

広域的な電力融通を想定したPV出力予測の大外れ事例の特徴



大竹秀明^{1,2}・宇野史睦^{1,2}・大関崇¹・山田芳則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気象庁 気象研究所 予報研究部



はじめに

- ✓ 複数の電力エリアをまたいだ広域的な太陽光発電出力の予測大外れは最も深刻
- ✓ 電力広域的運営推進機関(OCCTO)¹ ⇒ 電力エリア間の電力融通
- ✓ 広域エリアで大外れをした事例を対象に、雲・日射の分布の特徴を調査
- ✓ 各電力エリア毎に大外れ事例の分析
東京電力²、関西電力³、九州電力⁴、北陸・中部電力⁵、東日本エリア(北海道、東北、東京)⁶
- ✓ 9電力合計(広域エリア⇒最も過酷なケース)での予測の大外れ事例にはどのようなケースがある? ⇒ 事例解析

PV導入量(現在と将来)

都道府県別	2017年3月現在		将来(想定値)	
	全国	38.47	全国	54.54 (GW)
1 茨城県	2.18	茨城県	5.38	
2 愛知県	1.96	福島県	4.68	
3 千葉県	1.87	千葉県	5.97	
4 福岡県	1.76	熊本県	3.97	
5 兵庫県	1.74	鹿児島県	3.80	
6 栃木県	1.57	宮城県	3.45	
7 静岡県	1.52	宮崎県	3.10	
8 鹿児島県	1.35	群馬県	3.08	
9 群馬県	1.30	兵庫県	2.94	
10 三重県	1.28	兵庫県	2.87	

市町村別	2017年3月現在		将来(想定値)	
	全国	388.8	全国	559.6 (MW)
1 群馬県高崎市	250.6	鹿児島県霧島市	728.0	
2 大分県大分市	225.0	岐阜県津市	690.1	
3 福岡県北九州市	209.9	宮崎県宮崎市	649.5	
4 岡山県岡山市	196.8	静岡県浜松市	633.4	
5 兵庫県神戸市	196.0	福島県福島市	631.3	
6 三重県津市	174.7	高知県高知市	508.9	
7 茨城県水戸市	172.0	静岡県浜松市	503.6	
8 群馬県高崎市	170.1	群馬県北群馬郡吉井町	506.4	
9 群馬県高崎市	168.4	福島県西白河郡西郷村	505.8	

データソース: 固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト⁷
 (平成29年8月10日更新)

需給インバランスによる電力融通

太陽光発電の出力予測の外れによる電力融通の事例が発生

- 2018年1月23日～26日、2月1日～2月2日および2月22日に、東京エリアに向けて需給ひっ迫に伴う融通指示が行なわれた。
- 1月下旬から2月の初めにかけて、記録的な寒さとなり、2017年10月の需給検証における厳寒(H1想定)を複数日で超える必要となった。
- 1月22日の週についてはFIT特例制度(PV発電)の予測誤差が大きくなり、比較的大きなインバランスが発生した。
- 1月22日は23cmの積雪を記録し、その後、低温傾向が続き厳寒が進まなかった。
- 前々日(1月20日)の段階において、気象情報では積雪量の予測がなく、更にその後の積雪の進捗が考慮できなかったため、太陽光の出力予測が外れたと考えられる。
- OCCTO ⇒ 北海道電力・東北電力・中部電力・北陸電力・関西電力・中国電力および九州電力から東京電力パワーグリッドに対して最大263万kWの融通指示

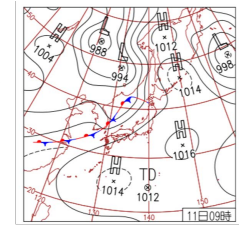
第25回 調整力及び需給バランス評価等に関する委員会 配布資料2(経済産業省、2018年1月22日～2月2日および2月22日の東京エリア需給状況について)より一部抜粋し、著者が一部加筆(https://www.occto.org/jp/inikai/chousenryoku/2017/chousen_jukyuu_25_hairu.html)

予測大外れの定義

- ✓ 対象: 9電力エリア(沖縄電力エリアを除く) 期間: 2014-2017年(4年間)
 - ✓ 地上日射データ: 気象官署42地点 (+熊谷、釧路地方気象台での臨時観測)
 - ✓ 数値予報モデル: 気象庁メソモデル(MSM) 39時間先まで予測、3時間毎に予測を更新
※管内のモデルグリッド、観測値をそれぞれエリア内平均 ⇒ 広域を対象とした
- データセットを作成
 ✓ 大外れの定義: 前日9時のMSMデータ(予測)を用いて、以下の式に与え、ワースト20ケース(1年の約5%)を予測大外れとして抽出
- $$\frac{|\text{予測値} - \text{観測値}|}{\text{大気外日射量}}$$



2017年のワースト事例(2017/7/11)



- 高気圧の西端に日本地域がある
- 気圧の水平傾度が広い(弱風)
- このパターンが予測大外れ時に多い

図1. 2017年7月11日9時における地上天気図。(引用 気象庁 日々の天気図 http://www.data.jma.go.jp/fcd/foho/hibiten/index.html)

抽出事例

表1 2017年のMSM前日予測の大外れ事例のワースト20. Daily_ErrorはMean absolute error (MAE), Daily_BIASはMean bias error (MBE)の日別値。各日の地上天気図から気圧配置のパターンを示す。

Rank	DD MM YYYY	Daily_Error	Daily_BIAS	気圧配置
1	11-Jul-17	0.256	-0.256	高気圧西端
2	28-Aug-17	0.145	-0.145	高気圧西端
3	22-Aug-17	0.143	-0.143	高気圧西端、低気圧
4	2-Jul-17	0.137	-0.134	停滞前線
5	1-Feb-17	0.136	0.131	低気圧
6	29-Aug-17	0.134	-0.134	停滞前線
7	29-Jul-17	0.131	-0.131	停滞前線、台風
8	14-Mar-17	0.13	0.130	低気圧(後部)
9	28-Jul-17	0.13	-0.129	停滞前線、台風
10	10-May-17	0.129	0.129	低気圧
11	5-Aug-17	0.127	-0.127	台風、高気圧西端
12	8-Nov-17	0.126	0.126	低気圧
13	29-Nov-17	0.126	0.126	低気圧
14	26-Nov-17	0.124	0.124	低気圧、高気圧西端
15	1-Aug-17	0.123	-0.120	停滞前線、台風
16	23-Sep-17	0.123	0.123	南岸低気圧
17	9-Feb-17	0.121	0.121	南岸低気圧(後部)
18	6-Mar-17	0.121	0.107	南岸低気圧
19	25-May-17	0.117	-0.099	低気圧、停滞前線
20	3-Jul-17	0.116	-0.116	停滞前線、高気圧西端

黒色字: 過大予測 灰色字(斜体): 過小予測

予測大外れ時の地上気圧パターン:
 高気圧の縁辺・停滞前線(梅雨前線)・
 低気圧通過(南岸低気圧)・台風接近など

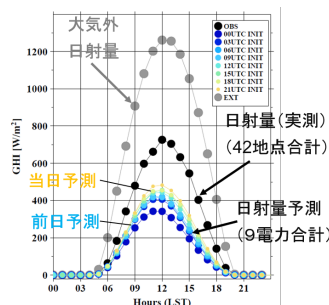


図2. 2017年7月11日のエリア平均日射量の時系列(時別値)。黒色丸は日射量実測値(9電力内の気象官署42地点の平均値、灰色丸は大気外日射量。寒色系丸は、MSMの前日予測(9電力平均値)、暖色系丸は当日予測であり、3時間毎に予測を更新したものである。

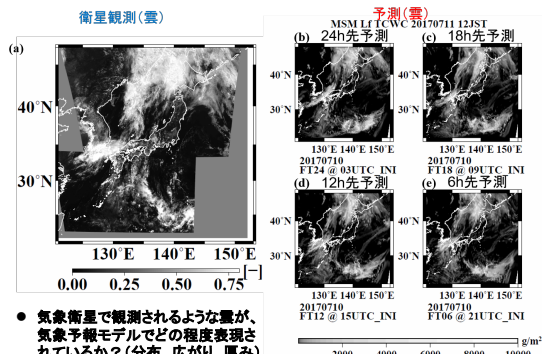


図3. 2017年7月11日12時における雲の分布で、(a)気象衛星可視画像(実測)と(b-e)MSMによる予測。(b)24時間先予測、(c)18時間先予測、(d)12時間先予測、及び(e)6時間先予測。

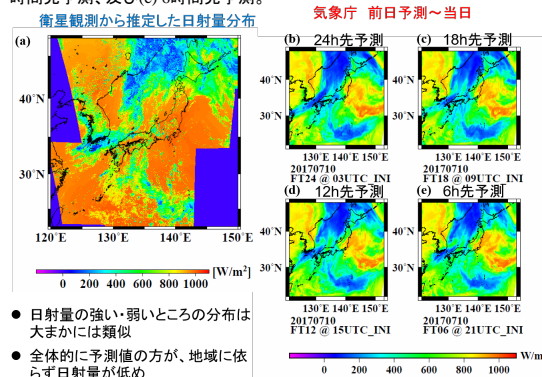


図4. 2017年7月11日12時における日射量の分布で、(a)気象衛星からの推定(実測, AMATERASSデータ)と(b-e)MSMによる予測。(b)24時間先予測、(c)18時間先予測、(d)12時間先予測、及び(e)6時間先予測。

まとめ

- 外れ易い天候パターン: 高気圧の縁辺、停滞前線(梅雨前線)、低気圧通過(南岸低気圧)、台風接近などの複数のケースが存在
- 広域における電力融通には、各電力エリアのみならず、複数のエリアでの予測大外れも含めた検討が必要
- 【今後の予定】
- 上位ワースト事例の詳細分析
- 外れ易い天候パターン時の予測改善に向けた解析、数値実験
- 予測大外れの事前検知の高度化(Uno et al., 2018)¹⁰

参考文献

1. 電力広域的運営推進機関 ホームページ https://www.occto.org/jp/
2. H. Ohtake et al., Renew. Energy Environ. Sustain. 1, 37, 1-4 (2016).
3. 大竹 秀明ら、日本気象学会秋季大会講演予稿集, 541 (2015).
4. 大竹 秀明ら、太陽/風力エネルギー講演論文集, 213-216 (2015).
5. 大竹 秀明ら、電気学会研究会資料 新エネルギー・環境 メタボリズム社会・環境システム合同研究会, FTE-16-9, MES-16-9, 55-60 (2016).
6. 大竹 秀明ら、平成28年電気学会全国大会論文集, 6-174 (2016).
7. 固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saieen/statistics/index.html
8. 経済産業省: 2018年1月22日～2月2日および2月22日の東京エリア需給状況について
9. 特定非営利活動法人 太陽放射コンソーシアム http://amaterass.org/index.html
10. F. Uno et al., Solar Energy, Vol.162, 196-204 (2018).

謝辞 本研究はJST CREST「太陽光発電予測に基づく調和型電力系統制御のためのシステム理論構築」(代表 東京工業大 井村順一教授、JPMJCR15K1)の中において実施された。気象衛星から推定された地上の日射量データは、特定非営利活動法人 太陽放射コンソーシアムから提供されているAMATERASSデータを利用した。