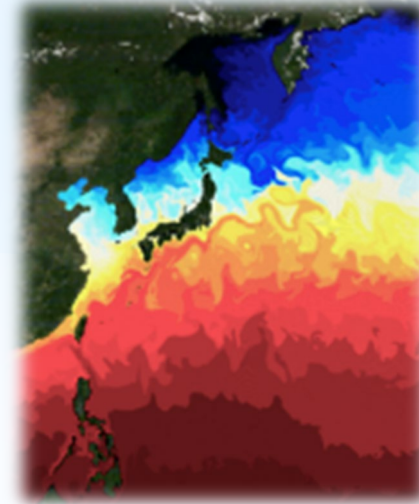
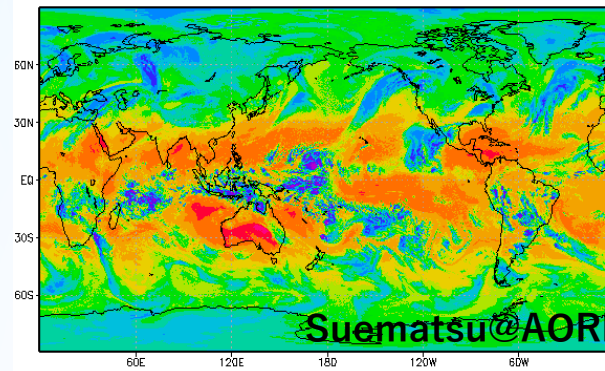
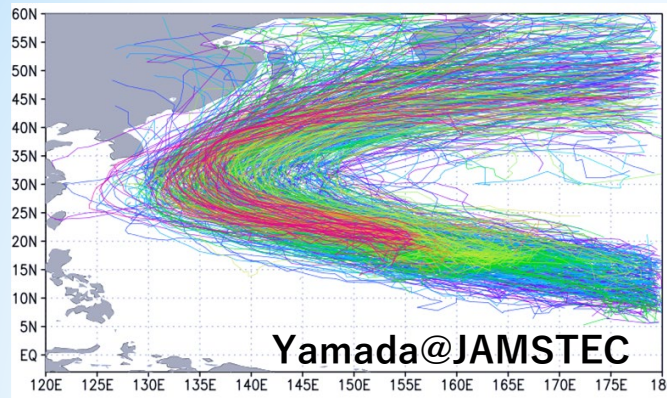
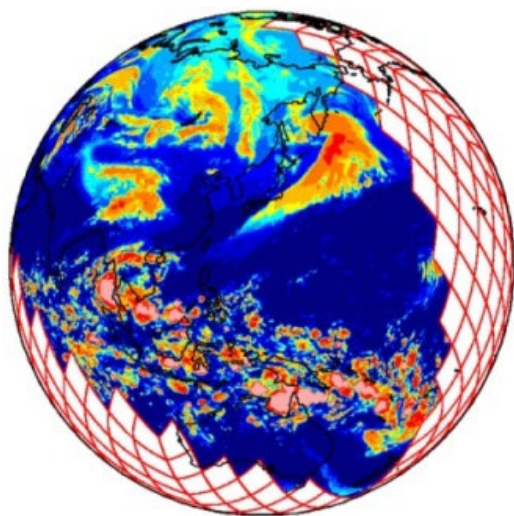




「富岳」を用いた極端気象の早期予測

テーマ2 「全球スケール予測」 責任者 宮川知己
(東京大学大気海洋研究所)

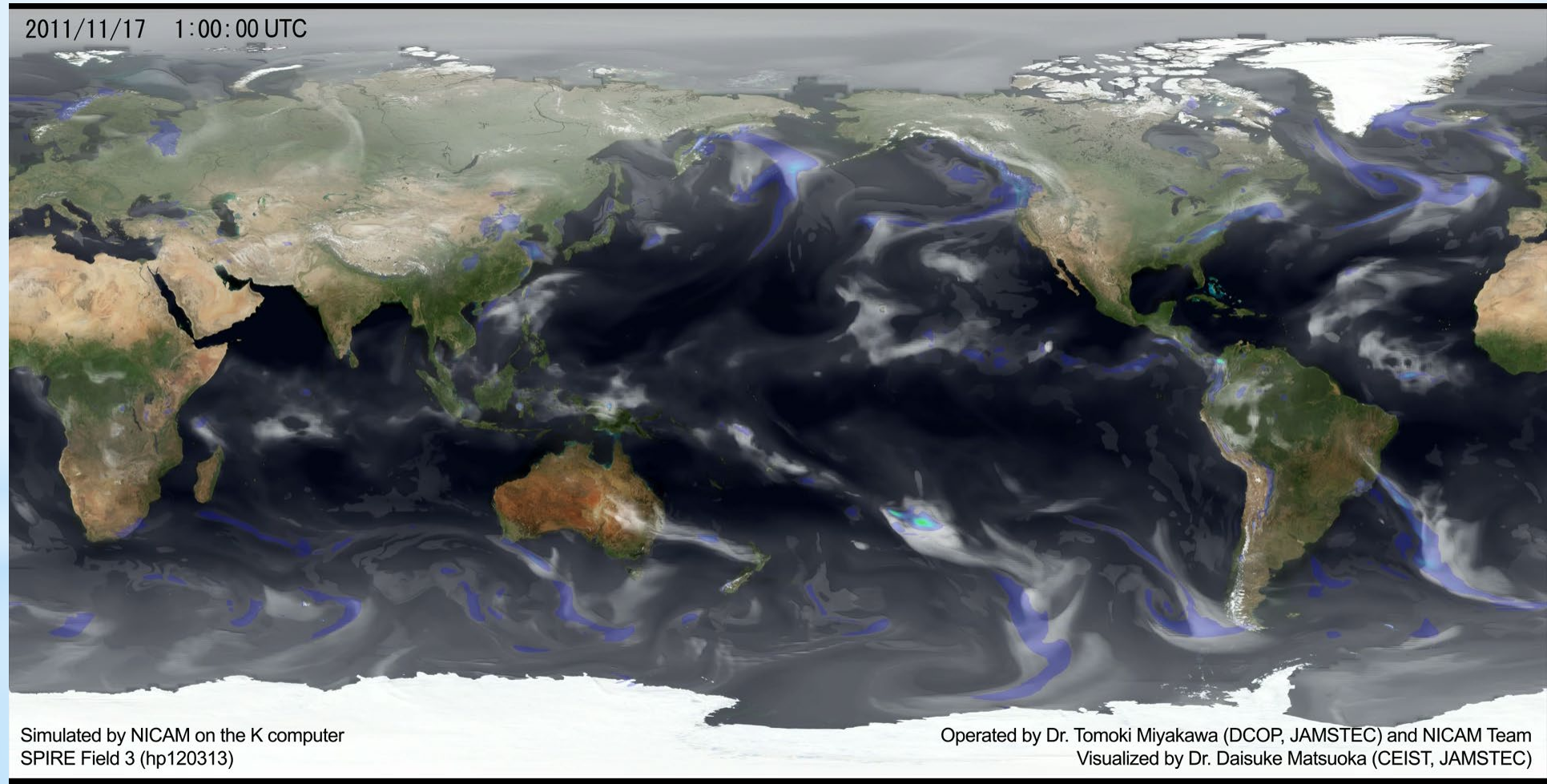


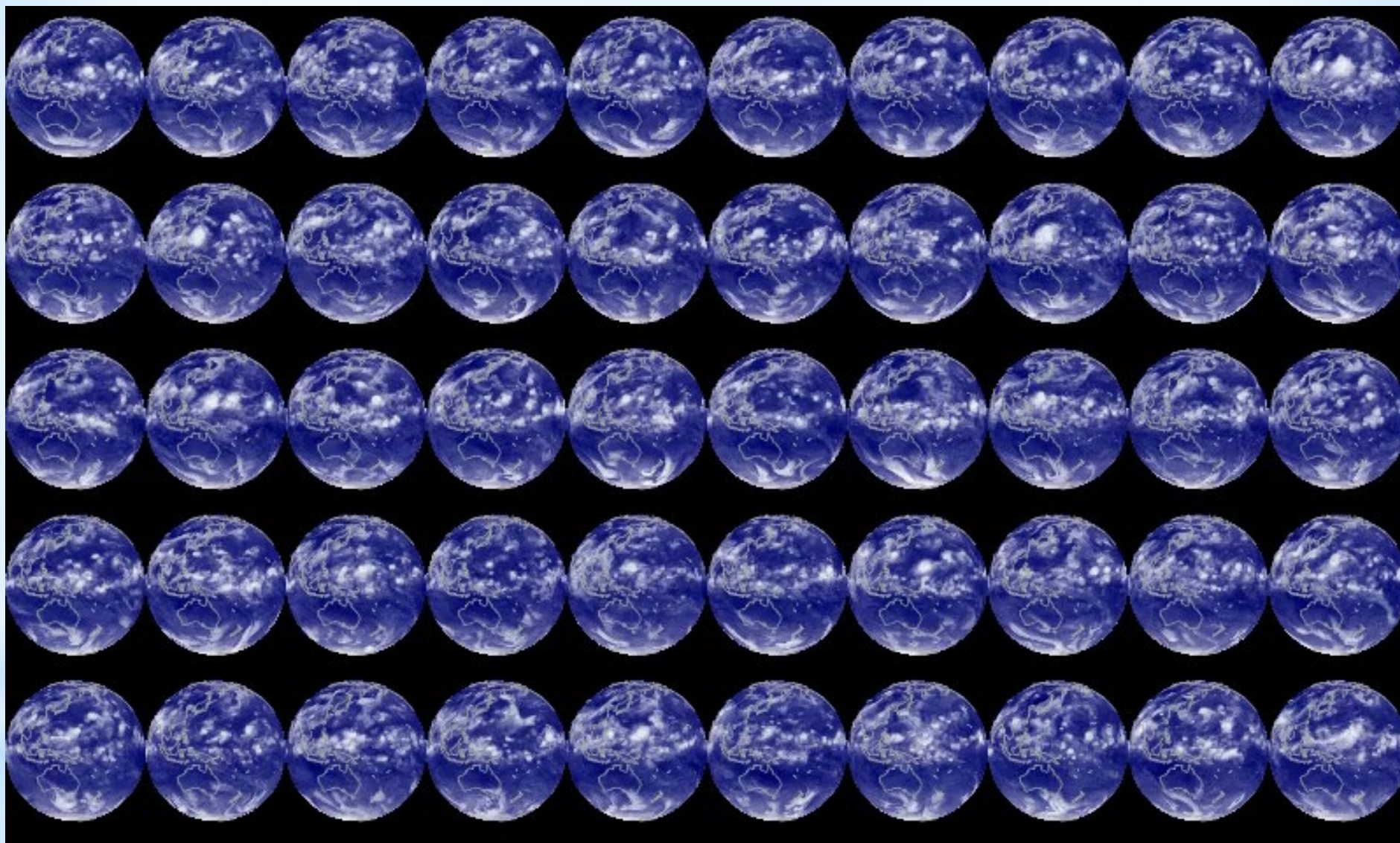
全球雲解像モデルNICAM

「京」から「富岳」へ

京コンピュータ時代 HPCI戦略プログラム（文科省）：

**2003-2012年の冬季MJOすべて
の予測型再現実験を実施（54実験）**



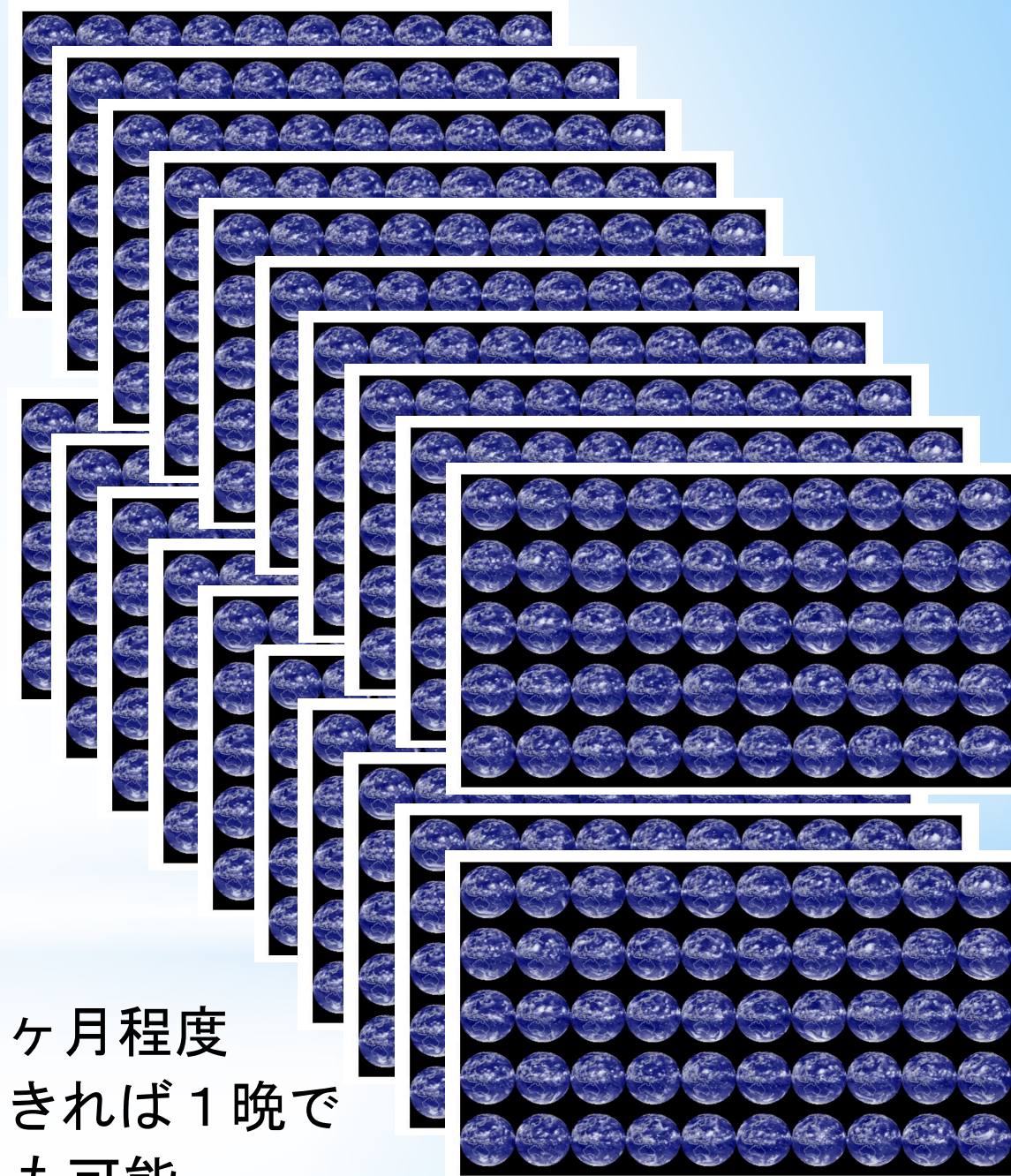
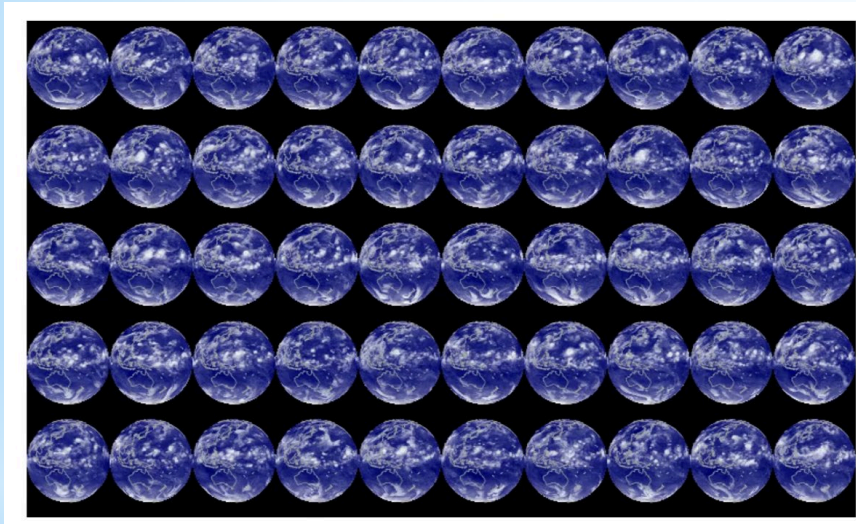


全球シミュレーション動画 x 50 by 八代 尚

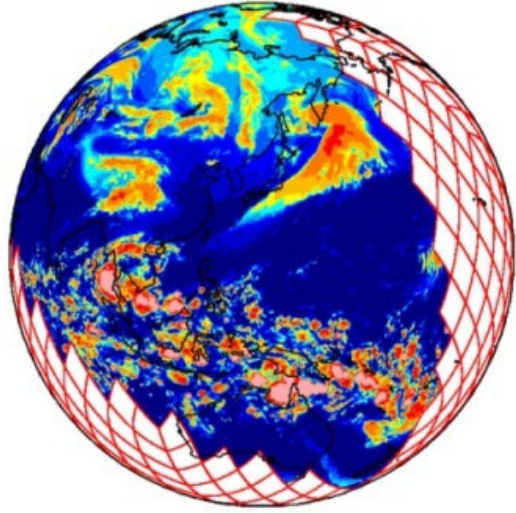
(通常の作業において)

「京」では1ヶ月実験 x 50 に1ヶ月

→ 「富岳」では1晩



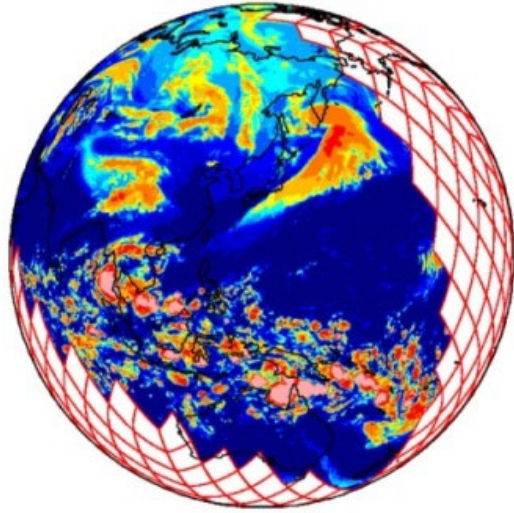
通常作業で1ヶ月程度
富岳を占有できれば1晩で
1000メンバーも可能



全球雲解像モデルNICAM

「京」から「富岳」へ

全球高解像度計算を使う”確率予測”
が新たなフェーズに入った



全球雲解像モデルNICAM

「京」から「富岳」へ



テーマ2: 「**全球スケール予測**」 実働部隊

全球高解像度計算を使う”確率予測”
が新たなフェーズに入った

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

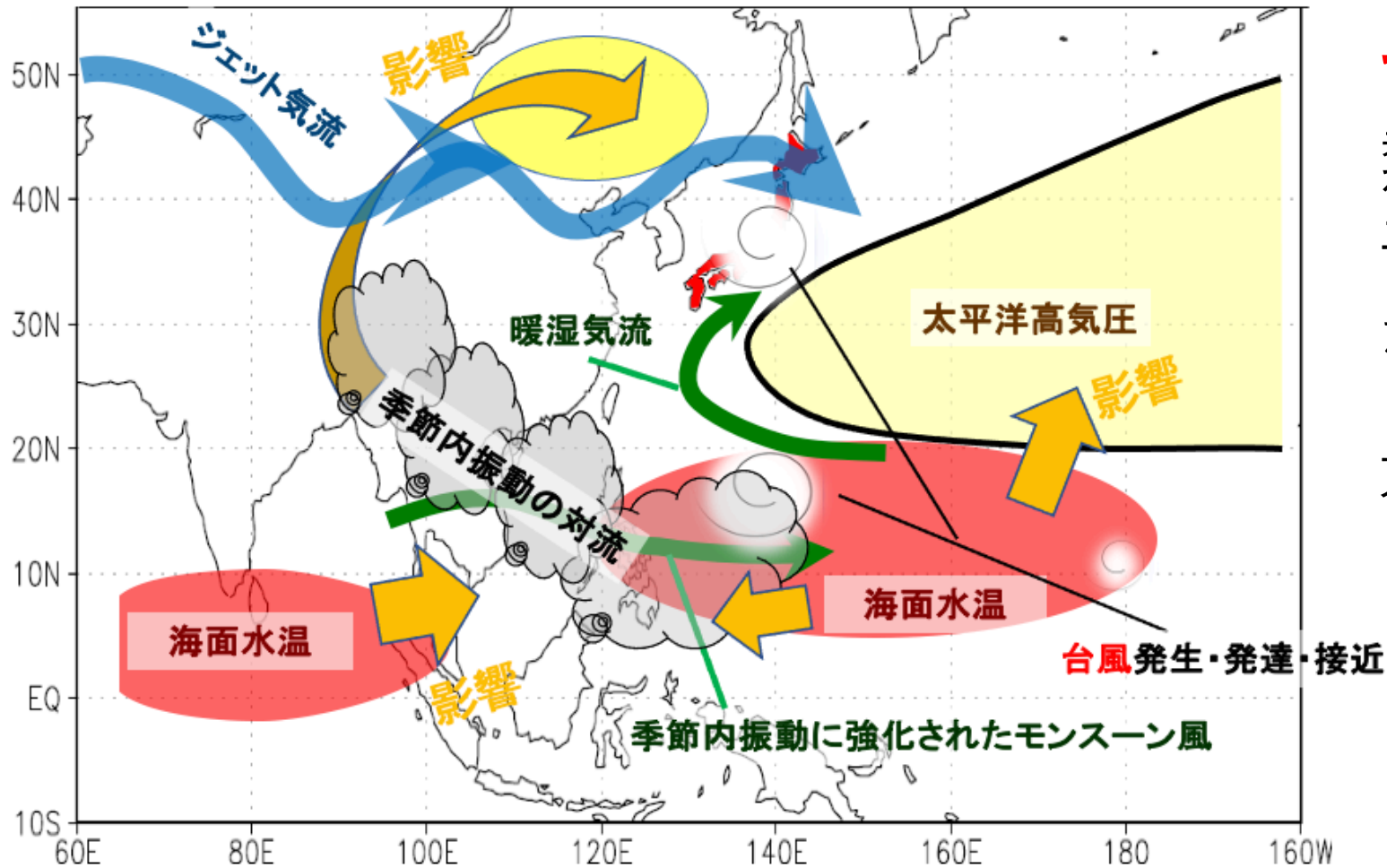
テーマ2 (全球, “週～季節”) →
リードタイムの長い確率予測により
リスクの高まりに対して備える

- ・ 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

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

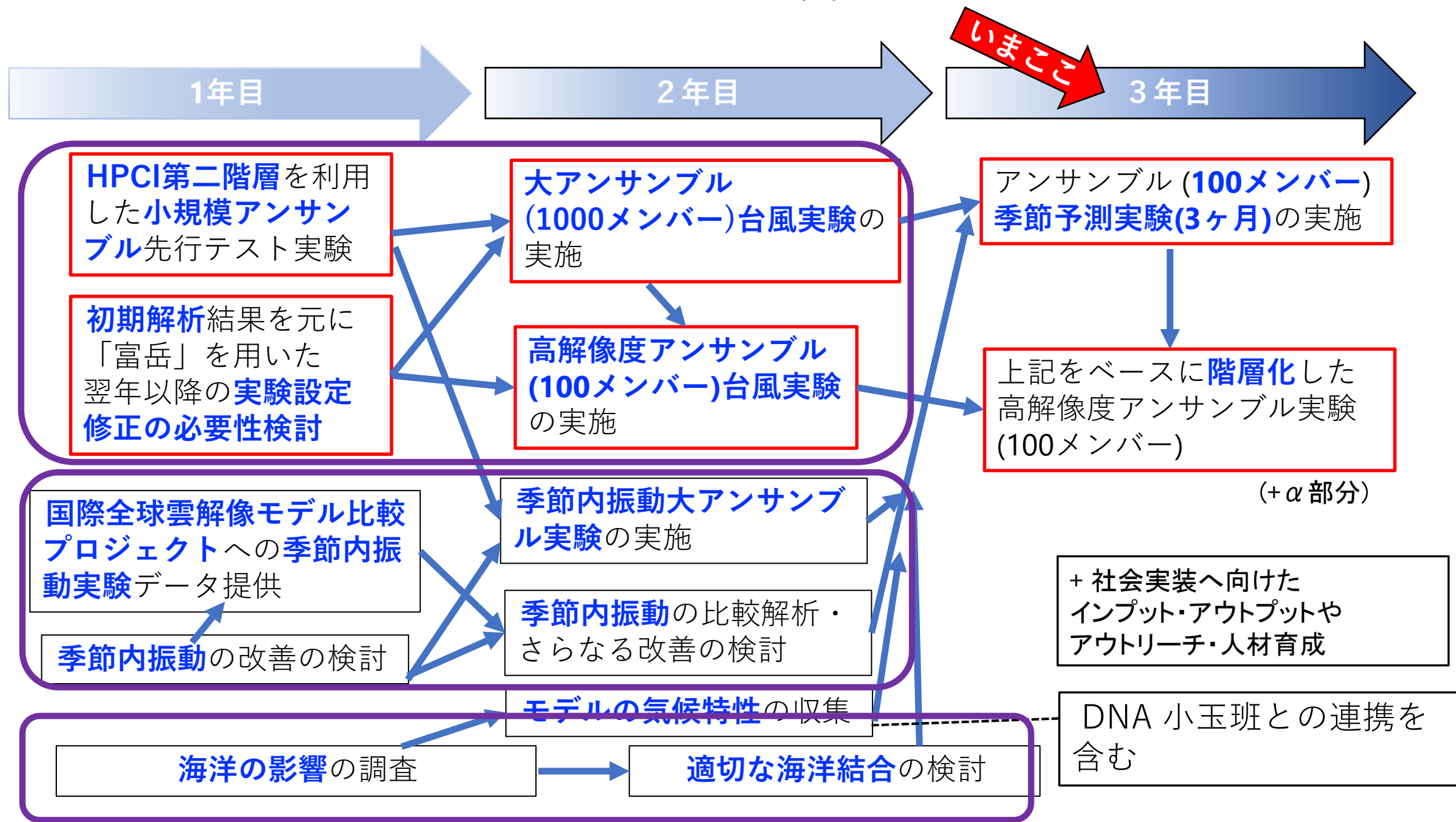
熱波・寒波
干ばつ・多雨
など

- 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



テーマ 2

計画のタイムライン

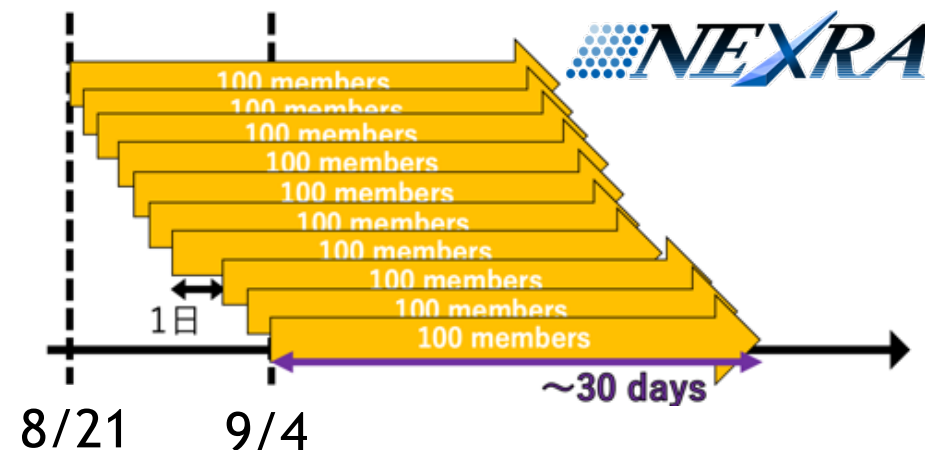
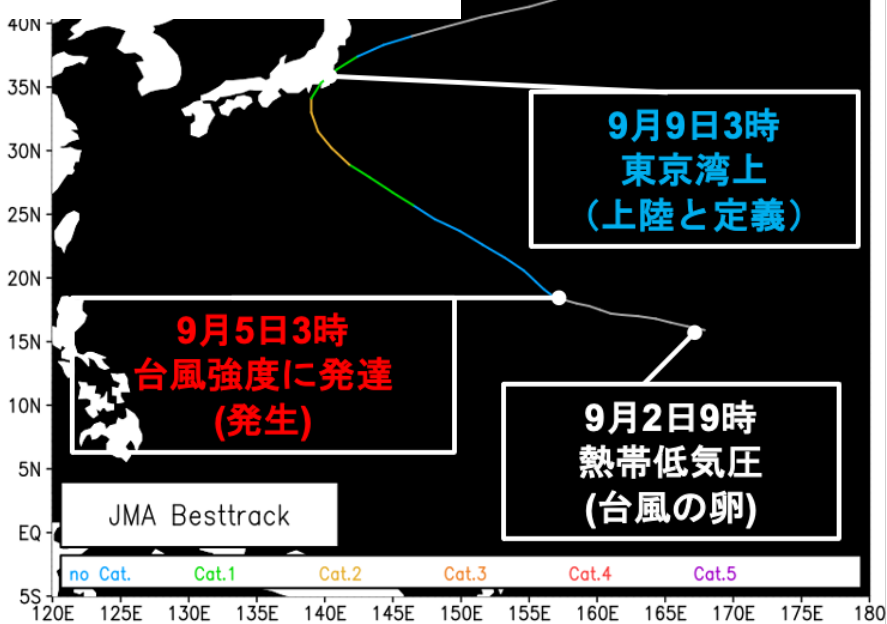


台風 大アンサンブル実験 (令和元年15号 Faxai)



山田洋平@
JAMSTEC

令和元年房総半島台風

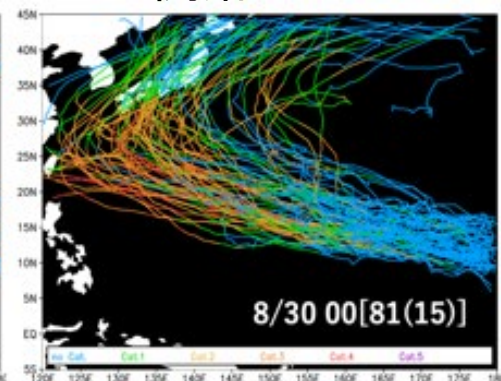
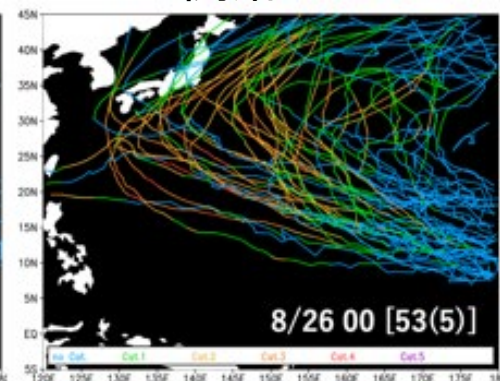
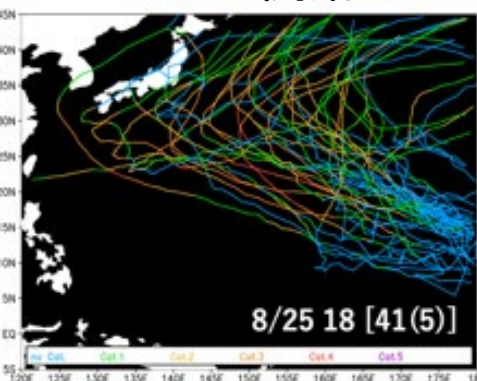


各日100 メンバー (NEXRAデータ)

8/25 開始

8/26 開始

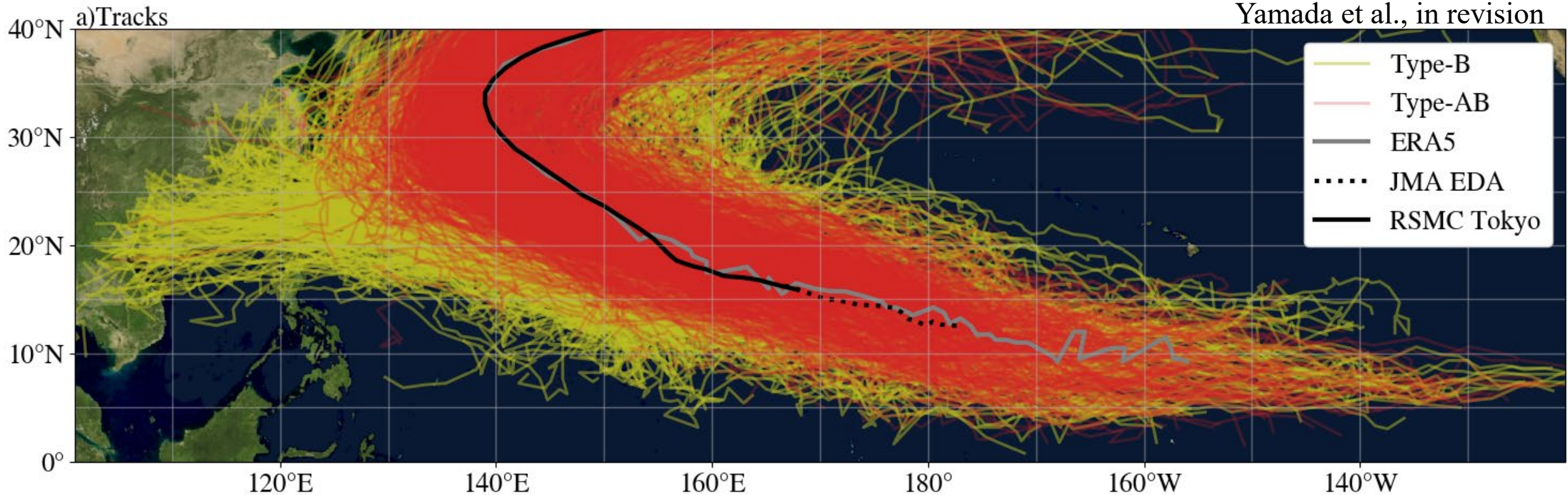
8/30 開始



開始日16種 x 100メンバー、
合計1600実験 NICAM 14km 格子

いつから予測できるか？
予測可能性のソースは何か？

1600メンバー中、現実類似したタイミングで発生した台風 (Type-B, 黄色)
経路 (位置・日時) も現実類似していた台風 (Type-AB, 赤色)

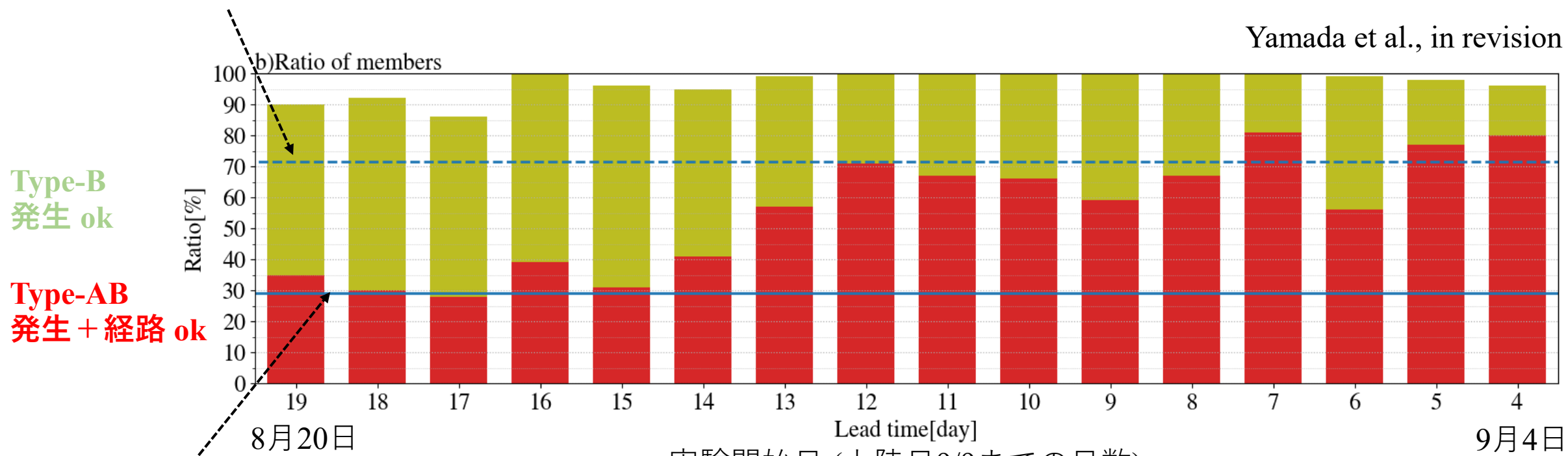


実験開始タイミングが早いものが多いにも関わらず高い再現率

- 全メンバー中 97% で発生は再現 (1551/1600).
- 経路も類似していると判定されたのは 全体の55% (885/1600).

リードタイム別の割合 台風15号上陸日(9/5) 基準

この時期に15号と類似の位置に台風が発生する割合の気候値

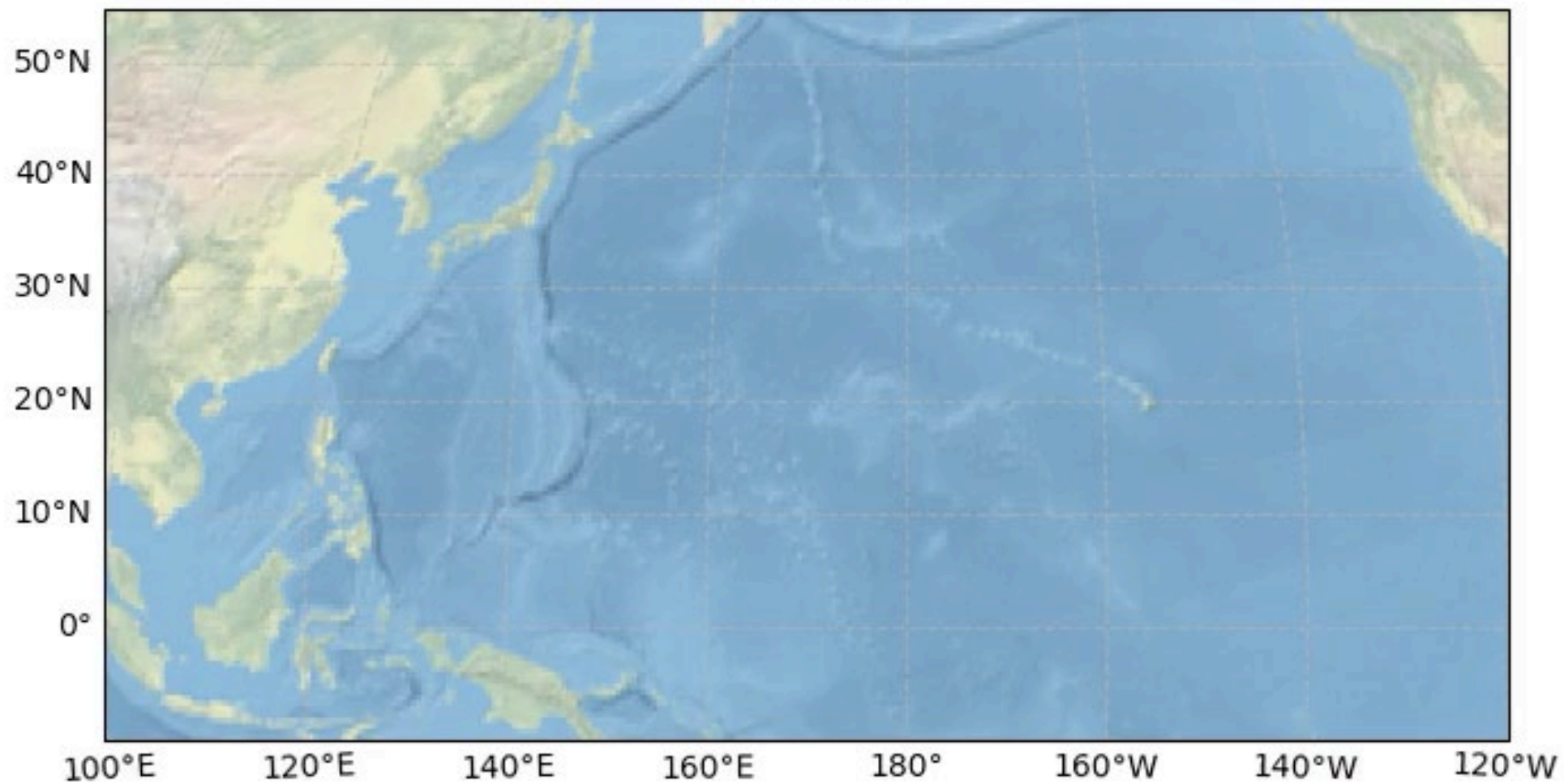


この時期に15号と類似の発生位置・経路の台風が出現する割合の気候値

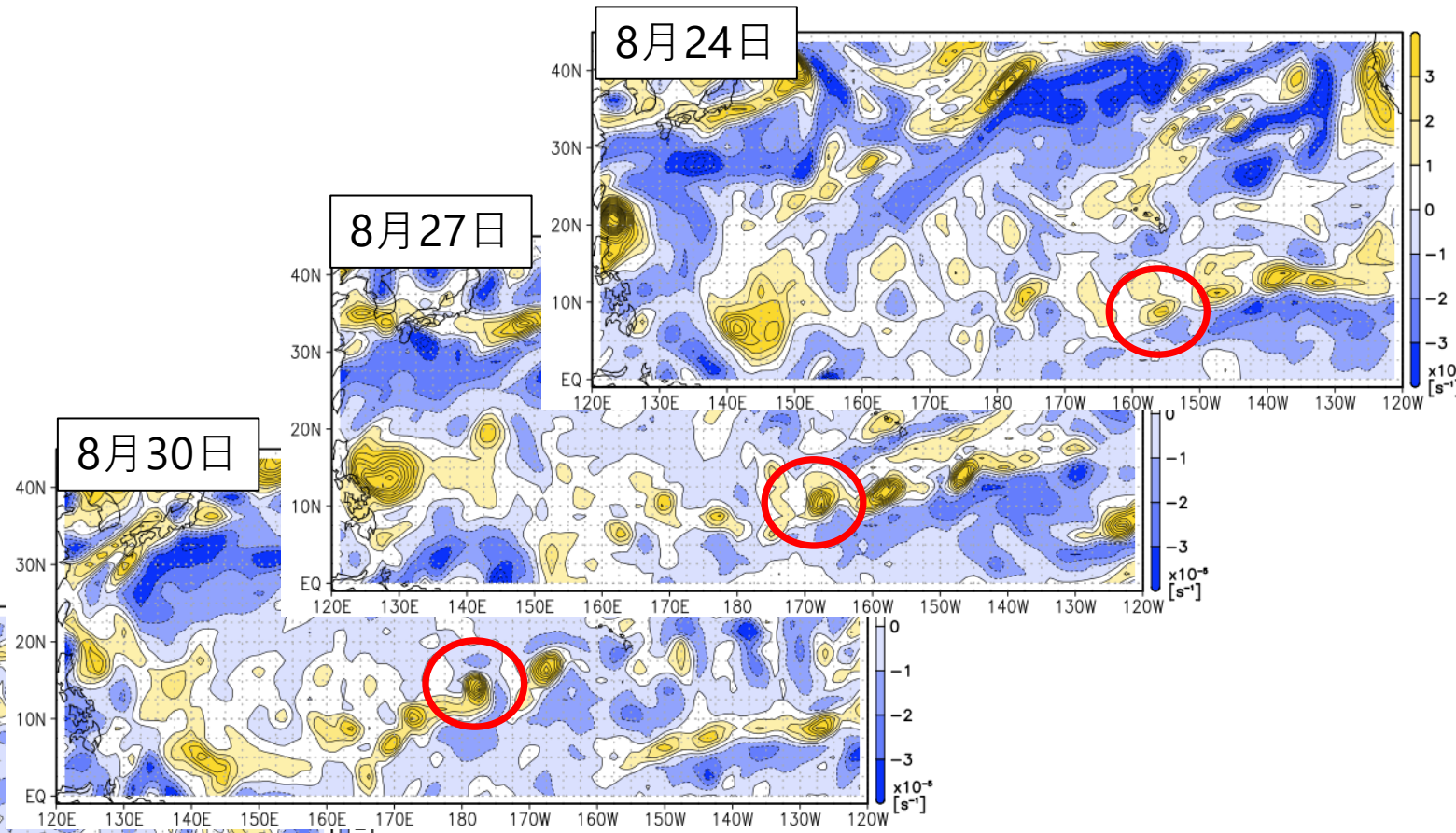
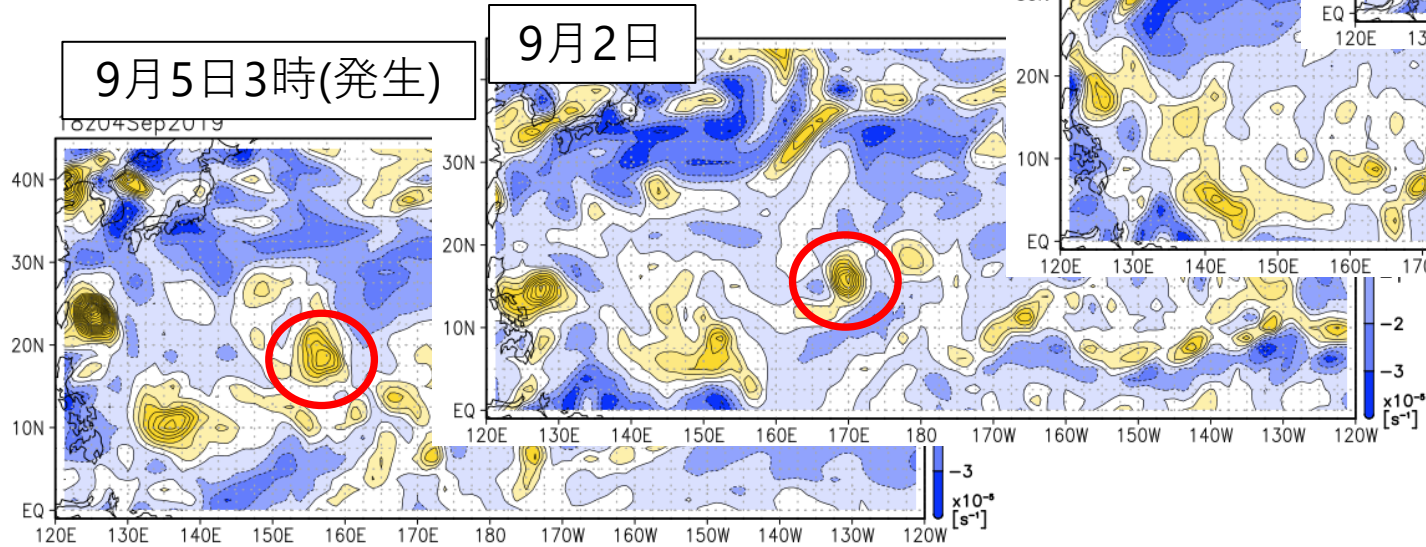
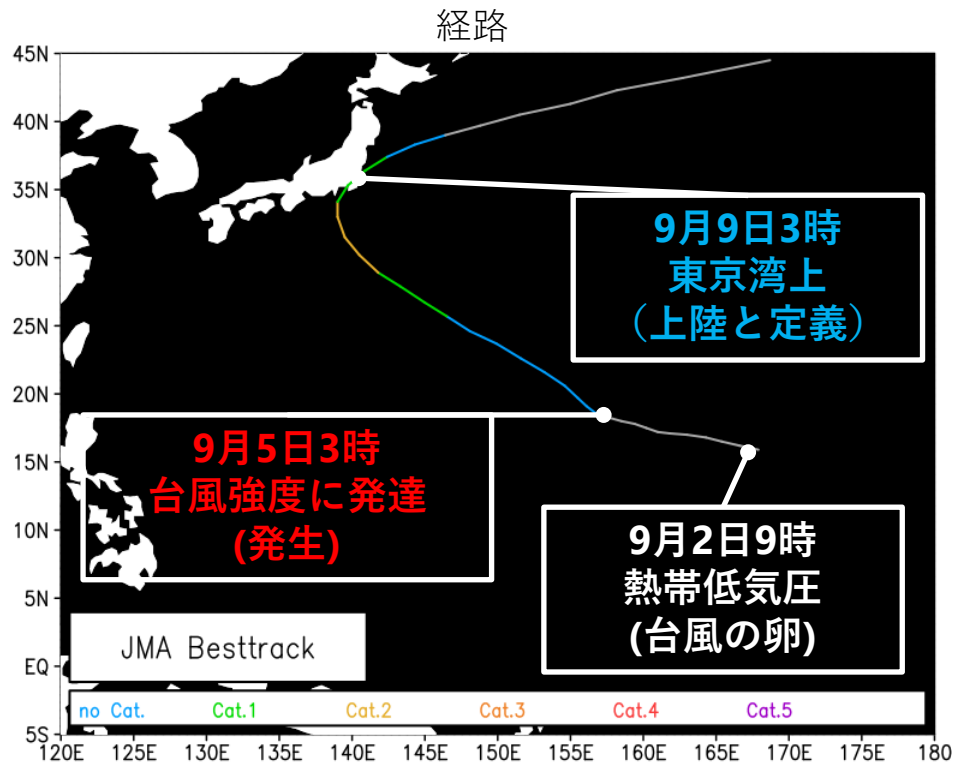
実験開始日 (上陸日9/9までの日数)

NICAM実験 1600メンバー中で日本に接近した台風

00Z21AUG2019



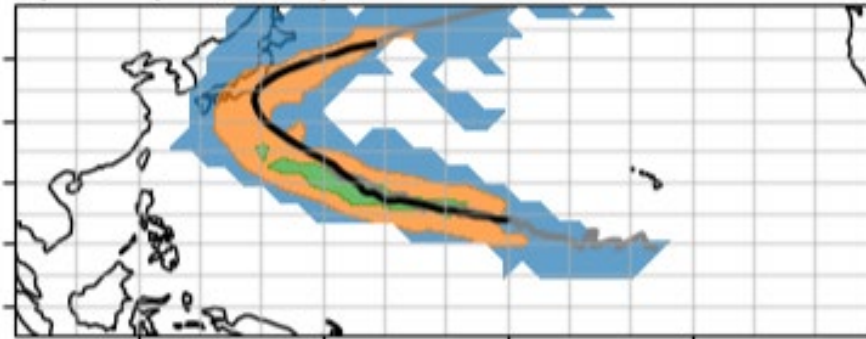
台風「卵」を追跡（気象庁再解析）



リードタイム15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。

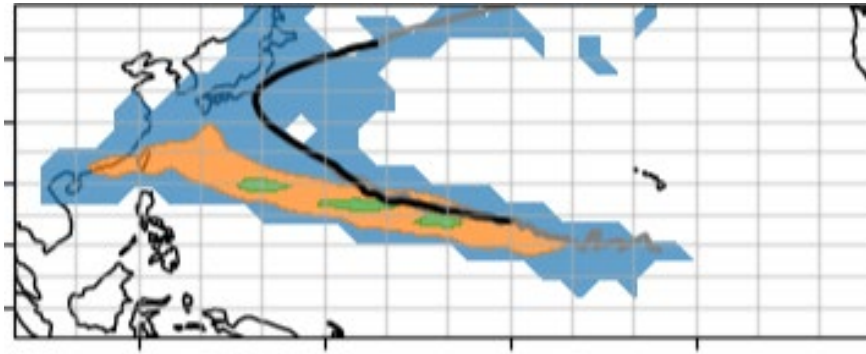
*(発生には太平洋上層トラフの影響も)

台風発生後の経路について

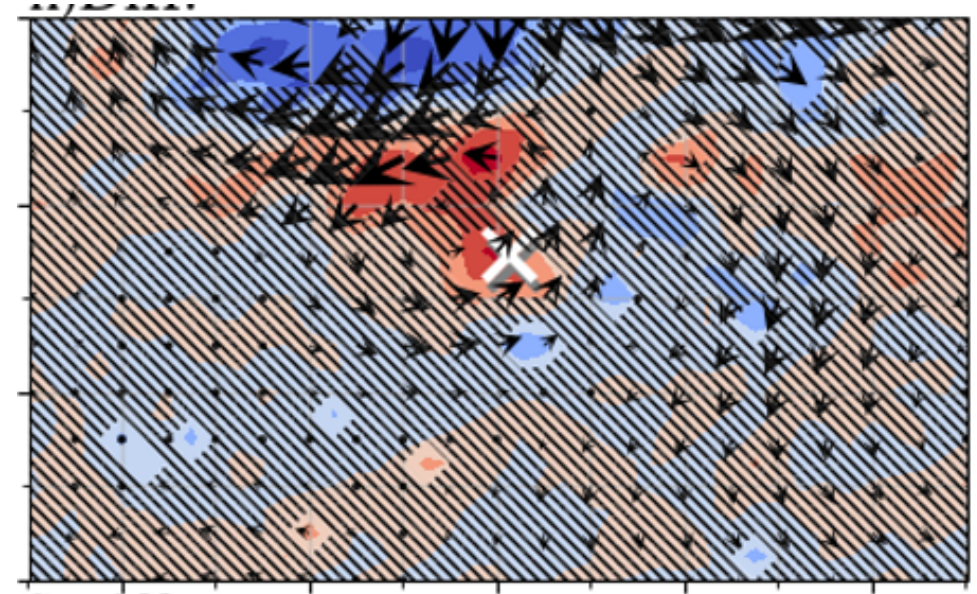


台風接近と判定されたメンバーでの
台風存在確率分布（リードタイム5）

Yamada et al., in revision



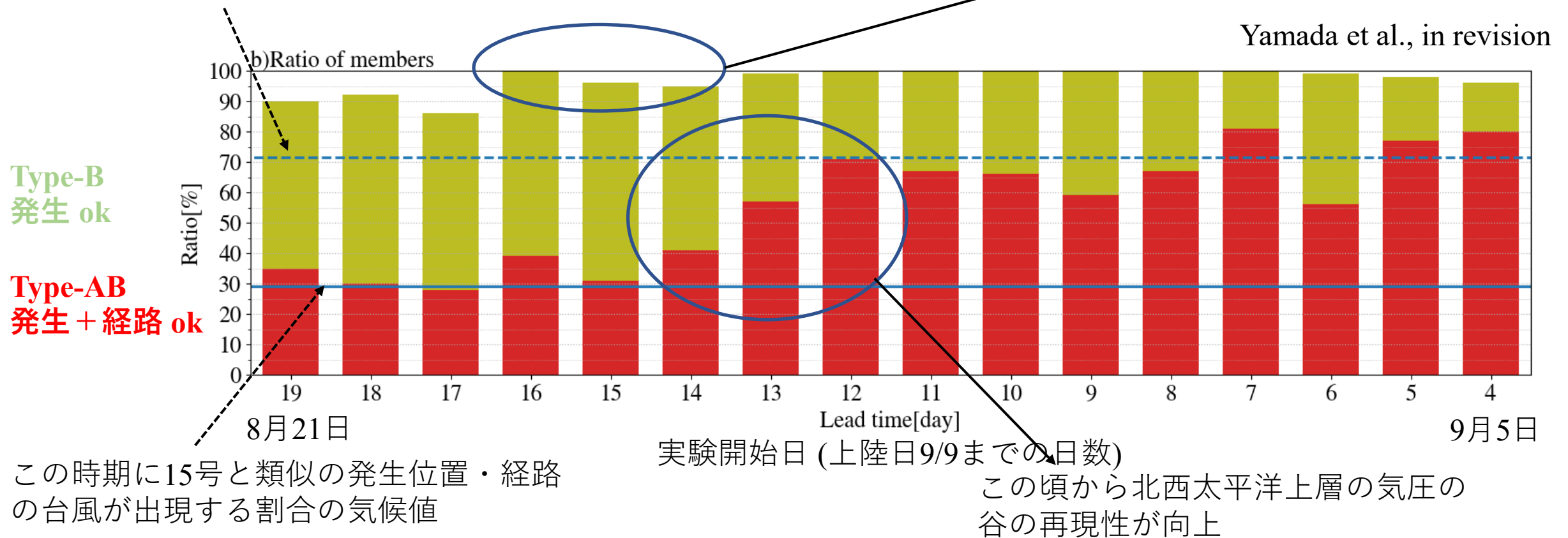
台風接近と判定されなかったメンバーでの
台風存在確率分布（リードタイム5）



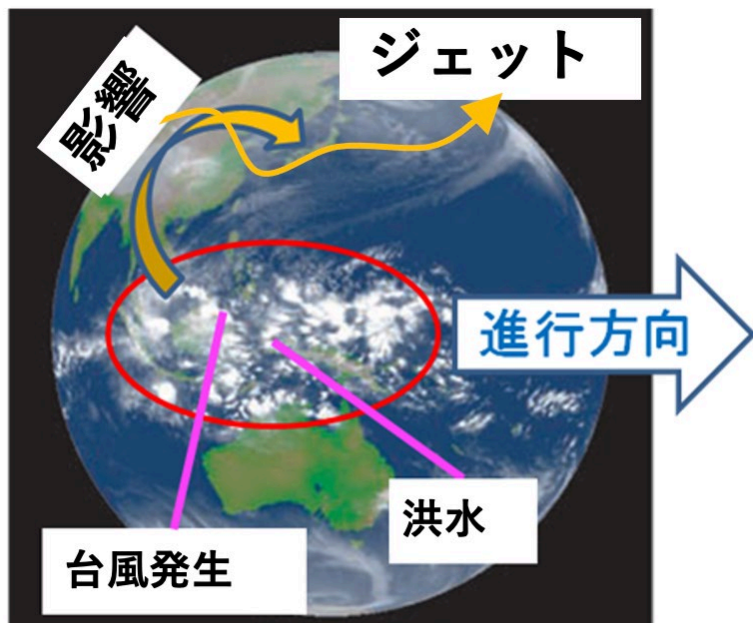
リードタイム別の割合 台風15号上陸日(9/5) 基準

この時期に15号と類似の位置に台風が発生する割合の気候値

この頃に東太平洋に台風の卵が出現

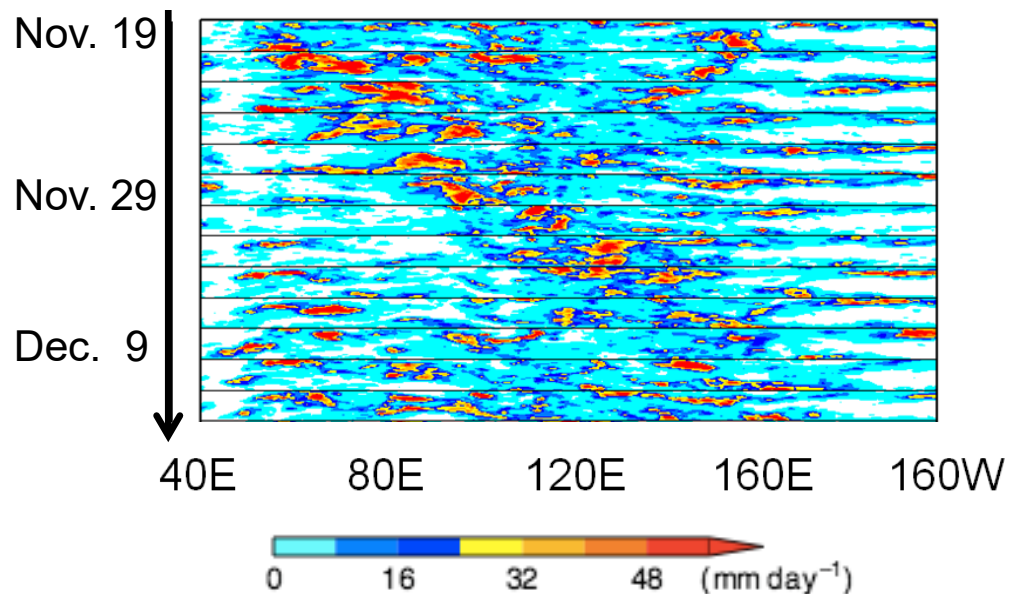


- 上陸16日前～14日前頃に**台風の卵**が出現, それ以降は発生の予測が**95%**以上に
- 上陸14日前～12日前頃からは北西太平洋上層の気圧の谷が高確率で再現され**上陸経路に入るための北向き指向流**を表現するメンバーが増加, 以降は経路が合うものが**60～80%**に



Miura et al.2007 *Science* に加筆

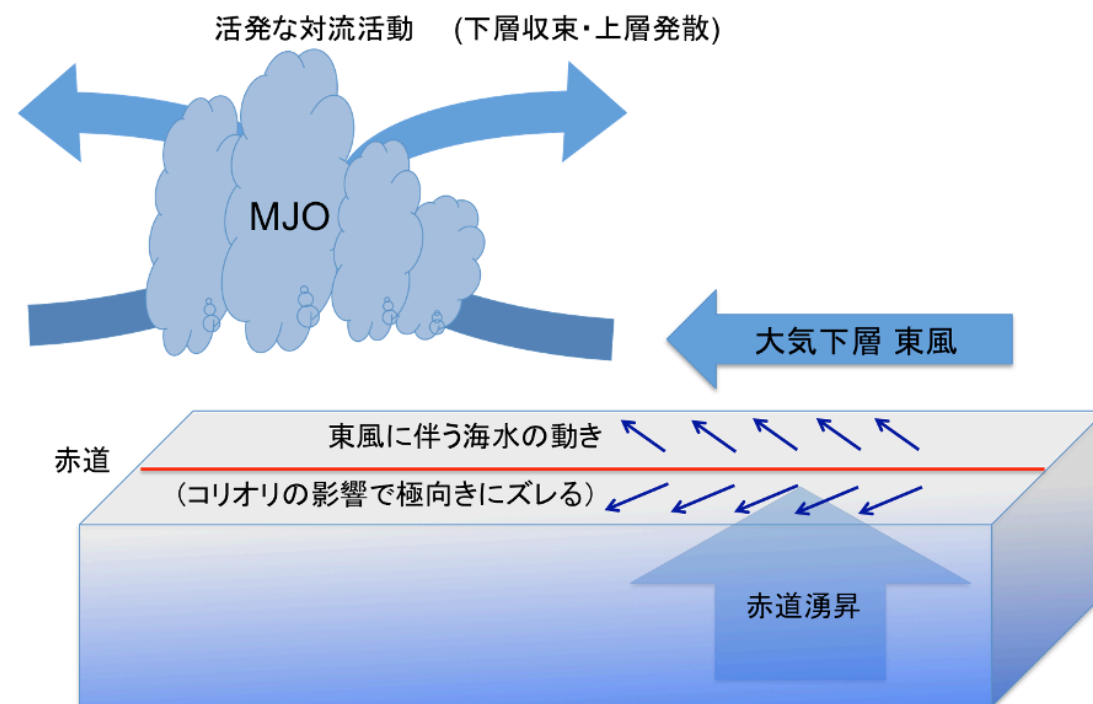
降水量 (南北15度) 衛星観測



季節内振動：

Madden-Julian oscillation (MJO)

夏季の別名 BSISO (夏季季節内振動)



MJO が遠隔的に冷水を持ち上げて観測史上最強の
1997/1998エルニーニョを終わらせたしくみ

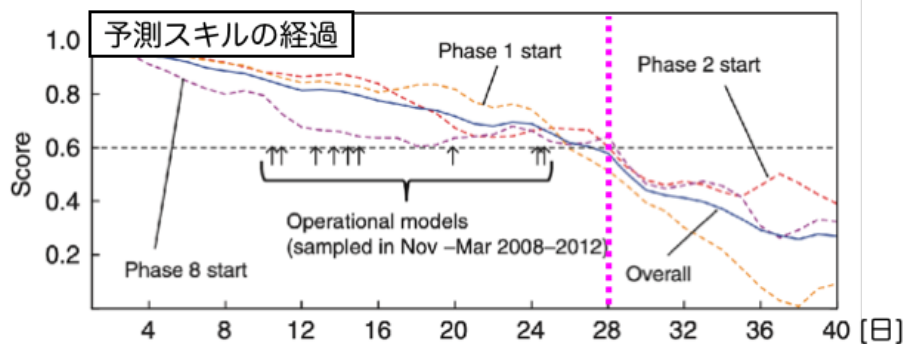
ポスト京重点課題より

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>



(高須賀 大輔
@JAMSTEC)



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)

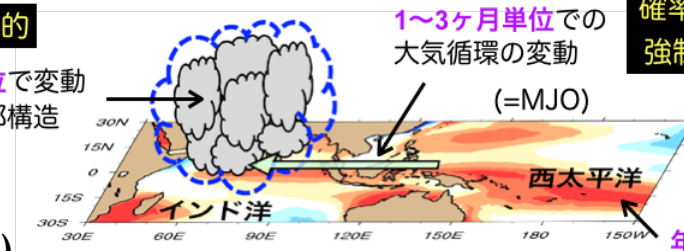
確率的

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、
強制的影響もあり

→ 予測可能性が
一様でない一因

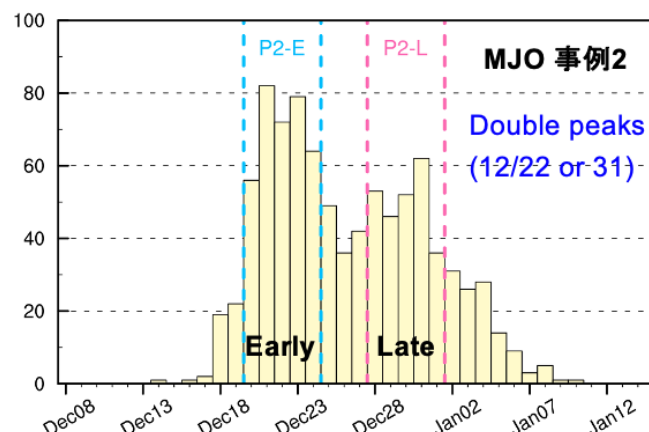
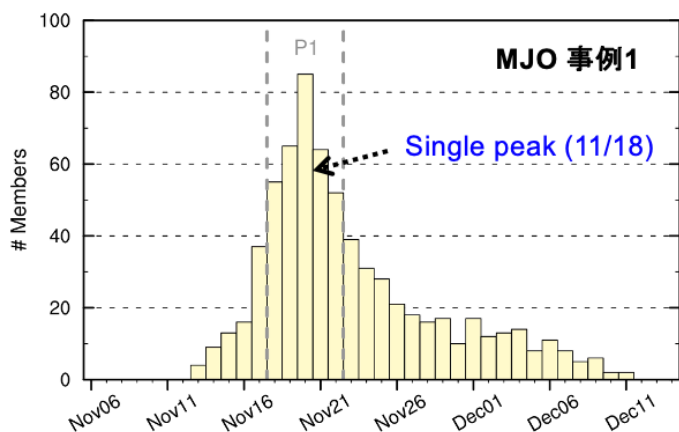


年単位でのSST変動 強制

しかし、マッデン・ジュリアン振動の予測可能性は事例や実験開始タイミングで大きく揺らぐという謎があった

2018年12月に顕在化した2つのMJOを対象に、
各1000メンバーずつの大アンサンブル実験を実施

太平洋中西部への到達タイミング

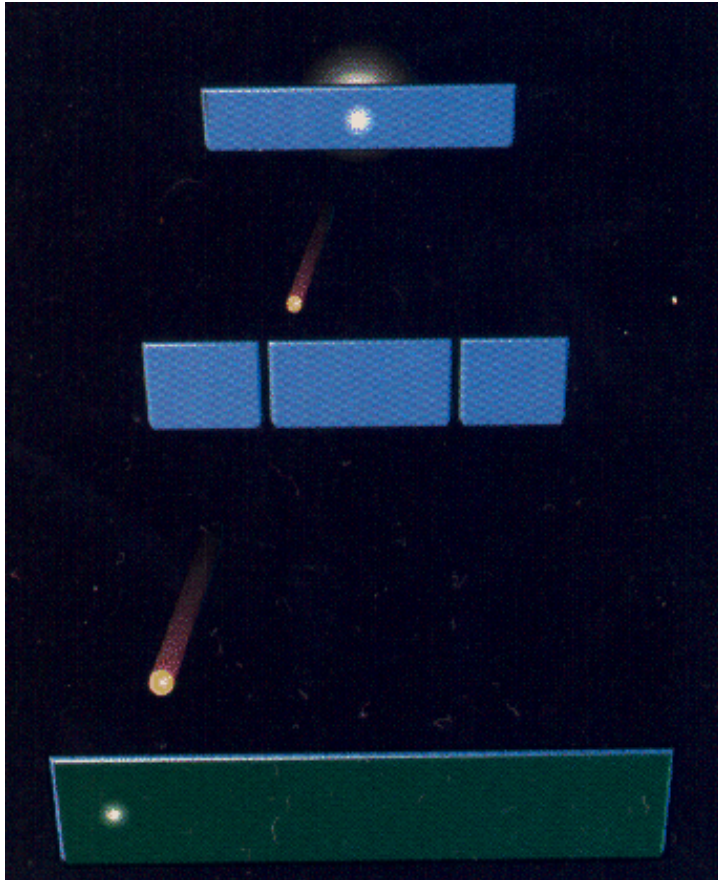


大規模場の状況によってはMJOがインドネシアの多島域を東へ越えるために東からの西進波動擾乱の助けを必要とする場合があり、その擾乱の周期と合うタイミングに東進時期が偏るという性質が明らかになった。

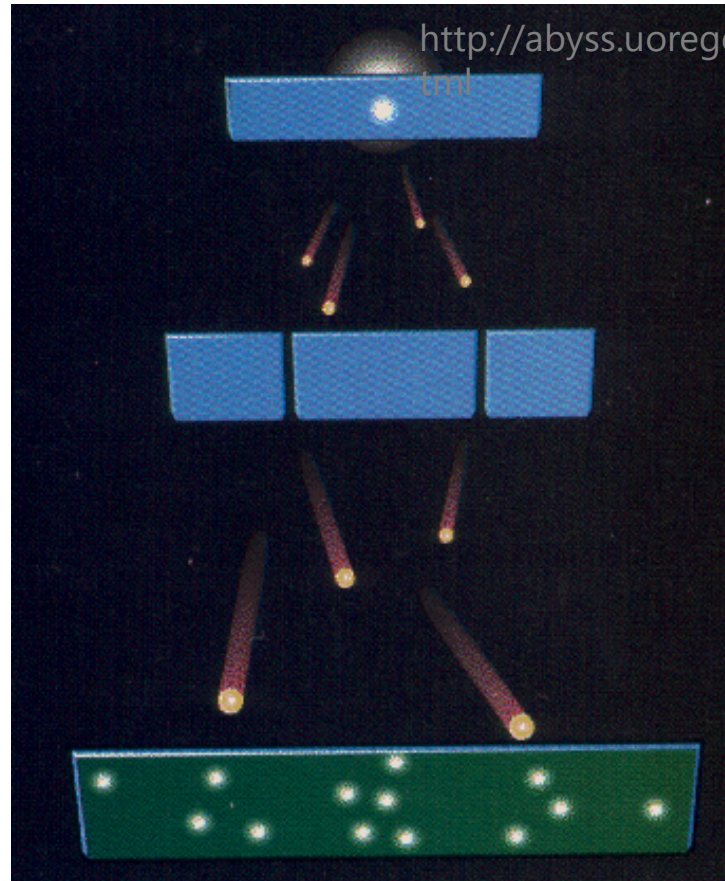
高校でやった？ヤングのスリット実験で例えてみると、、、

光子1つ → 実験1メンバー

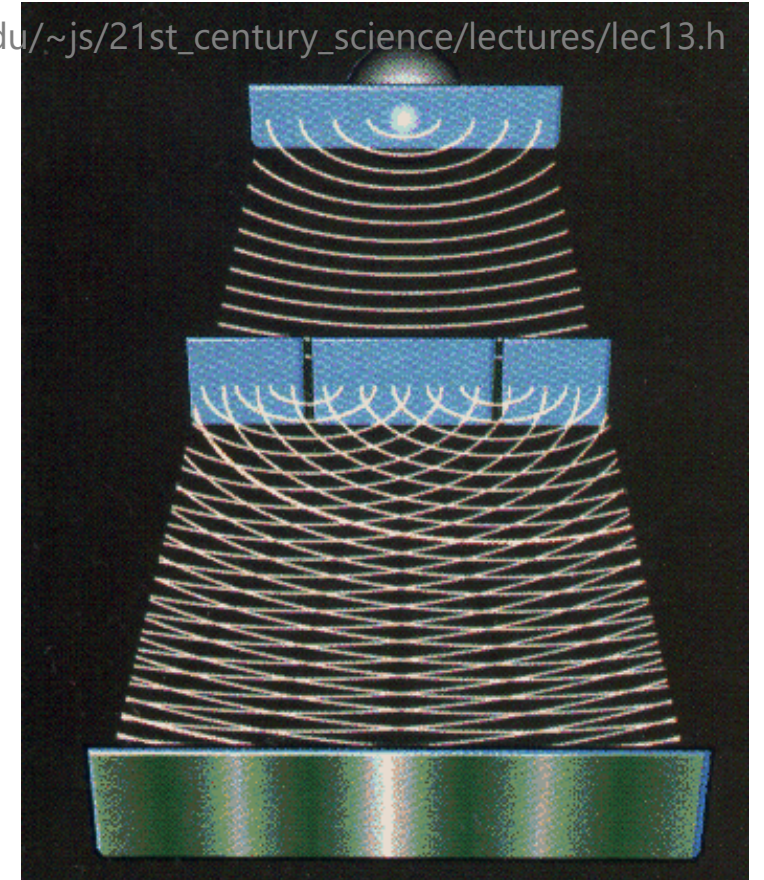
光子たくさん → 大アンサンブル



“決定論的予測”
情報が限られている



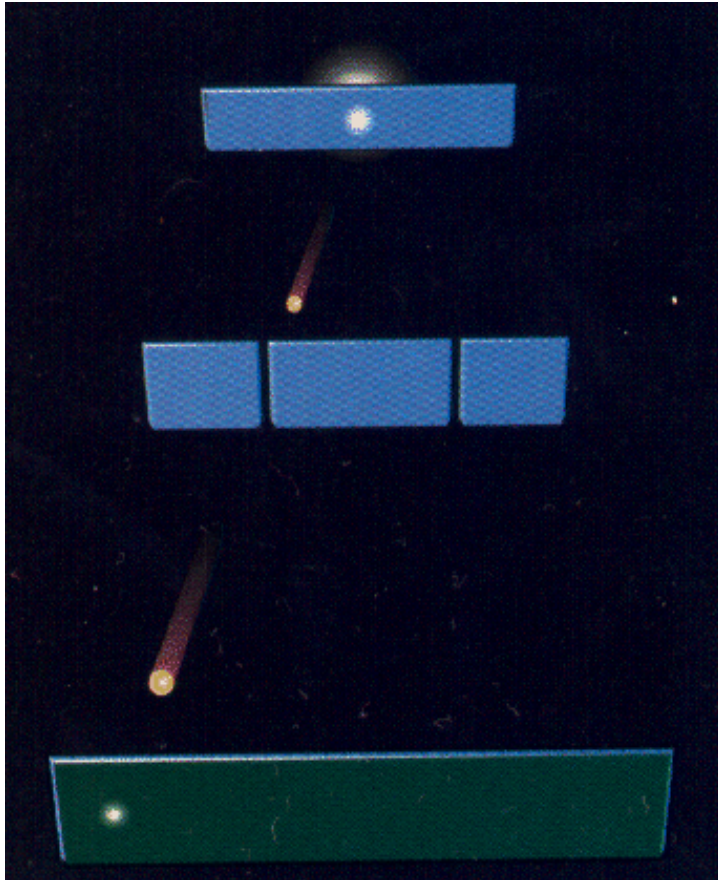
アンサンブルが大きくなると...



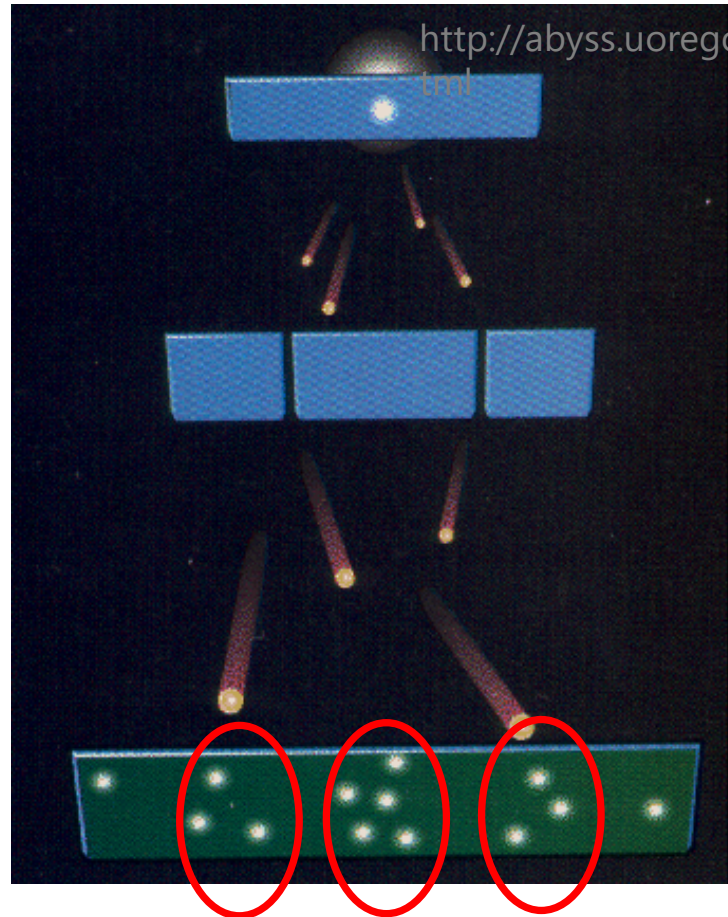
高校でやった？ヤングのスリット実験で例えてみると、、、

光子1つ → 実験1メンバー

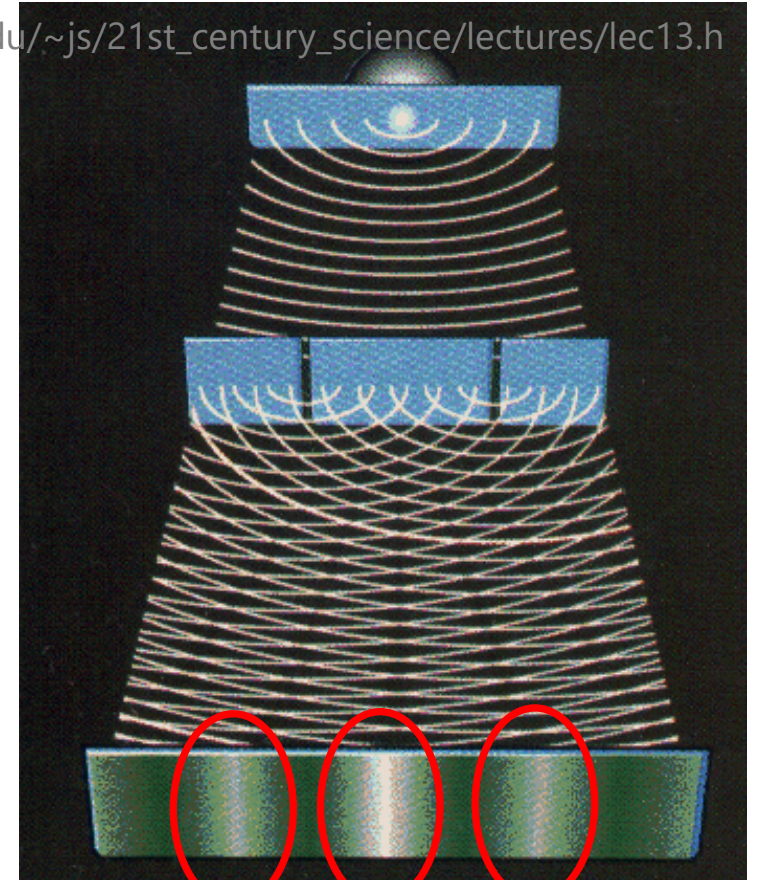
光子たくさん → 大アンサンブル



“決定論的予測”
情報が限られている



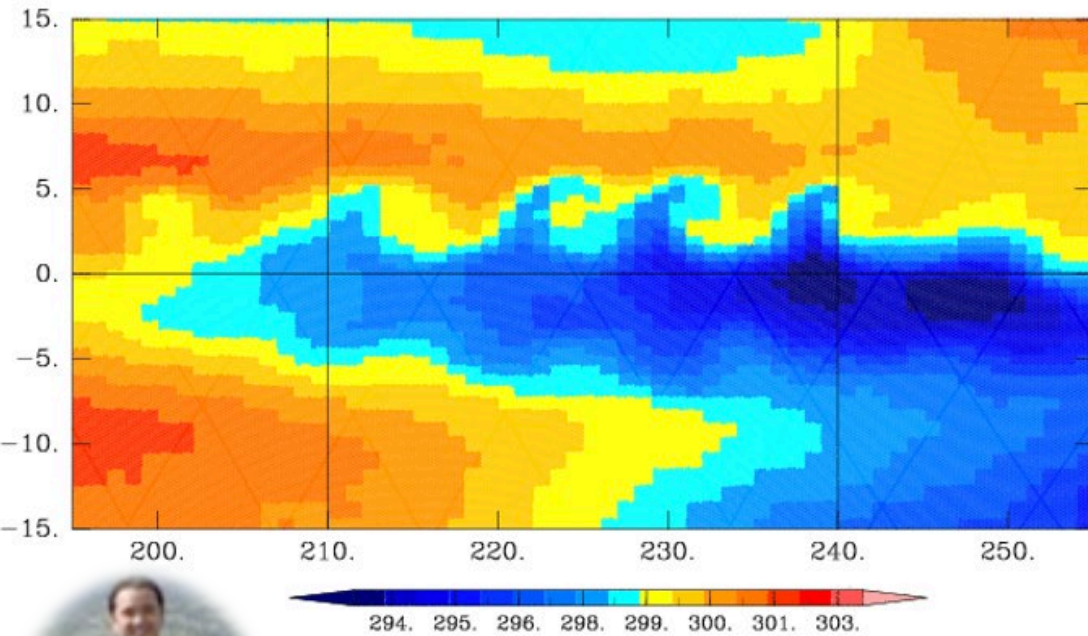
アンサンブルが大きくなると...



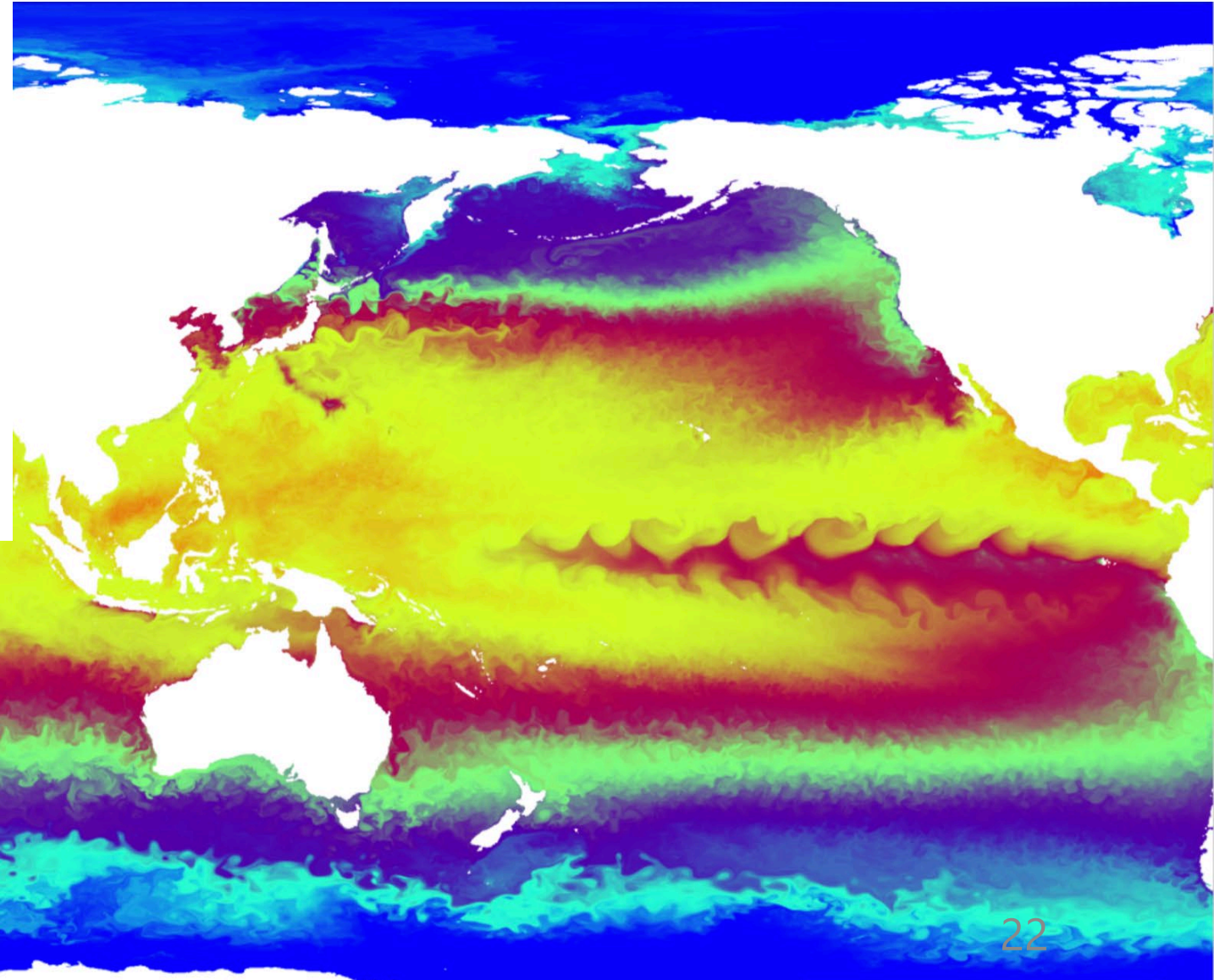
MJO が存在しやすい位置が明らかに

海洋の高度化

海面水温 1度格子（ポスト京標準設定）



海面水温 0.1度格子（富岳加速課題での設定）



八代尚
@国環研



升永 竜介
@JAMSTEC

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

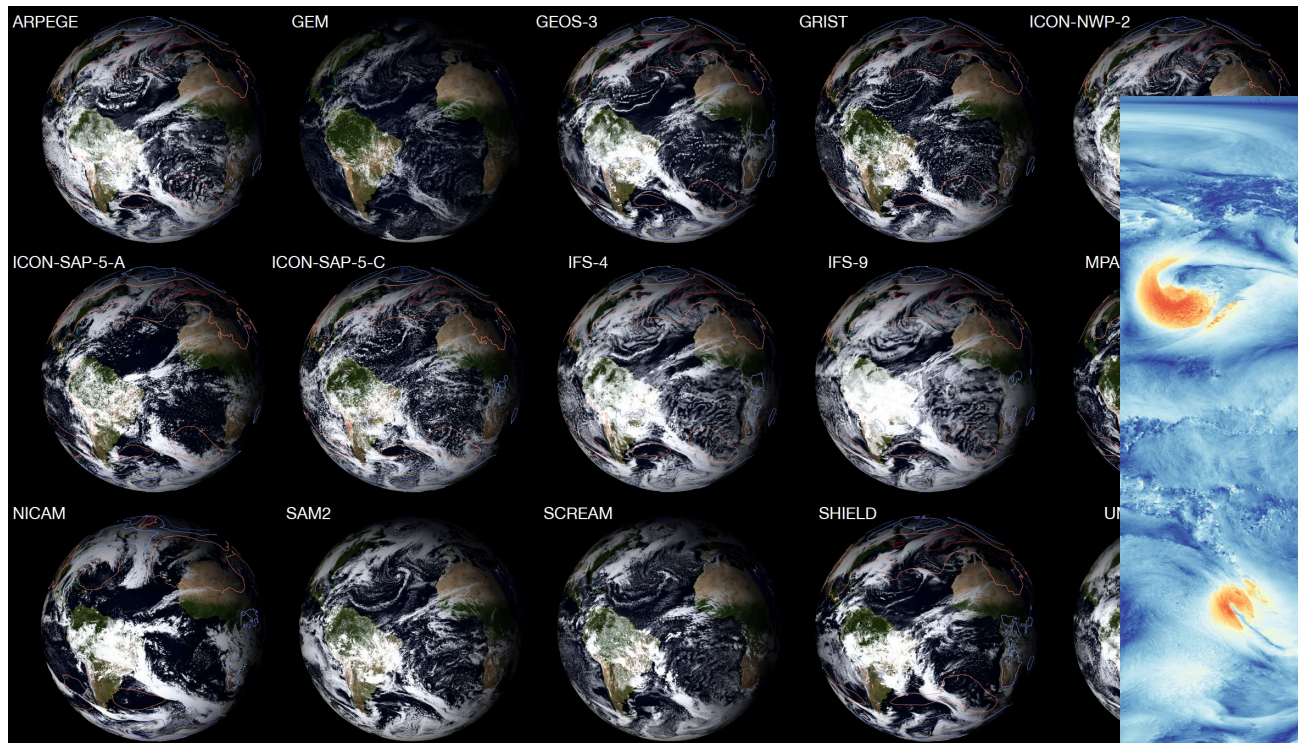
雲微物理パラメータについての感度実験・調整



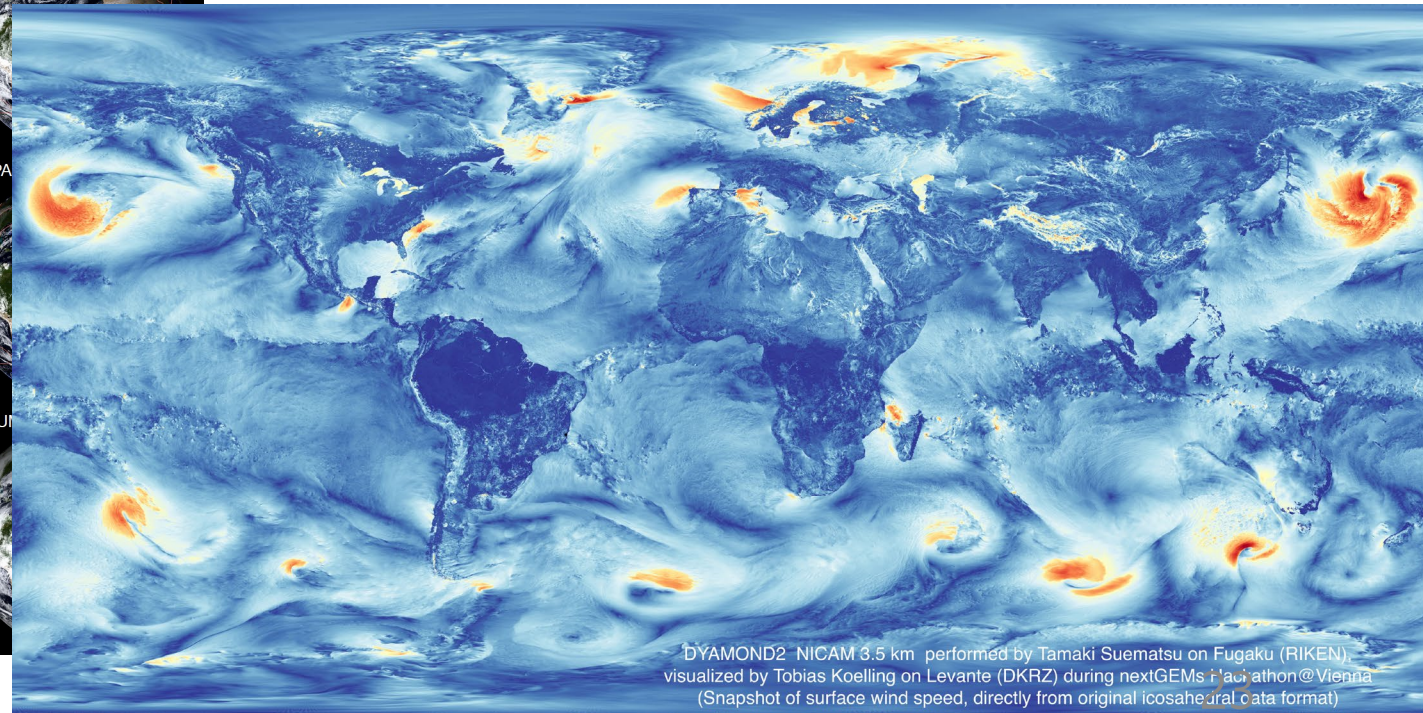
Daniel
Klocke
@MPI



末松 環
@理研



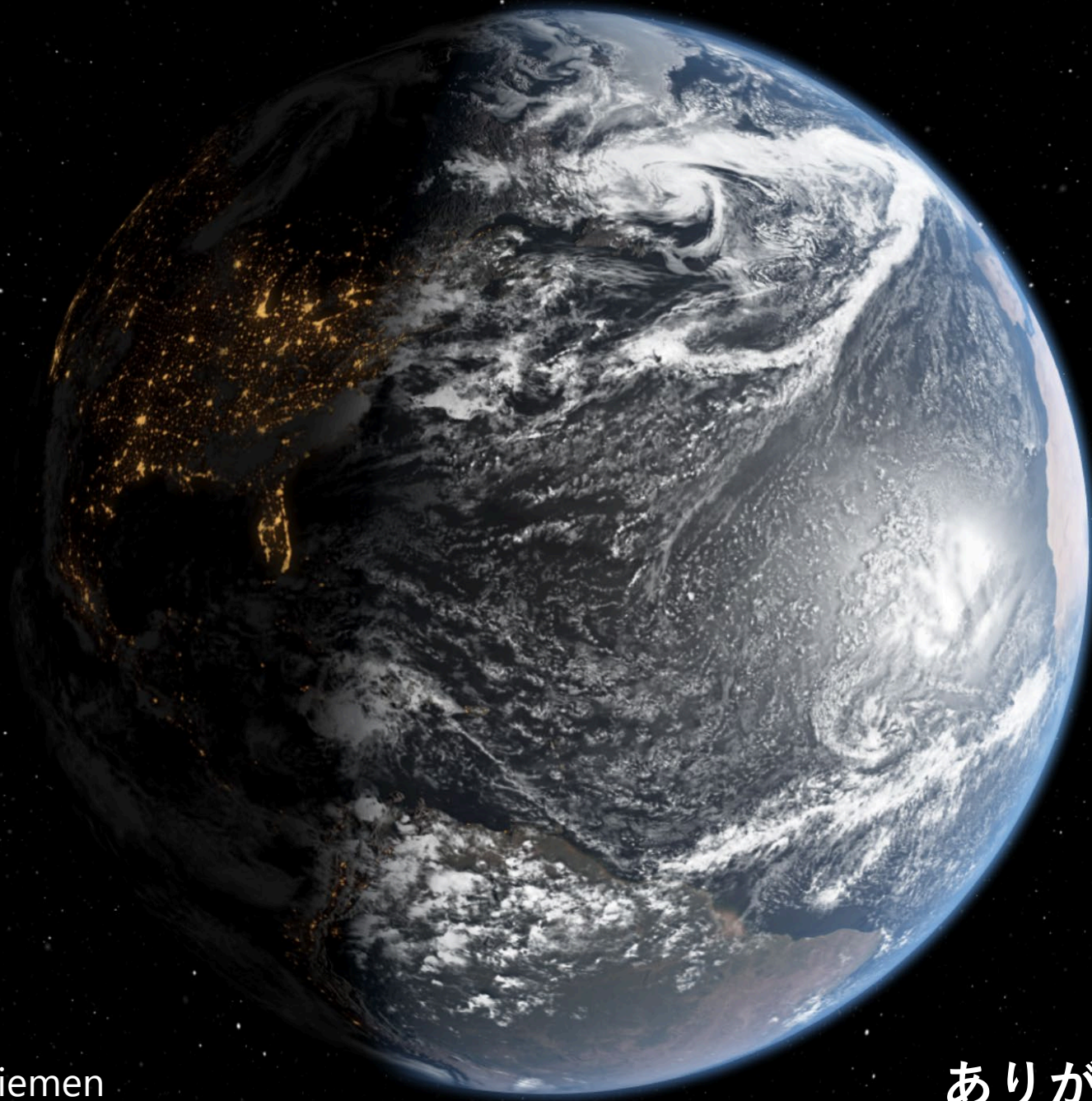
NICAMの再現したEUREC⁴A事例 (地表風速)



< 全球雲解像シミュレーションによる極端気象の季節予測 >

富岳が可能とする "大アンサンブル" が確率的な予測に変革をもたらし、鍵となる 台風・季節内振動・海洋 の研究が進展中。

- ・ 2 週間以上先の台風リスクの高まりを捉える
- ・ 季節内振動の確率予測の進展
- ・ 海洋の高度化
- ・ 国際連携



Visualized by Florian Ziemen

ありがとうございました