

2020.9.26

「富岳」成果創出加速プログラム 第一回シンポジウム
～豪雨・台風の高精度な予測をめざして～

局地的豪雨のリアルタイム実証実験

理化学研究所 計算科学研究センター
データ同化研究チーム
複合系気候科学研究チーム
フラッグシップ2020プロジェクト

情報通信研究機構 電磁波研究所リモートセンシング研究室
大阪大学 大学院工学研究科
株式会社エムティーアイ
学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN)

理化学研究所 計算科学研究センター
データ同化研究チーム 特別研究員
雨宮 新



2020年8月25日~9月6日 30分降水予報の首都圏でのリアルタイム実証実験

[交通アクセス](#) [お問い合わせ](#) [English Site](#)

[報道関係者の方](#)

[理研在籍者・OBの方](#)

[理研寄附金](#)



Google™ カスタム検索

検索

[理研について](#)

[研究室紹介](#)

[研究成果 \(プレスリリース\)](#)

[広報活動](#)

[産学連携](#)

[採用情報](#)

[Home](#) > [広報活動](#) > [お知らせ](#) > [お知らせ 2020](#)

いいね! 125

ツイート

2020年8月21日

[← 前の記事](#) [↑ 二覧へ戻る](#) [→ 次の記事](#)

理化学研究所

情報通信研究機構

大阪大学

株式会社エムティーアイ

筑波大学

東京大学

科学技術振興機構

30秒ごとに更新するゲリラ豪雨予報

ー首都圏でのリアルタイム実証実験を開始ー

理化学研究所（理研） 計算科学研究センターデータ同化研究チームの三好建正チームリーダー、情報通信研究機構 電磁波研究所リモートセンシング研究室の佐藤晋介研究マネージャー、大阪大学 大学院工学研究科の牛尾知雄教授、株式会社エムティーアイ ライフ事業部気象サービス部の小池佳奈部長、筑波大学 計算科学研究センターの朴泰祐教授、東京大学 情報基盤センターの中島研吾教授らの[共同研究グループ](#)は、2020年8月25日から9月5日まで、首都圏において30秒ごとに更新する30分後までの超高速降水予報のリアルタイム実証実験を行います。

本研究成果は、近年増大する突発的な[ゲリラ豪雨](#)^[1]などの降水リスクに対して、コンピュータ上の仮想世界と現実世界をリンクさせることで、[超スマート社会Society 5.0](#)^[2]の実現に貢献すると期待できます。

共同研究グループは、2016年に[スーパーコンピュータ「京」](#)^[3]と[フェーズドアレイ気象レーダ（PAWR）](#)^[4]を生かした「ゲリラ豪雨予測手法」を開発しました注1）。今回、この手法を高度化し、さいたま市に設置されている情報通信研究機構が運用する最新鋭の[マルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ（MP-PAWR）](#)^[5]による30秒ごとの雨雲の詳細な観測データと、筑波大学と東京大学が共同で運営する最先端共同HPC基盤施設（JCAHPC）の[スーパーコンピュータOakforest-PACS](#)^[6]を用いて、リアルタイムで30秒ごとに新しいデータを取り込んで更新し、30分後まで予測する超高速降水予報システムを開発しました。この予測データを、理研の天気予報研究のウェブページでは30秒ごとに分割して連続的に表示します。これまでの天気予報

↑
Top

2020年8月21日 理化学研究所 お知らせ

https://www.riken.jp/pr/news/2020/20200821_1/index.html



(株) エムティーアイ 「3D雨雲ウォッチ」

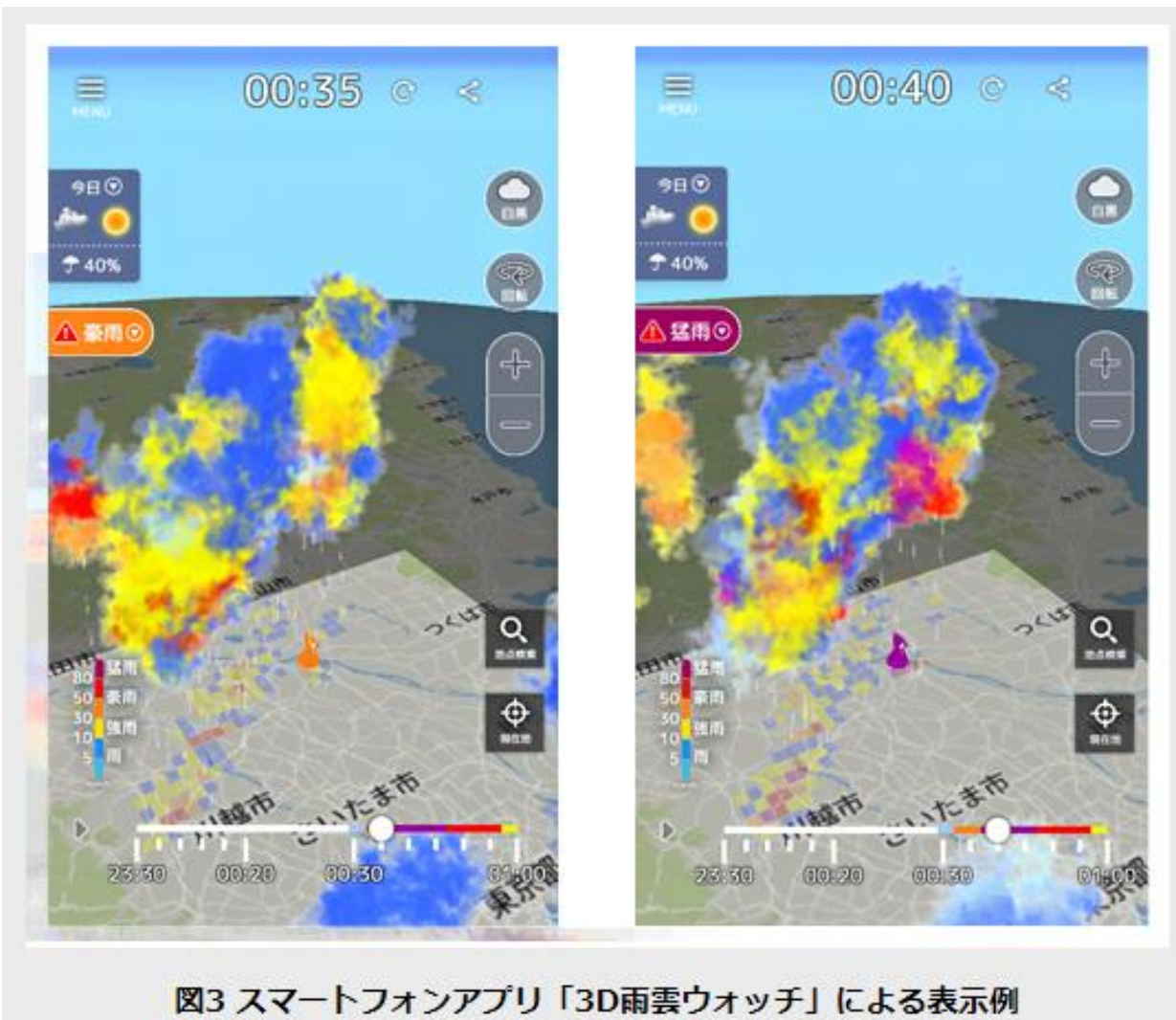
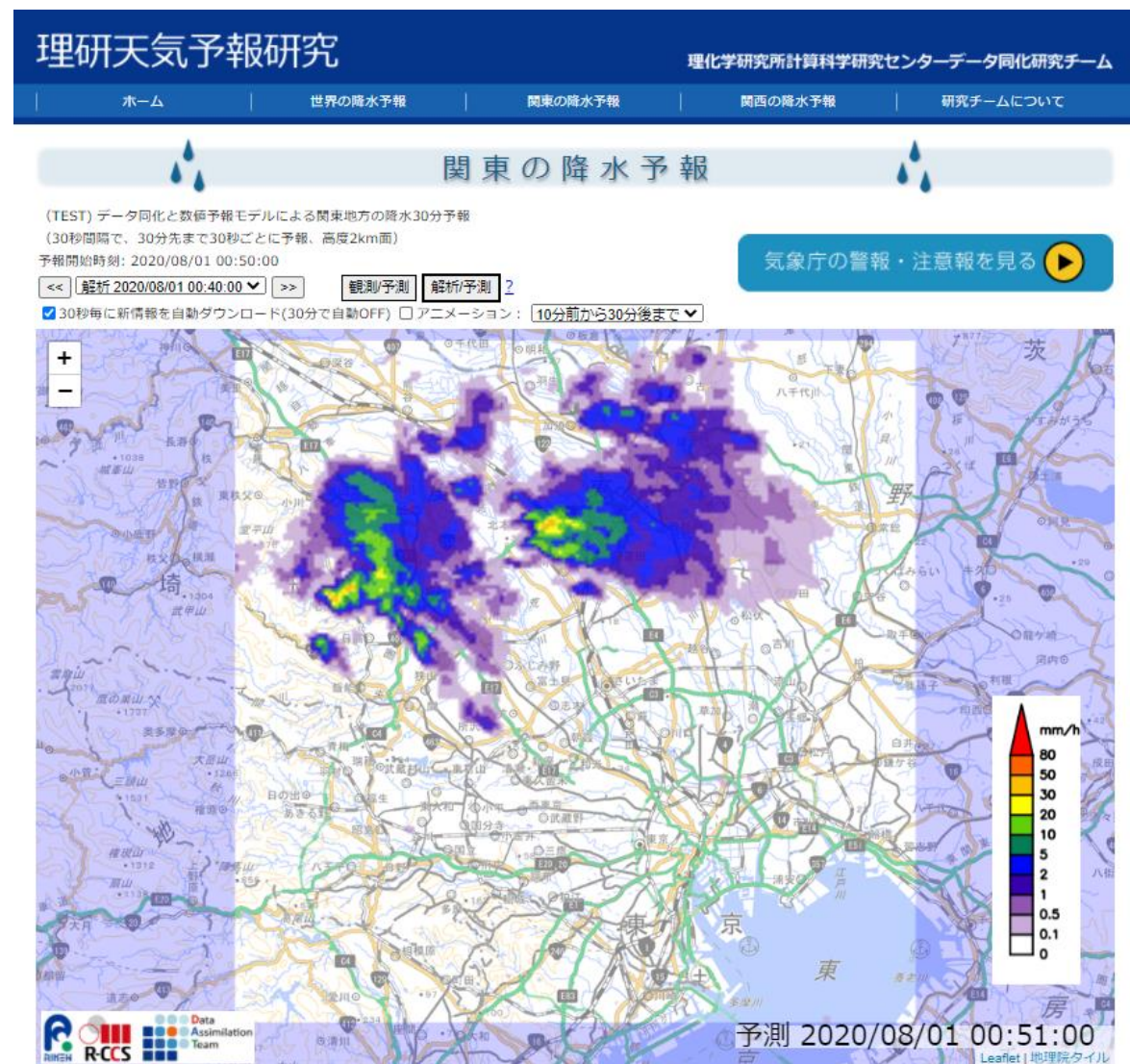


図3 スマートフォンアプリ「3D雨雲ウォッチ」による表示例

2020年8月21日 理化学研究所プレスリリース

https://www.riken.jp/pr/news/2020/20200821_1/index.html

理化学研究所 理研天気予報研究 Webページ
(<https://weather.riken.jp/index.html>)



目次

- 背景：局地的豪雨の観測と予報
 - 局地的豪雨について
 - 気象レーダによる観測
 - レーダ観測に基づく降水予測の手法
- スーパーコンピュータによる降水予報研究
 - フェーズドアレイ気象レーダによる観測
 - 2種類の降水予測手法
 - リアルタイム予報の実証実験
- 今後の展望

背景：局地的豪雨の観測と予報

局地的豪雨

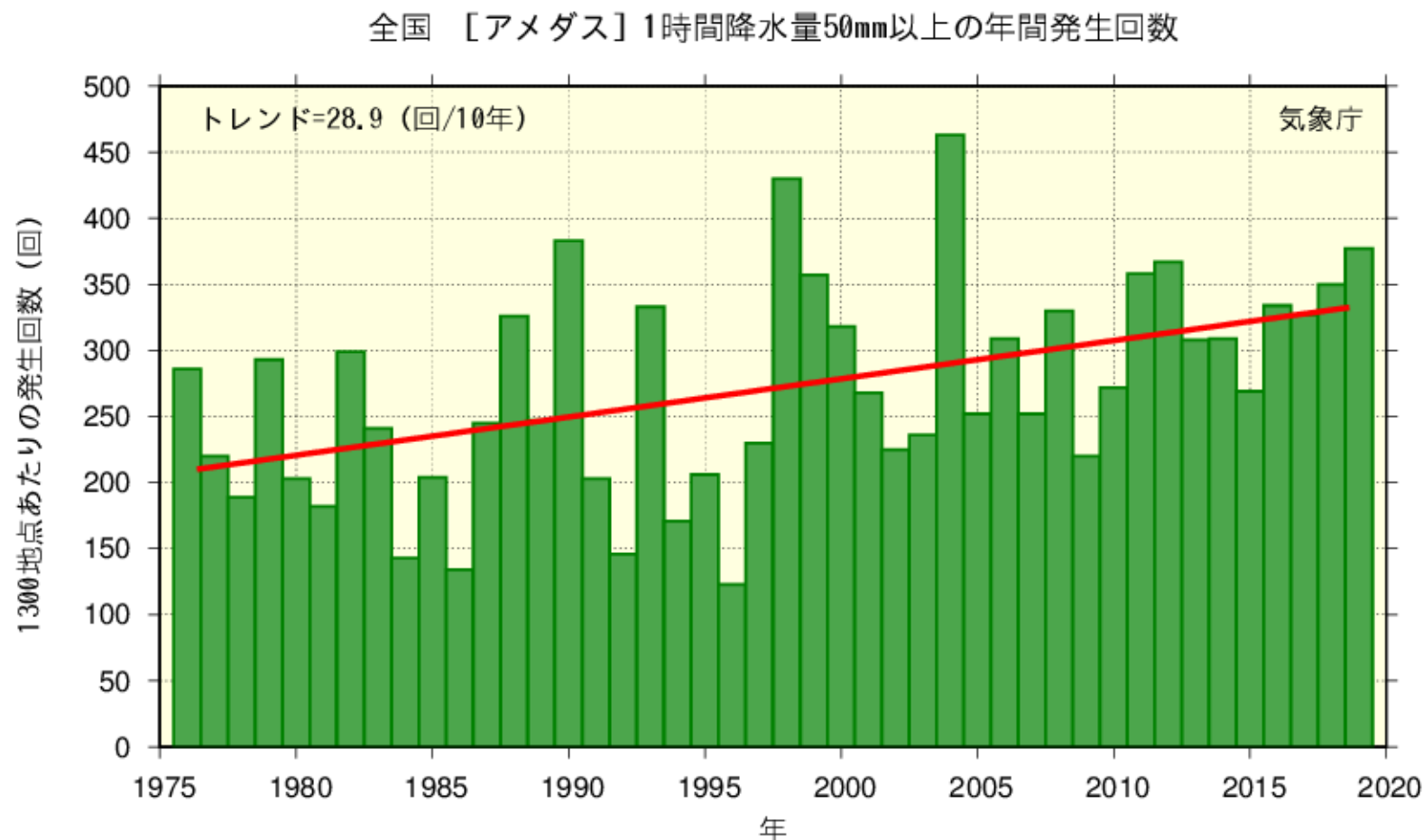
- **大気不安定**の状態のときに**積乱雲**によって発生
- **突風、落雷、ひょう**を伴う
- 局地的・短時間の現象
 - 個々の積乱雲は数km程度
 - 数分~数十分で**急速に発達**することも



(https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/tenki_chuui/tenki_chuui_p8.html)

発生回数の経年変化

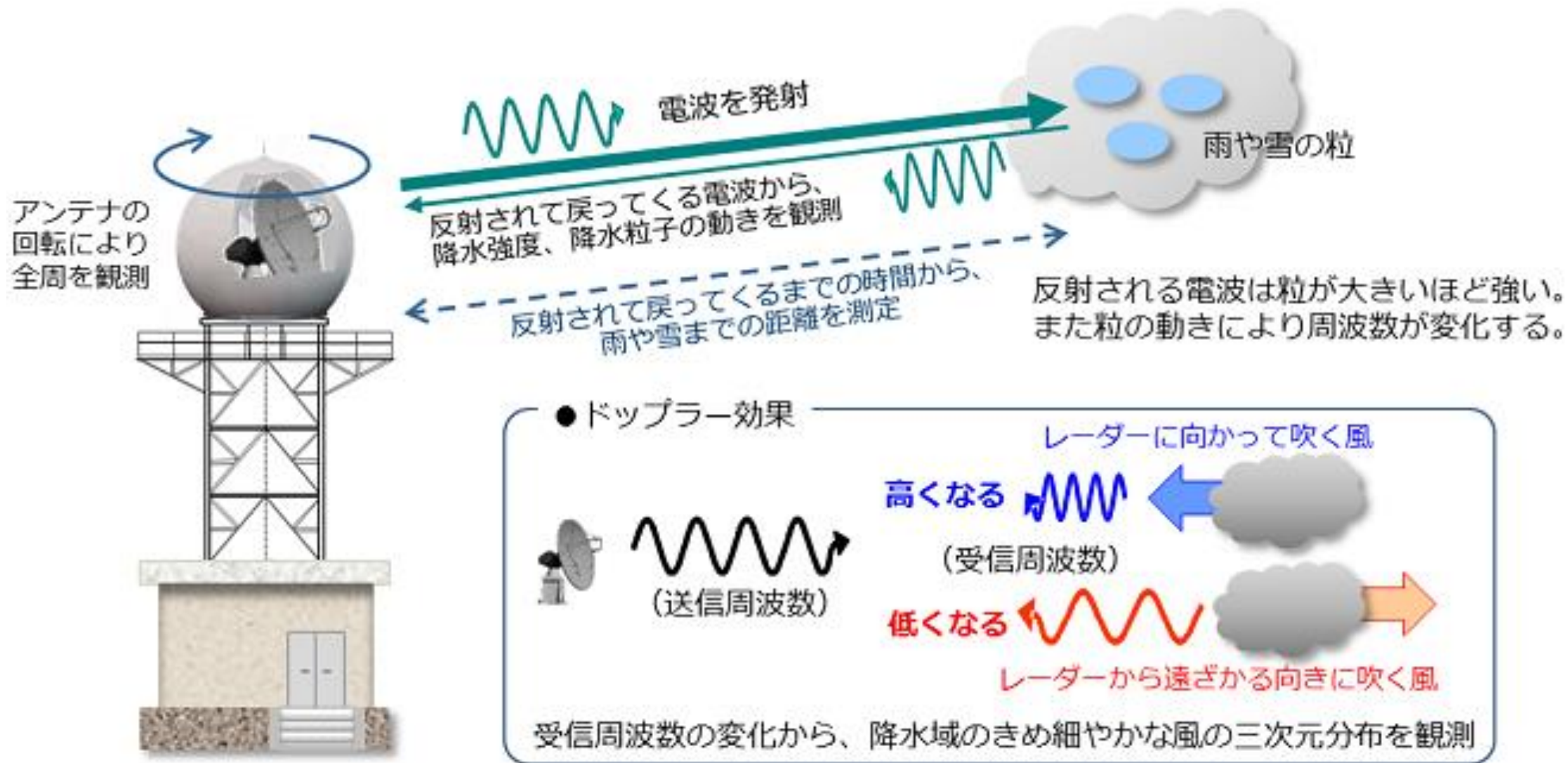
実際に大雨の回数は増えている



全国の1時間降水量50mm以上の年間発生回数の経年変化 (1976～2019年)

出典：気象庁ホームページ (http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html)

気象レーダによる観測



出典：気象庁HP(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/radar/kaisetsu.html>)

気象レーダを用いた降水予報

全国の気象レーダ観測のネットワークを利用
60分後までの予報を5分ごとに更新

ホーム > 防災情報 > 雨雲の動き(高解像度降水ナウキャスト)



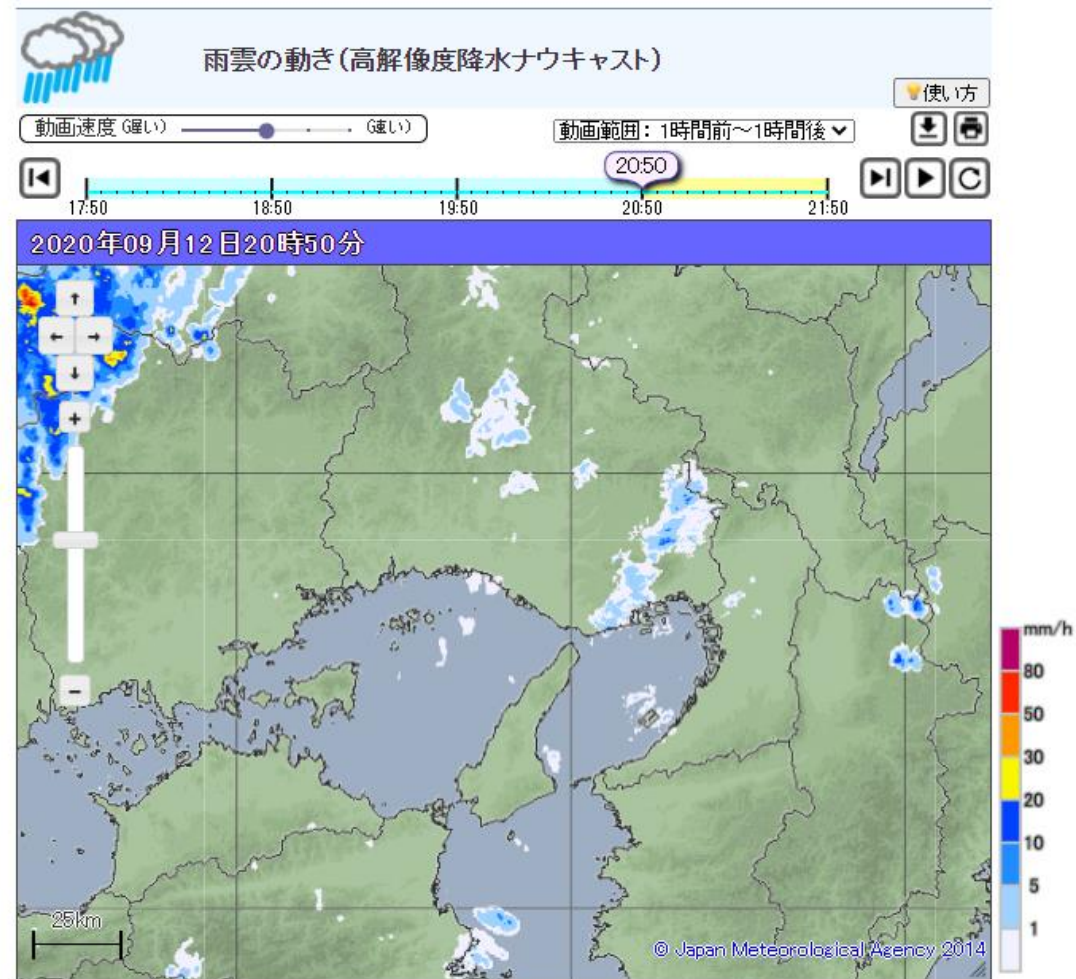
雨雲の動き
高解像度降水ナウキャスト



今後の雨
降水短時間予報



危険度分布



気象庁 高解像度降水ナウキャスト
<https://www.jma.go.jp/jp/highresorad/>



色



強い雨



電雷1・雷2(ナウキャスト)



雷



アメダス

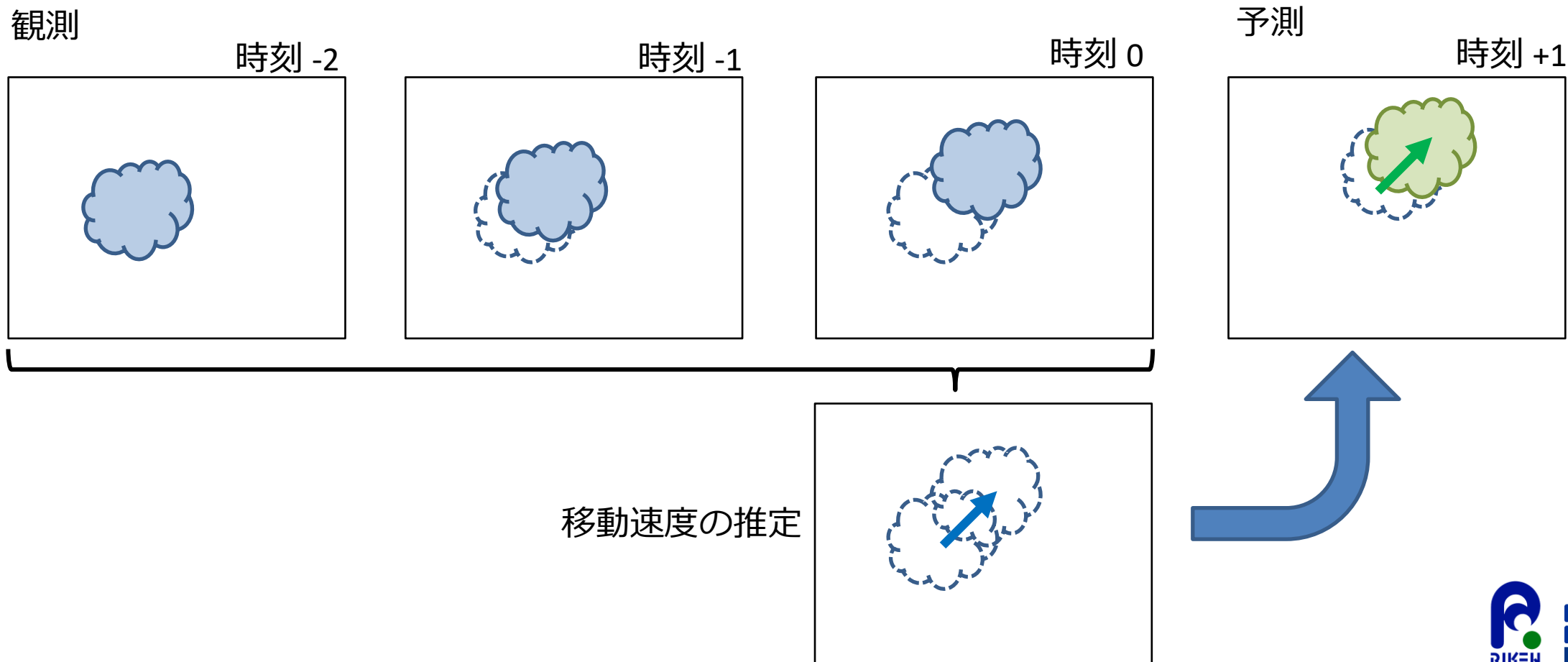


ツール

降水予測の手法：運動学的手法

降水分布のみに注目した低コストの手法

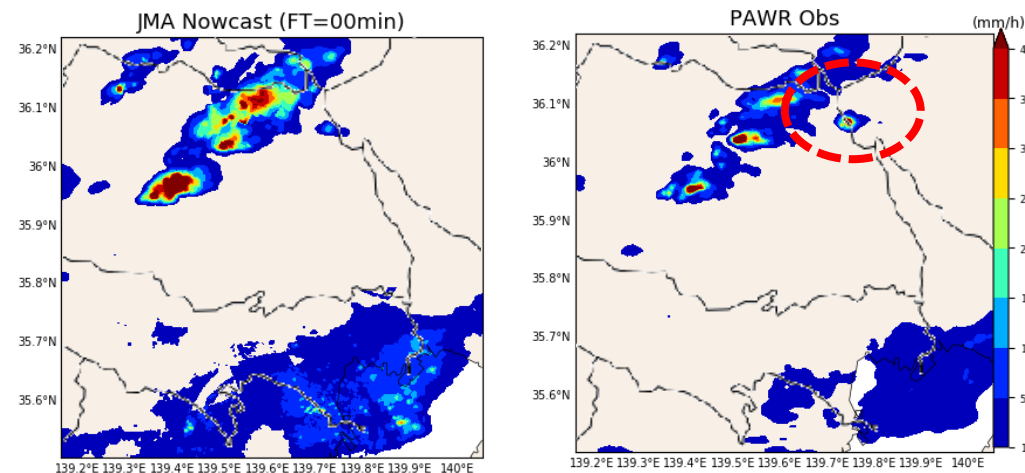
過去の降水分布の観測から降水域の移動速度を計算し、未来の降水分布を予測
(地形による発達・衰弱なども考慮)



運動学的手法の限界

- 降水領域の移動を予測するが、新たな発生・発達を予測できない
- 積乱雲は10分程度で急激に発達し、大雨をもたらすことも

2019-08-25 00:30:00

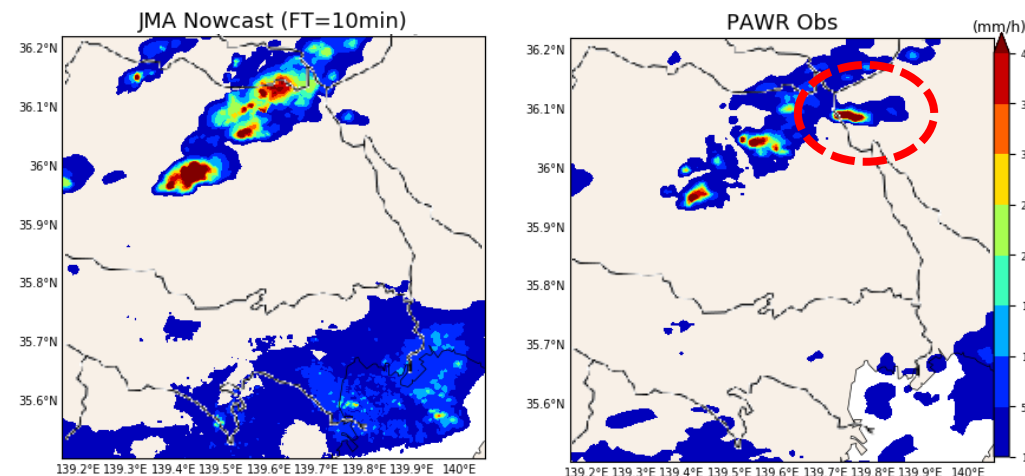


10分後

気象庁ナウキャスト
による予報

2019-08-25 00:40:00

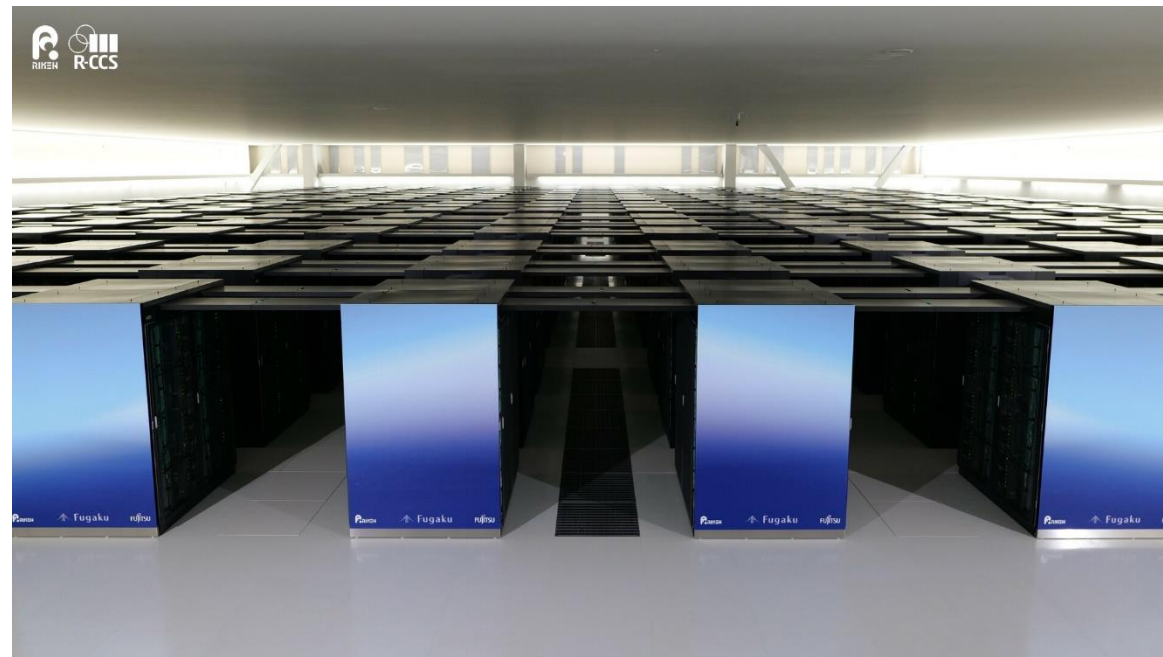
レーダによる観測



スーパーコンピュータによる降水予報研究

理化学研究所での降水予報研究

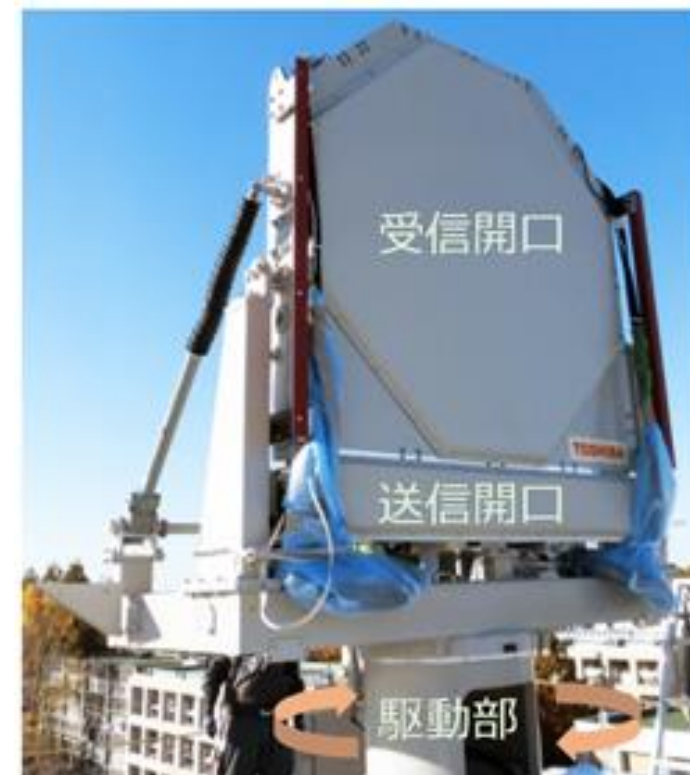
「京」・「富岳」を用いた
大規模数値計算によるアプローチ



- ✓ フェーズドアレイ気象レーダによる
高頻度・高解像度の観測
- ✓ データ同化と数値予報モデルによる高解像度の予測

フェーズドアレイ気象レーダによる観測

通常の気象レーダ	フェーズドアレイ気象レーダ(PAWR)
水平方向・上下方向の角度 (仰角) を機械的に調整	水平方向の角度を機械的に調整 仰角を 電子的方法で調整 (多数のアンテナ素子の電波の位相を制御)
約15仰角、約5分間隔	約100仰角、約30秒間隔

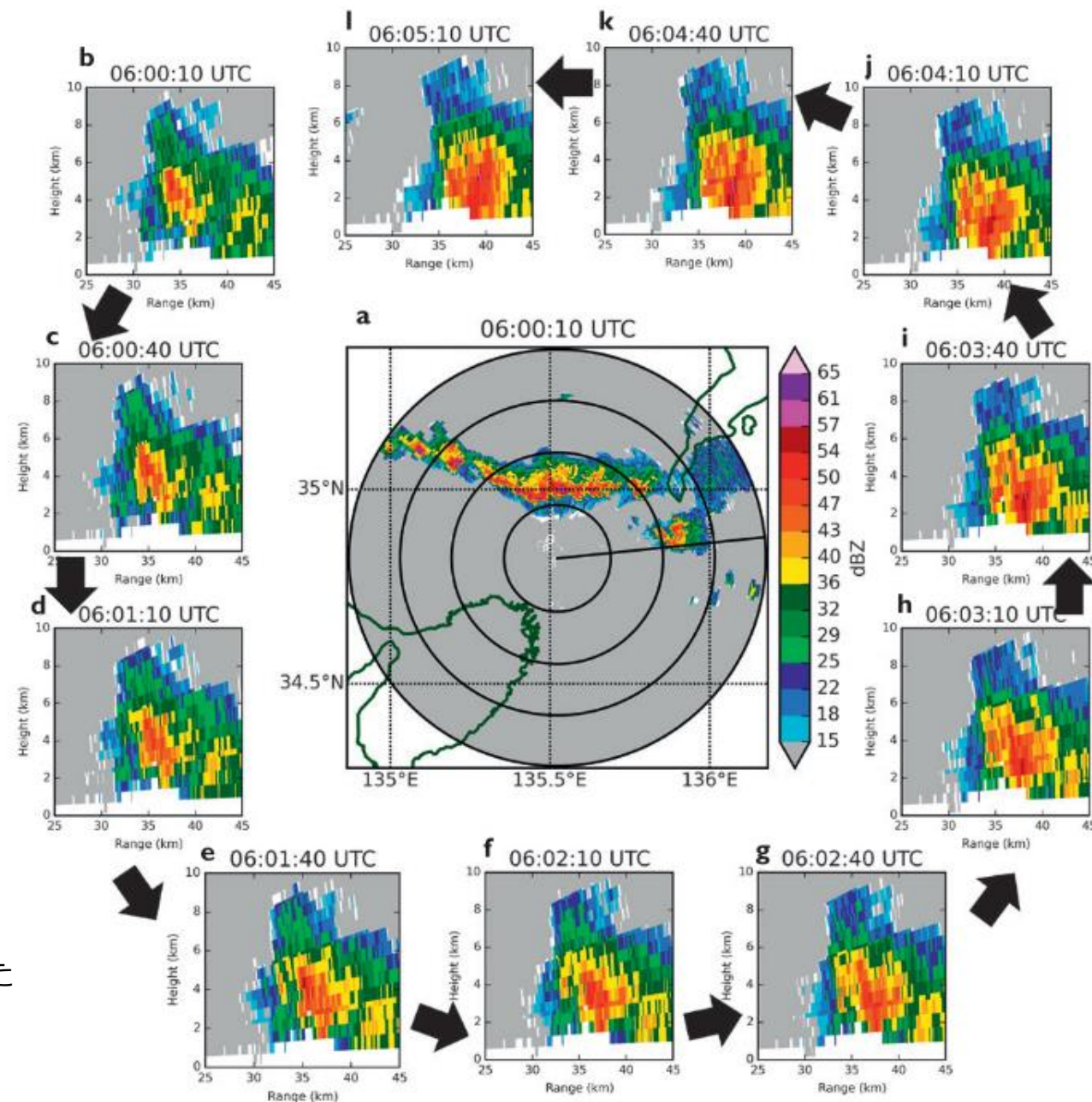


埼玉 MP-PAWR

<https://www.nict.go.jp/press/2018/07/19-1.html>

フェーズドアレイ気象レーダによる観測

急速に発達・移動する積乱雲による降水を
30秒間隔で3次元的に観測

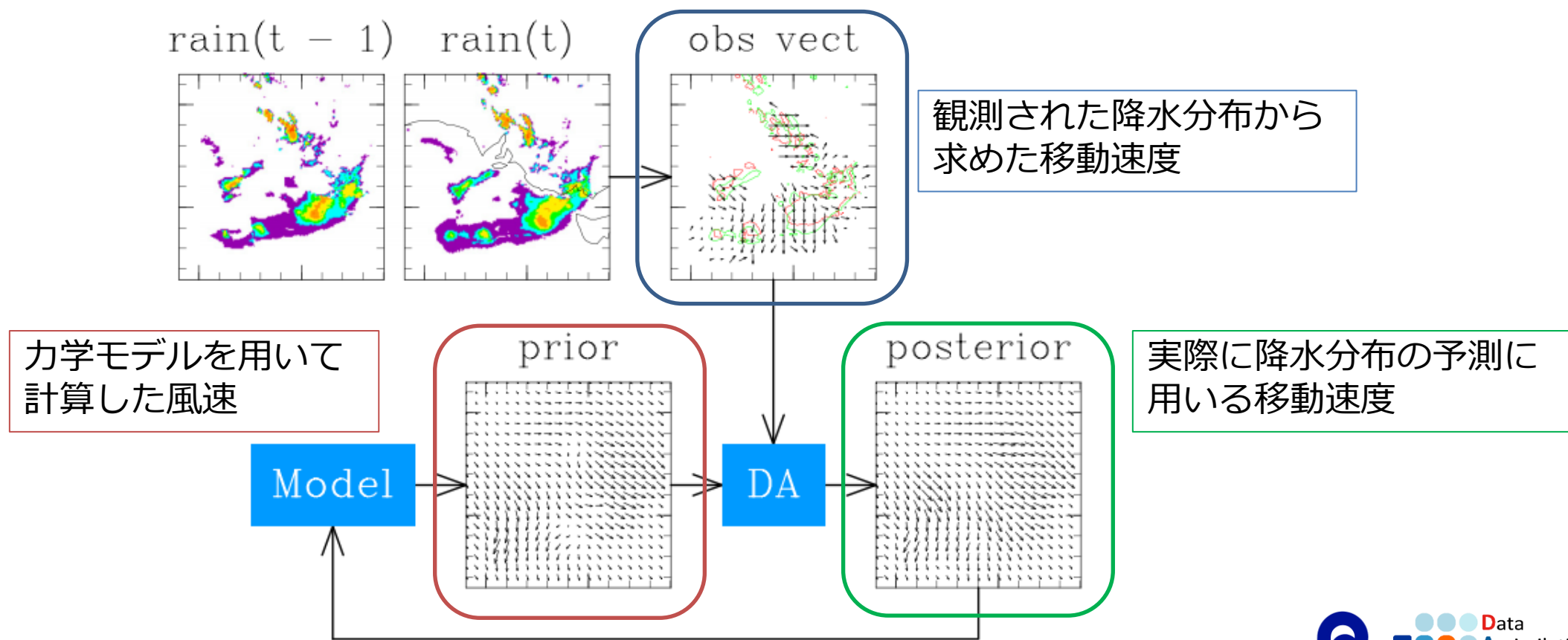


2013年7月13日
大阪・吹田レーダで観測された
降水強度の鉛直断面図
(Miyoshi et al., 2016)

予測手法1: 運動学的手法+データ同化

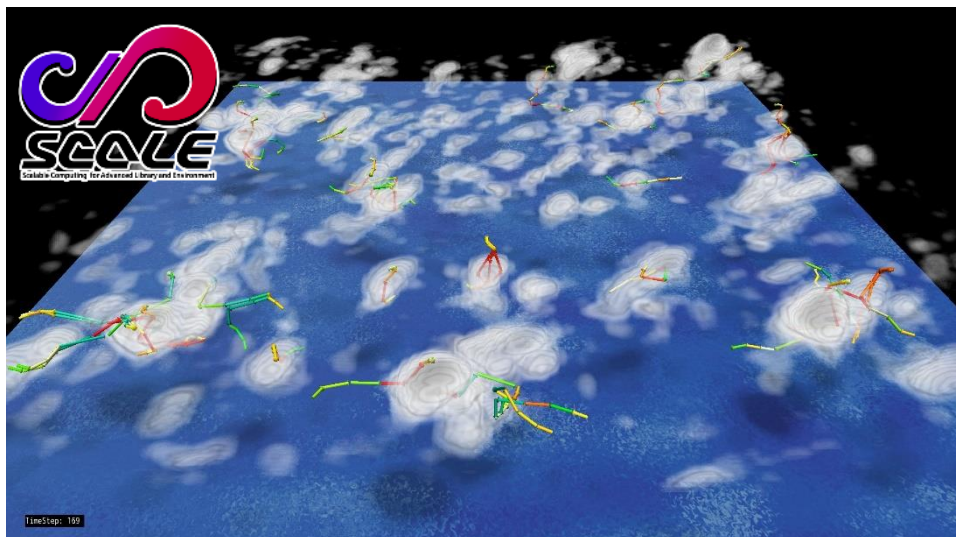
運動学的手法とデータ同化の組み合わせによる降水短時間予報

- 研究チーム内の計算機でリアルタイムに運用
- 30秒更新、10分予報



(Otsuka et al., 2016)

予測手法2: 数値予報モデル+データ同化



(Courtesy of Dr. Nishizawa)

領域気象予報モデル

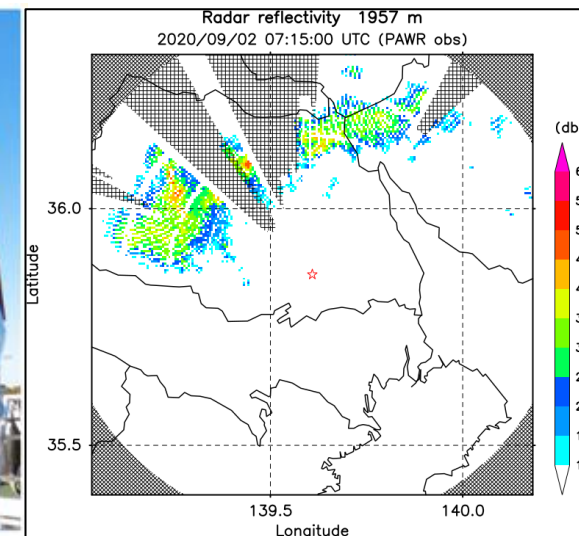
SCALE-RM

格子点上の様々な変数を
物理法則に基づいて計算

- 風速、気圧、気温、湿度...
- 水雲・氷雲・雨・雪・あられ...

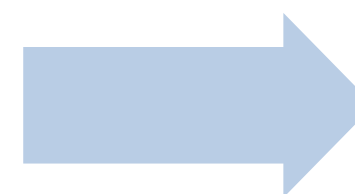
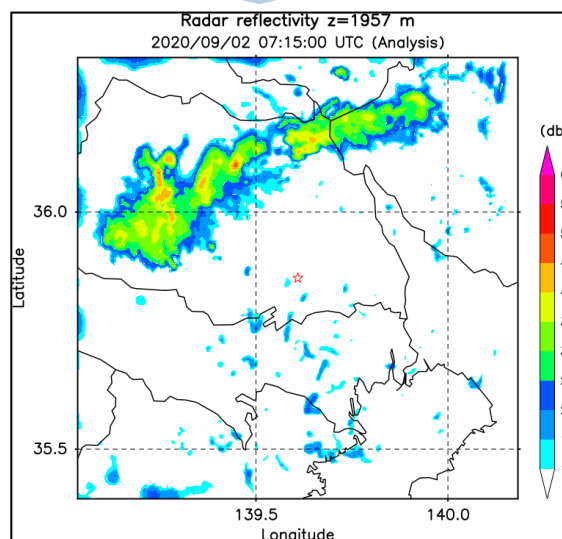
各変数の最適な推定値
(解析値)

データ同化



レーダによる観測

- 降水強度
- 降水の移動速度



30分予報

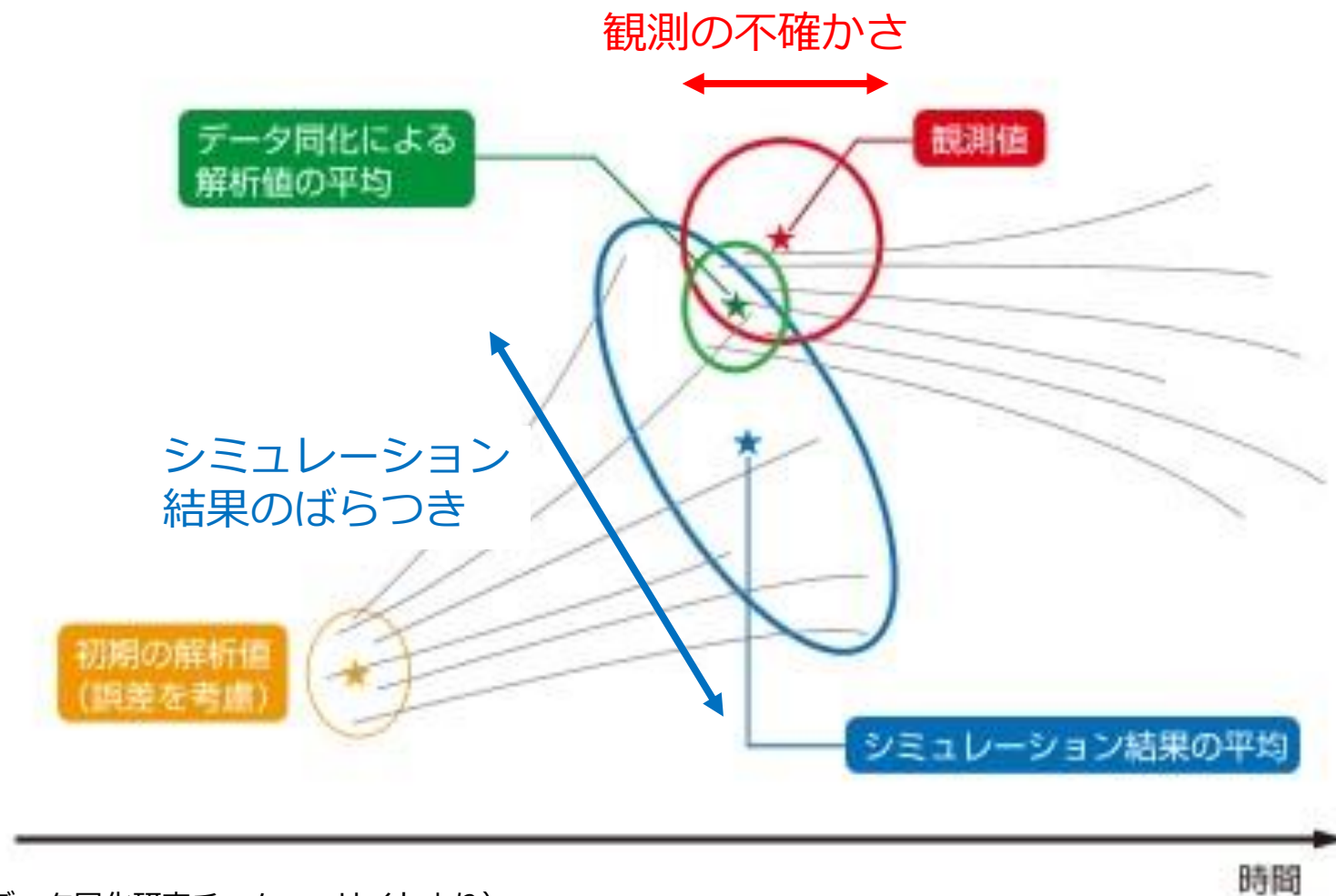
SCALE-RMで
次の時刻の予報

データ同化手法

局所アンサンブル変換カルマンフィルタ(LETKF)

50個の**アンサンブル**を用いて
予測のばらつき（不確かさ）を表現

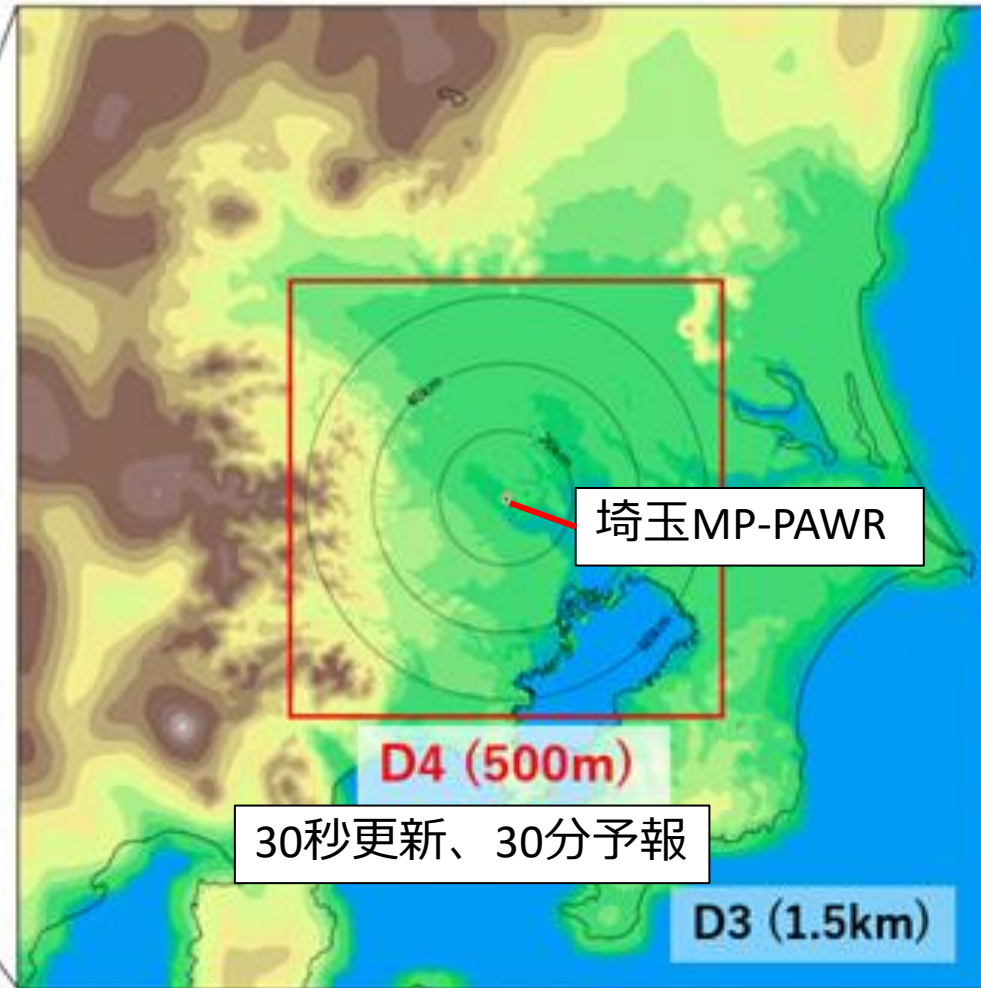
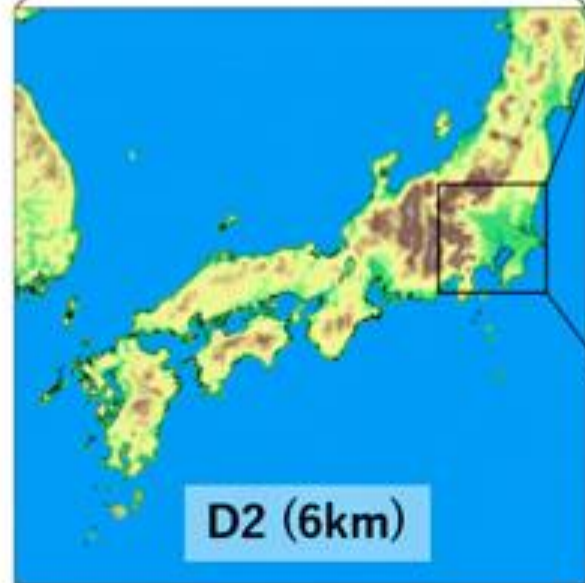
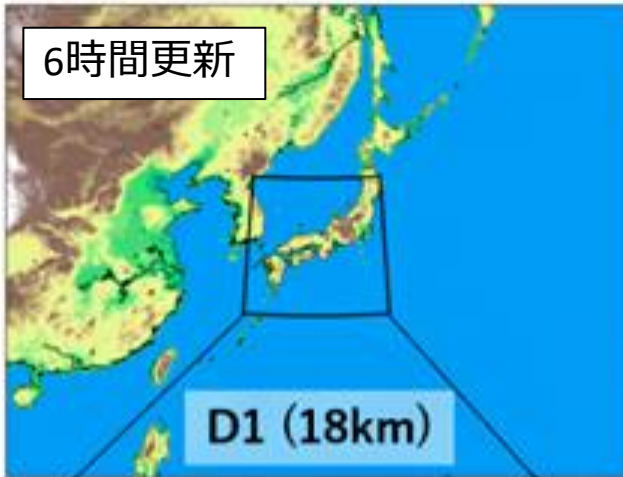
観測の不確かさと比較し
最適な推定値(解析値)を計算



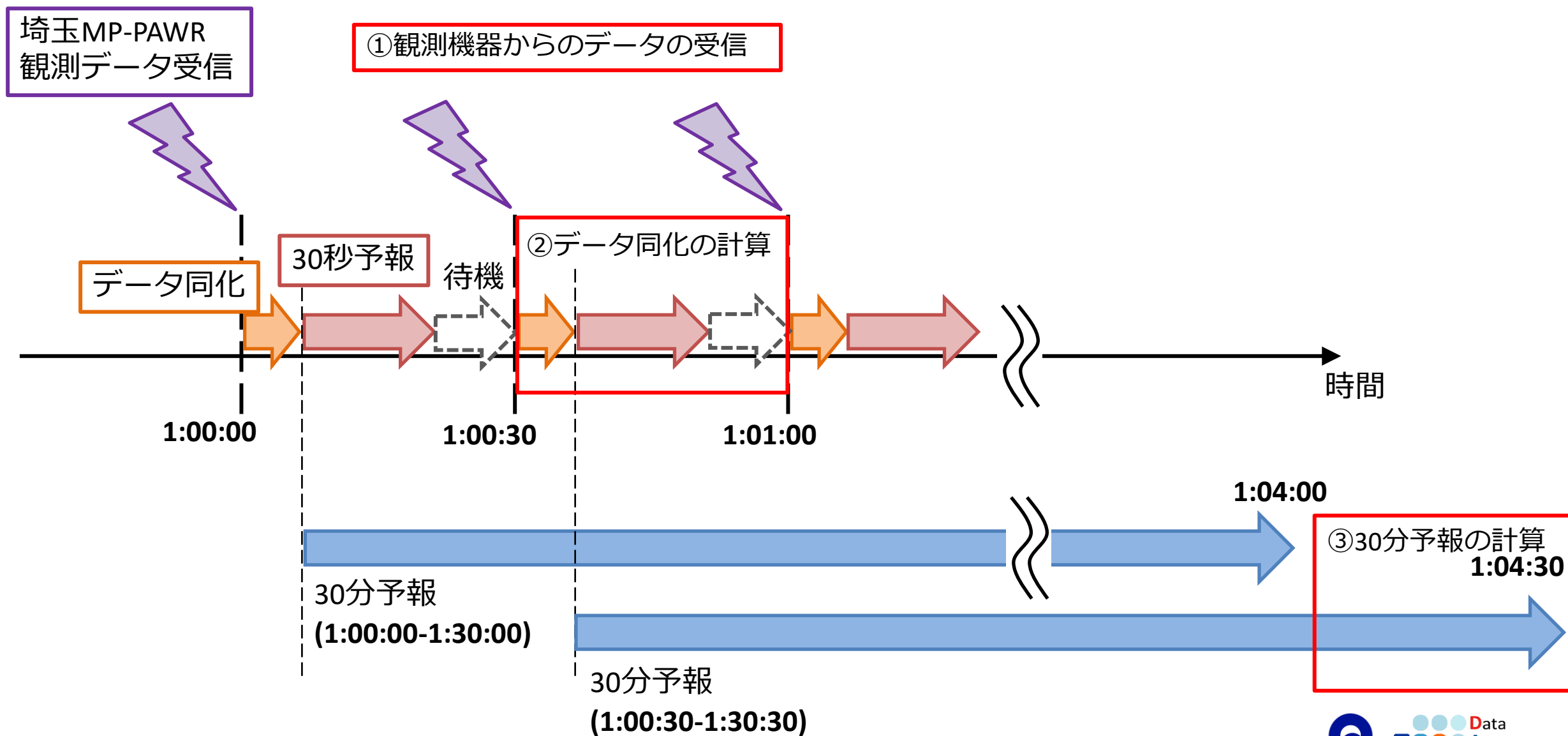
(データ同化研究チーム webサイトより)

計算領域

米国国立環境予測センター(NCEP) 全球予報モデル
地上・ゾンデ等観測データ



データ同化サイクルと30分予報



並列計算

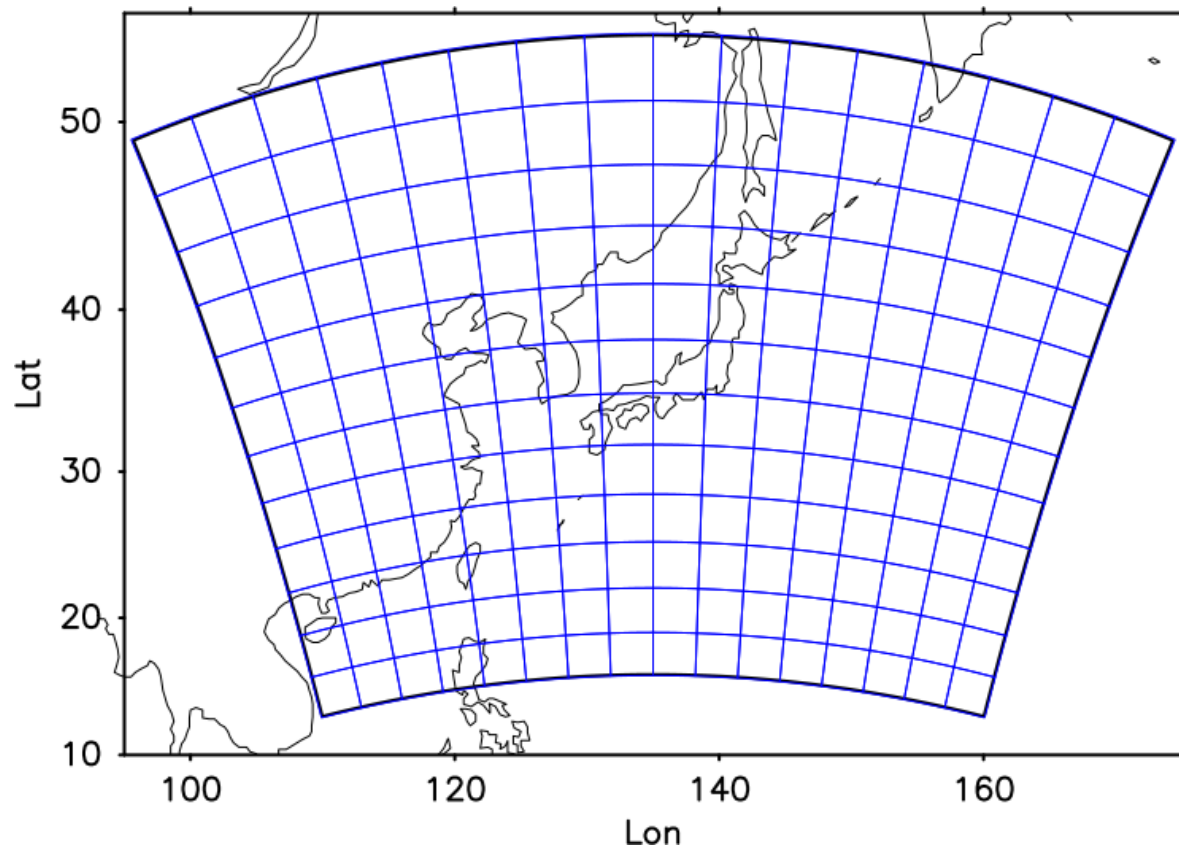
計算領域を小さな領域に分け、別々の計算機を用いて同時進行で行う

最外側の領域の場合

分割数：16x12=**192**個

全体の水平格子点数：320x240 = 76800

個々の小領域：20x20=400

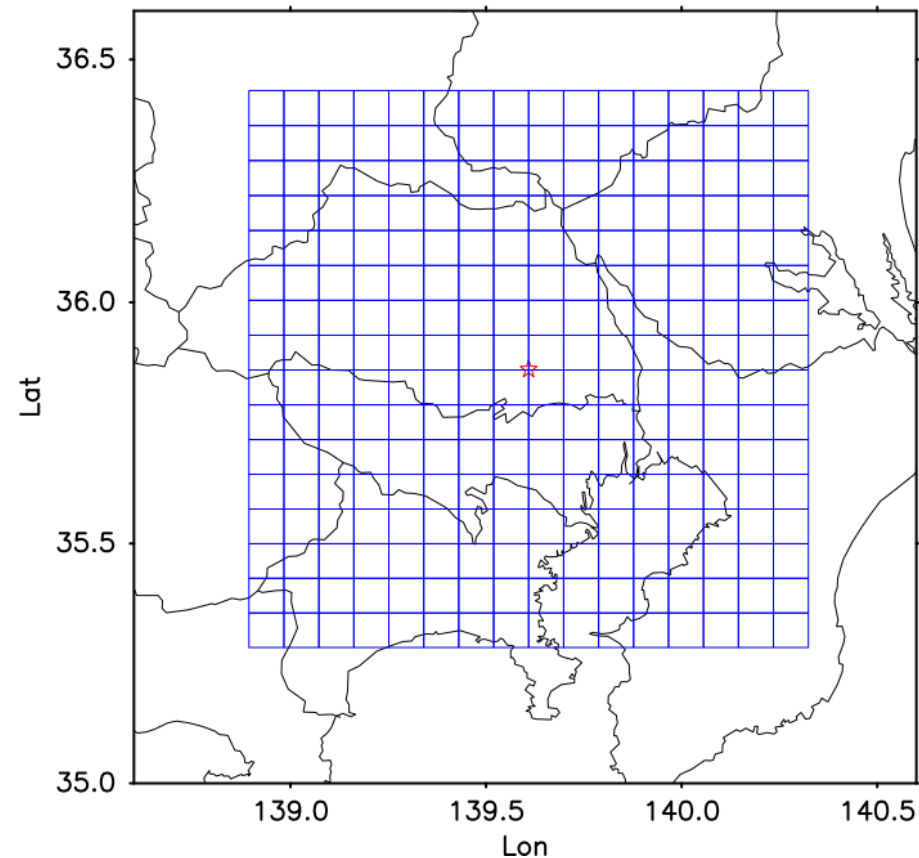


最内側の領域

分割数：16x16=**256**個

全体の水平格子点数：256x256=65536

個々の小領域：16x16=256



スーパーコンピュータによる計算

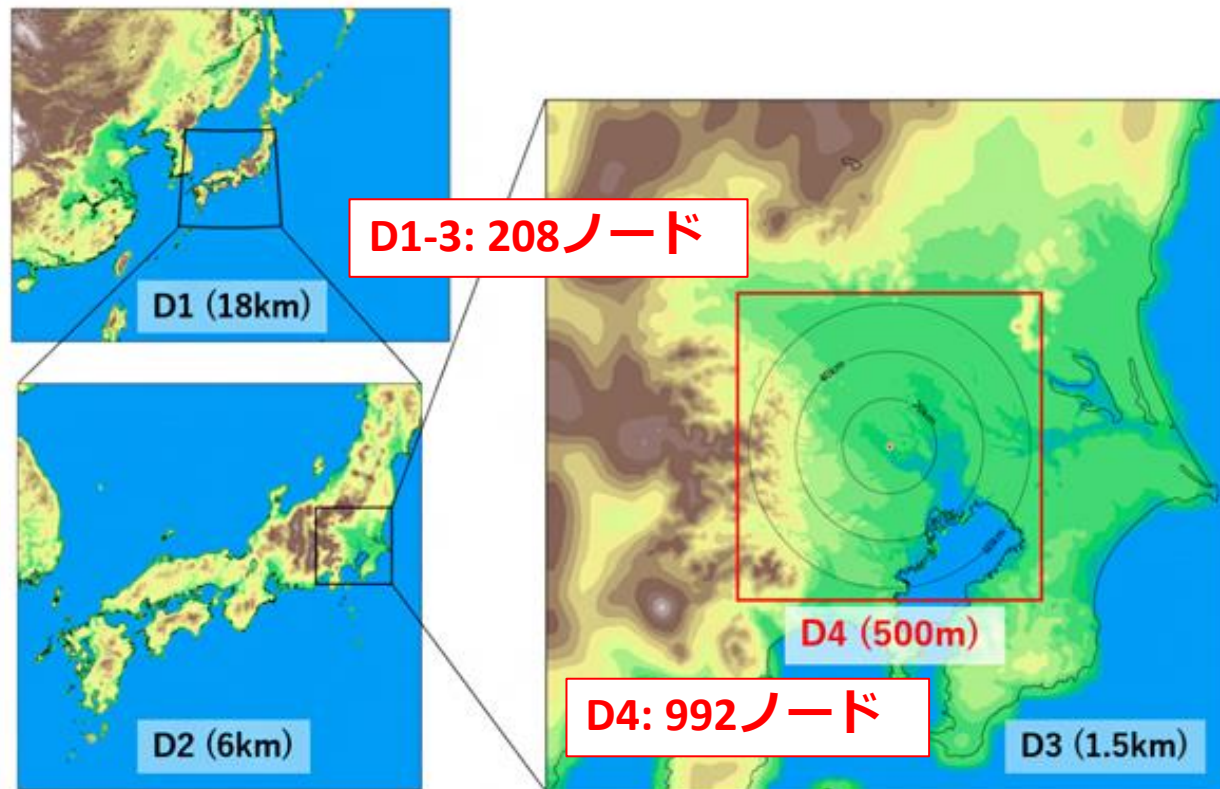
OakForest-PACS (東京大学柏の葉キャンパス)

総ノード数 (計算機の台数) 8,208

リアルタイム予報実験では
合計1,200 ノードを8/24~9/6にわたって利用



<http://jcahpc.jp/index.html>



実証実験

理化学研究所 理研天気予報研究
Webページ

(<https://weather.riken.jp/index.html>)

理研天気予報研究

理化学研究所計算科学研究センターデータ同化研究チーム

ホーム

世界の降水予報

関東の降水予報

関西の降水予報

研究チームについて

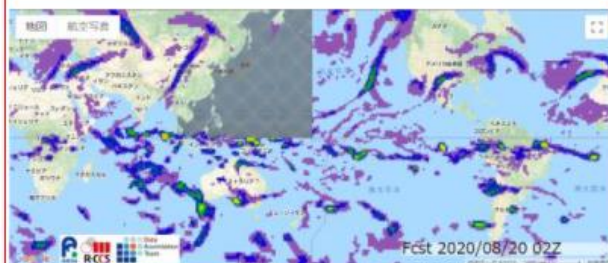
English

日本語

理研 R-CCS: データ同化研究による気象予報

2020年8月20日 最新版を公開

世界の降水予報



1時間更新、5日予報

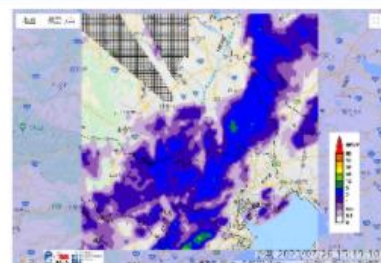
関西の降水予報



30秒更新、10分予報

2020年8月25日 公開

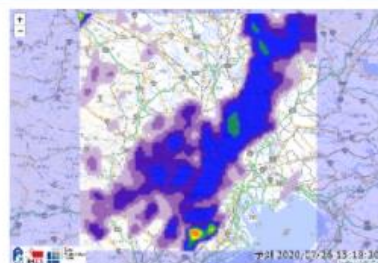
関東の降水予報



30秒更新、10分予報

2020年8月25日～9月6日 実証実験中

関東の降水予報 (数値予報)



30秒更新、30分予報

埼玉MP-PAWRを用いた
10分降水予報
(運動学的手法+データ同化)

埼玉MP-PAWRを用いた
30分降水予報
(数値予報モデル)



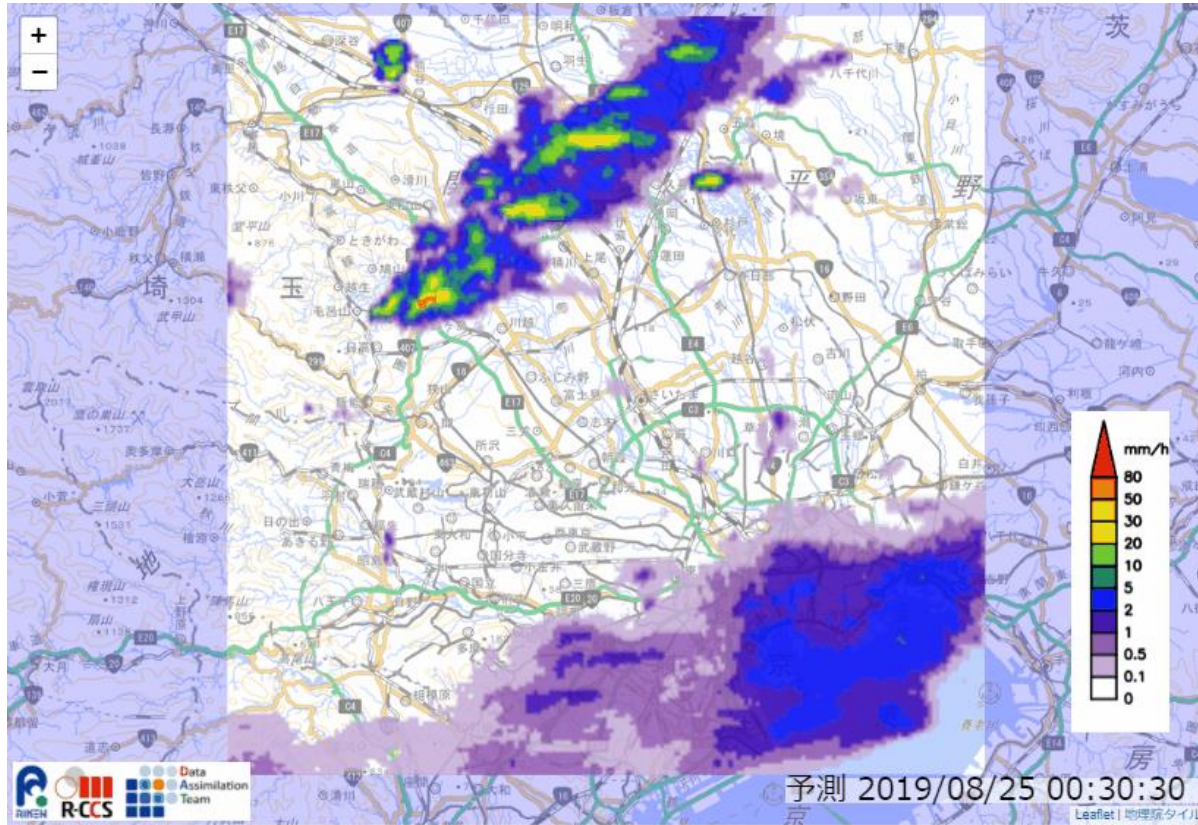
理化学研究所
計算科学研究センター
データ同化研究チーム



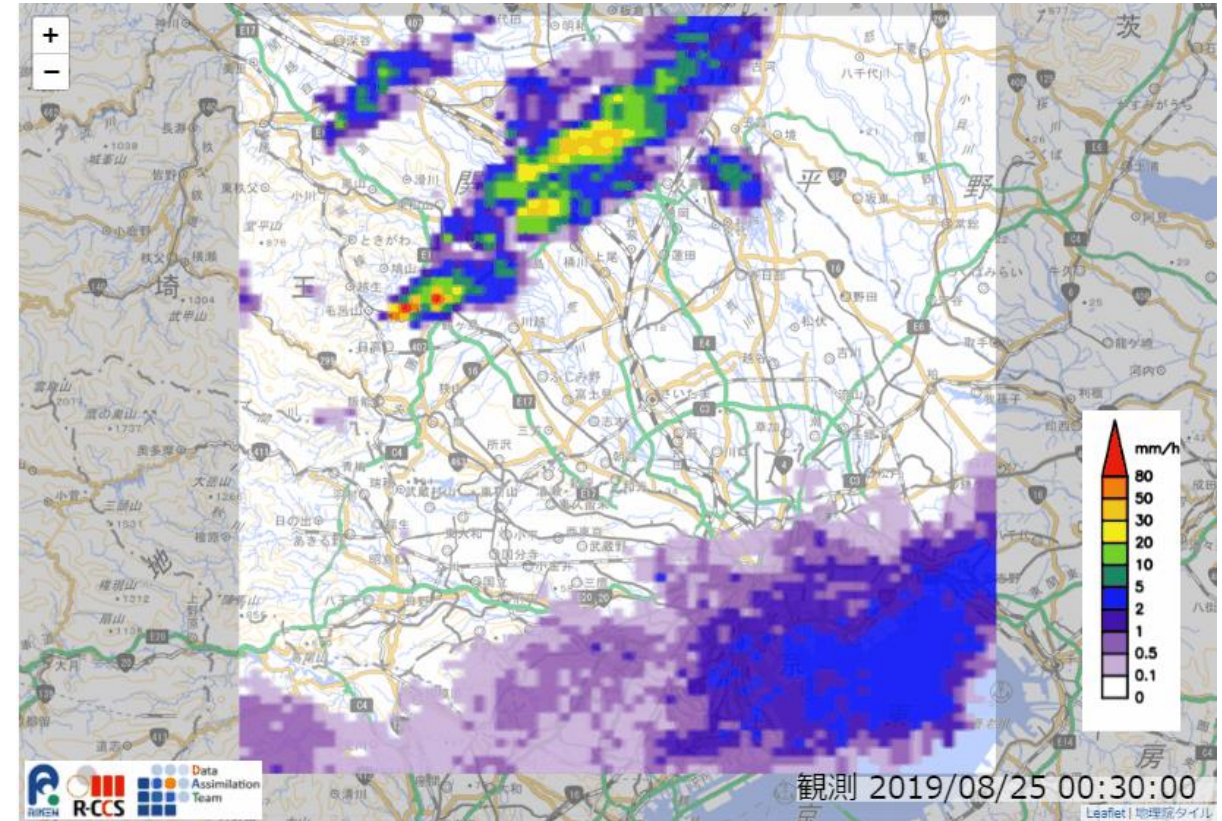
過去の事例

2019年8月25日 0:30~1:00

30分予報(30秒間隔)



気象庁レーダによる観測値(5分間隔)



(気象研究コンソーシアムより)

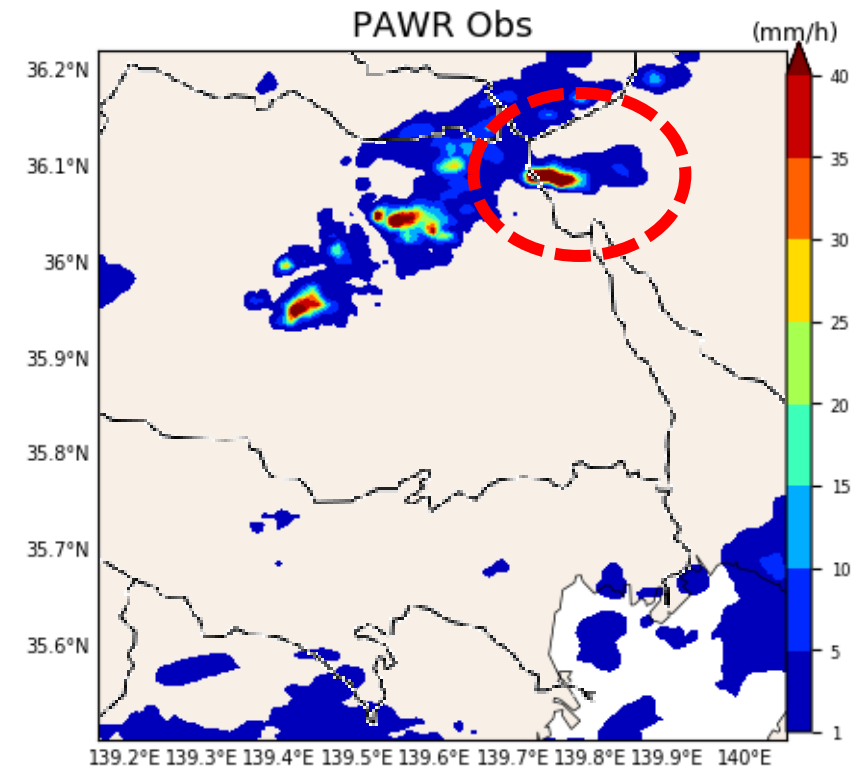
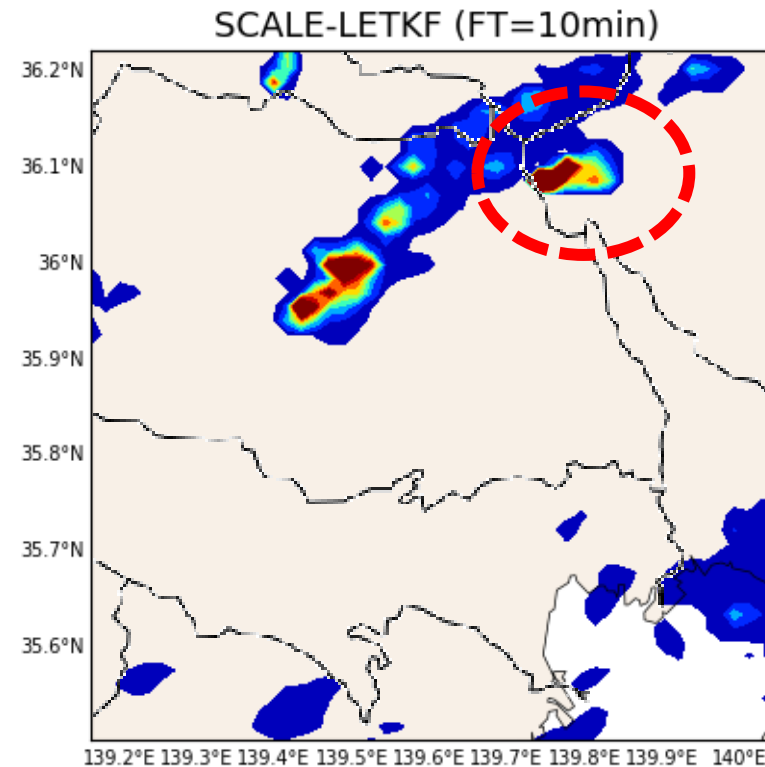
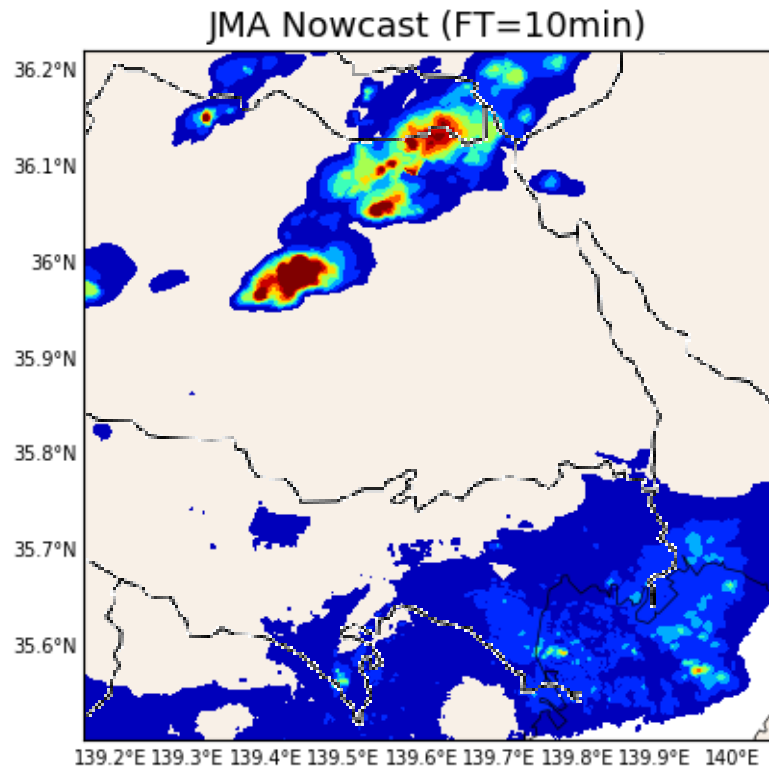
(色は雨の強さを示す)

過去の事例：10分予報

運動学的手法では困難であった
10分後の新たな対流性降水の発達を予測

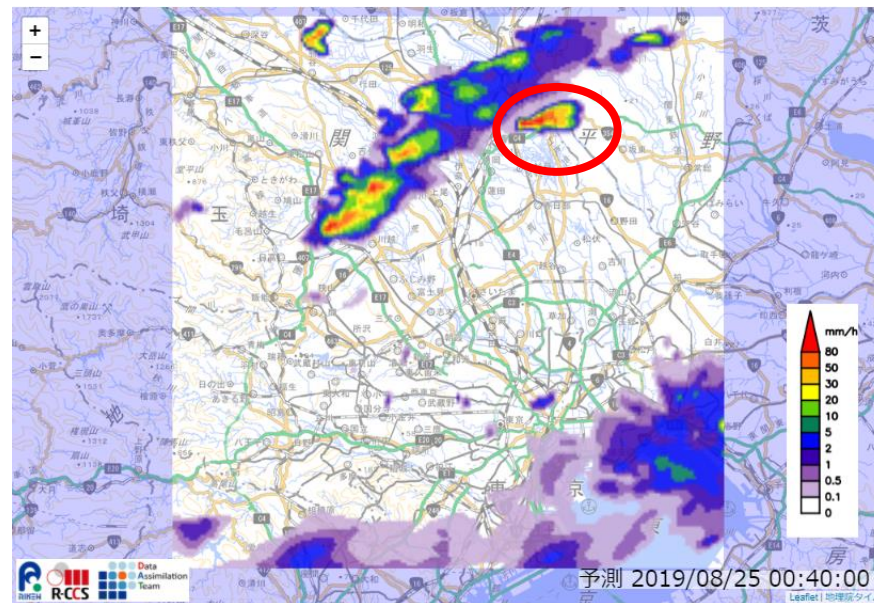
気	SCALE-LETKFによる10分予報 (数値予報)
---	-------------------------------

埼玉MP-PAWRによる観測

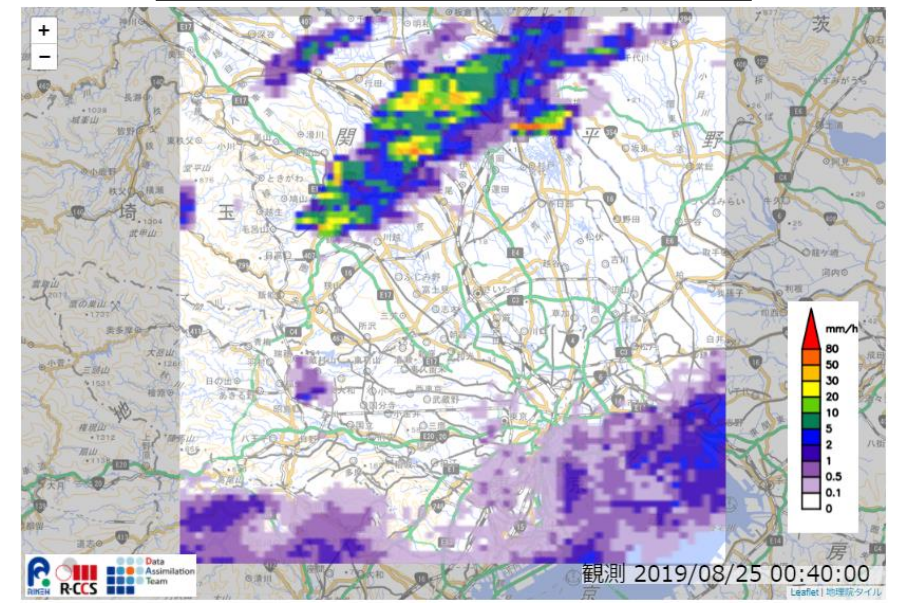


過去の事例: 30分予報

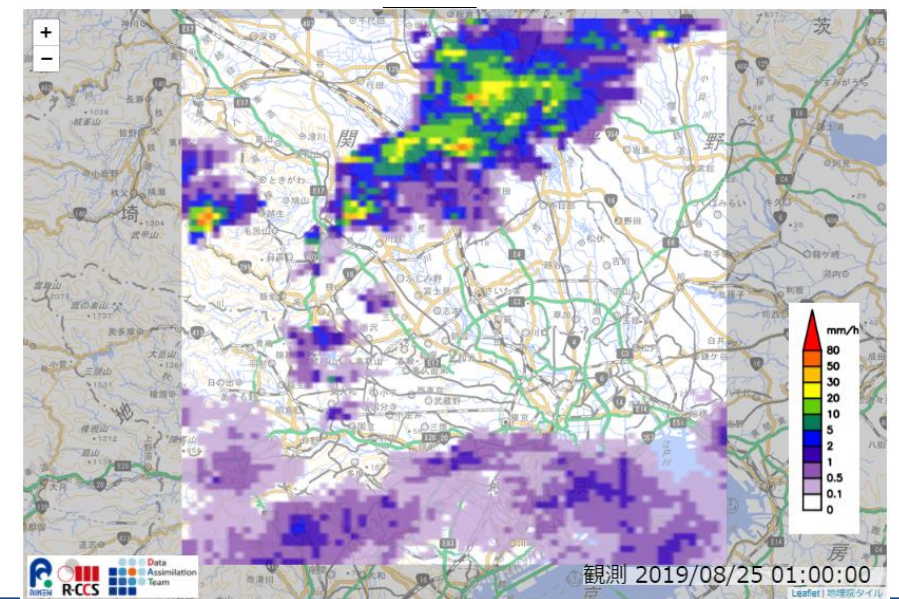
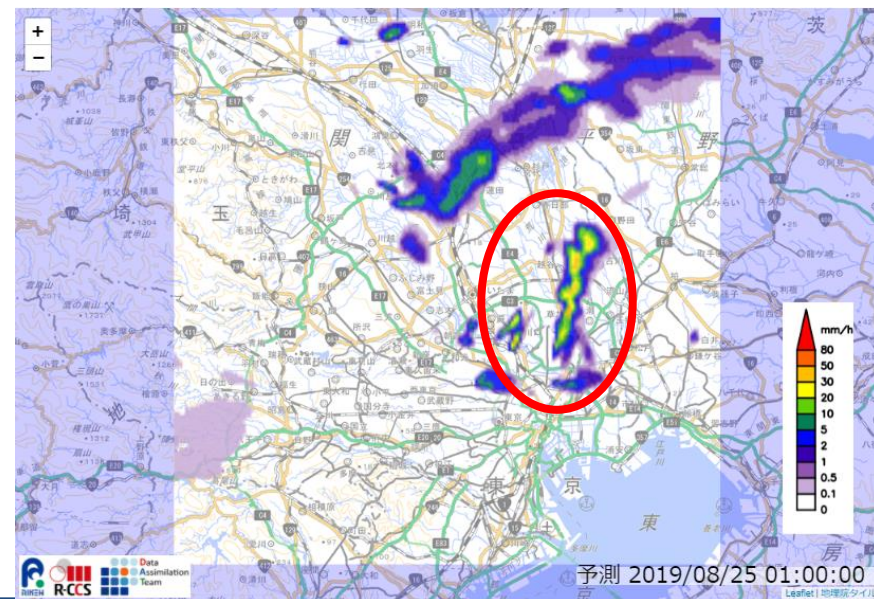
10分予報



気象庁レーダによる観測



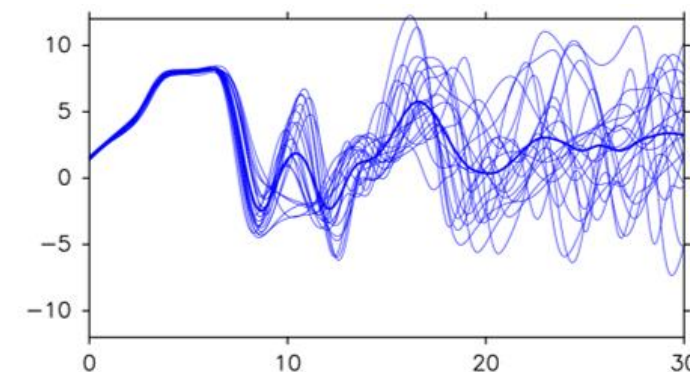
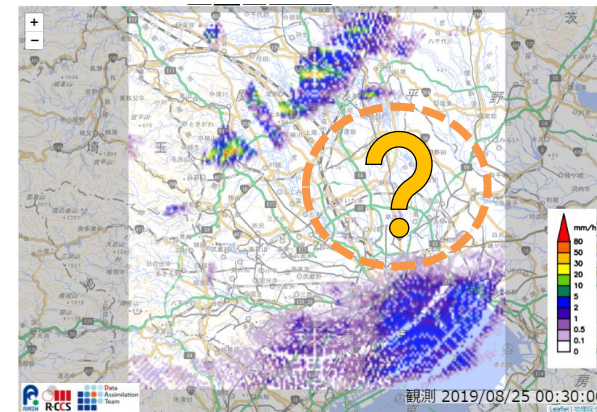
30分予報



今後の展望

降水予報の改善のために

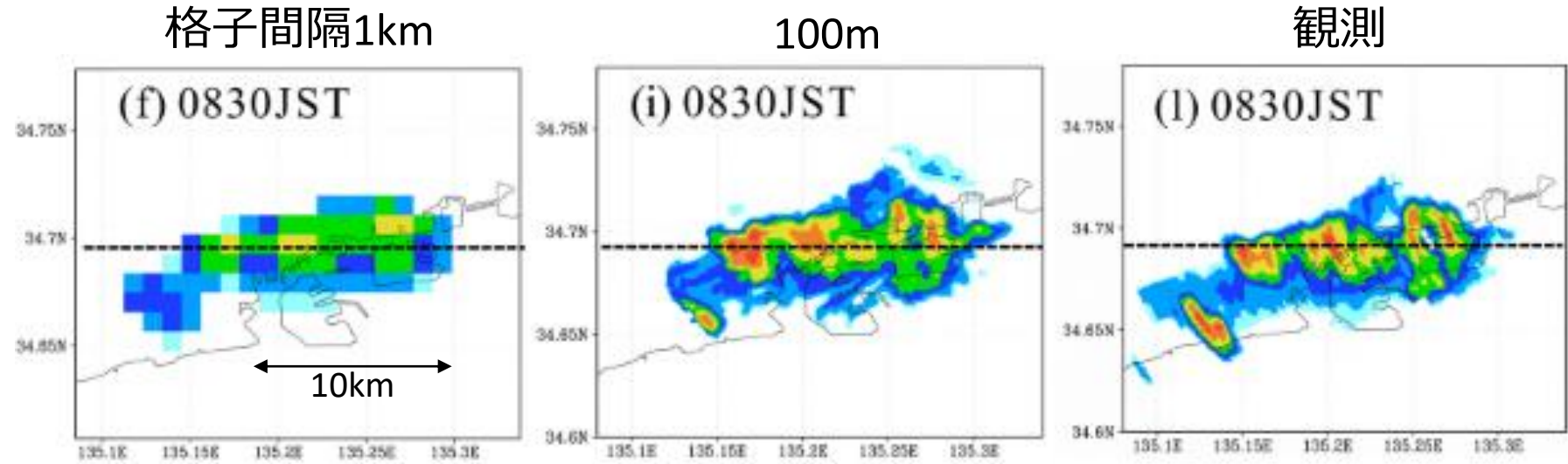
- 観測データの充実
 - レーダで観測されない領域の風・水蒸気
- 数値予報モデルの改善
 - 雲粒・雨粒の表現やパラメタ
- 複雑系としての予測の限界
 - アンサンブル予報の利用



富岳を使ってできること

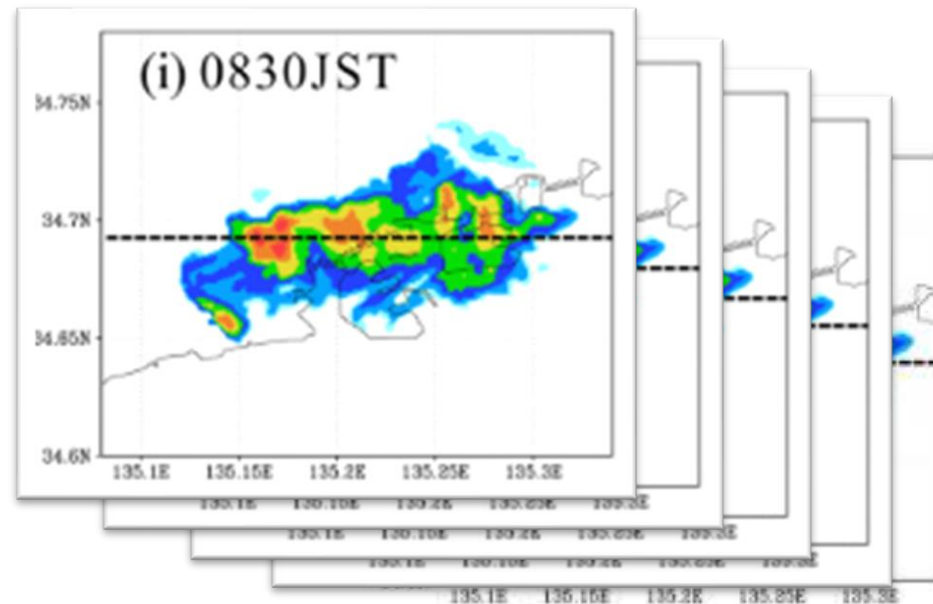
1. さらに大規模な計算

高解像度の予報



(Maejima et al., 2017)

大規模なアンサンブル予報



富岳を使ってできること

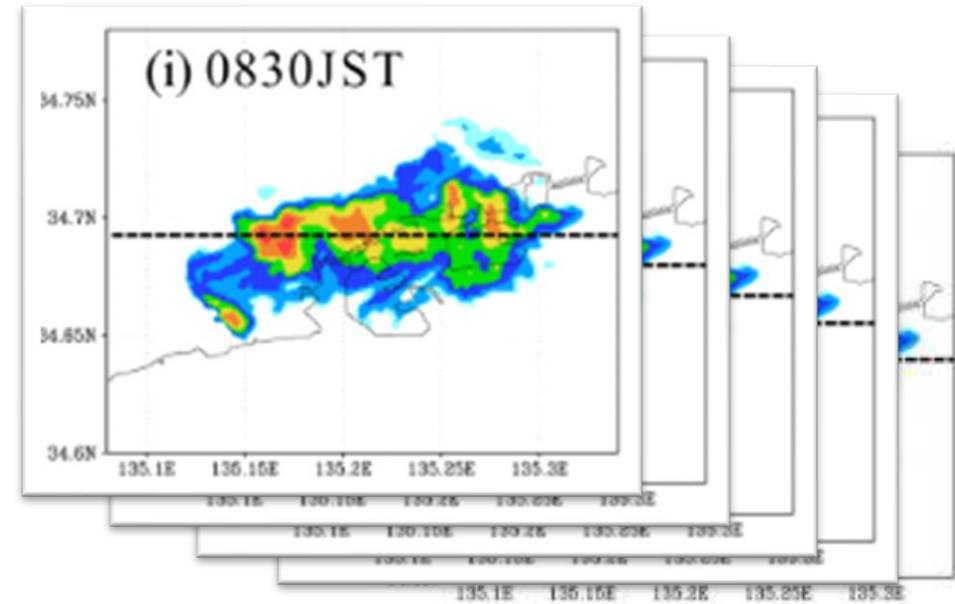
2. 機械学習の応用

数値予報モデルの自動的な補正

→ 予報精度の向上・モデルの改善

データの圧縮

→ 予報データの効率的な保存・活用



Thank you !

