

住宅用太陽光発電システムの長期運転特性の評価に関する研究

学生員 中田 敦士 (東京農工大学), 学生員 大関 崇 (東京農工大学)

正員 黒川 浩助 (東京農工大学), 小池 寿文 (再生可能エネルギー推進市民フォーラム西日本)

Research of long term evaluation for residential photovoltaic systems

Atsushi Nakata, student member, Takashi Oozeki, student member, Kosuke Kurokawa, member, (Tokyo University of Agriculture and Technology), and Toshihumi Koike (Renewable Energy Promoting People's Forum West)

1. はじめに

太陽光発電 (以下, PV) は, 枯渇することのないクリーンな太陽エネルギーを利用することで, 発電時に温室効果ガスを発生させない魅力的な発電手法である。我が国でも導入目標値を定めるなど, 次世代のエネルギーとして大きな期待を寄せている。しかしながらこの期待や急成長に反して, PV はまだまだ多くの問題を抱えている。これらを解消するためには, 太陽光発電システムの評価を行い, 性能低下要因を明らかにしてシステムの改良を行うことが最も有効的な手段であると言える。

本稿では Sophisticated Verification 法 (以下, SV 法)⁽¹⁾を用いて九州電力と再生可能エネルギー推進市民フォーラム (REPW) とのコラボレーションによる複数年に渡る太陽光発電のモニタリング活動で得られた計測データを使用し評価を行った。

2. SV 法の概略

本研究室では, これまで太陽光発電システムを評価する手法として SV 法の開発を行ってきた。SV 法とは, システムの基礎情報 (緯度・経度・傾斜角など) をもとに, 傾斜面日射量, モジュール温度, アレイ出力電力量, システム出力電力量を用いて, 8 種類のシステム損失割合 (日陰, 入射角依存性, 温度, 負荷整合, 直流回路, パワーコンディショナスタンバイ, インバータ, その他・汚れ・劣化) を抽出することのできる評価方法である。しかしながら, SV 法を利用するために必要な 4 項目のデータを得るためには, 高価な計測機器への投資が必要な事もあり, 計測データが完全に得られているシステムはごく稀である。そのため, 少ないデータから解析する手法が求められている。SV 法には, 分離可能損失の項目は少なくなるが, 限られたデータからの評価も可能としている。前者 8 項目を分離するものを詳細評価とよび, 後者を簡易評価と呼んでいる⁽²⁾。本稿では, 主に簡易評価を用いた評価結果について報告する。

3. 簡易評価法の概略

SV 法簡易評価は, システム出力電力量のデータのみから, 評価を行う手法である。現在は, システム出力係数と二つのシステム損失 (日陰, インバータ) の分離を可能としている。簡易評価手法の骨子は, 各地点における日射量を推定することである。本手法では, 気象庁から配信されている, AMeDAS と地上気象官署のデータを併用し時刻別水平面日射量を推定する方法を用いる。時刻別の推定値の積算である月積算ベースでの推定精度は, PV システムを評価するのに十分であることを確認している⁽³⁾。

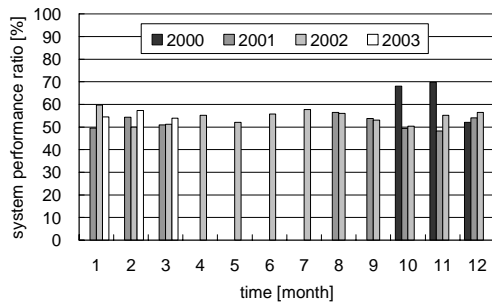
ここで, 上述した分離可能な損失について簡単に説明する。インバータの損失は, インバータの入出力電力量の差であるがシステム出力電力量のみの計測のためアレイ出力電力量の推定が必要となる。推定には, インバータ各々の効率曲線とインバータ定格容量から推定することができる。効率曲線は入手困難なことが多いため, 本論文では代表的な効率曲線を利用している。また, 日陰の損失は, 日射計周辺の障害物によって生じる日陰を対象として, 影響を受ける日射は直達光のみとしている。さらに, 日太陽軌道と高度は 1 ヶ月の間であれば, その移動幅は無視できるものと仮定する。分離手法は, 実測のシステム出力電力量の快晴日パターンと AMeDAS の快晴日パターンから作成した理論出力パターンとの比較により 1 ヶ月単位の日陰を分離することができる⁽⁴⁾。

4. 簡易評価法による解析

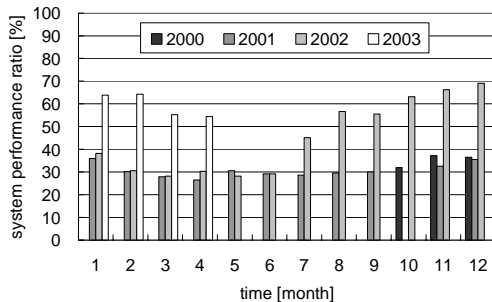
4.1 システム出力係数の経年変化

データは 2001 年 10 月 ~ 2003 年 9 月まで連続して計測されたデータを利用した。また, 利用したデータのサイト数は全部で 48 個あり, 16 サイトずつ 3 グループに分類されている。これらは PV の設置時期が異なり, 一つのグループは 1999 年度に設置され, 計測開始は 2000 年度である。2 つ目のグループは 2000 年度に設置され, 計測開始は 2001 年度であり, 最後のグループは 2001 年度に設置され, 計測開

始は 2002 年度である。これらのデータを利用し、簡易評価法でシステム出力係数を算出し、経年変化を見る。図 1 は算出したシステム出力係数の結果である。(a)は成績順位が下から二番目に位置するサイトであり、年間を通して約 60%の出力しか出ていない。このサイトは現地の設置状況から日陰の影響があることを確認している。また、SV 法による日陰損失率でも 13% (平均 7%)を示した。(b)は大分県のサイトの解析結果であり、2001 年度は年間を通して、約 40%の出力となっている。この原因としては、日陰の影響と電圧上昇によるインバータの出力絞りの影響があったことを確認している。



(a) サイト A (鹿児島県)



(b) サイト B (大分県)

図 1 システム出力係数の経年変化

Fig. 1. Secular change of a system performance ratio

4.2 システム出力係数の度数分布

次に、48 サイトのシステム出力係数について、2000 年 10 月から 2003 年 9 月までの有効計測期間について平均値を算出し、度数分布グラフを図 2 に示した。

最低値である 40~50%のシステム出力係数を記録したサイトは、前述した図 1(b)の大分県のサイトである。さらに上位サイトについて着目すると、システム出力係数が 100%を超えている事がわかる。その一要因としては、実際の太陽電池モジュールの性能が定格よりも良いことが挙げられる。一例として最高値のサイトに関しては、モジュール定格 150W に対して 計測された最大出力は約 174W を示した。システム定格に換算すると、4.5kW に対して、5.232kW となる。

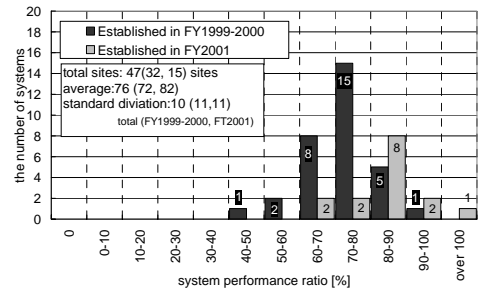


図 2 システム出力係数の度数分布

Fig. 2. Frequency distribution of a performance ratio

4.3 システム出力係数と損失割合

簡易評価法では、システム出力係数の他にシステム出力係数: K の平均値と、日陰損失割合: hs , 汚れ・劣化, 定格容量不足等の損失割合: po , インバータの損失割合: c が算出可能である。評価可能な全サイト, 全期間についての平均結果を図 3 に示す。解析結果から、損失に占める日陰損失率が 8%と平均的なサイトに比べて、大きい結果となった。また、算出したシステム出力係数の平均値が 76%となっているのは、前述した定格よりも実定格が良くなっていることが考えられる。特に 2001 年度以降設置されたサイトが高いシステム出力係数を示し、その影響が大きいと予想される。

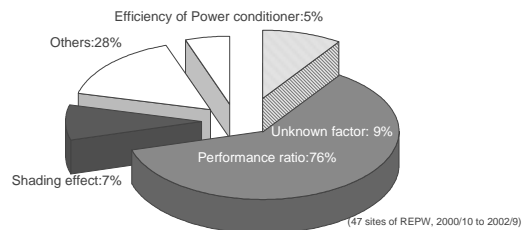


図 3 システム出力係数と損失割合

Fig. 3. A system performance ratio and loss rate

5. おわりに

本稿では SV 法と簡易評価法を使用してデータの解析を行った。システム出力電力量データのみから異常サイトのスクリーニング、簡易的な損失要因分析を行えることを示した。今後は、現地調査との比較によりその妥当性をさらに検討していくとともに、さらに詳細な損失の分離法等について検討していく。

文献

- (1) 大開他, 「太陽光発電システムの計測データを利用した評価手法に関する研究」, 太陽/風力エネルギー講演論文集(2001)
- (2) 井澤他, 「太陽光発電の簡易評価」, 太陽/風力エネルギー講演論文集(2002)
- (3) 大開他, 「太陽光発電システムの評価に関する日射量の推定方法」, 電気学会部門大会, (2004.8) (掲載予定)