

太陽光発電システムの評価に関する検討

～ アメダスデータ等を用いた日射量の推定方法 ～

学生員 山口 智彦、正員 黒川 浩助 (東京農工大学)、都筑 健 (REPP)、大谷 謙仁 (電子技術総合研究所)

Evaluation for Photovoltaic system ~ Method for estimate irradiation with AMeDAS data ~

Akihiko Yamaguchi*, Member, Kosuke Kurokawa*, Member, Ken Tuduku**, Kenji Otani***

*Tokyo University of Agriculture and Technology **Renewable Energy Promoting People's Forum

***Electrotechnical Laboratory

1. はじめに

自然エネルギー推進市民フォーラム(REPP)では、1997年4月から東京電力の協力により、一般住宅に太陽光発電(PV)システムを導入することで、環境的・エネルギー的に適切な発電法に対する一般市民の社会的意識の向上を目指した。その一方で、一部の特別なシステムを除いて、住宅用太陽光発電システムではシステムの解析を考慮していないため、計測器等を設置しておらず、システム解析が困難である。そこで本研究では、日射量等の測定項目をアメダスデータ等より推定し、運転特性を明らかにする解析方法を提案する。さらに、システム出力係数 K およびシステムの損失因子により 29 サイトにおける住宅用太陽光発電システムの発電特性を解析した。

2. 評価方法

PVシステムの評価には、本研究で提案したSV (Sophisticated Verification)法^{[1][2]}を用いた。評価に必要な記録量(1時間値)は、日射量、アレイ電力量、モジュール温度そしてシステム電力量の4つである。しかし、住宅用のPVシステムではシステム電力量しか測定されていないので、SV法を用いてシステムの評価を行うことが困難である。そこで今回は全国に800の観測地点を持つアメダスデータを用いて、測定がなされていない3つのデータの推定を行った。その推定方法および評価方法のフローを以下に示す。

2.1 未収集データの推定方法

未収集データの中で最も重要なものが日射量データは、アメダスデータに収集されている日照時間を用いて算出する。

$$H_S = CFh\{H_{S(n=0)} \cdot (1-n) + H_{S(n=1)} \cdot n\} \quad (2-1)$$

$$H_{S(n=0)} = a \cdot H_O + b \quad (2.2)$$

$$H_{S(n=1)} = c \cdot H_O + d \quad (2-3)$$

以上の式(2-1)~(2-3)を用いることで水平面日射量を算出することが可能である。また、モジュール温度もアメダスデータの風速データを用いて算出が可能であり、以下にその手法について示す。

$$T_{CR} = T_A + \Delta T \quad (2-4)$$

$$\Delta T = (-6.036 + 0.274 \cdot V + 0.071 \cdot V^2) + H_A \cdot (45.63 - 5.91 \cdot V + 0.333 \cdot V^2) \quad (2-5)$$

さらに、インバータの種類が分かればインバータの効率曲線を求めることが可能であるので以下の式でアレイ電力量を算出することが可能である。

$$E_A = \frac{E_P}{K_C} \quad (2-6)$$

以上を用いることにより、発電電力量以外の未収集データの推定が可能であるので、このデータを用いれば簡易的ではあるが測定計器の設置されていない一般的な住宅用PVシステムの評価が可能である。

2.2 SV法を用いた特性パラメータのフロー

未収集データを用いたPVシステムの特性パラメータ算出フローを図1に示す。また、図1での特性パラメータの算出手法については参考文献[1]、[2]を参照されたい。

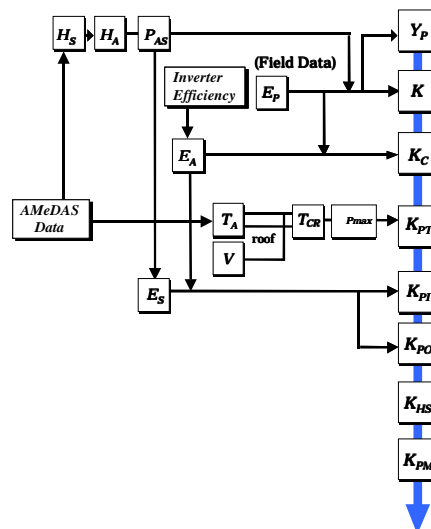


図1 特性パラメータ算出フロー
Fig.1 Flowchart of estimating parameter

3. 解析結果

今回の評価・解析は、全部で85サイトあるREPPの住宅用PVシステムのうち、設置緯度、傾斜角、方位角等の基本情報が十分満たしている29サイトを対象に行った。未収集データの推定方法の妥当性を確認するために、住宅用PVシステムで日射計の設置されているサイトにおいても同様の推定方法を用い解析を行った。その結果、図2に示すように日射量の誤差はわずか4~5%程度であり、システム出力係数の誤差は2~3%程度であった。特に夏季に誤差が大きく生じているのは、湿度が高く、大気中の水分濃度が高くなり、直達日射量が減少し、散乱日射量が増加したためと考えられる。さらに、図2で推定方法の妥当性が確認できたので、SV法を用いてシステム解析を行った。図3に1999年4月~8月における29サイトの解析結果を示す。図からも分かるように損失主な原因は、Pmax制御ミスマッチ損失で、次いで日陰の損失という結果が得られた。また、インバータ効率による損失が5.5%、Pmax制御ミスマッチ損失の8.3%とあわせてインバータによる損失が損失全体の半分近くを占めていることが分かる。このことからインバータ関連の損失を低減できれば、システム出力係数をより大きくすることが可能である。さらに図4に今回評価・解析を行った29サイトのシステム出力係数の度数分布を示す。

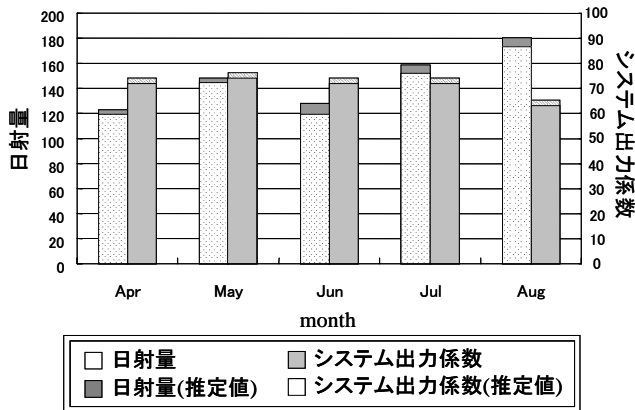


図2 推定方法の妥当性の確認
Fig.2 Identity of appropriate estimate method

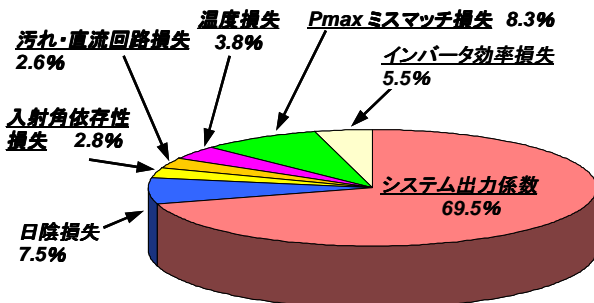


図3 1999年4月~8月の損失因子の割合 (29 サイト)
Fig.3 Average loss parameters in REPP Project FY1999 Data

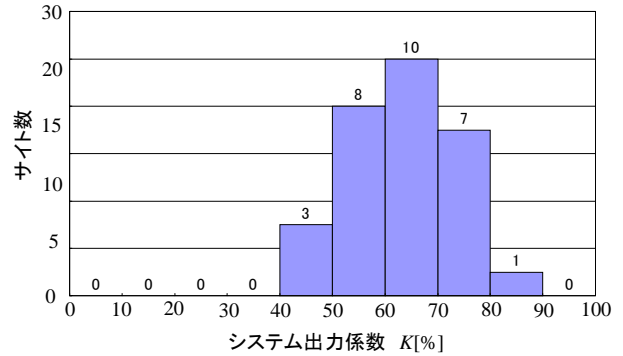


図4 システム出力係数の度数分布
Fig4. Performance ratio of PV systems in REPP Project

4. まとめ

一般住宅へPVシステムが急速に進んでいる中で、住宅用PVシステムの発電性能を知ることは大変重要なことである。しかし、その多くは、計測、評価することを考慮して、設置されているわけではないため、今回提案した手法は有効であると言える。SV法による損失因子の分析では、図3からも分かるように主な損失はインバータ関係の損失と日陰の影響による損失であることが分かる。しかし、後者は、住宅用PVシステムでは周囲の環境や家の設計事情により回避することが困難であるが、前者は全体の損失の約半分を占めていることからインバータの性能の改善が期待される。このような問題が改善されればシステム出力係数の改善につながり、これはユーザーの利益に直結するので、このようなシステムの計測及び評価は今後のPVシステムの普及において大変重要である。

用語体系

H_s	: 時刻別全天日射量
H_o	: 大気外水平面日射量
n	: 日照時間
CF_h	: 標準化補正係数
V	: 風速
T_A	: 気温
T_{CR}	: モジュール温度
E_A	: アレイ電力量
E_P	: PVシステム電力量
K_C	: インバータ効率

参考文献

- [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 (8th International Conference on Solar Energy in High Latitudes), Edmonton, Canada, 11-14, Aug, (1999), Technical-Session 9.
- [2] 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, Sep.20-24, (1999), 22-C-1-5.