

地域における日射変動特性

箕輪 純也 (M2)

1. はじめに

多数の太陽光発電システムが電力系統に連系されると、発電出力が気象条件などの影響で不安定であるため、電圧変動及び周波数変動など系統に与える影響が問題になってくる。しかし、発電電力の変動は太陽光発電の設置場所の面的な広がりにより平滑化される(均し効果)ことが期待できる。また、この効果を含めたPVシステムの発電特性は、電力系統内におけるPVシステムの正確なkW値を把握することができ、PVシステムの普及を支援する有用なデータとなる。

本研究では、面的な広がりをもった日射(面平均日射)の均し効果を定量的に評価することを目的とし、実際に計測している複数地点の日射データを基にして、太陽光発電システムが多数、ある地域に普及した場合の面平均日射の変動を統計的な推定により評価した。

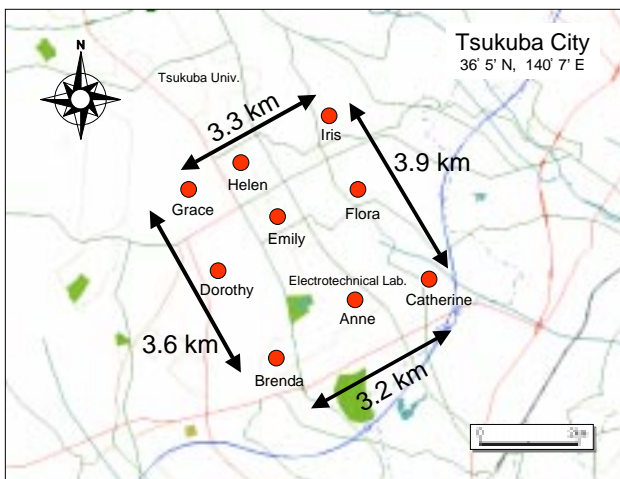


図1 . 日射面特性計測装置の設置図

2. 均し効果について

点日射(個々の日射)に比べ、面平均日射は均し効果により、短周期の変動が抑制され電力系統に与える影響を小さくでき、さらに、変動抑制に

よってPVシステムkW値が向上し、安定した電源として機能する可能性がある。以下にこれらの均し効果についての評価方法とその結果を説明する。

3. 短周期変動の抑制

3.1 評価方法

PVシステムの出力を負の負荷として考えると、一般需要負荷の変動と同様に周波数制御(LFC)の対象となると思われる。従って、面平均日射の変動を把握するため、日射の変動成分を評価対象とした。そして変動成分の標準偏差 σ によって日射変動度と定義し、均し効果の評価指標とした。また、面平均日射の変動は次式を用いて評価した。

$$\sigma\left(\frac{F_1 + \dots + F_n}{n}\right) = \frac{2}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^{n(n-1)/2} V(A_i) - \frac{n(n-2)}{4} V(F)} \quad (1)$$

ここで、左辺は面平均日射の変動度、 n はシステムの台数、 F は点日射の変動成分のデータ、 A_i は2地点平均日射の変動成分のデータ、 V は変動成分のデータの分散を示している。日射の変動成分データは日射強度データから移動平均値を引き算で求め、変動周期が60分未満のデータとした。(1)の推定式を用いるため、次に、2地点平均日射の分散 $V(A_i)$ とその地点間の距離との関係を解析し、次の式を最小自乗法によって当てはめることで算出した。

$$v(A_i) = 0.5 \cdot \exp\left(-\frac{d}{\alpha}\right) + 0.5 \quad (2)$$

ここで、 d は2地点間の距離、 α は気象条件によって影響する分散減衰距離で図1に示すように9地点の日射データを用いて決定した。一般に、細かい雲が移動する天候では各地点での日射の相関がなく、 α が小さい。一方、どんよりとした雲がある天候では各地点の相関があり、 α は大きくなる。仮に各地点の日射が互いに無相関であった

場合には2地点平均日射の $V(A_i)$ は、点日射の $V(F_i)$ の1/2となる。このとき推定式(1)より変動抑制の上限は、導入台数 n によって制限される $(1/\sqrt{n})$ 。実際には各地点の日射は近傍である程度相関があるため、均し効果は $1/\sqrt{n}$ より小さくなる。

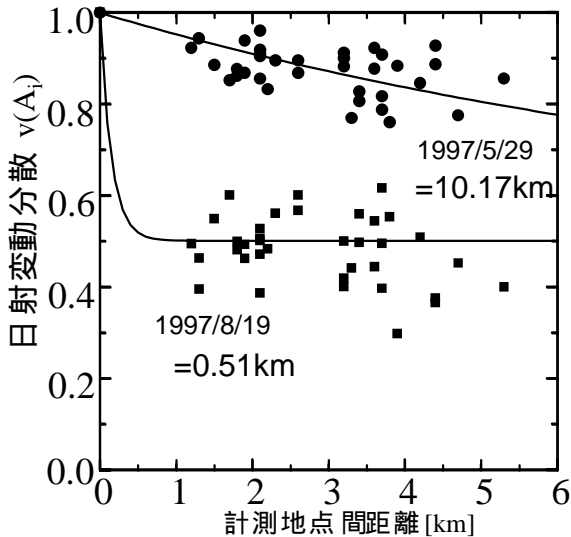


図2. 2地点平均日射の分散の推定例

3.2 結果

以上の方法を用いれば面平均日射の変動度が算出でき、均し効果を評価することができる。実際に太陽光発電システムがあるエリア範囲において任意に導入されることを想定して、導入台数、また導入地域のエリア半径を設定して均し効果をシミュレーションにより解析した。図3はその結果の一例を示す。1地点の日射変動度の累積頻度曲線より面的な広がり(エリア範囲・導入台数)をもった場合での日射変動度の累積頻度曲線の方が下方ヘシストしている。これは日射変動が激しいときにおいて均し効果の影響が大きいためである。さらに、均し効果について考察すると、均し効果は気象条件によって決まる分散減衰距離 α が小さい場合には、点日射の相関がある範囲が小さいため、このときは均し効果がよく発揮される。一方、 α が大きい場合では、点日射での相関範囲が大きいため、導入台数では均し効果に大きな影響をおよぼさないということが言える。つ

まり、均し効果は、図4に示すように配電レベルに相当する電力系統内のエリアサイズと分散減衰距離 α との比で決定されることがわかった。

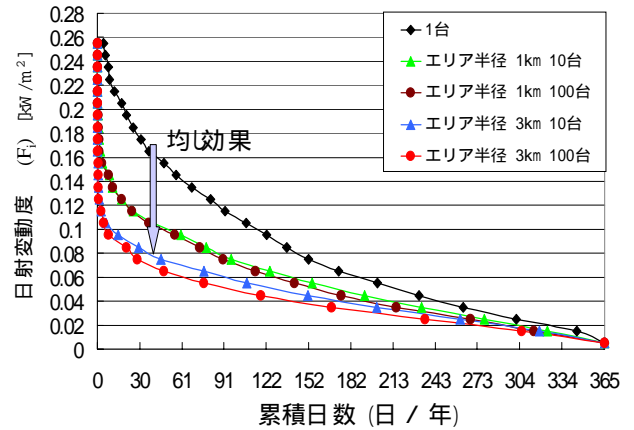


図3. 日射変動度の累積頻度曲線

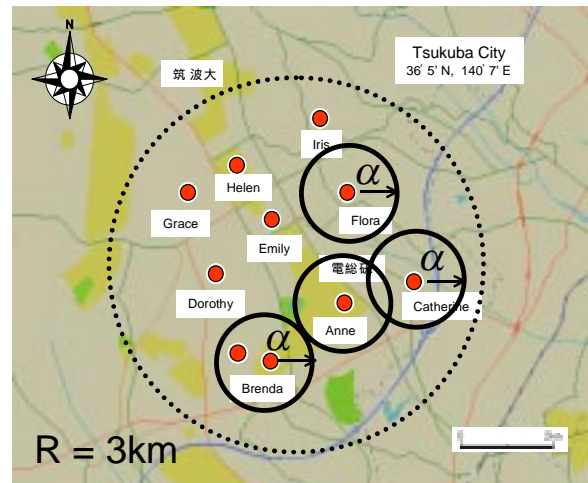


図4. 分散減衰距離と導入エリアとの関係

4. おわりに

本研究では平面的な広がりによる日射変動の平滑化について検討した。その結果、半径数キロのエリアでも均し効果が得られることが約2年分の日射データより明らかになった。このことは、電力系統に連系した場合でも、安定した電源として機能する可能性があることを示している。