

太陽光発電変動特性評価法の研究

学生員 川崎 憲広 (東京農工大学) 学生員 大関 崇 (東京農工大学)

正 員 大谷 謙仁 (産業技術総合研究所) 正 員 黒川 浩助 (東京農工大学)

An Evaluation Method of the Fluctuation Characteristics of Photovoltaic Systems by Using Frequency Analysis

Norihiro Kawasaki, student member, Takashi Oozeki, student member, Kosuke Kurokawa, member, (Tokyo University Agriculture and Technology), Kenji Otani, member, (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

1. はじめに

近年、太陽光発電（以下、PV）システムはエネルギー・環境問題対策のために本格的な普及が図られており、系統連系形 PV システムが積極的に導入されている。しかし、PV システムの出力は気象の変化によって変動が激しく変動する日射に伴い不安定であり、電力系統に連系された場合、電圧変動や周波数変動などの障害の要因になると懸念されている。そのため、変動を抑制することが重要な課題であり、その抑制に期待されているのが「ならし効果」⁽¹⁾である。この効果は、面展開した PV システムで起こる現象であり、面として捉えた場合、点での変動が抑制されるという効果である。本研究では、この面展開した PV システムの変動特性を定量的に評価する手法を開発し、評価することを目的としている。本稿では、フーリエ変換とウェーブレット変換の 2 つの周波数解析を用いて評価手法を提案し、つくばでの実測データの評価結果について報告する。

2. ならし効果について

PV システムの出力の短周期の変動は、主に時間的に移動している雲によって引き起こされている。そのため、PV システムの設置箇所が面的に広がりをもつと、個々のシステムの変動には時間的なずれが生じるため、全てのシステムの変動を平均すると変動は抑制される。この効果を「ならし効果」といい、地域全体の PV システムの信頼性を高めることができ、設備の価値を向上することが可能である⁽¹⁾。

3. 対象データ

図 1 に示す約 3.5[km]四方の範囲内の 9 地点で計測された計測周期が 1 分の日射強度データを用いた。また、計測期間は 1997 年 1 月 1 日から 12 月 31 日のデータを使用した。

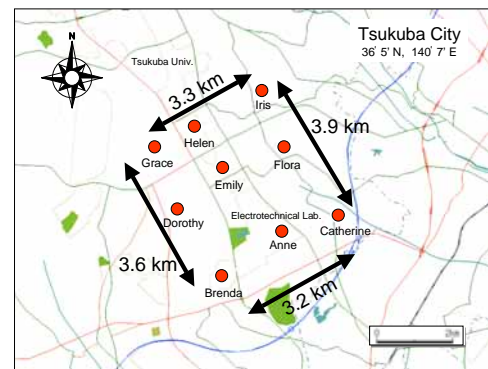


図 1 日射面特性計測装置の配置図
Fig. 1. Areal Irradiance Monitoring System

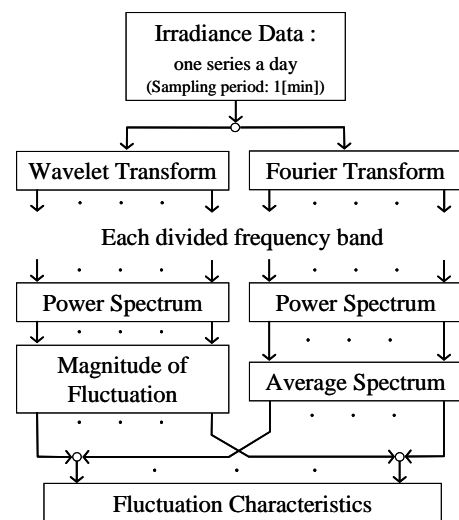


図 2 変動特性評価のフローチャート
Fig. 2. Flow chart of Fluctuation Characteristics

4. 評価手法

変動の特徴を考える際、どのような周期の変動成分がどの程度含まれているか、それらの成分が実際にどの程度の変動の幅を引き起こすか、という基礎的な事項を抑えておく必要がある。そこで、前者にフーリエ解析を用いた平均スペクトル、後者にウェーブレット解析を用いた変動幅の 2 つの指標を定義し、特定の周波数帯毎にその特性を評価する手法を提案した。そのフローチャートを図 2 に示す。

4.1 平均スペクトル 1 日の日射データをフーリエ変換し、パワースペクトルを求めた後、変動周期が $2^j \sim 2^{j+1}$ [min] ($j=1 \sim 9$) の範囲毎にその平均値を取る。これを「平均スペクトル」と定義して、変動の速さ毎の変動成分の量を表現した。

4.2 変動幅 平均スペクトルは定常的な特徴を捉えているが、過渡的な特徴も無視できない。そこで、周波数特性の時間変化を解析できるウェーブレット変換⁽²⁾⁽³⁾を用いて変動の特徴を抽出した。手法は、まず対象とする 1 日の日射データをウェーブレット変換し、パワースペクトルを求める。それらの最大値を抽出し、その時間に対応する日射強度の変動した幅を算出する。これを「変動幅」と定義して、変動の速さ毎の最大の変動した幅を表現した。

5. 結果

提案した評価手法により解析した結果について図 3～5 に示す。図 3, 4 は、変動周期が 2~4[min]にてついて、1997 年の 1 年間の解析結果を時系列に示している。図 5 は、縦軸に平均スペクトル、横軸に変動幅に年間のデータをプロットした図である。図中の Anne は各計測地点の代表とし、Average は 9 地点の日射の平均値について示している。

図 3, 4 から、平均スペクトルと変動幅が Anne に対して Average が小さいことから、1 年間を通して非常によく「ならし効果」が得られていることが読み取れる。また、図 5 から、平均スペクトルと変動幅の関係は原点に集中し、広がりが少ないほどに変動が小さいことを意味するので、年間を通してならし効果が得られる日が非常に多いことがわかる。変動のワーストケースとしては、平均スペクトルは最大値が 0.0311 から 0.0034 へと約 1/10 に、変動幅に関しては最大値が 0.807[kW/m²]から 0.405[kW/m²]へと約 1/2 に抑制されていた。

6. まとめ

本稿では、日射の変動特性を 2 つの周波数解析を用い、定常的な特性と過渡的な特性を周波数ごとに評価する手法を提案し、実際に 1 年分の日射データから解析を行った。その結果、1 年間を通してならし効果が得られていることが

わかった。これらは、設備の価値を評価する上で有用なデータになると考えられる。

本研究は、NEDO の委託研究「集中連系型太陽光発電システムの実証研究」の一環として実施している。関係者各位に感謝する。

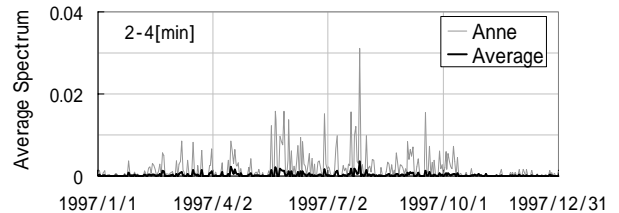


図 3 平均スペクトルの年間特性
Fig. 3. Characteristics of Average Spectrum

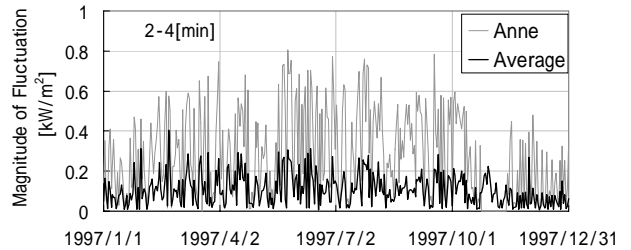


図 4 変動幅の年間特性
Fig. 4. Characteristics of Magnitude of Fluctuation

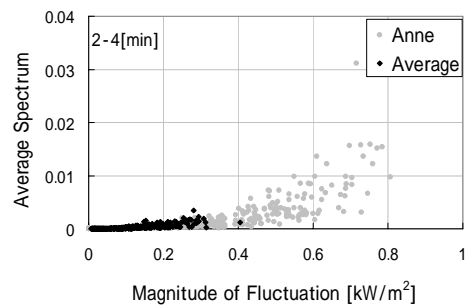


図 5 変動特性 (平均スペクトルと変動幅の関係)
Fig. 5. Fluctuation Characteristics (Relation between Magnitude of Fluctuation and Average Spectrum)

文 献

- (1) 箕輪・大谷・津田・作田・黒川：「地域面平均日射の推定による太陽光発電システムの kW 価値分析」, 太陽/風力エネルギー講演論文集 1998, p.17-20 (1998)
- (2) 榭原：「ウェーブレットピギナーズガイド」, 東京電機大学出版局 (1995)
- (3) 中野・山本・吉田：「ウェーブレットによる信号処理と画像処理」, 共立出版株式会社 (2000)