

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

太陽光発電研究センター
システムチーム
大竹秀明

- **太陽光(PV)発電**: お天気まかせで、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)

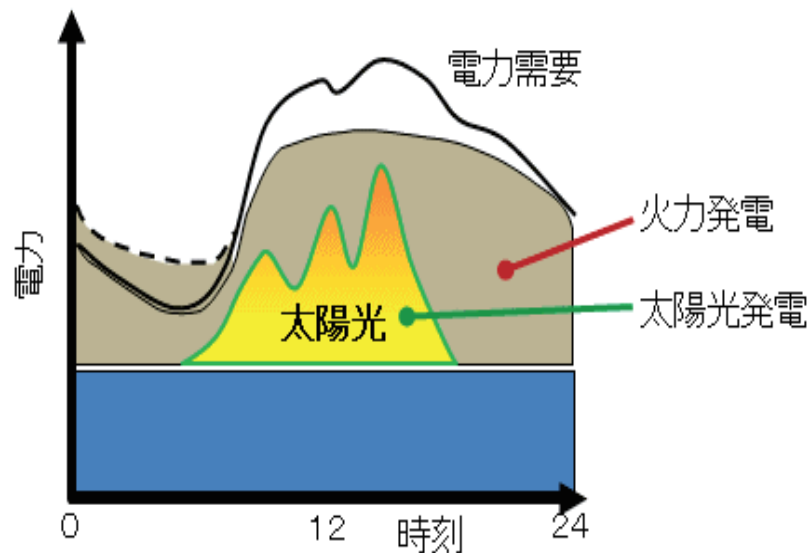
現状:

- ・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)

(資源エネルギー庁, H28.3)

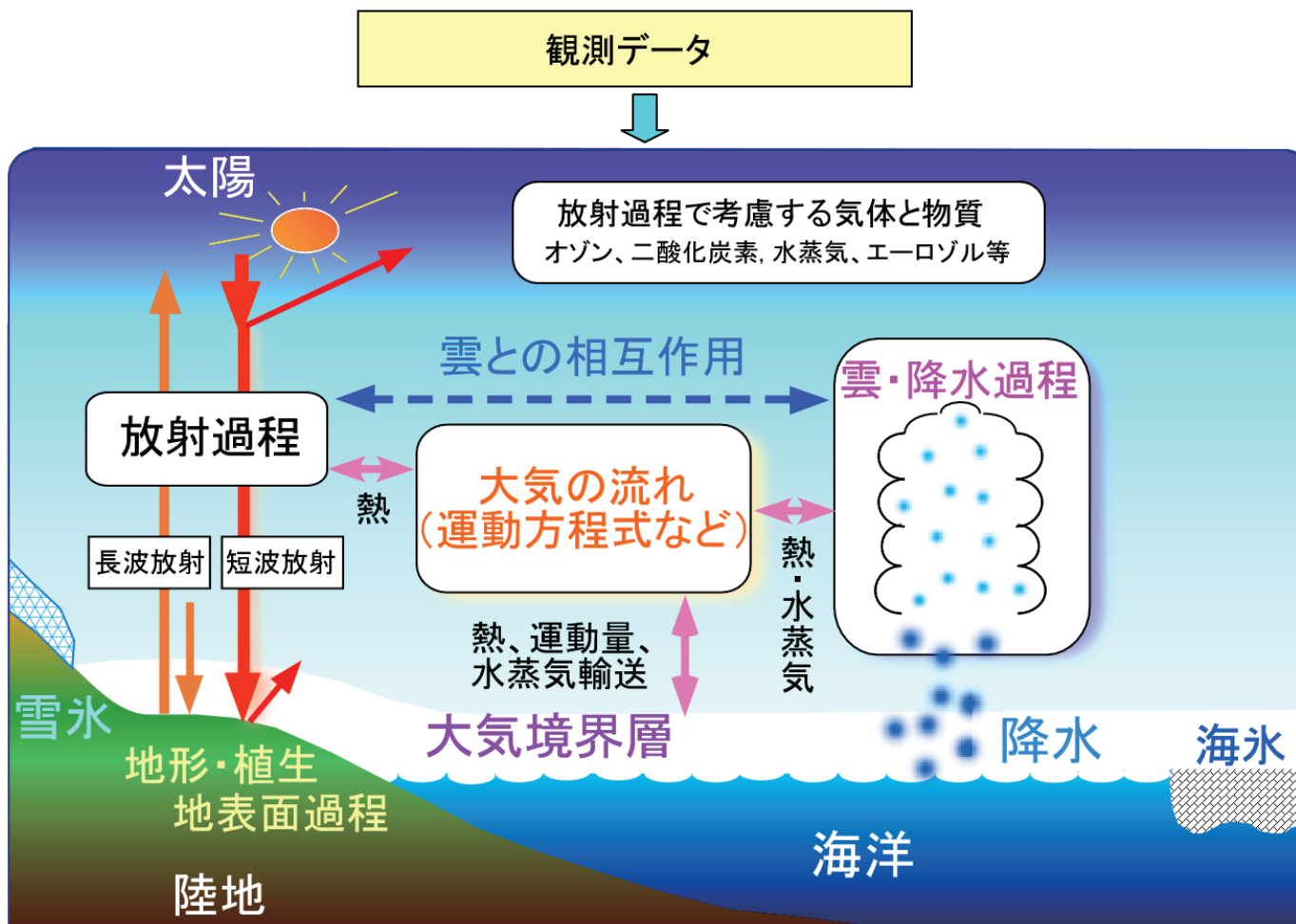
- ・電力システムではPVの系統連系接続: △

- ・**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

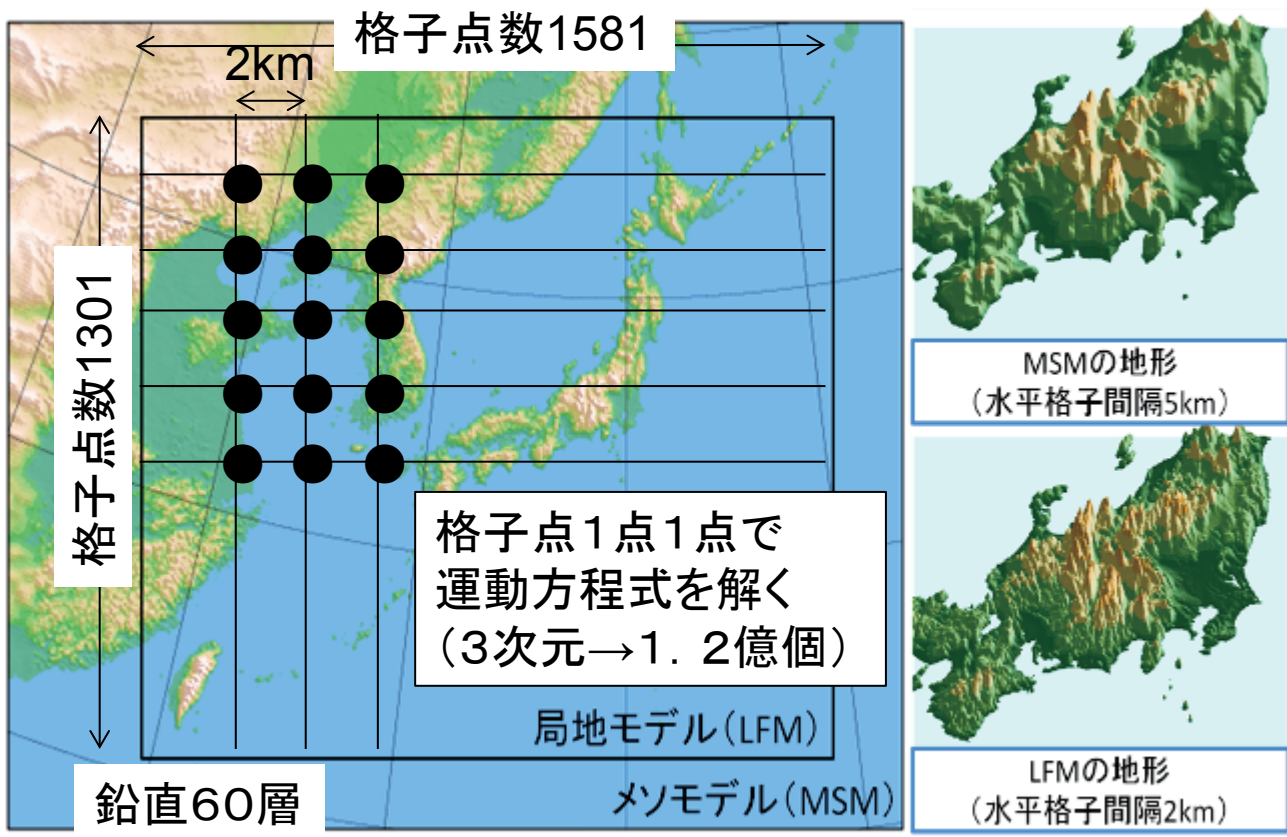
- ✓ 電力需要予測は実施中。今後は、**太陽光による発電予測**も。
- ✓ 日射、PVの変動把握と予測→**安定的な電力の運用**、スタンバイ火力の軽減
- ✓ この4月からは**電力小売りの自由化**(新電力事業者の参入)
- ✓ 国・経産省: 総合資源エネルギー調査会 系統WG→ **PV予測の必要性**を議論



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/kishou/known/whitep/1-3-1.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つきもの

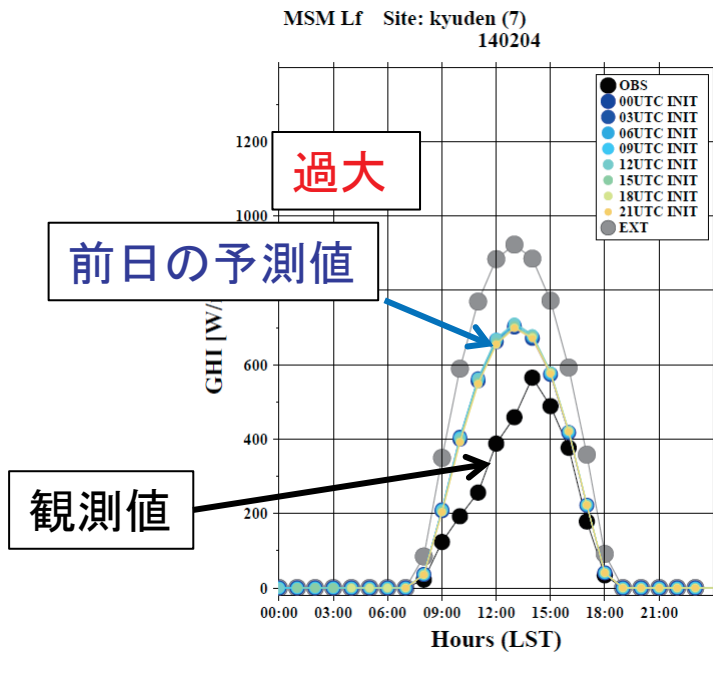


メソモデル・局地モデルの領域(左図)と、メソモデルの地形(右上図)と局地モデルの地形(右下図)
(地形の計算には米国地質調査所(USGS)のGTOPO30の約1km(緯・経度で30秒)毎のデータを利用)

(出典; 気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-6.html>)

- ✓ 従来の5kmメッシュのMSM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

○ 日射量(太陽光発電電力量)の予測の影響

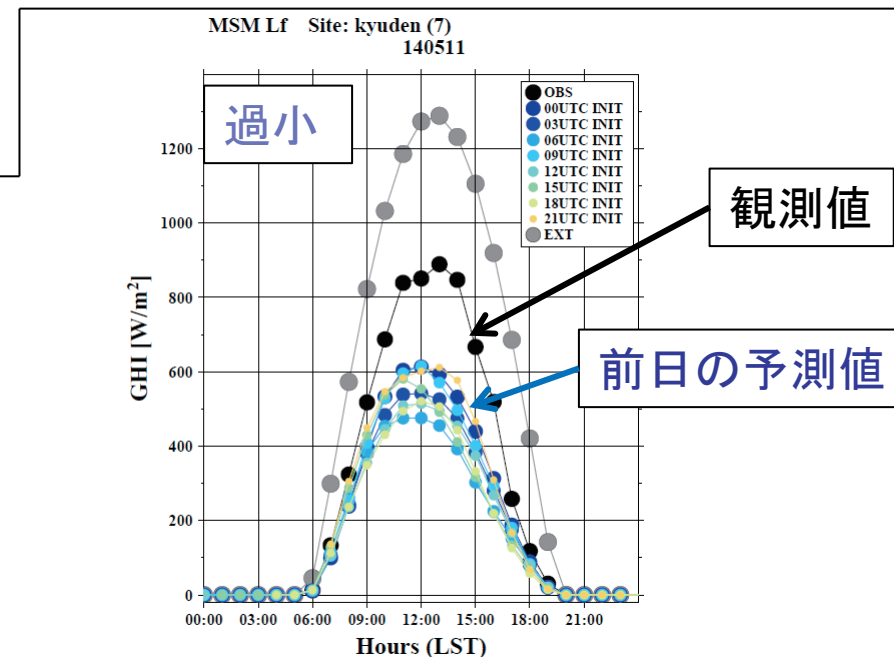


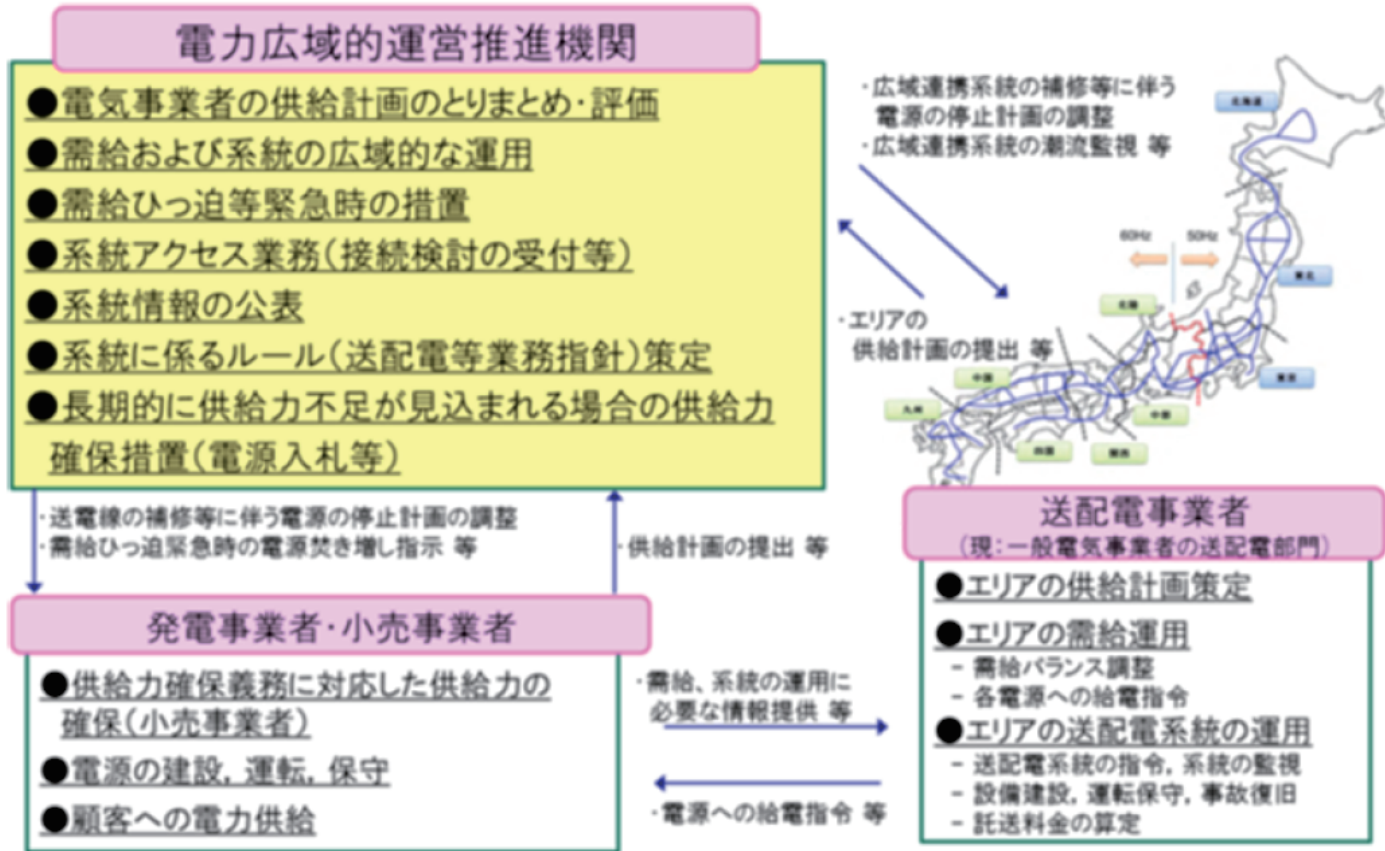
Case1:日射量の過大予測

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ければ、)
⇒ 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ければ、)
⇒ 余剰電力の恐れ(電気は
余ってもいけない)





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

✓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

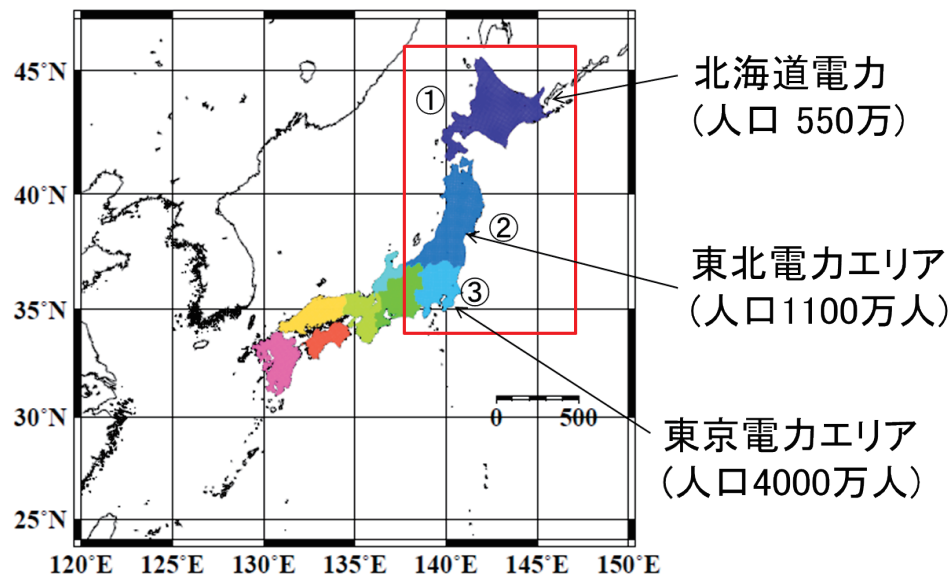
✓大外れと定義:

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)

$$\left| \frac{\text{予測値} - \text{観測値}}{\text{大気外日射量}} \right| > 0.25 \rightarrow \text{年間12事例を抽出}$$

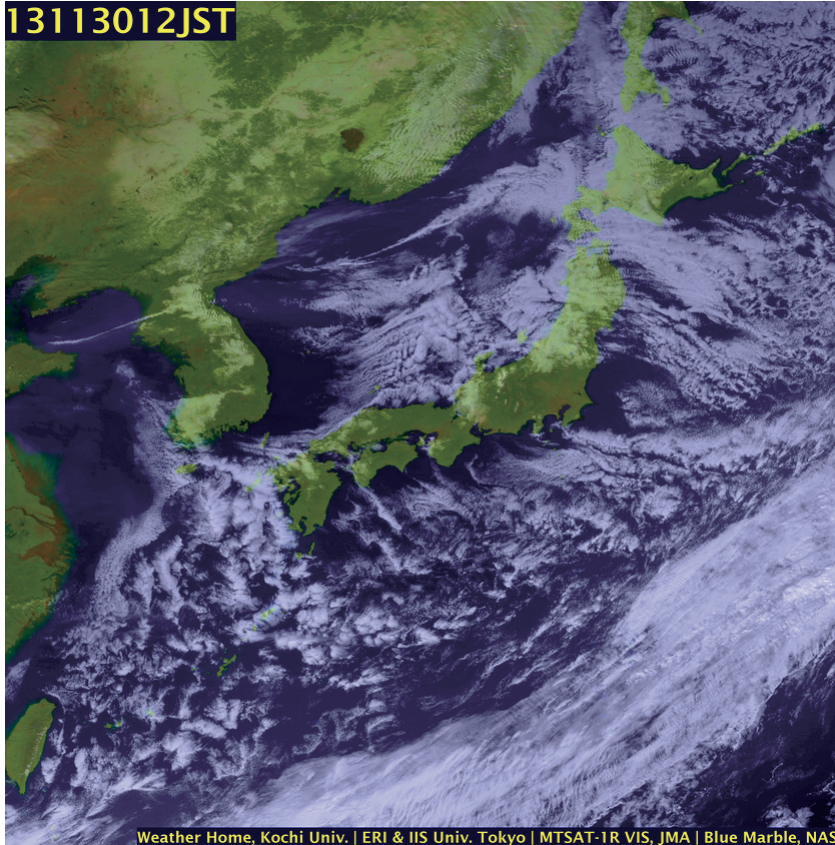
(本日は一例のみ紹介)

東日本エリア



衛星可視画像

13113012JST

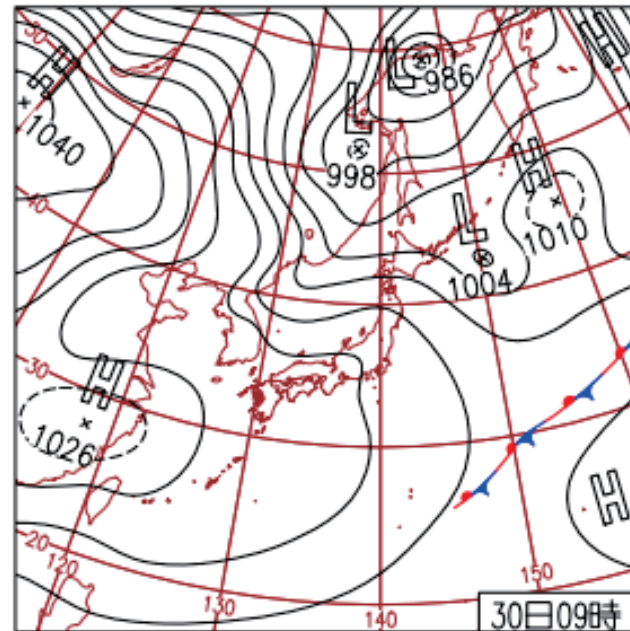


Weather Home, Kochi Univ. | ERI & IIS Univ. Tokyo | MTSAT-1R VIS, JMA | Blue Marble, NASA

出典：高知大学気象情報頁

地上天気図

事例：2013年11月30日



30日(土)西から冬型緩む

冬型の気圧配置は西から緩み、北日本日本海側を除いて概ね晴れ。沖縄・奄美～東日本では低温が持続、14地点で日最低気温の11月の記録を更新。宮崎・静岡・横浜で初氷。

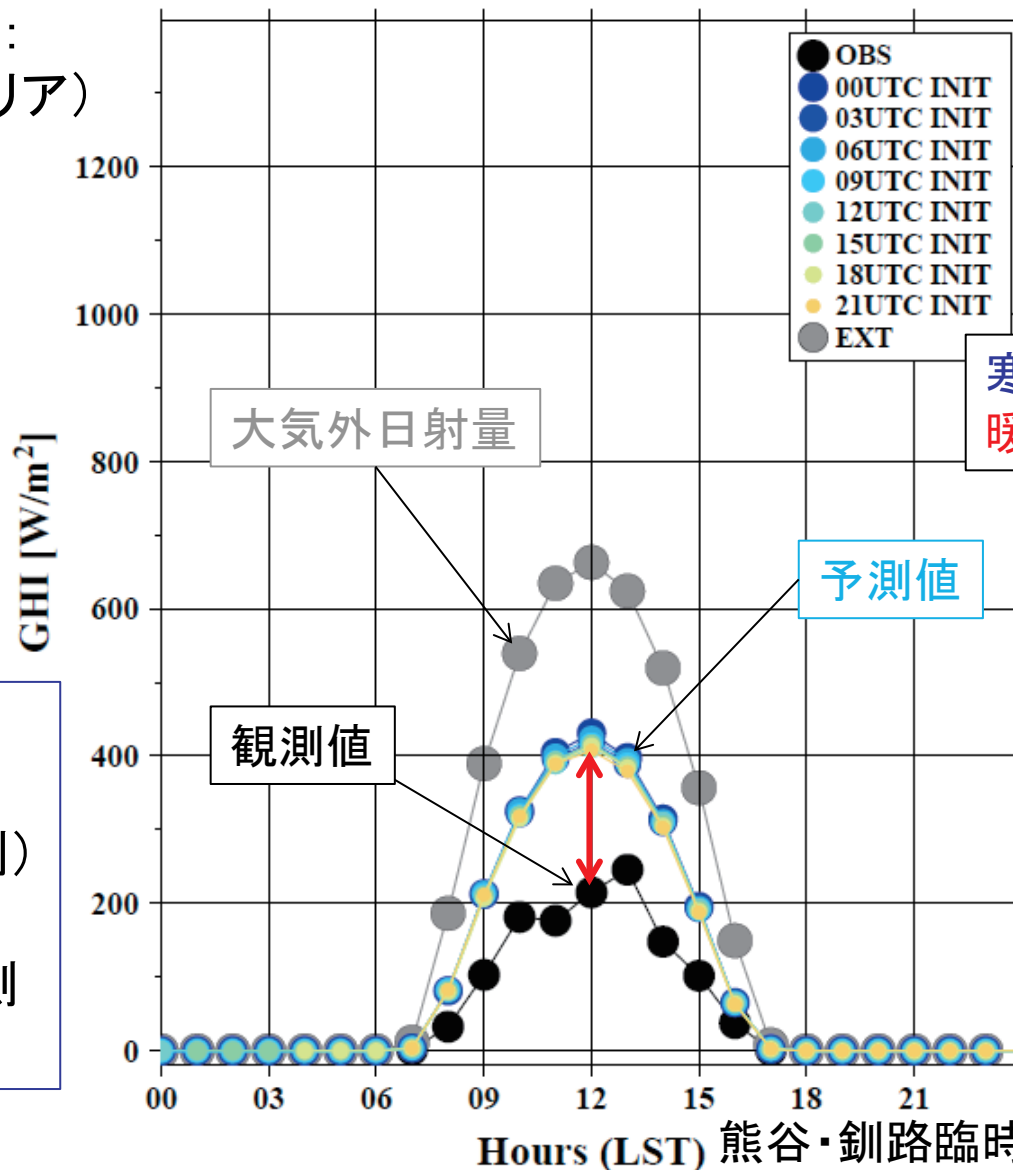
出典：気象庁WEB 日々の天気図

- ✓ 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。弱い冬型の気圧配置。
- ✓ 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

日射量時系列

広域エリア (北・東日本:
北海道、東北、東電エリア)

131130



寒色系: 前日予測
暖色系: 当日予測

予測値

大気外日射量

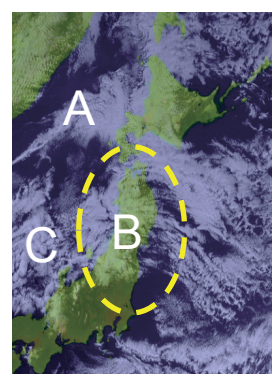
観測値

- ✓ 過大予測の事例 (広域で供給支障(停電)の恐れありの事例)
- ✓ 当日予測でも予測の改善が見られない

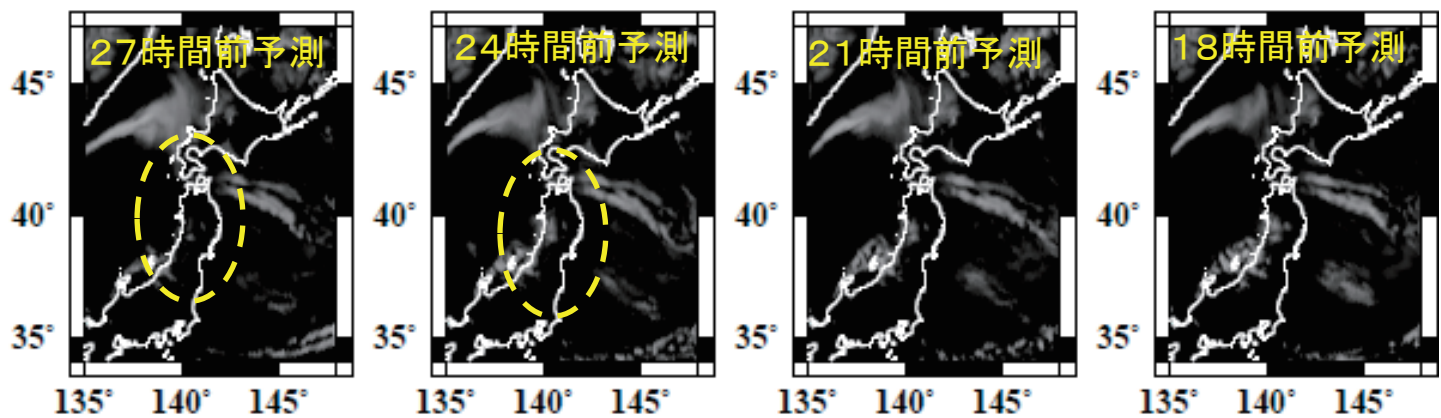
熊谷・釧路臨時観測地点を含む

事例: 2013年11月30日

衛星可視画像



前日予測

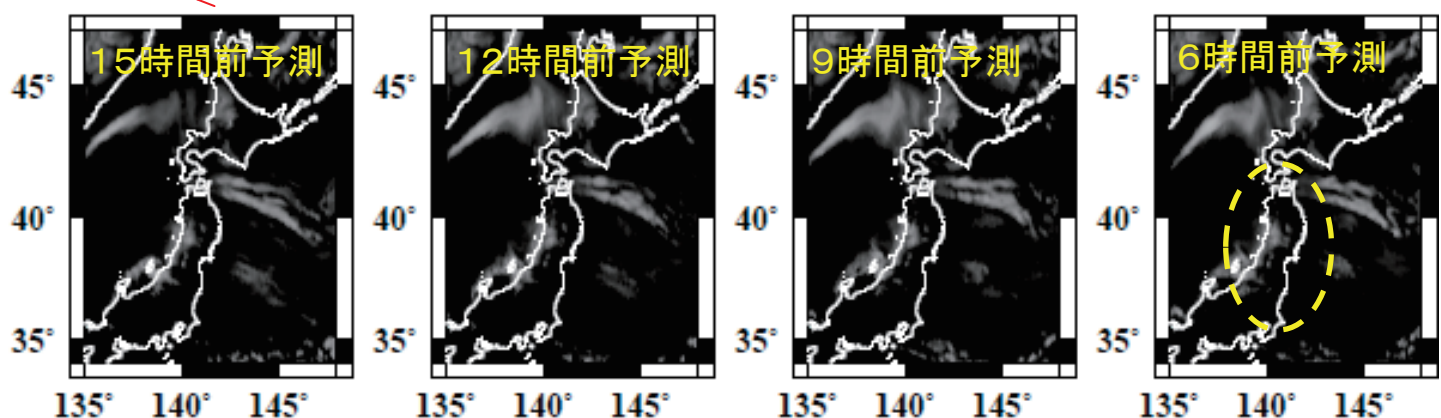


20131129
00UTC_INI
FT27

20131129
03UTC_INI
FT24

20131129
06UTC_INI
FT21

20131129
09UTC_INI
FT18



20131129
12UTC_INI
FT15

20131129
15UTC_INI
FT12

20131129
18UTC_INI
FT09

20131129
21UTC_INI
FT06

✓ 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?)

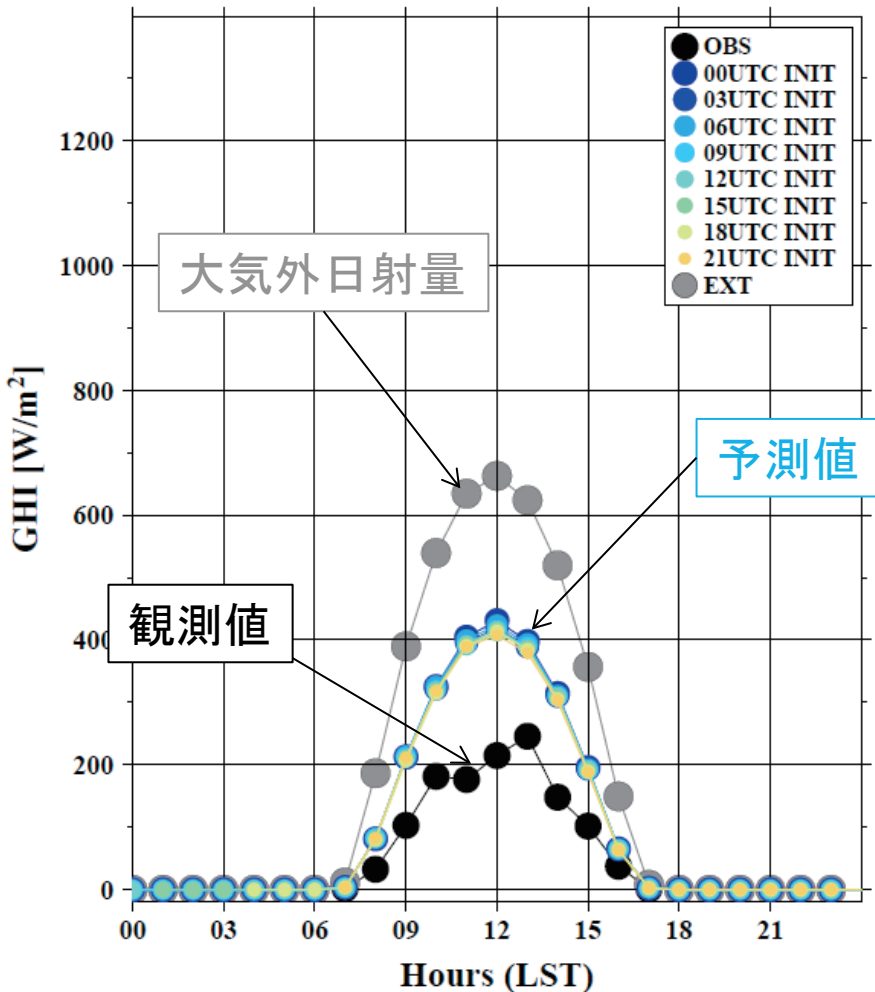
✓ 若干当日予測で雲の表現が改善

✓ 広域でPV発電予測が外れると停電の恐れ

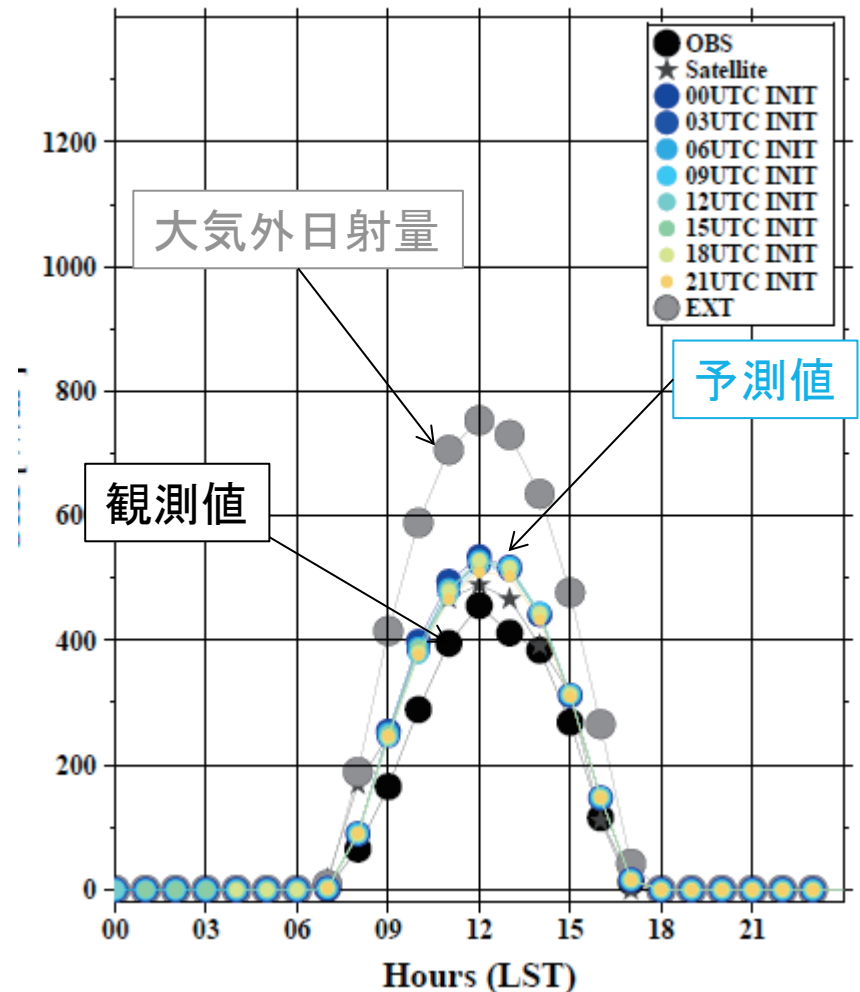
当日予測

事例: 2013年11月30日

東日本エリア 131130



中部+北陸エリア 131130



- ✓ 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)だけで運用がまかなえるとは限らない)

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もあり)

- [1] Takenaka *et al.*, 2011: Estimation of solar radiation using a neural network based on radiative transfer, J. Geophys. Res., Vol. 116, D8, doi:10.1029/2009JD013337.

- [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.