

太陽光発電システム計測データの品質診断法

学生員 井澤 敏泰*, 大関 崇 (東京農工大学)

正員 黒川 浩助 (東京農工大学), 大谷 謙仁 (電子技術総合研究所), 都筑 建 (自然エネルギー推進市民フォーラム)

The Quality Check of Measured Data in Photovoltaic Systems

Toshiyasu Izawa, Takashi Oozeki, Kosuke Kurokawa (Tokyo University of Agriculture and Technology),
Kenji Otani (Electrotechnical Laboratory), Ken Tsuzuku (Renewable Energy Promoting People's Forum)

1. はじめに

一部の太陽光発電(以下、PV)システムでは、その運転特性を解析するために日射量、発電量、モジュール温度などのデータが収集されている。しかし、それらのデータが必ずしも品質の高い、信頼できるものであるとは限らない。日射量に関しては、日射計の劣化によってまたは晴天日でもシステム周辺の建物や樹木などによって日射計に陰がかかってしまい正しい日射量を測定できない場合がある。そして、このような原因による品質の悪いデータをそのまま利用してしまうとPVシステムの運転特性を正しく把握することができない。

そこで本論文では、PVシステムの運転特性を解析する前段階としての計測データの品質診断法を提案する。品質診断法の開発にあたり自然エネルギー推進市民フォーラム(REPP)から住宅用PVシステムのデータ提供を受けた。

2. 計測データの品質診断法

2.1 対象計測データ

品質診断の対象となる計測データは、システム出力係数 $K^{※1}$ や発電量の算出に大きく影響を及ぼす、以下の2点とした。

時積算傾斜面日射量 H_A [kWh/m²]

時積算システム出力電力量 E_P [kWh/m²]

※1 システム出力係数 K

$$K = \frac{E_P}{P_{AS} \cdot \frac{H_A}{G_S}} \quad (1)$$

P_{AS} : PVシステムの定格出力 [kW]

G_S : 参照日射強度 (=1 [kWh/m²])

2.2 品質診断の項目

データの計測時に起こるいくつかの現象を想定して、先述の計測データを対象に品質診断を行う。想定される現象を考慮して以下のような3つの品質診断項目を設けた。

①異常値の検出・削除

この項目では、後述のようなデータの検出・削除を行う。

1) 日の出以前、日没後の時間帯 → $H_A = 0$, $E_P = 0$

2) $H_A > 0$, $E_P = 0$ → $H_A = 0$, $E_P = 0$

3) $H_A = 0$, $E_P > 0$ → $H_A = 0$, $E_P = 0$

1)は日射計へのノイズやインバータの待機電力による積算値の異常への対応。ただし、日射量に直流ドリフトが含まれる場合は全データをドリフト分シフトする。2)と3)は日射計、インバータいずれかの故障または停止への対応。

②日射量の補正(陰の影響)

この項目では、日射計にかかる陰による日射量の低減を補正する。ここでいう陰とは雲が太陽を遮って発生する陰ではなく、PVシステム周辺の建物、樹木や日射計周辺のテレビのアンテナなどによってある特定の時間帯に発生する陰のことを示す。陰の判断方法、日射量の補正方法について詳しくは、3. 日射量の補正方法で述べる。

③システム出力係数 K

この項目では、前項①,②が行われ正常だと判断された時積算傾斜面日射量 H_A と時積算システム出力電力量 E_P よりそれぞれの日積算値を算出し、さらに1日ごとのシステム出力係数 K を求め最終的なデータのチェックを行う。システム出力係数 K の閾値としては、

$$K < 0.5, \quad K > 0.9 \quad (1)$$

を用い、この範囲に該当した1日のデータをエラーとして取り出し、特別にその原因について調査する。

3. 日射量の補正方法

3.1 陰の判断方法

1ヶ月間の傾斜面日射量 H_A の実測データから、各時刻の最大値を取り出し、続いてこの最大値と同日・同時刻の理論傾斜面日射量 H_{Ath} を算出し2つを同時にプロットする。そして、前者のカーブ(以下、**実測パターン**)と後者のカーブ(以下、**理論パターン**)の差を快晴時におけるその月の毎日に観測される日射計の陰と判断する。

3.2 理論傾斜面日射量 H_{Ath} の算出、理論パターンの作成

式(2)より理論全天日射強度 G_{Sth} を算出する。これを Erbs の式⁽²⁾により直散分離し、理論傾斜面日射強度 G_{Ath} に変換する⁽³⁾。そして、日射強度を(3)式より理論(時積算)傾斜面日射量 H_{Ath} に換算する。

$$G_{Sth} = \tau^{m_0} I_0 \cos \theta_z + G_d \quad (G_d = 20\%(\text{晴天時})) \quad (2)$$

$$H_{Ath} = \frac{\Delta t}{3600} \sum G_{Sth} \quad (3)$$

ここで、

G_{Sth} : 理論全天日射強度[kWh/m²] G_d : 水平面散乱日射強度[kWh/m²]
 τ : 大気透過率※2 m_b : エアマス θ_z : 天頂角[rad]
 I_0 : 大気外法線面直達日射強度[kWh/m²] Δt : サンプリング間隔[sec]
 ※2 大気透過率は、季節・時刻による変動は考慮しているが地域差は考慮しておらず一定である。

実際に、実測パターンと理論パターンを作成すると図1のようになる。しかし、2つのパターンは時刻、スケールともに一致しておらず陰の判断が行えない。原因としては、設置サイトの方位角・傾斜角の測定ミス、大気透過率の地域性などが挙げられるが、測定をして正しい値を得ない限り実測データ(方位角・傾斜角も含めて)を利用して理論パターンを作成する精度の向上は望めない。そこで、本研究では、この理論パターンに修正を施し陰の判定が行えるようにした。

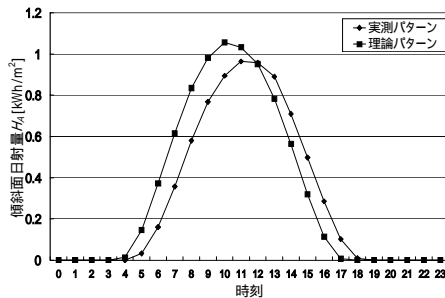


図1 理論パターンの作成①

3.3 理論パターンの修正

理論パターンと実測パターンの波形が一致するように実測パターンを基準とし、理論パターンに修正を施した。まず、方位角・傾斜角の測定ミスによって起こる時刻の不一致を修正するために、理論傾斜面日射量 H_{Ath} を算出する際に利用する天頂角 θ_z (特に天頂角の算出に用いる時角) を調整し、理論パターンを横にシフトする。その際の条件として、2つのカーブの差が最小になるようにする。最小にすることで日の出、日の入り時刻が一致し実測パターンに近似した理論パターンが得られる。次に、重回帰分析(独立変数を時刻・理論パターン、従属変数を実測パターンの値として)により、時刻を一致させた理論パターンと実測パターンのスケールが一致するように、調整をする。重回帰分析では、大気透過率の地域性によるスケールの不一致を修正することができる。以上の2つの方法により図1の理論パターンに修正を施すと図2のようになり、理論パターンと実測パターンをほぼ一致させることができた。また、陰の影響が見られる実測パターンにどれだけ理論パターンが追従できるかを見てみると、図3のようになり2つのカーブの差から陰の様子が見えてくる。

3.4 傾斜面日射量の補正

理論パターンの修正が行えたので、実測パターンと理論パターンを比較して陰がかかっている時間帯の傾斜面日射量の補正を行う。今回は理論パターンと実測パターンの差が0.02[kWh/m²]あるときに陰の影響と判断し、実測パターンの日射量を理論パターンの日射量で置き換えて補正を行った。以上の方法で、図3の実測パターンに補正を施すと図4のようになる。

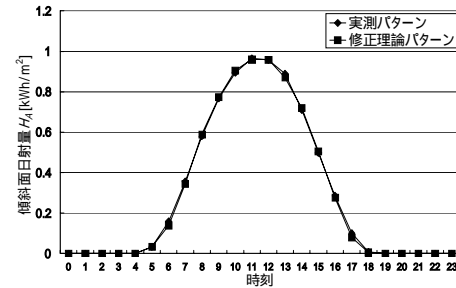


図2 理論パターンの作成②

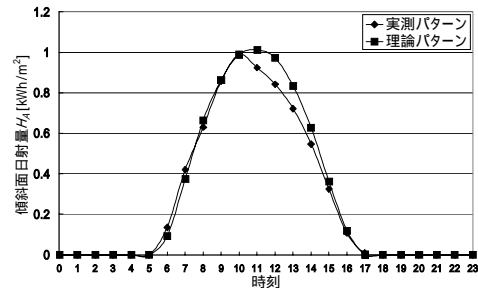


図3 陰の影響が見られる日射パターン

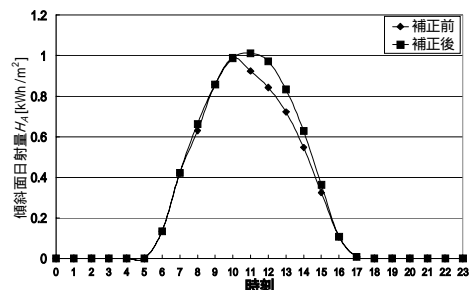


図4 陰の補正

4. おわりに

PV システムの運転特性を解析する前段階として計測データ(傾斜面日射量とシステム出力電力量)の品質診断法について述べた。今回は、日射計に陰がかかった場合の日射量の補正方法を中心とした。しかし、まだこの他にも計測データに異常をもたらす要因 - 例えば日射量では日射計の感度劣化 - が考えられるので今後も品質診断法を考案して行きたいと思う。

参考文献

- (1) 大谷他:「住宅用太陽光発電システムの運転特性評価」電気学会, 2000
- (2) Erbs, D. G., S. A. Klein and J. A. Duffie, Solar Energy, 28(4), 1982
- (3) 日本太陽エネルギー学会編:「新太陽エネルギー利用ハンドブック」, 2000