

太陽光発電における最大電力点追従制御システムの評価

学生員 興石 浩吉*, 正員 黒川 浩助 (東京農工大学)

Evaluation of Maximum Power Point Tracking Operation of PV Systems

Koukichi Koshiishi*, Member, Kosuke Kurokawa*, Member

*Tokyo University of Agriculture & Technology

1. まえがき

現在、太陽電池の性能を最大限に利用するために最大電力点追従 (MPPT) 制御を行う機能を備えた太陽光発電 (PV) システムが一般的である。けれども、実際のシステム動作では、MPPT 制御における運転出力が実際の Pmax から外れている場合があり、NEDO フィールドテスト・システムの 153 サイトでこの損失を積算すると、システム定格出力の約 5% になり⁽¹⁾、潜在的な問題がある。そこで筆者らは、システム動作と太陽電池アレイの I-V カーブ測定を同時に行い、インバータの動作状況を確認し、アレイ発電電力値と比較して MPPT 制御を評価し、SV 法による MPPT 効率を簡易的に推定し検証を行った。

2. 測定方法

MPPT 効率測定を行うため、2.6kW 系統連系 PV システム (電子技術総合研究所) にて測定を行った。I-V カーブ測定、システム動作時のアレイ発電電力測定を同時に行うため、図 1 に示すように、PV アレイを 2 分割にした。それぞれのアレイが平等な環境条件となるように配慮した。I-V カーブ測定により真の Pmax 値を求め、またシステム動作時の PV アレイ発電電力、モジュール温度を測定する。I-V カーブトレーサーとしては Spire 社の SPI-ARRAY TESTER™ 800 を使用した。

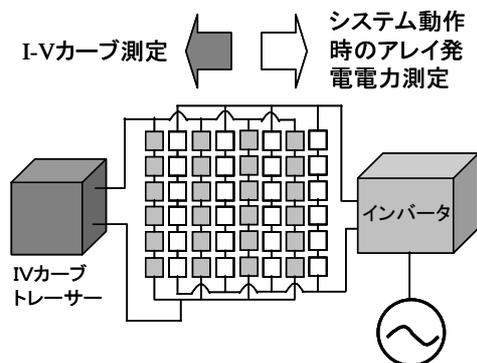


図 1. MPPT 制御評価用システム構成

3. SV 法による MPPT 効率の簡易推定法

SV 法では以下に示す損失因子を想定し、PV システムの運転状態を分析する。

影の影響による損失の割合 : K_{HS}

モジュール温度上昇による損失の割合 : K_{PT}

MPPT ミスマッチによる損失の割合 : K_{PM}

インバータ損失による損失の割合 : K_C

入射角依存性等による損失の割合 : K_{PO}

SV 法を基に簡易的に MPPT 効率を推定するため、測定で得られるデータに温度補正を行った後、MPPT 効率を推定する。

測定によって得られた真の Pmax 値とアレイ出力電力値を式(1)の温度補正係数 (K_{PT}) で除算して補正する。

$$K_{PT} = 1 + P_{MAX} \times (T_{cr} - T_r) \dots (1)$$

ここで、 K_{cr} はモジュール温度、 T_s は 25 である。次に、G - アレイ出力 (E) 特性から、理想的なアレイの最大出力直線 (MPPT 損失無し ($K_{PM} = 1$)) を求め、そこからのずれを MPPT ミスマッチ損失とする。MPPT 損失無しの最大出力 (E_{NM}) 直線は式(2)によって定義し、定数 a は日射強度に対する最大出力とするため E_{NM}/G の上位 5% とした。

$$E_{NM} = a \times G \dots (2)$$

MPPT 効率を推定し、実測値と比較することで検証していく。

4. 測定結果

4.1 測定結果

測定条件として、1 分間隔で測定し、2000 年 2 月 3 日に測定を行った。アレイ面にかかる建物などの部分的な影は生じない環境である。測定日の天候は晴天であった

が、日射変動が激しかった。I-V カーブトレーサーから得られる温度補正後の G - Pmax 特性を図 2 に示す。次に、システム動作を行った側の G - アレイ出力電力特性を図 3 に示す。図中に示されている直線は、この特性図から求められる MPPT ミスマッチ損失を含まない直線である。

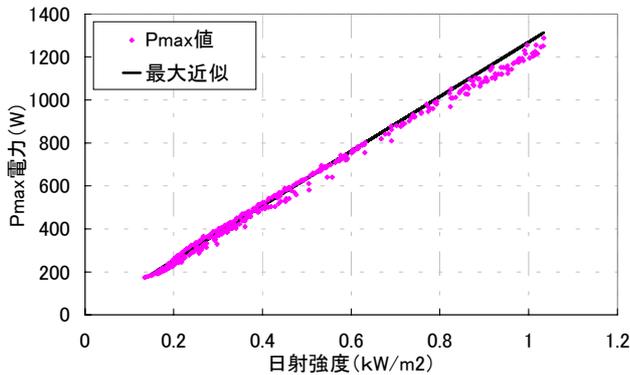


図 2 . 温度補正後の G-Pmax 特性

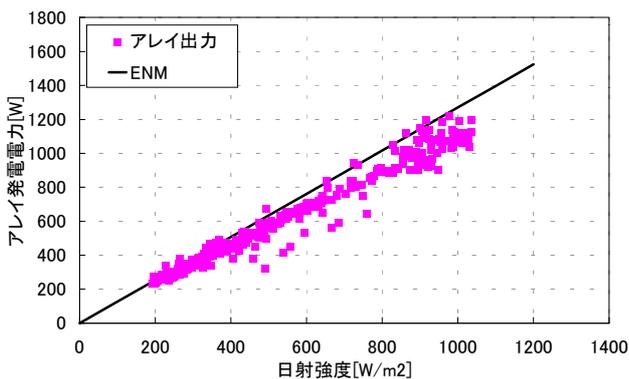


図 3 . 温度補正後の G-アレイ出力電力特性

4.2 SV 法による MPPT 効率簡易推定法の評価

SV 法により求められる MPPT ミスマッチ損失 (K_{PM}) と実測値による損失を比較する。ここで、実測値による K_{PM} を、次式によって定義する。

$$K_{PM} = \frac{\sum \text{アレイ発電電力}}{\sum P_{\text{max}} \text{値}} \times 100 [\%] \cdot (4)$$

この結果、実測値での K_{PM} の値は 96.4% であり、SV 法により推定される K_{PM} の値は 96.2% となった。この 0.2% の差は実測値の測定誤差、または日陰による損失などが考えられるが、測定場所に影の影響がなかったことから測定誤差であると考えられる。そのため、それぞれにおける K_{PM} の値が一致するといえ、前述の SV 法を基にした簡易推定法が正しいと証明できる。

5. REPP データでの評価

前述した評価法が他データに適用させ、REPP (自然エネルギー推進市民フォーラム) 住宅用システムから得られるデータの中から、アレイ面日射量とアレイ電力量を使用し評価を行った。

アレイ発電量と日射量の時系列変化を調べることで日陰の影響の無いシステムを選び、99 年 8 月のデータを用いて評価する。日射量 - アレイ発電量特性を図 4 に示す。このデータで SV 法による MPPT 効率の推定を行うと、この月の K_{PM} は 88.5% にもなった。この約 12% もの損失によってアレイの性能を最大限に利用できておらず、この原因を突き止める必要がある。

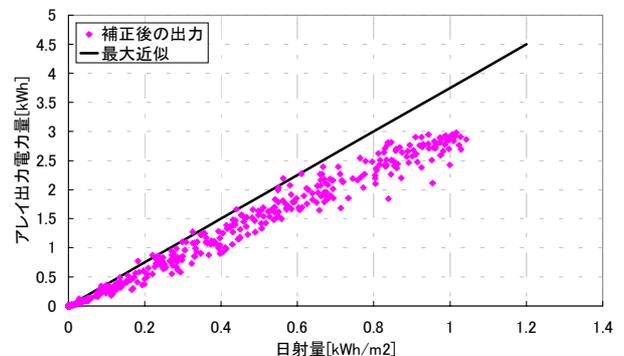


図 4 . REPP データによる日射量 発電量の関係

6. まとめ

本論文では、系統連系型 PV システムにおいて、SV 法によって推定される MPPT ミスマッチ損失と実測値を比較することで、SV 法による MPPT ミスマッチ損失推定法の検証を行った。その結果、SV 法を基にした簡易推定法による MPPT ミスマッチ損失推定値と実測値による損失値が一致したため、SV 法による MPPT ミスマッチ損失簡易推定法の正しさを証明できた。

今後、実験回数・実験サイトを増やして SV 法による MPPT ミスマッチ損失推定の妥当性の検証を進め、SV 法による推定法の精度向上を図る。

文献

- [1] K.Kurokawa, D.Uchida, K.Otani, T.Sugiura: "Realistic PV Performance values obtained by a number of grid-connected systems in Japan", North Sun '99, Edmonton, Technical-Session 9