

# 太陽電池模擬電源による最大電力点追従制御の評価

興石 浩吉\*, 松川 洋, 黒川 浩助 (東京農工大学), 濱田 正泰, 劉 波 (マイウェイ技研)

Evaluation of Maximum Power Point Tracking Operation with PV Array I-V Curve Simulator

Koukichi Koshiishi, Hiroshi Matukawa, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology)

Masahiro Hamada, Liu bo (Myway Labs Co. Ltd)

## 1. はじめに

太陽光発電(以下 PV)用インバータの試験を行うには、再現性のある太陽電池模擬電源を使用することが有効である。そこで、本研究室とマイウェイ技研(株)で太陽電池模擬電源を共同開発した。この太陽電池模擬電源は、マイウェイ製の電源・電子負荷装置(以下 APL)を改良し、マイウェイ技研がハード面と通信・制御ソフトの開発を行い、本研究室で太陽電池出力特性である電流-電圧(I-V)作成ソフトの開発を行った。この I-V 作成ソフトにより、本研究室の松川らの研究<sup>1)</sup>による I-V 特性を模擬することができ、部分的な陰による出力低下や、アレイ構成もソフト上で自由に変更できる。

本論文では、この太陽電池模擬電源の日射急変応答速度試験を行ったので、その結果を報告する。また、この太陽電池模擬電源を使用した、住宅用 PV インバータの MPPT 制御の試験方法について提案する。

## 2. 太陽電池模擬電源

この太陽電池模擬電源の特徴は、以下に挙げられる。

- ・1秒値で1日分(約9時間)に及ぶ日射変動を模擬できる
- ・太陽電池の特性に忠実な出力が可能
- ・従来品と比べ小型・軽量かつ安価である
- ・パソコンにより制御可能で、操作性が高い
- ・住宅用程度の規模のシステムを模擬することが可能

この太陽電池模擬電源を用いることで、インバータの試験や検査、系統連系試験、独立型システムにおける蓄電池の充放電試験、ハイブリッドシステムにおける運用模擬試験など幅広い応用が考えられる。

表1 定格

定格出力	400[V] 25[A]
I-V データ更新周期	1秒~60秒
連続運転時間	1秒値で約9時間
太陽電池モジュール枚数	99枚まで

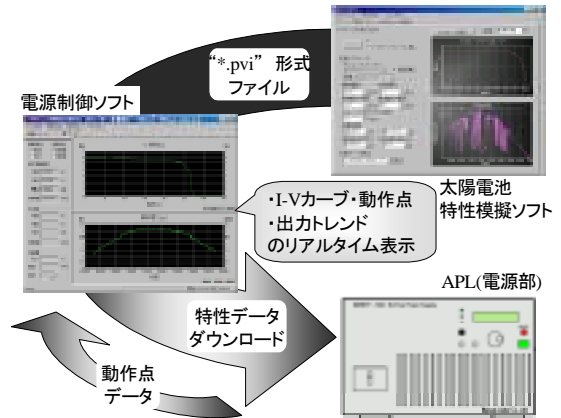


図1 システム構成

太陽電池模擬電源のシステム構成を図1に示す。"太陽電池特性模擬ソフト"により、太陽電池の I-V 特性ファイルを作成する。実測日射データを使用でき、精度の高い模擬データを作成することができる。その特性ファイルを"電源制御ソフト"に取り込み、電源の運転前に電源側のメモリーにダウンロードする。電源は DSP により制御される。運転中は、電源より動作点データが返され、制御ソフト上に表示される。

## 3. 太陽電池模擬電源動作試験

太陽電池模擬電源動作の確認のため、日射変動試験、負荷変動試験を行った。図2にその計測回路を示す。ここで、APLは太陽電池模擬電源として動作させている。日射を 0.5[kW/m<sup>2</sup>]から 1.0[kW/m<sup>2</sup>]へ急変させた結果を図3に示す。この結果、日射急変応答速度は約 25[ms]であり、また、日射を 1.0[kW/m<sup>2</sup>]から 0.5[kW/m<sup>2</sup>]と急変させたときも同様約 25[ms]であった。また、負荷を 100[ ]から 1000[ ]急変、またその逆の負荷急変試験では、それぞれ 25[ms]、16[ms] (マイウェイによる)であった。この結果、この太陽電池模擬電源では、1秒値の日射データを用いた実験に十分妥当であると考えられる。

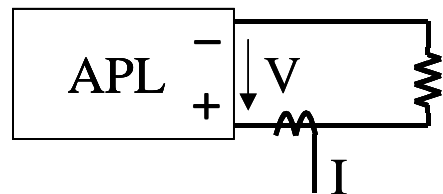


図2 計測回路

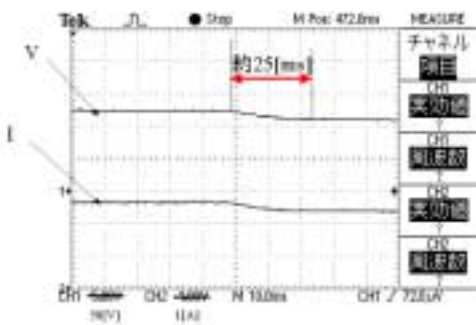


図3．日射急変応答試験結果

#### 4．PV インバータのMPPT 制御評価試験方法

前述した太陽電池模擬電源を使用し、PV インバータのMPPT 制御試験方法を提案する。試験に使用する日射データは、電子技術総合研究所にて測定した86年9月～90年4月の日射データの中から、晴天日と変動の激しい日の合計4日分の日射データを使用する。実験に使用する日射データを図4～図7に示す。これら日射データの11時～13時の日射データを用い、日射変動、温度変動によるMPPT 効率の評価を行う。ここで、MPPT 効率 $K_{PM}$ を次式のように定義した。

$$K_{PM} = \frac{\sum \text{アレイ電力}}{\sum P_{\max} \text{電力}} \quad \dots$$

(1)

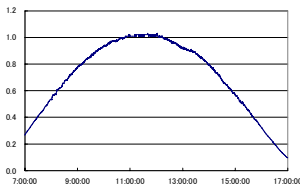


図4．晴天

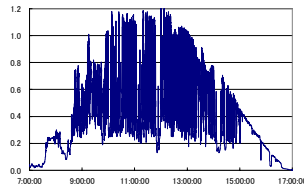


図5．変動1

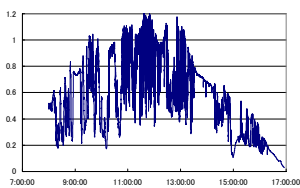


図6．変動2

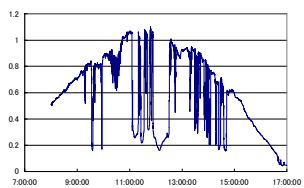


図7．変動3

##### 4.1．日射変動によるMPPT 効率評価

日射変動でのMPPT 効率を評価するため、モジュール温度一定で作成したI-V カーブにより実験を行う。また、各日射強度の平均値で除算した日射強度を、その移動平均の差分で処理し、その標準偏差を求めることで、相対日射変動度と定義し、日射変動によるMPPT 効率を定量的に評価する。

##### 4.2．温度変化によるMPPT 効率評価

次に、モジュール温度変化試験方法について提案する。モジュール温度上昇を推定するには、日射強度、気温、風速など、日射データ以外に気象データを必要とする。しかし、今回は日射データのみ

しかなく、正確な温度上昇推定がほぼ不可能である。

そこで、温度の推定として、日射強度データの移動平均により均した日射強度データを用い、式(2)、式(3)に示す roof 型温度上昇推定モデルにて温度を推定する。

$$T_{CR} = T_A + \Delta T \quad \dots (2)$$

$$\Delta T = (-6.036 + 0.274 \cdot V + 0.071 \cdot V^2) + H_{AE} \cdot (45.63 - 5.91 \cdot V + 0.333 \cdot V^2) \quad \dots (3)$$

$T_{CR}$ : モジュール温度  $T_A$ : 気温  $V$ : 風速  $H_{AE}$ : 日射強度  
ただし、風速1m・気温15一定とした。

ここで、住宅などに用いられている建材一体型や、放熱効果の高いオープン型などでは、それぞれ温度変化は大きくかわると思われ、あるサイトの建材一体型の最大温度変動速度、オープン型の最大温度変動速度をそれぞれ求めた。その結果、あるサイトの建材一体型の最大温度変動速度は約0.05[°C/s]、また、オープン型では約0.5[°C/s]であった。前述した移動平均で均す区間を変化させることで、温度変動速度を変化させ、MPPT 効率の評価を行う。“変動1”の日射強度データで各移動平均区間幅での温度推定値を図8に示す。また、各移動平均区間幅での最大温度変動速度を表2に示す。

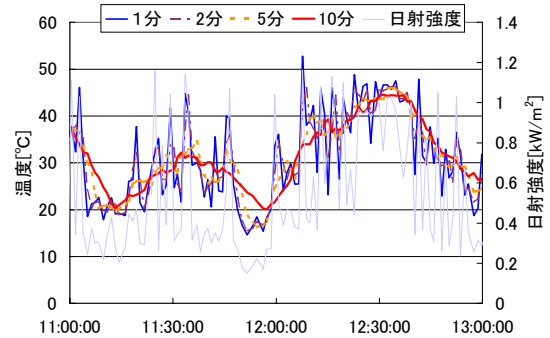


図8．変動1日射での各移動平均による温度変化の様子

表2．各移動平均区間幅における最大温度変動速度

移動平均区間幅	1分	2分	5分	10分
最大温度変動速度[°C/s]	0.56	0.33	0.13	0.07

#### 5．まとめ

本論文では、(株)マイウエイ技研と黒川浩助研究室で共同開発した太陽電池模擬電源の日射急変応答試験を行った。その結果、日射上昇、日射下降急変試験において、約25[ms]という結果が得られた。この結果、この太陽電池模擬電源では、1秒値日射データにも十分対応し、本論分で提案した試験方法により、PV インバータのMPPT 制御評価を行うことができると考えられる。また、MPPT 制御以外にも、PV インバータ全般の各試験にも有効であると考えられる。

##### 参考文献

- 1) 松川洋, 塩谷正樹, 黒川浩助, 山田隆夫, 杉浦忠敏: 建築設計のための太陽電池アレイシミュレーション手法に関する検討, (1999) 太陽風力講演論文集