

独立型太陽光発電による夜間照明の試作 ～FREA 製モジュールの再活用～

福島県立テクノアカデミー浜 職業能力開発短期大学校 計測制御工学科

○発表者名 門馬悠太

指導教官 尾形嘉智

1. はじめに

近年、地球温暖化が問題となっており、再生可能エネルギーへの注目度が世界的に増している。太陽光発電は、太陽電池に日光を当てることで、二酸化炭素を発生させずに電力を取り出すことができるため、再生可能エネルギーとして利用が拡大している。そこで、太陽光発電に関して理解を深めるために、昨年度から独立型太陽光発電による夜間照明の試作を行っている⁽¹⁾。本研究では、実際に屋外照明としての実用を目指したシステムを試作したので報告する。

2. 太陽電池モジュールの外観と仕様

図1に、今回使用した太陽電池モジュールの外観例を示す。このモジュールは、2018年度に本校がWGCソーラーカーレースに参加した際に搭載していたもので、産総研福島再生可能エネルギー研究所より提供を受けたものである。表1にモジュールの仕様を示す。現状での使用となるため参考に特性を測定した。

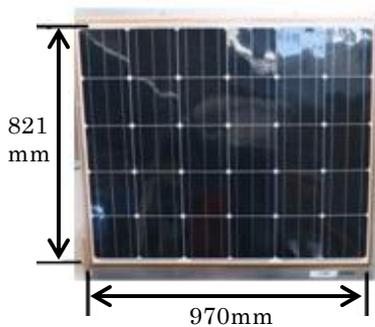


図1 太陽電池モジュールの外観例

表1 太陽電池モジュールの仕様⁽²⁾

モジュール仕様	$I_{sc}(A)$	9.31
	$V_{oc}(V)$	19.4
	$P_{max}(W)$	135
	$I_{pm}(A)$	8.52
	$V_{pm}(V)$	15.9
	FF(%)	75.0
	Eff(%)	17.0
	wt(kg)	1.5

3. 太陽電池モジュールの特性測定

図2に特性測定回路を示す。図2において、 R_s は、電流を変化させる摺動抵抗を示す。SW1は、モジュールの開放電圧 $V_{oc}(V)$ 測定するスイッチであり、SW2とSW3はモジュールの短絡電流 $I_{sc}(A)$ を測定する為のスイッチである。特性は、デジタルマルチメータ(MODEL732, 横河電機製)を使用して測定した。特性測定時の照度は、アナログ照度計 (IM-1W, 東京光学機器製) を使用して測定した。図3に、各モジュールについて参考測定した電力特性例を示す。図3において、モジュール(a)、モジュール(b)、及びモジュール(c)の電力 $P_{pv}(W)$ は、電圧 $V_{pv}(V)$ が16V程度で、それぞれ約110W発電できることが分かる。この3枚のモジュールは、今回測定した特性と仕様上の最大出力 $P_{max}(W)$ が135Wであることを比較すると、8割以上の電力を発生していることから、問題なく活用できると考えた。一方モジュール(d)は、電力が若干少なく、電流の特性が不安定であった。外観を再確認したところ、バックプレートの変形や、セルにやや凹凸があったことから、何らかの不具合があると考えられ、使用しないことにした。今回は、比較的特性が揃っているモジュール(a)とモジュール(c)を組み合わせて使用することにした。

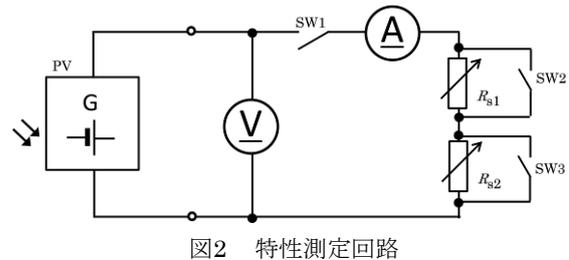


図2 特性測定回路

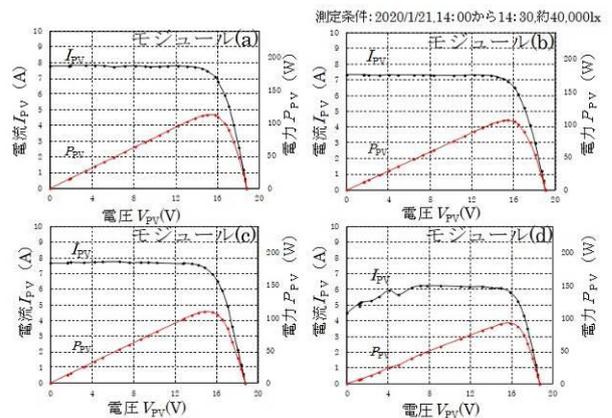


図3 電力特性例

4. システム構成の検討

屋外での夜間照明として、十分な照度を得るための電力量確保と、長い配線路での電圧降下を考慮する必要があると考えた。そこで、システム電圧を 24V とするために、モジュール及び、蓄電池を 2 個直列接続とすることにした。また、測定したモジュールの電力特性から、2 枚組み合わせて使用する事で、余裕をもった充電ができる蓄電池容量を検討した。その結果、蓄電池は、12V55Ah を 2 個 (1320Wh) を直列で使用することとした。蓄電池は、安価で十分な容量を得られる、エンジン始動用鉛蓄電池を使用するために、放電深度を 20% と浅く設定することとした。この場合、夜間照明として使用できる電力は、270Wh 程度となる。照明器具はこの電力量を基準にして、18W の LED を 3 灯で 5 時間程度使用することを見込んだ。なお、無日照日は 1 日とした。

5. システム構成

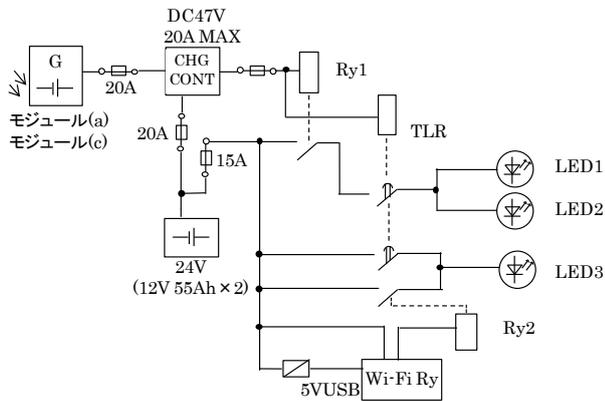


図4 システム系統図



図5 システム外観

図 4 に今回試作したシステムの系統図を示す。モジュールおよび蓄電池は、直列接続し、24V システムとした。モジュールは、チャージコントローラを介して蓄電池と接続した。チャージコントローラ (最大入力電圧 47V, 連続入力電流 20A) は、モジュールの仕様に合わせて選定した。蓄電池は、D26R(12V,55Ah,5hr) を 2 個使用した。各回路には、ヒューズを設けて短絡時の安全性を確保した。LED 投光器 (18W) は、3 灯接続した。図 5 にシステム外観を

示す。モジュールの木枠は、建築科の協力を得て組み立てていただいた。蓄電池及び制御回路は、汎用の BOX を加工し、格納した。

6. 動作状況



図6 充電状態



図7 夜間照明の点灯状態

図 6 に充電状態を示す。蓄電池に充電される電流及び電圧は、コントローラの二次側で測定した。図 6 において、電圧が約 28V、電流が約 7A であり、おおよそ 200W 充電できることがわかる。この充電状態では、LED3 灯(54W) を 12 時間点灯後に 3.5 時間程度で、回復充電できると考えられる。図 7 に夜間照明の点灯状態を示す。十分な明るさを得ることができた。

7. おわりに

独立型太陽光発電による夜間照明の試作を行った。その結果、ソーラーカーレースに使用した太陽電池モジュールを再活用、及び 24V システムの構築ができた。今後の課題として、LED 投光器の増設のための電池容量の増大化、及び本設に向けた安全な設置方法の検討が必要である。

参考文献

- (1) 菅原伊織、尾形嘉智:” 独立型太陽光発電による夜間照明の試作”、平成 30 年度卒業研究要旨集
- (2) 産総研福島再生可能エネルギー研究所資料(2018)