

気象庁数値予報モデルによる日射量 予測と予測日射量の誤差の特徴



山田 芳則

気象庁 気象研究所



太陽光発電システムの発電予測技術
東京理科大学

2013年8月5日 09:50 - 18:00

1

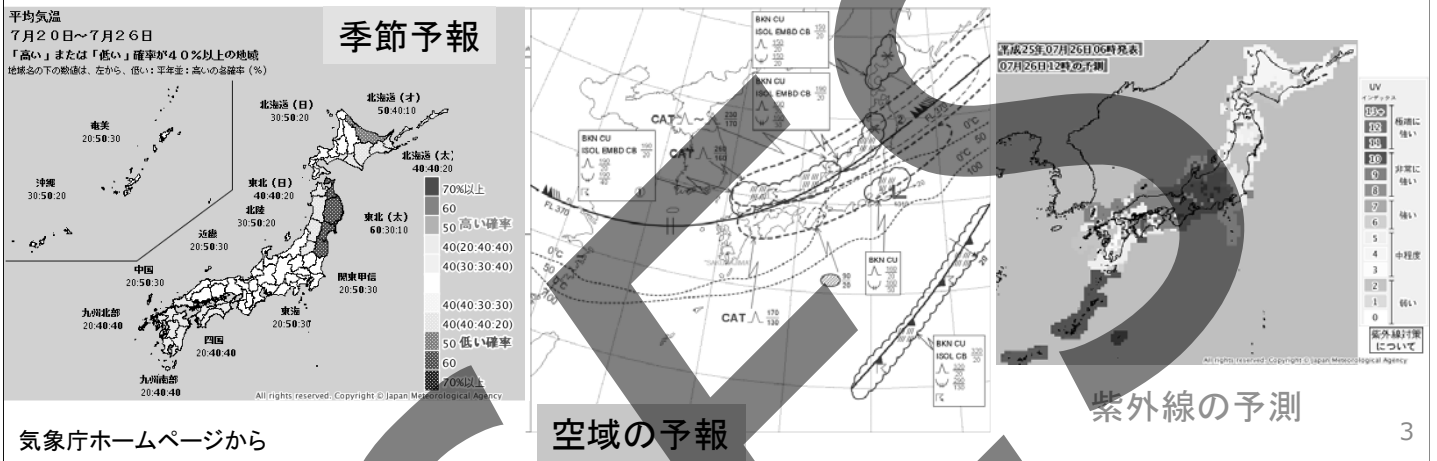
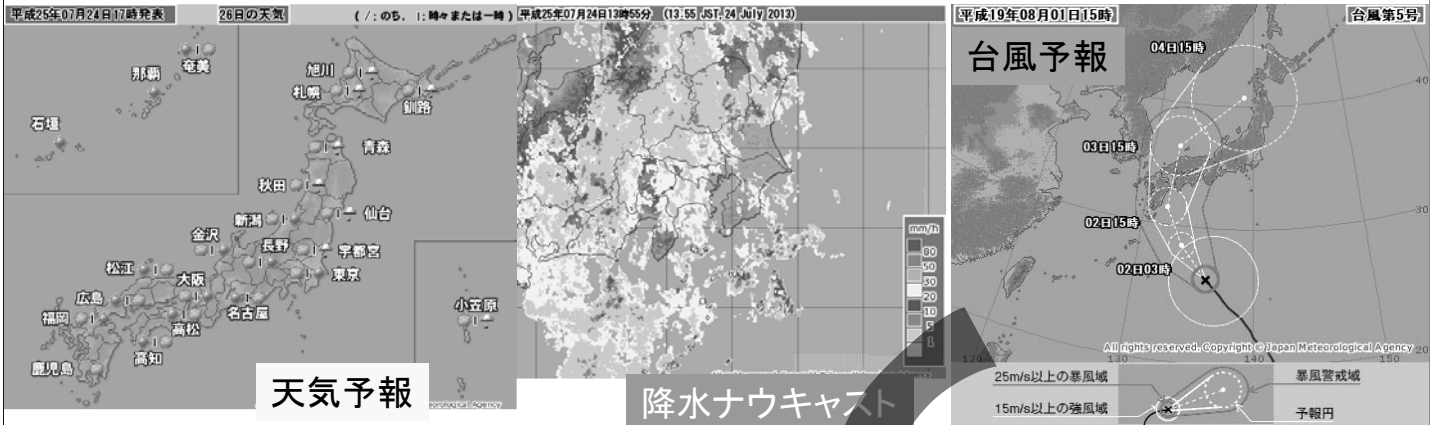
気象庁の使命

- 的確な気象情報を迅速に提供することによって、自然災害の軽減(国民の生命や財産を守ること)、国民生活の向上、交通安全の確保、産業の発展などを実現することを使命としています。
 - 世界でも先進的な気象機関として、気象業務に関する国際協力を行っています。

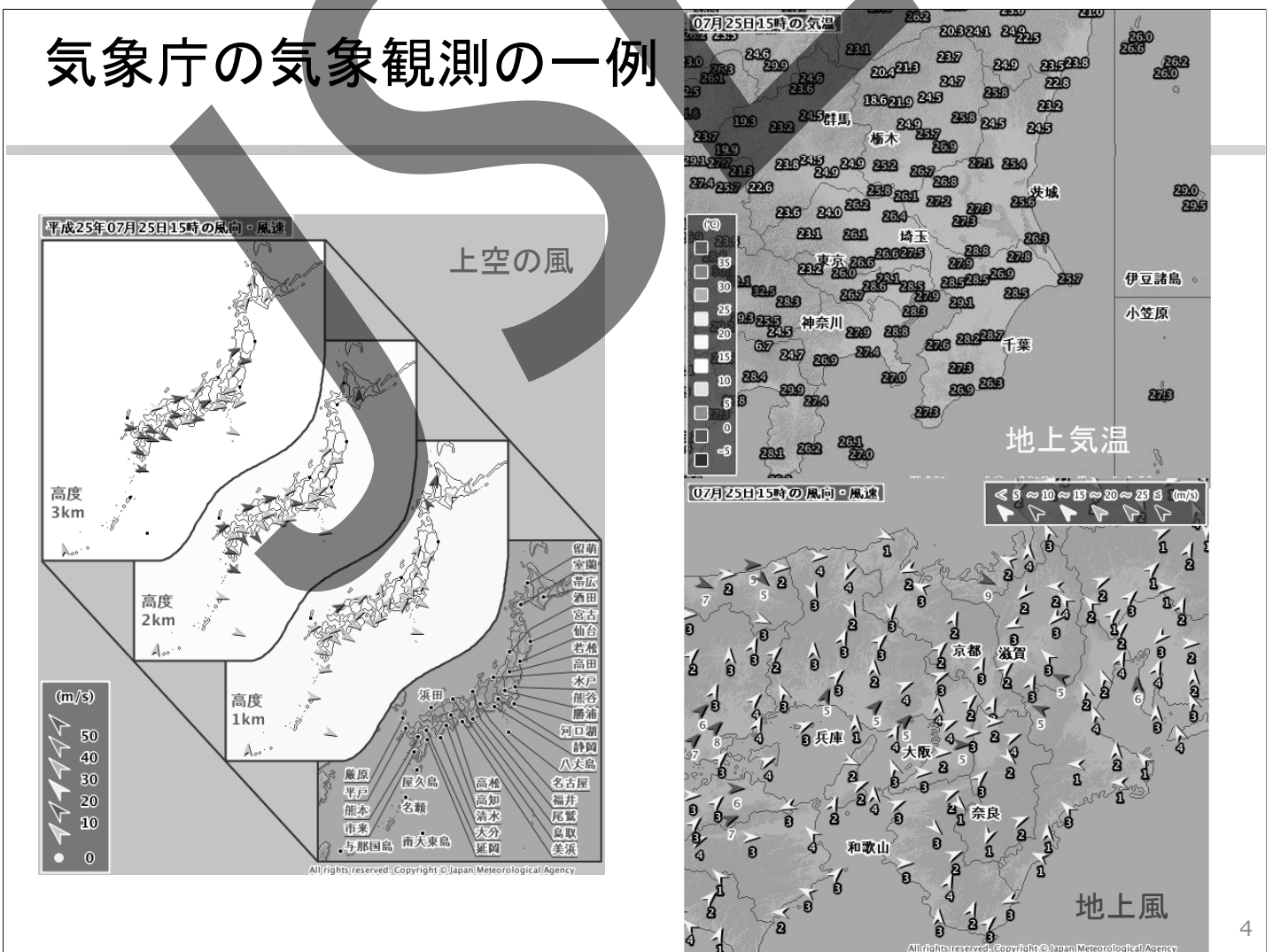
自然災害から国民の生命や財産を守るための情報
→ 気象防災情報(注意報、警報、土砂災害警戒情報など)

2

気象庁が発表している気象情報の一例



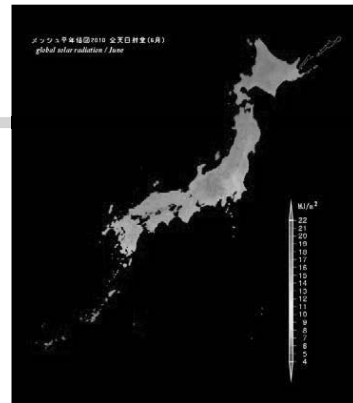
気象庁の気象観測の一例



気象庁における放射の観測

気象庁が実施している日射・赤外放射(日射放射)の観測

- 気象庁では、国内5地点(札幌、つくば、福岡、石垣島、南鳥島)で日射放射観測(直達日射照度、散乱日射照度、下向き赤外放射照度の観測)を実施
- 地上気象観測として国内約50地点で全天日射量、地域気象観測として国内約850地点で日照時間の観測を実施。また、国内3地点(札幌、つくば、那覇)で紫外線の観測も実施。(2013年3月26日現在)
 - 全天日射量は、気象庁ホームページから閲覧可



全天日射量の 1-km メッシュ気候値

直達・散乱日射量と下向き赤外放射量は気象庁ホームページに掲載されています。

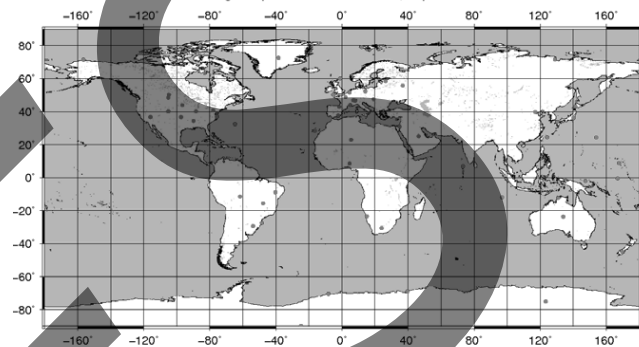
気象庁が国内5地点(札幌、つくば(館野)、福岡、石垣島、南鳥島)で実施している日射放射観測にもとづくデータです。

<p>直達日射 (直達日射とは)</p>	<p>散乱日射 (散乱日射とは)</p>	<p>下向き赤外放射 (下向き赤外放射とは)</p>
<p>直達日射量 つくば(館野) 2013年 04月</p> <p>データ表示 リセット</p> <p>札幌、つくば(館野)、福岡、石垣島、南鳥島の数値データ(PDF形式)が見られます</p>	<p>散乱日射量</p> <p>地点選択 年 月</p> <p>データ表示 リセット</p> <p>札幌、つくば(館野)、福岡、石垣島、南鳥島の数値データ(PDF形式)が見られます</p>	<p>下向き赤外放射量</p> <p>地点選択 年 月</p> <p>データ表示 リセット</p> <p>札幌、つくば(館野)、福岡、石垣島、南鳥島の数値データ(PDF形式)が見られます</p>

http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/radiation/data_rad.html#obs

基準地上放射観測網(BSRN)

Running and planned BSRN stations, September 2012



気象庁の4つの観測点が含まれる

5

電力需要予測のための2週目気温予測値の提供について

報道発表日:平成25年6月27日

概要

気象庁は、資源エネルギー庁及び電気事業連合会からの要請に基づき、昨夏及び昨冬に続き、電力需要予測のための2週目の気温予測値を提供します。

本文

より適切な電力の供給計画を策定するためには、早い段階から電力の需要を予測することが不可欠です。

気象庁では昨夏及び昨冬、資源エネルギー庁及び電気事業連合会からの要請を受け、電気事業連合会に対し電力需給予測のための2週目(予測発表日の8日後~14日後)の気温予測値を提供しました。

今夏も政府による節電要請が行われることとなっており、資源エネルギー庁及び電気事業連合会から提供の要請があったことから、全国12地点(※)の2週目の「期間中の日最高気温の最高値」、「期間中の日平均気温の最高値」を電気事業連合会へ提供することといたしましたのでお知らせします。

なお、気象庁からの気温予測値の提供は6月28日(金)(7月6日(土)~12日(金)の予測)から開始し、夏の節電期間中、毎週金曜日に行う予定です。

(※) 予測値を提供する全国12地点

札幌、仙台、新潟、東京、名古屋、金沢、大阪、広島、高松、福岡、熊本、鹿児島

6

気象研究所と太陽光発電研究との関わり

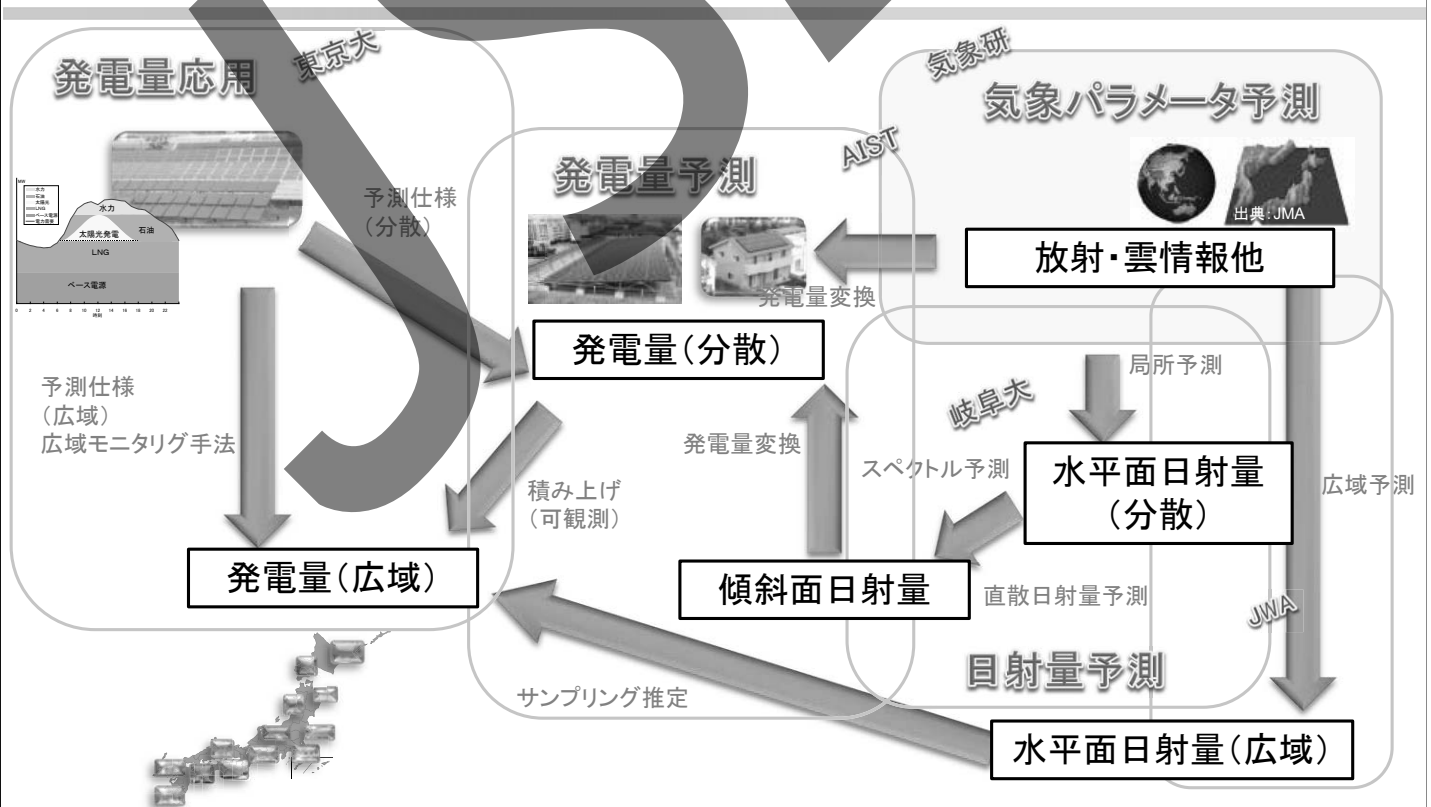
気象研究所: 気象庁付属の研究機関

- 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発
 - (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の公募課題
- 「6. 共通基盤技術」 PL: 黒川先生(東京工業大学)
- 6-1発電量評価技術等の開発・信頼性及び寿命評価技術の開発(平成22~26年度)
- (気象研究所は産業技術総合研究所との共同研究として参加)
- 利用する主な数値予報モデル: メソモデル(MSM): 水平分解能 5 km

- 太陽光発電の予測不確実性を許容する超大規模電力最適配分制御
 - CREST 課題
- PL: 井村先生(東京工業大学)
- 平成24年10月から平成27年3月
- 気象研究所は協力機関として参加
- 利用する主な数値予報モデル: LFM(局地モデル): 水平分解能 2 km

7

サブテーマ間の関係:NEDOプロジェクト



8

気象庁の予報業務の根幹：数値予報

気象庁で発表している予報

- 短期予報(明日、明後日まで)
- 週間予報(1週間先まで)
- 季節予報(1ヶ月、3ヶ月など)
など

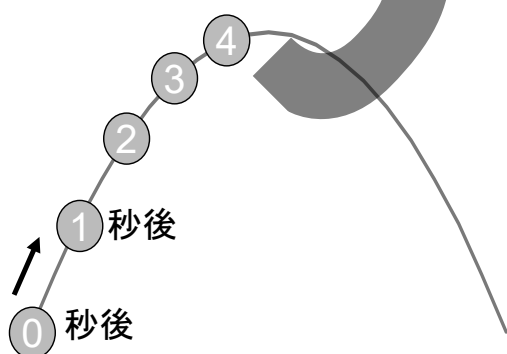
これらの予報のほとんどは、数値予報やそれから得られるガイダンス等の資料を基礎として、予報官の知見や判断を加えて作成されている。

9

数値予報とは

観測から得た情報と物理法則とを使って定量的に未来の大気の状態を予測すること

例えば、上に向かって放り投げたボールの軌道を予測することを考えます。



- 最初の状態が分かり
(ボールを投げる角度と初速度)
- 現象を支配する法則が分かれば
(ボールに働く重力と空気抵抗)
- ボールの軌道は予測可能

数値予報も原理は同じ。

数値予報モデルとは

- 大気中に含まれる様々な現象の時間変化を表す物理法則(流体力学、熱力学など)を用いて、大気の将来の状態を計算するために用いられるもの(数値予報の手段)。

- 計算量が膨大であるので、通常はスーパーコンピュータを用いて計算を行う。

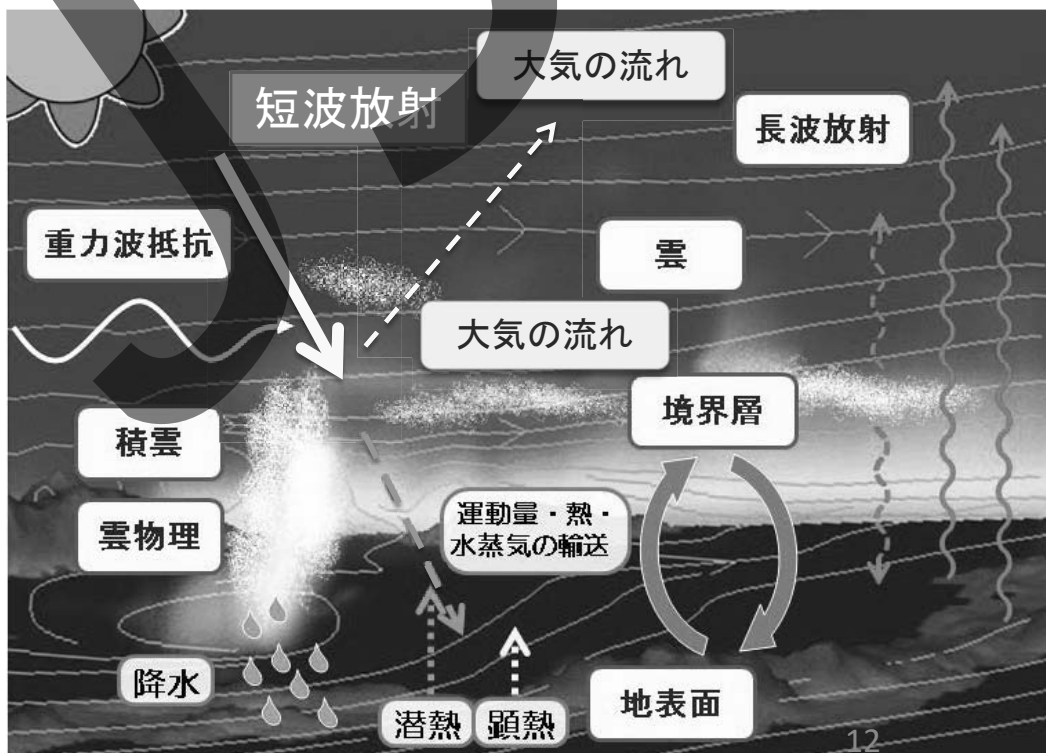
- 数値予報モデルに含まれる様々な過程を模式的に表したものが次のスライドの図である。モデルの中には、日射量(短波放射)の予測も含まれている。日射量の計算には、大気中の微粒子や雲などとの相互作用も考慮されている。



11

数値予報モデルに含まれる主な過程

現在の大気の状態(気温、風、湿度など)から、物理法則に基づいて数値計算を行い、未来の大気の状態を予測する



12

数値予報による予測

時間変化率

$$\frac{dA(t)}{dt} = f(t)$$

数値予報モデル

A(t): 気温、風、日射量など
t: 時間

将来の時刻
t = t での状態

$$A(t) = A(t_0) + \int_{t_0}^t f(t) dt$$

t₀: 初期時刻

初期値

モデル

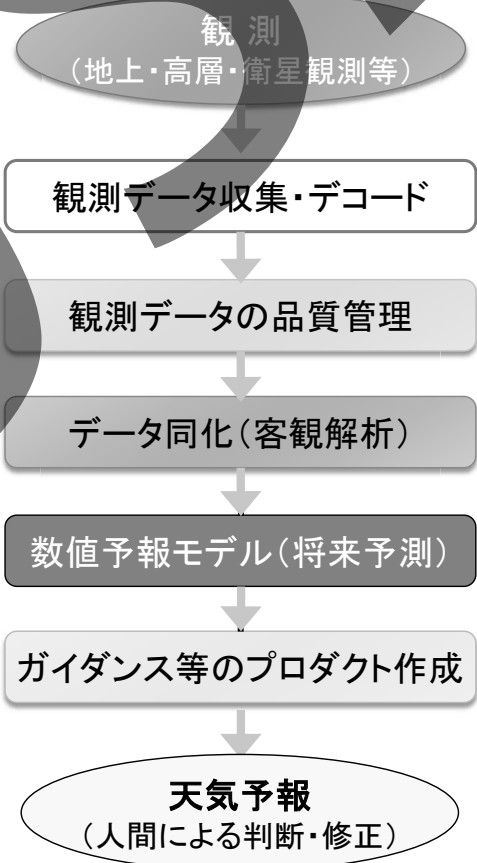
数値予報モデルによる予測結果は、数値予報モデルと初期値とに依存する

$$A(t_1) = A(t_0) + \overline{f(t)} \cdot \Delta t \quad \text{at } t = t_0 + \Delta t$$

$$A(t_2) = A(t_1) + \overline{f(t)} \cdot \Delta t \quad \text{at } t = t_0 + 2\Delta t$$

$$A(t_3) = \dots$$

数値予報の流れとしくみ



初期値の作成

数値予報で利用している多種多様な観測

直接観測

- 高層観測 (写真: 気象庁HP)
- 地上観測 (写真: 仙台管区HP)
- パイ観測 (写真: 気象庁HP)
- 航空機観測 (写真: YS提供)
- 海上観測 (写真: 気象庁HP)
- ウィンドプロファイラ (写真: 東京管区HP)
- (ドップラー)レーダー (写真: 大坂管区HP)
- GNSS受信機 (写真: 観測部提供)

リモートセンシング 遠隔観測

- MTSAT (画像: 気象庁HP)
- METEOSAT (image: © ESA)
- GOES (image: © NOAA)
- 将来: ラピッドスキャンの利用
- NOAA (image: © NOAA)
- Metop (image: © ESA)
- Aqua (image: © NASA)
- TRMM (image: © NASA)
- Terra (image: © NASA)
- 地球観測衛星
- DMSP (image: © NASA)
- GRACE-A (image: © NASA)
- TerraSAR-X (image: © ESA)
- (準)現業衛星
- GNSS掩蔽衛星
- COSMIC (image: © UCAR)
- C/NiFS (image: © US AirForce)
- 低軌道衛星

疑似観測

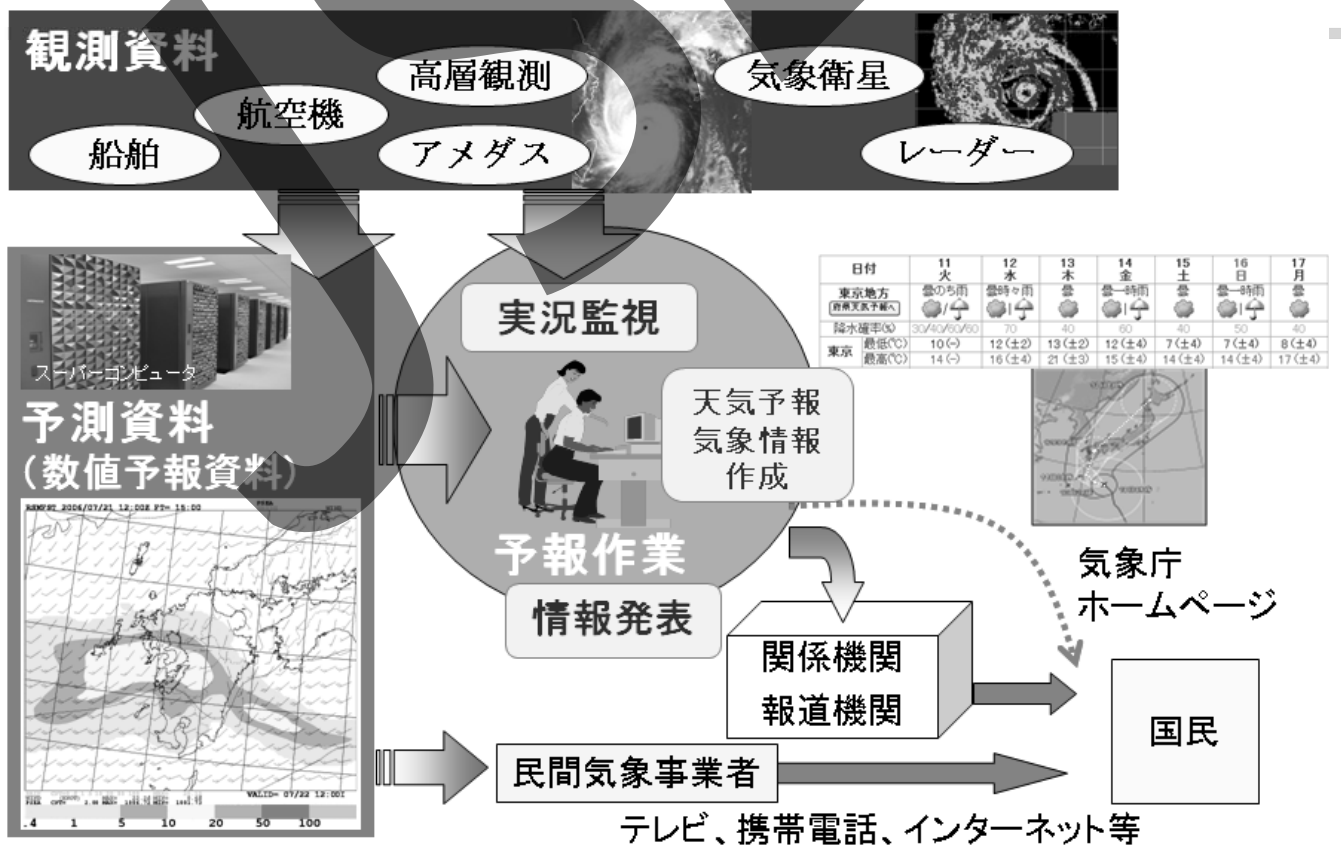
- 台風ポーガス

気象庁予報部数値予報課提供

15

数値予報の役割

気象業務における数値予報の位置づけ



気象庁予報部数値予報課提供

16

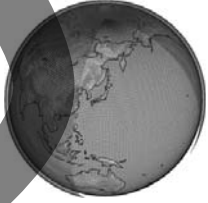
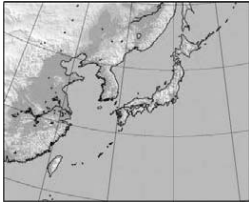
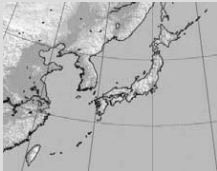
16

太陽光発電に関する研究は数値予報モデル利用法の新しい分野を拓くもの

- 数値予報モデルの中には、短波放射過程も含まれ、地表面に達する日射量は常に計算されている。
- このような情報を太陽光・風力発電に使っていただくことは、数値予報モデルの有効利用の一つである。
- 予報業務以外の数値予報モデル利用の新分野。
- 今後も、検証による日射量予測特性(誤差の大きさやその変動など)の検証、及び放射過程モデルの改良・開発を行う。
 - 雲の予測は非常に難しい(後述)
 - 雲と放射の相互作用が重要

7

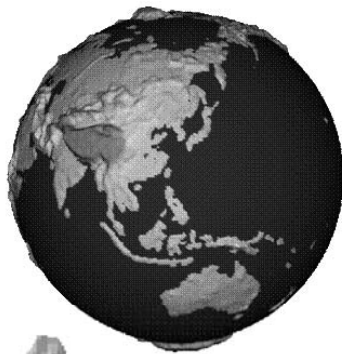
気象庁の現業数値予報システム

	全球	メソ	局地 NEW
目的	週間天気予報 府県天気予報 航空気象予報 台風予報	防災気象情報 航空気象予報	航空気象予報 防災気象情報
数値予報モデル	全球モデル(GSM)	メソモデル(MSM)	局地モデル(LFM)
予報領域			
水平解像度	TL959 20 km (0.1875 deg)	5 km	2 km
鉛直層数 (モデルトップ)	60 (0.1 hPa)	50 (21.8 km)	60 (20.2 km)
予報時間 (初期時刻)	84 時間 (00, 06, 18 UTC) 264 時間 (12 UTC)	39時間	9時間
初期条件	全球解析(4次元変分法)	メソ解析(4次元変分法)	局地解析(3次元変分法)

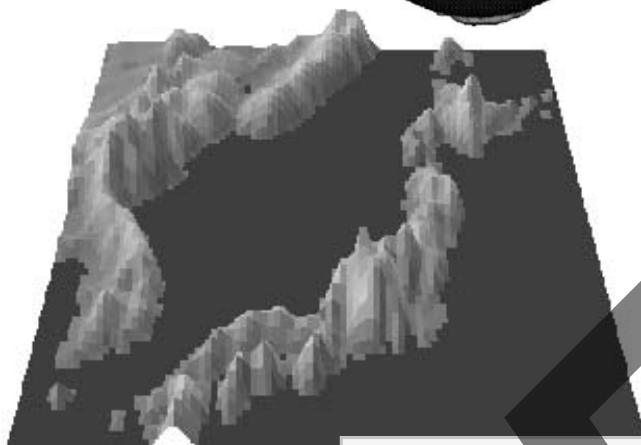
(2013年5月29日現在)

気象庁の現業数値予報モデル: 地形の違い

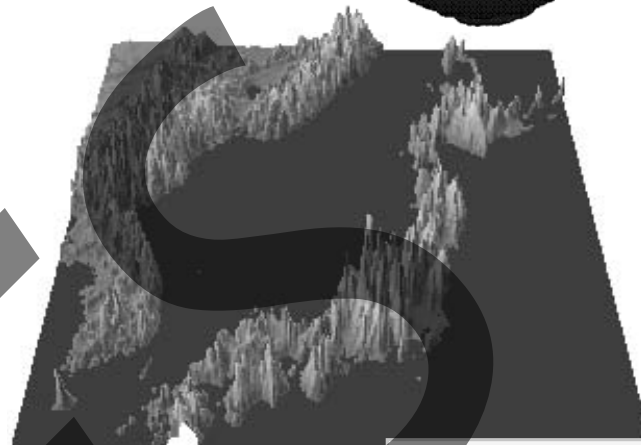
全球モデル
(Global Spectral
Model: GSM)



メソモデル
(Meso-Scale
Model: MSM)



格子間隔 ~20km



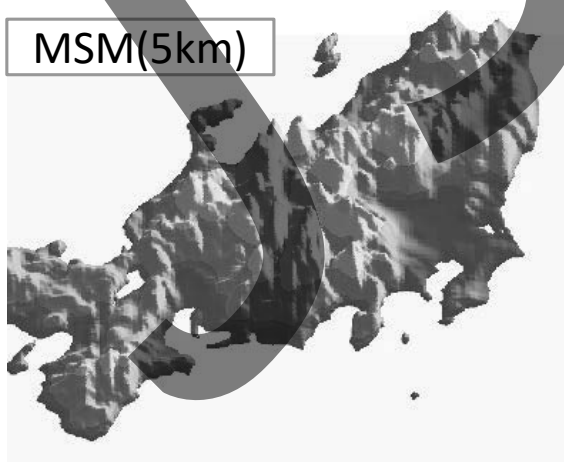
格子間隔 5km

地形の違い

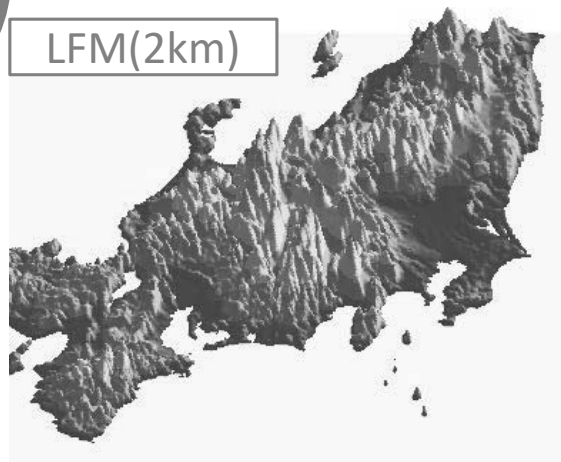
19

局地モデル (LFM)

MSM(5km)



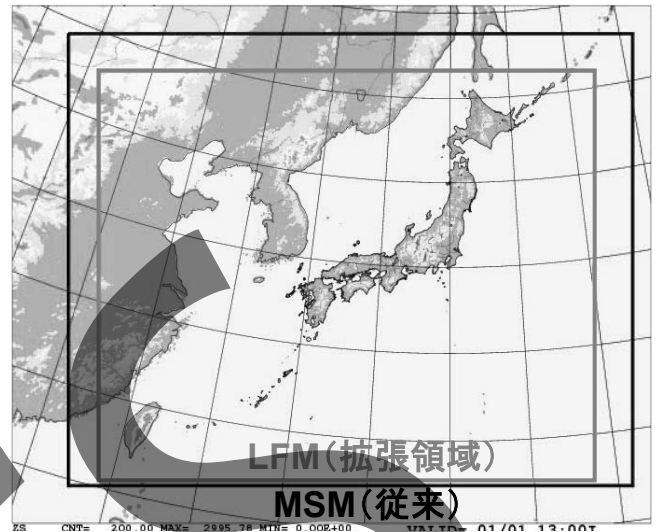
LFM(2km)



MSMとLFMの地形表現の違い

メソモデル (MSM)

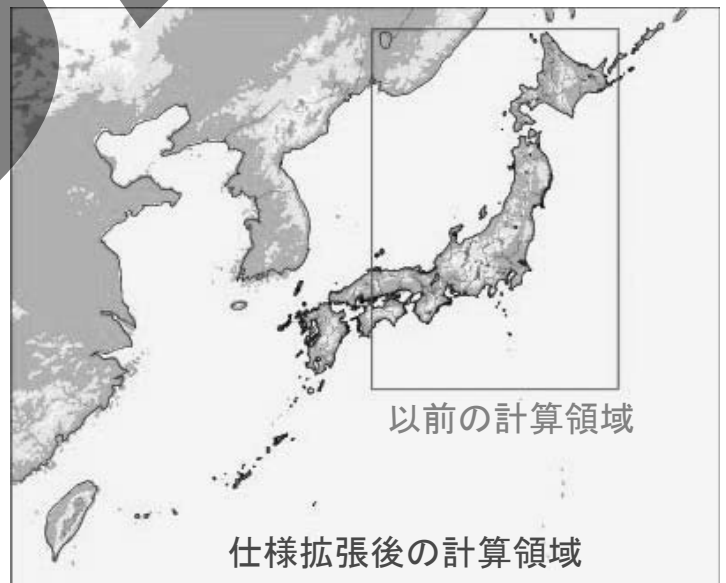
- 予報時間延長 (2013年5月29日00UTCから現業化)
 - 15-33時間から39時間予報へ
- 予報領域拡大 (2013年3月28日現業化)
 - 予報時間とのバランス
 - 局地モデルの側面境界値の精度向上
- 鉛直層増強 (現在検討中)
 - 下層の高解像度化→境界層表現の向上
 - モデルトップの引き上げ→上層に感度がある衛星データ利用



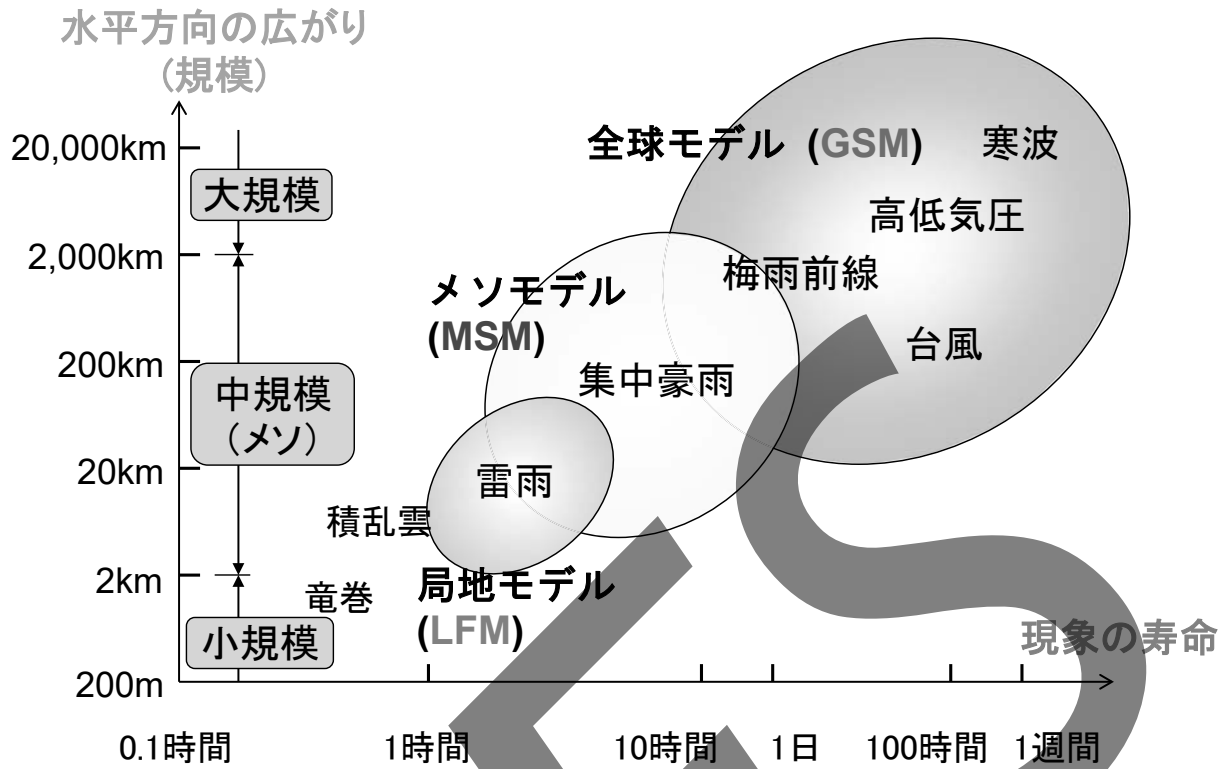
MSMの計算領域(2013年3月28日以降)

局地モデル (LFM) の仕様向上

- 予報高頻度化
 - 1日8回から1日24回へ
 - 9時間予報
- 予報領域拡大
 - 日本全域を覆う領域
- 2013年5月29日現業化
- LFMによる日射量の予測値は、CRSET 課題(代表:井村先生、東工大)で利用

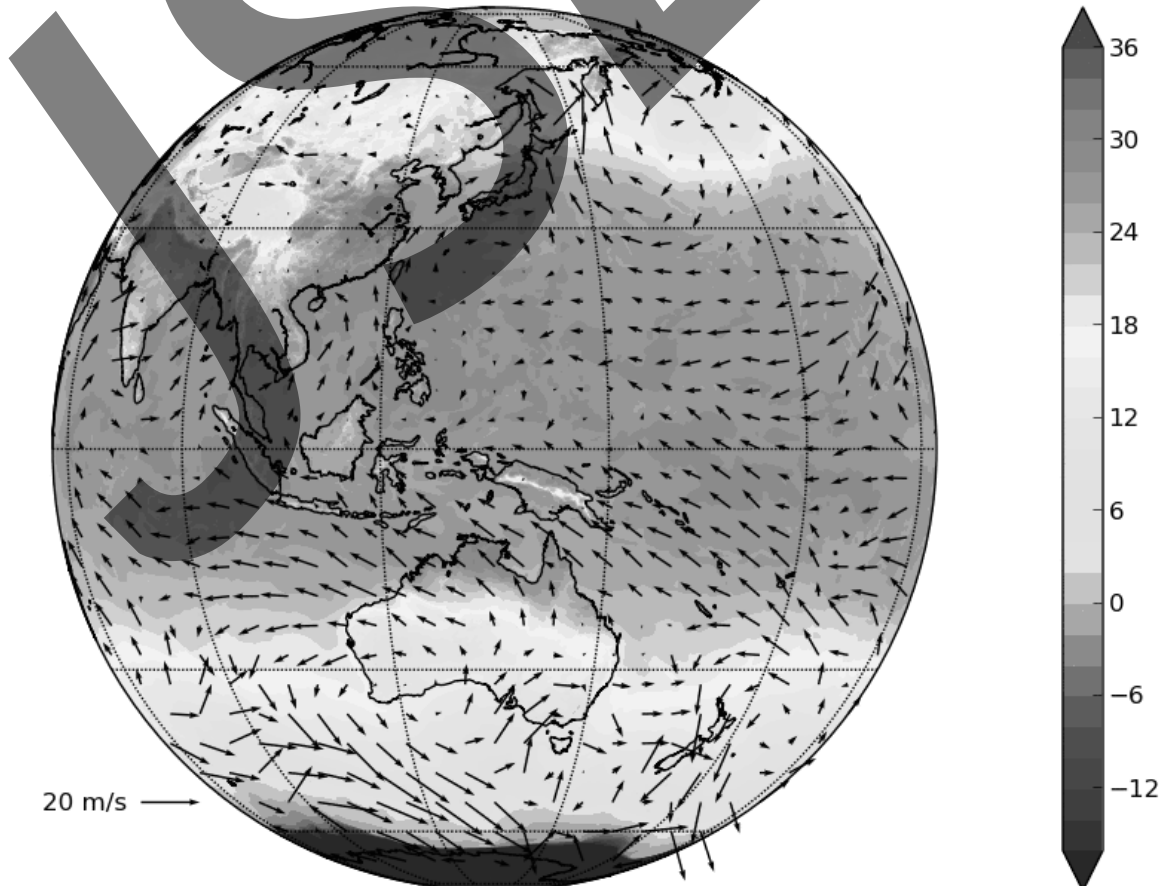


数値予報モデルとその適用範囲



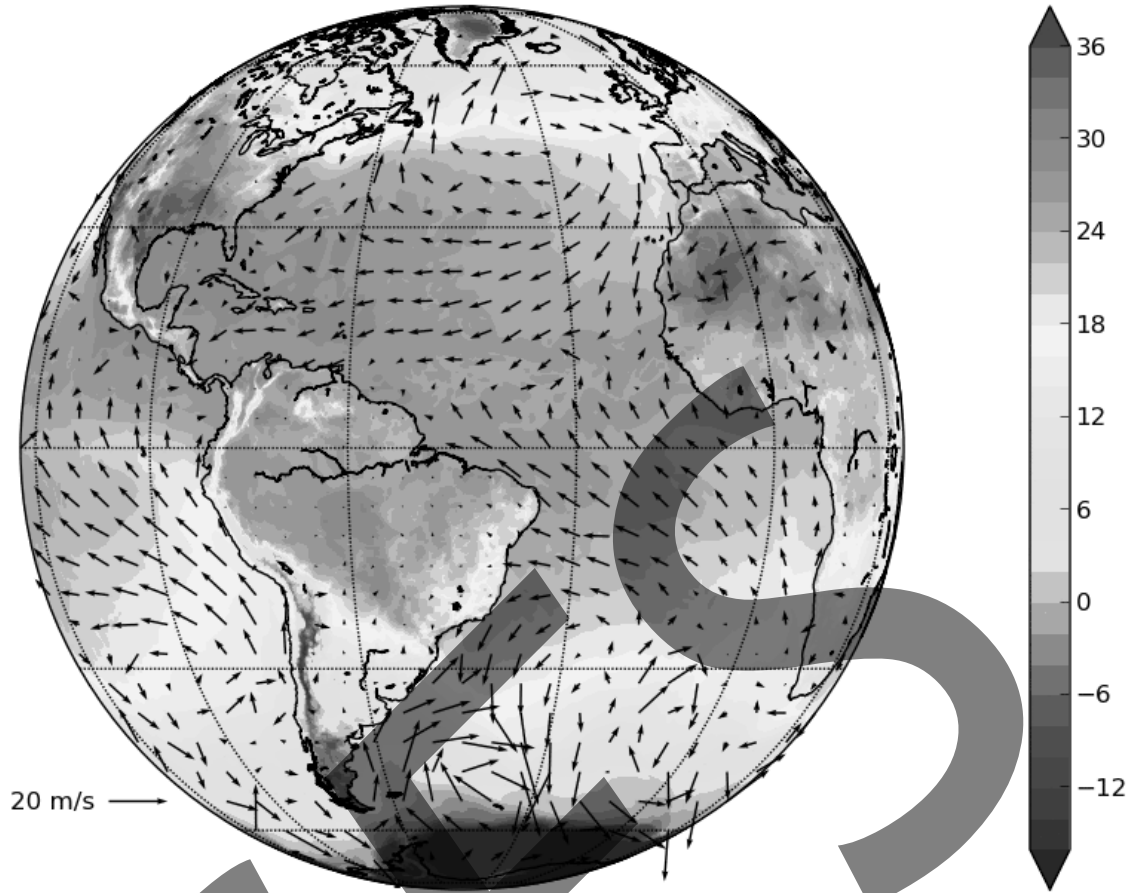
23

T and Wind at Surface 2010-08-01 11:00

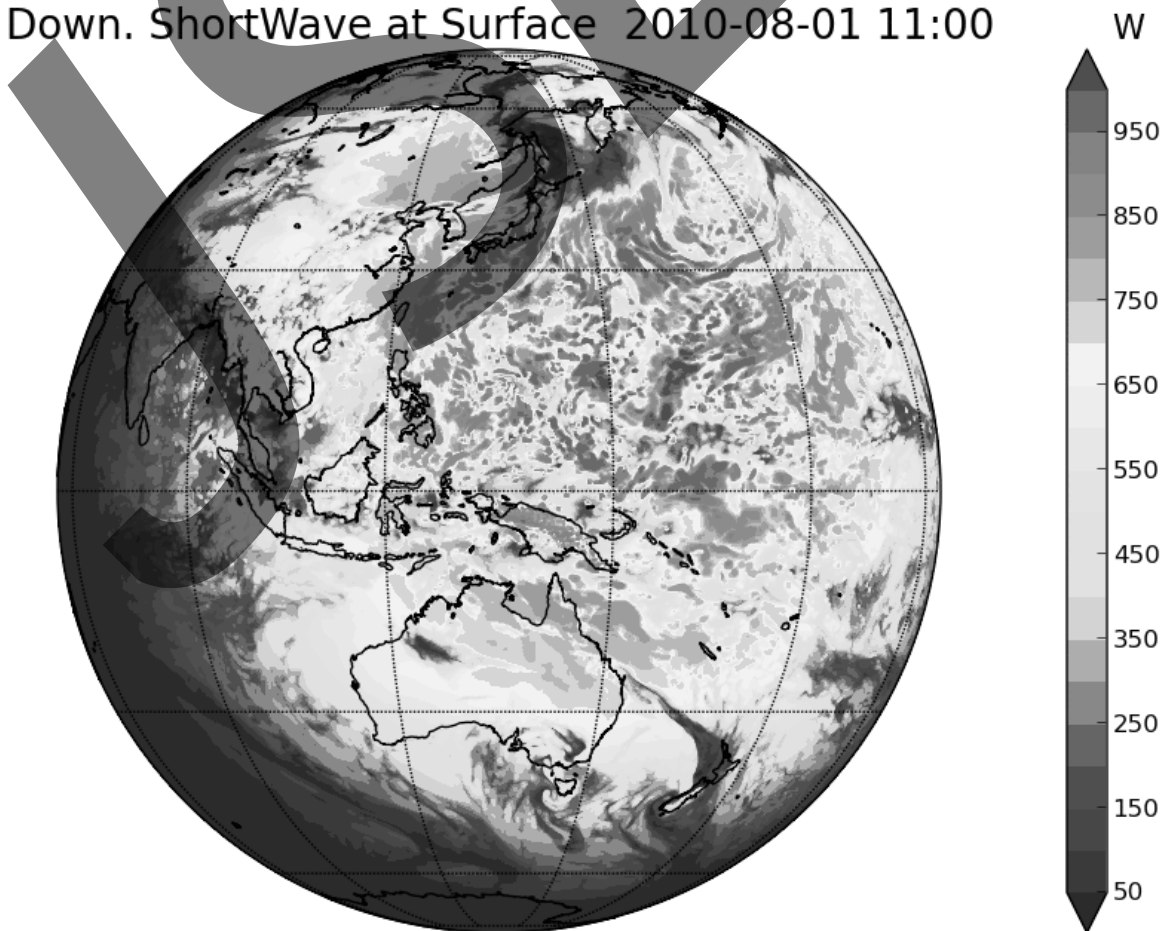


24

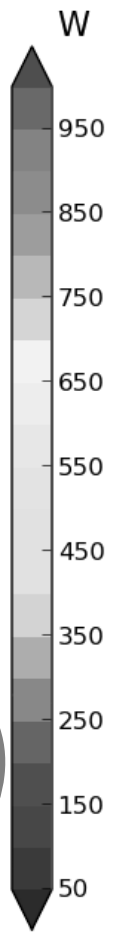
T and Wind at Surface 2010-08-01 11:00



Down. ShortWave at Surface 2010-08-01 11:00



Down. ShortWave at Surface 2010-08-01 11:00



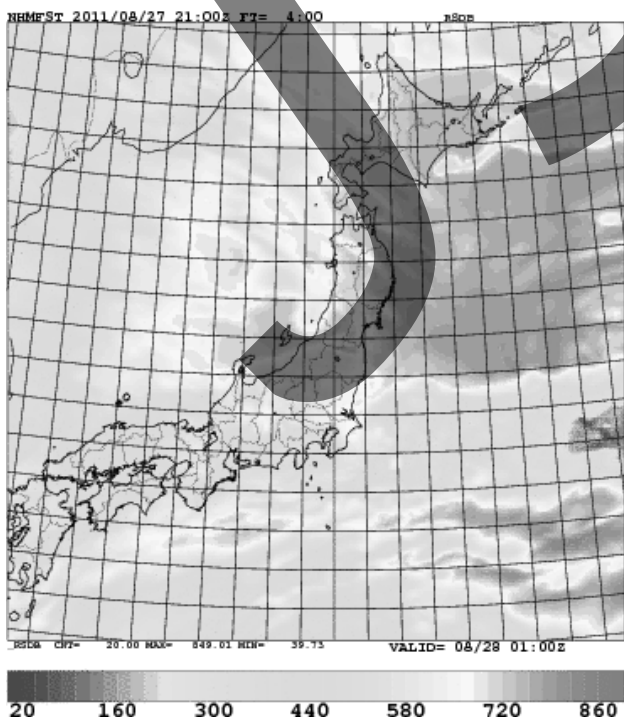
27

MSM によって予測された日射量と雲量

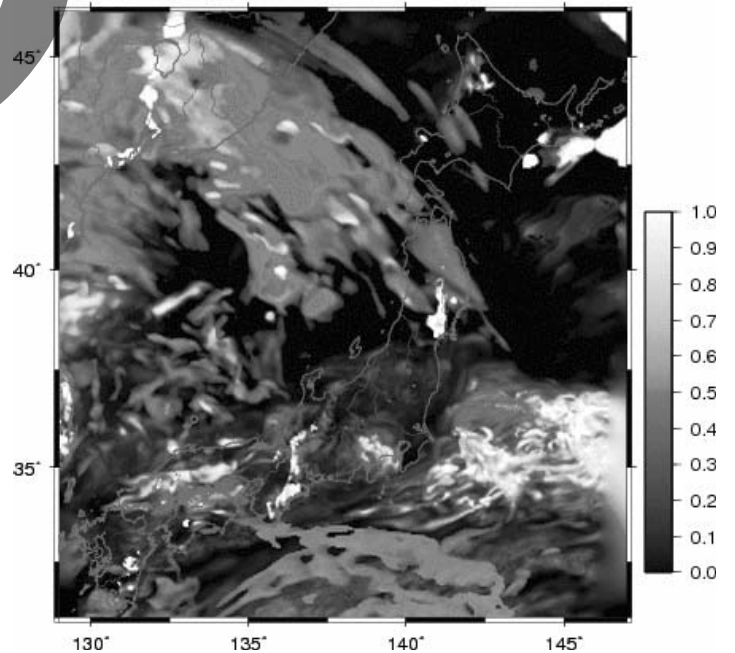
2011年8月28日 21UTC 初期値

日射量

雲量



2011/08/28 06:30 05km



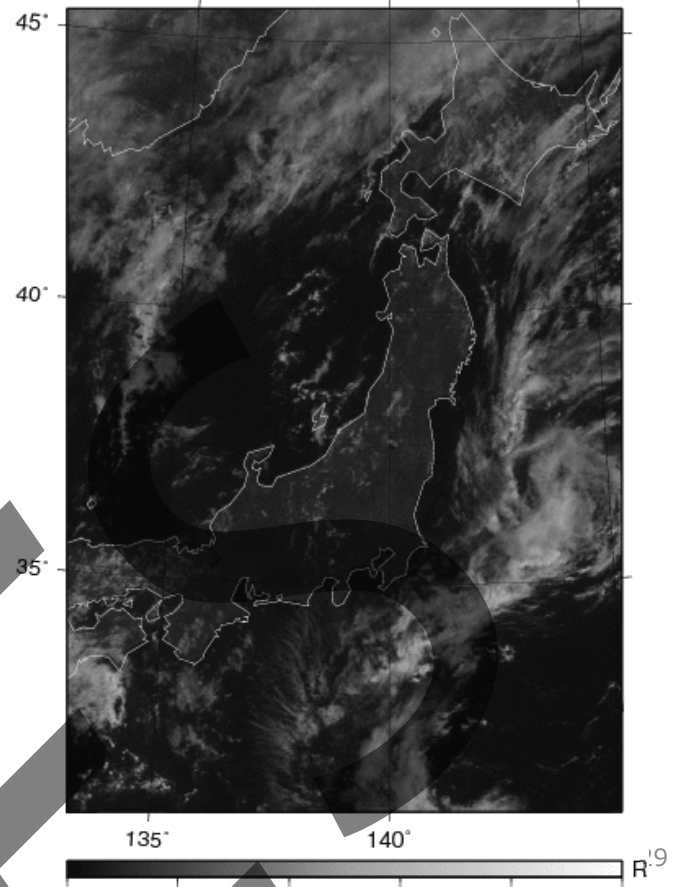
28

LFMによる予測日射量

MTSAT2_VS

衛星画像:可視

DATE 2012.09.13 01UTC



短波放射モデルのバンド構成

短波領域はBriegleb (1992) (BR), Freidenreich and Ramaswamy (1999) (FR) に基づき22のバンドに分割され、k-分布法で透過関数が求められる。

$$F = \sum_i^{22} \alpha_{\Delta\lambda_i} F_{\Delta\lambda_i}$$

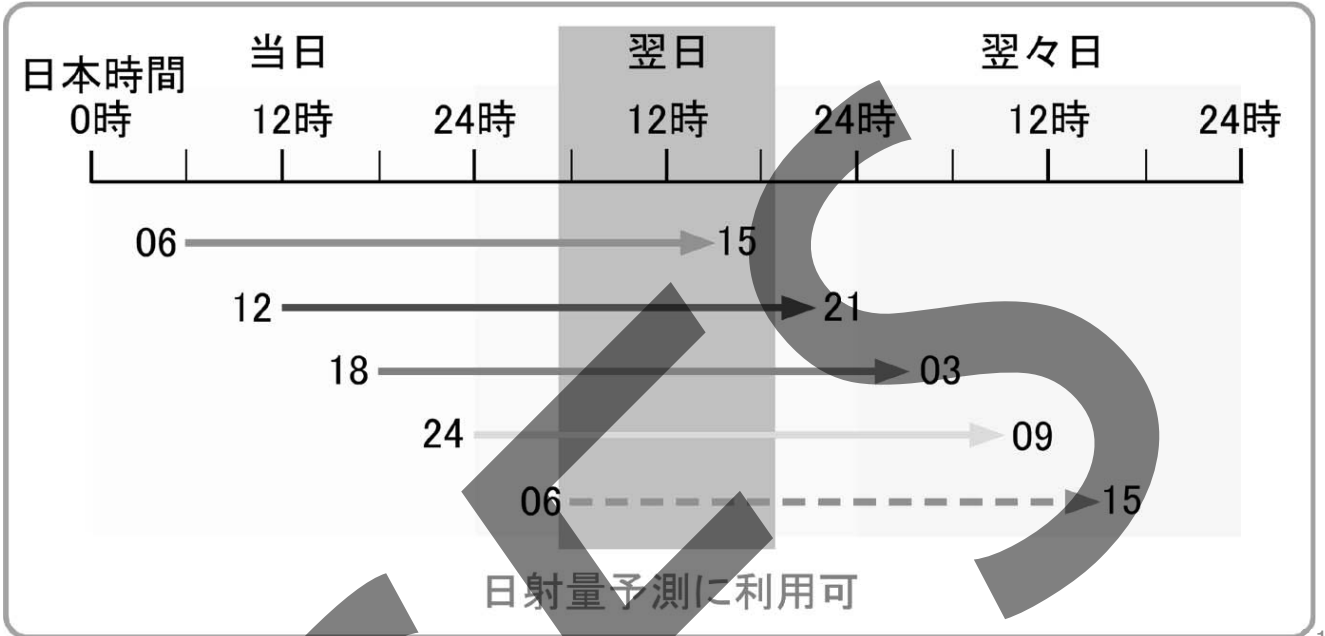
$\alpha_{\Delta\lambda_i}$:短波放射輝度の割合
 $F_{\Delta\lambda_i}$:バンド平均フラックス

	紫外域	可視域	近赤外域
バンド	22~13	12~8	7~1
波長(μm)	0.174~0.364	0.364~0.685	0.685~5.00
水蒸気			BR
酸素	Schumann-Runge band (FR)	B-band (FR)	A-band (FR)
二酸化炭素			FR
オゾン	Hartley-Huggins band (FR)	Chappius band (FR)	
空気分子	Rayleigh 散乱 (FR)		
エアロゾル	Mie 散乱・吸収		
雲粒	Mie 散乱・吸収 (水雲と氷雲の光学特性の違いを考慮)		

MSM の予報開始と終わりの時刻

(2013年5月28日21UTCまで)

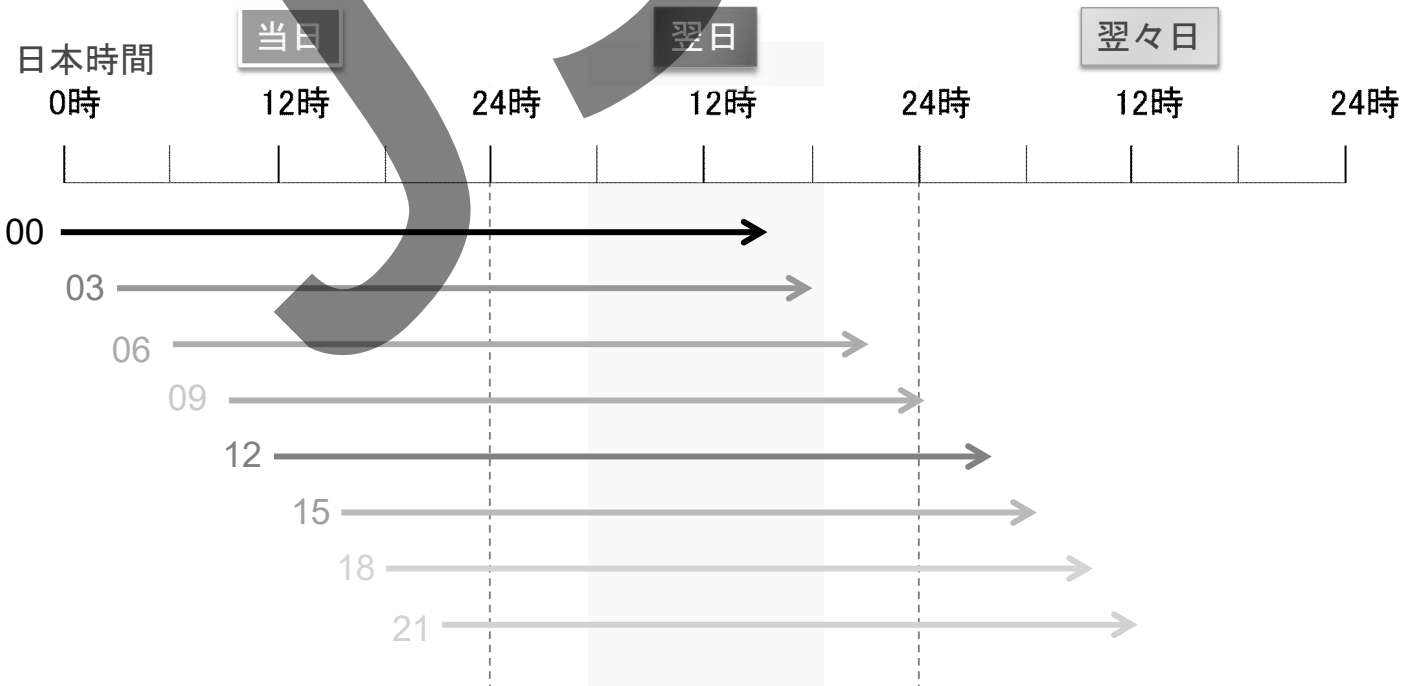
1日に8回実行されている MSM について、日本時間の 06時、12時、18時、21時開始の予測は33時間先まで行われるため、翌日の太陽光発電量予測に利用可能である。06時開始の予測は翌日の15時まで、また翌日06時開始の予測は、その日の予測に利用できる。



MSM の予報開始と終わりの時刻

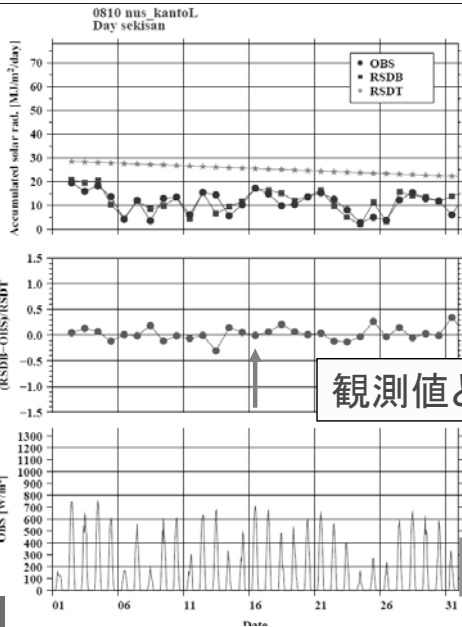
2013年5月29日00UTC から

1日に8回実行されている MSM の予測はすべて39時間先まで行われるため、00 JST と 03 JST 初期値の予測を除いて、翌日の太陽光発電量予測に利用可能である。



00 JST と 03 JST 初期値以外の MSM の結果を用いて、翌日の日射量の予測が可能

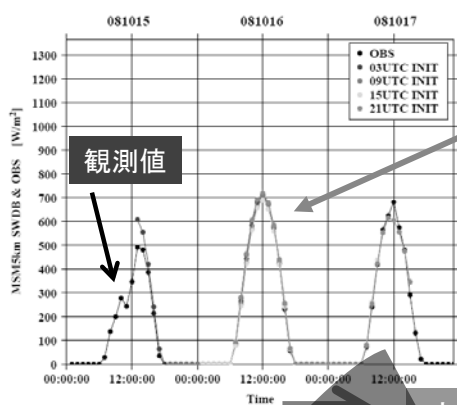
快晴の場合



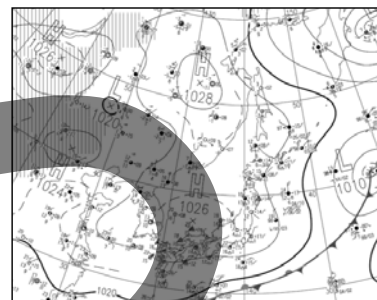
観測値との差は0に近い

快晴時にはモデル予測値と観測値との対応が非常によい

1時間平均の全天日射量



- 関東地方は目立った雲域がない
- 高気圧に覆われている
- 観測値と予測値の時間変化:良

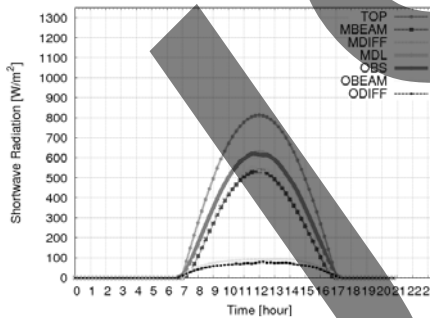


2008年10月16日

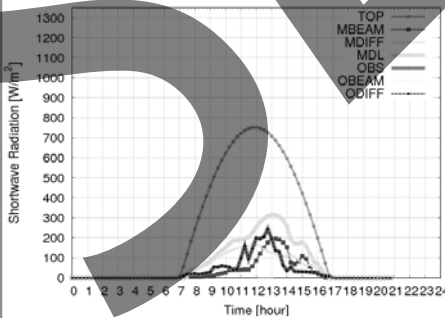
大竹博士(産総研)提供

時刻 (JST)

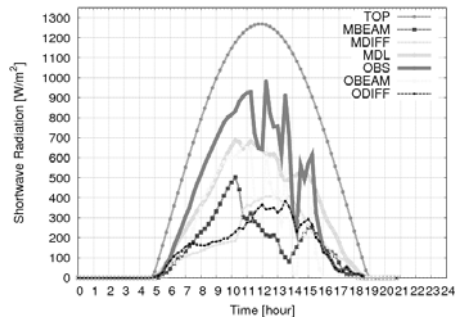
快晴 (2010/01/26)



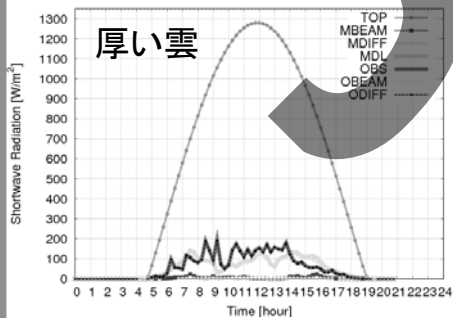
微過大 (2010/01/11)



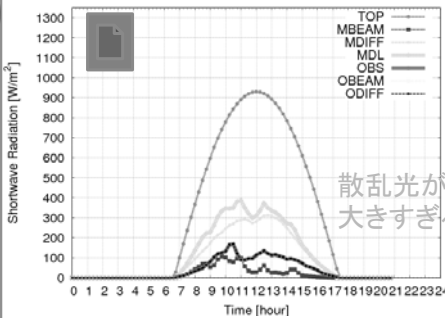
微過小 (2010/07/25)



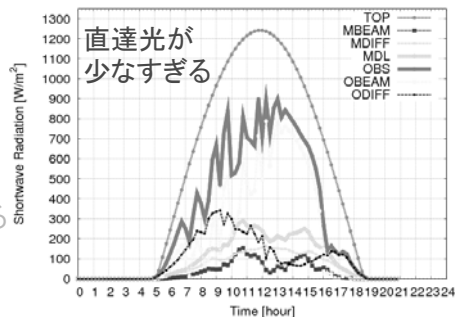
曇天 (2010/07/13)



過大 (2010/02/16)



過小 (2010/08/11)

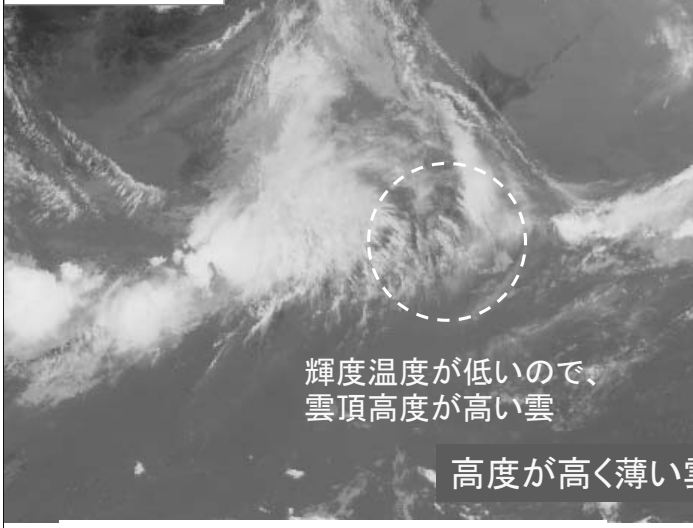


桃: 大気上端値, 赤: 全天(観測), 黄: 直達(観測), 黒: 散乱(観測), 緑: 全天(モデル), 青: 直達(モデル), 水: 散乱(モデル)

快晴時・厚い雲時のMSMの放射モデルは良好
モデル内での雲の表現とそれに関連した放射計算に改善の余地あり?

下瀬博士(産総研)提供

赤外画像



輝度温度が低いので、雲頂高度が高い雲

09070712JST

可視画像



薄い雲

高度が高く薄い雲が全天を覆っている状態

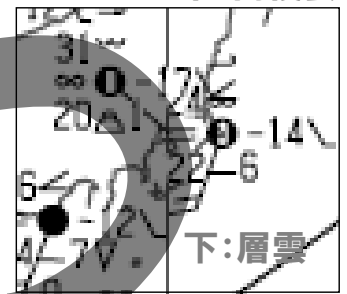
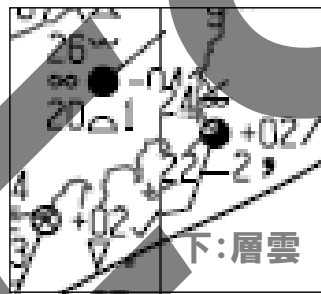
ほぼ全天が曇り

09JST

中:高積雲

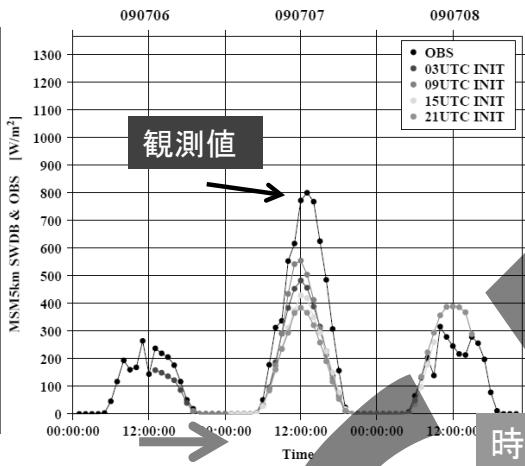
15JST

上:巻雲
中:高積雲



2009年7月7日

1時間平均の全天日射量



観測値

時刻 (JST)

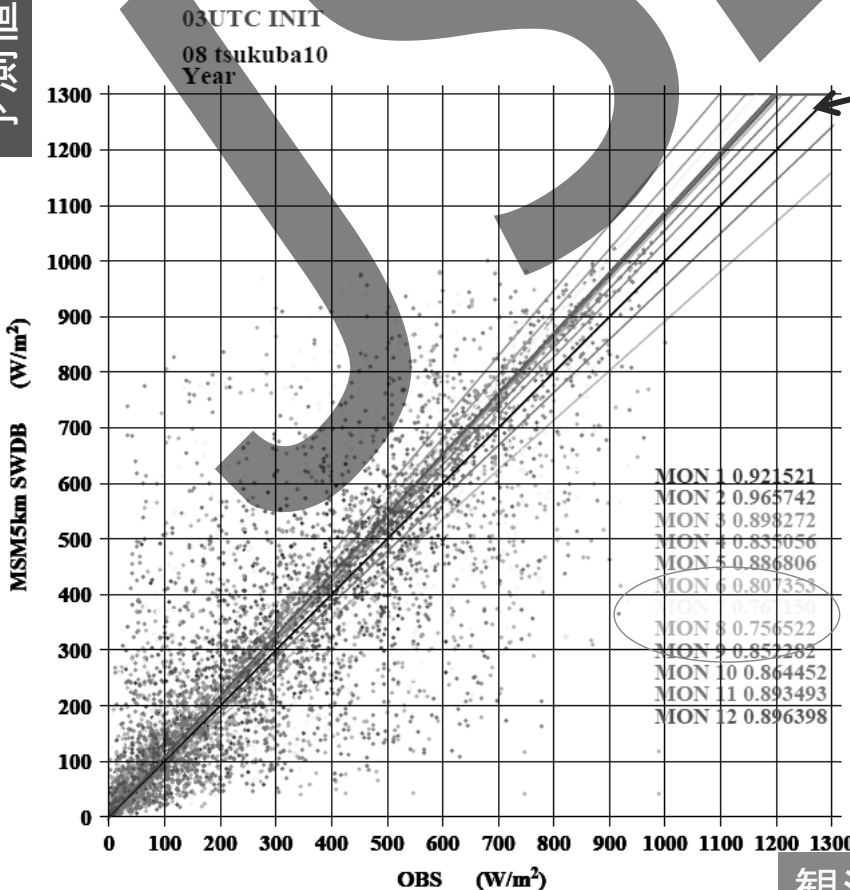
大竹博士(産総研)提供 35

MSM

全天日射量 (1時間平均値) の散布図 : 2008年 つくば
MSM 初期値 : 03 UTC

9 格子平均値データ

予測値



1対1の直線

多くの場合は、1対1の直線上、あるいはその近傍にあるが、場合によっては、この直線から大きく外れるデータもある。

■ 夏季の相関がやや小さい
■ 2008年6月(梅雨期)はモデルの過小傾向が顕著

観測値

大竹博士(産総研)提供 36

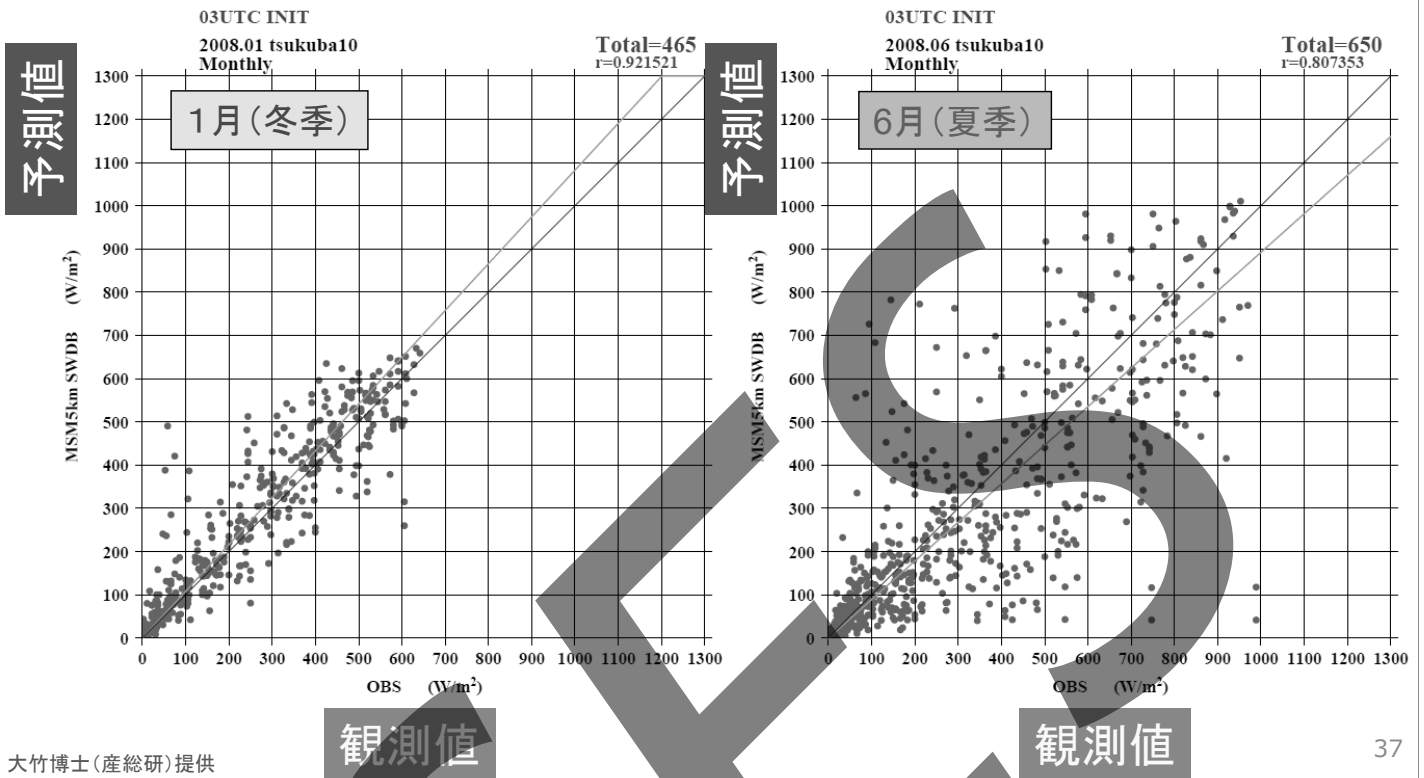
全天日射量(1時間平均値) (散布図 月別) つくば

MSM

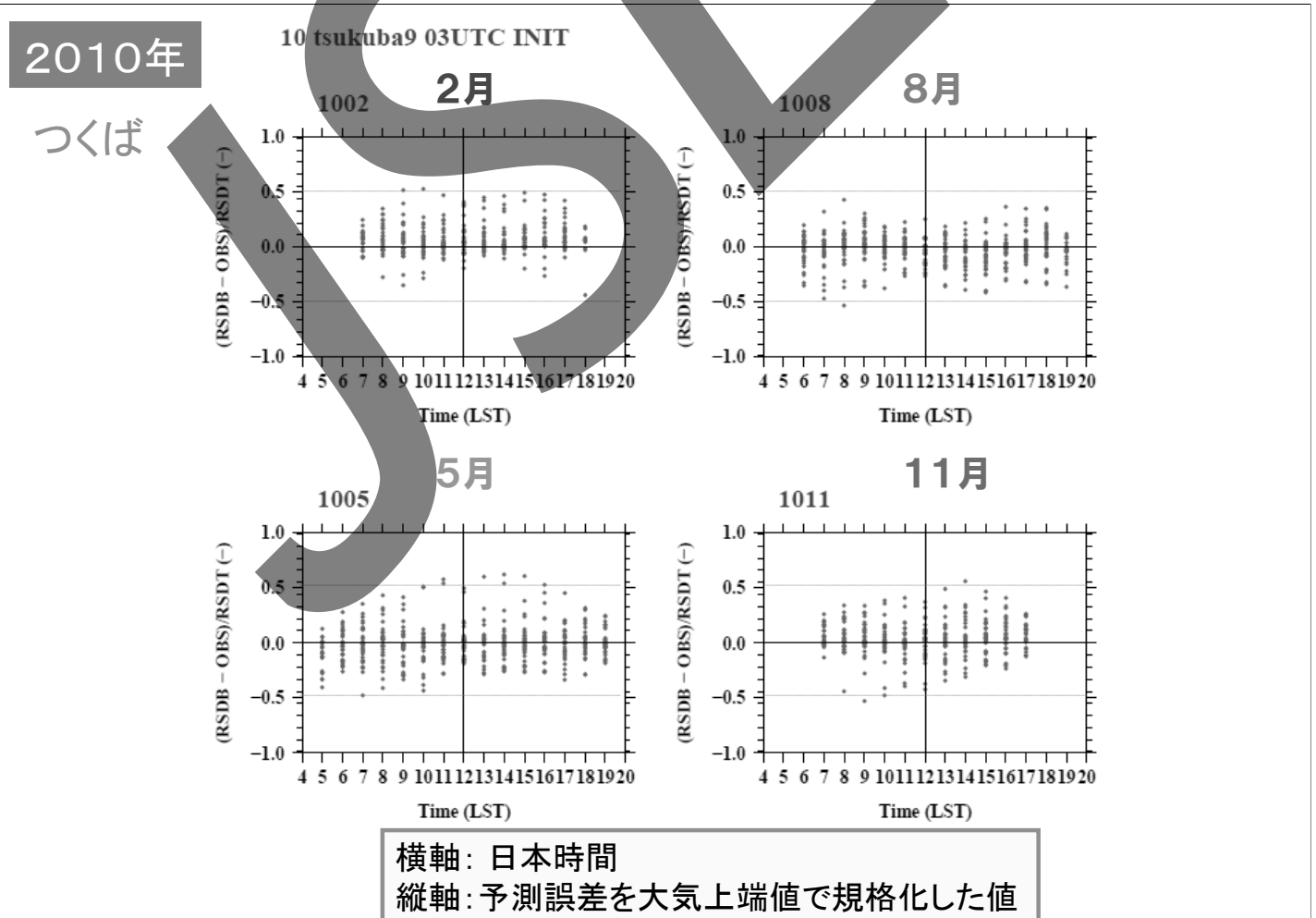
9格子点の平均値で検証

- 冬季のモデル予測値:良好
- 夏季のモデル予測値:観測との差が大きい値が多くなる

2008年



37



MSMによる予測日射量の誤差

— 地域・季節特性 —

39

日射量予測誤差マッピング
日積算値

MSM日射量予測誤差 (2011年季節毎)

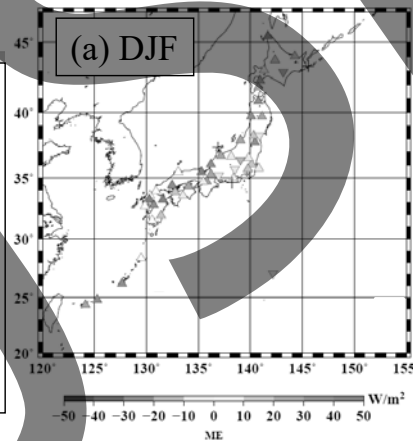
ME

☑ 冬季(DJF)から春季(MAM)にかけて
全国的に予測過大

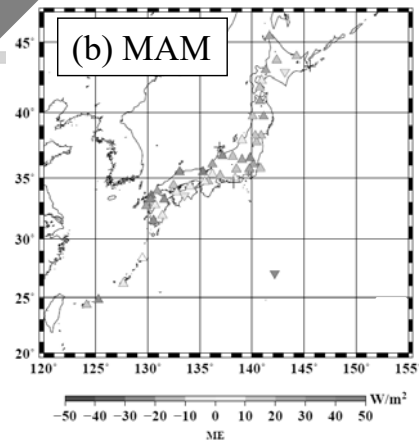
☑ 夏季(JJA):
予測過小

ME

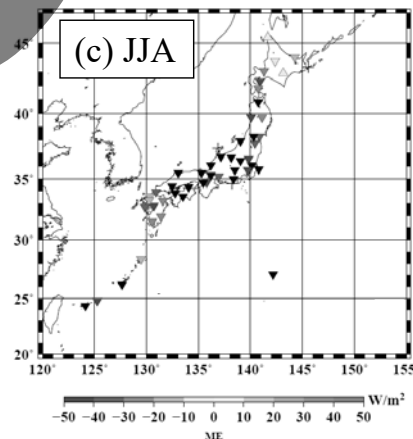
2011 DJF ME 03 UTC INIT



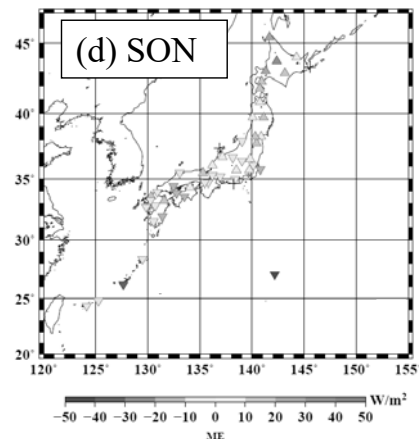
2011 MAM ME 03 UTC INIT



2011 JJA ME 03 UTC INIT



2011 SON ME 03 UTC INIT



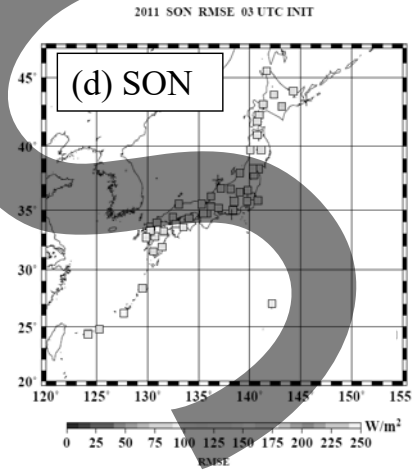
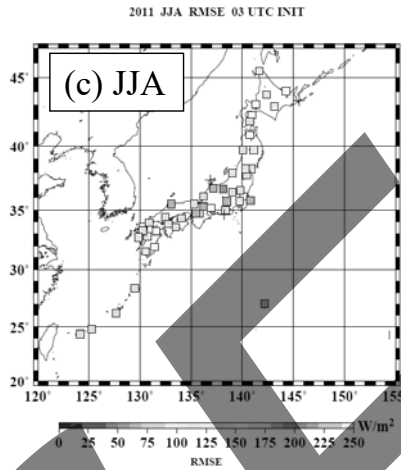
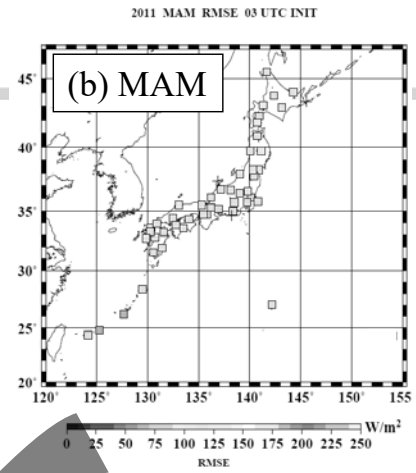
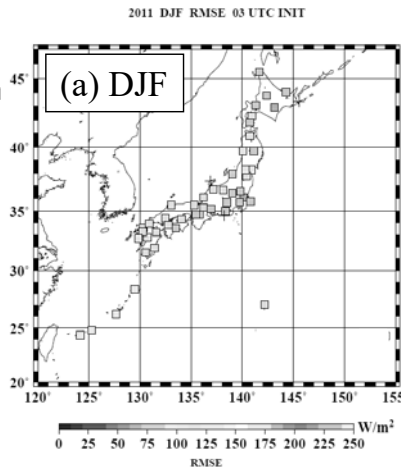
日射量予測誤差マッピング
日積算値

MSM日射量予測誤差 (2011年季節毎)

RMSE
☑冬季(DJF):
~100W/m²程度

☑夏季(JJA):
本州内陸
南西諸島
予測誤差→大
150W/m²~

RMSE

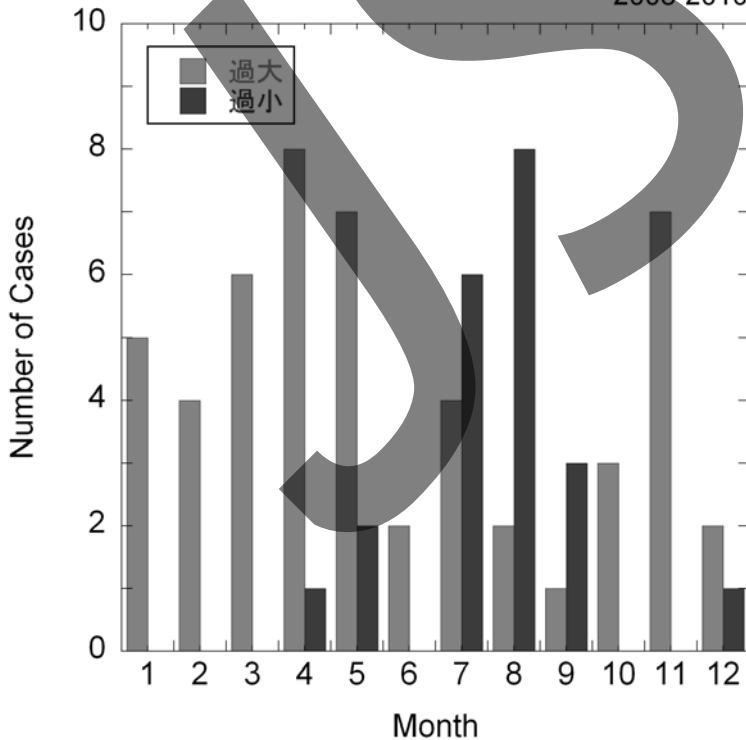


大竹博士(産総研)提供

41

過小・過大の事例数

2008-2010



(予測値 - 観測値)
----- > 0.2
RSDT

関東地方では、(日積算日射量-観測値)が大気上端での値の20%を越える場合は、各月で平均して10%以下。

- ・夏は過小が卓越
- ・冬は過大が卓越。過小はほとんどない

夏:放射計算で、雲量を多く見積もりすぎの可能性あり
→ 熱帯域での適切なモデル計算が難しい、ということにも関連(どのモデルでも熱帯域の再現性は良くない)

冬:下層の積雲のような、空間スケールの小さな雲の存在が、水平分解能5kmのモデルでは適切に表現されていない可能性。

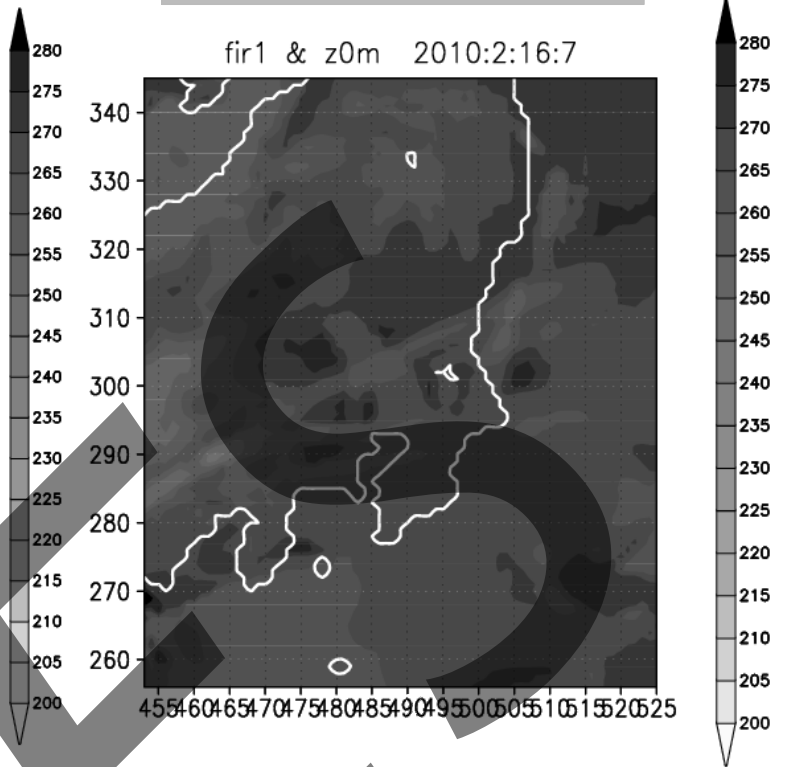
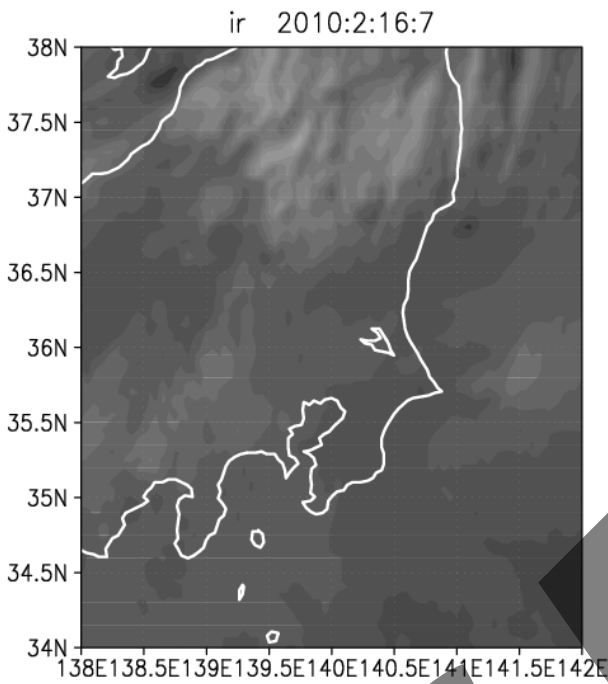
夏・冬ともに、下層の部分凝結雲が放射計算で考慮されていないことも一因。ただし、雲量は考慮されている。

42

過大事例(2010年2月16日)

実況:衛星赤外
07~18JST

MSM:衛星赤外
07~18JST



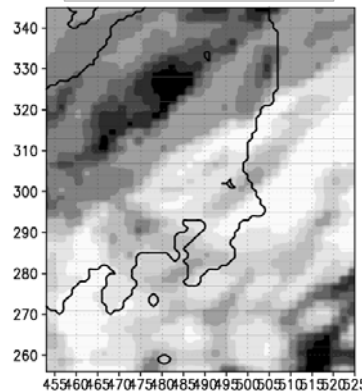
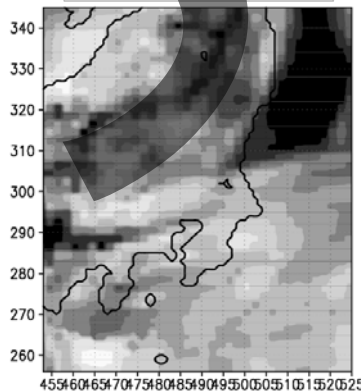
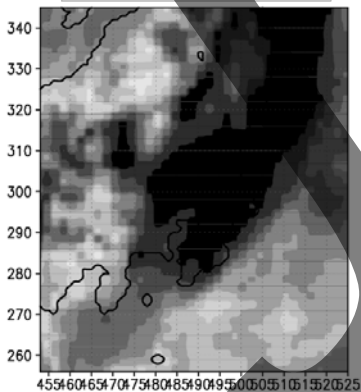
下瀬博士(産総研)提供

雲量 for 日射量計算 @15JST

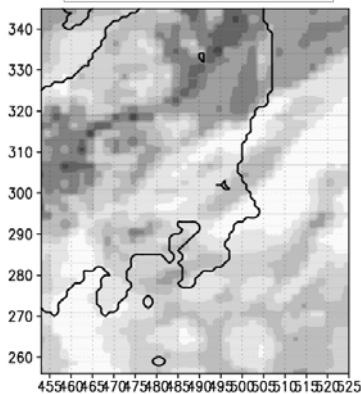
下層

中層

上層



全層



下層の雲をMSMが
表現できていない

雲のタイプ(10種雲形)

上層雲



巻雲(ci)



巻積雲(cc)



巻層雲(Cs)

中層雲



高積雲(Ac)



高層雲(As)



乱層雲(Ns)

下層雲



層積雲(Sc)



層雲(St)



積雲(Cu)



積乱雲(Cb)

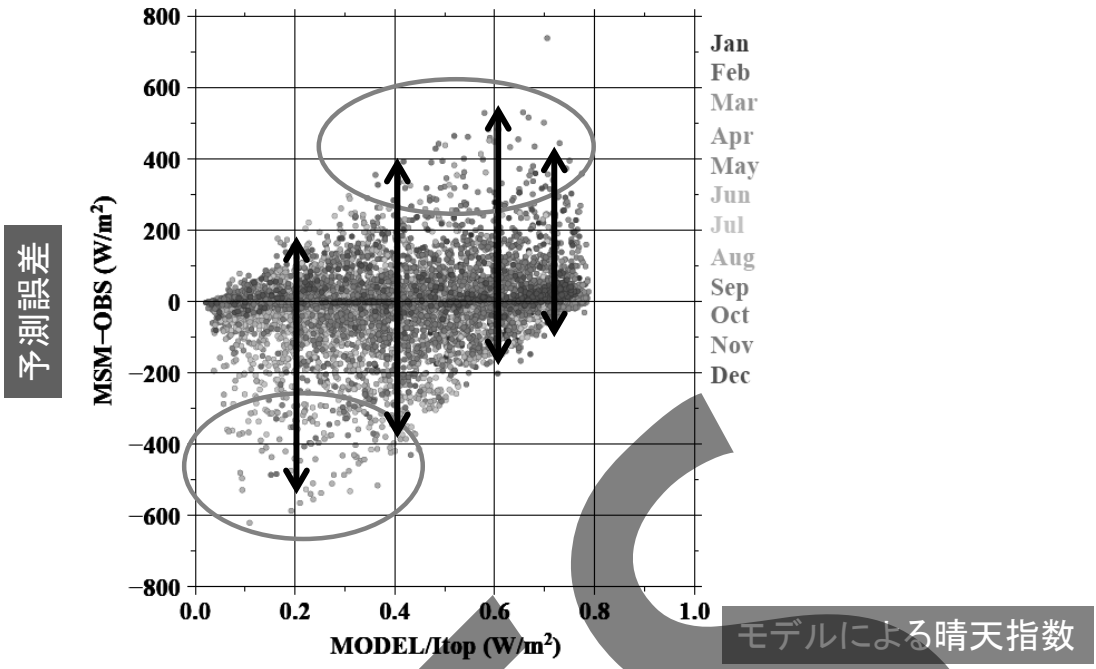
出典: NOAAホームページより引用・改訂 <http://www.srh.noaa.gov/jetstream/clouds/types.htm>

45

MSM による予測日射量の誤差特性

- MSM による予測日射量の誤差やその特性の把握
 - 大気外の日積算日射量で規格化した誤差の大きさが 0.2 よりも大きくなる場合は、各月で約 10 %
 - 夏季(冬季)は予測値が過小(過大)傾向
 - 南西諸島で誤差が大きくなる傾向がある。
 - 誤差が大きくなる時の大気の状態は、降水をもたらさないような比較的薄い雲がほぼ全天を覆っている場合
 - 雲のタイプとしては、層積雲、積雲、高層雲、高積雲、巻雲など。
 - モデル内の雲量(下層、中層、上層)が適切に表現されていないと誤差が大きくなるようである
 - 1時間日射量の誤差の大きさ(大気外日射量で規格化した値)は平均で約 0.1 ~ 0.2, 最大で 0.5 程度で、夏季の方が誤差が大きい。
 - GSM による日射量予測値についても検証を進めている

46

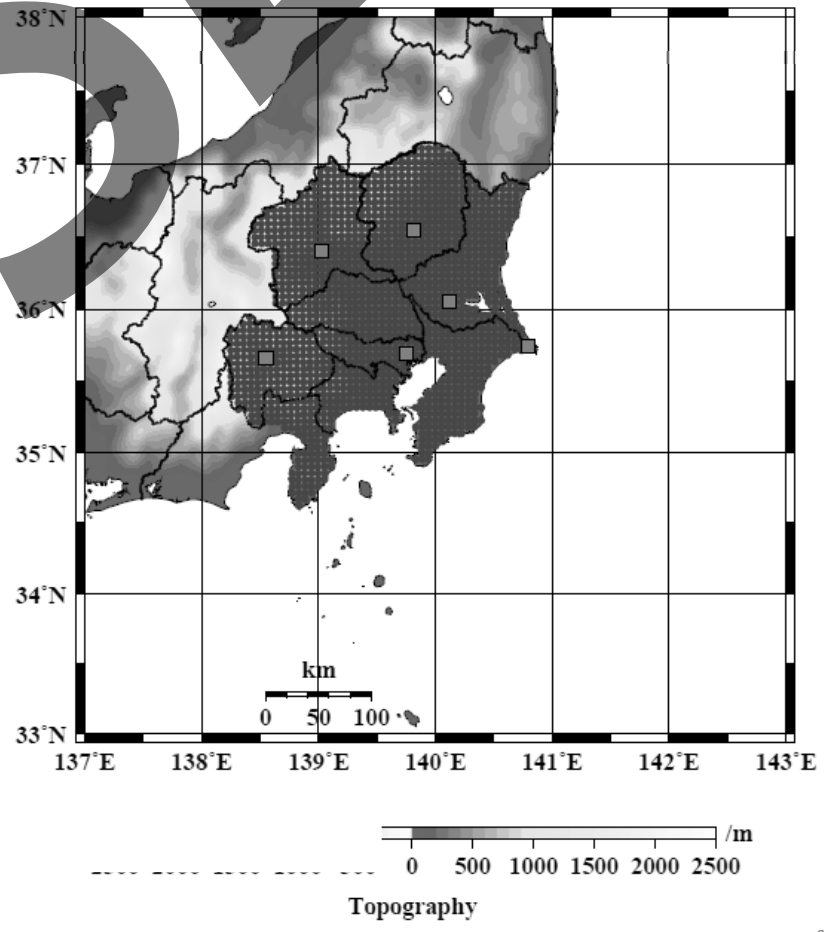


- 晴天指数(大気外日射量で規格化)の場合: 予測値が0.1-0.3(曇天時)に過小予測、0.4付近の時に±400W/m²程度の誤差幅、0.6-0.7(薄曇り)では予測過大
- 雨天(0付近)、快晴(0.8付近)では予測誤差は小さく、薄曇りの時に予測誤差は大きい傾向

大竹博士(産総研)提供

東京電力管内

- 関東6県、山梨県、静岡県の東部(島嶼部を除く)
- 赤色: 気象庁気象官署(前橋、宇都宮、つくば銚子、東京、甲府)
- 青色: 東京電力管内のモデル解析グリッド(1478点)

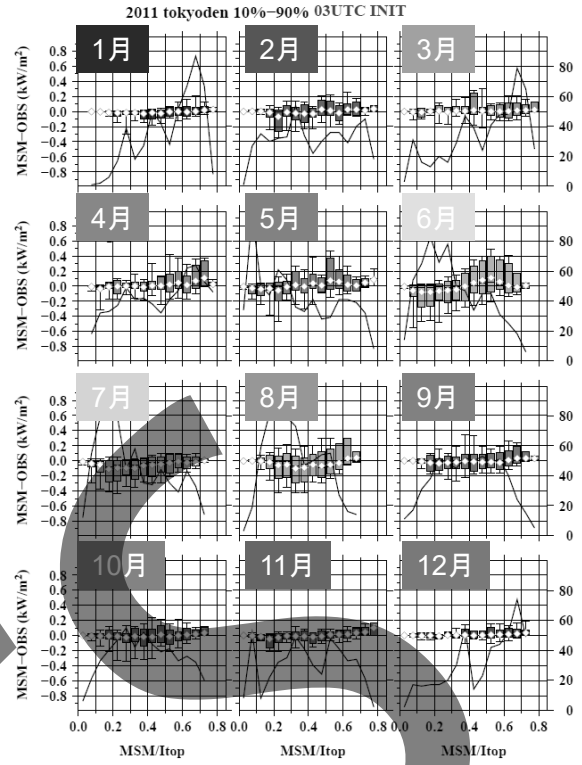
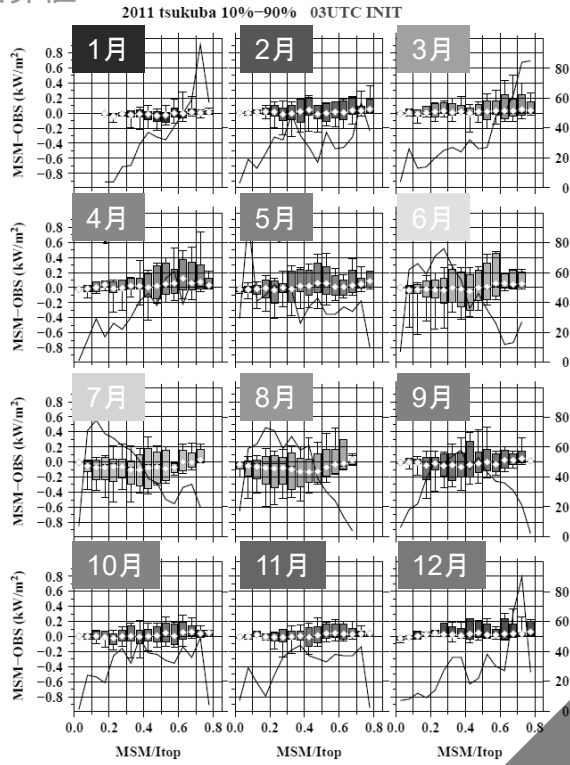


大竹博士(産総研)提供

2011年
日積算値

単地点:つくば

東電管内平均(6地点)



予測された晴天指数

予測された晴天指数

■ 東電管内で領域平均(観測値は6地点平均)するとならし効果により誤差幅は単地点よりも小さくなる

大竹博士(産総研)提供

49

MSMによる日射量予測値の精度向上にむけて

- 予測精度を低下させている原因の究明
 - モデルの再実行
 - 感度実験など
- 放射モデルの改良

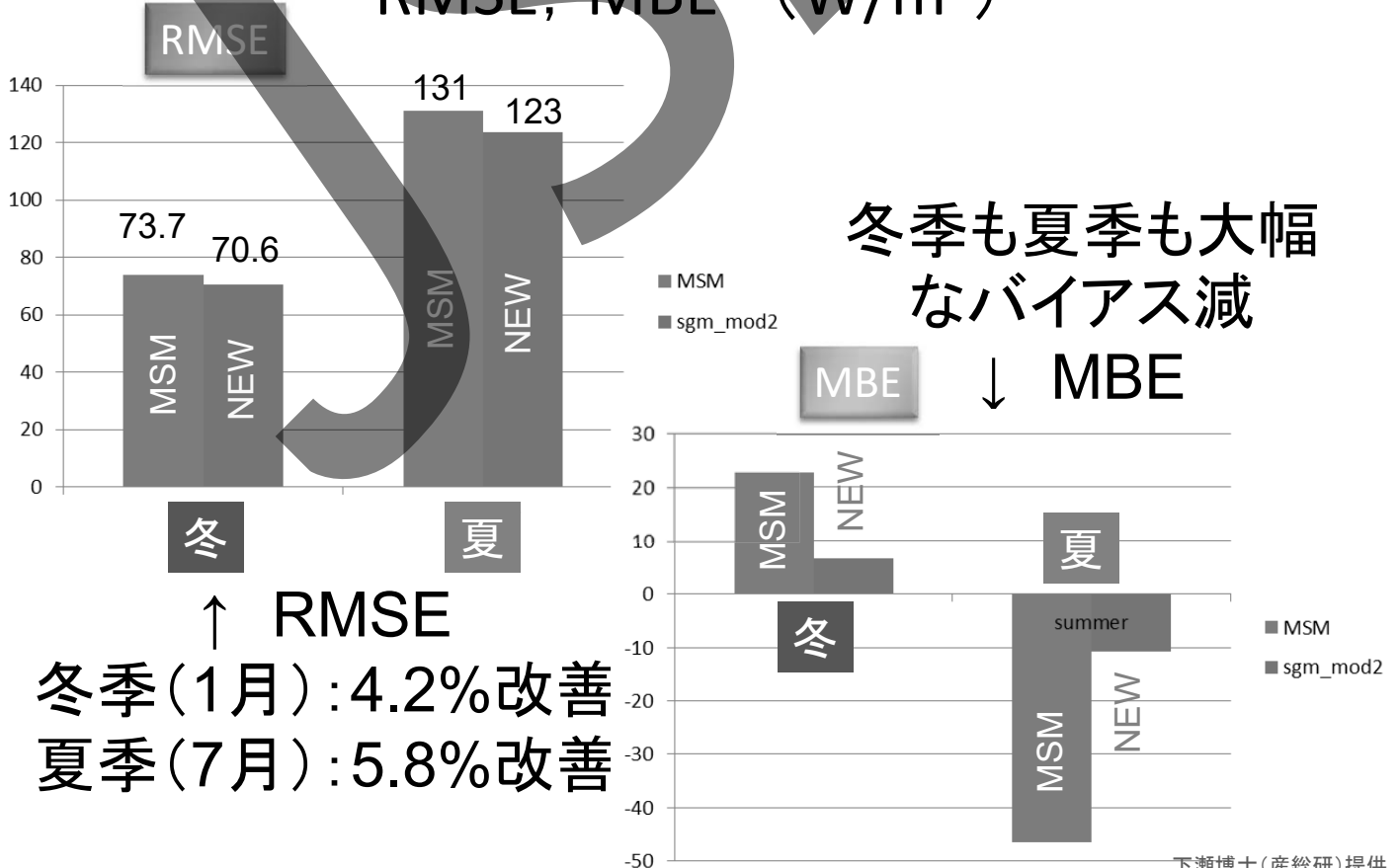
50

冬季1か月間・夏季1か月間で検証

- MSMと放射過程での雲の現れ方を変更したモデルの精度を比較
 - 冬季: 2010年1月
 - 夏季: 2010年7月
- 全国の日射量を測定している気象官署50か所のデータを使用
- 全国平均のMBE, RMSEを月平均で算出

下瀬博士(産総研)提供 51

全国平均の月平均・日中平均 RMSE, MBE (W/m²)

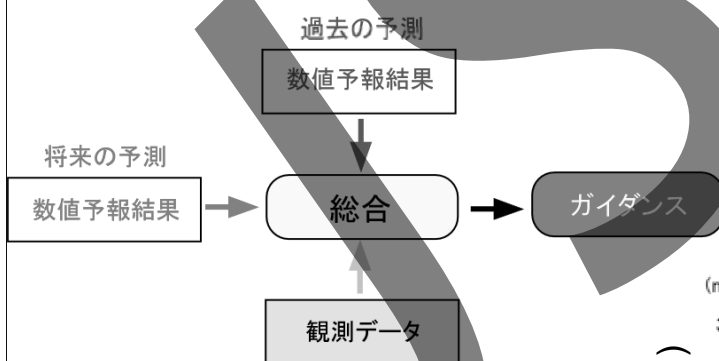


予測精度を向上させる取り組み —ガイダンス—

- 数値予報モデルで予測された大気の状態には一般に誤差が含まれています。
- このような誤差をできるだけ取り除いた処理をしてから、天気予報に用いています。
- このような処理をガイダンスと呼びます。

53

ガイダンス



風のガイダンス(一例)

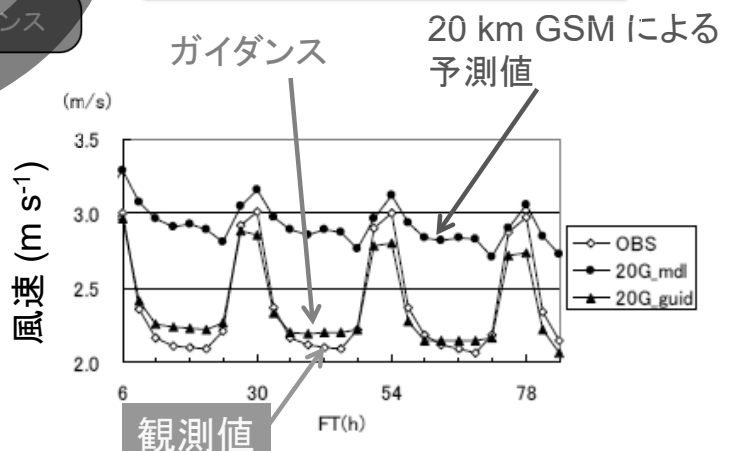


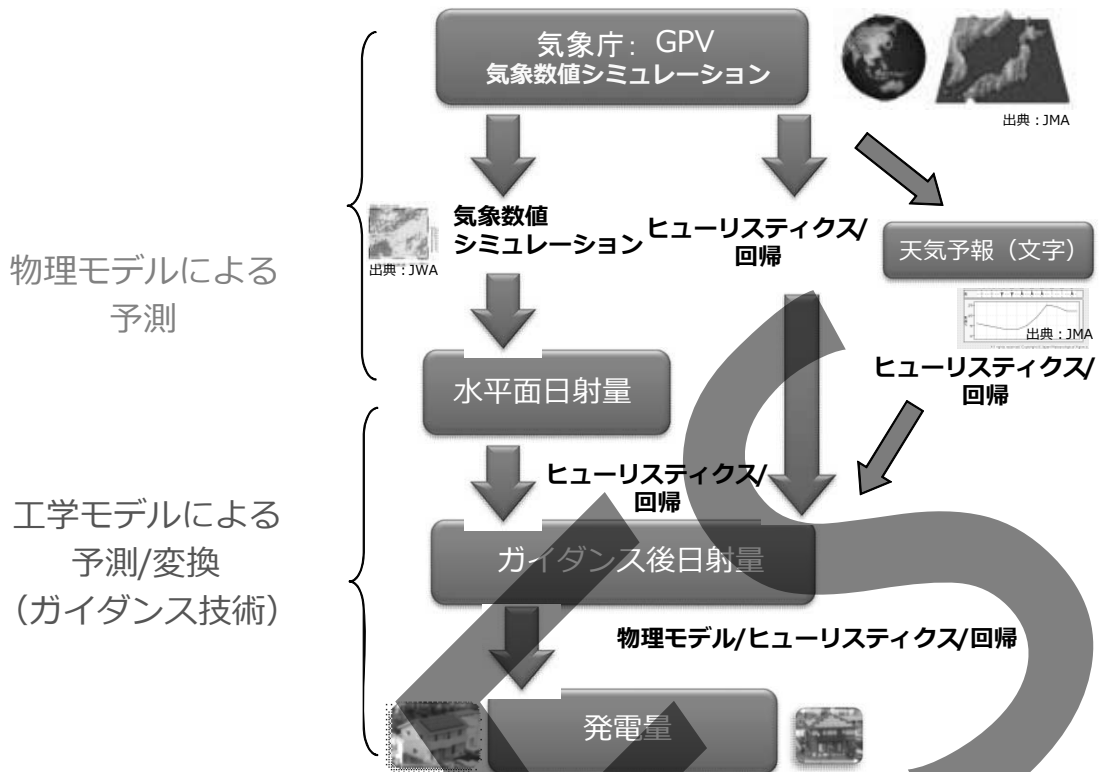
図3.4.6 20kmGSMの00UTC初期値の定時風速予報値(モデルGPV、ガイダンス)を、FT毎に観測値と比較(2006年1月で月平均)。横軸の目盛りは、ガイダンスの負バイアスが1日の中で最大となる時刻(06UTC)に対応。凡例は図3.4.1と同じ。

平成19年度数値予報研修テキスト(気象庁予報部)から

- 数値予報モデルには一種の「癖」があるため、数値予報モデル結果からこの癖を取り除くこと
- 数値的に表現するのが難しいこと(天気の状態)を判定すること

54

発電量予測技術の流れ



物理モデルによる
予測

工学モデルによる
予測/変換
(ガイダンス技術)

数値予報における初期値の重要性

- 数値予報は非線形→わずかな誤差が指数的に拡大

アンサンブル予報

海面気圧

ある予報

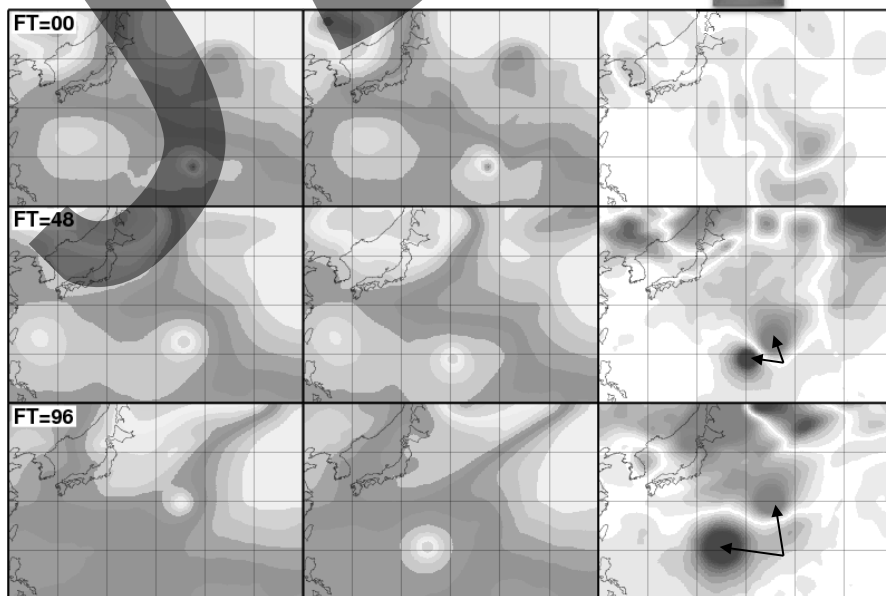
初期値が少し
違う予報

差

予報時間
0時間
(初期値)

予報時間
48時間
(初期値)

予報時間
96時間
(初期値)



これ位の誤差で

台風は全然違う
方角へ……



数値予報による予測

時間変化率

$$\frac{dA(t)}{dt} = f(t)$$

数値予報モデル

A(t): 気温、風、日射量など
t: 時間

将来の時刻
t = t での状
態

$$A(t) = A(t_0) + \int_{t_0}^t f(t) dt$$

初期値

t₀: 初期時刻

モデル

数値予報モデルによる予測結果は、数値予報モデルと初期値とに依存する

$$A(t_1) = A(t_0) + \overline{f(t)} \cdot \Delta t \quad \text{at } t = t_0 + \Delta t$$

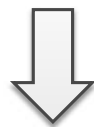
$$A(t_2) = A(t_1) + \overline{f(t)} \cdot \Delta t \quad \text{at } t = t_0 + 2\Delta t$$

$$A(t_3) = \dots$$

57

アンサンブル予報とは

初期値(大気の状態を予測するための初期時刻の状態)に含まれる誤差を考慮して、異なる初期値から数値予報モデルを実行する方法



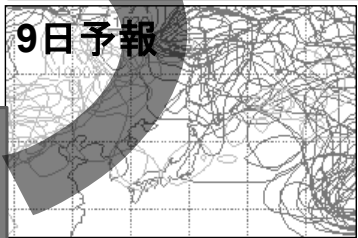
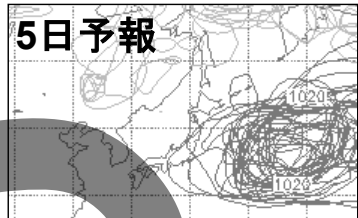
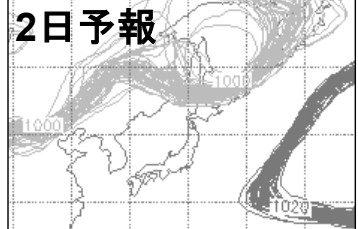
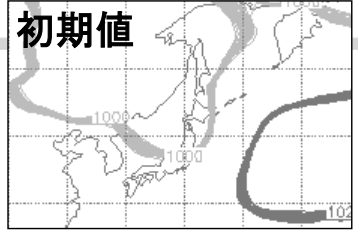
予測の幅や確率的な情報が得られる。

58

アンサンブル予報

海面気圧の51個の予報の重ね描き図

初期値の
違いは
この程度



- 初期値の不確実性
- 予報モデルの不完全性
- 大気のカオス的な性質
初期値の微小な誤差が、
後の予報結果に大きな差を生むことがある
ひとつの予報結果のみ
で判断することは難しい

- 条件をわずかに変えて複数の予報を行う
 - 予報がどの程度ばらつくかを把握
 - 「極端な現象」の可能性を把握
 - 統計的な処理 → 単独の予報よりも精度の良い予報

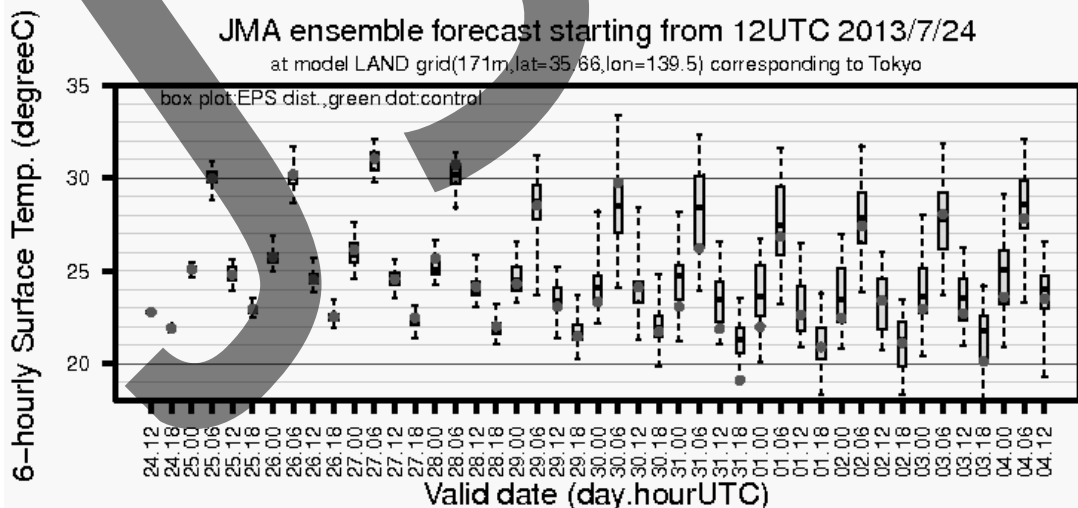
9日も予報
すれば
ばらつき大

気象庁予報部数値予報課提供

週間アンサンブル予報による東京の気温予測例

東京の気温 2013年7月24日12 UTC初期値

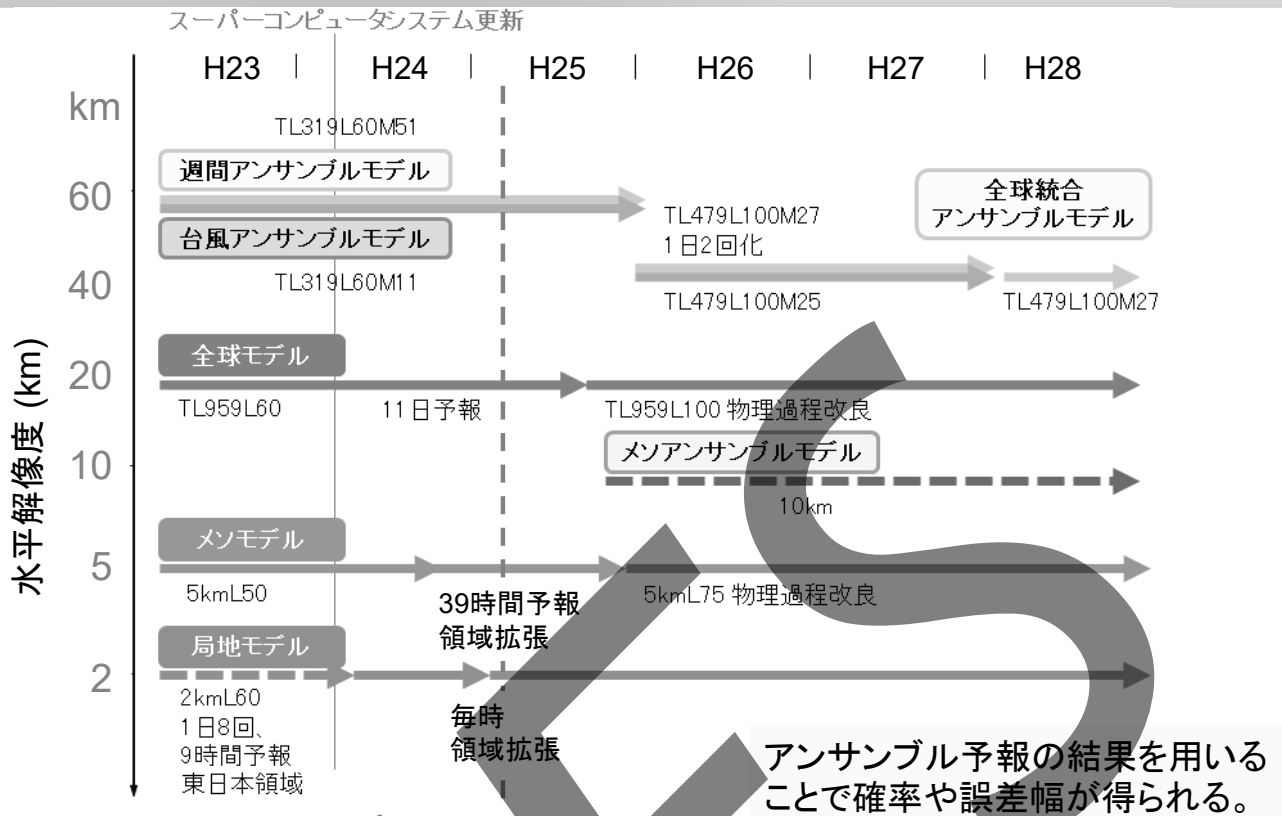
9日先までの予測



7月25日11時 東京都の週間天気予報

日付	26 金	27 土	28 日	29 月	30 火	31 水	1 木
東京地方	曇	曇時々晴	曇時々晴	曇時々晴	曇時々晴	晴時々曇	晴時々曇
府県天気予報へ							
降水確率(%)	20/20/30/3030		40	30	30	30	20
信頼度	/	/	C	C	C	C	B
東京	最高(°C)	31 (31~35)	33 (30~34)	32 (28~33)	31 (28~33)	31 (28~34)	30 (27~33)
	最低(°C)	25 (23~26)	25 (23~26)	25 (22~26)	24 (22~25)	24 (22~26)	23 (21~26)

これからの数値予報



平成24年度数値予報研修テキスト(気象庁予報部)から

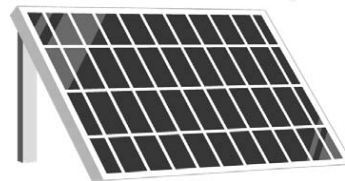
61

再生可能エネルギーの有効利用のために



気象学

密接な連携



工学

予測データ
観測データ

情報の使い方や必要性

利用・応用

提供される情報の意味や限界

予測値や観測値の
使い方の工夫

参考情報:「人工衛星データに基づく太陽エネルギー利用に関するコンソーシアム」が発足
http://www.u-tokyo.ac.jp/public/public01_250628_j.html

将来的には、ラピッドスキャンデータは、日射量の実況監視に大きく貢献すると考えられます。

62

ご清聴ありがとうございました



気象庁のマスコットキャラクター「はれるん」です

謝辞：資料を作成するにあたり、気象庁予報部数値予報課と大竹秀明博士、下瀬健一博士から資料をご提供いただきました。お礼申し上げます。