

広域太陽光発電予測に向けた 気象庁予報モデルを利用した日射量予測研究

大竹 秀明

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
(気象予報士)



本研究はJST CREST「太陽光発電予測に基づく調型電力系統制御のためのシステム理論構築(System Theory for Harmonized Power System Control Based on Photovoltaic Power Prediction, HARPS)」(研究代表者、井村順一東京工業大学教授)の中において、気象庁気象研究所との共同研究の一環で実施中。

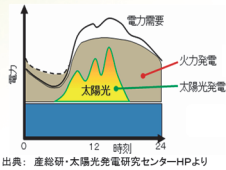


研究の目的

- 太陽光(PV)発電:お天まかせて、時間・空間的な変動が大きい(エネルギーマネージメント側:安定した電力の供給に課題)

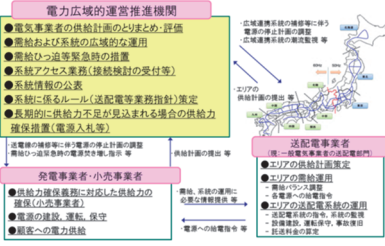
現状:

- ・FITの導入後、PV発電の大量導入が加速(30%/認定容量約8000万kW)
- ・電力システムではPVの系統連系接続:Δ
- ・高効率・低コスト化した各種太陽電池を広く世の中へ普及するには、**気象予測技術**が一つの手段



出典:産総研「太陽光発電研究センターHPより」

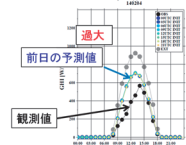
- ✓ 電力需要予測は実施中。今後は、**太陽光による発電予測**も。
- ✓ 日射、PVの変動把握と予測→**安定的な電力の運用**、スタンバイ火力の軽減
- ✓ この4月からは電力小売りの自由化(新電力事業者の参入)
- ✓ 国・経産省:総合資源エネルギー調査会系統WG→**PV予測の必要性**を議論



引用 OCCTOホームページ <https://www.occto.or.jp/koiki/koiki/index.html>
 ✓ (出力予測を踏まえた)従来の電力エリアを越えた運用(系統間連系)が必要

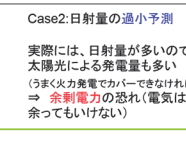
予測大外れと電力システムへの影響

- 日射量(太陽光発電電力量)の予測の影響



Case1:日射量の過大予測

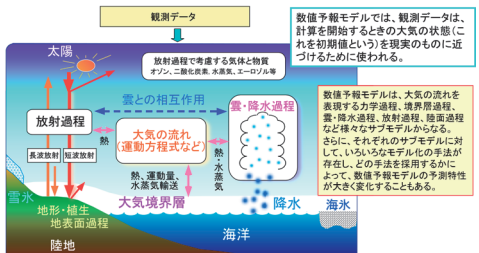
実際には、日射量が少ないので太陽光による発電量も少ない(うまく火力発電がカバーできない)⇒**供給支障(停電)**の恐れ



Case2:日射量の過小予測

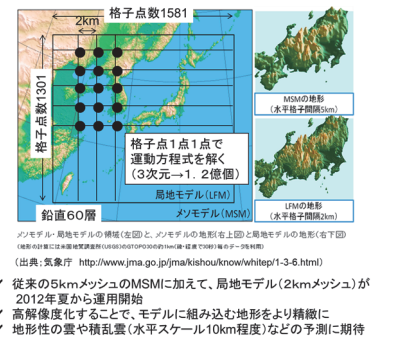
実際には、日射量が多いので太陽光による発電量も多い(うまく火力発電でカバーできない)⇒**余剰電力**の恐れ(電気が余ってもいけない)

気象予報の概要



日射量予測 ①短波放射 ②雲・降水のプロセス
 出典:気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/ishou/known/whitept1-3-1.html>
 ✓ 数値予報モデルでは**日射量の予測が可能**
 ✓ しかし、完全なモデルではないので**予測誤差**が付きもの

予測エリア



- ✓ 従来の5kmメッシュのMSMIに加えて、**局地モデル(2kmメッシュ)**が2012年夏から運用開始
- ✓ 高解像度化することで、モデルに組み込む地形をより精緻に
- ✓ 地形性の雲や積乱雲(水平スケール10km程度)などの予測に期待

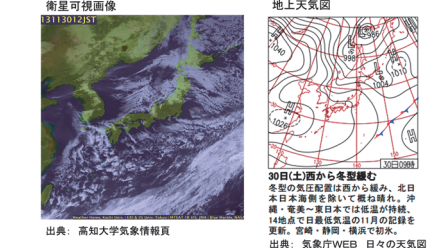
データと予報モデル

- ✓ 対象:東日本 広域エリア(北海道電力+東北電力+東京電力)
- ✓ **地上日射データ**:気象官署21地点(熊谷、釧路地方気象台を含む)
- ✓ **衛星推定日射データ** ひまわり7、8号(太陽放射コンソーシアム)(e.g., Takenaka et al. 2011, JGR)[1]
- ✓ **数値予報モデル** **メソモデル(MSM, 5km)**及び**局地モデル(LFM, 2km)** ([2], [3])
 ※管内のモデルグリッド、観測値をそれぞれエリア内平均したデータセットを作成
- ✓ **大外れと定義**:
 前日12時の予測データを用いて、以下の式に閾値を与えて定義(1年で数パーセントの出現率)

$$\frac{\text{予測値} - \text{観測値}}{\text{大気外日射量}} > 0.25 \Rightarrow \text{年間12事例を抽出}$$
 本稿ではその1例を紹介

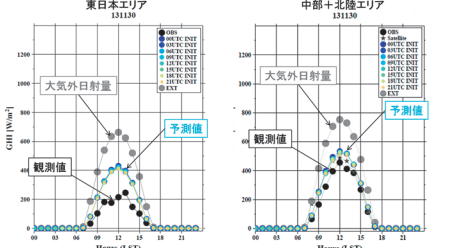
予測大外れ事例

【気象状況】



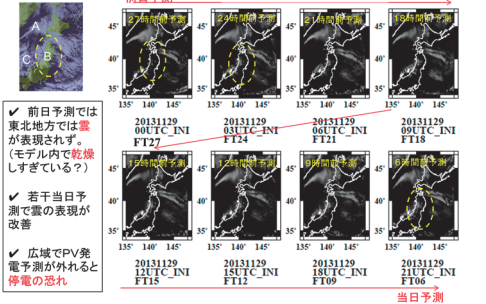
- ✓ 北海道の東には低気圧があり、西から高気圧が張り出し、気圧傾度が緩い事例。弱い冬の気圧配置。
- ✓ 北海道、東北の気象台では積雲系の雲(Cu,Sc)が各地で観測されている

【日射量予測の時系列】



- ✓ 東日本エリアでは日射量の過大予測で大外れ、中部電力エリアではこの日の日射量予測の精度は良好。→他のエリアからの送電(系統間連系)なども検討すべき。(東日本(北海道、東北、関東)だけで運用がままかまかるとは限らない)

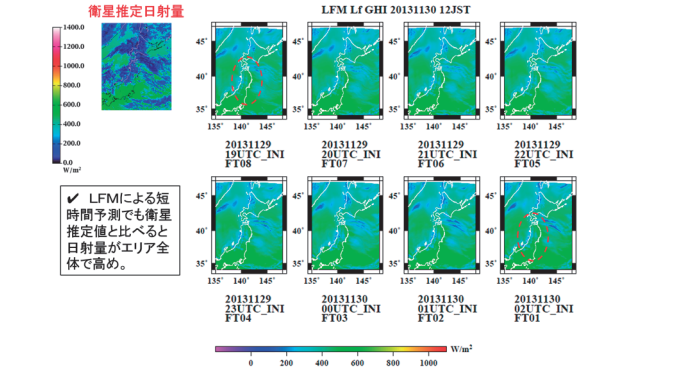
【雲の分布の予測の検証】



- ✓ 前日予測では東北地方では雲が表現されず(モデル内で乾燥しすぎている?)
- ✓ 若干当日予測で雲の表現が改善
- ✓ 広域でPV発電予測が外れると**停電の恐れ**

日射量分布の検証(当日数時間先予測)

【LFM (2kmメッシュ) 気象庁最新モデル】



- ✓ LFMによる短時間予測でも衛星推定値と比べると日射量がエリア全体で高め。

まとめ

- 広域エリア(東日本エリア:北海道、東北、東京電力)を対象とした日射予測の大外れ事例の抽出
- ✓ **冬季の過大、夏季の過小予測(大外れ)**が顕著
Ohtake et al. (2015, Solar Energy)[2]のMSMの通年評価と類似の傾向
- ✓ 日射量予測の大外れ時は特定の天気図パターンはない。前線、小低気圧、高気圧の縁辺に東北地方がある場合に外れやすい(等圧線の間隔(気圧傾度)が緩い場合)
- ✓ 東北、北海道エリアで予測が大きく外れるケースもある。→東日本だけでなく、中部電力エリアなど**他のエリアからの送電**なども検討すべき。(系統間連系のあり方)
- ※ 気象学的な観点から → 北海道、東北地方は**気候の特徴が似ているため、気象の変動も共通**しやすい。(外れるときは、同じタイミングで外れる)

参考文献

[1] Takenaka et al. 2011: Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer, J. Geophys. Res., Vol. 116, D8, doi:10.1029/2009JD13337.
 [2] Ohtake et al., 2015: Regional and seasonal characteristics of global horizontal irradiance forecasts obtained from the Japan Meteorological Agency mesoscale model, Solar Energy, 116, 83-99. doi:10.1016/j.solener.2015.03.020
 [3] 大竹秀明ほか、2015: 局地モデルから出力される日射量予測とその予測精度の検証, エネルギー-資源学会論文誌, Vol. 36, No. 4, 31-39.