

# 気象庁の防災業務を支える科学技術の方向性について

気象庁 気象研究所長  
永田 雅

# 目次

- 1 日本の自然災害
- 2 雨の監視と予測の技術
- 3 情報の改善と防災・減災
- 4 まとめ

# 近年の日本の自然災害と技術課題

2011年 3月 東北地方太平洋沖地震・津波 → 東日本大震災

(技術課題: **巨大地震・津波の規模**の即時推定、近接地震の緊急地震速報)

2011年 9月 台風第12号に伴う紀伊半島大雨 → 土砂・洪水災害

(技術課題: 3~4日間雨量予測、**深層崩壊**場所の診断・予測)

2012年 5月 つくば市などの竜巻 → 突風災害

(技術課題: **竜巻注意情報の精度**向上、時間・空間の絞り込み)

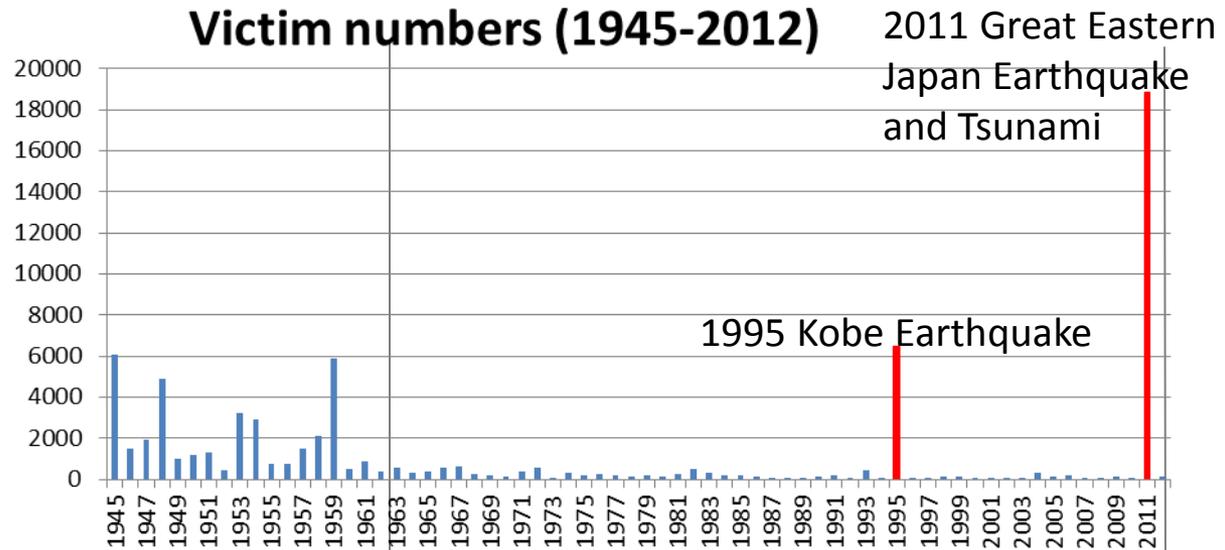
2014年 8月 広島豪雨 → 土石流災害

(技術課題: 数時間継続する“**集中豪雨**”~20km×~100km **の予測**)

2014年 9月 御嶽山水蒸気噴火 → 噴石による登山者の被災

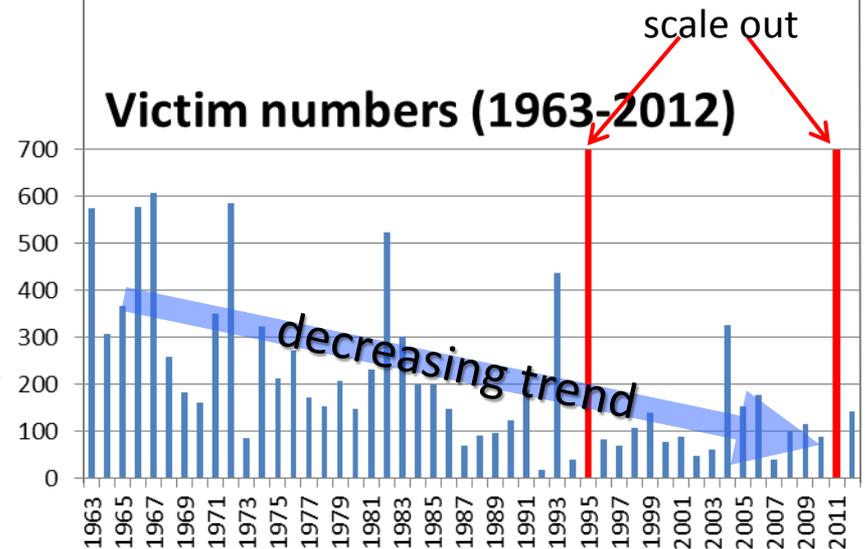
(技術課題: 水蒸気噴火の監視・予測、マグマ噴火を含む**活動評価・診断**)

# 日本の自然災害による死者・行方不明者数



Years with killer earthquakes  
or tsunamis  
vs. *years without*

The latter shows a decreasing trend  
in terms of victim numbers



Note here that neither extremely heavy rainfall events causing serious flooding over a huge area nor landfalls of record-setting intense typhoons have not occurred in mainland Japan for more than 50 years.

# 多くの年の人的被害の主要な要因は「大雨」

1,263 victims in the eight years from 2004 to 2011  
(excluding those from 2011 Great East Japan  
Earthquake and Tsunami)



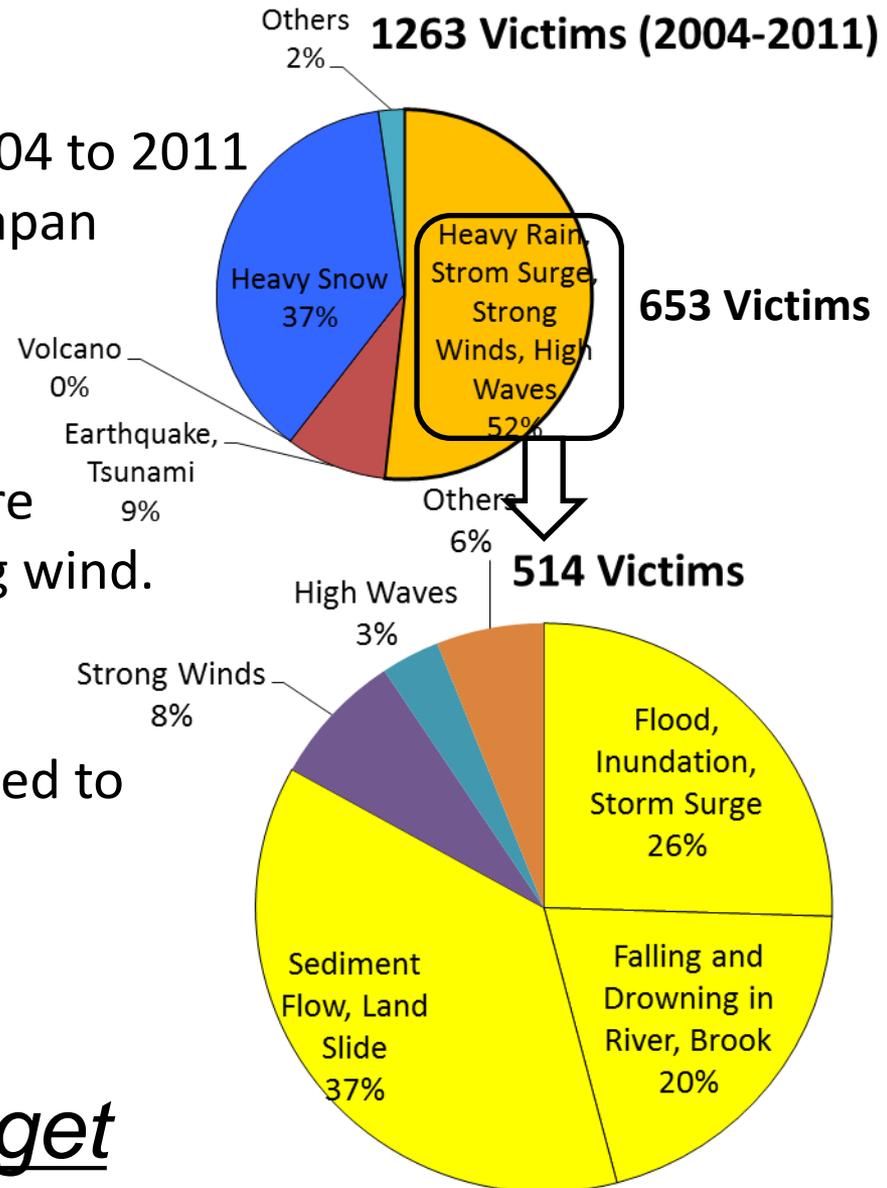
Over 50% (653) of these 1,263 were  
related to heavy rainfall and strong wind.



Over 80% (514) of these 653 were related to  
heavy rainfall (Ushiyama 2013).



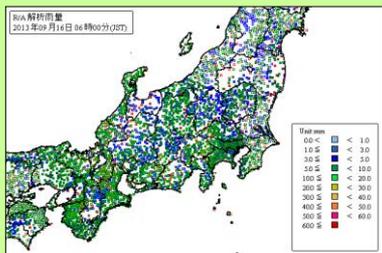
**Heavy rainfall: a major target**



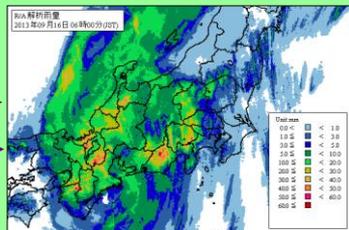
# 雨の監視・予測技術

## Observation & Analysis

### Rain-gauge

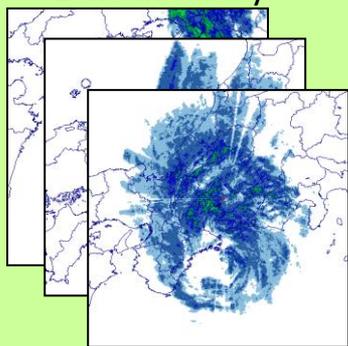


### Precipitation Analysis

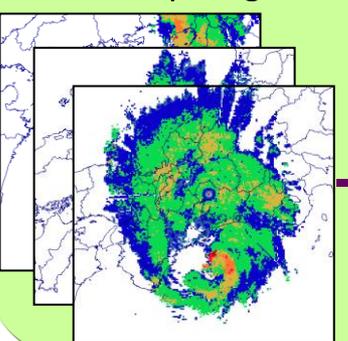


### RADAR

#### Echo intensity

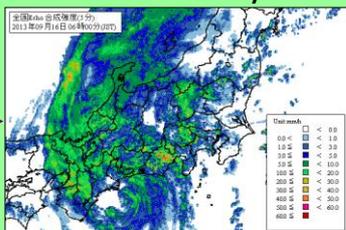


#### Echo top height

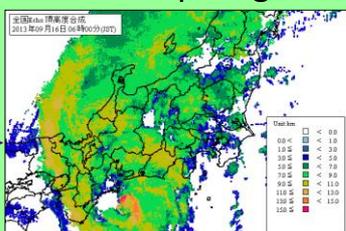


### Composite map

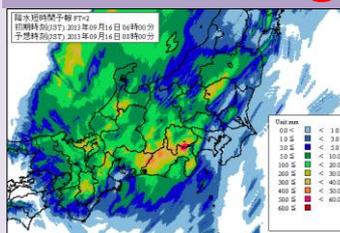
#### Echo intensity



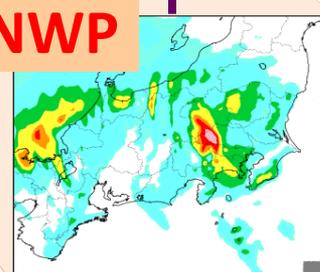
#### Echo top height



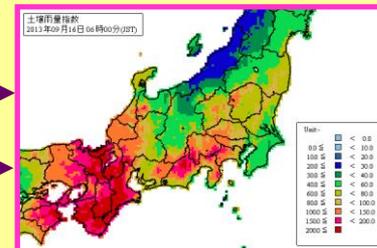
## Nowcasting



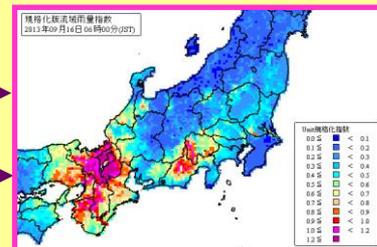
## NWP



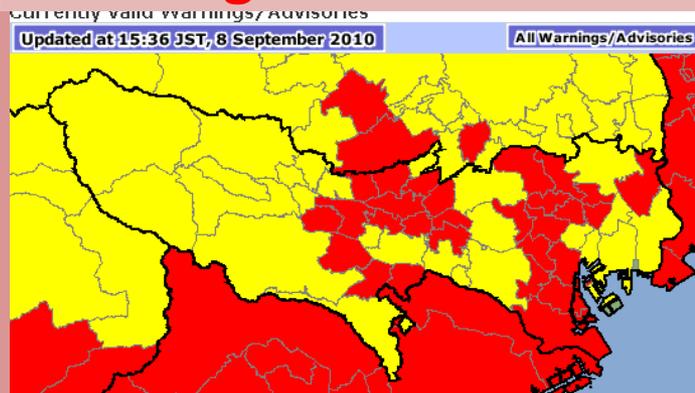
## Soil Water Index



## Runoff Index



## Warnings and advisories



# 雨の監視・予測技術（概念図）

Modified Saito (2012)

Forecast accuracy

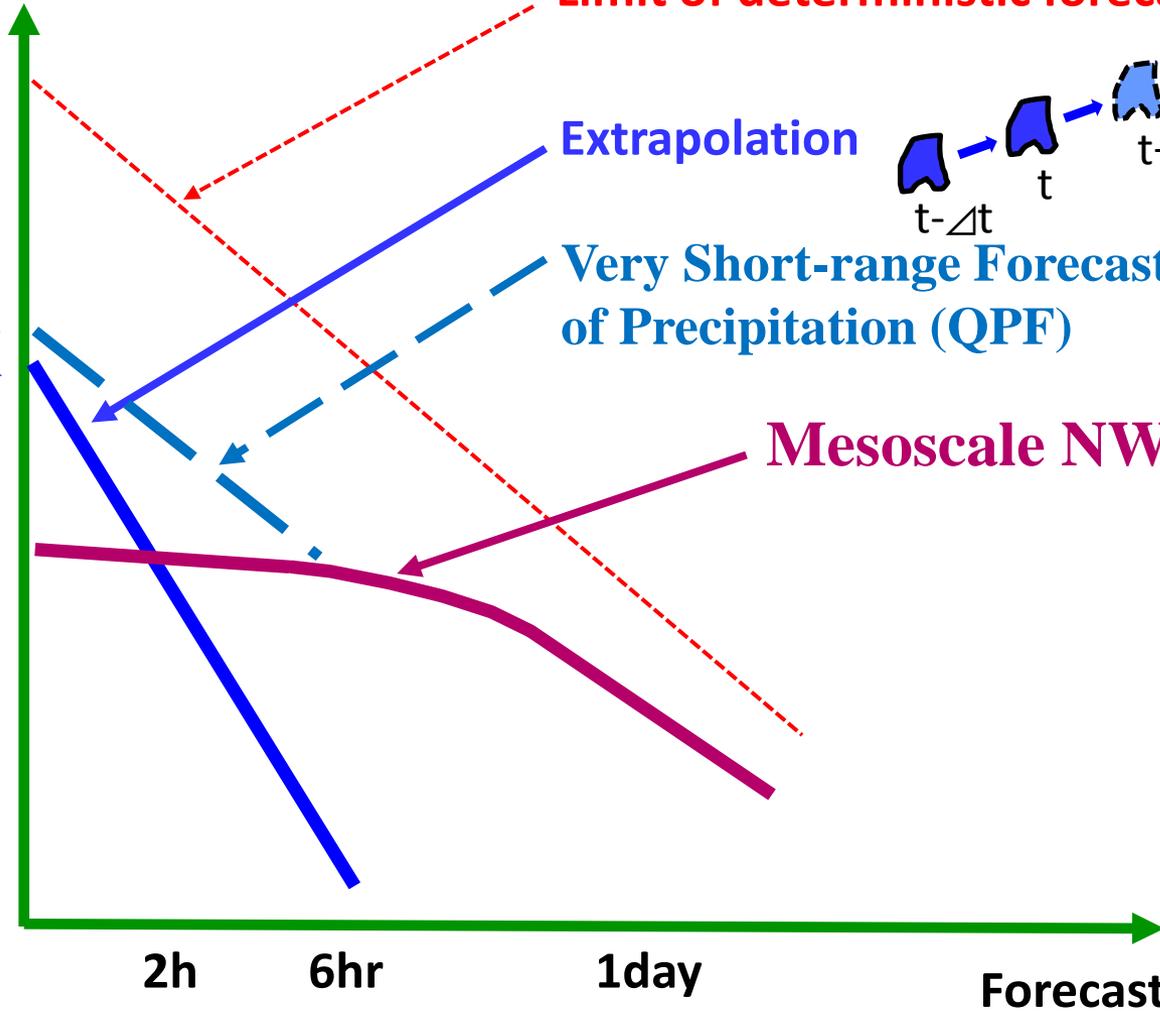
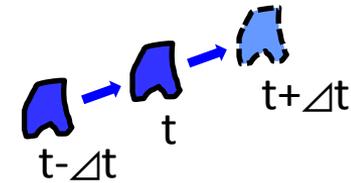
Limit of deterministic forecast

Extrapolation

Very Short-range Forecast of Precipitation (QPF)

Mesoscale NWP model

QPE  
Observation  
and Analysis



2h

6hr

1day

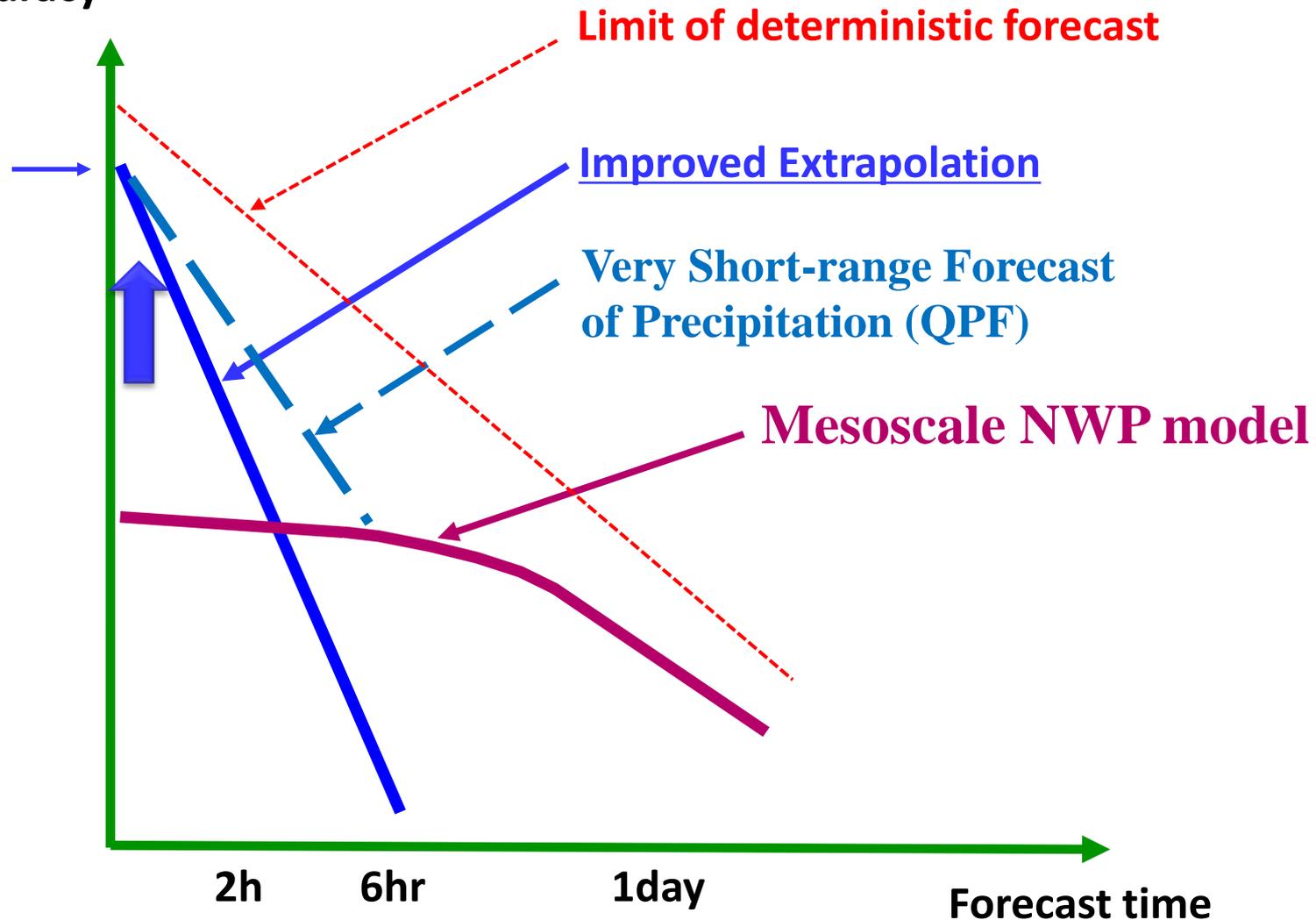
Forecast time

# 雨の監視・予測技術（概念図）

Modified Saito (2012)

Forecast accuracy

Improved  
Observation  
and Analysis

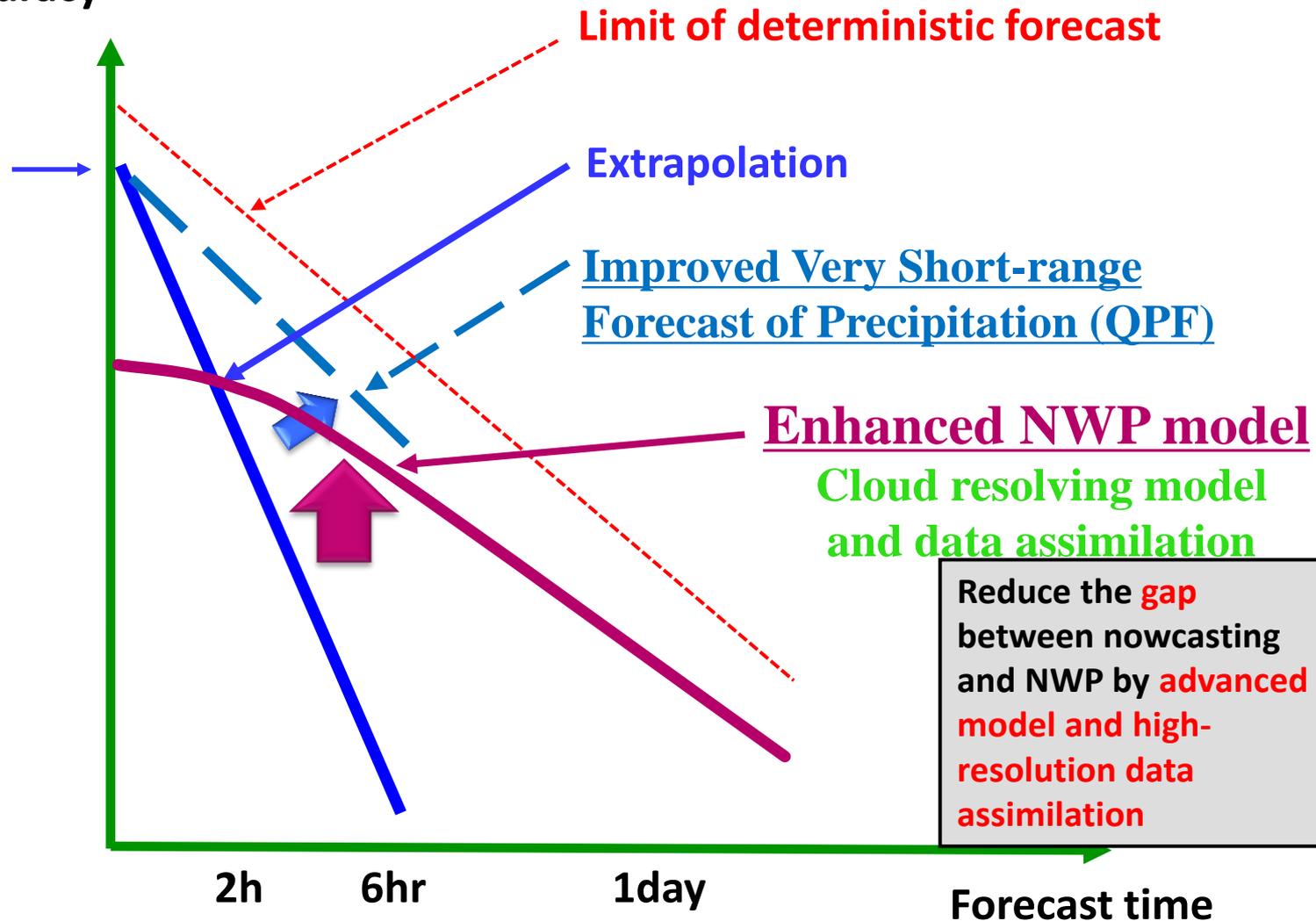


# 雨の監視・予測技術（概念図）

Modified Saito (2012)

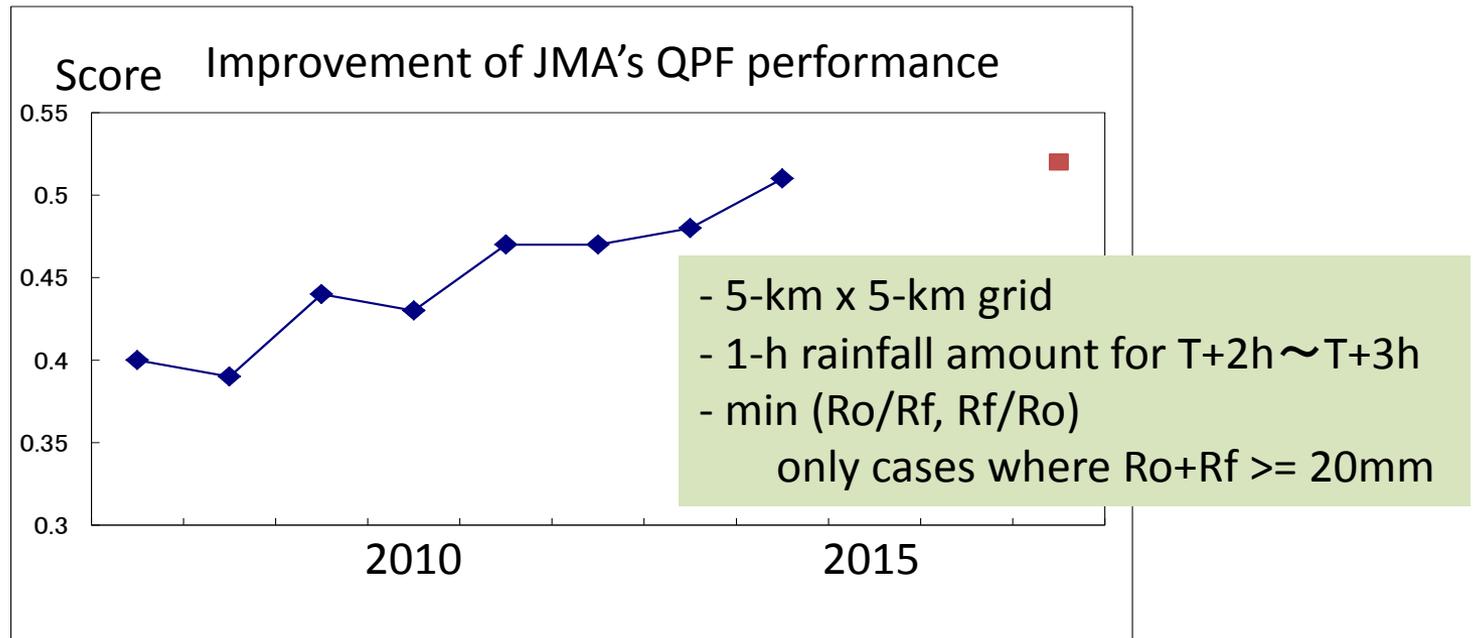
Forecast accuracy

Improved  
Observation  
and Analysis

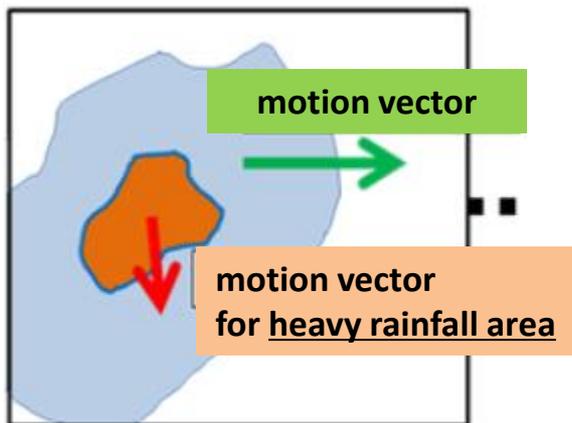




# 「降水短時間予報」 (QPF) の改善



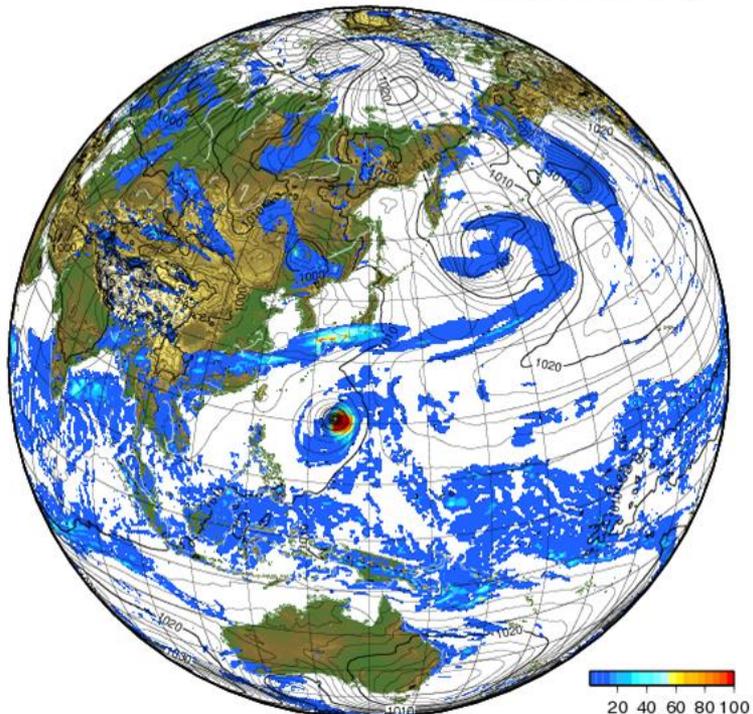
## Example of techniques:



Heavy rainfall area is moved based on a motion vector calculated separately from general rainfall area.

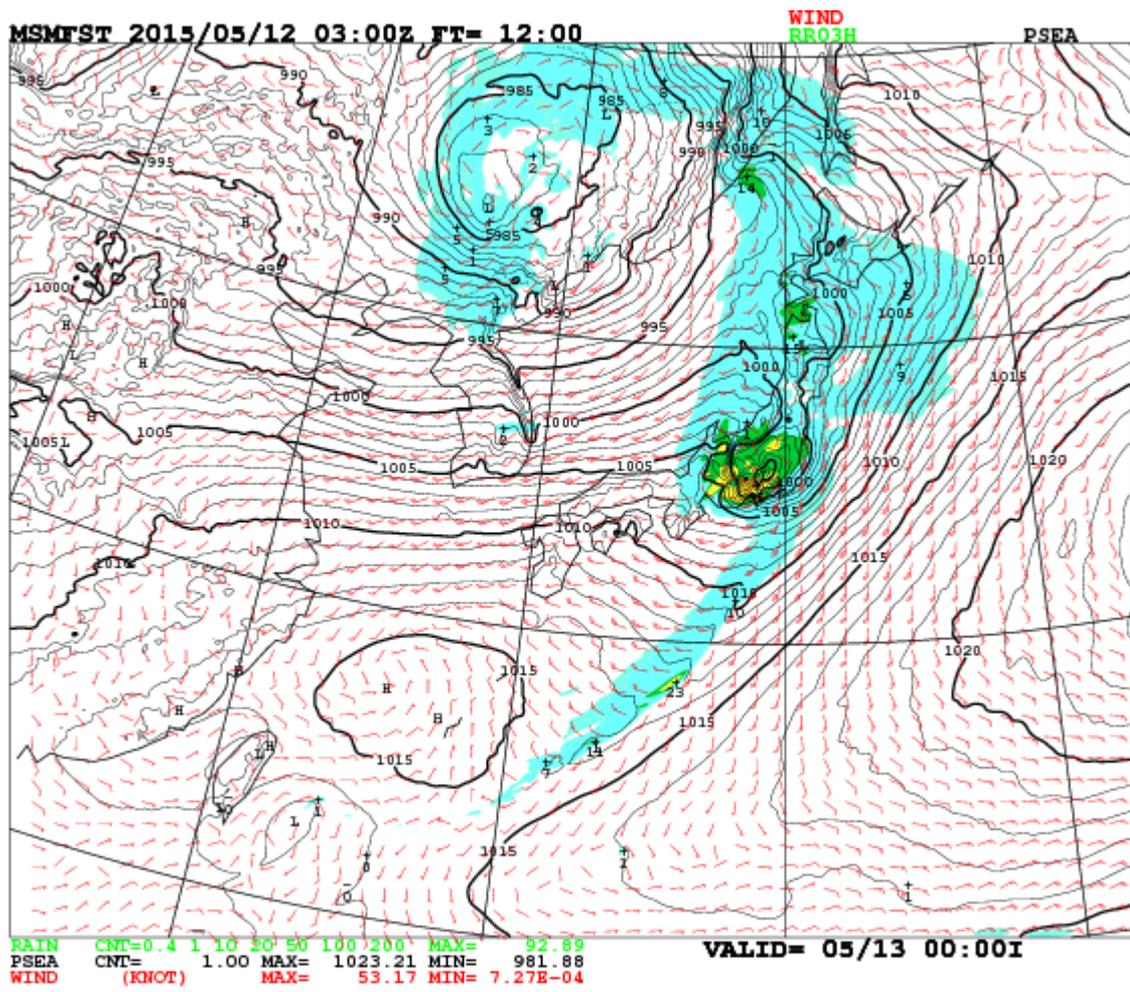
Developing and decaying trends of heavy rainfall area are considered to calculate motion vectors.

GSM-TL959L100 2015.05.13.12UTC FT=120  
 (Valid Time: 05.18.12UTC)

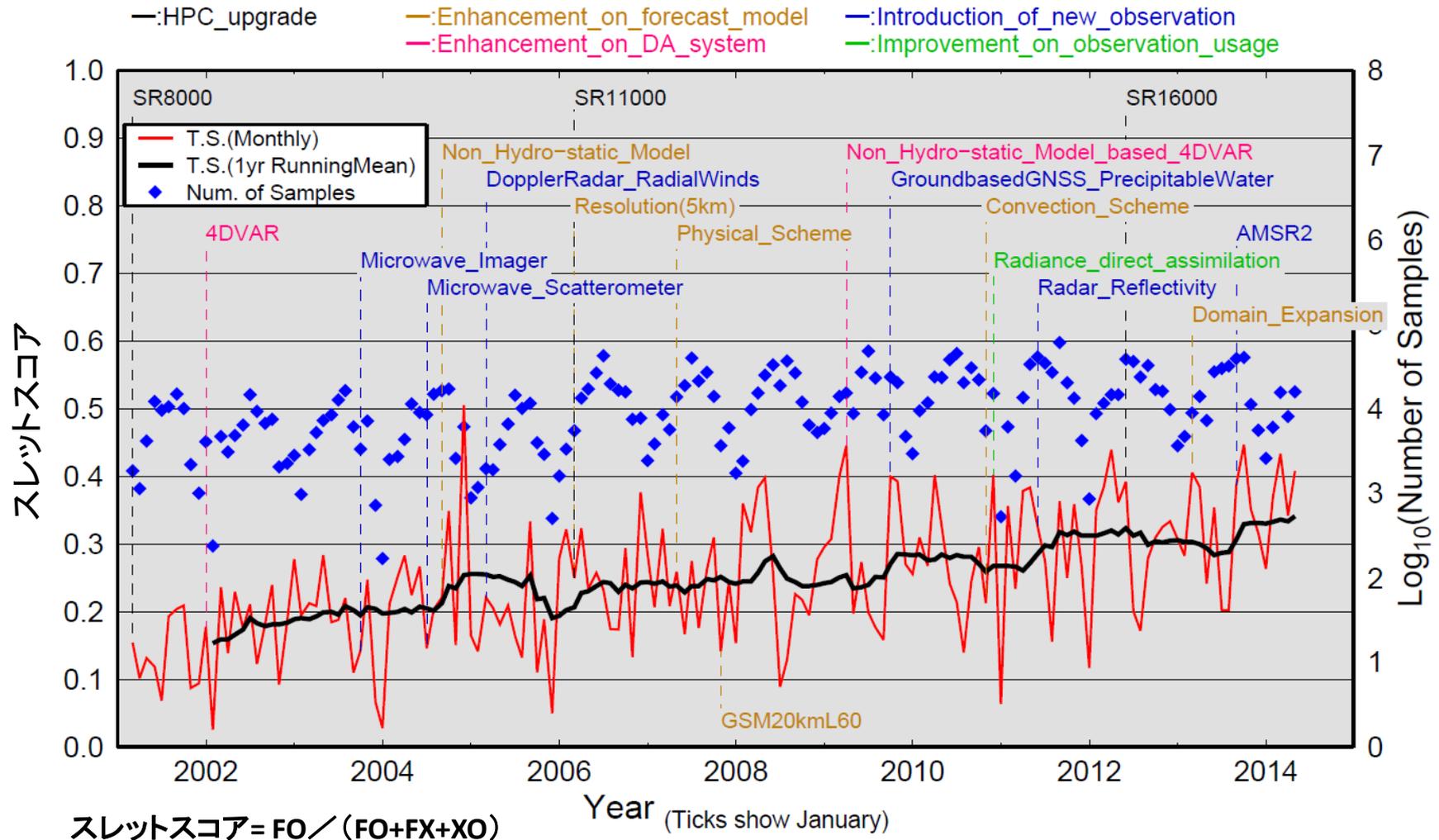


(20km格子) 全球数值予報

(5km格子) メソスケール数值予報



# 気象庁メソモデルによる雨量予測の改善



	観測あり	観測無し
予報あり	FO	FX
予報無し	XO	XX

検証条件 (20-km格子、閾値10mm/3h、T+0h~T+15hの平均値)

Improvements

Brown: model, Blue and Green: observation, Pink: data assimilation scheme

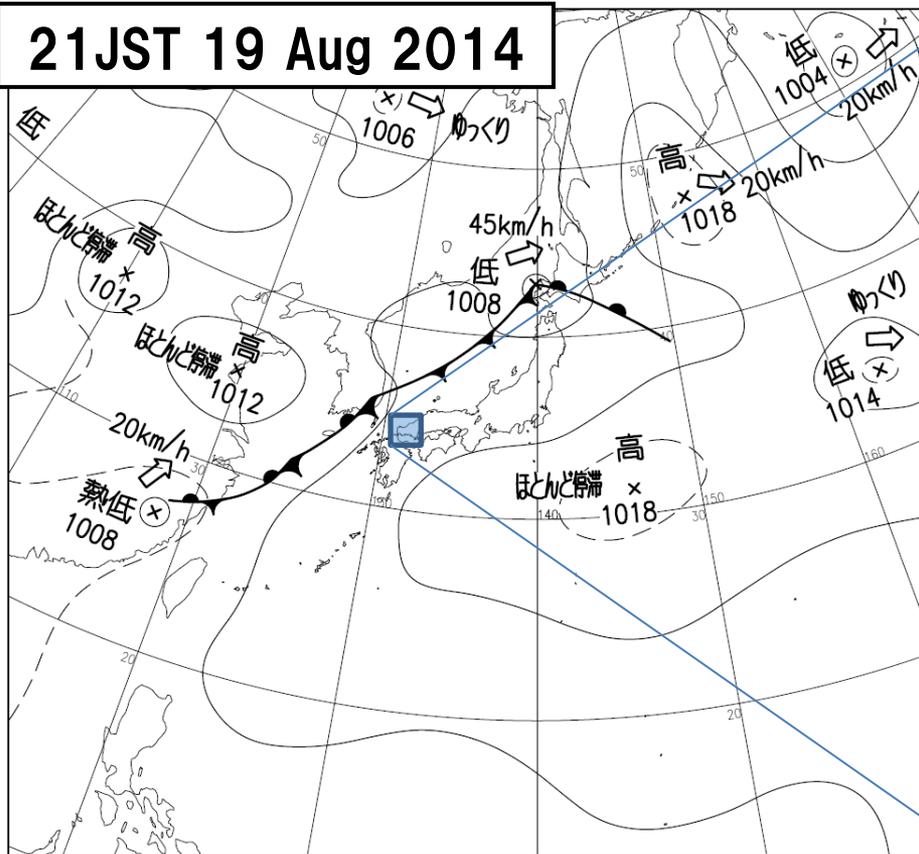
# 広島市土砂災害（2014年8月20日）



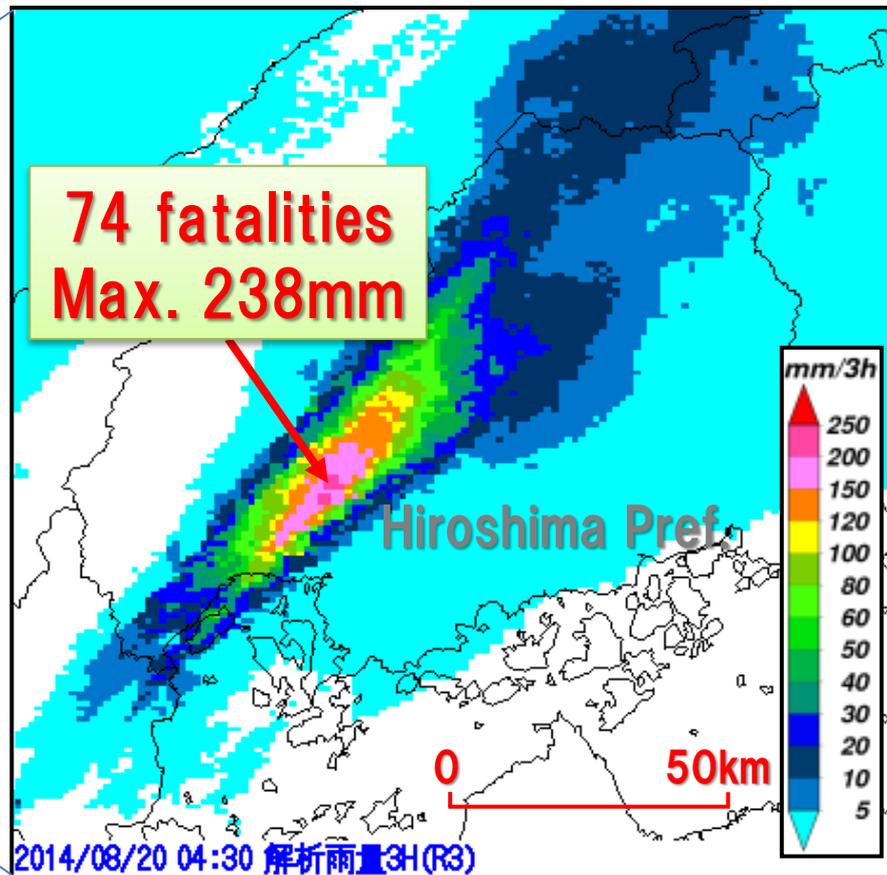
# 広島市土砂災害 (2014年 8月20日)

## Surface Analysis

21JST 19 Aug 2014



## 3-hour precipitation

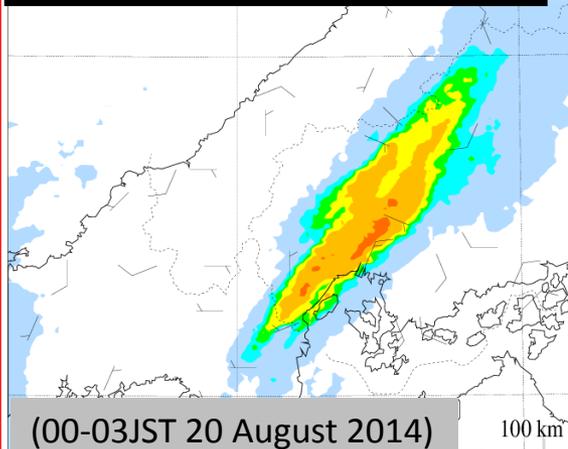


**気象場の特徴： 大雨は地上前線の約300km南**

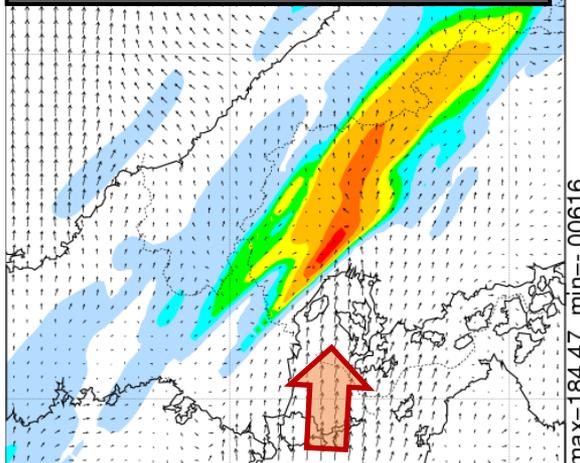
(総観場の強制が弱い環境でバックビルディング形成により線状降水帯が発生)

# 2-km格子気象庁局地モデルによる豪雨の予測

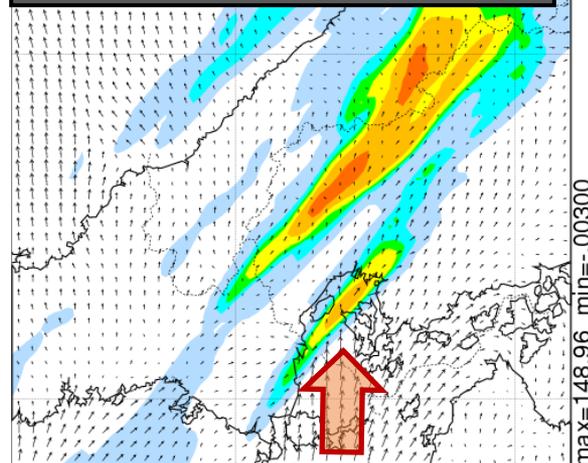
Analysis (3h total rainfall)



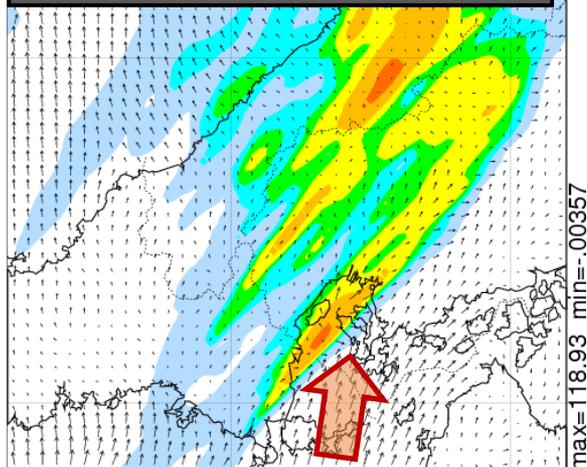
18JST 19 Aug. Initial



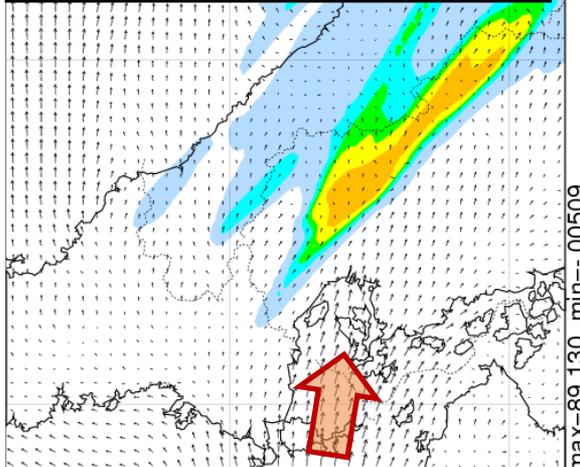
19JST 19 Aug. Initial



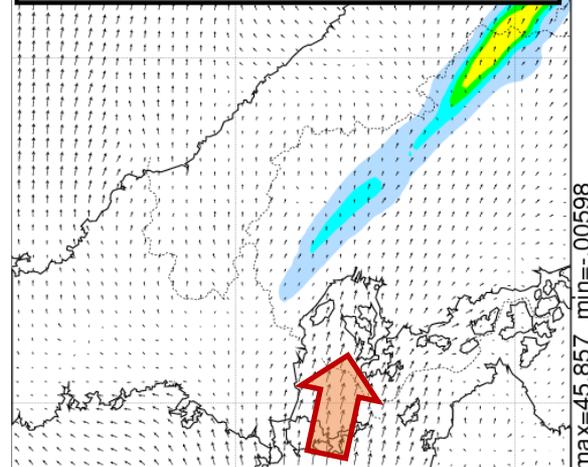
20JST 19 Aug. Initial



21JST 19 Aug. Initial



22JST 19 Aug. Initial



1 10 20 30 50 100 150 mm → 16.0m/s

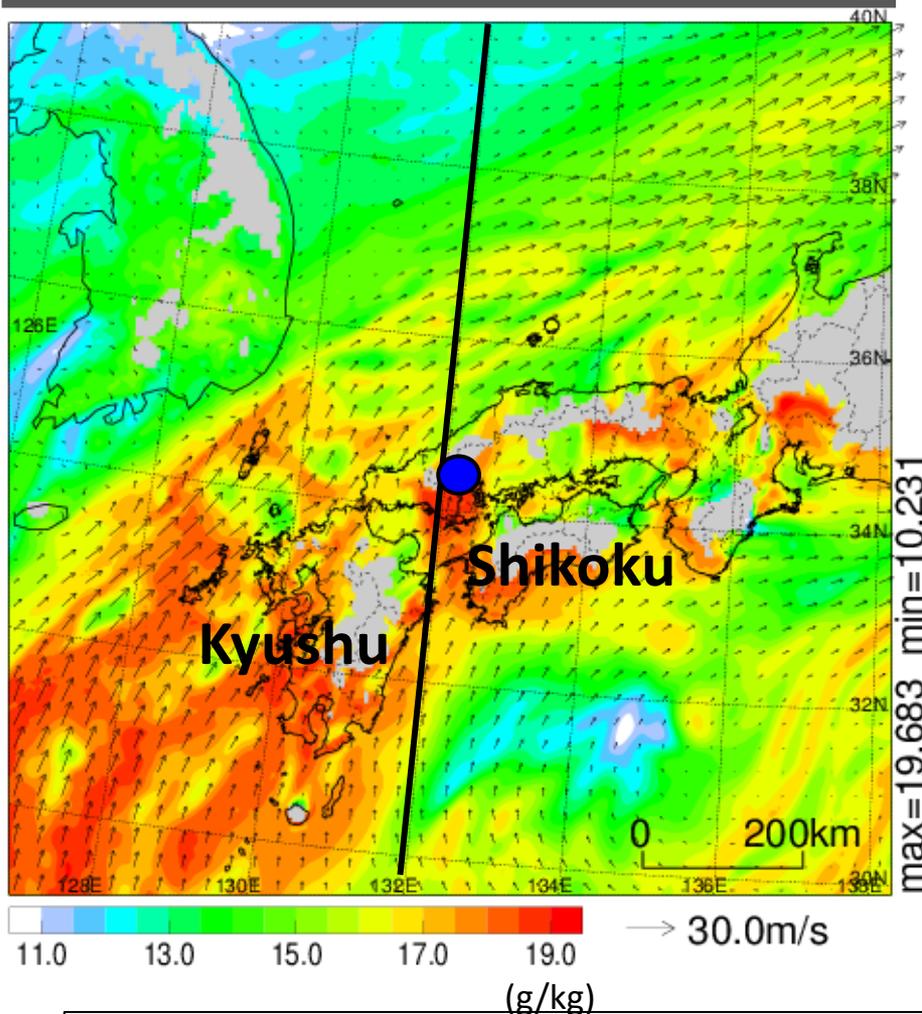
1 10 20 30 50 100 150 mm → 16.0m/s

1 10 20 30 50 100 150 mm → 16.0m/s

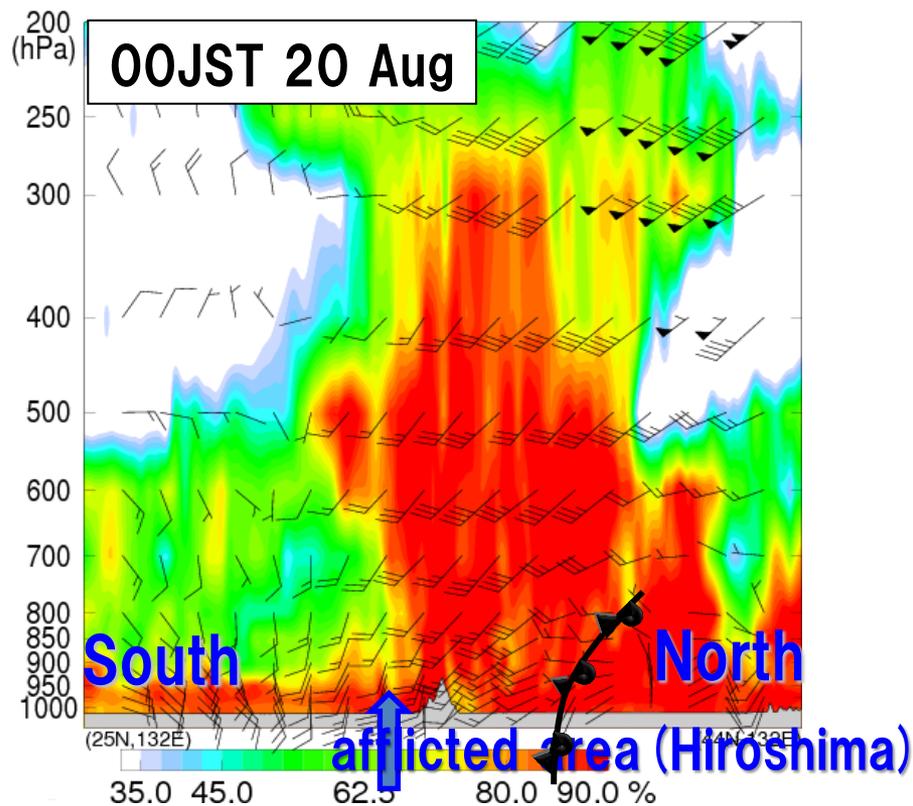
バックビルディング形成による線状降雨帯の強さと場所と時間の正確な予測はまだまだ難しい

# 豪雨の環境： 局所的な多量の水蒸気の流入

## Water vapor amount at 500m height



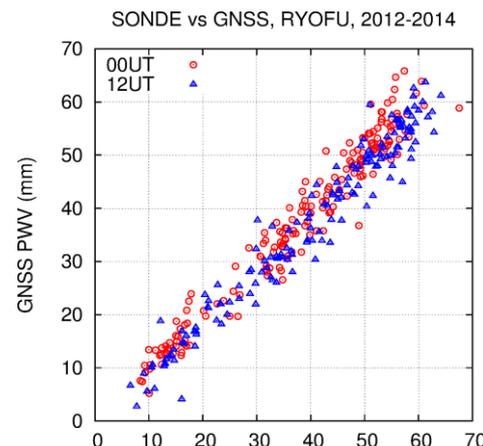
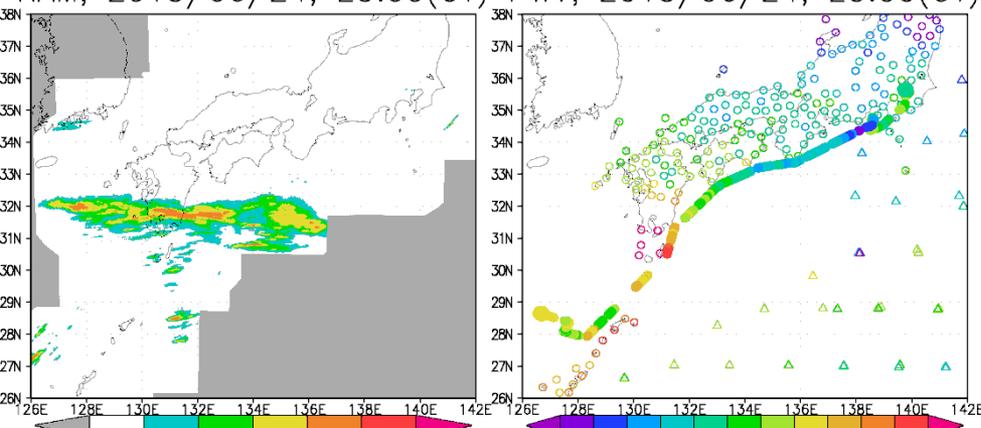
## Vertical section of RH (132E)



鉛直断面図 → 水蒸気の流入は主に最下層で起こっていた。

# 全球衛星測位システム (GNSS) による海上可降水量と ライダーによる水蒸気の観測

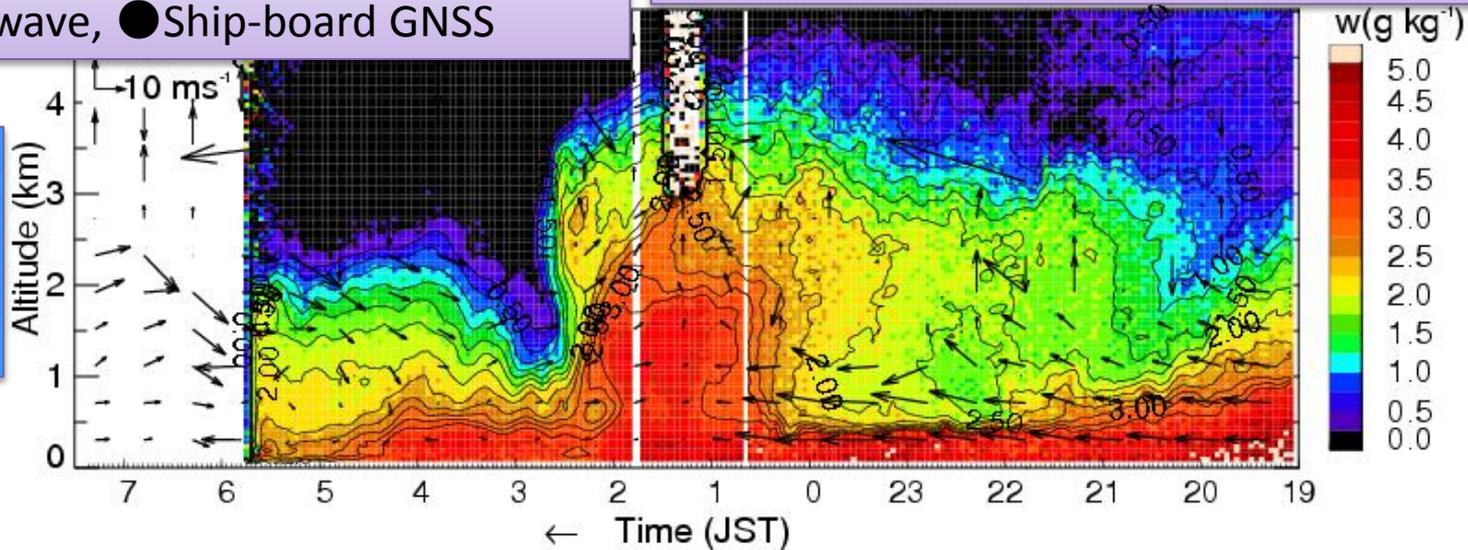
RAM, 2013/06/24, 23:00(UT) PWV, 2013/06/24, 23:00(UT)



Left: Radar analysis  
Right: PWV derived from ○:Ground based GNSS,  
△: Satellite Microwave, ● Ship-board GNSS

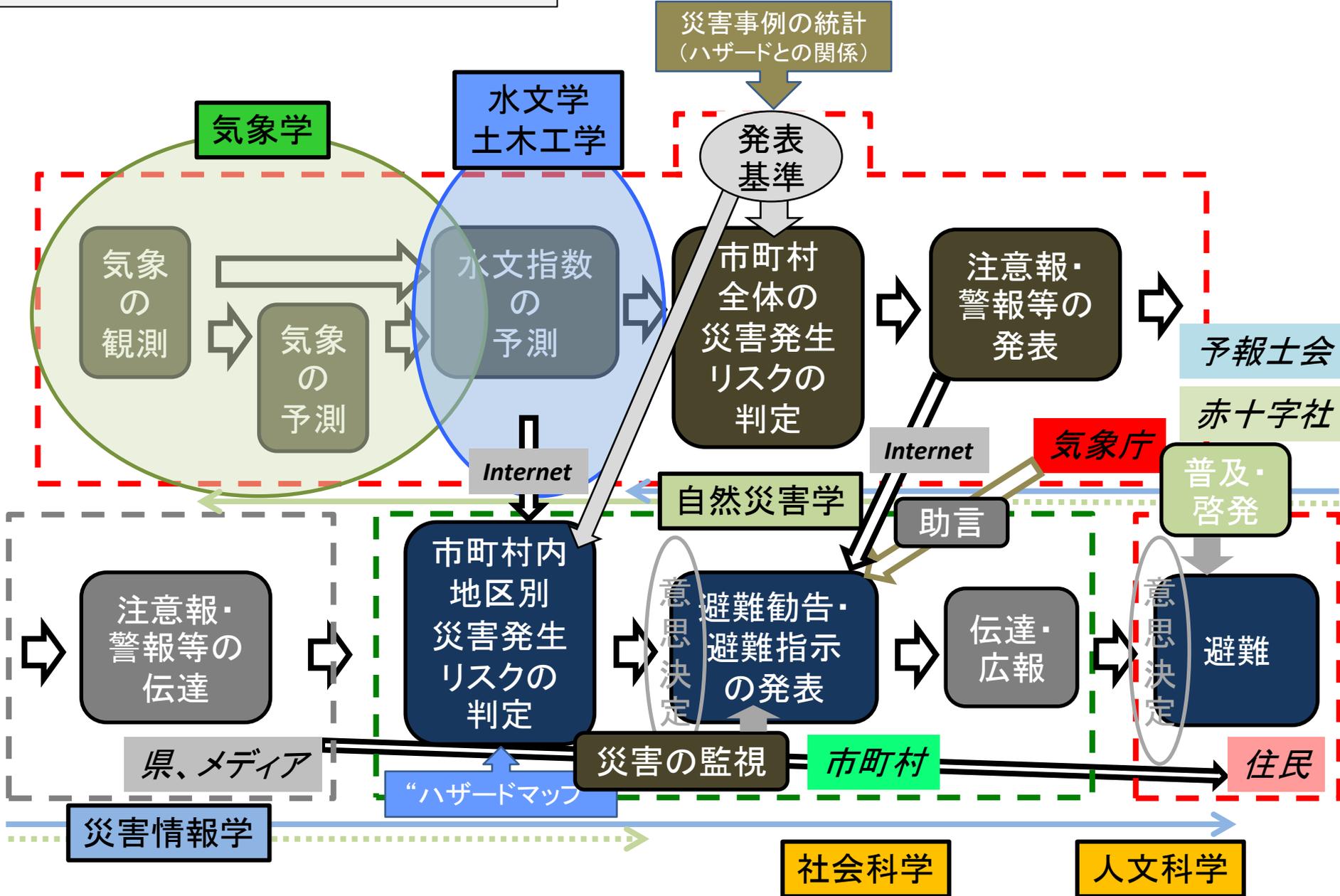
Comparison between radio sonde observation and GNSS maritime PWV

Lidar observation of moisture in the case of a cold front passage



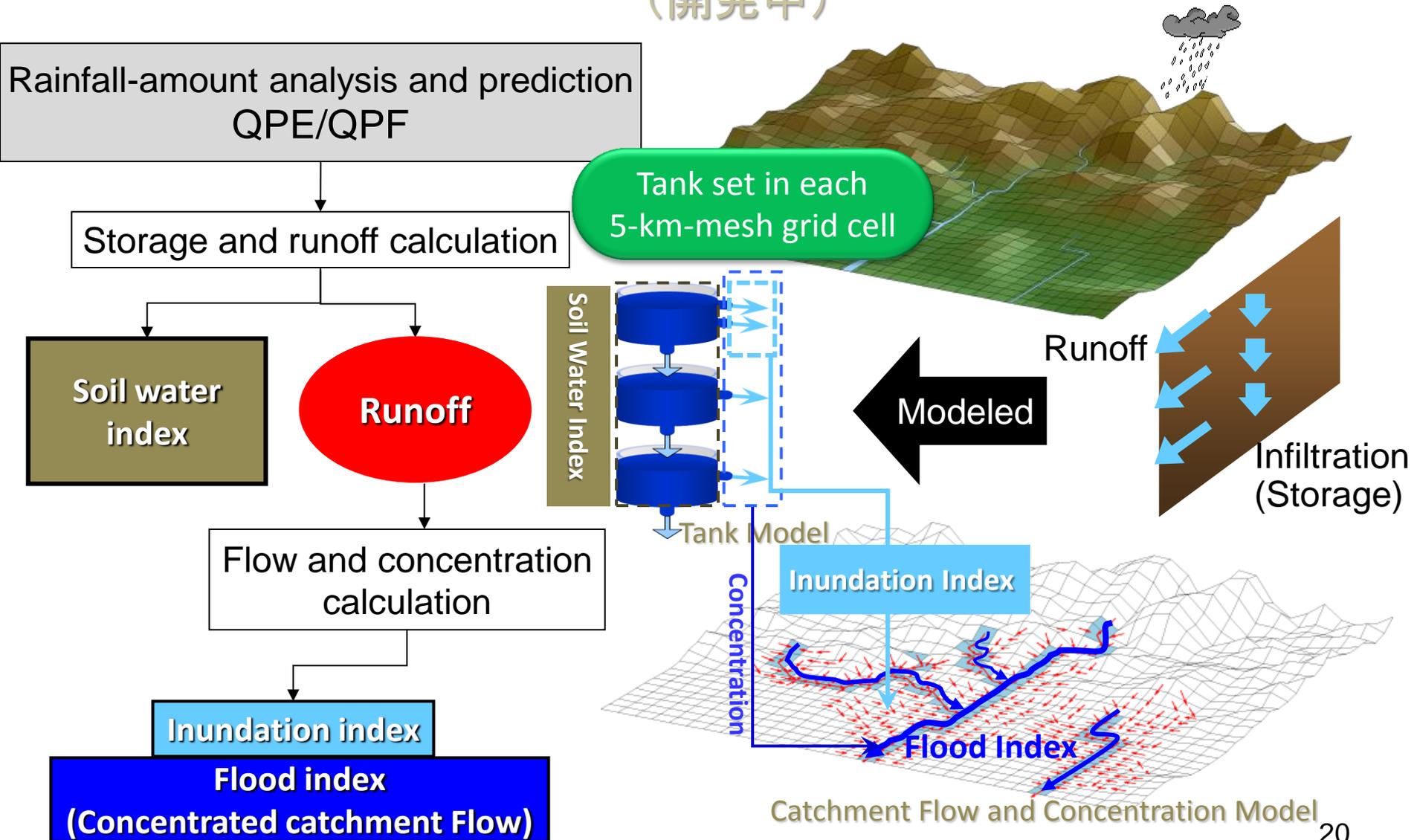
# 防災対応の流れ(現在)

・気象災害の(洪水、浸水、土砂災害で、リードタイムが確保できる)場合



# 警報に利用されている水文指数

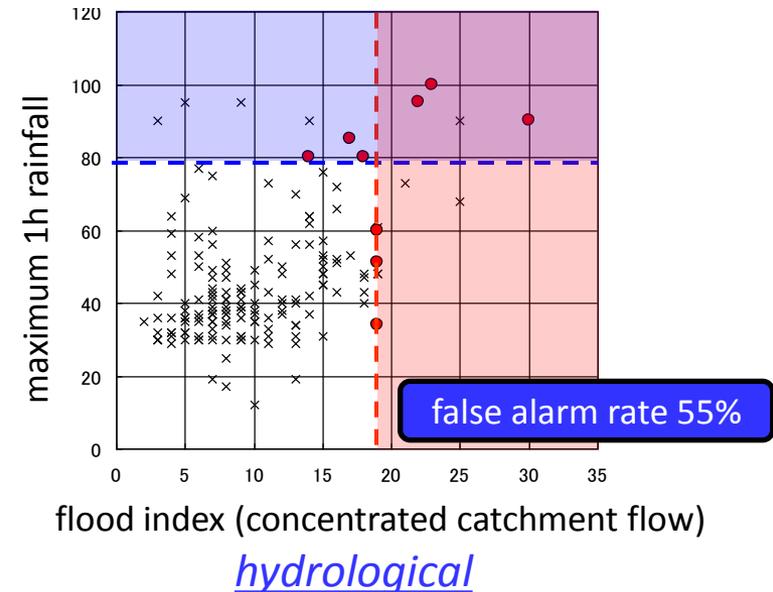
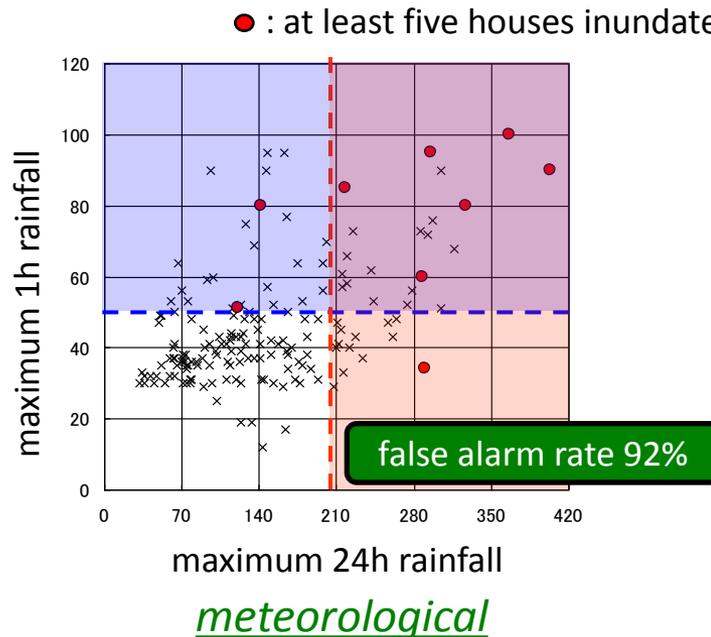
Soil Water Index, Inundation Index, Flood Index  
(開発中)



# 気象指数よりも災害との相関が高い水文指数

Effective rainfall prediction does not necessarily represent successful judgment of whether or not disaster will happen.

*Flood Warning  
Criteria for  
Kagoshima City*



JMA proposes the use of **hydrological indices** better correlated with the occurrence of natural disasters than **meteorological indices**.

## 4. 集中豪雨に対する防災気象情報の課題への対応(案)

危険の切迫度について住民が認識し易くなるための情報提供上の改善や工夫に関する4つの課題 ～前回の分科会資料より～

平成26年8月19～20日の広島市の豪雨  
防災気象情報の発表状況と課題

今後予想される雨量等の**推移や危険度を、より分かりやすく、より確実に**提供する方法はないか。

**課題①**

実況を伝える情報を、より迅速に発表できないか。

**課題③**

象た  
情報



**課題②**

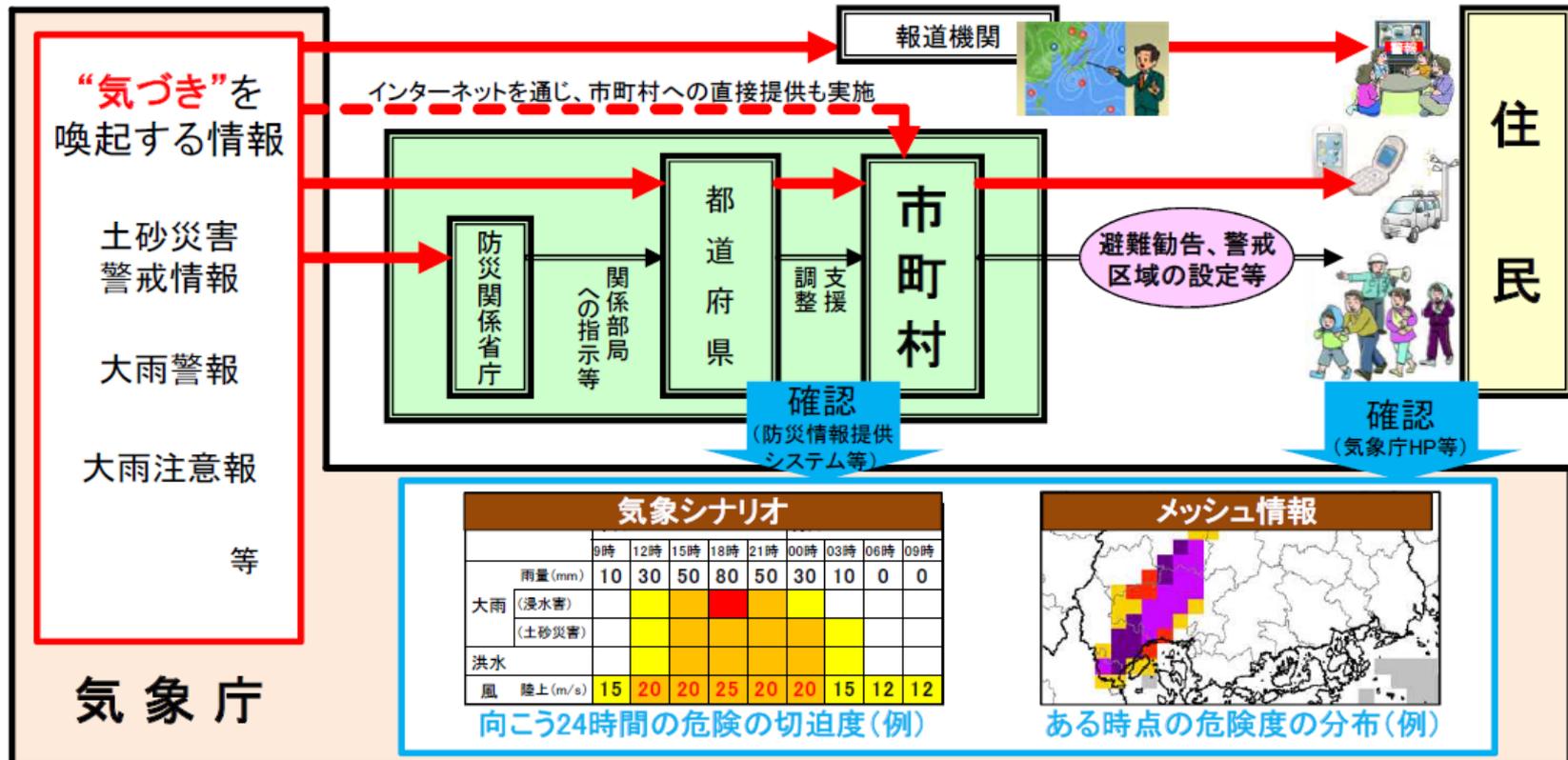
夜間～早朝の避難の可能性を考慮して、確度が低くても警報の可能性があるので、**早い段階から一段高い呼びかけ**のあり方は。

**課題④**

避難勧告対象範囲の判断を支援するため、**区域を細分したメッシュ情報の提供・利活用**を促進すべきではないか。

【課題①】「今後予想される雨量等の推移や危険度を、より分かりやすく、**より確実に**提供する方法はないか。」への対応(案)

市町村長による避難勧告等発令の判断を支援し、住民による主体的避難を促進するため、**大雨警報等**により、“**気づき**”を**迅速・確実に**喚起。  
**気象シナリオ**や**メッシュ情報**により、**危険の切迫度**や**危険な地域**を確認。



防災気象情報の流れ: →  
 関係機関の対応: ⇔

注) 防災気象情報は、上記に示す他、総務省が普及に取り組んでいる災害情報共有システム(Lアラート)など、様々な経路を通じて住民に伝達される。

# 様々なステージでの防災への貢献

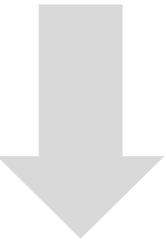
平常時

普及・広報活動を通じて、災害をもたらす自然現象・防災気象情報・ハザードマップなどの理解を深める



異常時

自然現象の監視・予測に基づくハザードについての情報提供により、事前の避難などの対策を取る



災害発生

救助時  
避難時

災害域・程度の推定情報、救助・避難者の生活に役立つ情報の提供により活動を支援する



復旧・  
復興時

災害で脆弱になった環境に適合した防災気象情報の提供によって、復旧・復興活動を支援する

# まとめ1

## 1 日本の自然災害による人的被害の特徴

稀に起こる深刻な地震・津波災害 + 毎年のように発生する雨による災害 + 雪に関連する「事故」

## 2 雨(集中豪雨)の監視・予測技術

観測: 各機関の観測ネットワークの統合

QPF: 短い予測時間ではなお有効

数値(天気)予報: 着実に精度が改善しているが、更なる改善のためには、観測(下層の水蒸気量)、モデル、データ同化技術の発展が必要、アンサンブルの利活用

## 3 防災・減災のための情報提供

正しい理解・適切な行動のための普及・啓発

自然現象の予測から災害の警告へ(水文指数の利用)

防災・減災のステージに適合した情報の提供

## まとめ2

### 4 現在、気象庁で技術開発を強化している事項

- (1) 積乱雲に伴う局地的大雨や竜巻の監視・予測
- (2) バックビルディング形成による線状降水帯に代表される降水システムによる集中豪雨の予測
- (3) 5日程度先までの台風の進路・強度予測
- (4) 南海トラフ巨大地震等での的確な津波警報等の発表
- (5) 水蒸気噴火や大規模マグマ噴火の的確な警報の発表

ご清聴、ありがとうございました