

気象庁週間予報モデルの日射量予測の誤差評価

大竹 秀明
産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター システムチーム

研究の目的

気象要素(日射量、曇量、気温、エアロゾル...) → 太陽光発電電力の主な変動要因

日射量の予測

今後、太陽光発電(PV)システムを大量に導入(~2030年)することを考えると
太陽光発電電力の推定や他の発電システムと連帯した電力システムの安定化を図る
ために必要

週間予報モデル 日々の天気予報

- ☑ 気象庁週間予報モデル(GSM)では216時間(9日)先までの長期間の予報
- ☑ 電力の運用計画のために数日~1週間前に発電量予測!
- ☑ 太陽光発電システムでは地球全体を対象とした予測のニーズ
- ☑ 地上の観測値に比べてどのくらいの予測誤差が含まれているのかを把握
- ☑ 本講演 → まずは日本域における検証を実施

目的

GSMで予測された日射量について日本における地上観測データを用いて予測精度の検証
・日射量予測の地域特性 ・数日(1~3日)前予測について解析

データ

- 日射量観測データ: 気象庁各気象官署の全天日射量データ(時別値)

- 数値モデル: 気象庁週間予報(Global spectral model: GSM)²⁾
(但し、放射計算は計算コストを抑えるため東西4格子を1格子に間引き)
- 予測時間: 84 時間(3日半)
- 初期値: 12UTC (日本時間 21時)
- 放射計算時間間隔: 1時間 (6時間毎の出力)
データセットの作成 ⇒ 1日積算値を作成
- 解析期間: 2009~2012 (4年間)
- 放射過程による日射量予測(下向き短波放射量を計算)

解析対象領域: 日本域
(札幌、仙台、つくば(館野)、名古屋、福岡、石垣島の全天日射量の各観測点

評価手法

$$MBE = \frac{\sum (I_{pred} - I_{obs})}{N}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (I_{pred} - I_{obs})^2}$$

N: 評価に用いたデータ数
I_{obs}: 観測された日射量の日積算値
I_{pred}: GSMで予測された日射量の日積算値

解析領域

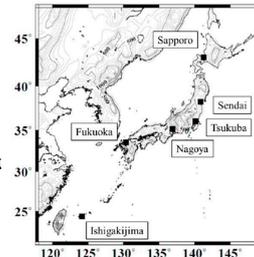


Fig.1 The location of the JMA stations analyzed in this study.

■ つくば、札幌、福岡、石垣島では基準地上放射観測網BSRN (Baseline Surface Radiation Network)³⁾の観測地点として採択されており、日射量の精密な観測が実施されている観測点である

つくばにおける予測誤差傾向 - 1から3日前予測

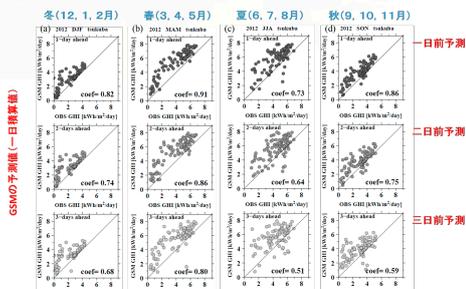


Fig. 2 Forecast errors of daily GHI forecasts obtained from the GSM at each season (a) winter (December to February, DJF), (b) spring (March to May, MAM), (c) summer (June to August, JJA) and (d) autumn (September to November, SON), respectively at Tsukuba station in 2012.

- GSMの予測値はやや日射量の過大傾向が顕著
- 前日予測ほど予測誤差は小さくなる

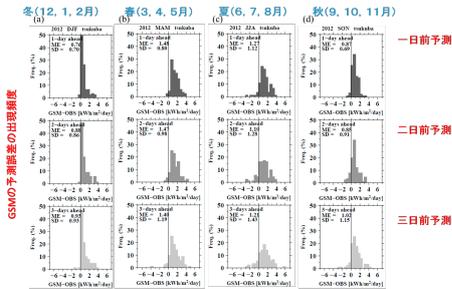


Fig. 3 Frequency of daily GHI forecast errors at Tsukuba station for each season at Tsukuba station for 2012 (a) winter (December to February, DJF), (b) spring (March to May, MAM), (c) summer (June to August, JJA) and (d) autumn (September to November, SON), respectively.

- GSMの予測誤差は+1kWh/m²付近にピーク
- 標準偏差は1.12~1.43kWh/m² (夏季)

事例解析

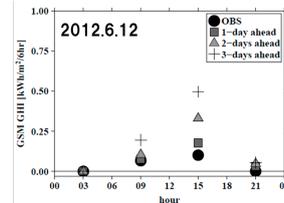


Fig.4 Comparisons of both daily GHI forecasts and the observation at Tsukuba on 12 June 2012.

- 3日前予測から徐々に予測が改善した例

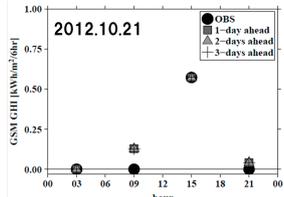


Fig.5 Comparisons of both daily GHI forecasts and the observation at Tsukuba on 20 October 2012.

- 予測値がほぼ観測値と同程度(予測の成功例)

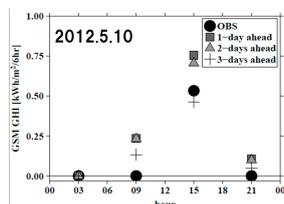


Fig.6 Comparisons of both daily GHI forecasts and the observation at Tsukuba on 10 May 2012.

- 3日前予測の方が誤差が小さかった事例 → 前日予測が誤差が小さいとは限らない

地域・季節変化

MBEをみた地域毎の通年の誤差傾向

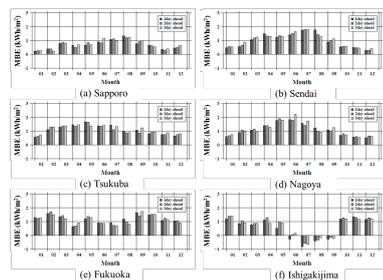


Fig.8 Monthly MBE at every different forecast lead times (from 1-day ahead to 3-days-ahead) in 2012 at (a) Sapporo, (b) Sendai, (c) Tsukuba, (d) Nagoya, (e) Fukuoka and (f) Ishigakijima, respectively.

- 札幌、仙台、つくば、名古屋: 夏季の正バイアスが顕著
- 石垣島: 夏季の負バイアスと、冬季の正バイアスの傾向
- ⇒ 地域毎に誤差の季節変化の傾向が異なる

RMSEをみた地域毎の通年の誤差傾向

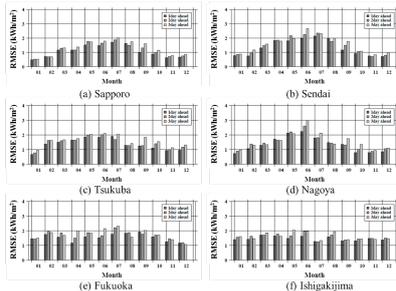


Fig.9 Monthly RMS at every different forecast lead times (from 1-day ahead to 3-days-ahead) in 2012 at (a) Sapporo, (b) Sendai, (c) Tsukuba, (d) Nagoya, (e) Fukuoka and (f) Ishigakijima, respectively.

- 札幌、仙台、つくば、名古屋: 夏に誤差が大きく冬に小さい。
- 福岡、石垣島: 1年を通した季節変化が小さい。

結論

まとめ

- 気象官署の日射量観測値をもとに、GSMの日射量予測値の誤差傾向を調べた

- GSMの日射量予測値は観測値に比べて過大予測の傾向がある
- 3日前よりも1日前予測の方が誤差が小さいことを確認
- 地域毎で予測誤差の季節変化が異なる

本研究は、以下の論文の成果の一部を紹介したものです。
大竹秀明, 下瀬健一, Joao Gari da Silva Fonseca Jr, 高島大, 大関崇, 山田芳則, 2014: 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌) Vol.134 No.6 pp.1-9 DOI: 10.1541/iejpees.134.1

謝辞

本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発/発電量予測技術の研究開発」の一環として、気象研と産総研の共同研究の中で実施された。また、気象庁数値予報課、同庁高層気象台、同庁気象研究所予報研究部の皆様にもモデルデータの提供や観測データに関する情報を頂いた。

参考文献

- 1) 相原良太, 横山明彦, 野見山史敬, 小杉成史: 「太陽光発電が大量導入された電力システムにおける揚水発電の最適運用計画」, 電学論B, Vol. 132, No.1, pp.86-94, (2012).
- 2) 気象庁予報部: 「全球予報モデルの課題と展望」, 数値予報課報告書・別冊第55号, pp. 183, (2009).
- 3) Baseline Surface Radiation Network (BSRN) ホームページ <http://www.gewex.org/bsrn.html>