

# 「富岳」成果創出加速プログラム 「防災・減災に資する新時代の 大アンサンブル気象・大気環境予測」 第2回シンポジウム 「富岳」× 極端気象予測 ～「富岳」による極端気象予測の新しい 世界～

研究開発課題責任者：佐藤正樹  
(東京大学大気海洋研究所)

2021年9月4日(土) 13:30～16:30  
「Zoom」を用いたオンライン開催



国立研究開発法人 国立環境研究所

「富岳」成果創出加速プログラム  
防災・減災に資する大アンサンブル気象・大気環境予測

「富岳」× 極端気象予測  
～「富岳」による極端気象予測の新しい世界～

2021年  
9月4日(土)  
13:30 ▶ 16:30

事前申込  
8/25 締切

参加無料

オンラインイベント

お申込み <https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/fugaku/sympo2021.html>  
詳細・お申込みは上記アドレスにアクセス下さい。  
※定員になり次第締め切らせていただきます

主催 東京大学 大気海洋研究所  
後援 一般財団法人 高度情報科学研究機構  
お問合せ 東京大学大気海洋研究所 富岳気象課題事務局  
メールアドレス: [fugakustmon@gmail.com](mailto:fugakustmon@gmail.com)  
ホームページ: <https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/fugaku/index.html>



# 「富岳」成果創出加速プログラム（2020～2022年度）

## 「富岳」成果創出加速プログラム （2020～2022年度）

「富岳」を用いた成果を早期に創出することを目的として文部科学省が設置

- ① 人類の普遍的課題への挑戦と未来開拓
- ② 国民の生命・財産を守る取組の強化：本課題が採択
- ③ 産業競争力の強化
- ④ 研究基盤

以上4領域について、19課題が選定。

選定された課題は、「富岳」の計算資源を優先的に無償で使用し、速やかな成果創出を目指す。

「富岳」（2020-）  
442PF（LINPACK）



2021年6月28日

理化学研究所 富士通株式会社

スーパーコンピュータ「富岳」TOP500、  
HPCG、HPL-AIにおいて3期連続の世界第  
1位を獲得

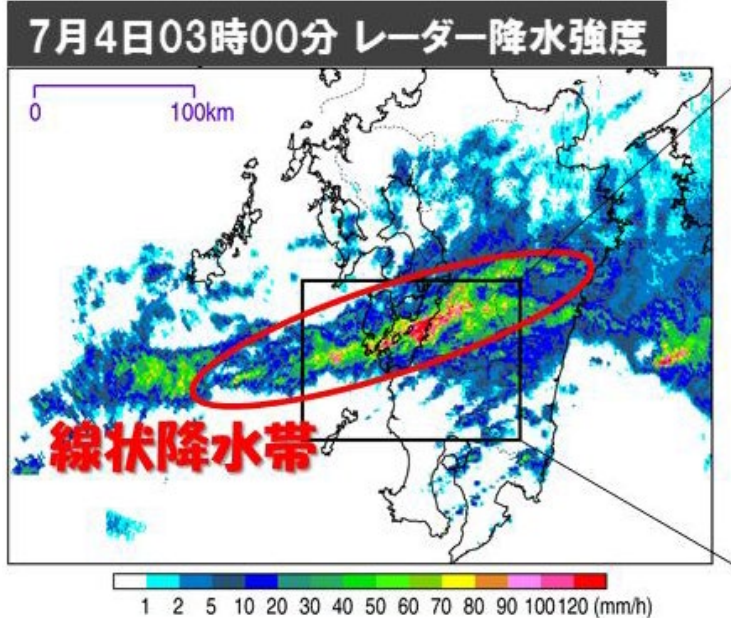
－ Society5.0実現のための情報基盤技術と  
して総合的に世界トップの性能を実証－

# 本研究課題の背景

気象災害は増加・激甚化しており、台風・集中豪雨のより高度な予測が必要とされている。

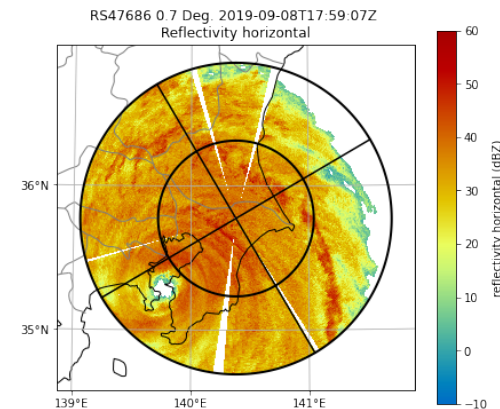
- 地球温暖化はすでに顕在化し、極端現象の今後の頻発化が予測されている
- 平成は災害の時代・多数の犠牲、令和の新時代は災害から国民を守るために最新科学技術の活用が求められている（国土強靱化基本計画(H30)）。

豪雨の発生が近年、増加傾向

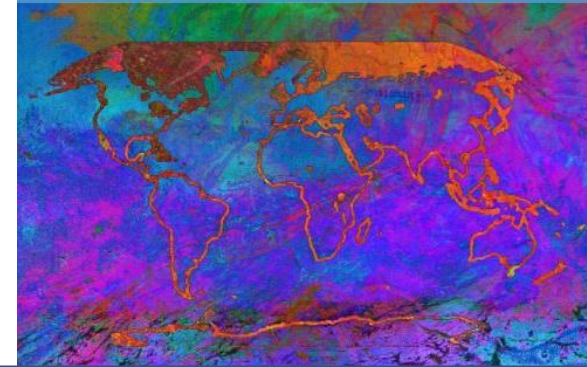


令和2年7月豪雨  
～球磨川の氾濫～  
(2020)

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書（AR6）2021年8月発表  
「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。」



令和元年房総半島台風（2019）



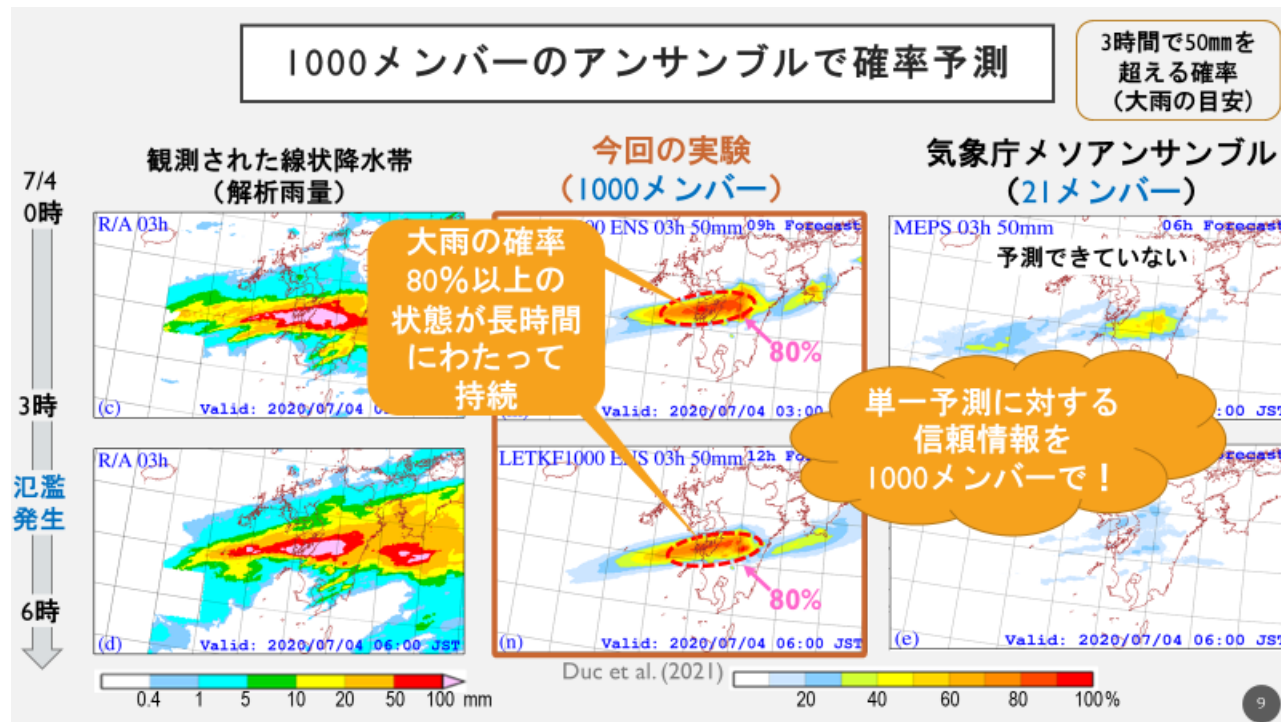


# 本研究課題の目標

- 近年激甚化する集中豪雨等の極端気象現象からの防災・減災を実現するために、
  - 数日程度から数週間～季節スケールの大規模に災害をもたらす事例の気象・大気環境予測実験（大アンサンブル）を富岳を用いて実施
  - リードタイム（予測から豪雨発生までの猶予時間）をもった確率予測情報の提供が可能な新時代の予測技術確立
- 気象災害の原因である集中豪雨や台風に対して、
  - 積乱雲等を忠実に表現する高解像度の大アンサンブル実験を実施
  - 近年の著しい観測技術の進歩がもたらした高精度・高頻度・高密度になった観測データ（観測ビッグデータ）と組み合わせた先進的な予測技術開発
  - 確率予測情報を付加した高精度な数値天気予報による、革新的な数値気象・大気環境予測技術を実現
- 上記の目的のために、テーマ1～3の研究内容を実施
  - テーマ1「短時間領域スケール予測」数日先までの豪雨等シビアウェザーの確率予測を実現
  - テーマ2「全球スケール予測」週から数か月先までの台風等、極端気象現象の確率予測を実現
  - テーマ3「先進的大規模データ同化手法」気象・大気質同化による大規模データ同化手法を開発

# 「富岳」で初めて可能となる超大規模計算・データ解析

## 大アンサンブル・高解像度シミュレーションによる高精度確率予測



長いリードタイムでの確率的・タイムライン的予測情報の提供

□局地豪雨：前日の日没前に、実際の有効な避難に結び付く決め細かな情報の提供。

□台風：月～週前からの確率的進路・強度予測、大規模避難に結び付く情報の提供。

大アンサンブルの必要性

□観測ビッグデータの同化

□リスク予報には十分なデータ数に基づく確率情報が必要（滑らかなPDF）

□確率的に稀な極端事象の予測

□メカニズム解明：アンサンブルメンバーの初期値に遡れば、実際になぜ豪雨をなったのかの原因が含まれている。

川畑拓矢（テーマ1代表）：2020年度本課題成果より

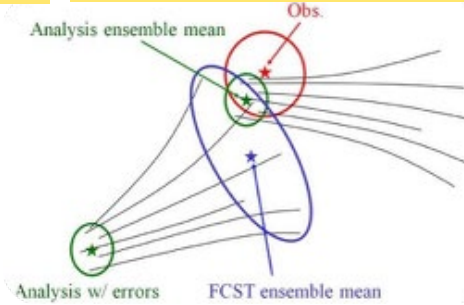


# 富岳に向けたアプリケーション開発：NICAM-LETKF

全球雲解像モデル NICAM

アンサンブルデータ同化システム LETKF

+



NICAM-LETKF

NICAM-LETKF：

全球3.5kmメッシュ, 100層（40億格子）

x 1000アンサンブル・データ同化シミュレーション

□ 1サイクルのデータ交換量 3 Pbyte：

世界最大級の大規模データ駆動型シミュレーション

□ 全球→領域→局地予報を高精度かつ直接的に繋ぐ気象予測の標準的なアプリケーション

□ 20万行を超える巨大プログラムの積極的な改良

□ 「京」の「100倍」を担うグランドチャレンジアプリケーション：富岳コデザインにおいて高い計算性能を早期に実現

八代尚氏の講演

SC20 Gordon Bell 賞ファイナリスト  
(2020年11月19日)

ACM AWARDS ADVANCED GRADES OF MEMBERSHIP SIG AWARDS NOMINATING PROCESS AWARDS COMMITTEES ESTABLISHING AN ACM AWARD AWARD SPONSORS

Specific Types of Contributions  
ACM Gordon Bell Prize

Innovations in applying high-performance computing to science, engineering, and large-scale data analytics

Award Winners

Nominations

Committee Members

# 本日のプログラム

## 実施体制

佐藤 正樹【課題代表】

(東京大学 大気海洋研究所・教授)

「「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」課題の研究紹介」

### テーマ1 「短時間領域スケール予測」

シビアウェザー・気象災害被害の  
確率予測の実現

川畑拓矢【テーマ1代表】  
(気象業務支援センター)

佐藤 陽祐

(北海道大学理学研究院 地球惑  
星科学部門・特任准教授)

「次世代の数値予報に向けた  
気象雷モデルの開発」

### テーマ2 「長時間全球スケール予測」

週から数か月先までの台風等、  
極端気象現象の確率予測の実現

司会：宮川知己

【テーマ2代表】

(東京大学大気海洋研究所)

山田 洋平

(海洋研究開発機構地球環境部門・  
特任研究員)

「令和元年房総半島台風の発生前  
からの予測シミュレーション」

### テーマ3 「先進的大規模データ同 化」

気象・大気質同化による  
大規模データ同化手法の開発

八代 尚【テーマ3代表】

(国立環境研究所 地球システム  
領域・主任研究員)

「気象シミュレーションソフト  
は富岳をどれだけうまく活  
用出来るか？」

三好 建正【テーマ横断代表】

(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・チームリーダー)

～Topics～ 「「富岳」を使ったゲリラ豪雨予報」

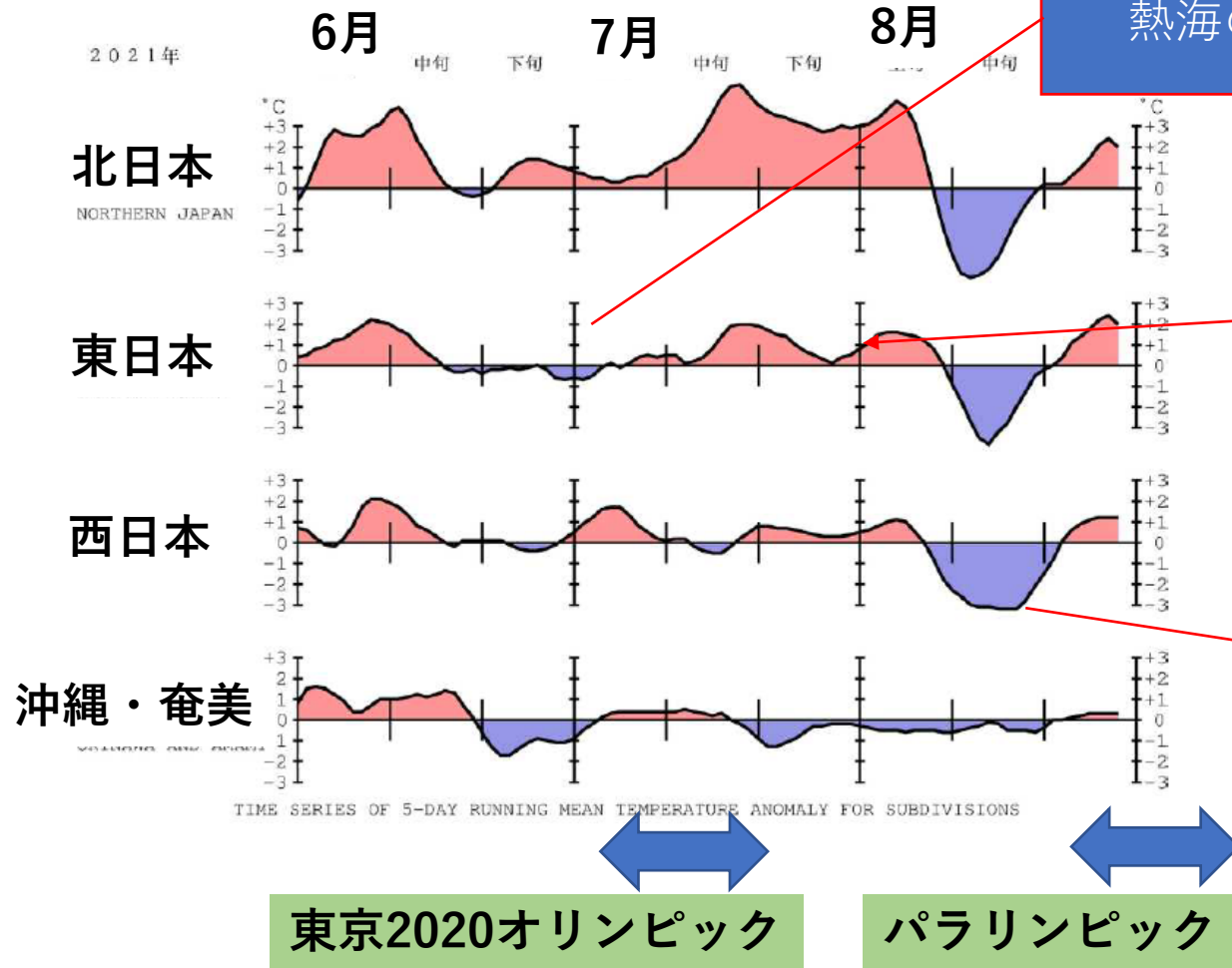


# 今年の夏季の天候：2021年6-8月

## 気象庁 「夏（6～8月）の天候」

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2109/01b/tenko210608.html>

### 地域ごとの平均気温の平年差の経過



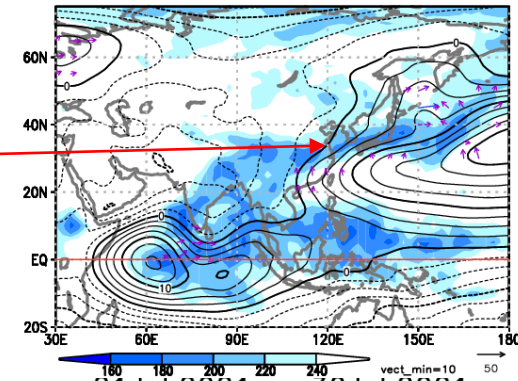
熱海の土石流災害

台風8号宮城上陸

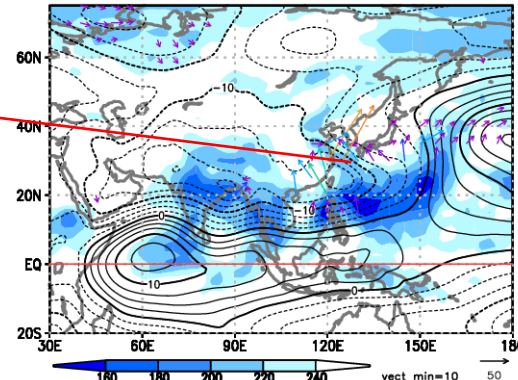
西日本で大雨特別警報

850hPa 流線関数と  
外向き長波放射

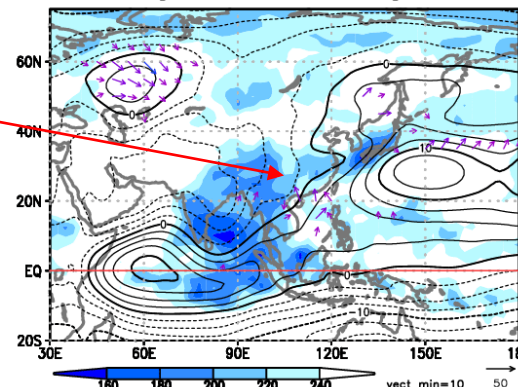
01Jul.2021 - 10Jul.2021



21Jul.2021 - 30Jul.2021



11Aug.2021 - 20Aug.2021



[https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/clisys/anim/anim\\_asia.html](https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/clisys/anim/anim_asia.html)

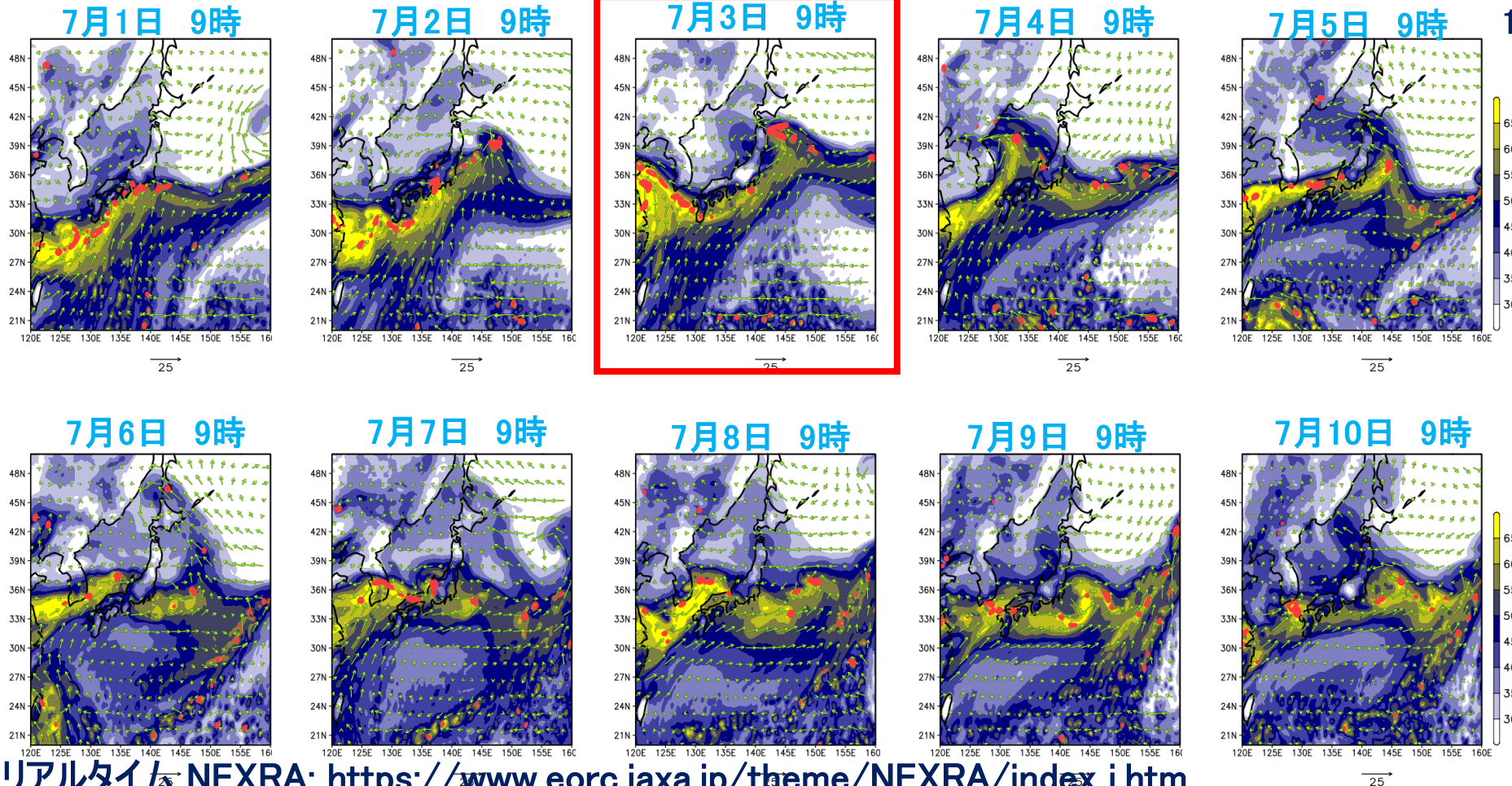


# 2021年7月上旬の梅雨前線

毎日9時からの24時間予測  
NICAM 14km メッシュ予測実験

## 全球高解像度モデルによるアンサンブル同化・予測実験 熱海の土石流災害: 7月3日

可降水量 (色;  $\text{kg}/\text{m}^2$ )  
降水 ( $>10 \text{ mm}/\text{時}$ , 赤)  
10m高度の風ベクトル



JAXA気象リアルタイム NEXRA: [https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index\\_j.htm](https://www.eorc.jaxa.jp/theme/NEXRA/index_j.htm)

「2021年7月上旬の梅雨前線に伴う大雨」 <https://www.eorc.jaxa.jp/earthview/2021/tp210714.html>

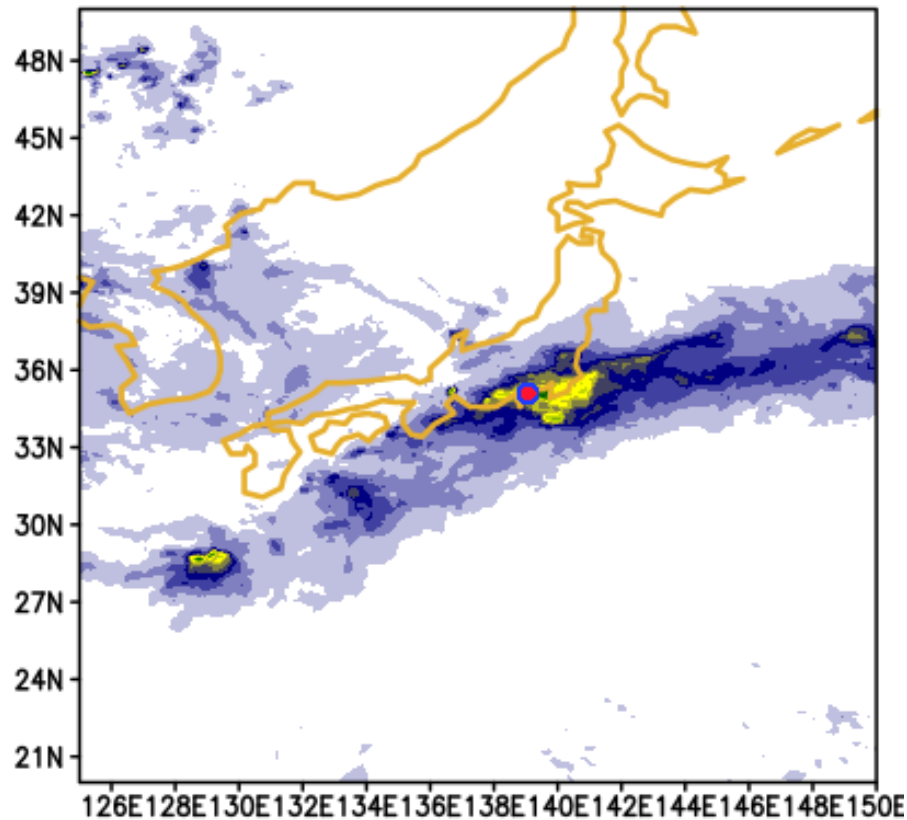
# NEXRA\_2.0 14 km アンサンブル予測実験

熱海(赤丸)に土石流災害をもたらした大雨の事例

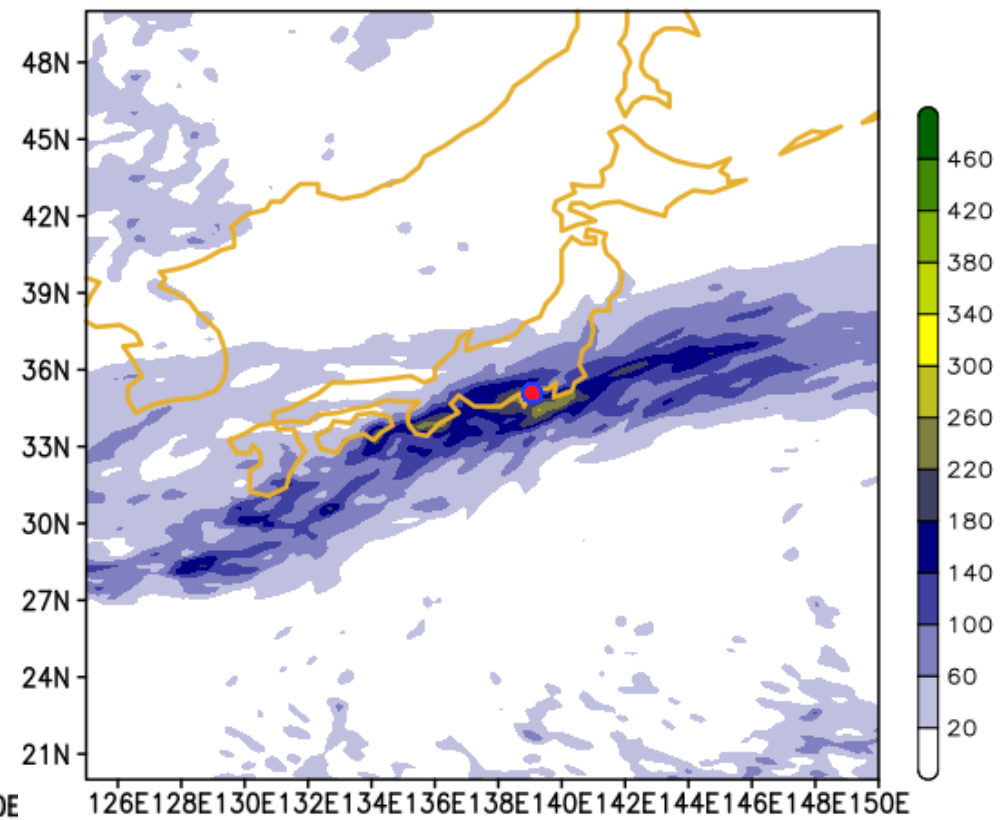
7月1日～3日の積算降水量 [mm]

6月30日9時を初期値とした14kmメッシュ全球アンサンブル予測実験

GSMaP Observation



NEXRA ensemble mean



# 2021年台風8号リアルタイムアンサンブルシミュレーション

**台風8号：観測史上初めて、宮城県に上陸**

**存在時間：2021年7月23日9時～28日15時**

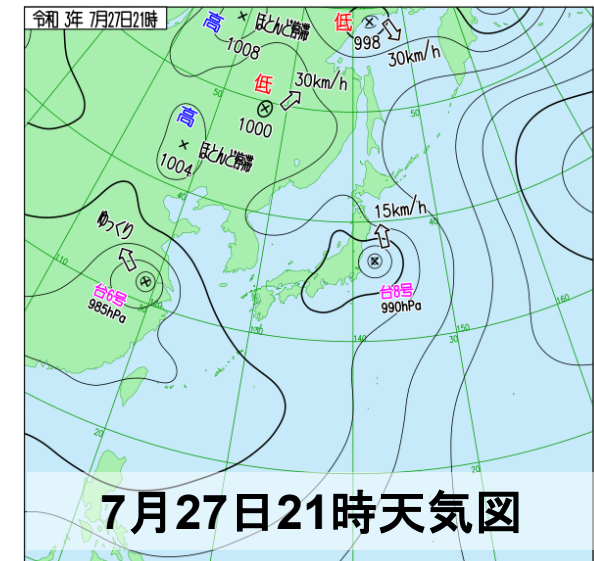
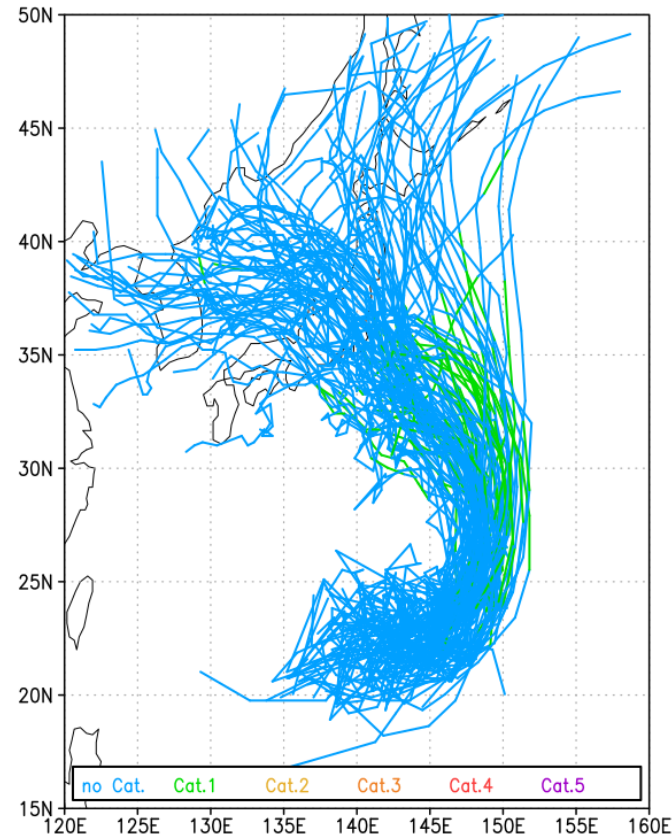
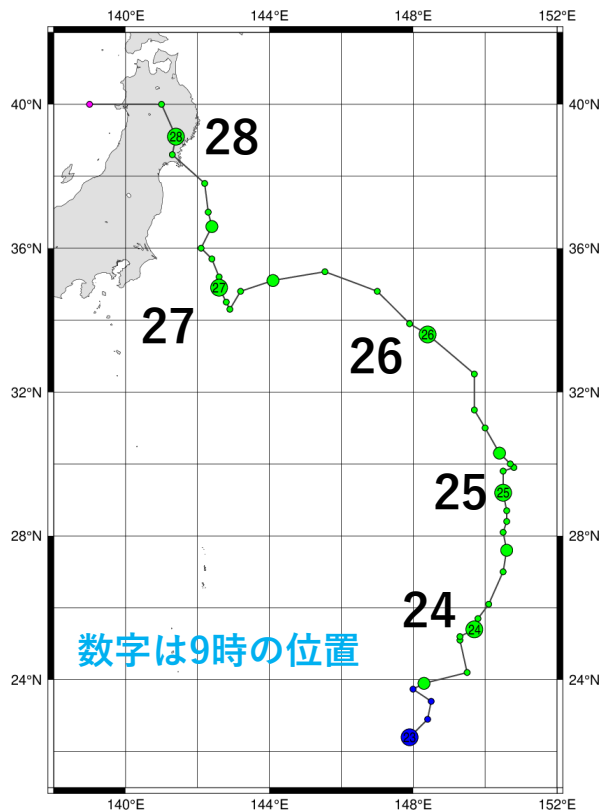
**生涯最低中心気圧：990 hPa**

**TOKYO2020オリンピック期間中に襲来**

山田洋平特任研究員(JAMSTEC)による予測実験

- ・「富岳」による128メンバーのアンサンブル実験を実施
- ・初期値7月22日、上陸のタイミング(7/28)を良好に表現
- ・上陸位置は、現実より南にずれるケースが多い

台風8号の経路



- **モデル：NICAM**
- **計算開始日：2021年7月22日9時**
- **初期値：NEXRA**
- **積分日数10日間**
- **メンバー数：128**
- **水平格子間隔：14km**

デジタル台風

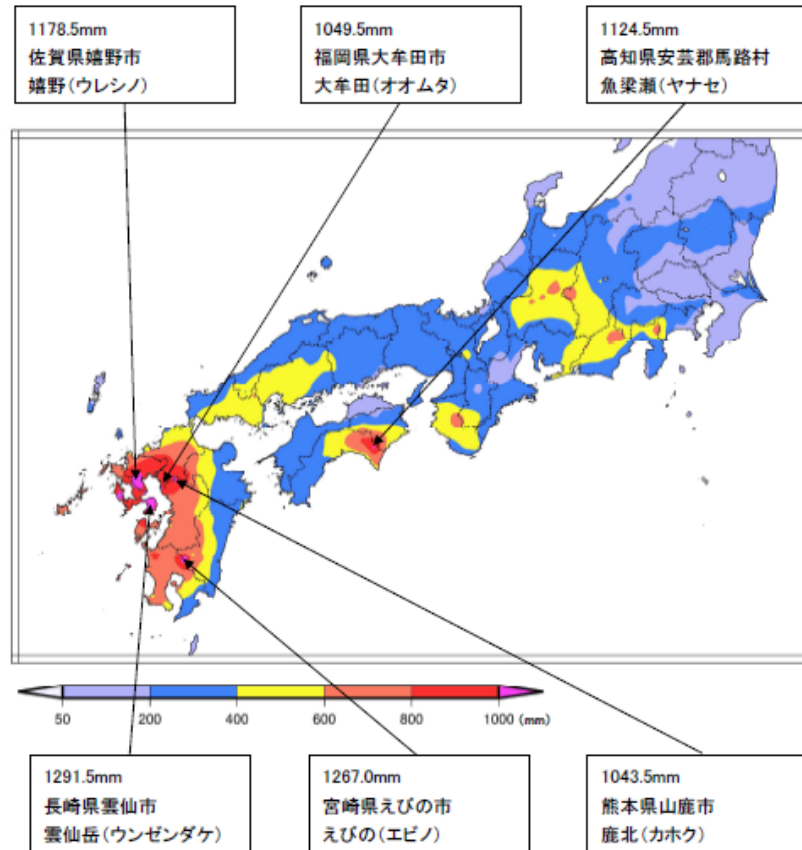
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/l/202108.html.en>



# 2021年8月中旬の大雨

## 西日本に大雨特別警報:8月13-14日

降水量の期間合計値の分布図(8月11日0時~19日24時)

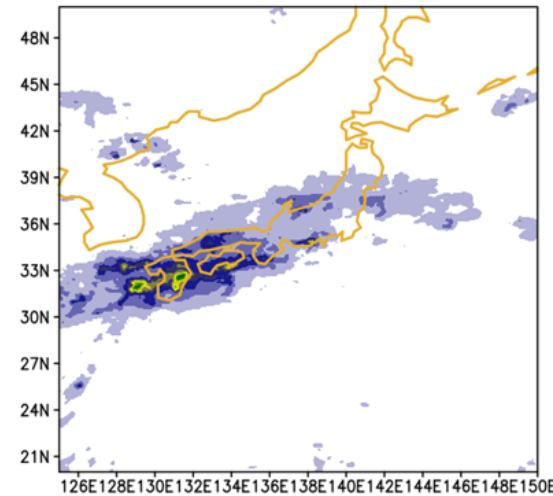


※ 降水量の期間合計値の上位6地点(都道府県から1地点)

## 8月11日から13日の降水分布

GSMaP observation

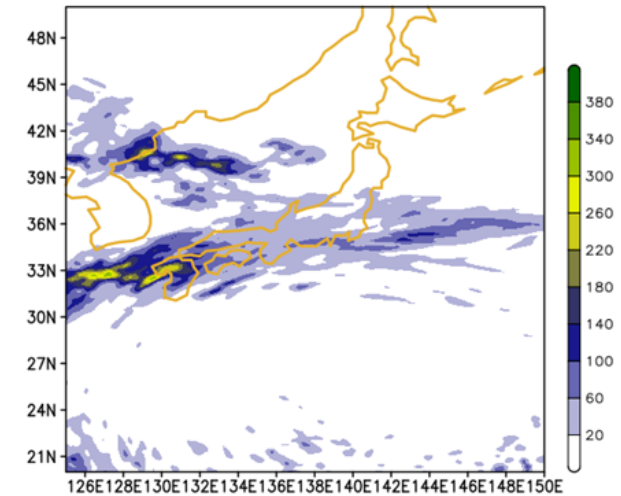
accum. precip.[mm]  
2021081100-2021081300



人工衛星観測による  
降水分布

NEXRA 14km Fcst. Init.:2021081012 UTC  
mem\_mean

accum. precip.[mm]  
2021081100-2021081300



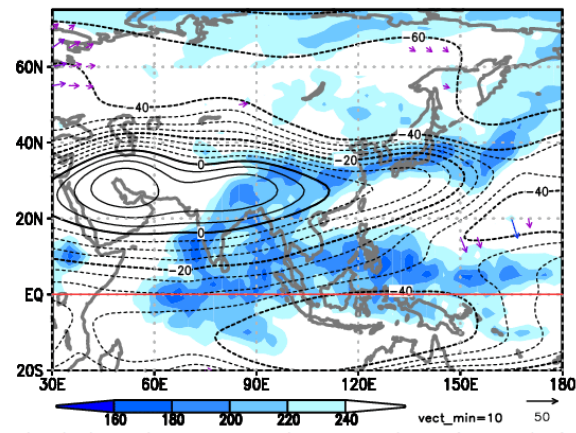
NICAMアンサンブル同化・  
予測実験

- 初期値:8月10日21時
- 128アンサンブル NEXRA
- 14km メッシュ

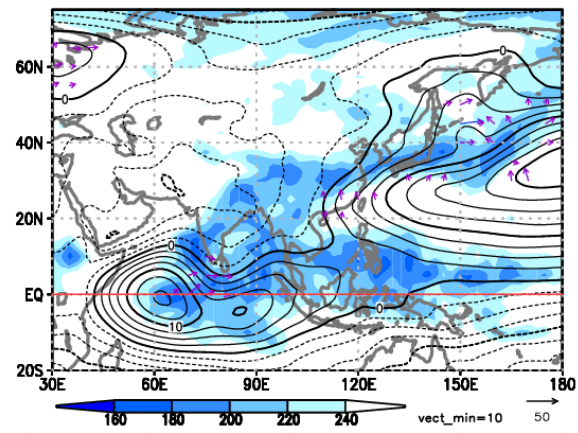
気象庁「8月11日から19日の前線による大雨の状況について」

[https://www.jma.go.jp/jma/press/2108/31a/20210831\\_saimota.html](https://www.jma.go.jp/jma/press/2108/31a/20210831_saimota.html)

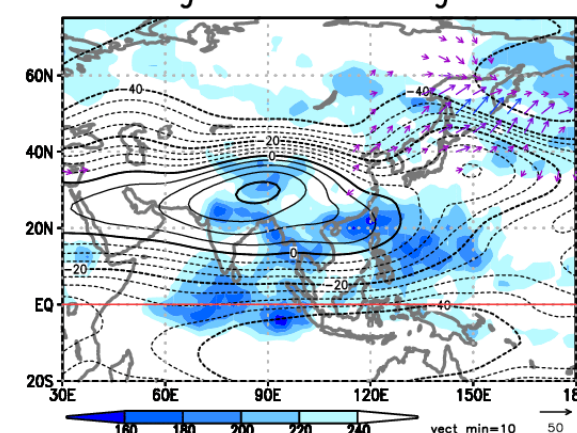
01Jul.2021 – 10Jul.2021



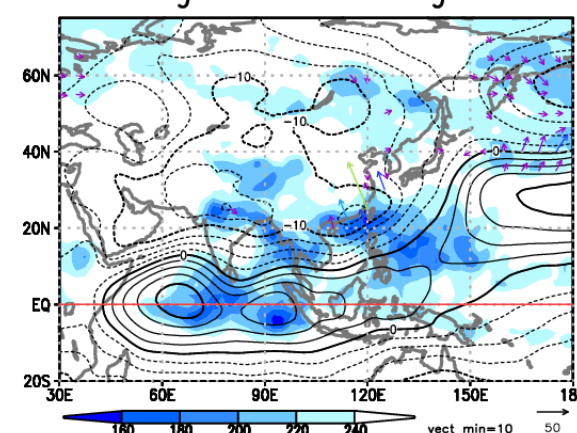
01Jul.2021 – 10Jul.2021



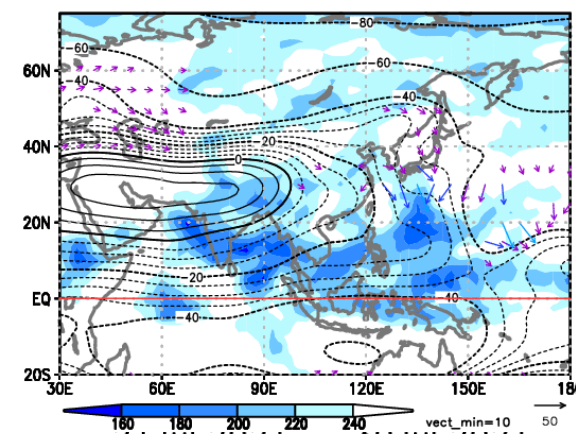
01Aug.2021 – 10Aug.2021



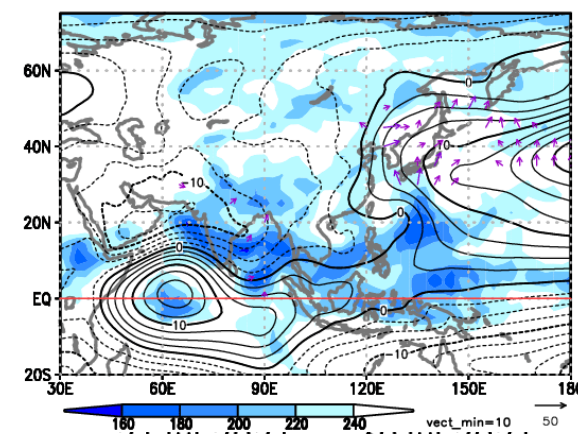
01Aug.2021 – 10Aug.2021



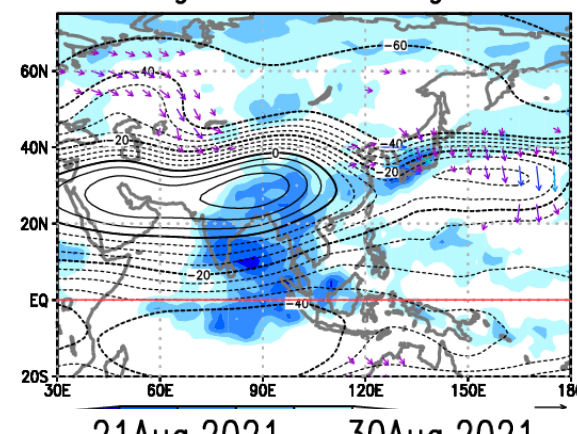
11Jul.2021 – 20Jul.2021



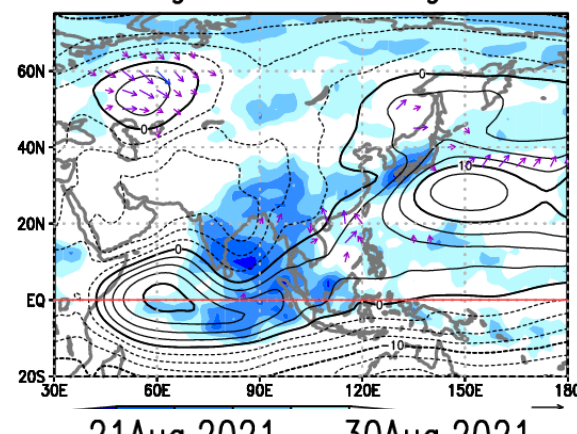
11Jul.2021 – 20Jul.2021



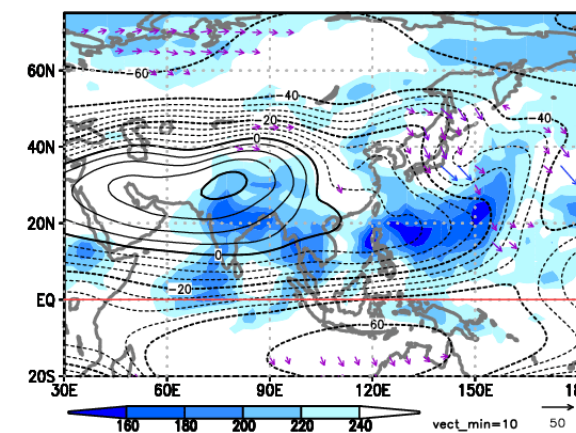
11Aug.2021 – 20Aug.2021



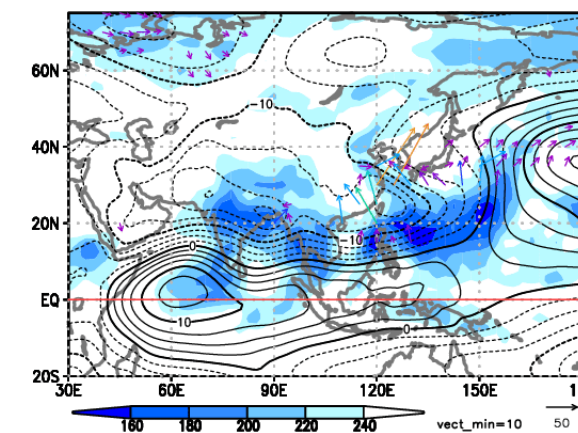
11Aug.2021 – 20Aug.2021



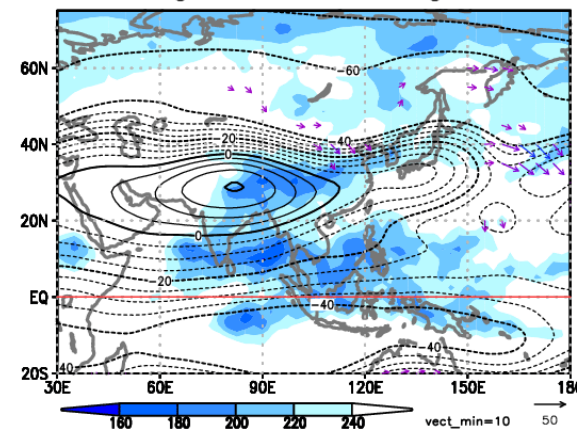
21Jul.2021 – 30Jul.2021



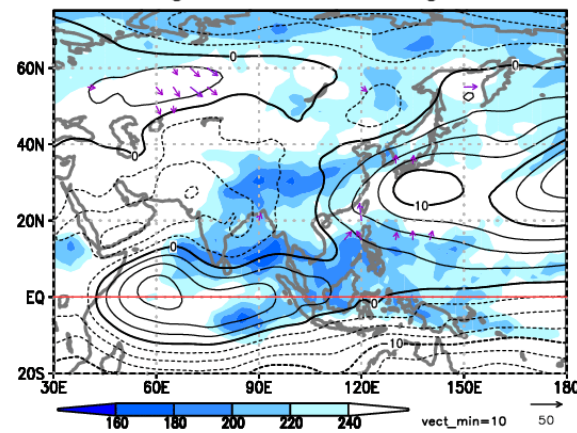
21Jul.2021 – 30Jul.2021



21Aug.2021 – 30Aug.2021

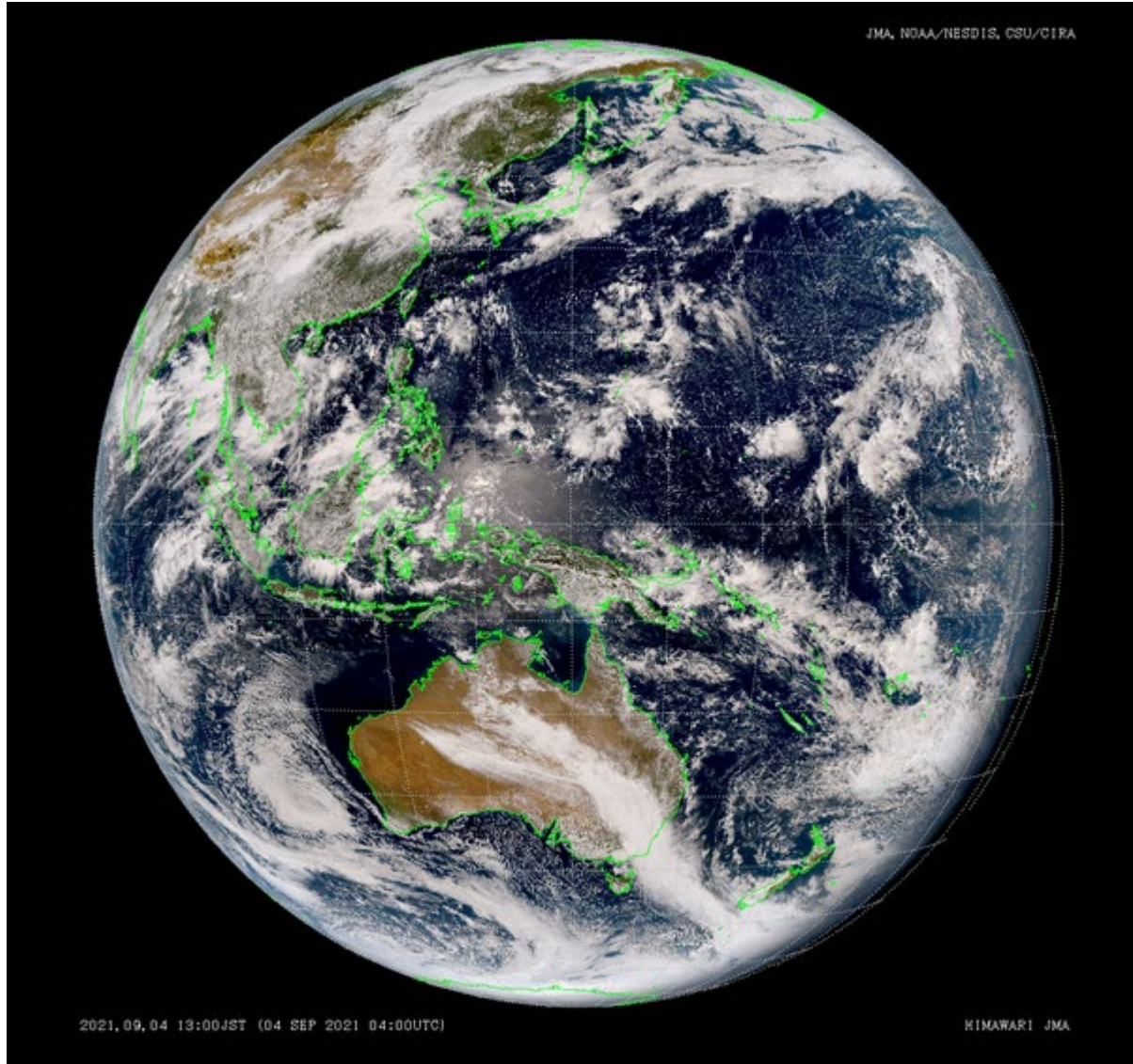


21Aug.2021 – 30Aug.2021



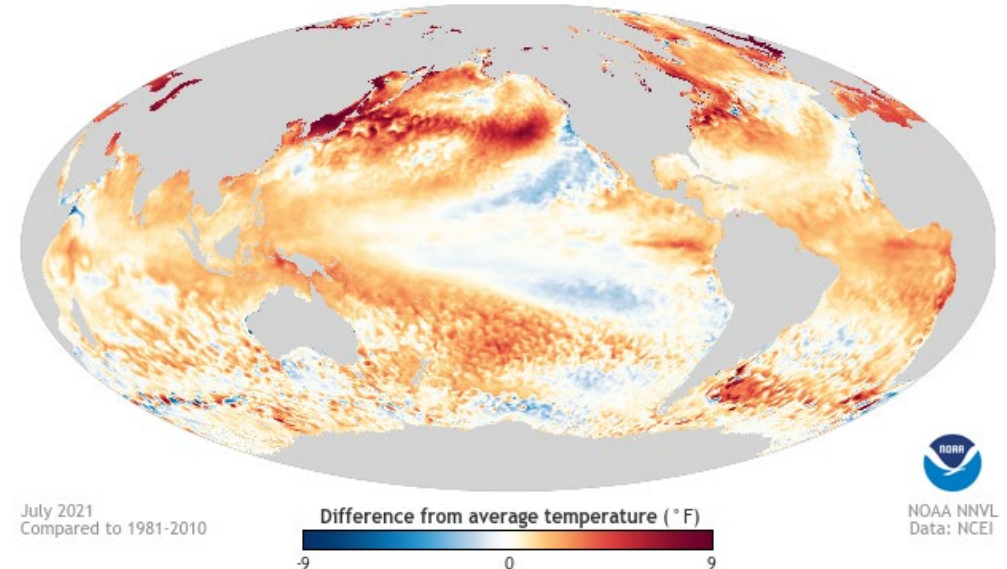
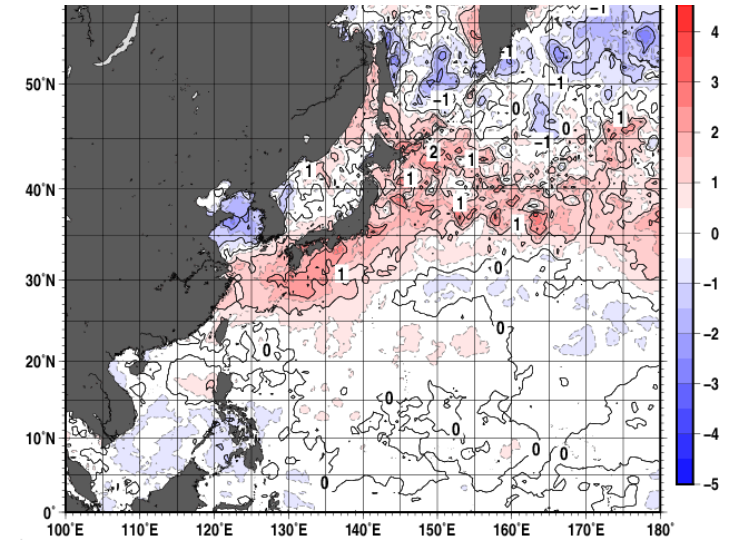


# 2021年9月の現況



2021年9月4日12時ひまわり画像（気象庁）

2021年8月海面水温、平年からの偏差（気象庁）



2021年7月海面水温、平年からの偏差（NOAA）



## まとめ

- 「富岳」成果創出加速プログラム 「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」 課題を実施中
- 「大アンサンブルX高解像度」の新時代の極端気象予測
- 線状降水帯に伴う大雨、台風の予測に期待
- 7-8月の天候の振り返り、これからの台風シーズンの動向に留意を

# 本日のプログラム

【司会】宮川 知己（東京大学 大気海洋研究所・准教授）

- 13:45-14:25

佐藤 陽祐（北海道大学理学院 地球惑星科学部門・特任准教授）

～テーマ1～「次世代の数値予報に向けた気象雷モデルの開発」

- 14:25-14:40

三好 建正【テーマ横断代表】（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・チームリーダー）

～Topics～「「富岳」を使ったゲリラ豪雨予報」

- 14:55-15:35

山田 洋平（海洋研究開発機構 地球環境部門・特任研究員）

～テーマ2～「令和元年房総半島台風の発生前からの予測シミュレーション」

- 15:35-16:15

八代 尚【テーマ3代表】（国立環境研究所 地球システム領域・主任研究員）

～テーマ3～「気象シミュレーションソフトは富岳をどれだけうまく活用出来るか？」

- 16:15-16:30

質疑応答