

# 雨プロダクト

解析雨量

降水短時間予報、降水15時間予報

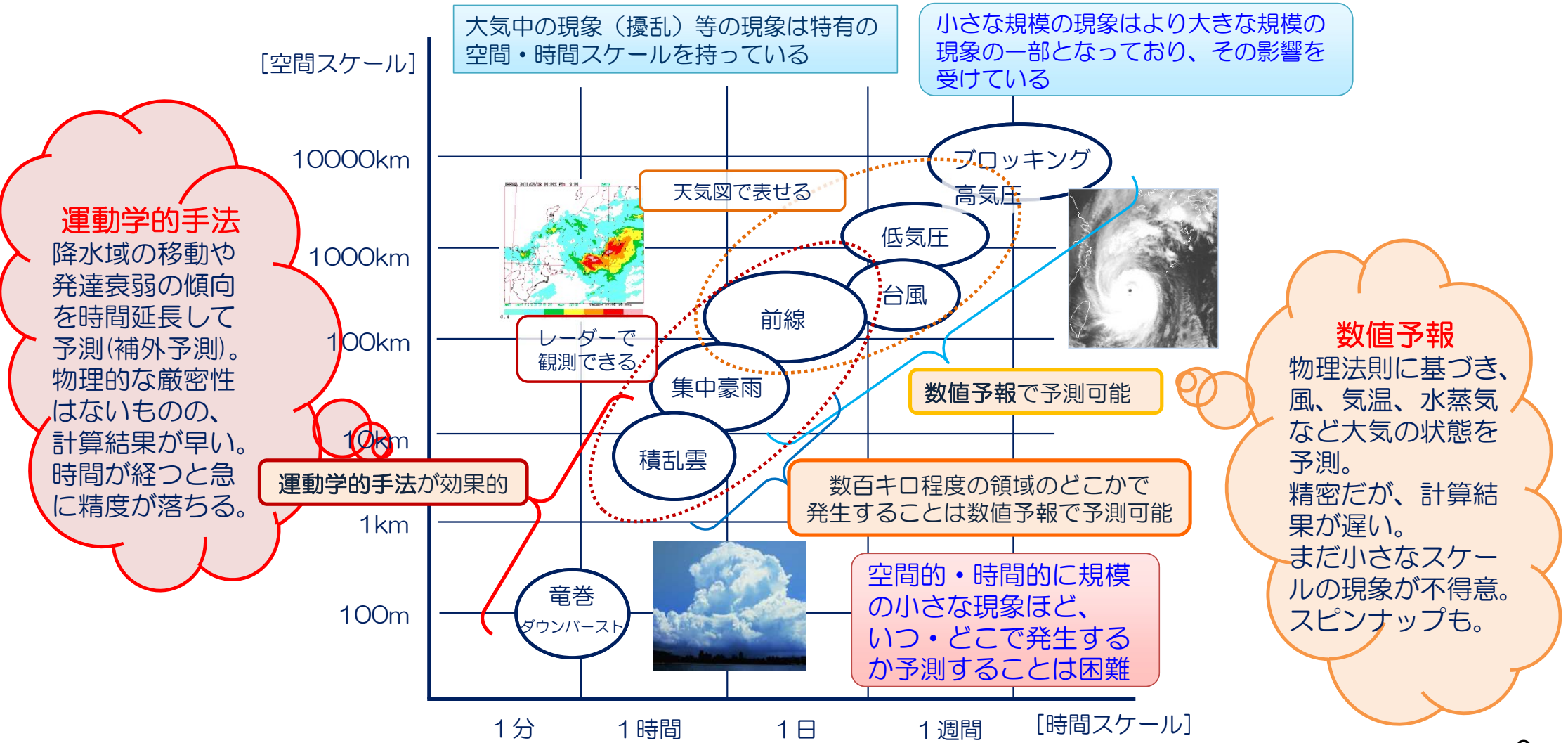
解析積雪深・降雪短時間予報

高解像度降水ノウキャスト

雷ノウキャスト・竜巻発生確度ノウキャスト

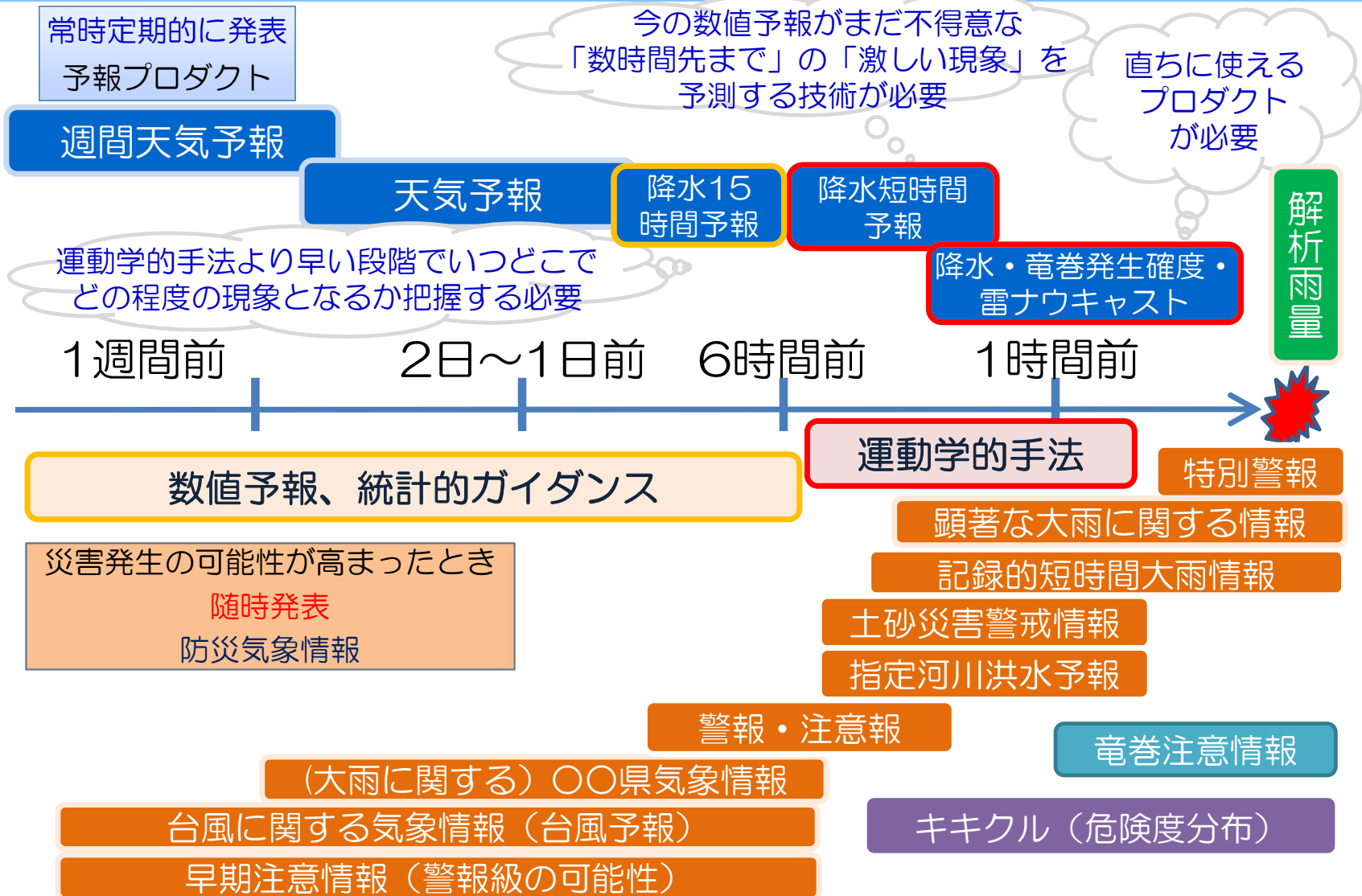
大気海洋部 業務課 気象技術開発室

# 気象情報が扱う現象のスケールとそれに応じた予測手法



# 気象庁が発表する防災気象情報

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日



# 本日も話している情報

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

プロダクト名	更新間隔／更新時刻	出力要素／出力時間	メッシュサイズ	主な入力データ	気象庁HPのページ提供開始年
①解析雨量	正規版： 30分毎／約15分後 速報版： 10分毎／約6分後	1時間降水量	1km	気象庁レーダー（Cバンド）、 国交省レーダ雨量計※（Cバンド）、 AMeDAS、部外雨量計、	JMA HP「今後の雨」 正規版：平成18年3月 速報版：平成29年7月
②降水短時間予報	正規版： 30分毎／約18分後 速報版： 10分毎／約8分後	1時間降水量／6時間先まで		上のデータに加えて、 MSM（1時間降水量、風、気温、比湿） LFM（1時間降水量） MSM・LFMガイダンス（平均降水量、最大降水量）	JMA HP「今後の雨」 正規版：平成18年3月 速報版：平成30年3月
③降水15時間予報	1時間毎／約19分後	1時間降水量／7～15時間先まで	5km	MSM ガイダンス（平均降水量、最大降水量） LFM ガイダンス（最大降水量）	JMA HP「今後の雨」 平成30年6月
④解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報	1時間毎／約22分後	積雪深・1時間降雪量予報は、0～6時間先まで	5km	解析雨量/降水短時間予報、 積雪計、 LFM(地上気温・湿度・風速等)	JMA HP「今後の雪」 解析：令和元年11月 予測：令和3年11月
⑤高解像度降水ナウキャスト（解析&予測）	5分毎／約4分後	5分毎の降水強度・降水量／0～60分先まで	30分先までの陸上は250m、それ以外は1km	気象庁レーダー（Cバンド）、 国交省レーダ雨量計※（X/Cバンド）、 AMeDAS、部外雨量計、WINDAS、 地上・高層観測、GNSS可降水量等	JMA HP「雨雲の動き」 平成26年8月
⑥雷ナウキャスト	10分間隔／約5分後	10分間の雷活動度と発雷の可能性／0～60分先まで	1km	気象庁レーダー（Cバンド）、 LIDEN、ひまわり等	JMA HP「雨雲の動き」 平成22年5月
⑦竜巻発生確度ナウキャスト	10分間隔／約5分後	10分間の竜巻発生確度／0～60分先まで	10km	気象庁レーダー（Cバンド）、 MSM/LFM突風関連指数	JMA HP「雨雲の動き」 平成22年5月

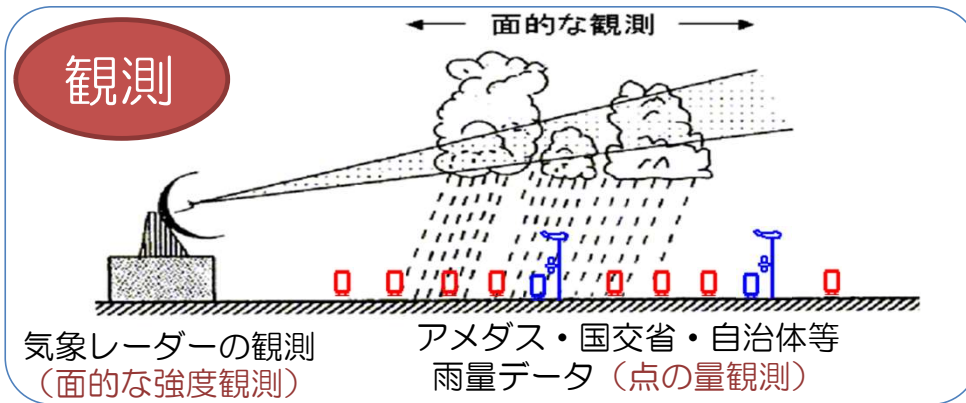
※「国交省レーダ雨量計」は国土交通省が設置する雨量を観測するレーダーです。

# ①解析雨量とは

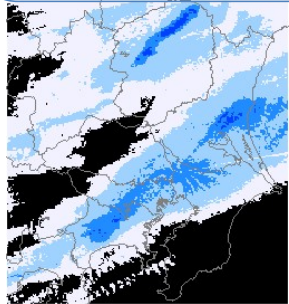
- 国土交通省水管理・国土保全局、道路局と気象庁が全国に設置している気象レーダーと、アメダスおよび自治体等の地上の雨量計を組み合わせ、1時間降水量の分布を1km四方の細かさで解析したもの
- 解析雨量は、降水状況の監視に利用されるほか、降水短時間予報や指数（土壌／流域／表面）の計算にも利用される
- 平成29年7月に、従来の30分ごとに作成される解析雨量に加えて、速報性を重視し、10分ごとに解析を行う「速報版解析雨量」も運用開始。



# 解析雨量の概要



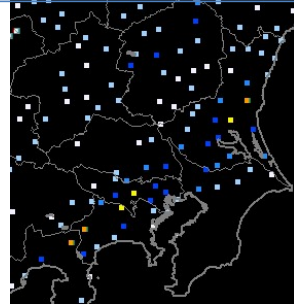
気象レーダーと地上の雨量計の観測の結果を組み合わせ、1 km四方の細かさで解析した雨量。



気象レーダー

雨の降る領域・強度を面的に観測  
※正確な雨量を求めることは困難

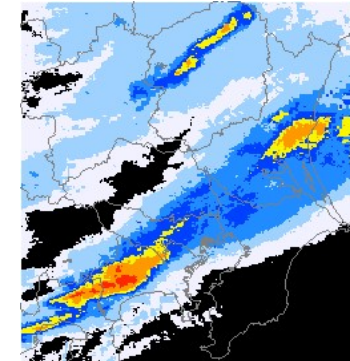
活用している気象レーダー  
気象庁：20基  
国土交通省：26基



地上雨量計

地点ごとの正確な雨量を観測  
※面的な広がりでは捉えることは困難

活用している地上雨量計  
気象庁：約1,300点  
国土交通省：約3,400点  
都道府県：約5,800点  
合計 約10,500点



解析雨量

詳細な雨量分布

※気象レーダーにより、雨の降る領域を面的に捉え、これを地上雨量計で観測した正確なポイント雨量で補正

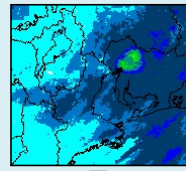
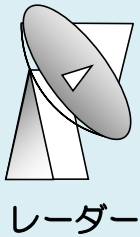
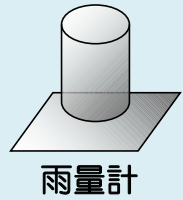
1 km四方格子、30分間隔で解析出力。  
処理等に15分程度を要する。

# 解析雨量の処理の流れ

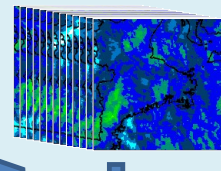
## 解析雨量の処理概要

雨量計のあるメッシュでは、観測雨量が再現できるように、  
雨量計のないメッシュでは、レーダー雨量の強弱分布が再現できるように

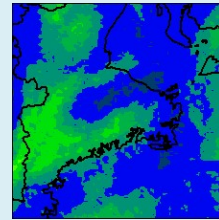
入電×切 09分,39分頃 前1時間値



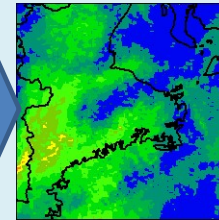
レーダー  
品質管理



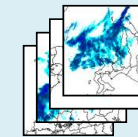
レーダー  
1時間積算



一次解析  
(探知域全体の補正)

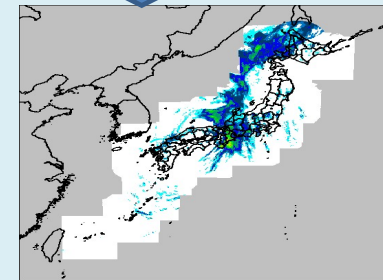


二次解析  
(局所的な補正)



## 全国合成

気象庁20  
国交省26  
レーダーを合成



## 解析雨量

### ①レーダーデータの変換・品質管理・積算

- 地形エコー等（クラッタ）の除去、ブライtband処理、サイト別異常格子マップによる処理、レーダーサイト周辺のエコー強度の推定、異常データの判定
- 気象庁レーダーの積算
- 国交省レーダーに対する処理（気象庁レーダーと同じ品質管理処理を行う）、国交省レーダーの変換・積算

### ②一次解析 (探知域全体の補正)

- 品質管理済みのレーダー積算雨量に、雨量係数を掛けて、雨量1次解析値に変換

### ③二次解析 (局所的な補正)

- 陸上の格子は、雨量一次解析値を雨量計雨量でさらに較正し、信頼性の高い雨量二次解析値に変換

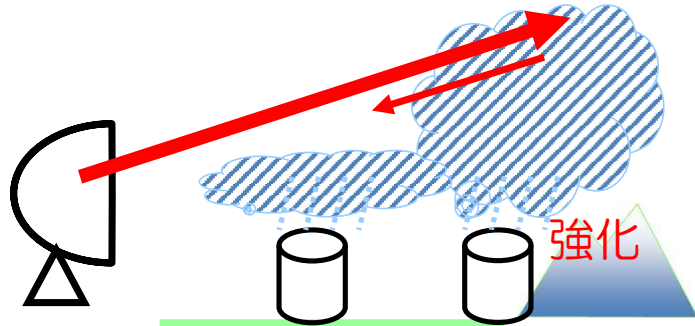
### ④全国合成

- 雨量解析値（陸上格子は二次解析値、海上格子は一次解析値）を全国をカバーする領域で合成
- 雨量計がある格子に雨量計雨量を置き換え・埋め込み、解析雨量を作成

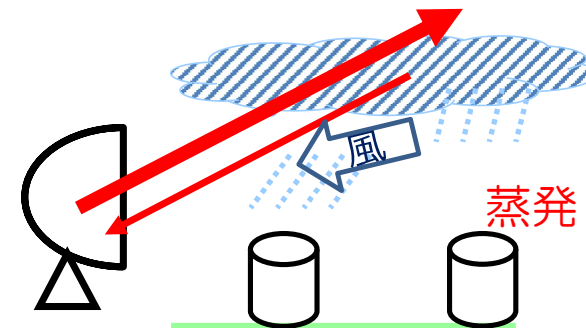
レーダーサイト毎に解析

全国一括に解析

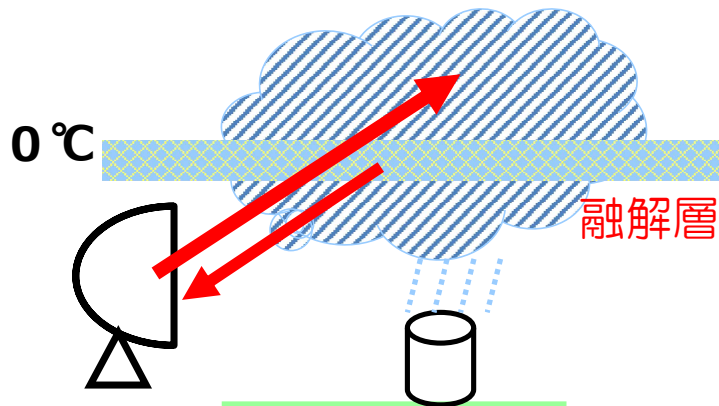
# レーダーの誤差の例



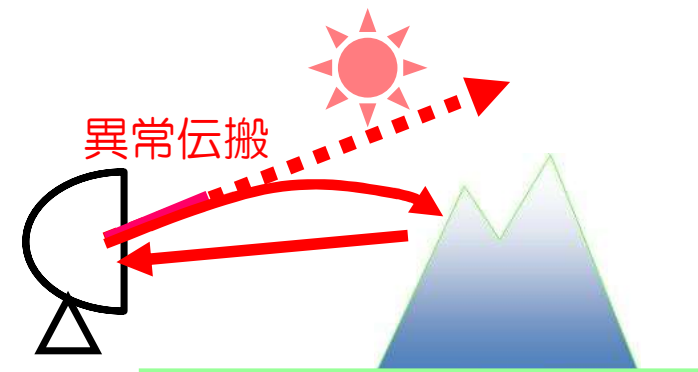
- レーダーの観測高度より低いところに雨雲があると捕えられない
- 地形により低い高度で強化



- 途中で雨が蒸発して、地上では雨量を観測しない（上空エコー）
- 上空の風で降る位置が変わる



- 雪から雨に変わる高度でレーダー反射強度が異常に強まる（ブライトバンド）



- 電波の異常伝搬により地形エコーやシークラッタが映る
- その他（強雨減衰、航空機、鳥・虫、樹木）<sup>8</sup>

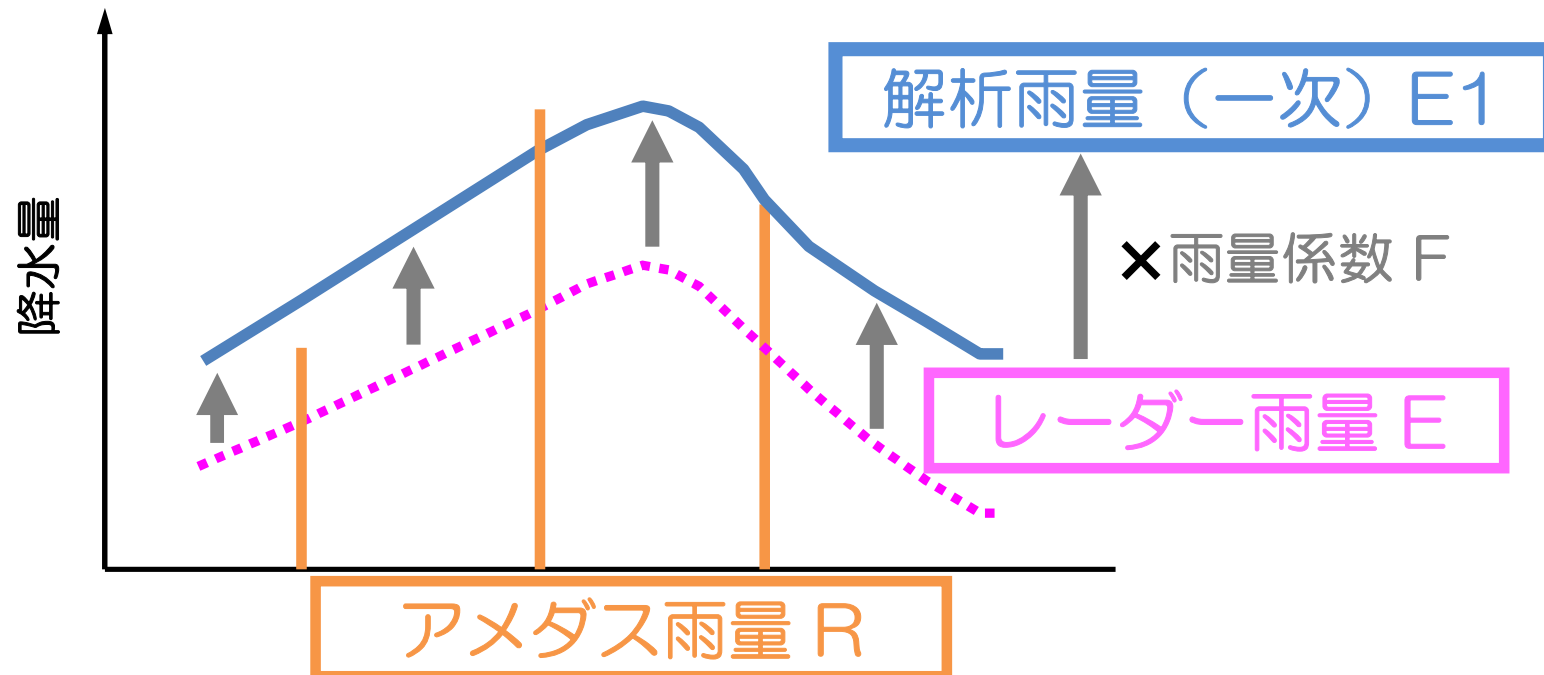


# 解析雨量の一次解析

レーダー雨量  $E$  を アメダス雨量  $R$  で補正

一般に： $E(x,y,t) \neq R(x,y,t)$

$$E_1(x,y,t) = F(x,y,t) \times E(x,y,t) \sim R(x,y,t)$$



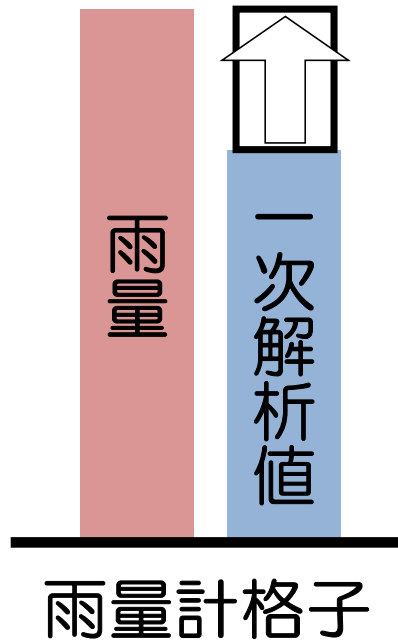
レーダー観測領域全体として、平均的に雨量計の観測から推定される降水分布に一致するようなレーダー雨量係数 ( $F$ ) を決定するため、アメダスとアメダス格子のレーダーデータの比を求めて平均する。

# 解析雨量の二次解析

①全ての雨量計格子毎に、仮の二次補正係数を計算

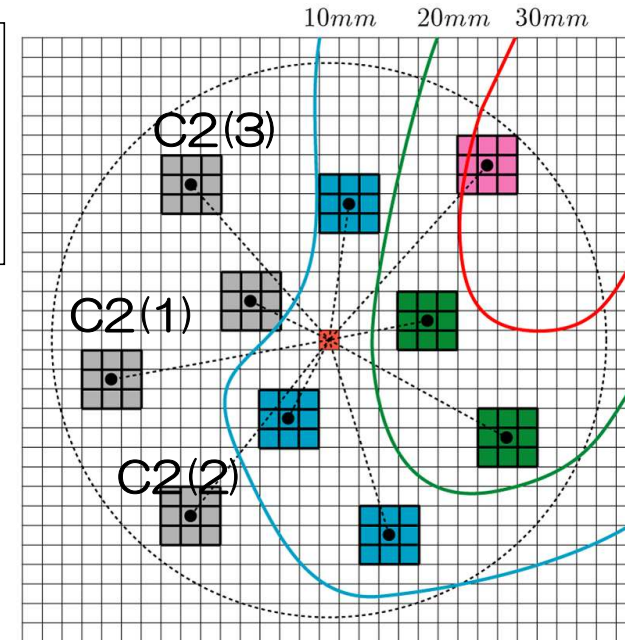
$$R(i) = C2(i) \times E1(i)$$

$R(i)$  : 雨量（雨量計）  
 $E1(i)$  : 雨量一次解析値  
 $C2(i)$  : 仮の二次補正係数



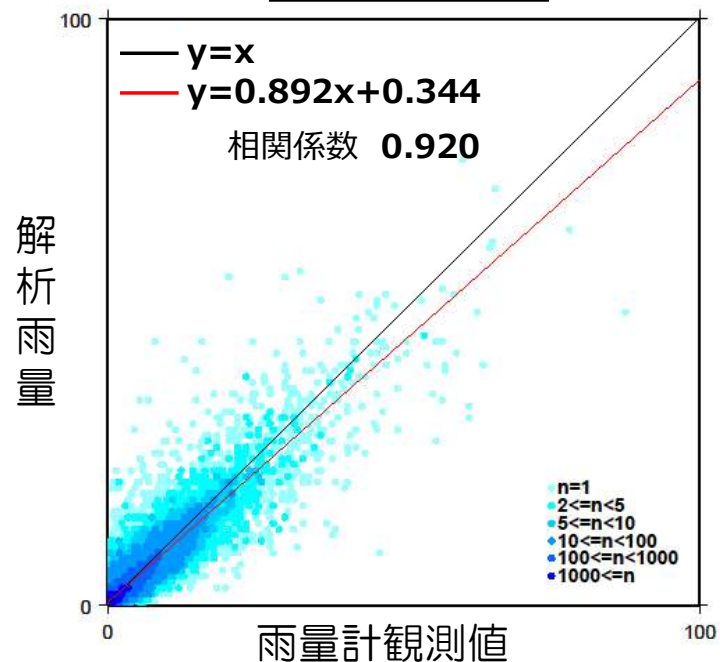
②陸上の全ての格子毎に、二次補正係数を計算

東西南北50km以内に  
含まれる、①で計  
算した仮の二次補正  
係数を重み付内挿

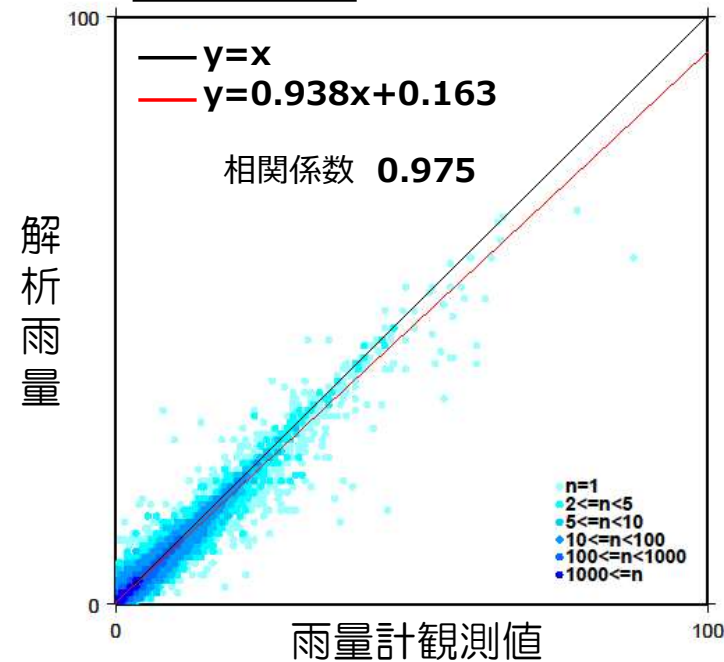


# 解析雨量における精度比較 (アメダス検証)

## アメダス真上の格子で比較



## 格子ずれを含めて比較



(検証方法)

アメダス観測点の2割程度を使用せずに解析雨量を作成し、その地点の観測雨量と解析値をプロットする。

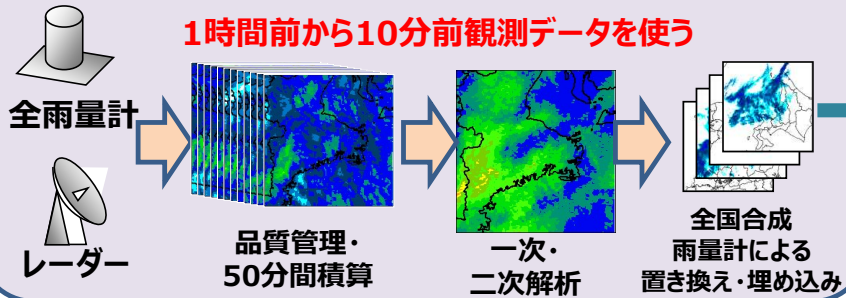
(結果)

1 格子ずれを含めると、相関係数0.975の高い精度が期待される。

# 速報版解析雨量

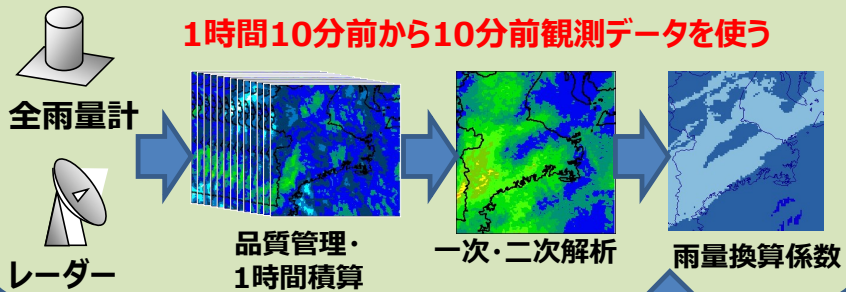
## 50分間解析雨量作成処理

1時間前から10分前観測データを使う

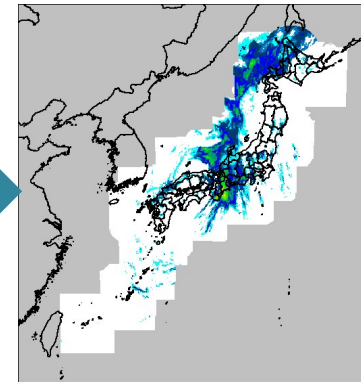
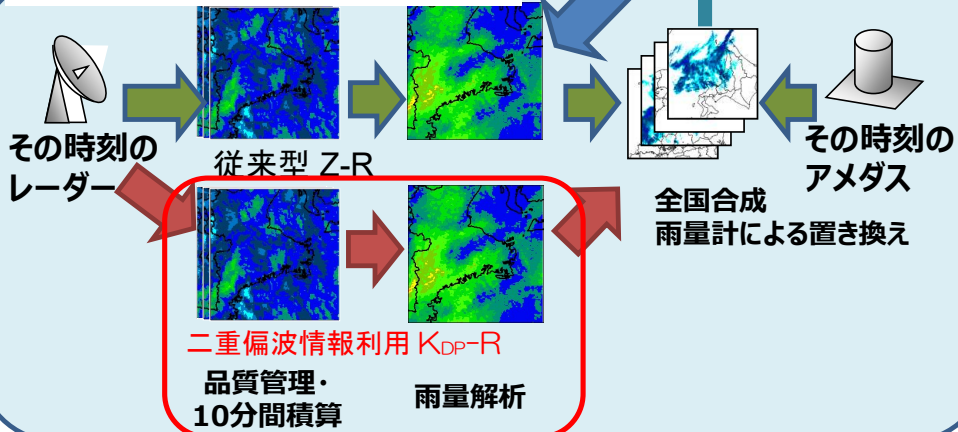


## 10分間解析雨量用の雨量換算係数作成処理

1時間10分前から10分前観測データを使う



## 10分間解析雨量作成処理



速報版解析雨量

速報版解析雨量は精度を高めるため、**実時間で**の解析である50分間解析雨量と、10分前の解析を使う10分間解析雨量を組み合わせて1時間雨量を作成する。

従来版は10分前の雨量換算係数で補正するが、以下のレーダーサイトでは二重偏波情報を利用した雨量解析手法（ $K_{DP}-R$ ）も利用する

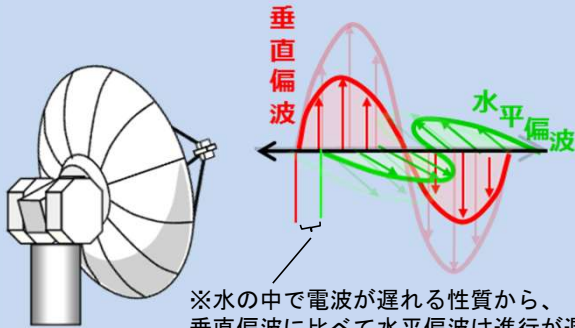
二重偏波情報を利用しているレーダーサイト  
東京、釧路、仙台、名古屋、福井、大阪、広島、福岡、種子島、室戸岬

# 二重偏波情報を利用した降水強度推定の導入

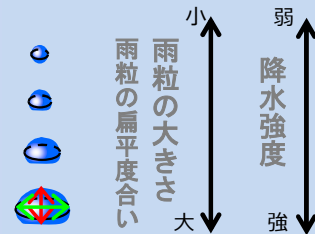
## 二重偏波レーダーの仕組み

偏波間の位相差

偏波間の振幅の比



※水の中で電波が遅れる性質から、垂直偏波に比べて水平偏波は進行が遅れる。



※雨粒の扁平度合いが大きいほど雨粒が大きいという性質がある。

二重偏波レーダーへの更新により、反射強度の情報に加え、以下の新たな観測情報が利用可能となる。

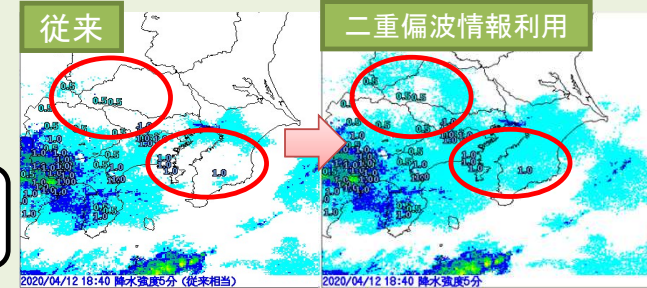
- ✓ 偏波間の振幅の比の情報  
→ 振幅の比から雨粒や非降水性粒子の形状がわかることを利用した品質管理
- ✓ 偏波間の位相差情報  
→ 電波の経路上で生じる位相差を活用して反射強度の減衰量を推定  
→ レーダーからの距離ごとの位相差の変化量から強い降水をより高精度で推定
- ✓ 位相・振幅の比の変動情報  
→ ノイズや地形等からの散乱波は位相・振幅が安定せず変動する性質を利用して品質管理

解析雨量、降水短時間予報の初期値に導入

## 降水強度を正確に推定

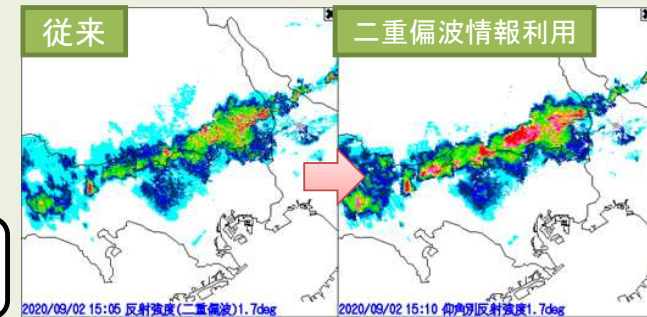
①品質管理能力が大幅に向上しノイズと区別した**弱い雨**の情報を抽出

レーダー更新時に適用済み

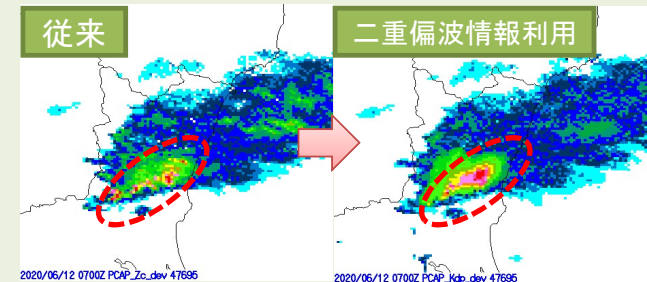


②雨による電波の反射強度の減衰の影響（過少評価）を補正した**降水強度分布**を作成

レーダー更新時に適用済み



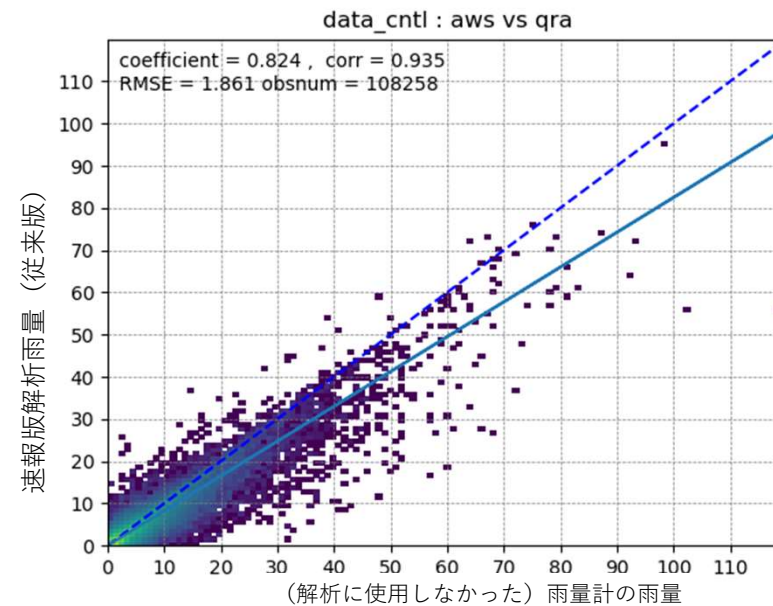
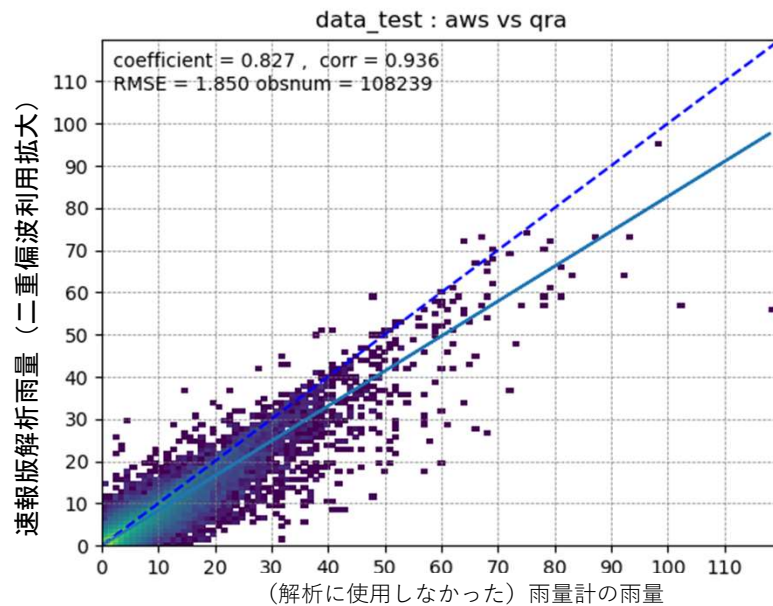
③雨粒の大きさではなく雨の量を測ることでより高い精度で**強雨域**の降水強度推定



# 二重偏波の利用拡大により速報版解析雨量の改善

～雨量計との比較による精度評価～

- RMSE、相関、回帰直線の傾きとも、二重偏波利用拡大（1サイトから10サイトに拡大）した解析が従来版の解析を若干上回る結果となった
  - 二重偏波利用拡大：RMSE 1.850, 相関 0.936, 回帰直線の傾き 0.827
  - 従来版：RMSE 1.861, 相関 0.935, 回帰直線の傾き 0.824



R5.11現在、速報版解析雨量に二重偏波情報を利用しているレーダーサイト

東京（R4.3より利用）

釧路、仙台、名古屋、福井、大阪、広島、福岡、種子島、室戸岬（R5.5より利用）

# 解析雨量を利用する上での注意点

1. 強い雨に対しては、1mm/h単位の精度を持たない
2. 数格子程度の位置ずれを生じることがある
3. 水平スケールが小さく、激しい対流性の降水では精度がやや落ちる
4. 高度2000m以下の層雲からの降水は完全には捕捉出来ない
5. レーダービームの遮蔽や減衰などによる誤差は完全にはカバー出来ない
6. レーダーの異常データが取り込まれることがある
7. グラウンドクラッターの消え残りが大きな解析雨量となることがある
8. シークラッターが解析雨量に取り込まれることがある（特に沖合い）
9. 解析雨量と、その格子内の雨量計データはかなり異なることがある（解析雨量の方が雨量が大きくなる場合がある）

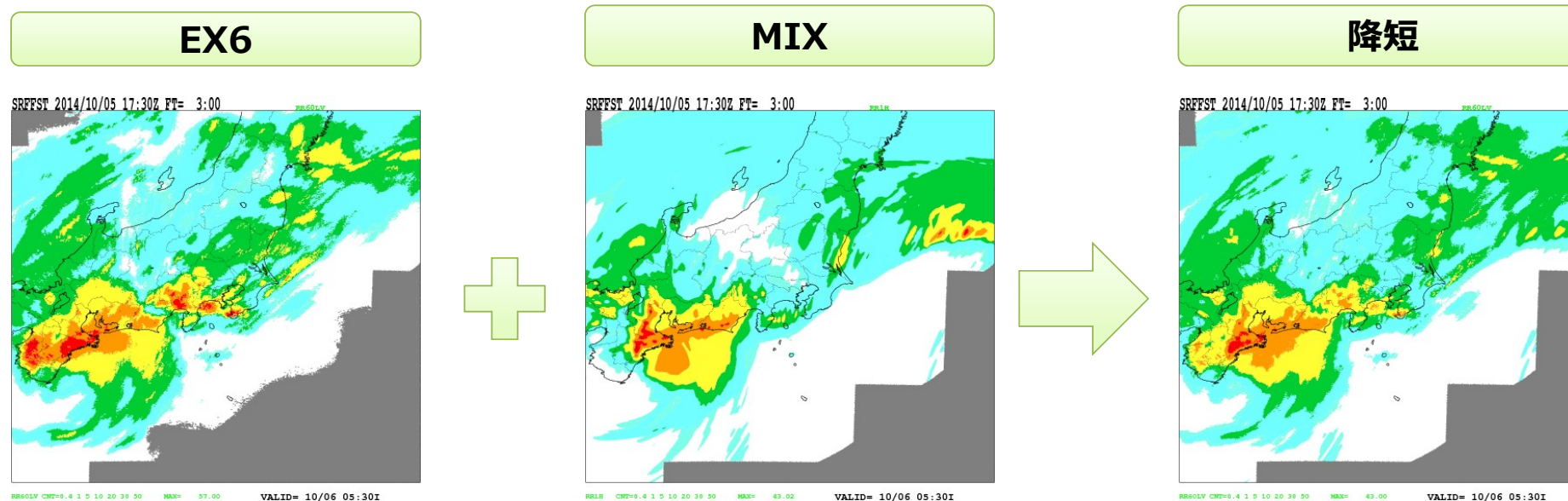
解析雨量の精度  
に起因

レーダーの観測  
特性に起因

雨量計の利用  
方法に起因

## ②降水短時間予報（降短）とは

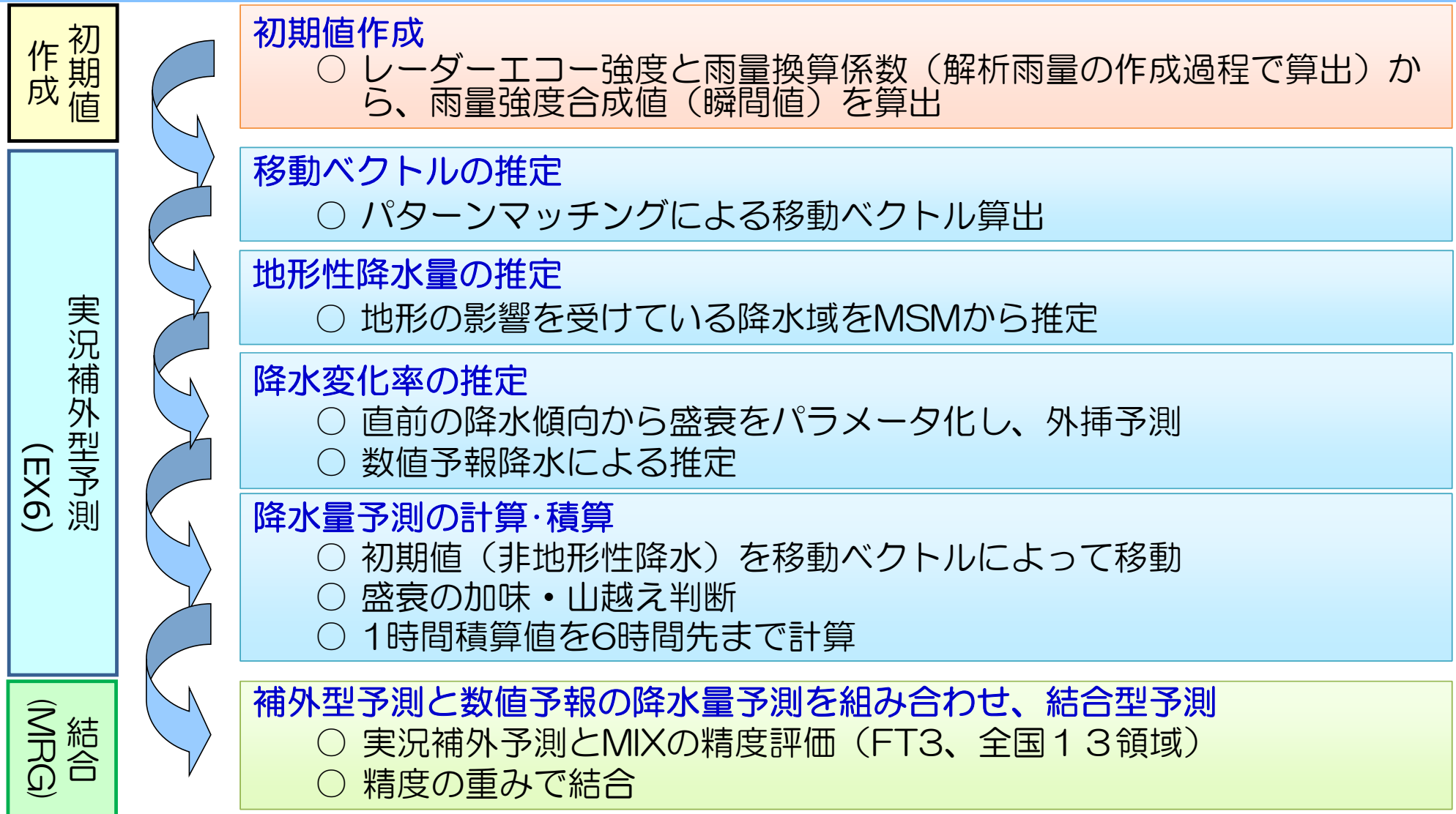
- 最新のレーダー雨量を初期値とし、過去の解析雨量から求めた雨域移動速度を用い、地形による雨雲の発達や衰弱を加味して予測した降水量（実況補外予測：EX6）と、LFMとMSMの降水量予測値（ガイダンスまたはGPV）を重み付き平均した降水量予測値（MIX）とを組み合わせることにより、6時間先までの1時間ごとの降水量を1km四方で予報するもの
- 平成30年3月に、従来の30分ごとに作成されるものに加えて、速報性を重視し、10分ごとに作成する「速報版降水短時間予報」が開始された。





# 降水短時間予報の処理の流れ

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

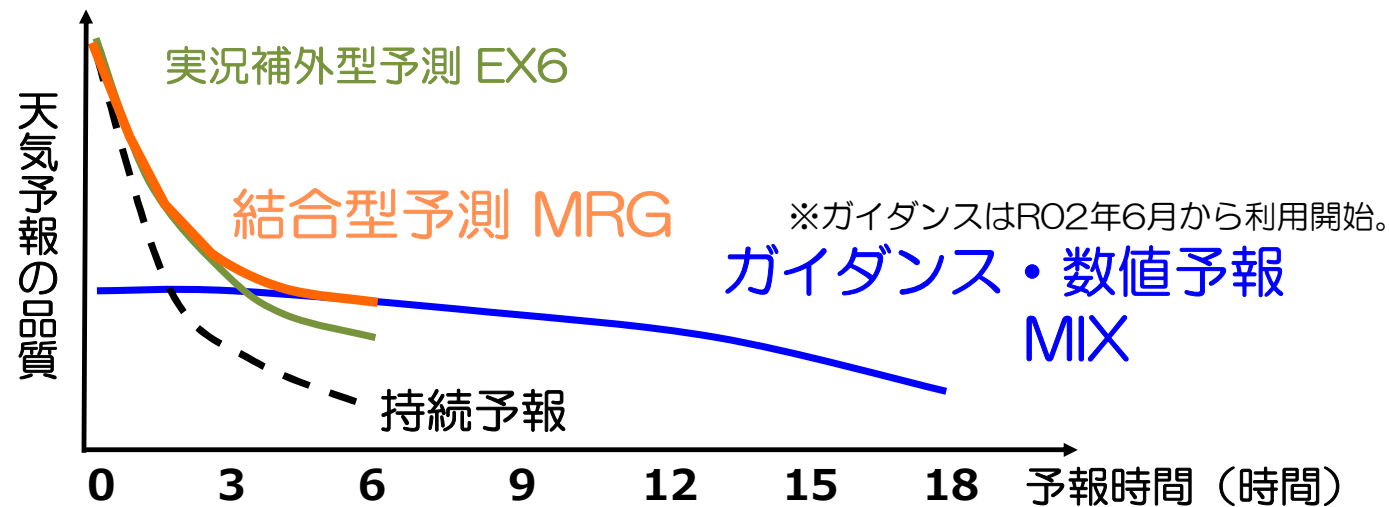


# 降水短時間予報は結合型予測 MRG

- 目先1～3時間の予測は、実況補外が有効
- 数時間先からは数値予報モデルが有効

両者の利点を活かし

実況補外予測と数値予報を、精度によって加重平均

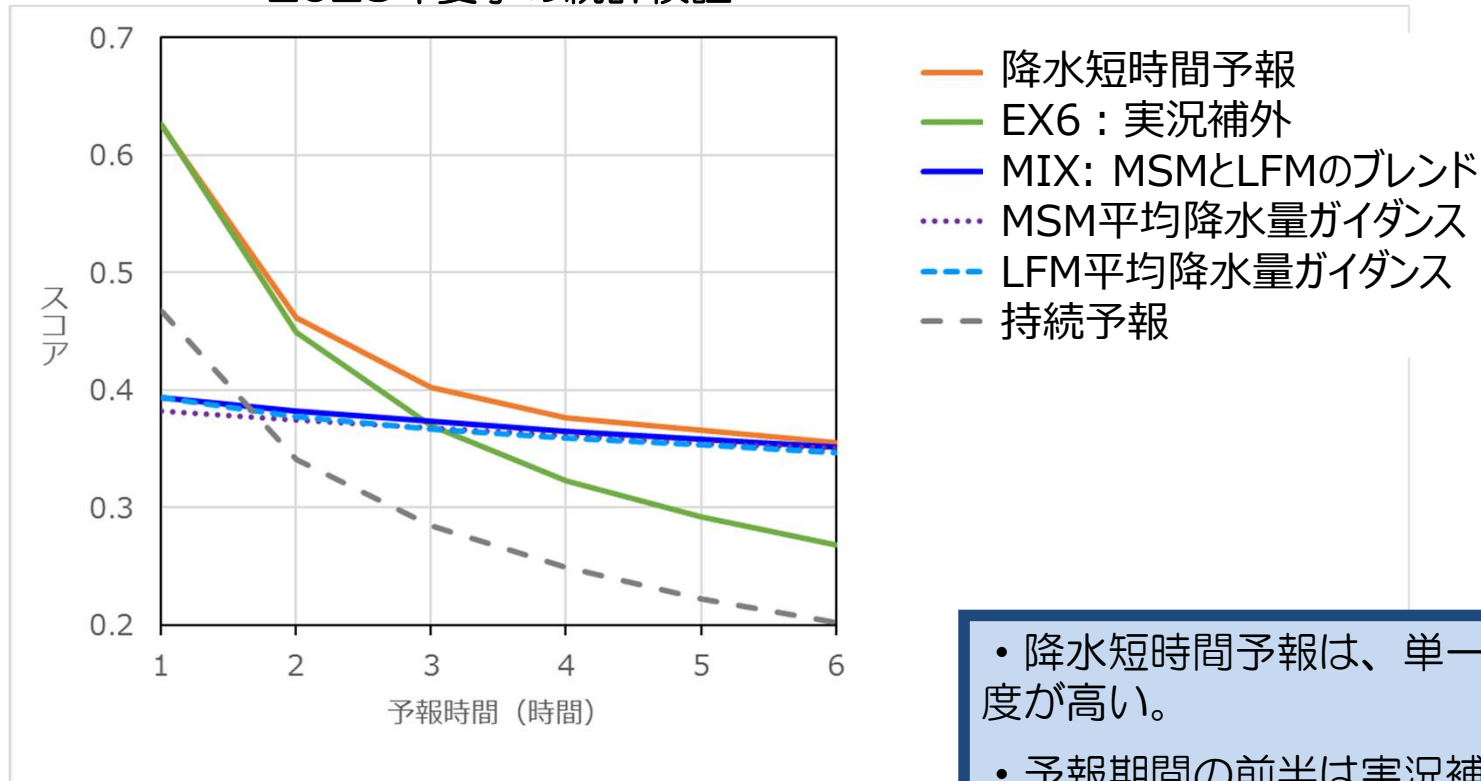


天気予報の品質（精度×きめ細かさ）と予報時間の関係の模式図

# 降水短時間予報の検証結果

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

## 2023年夏季の統計検証



- 降水短時間予報は、単一手法よりも統計的な精度が高い。
- 予報期間の前半は実況補外の精度が良いが、後半は数値予報モデルを使った予測精度の方が良い

## スレットスコア

期間：2023年6～8月、領域：日本の陸上のみ  
条件：5km平均で1mm以上の雨量を対象

# 降水短時間予報の特性

## ➤ 全般

- 一般に、最新初期値の方が過去初期値より精度が高い

## ➤ 目先(1～3h程度)の予報: EX6 の比重が大きい

- 大規模な降水系に対する予測は信頼性が高い
- 急激に発達・衰弱する小規模な降水の予測精度は不十分

⇒ 量的予報に利用可能だが、実況監視も必要  
高頻度で更新するナウキャストも有効

## ➤ 予報後半(4h以降): 徐々に数値予報の比重が大きくなる

- EX6・数値予報単体よりも、平均的な精度が高い
- 降水域が広がったり、強雨域が表現されにくい傾向がある  
加重平均の欠点
- 場合によって不自然な降水分布になることがある  
予報値間のばらつきの問題

⇒ MSM・LFM の監視、位置ずれ等の考慮が有効  
⇒ 量的予報というよりは、降水系全体の動きの把握に利用する

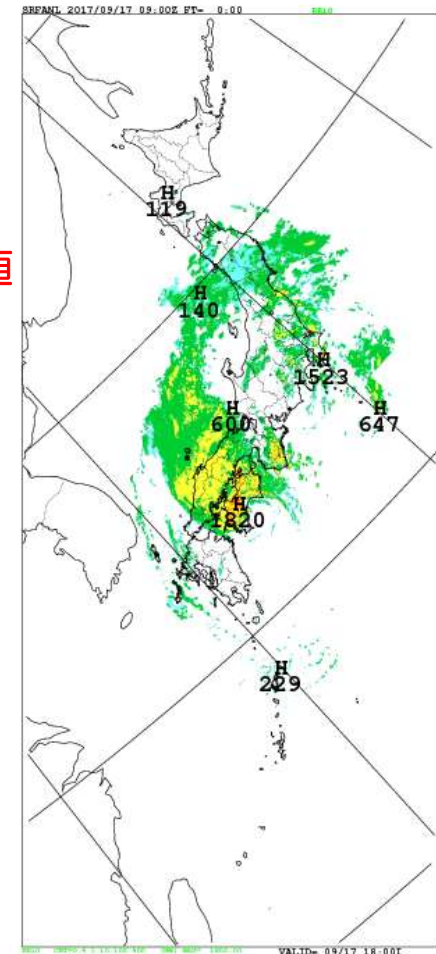
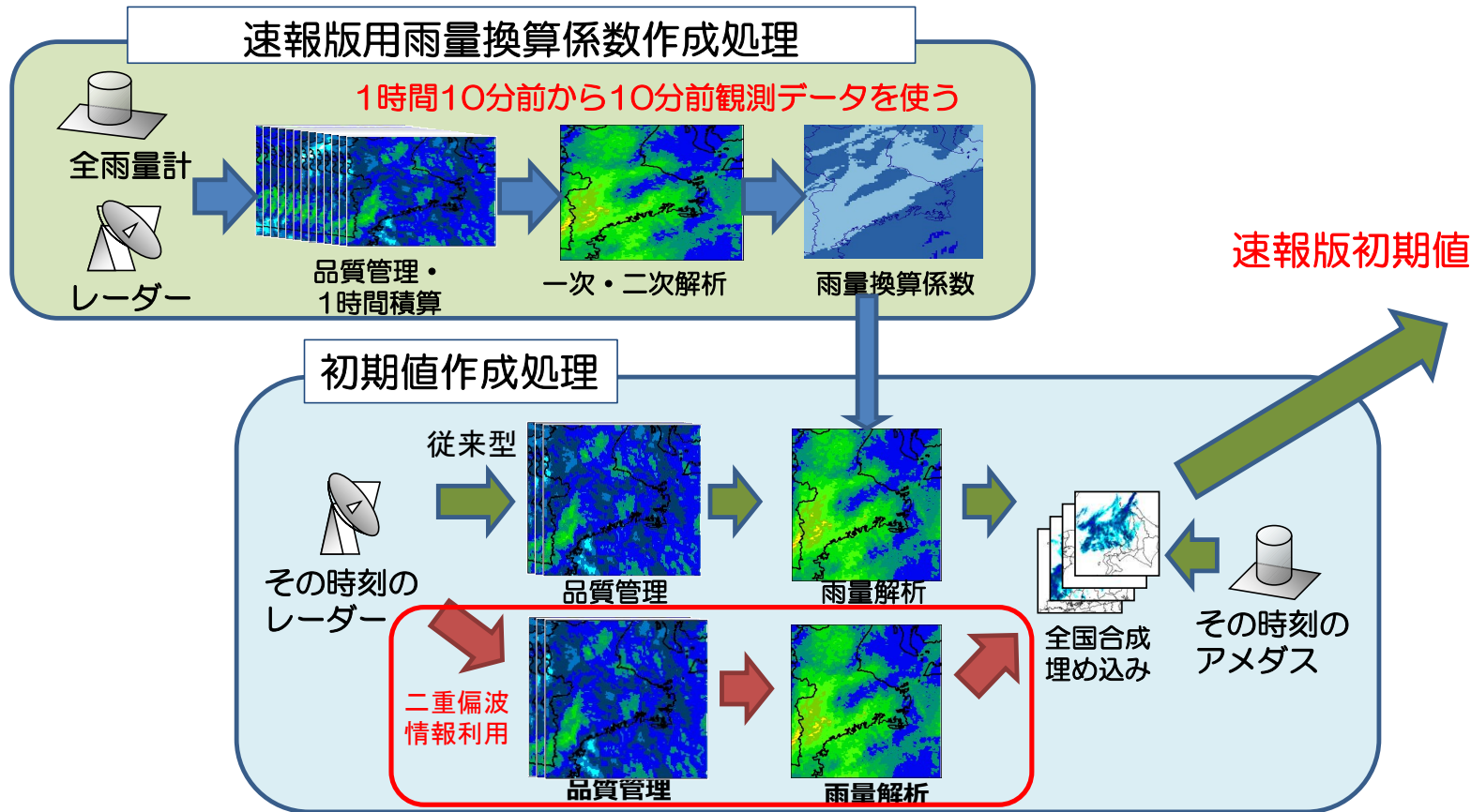
# 速報版降水短時間予報の概要

## 従前より高頻度かつ迅速な降水短時間予報

2018/3/5～

- 高頻度化
  - 30分毎の作成から10分毎の作成に。
- 迅速化
  - 現在の30分ごとの降短は初期時刻の約18分後に提供しているが、速報版では約10分早く、初期時刻の約8分後に提供。
- 基本的に従前の降水短時間予報と予測手法は大きく変わらないが、速報版解析雨量で作成した初期値を用いて予測を行うため、やや精度が落ちる。
- H30年3月から本運用開始。土壤雨量指数の計算に利用されている。
- 気象庁HPに1時間雨量予測を掲載：「今後の雨」 2018/6/20～

# 速報版降水短時間予報の初期値の作成手法



※R5.10.26より、従来型と二重偏波情報利用を併用して初期値を作成

# 速報版降水短時間予報への二重偏波情報利用による効果

速報版降水短時間予報については、R5.10.26に二重偏波情報の利用を開始

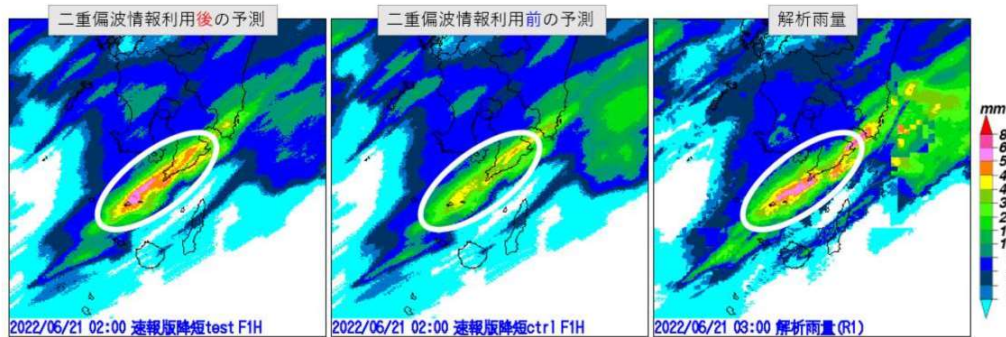


図1. 2022年6月21日2時00分（日本時間）初期値の1時間先の1時間雨量予測  
左図：二重偏波情報利用後の速報版降水短時間予報、中図：利用前の速報版降水短時間予報、右図：解析雨量（3時00分の実際の降水分布）

二重偏波情報利用後の予測（1時間先）では、より解析雨量に近い分布になっている。

配信資料に関する技術情報第617号より

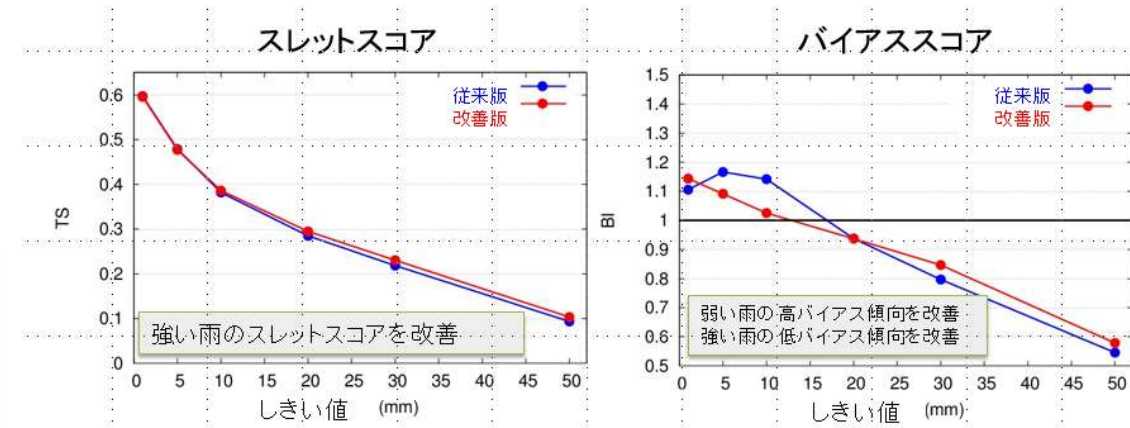


図2. 1時間先の1時間雨量予測の統計検証結果

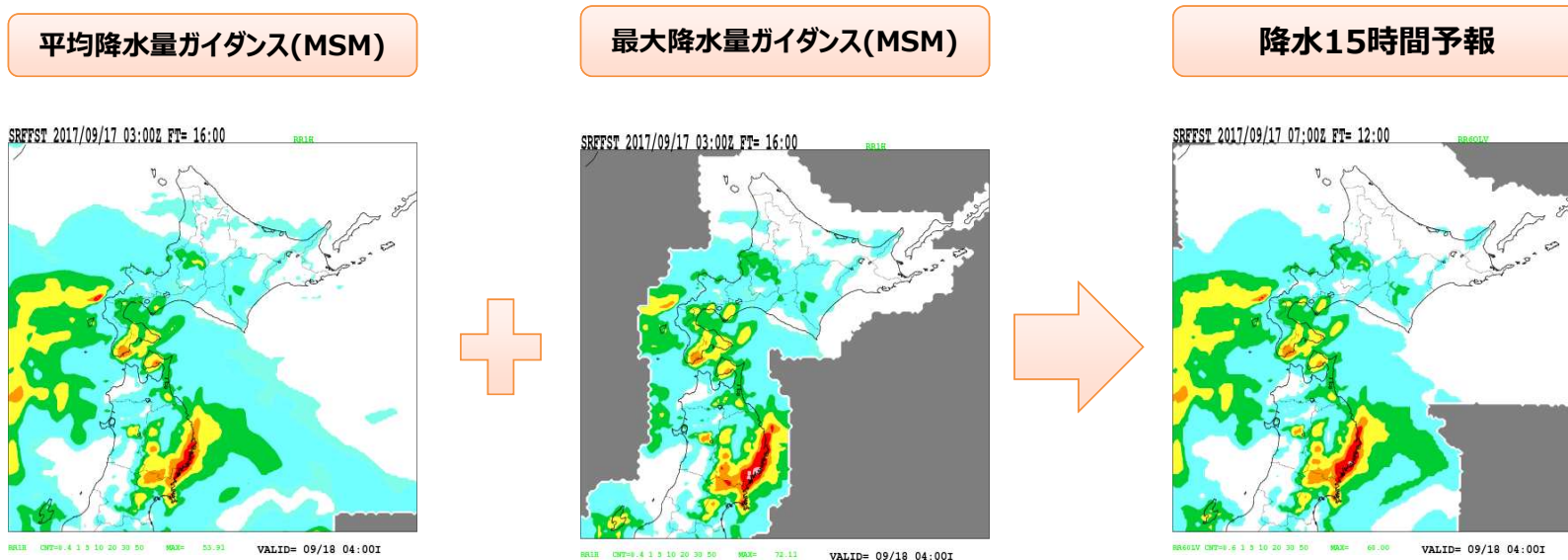
対象期間は2022年6~8月、対象領域は10サイトの周辺200km以内の陸上。  
左図：スレットスコア、右図：バイアススコア。グラフの横軸はしきい値、青線は二重偏波情報を利用する前の従来の速報版降水短時間予報のスコア、赤線は二重偏波情報利用後のスコア。

スレットスコア：適中率を示す指標で1に近くなるほど予測精度が高い。  
バイアススコア：予測頻度を示す指標で1のとき予測頻度が実況頻度と一致、1より小さいとき予測頻度が過小、1より大きいとき予測頻度が過大。

二重偏波情報利用後でも1時間先の予測結果の精度はほとんど変わらないが、強雨では利用後の方がやや精度が改善されている。予測頻度を見ると弱雨の過大傾向や強雨の過少傾向が改善されている。

### ③降水15時間予報とは

- MSMの降水量予測、MSMの平均/最大降水量ガイダンス、LFMの最大降水量ガイダンスを最新時刻の精度検証結果を用いて最適な組み合わせを決めて合成（重み付き平均）することにより、降水短時間予報の先にあたる7時間～15時間先の1時間ごとの降水量を5km四方で予報するもの
- 毎正時を初期値として予測を行う（1時間間隔で更新される）
- 平成30年6月に開始されたプロダクトである。



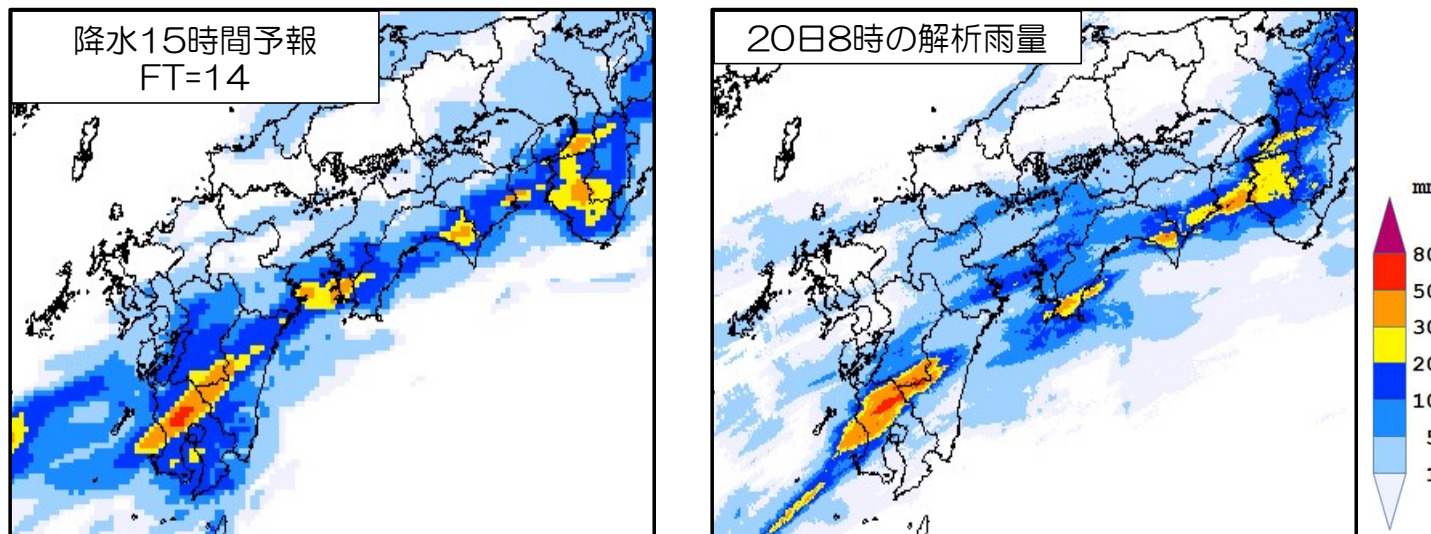


# 降水15時間予報の概要

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

## 【運用開始当初の目的】

台風等により夜間から翌日の明け方にどこで大雨となる見込みかについて前日夕方の時点で把握できるようになることにより、夕方に発表された注意報において、夜間から翌日早朝に大雨警報（土砂災害）に切り替える可能性が高い旨に言及されている場合に、警戒レベル3高齢者等避難の発令などを支援するため

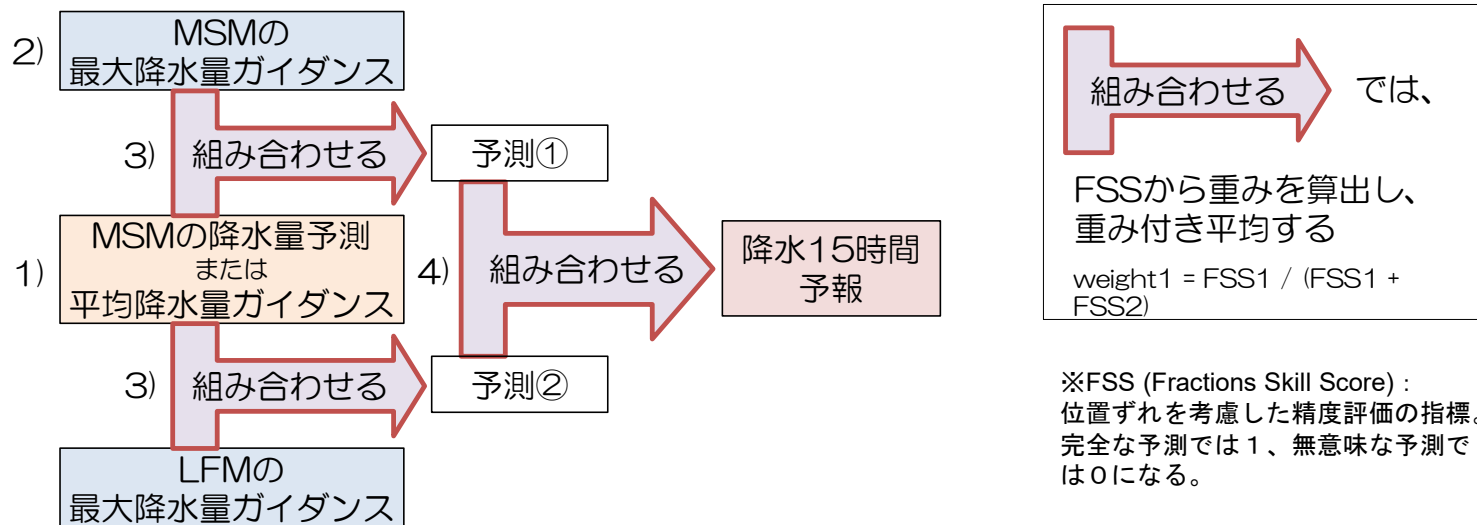


2018年6月19日18時（JST）初期値

# 降水15時間予報の予測手法

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

- 1) MSMの降水量予測、平均降水量ガイダンスから精度の良い予測を選択
- 2) MSMの最大降水量ガイダンスから精度の良い予測を選択
- 3) MSMとLFMの最大降水量ガイダンスと1)で選択した予測を組み合わせ、予測①、②を作成
- 4) 予測①と②をさらに組み合わせて降水15時間予報を作成  
LFMの最大降水量ガイダンスがなければ予測①を降水15時間予報とする(LFMはFT9まで利用)

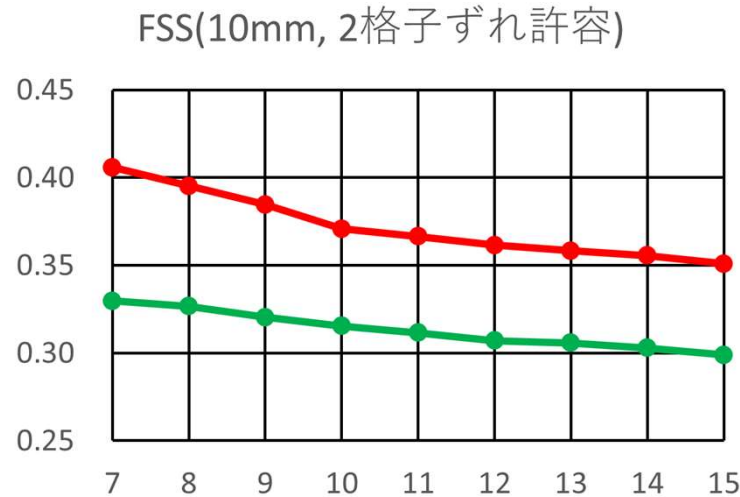


- 精度は2格子ずれを許容したFSSを用いて評価する。しきい値は可変で、20, 15, 10, 5, 1mmの順で値を超える解析雨量格子を領域内で探し、一定以上の格子がある場合その値をFSSのしきい値とする。（雨量に応じた精度の見積もり）
- 全国を13の領域の分割して、領域ごとに精度評価・合成を行う

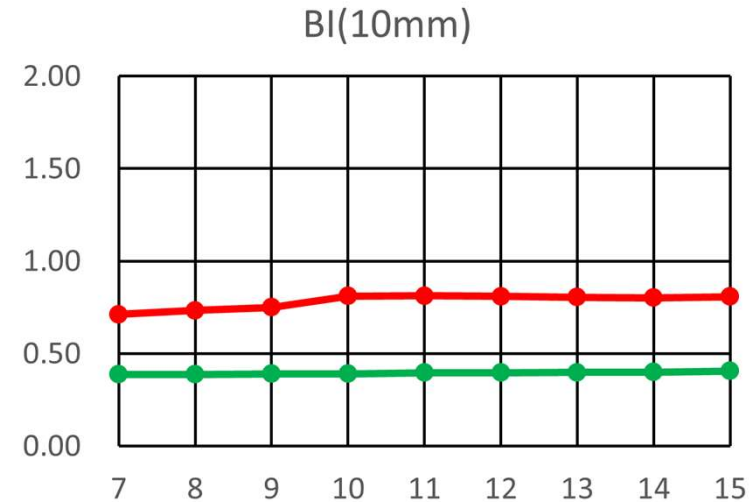
# 降水15時間予報の統計検証結果

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

BI：（値が1に近いほど頻度が適切）



検証対象：5km最大の解析雨量  
検証期間：2018年7月～12月



● 降水15時間予報ver.2  
● MSM平均降水量ガイダンス

- 期間を通してFSSの値はMSMの平均降水量ガイダンスより大きい  
⇒MSMの平均降水量ガイダンスに比べ全体の傾向として降水分布をよりよくとらえていることを示す
- バイアスコアもMSMの平均降水量ガイダンスより1に近い  
⇒MSMの平均降水量ガイダンスに比べて対象とする降水量を予測する頻度が適切

降水15時間予報が目指す「全体の傾向として降水分布をとらえ、見逃しや大外れが少ない予測」であるといえる

# 降水15時間予報を利用する上での注意点

1. 一般に、最新初期値の方が過去初期値より精度が高い
2. 予報時間が後になるほど予測精度は低下する
3. 全体の傾向として降水分布をとらえることを目的とした予報であるため、格子単位での精度は担保されない
4. 初期時刻における各数値予報資料の検証スコアにより、採用する資料やその重みが変わるため、初期時刻によって予測が変化する場合がある
5. 数値予報（MSMやLFM）で予測していない降水域は、予測できない
6. 6時間先の降水短時間予報と、7時間先の降水15時間予報で降水予測にギャップが生じる場合がある

# 気象庁HP「今後の雨」での表示

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

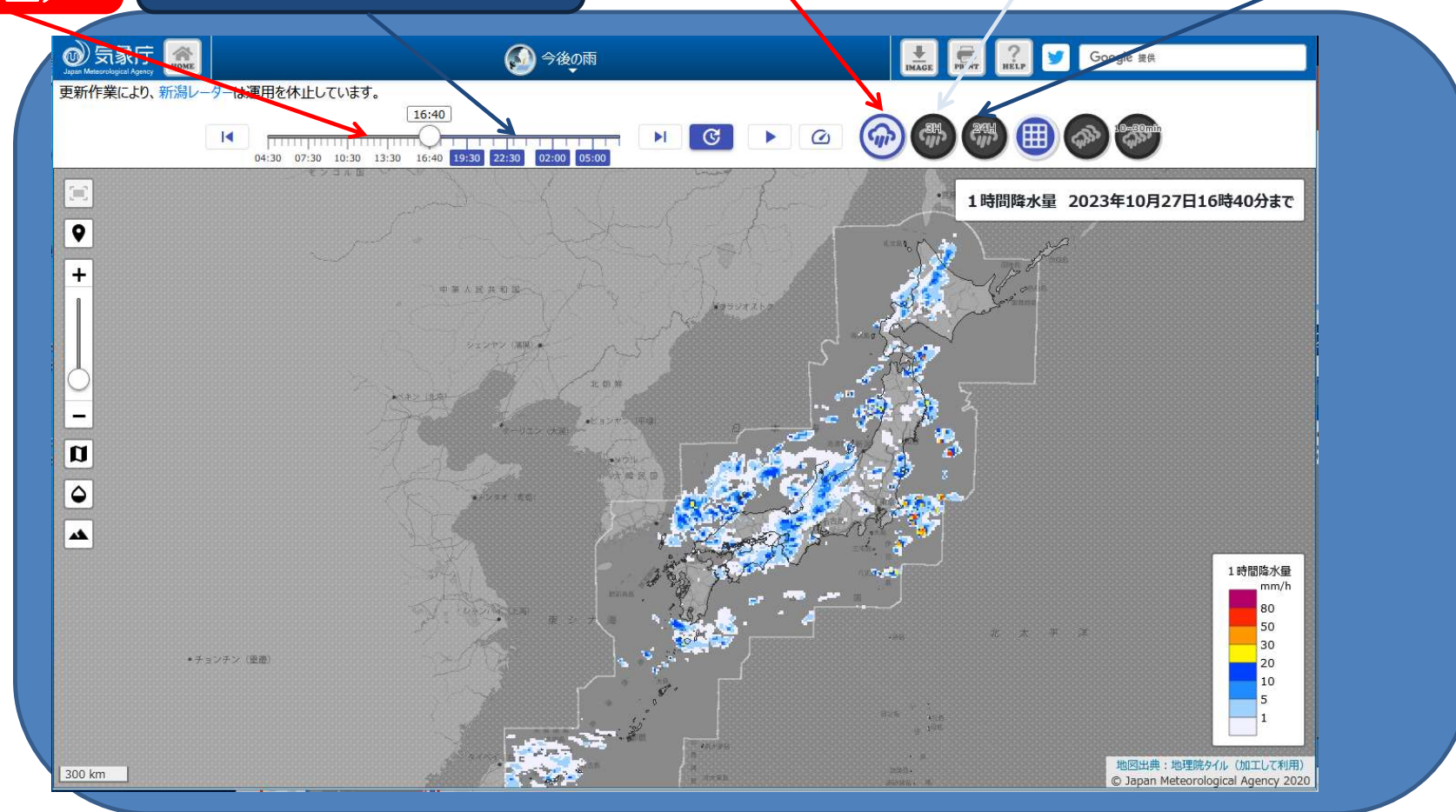
過去の実際  
(解析雨量)

これからの予報  
(降水短時間予報、降水15時間予報)

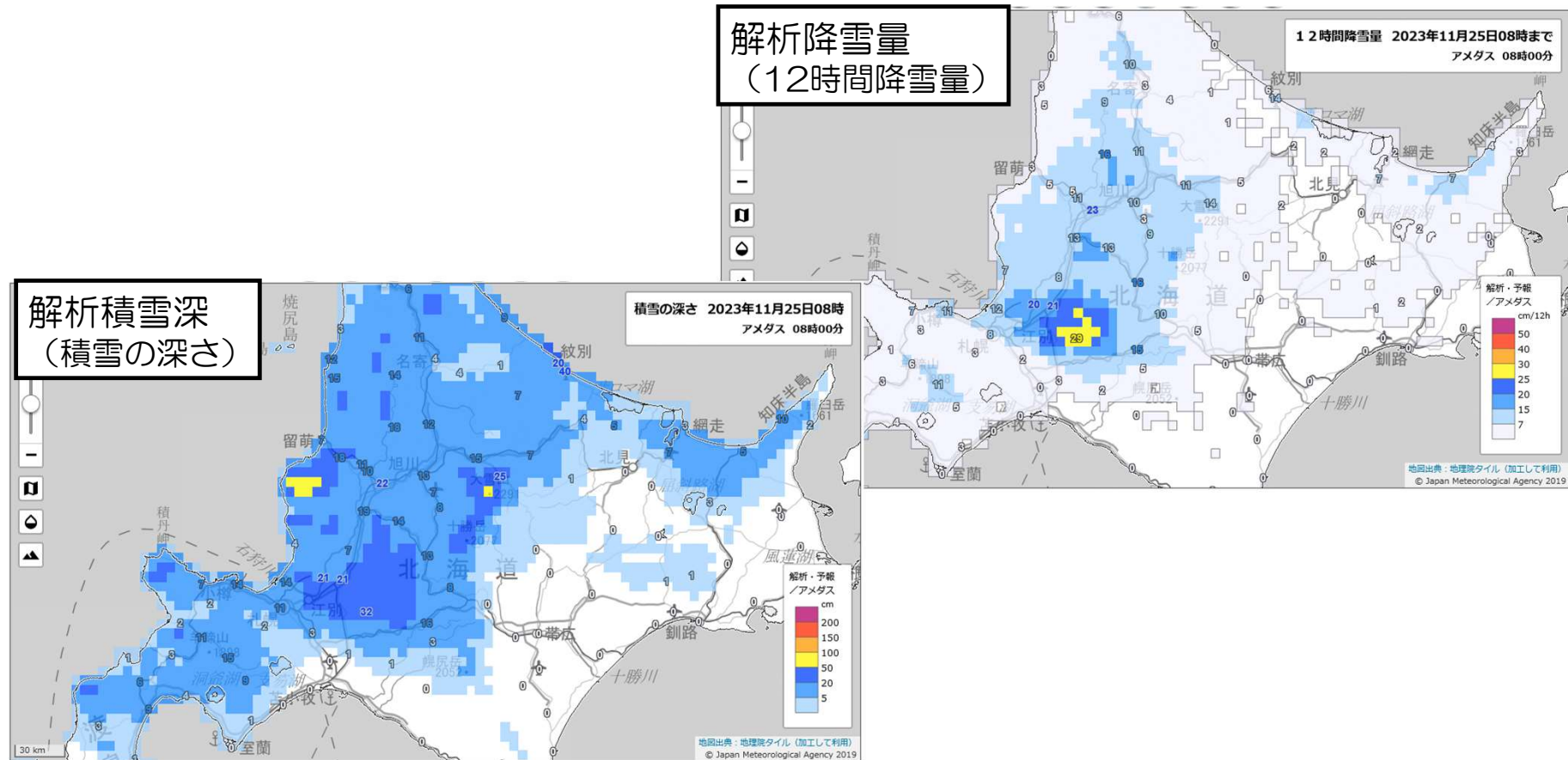
1時間降水量

3時間降水量

24時間降水量



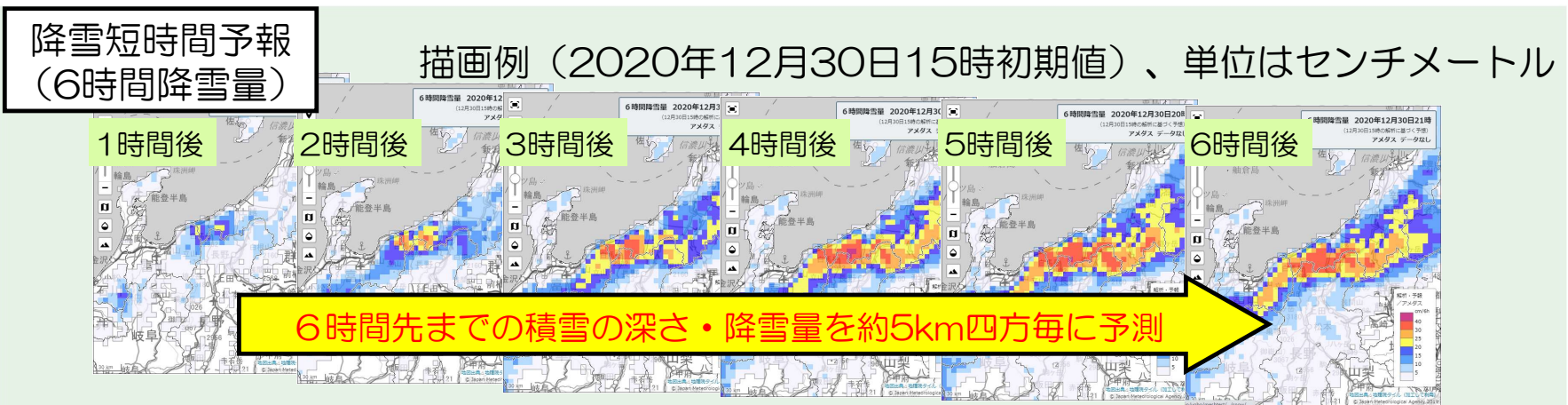
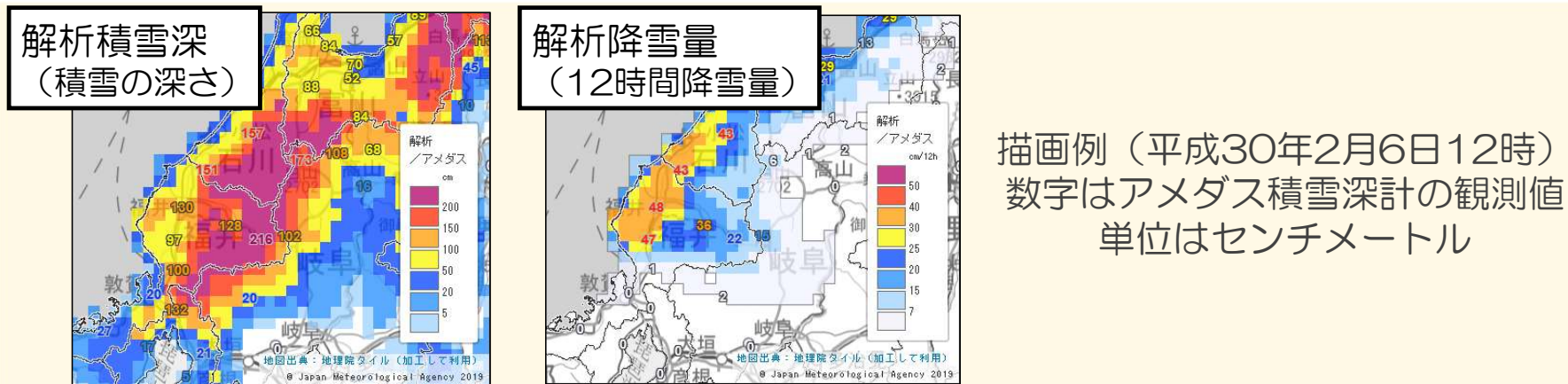
# ④ 解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報



# 解析積雪深・解析降雪量 / 降雪短時間予報の概要

- ✓ **解析積雪深・解析降雪量** 現在の積雪の深さと降雪量の約5km四方の解析分布。1時間ごとに更新
- ✓ **降雪短時間予報** 6時間先までの1時間ごとの積雪の深さと降雪量の約5km四方の予測分布。 //

※降雪量は積雪の深さの1時間差分（積雪深が減少する場合は0）。○時間降雪量は1時間差分の○時間積算値。



# 雪に関するプロダクトの歴史

- ✓ 近年、集中的・記録的な降雪による社会活動への影響が問題に
  - 平成30(2018)年1月 首都圏の大雪（東京23cm,横浜18cm,前橋29cm,など）
  - 平成30(2018)年2月 北陸地方の大雪（福井県で記録的な大雪）
  - 令和2(2020)年12月 北陸地方の大雪（関越道で車両が多数立ち往生）
  - 令和3(2021)年1月 北陸地方の大雪（福井県や富山県で車両立ち往生）
- ✓ 令和元(2019)年11月「**解析積雪深・解析降雪量**」の提供開始
- ✓ 令和3(2021)年11月「**降雪短時間予報**」の提供開始
- ✓ 令和4(2022)年10月 積雪変質モデル（SMAP）を導入
  - SMAP（気象研究所で開発されたモデル）により高度化
- ✓ 令和5（2023）年10月に解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報の改善

## SMAPについて

- ・実証研究が重ねられ信頼性が確立し、世界的に科学的評価を受けているモデル
- ・考えられる全ての積雪物理過程をできるだけ詳細に考慮  
→SMAP導入により、積雪深・降雪量の推定精度が向上



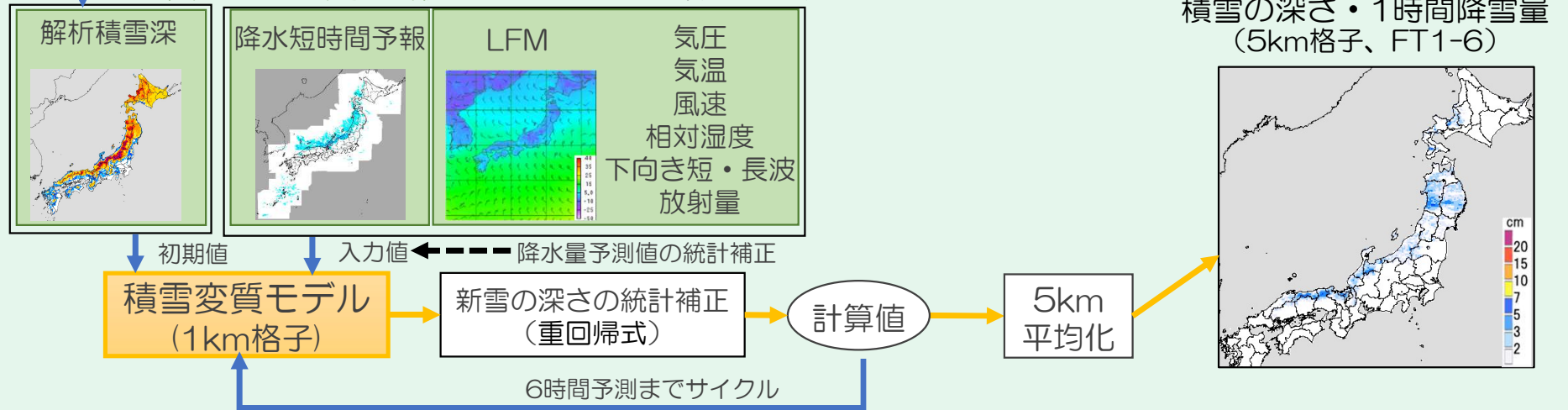
# 雪に関するプロダクトの作成方法

R5.10の改善 WXCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日  
 解析積雪深の観測値補正と降雪短時間予報の降水量  
 バイアス補正の手法を改善し、精度が向上

## 解析積雪深のプロダクト作成の流れ



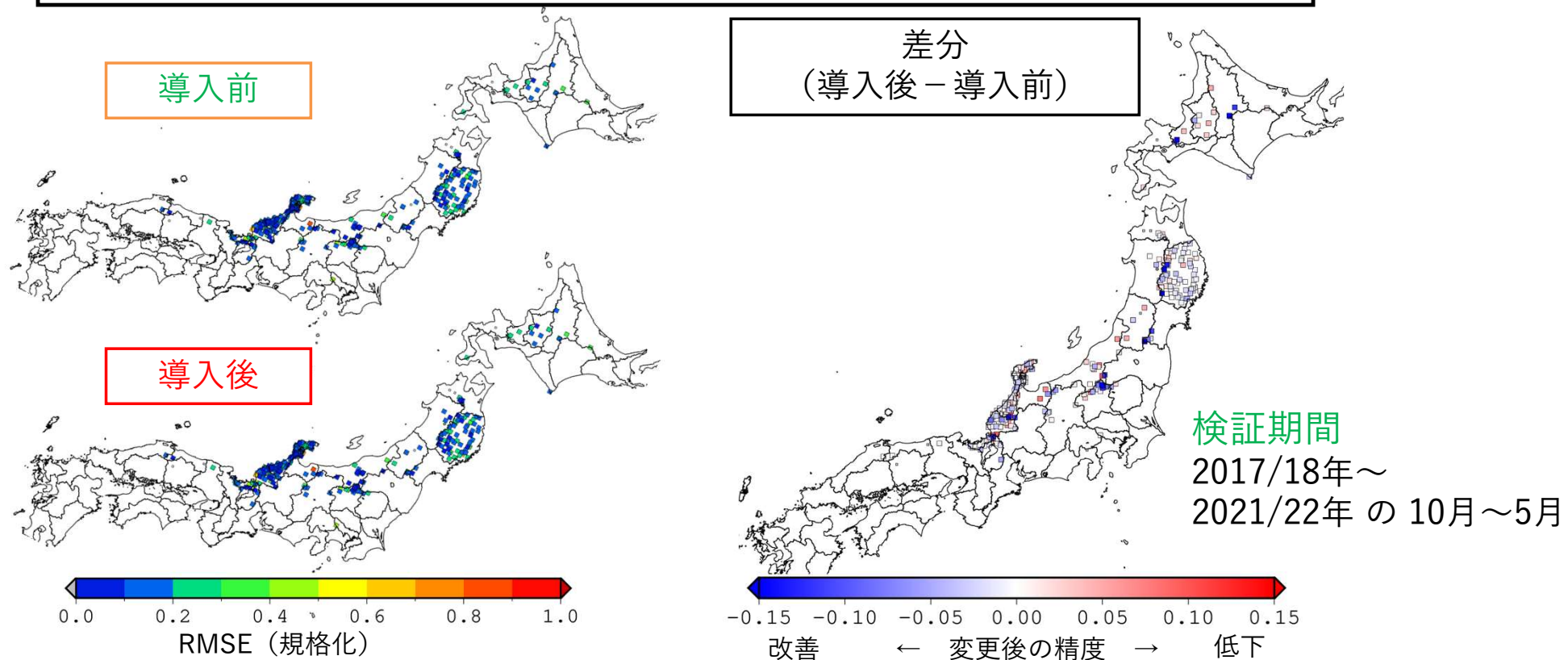
## 降雪短時間予報のプロダクト作成の流れ



# SMAP導入前後の精度比較

## 積雪深のRMSE(5日移動平均の最大値で規格化)の地点比較

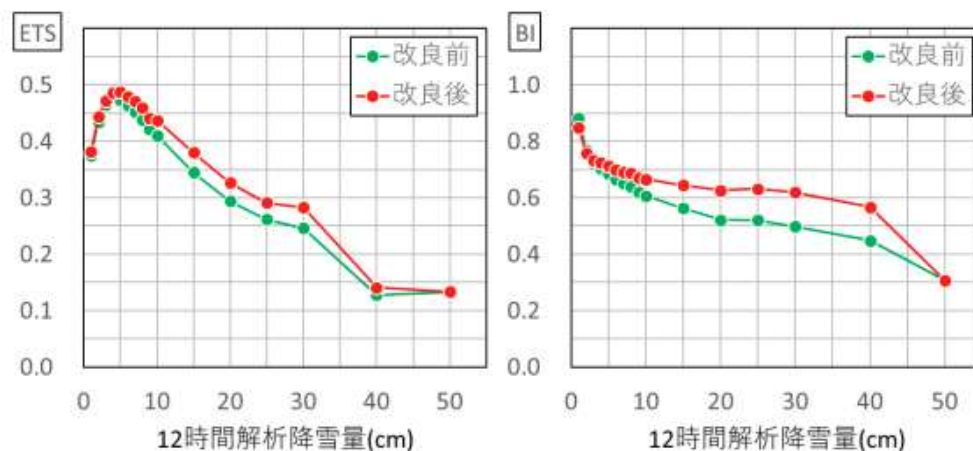
※観測値と解析積雪深がともに0cmの場合は除外、事例数10以上



- ✓ 変更後の精度は、全255地点中142地点で改善。
- ✓ 標高の高い地域での積雪深の精度の改善が大きい。
- ✓ 観測値補正による影響が大きい平野部での積雪深の精度は同程度。

# 解析積雪深・解析降雪量及び降雪短時間予報の改良（R5.10）

解析積雪深・降雪量の観測値補正、降雪短時間予報の降水量バイアス補正の手法をR5.10に改善し、精度が向上することを確認しました。



第3図 12時間解析降雪量の庁外観測値に対する（左）エクイタブルスレットスコア（ETS）と（右）バイアススコア（BI）。

ETSは、気候学的な確率で「現象あり」が的中した頻度を取り除いて、予測または実況で「現象あり」の場合の予測適中事例数に着目して予測精度を評価する指標。1に近いほど予測精度が良い。  
BIは、予測頻度の指標で、1のとき予測頻度が実況頻度と一致、1より小さいとき予測頻度が実況より低く、1より大きいとき予測頻度が実況より高いことを示す。

2019/20年、2020/21年、2021/22年、2022/23年冬季における12時間解析降雪量を庁外の観測データと比較

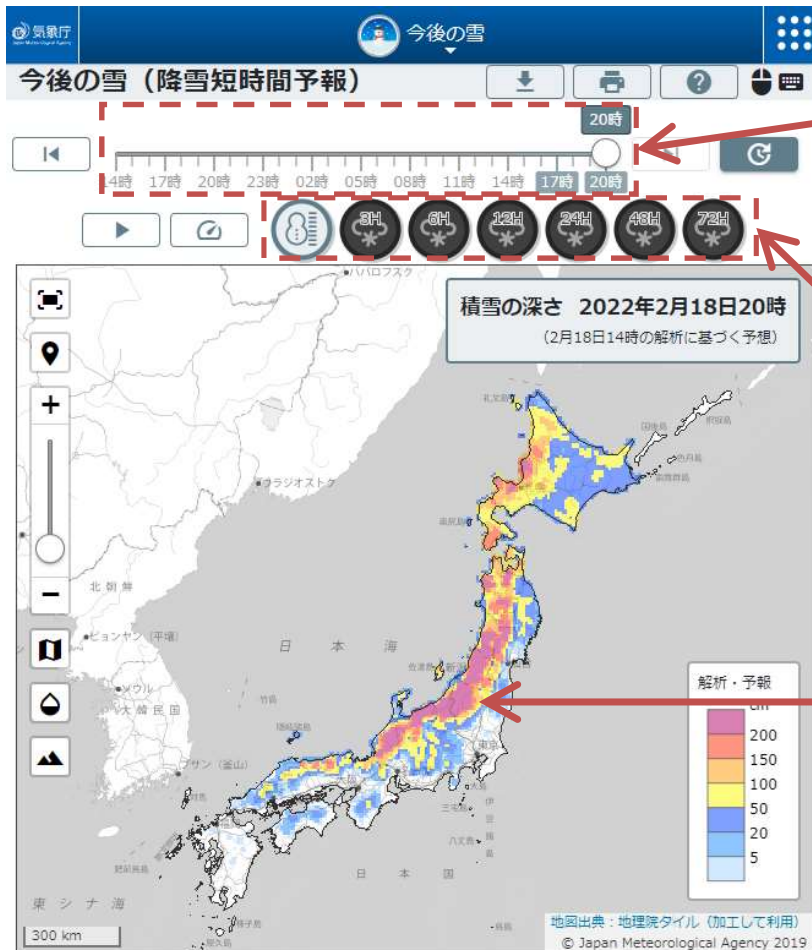
- ・ETS（1に近いほど精度が良い）が全体的に大きくなっており精度が向上
- ・BI（1に近いほど精度が良く、1より小さいと過少、大きいと過多）では過少傾向が改善

# 解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報の 利用上の留意点

- ✓ 1時間ごとに更新されるため、最新の情報を利用する。
- ✓ 解析値は、格子内の観測値と必ずしも一致しない。
- ✓ 5 km平均値であることを念頭に、面的な分布を把握するのに利用する。
- ✓ 大雪のおそれがある場合は、気象情報や警報・注意報等が発表されるため、最新の気象情報等を併せて利用する。
- ✓ 次の気象条件の時には解析・予報の精度が低下する可能性がある。
  - 風が強い場合：雪で風が流されるため
  - 地上の気温が1～3℃の時：雨雪判別が難しい
  - 上空に温かい空気が入っている時：上空で雪が融けてしまうため

# 気象庁ホームページ「今後の雪」

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日



過去24時間分の積雪の深さと降雪量、  
および6時間先までの予報を、  
一体的に確認することが可能

クリックして要素選択



積雪の  
深さ

前3・6・12・24・48・72時間降雪量

国土地理院の地図情報  
との重ね合わせ

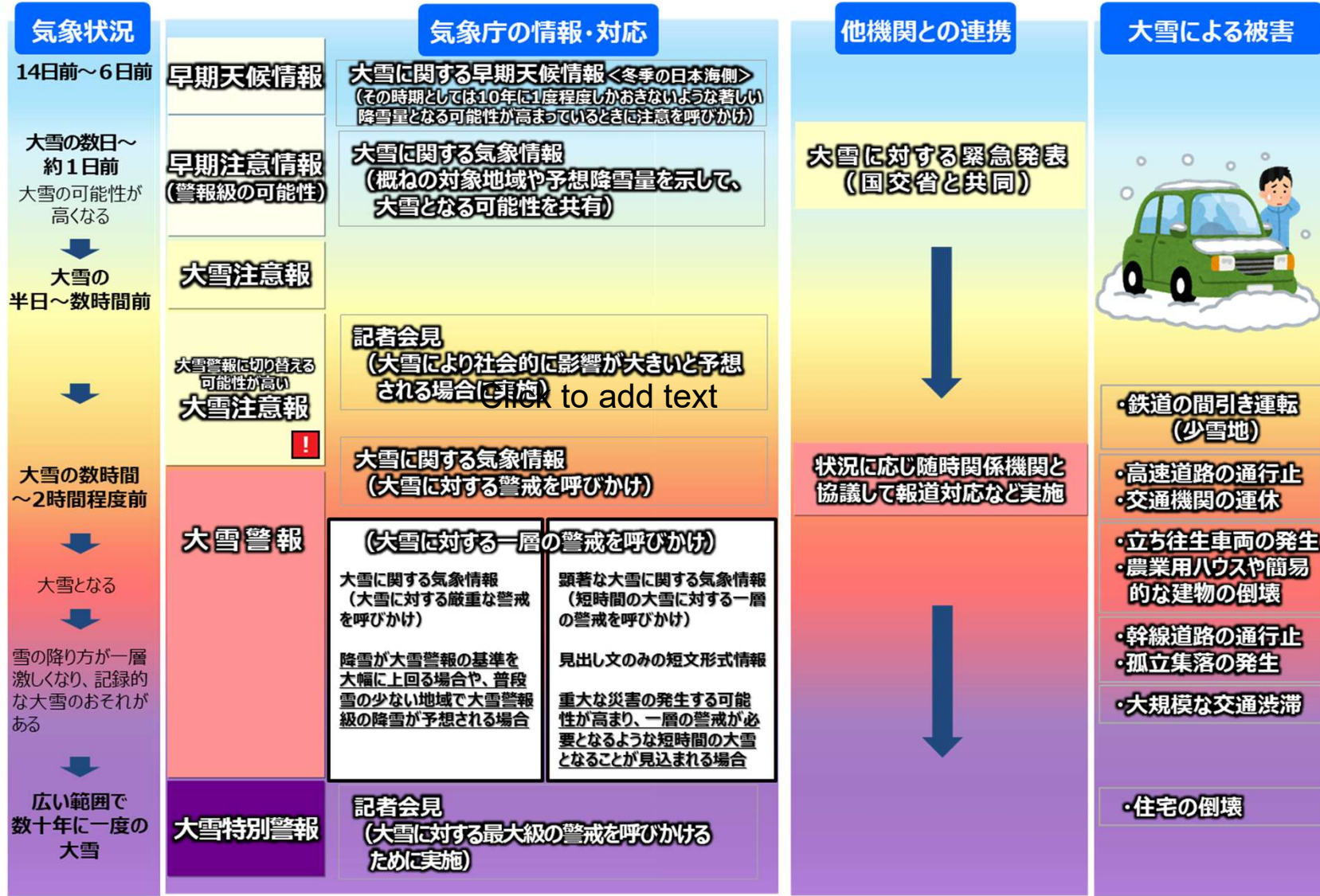
URL

<https://www.jma.go.jp/bosai/snov>



※2021年11月に「現在の雪」からリニューアル

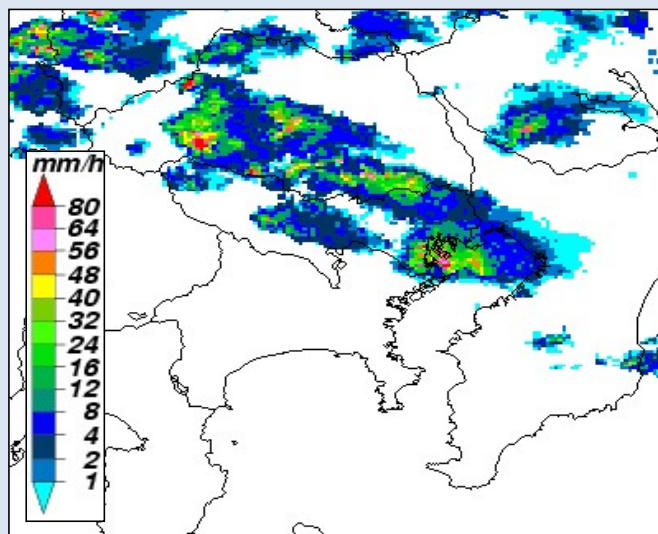
# 大雪のおそれに応じて段階的に発表される気象情報と対応



# ナウキャスト（降水・竜巻・雷）

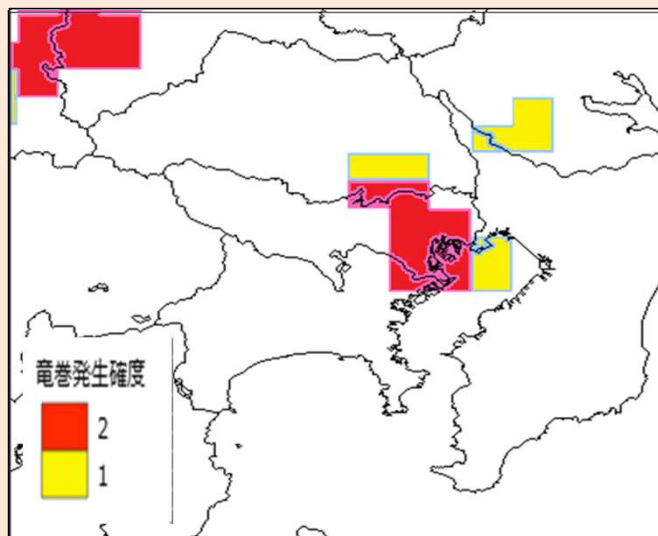
WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

## 高解像度降水ナウキャスト



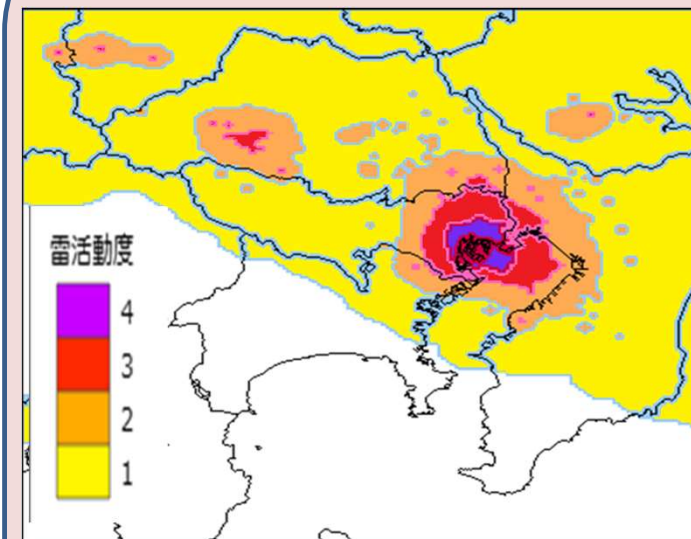
- 降水強度を解析・予測
- 5分毎、60分先まで

## 竜巻発生確度ナウキャスト



- 竜巻等の激しい突風の発生確度を解析・予測
- 確度は2段階で表示
- 10分毎、60分先まで

## 雷ナウキャスト

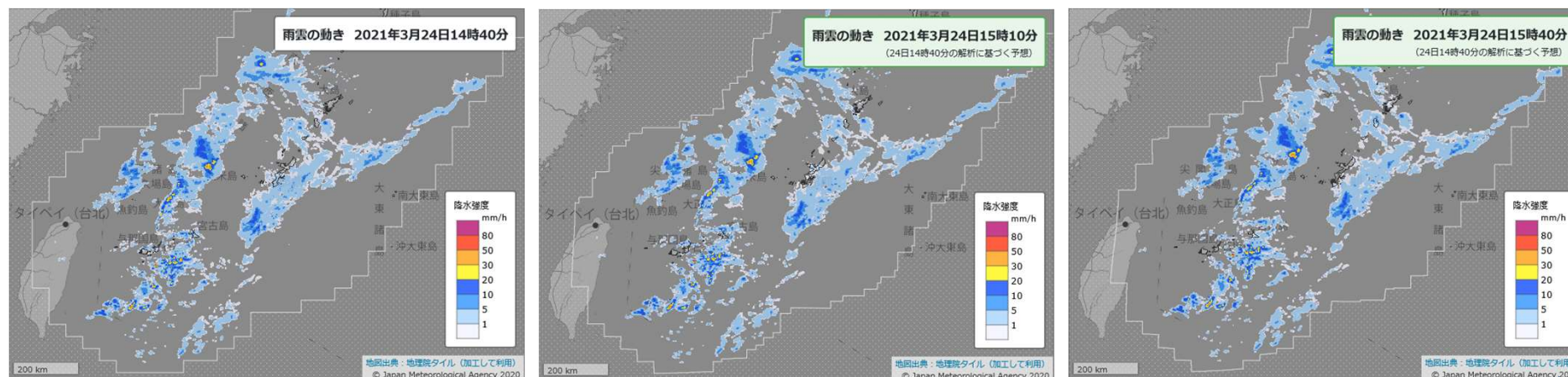


- 雷の活動度（激しさ）と発雷の可能性を4段階で解析・予測
- 10分毎、60分先まで

## ⑤ 高解像度降水ナウキャストの概要

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

- 解析：一般気象レーダーや国交省レーダ雨量計※から、250m（海上は1km）メッシュの降水分布を5分毎に解析する。
- 予測：解析結果から運動学的予測手法によって、1時間先まで5分間隔で予測する。



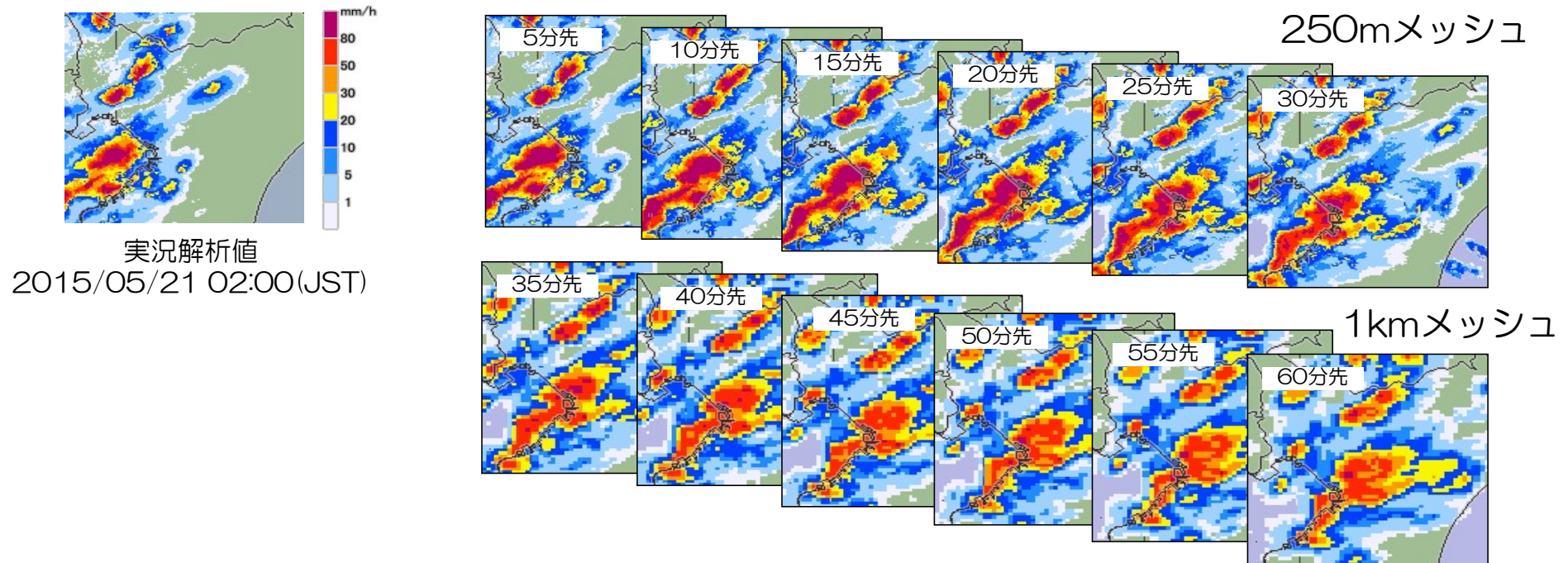
※「国交省レーダ雨量計」は国土交通省が設置する雨量を観測するレーダーです。



# 高解像度降水ナウキャスト（解析・予測手法）

高解像度降水ナウキャストは、気象ドップラーレーダーの観測データに加え、気象庁・国土交通省・地方自治体が保有する全国の雨量計のデータ、ウィンドプロファイラやラジオゾンデの高層観測データ、国土交通省レーダ雨量計のデータも活用し、降水域の内部を立体的に解析して、250m解像度（海上は1km）の降水分布を30分先まで、1km解像度の降水分布を35分～60分先まで予測します。

予測は、前半は3次元的に降水分布を追跡する実況補外の手法で行い、後半にかけて対流予測モデルを用いた予測に徐々に移行していきます。



# 高解像度降水ナウキャストと解析雨量との違い

	更新頻度、 予報時間	水平解像度、 時間分解能	利用データ	配信時刻 (多少前後します)
解析雨量	30分毎 (速報版は 10分毎)	1km、 1時間降水量	気象庁レーダー（Cバンド）、 国交省レーダ雨量計（Cバンド）、 AMeDAS、部外雨量計、	15、45分 (速報版は6、16、26、 36、46、56分)
降水短時 間予報	30分毎、 6時間先まで (速報版は 10分毎)	1km 1時間降水量	上のデータに加えて、 MSM（1時間降水量、風、気温、比湿） LFM（1時間降水量） MSM・LFMガイダンス（平均降水量、最大降水量）	18、48分 (速報版は8、18、 28、38、48、58分)
高解像度 降水ナウ キャスト	5分、 60分先まで	250m 5分毎の降水 強度・降水量	気象庁レーダー（Cバンド）、 国交省レーダ雨量計（X/Cバンド）、 AMeDAS、部外雨量計、WINDAS、 地上・高層観測、GPS可降水量等	4、9、14、19、24、 39、44、49、54分

- 高解像度降水ナウキャストは、解析雨量に比べて多くのデータを利用し、鉛直方向の要素も取り込んで解析しています。また、速報性や解像度の点で解析雨量より優っています。
- 一方で、5分間隔と高頻度で作成しているため、プロダクト作成の締め切り時間も短く、正規版の解析雨量と比べ解析の精度は落ちます。
- 高解像度降水ナウキャスト（降水強度）は、その瞬間の降水状況を解析したものです。単位はmm/hですが、これは雨雲がその瞬間の強さで1時間停滞した場合の降水量になります。
- 解析雨量は、1時間の降水量の積算値を示しており、どれくらいの雨が降ったのかを判断する際に有効です。
- 各プロダクトの特徴を踏まえた上でご利用ください。

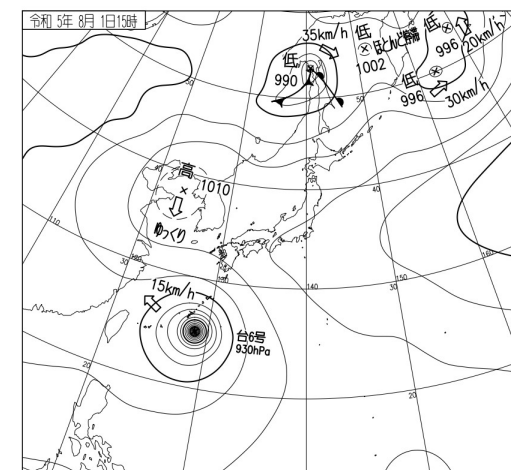
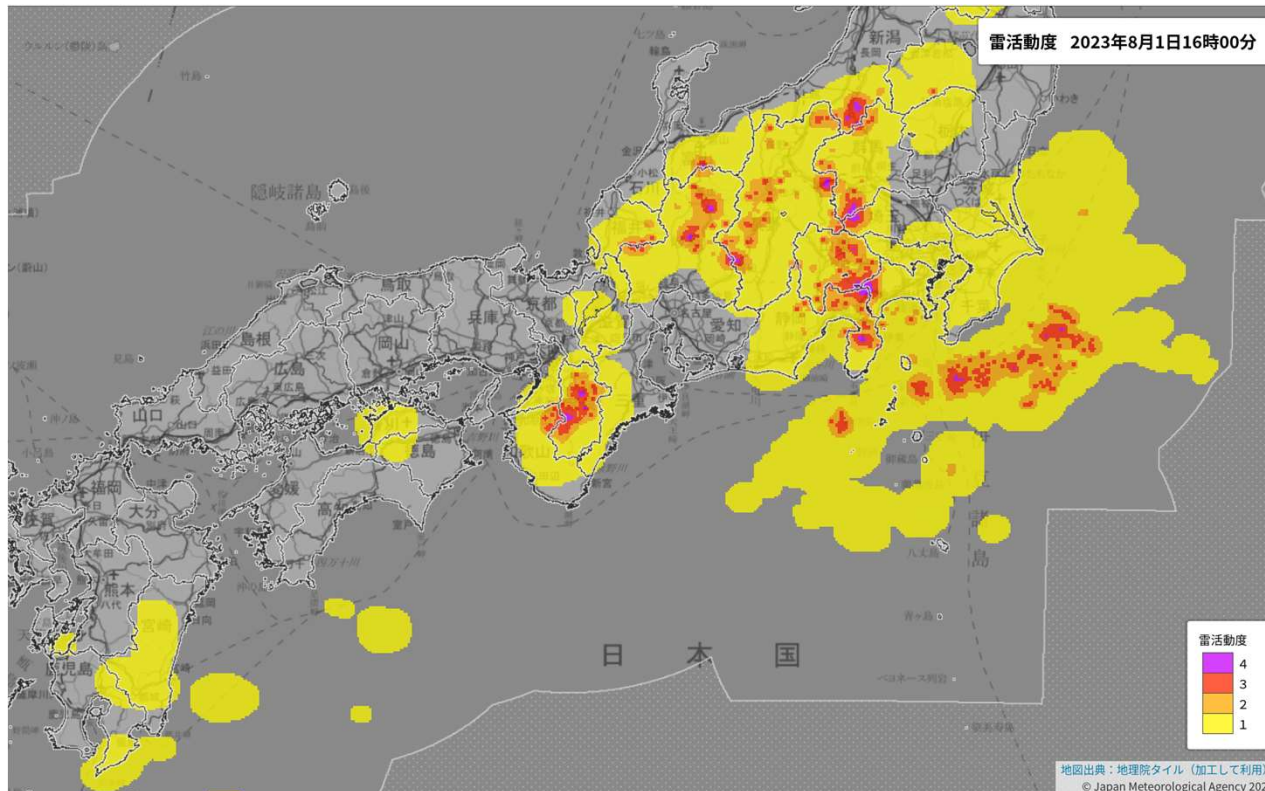
## 関連するプロダクトの配信

○5分毎250mメッシュ全国合成レーダー降水強度、  
5分毎1kmメッシュ全国合成レーダーエコー頂高度を、  
令和4年3月より配信開始  
→前者は高解像度降水ナウキャストの降水強度

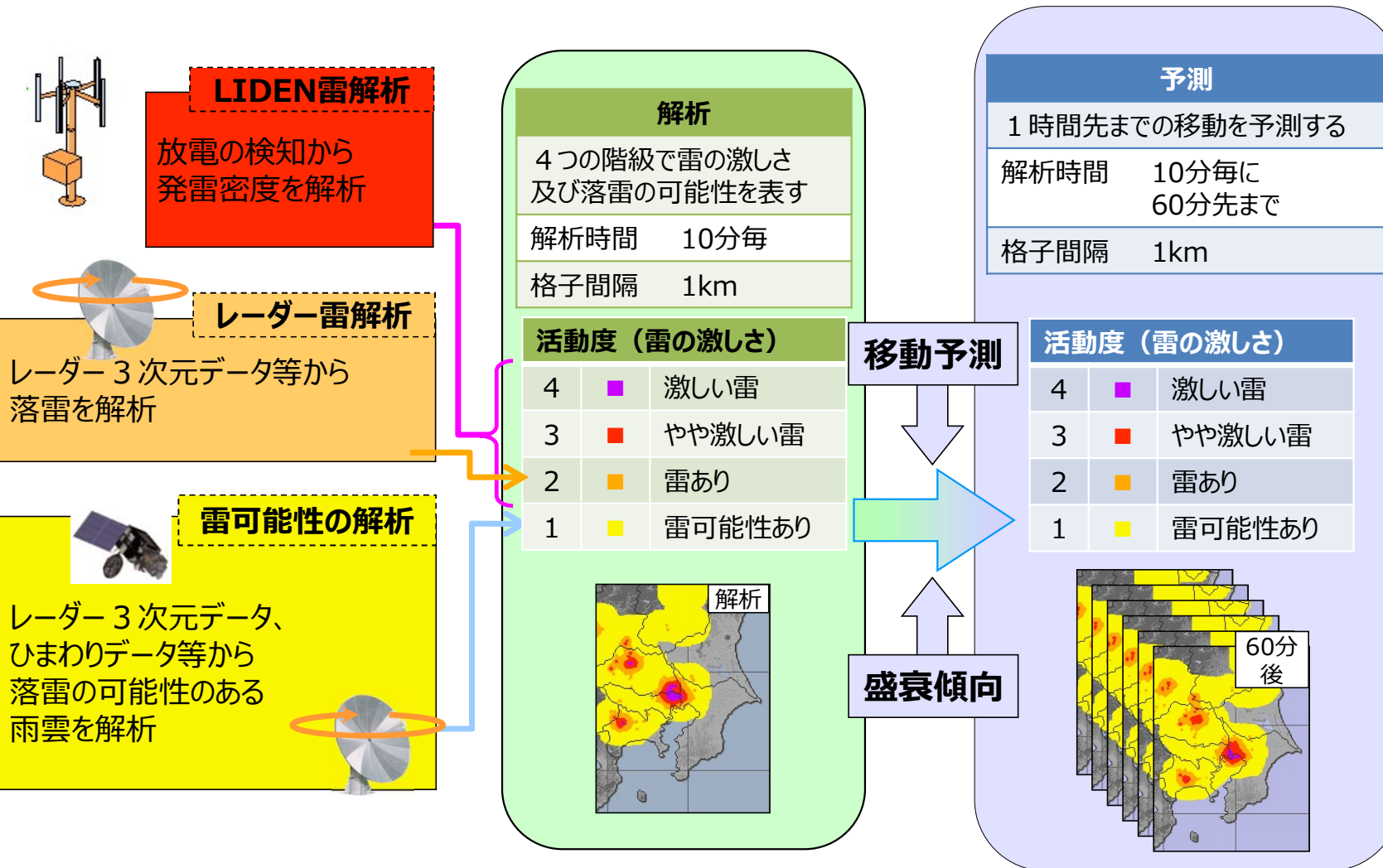
○1kmメッシュ全国合成レーダーエコー強度、  
2.5kmメッシュ全国合成レーダーエコー頂高度を、  
令和6年2月頃を目途に提供を終了  
→上記のデータを後継として配信を終了

[（参照先）配信資料に関する技術情報第568号](#)

# ⑥雷ナウキャスト



# 雷ナウキャストとは



雷ナウキャストは、「雷の激しさ」を、4階級の活動度で表したものです。

雷の実況解析は、LIDEN、レーダー、ひまわり等を利用して行います。予測は、降水域から推定した移動ベクトル、統計手法による盛衰傾向を加味して行います。

# 雷の活動度

活動度	雷の状況	屋外において 想定される対応	屋内や工場などで 想定される対応		
4	激しい雷	<ul style="list-style-type: none"> <li>●屋外にいる人は落雷の危険があるため、建物や車の中へ移動するなど、安全確保に努める。</li> <li>●屋内にいる人は外出を控える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●パソコンなど家電製品の電源を切る。コンセントを抜く。</li> <li>●工場の生産ラインなどで、リスクの大きい場所では、作業の中止や自家発電への切替などの対応をとる。</li> </ul>		
	落雷が多数発生している。				
3	やや激しい雷				
	落雷がある。				
2	雷あり	<ul style="list-style-type: none"> <li>●屋外にいる人は落雷の危険があるため、建物や車の中へ移動するなど、安全確保に努める。</li> <li>●屋内にいる人は外出を控える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●パソコンなど家電製品の電源を切る。コンセントを抜く。</li> <li>●工場の生産ラインなどで、リスクの大きい場所では、作業の中止や自家発電への切替などの対応をとる。</li> </ul>		
	電光が見えたり、雷鳴が聞こえる。 落雷の可能性が高くなっている。				
1	雷可能性あり			今後の雷ナウキャストや空の状況に注意する。	
	現在、雷は発生していないが、 今後落雷の可能性がある。				

※ 活動度 1 ～ 4 になっていない地域でも、積乱雲が急速に発達して落雷する場合がある。

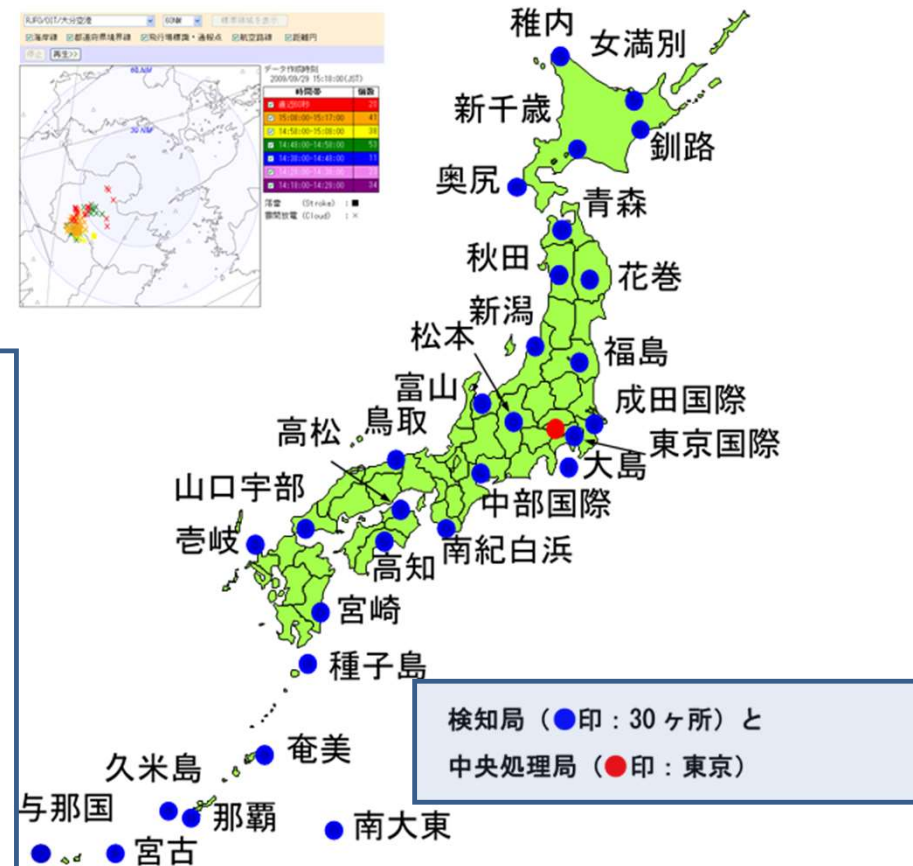
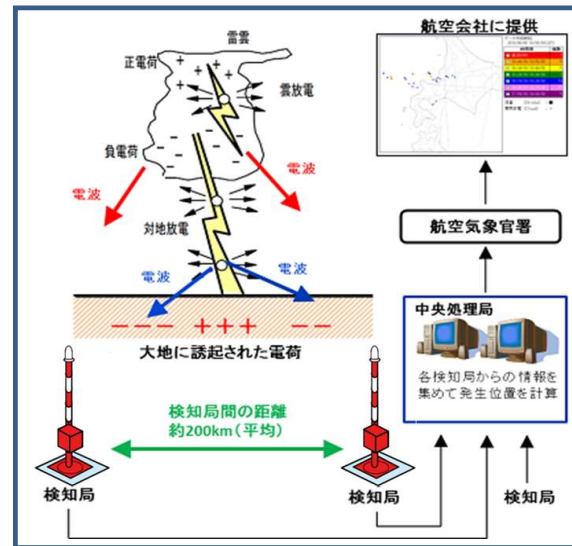
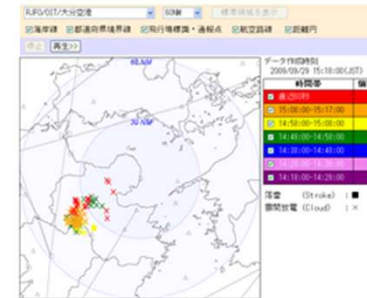
# LIDEN雷解析（活動度2～4）

## ○LIDENとは

雷監視システムは、雷により発生する電磁波を受信し、その位置、発生時刻等の情報を作成するシステムです。気象庁では、この雷監視システムをLIDEN（Lightning DEtection Network system）と呼んでいます。

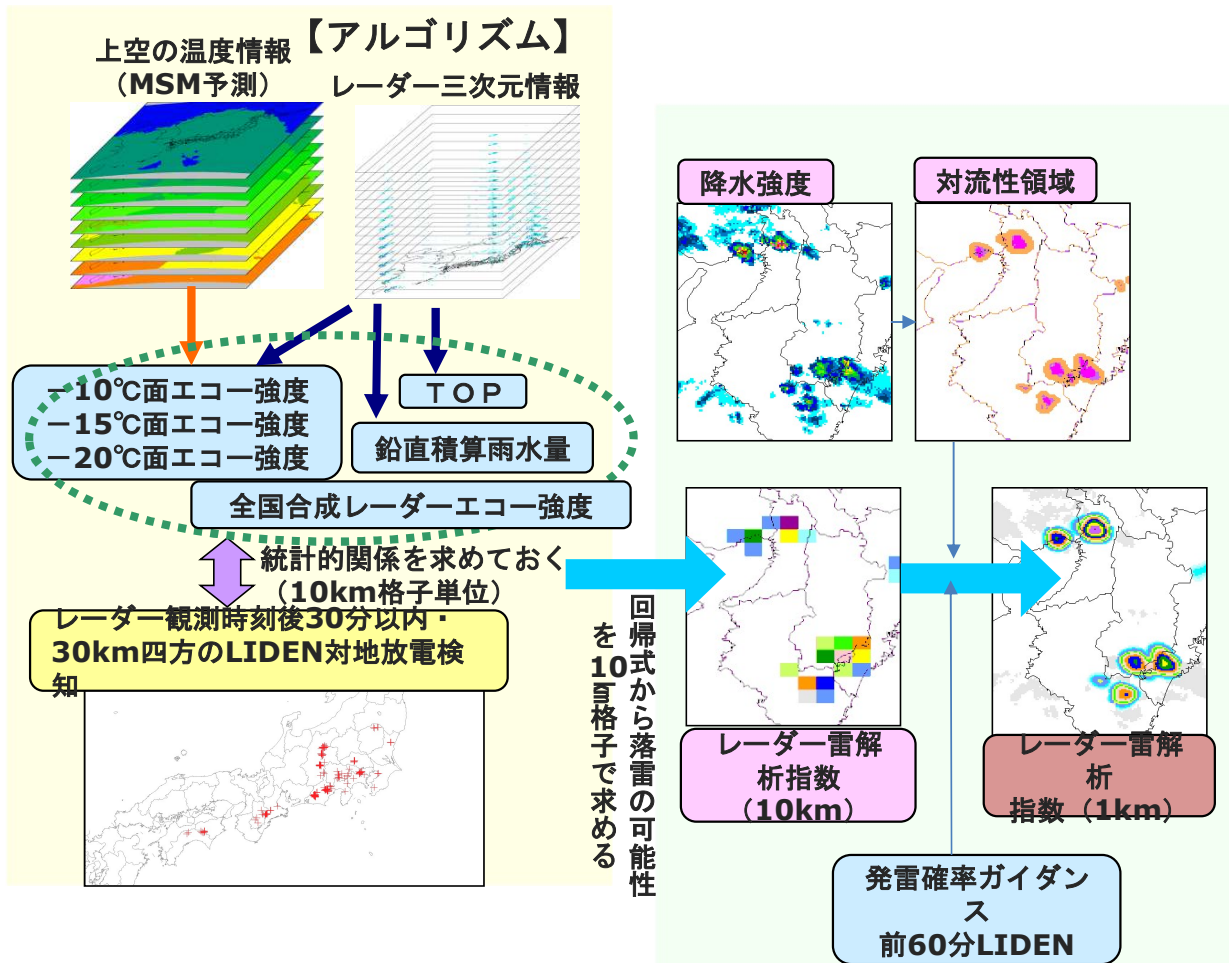
## ○LIDEN雷解析

雷監視システムで検出した対地放電と雲放電を合成して「発雷密度」（1km格子内における10分間あたりの放電数）を求め、雷活動の激しさを活動度2～4で表しています。対地放電は災害に直接結び付くことから、対地放電の分布に重みを付けて強調し、雲放電の分布と合成します。



# レーダー雷解析（活動度2）

## □ レーダー雷解析指数を用いる解析手法



活動度2では、LIDENの他、レーダーによる雷解析でも検出を行います。

最初に、過去のデータを用いて、気象レーダーで観測されるレーダーの3次元情報から雷活動に関係のある指数を選び、観測から30分以内・30km四方に発生した対地放電との関係を調べ、回帰式を作成しておきます。

この回帰式を用いて、落雷の可能性が高まっている程度を示す雷解析指数を10km格子で求めます。

これだけでは層状性の降水域が含まれることがあるのでこれを除くため、レーダーエコー強度の分布から対流雲が発生していると推定される領域や数値予報による発雷確率ガイダンス等も考慮し、雷解析指数を1km格子で求め、雷雲を解析します。

解析された雷雲は、現在発雷していなくても、30分以内に落雷に至る可能性が高くなっているため、活動度2（落雷の可能性が高くなっている）とします。



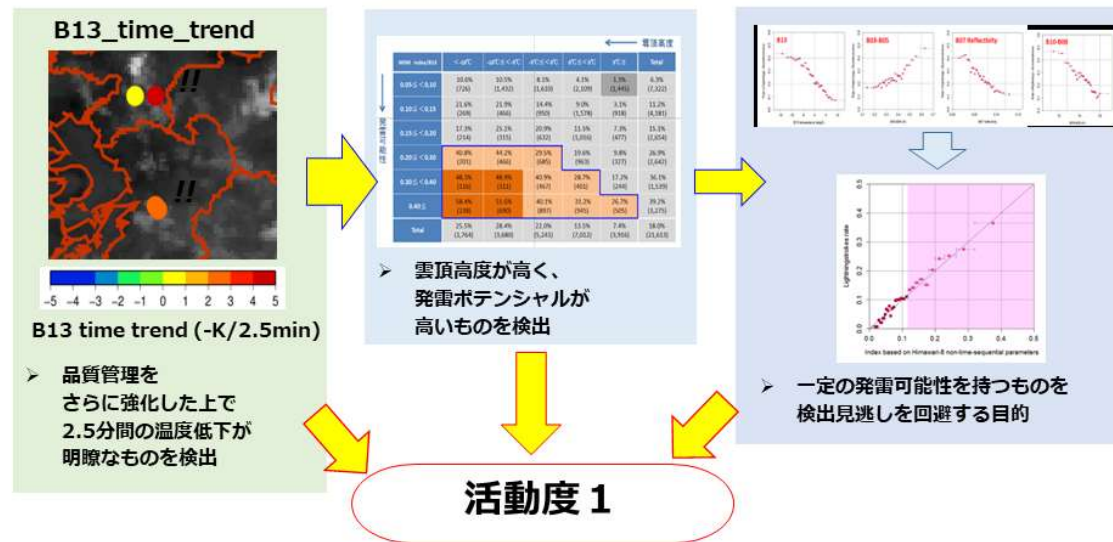
# 雷可能性の解析（活動度1）

- ・LIDENやレーダー雷解析（活動度2）では、時間的な余裕をもって落雷に対応できない場合があります。そのため、今後雷雲に発達し1時間以内に発雷する可能性のある領域を、活動度1として解析しています。
- ・雷可能性の解析（活動度1）では、レーダーエコーで捉えられる前の今後雷雲に発達する可能性のある雷雲を、71kmの衛星データや数値予報資料を用いて検出しています。

① B13（赤外）の  
時間変化（2.5分間）の評価

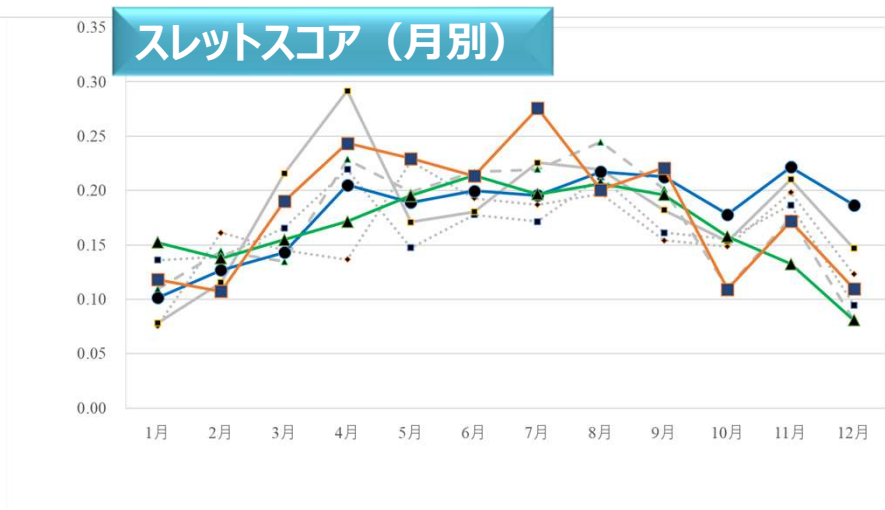
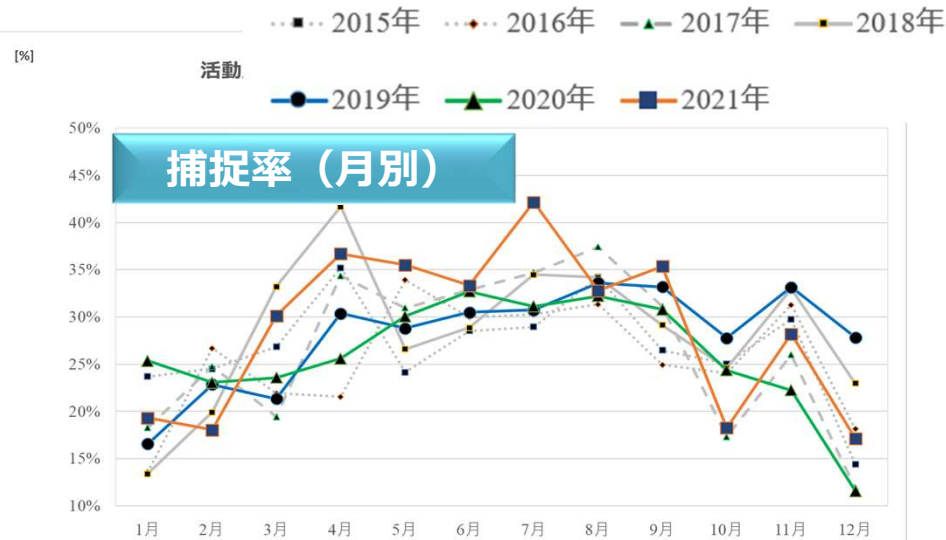
② 発雷ポテンシャルと  
雲頂高度による層別化

③ ひまわり観測データによる  
変数を用いた統計的判別



ひまわりによる雷解析

# 雷ナウキャスト（活動度2、30分前予測）の予測精度



年	捕捉率	スレッドスコア (※)
2015	28.6%	0.176
2016	27.9%	0.176
2017	30.6%	0.198
2018	31.0%	0.198
2019	30.1%	0.195
2020	29.5%	0.189
2021	33.0%	0.208

※スレッドスコア：予測が適中した割合を示す指標で、1に近くなるほど予測精度が高い。

- 30分前の活動度2の予測の年間をとおした精度は、捕捉率30%程度、スレッドスコア0.19程度。
- 冬季は夏季よりも捕捉率、スレッドスコアともに低い。

FT:30の場合		実況 (30分後) 活動度2以上		計
		あり	なし	
予想 FT:30	あり	FO	FX	FO+FX
	なし	XO	XX	XO+XX
計		FO+XO	FX+XX	FO+FX+XO+XX

$$\text{捕捉率} = \frac{FO}{FO+XO}$$

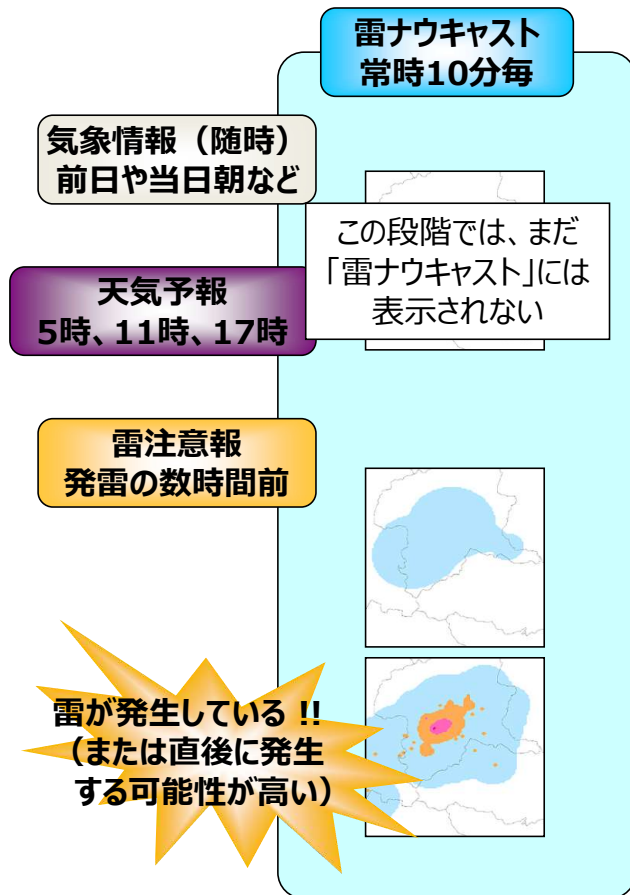
$$\text{適中率} = \frac{FO}{FO+FX}$$

$$\text{スレッドスコア} = \frac{FO}{FO+FX+XO}$$

# 雷に関する気象情報と技術

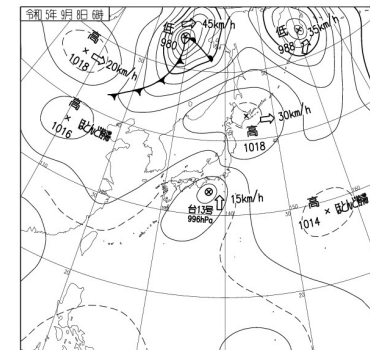
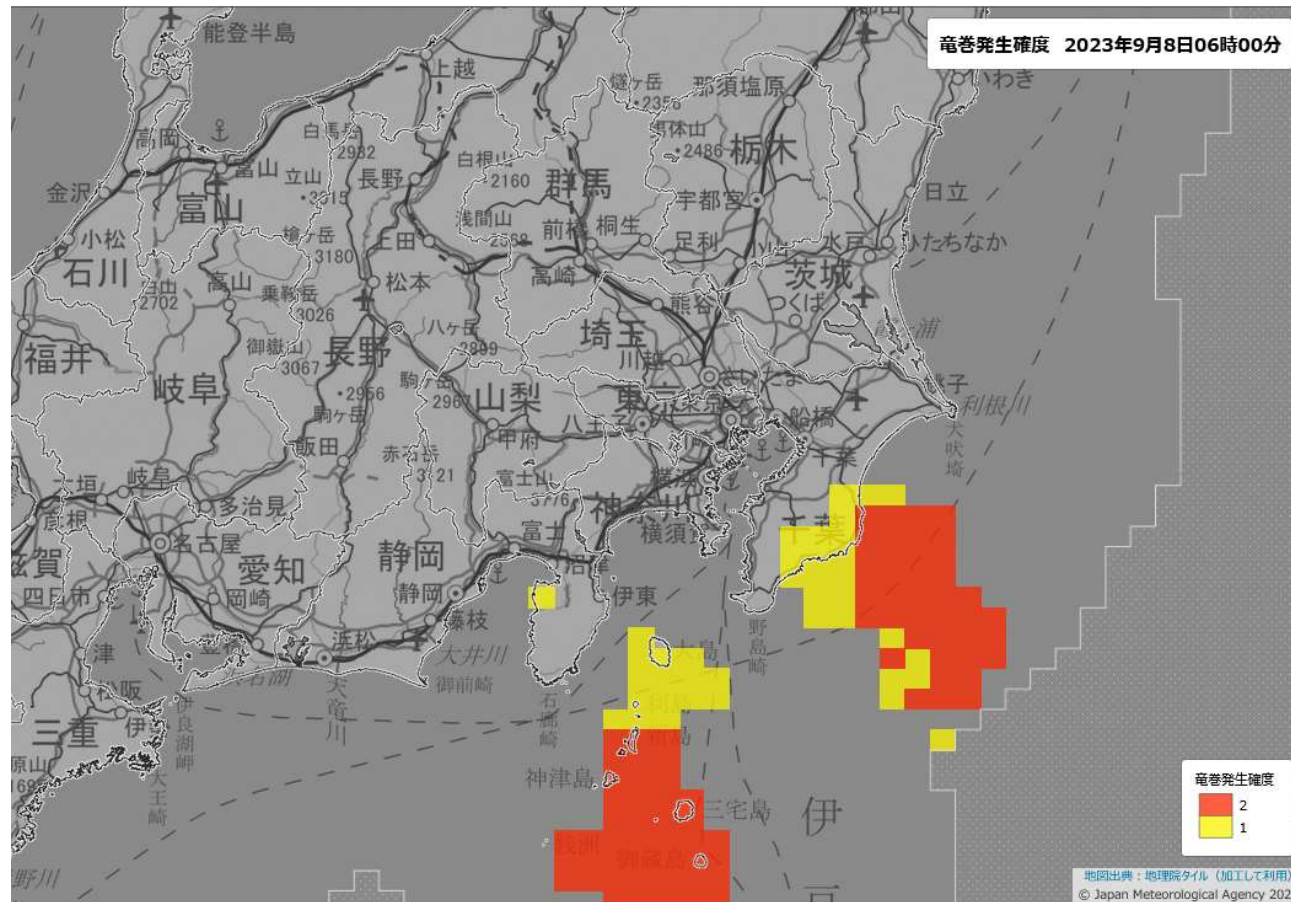
種類	形式・頻度
予告的に発表する気象情報	文章形式の気象情報 必要時に随時発表
雷注意報	
雷ナウキャスト	分布図形式の解析・予測情報 10分毎に常時提供

# 雷に関する気象情報の利用



- 広範囲で激しい落雷が予想される場合、半日～1日前に予告的な気象情報が発表され、「大気の状態が不安定」、「落雷に注意」などと言及
- 1日3回発表される天気予報で雷が予想される場合は、「雷を伴う」と示す。
- 雷の発生が予測される数時間前には雷注意報を発表
  - ▣ この辺で、「雷ナウキャスト」のモニターを開始するのが効果的
- 雨雲が発達を始めると、雷ナウキャストで「活動度1」が出現し、この範囲内では、1時間程度以内に発雷の可能性
- 実際に雷が発生、または直後に雷が発生する可能性が高い状況になった場合には、「活動度2～4」が出現
  - ▣ 「雷ナウキャスト」により、雷の激しさや、近づく（遠ざかる）などの予測を詳細に把握することができる。

# ⑥ 竜巻発生確度ナウキャスト



# 日本における主な突風災害

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

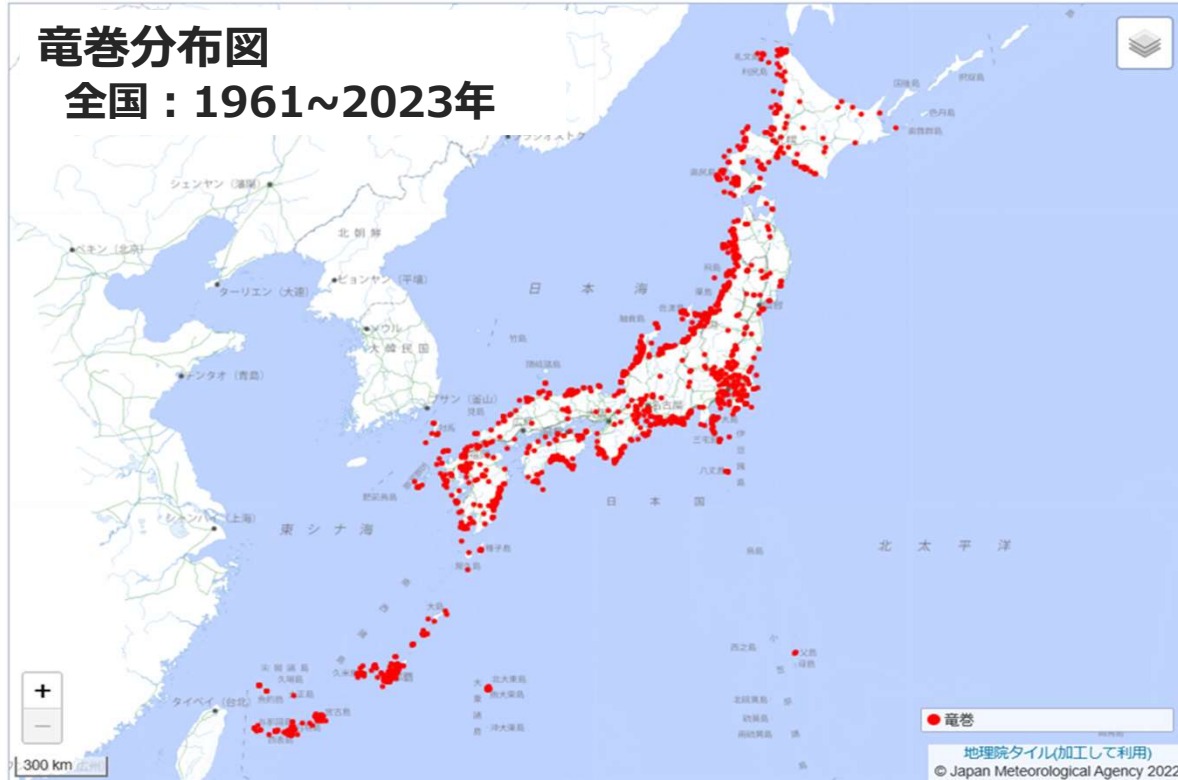
## JEF2以上の突風災害（2016～2023）

2023年11月13日現在

現象	発生日時	発生場所 被害場所	JEFスケール	被害概要	総観場
竜巻	2022年12月13日17時00分	新潟県佐渡市	JEF2	半壊2棟	寒冷前線
竜巻	2021年5月1日18時30分頃	静岡県菊川市、牧之原市	JEF2	負傷者3名、半壊5棟	日本海低気圧 寒気の移流
竜巻	2019年10月12日08時08分頃	千葉県市原市	JEF2	死者1名、負傷者9名 全壊12棟、半壊23棟	<b>台風</b>
竜巻	2019年9月22日08時30分頃	宮崎県延岡市	JEF2	負傷者18名、半壊1棟	<b>台風</b>
竜巻	2018年6月29日13時40分頃	滋賀県米原市	JEF2	負傷者8名	梅雨前線 暖気の移流
竜巻	2018年6月16日09時30分頃	沖縄県国頭郡伊江村	JEF3	負傷者2名	<b>台風</b>
ダウンバースト	2017年9月20日15時20分頃	秋田県横手市	JEF2	半壊4棟	日本海低気圧
竜巻	2017年8月7日16時30分頃	愛知県豊橋市、豊川市	JEF 2	負傷者3名 全壊3棟、半壊6棟	<b>台風</b>
竜巻	2016年10月5日14時20分頃	高知県高知市、南国市	JEF2	負傷者4名、半壊1棟	暖気の移流
竜巻	2016年9月28日20時10分頃	福岡県筑後市、八女市	JEF2	負傷者1名、全壊1棟	停滞前線
竜巻	2016年8月22日21時50分頃	岩手県奥州市	JEF2		<b>台風</b>

- 近年では台風接近時に大きな被害をもたらす竜巻が発生した事例が多くみられる。
- 大規模な被害を発生させるのは竜巻が多い（JEF2のダウンバーストも稀に発生）

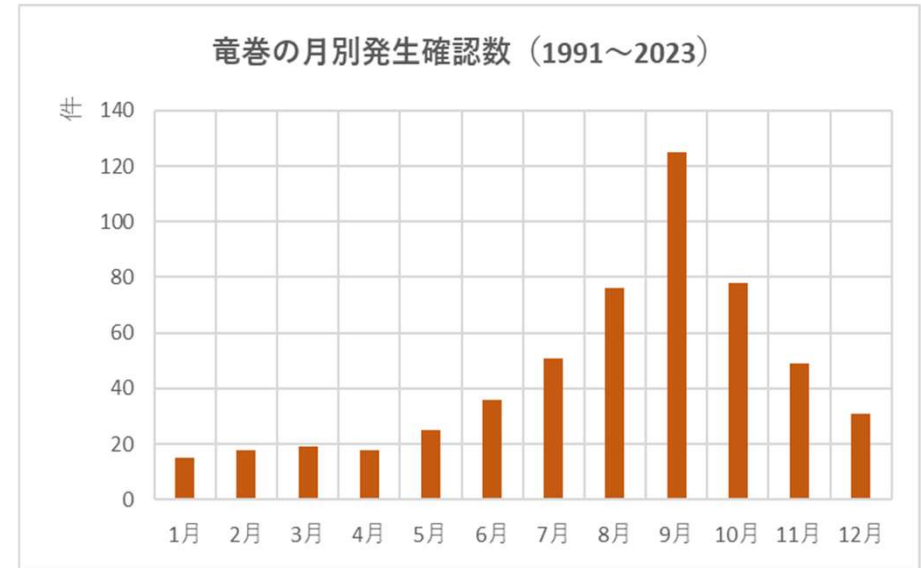
# 竜巻発生分布、月別発生確認数



2023年11月13日現在

（気象庁 竜巻等の突風データベースより）

- 北海道から沖縄まで発生している
- 沿岸部に多い
- 関東平野、濃尾平野などでも比較的多い

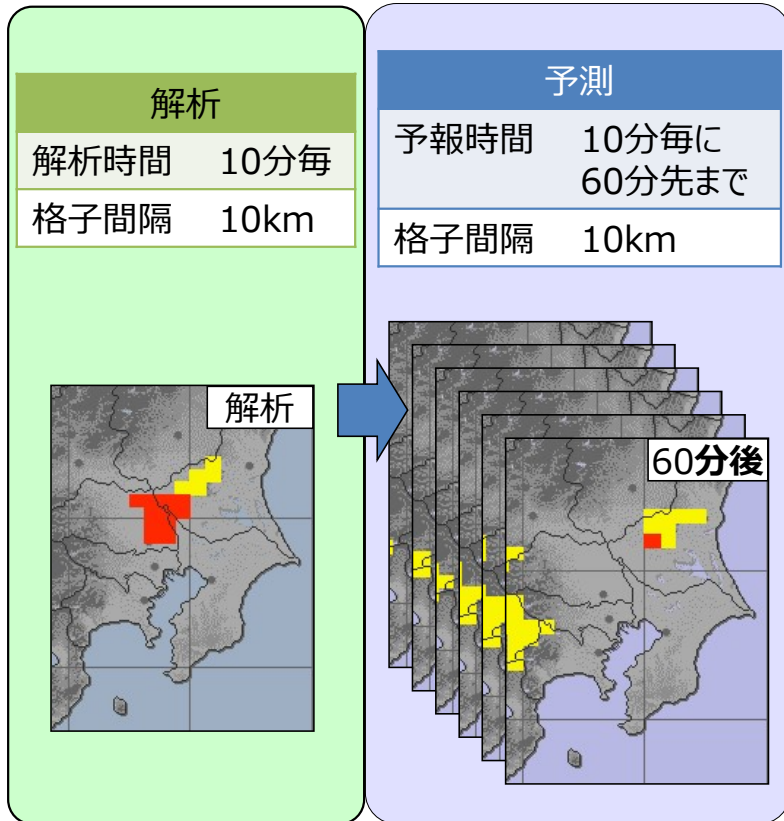


2023年11月13日現在

（気象庁 竜巻等の突風データベースより）

- 年間を通じて発生する
- 7～11月が特に多い（約70%）
- 台風シーズンの9月が最も多い

# 竜巻発生確度ナウキャストの発表形式

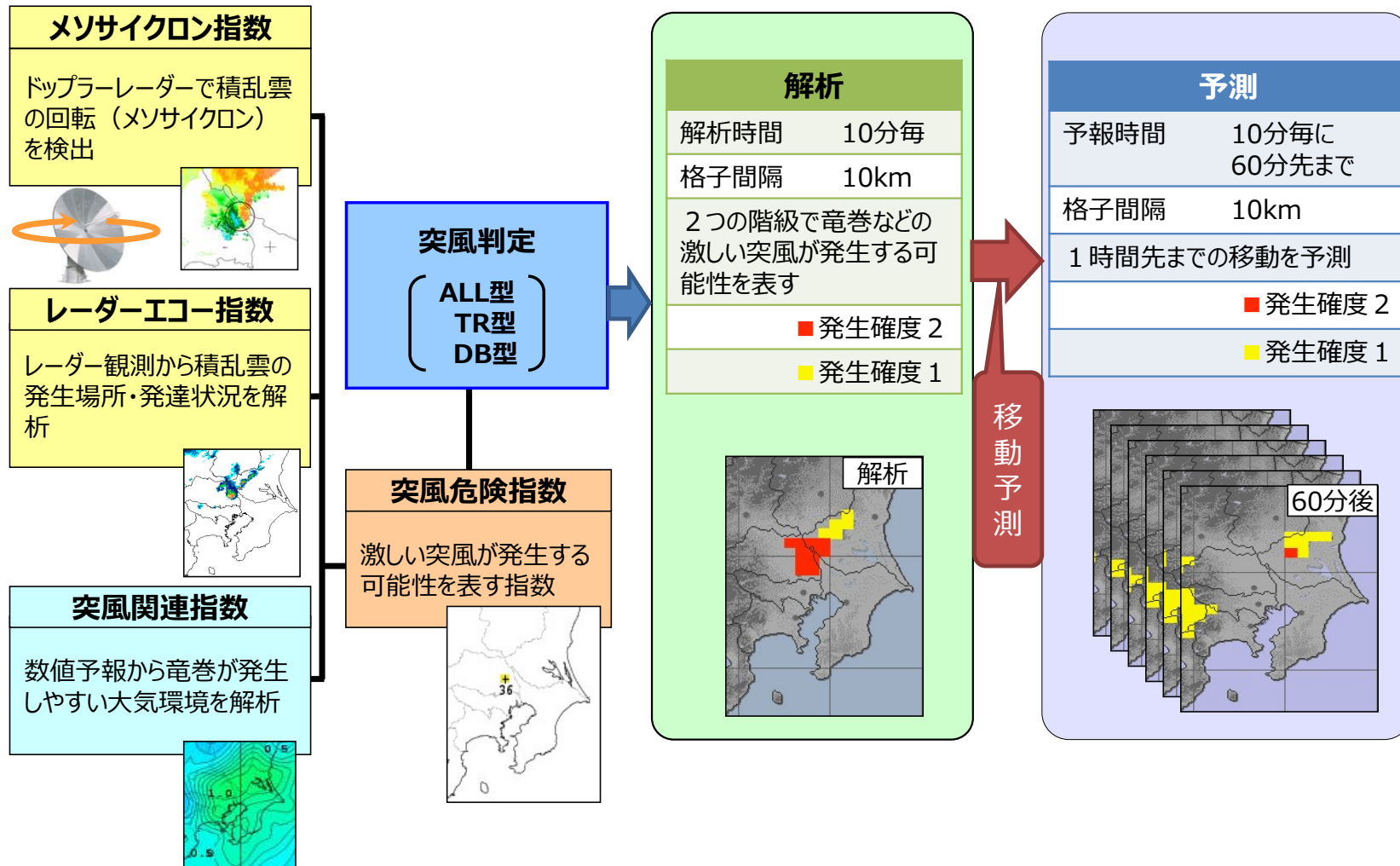


発生確度	
発生確度 2	竜巻などの激しい突風が発生する可能性があり注意が必要である。 適中率：7～14%程度 捕捉率：50～70%程度 発生確度2となっている地域に竜巻注意情報が発表される。
発生確度 1	竜巻などの激しい突風が発生する可能性がある。 適中率：1～7%程度 捕捉率：80%程度 発生確度2の地域より適中率は低いが見逃しが少ない。

竜巻発生確度ナウキャストは、ドップラーレーダー観測などのデータから推定した「竜巻などの突風が今にも発生する（または発生している）可能性の程度」を2段階で示します。



# 竜巻発生確度ナウキャスト

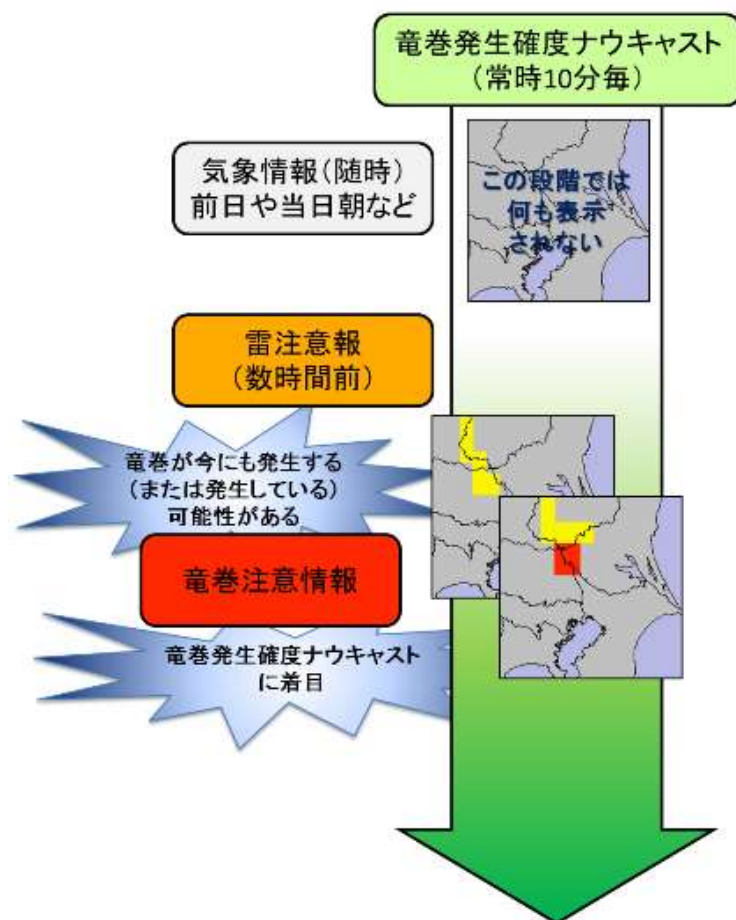


# 突風に関する気象情報の種類

種類	形式・頻度
予告的に発表する気象情報	文章形式の気象情報 必要時に随時発表
雷注意報（突風付加）	
<b>竜巻注意情報</b>	
<b>竜巻発生確度ナウキャスト</b>	分布図形式の解析・予測情報 10分毎に常時提供

# 突風に関する気象情報の利用情報の利用

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日



## 【半日～1日後に竜巻等が発生する可能性がある】

- ・ 行動計画の点検、危険回避行動などを検討する。
- ・ 今後の気象情報（雷注意報など）に注意する。

## 【数時間以内に竜巻等が発生する可能性がある】

- ・ 安全対策に時間を要する場合は、もしものときの危険回避行動を確認する。
- ・ 周辺の気象状況の変化や今後の気象情報（竜巻発生確度ナウキャストなど）に注意する。

## 【竜巻等が発生しやすい気象状況になっている】

- ・ 発達した積乱雲が発生しており、積乱雲の近辺では竜巻等が発生しやすい気象状況である。
- ・ 竜巻発生確度ナウキャストで、竜巻等が発生する可能性のある地域を確認する。
- ・ 安全確保に時間を要する場合には、1時間先までの予測も利用して早めの危険回避準備をする。
- ・ 周囲の空の変化に注意し、積乱雲が近づく兆しがあれば、危険回避行動をとる。

# 竜巻注意情報の精度

気象庁HP :

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日

[https://www.data.jma.go.jp/fcd/tatsumaki/tatsumaki\\_hyoka\\_top.html](https://www.data.jma.go.jp/fcd/tatsumaki/tatsumaki_hyoka_top.html)

	(平成20年3月26日～令和5年10月31日)										一次細分区域単位での発表					
	平成 20年	平成 21年	平成 22年	平成 23年	平成 24年	平成 25年	平成 26年	平成 27年	平成 28年	平成 29年	平成 30年	令和 元年	令和 2年 <sup>*1</sup>	令和 3年 <sup>*1</sup>	令和 4年 <sup>*1</sup>	令和 5年 <sup>*2</sup>
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>適中率</b> 〔括弧内〕は 最大瞬間風速 20m/s以上の事例 を含めた適中率	9% (22%)	5% (30%)	5% (26%)	1% (18%)	3% (25%)	4% (24%)	2% (22%)	4% (24%)	4% (25%)	2% (18%)	3% (28%)	4% (28%)	3% (31%)	3% (28%)	2% (24%)	4% (17%)
<b>捕捉率</b> 〔括弧内〕は F1以上の捕捉率	24% [31%]	21% [67%]	34% [67%]	21% [20%]	32% [40%]	42% [38%]	27% [33%]	35% [78%]	34% [50%]	38% [36%]	44% [33%]	33% [38%]	29% [25%]	42% [57%]	14% [14%]	42% [46%]
<b>発表回数</b>	172	128	490	589	597	606	604	402	372	909	648	331	349	427	319	501
<b>突風回数</b> 〔括弧内〕は F1以上の回数	70 [13]	34 [6]	67 [6]	39 [5]	50 [10]	59 [21]	37 [6]	48 [9]	44 [14]	45 [11]	48 [12]	39 [8]	41 [8]	36 [7]	35 [7]	50 [13]

※1 令和2年以降の竜巻注意情報の精度は速報であり、後日変更する場合があります。

※2 令和5年の竜巻注意情報の精度は10月31日までの暫定値であり、今後も変動する場合があります。

**適中率** : 竜巻注意情報の発表数のうち、有効期間内に突風の発生があった発表の数の割合  
⇒ 発表中にどのくらいの割合で突風が発生したかを表し、情報の信頼性やユーザーの経済的効率に影響

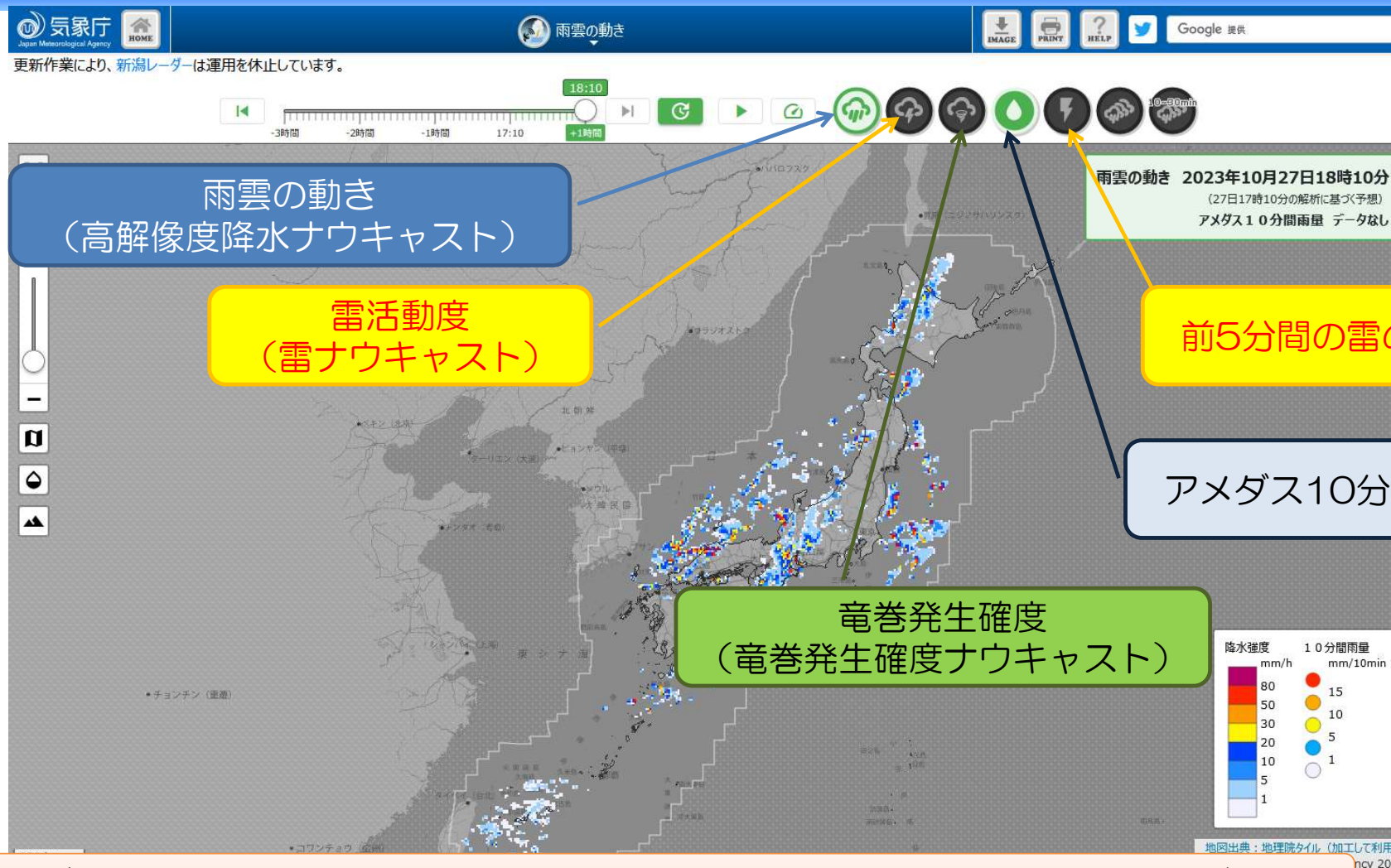
**捕捉率** : 実際に発生した突風回数のうち、竜巻注意情報が予測できた突風の数の割合  
⇒ どのくらいの割合の突風を捕らえられたかを表す防災上重要な指標

最大瞬間風速20m/s以上の事例を含めた適中率 : 突風が発生するか、もしくは対象県内のアメダス観測で最大瞬間風速が20m/s以上を記録した場合に適中とみなした割合

平成28年12月15日より一次細分区域単位での発表を開始。平成29年以降は1年を通して一次細分区域単位で発表。

# 気象庁HP「雨雲の動き」での表示

WXBCセミナー（データ解説編）令和5（2023）年11月29日



「アメダス10分間雨量」、「前5分間の雷の状況」については、重ね合わせ表示が可能