

一日における太陽光発電電力量の予測に関する検討

一日における太陽光発電電力量の予測

Study on the Prediction of Photovoltaic Power Generation per Day

Prediction of Photovoltaic Power Generation per Day

(系統運用部 給電計画G)

太陽光発電は気象条件によって発電出力が変動するため、大量に系統に連系される場合は需給運用に大きな影響を与える可能性がある。そこで、気象庁が公表する天気予報を用いた、1日の太陽光発電電力量を予測する手法について検討したため、この結果を報告する。

(Dispatching Operations Planning Section, Power System Operations Department)

The power output of photovoltaic generation fluctuates depending on weather conditions; therefore, when generation facilities are connected to many grids, supply-demand operations can be largely impacted. For this reason, Chubu Electric Power Co., Inc. conducted a study on a method to predict photovoltaic power generation per day using weather forecasts announced by the Japan Meteorological Agency, and the result of the study will be summarized in the following.

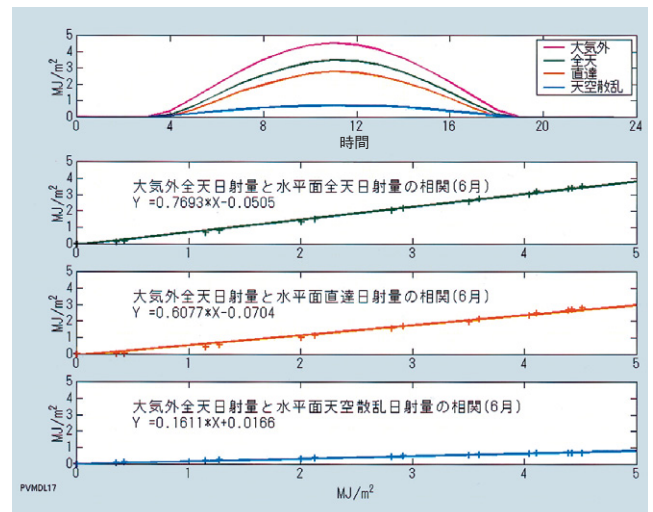
1 日射量の特徴および太陽光発電との相関

第1図に八戸市内における大気外全天日射量を月別に示す。大気外全天日射量は、場所と日時のみに依存し、毎年同じ値を与える。大気外全天日射量は理論値であり、地球上の天気の変動に依存しない。第1図によると、5月～7月及び12月の大気外全天日射量は日毎の変動は少ないが、2月～4月と9月～11月の大気外全天日射量は比較的変動が大きいということが分かった。

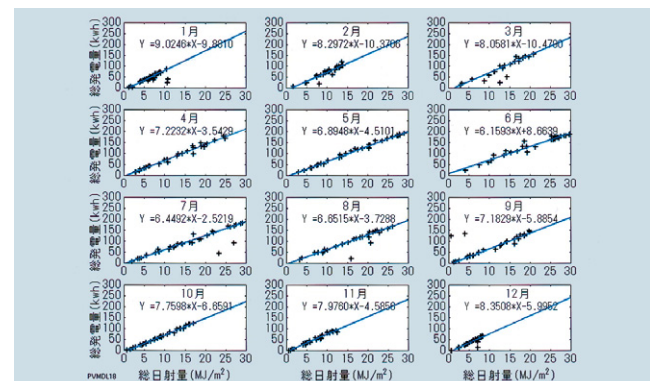
第2図に6月の快晴日における八戸市内の大気外全天日射量及び地球上で観測する日射量(全天・直達・散乱)の相関を示す。地球上で観測する日射量は、気象庁の標準気象・日射データMETPV-3を利用する。第2図によると、快晴日の場合は、大気外全天日射量と地球上で観測する日射量が高い相関を持つことが分かった。すなわち、快晴日の場合は、日時及び場所が分かれば、地球上の日射量を正確に計算できる。

第3図に八戸市内に設置された太陽光発電の1日の発電電力量と全天日射量(以下「日射量」という)の相関を示す。

太陽光発電電力量は2006年～2007年の30kW容量の太陽光発電のデータを利用する。発電電力量と日射量の相関は月毎に異なるが、相関が非常に高いということが分かった。また、冬は夏より発電電力量・日射量の感度(線形モデルの傾き)が大きい。これは温度の影響と考えられる。なお、線形モデルから外れた点は、太陽光発電電力量または日射量のデータがない日である。



第2図 八戸市内の大気外日射量と水平面日射量の相関

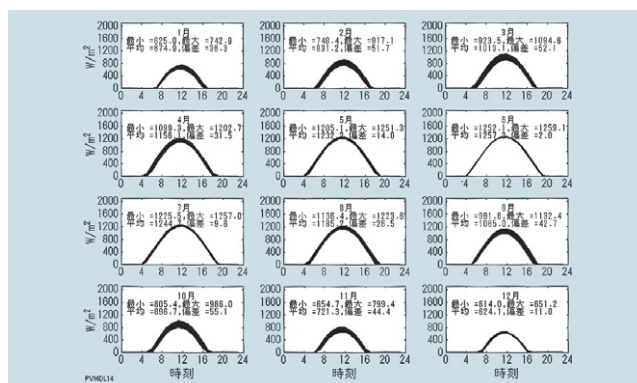


第3図 八戸市内における1日の太陽光発電電力量と日射量の相関

2 提案手法

日射量の特徴および太陽光発電との相関によると快晴日の場合は、太陽光発電電力量が正確に予測できるが、曇または雨の日は、日射量の予測が難しくなり、太陽光発電電力量の予測も難しくなると考えられる。一方、数時間先～数日先の期間においては、天気予報の精度が高いため、天気予報を活用することが有利と考えられる。

今回の提案手法は、天気予報、大気外全天日射量、過去の日射量・太陽光発電電力量の実績に基づいて太陽光発電



第1図 八戸市内の大気外全天日射量

量を予測する。予測は以下の通りに3段階に分ける。

- ①日射量モデル、天気予報・日射量の相関モデル及び日射量・太陽光発電量の相関モデルを月毎に作成する。
- ②天気予報を入力として、天気予報・日射量モデルを利用し、1日における日射量を予測する。
- ③予測日射量を入力として、日射量・太陽光発電量モデルを利用し、1日における太陽光発電量を予測する。

(1)日射量モデル

月毎の日射量モデルの作成手順は以下のとおり。

- ①太陽光発電が設置された場所の緯度・経度に基づいて日別における大気外全天日射量を計算する。
- ②大気外全天日射量の代表を日別大気外全天日射量の平均値から計算する。
- ③大気外全天日射量の代表と快晴日の日射量の実績の相関を数学的にモデル化する。
- ④③の式を利用し、日射量モデルを作成する。

(2)天気予報・日射量の相関モデル

気象庁等のホームページでは、「曇一時晴後時々雨」のように1日単位で1週間先までの天気予報を公表している。第1表に1991年～2007年の八戸市内における月別の天気(快晴、晴、薄曇、曇、雪、雨の日のみ)と平均日射量を示す。日射量は(1)の日射量モデルで正規化した数値を示す。日射量が快晴、晴、薄曇、曇、雪、雨の順で日射量が下がる。雨の日の日射量は晴の日の日射量の約5分の1である。

本検討では、公表している天気予報から日射量へ変換する手法を提案する。手順は以下の通りである(第4図に参照)。

- ①「後」をレファレンスにして、天気を「前半」と「後半」に分ける。「後」のない場合は、「前半」と「後半」の天気は同じとなる。
- ②天気予報に、「一時」または「時々」の予報用語が含まれる場合は、「一時」または「時々」をレファレンスにして、更に天気を分ける。
- ③式(1)を利用し、天気係数(WC)を計算する。

$$WC = k \cdot ((1-p1) \cdot D + (p1 \cdot B)) + (1-k) \cdot ((1-p2) \cdot D + (p2 \cdot F)) \quad \dots(1)$$

- ④式(2)により日射量(IRR)と天気係数(WC)の関係を線形モデルでモデル化する(a及びbをまとめる)。

$$IRR = a \cdot WC + b \quad \dots(2)$$

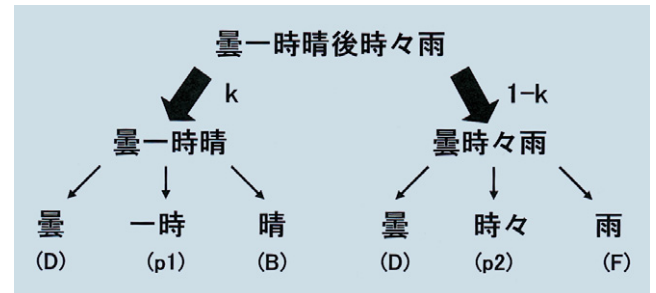
ここで、kは前半と後半期間の長さを表す係数であり、日照時間から計算する。p1及びp2は用語の「一時」及び「時々」を表す係数であり、試行錯誤で設定(p1は0～0.25、p2は0.25～0.5)。B、D及びFはそれぞれ晴、曇及び雨の時の日射量を表す(第1表)。

(3)日射量・太陽光発電量の相関モデル

本検討では、第3図に示すように、線形モデルで太陽光発電量と日射量の関係をモデル化する。

第1表 月別天気と平均日射量の関係

	快晴	晴	薄曇	曇	雪	雨
1月	0.95	0.88	0.69	0.43	0.30	0.21
2月	0.93	0.83	0.71	0.51	0.26	—
3月	0.91	0.83	0.73	0.51	0.25	0.13
4月	1.00	0.94	0.79	0.55	0.22	0.15
5月	0.91	0.89	0.76	0.52	—	0.15
6月	0.94	0.89	0.75	0.52	—	0.14
7月	0.91	0.86	0.73	0.52	—	0.16
8月	1.02	0.95	0.82	0.58	—	0.16
9月	1.02	0.94	0.77	0.50	—	0.16
10月	0.89	0.83	0.76	0.47	—	0.13
11月	1.00	0.95	0.90	0.54	—	0.11
12月	1.00	0.88	0.61	0.52	—	0.16



第4図 天気予報・日射量モデル

3 提案手法の評価

提案手法の精度は、八戸市内に設置された30kW容量の太陽光発電の実績(2006年～2007年)で評価する。第2表に月別の予測誤差及び最大発電量を示す。最大発電量に対して、春及び秋(3月、4月、10月)は他の月より誤差が大きい。特に10月はMEも大きく、誤差にバイアスがある。一方、6月、7月及び8月の誤差は小さい。第1図を見てみると、大気外全天日射量が日毎の変動の少ない月の誤差は他の月より誤差が小さい傾向があるということが分かった。従って、特に春と秋には、週末または日毎の日射量モデルを利用することによって精度を向上させることができると考えられる。

なお、1年間の精度に関しては、が約3.1kWh、RMSEは約18.1kWh(最大発電量の約9.5%)である。

第2表 月別の予測精度(単位:kWh)

月	ME	RMSE	Pmax	月	ME	RMSE	Pmax
1月	5.2	12.1	87	7月	2.1	18.7	185
2月	0.8	17.1	119	8月	6.1	20.0	168
3月	0.3	24.1	157	9月	4.5	14.3	148
4月	0.2	29.4	178	10月	6.1	18.6	124
5月	8.0	20.4	191	11月	-2.9	10.6	92
6月	2.5	14.6	188	12月	2.9	11.0	67

4 まとめ

本検討では、太陽光発電出力の実績値がある八戸について、公表している天気予報及び天気・日射量・発電量の相関モデルに基づいた1日の太陽光発電量の予測手法を提案した。

現在、今回の検討結果を基に中部エリア内の太陽光発電出力を想定する手法および需給計画に適用する手法を検討中である。



執筆者/丸山 真