

テーマ 2 高解像度全球モデルを用いた 週～季節スケールの極端現象リスク予測

テーマ2 責任者 宮川知己
(東京大学大気海洋研究所)

「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

Top

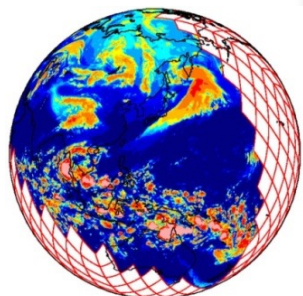
本課題について ▾

イベント ▾

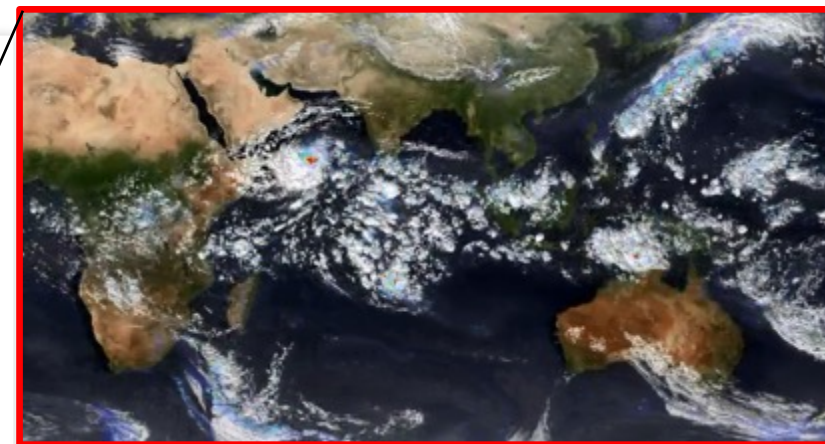
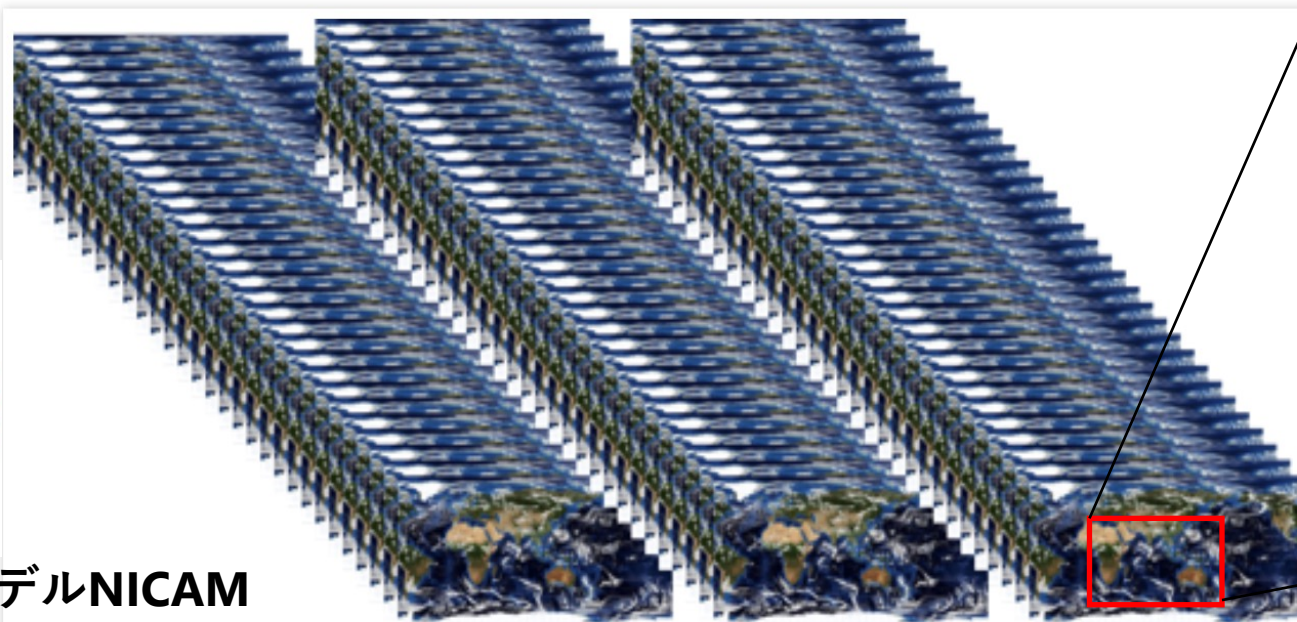
研究成果 ▾

ライブラリ

「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



全球雲解像モデルNICAM



<https://cesd.aori.u-tokyo.ac.jp/fugaku/index.html>

テーマ2:

「**全球スケール予測**」 実働部隊



テーマ1 (日本域, “数日”) →

高精細な予測で迫る危機を回避する

テーマ2 (全球, “週～季節”) →

リードタイムの長い確率予測により

リスクの高まりに対して備える

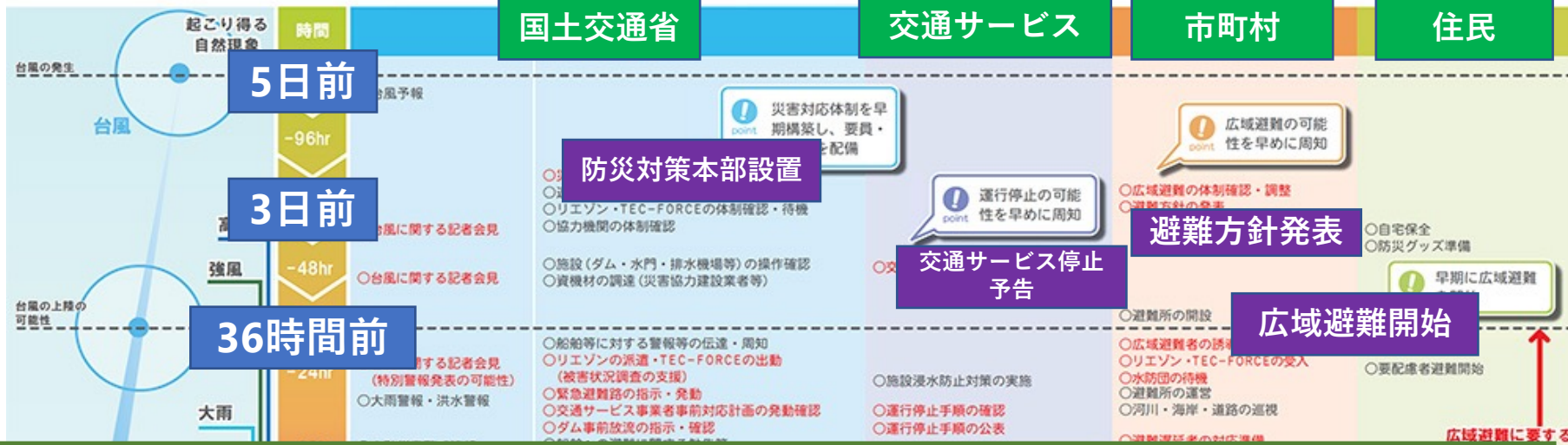
- 命を守る: 早期警戒情報による支援
- 財産を守る: 早期予測の改善による対策コスト低減
リスクvs対策コストの最適化

テーマ3, テーマ横断 (データ同化) →

“現在”の情報を数値モデルに適切に与える

5日前からの台風情報（2019～）に基づいたタイムライン

大規模水災害に関するタイムライン（防災行動計画）の流れ



週～季節スケール予測高度化（テーマ2）

週スケールのリスク情報：

タイムラインにおける時間的余裕を拡大して避難や対策の負荷を軽減

季節スケールでのリスク情報：

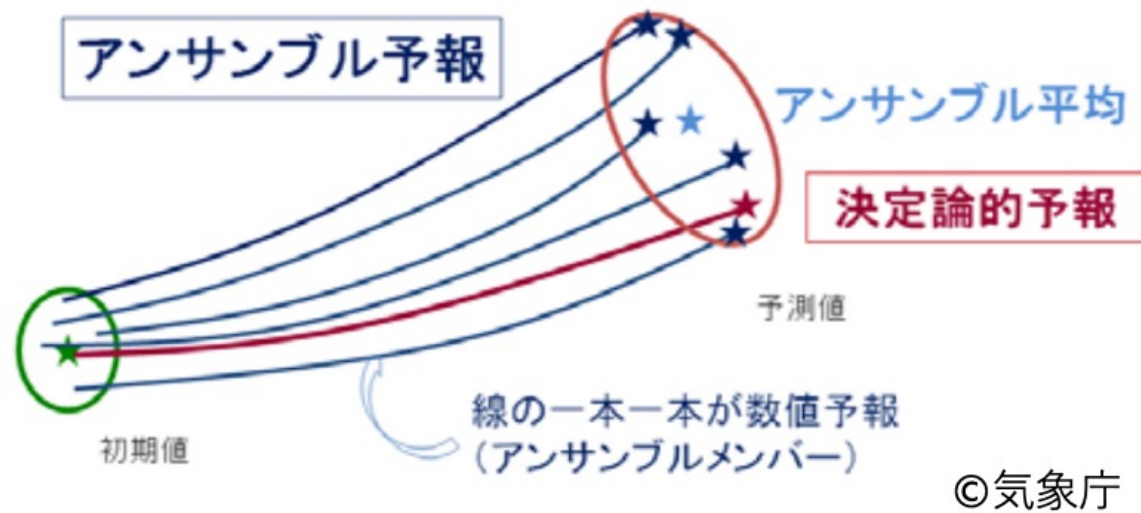
住民や企業に財産・利益を守るための事前対策や事業戦略についての行動変容を促す

避難完了

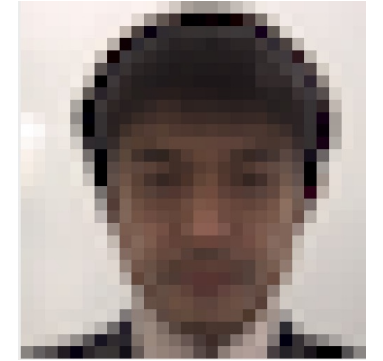
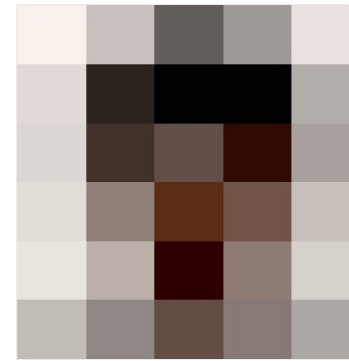
国土交通省 Website より

※タイムラインに関わる関係機関、防災行動は多岐にわたりますが、本イメージ図は国土交通省の対応や広域避難と交通サービスに着目して整理したものであり、時間軸の設定、対応の実施などにあたっては、今後の検討、調整が必要になります。また、赤字は特に対応強化の必要と考えられる項目です。

“リスクの高まり”を捉える アンサンブル予報による確率密度情報が鍵



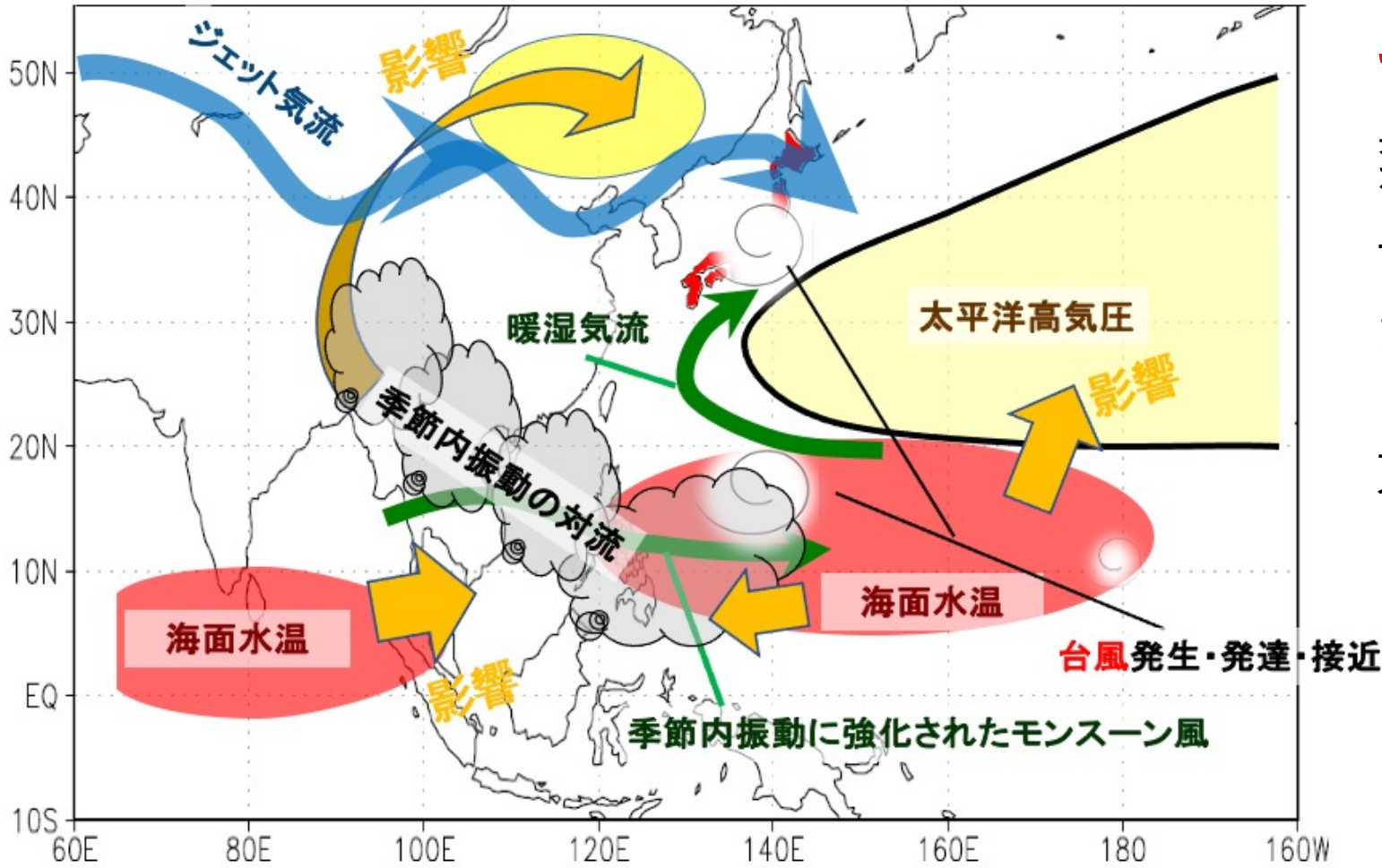
決定論的予報とアンサンブル予報



アンサンブル数が大きいと確率密度分布も高精細になる
→ 効果的な事前対策が可能に

関連する大規模場の振る舞いの確率的変動を捉える

台風に影響する様々な要素の模式図



テーマ2の予測対象となる
極端気象現象:

台風

熱波・寒波
干ばつ・多雨
など

大アンサンブルにより

- ・ 予測スキルと予測可能性のソースを把握
- ・ 大規模場の変動により生じる確率分布の偏りを早期に捉える

週～季節スケールの予測に関わる大規模変動

熱帯・亜熱帯の大気循環

MJO (Madden-Julian oscillation)

BSISO (Boreal Summer Intra-Seasonal oscillation)

アジアモンスーン

PJ (Pacific-Japan) パターン

海洋

ENSO (El Nino Southern oscillation)

IOD (Indian Ocean Dipole)

PMM (Pacific Meridional mode)

西岸境界流

中・高緯度大気

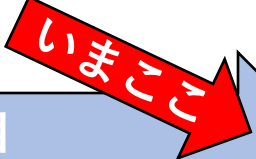
シルクロードパターン

北極振動



テーマ 2

計画のタイムライン



台風
(山田)

季節内
振動
(末松)
(高須賀)

海洋
(升永)

HPCI第二階層を利用
した小規模アンサン
ブル先行テスト実験

初期解析結果を元に
「富岳」を用いた
翌年以降の**実験設定
修正の必要性検討**

大アンサンブル
(1000メンバー)台風実験の
実施

高解像度アンサンブル
(100メンバー)台風実験
の実施

アンサンブル (100メンバー)
季節予測実験(3ヶ月)の実施

上記をベースに**階層化**した
高解像度アンサンブル実験
(100メンバー)

(+ α 部分)

+ 社会実装へ向けた
インプット・アウトプットや
アウトリーチ・人材育成

DNA 小玉班との連携を
含む

国際全球雲解像モデル比較
プロジェクトへの**季節内振
動実験**データ提供

季節内振動の改善の検討

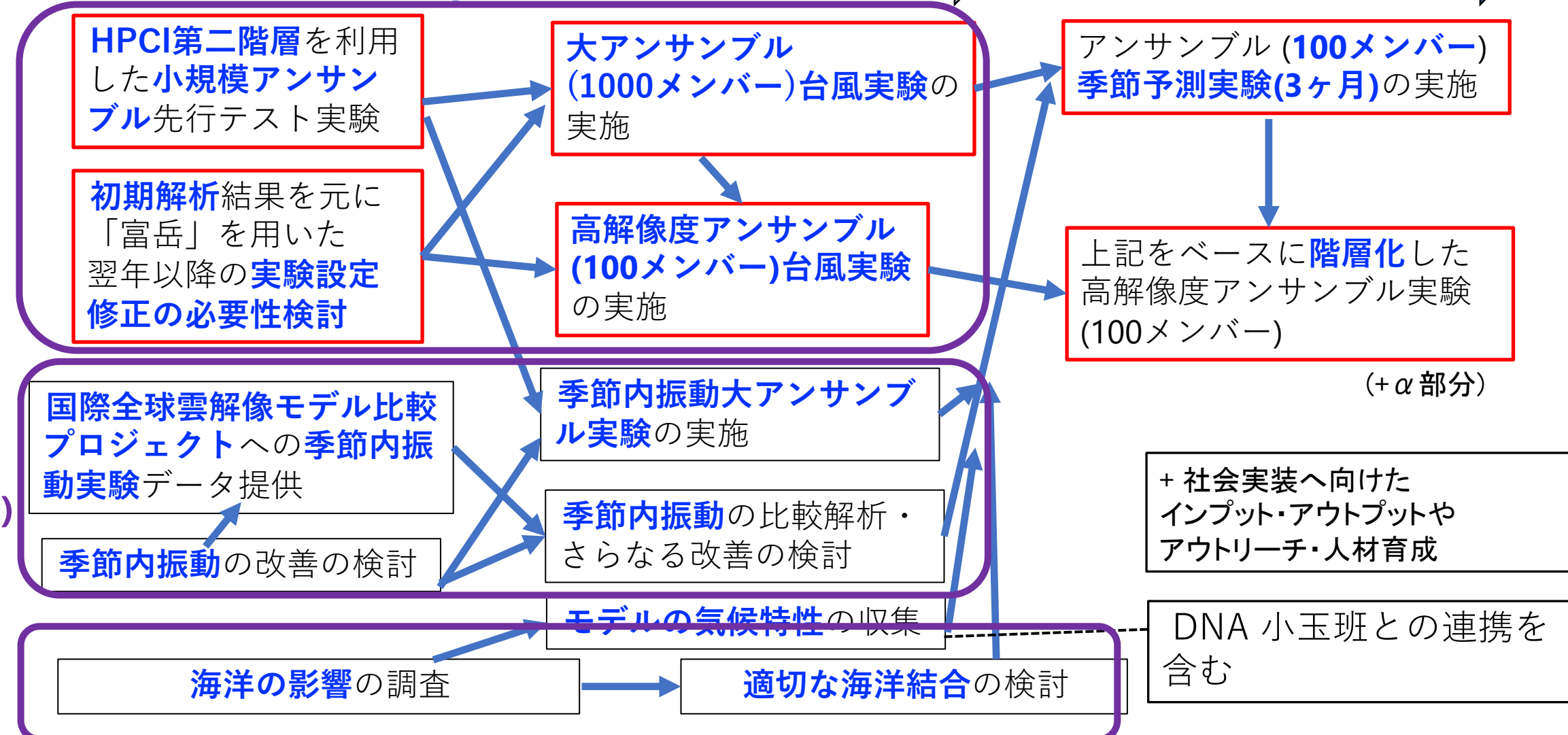
季節内振動大アンサンプ
ル実験の実施

季節内振動の比較解析・
さらなる改善の検討

モデルの**気候特性**の収集

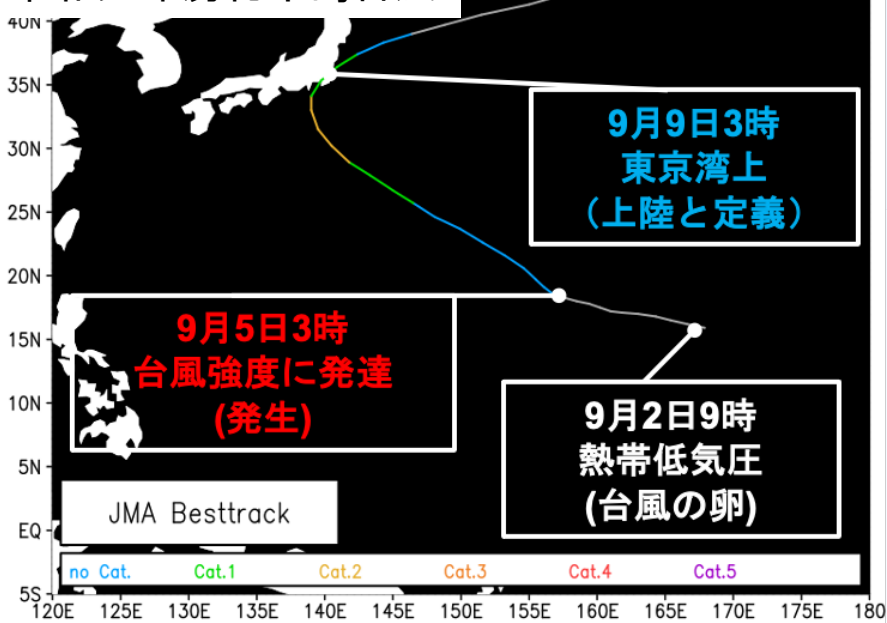
海洋の影響の調査

適切な**海洋結合**の検討

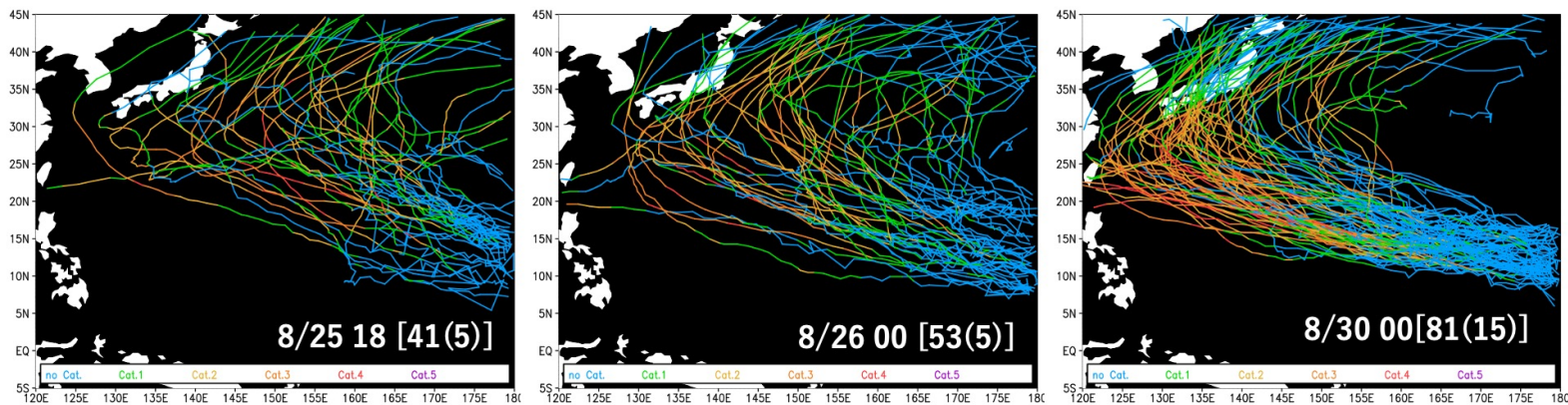



台風 大アンサンブル実験 (令和元年15号 Faxai)

令和元年房総半島台風



100メンバー(NEXRA) × 10初期日 (のうち3初期日分)

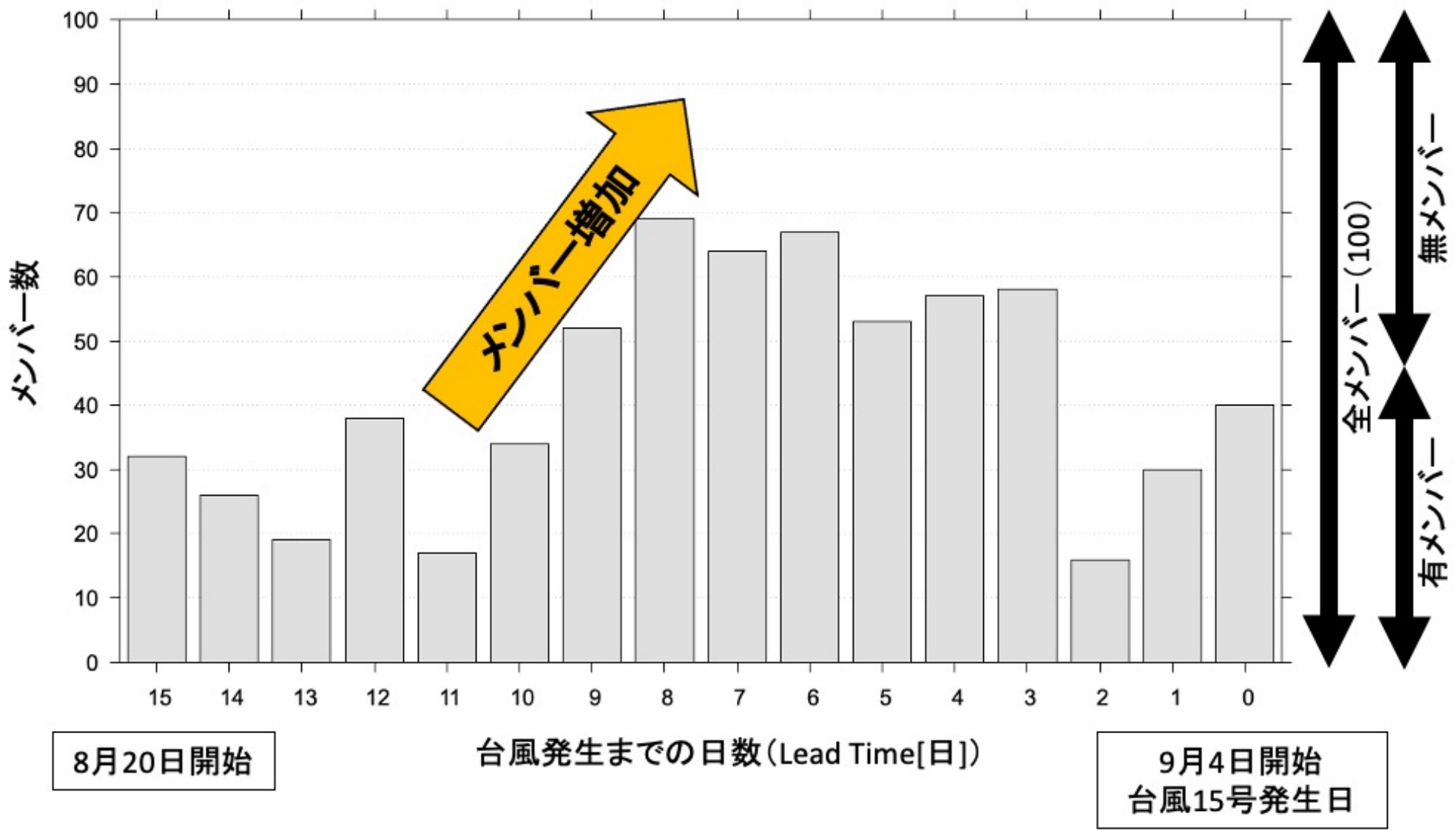


8/21 から 9/5までの各日から、100メンバー
ずつ計1600本のアンサンブル計算をNICAM
(14km)で実施。 協力: 

いつから予測できるか？
予測可能性のソースは何か？

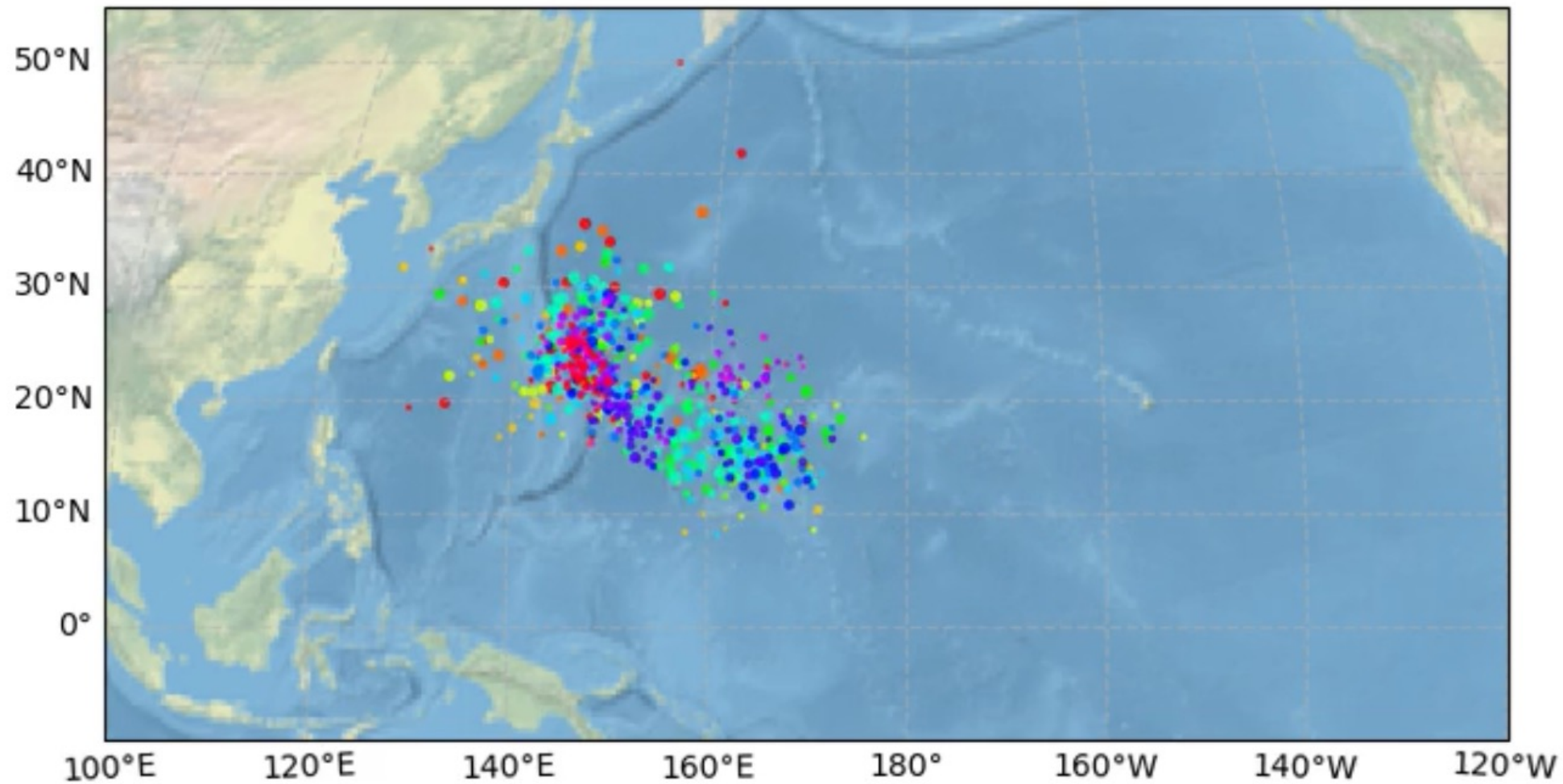


計算開始時刻 (Lead Time) ごとの類似台風発生メンバー数



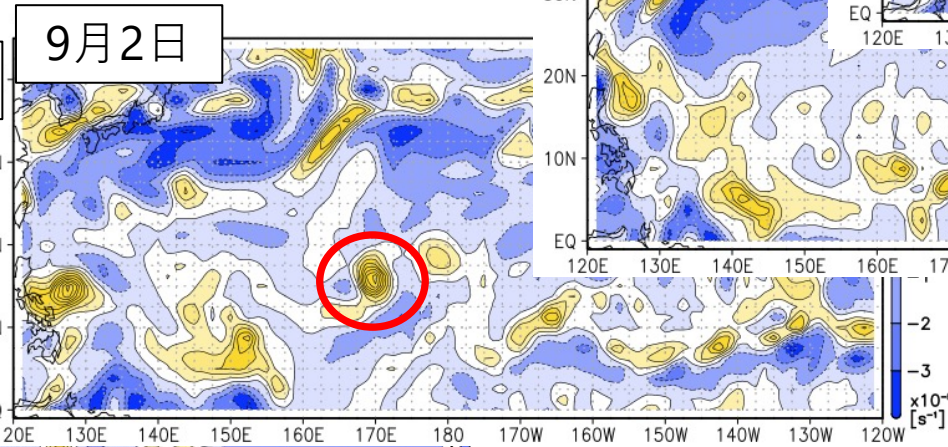
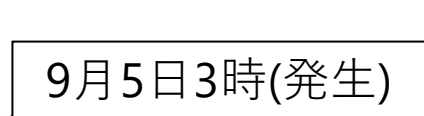
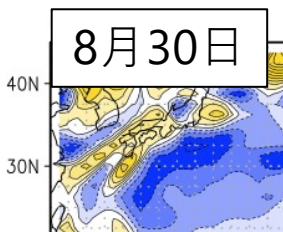
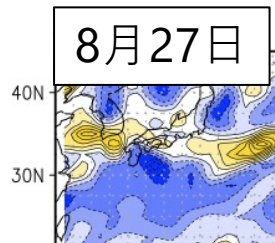
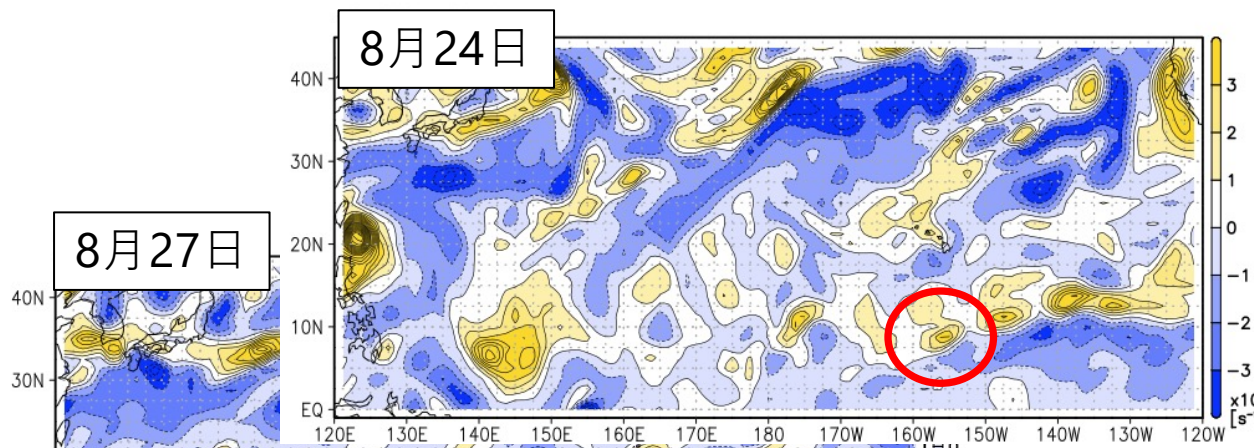
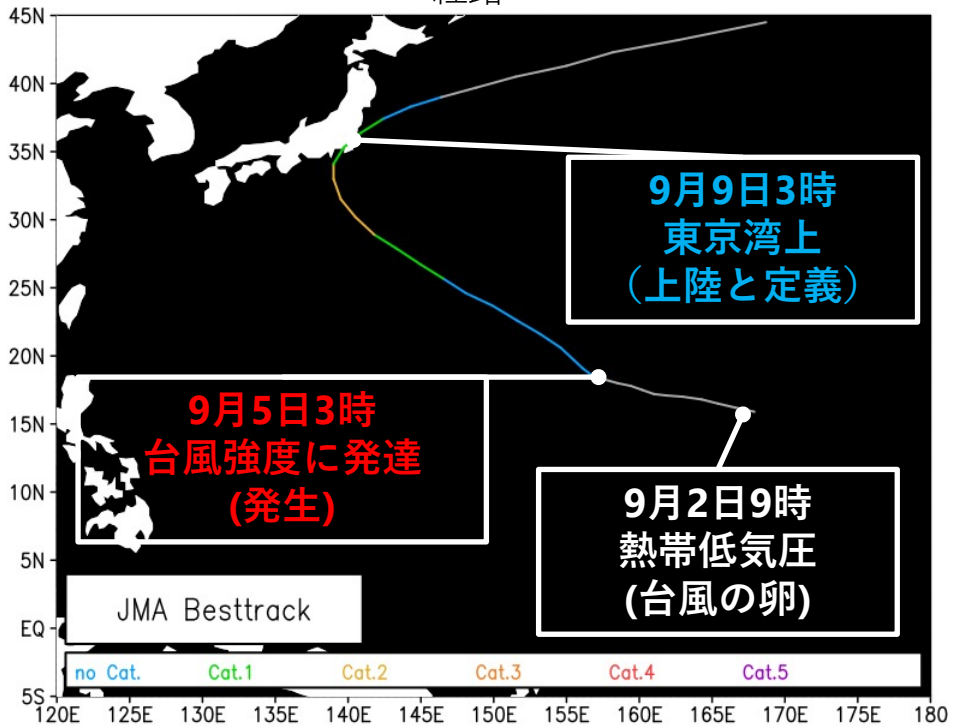
NICAM実験 1600メンバー中で日本に接近した台風

12Z06SEP2019



台風「卵」を追跡 (気象庁再解析)

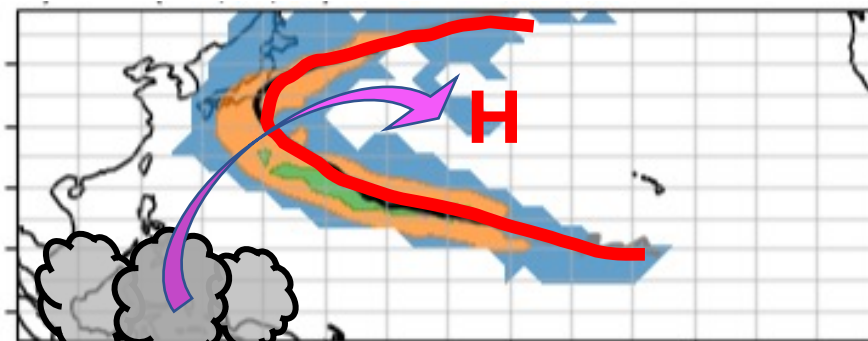
経路



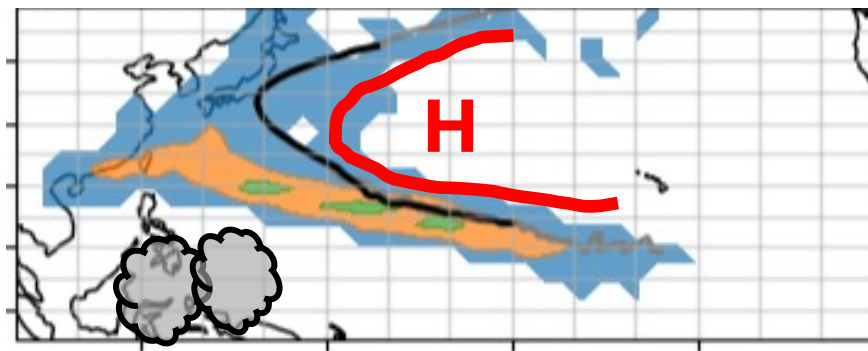
リードタイム10日頃以降では初期値にこの「卵」が東太平洋に存在している。

*(発生には太平洋上層トラフの影響も)

台風発生後の経路について



台風接近と判定されたメンバーでの
台風存在確率分布（リードタイム5）



台風接近と判定されなかったメンバーでの
台風存在確率分布（リードタイム5）

モンスーントラフと関連したフィリピン付近
の対流活動の強さの違いにより
太平洋高気圧が影響を受けた結果
台風の経路が分岐したように見える

→ 鋭意解析中

台風実験(担当 山田@JAMSTEC) まとめ

- ・令和元年房総半島台風について**1600メンバー**のNICAM(14 km)アンサンブル実験を実施
- ・**台風発生**の**10日前** (上陸2週間前)頃から**接近確率の上昇**を捉えた
- ・台風**発生**には実験開始時に**初期渦**が存在することが効いていた (+太平洋上層トラフの再現性)
- ・**経路**が日本へ接近するかどうかには**太平洋高気圧**への**フィリピン付近の対流**からの影響が関係しているように見える

季節内振動の調査: MJO 再現性向上への取り組み

DYAMOND (全球雲解像モデル国際比較プロジェクト) への貢献
フェーズ 2 (lead by Daniel Klocke & Tomoki Miyakawa)

2020年 1-2月のEUREC⁴A観測MJO事例実験



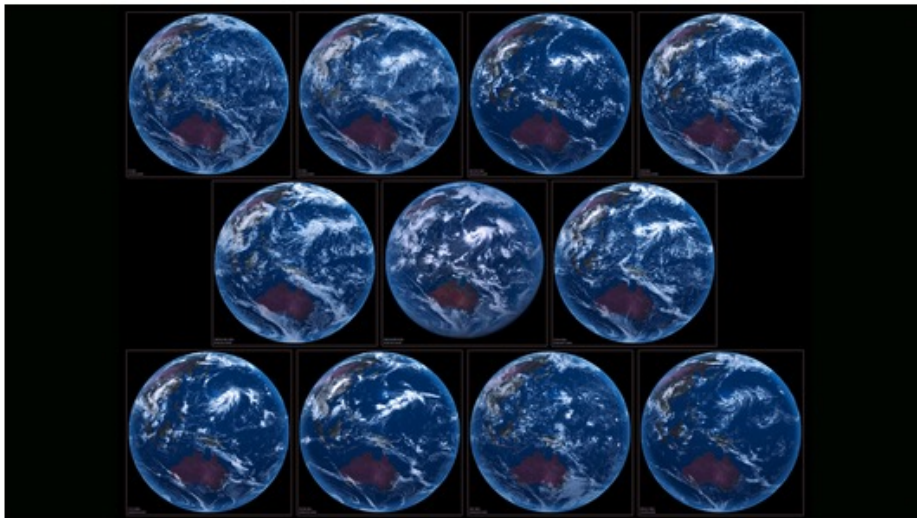
宣伝役
(Bjorn Stevens,
テーマ2 協力者)

Daniel
Klocke
@MPI

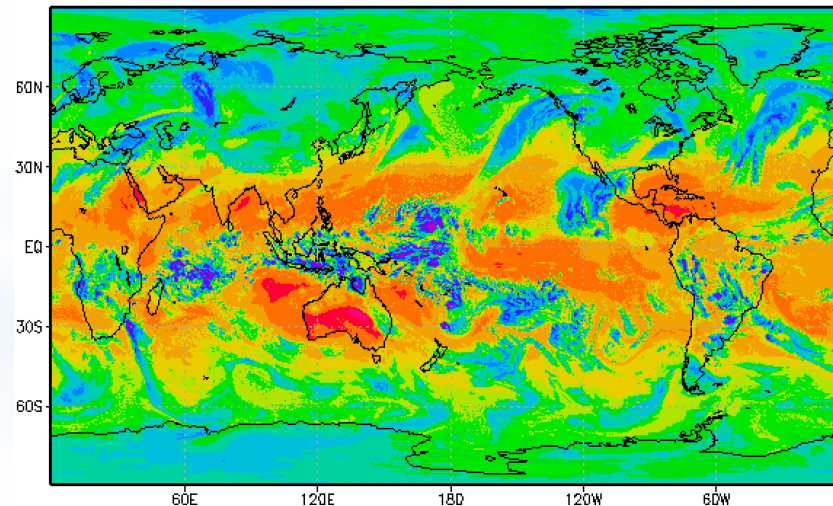
8/31 [80(16)]

雲微物理パラメータについての感度実験・調整

The DYAMOND Initiative

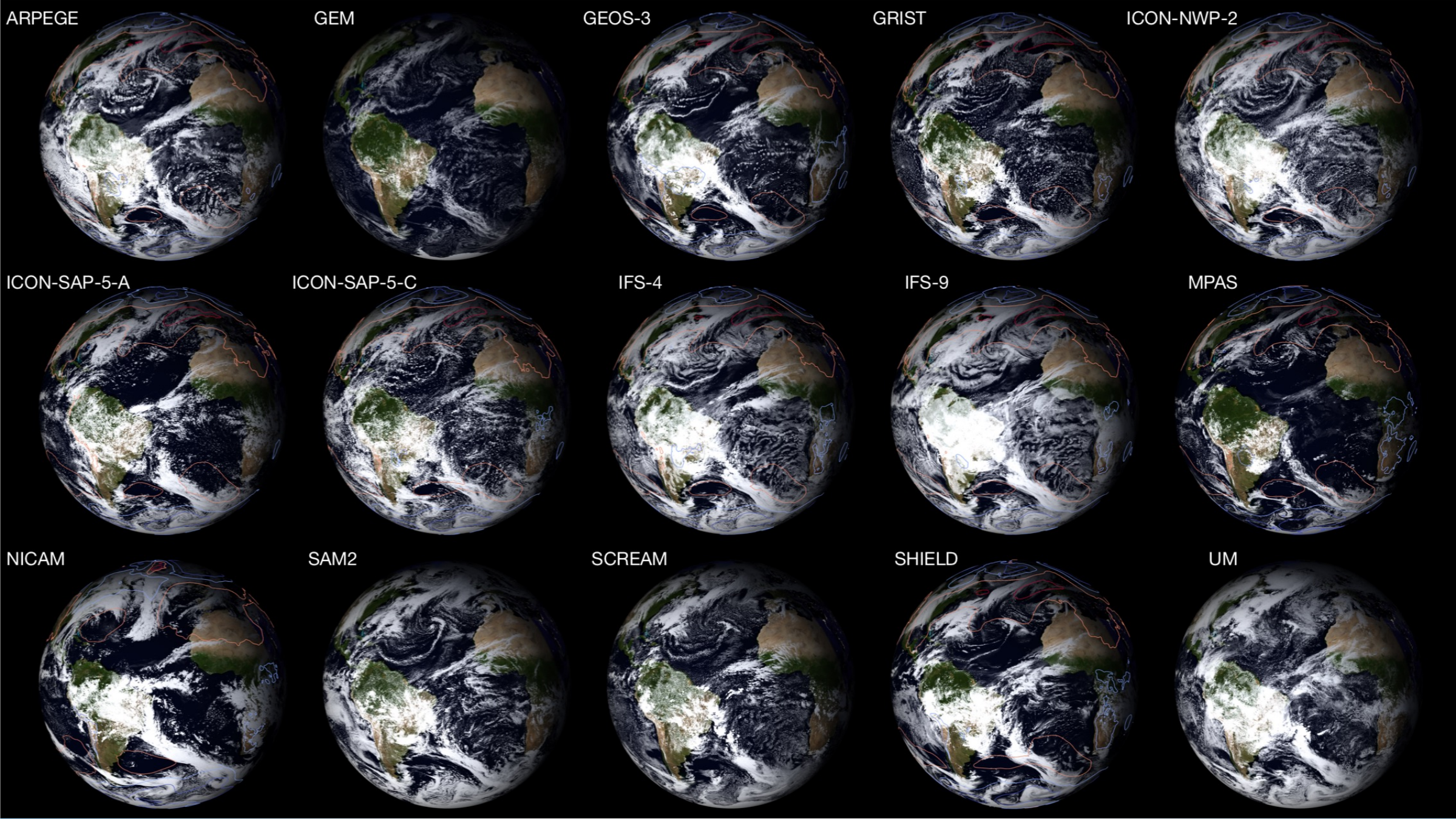


NICAMの再現したEUREC⁴A事例 (赤外放射)



(末松 環@東大AORI)

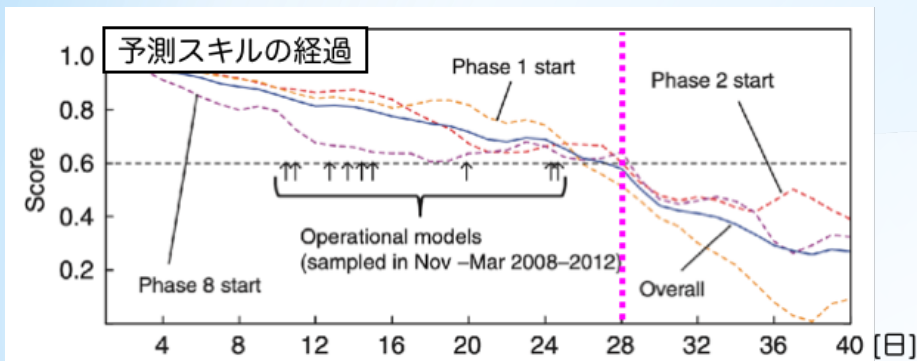
<https://www.esiwace.eu/services/dyiamond>



DYAMOND2 models, IWP+LWP visualized by Florian Ziemer, DKRZ

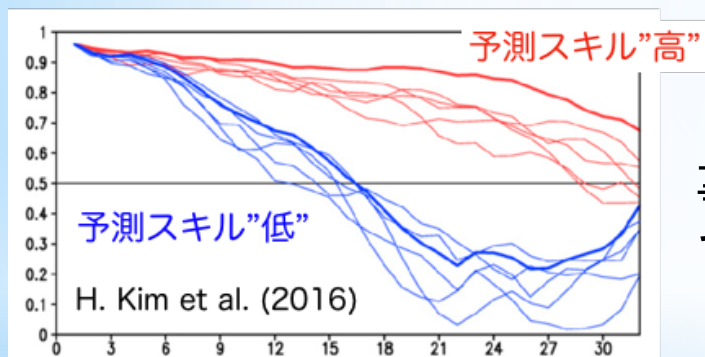
季節内振動の調査: MJO 大アンサンブル実験

<MJO予測可能性のメカニズム解明を目指して>



全球雲システム解像モデル (NICAM) では、
全体的な傾向として、
およそ1ヶ月先までの
MJO伝播の予測可能性
(Miyakawa et al. 2014)

初期条件による予測スキルの高低



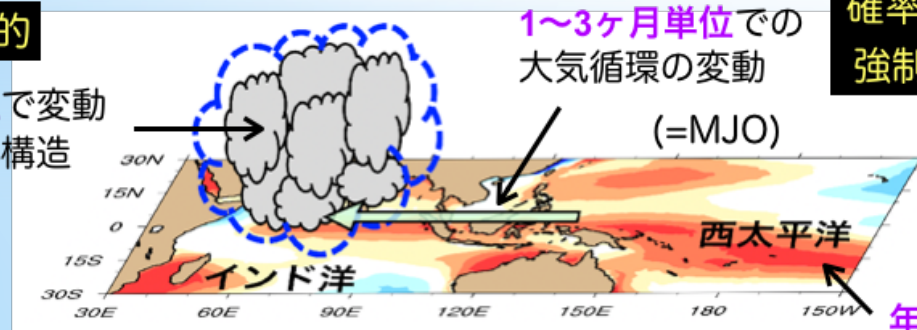
しかし、MJOの予測可能性は
事例や実験開始のタイミング
で大きく揺らぎうる



(高須賀 大輔
@JAMSTEC)

確率的

数日単位で変動
する内部構造



1~3ヶ月単位での
大気循環の変動
(=MJO)

確率的でありつつ、
強制の影響もあり

→ 予測可能性が
一様でない一因

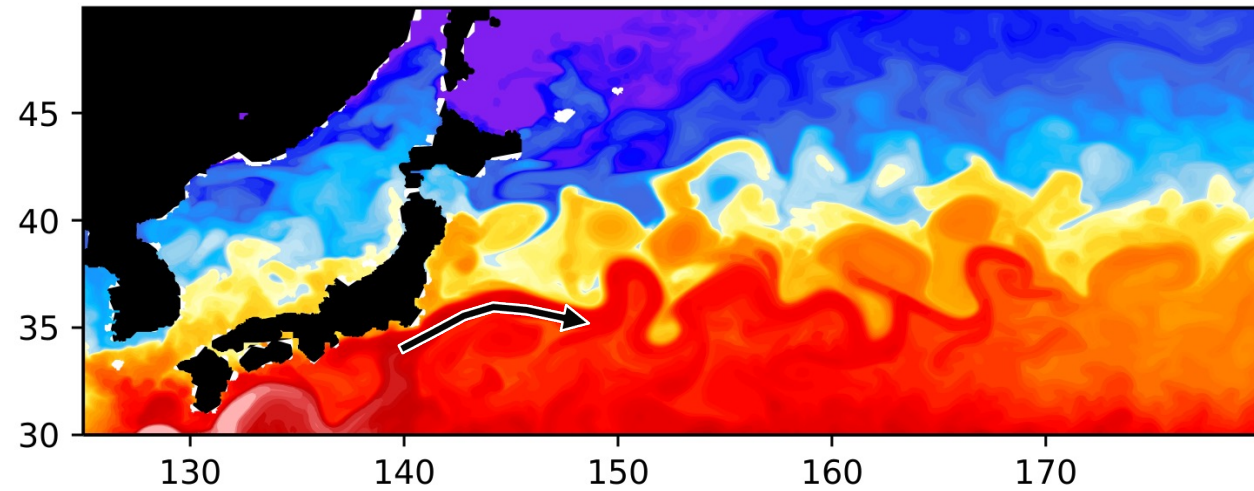
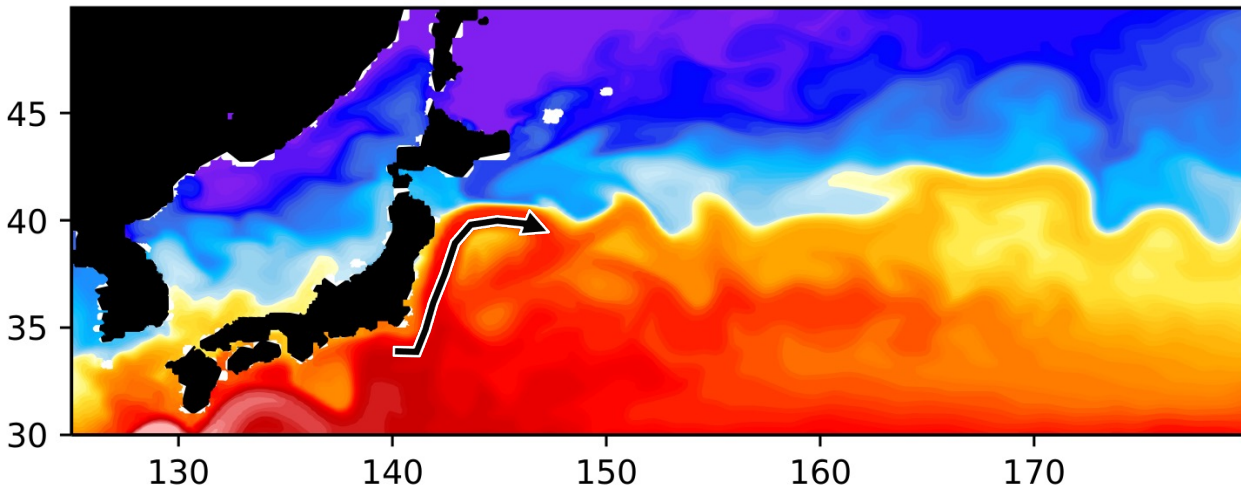
年単位でのSST変動 強制

詳細はポスター発表にて

黒潮域の海面水温 (Jan. 14th 2010) 0.25度 vs 0.1度 by Masunaga

NICOCO (3.5km NICAMと0.25度解像度COCO)

NICOCO (3.5km NICAMと0.1度解像度COCO)



- より詳細な海面水温構造
- 黒潮続流の位置が改善



大気3.5kmとの
結合により
雲解像&渦解像
詳細は次の講演にて





まとめと展望

- **全球高解像度の大アンサンブル計算**により、社会的に影響の大きい**極端気象現象**を“週～季節”の時間スケールで**確率的**に予測し、リスクの高まりに対して**事前に備える**ために有用な情報を創出することを目指している
- **台風**, 多雨/干ばつ, 寒波/熱波 などの**極端気象現象**がターゲット
- 熱帯季節内振動(MJO, BSISO), 海洋の変動(ENSO, 西岸境界流)を中心に、極端気象現象にとっての背景場となる**大規模変動の動向**を含めて予測する。
- **台風の1000メンバーアンサンブル**実験, **MJOの国際比較プロジェクト**へ貢献する実験, **MJOの1000メンバーアンサンブル**実験, **海洋の違いに対する大気の応答**や**海洋結合のインパクト**を調べる実験と解析が順調に進行し、科学的理解が深まるとともに、**予測の鍵となる現象**が一部特定されつつある。
- 引き続き実験・解析を進め、**予測可能性のメカニズム理解**も深めつつ**社会の実情を考慮**した有用な情報創出のための研究開発を実施する
(階層化アンサンブル実験など)