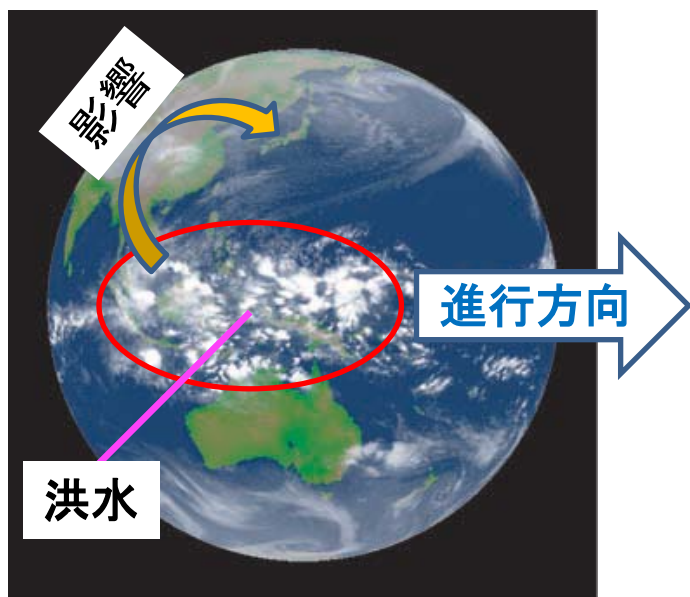


熱帯域にあらわれる巨大積乱雲群 の再現を通じた延長予測

マデン=ジュリアン振動 (MJO)



宮川 知己 (東大大気海洋研究所:AORI)
and
NICAM チーム (JAMSTEC / AICS / AORI)

Miura et al. 2007 *Science* に加筆

HPCI 戦略プログラム分野3

防災・減災に資する地球変動予測

Projection of Global Change toward the Mitigation of Natural Disaster

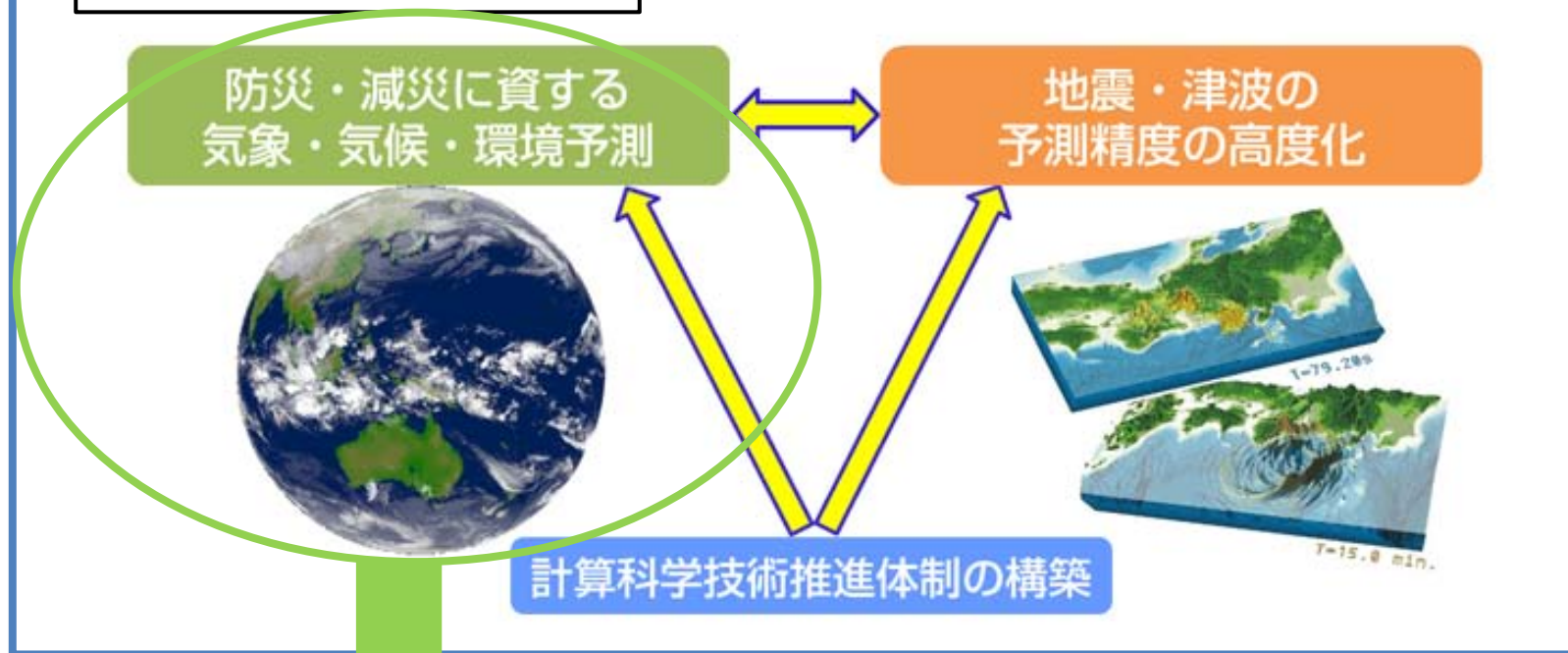
HPCI 戦略プログラム分野3
防災・減災に資する地球変動予測



<http://www.jamstec.go.jp/hpci-sp>

JAMSTEC

分野3 全体

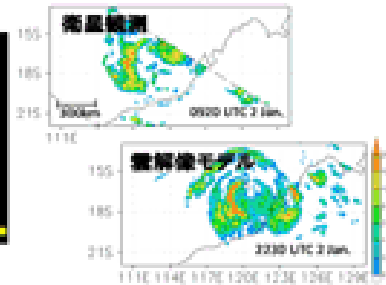
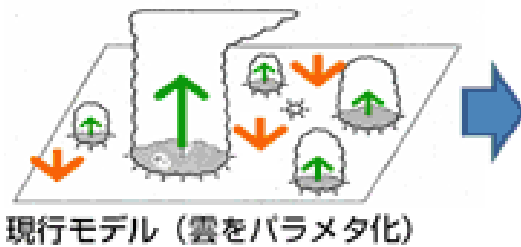


JAMSTEC 戦略3 Webページ より

- ・地球規模の気象・気候・環境変動予測
- ・超高精度メソスケール気象予測の実証

地球規模の気象・気候・環境変動予測

第1目標：全球雲解像モデル（NICAM）による温暖化時の**台風**の研究

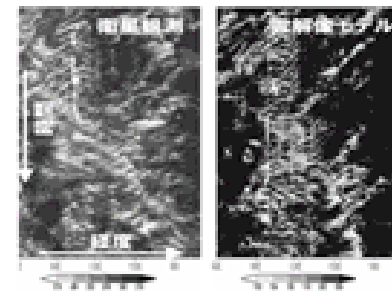


第2目標：NICAMによる**延長予測**の可能性の研究

日本の天候に影響を及ぼす熱帯から中緯度での延長予測にブレークスルー

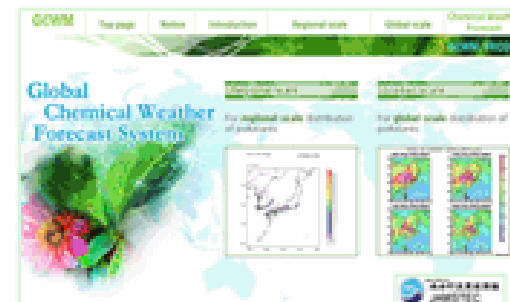
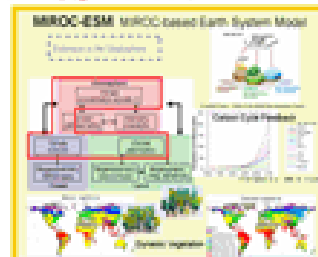
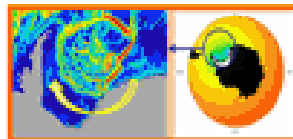
⇒ 1ヵ月程度先までの天候を予測

熱帯季節内振動（MJO）の延長予測可能性の提示から実証へ



第3目標：地球変動予測アプリケーションパッケージの開発 地球システム統合モデルを完成、各パーツを標準化

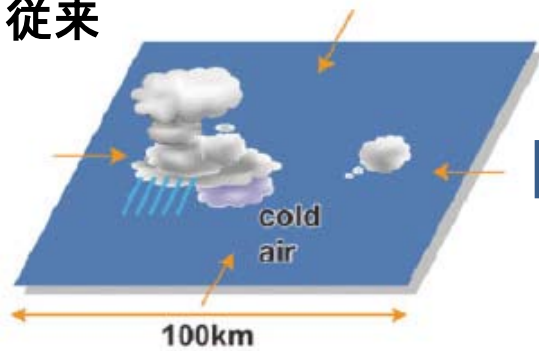
⇒ シームレスな地球環境変動予測を実現



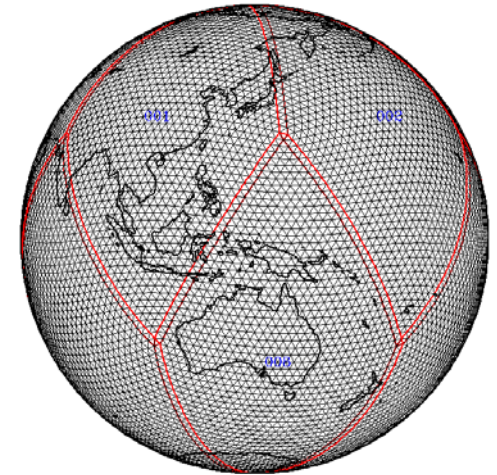
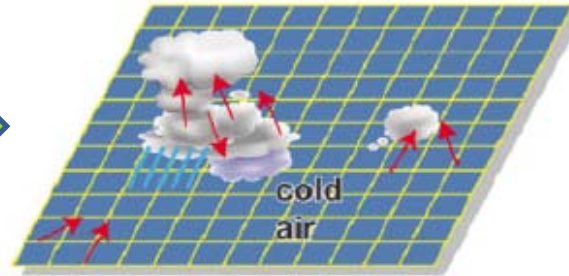
NICAMとは？

Non-hydrostatic **I**Cosahedral **A**tmospheric **M**odel
非静水圧平衡 二十面体 大気 モデル
(≡雲解像)

従来



NICAM



従来の全球モデル

解像度 $\sim 30 \text{ km}$
雲を大規模場の関数として簡単化

NICAM

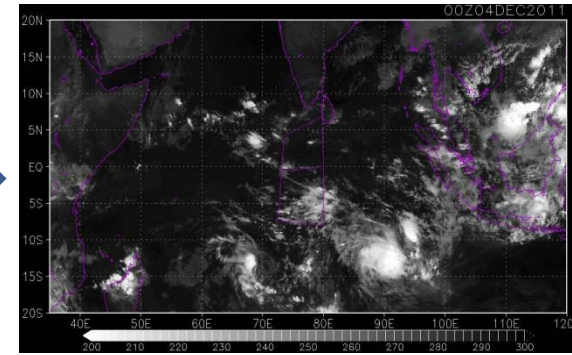
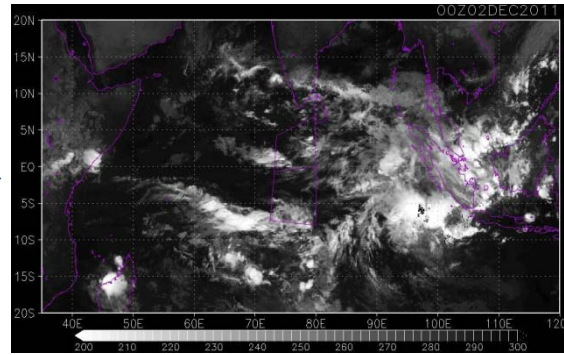
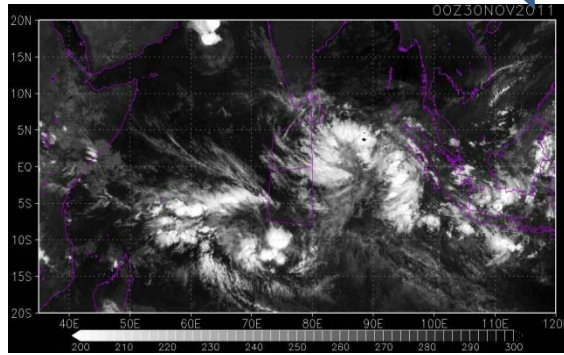
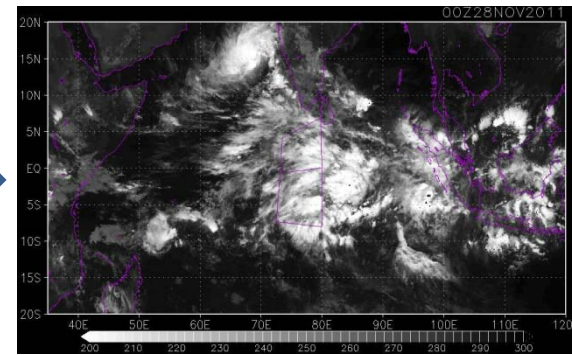
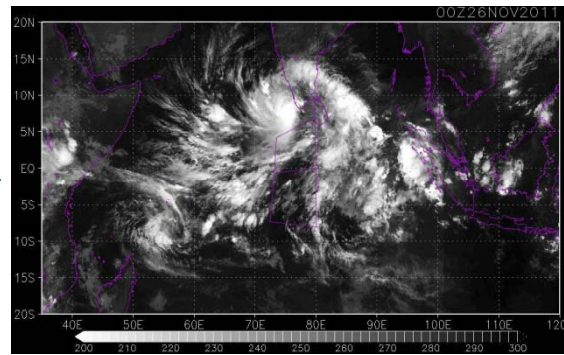
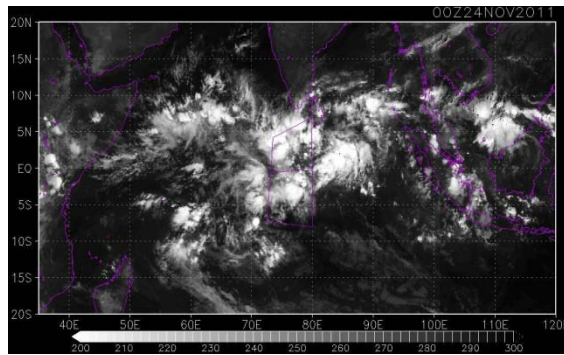
解像度 $\sim \text{数 km}$ (※ 数100m)
雲の対流を陽に計算

[AICS吉田君作成
の3次元動画へ⇒](#)

延長予測へのカギ マッデン＝ジュリアン振動(MJO)

インド洋

熱帯域を東進(周回)する巨大積乱雲群



従来の中緯度の**気象予報は1週間～10日程度**。
(微小な誤差が非線形的に発達してしまうため)

国際集中観測プロジェクト
CINDY/DYNAMO より

MJOは、、

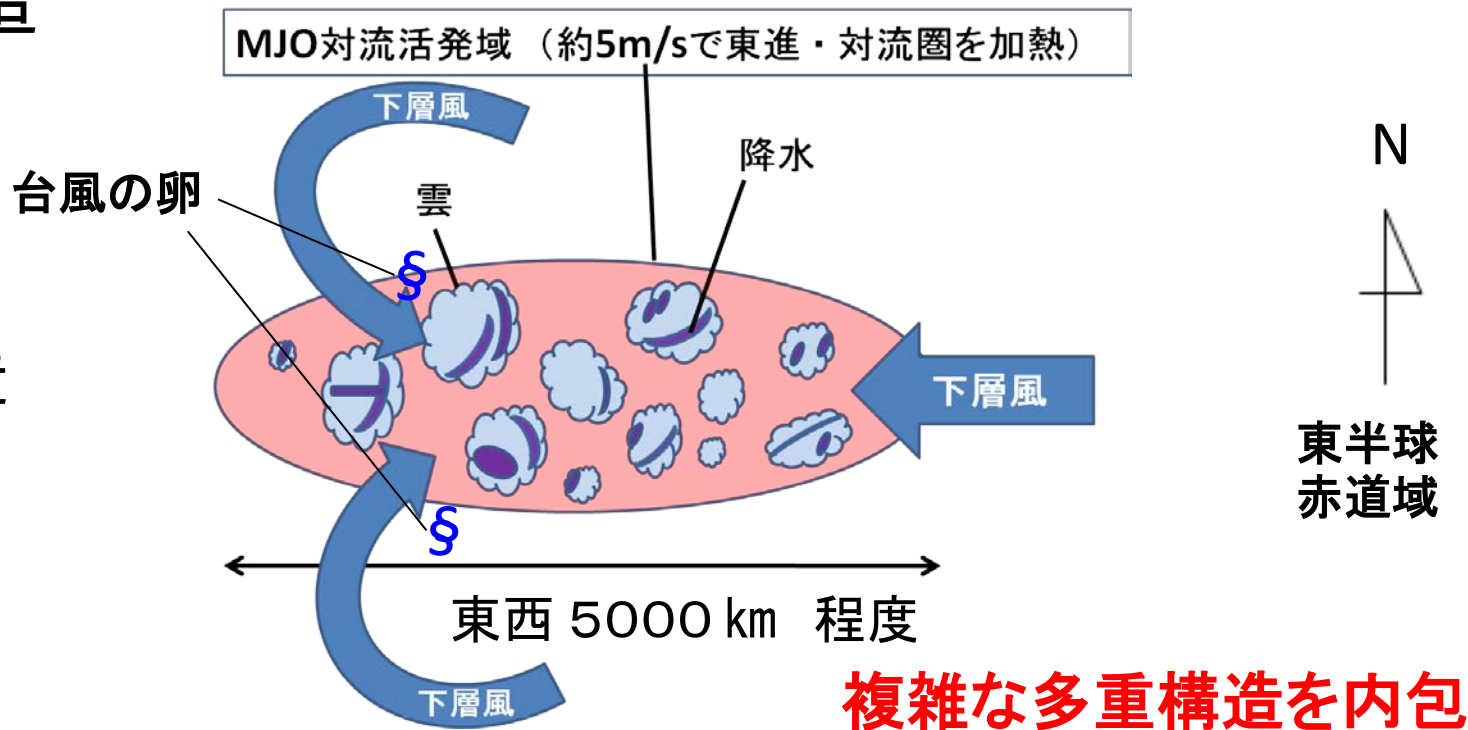
現象の**時間スケールが長い (30～60日)**

中緯度にも影響を及ぼす

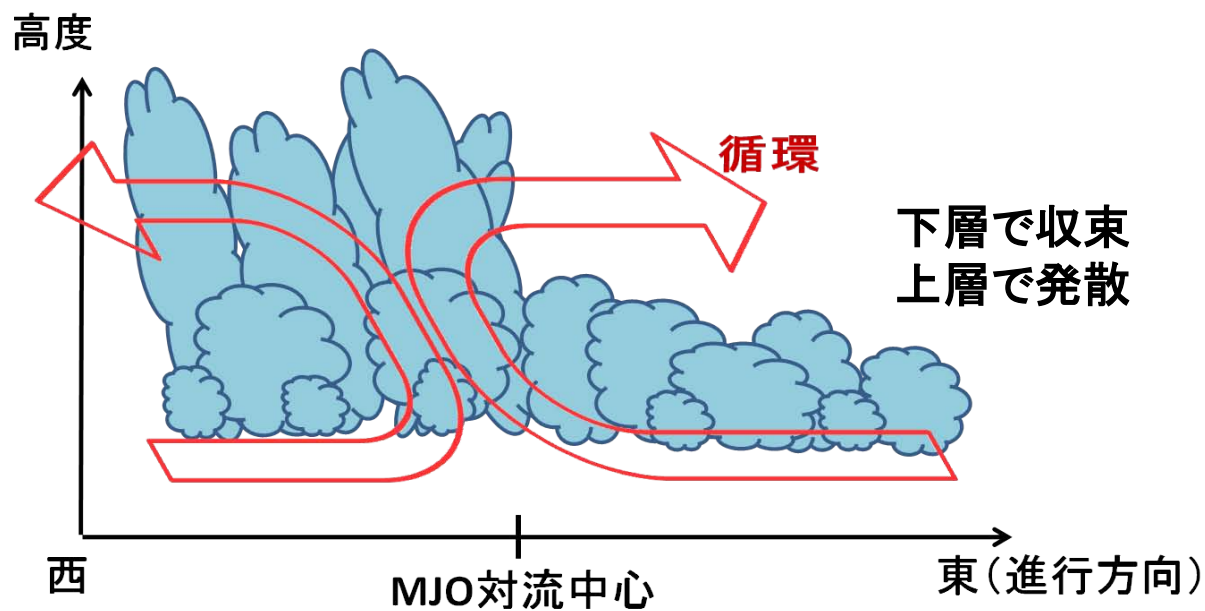
⇒ MJOの振る舞いが予測出来れば2週間以上先の情報が得られる

MJOの構造

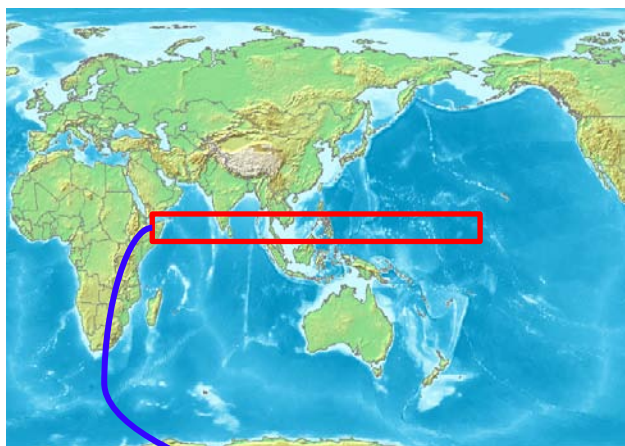
水平構造



鉛直構造



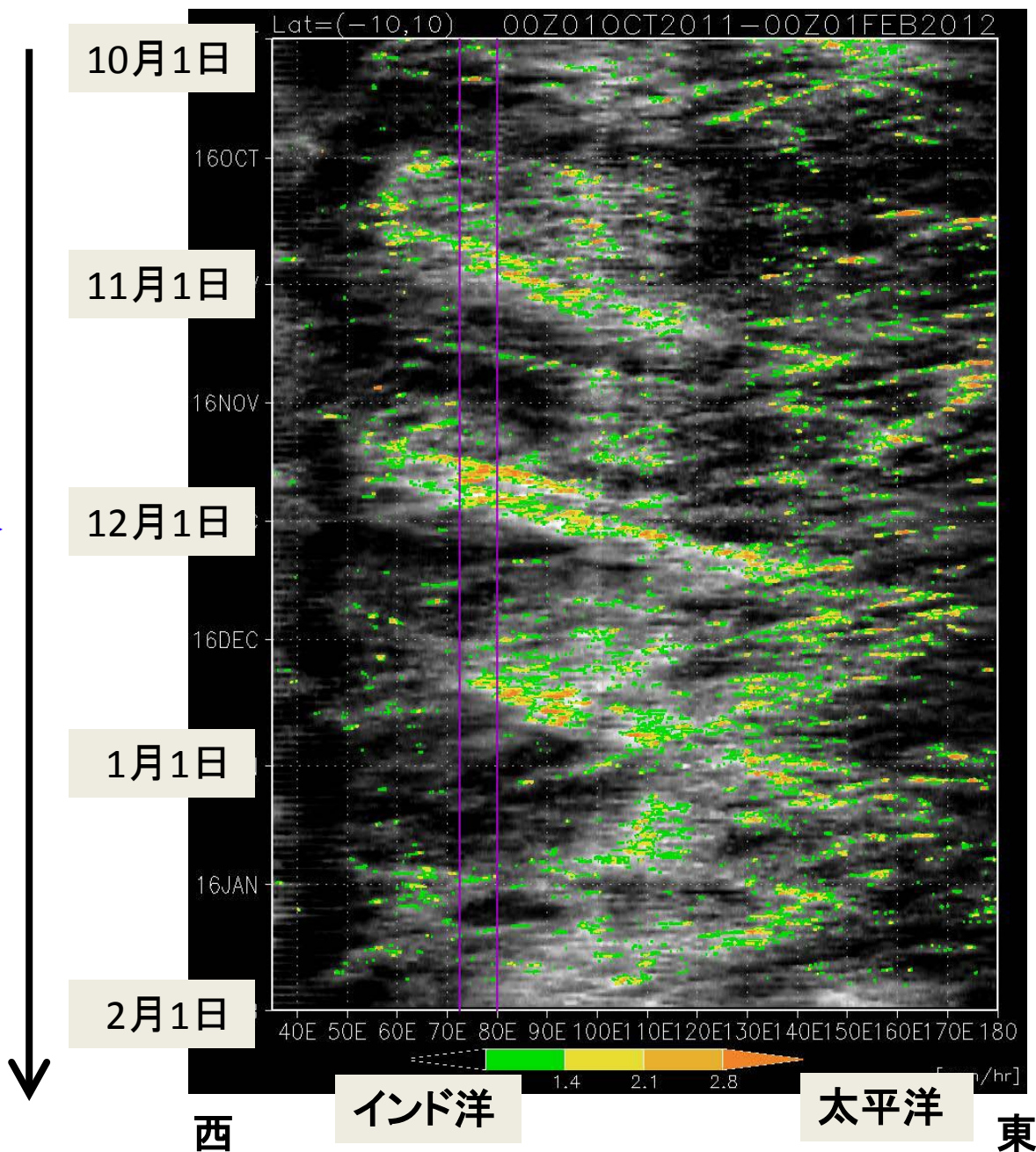
MJO の雲と降水の東進する様子 (経度時間断面)



各時間ごとに赤枠の短冊を
切って時間方向に並べる

時間

国際集中観測プロジェクト
CINDY/DYNAMO より



MJO研究の意義

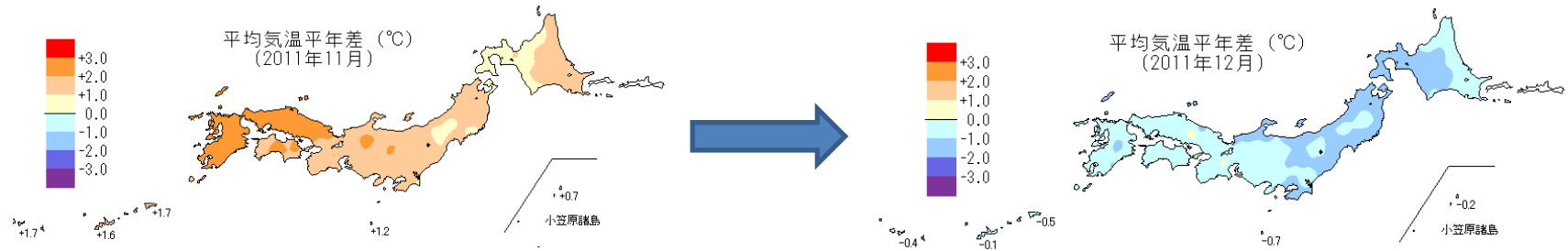
- ・熱帯（予報）
洪水の早期警戒情報
モンスーンの動向予測

先週（1月8日） インドネシア



Photo: EPA

- ・日本（予報）
寒暖傾向に影響（2011年 11月異常高温 ⇒ 12月異常低温）
台風の発生確率の増減

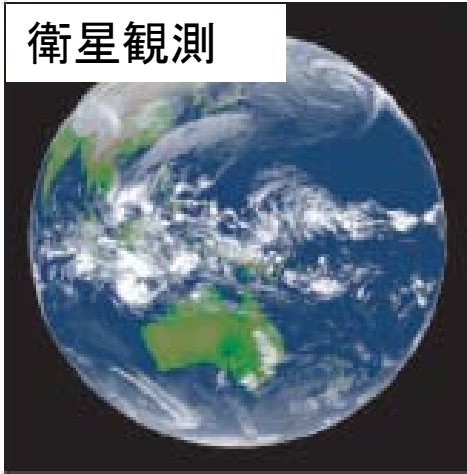


気象庁報道発表資料

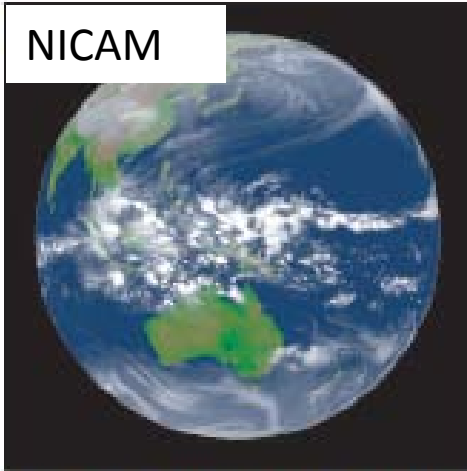
- ・謎の解明
熱帯気象は中緯度に比べて未開の地
MJOは数か月スケールの熱帯大気現象として最大の振幅
メカニズムがはっきりわかっていない（従来のモデルは再現苦手）

これまでの NICAM と MJO

衛星観測

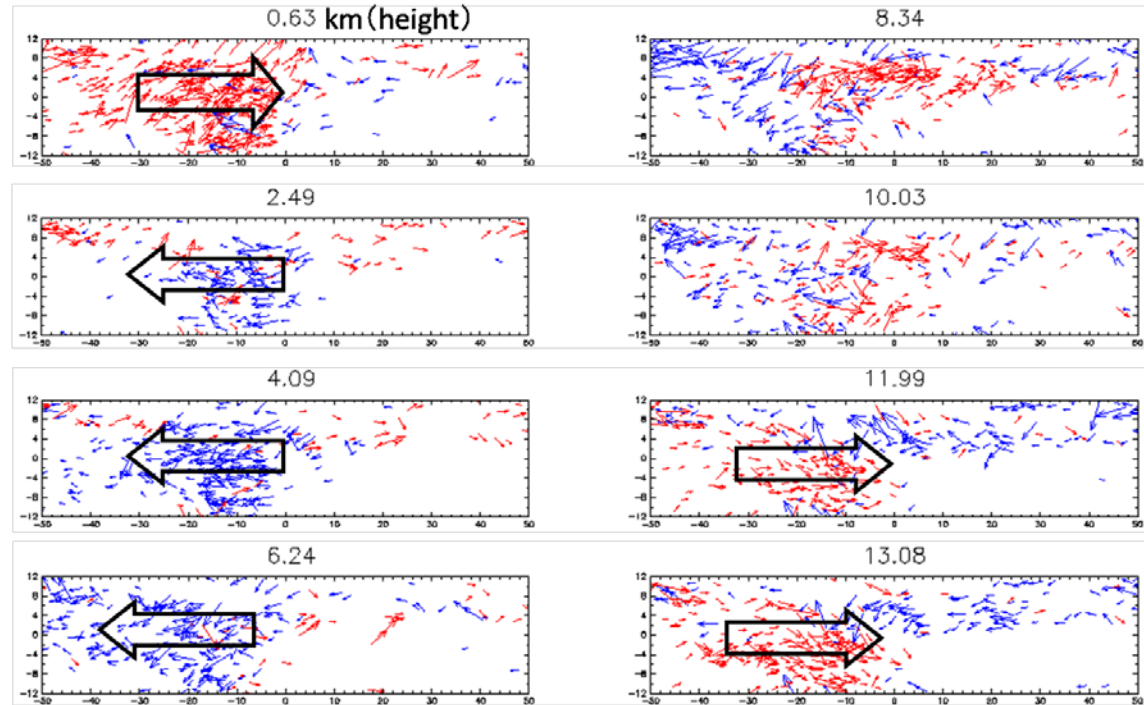


NICAM



Vectors: acceleration due to CMT on \bar{u}, \bar{v}

red / blue : positive / negative zonal component



Miyakawa et al. 2012 JAS

雲スケールから大規模場への加速効果の定量化
向きが揃うことにより運動量収支への寄与大
(従来のモデルからは欠落している)

Miura et al. 2007 Science
世界で初めてMJOの再現に成功

単発のケーススタディーを卒業できるか?

K computer

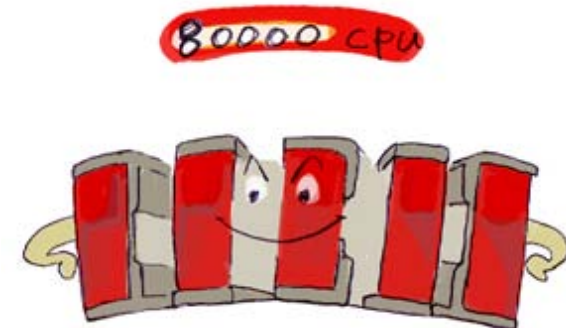


(from Fujitsu web page)

14 km 解像度 1ヵ月 --> 640ノード使用 で 15 時間

7 km 解像度 1ヵ月 --> 2560 ノード使用 で 20 時間

3.5 km 解像度 1ヵ月 --> 10240ノード使用 で 36 時間



実験内容

京コンピュータの高性能を生かして

冬季(10月－3月)MJO を軒並み再現
(1990－2012)

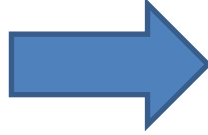
狙い

- 多くの事例の結果を得ることによって、MJO の一般的な構造や本質的に重要な性質を押さえること
- NICAMによる MJO の再現/予報スキルを評価すること

京によって可能になる多数事例実験の利点

これまで（限られた事例研究）

熱・水蒸気・運動量の収支や発達の過程を記述



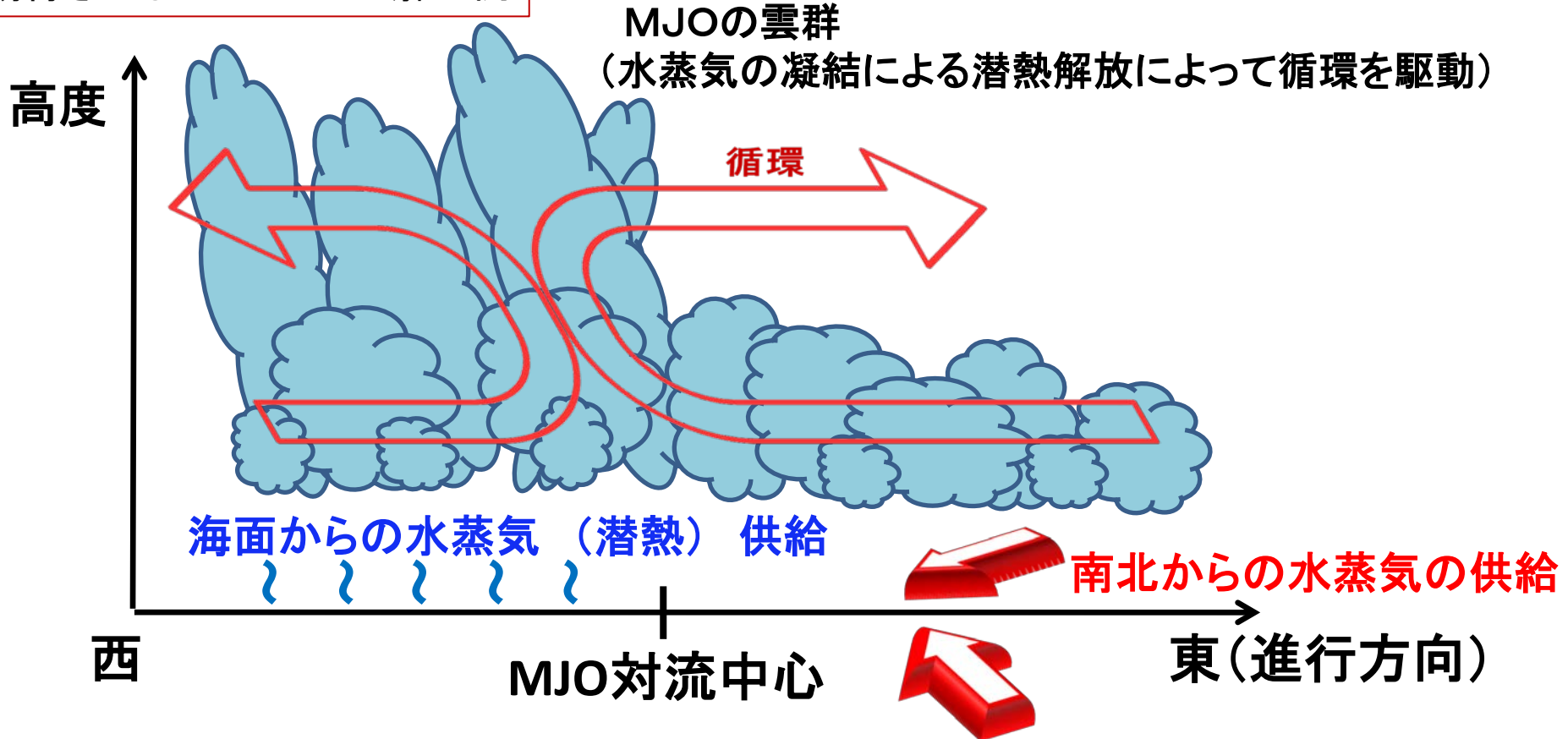
・再現性能 / 予測スキルの統計的な評価

・普遍的な性質と事例ごとの特徴との切り分け

→ 本質的なメカニズムの理解

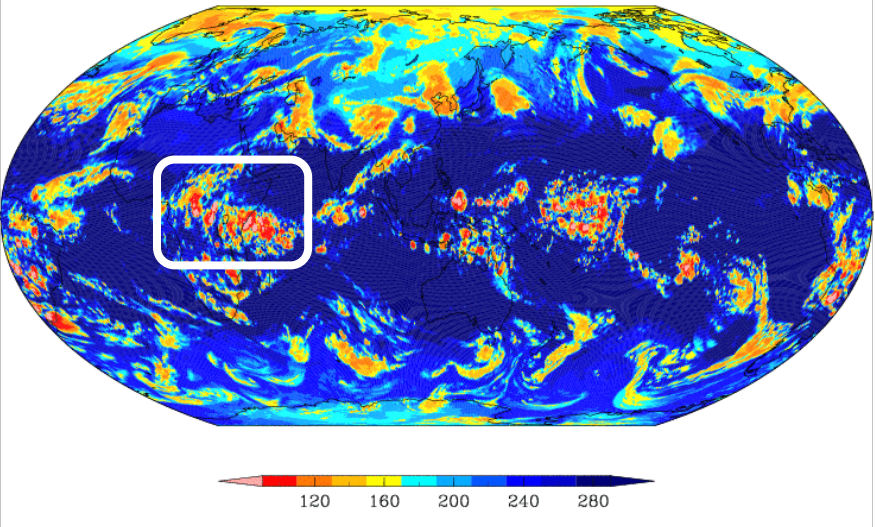
→ 事例ごとの特徴を決定する要因の特定

期待されるメカニズム理解の例

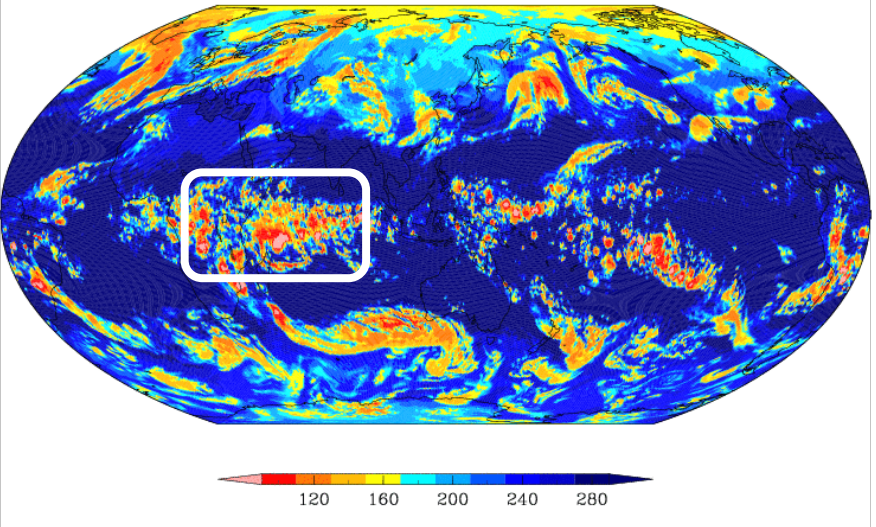


NICAM (京) で再現されたMJO の例 (1993年1月)

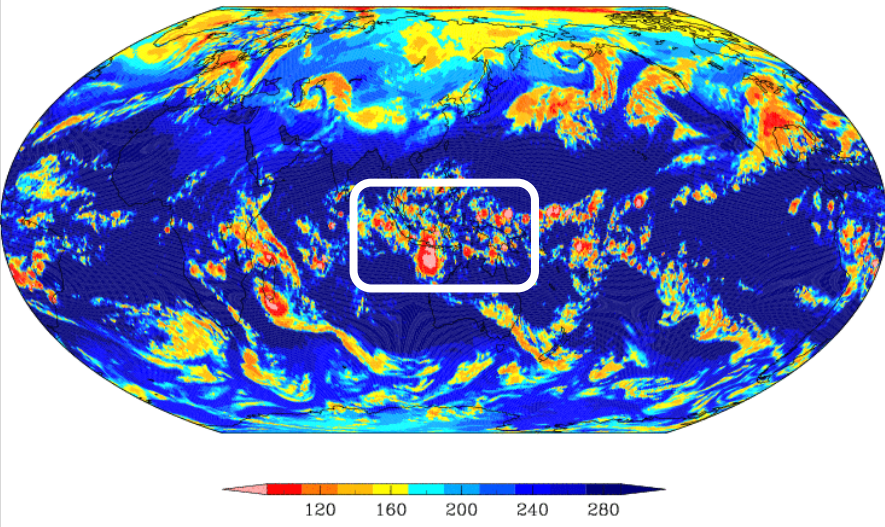
1/8



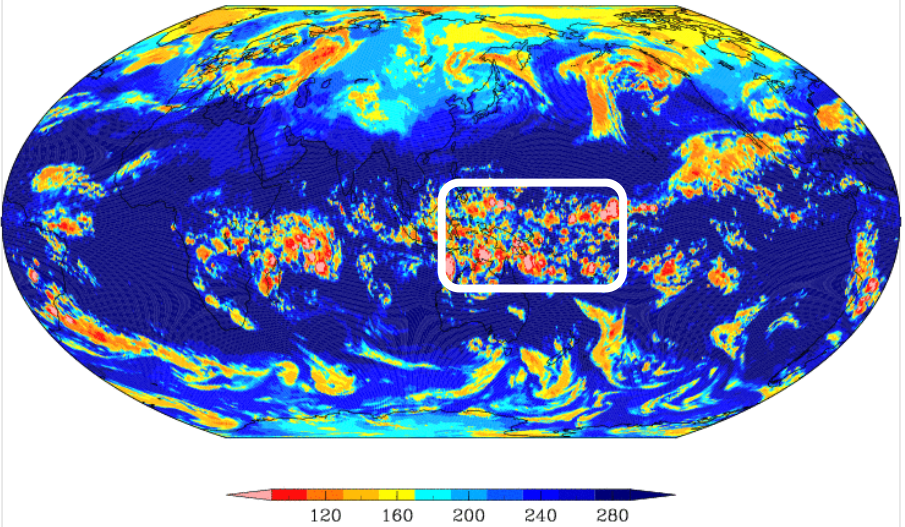
1/12



1/18



1/24

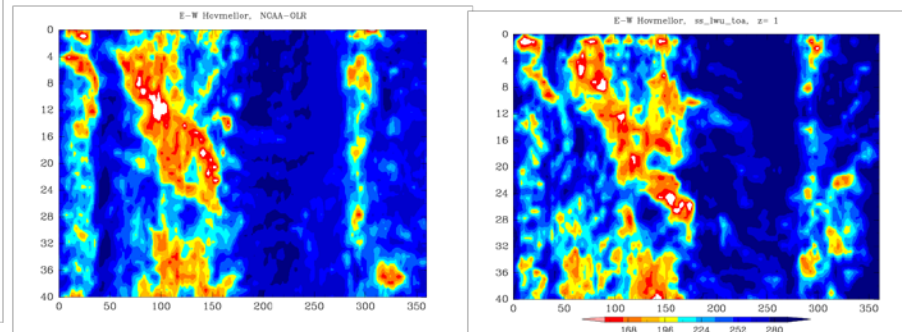
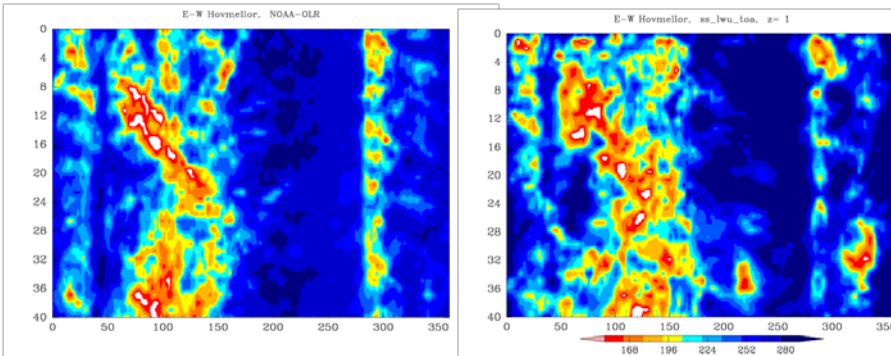
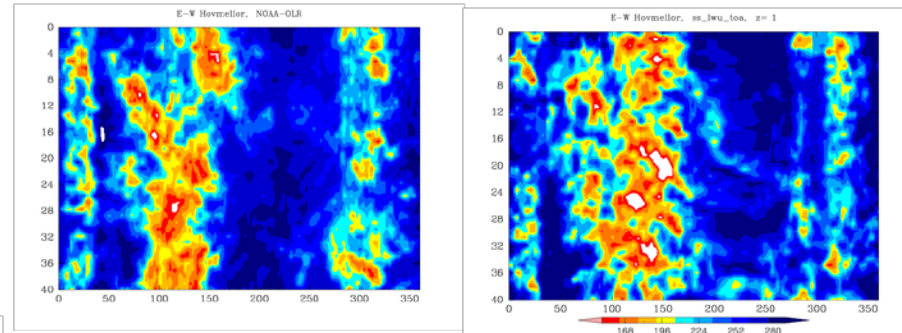
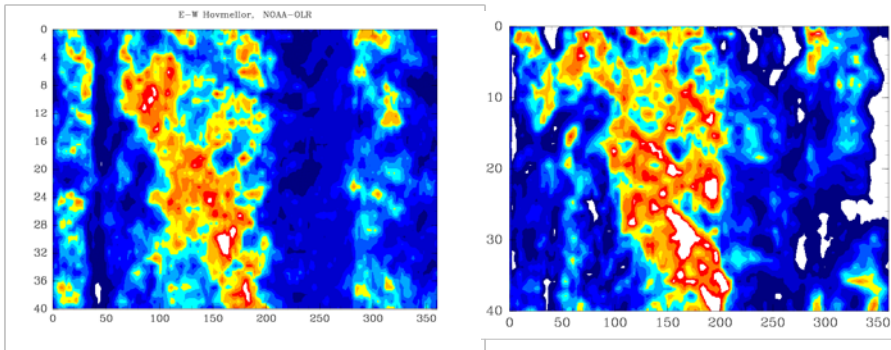
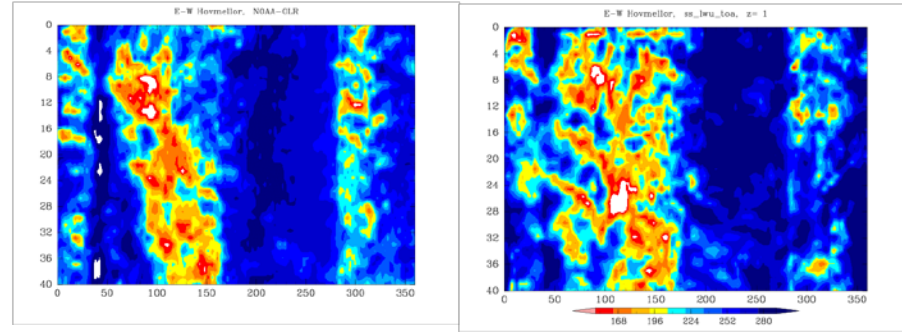
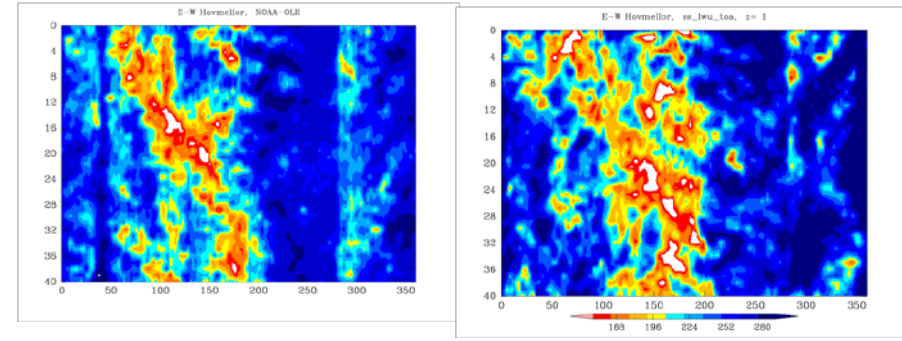
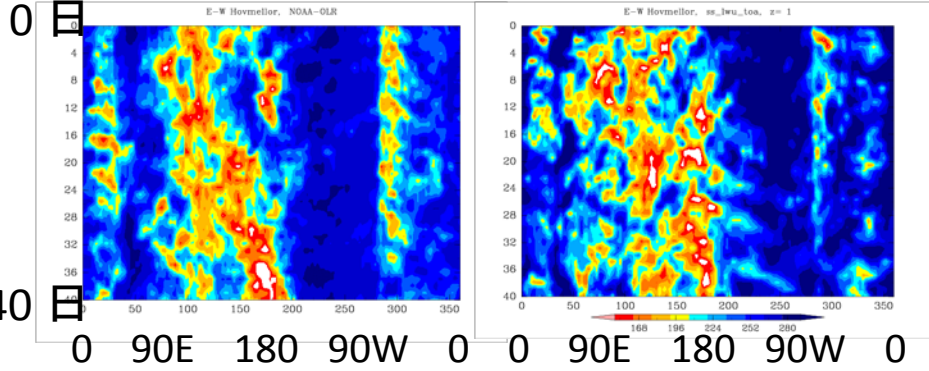


計算結果例 (14 km解像度, 40日)

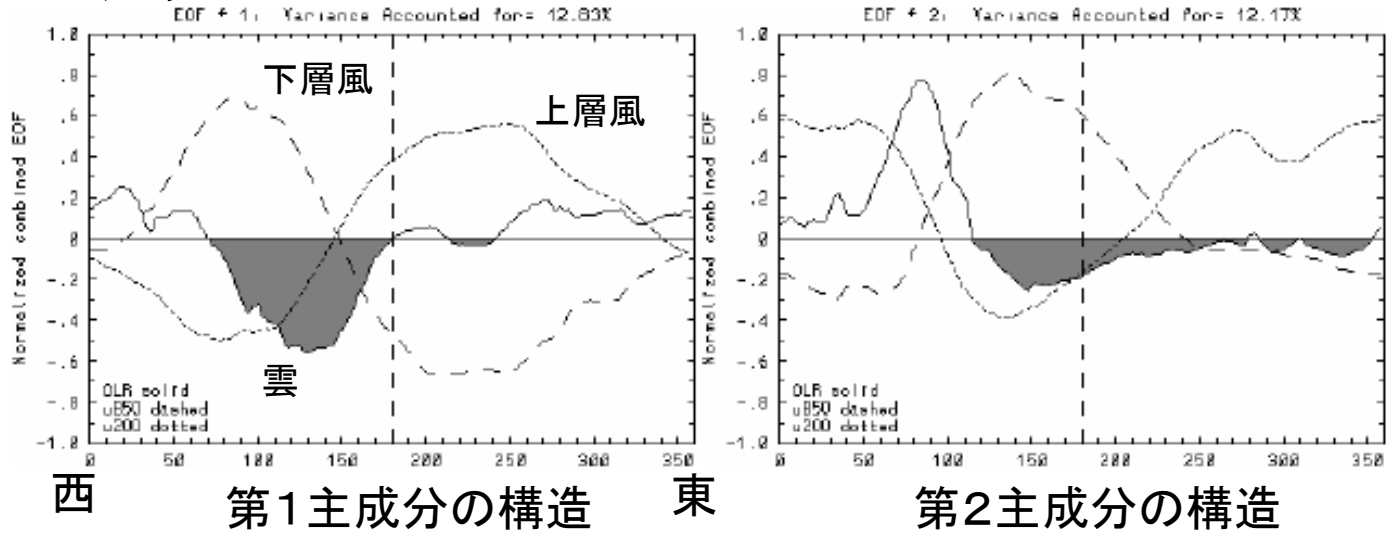
雲の経度時間断面

衛星観測

NICAM



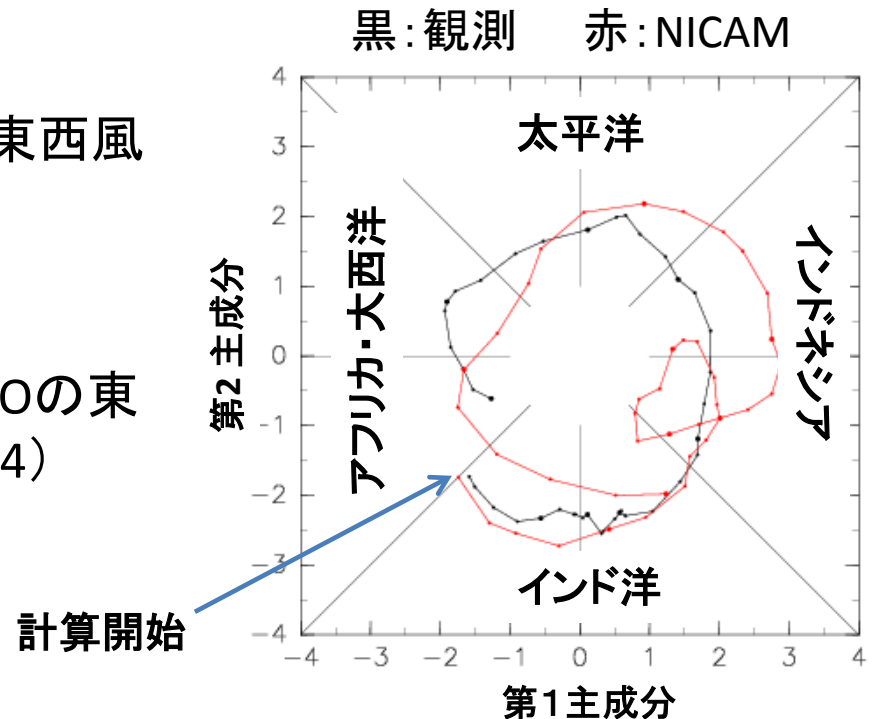
MJO のダイアグラム



(CAWCR web page <http://cawcr.gov.au/staff/mwheeler/maproom/RMM/>)

赤道域の赤外放射(雲), 下層東西風, 上層東西風の変動を主成分分析

第1主成分と第2主成分の組み合わせでMJOの東進が表現される (Wheeler and Hendon 2004)



黒: 観測 赤: NICAM

計算開始

MJO予測スキル比較 vs 気象庁

$$\text{COR}(t) = \frac{\sum_{i=1}^N [(a_1(i,t)b_1(i,t) + a_2(i,t)b_2(i,t))]}{\sqrt{\sum (a_1(i,t)^2 + a_2(i,t)^2)} \sqrt{\sum (b_1(i,t)^2 + b_2(i,t)^2)}}$$

a : PCs of reference data

b : PCs of NICAM

t : Lead time

i : case ID

NICAM (約4週間)



MJOに関しては世界最高峰

気象庁モデル (Matsueda and Endo 2011)
(約10日)

日数

ただし、NICAMは近年10年分(19事例 37サンプル), 冬(10-3月)のみ。

MJO予測が得意なことで有名なヨーロッパ気象局は約3週間

大荒れの連休最終日

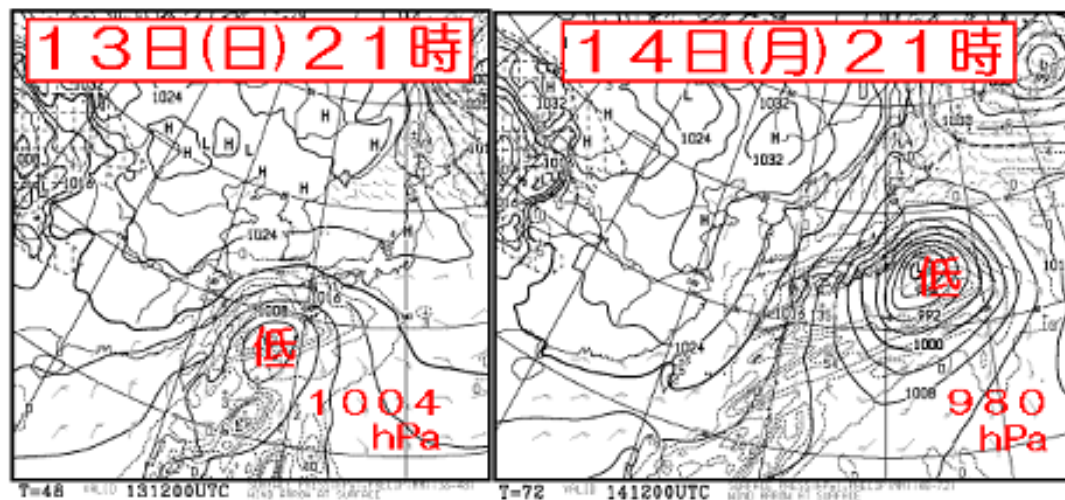
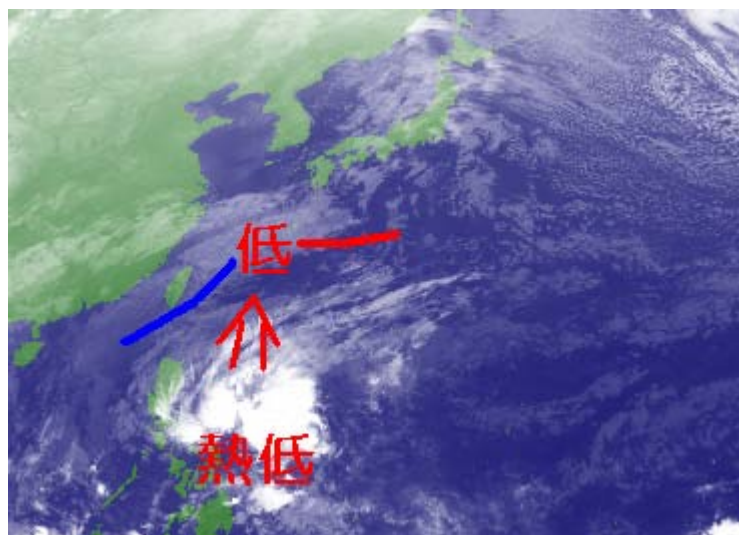
チーム森田の
“**天気で斬る!**”
チーム森田の“天気で斬る!”
森田正光はじめ人気お天気キャスターによるチームブログ。

YAHOO! JAPAN 天気情報 e-天気.net weather map

高

お気に入りの人の登録/削除

http://blogs.yahoo.co.jp/wth_map/62023284.html



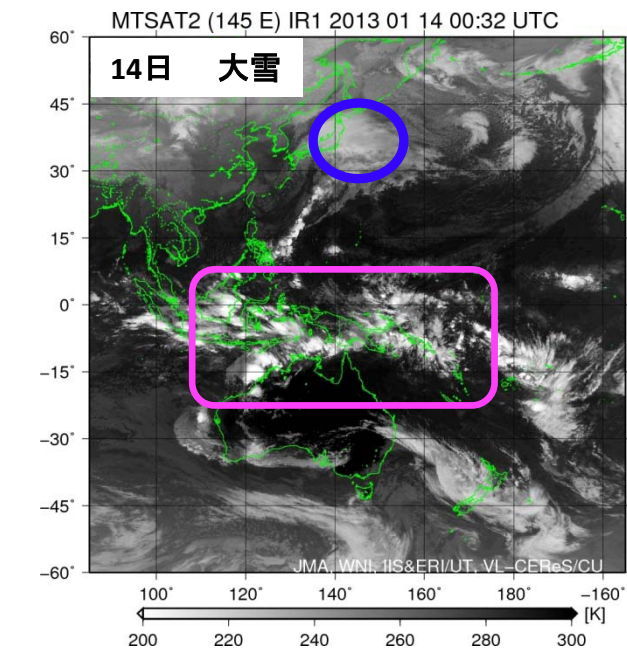
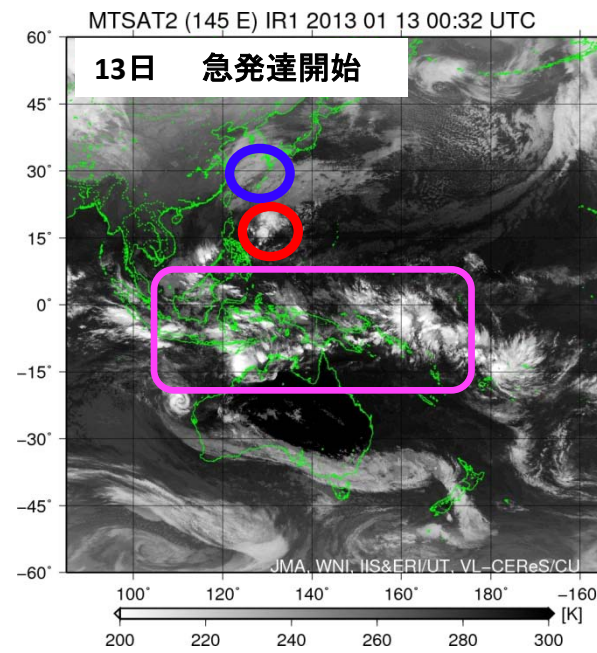
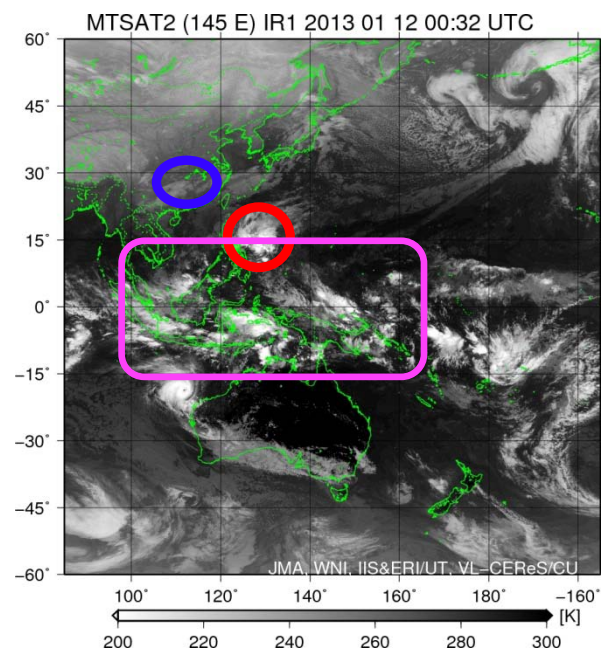
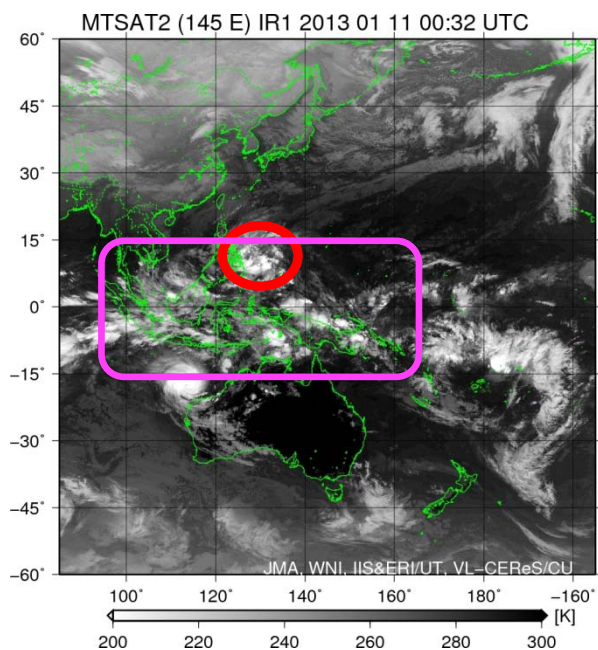
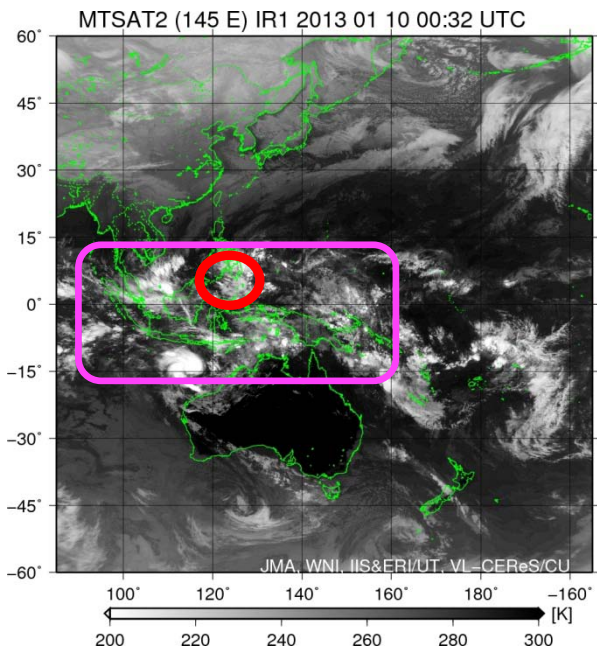
日本南岸を西から東へ通過中の**南岸低気圧**




熱帯低気圧が暖かく湿った空気を供給したため、急速に発達する「爆弾低気圧」に。

1月13日 東京都



実はこのとき、、、



-  :南岸低気圧
-  :熱帯低気圧
-  :MJO

MJOが一役買っていた!

まとめと今後の計画

全球雲解像モデルNICAMを用いて熱帯を東進する
巨大積乱雲群“MJO”のシミュレーションを多数事例行った。
⇒ MJOに限っては世界トップクラスの予測スキル(約4週間)

今後:

- ・ 構造 プロセス メカニズムなどの解析
- ・ 高解像度化やパラメータ調整により更なるスキル向上の可能性を検討
- ・ (海洋の結合)



ご清聴ありがとうございました