

太陽光発電のモニタリングデータを利用した短時間予測

海崎 光宏¹、宇野 史睦¹、大関 崇¹、Joao Gari da Silva Fonseca Junior²、宇田川 佑介^{2,3}、西辻 裕紀³、荻本 和彦²

¹産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター システムチーム

²東京大学 生産技術研究所、³株式会社構造計画研究所

研究の背景と目的

- PVの大量導入時には、需給運用・制御が必要であり、それらのベースとなる発電予測、把握技術の研究を実施。
- 数時間先予測の一つの可能性として、PVシステムにおいて計測されているモニタリングデータを利用した短時間予測技術の開発を行なった。
- 併せて、PVシステムのサンプリングによる広域予測のアップスケーリング手法も検討した。

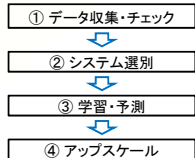


図1 予測手法の概要

Short-cut

まとめ

- PVの発電データを活用して、短時間予測技術を開発した。
 - 予測モデル: 数値予報と持続モデルとを融合し、直近のデータを用いて予測値を補正。
 - 結果: 1~3時間先までの予測誤差低減を実現
 - 課題: 午前における予測誤差低減
- サンプリングによる広域予測のアップスケーリング手法を検討した。
 - 結果: 低圧、高圧はサンプリング、特別高圧は全数に近いモニタリングを行うことが望ましい結果を示唆。

使用データ

- 実測値(期間: 2016/04/01 - 2017/03/31)
 - 九州管内に設置されたPVシステムの定格容量50 kW未満の低圧サイト, 50~2000 kW未満の高圧サイト, 2000 kW以上の特別高圧サイトについて, 合計6033サイト(1607 MW)
 - 発電電力量: 30分値
- 予測値(予測モデル)
 - 前々日予測・前日予測・当日予測(GPV-SVM)
 - 短時間予測(広域予測補正モデル)

アップスケーリング手法の検討(図1の②)

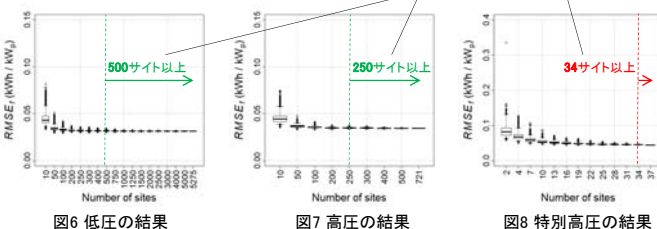
- 評価手法
 - 電圧階級毎にrサイトの無作為抽出を10000回試行
 - ✓ 低圧: r = 10, 50, 100, 200, 250, 300, 400, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000
 - ✓ 高圧: r = 10, 50, 100, 200, 250, 300, 400, 500
 - ✓ 特別高圧: r = 2, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34
 - 抽出毎にアップスケーリングによる予測誤差を計算

$$RMSE_f \equiv \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{\sum_{i=1}^r \hat{E}_i(t)}{\sum_{i=1}^r E_{i,max}} - \frac{\sum_{i=1}^m E_i(t)}{\sum_{i=1}^m E_{i,max}} \right)^2}$$

n: 評価期間のデータ数 $E_i(t)$: 時刻tにおけるサイトiの発電電力量
 $E_{i,max}$: $E_i(t)$ の期間最大値 $\hat{E}_i(t)$: $E_i(t)$ の予測値

● 評価結果

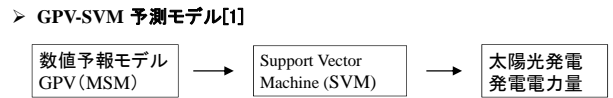
最大サイト数を利用した場合の誤差に対して差が1%以下になる条件



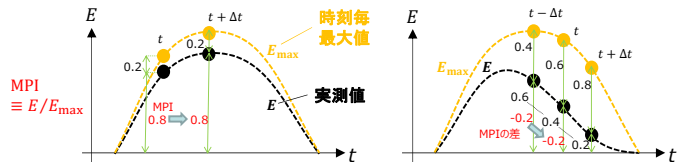
低圧・高圧はサンプリング、特別高圧は全数に近いモニタリング

短時間予測技術開発(図1の③)

- 広域予測補正モデル
 1. 数値予報ベース(GPV-SVM)と持続モデル(単純持続モデル・差分持続モデル)を融合
 2. アップスケールして得られた広域予測を実測値で補正



➢ 持続モデル



➢ 実測値による補正

$$\tilde{E}_{RT=t_0}(t) = \hat{E}_{RT=t_0}(t) E(t_0) / \hat{E}_{RT=t_0-\Delta t}(t_0)$$

$\tilde{E}_{RT=t_0}(t)$: 補正後の予測値 $\hat{E}_{RT=t_0}(t)$: 時刻 t_0 に配信された予測値
 Δt : 予測の配信間隔(30分) $E(t_0)$: 時刻 t_0 での実測値

● 予測誤差の評価

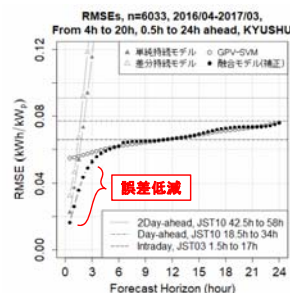


図4 Forecast Horizon毎の予測誤差

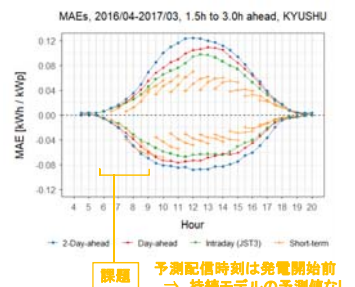


図5 時刻毎のMAE(1.5-3時間先予測)

参考文献

1. Fonseca, Jr. J. G. S. et al., PROG. PHOTOVOLTAICS, 23, 1203 (2015).
2. 海崎光宏 他, 太陽エネルギー, 44, 6, 67 (2018).