

SV 法による太陽光発電システムの損失因子の詳細化

山口 智彦 内田 奈輔 黒川 浩助 (東京農工大学)

大谷 謙仁 (電子技術総合研究所) 杉浦 忠敏 (日本品質保証機構)

Improvement of Adding Essential Loss Factors by the SV Method

Akihiko Yamaguchi, Daisuke Uchida, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology),

Kenji Otani (Electrotechnical Laboratory) and Tadashi Sugiura (Japan Quality assurance Organization)

1. はじめに

地球環境問題に対する意識の高まりとともに、太陽光発電 (PV) システムの普及が進められ、各公共施設等や住宅にもすでに設置され始めているが、実際の運転状態における各システムの評価が十分になされているとはいえない。

この状況において、各システムの運転データからさまざまな損失因子を求めることのできる評価方法 (SV 法) を開発した^{[1] [2]}。すでにいくつかの損失因子が求められているが、更なる詳細化がはかられている。本報告では、SV 法において従来分離できず、その他として扱ってきた損失因子を今回は太陽光のアレイ面に対する入射角による損失、直流回路損失、汚れ等による損失の 3 つに分離することを試みた。

2. SV 法の入力項目

システム構成は図 1 に示す。測定は以下の 4 点で行う。

G_A : 傾斜面日射強度 [kWm⁻²]

T_C : モジュール温度 []

P_A : 太陽電池出力電力 [kW]

P_P : PV システム出力電力 [kW]

各種システムから得られる異なった計測仕様にもかかわらず、同一の評価アルゴリズムを適用するために、記録データを 1 時間積算値または平均値に換算したものが SV 法の入力項目である。以下にその記録量を示す。

H_A : 時積算傾斜面日射量 [kWhm⁻²]

T_A : モジュールの平均気温 (1 時間) []

E_A : 時積算太陽電池アレイ出力電力量 [kWh]

E_P : 時積算 PV システム出力電力量 [kWh]

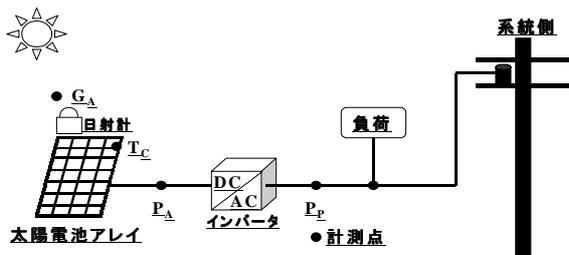


図 1 PV システムにおける測定点

Fig.1 Measured point in a PV System

3. 評価方法

3.1 システムの損失因子

PV システムの評価においては、システム効率を低減させる損失因子を明らかにすることができれば、今後のシステム特性改良の指針にすることができる。主な損失因子を以下に示す。(太字は今回新たに分離を試みた損失因子)

K_{HS} : 影の影響による損失

K_{PS} : **汚れ等による損失**

K_{PI} : **太陽光の入射角による (入射角依存性) 損失**

K_{PT} : 温度上昇によるモジュール効率低下による損失

K_{PE} : **直流回路損失**

K_{PM} : Pmax 制御ミスマッチ損失

K_C : インバータ効率による損失

これらの損失因子を 2 章で示した測定量から推定するために、特性パラメータを定義し、システムを評価する。

3.2 特性パラメータの定義式

特性パラメータの推定に用いた特性パラメータ推定モデルを図 2 に示す^[3]。

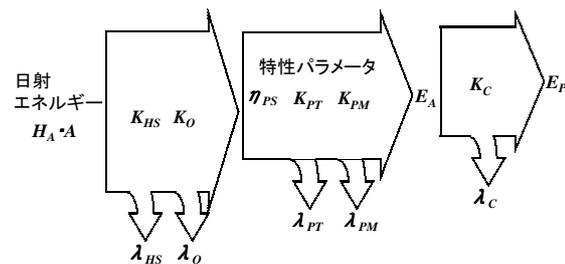


図 2 特性パラメータのモデル

Fig.2 System characteristic Parameters

$$K = \frac{E_P}{H_A \cdot A \cdot \eta_{PS}} = K_{HS} \cdot K_O \cdot K_{PT} \cdot K_{PM} \cdot K_C \quad (1)$$

ここで K_O は式(2)で表される。

$$K_O = K_{PI} \cdot K_{PE} \cdot K_{PS} \quad (2)$$

K : システム出力係数

K_O : その他の損失

A : PV アレイ面積

[m²]

η_{PS} : 標準状態の PV モジュール効率

3.3 入射角依存性補正係数の推定方法

アレイ面に対する太陽光の入射角 θ は式(3)で表される。

$$\cos \theta = (\sin \delta \cos \phi - \cos \delta \sin \phi \cos \alpha) \sin \beta + (\cos \delta \cos \phi + \sin \delta \sin \phi \cos \alpha) \cos \beta \cos \gamma + \cos \delta \sin \phi \sin \beta \cos \gamma \quad (3)$$

- ：太陽赤緯 [rad]
- ：アレイの設置緯度 [rad]
- ：太陽の時角 [rad] (南中を0、西向きに正)
- ：アレイ方位角 [rad] (南中を0、西向きに正)
- ：アレイの傾斜角度 [rad]

入射角依存性への分離手法を図3に示す。ここでの最上点を結んだ曲線が入射角依存性損失曲線となる。また、その曲線から実点までの差を直流回路損失とする。

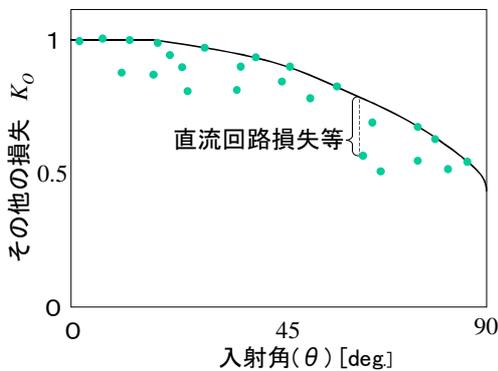


図3 入射角依存性への分離手法

Fig.3 Method for Separating into incident-angle-dependent optical loss

3.4 直流回路損失、汚れ等による損失の推定方法

横軸に傾斜面日射量、縦軸に直流回路損失をとってグラフを書くと図4に示す。さらに直流回路損失曲線から実点までの差を汚れ等による損失とする。

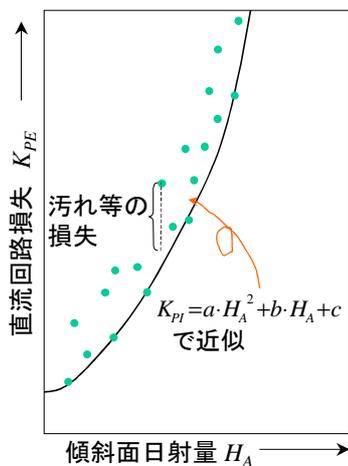


図4 直流回路損失の分離方法

Fig.4 Method for Separating into array circuit wiring loss

4. 結果

平成10年度のフィールドテスト158サイトでの運転データより月別の入射角依存性補正係数を図5に示す。入射角依存性補正係数は、冬季に値を小さくし、春季および秋季に値を大きくする。本来、夏季である6、7月は入射角が平均より小さくなるため入射角依存性補正係数は大きな値をとるはずだが、この時季は梅雨と重なり、空气中に水分が多くなり直達日射成分が減少し、散乱日射成分が増加したためと考えられる。

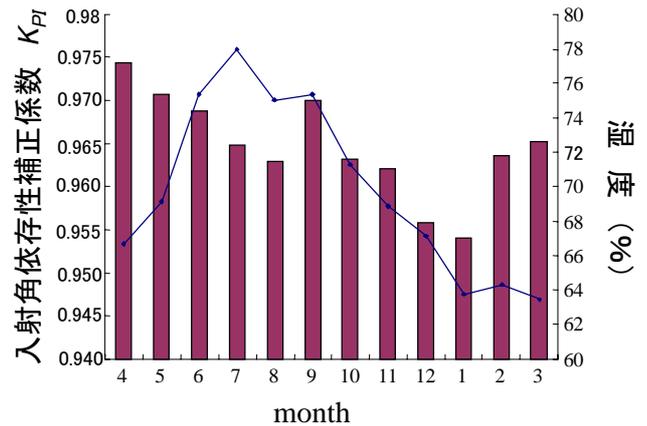


図5 月別の入射角依存性補正係数

Fig5 Monthly Spectral mismatch loss factor

5. むすび

PVシステムのシステム効率の低減となる損失因子を推定する方法の精度をより高めるために損失因子のさらなる詳細分離方法を検討した。その結果、入射角依存性損失については、特に夏季に季節的な影響を受けることが分かった。これは梅雨による湿度の影響と考えられる。さらに直流回路損失、汚れ等による損失については、今回の評価方法では他の評価誤差が蓄積してこのように明確に分離できない可能性が大きい。今後はこの点を回避するような評価方法について検討していきたい。

参考文献

- [1] D.Uchida, K.Otani, K.Kurokawa: Evaluation of Effective Shading Factor by Fitting a Clear-Day Pattern Obtained from Hourly Maximum Irradiance Data, PVSEC-11, 11th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Sapporo, Japan, Sept.20-24, (1999), 22-C-1-5.
- [2] 杉山、大谷、黒川 他：フィールドテストからの地域発電特性の解析方法、太陽/風力エネルギー講演論文集、1997
- [3] 黒川、若松：太陽光発電システム設計ガイドブック、オーム社(1993)