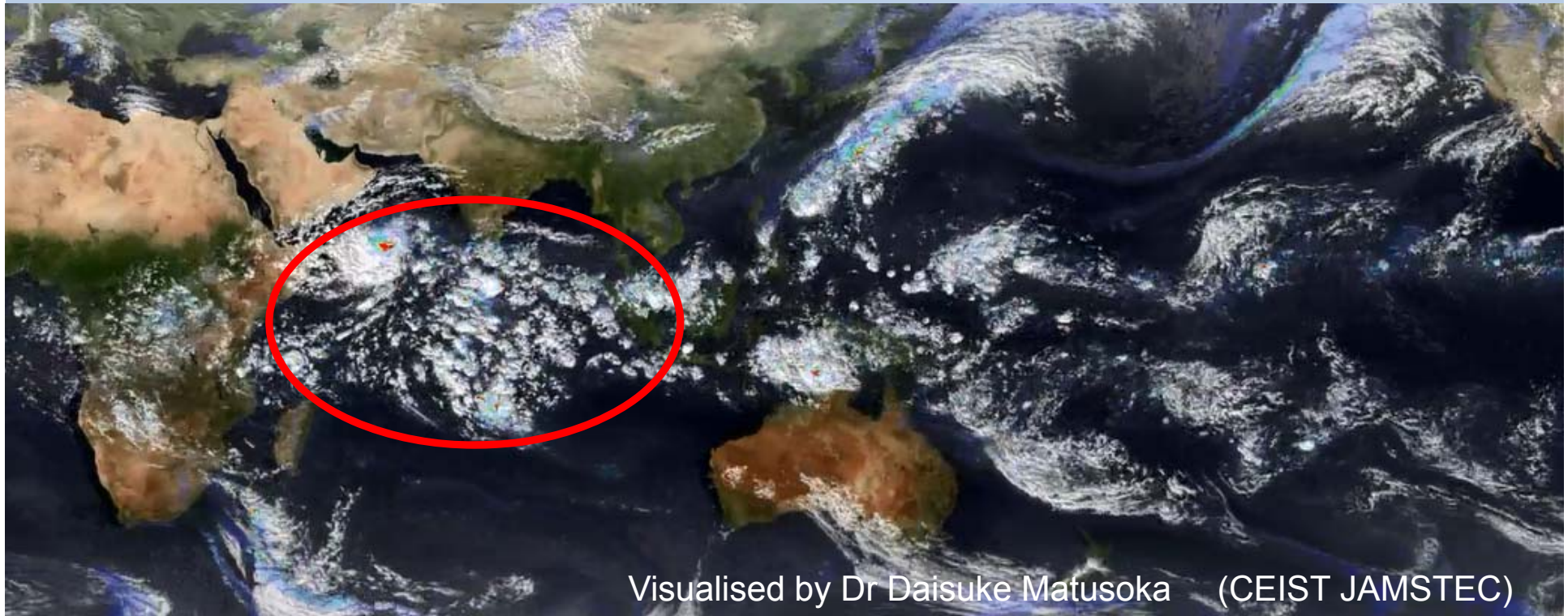


# 熱帯巨大雲塊の予測

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」  
地球規模の気候・環境変動予測に関する研究 課題責任者

東京大学大気海洋研究所  
木本 昌秀



Visualised by Dr Daisuke Matusoka (CEIST JAMSTEC)



独立行政法人

海洋研究開発機構



東京大学  
大気海洋研究所

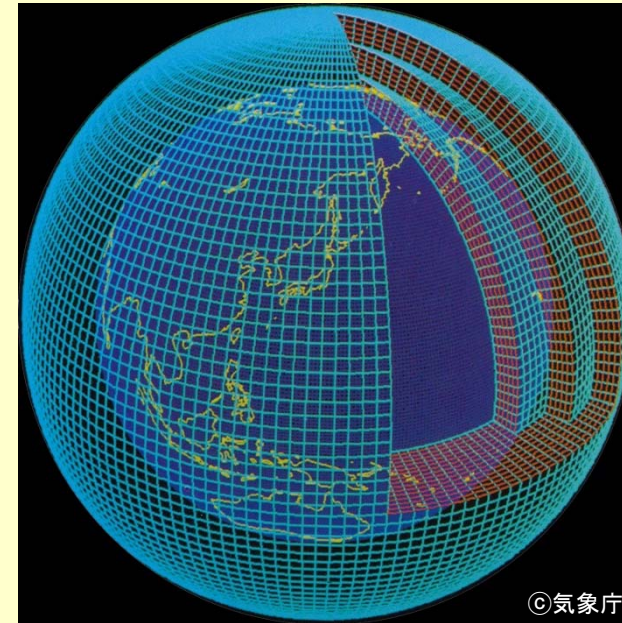
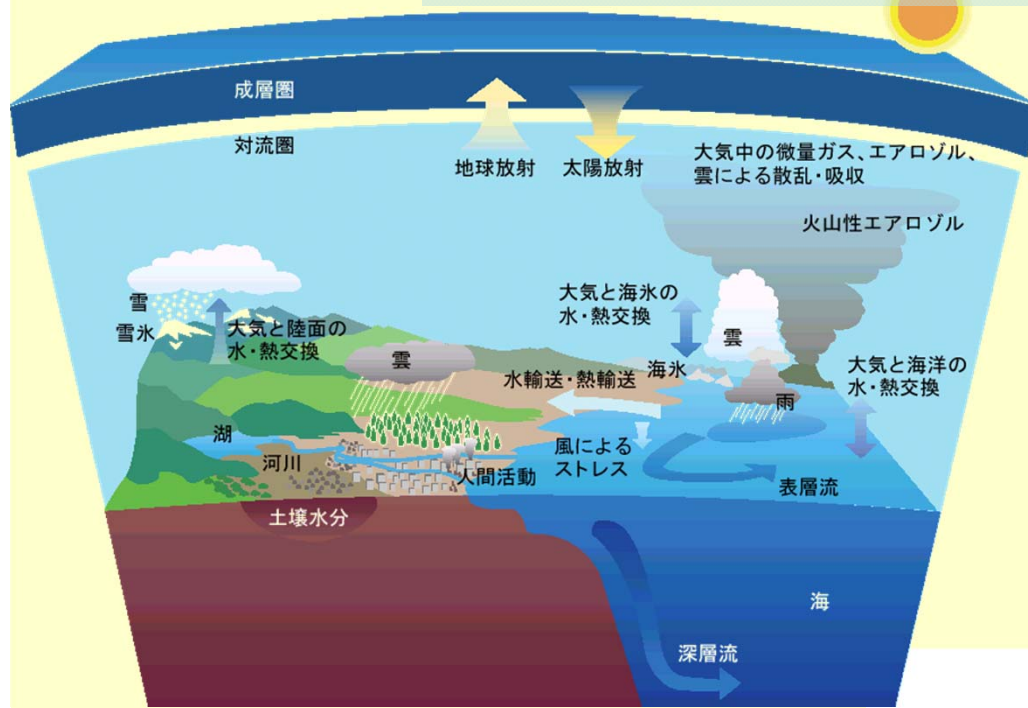


東京大学 大学院  
理学系研究科・理学部  
SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO



理化学研究所

# 気候モデル—コンピュータの中の地球

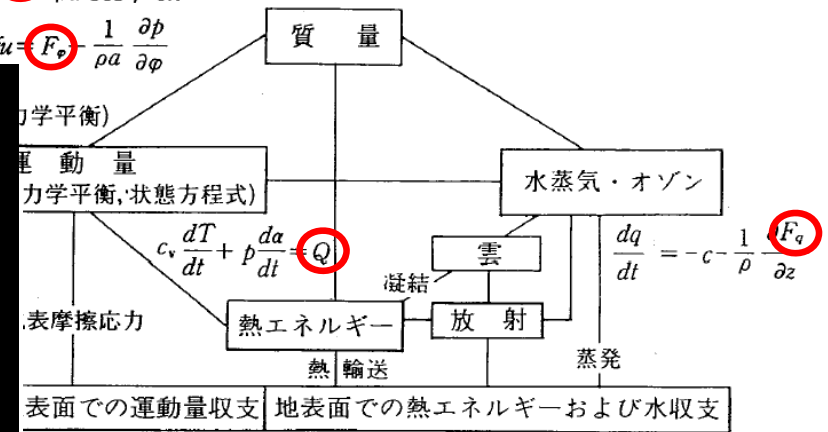
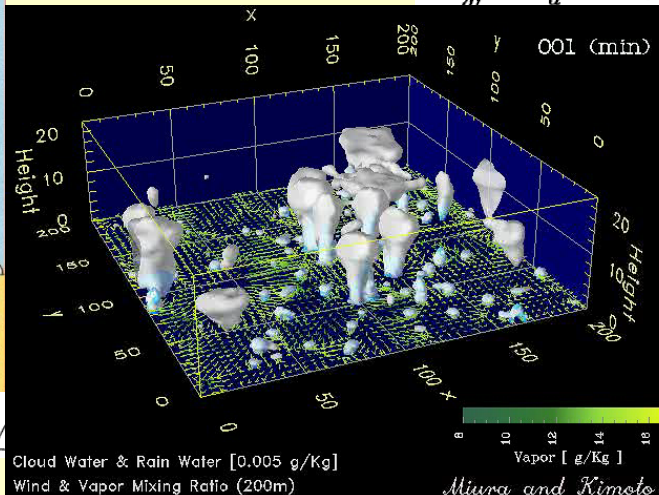
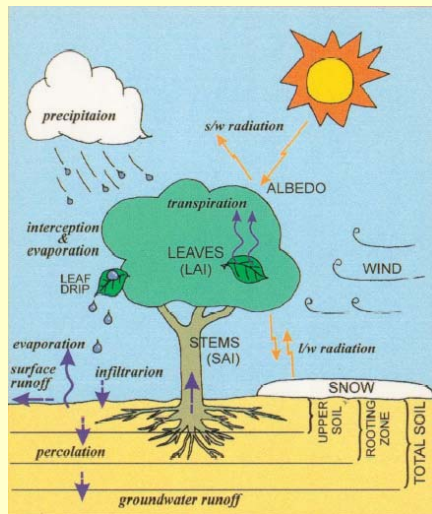


©気象庁

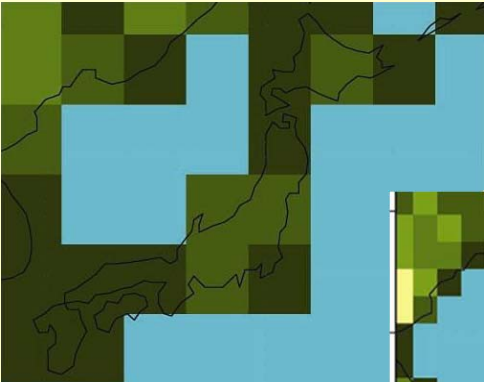
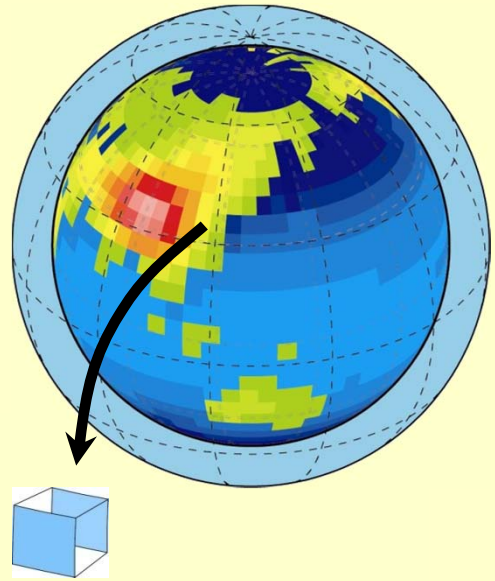
$$\frac{dp}{dt} + \rho \left( \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial u}{\partial \lambda} + \frac{1}{a \cos \varphi} \frac{\partial v \cos \varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

$$\frac{du}{dt} - \frac{\tan \varphi}{a} uv - fv = F_{\lambda} - \frac{1}{\rho a \cos \varphi} \frac{\partial p}{\partial \lambda}$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\tan \varphi}{a} u^2 + fu = F_{\varphi} - \frac{1}{\rho a} \frac{\partial p}{\partial \varphi}$$



# 地球温暖化予測モデルの解像度



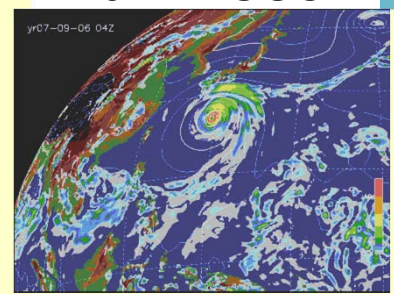
AR2 1995  
280km AOGCM



AR4 2007  
110km AOGCM

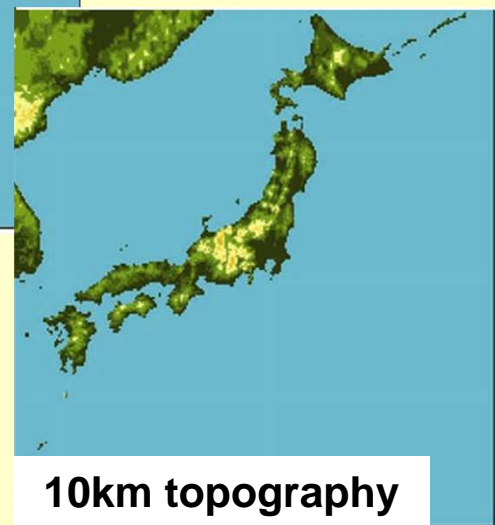


AR5 2013?  
60km AOGCM



20km AGCM

雲解像度～数km以下

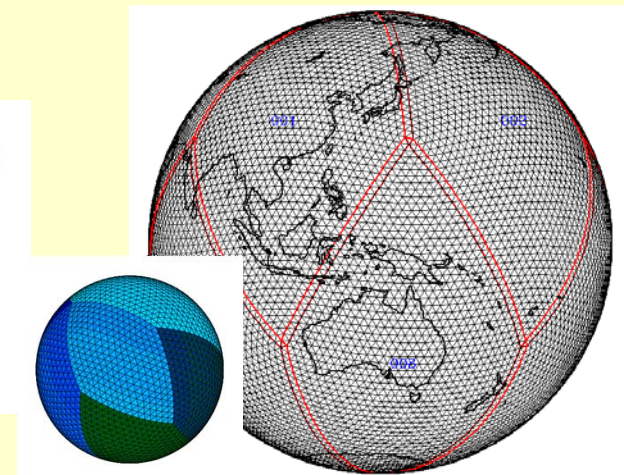
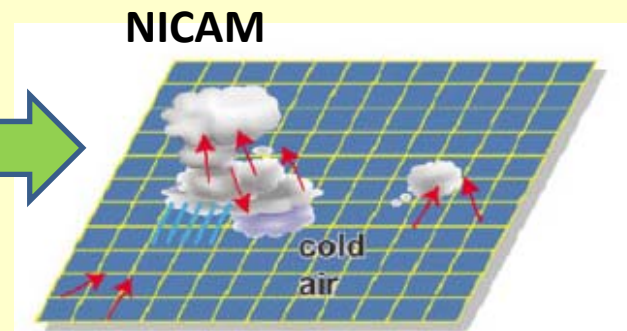
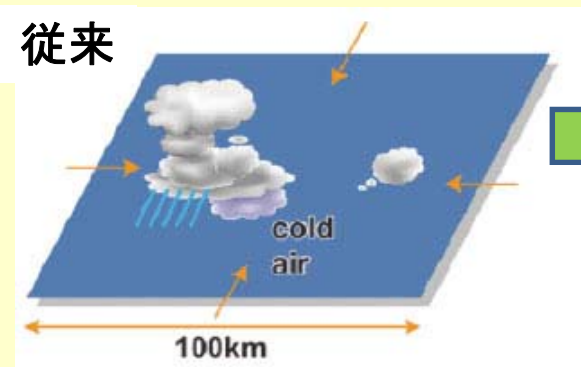


10km topography

# 全球雲システム解像モデルNICAM

NICAMとは？

Non-hydrostatic ICosahedral Atmospheric Model  
非静水圧平衡 二十面体 大気 モデル  
(≡雲解像)



従来の全球モデル

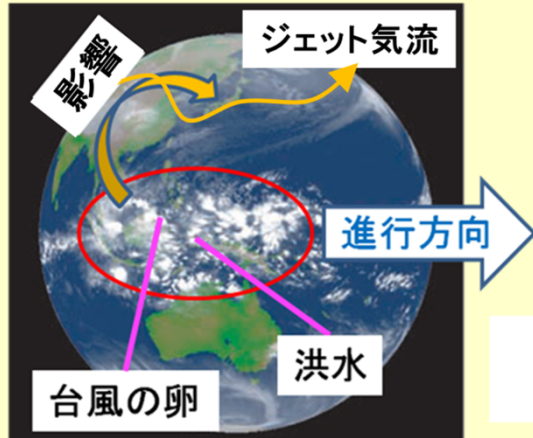
格子間隔 数十 ~ 数百 km  
雲を大規模場の関数として簡単化

NICAM

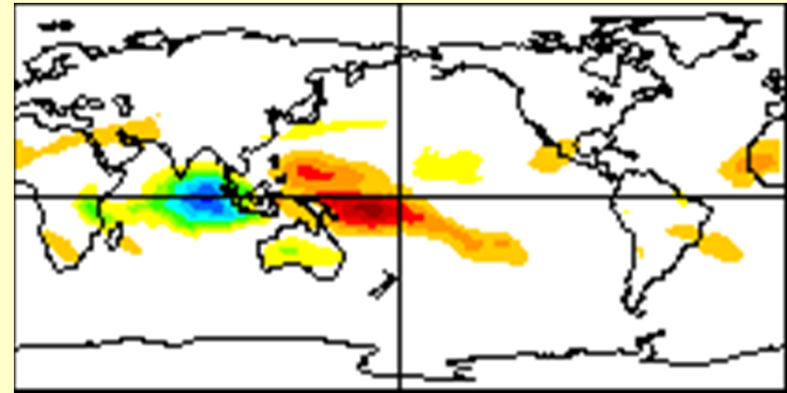
格子間隔 数百m ~ 十数 km  
雲の対流を直接計算

# マッデンジュリアン振動(MJO): 赤道上の巨大雲塊の移動

マッデン・ジュリアン振動(MJO)



Miura et al. (2007; Science)に加筆



衛星観測

NICAM

11/28



12/7



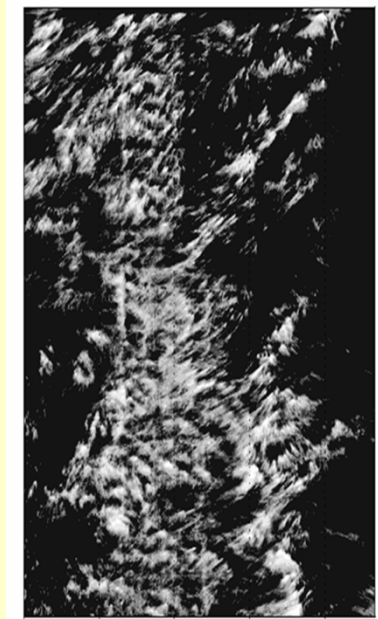
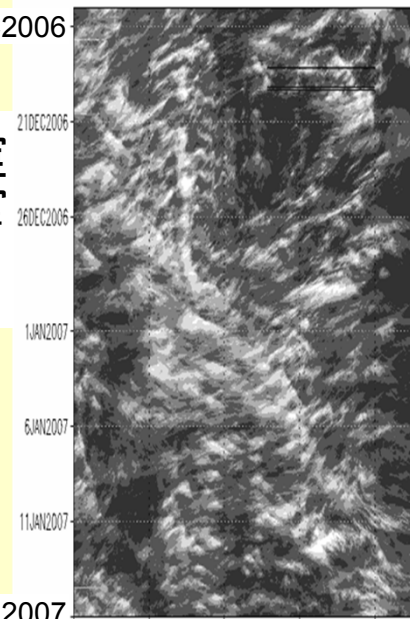
NICAM × 京 Spire Field 3 (hp120313)

Visualised by Dr Daisuke Matusoka (CEIST JAMSTEC)

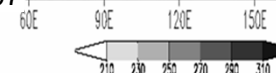
シミュレーション動画

16DEC2006

時間  
↓



16JAN2007

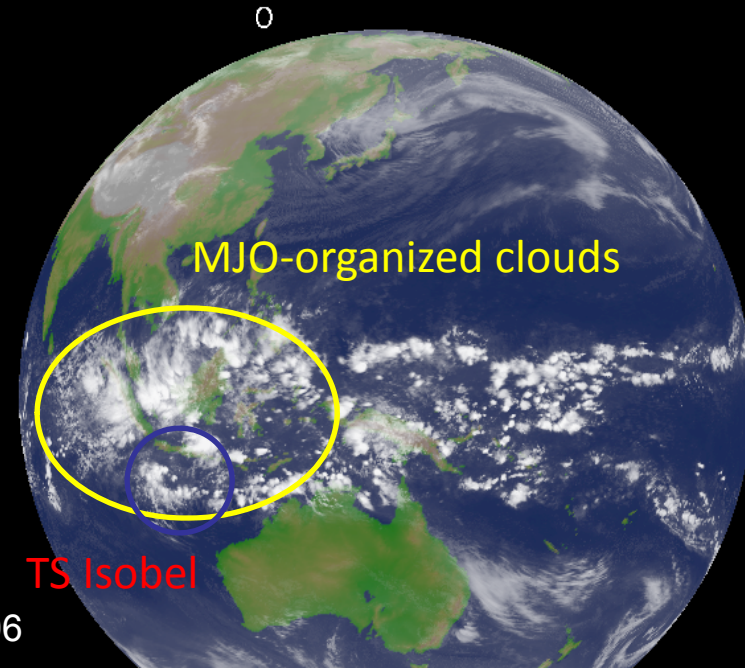
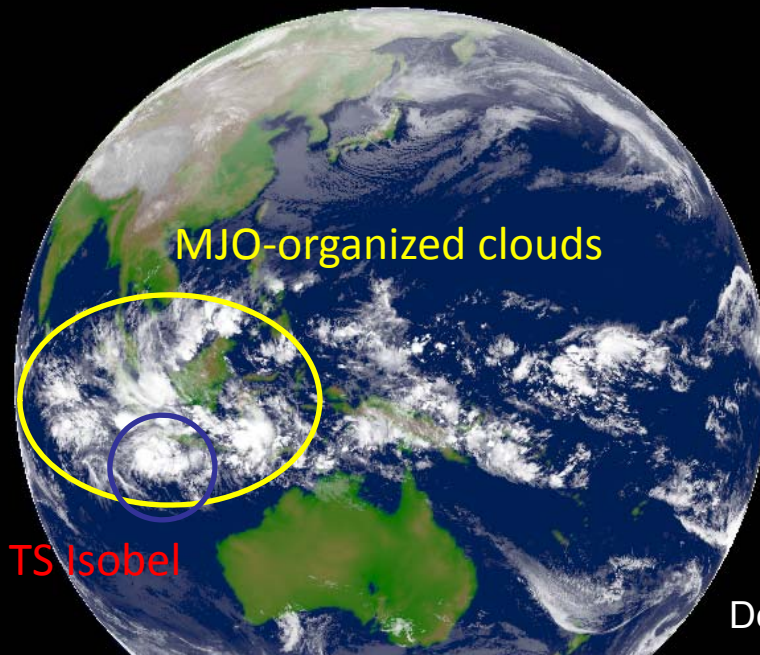


経度→

# 2週間先の台風発生を予測？

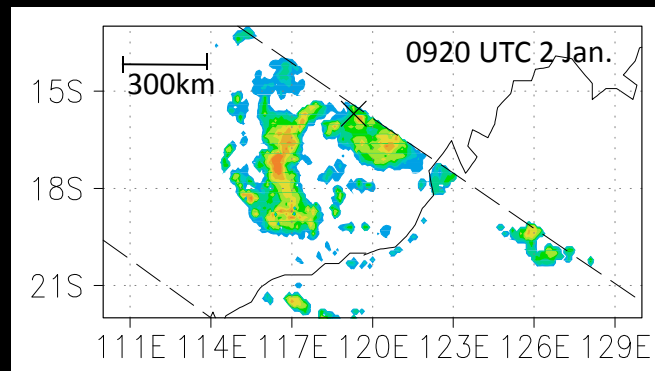
MTSAT-1R

NICAM

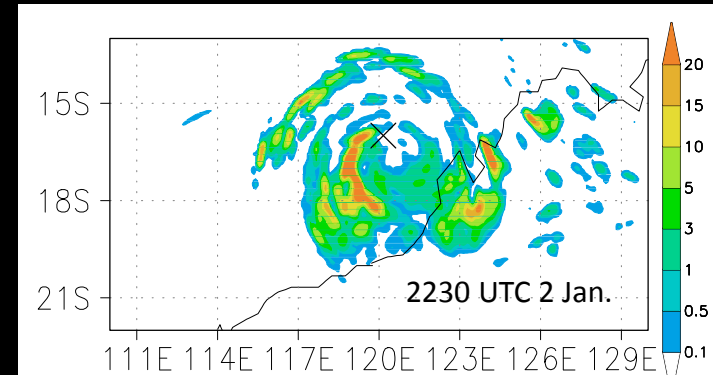


全球雲解像モデルNICAMにより初期値から2週間先の台風の発生予測の可能性が示された。ビギナーズラック？それともブレイクスルー？

Surface rain rate (mm hour<sup>-1</sup>) by TRMM-TMI



Surface rain rate (mm hour<sup>-1</sup>) by NICAM

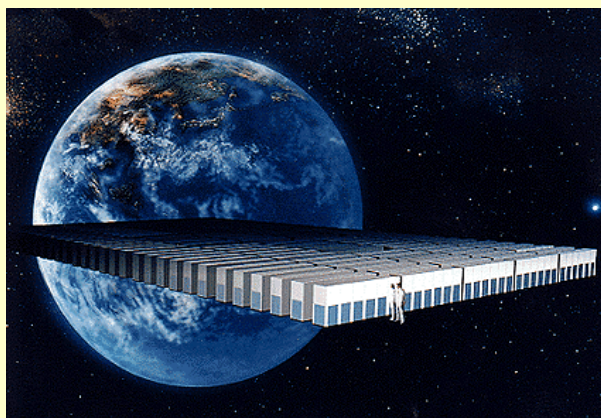


Miura et al. (2007; Science)

# 今回のシミュレーションの特徴と成果

2007年

今回

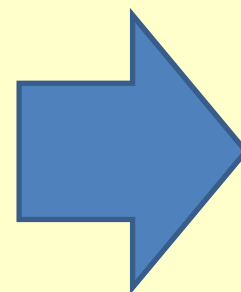


(NEC イメージ図)

JAMSTEC



RIKEN



・地球シミュレータ

・NICAMを使い、  
世界に先駆けて**MJOの再現に成功**  
(Miura et al. 2007, *Science*)

ただし、多くの事例を行うのは困難だった。

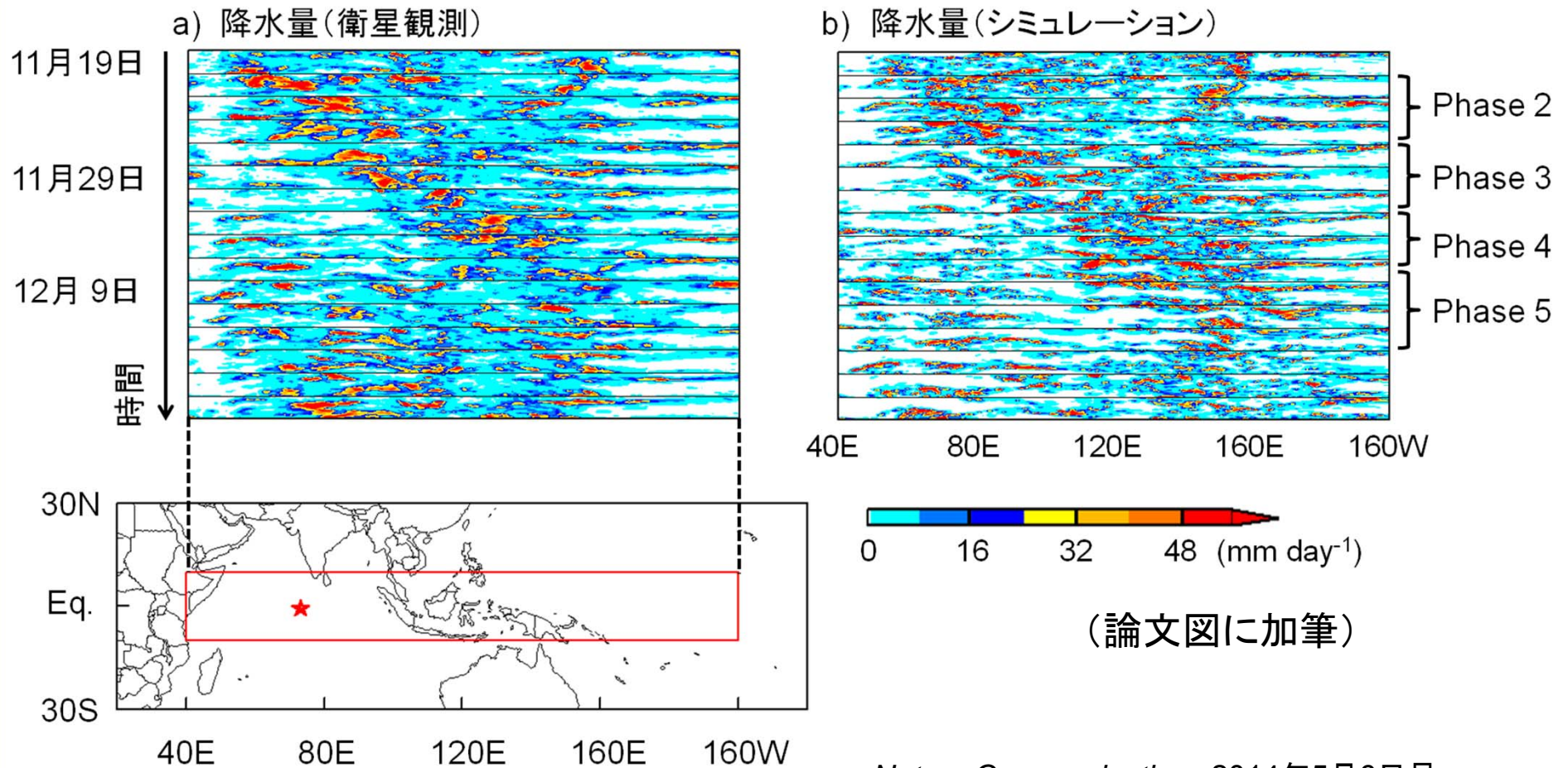
その後もNICAMの**継続的な  
開発/改良**に多大な貢献。

・スーパーコンピュータ「京」

・NICAMによる多数の  
シミュレーションが可能に。

改良の進んだNICAMで**過去10年の  
冬季MJOすべての予測実験**  
(19事例 54本のシミュレーション)  
により**MJO予測性能**を調査

# マッデン・ジュリアン振動(MJO): インド洋から西太平洋で雲活発



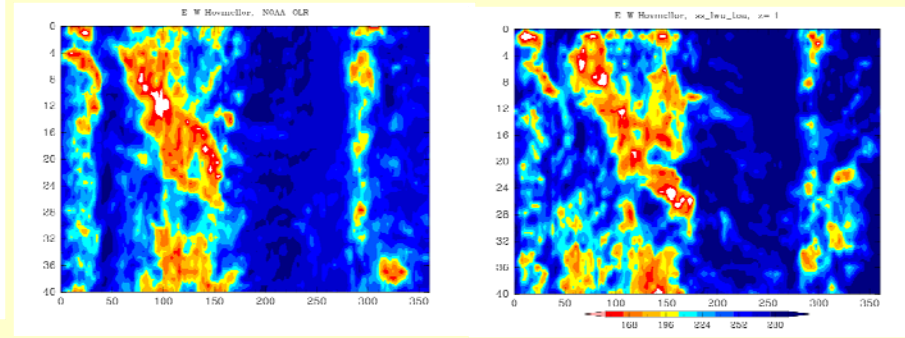
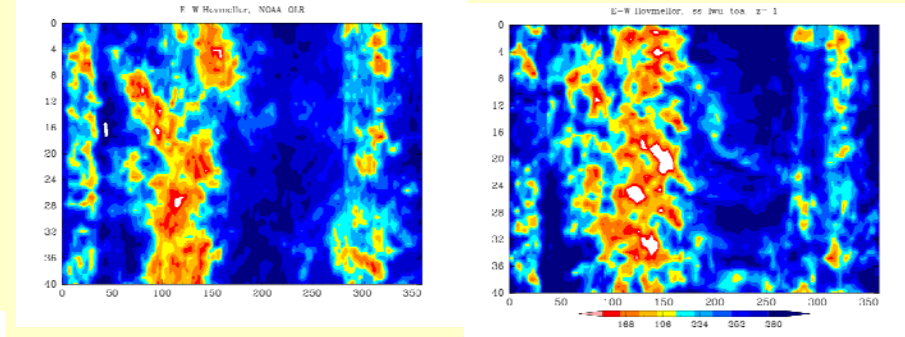
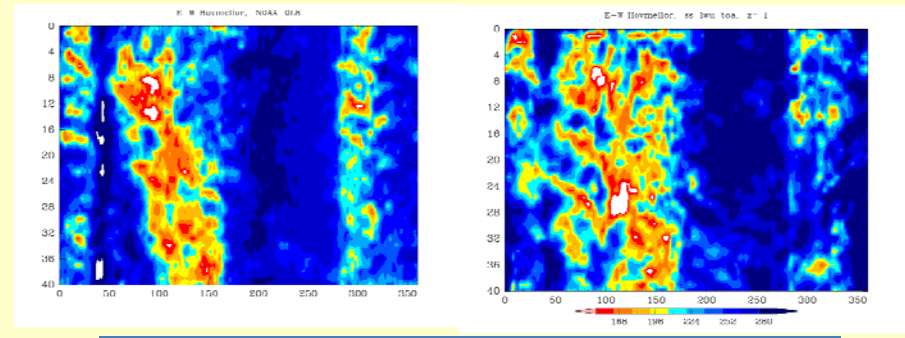
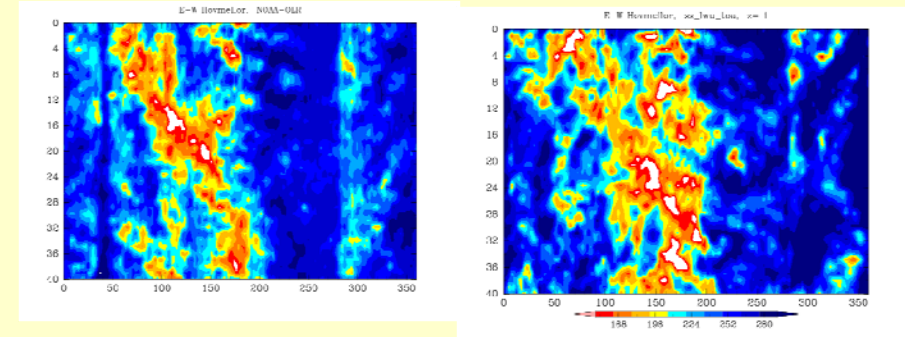
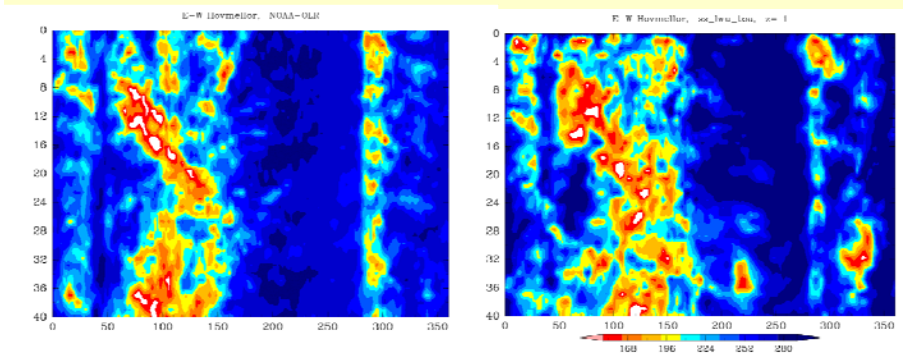
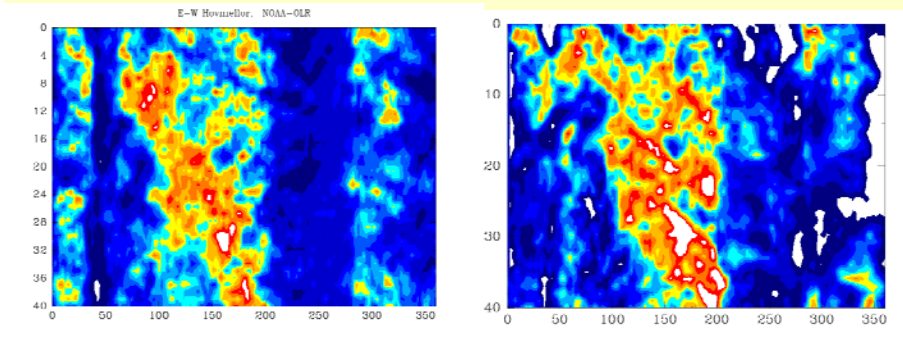
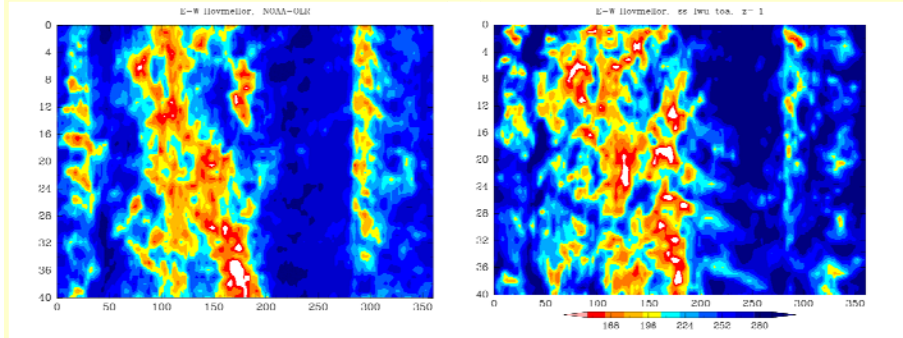
*Nature Communications* 2014年5月6日号  
著者: 宮川知己, 佐藤正樹, 三浦裕亮, 富田浩文,  
八代尚, 野田暁, 山田洋平, 小玉知央,  
木本昌秀, 米山邦夫



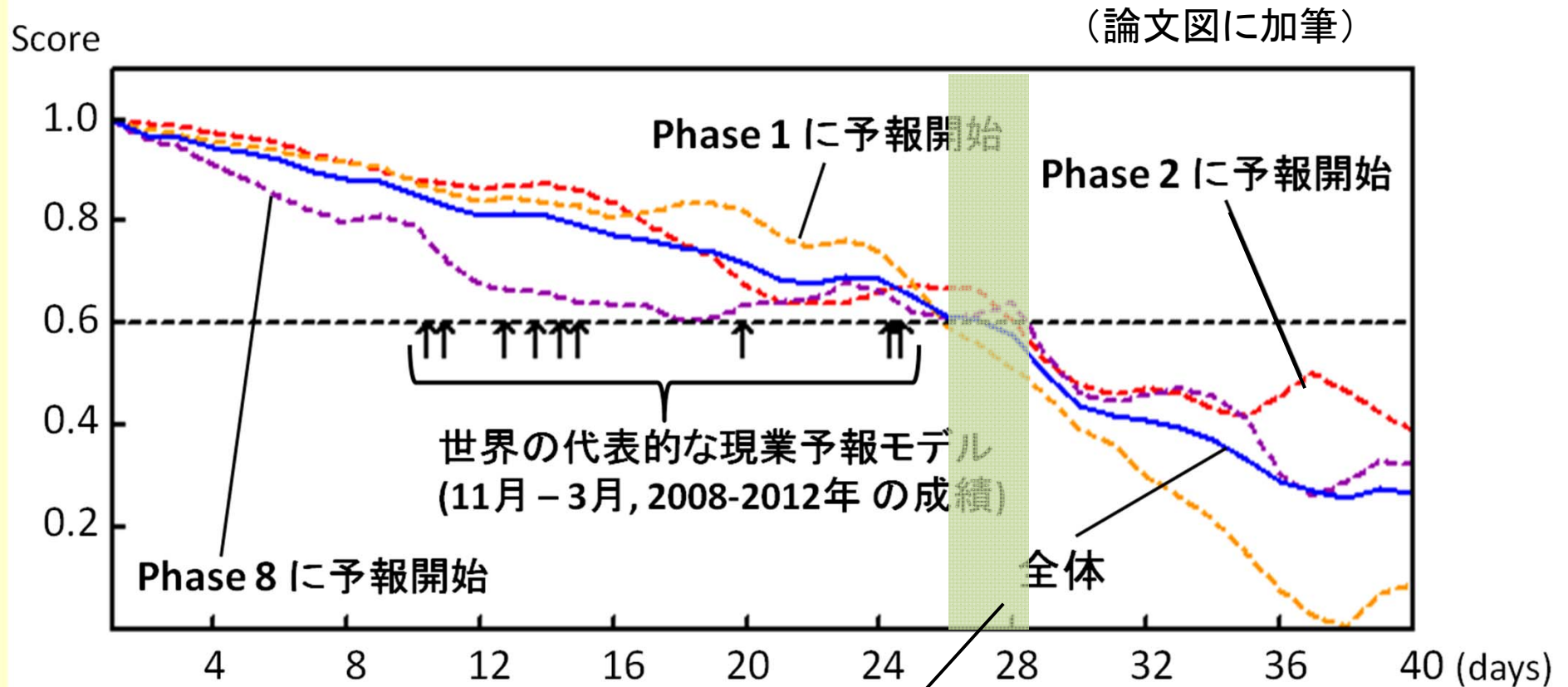
# 14 km, 40 day simulations

NOAA

NICAM



# NICAMによるMJO予測スキル

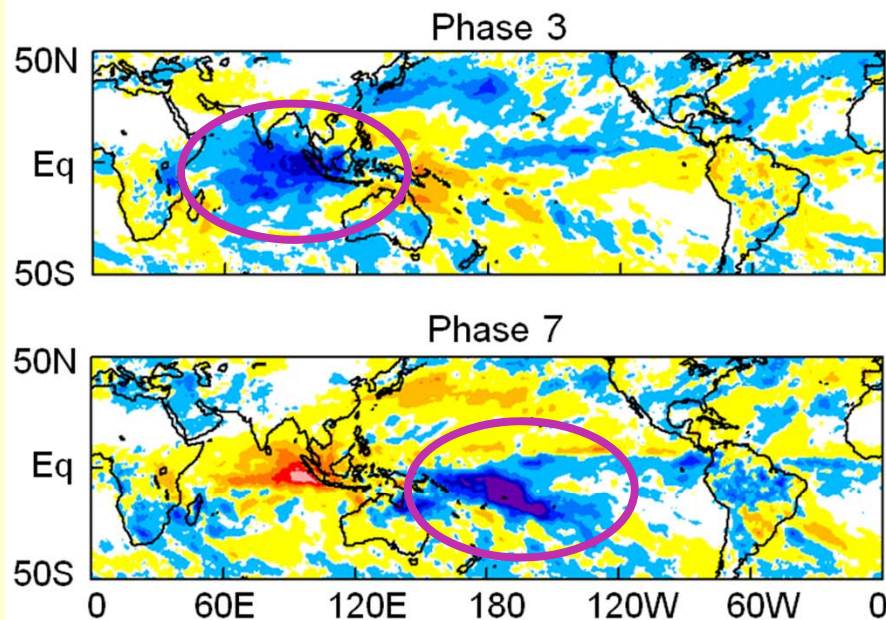


有効な予測スコア (0.6以上) を 26 - 28 日程度維持

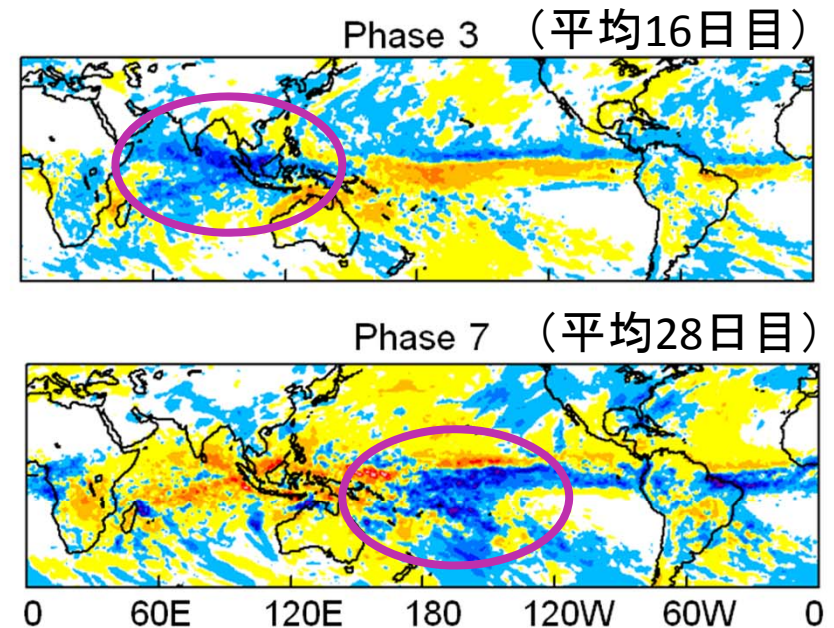
# 54本の実験におけるMJOの位置 (phase) 別の平均降水分布

(論文図に加筆)

a) 降水量 (観測)

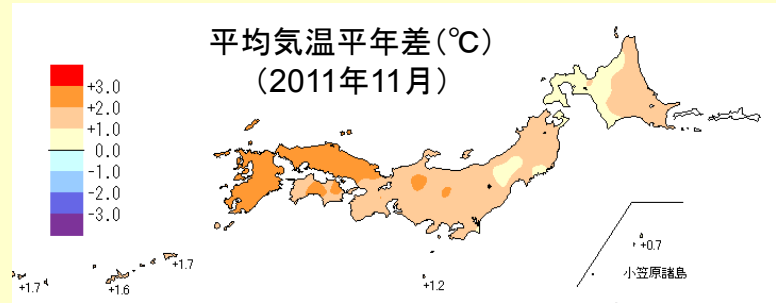
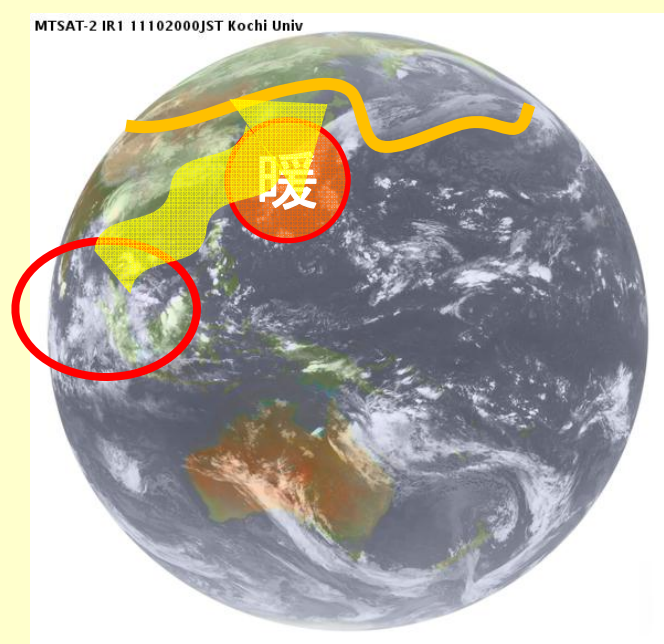


b) 降水量 (シミュレーション)

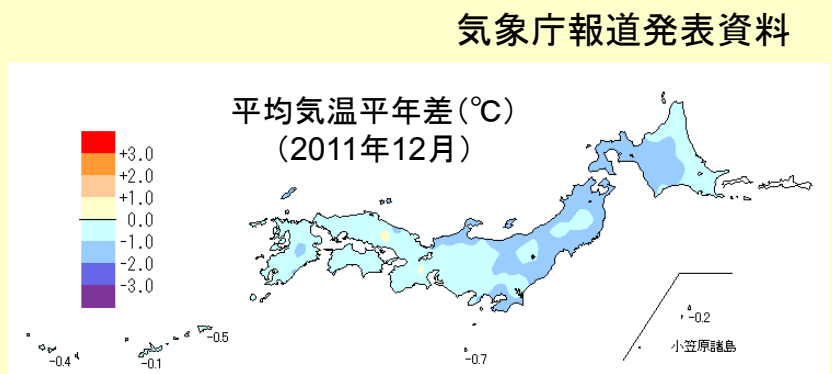
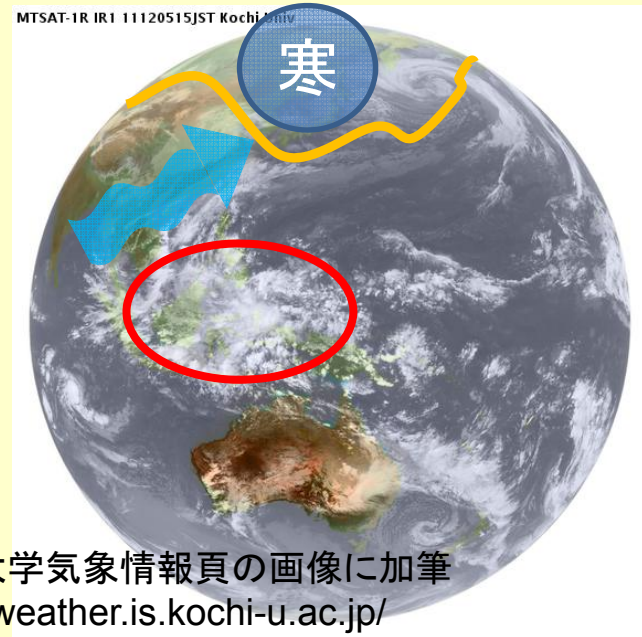


前スライドの予測スコアにあまり反映されない  
降水の水平分布も観測とよく一致

# MJOの日本への影響例(1)



2011年10月下旬～11月 MJOがインド洋で大きく発達  
持続的な加熱の影響がジェット気流を蛇行させて記録的な暑さに。



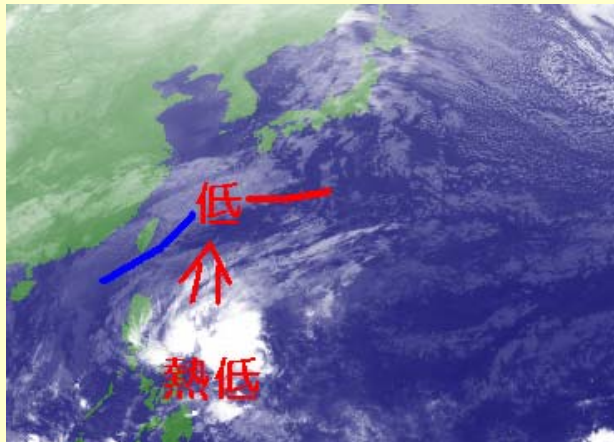
気象庁報道発表資料

MJOの活動がインドネシア付近で活発だった12月はインド洋の対流は抑制され、一転して寒冷化。

高知大学気象情報頁の画像に加筆  
<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>

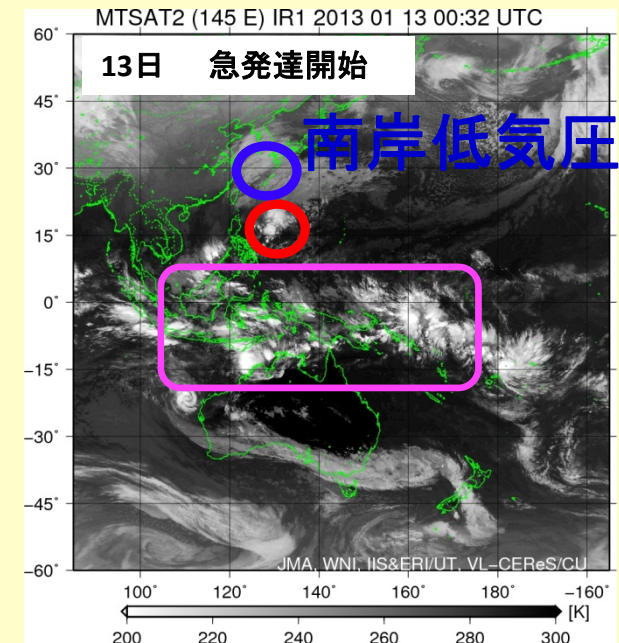
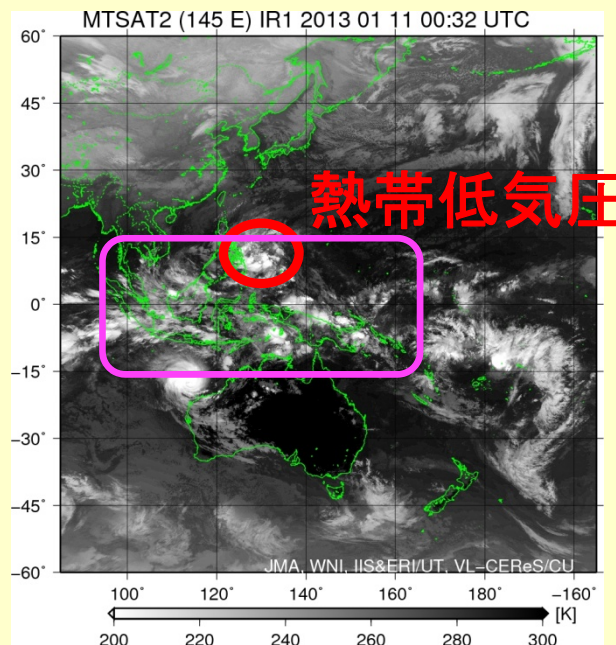
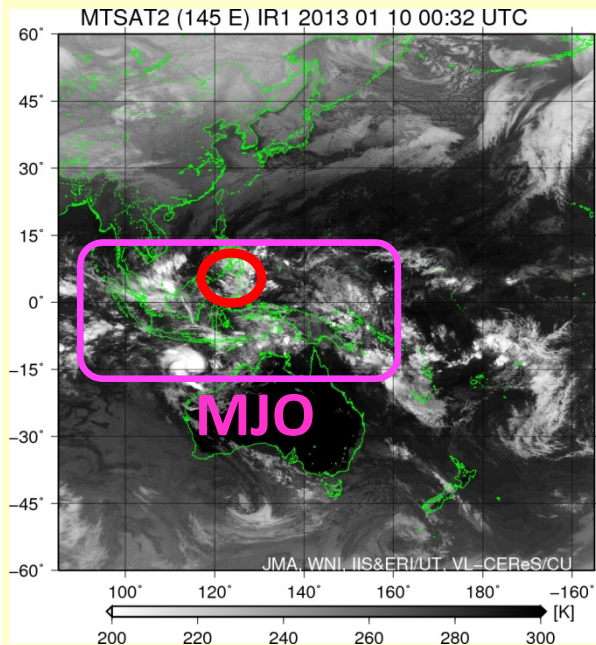
## MJOの日本への影響例(2)

# 2013年1月の爆弾低気圧



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。

チーム森田の“天気で斬る” より  
[http://blogs.yahoo.co.jp/wth\\_map/62023284.html](http://blogs.yahoo.co.jp/wth_map/62023284.html)



# まとめ

超精密な最先端気象モデル**NICAM** × スーパーコンピュータ「京」によって、

- ・ 熱帯の雨に支配的な影響を及ぼす**マッデン・ジュリアン振動(MJO)**の1ヶ月予測が可能であることが実証された。
- ・ 観測でも従来モデルでも得られなかった雲の集団効果について理解が得られつつある。
- ・ **日本を含む中緯度の予測精度向上**にもつながると期待できる。

※責任を持って情報を提供するために予報現業機関の力が不可欠  
※情報を最大限活かすためには分野を越えた取り組みが必要

今後もさらに計算機の進歩が進めば

- ・ さらなる予測精度向上
- ・ **気候変動予測**の不確実性軽減（台風100年雲解像シミュレーションなど）につながることも期待される。

※さらなる科学の進展のため、モデルの開発/改良、観測による検証の**継続**が重要