

日射量予測大外れ事例における 全球アンサンブル予報の特徴

中島虹¹、大関崇¹、大竹秀明^{1,2}、高松尚宏¹、仲江川敏之²、山口浩司³

1 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、2 気象研究所、3 日本気象協会

1. 研究の目的

日本では太陽光発電システム(以下、PV)が年々導入されつつある。PVの出力量は日射量に左右されるため、翌日から翌々日の日射量を予測することは重要である。しかし、日射量予測を大きく外す事例(大外れ事例)が年間で数事例発生している。電力の安定供給のためにも年間の日射量予測最大誤差を低減することは重要である。予測の高精度化や不確実性の把握には、アンサンブル予報を用いることが有用であると考えられる。アンサンブル予報では、わずかに異なる初期値から複数の予報結果が得られるため、予報される日射量を確率的にとらえることが可能となる。本報告では、東京電力エリアにおいて気象庁全球モデル(GSM)の日射量予測大外れ事例について、世界的に広く利用されている気象モデルであるWRFを利用した計算を行った。入力データとして全球アンサンブル予報(以下、GEPS)を利用することで、日射量予測誤差が大きくなった要因について検討する。

2. データと手法

- 対象期間
2021年1月1日~2021年12月31日
- データ
 - 気象庁観測値
 - 日射量
 - 日照時間(日射量の推定に利用(斎藤ほか2018))
 - GEPS:51メンバー
- エリア日射量の比較方法
 - 実績値
市区町村別の太陽光発電認定・導入量をもとに気象官署の日射量を加重平均した値
 - GSM予報値
前々日の12UTCを初期時刻としたGSM予報値

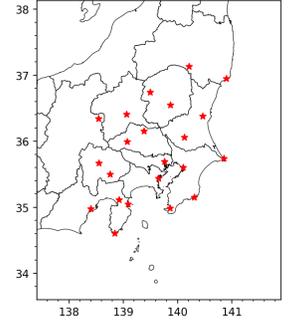


図1 気象庁観測地点分布図

3. 結果

1. 大外れ事例の抽出

日積算誤差(AE)を指標に2021年の日射量予測大外れ事例を抽出した(図2)。

$$AE = \sum_{T=0}^{23} |Sim_T - Obs_T|$$

2. GEPSを利用したWRF計算

最も誤差が大きかった5月22日(図2赤枠)を対象にWRF計算を実行。

◆ WRF計算設定

モデルバージョン: WRF ver.4.3.3

計算領域: 図3

格子間隔: D1=25km, D2=5km

鉛直層: 34層(上端高度=約20.8 km)

初期値・境界値: ①GEPS(1.25°×1.25°)
②NCEP GFS(0.25°)

計算時刻: 5月20日 21JST ~ 5月23日 00 JST

◆ WRF計算結果(図5)

- GEPS全メンバーが過大評価
- メンバー間のばらつきは他事例よりも小さい

予報時の信頼度は高いが、大外れしてしまう危険あり

電力の安定供給で課題

◆ 鉛直構造の特徴(図6)

- 5月22日(図6 赤枠)
中層(500~300hPa)で乾燥バイアス

GEPSは雲が発生しにくく、日射量過大となりやすい気象場を予報していた。それ以外の事例でも乾燥バイアスあり

↓大外れ事例では一日を通して予報誤差が大きい

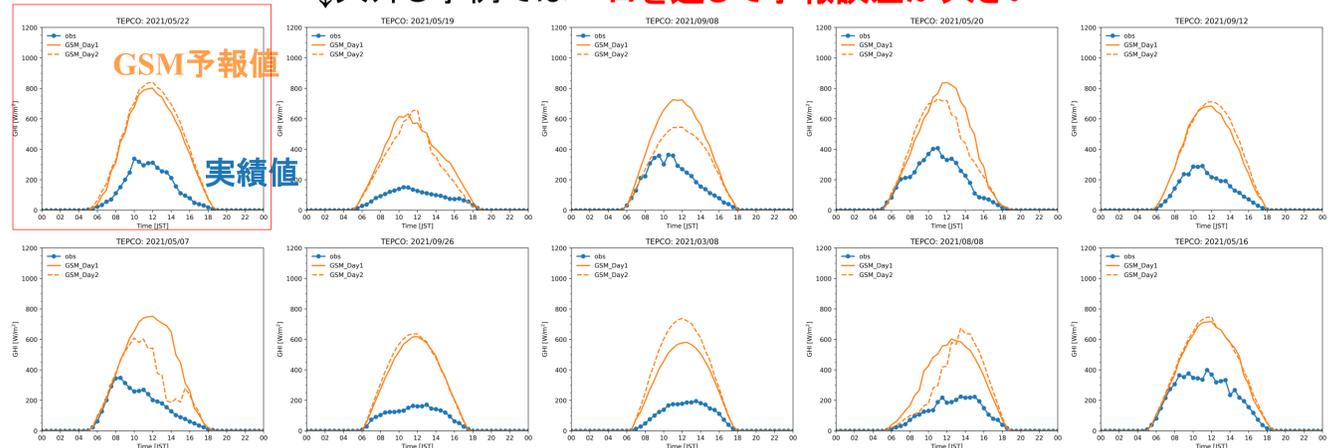


図2 2021年日積算誤差ワースト10における実績値(青)とGSM予報値(オレンジ)の日射量日変化

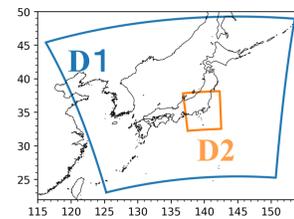


図3 計算領域

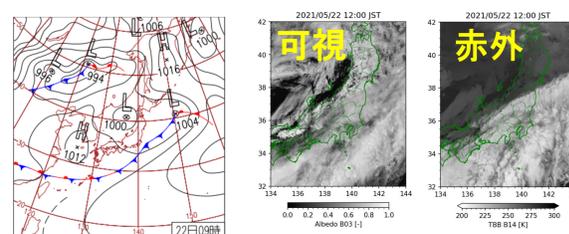


図4 2021年5月22日の天気図と衛星画像(気象庁HPとひまわりモニターより取得)

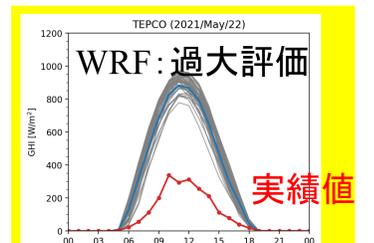


図5 WRF計算結果(灰と青)と実績値(赤)の日射量日変化

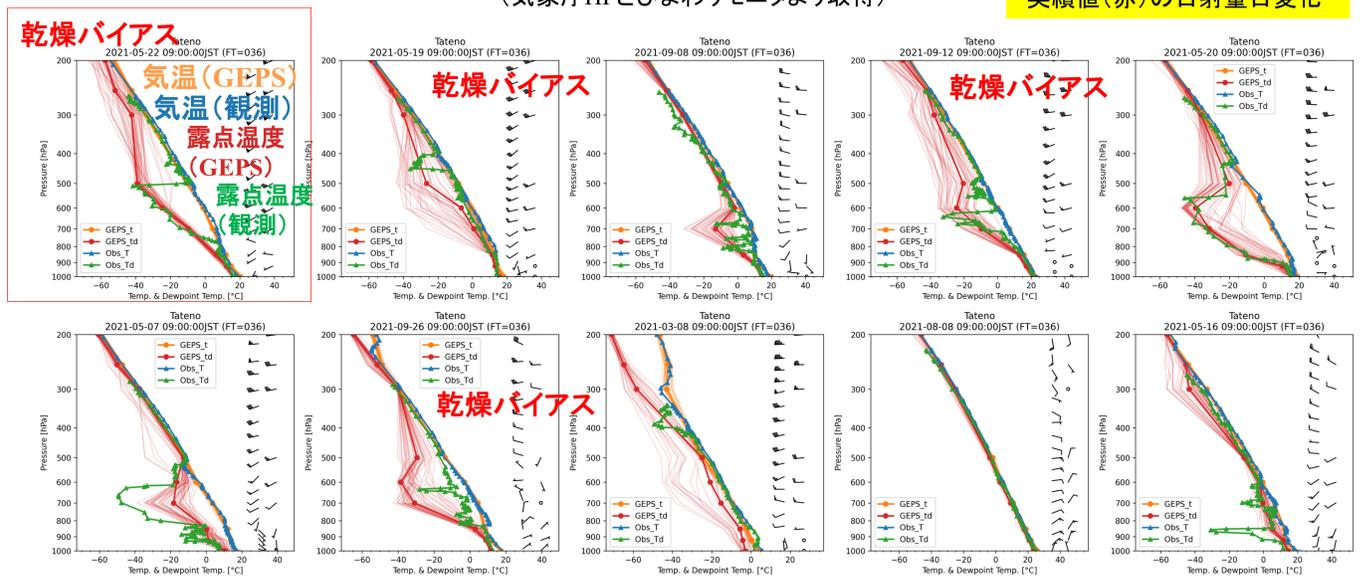
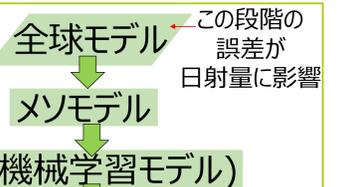


図6 2021年日積算誤差ワースト10の9時の館野におけるラジオゾンデ観測とGEPS予報値の気温・露点温度・風の鉛直分布

結論

- 東京電力エリアにおける日射予測大外れ事例における全球アンサンブルモデル(GEPS)の特徴を解析した。
- 日射量予測誤差が2021年で最も大きかった5月22日を対象にGEPSを入力値としたWRF計算を実行した。
 - ✓ GEPS全メンバーで日射量を過大評価し、メンバー間のばらつきも小さかった。(電力安定供給で課題)
 - ✓ GEPSは大気中層で乾燥バイアスを示し、雲が発生しにくい気象場を予報していた。(その他の事例でも乾燥バイアスあり)
- 大外れ事例は、日射量予測に必要な全球モデルの気象場の誤差が大きく、その誤差が日射量予測に影響を与えたと示唆される。日射量予測値



参考文献

斎藤哲彦, 佐々木寛介, 板垣昭彦, 宇都宮健志, 山口浩司. 2018, ひまわり8号データを用いた衛星推定日射量における雲・積雪判別の初期検討. 電気学会論文誌B(電力・エネルギー部門誌), 138(6), p.460-465.

謝辞

本研究はNEDOの「翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発」によりなされた。GEPSデータは、気象庁より提供を受けた。

「日射量予測大外れ事例における全球アンサンブル予報の特徴」

中島虹¹、大関崇¹、大竹秀明^{1,2}、高松尚宏¹、仲江川敏之²、山口浩司³

1 産業技術総合研究所再生可能エネルギー研究センター 2 気象研究所、3 日本気象協会

1. はじめに

日本では太陽光発電システム（以下、PV）が年々導入されつつある。PV の出力量は日射量に左右されるため、翌日から翌々日の日射量を予測することは重要である。しかし、日射量予測を大きく外す事例（大外れ事例）が年間で数事例発生している。電力の安定供給のためにも年間の日射量予測最大誤差を低減することは重要である。予測の高精度化や不確実性の把握には、アンサンブル予報を用いることが有用であると考えられる。アンサンブル予報では、わずかに異なる初期値から複数の予報結果が得られるため、予報される日射量を確率的にとらえることが可能となる。本報告では、東京電力エリアにおける日射量予測大外れ事例について世界的に広く利用されている気象モデルである WRF ver.4.3.3 を利用した計算を行った。入力データとして全球アンサンブル予報（以下、GEPS）を利用することで、日射量予測誤差が大きくなった要因について検討する。

2. 結果

図 1 に日射量実績値と WRF による計算結果を示す。いずれのメンバーも日射量を過大評価していた。メンバー間のばらつき（灰色の幅）が小さく、予報の信頼度は高いが大外れとなる事例であったといえる。

図 2 に 5 月 22 日 9 時の館野におけるラジオゾンデ観測と、その 48 時間前を初期時刻とする GEPS 予報値の気温と露点温度の鉛直分布を示す。ラジオゾンデ観測では 500~300 hPa で気温と露点温度の差は小さい（オレンジと緑）。その一方で、GEPS では気温と露点温度の差が大きい（青と赤）。このことは GEPS に乾燥バイアスがあったことを示す。つまり、GEPS は実際の気象と比べて雲が発生しにくく、日射量が過大となりやすい気象条件を予報していたことが示唆された。

また、2021 年の 1 月から 12 月の間で日射量予測の日積算誤差が大きかった 10 事例について図 2 と同様に館野のラジオゾンデ観測と GEPS を比較した結果、5 事例において露点温度の予報精度が低かった。また、乾燥バイアスの事例では日射量を過大評価する傾向が認められた。このように、日射量予測大外れ事例では、境界値に利用される全球モデルの乾燥バイアスが寄与していることが示唆された。

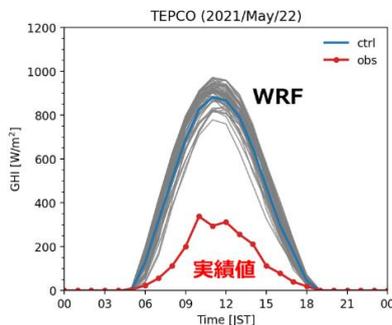


図 1 2021 年 5 月 22 日の日射量実績値(赤)と WRF による予報結果(青と灰)

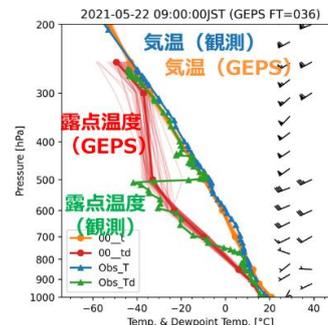


図 2 2021 年 5 月 22 日 9 時の館野における気温、露点温度鉛直分布。ラジオゾンデ観測(緑, 青), 初期時刻 5 月 20 日 9 時の GEPS 予報値(赤, オレンジ)。

謝辞 本研究は NEDO「翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発」(2021~2024 年度)においてなされた。GEPS データは、気象庁より提供を受けた。