

# 複数予報機関のアンサンブル予測を利用した日本における日射量予測大外しの予見可能性

宇野史睦<sup>1,4</sup>・大竹秀明<sup>1,4</sup>・松枝未遠<sup>2,3</sup>・山田芳則<sup>4</sup>

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, 筑波大学 計算科学研究センター, 3, University of Oxford

4, 気象庁 気象研究所 予報研究部

## 研究目的

□ 変動電源である太陽光発電の予測のため、気象予測が利用されているが、気象予測分野で近年開発が進むアンサンブル予測の利用は再エネ分野で進んでいない。

□ 複数の独立した予測値を併用することで、予測の大外し (Forecast bust) を軽減、減少させる可能性がある。

⇒ 複数予報機関の予測値やアンサンブル予測の有用性を評価する。



## 結論

▶ 関東域平均のグローバルアンサンブル平均 (EMg) の前日予測は、領域予測 (MSM) と同程度の予測精度を持つ。

▶ 2015年における極端な大外しは対数グランドアンサンブルスプレッド (LNES<sub>g</sub>) によって5日前からその傾向は捉えられていた。

▶ LNES<sub>g</sub> と領域予測 (MSM) の予測誤差 (Fc) には特に冬季で良い相関がみられた。

▶ (24時間予測95%有意: 10か月)

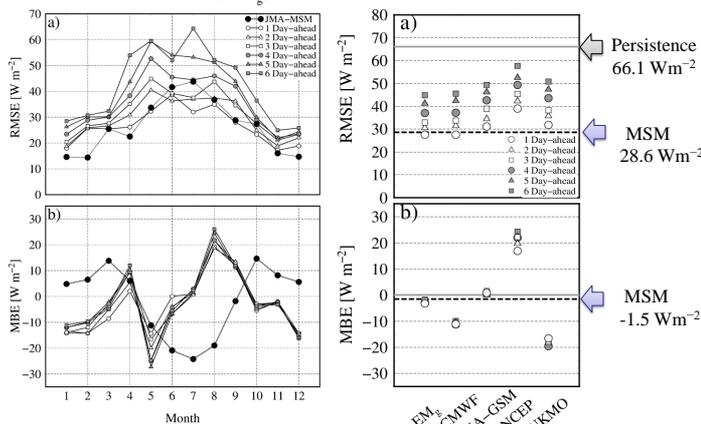
▶ 大外しの的中率は極端な(3回/年)事例は100%であったが、予測誤差係数 (Fc) の閾値を下げると、的中率は大きく下がる。

**アンサンブルスプレッドは極端な予測の大外しの予見を可能にする指標となり得るが、運用には更なる検討が必要である。**

## 解析結果

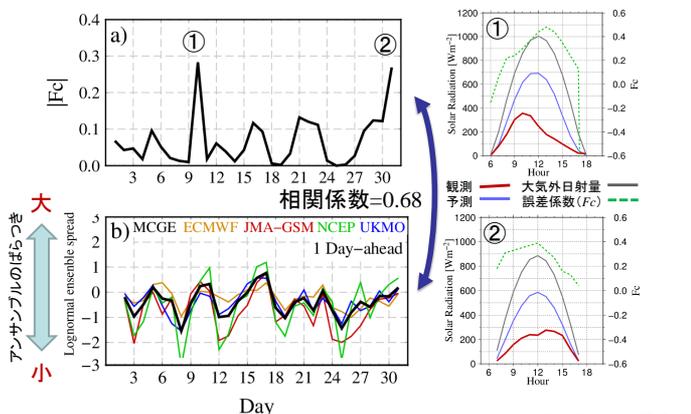
### 1. 大外し事例における各予報機関の予報値比較

- 1~2日先予測では、EM<sub>g</sub>は夏季でMSMより誤差が小さい。
- 年間の予測誤差は、EM<sub>g</sub> ECMWFはMSMよりも誤差が小さい。



### 2. 領域予測のFc vs LNES\*

- FcとLNES<sub>g</sub>の間に高い相関 ⇒ 予測誤差予見の指標としての利用可能性。



## 参考文献

[1] H. Takenaka, T. Y. Nakajima, A. Higurashi, A. Higuchi, T. Takamura, R. T. Pinker, T. Nakajima, 2011: Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer, J. Geophys. Res., 116, D08215, doi:10.1029/2009JD013337.

謝辞: 本研究はJST/CREST [JPMJCR15K1]によって実施された。ここに記して御礼申し上げます。

本発表の内容は、以下に投稿中

Uno, F. et al., 2017. A diagnostic for advance detection of forecast busts of regional surface solar radiation using multi-center grand ensemble forecasts, Solar Energy, submitted.

## 使用データと解析手法

### 解析期間

2015年 1~6日先予測 (Forecast Time: FT = 24 ~ 144 h)

### 予報データ

領域: メソ数値予報モデル (MSM) [5 km] 全球: アンサンブル予測 (TIGGE)

### Table 1. 各予報機関の数値気象予測モデル概要

	ECMWF (欧州)	JMA-GSM (日)	NCEP (米)	UKMO (英)
Spatial Resolution (°)[km]	0.3x0.3 [35]	1.25x1.25 [130]	1.0x1.0 [110]	0.3x0.45 [35x50]
Ensemble size	51	27	21	11

### 観測データ

\*欠測期間: NCEP: 2015/12/3~12/31 \*\*全データを1.25x1.25へ変換

気象庁 AMeADS 関東域 (7地点平均)

衛星推定日射量<sup>[1]</sup> 1 km Grid

### 予測誤差係数 日積算値 (世界標準時) で評価した。

$$F_c = \frac{I_f - I_o}{I_o} \quad I_f: \text{予測値}, I_o: \text{観測値}$$

ext : 日積算大気外日射量

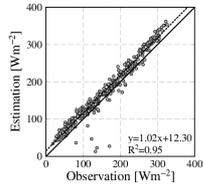
### 全球予測 対数グランドアンサンブル平均 [LNES<sub>g</sub>]

$$EM_g = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N EM_k$$

### 全球予測 対数グランドアンサンブルスプレッド [LNES<sub>g</sub>]

$$LNES_g = \left( \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \frac{NES_{m,k}}{NES_{m,k}} \right) \quad N = 4 (\text{予報機関}), M = \text{月}$$

NES<sub>m,k</sub>: 各予報機関毎の規格化アンサンブルスプレッド



## 用語解説

### アンサンブル予測・メンバー・スプレッド

数値気象モデルの初期値/境界値は不完全であるため、異なる摂動 (ノイズ) を加え、少しずつ異なる未来を複数予報 (メンバー) する。摂動を与えても結果が変わらなければ、確度の高い予測。各メンバーのばらつき (スプレッド) が大きければ、確度が低く予測が外れやすい事例であることがわかる。予報モデルやモデル内パラメータを変更するアンサンブル予報もある。

## 3. LNES<sub>g</sub>を用いた大外し予見可能性

- 冬季にスプレッドと予測誤差の相関が高い。
- 年3回の極端な予測の大外しは予見可能。

Table 2 5カ月間における日射量予測大外しのカテゴリー検証

年	領域予測の実際の大外し (Fc > 0.30)		
	大外し	大外し無し	
年で3回の大外し	LNES <sub>g</sub> > 0.15 (大外し検出)	3 (的中) 0 (見逃し)	21 (空振り) 130
	領域予測の実際の大外し (Fc > 0.15)	15 (的中) 21 (見逃し)	8 (空振り) 110

