

ヤマセ時の気象庁メソモデルの日射量予測と 太陽光発電への応用

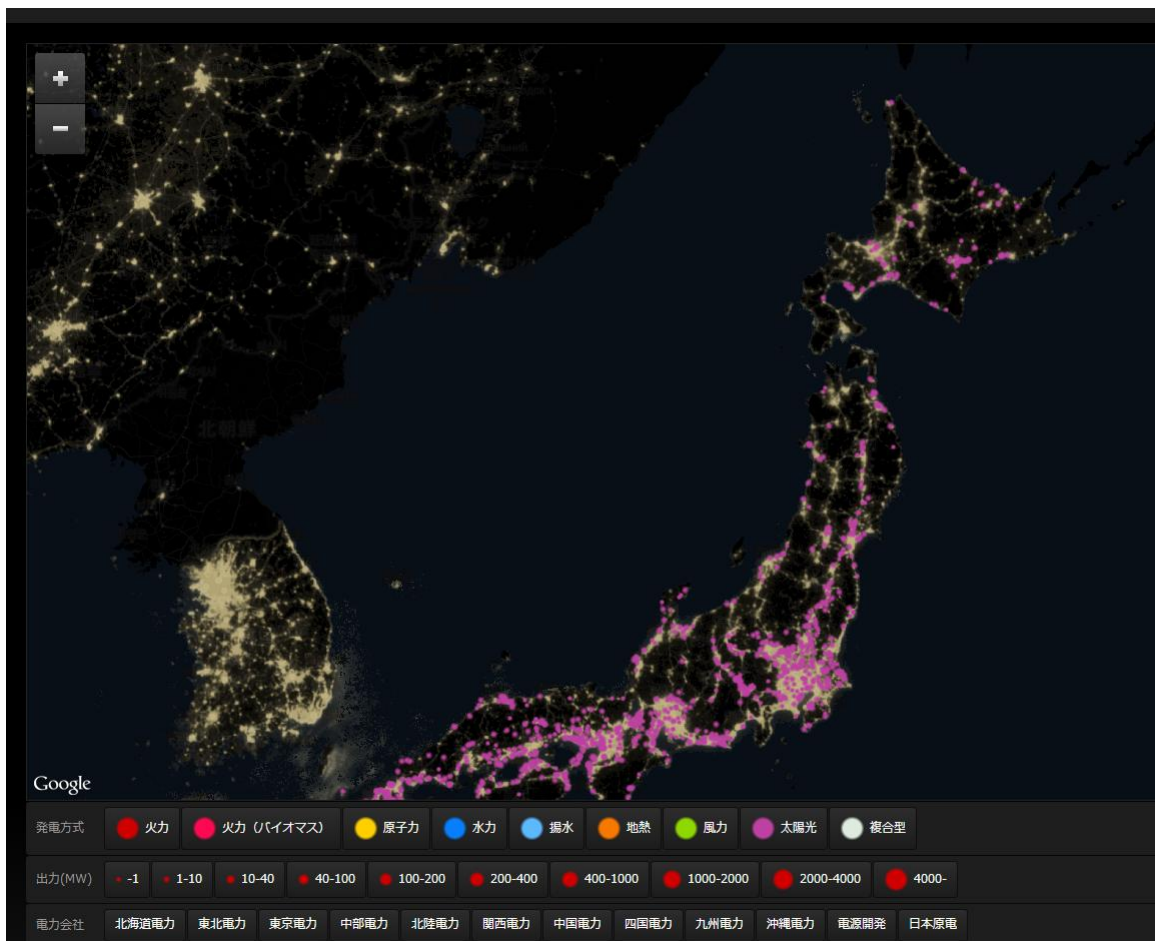
～東北地方編～

大竹 秀明* Joao Gari da Silva Fonseca Jr.
高島 工 大関 崇 ((独) 産業技術総合研究所)
山田 芳則 (気象庁気象研)

第9回ヤマセ研究会

平成26年3月11日(火)
第2日目午前 第2部
11:10 - 12:10

太陽光発電システム(メガソーラー)の導入状況



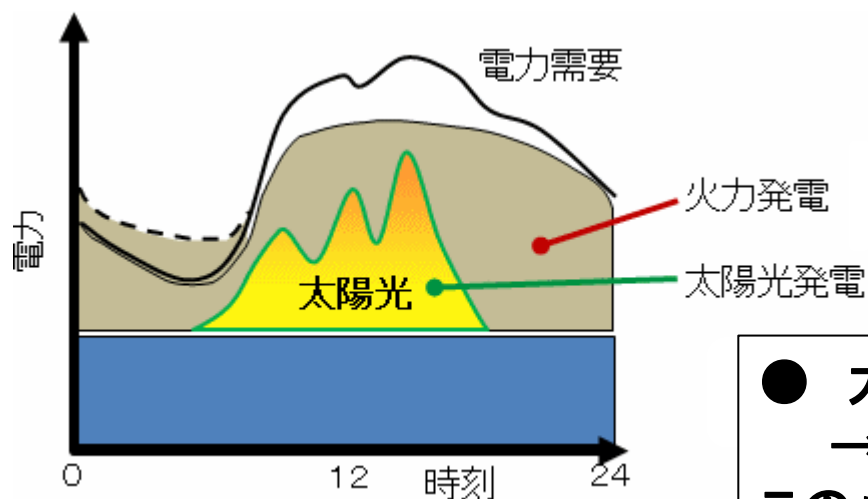
● 東北・北海道電力管内でも太陽光発電設備の導入が加速

出典: エレクトリカル・ジャパン(Electrical Japan)

<http://agora.ex.nii.ac.jp/earthquake/201103-eastjapan/energy/electrical-japan/type/8.html.ja>

○ 太陽光・風力発電の問題点の一つ

→ お天気まかせ、時間・空間的な**変動が大きい**
 (安定した電力の供給が困難)



- 太陽光による発電量が**少ない場合**
 → 火力発電機を起動し、少ない分を補充
 この火力の燃料費が**コスト増**(電気代の上昇)
- 太陽光による発電量が**多い場合**
 → 火力発電機の停止

気象モデルの日射量予測
 をベースに発電量予測の
 研究が必要

太陽光発電量の予測 → 火力発電機の起動・
 停止計画(前日の夕方)に利用

○ MSMの太陽光発電への利用イメージ

- ・ 気象庁メソモデル(MSM;現在は39時間予報)

前日に翌日の日射予測 及び発電量予測

－大型の火力機

- ・ 気象庁局地予報モデル(LFM;9時間予測)

当日の日射予測及び発電量予測

⇒運転計画の当日修正

－小型の火力機

研究目的

日射量の予測

今後、太陽光発電(PV)システムを大量に導入することを想定と**太陽光発電電力の推定**や他の発電システムと連帯した**電力システムの安定化**を図るために必要

メソ数値予報モデル(MSM) 現業の気象モデル, 防災気象情報

- ☑ 物理モデルであり、直接日射量の予測が可
- ☑ 翌日の発電量予測へ利用
- ☑ しかし、**予測値には必ず予測誤差**が含まれている(季節性・地域性)

Ohtake et al. 2013 (Solar Energy)

予測値 + 予測誤差(信頼区間) → 電力運用計画において重要
 ※発電量:工学モデルを利用 (火力、水力、揚水発電など)

目的

予測された日射量について過去の**予測実績**からみた**信頼性区間の推定** (単地点予測、電力管内エリアでの予測のニーズ)
 (※ NEDO「発電量予測技術の研究開発」 気象研・産総研の共同研究)

解析データ

- **日射量観測データ**

気象庁各気象官署の全天日射量データ

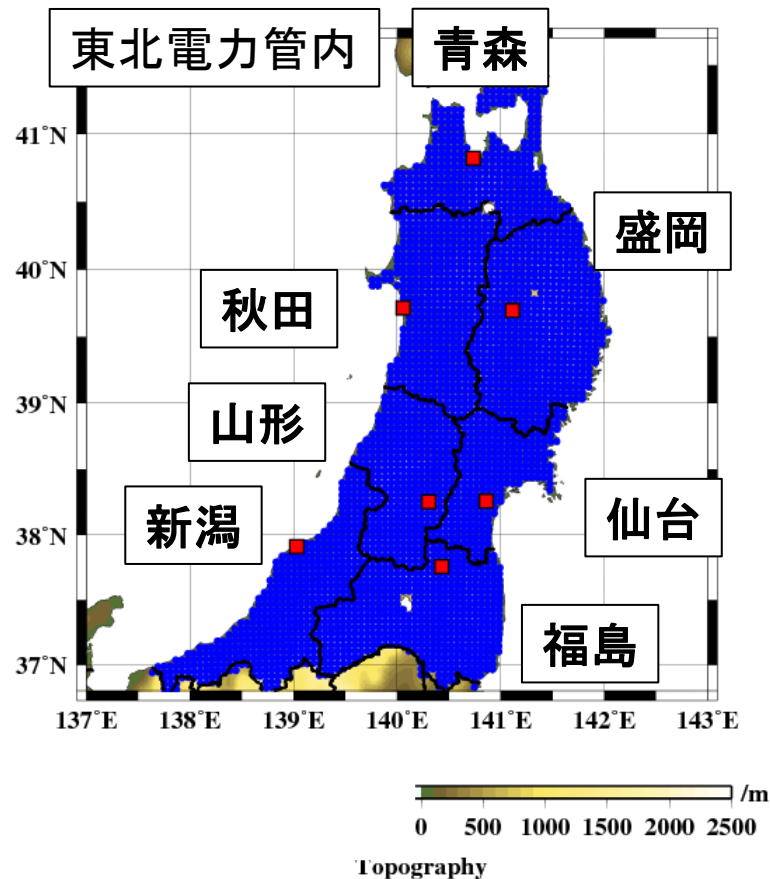
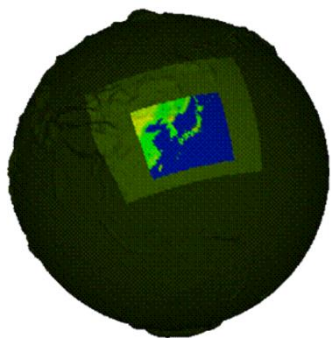
(熱電堆式全天日射計; 時別値)

東北地方(東北電力管内; 7地点)

- **メソモデル(MSM)**

日本周辺
 水平解像度 **5km**
 水平721x577格子
 鉛直50層
 1日8回
 15時間予報
 (初期時刻 : 3, 9, 15, 21時)
33時間予報
 (初期時刻 : 0, **6, 12, 18時**)

計算領域



JMA-NHM (気象庁非静力学モデル) の現業版

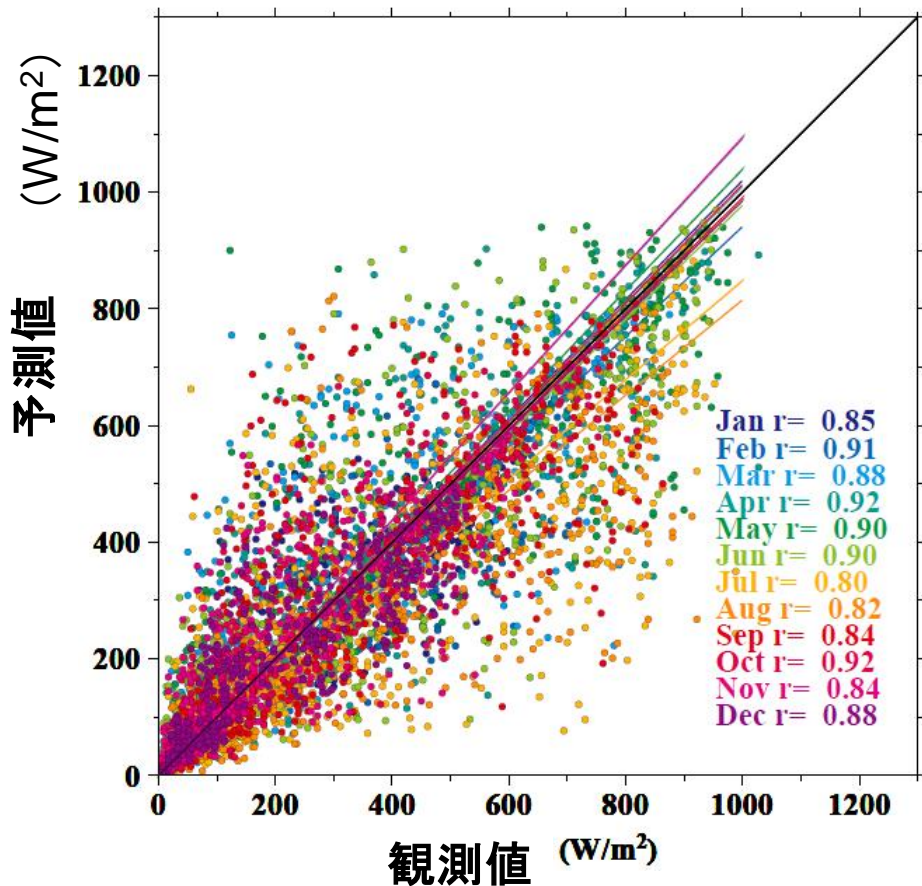
- 解析期間: 2008年-2012年(5年間)

観測データ 全国で52→48地点

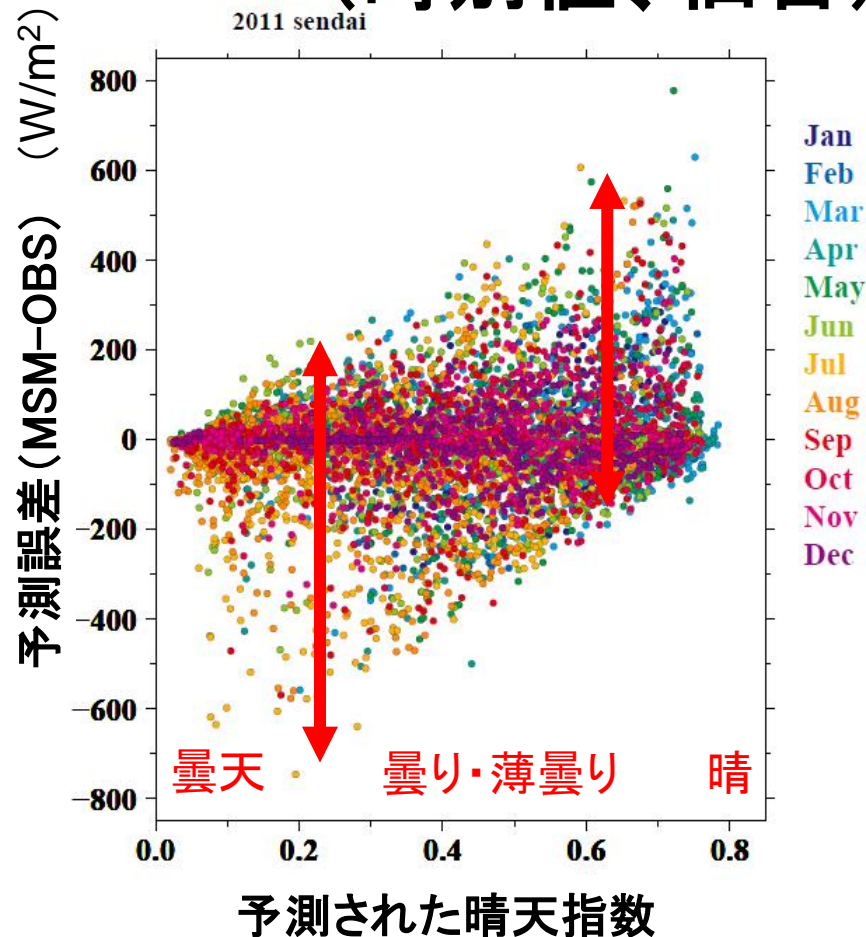
電力分野では前日夕方に
 火力機の起動停止計画
 を作成

● 日射量予測値の検証：観測値との比較 (時別値、仙台)

03UTC INIT
2011 sendai



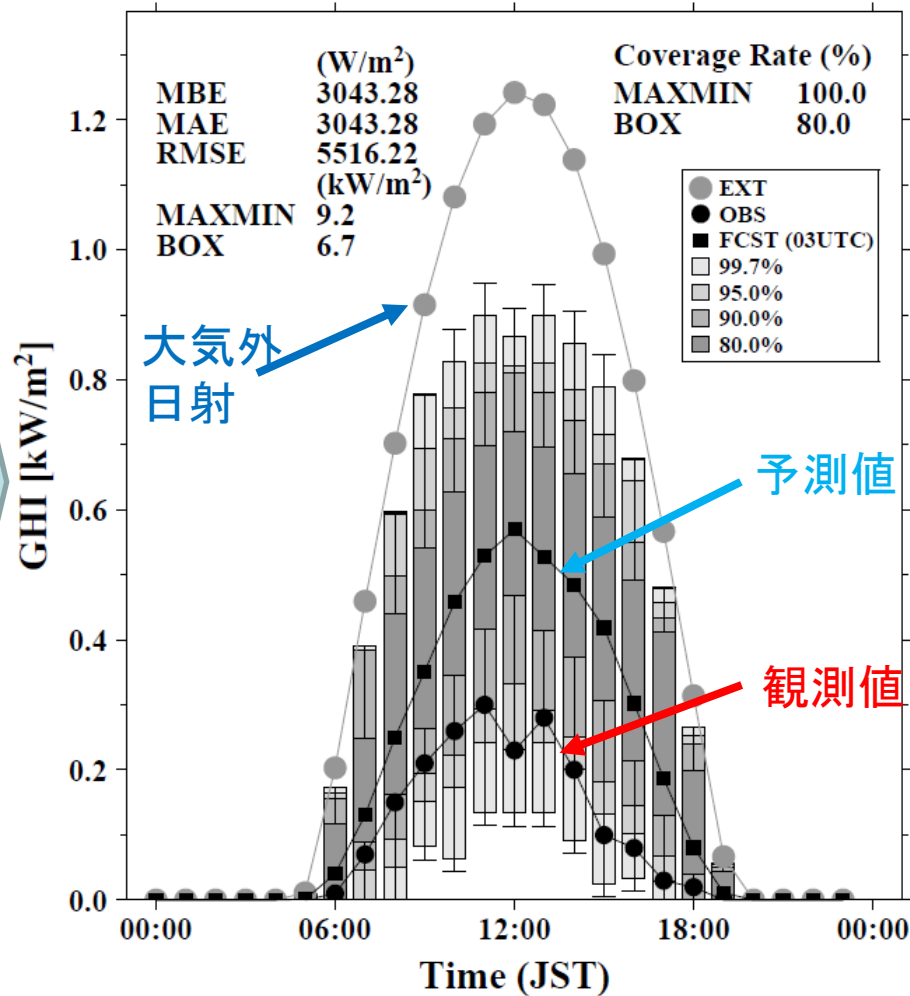
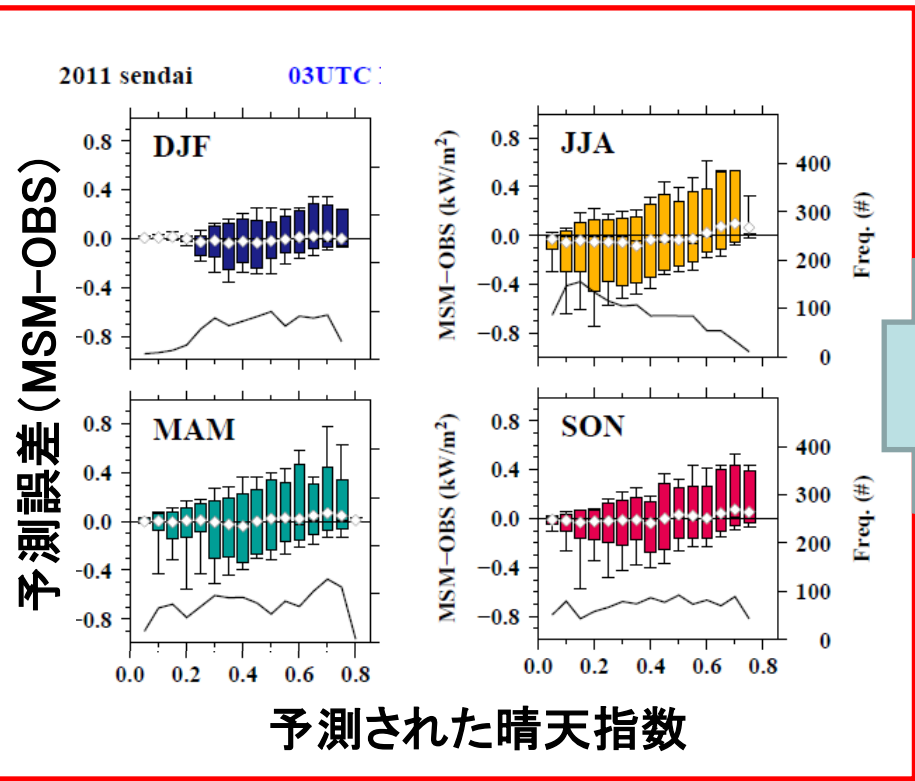
03UTC INIT
2011 sendai



● 予測誤差は晴天指数(天候)と関係：
薄曇り→予測過大、曇天→予測過小

● 日射量予測値の信頼区間の推定方法

sendai 110731

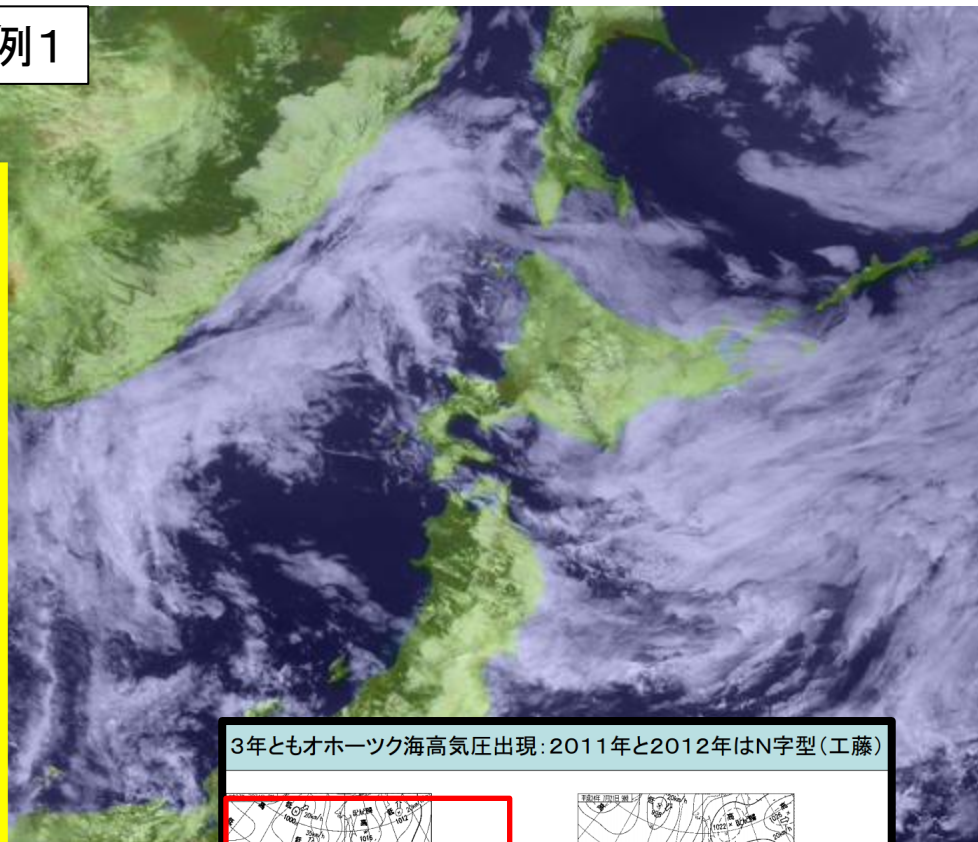
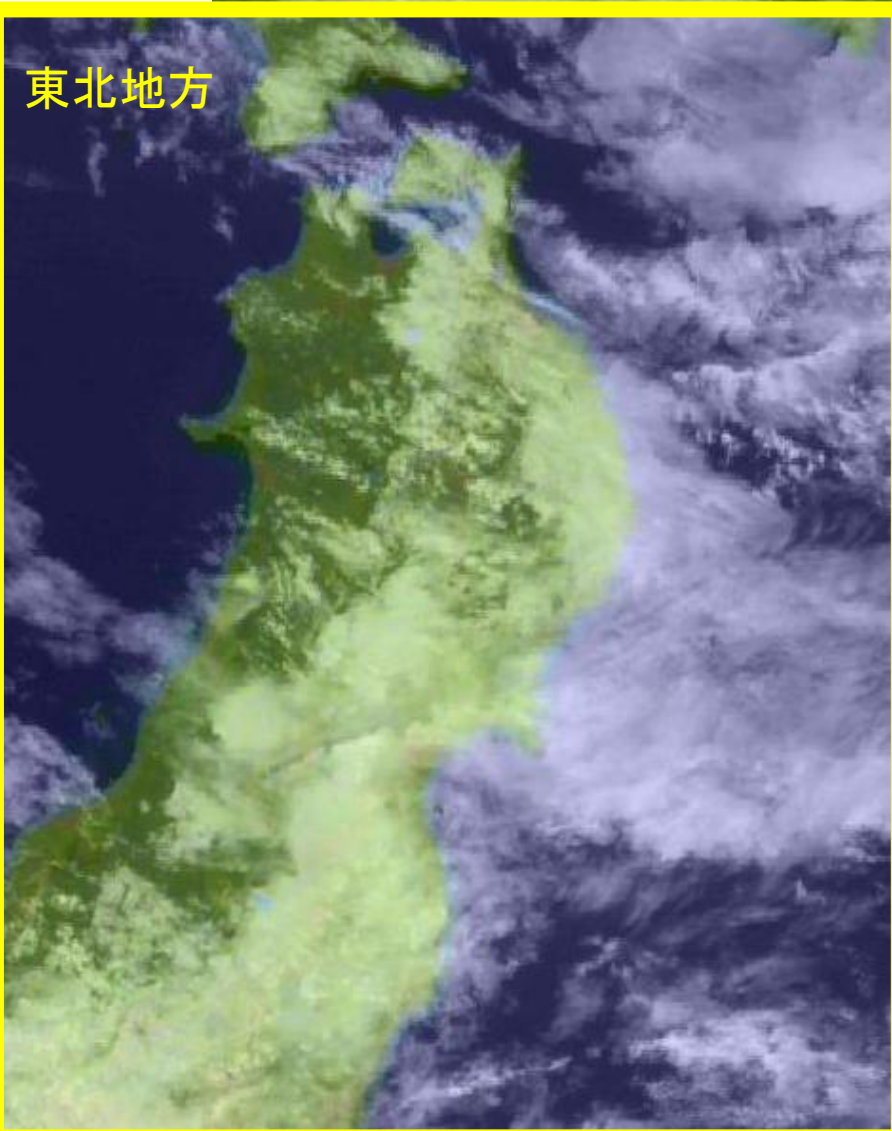


● 予測誤差は晴天指数(天候)と関係→箱ひげ図作成
 晴天指数をもとに時別値毎に**予測値の信頼区間を推定**(幅は狭いほどよい)

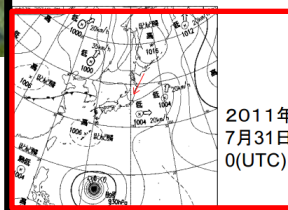
11073112JST

ヤマセ事例1

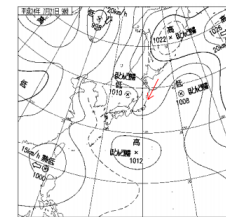
東北地方



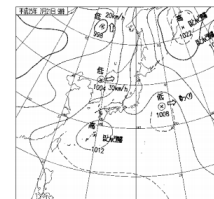
3年ともオホーツク海高気圧出現:2011年と2012年はN字型(工藤)



2011年
7月31日
0(UTC)



2012年
7月21日
0(UTC)

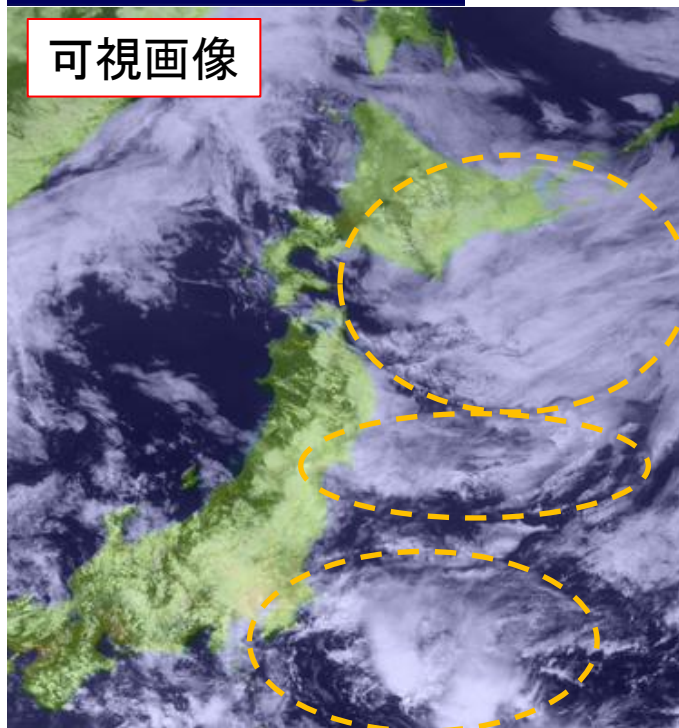


2013年
7月21日 0UTC

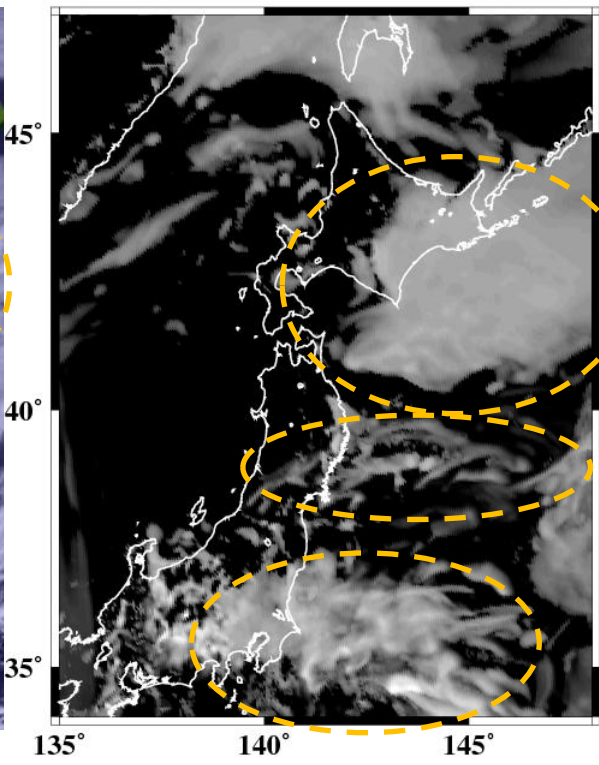
出典:弘前大学 児玉先生発表資料(第8回ヤマセ研究会)

11073112JST

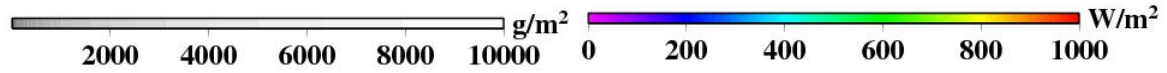
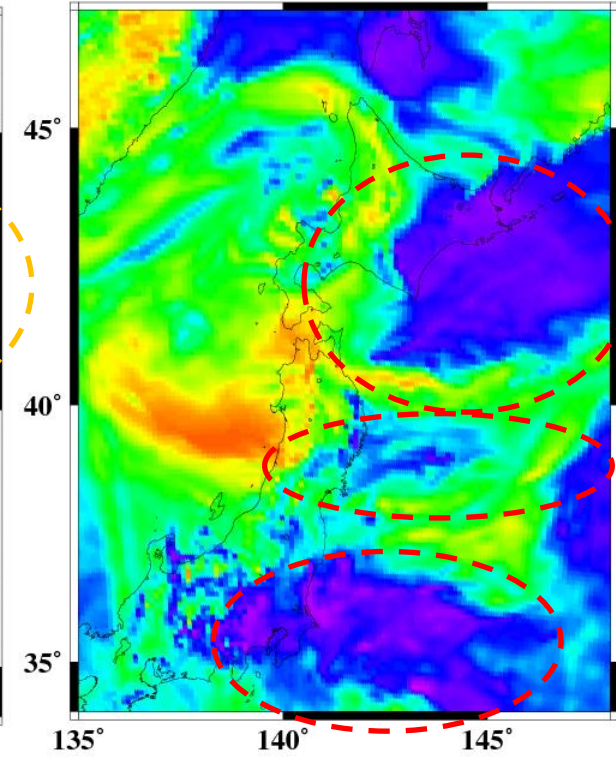
可視画像



MSMの雲
(鉛直積算の水物質の量)

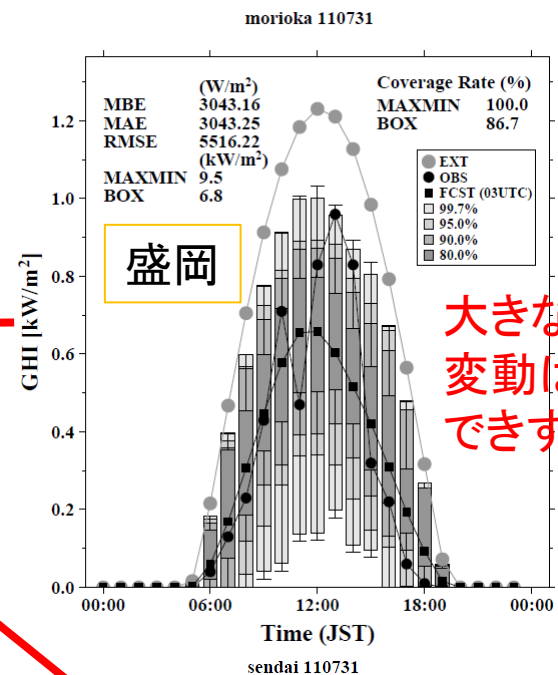
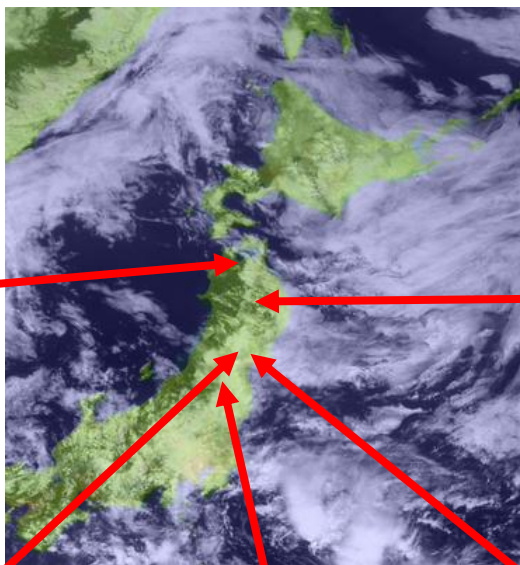
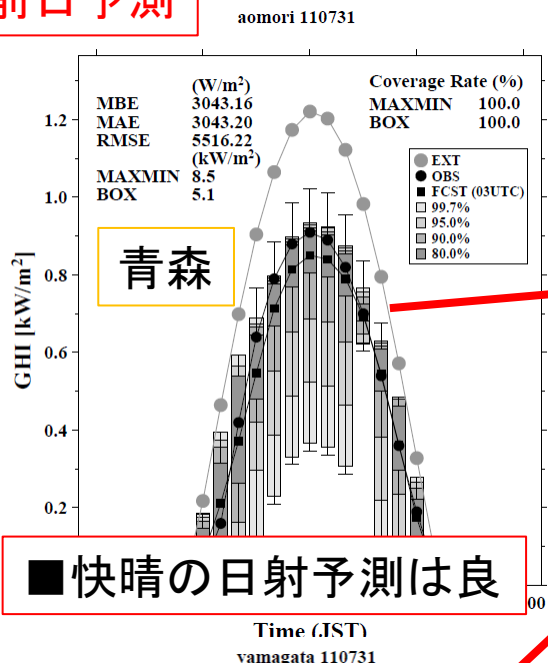


日射量(下向き短波放射量)



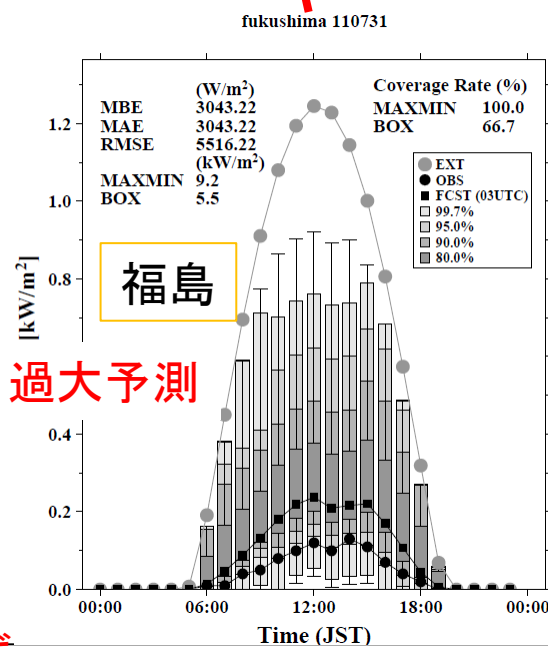
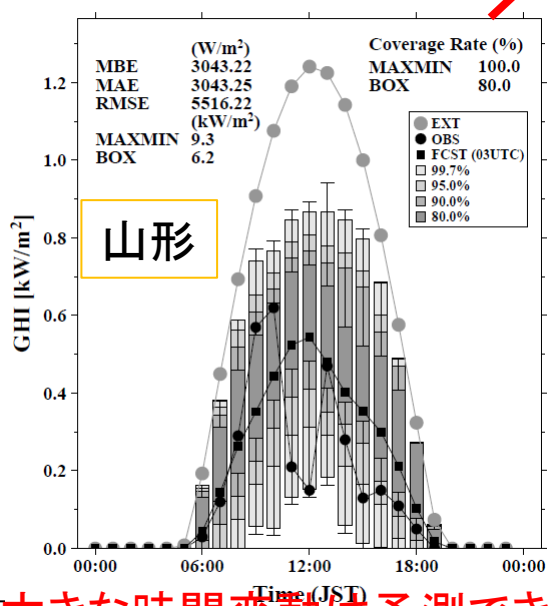
- 衛星画像に見られる太平洋側の雲域はMSMで概ね再現
- しかし、その広がりや雲の厚み(光学的厚さ)については？

前日予測

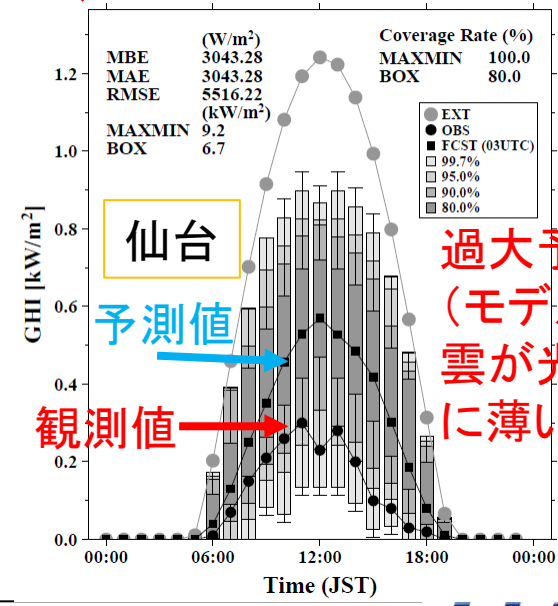


大きな時間変動は予測できず

■ 快晴の日射予測は良



過大予測

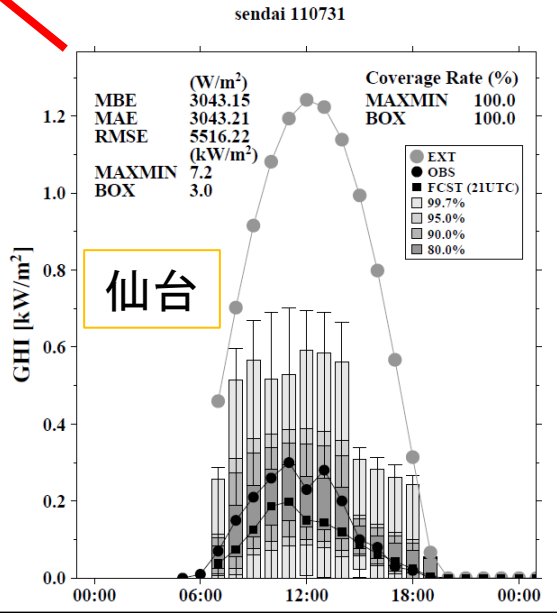
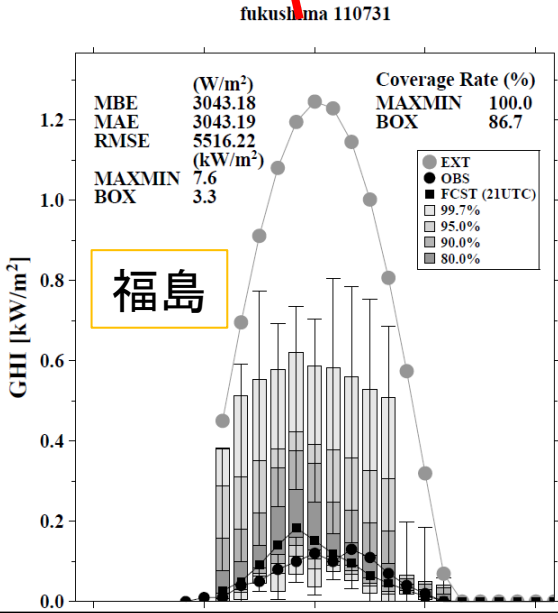
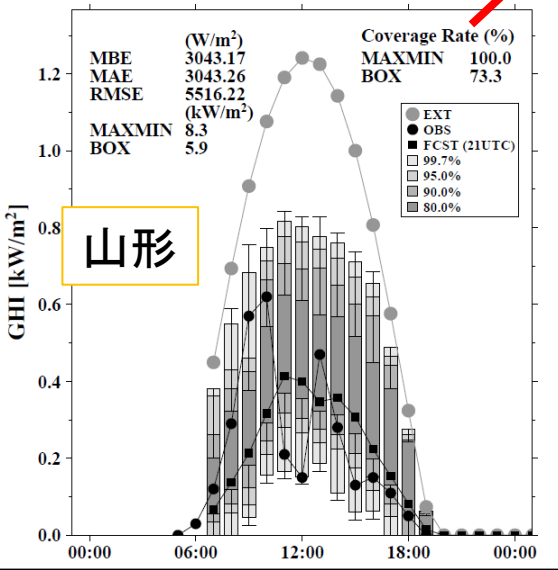
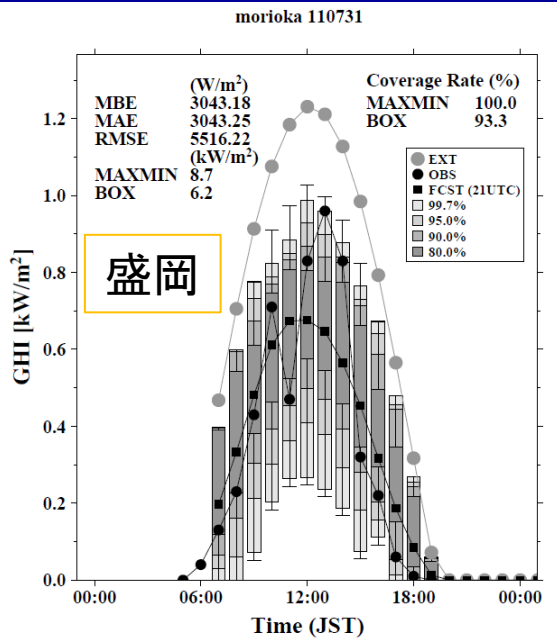
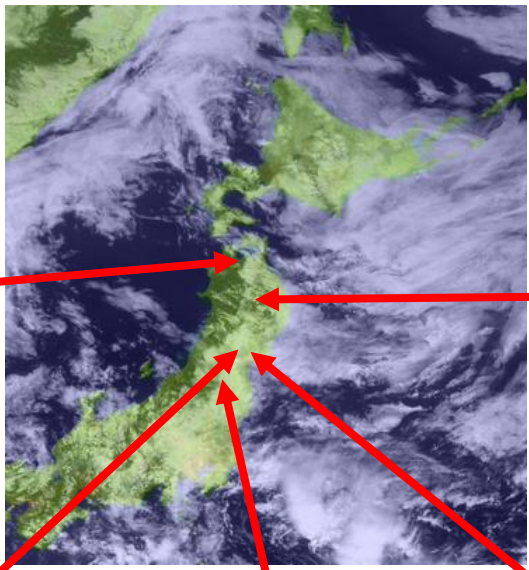
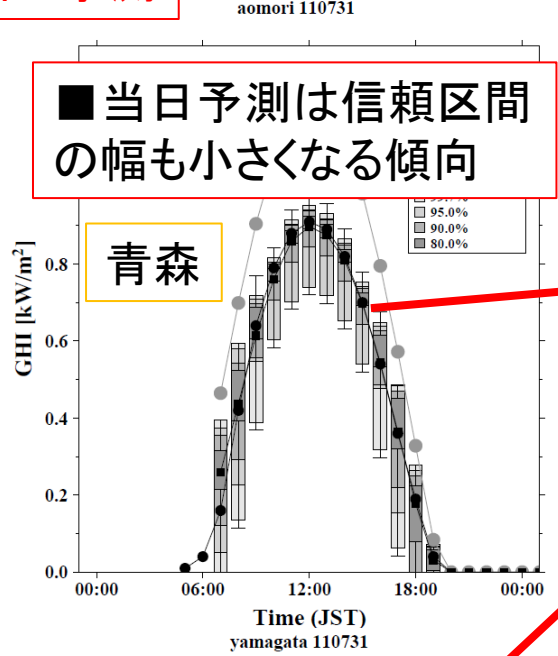


過大予測 (モデルの雲が光学的に薄い?)
 予測値 (blue arrow)
 観測値 (red arrow)

大きな時間変動は予測できず

当日予測

■ 当日予測は信頼区間の幅も小さくなる傾向

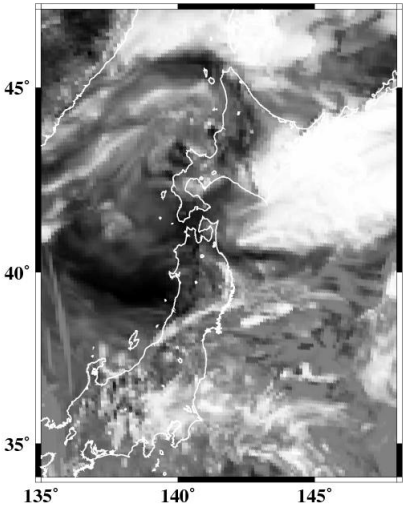


● 初期値の更新→より実況に近い大気状態をモデルへ→信頼区間の幅:小

MSMの放射計算で利用した雲

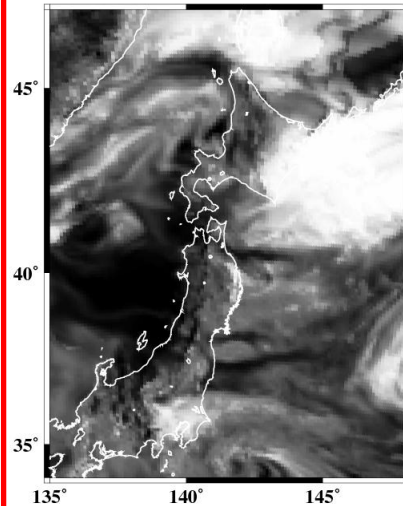
11073112JST

MSM CLARAD 20110731 12JST cur



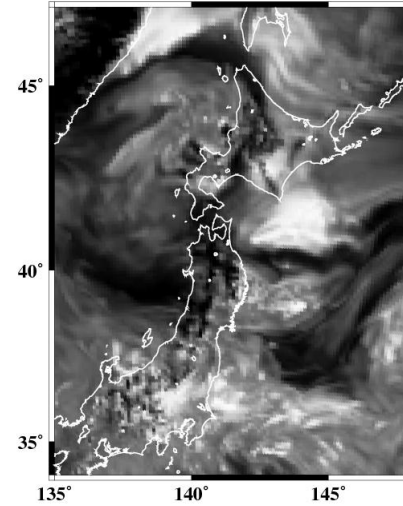
全雲量

MSM CLLRAD 20110731 12JST cur



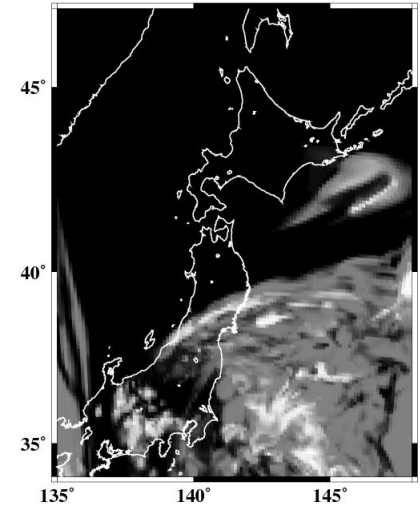
下層雲

MSM CLMRAD 20110731 12JST cur



中層雲

MSM CLHRAD 20110731 12JST cur



上層雲

- 下層(水雲)だけでなく、中・上層の雲(氷雲)の予測も重要
- 各層の雲がどれだけ予測できているか？

まとめ

- 気象モデル→日射量予測→発電量予測→火力機の運転計画への応用
 - 予測誤差と晴天指数(天候)との関係→**信頼区間の推定**
 - 単地点の時別値の予測は難しいが、予測値の信頼区間を付けて利用
 - リードタイム(前日予測(03UTC)よりも当日予測(21UTC)の予測) → 誤差が小さくなることも確認(小さくならない場合もある)
- 今後課題
- ・ その他のヤマセ事例
 - ・ 広域エリアで予測した場合の予測誤差の把握 (電力は送電線でつながっている)
 - ・ 局地モデル (LFM) とのヤマセ事例の比較