

# 天気予報を利用した太陽光発電量予測システムの構築

吉田駿介<sup>1</sup> 鳥島貴史<sup>2</sup> 梅原英一<sup>1</sup> 太田豊<sup>3</sup> 中島達人<sup>3</sup>

東京都市大学メディア情報学部<sup>1</sup> コムチュア株式会社<sup>2</sup> 東京都市大学工学部<sup>3</sup>

## 1. 研究目的

エネルギーセキュリティ確保の観点から近年、太陽光発電が重要なエネルギー源として注目されている。しかし、太陽光発電量は天候の変化により変動する。効率的な運用を行うためには、正確な太陽光発電量予測が求められる。

本研究では、はじめに天気予報を用いた日射量予測手法及び、太陽光発電量予測手法の構築、精度の向上を行い、その後、東京都市大学世田谷キャンパスにおける太陽光発電施設の太陽光発電量予測システムの構築を試みた。

## 2. 先行研究

片岡ら[1]は電力系統全域での空間日射量の一時間値を直接的に予測する手法の構築を試みた。太陽光発電システムの発電量及び、日射量の予測技術に関する研究は様々なものがあるが、これまでのところ、予測に関する研究は単地点のものが中心であり、空間平均日射量を直接予測することに主眼を置いた手法については、これまでに十分な検討がなされていない。片岡らは、メソ数値予報モデル格子点値を用いて中部地域の全 58 地点で観測された日射量データを用いて、電力系統全域での空間平均日射量の一時間値を直接的に予測する手法の構築を試みた。

## 3. 日射量予測モデルの構築

### 3.1. 時間単位の日射量予測

気象庁東京地点で観測されたデータ[2]を用いて、天気予報を用いた日射量予測モデルの構築を行った。データは 2005 年～2014 年の 10 年間を用いた。気象庁のデータを用いて 1 時間単位の日射量予測値を求める。ここで気象庁の天気概況は 3 時間毎のため天気概況のない時間は同じ天気が続いたと仮定した。

(1) 日射量 (気象庁東京地点実測値)

2005 年～2014 年の 10 年間の月、日、時間、天気ごとにデータベース化した。

(2)、天気毎 (晴:1 曇:2 雨:3)、時間毎 (0～24) に分類した 1 時間毎の日射量の平均値を

Develop System to Predict Solar Photovoltaics Power  
Generation using Weather Forecast  
Shunsuke Yoshida・Tokyo City University  
Takahumi Torishima・Comture Corporation  
Eiichi Umehara・Tokyo City University  
Yutaka Ota・Tokyo City University  
Tatsuhito Nakajima・Tokyo City University

求める。これを G (月, 天気, 時間) とする。

(2) 日射量推定値の算出

(1) 式で各月の上・中・下旬の日射量推定値を求めた。

上旬 = {2G(月, 天気, 時間) + G(前月, 天気, 時間)} / 3

中旬 = G(月, 天気, 時間)

下旬 = {2G(月, 天気, 時間) + G(翌月, 天気, 時間)} / 3

(1)

### 3.2. モデルの妥当性検証

2014 年～2016 年の気象庁東京地点で観測された日射量を用いてモデルの妥当性を検証した。その結果、日射量推定値、気温、湿度を説明変数に加えたモデルが有効であった。相関係数は 0.88 となり 1%有意となった。それ以外の降水量、雲量、風速などの変数についても検証を行ったが、相関係数を高める有効な変数は見つからなかった。

日射量実測値 (MJ/m<sup>2</sup>) = 0.8014 \* 日射量推定値 (MJ/m<sup>2</sup>) + 0.0132 \* 気温 (°C) - 0.0133 \* 湿度 (%) + 0.8486

## 4. 東京都市大学世田谷キャンパスの発電設備の太陽光発電量予測

東京都市大学区世田谷キャンパスの発電設備における日射量予測モデルの構築を行う。説明変数は以下とした。

- 1) (1) 式の日射量推定値 (東京地点日射量推定値)
- 2) 世田谷区玉堤 1-28-1 の 1km<sup>2</sup> の天気予報
- 3) 世田谷区玉堤 1-28-1 の気温、湿度

目的変数は世田谷キャンパスに設置してある日射量計で測定された日射量である。なお世田谷キャンパスの日射量データは単位が W/m<sup>2</sup> であることに注意が必要である。

2016 年 4 月～2017 年 3 月の 1 年分のデータでステップワイズ重回帰分析を行った。分析は日射のある全時間と日射が強い 12 時から 17 時の 2 ケースを行った。全時間は 3 変数全てが採択されたが、12 時～17 時は気温が除外された。そこで本研究では、説明変数を日射量推定値と湿度の 2 変数を採用することとした。相関係数は 0.77 であり、1%有意の結果が得られた。重回帰式を (2) 式に示す。

日射量実測値 (W/m<sup>2</sup>) = 10777.87 \* 日射量推定値 (MJ/m<sup>2</sup>) - 121.26 \* 湿度 (%) + 11589.12

(2)

次に発電量予測モデルの構築を行う。これは世田谷キャンパスで測定された日射量実測値と発電量実測値の単回帰分析で求めた。発電量実測値が目的変数、日射量実測値が説明変数である。使用したデータは2016年4月～2017年3月の1年分の12時～17時までの5時間分のデータである。結果を表1に示す。全て1%有意となった。

表1 時間帯別日射量の相関係数

時間帯	相関係数
12時～13時	0.80
13時～14時	0.51
14時～15時	0.35
15時～16時	0.41
16時～17時	0.36

この結果から時間帯によって相関係数にかなり差があることが分かった。これは世田谷キャンパスの太陽光発電設備の設置場所の関係であると言われている。時間によっては建物等で発電機に影ができると言われている。そこで、本研究では高い相関係数を示した12時～13時の直流発電量予測モデルのみを採用することとした。12時～13時の回帰式を(3)式に示す。

$$\text{直流発電量実測値 (kWh)} = 0.00040 * \text{日射量実測値 (W/m}^2\text{)} + 1.8011 \quad (3)$$

### 5. 発電量予測システムの構築と精度検証

世田谷区玉堤1-28-1の1km<sup>2</sup>の天気予報をリアルタイムにフィードして(2)式及び(3)式を用いて発電量予測システムを構築した。1km<sup>2</sup>の天気予報は5時間後までの天気概況と気象情報を受け取ることができる。

#### 5. 1. システムの概要

システムは以下の3段階の処理である。

- ①1km<sup>2</sup>天気予報・気象情報を取得
  - ②取得した気象情報と(2)式、(3)式を用いて1時間後から5時間後まで(7時～11時)の日射量予測値と発電量予測値を計算する。
  - ③計算値を画面及びデータベースに出力する。
- 以上の動作を天気予報が更新される1時間ごとにバッチ処理で動かした。

#### 5. 2. 精度検証

表2 天気予報による発電量予測の相関係数

予測時点	日射量	直流発電量
7時(5時間前)	0.64	0.44
8時(4時間前)	0.63	0.44
9時(3時間前)	0.58	0.45
10時(2時間前)	0.59	0.45
11時(1時間前)	0.74	0.60

システムのデータベースに蓄積された12時～

13時予測値と世田谷キャンパスの実測値データを用いて精度の検証を行った。使用するデータは2017年11月5日～11月30日までの25日間(20日は欠損値)の結果は全て1%有意となった。

日射量予測値と日射量実測値の散布図を図1に示す。

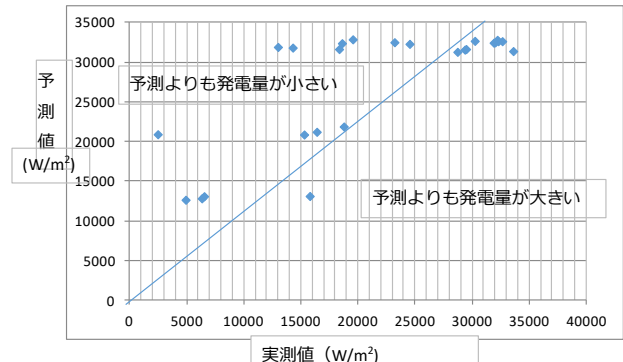


図1 日射量実測値と予測値

表1の12時～13時の実測日射量の相関が0.80だが表2の11時(1時間前)と日射量の相関が0.74と低下した。この原因の一部は日射量予測値と実測値との乖離である。日射量予測値が50%以上乖離した日は10日存在あった。外れた日について分析したところ、天気予報が外れた日が4日、天気予報は当たったが何らかの理由で日射が遮られ実測値が予測値よりかなり低い値を出した日が6日であった。この原因に関しては今後の課題とする。

### 6. 今後の課題

本研究においては、東京都市大学世田谷キャンパスの発電施設における12時～13時発電量予測のみしか行うことができなかった。精度検証も11月しか行うことができなかった。今後は時間の拡大と、四季を網羅する長期間のデータで精度検証を行うことが必要になる。第2にモデルの精度向上が挙げられる。また世田谷キャンパスの発電設備の設置場所の検討も課題である。

#### 謝辞

天気予報APIを利用させて頂いた株式会社ハレックスおよびコムチュアデータサイエンス株式会社二村社長に感謝します。

#### 参考文献

- [1] 片岡裕貴、加藤丈佳、鈴置保雄”メソ数値予報モデル格子点値を用いた電力系統全域における空間平均日射量予測に関する一検討”、電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌) Vol.133 No6pp.548-554、2013
- [2] 気象庁、”過去の地点気象データ”、<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>、2018、available.