧をモジュールに接続されたバイパスダイオードで防止しているが、ダイオードが故障した場合、異種モジュールに逆電圧がかかり発熱、発火の危険性があると同時に発電性能に悪影響を与える可能性がある。このため、本研究では安全性と発電性能の観点から異種モジュールの電気特性の判断基準を明らかにすることを目的とする。

本稿では、ストリング間の開放電圧の違いが日積算発電量に与える影響の調査結果を報告する。

2. 実施内容

< 2. 1 > 試験設備

今回は Figure 1 に示すようにストリング 3 に異種モジュールを 1~3 枚接続し、基本モジュールと合わせて 9 枚になるように接続した場合とストリング 3 の基本

モジュールを 1~2 枚短絡し、基本モジュールを 7~8 枚で接続した場合について実施した。

基本モジュールにはバイパスダイオードを接続し、異種モジュールには接続していない。各ストリングには逆流防止ダイオードを接続した。また、今回は 1 秒間隔で計測したデータを用いた。パワーコンディショナ（以下、PCS）は a 社、b 社、c 社と 1 台ずつ切り替えて調査した。

< 2. 2 > モジュールとアレイの仕様

Table1にモジュールの仕様を示す。またTable2に今回試験したアレイの仕様を示す。ストリング1,2 に対するストリング3 の開放電圧の比をkvとし、式(1)のとおり定義した。さらにkv=1.00のアレイ容量に対する各kvのアレイ容量の比をkivとする。

Table 1. Specification of modules

	Module A	Module B	Module C
Use	Basic	Different ①	Different ②
Open circuit voltage [V]	25.61	32.70	50.90
Short circuit current [A]	8.21	5.50	5.57
Maximum power [W]	153	132	210

Table 2. Specification of array

Constitution of String 3	Voc[V]	kv	kiv
Module A*7	179.27	0.78	0.93
Module A*8	204.88	0.89	0.96
Module A*7+Module B*1	211.97	0.92	0.96
Module A*9	230.49	1.00	1.00
Module A*8+Module B*1	237.58	1.03	0.99
Module A*8+Module C*1	255.78	1.11	1.01
Module A*7+Module C*2	281.07	1.22	1.03
Module A*6+Module C*3	306.36	1.33	1.04
Module A*5+Module C*4	331.65	1.44	1.06

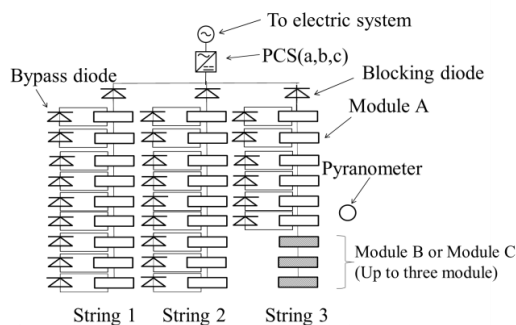


Figure 1. Figure of array composition

1 : 日大理工・院（前）・電気 2 : 日大理工・教員・電気

$$kv = \frac{\text{Voc of the string3}}{\text{Voc of string1,2}} \quad (1)$$

< 2. 3 > 調査内容

各 kv における日積算日射量と太陽電池の単位容量あたりの日積算発電量の関係について調査した。

3. 結果

< 3.1 > 日積算日射量と単位容量あたりの日積算発電量の関係

Figure2に PCS:a に接続した場合における日積算日射量と太陽電池の単位容量あたりの日積算発電量の関係を示す。Figure2 を見ると、kv=0.89 の場合、日射量によらず発電量は kv=1.00 とほぼ等しくなる。しかし、kv=0.78 の場合では、発電量が kv=1.00 とほぼ等しくなる場合があるが、同じ日射量でも発電量が高い場合と低い場合があった。この差は約 1kWh/kW であった。これは kv=1.03, 1.11 でも同様に発生した。

また、kv=1.22 以上の場合、はっきりと発電量が高い場合と低い場合に分かれた。発電量が高い場合では日射量が 5kWh/m²・day の場合でも発電量は 1.5kWh/kW となり、他の kv に比べて発電量が低くなった。また日射量が 5kWh/m²・day の場合の発電量が高い場合と低い場合との差は約 2 kWh/kW となった。

Figure3 に kv=1.22 の場合のアレイの P-V 曲線の一例を示す。この図より kv=1.22 では低電圧側でピーク出力になる場合と高電圧側でピーク出力になる場合がある。そのため、Figure2 のような発電量が高い場合と低い場合が出てしまった。

また Figure3 より低電圧側のピーク出力が 2.75kW に対し、高電圧側ではピーク出力は 0.825kW であり、その差は 1.93kW ととなる。a 社の PCS では高電圧側で動作している場合が多いため、他の kv に比べて日積算発電量が低くなった。

PCS:b では kv=1.33 以上で、PCS:c では kv=1.22 で発電量ははっきり分かれた。

< 3. 2 > 各 kv におけるアレイ電圧の動作の違い

Figure4 に PCS:a に接続した場合の各 kv におけるアレイ電圧の発生分布を示す。

Figure4 を見ると、kv=1.22 以上の場合でアレイ電圧は高い電圧で動作していることが多いことがわかる。

これは、kv=1.33, 1.44 も kv=1.22 と同様、Figure 3 のように P-V 曲線が二段に分かれてしまったからである。したがって、前述のように kv=1.22 以上の場合 Figure 2 のように発電量が低くなってしまう。

4. まとめ

今回はストリング間の開放電圧の違いが発電量に与える影響について調査した。発電量が kv=1.00 とほぼ等しくなったのは kv=0.89 の場合であった。しかし kv=1.22 未満の場合でも発電量は多少低下してしまうが、kv=1.00 の場合と近い発電量となった。また、kv=1.22 以上になると発電量は大きく低下してしまった。

今回の結果より kv が大きくなりすぎてしまうと発電量が低くなっていくことが分かった。

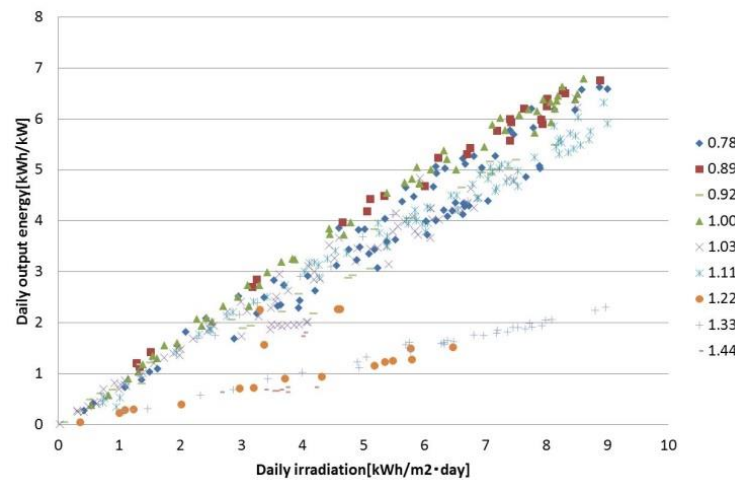


Figure 2. Daily irradiation-Daily output energy (PCS:a)

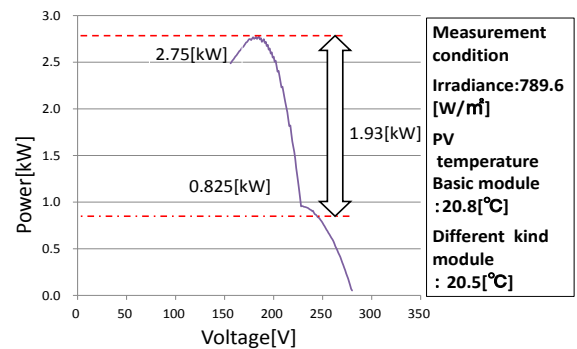


Figure 3. P-V curve (kv=1.22)

PCS	kv	0.78	0.89	0.92	1.00	1.03	1.11	1.22	1.33	1.44
V<130										
130≤V<140										
140≤V<150										
150≤V<160										
160≤V<170										
170≤V<180										
180≤V<190										
190≤V<200										
200≤V<210										
210≤V<220										
220≤V<230										
230≤V<240										
240≤V<250										
250≤V<260										
260≤V<270										
270≤V<280										
280≤V<290										
290≤V<300										
300≤V<310										
310≤V										

Figure 4. Array voltage probability (PCS:a)