

冬季の大気循環場を考慮した日射量予測の大外し事前検出指標の改良

宇野 史睦^{1,2} (uno.fumichika@aist.go.jp)・松枝 未遠³・大竹 秀明^{1,2}・大関 崇¹・山田 義則²

1, 産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター (AIST/RCPV), 2, 気象庁気象研究所 (JMA/MRI), 3, 筑波大学

1, Purpose

- 数値予報 (NWP) モデルは、数時間から数日先の日射量・太陽光発電予測に利用される。
- 極端な予測誤差 (予測の大外し) は電力の需給運用に支障をきたし、経済性を損なう。
- NWPを用いた気象予測は、完全な予報はできず、誤差があるものとして運用する必要があるため、誤差の事前把握や、大外しの程度を事前の評価したい。

本研究は、全球アンサンブル予測の日射量の予測のばらつき (スプレッド) と大気循環場の分類から、予測の大外しの事前検出手法を開発した

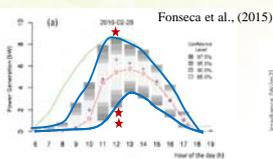


Fig. 1. 予測大外しの概念図。

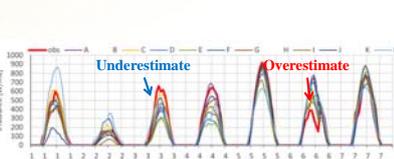


Fig. 2. 日射量予測コンペの結果 Kato 2015[1]

3, Results

3-1 各循環場の発生頻度

- 大外し時の出現頻度 (>5%, >10%, 15%, 20%) と大外し以外を含む出現頻度 (>All%) に大きな違いはない (Fig. 8a)
- HP のパターンは大外しの出現頻度は少ない。(Fig. 8b >5%, 5-10%)
- 中程度の予測誤差 (Fig. 8b >15-20%) は LP と WM のパターン時に発生する。

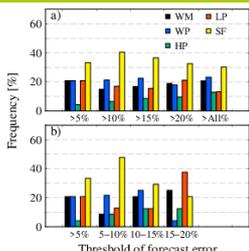


Fig. 8. 予測大外しと各循環場の出現頻度。a) 大外しの4つの閾値と全事例の出現頻度。b) 5%毎の大外し閾値における循環場出現頻度。

3-2. 各循環場における検出力評価

- MCGE (グランドアンサンブル) と単一のNWPセンターで検出力が大きく異なる。
- WP が最も検出力 (Area Under the Curve: AUC) が高い。(HP は事例数が1つのためここでは除外する。)

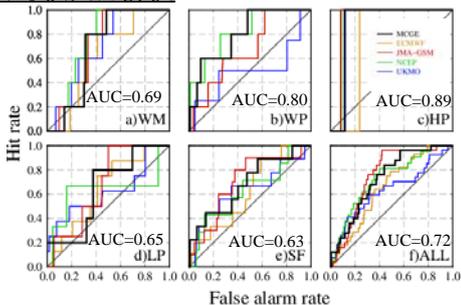


Fig. 9. 循環場毎に評価した日射量予測の上位5%の大外しの検出力評価 (a-e) と循環場を考慮しないときの検出力 (f)。図内のAUCはMCGEでの値を示す。

3-3. 最適な閾値決定手法を用いた検出力の改善

- Youden Indexの改善は最大0.15程度であるがほぼ全てのNWPセンターやMCGEにおいて改善を示した (図省略)。
- Youden Indexと比べてFPHでの改善率が大きく、特により上位の大外し事例 (Fig. 10a) において改善率が高い。

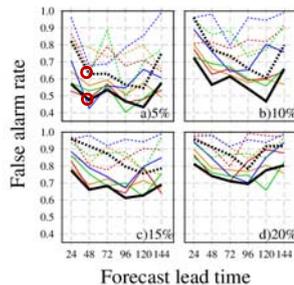


Fig. 10. Same as Fig. 9, but cut-off method used Youden index.

Table 1. 的中率1.0における誤検出 (FPH) 日数比較図10aの赤丸のケース

		大外し	
		あり	なし
大外しアラート	あり	26 (26)	229 (301)
	なし	0 (0)	255 (179)

4, Summary

新しく大気循環場を考慮して日射量予測の予測大外しの事前検出指標を改良し、最適な閾値決定方法について検討した。

- 500 hPaの高度場を利用して冬季を5つの循環場に分類した。
- 最適な指標の閾値を循環場のパターン毎に評価した結果、検出力が改善した。
- 2つの最適な閾値の決定手法の両方で、検出力が改善した。

4つの世界の予報機関が提供する全球アンサンブル予測を利用することで気象庁MSMの日射量予測の大外しの事前検出が可能となった。
また、大気循環場を考慮することでより検出力が改善した
 ⇒ 今後は冬季以外への適用可能性を検討
 ⇒ この手法を利用することによる経済効果を評価する。

2, Data and Method

地上観測

AME-DAS (JMA)
 関東平野 (7 地点) Fig. 5b

予測

領域: JMS-MSM: 水平解像度: 5 km 予測時間=24
 全球: TIGGE: 水平解像度: 125 km, 予測時間=24-144
 ヨーロッパ, 日本, アメリカ, イギリス
 (ECMWF, JMA, NCEP, UKMO)

再解析データ

ERA-interm (ECMWF) 2014/1-2017/3 冬季 (1, 2, 3, 11, 12月)
 ジオポテンシャル高度, 海面更正気圧 (SLP)

期間

Detection method (LINES) and Forecast error (F_c)

$$LINES_g = \ln \left(\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{NES_k}{NES_{m,k}} \right) \quad F_c = I_f - I_o$$

$N = 4(\text{center}), m = \text{month}$ $NES_{m,k}$: Normalized monthly mean ensemble spread

最適な閾値決定方法

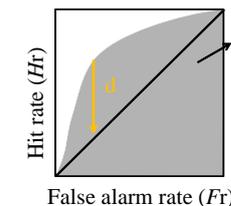


Fig. 3. ROCカーブの概念図

Youden Index

$$Y = \max(d_2)$$

$$d = Hr - Fr$$

FPH (Fr under Perfect Hr)

$$FPH = \begin{cases} \min(Fr), & \text{When } Hr = 1.0 \\ 1.0, & \text{if } \max(Hr) < 1.0 \end{cases}$$

5つの循環パターン

主成分分析による大気循環場の分類 (Matsueda and Kyoda 2016)

WM: Winter Monsoon
 WP: Winter Pacific
 HP: High Pressure
 LP: Low Pressure
 SF: Southwesterly Flow

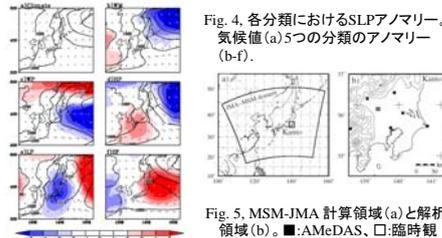


Fig. 5. MSM-JMA 計算領域 (a) と解析領域 (b)。■: AME-DAS, □: 臨時観測 (熊谷)

大外し指標LINESと予測誤差 (F_c) との関係 (previous study, Uno et al., 2018)

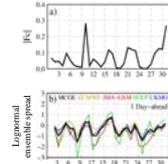


Fig. 6. |F_c| と LINES の時系列, 2015年10月。

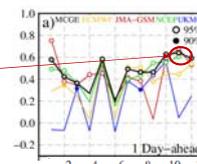


Fig. 7. |F_c| と LINES の月ごとの相関係数の季節変化。

References & Acknowledgements

- [1] Kato, F., 2015. Report on Competition of Day-ahead Forecasting of Irradiance and Wind Power Output, Annual Meeting IEEJ, (in Japanese).
 Uno, F. et al. (2018). A diagnostic for advance detection of forecast busts of regional surface solar radiation using multi-center grand ensemble forecasts. Solar Energy, 162, 196-204. https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.12.060
 This study is supported by the Japan Science and Technology Agency (JST) Core Research for Evolutional Science and Technology (CREST) project. (Grant番号: JPMICR15K1)