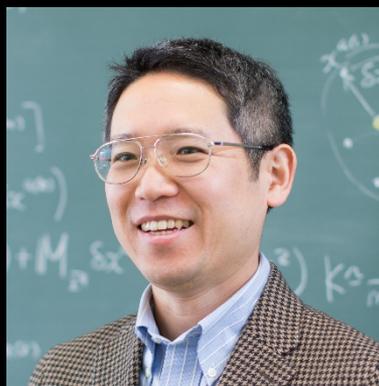


# ビッグデータ同化

～「富岳」が拓く未来の天気予報～



みよしたけまさ  
三好 建正

Ph.D. (Meteorology)  
データ同化研究者

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



# Who am I?

大学卒業



気象庁企画課 (2年)



気象庁数値予報課 (1.25年)



メリーランド大学大学院留学  
(2年, M.S. and Ph.D.)



気象庁数値予報課 (3.5年)



メリーランド大学 (4年)



理化学研究所 (7年+)

<http://data-assimilation.riken.jp/~miyoshi/>

## Takemasa Miyoshi, Ph.D.

Team Leader

Data Assimilation Research Team  
RIKEN Center for Computational Science

Deputy Director

RIKEN interdisciplinary Theoretical and Mathematical Sciences  
(iTHEMS) Program

Chief Scientist

Prediction Science Laboratory  
RIKEN Cluster for Pioneering Research

Visiting Professor

University of Maryland, College Park

Affiliate Professor

Graduate School of Science, Kyoto University

Visiting Principal Scientist

Application Laboratory, JAMSTEC

Research Counselor

Servicio Meteorológico Nacional (National Meteorological Service),  
Argentina



## Education

- **2005** Ph.D. in Meteorology, University of Maryland, College Park, Maryland, USA ([Dissertation PDF](#))
- **2004** M.S. in Meteorology, University of Maryland, College Park, Maryland, USA ([Scholarly Paper PDF](#))
- **2000** B.S. in Physics, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto, Japan

TEDx  
Sannomiya

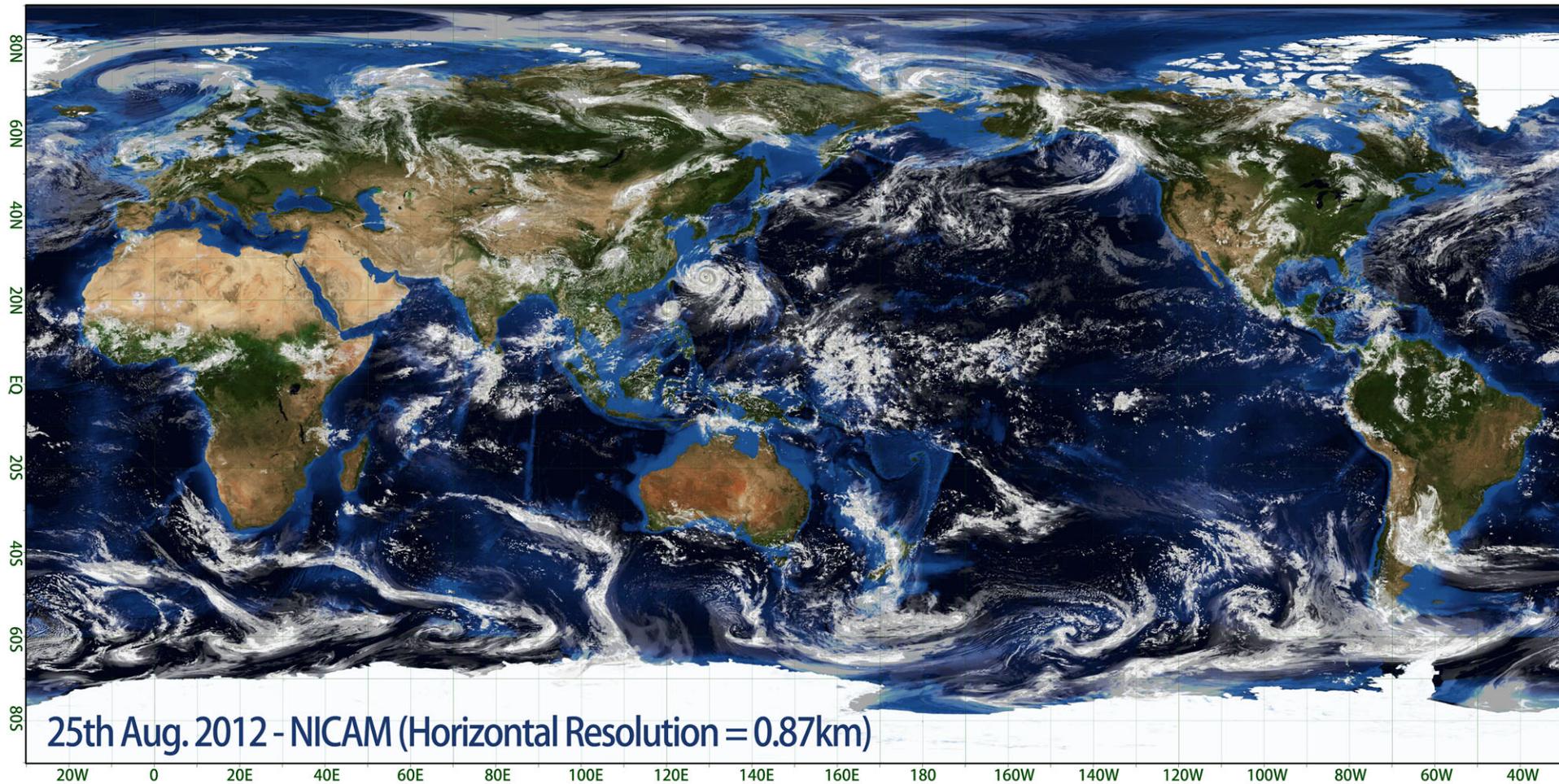


<http://tedxsannomiya.com/en/speakers/takemasa-miyoshi/>



# 最先端のシミュレーション (Miyamoto et al. 2013)

「京」による全球870メートル世界最高解像度のシミュレーション

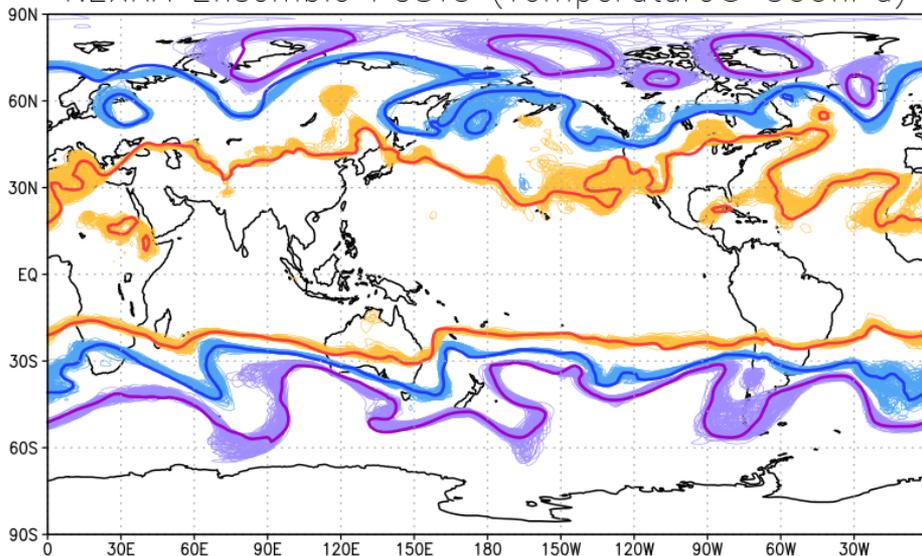


©JAMSTEC・AORI (SPIRE Field3), RIKEN/AICS  
Visualized by Ryuji Yoshida

# 予報の誤差はだんだん増える

## 1日予報

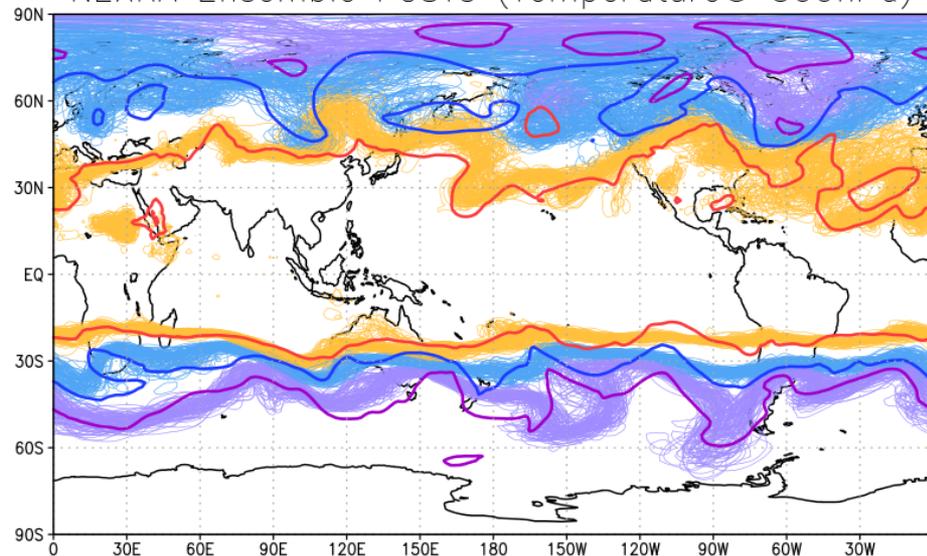
NEXRA Ensemble FCSTs (Temperature@ 500hPa)



FCST INITIALIZED TIME :: 2018070300  
FCST EVALUATION TIME :: 2018070400 (FCST LEAD TIME=024hr)  
ENSEMBLE FCST at FCST TIME { -: -24 -: -16 -: -8 [deg]}  
ANALYSIS MEAN at FCST TIME { -: -24 -: -16 -: -8 [deg]}

## 5日予報

NEXRA Ensemble FCSTs (Temperature@ 500hPa)



FCST INITIALIZED TIME :: 2018070300  
FCST EVALUATION TIME :: 2018070800 (FCST LEAD TIME=120hr)  
ENSEMBLE FCST at FCST TIME { -: -24 -: -16 -: -8 [deg]}  
ANALYSIS MEAN at FCST TIME { -: -24 -: -16 -: -8 [deg]}

# データ同化

観測・実験データ

シミュレーション



データ同化

Data Assimilation



データ同化は、シミュレーションと現実世界を結びつけ、相乗効果を生み出す。

双方の情報を最大限に抽出

データ

**Data-driven**

帰納  
現実世界

観測・実験データ

1

データ同化

+

**Process-driven**

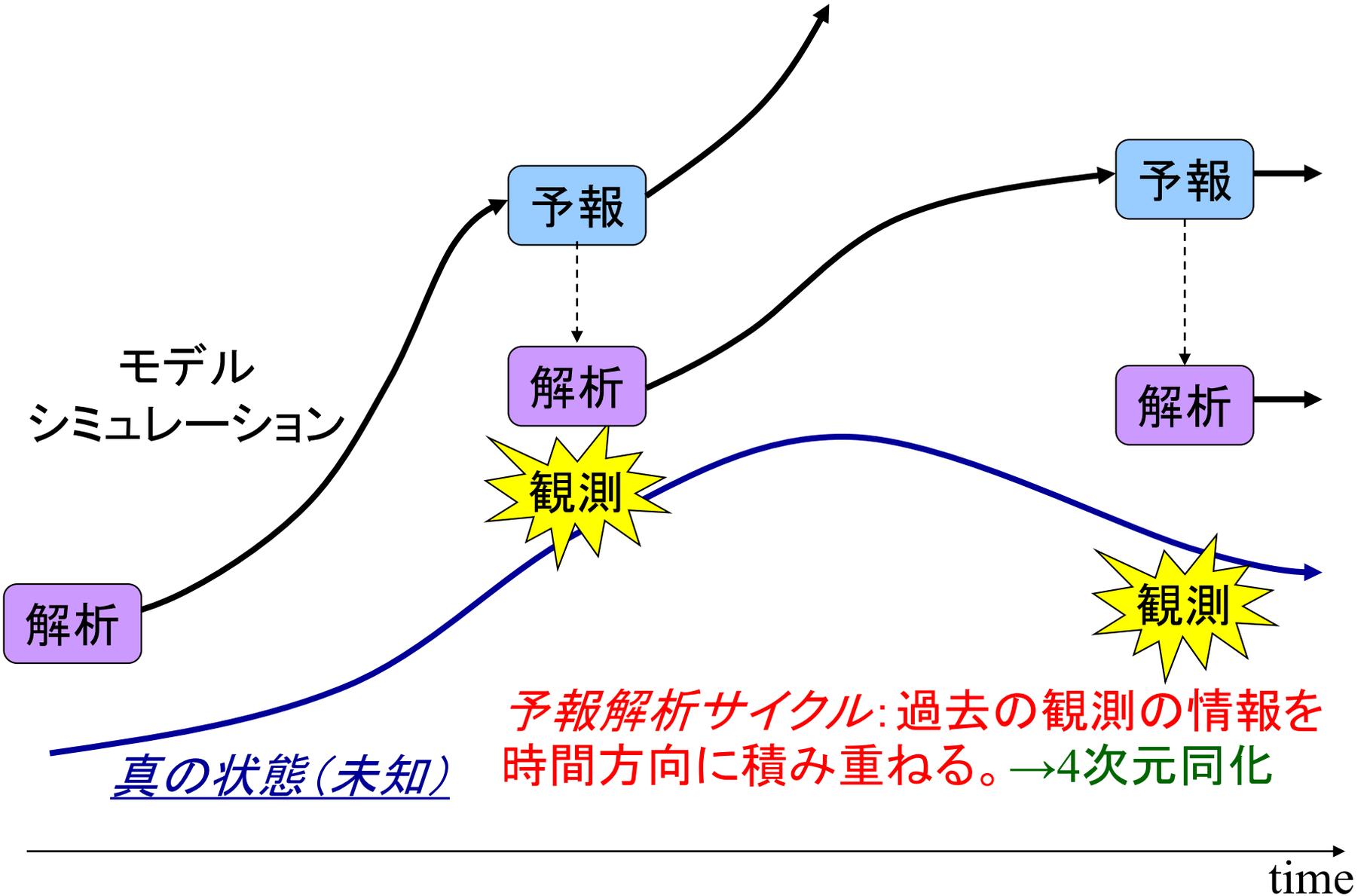
演繹  
サイバー空間

シミュレーション

1

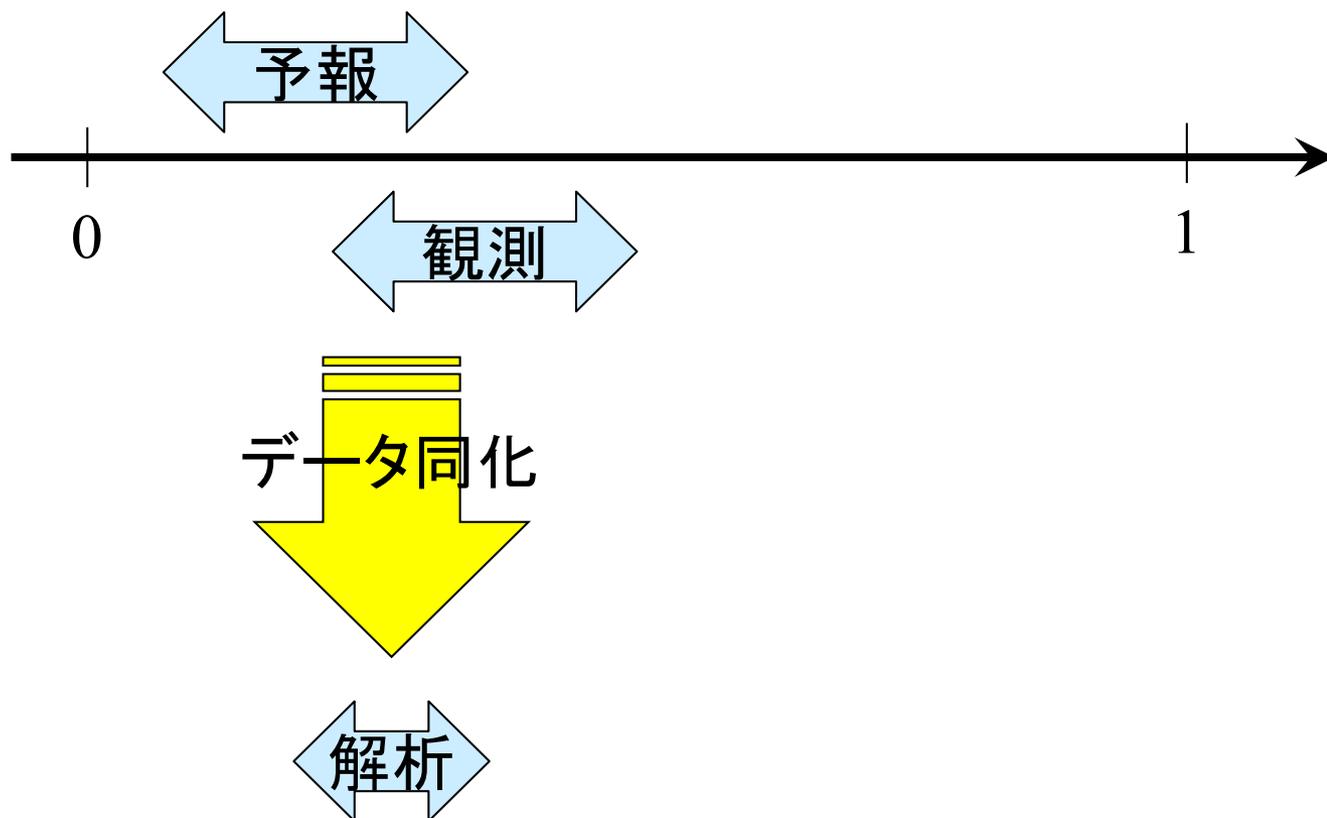
> 2

# 数値天気予報のしくみ

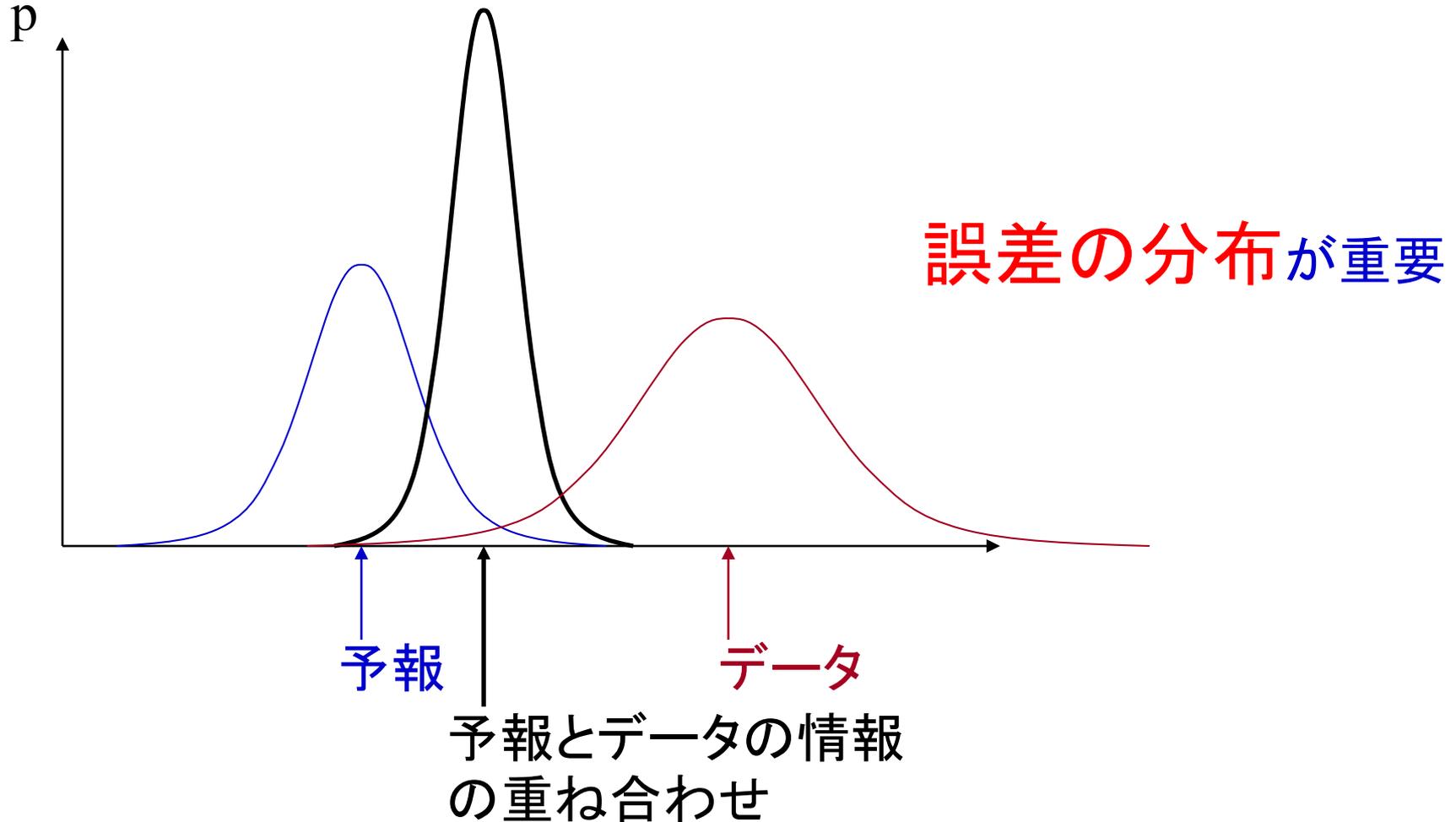


# データ同化 = 誤差の数理

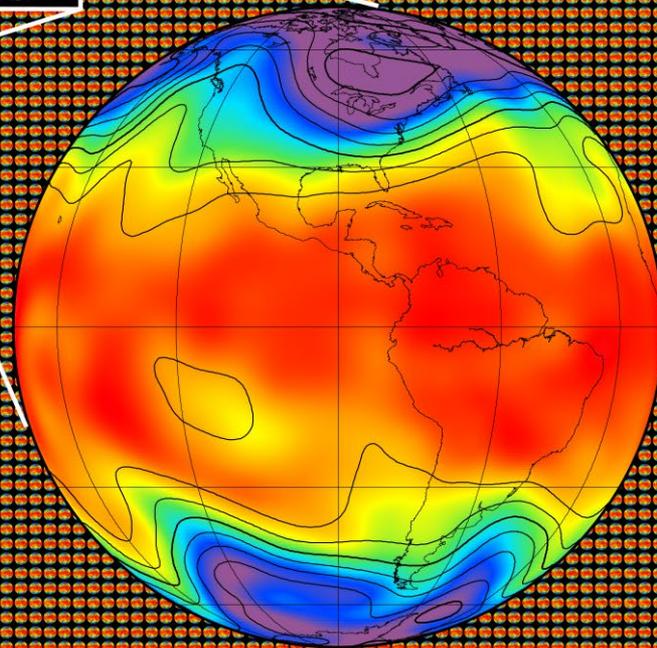
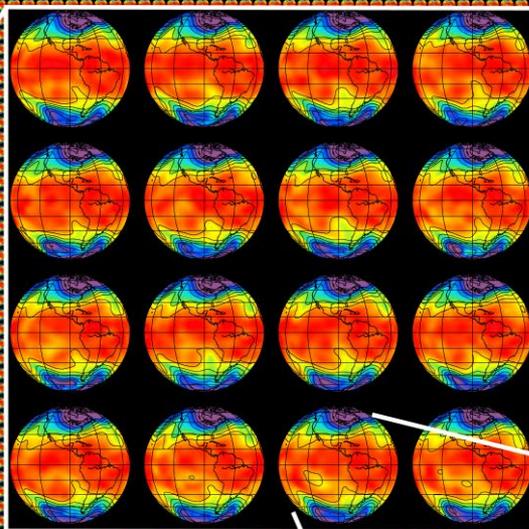
---



# 2つの情報の重ね合わせ(ベイズ推定)



10240 parallel earths



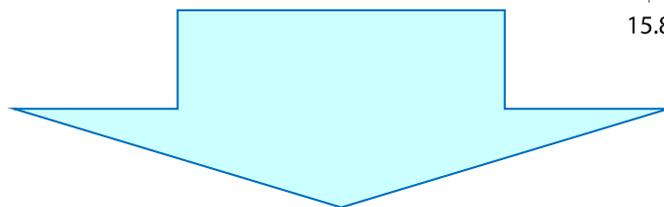
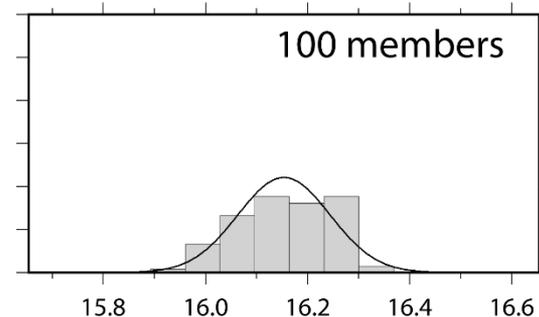
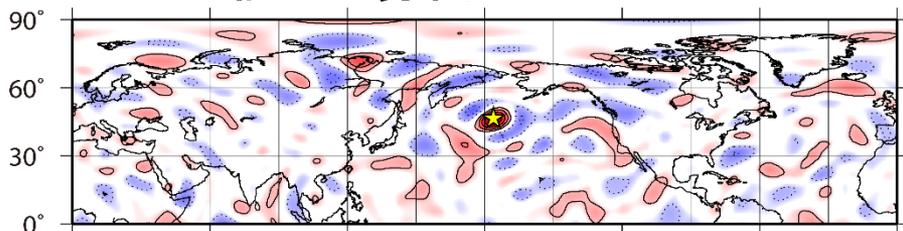
500 hPa Temperature [K]



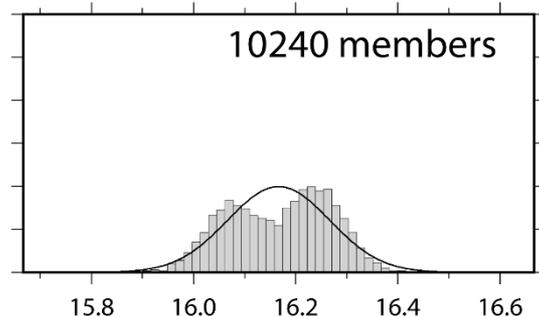
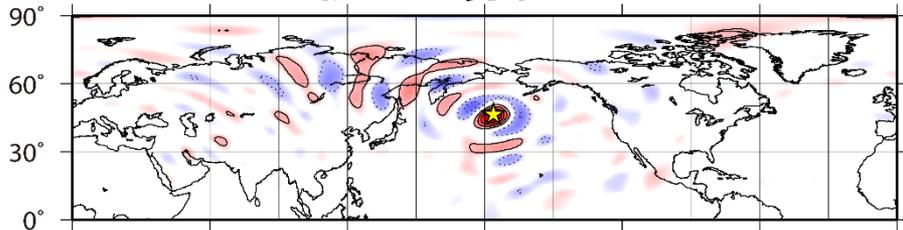
# 巨大アンサンブルの効果

(Miyoshi, Kondo, Imamura 2014)

## 100個の場合



## 10240個の場合

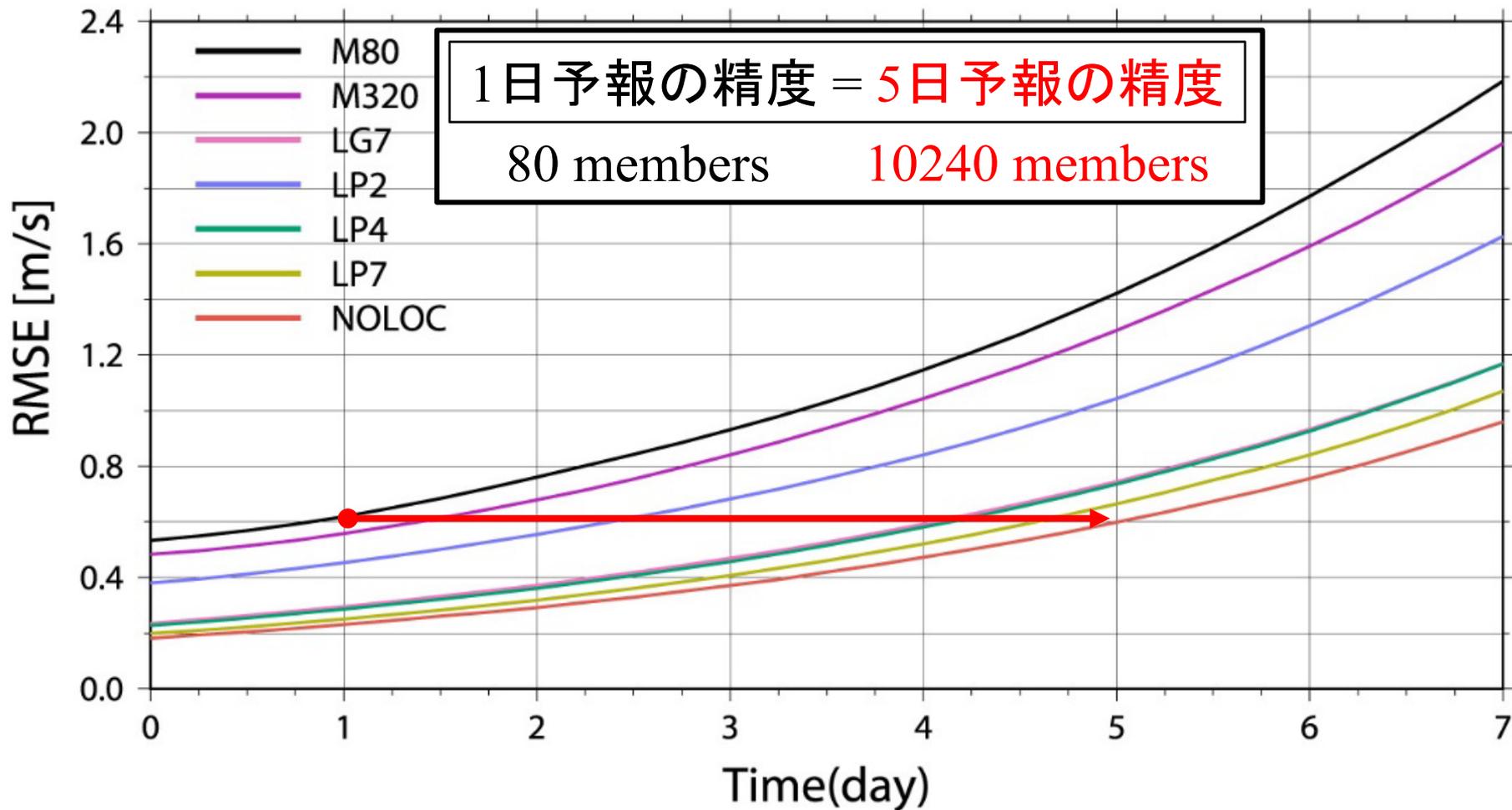


誤差を高精度に表現

確率分布の精度向上

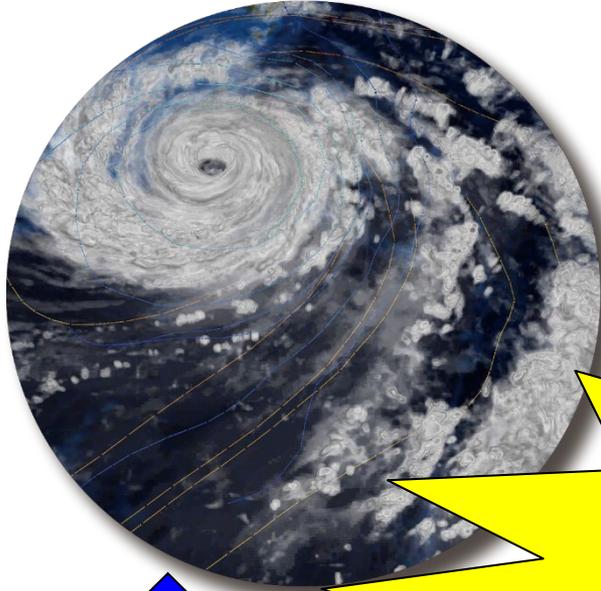
# データ同化を改善

(a) Forecast RMSEs (U, Lev = 4)



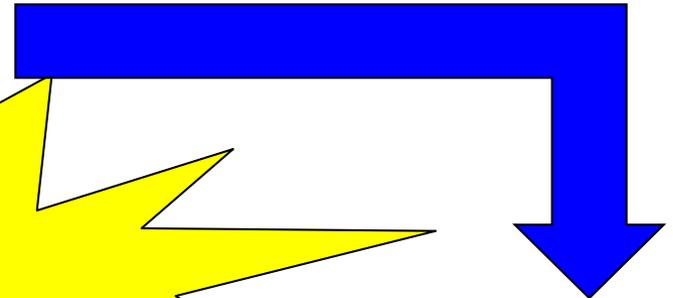
# “ビッグデータ同化”時代を先取り

高精細シミュレーション

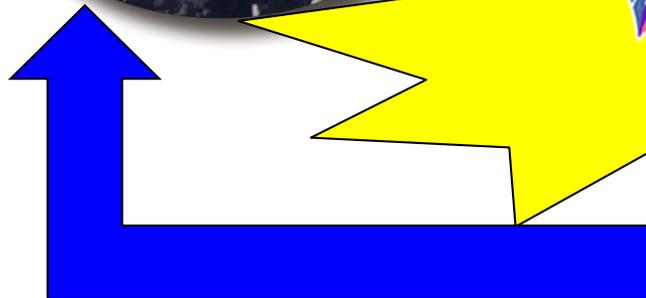
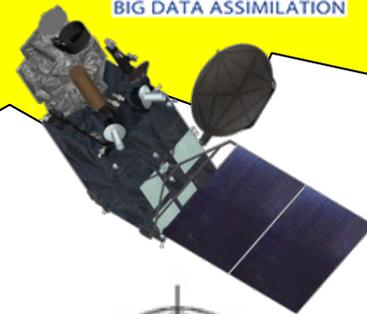
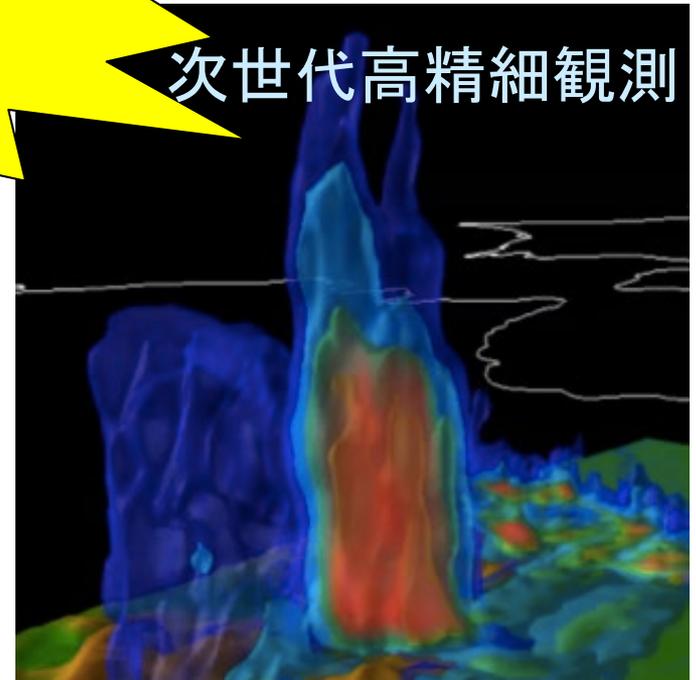


JST 国立研究開発法人  
科学技術振興機構 CREST  
Japan Science and Technology Agency

10年後の未来を見据えた  
次世代技術のコラボレーション



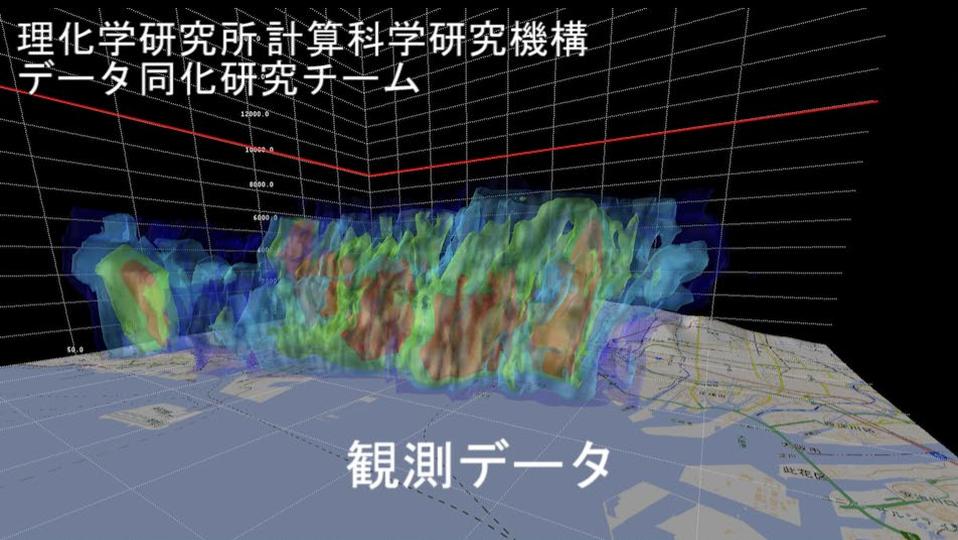
次世代高精細観測



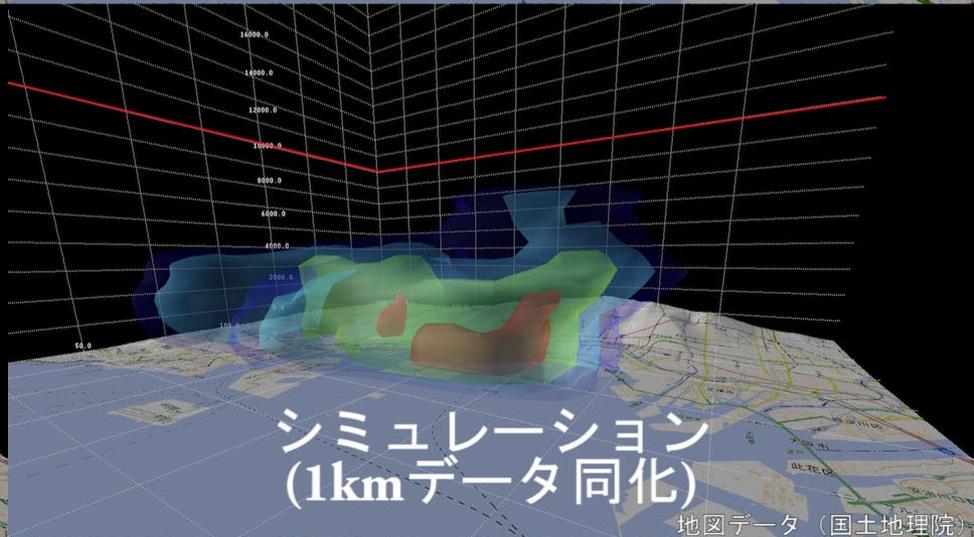
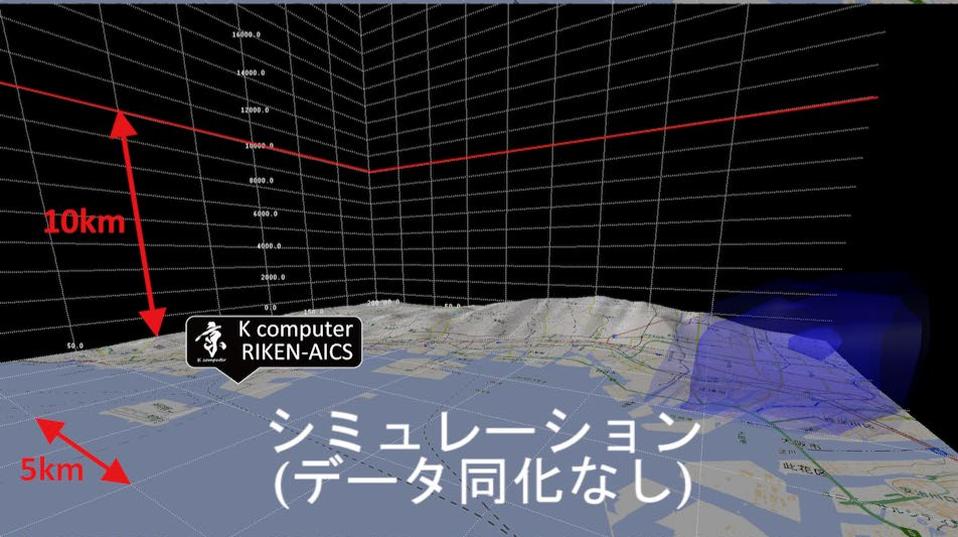
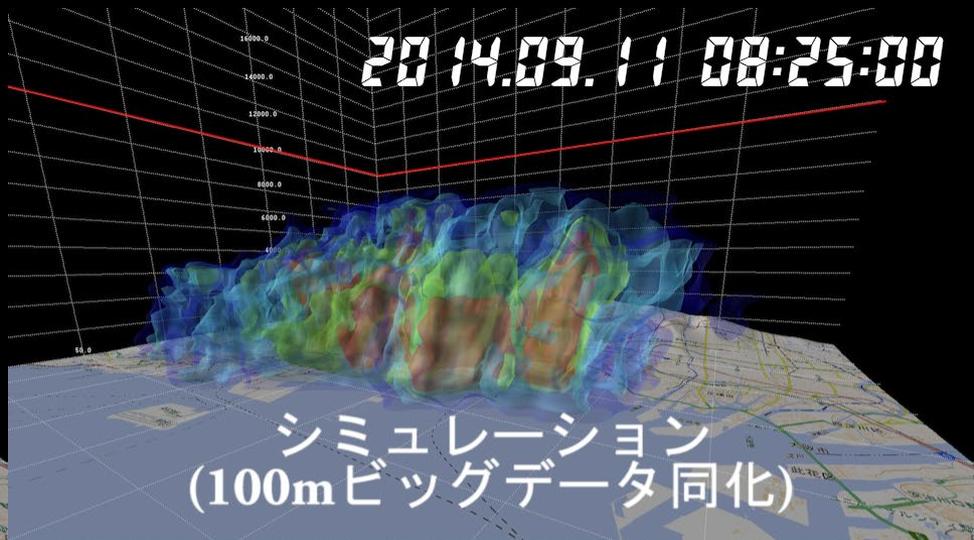
シミュレーションの改善

# 2014年9月11日朝、ゲリラ豪雨

理化学研究所 計算科学研究機構  
データ同化研究チーム



2014.09.11 08:25:00



地図データ (国土地理院)

# 降水予報へのインパクト

## 12時間後の降水量予測

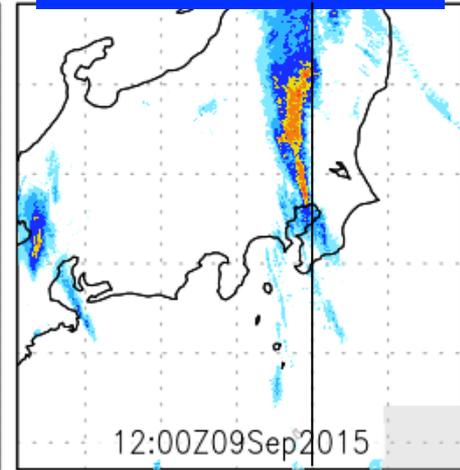
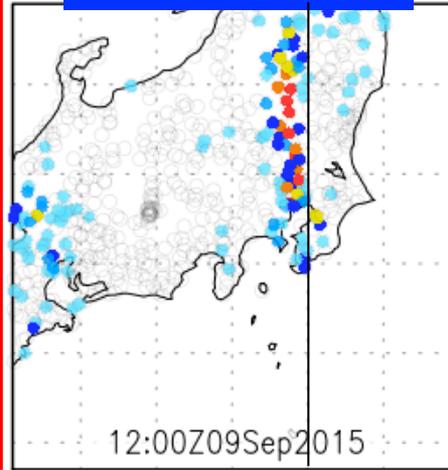
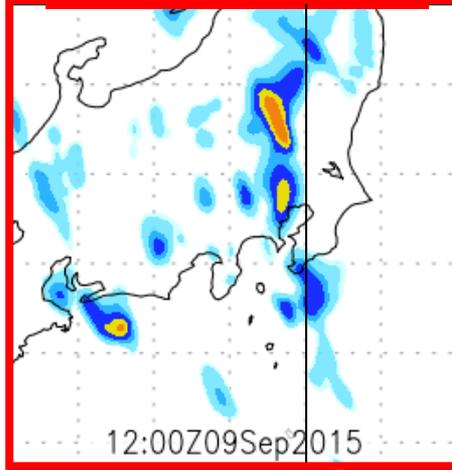
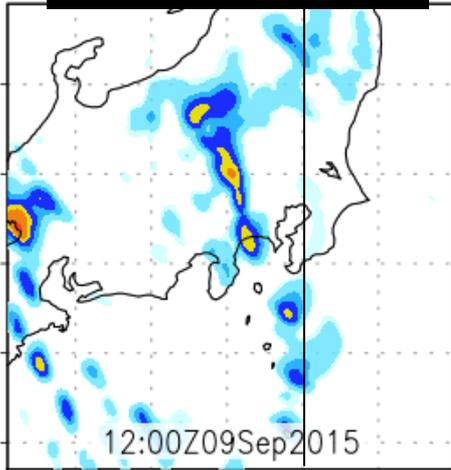


(a) ひまわりなし

(b) ひまわりあり

(c) 雨量計

(d) レーダー観測



降水帯の位置がひまわり8号同化によって改善

# 「京」で切り拓いた天気予報革命

## ビッグデータ × ビッグシミュレーション

30秒更新(1時間より120倍高速)

100mメッシュ(1kmの100倍の格子点)

10240個のアンサンブル(100個の100倍)

→ 天気予報を革命

すべて  
世界一!



**「富岳」で行う計算**  
全球3.5kmメッシュ  
1000アンサンブル

**「京」で行った計算**  
全球112kmメッシュ  
10240アンサンブル

**富岳：京 = 100：1**

解像度32倍  
(格子点数1024倍)

アンサンブル数1/10

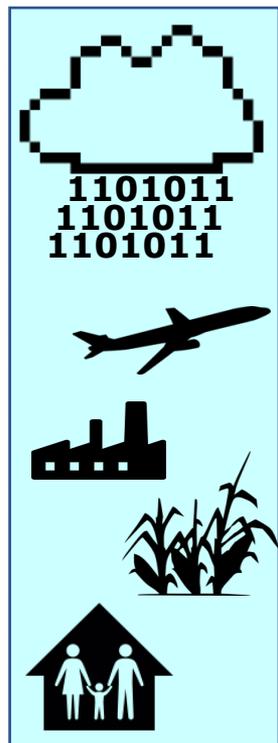
# 2030年「高度天気予報活用社会」へ

サイバー世界

同期・予測・制御

現実世界

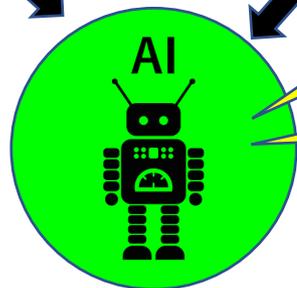
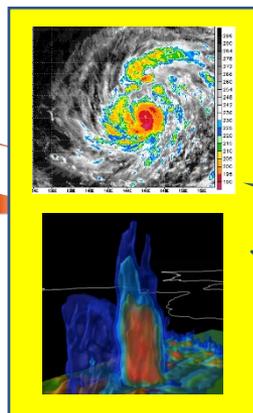
シミュレーション



ビッグデータ同化

Data Assimilation

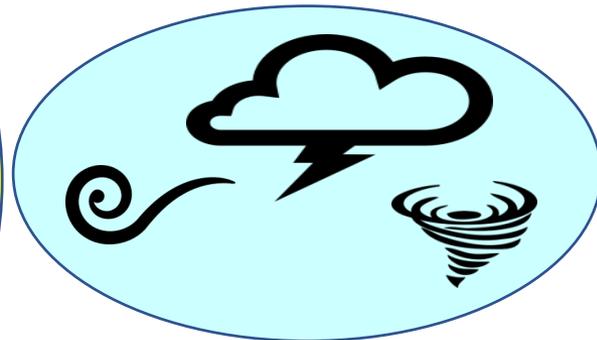
ビッグデータ



計測



自然



IoT



生活・社会経済

# 2030年「高度天気予報活用社会」へ

サイバー世界

同期・予測・制御

現実世界

## 「巨大アンサンブル」で見逃さない

- より早く（リードタイム）
  - 正確に（精度）
  - 想定外をなくす

### →効果的な防災対応へ

- どこがいつ崩れるか
- どこでいつ何m浸水するか