

# 海陸共存惑星地球の気候的特性と人類のこれから

## Climate of Land-Ocean Planet and Our Future

山中 大学 (Manabu D. Yamanaka)

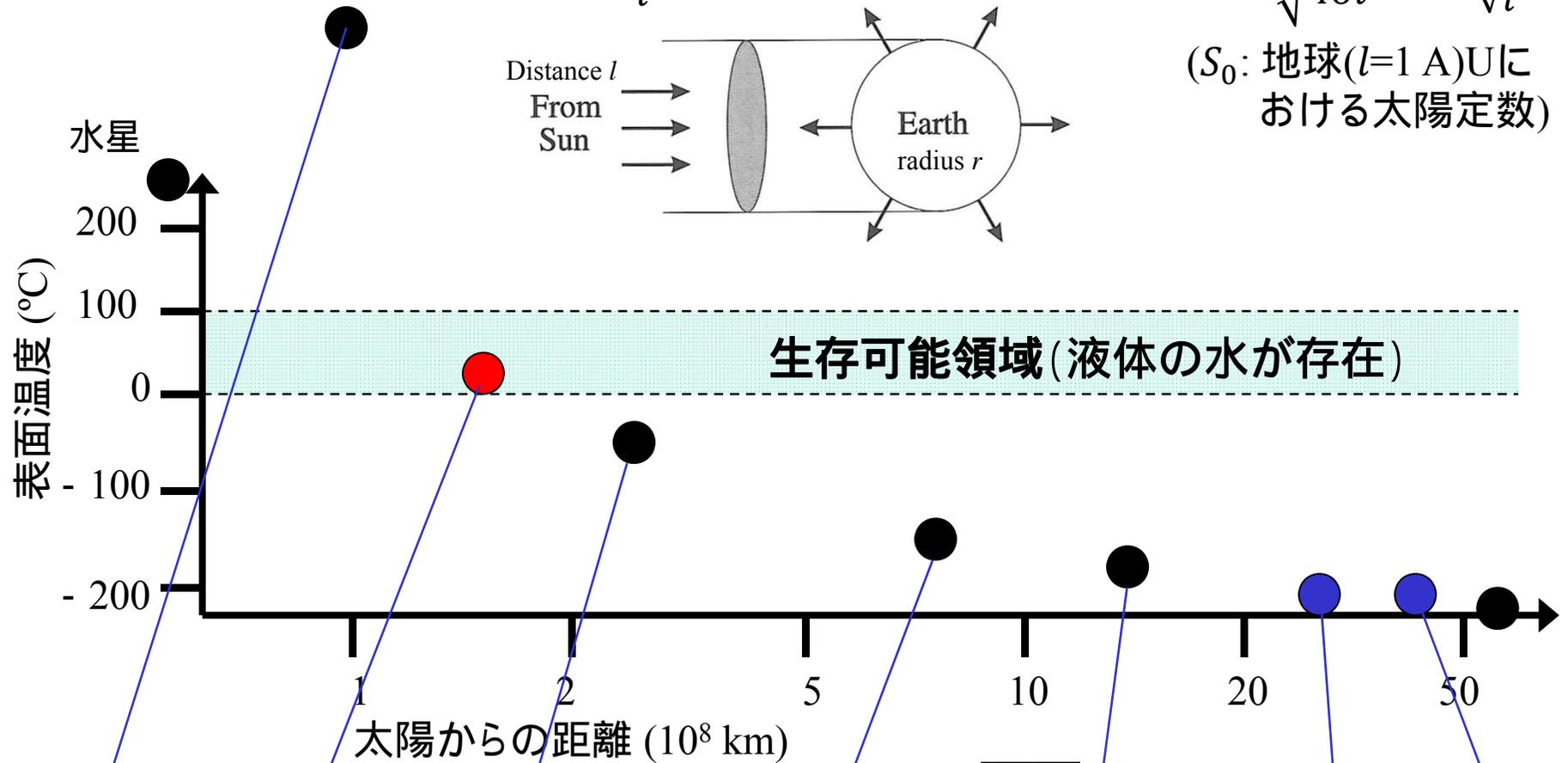
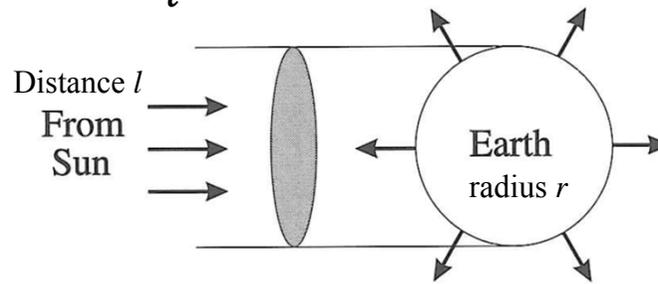
インドネシア共和国研究技術省技術評価応用庁(BPPT)駐在JICA専門家  
海洋研究開発機構(JAMSTEC)地球環境変動領域上席研究員  
神戸大学大学院理学研究科・惑星科学研究センター(CPS)客員教授



1. 海陸共存惑星 = 地球の気候
2. ミニ地球 = 海大陸観測のこれまで
3. Quo Vadis?

$$\frac{S_0}{l^2} \cdot \pi r^2 = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 \quad \rightarrow \quad T = \sqrt[4]{\frac{S_0}{4\sigma l^2}} \propto \frac{1}{\sqrt{l}}$$

( $S_0$ : 地球( $l=1$  AU)における太陽定数)



金星



地球



火星



木星



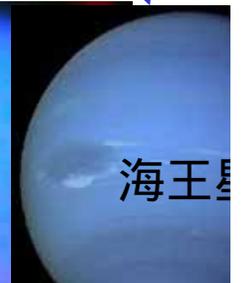
土星



Titan

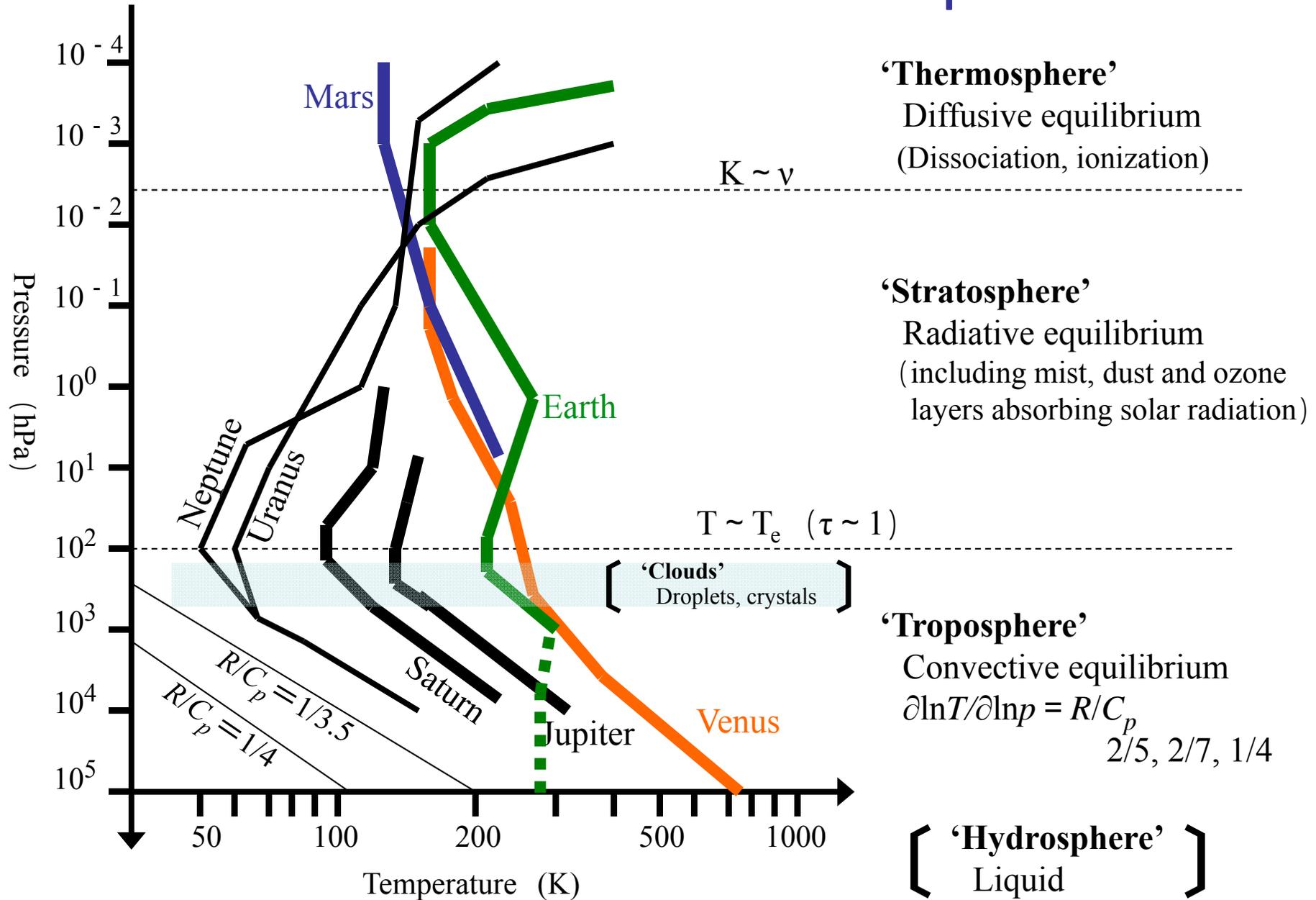


天王星

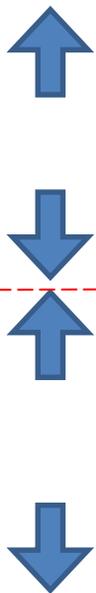
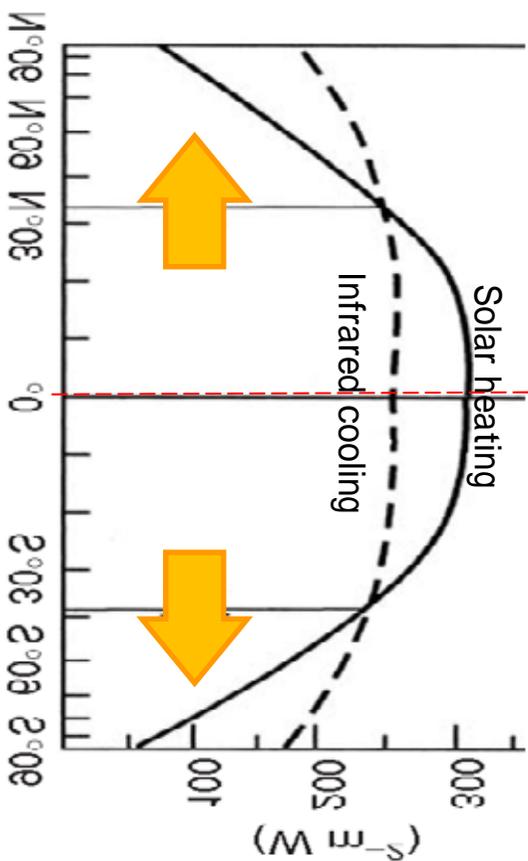
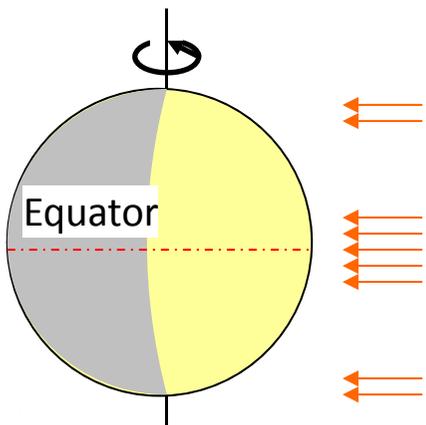


海王星

# Vertical structure of atmosphere

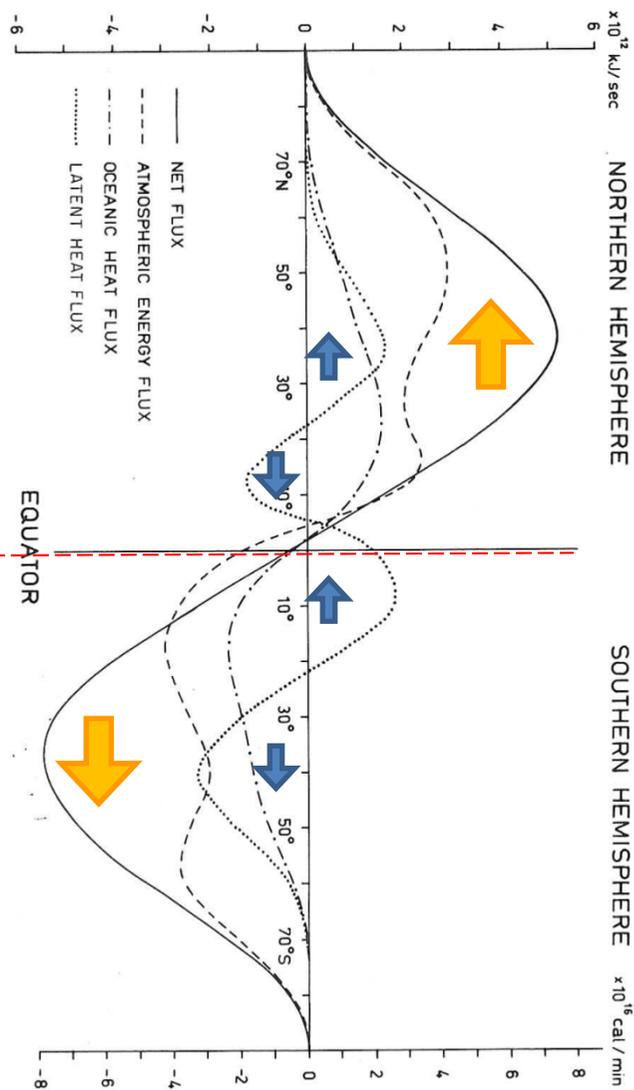


# Radiative imbalance compensation by atmosphere-ocean heat transport



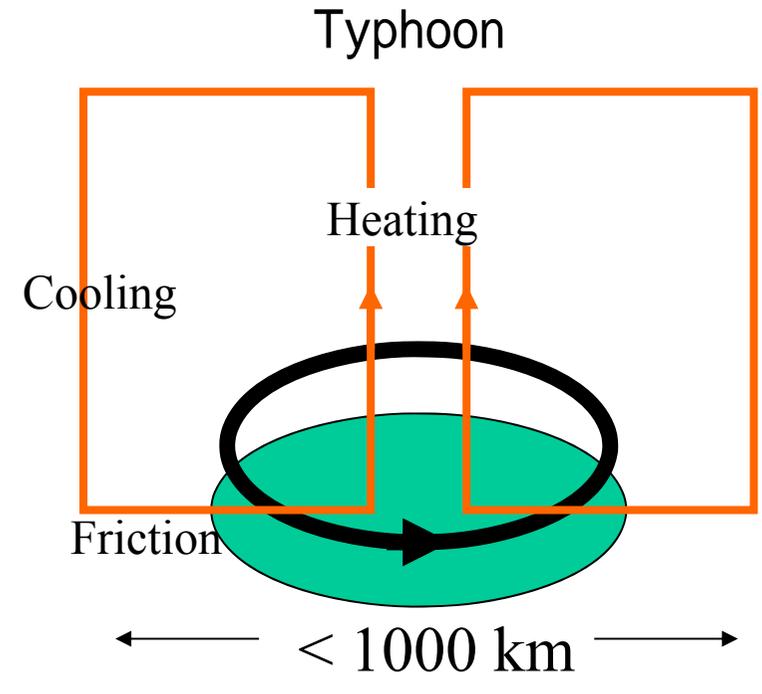
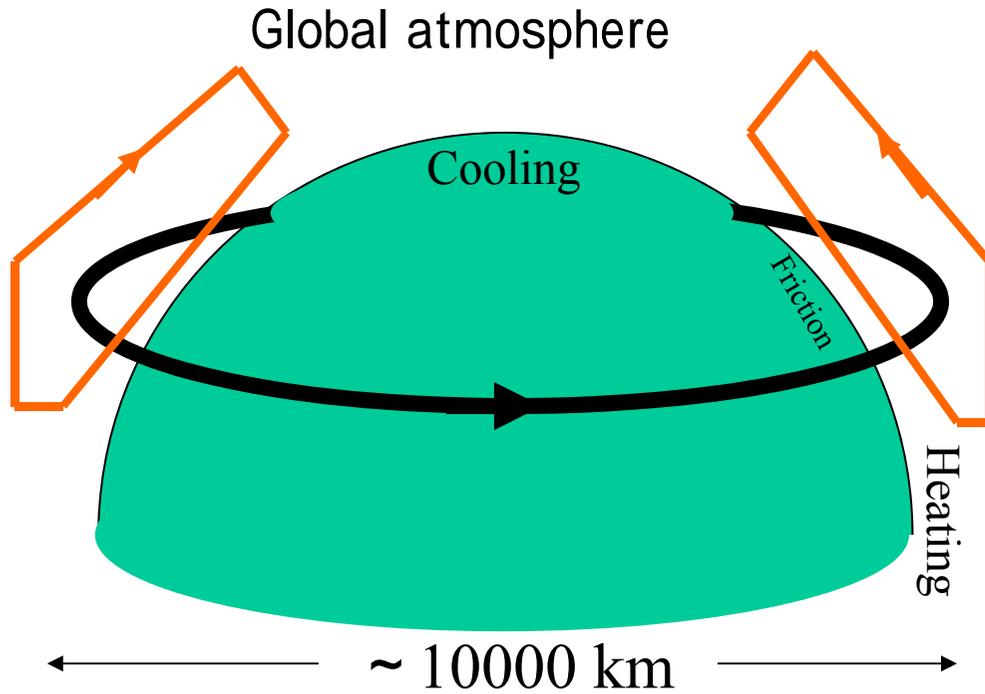
Evaporation

Rainfall



(many textbooks since 1930s)

# Geofluid motion = Vortex + Convection



Zonal geostrophic flow (Coriolis/centrifugal force)

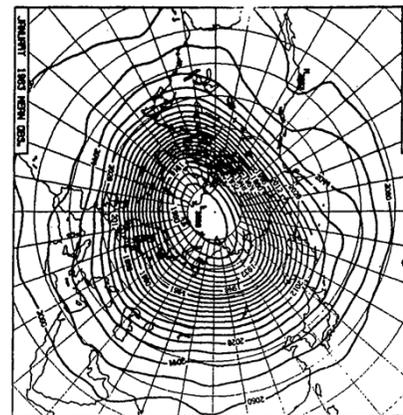
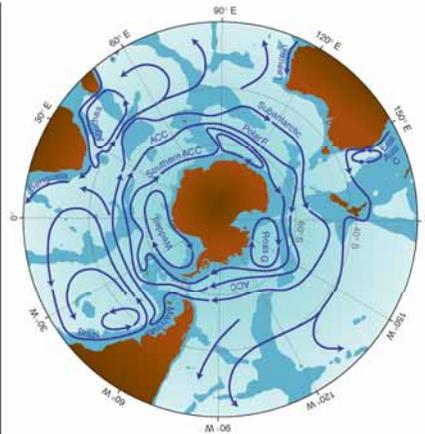
Meridional pressure gradient

Meridional flow

Friction (Surface, turbulence)

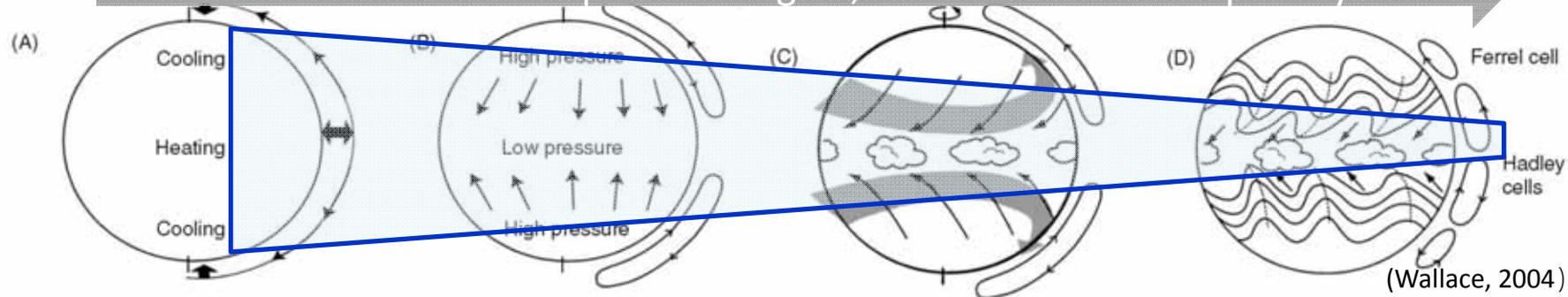
Vertical flow

Heating/cooling (radiation, clouds, ...)

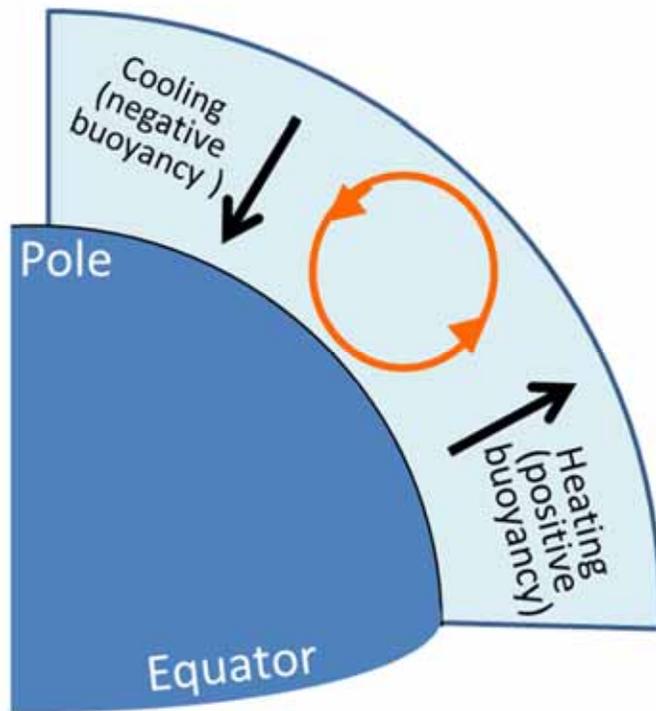


Without lands  
almost vortical  
(Jupiter, circum-Antarctic,  
stratosphere)

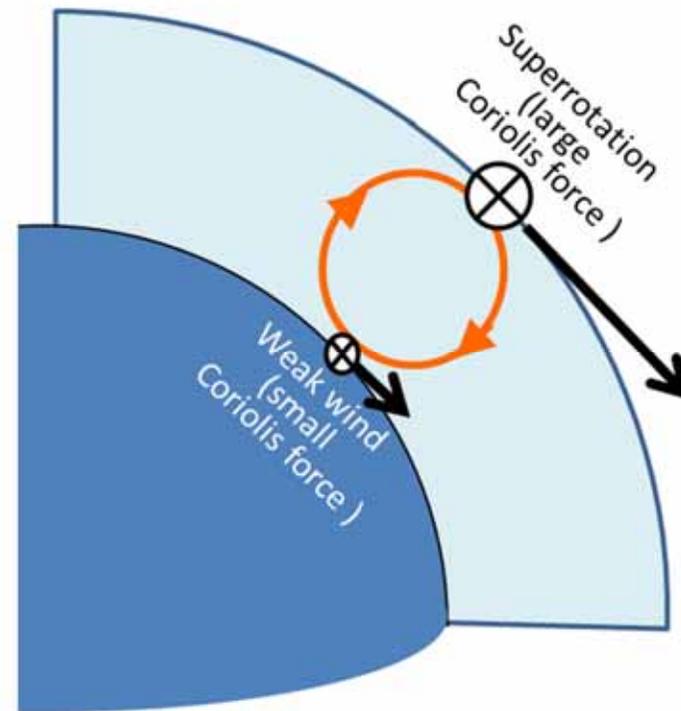
Earth's rotation reduces Equatorial Region, and induces extratropical cyclones



(a) Buoyancy torque

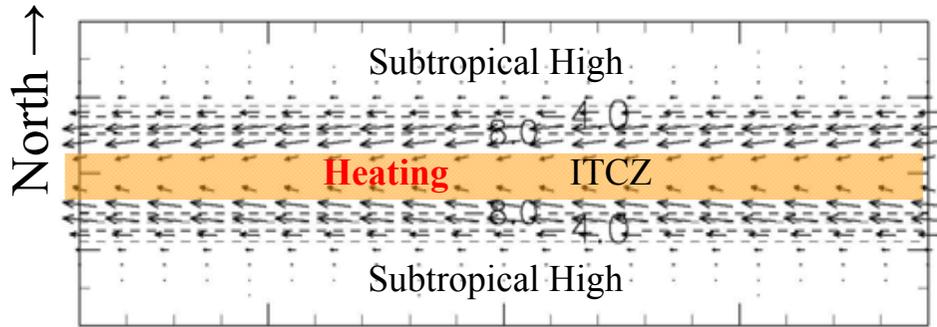


(b) Centrifugal/Coriolis torque

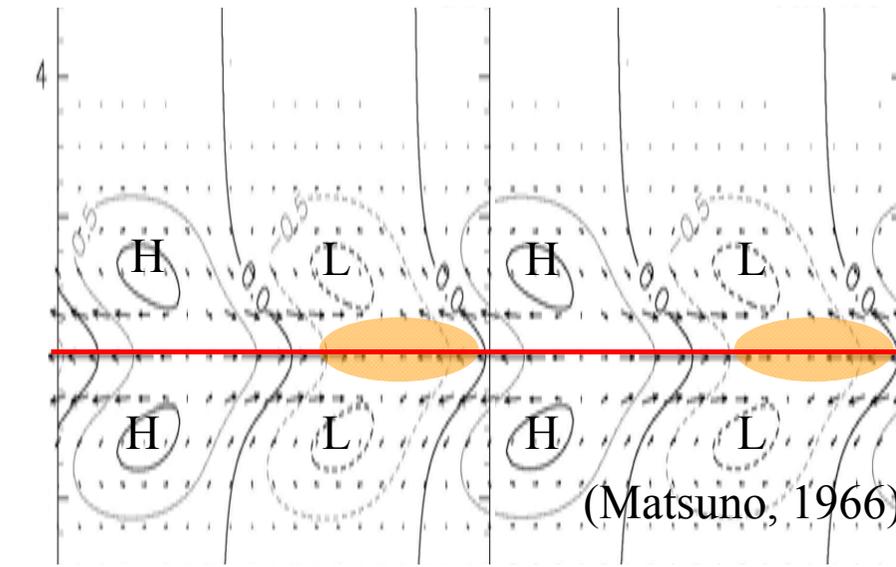


(adapted from Matsuda & Yoden, 1985)

# Equatorial forcing and atmospheric response

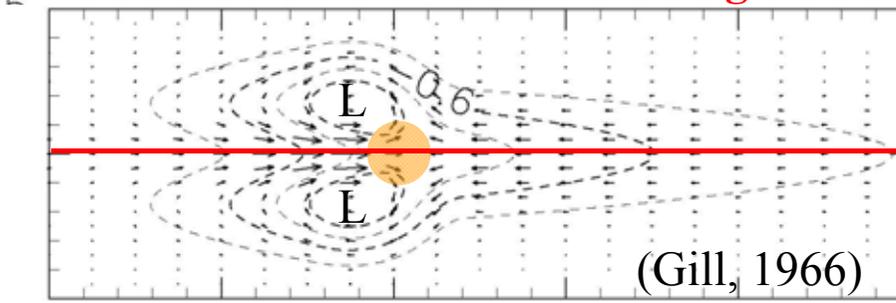


(Yamanaka & M. Hayashi, 2005; Matsuda & Kosaka, 2005)



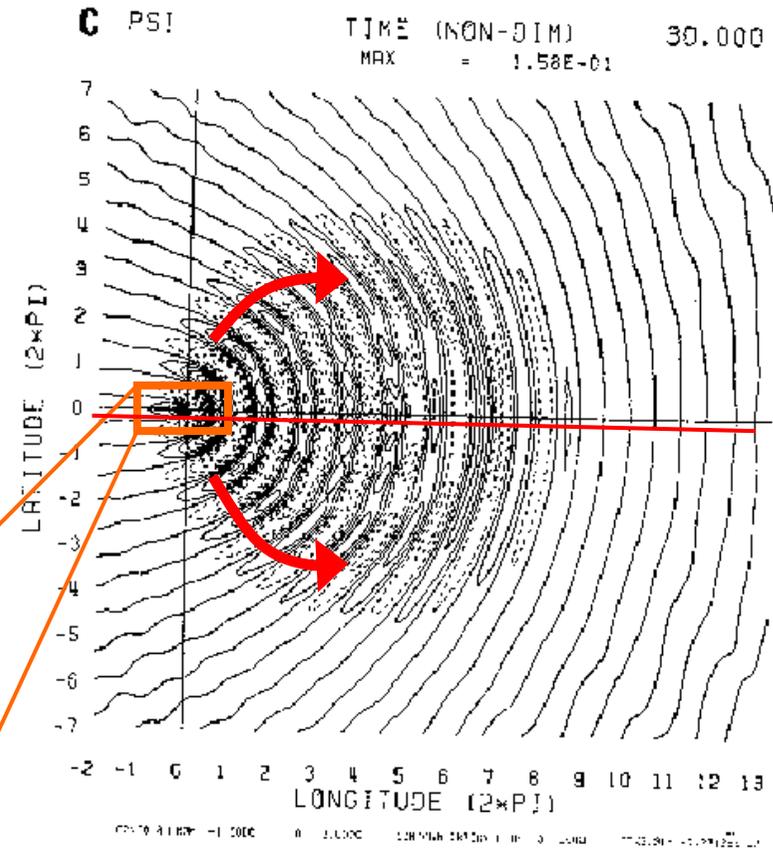
(Matsuno, 1966)

**Localized/transient heating**



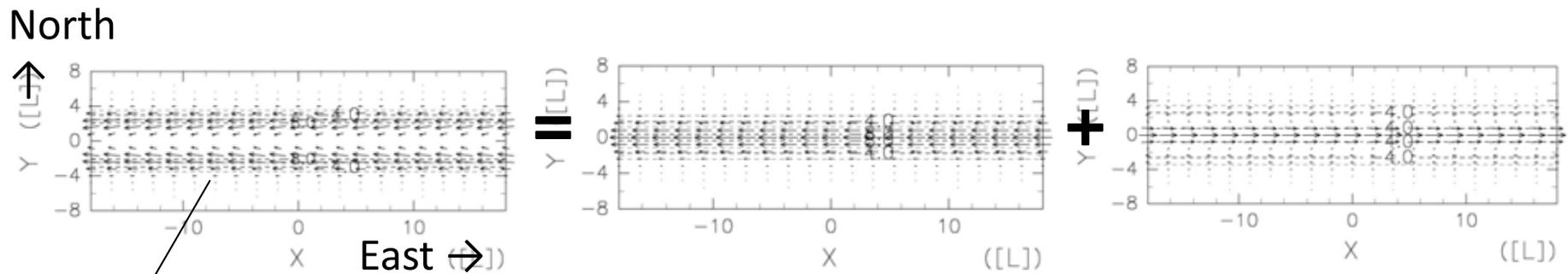
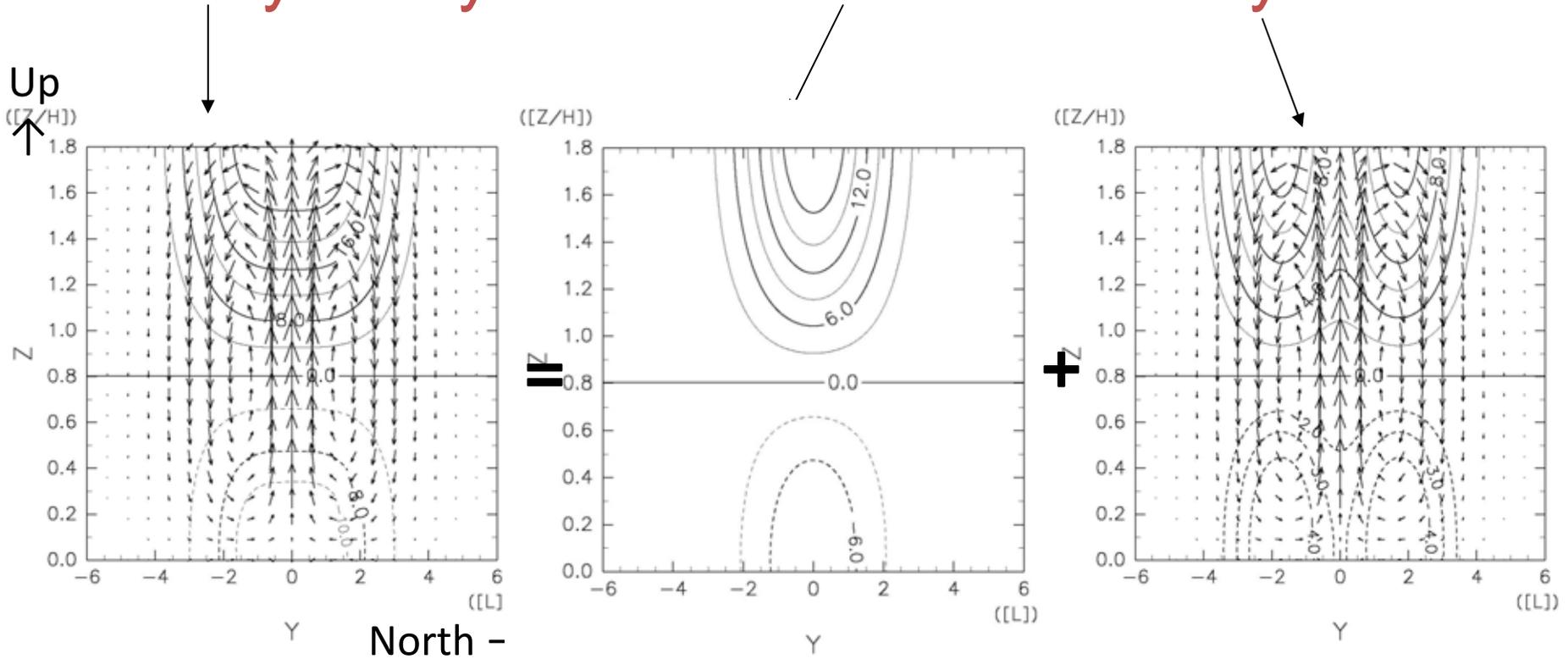
(Gill, 1966)

East →



(Y.-Y. Hayashi, 1987)

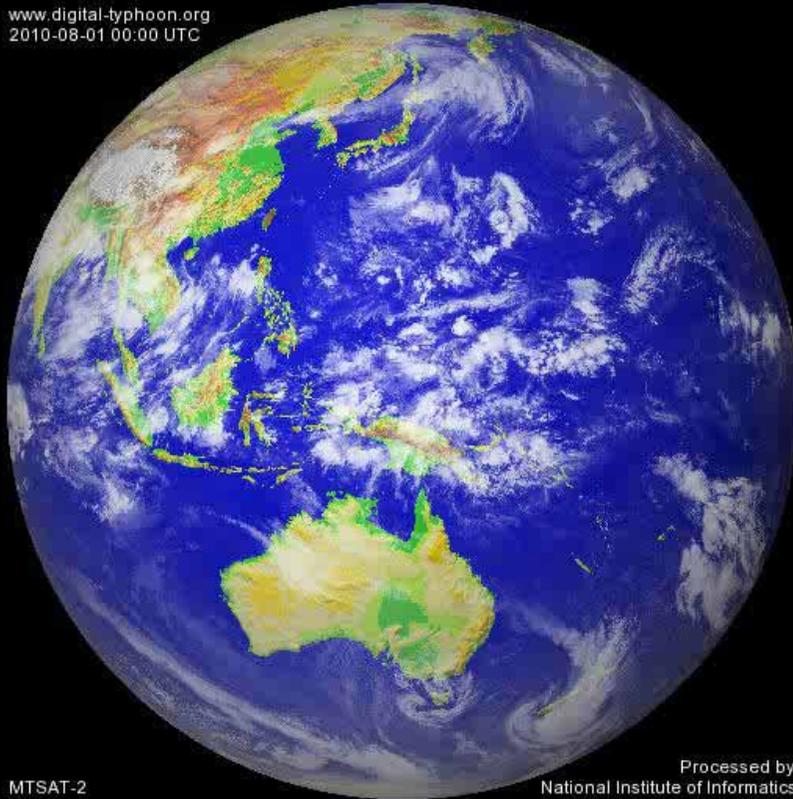
# Hadley cell by zero-zwn Kelvin and Rossby waves



Trade wind zones are separated in the both sides of ITCZ.

# Convection produces uneven earth

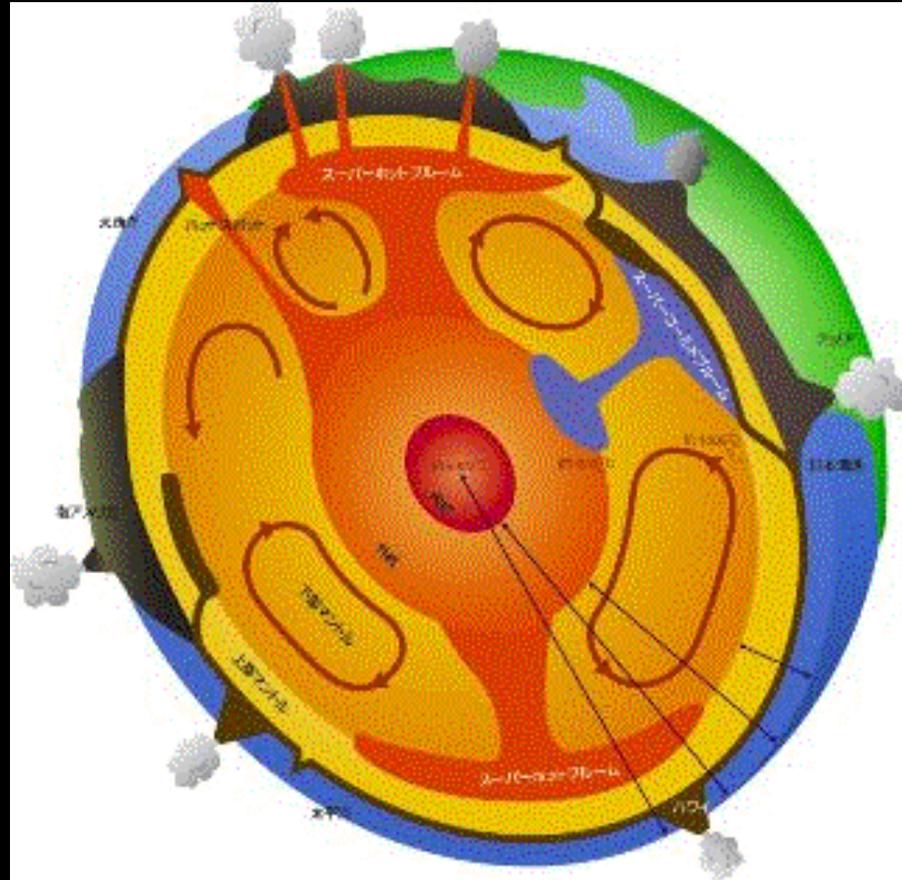
www.digital-typhoon.org  
2010-08-01 00:00 UTC



MTSAT-2

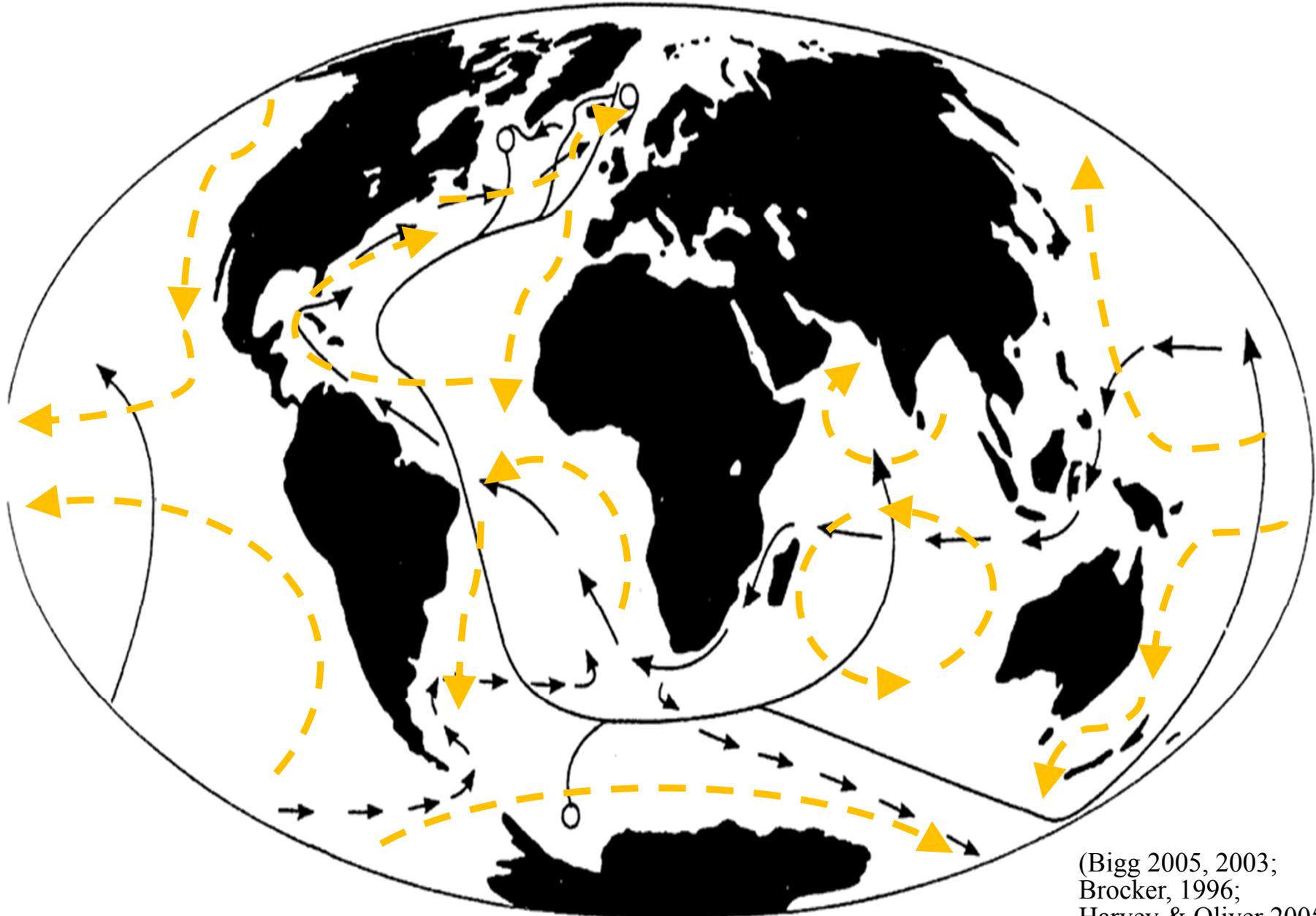
Processed by  
National Institute of Informatics

MTSAT-IR (August 2010)

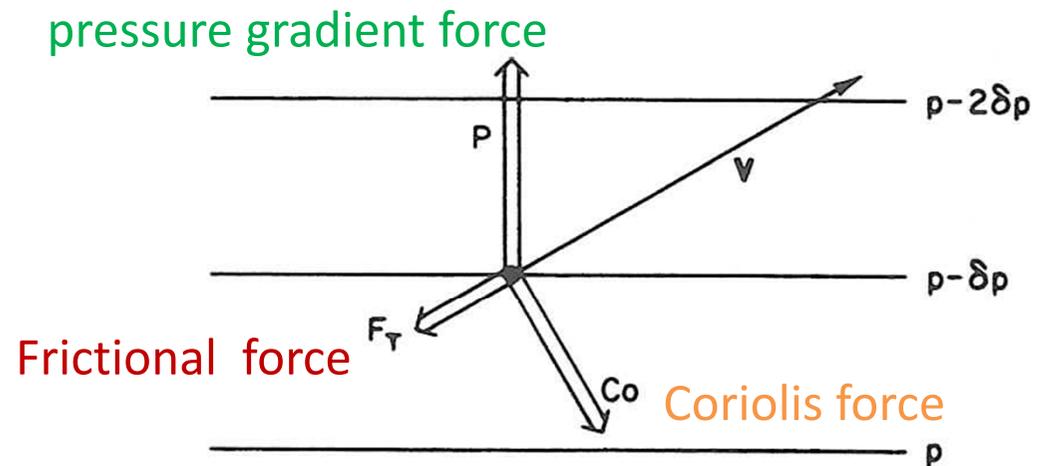


(by IFREE/JAMSTEC)

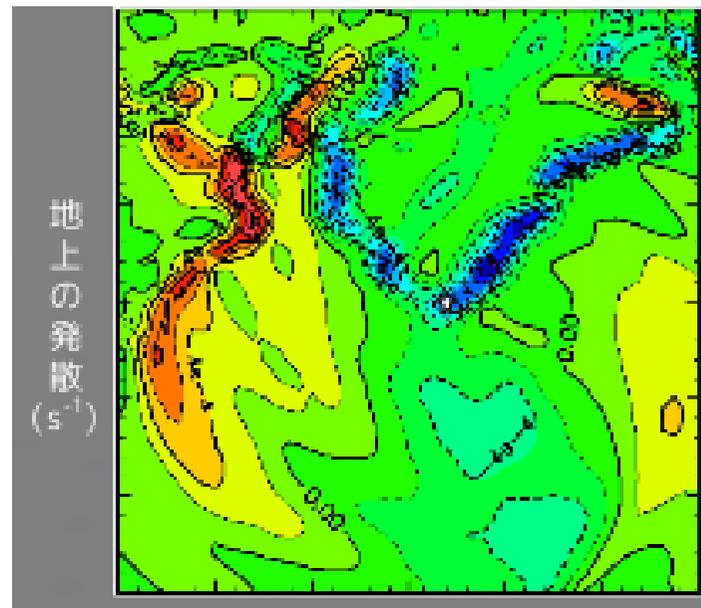
# Surface (wind-driven) & deep (thermohaline) Ocean Circulation



(Bigg 2005, 2003;  
Brocker, 1996;  
Harvey & Oliver 2005)



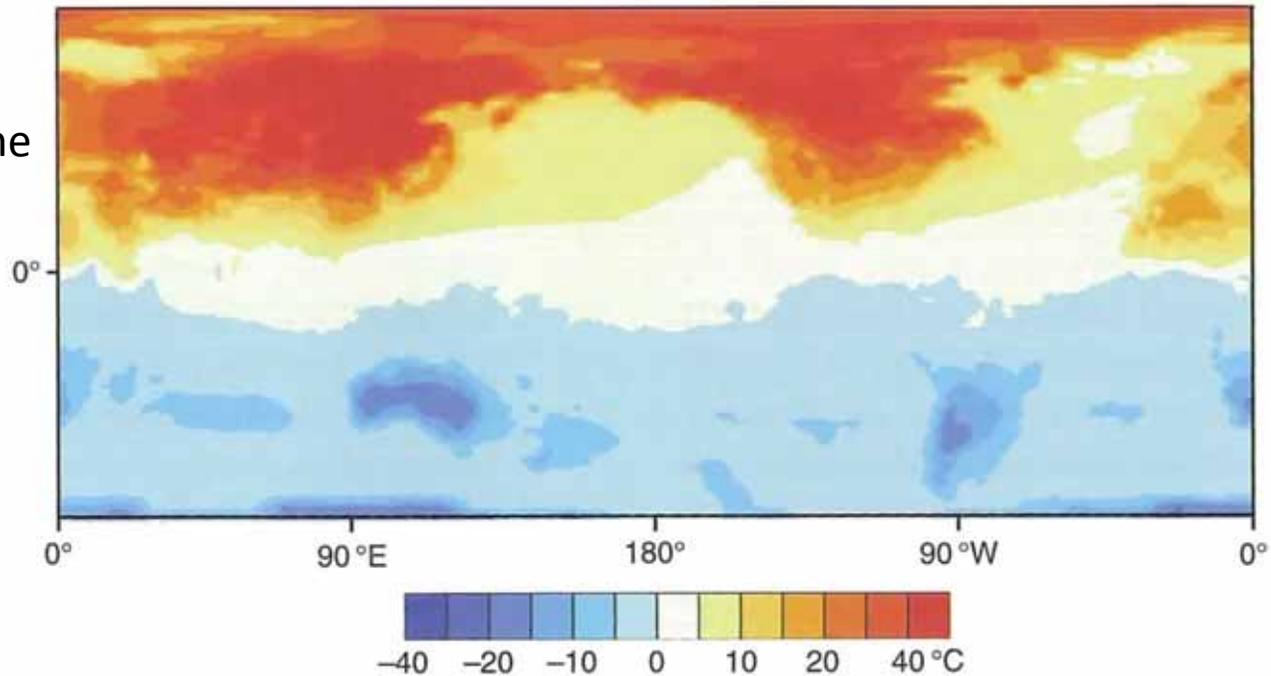
**Fig. 5.3** Balance of forces in the well-mixed planetary boundary layer:  $P$  designates the pressure gradient force,  $Co$  the Coriolis force, and  $F_T$  the turbulent drag.



# Seasonal/diurnal cycles by land-sea contrast

“Find the continents” game  
July – January

(Wallace & Hobbs, 2006;  
original by Mitchel)



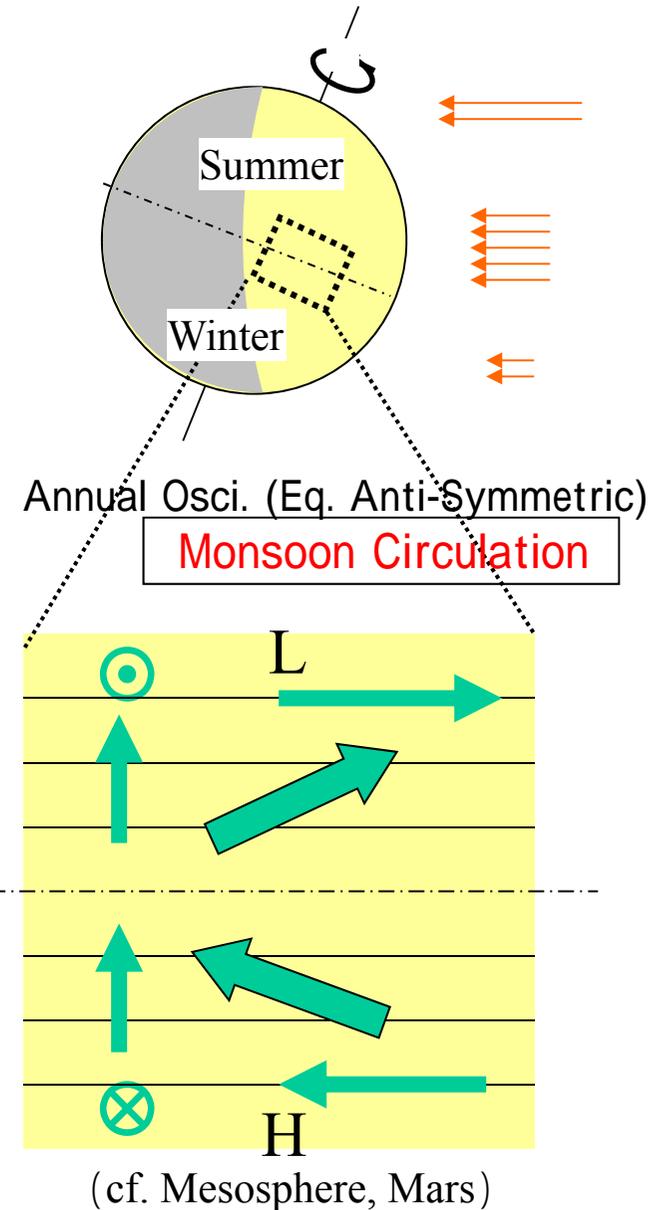
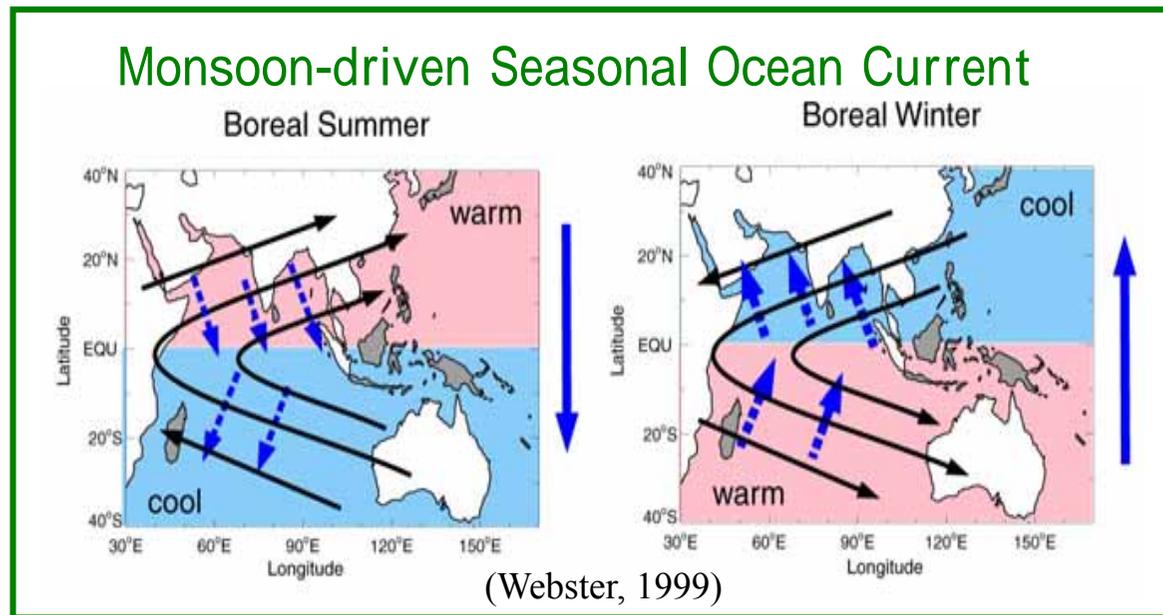
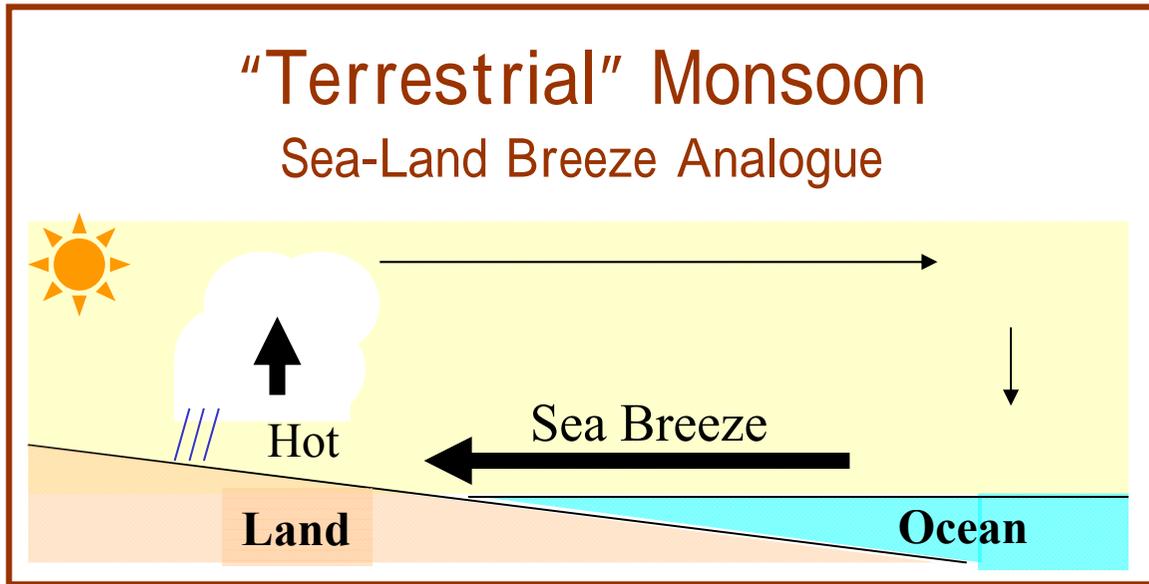
“Find IMC” game  
Monthly-mean  
hourly cloud height

(Suga et al., 2010;  
cf. Mori et al., 2004)



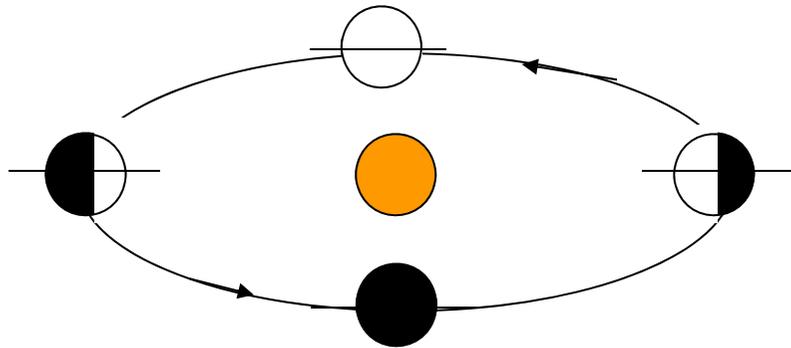
# “Planetological” Monsoon

Axi-Symmetric Meridional Circulation due to Differential Solar Heating



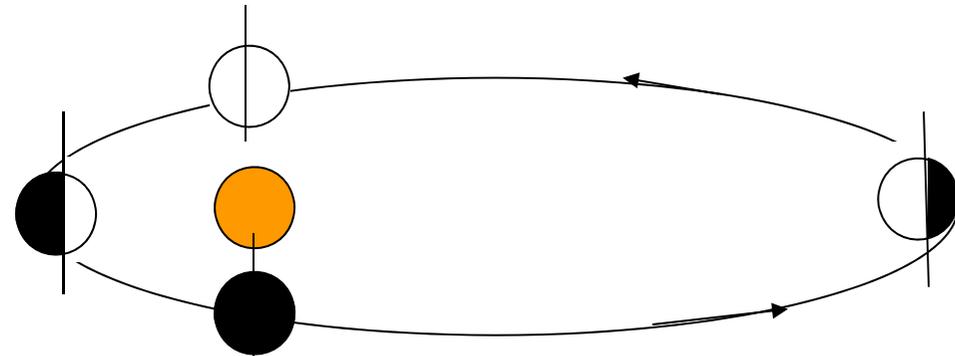
# Two limited cases of seasonal cycle forcing

‘Uranus’

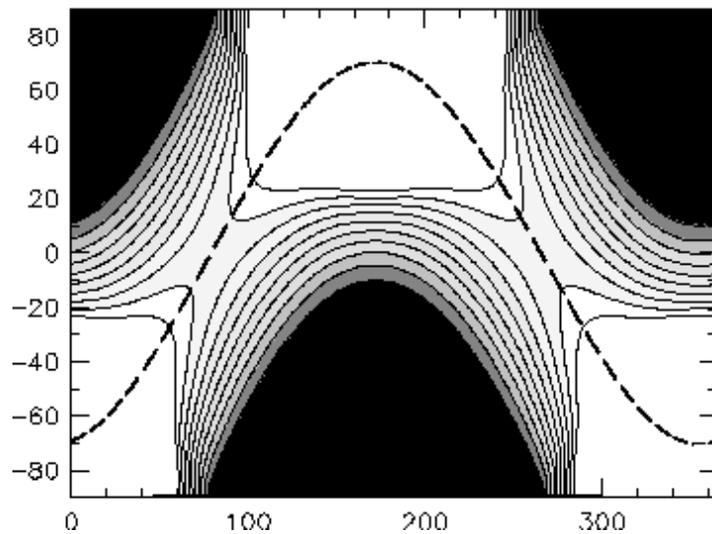


Rotation-axis inclination

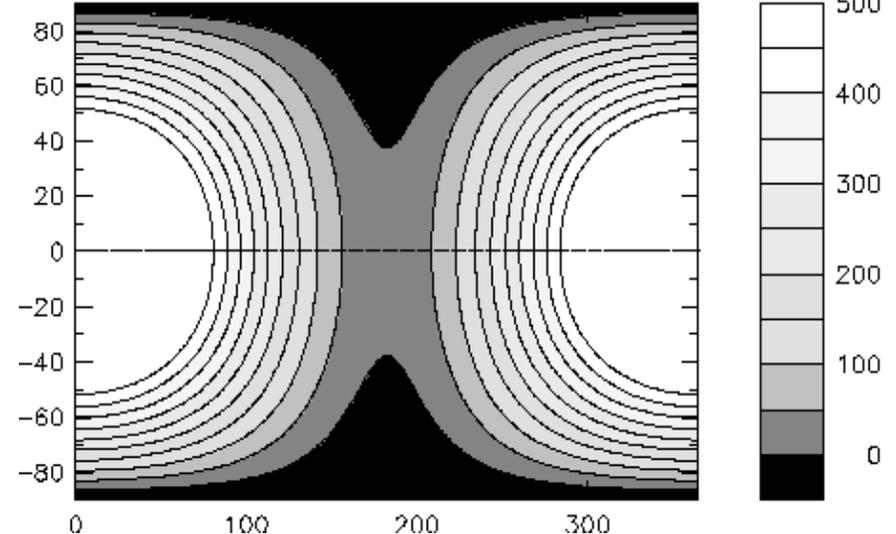
a type of extra-solar planet’



Orbital eccentricity

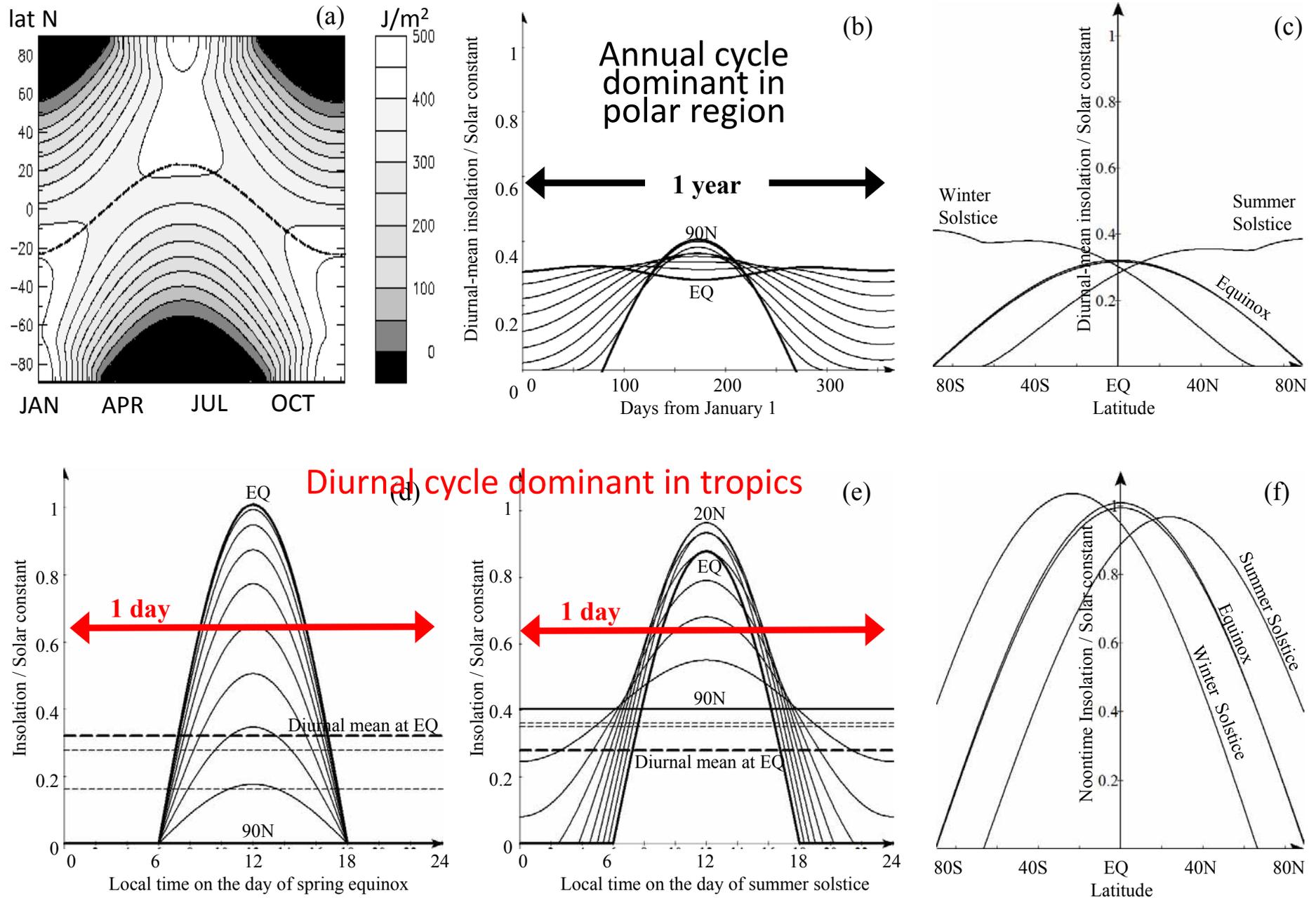


Hemispherically anti-phase

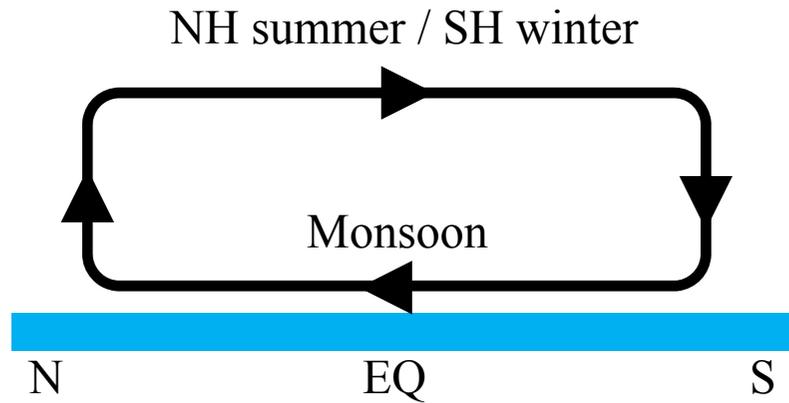


Hemispherically in-phase

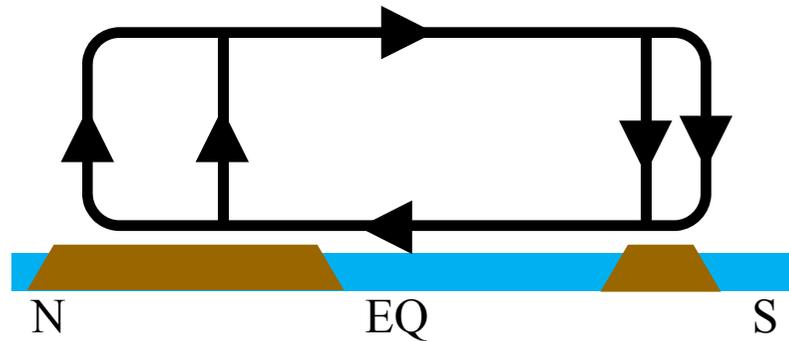
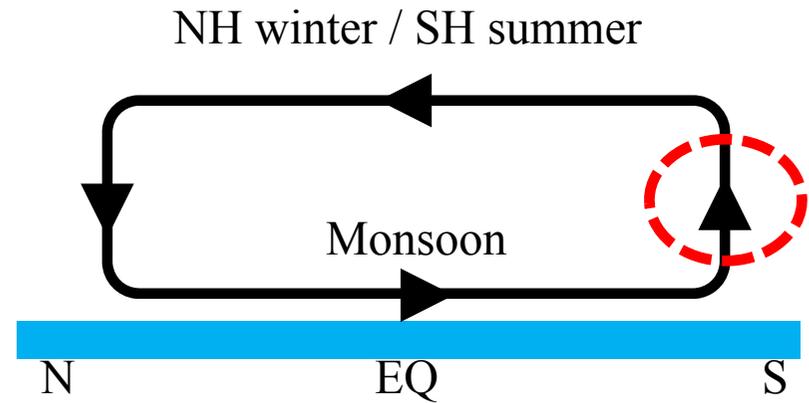
# Solar heating on earth with revolution and rotation



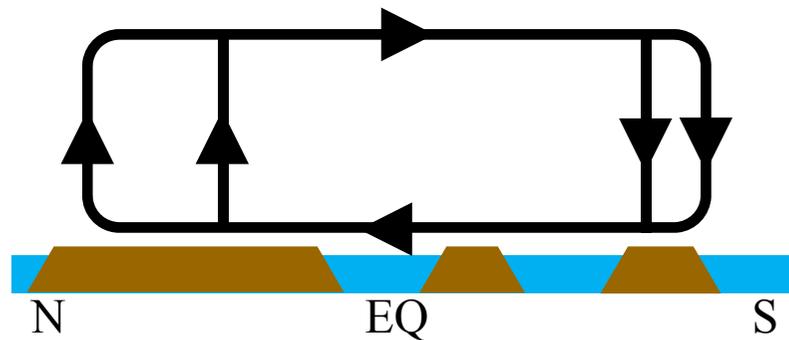
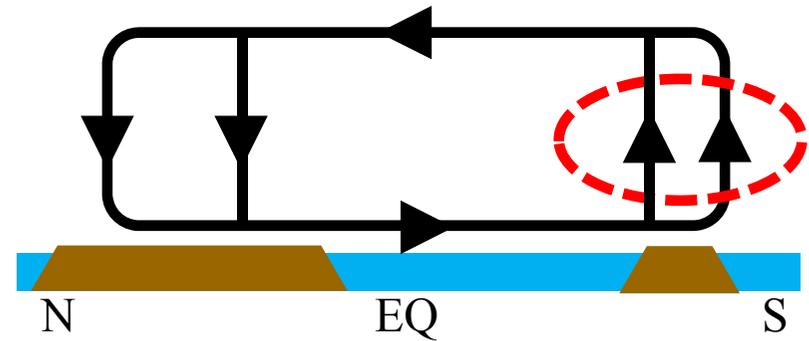
# Southern-hemispheric summer pushed northward



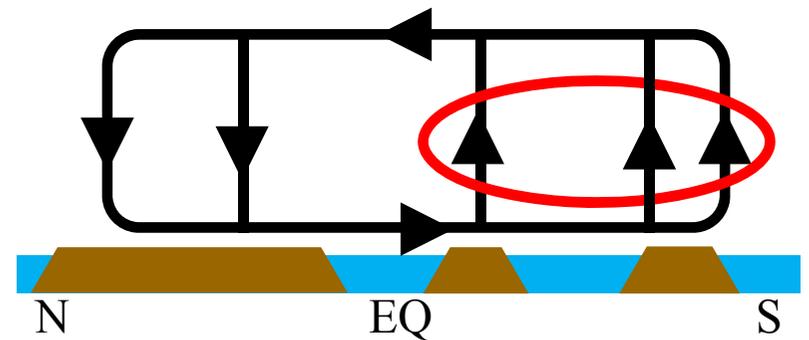
“Aqua Planet”



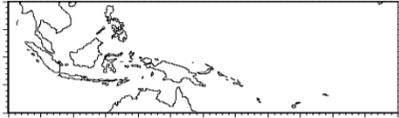
With  
Eurasia &  
Australia



With  
Eurasia,  
Australia  
and IMC



# Spectral distribution of GMS cloud height

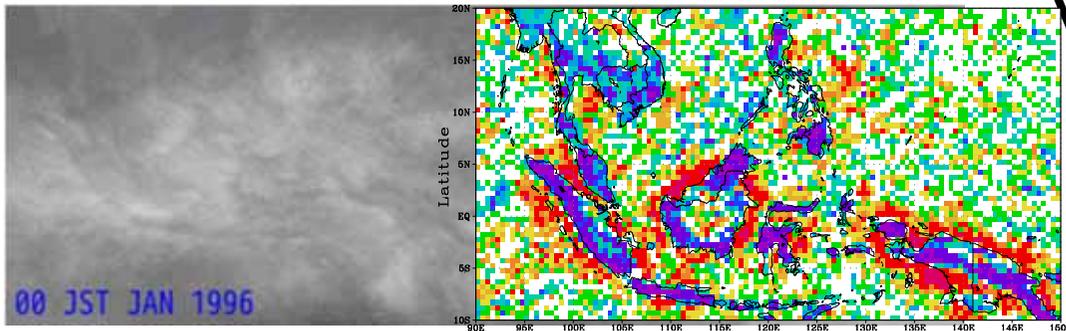


Interannual, intraseasonal & subdiurnal variations over oceans

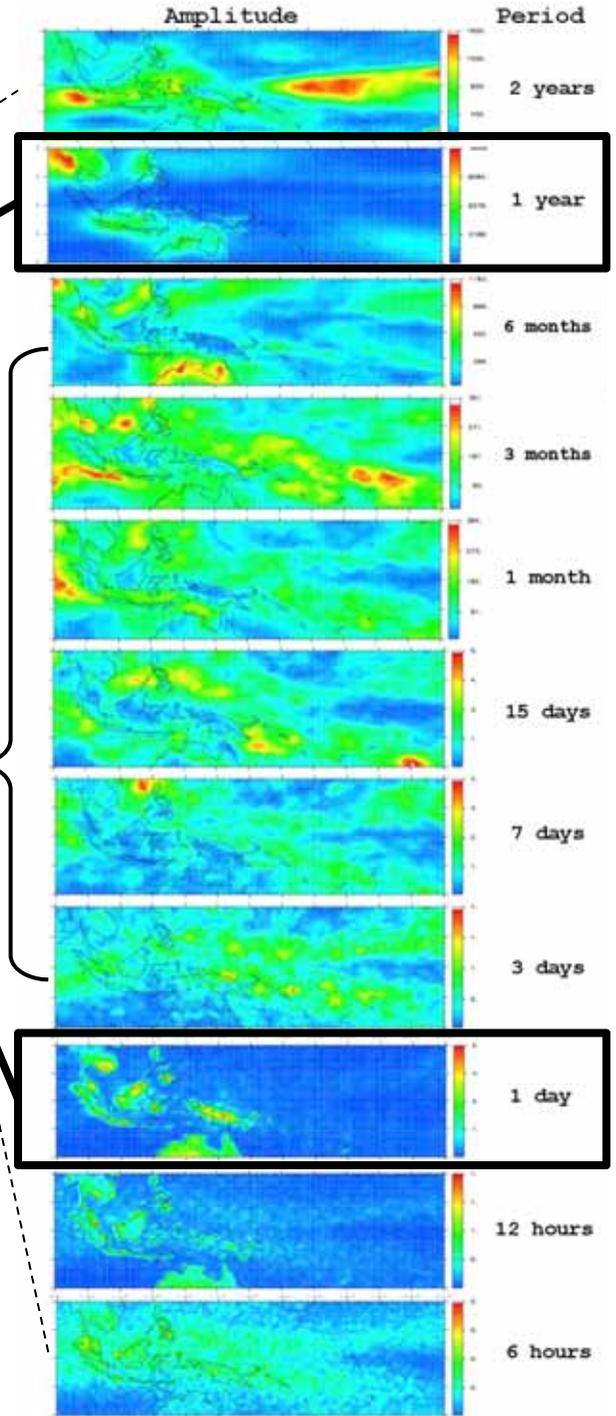
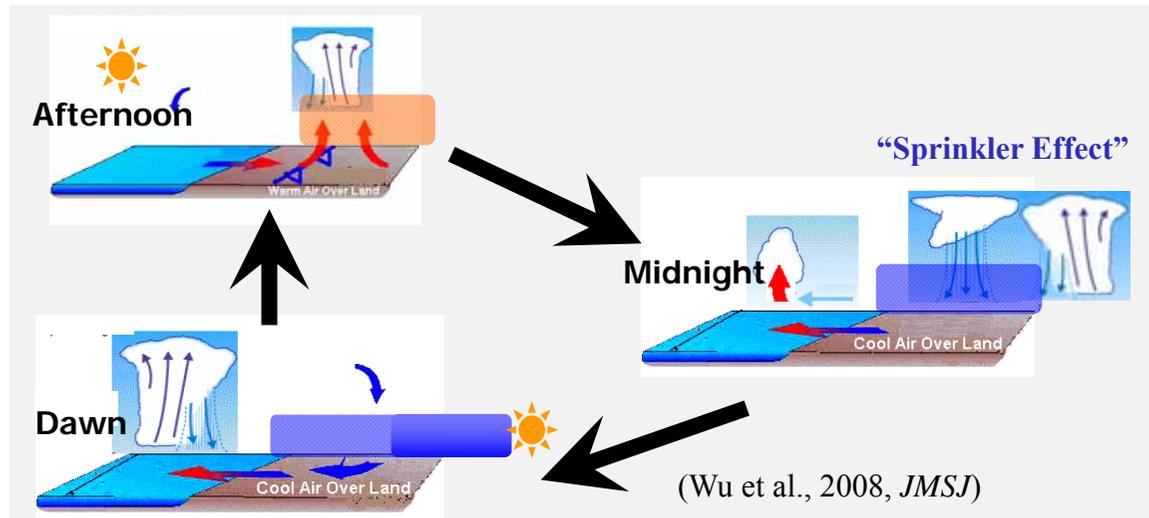
**Annual & Diurnal cycles around lands**

Mon. mean GMS clouds

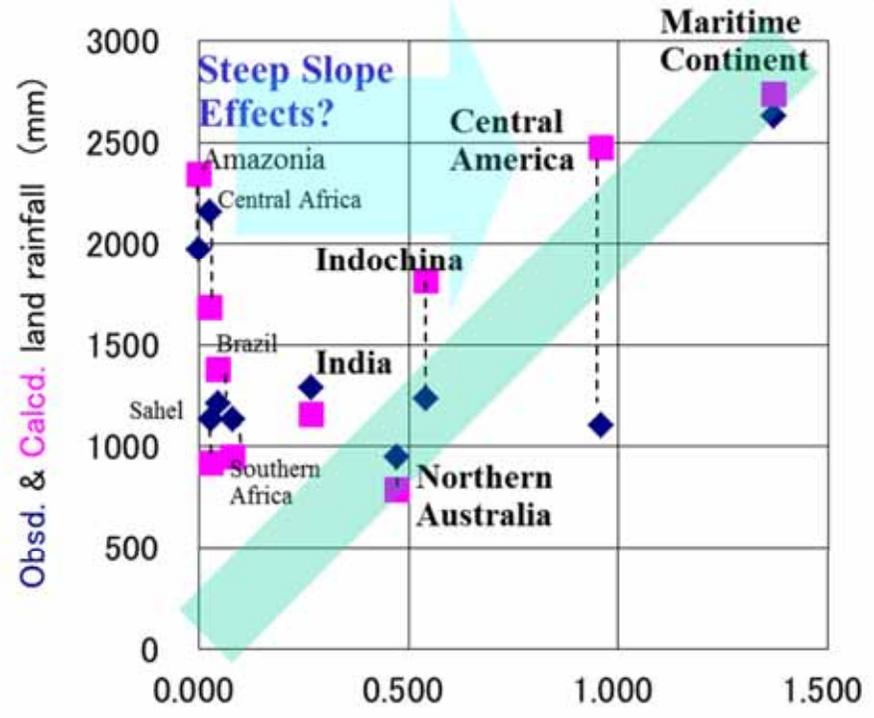
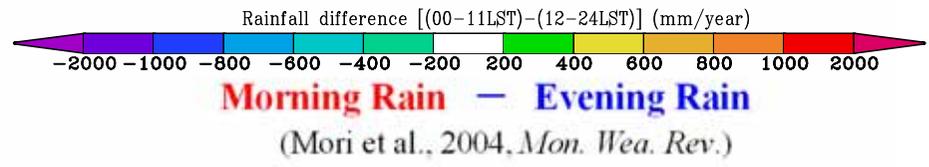
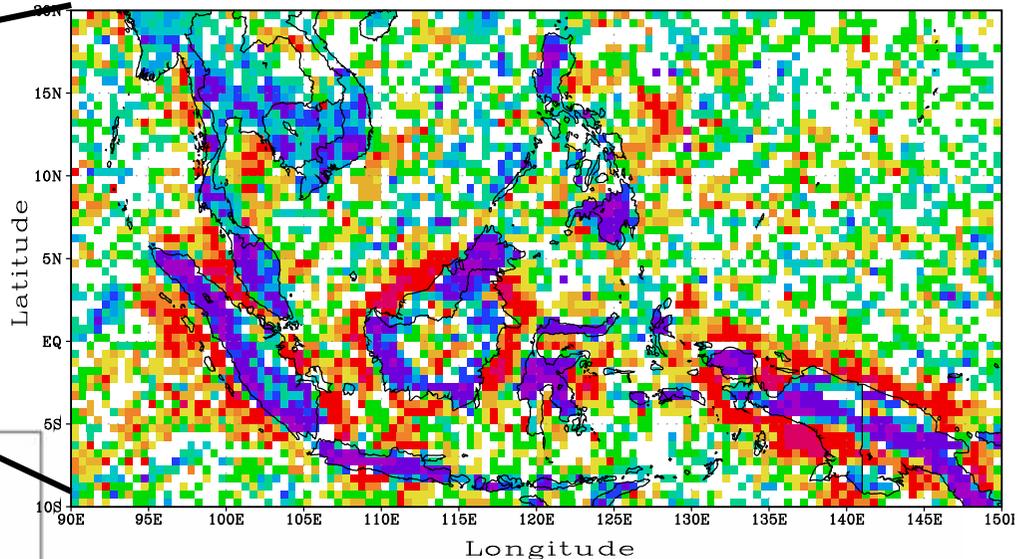
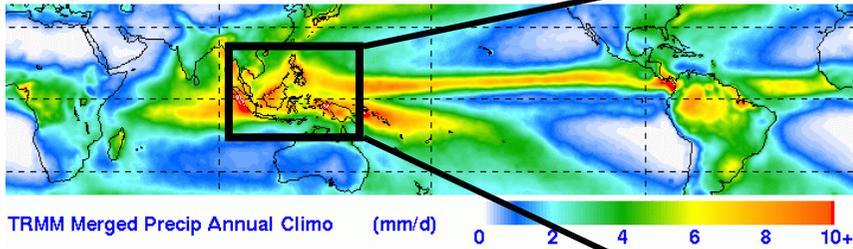
TRMM Morning - Evening Rain



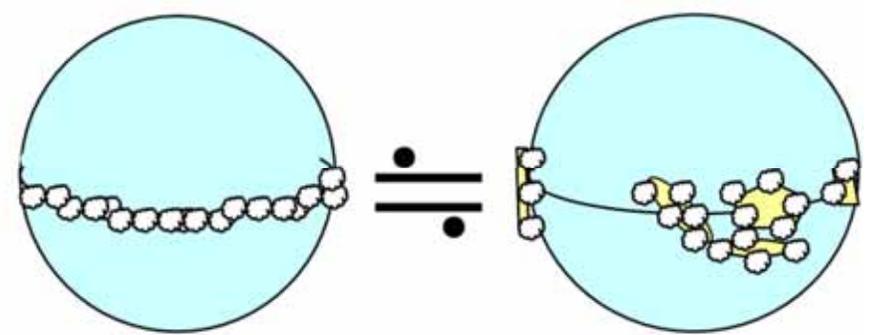
(Mori et al., 2004, *Mon. Wea. Rev.*)



# IMC coastal diurnal-cycle rainfall controlling global climate



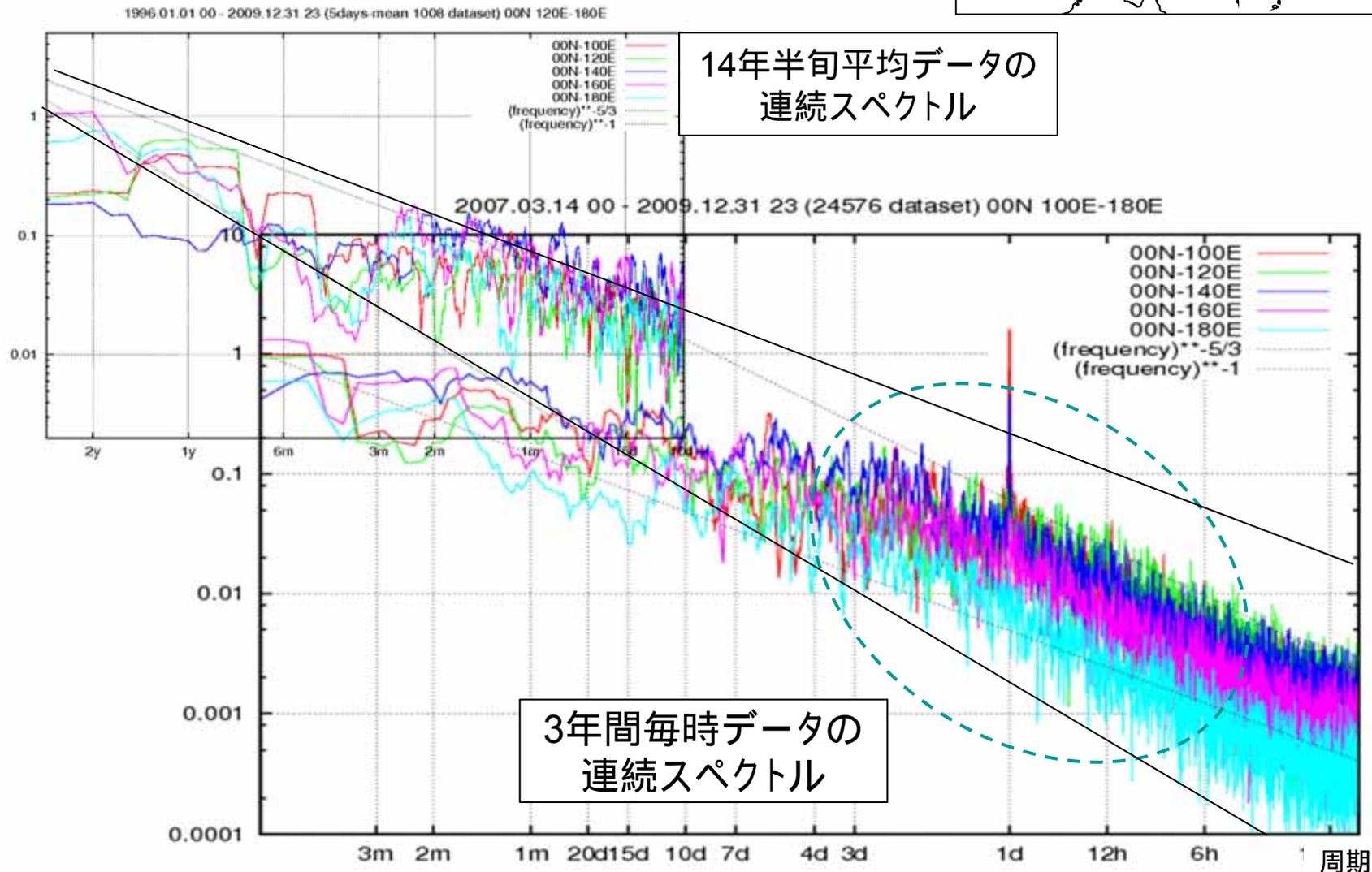
Coastline/Land area (1/100 km)  
(Yamanaka et al., 2008, in preparation)



# 3.1 周波数スペクトル解析結果



パワー  
スペクトル  
密度  
(振幅)



全体的なスペクトルの形状が似ている ((周波数)<sup>-5/3</sup> ~ (周波数)<sup>-1</sup>)

短周期帯域で海上は陸近傍よりも一般に弱い

# 3.5 東西波数スペクトル解析

## 半旬平均データの東西波数スペクトル

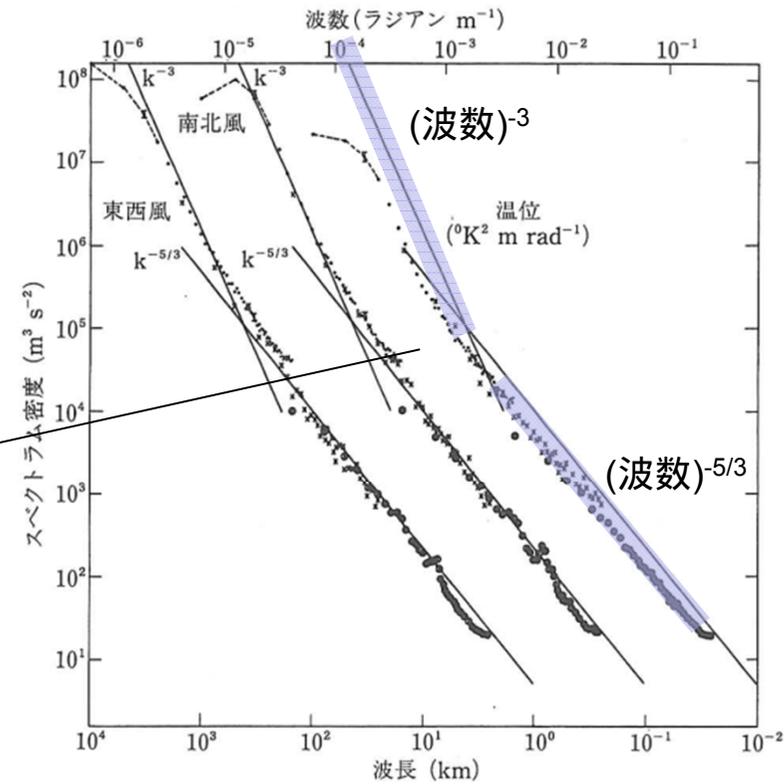
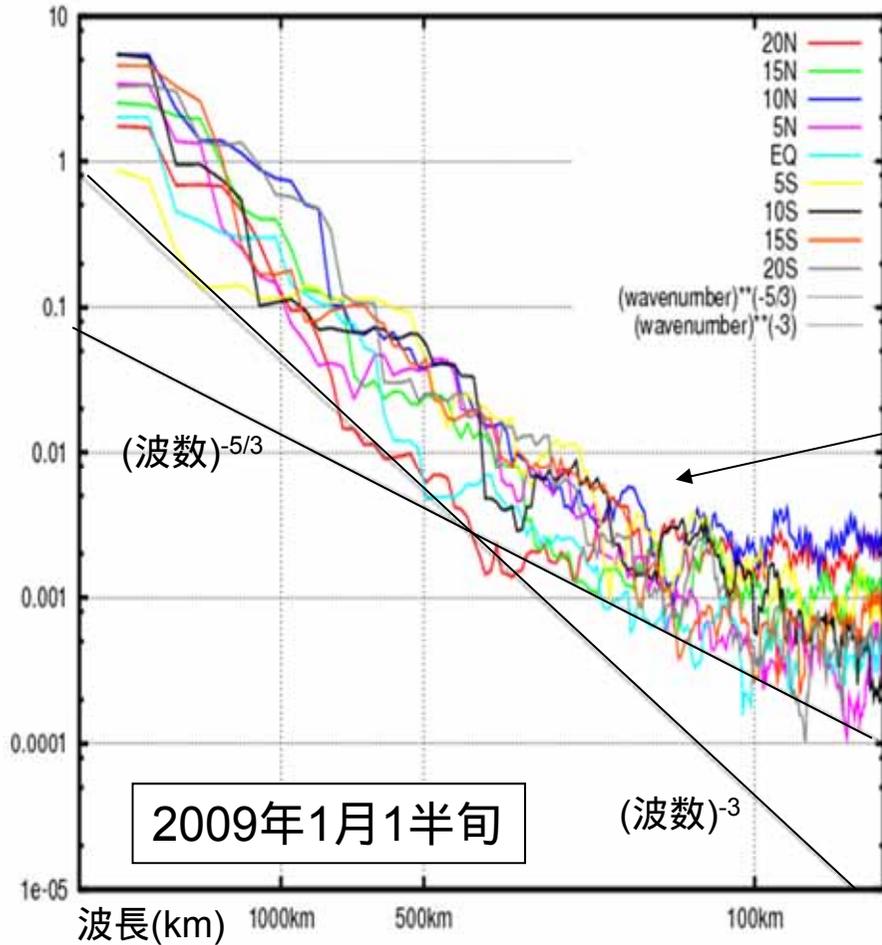


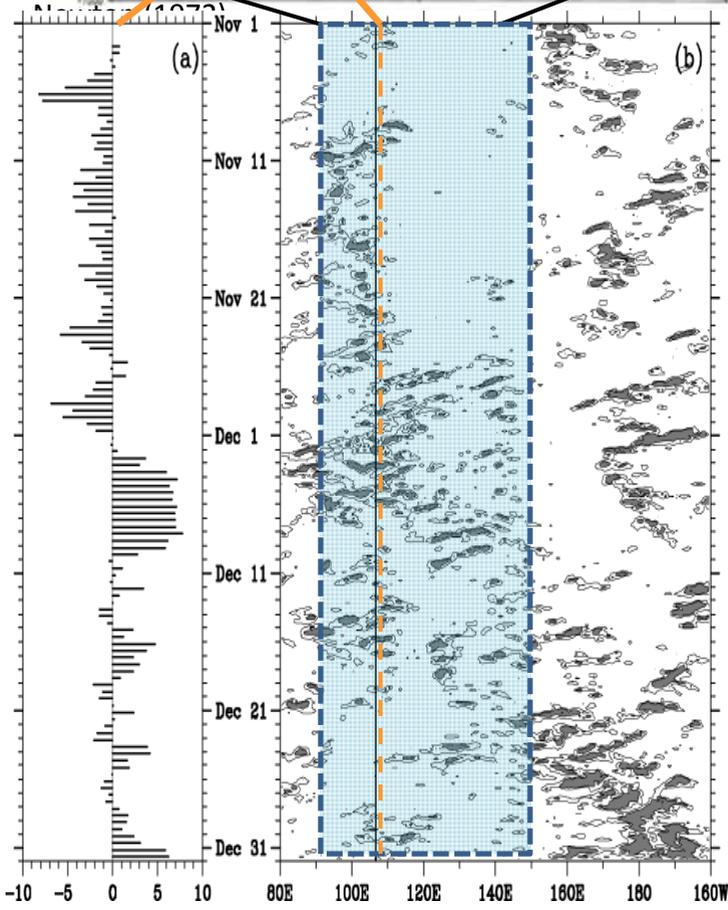
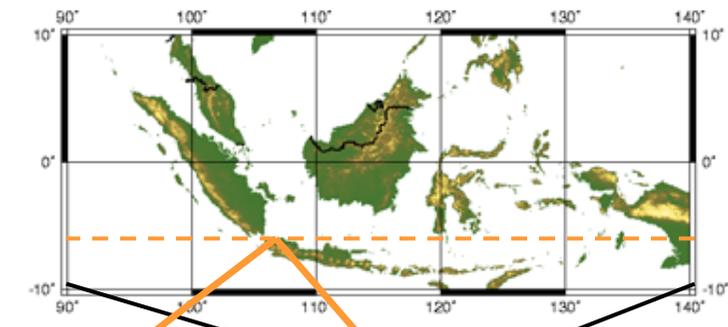
図 1.2 対流圏界面近傍 (高度 9-14 km) における風速と温位のパワースペクトラム密度 ( $m^3 s^{-2}$ ) (Nastrom and Gage, 1985)  
 南北方向の風速および温位のスペクトラムは、東西方向の風速のそれに対してそれぞれ 1 桁および 2 桁右にずらして記入してある。  
 (小倉(1997)「メソ気象の基礎理論」p.3)

緯度間で全体的なスペクトルの形状は一致 (一定の傾き:  $(\text{周波数})^{-3}$ 、 $(\text{周波数})^{-5/3}$ )

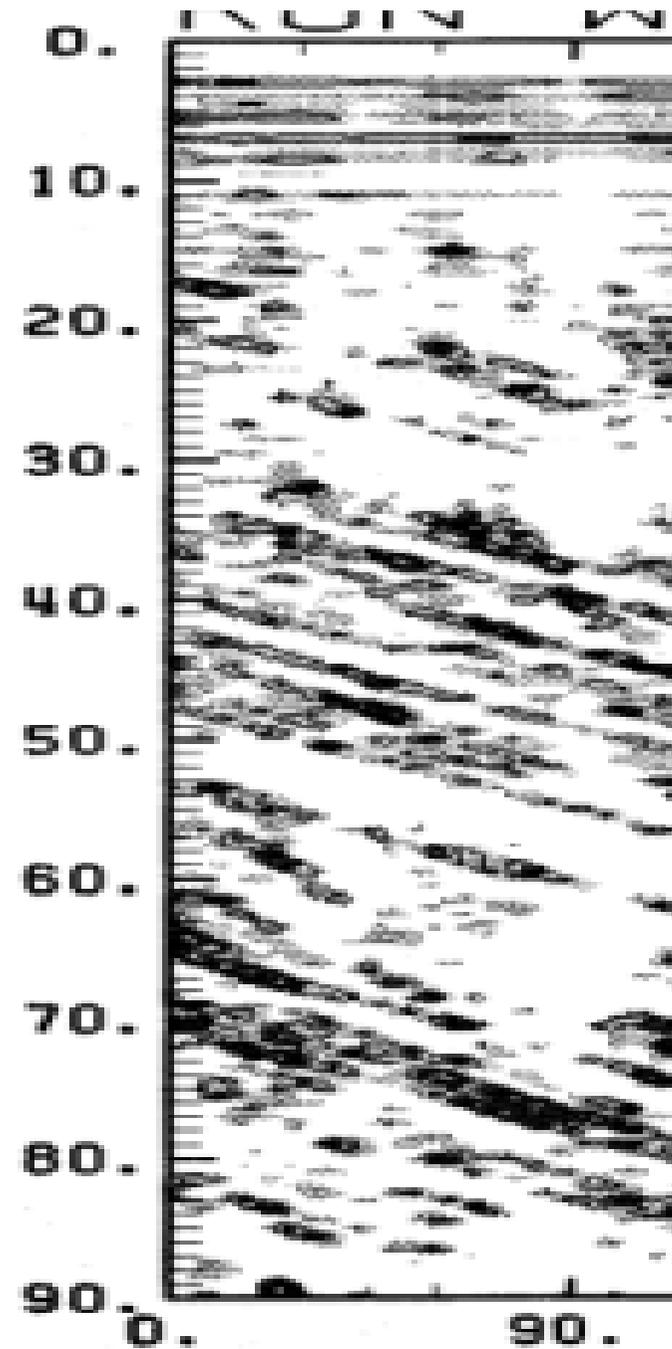
対流圏界面温位・風速東西波数スペクトルと形状が類似

→ 雲活動の変動を見ることで温位・風速の変動の予測が可能なることを示唆する

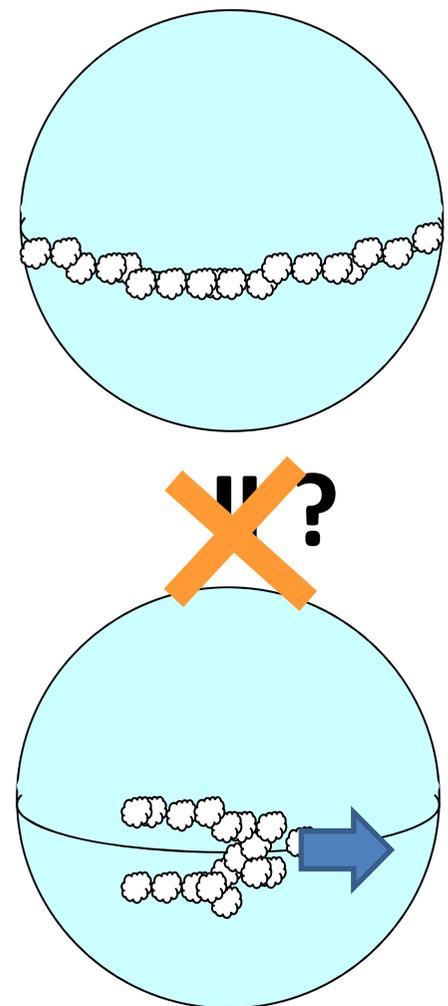
# “Aqua Planet” ISVs



Hashiguchi et al. (1995)



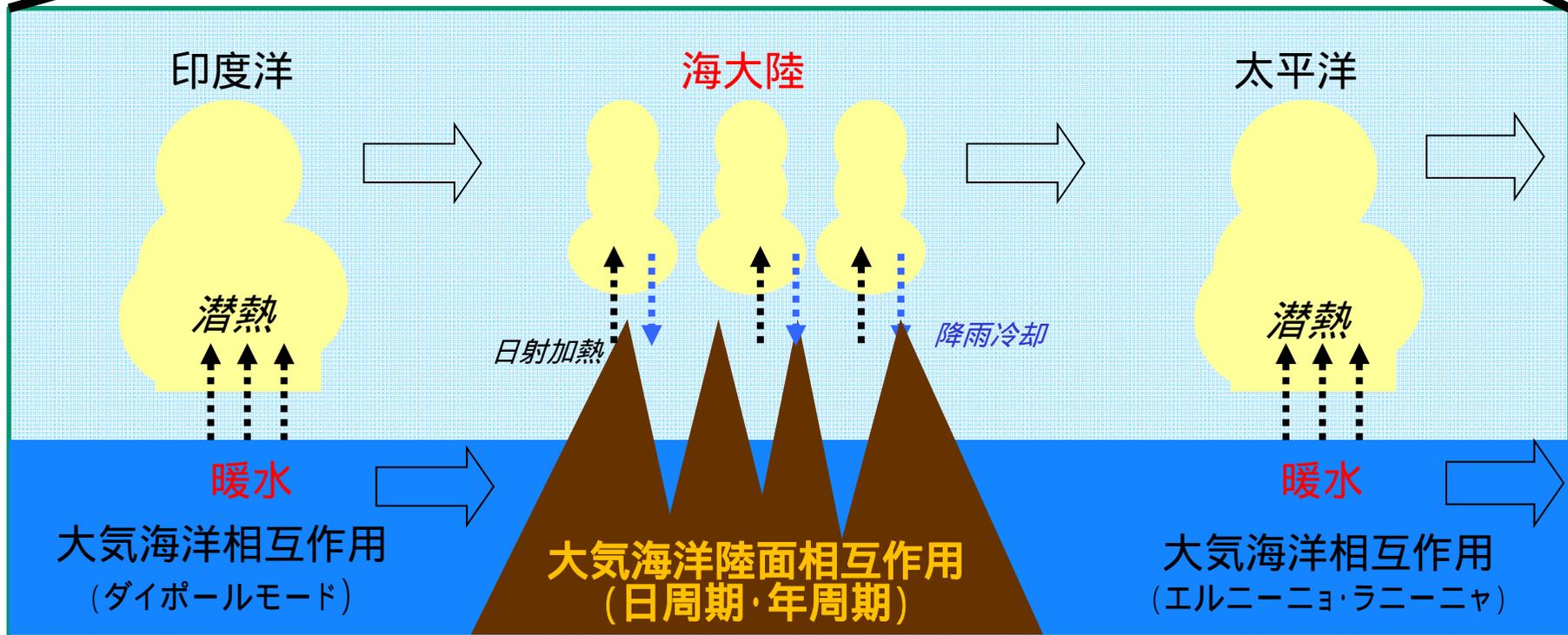
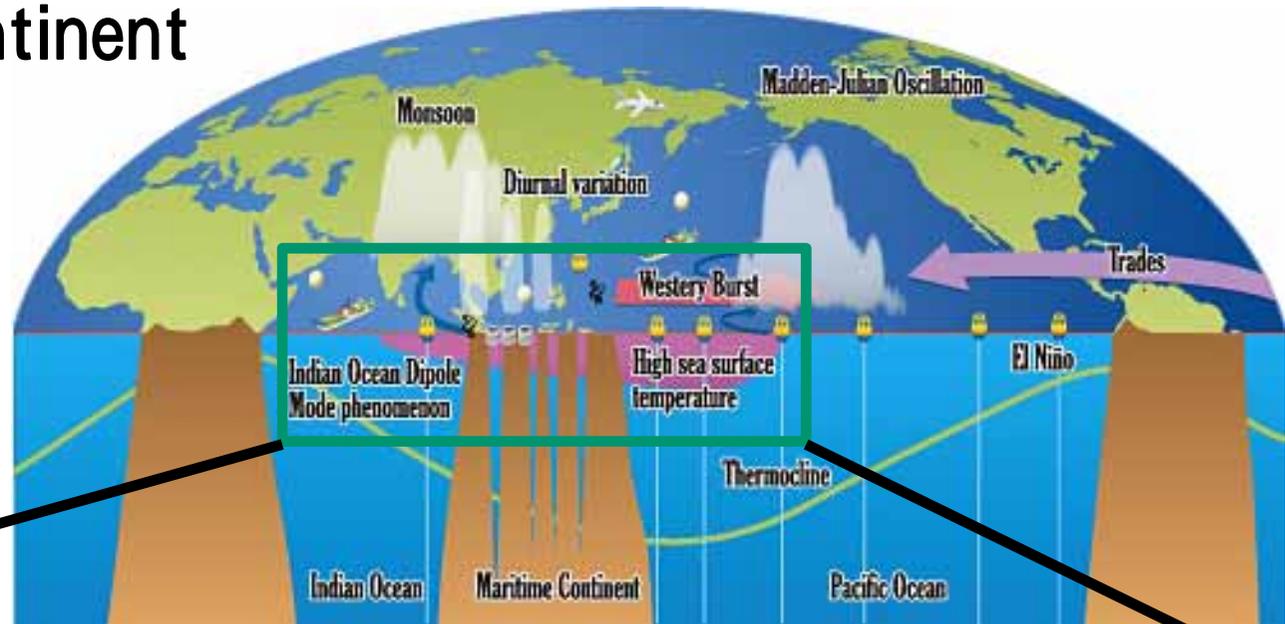
Hayashi & Sumi (1985)

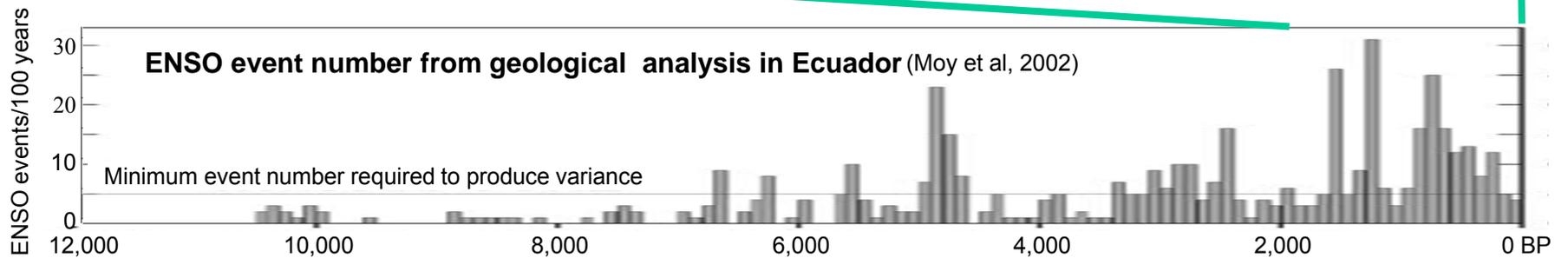
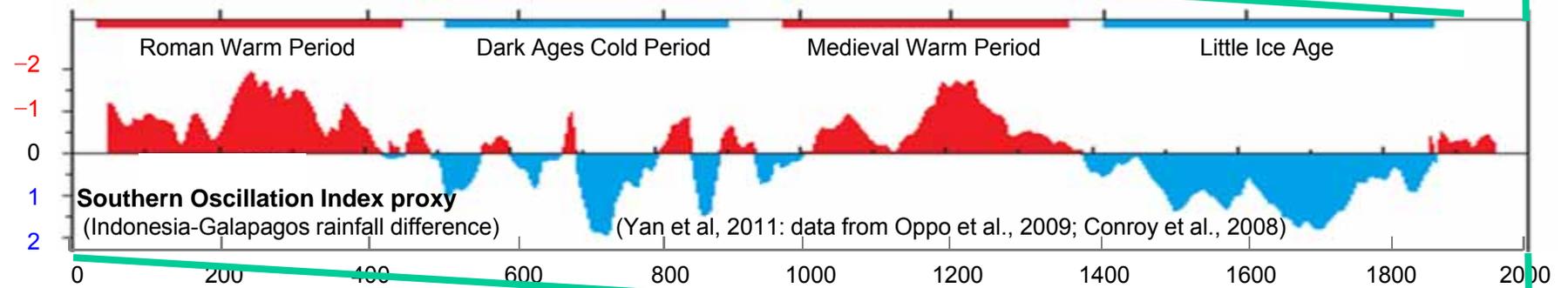
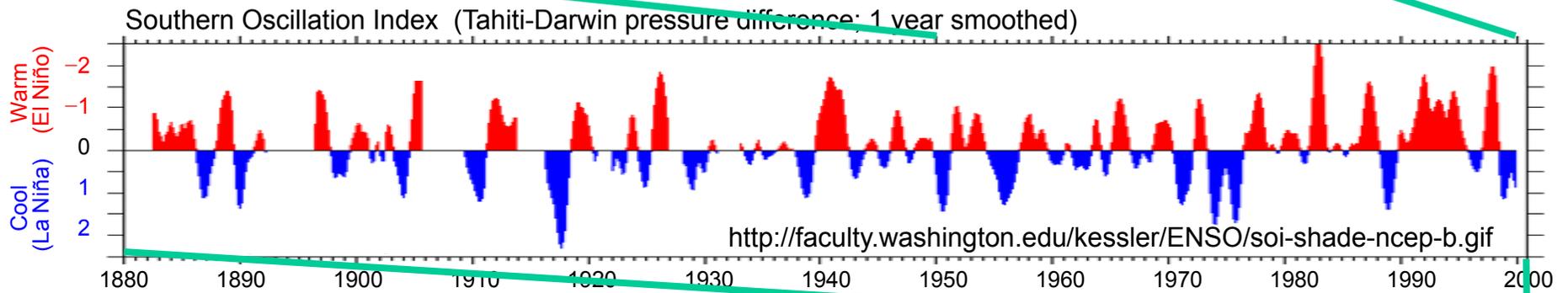
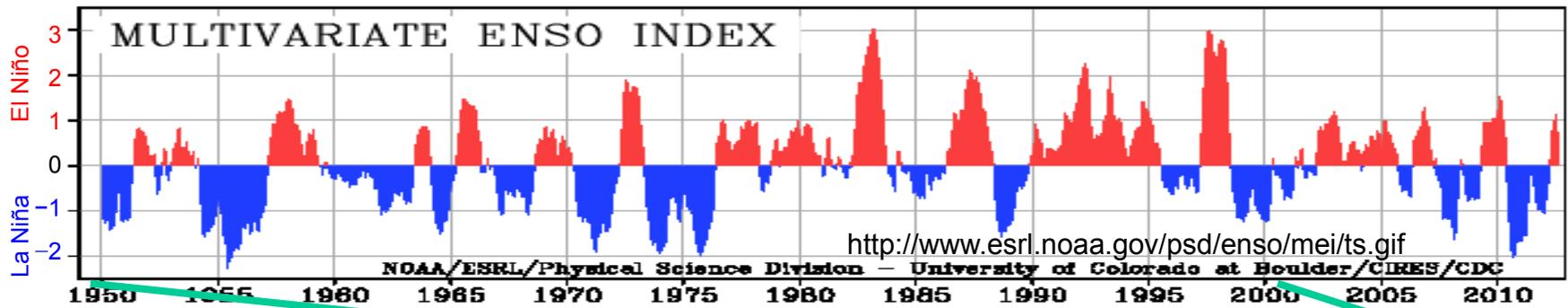


# The Maritime Continent (海大陸)

海(液体)陸(固体)共存の  
地球のミニチュア

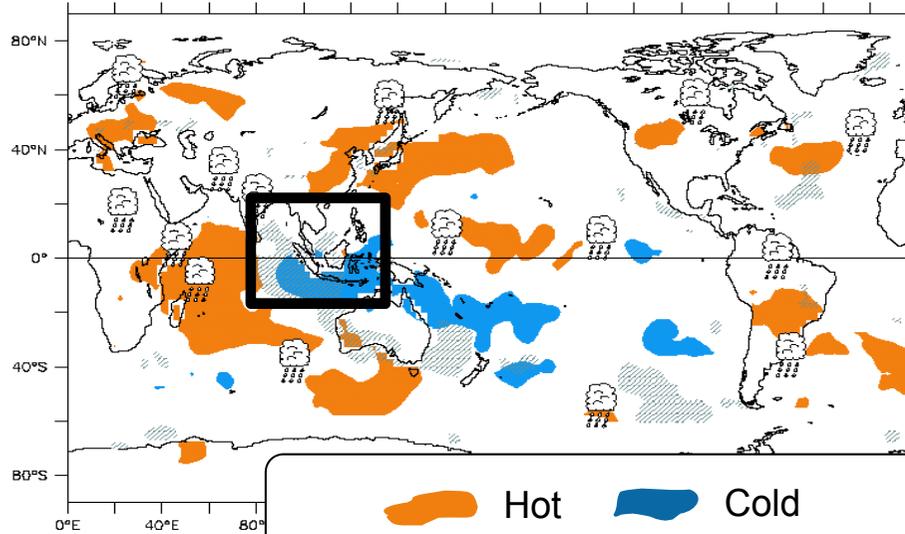
31年に亘る日イ共同研究  
を背景に、新たな段階へ



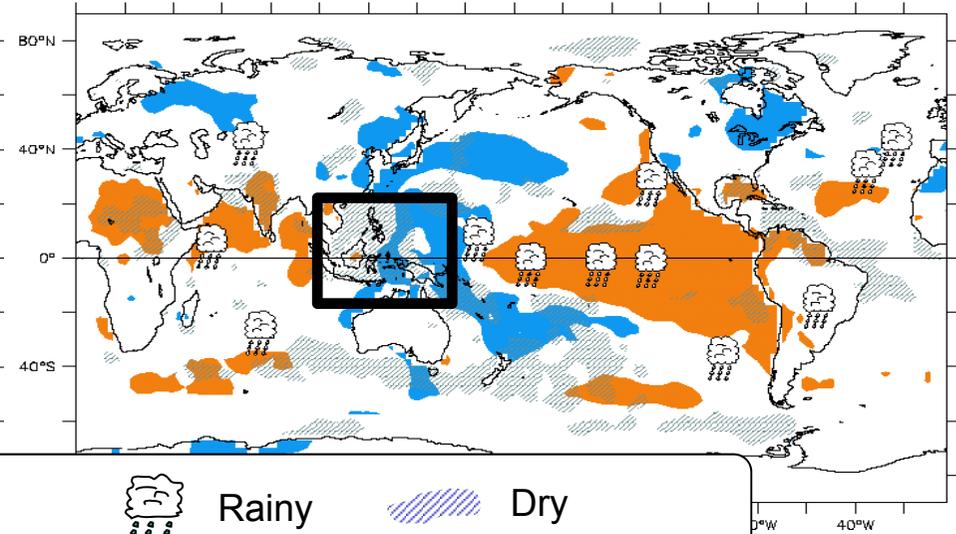


# Global / local effects of IOD / ENSO

IOD effects (boreal summer/autumn)



El Nino effects (boreal summer/autumn)

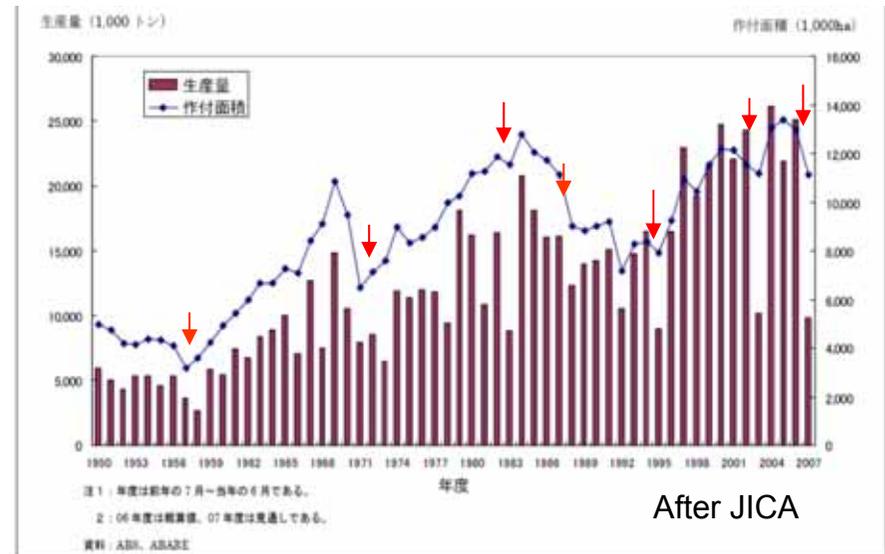


Hot Cold Rainy Dry

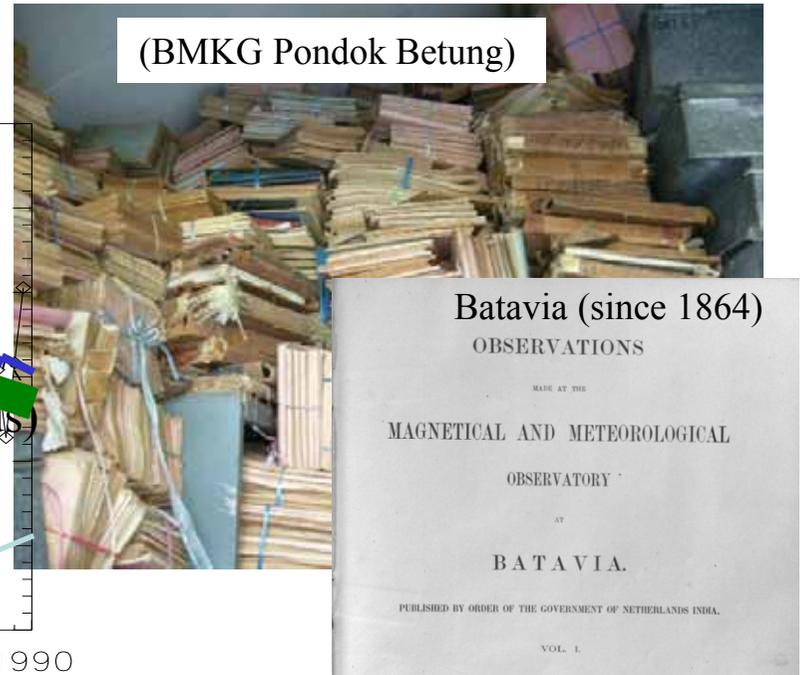
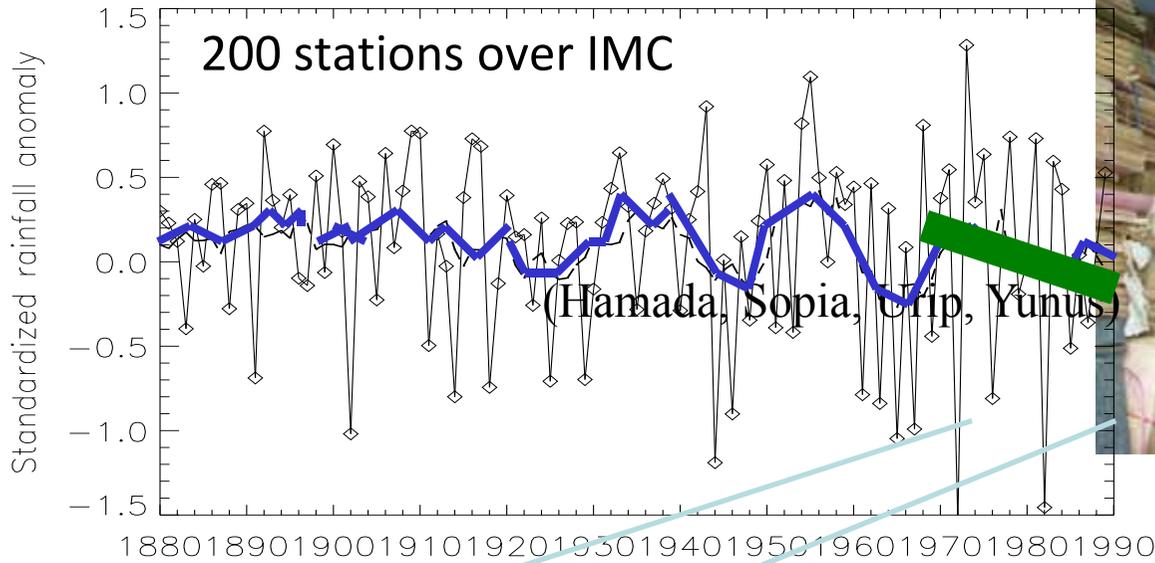
Forest fires and transboundary haze (1994, 1998, 2006)



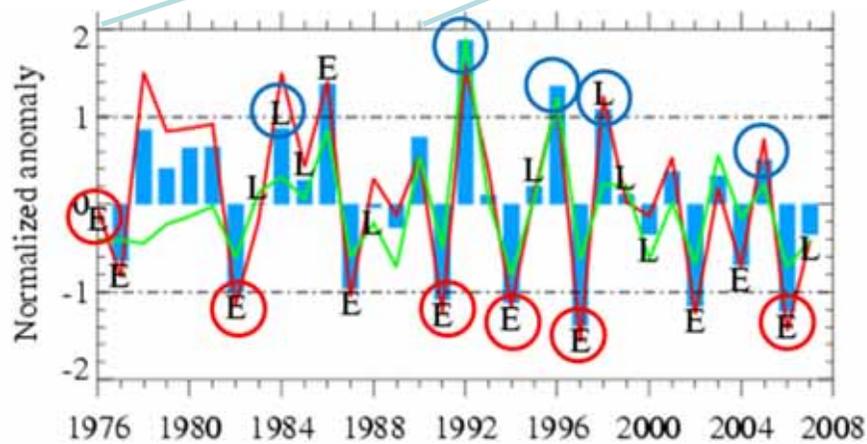
Low wheat production in Australia in El Nino/IOD years



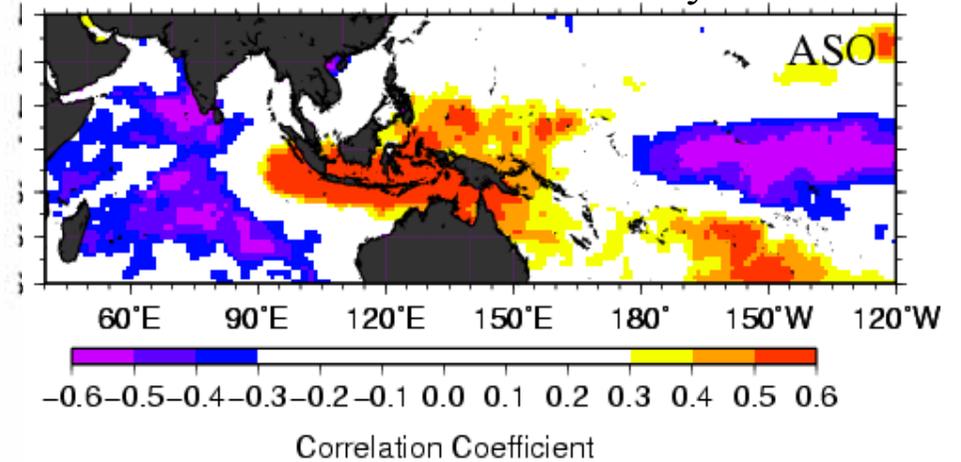
# Output 4: Historical database



## Jakarta (9 stations) in the dry season (ASO)



## Jakarta rainfall vs. SST in the dry season

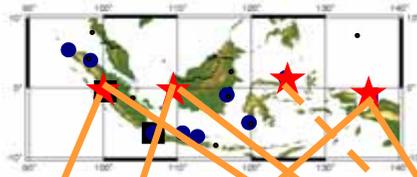
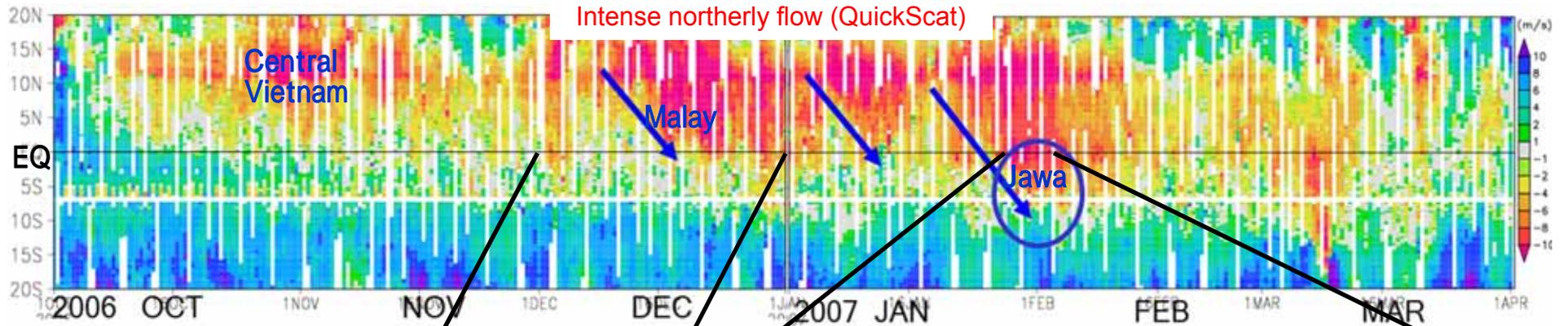


E: El Niño, ○: Positive IOD  
L: La Niña, ○: Negative IOD

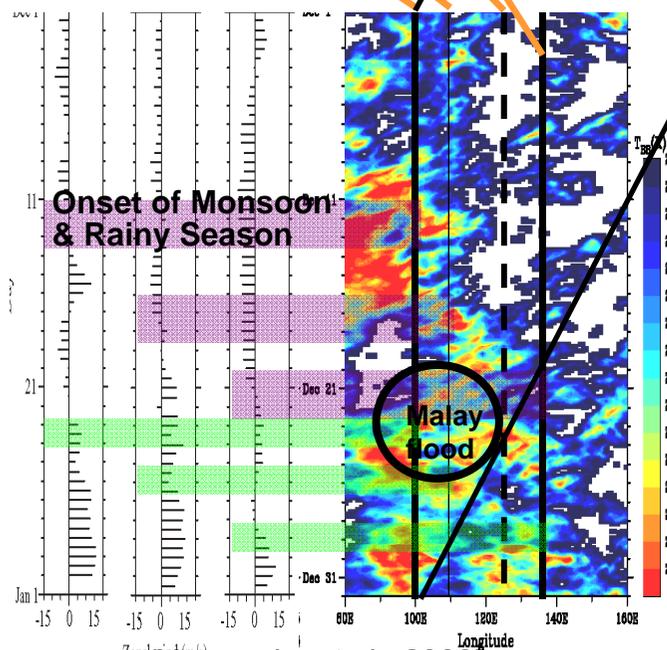
— Rainfall amount  
— Rainfall days  
— Heavy rainfall days

(Hamada, Sopia, Yunus, Urip, et al.)

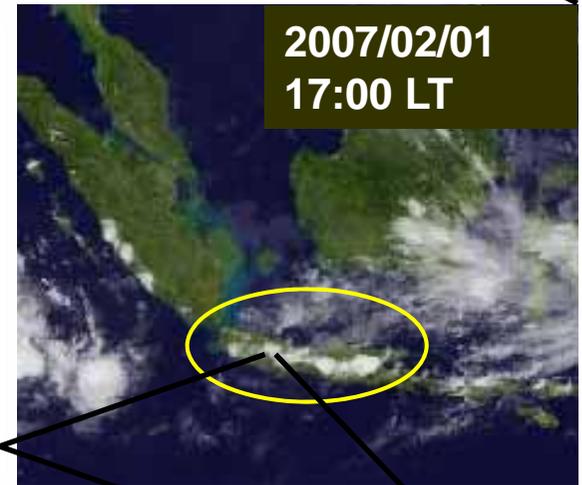
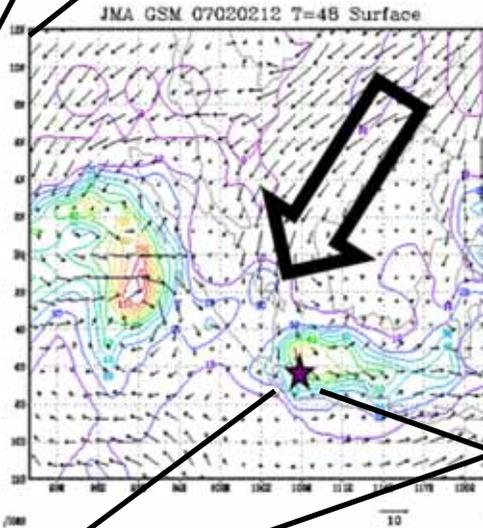
# Diurnal cycle enhanced by cross-equatorial monsoon and ISVs during 2006-7 La Nina



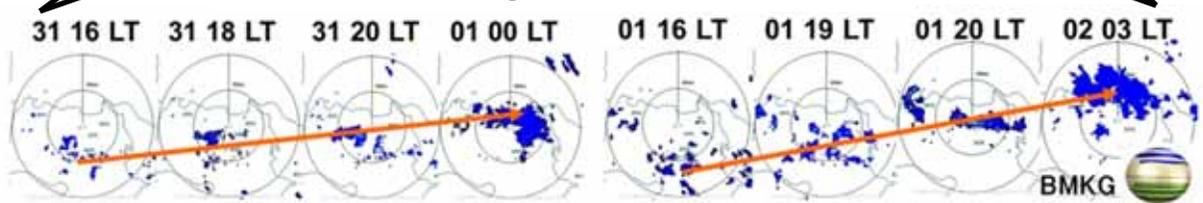
WPR network MTSAT TBB Hovmoeller



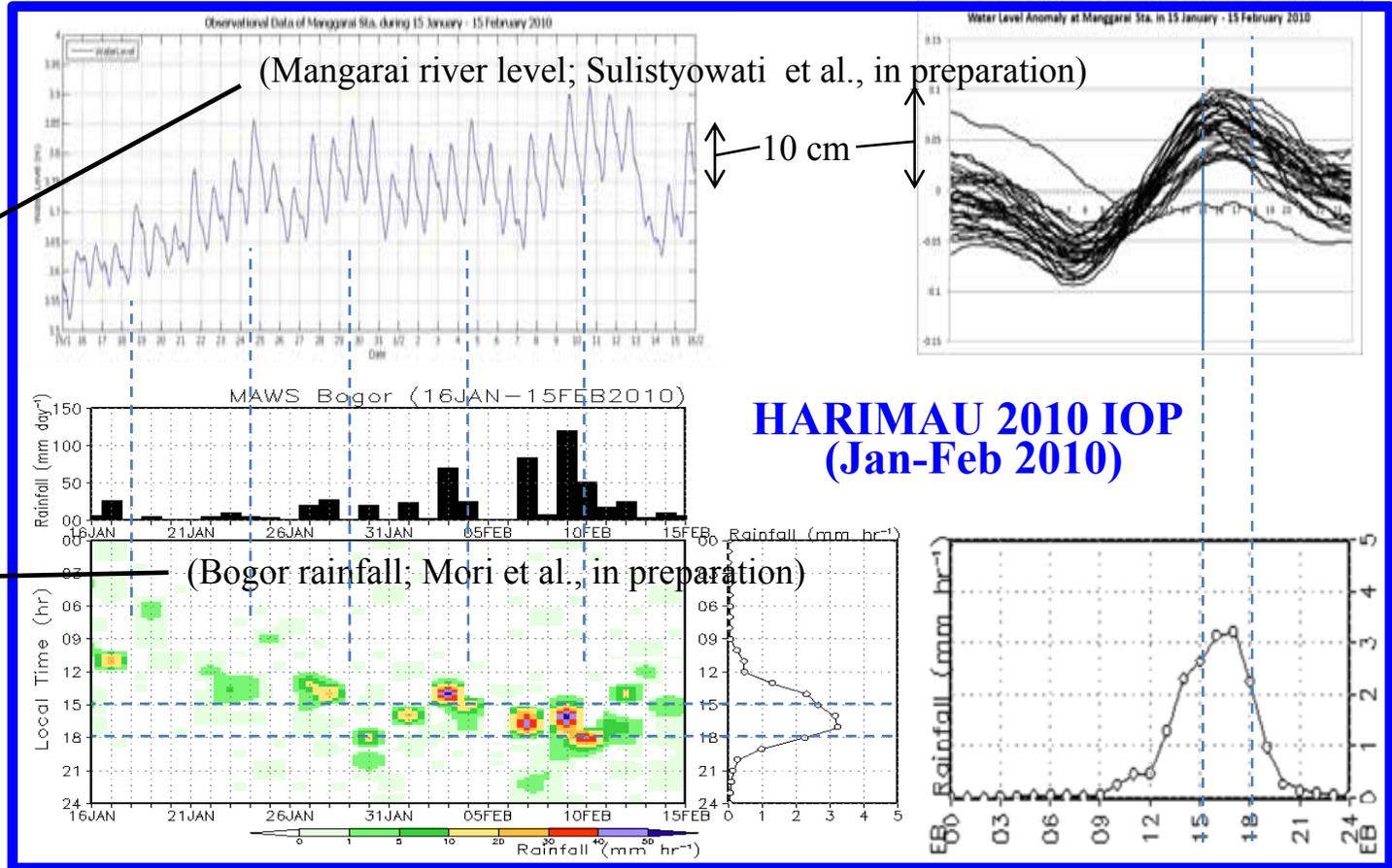
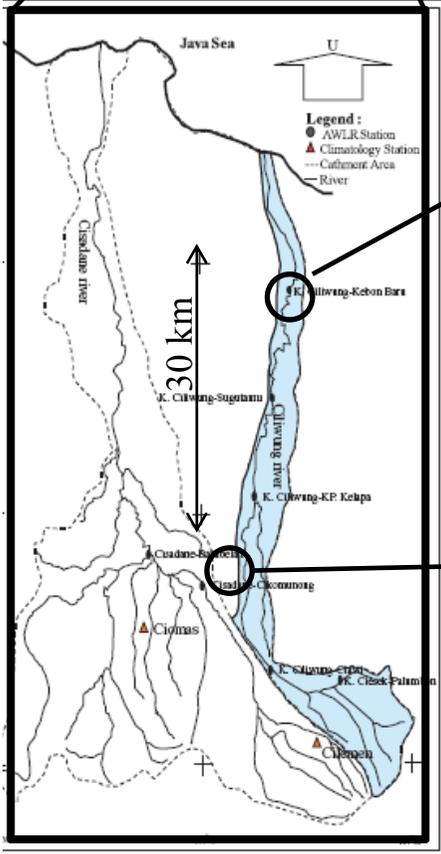
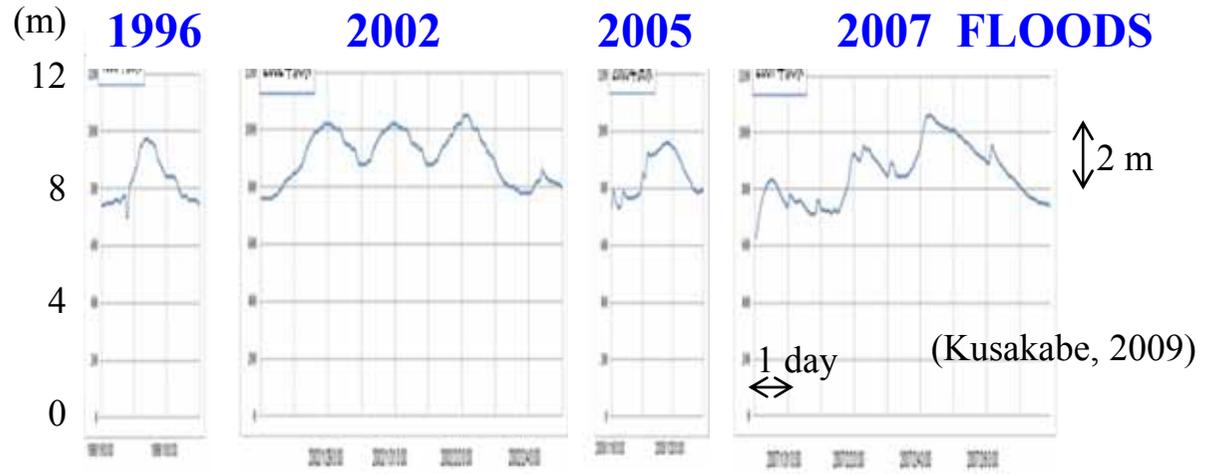
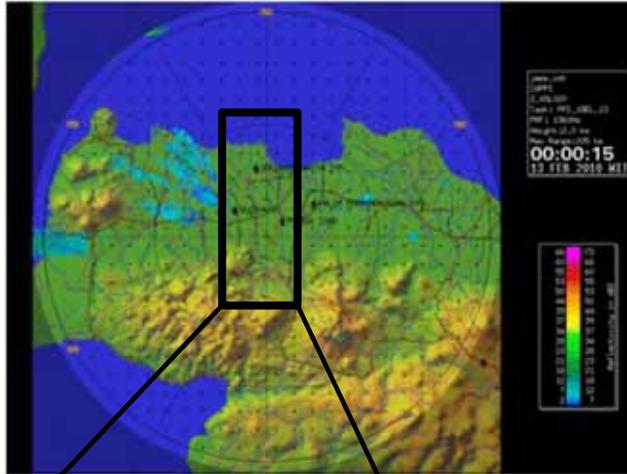
(Yamanaka et al., 2008)



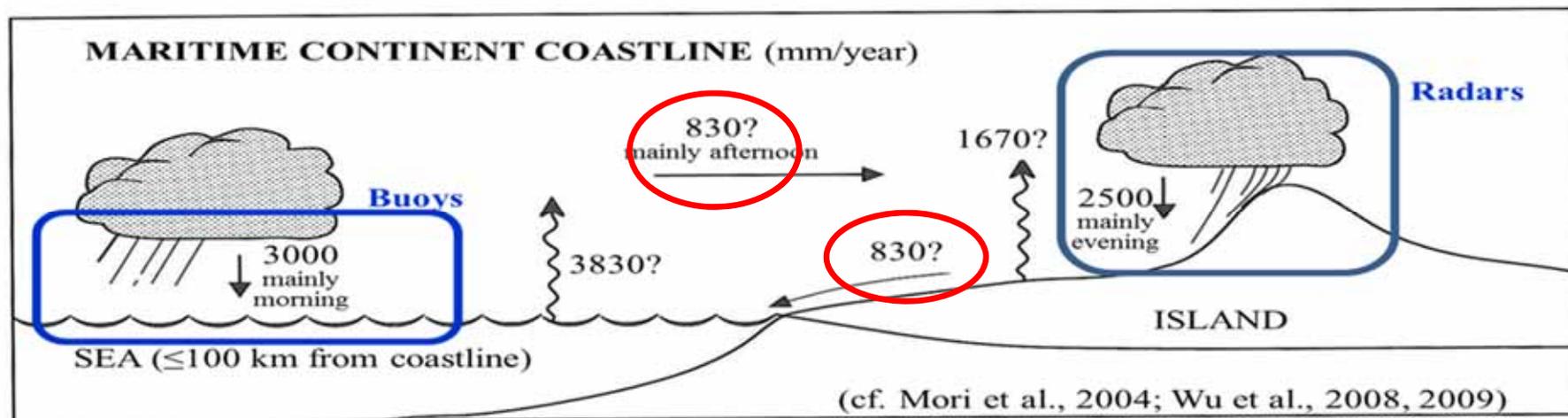
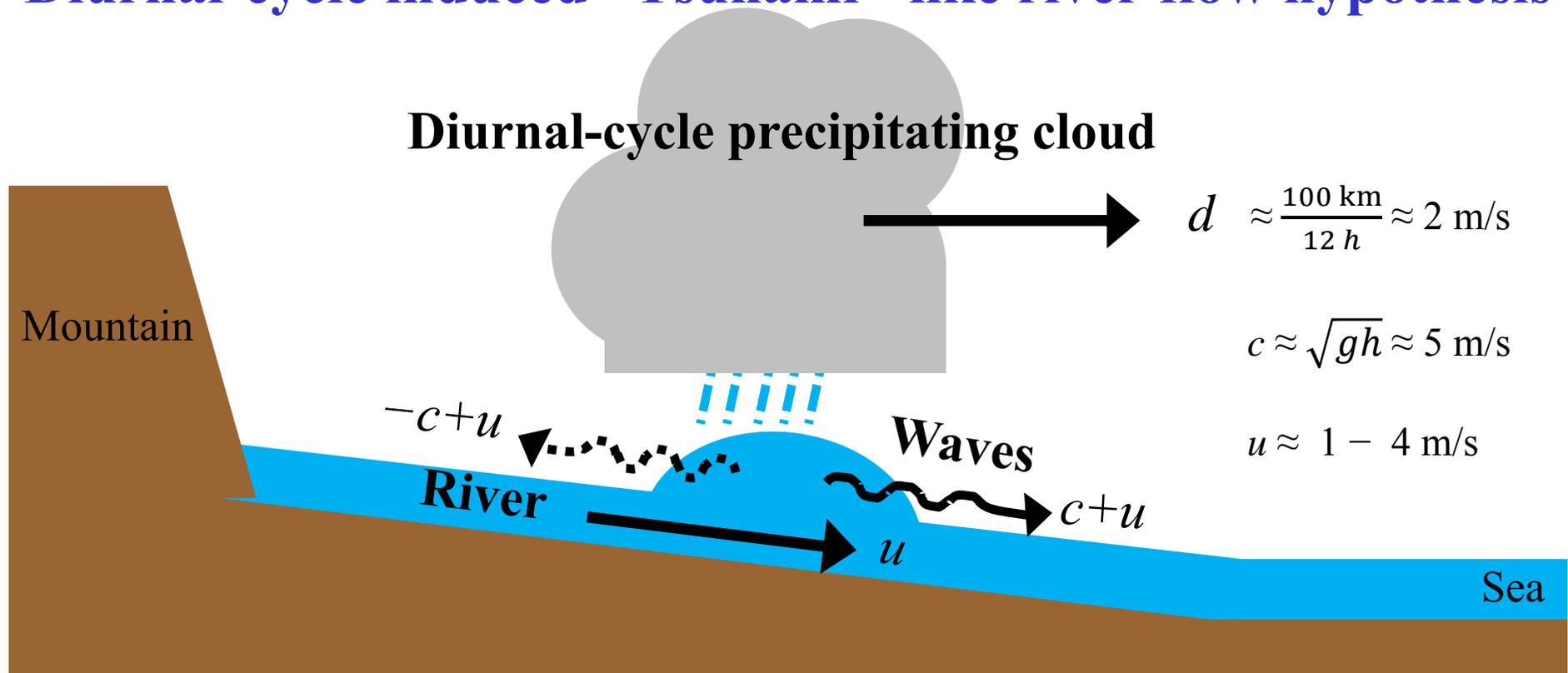
Pondok Betung/Jakarta BMKG radar



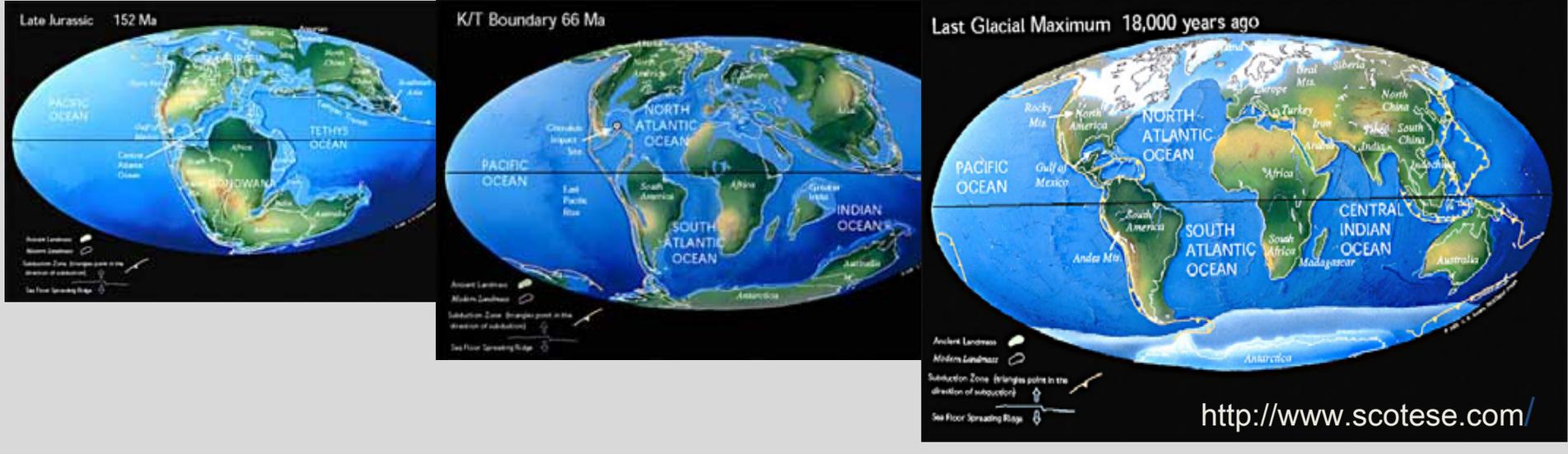
(Wu et al., 2008)



# Diurnal-cycle induced “Tsunami”-like river flow hypothesis

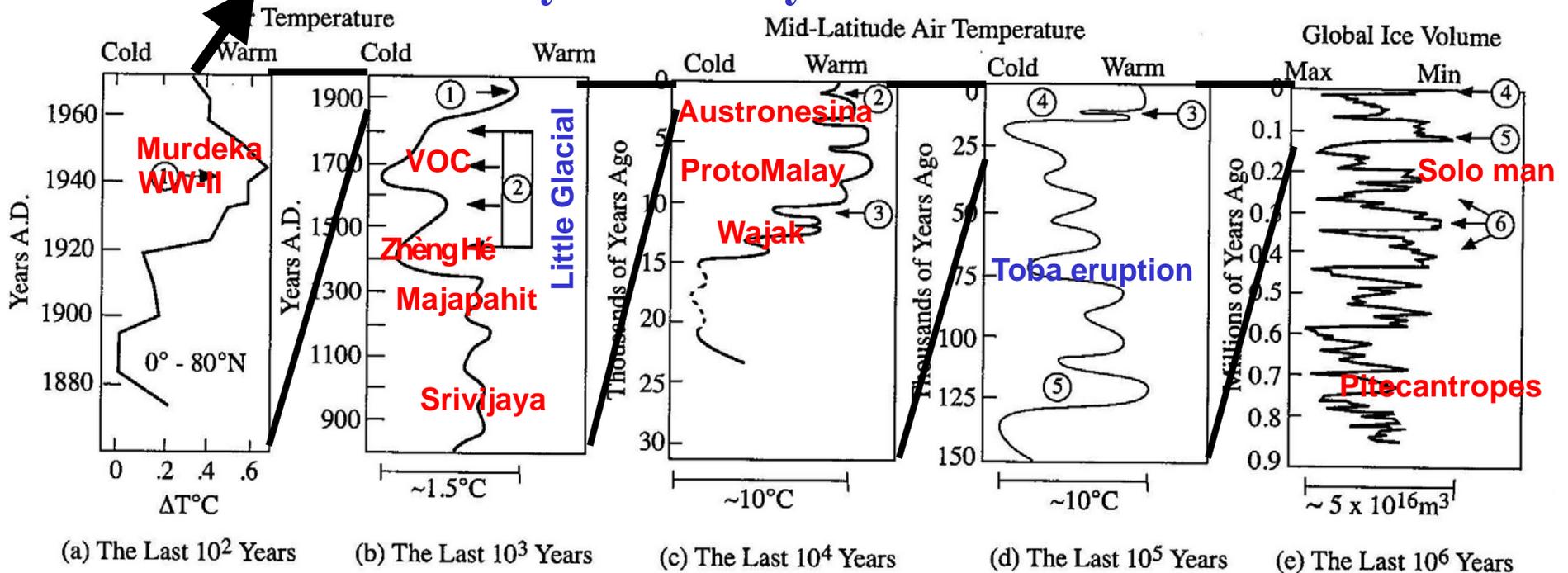


# Ocean: Continent ~ 7: 3 conserved for 400 MYears

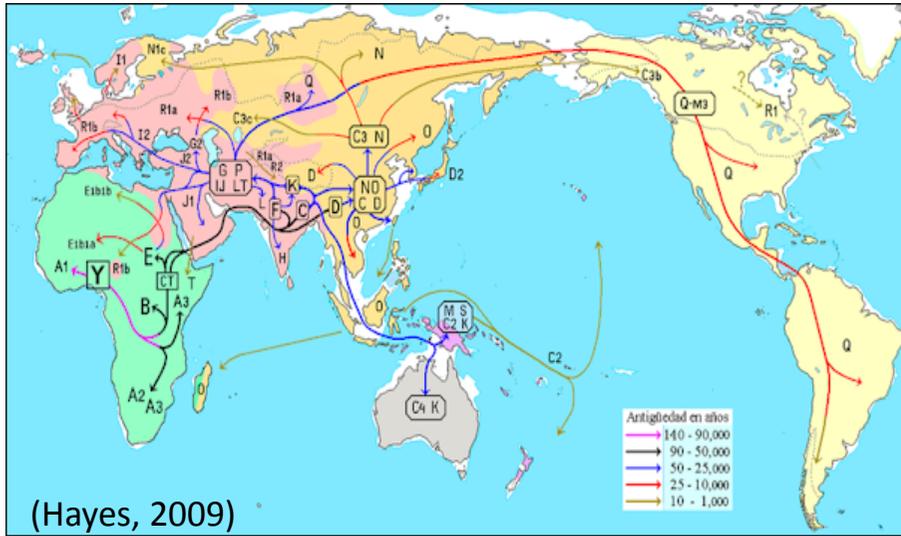


## Recent 1 Myear history of Climate and IMC

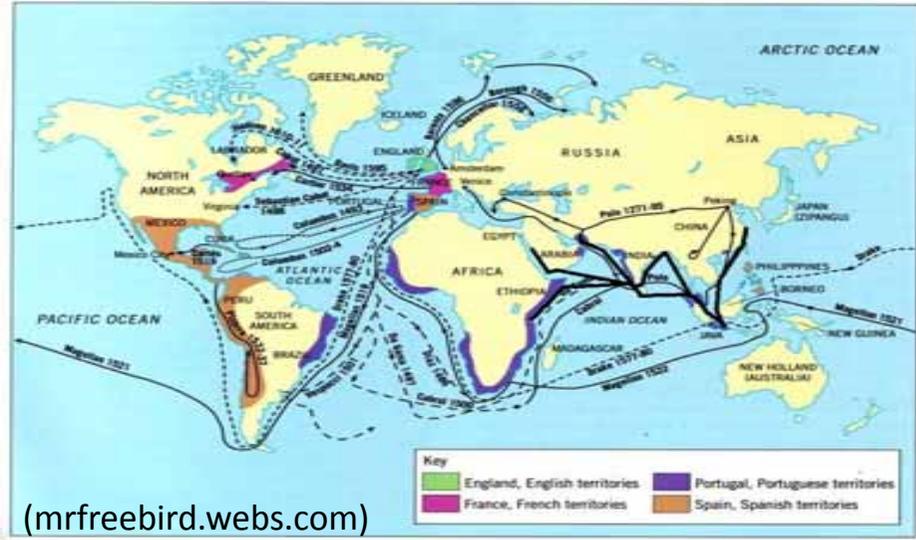
(NASA, 1992)



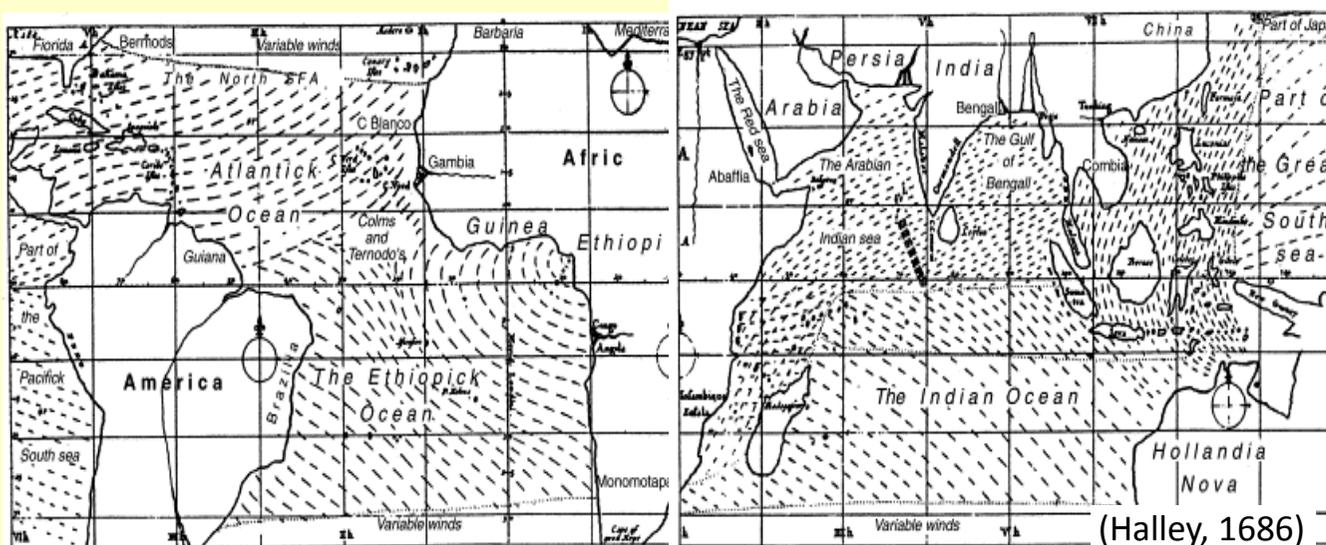
# Homo Sapiens "Great Journey"



# "Great Voyages"



## Global physical climatology started from Oceans by astronomers



(Hadley, 1735; reproduced by Lorenz, 1967)

# Lagrangian motion associated with Eulerian wave

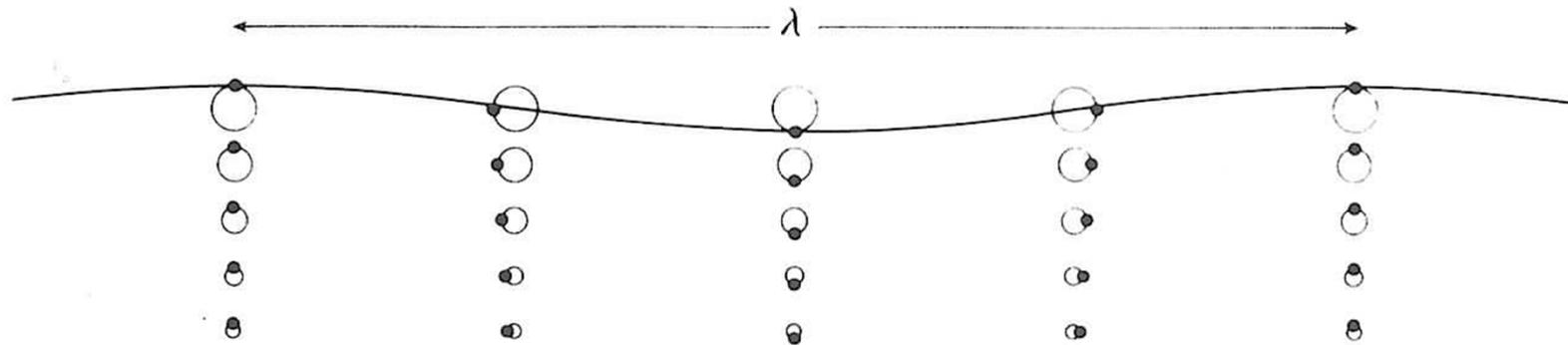
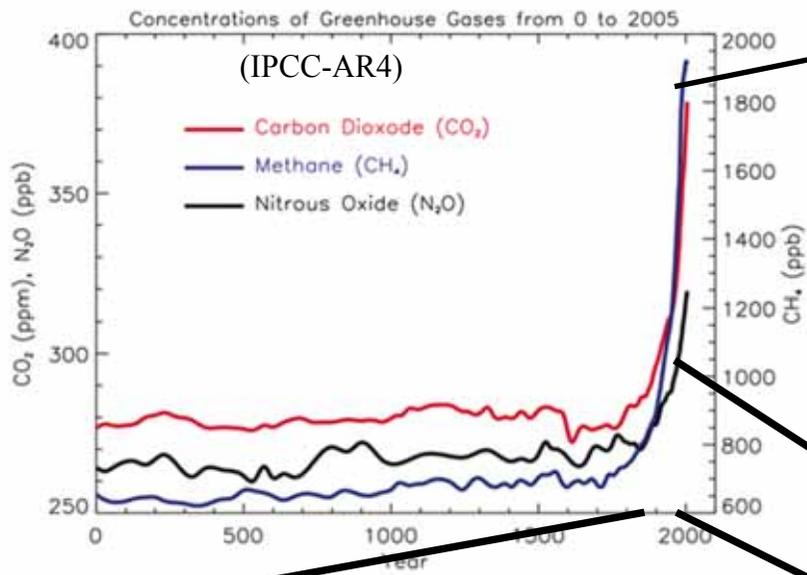


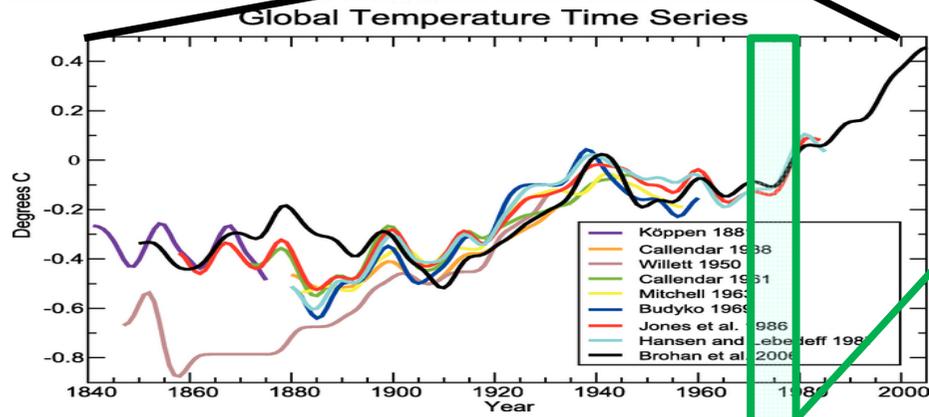
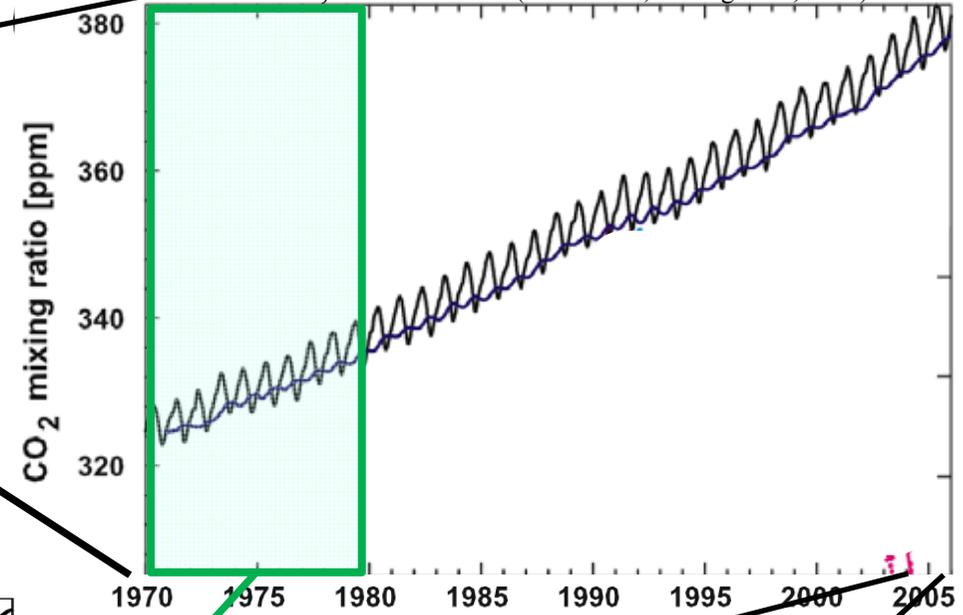
Figure 50. Motion of fluid particles (on linear theory) in a sinusoidal wave of length  $\lambda$  travelling from left to right on deep water. The maximum surface elevation is  $0.02\lambda$ , and particles on the surface describe circles of this radius. The particles shown at mean depths  $0.05\lambda$ ,  $0.1\lambda$ ,  $0.15\lambda$  and  $0.20\lambda$  describe circles of radius  $0.0146\lambda$ ,  $0.0106\lambda$ ,  $0.0078\lambda$  and  $0.0057\lambda$  respectively. In each case the particle's instantaneous position on its circular path is shown. (Lighthill, 1978)



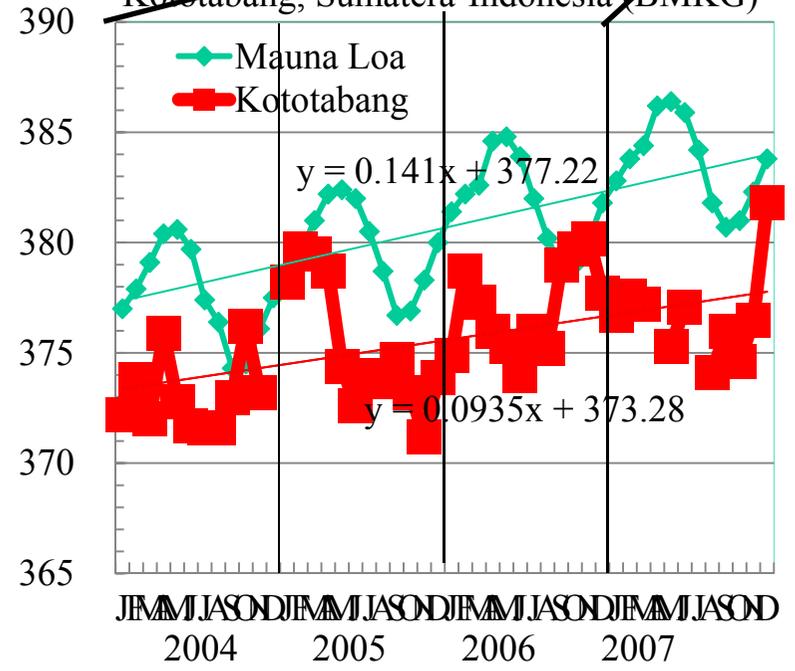
Acehnese dance (<http://www.tufs.ac.jp/ts/personal/aoyama/courses/studyabroad2005.html>)



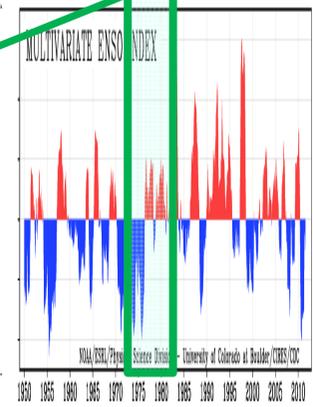
Mauna Loa, Hawaii-US (IPCC-AR4; Keeling et al., 2005)



Mauna Loa, Hawaii-US (NOAA)  
Kototabang, Sumatera-Indonesia (BMKG)



**El Nino**  
**La Nina**  
(NOAA)

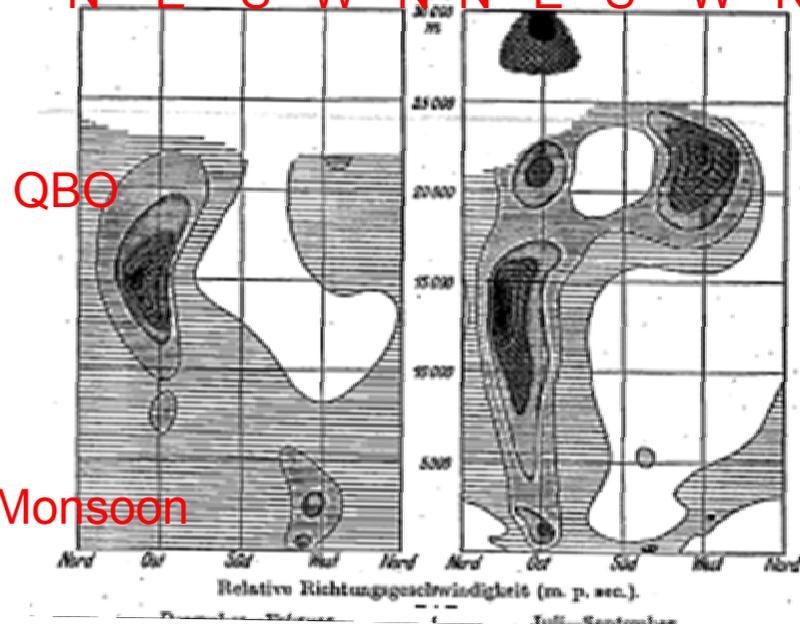
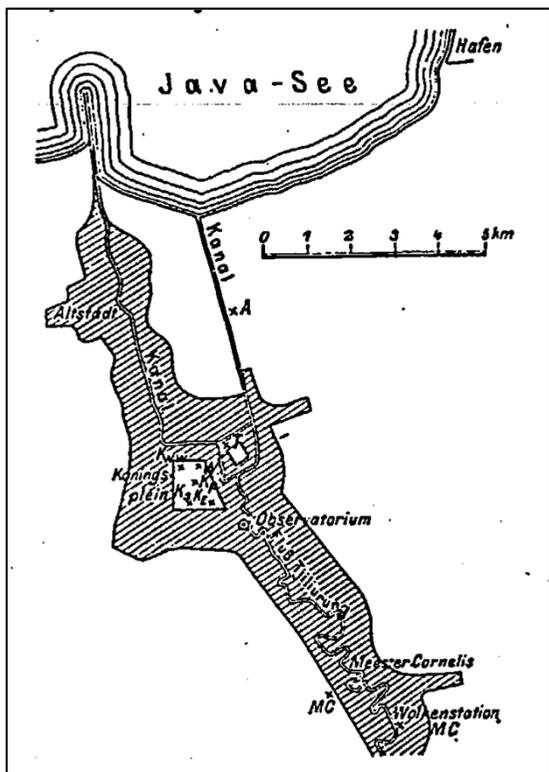
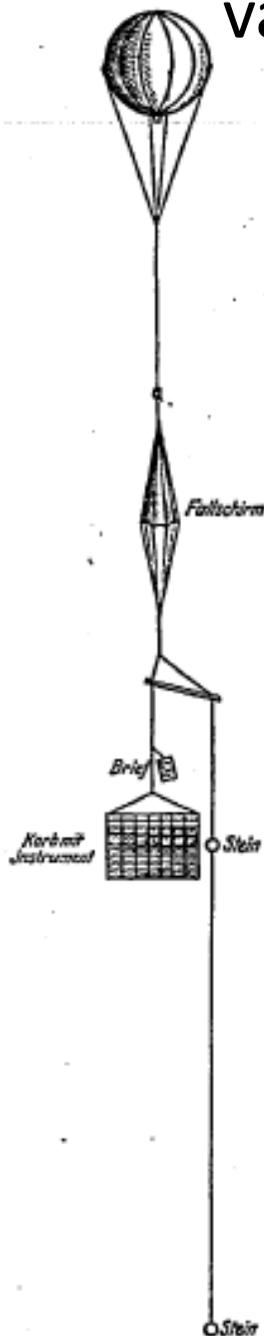


1970s

# van Bemmelen (1913, 1922)

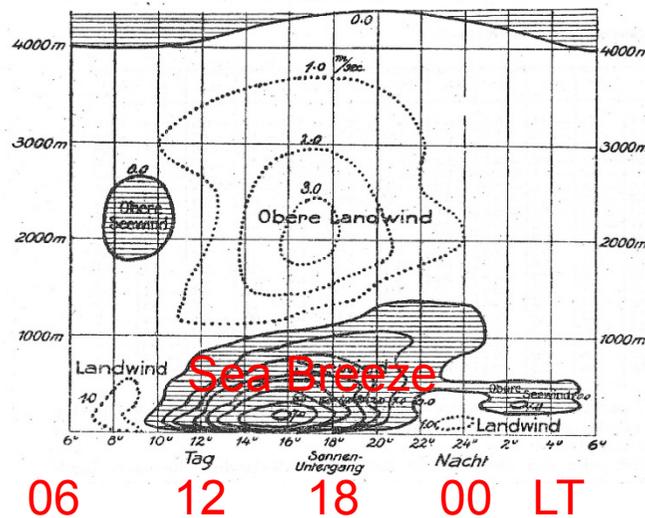
Rainy (Dec-Feb) Dry (Jul-Sep)

Dezember—Februar. Juli—September.  
N E S W N N E S W N



06-24 LT hourly for May-Nov;  
08, 14, 19 LT for Dec-Apr  
during 1905-15

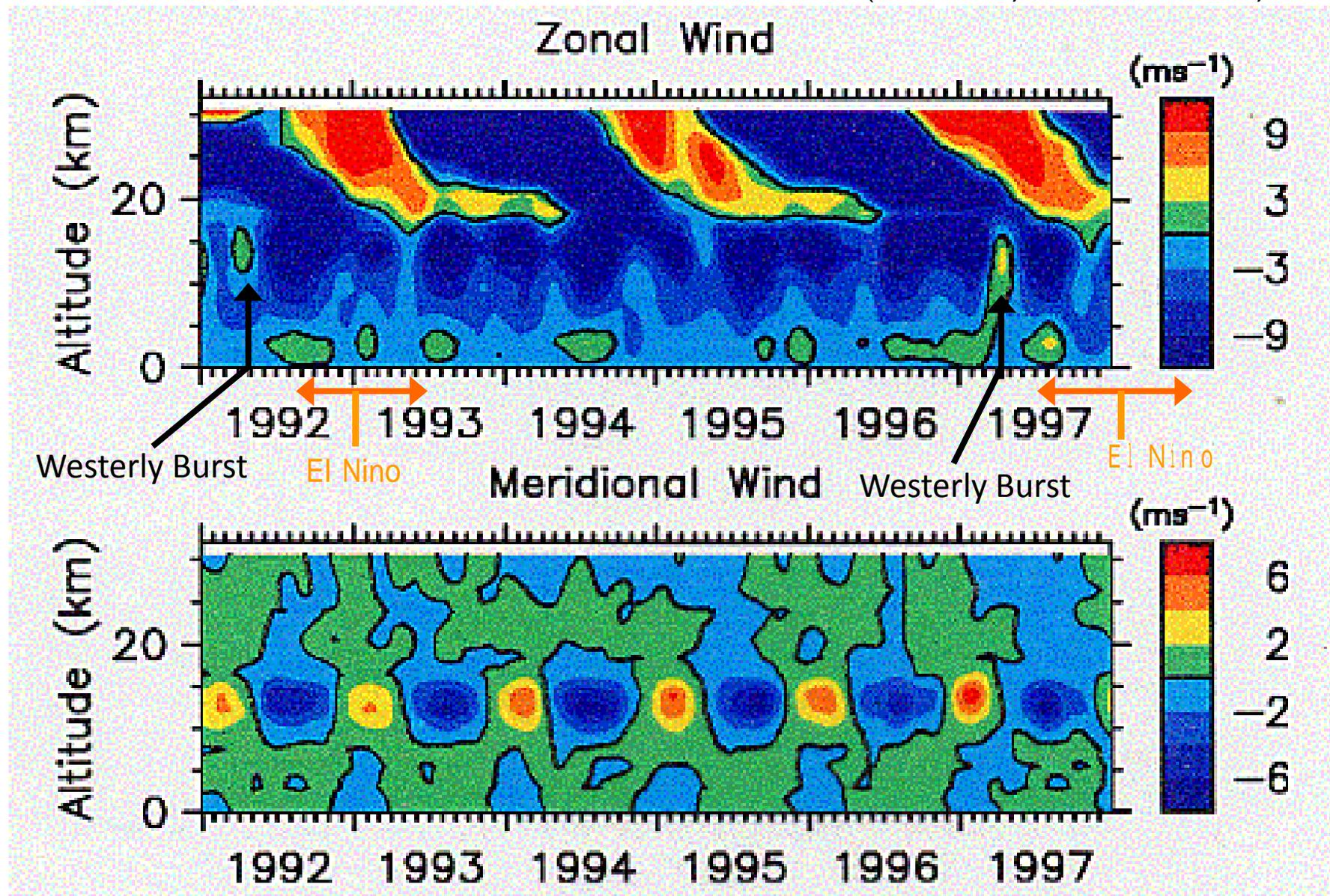
Geschwindigkeits-Isoplethen für  
Land- und Seewind  
in Batavia

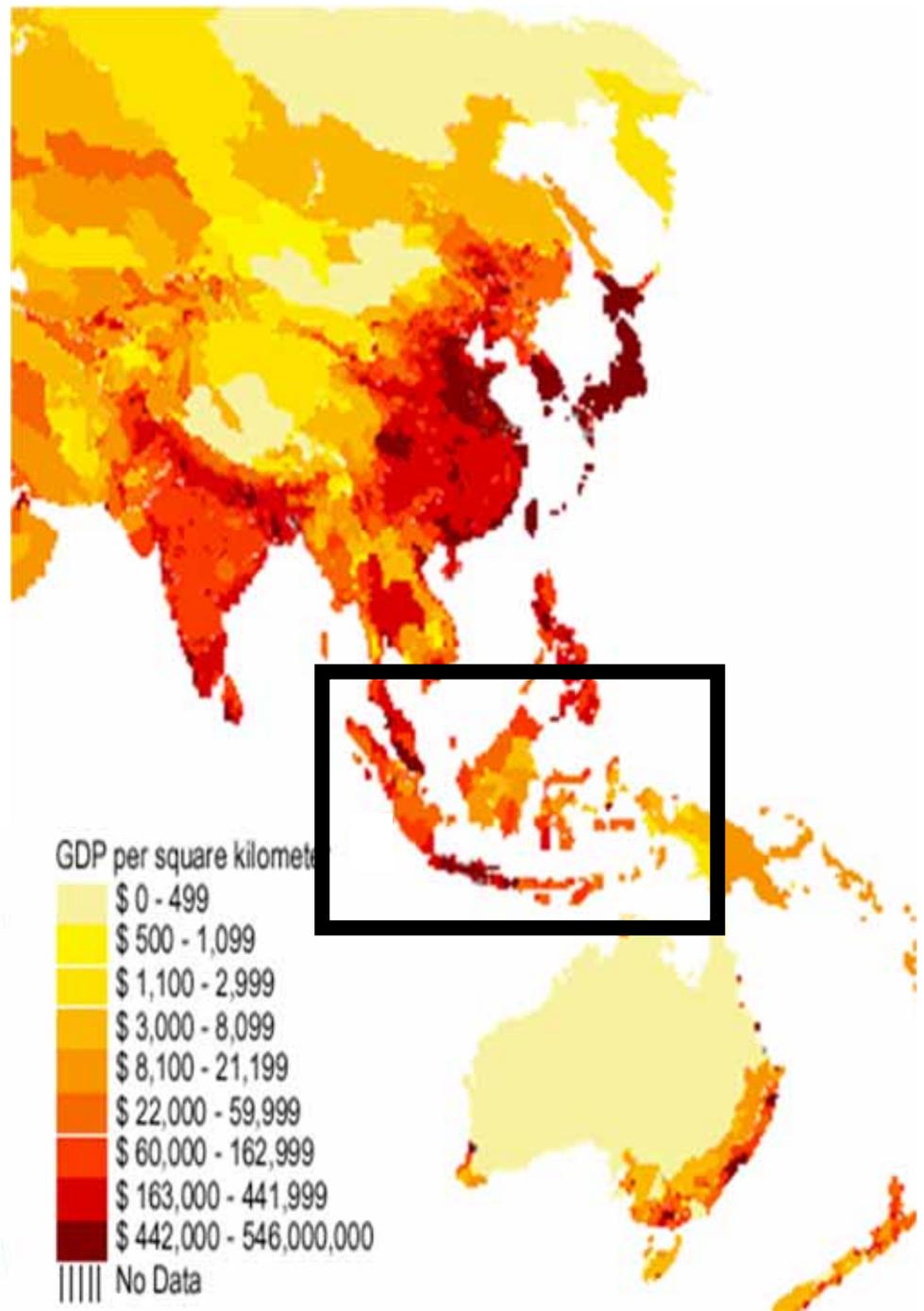
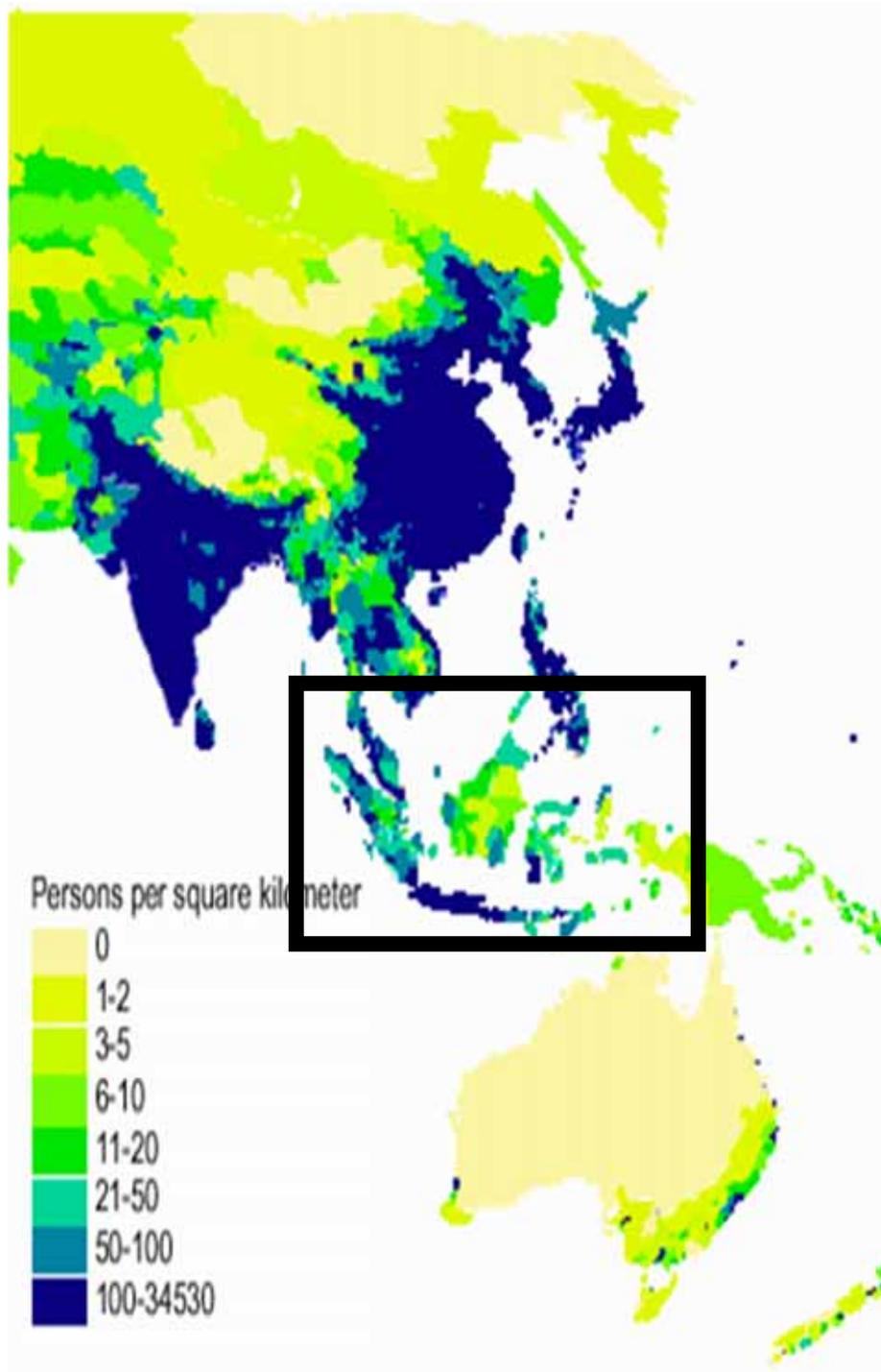


06 12 18 00 LT

# Interannual Variations of Wind over Indonesia

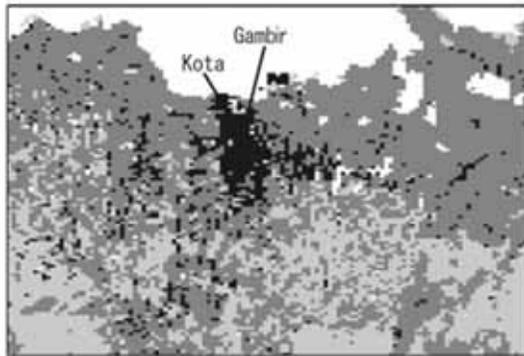
(Okamoto, Yamanaka et al., 2003b)





(Gallup and Sachs, 1999)

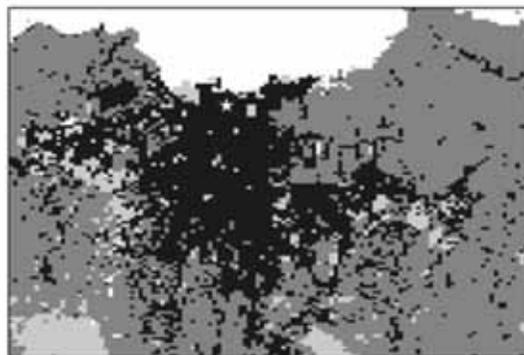
# Urbanization of Batavia/Jakarta



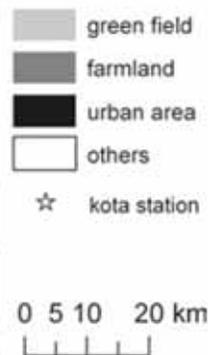
1930s



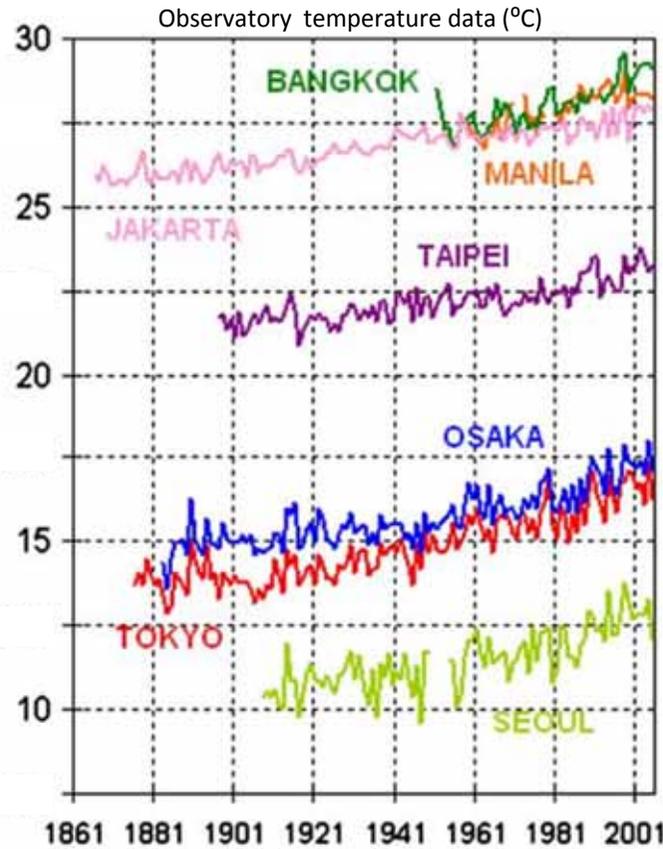
1960s



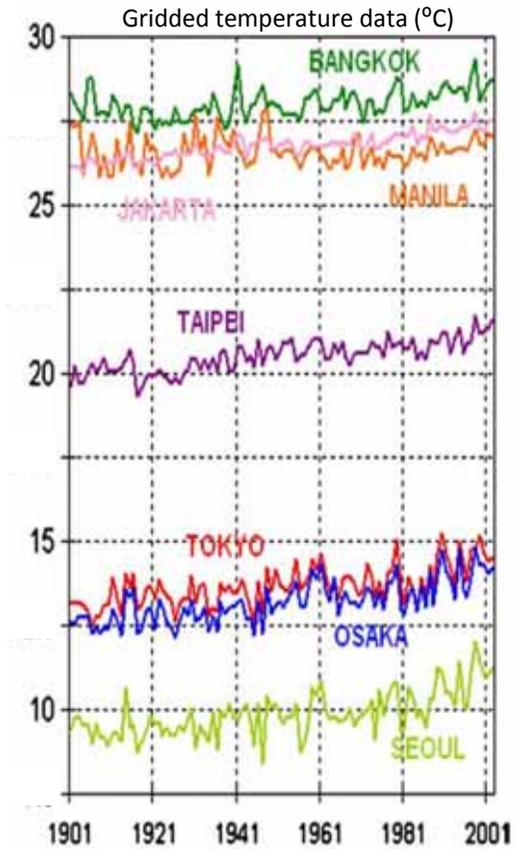
2000s



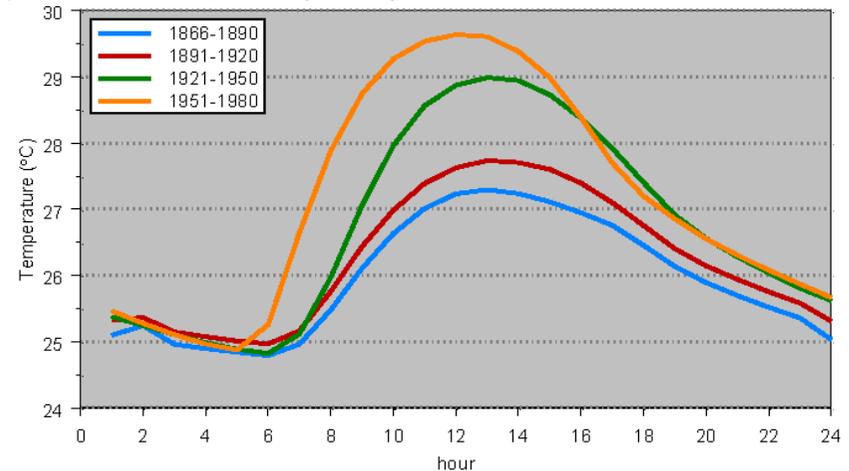
(Yamashita, 2011)



(Kataoka et al., 2009)



**Batavia/Jakarta diurnal cycle changes (1866-1980)**  
(Brandsma, 2012, @KNMI; probably standard-time was 1 h ahead before 1951)



# 1983年6月11日インドネシア皆既日食の大気球観測 (天文台+宇宙研;計画は1981年開始)

RESEARCH ON THE SUN, EARTH, AND MOON AT  
THE TOTAL SOLAR ECLIPSE IN INDONESIA  
ON 11 JUNE 1983

「昭和58年6月11日インドネシア  
皆既日食による太陽・地球・月の研究」

昭和58年3月

昭和58-59年度 科学研究費補助金  
海外学術調査 研究成果報告書

(59043018)

研究代表者 日江井 栄二郎

小研究会

インドネシア日食気球観測と惑星間塵  
——太陽ダストリングの観測をめぐって——



昭和58年11月24日

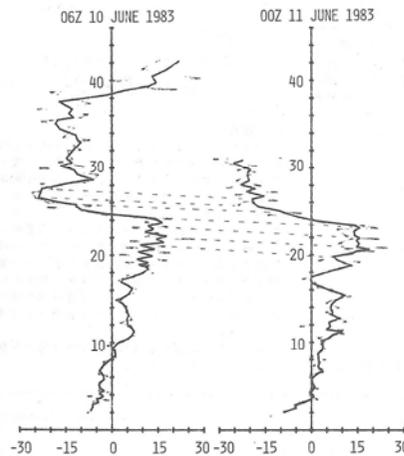
於 宇宙科学研究所

108

## QBO東西風交替期の赤道成層圏風系の鉛直微細構造

山中大\*・秋山弘光・狛 豊・岡部達司・西村 純(宇宙研)  
J. Soegijo・T.S. Tatang (LAPAN, Indonesia)

1983年6月11日のインドネシア皆既日食の際に太陽コロナの大気球観測が行われ、これに先立ち気球観測のための成層圏風系の観測が宇宙研とLAPAN(インドネシア航空宇宙局)によって気球・大気球・気球ロケットを用いて行われた。これらの観測結果を紹介する。  
下図に示したものは日食前日および当日の東西風鉛直プロファイルである。赤道成層圏における風系の鉛直微細構造の解析としては以前に Cadet & Teitelbaum (1979, JAS, 35, 872) により GATE の資料についてなされているが、それは1974年7月の東風フェイズのものである。今回の場合、中部成層圏25km高度付近はちょうどQBOの西風から東風への交替期に当たっており、中層大気大規模に及ぼす波動の影響を考えると非常に貴重な資料であると言える。下図にはCadetらの示したような低層の下方位相が認められ鉛直位相速度は約400m/dayとなるが、これはこの期間の東西風速0の高度の降下速度とよく一致している。また特に東西風速0の高度直下5km程度の層内に細かくかつ激しい変動が著しい。QBO西風傾成の卓越上位波は混合Rossby波のほずであるが、水平方向の資料が足りないためそれと同等でその波の検出は理論的に導出される波の構造もまたやる必要がある。会場では東西風速0の高度周辺の微細構造について重点的に報告する。



【脚註】赤道成層圏の最近の資料の入手については気象庁高層課の方々の御厚意を仰ぐ。また気象研丸山健人博士にはQBOに関する未発表の解析結果を述べ、気象庁予報課高層課松本氏にはルーティンデータ閲覧の便宜をはかり頂いた。

←図。インドネシア東部ジャワのPakoksek (112°40'E, 7°30'S) における東西風鉛直プロファイル。縦軸は高度(km)、横軸は東西風速(m/s)。太線は3分移動平均値、細線は1分毎の値をプロットしたものである。風速の極値を比較して破線と示すのである。風速値の精度および鉛直分解能は±1m/s, 200m程度。

\*名古屋理学院理学部の専攻による宇宙研受託学生。  
\*\*隊長田嶋浩義(東京天文台助教授)以下東京天文台・京大理学部・宇宙研・LAPANの研究者・技術者が参加。

(山中他, 1983年10月; 日本気象学会)

# インドネシア周辺の将来の赤道大気総合観測計画

STE 研究会報告

昭和 63 年 9 月 22 日  
於 学士会館 分館

昭和 63 年度科学研究費補助金 (総合研究 A)

## 目次

I <u>大気-海洋相互作用</u>	
1. 大気-海洋結合系の力学 .....	1
	升本 順夫・山形 俊男
2. インドモンスーンと熱帯太平洋における大気-海洋結合系 .....	5
	安成 哲三
3. 熱帯の対流活動 .....	12
	新田 勲
II 対流圏-中層大気相互作用	
4. 熱帯積雲対流と成層圏対流圏交換について .....	15
	木田 秀次
5. 水収支と化学過程 .....	19
	岩坂 泰信
6. 赤道における波動-平均流相互作用 .....	22
	宮原 三郎
III 大気圏-電離圏相互作用	
7. 大気圏-電離圏相互作用 構造と運動 .....	23
	松浦 延男
IV 既存観測プロジェクト	
8. <u>TOGA 計画</u> .....	27
	住 明正
9. <u>TRMM(熱帯降雨観測衛星)</u> .....	29
	中村 健治
10. IGAC .....	31
	小川 利紘
11. STEP における大気観測計画 .....	34
	福西 浩
12. 赤道域地磁気観測から赤道レーダーへの期待 .....	37
	北村 泰一
V <u>赤道大気国際観測所 (NIEO)</u>	
13. 赤道レーダーシステム .....	46
	深尾 昌一郎・津田 敏隆・佐藤 亨 加藤 進
14. NIEO への展望 .....	50
	山中 大学

## インドネシア地域における赤道レーダー設立計画

平成元年12月

赤道レーダー懇談会

代表：京都大学超高層電波研究センター

加藤進

日本学術会議地球電磁気学研究連絡委員会

S T P 小委員会

## A Post-STEP Program of SCOSTEP: Equatorial Processes Including Coupling (EPIC)

### A 4. International Center for Equatorial Atmosphere Research (ICEAR)

The next stage to help formalize these collaborations is to form ICEAR, the strategy and goals of which are as follows:

#### 1. Efficient management of observational activities and data archives

The ICEAR body will consist of a few interdisciplinary research divisions which concern the fields covered by EPIC. The headquarters will be located in Indonesia, while the research center, education facilities, and observatories (radars, lidars and satellite receiving stations) are constructed in the Indonesian maritime continent. All facilities of ICEAR will be open internationally, although they would be financially supported by small number of specific countries.

The ICEAR will operate all observational facilities, and archive a comprehensive database of various atmospheric parameters for international collaborative usage. Also ICEAR will closely cooperate with other projects which concern hydrological, biospherical, and solid-earth research.

#### 2. Development and integration of ground-based profiling techniques

Basic atmospheric parameters such as wind, temperature and humidity have been observed to some extent in the last decade in the maritime continental region. These have provided the basis for the understanding of various dynamical processes such as turbulence, convection, waves and general circulation. However, their temporal and spatial variabilities have yet to be understood clearly, which makes it quite difficult for us to quantitatively estimate transport processes of various atmospheric constituents.

ICEAR will seek to build on the already existing network of ground-based instruments. It will act to promote the development of new and/or improved radio, acoustic, and optical ground-based techniques with higher accuracy in order to investigate detailed features of atmospheric changes with many parameters, in broader ranges and wider frequency bands simultaneously.

#### 3. Construction of a prototype of new-generation atmospheric sciences

Cooperative relationships at the ICEAR will be made on an equal partnership with Southeast Asian countries to advance science, education, and the application of new technology to atmospheric research. The other regional centers will play similar roles in their particular region, and they and the ICEAR exchange the scientists, engineers and officers with each other. They will lead to the establishment of a prototype of new international cooperation, without which, it would be impossible to construct a global network of stations and researchers for truly worldwide studies in the next century.

# 「国際化時代の科学」シンポジウム

1992年6月25・26日

日本学術会議講堂

## プログラム

6月25日(木)

### セッションA 国際共同研究計画の現状

座長：池内 了 (天文学研究連絡委員会委員、国立天文台教授)

- 天文学  
安藤 裕康 (国立天文台教授)
- 地球物理・環境科学  
山中 大学 (京都大学超高層電波研究所講師)
- 高エネルギー物理学  
小柴 昌俊 (東海大学理学部教授)
- 宇宙科学  
西田 篤弘 (宇宙空間科学研究連絡委員会委員、宇宙科学研究所教授)
- 核融合  
関口 忠 (日本学術会議第4部会委員、核融合研究連絡委員会委員長)

### セッションB 国際共同研究における諸課題

座長：奥田 治之 (天文学研究連絡委員会委員、  
宇宙空間科学研究連絡委員会委員、宇宙科学研究所教授)

- 国際共同研究計画が抱える問題点  
小平 桂一 (天文学研究連絡委員会委員、国立天文台教授)
- 諸外国における科学推進体制と国際共同研究  
釜江 常好 (東京大学理学部教授)
- 我が国における制度的課題  
光田 明正 (桜美林大学教授、前国際交流基金理事)

海 部

ひとつお聞きしたいことがあります。大変おもしろい話でしたが、これは天文の場合もそうなのですが、先進国は必要とあらば海外に出かけて行って、そこがたとえ未開発であろうが途上国であろうがそこに基地を作ってしまう。天文でいうと南米のチリの山の中であるとか、そういう所に大天文台を作ってしまうわけですね。これはいわば植民地的な経営のノウハウの蓄積の結果、そういうことができるわけですが、たとえば地球環境に関する今のお話にも、似たようなことが今までにたくさんあったと思うんです。

たとえば、南米であればアメリカでありますとか、アフリカでのヨーロッパ、似たようなことをやってきたのではないかと想像します。

今のお話で、日本がそれと違うやり方でやりたいと、理想をいろいろおっしゃった。私も大変共感するところがありますが、日本として今回計画していられるそのプランが、それとは違ったやり方をどうやっていくのかを、お聞きしたいのです。どのようにして実行されるのかというあたりを、ちょっと伺えたら良いなと思ったんですが。

山 中

お答えすることになるかどうか分かりませんが、ひとつは一番簡単な方法としては我々は他の所と共通な部分はやはりそのシステムを生かしてやっていこうと思えます。例えば南極観測と共通な部分というものが例えば制度上とか、やり方として使えるのであれば、それはそれなりに使いたい。別のことをあえてやろうというわけではなくて、例えば国内に拠点があって2年任期とか3年任期で出かけて行くという制度は南極の観測と同じですし、そのほか大型施設を作るという意味では天文台と共通する面はたくさんあると思います。

それからいままでの歴史で例えば全ての科学、途上国にたくさんいろいろなものを作ってきたよというのがありますが、私の知っている範囲内で、その使い方というのが例えば南米なら南米の現地の国に完全に受け渡せてすね、そのまま引き続いて南米の施設、その国の施設として完全にやって行っている所がどのくらいあるか。それはないですね。でそれがなぜ地球科学の場合必要かと言いますと、少ない人数で限られた観測をやって解ることというのはもうすでに解っている。極端に言えば衛星はどんどん飛んでいますし、いままでのレベルで解るような話は全部解っている。これから必要なのはもっと細かい観測、もっと継続的な観測、そういうものをやらないと、解らないところまで来ているんですね。そのためにはいままでのレベルの入り込み方では駄目で、もっと現地の人に、何て言いますか自分達でこれやらなきゃいかんのだということを解ってもらってやるというところへ何とか持って行かなきゃいけない。それがいままでのやり方と違うところじゃないかというわけです。

測するのと(複雑さにおいて)同じ困難さがつきまとう。そこでこのような数値モデルも観測と組み合わせて使うことが肝要であり、例えば観測しきれない場所・時刻・種類の物理量を埋める「4次元同化」や「リトリーバル」の手法なども提案されてきている。

### 観測の最前線としての インドネシア海洋大陸

地球大気全体をカバーする観測を目指して、各国の研究者が世界中で様々な努力を展開しているが、その最前線の一つは、太平洋を挟んで我が国の南方に位置し、かつ歴史的・経済的な面まで含むいろいろな意味で我が国と関係の深いインドネシアを中心とした赤道西太平洋域である<sup>9)</sup>。地球赤道全体の実に1/8を占めるインドネシア列島は、地質学的には実に新しく今から7000年ほど前に完成したと言われ、これによる適度な太平洋とインド洋との海水交換(インドネシア通過流)が海洋大循環に果たす役割は、現在WOCEその他の海洋観測・研究で最重点課題となっている。実際、現在のインドネシア列島は世界最高温の海水に囲まれ、これによりアフリカ・南米などという歴とした大陸に勝る世界最活発な雲対流を育てており、そのため「海洋大陸」と称される。この世界最大の雲対流は、周囲のアジア・オーストラリア両大陸と2大洋との間の複雑なモンスーン風系を直接導いているのみならず、ENSOなど(エルニーニョとは要するに雲対流のインドネシアから中央太平洋への東遷に他ならない)の気候変動を含め、地球規模大循環の第一義的な駆動源であると言って過言でない。この雲対流は成層圏への空気取り込み口(ために「成層圏の泉」と呼ばれる)であり、その意味でオゾンホールその他の上層大気変動にも直接に影響を及ぼしている。

したがってインドネシア海洋大陸こそ、まさに現在の地球環境を規定している最も重要な場所なのである。まだアジア大陸と繋がっていた頃からここで直立猿人が暮らし、これが分離して海洋循環が世界を一巡した頃に、各地古代文明は爆発的に発展した。有史以後もこの領域は「海のシルクロード」として、中国・日本など極東とインド以西の中東との両文明を結ぶ幹線の中継点となり、多くの気候・気象変動的な要素を含む伝承や風習を生んで、これらは数百年スケールの気候変動の存在をも示唆している。いわゆる科学的観測においても、この領域はインドより東の世界において最も早く行われたところである。オランダによるバタヴィア学術協会は1778年に創立され、19世紀後半において既に1000を越す気象観測点が設けられていた。大気中の潮汐波動に関する初期の研究は、現在首都ジャカルタの気象庁本庁であるバタヴィア気象台のデータに基づく。しかしながらその後の様々な歴史的事情により、インドネシア海洋大陸は、地球環境あるいは地球科学的にみて極めて重要であるにもかかわらず、それらに関する国際的観測・研究の舞台になかなか登場できなかったのである。

京大超高層電波研究センターのグループでは、地表近くから高度1000kmまで一挙に観測することが可能な超大型の「赤道レーダー」を中心設備とする、「国際赤道大気研究センター」(ICEAR)を設立し、海洋から超高層に至る様々な分野の研究者の協同研究体制を確立する構想を、約10年前から温めてきた。その前駆段階が、新プログラムの一環として津田敏隆教授を中心にジャワ島内で開始された気球(1990年～現在)・小型レーダー(1992年～現在)観測であり、実に様々な大気波動がこの観測から初めて見出されている。これは同じ新プログラムで住教授ら東大を中心としたグループが、海洋大陸東端のパプア

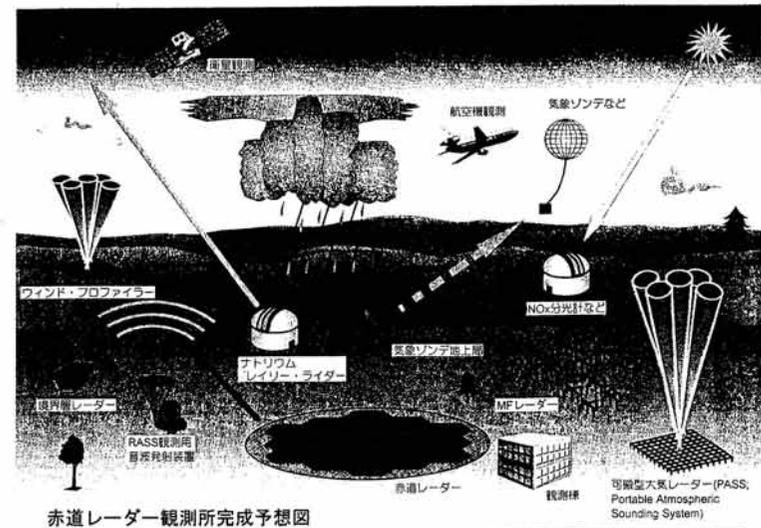


図2 インドネシアにおける赤道域大気圏総合観測の構想

ニューギニア近海で行ったWCRP-TOGAの大気海洋結合集中観測(1992～3年)とも連携していた。現在、津田教授らはさらにオーストラリアのグループと協同でカリマンタン島に高度100km付近を観測するレーダーを建設し、筆者らは可搬型レーダーを中心として種々の手段を同時に用いた総合観測の企画を進めている(図2参照)。並行して4000地点に及ぶ気象庁雨量観測などの既存資料のデータベース化や、大気化学・生態学など広範囲の分野との共同研究(例えばスマトラ・カリマンタン島内での広域森林燃焼の影響評価など)、タイでのGEWEX-GAME観測との連携なども開始しつつある。これらの試みは、21世紀に実施予定の気候変動研究計画(CLIVAR)などへ向けての重要な礎石の一つになると確信している。

重要なことは、以上のインドネシアでの観測活動は、レーダー設備等に要した予算は別

として、日本・インドネシア両国の研究者が完全に対等な立場で行っている、少なくとも行おうとしているということである。現在の観測作業は基本的に全てインドネシア側の研究者によって維持されており、またICEAR計画の提唱者である加藤進京名誉教授自身がバンドン工科大学客員教授となり、また京大等が多くの学生・院生・若手研究者を留学生・研究員として受け入れるなどのことを通じて、インドネシア人研究者自身によるデータ解析と研究成果発表を強く推進している。将来ICEARが実現した暁には、周囲の他のアジア諸国そして欧米からの研究者をも広く迎え、まさに国境なき大気の観測・研究に相応しい国際協同研究体制となるはずである。

### 大気水圏科学観測の将来

以上、筆者らとその周辺の活動を中心に、

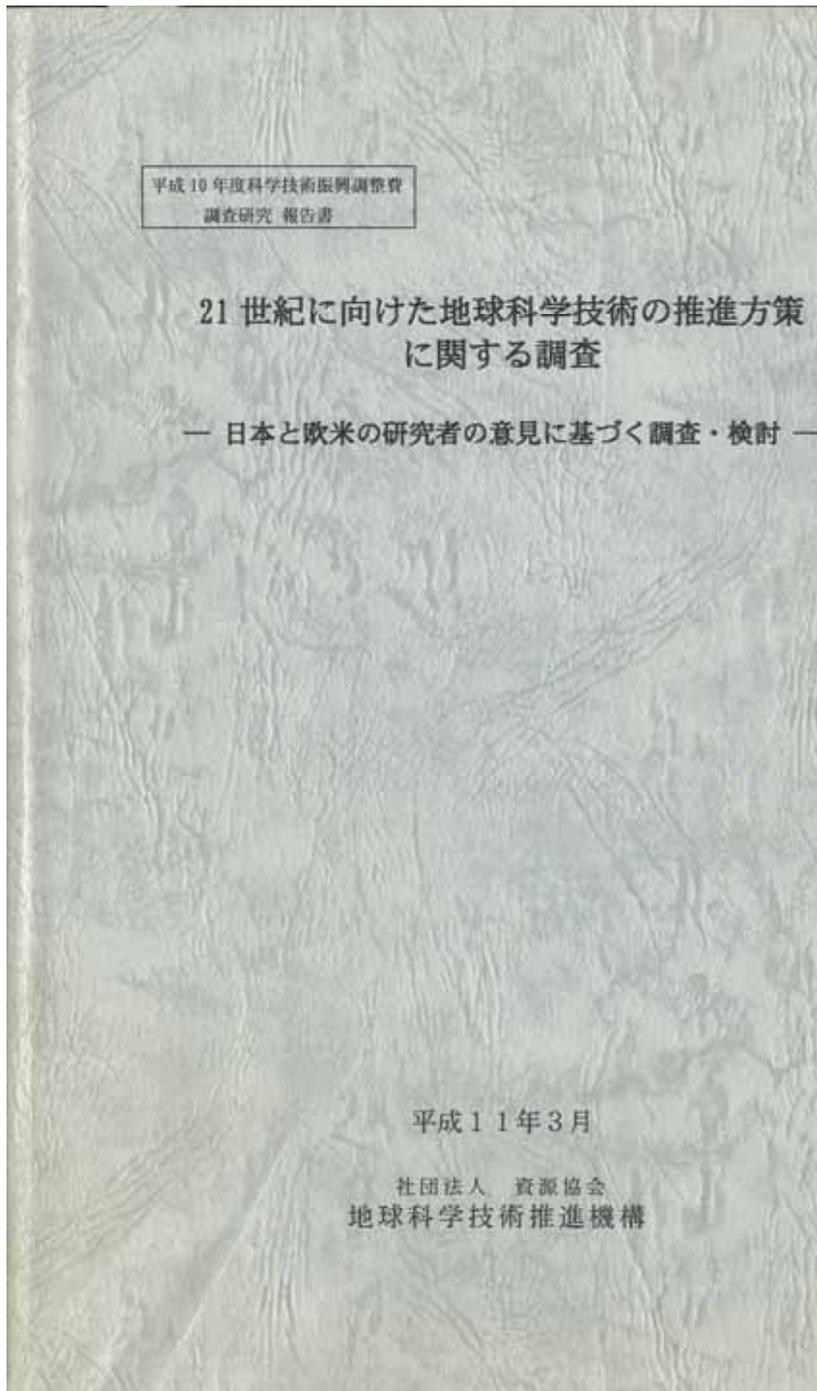


表1-1 地球変動研究インタビュー対象者

研究分野	主な専門分野	氏名	所属
1. 気圏の諸現象	大気力学	山中大学	神戸大学大学院自然科学研究科 地球環境科学専攻地圏情報大講座 大気水圏科学研究室 教授

### Q3 現行研究の目標及び実施体制

以上で強調してきた東南アジアにおける大気観測データの「空白」の補完を進めるため、特に重要なインドネシアなどにおいて、観測データ収集・最先端機器の投入を行っている。具体的には、正確な気候表（平年的な年周期季節変化に加え経年変化・季節内変化など）を、複雑な地理的变化に対応して多くの地点について行い、その中から、この地域が地球規模気候・環境変化を維持・変動させるメカニズムを見出してゆく努力をしている。

研究の推進においては、当該国内での人材育成に入念に配慮しつつ、双方の若手研究者の協力で、また気象庁など現業機関と大学など教育研究機関の双方の協力、さらに大気以外の海洋・生態・固体地球さらに分化・産業・経済の研究者などとも密接に情報交換しながら進めている。先端的大気観測手法を最大限に応用することや、新しい観測点の建設も、それらの中で進めている。このような進め方は、近視眼的に見ると労力に見合う成果は上がりやすいとは言えないが、長い目で見ると実は最も有効であると信じている。地球環境監視・研究のためには、結局全世界の全ての国に、それを担い得る設備とそれを運用し利用し得る人材がいることが必須であるからである。次世代の大気科学、特に基礎的部分の研究を担う人材の発掘・育成を、やはり東南アジアを含めて進めている。

### Q4 将来目標としての重点研究課題

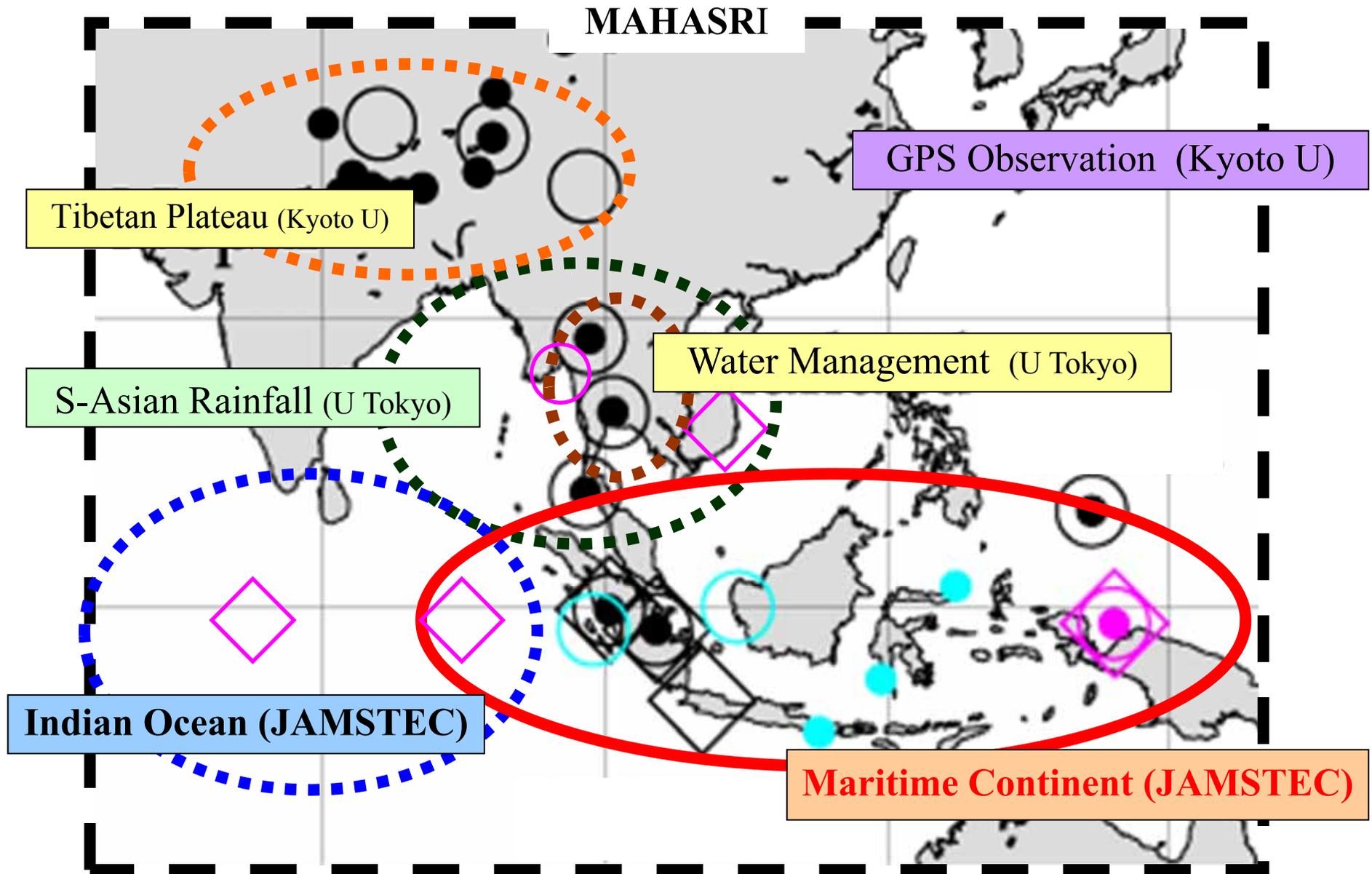
#### ① 2010までに目標を達成すべき中期的な重要課題

アジア域における地球観測体制の拡充が最も緊急かつ重要である。ここで念頭に置いている観測設備は、個々は必ずしも先端的でなく日本側でみて高価なものでもない。しかし、多数の地点で連続して観測を行い、データを集積・管理してゆくためには、結構高額の予算を連続して拠出してゆく必要があり、これらは大学などで通常想定・要請されている規模・質のものとは明らかに異なるため、特別の国家的支援が絶対に必須である。

#### ② 21世紀当初から研究を行うべき課題のうち、目標達成が2010年以降におよぶ長期的な重要課題

惑星気候システムの研究を体系化・確立すべきである。地球の理解を根本的に達成するためには、他惑星の理解を並行して進める必要がある。海洋や生物圏は地球独自のものであるが、それらもより普遍的な大気圏（惑星を構成する流動圏）の一部として位置づけるべきである。一方、米ソ超大国によるショー的とも言える単発的探査の時代は終わり、他惑星においても地球と同様な多点連続観測が必要になってきており、そのために

# JEPPs (2005-10) and MAHASRI/GEWEX/WCRP



**科学技術外交の強化に向けて**

平成 19 年 4 月 24 日

相澤	益男
薬師寺	泰蔵
本庶	佑
奥村	直樹
庄山	悦彦
原山	優子
郷	通子
金澤	一郎

総合科学技術会議では、科学技術国際協力の強化が重要な政策課題であること、さらには、イノベーションに向けた科学技術政策の課題としても環境問題などでの国際貢献が重要であることを指摘した。

今後は、科学技術を外交に生かす「科学技術外交」なる新たな視点に立ち、これを強化することにより、オープンな日本を実現しつつ、世界のイノベーションへの貢献を目指していくべきであると考えます。特に、我が国の科学技術力を最大限に活用し、持続可能な社会の実現に向けた世界の諸課題に積極的かつ継続的に取り組むことで、我が国のソフトパワーを高めるとともに、研究協力や技術協力を外交と連携させることが重要である。

このような考え方の下、今後、以下の方向で我が国の科学技術外交を強化すべきである。

**1. 科学技術国際協力の現状**

- (1) 科学技術は、国の存在基盤であると同時に、人類の抱えている持続可能な社会の実現に向けた鍵を握っている。しかし、これまで、我が国の科学技術活動は、イノベーション 25 中間とりまとめでも指摘されているように、

研究成果を世界のために発信し貢献していくという力が弱かったことも事実である。

このため、今後は、我が国の優れた科学技術力を人類が抱える世界的な課題の解決に率先して活用し、我が国が諸外国を主導してグローバルな国際社会の中で如何にその力を発揮していくかに重点を置くよう、これまでの発想を転換していくべきである。

- (2) また、研究者間の学術交流は、従来から盛んに行われてきているが、これらの努力が、必ずしも体系的に国の外交に生かされていなかった面もあった。勿論、研究者の共通の興味に基づく国境を越えた共同研究は大いに奨励されるべきであるが、環境・水・感染症などの問題は、戦略的な国際協力を進めるとの考え方にに基づき、研究協力等を推進することが必要である。

**2. 具体的に取り組むべき課題**

- (1) アフリカを中心とした途上国との科学技術協力の強化  
政府開発援助（ODA）を活用し、共同研究や人材育成に向けた協力のための地域拠点となる高等教育・研究機関の整備、研究施設・設備の供与などを通し、現地での相互ネットワーク作りに取り組む。これと連携して、先進的な共同研究や人材育成を現地で一体的に行うために、途上国での協力を実施する「海外科学技術協力隊（仮称）」を創設する。具体的なプロジェクトの例としては、人の生命・健康の維持、経済発展、生態系の保全に深く関与する環境、水問題、感染症などの課題について、アフリカを中心としたプロジェクトなどが考えられる。これらを推進するため、ODA 資金の活用について今後検討を行う。

- (2) 日本の優れた環境技術の世界への発信、実証  
中国やインドを始めとするアジアやアフリカ諸国に対して、先進的な地球観測衛星の衛星画像の提供、地球シミュレータによる世界各地の 100 年後の水や気候の

振興調整費「アジア科学技術協力の戦略的推進」

文科省・外務省連携  
「科学技術外交」

平成19年度

機動的国際交流

- ・対象国: アジア諸国
- ・JSPSにより、学術コミュニティ形成に必要なワークショップ・シンポジウム開催等支援
- ・約1.3億円/年充当

地域共通課題解決型国際共同研究

- ・対象国: アジア諸国
- ・環境・エネルギー、防災、感染症、先端技術の4分野
- ・年間約3千万円の共同研究支援ファンドを10件程度公募 (H18, 19で計21課題を採択) (約3億円/年)
- ・イコールパートナーシップが条件

平成20年度

機動的国際交流

- ・対象国: アジア諸国
- ・JSPS, 同規模で継続

科学技術研究員派遣制度

- ・ODA研究者派遣制度開発
- ・対象国: ODA対象AA諸国
- ・対象国と日本のニーズ合致
- ・外務省 (JICA): 対象国側共同研究経費 (3.8億円)
- ・文科省: マッチング支援経費 (0.5億円)

先端技術創出国際共同研究

- ・日本とAA諸国の研究機関等のパートナーシップ強化に有益な研究活動や研究支援
- ・対象国: 中、韓、シンガポール等、先端技術のあるAA諸国
- ・イコールパートナーシップ条件
- ・約4.5億円 (継続課題のみ)

地球規模課題対応国際科学技術協力事業 (JST)

- ・環境・エネルギー、防災、感染症等
- ・対象国: 東南ア、南西ア、アフリカ等ODA対象国
- ・途上国側と日本側の研究者のニーズが合致する研究テーマ (ODA申請・採択見込があり、日本科学技術向上に資する、具体的計画あるもの)
- ・外務省 (JICA): 対象国側共同研究経費 (10億円)
- ・文科省 (JST): 共同研究経費 (5.0億円)

②アジア・アフリカ科学技術協力の戦略的推進 (科学技術振興調整費)

○戦略的環境リーダー育成拠点形成

H21年度概算要求額 48,660百万円の内数  
(H20年度予算額 1,000百万円)



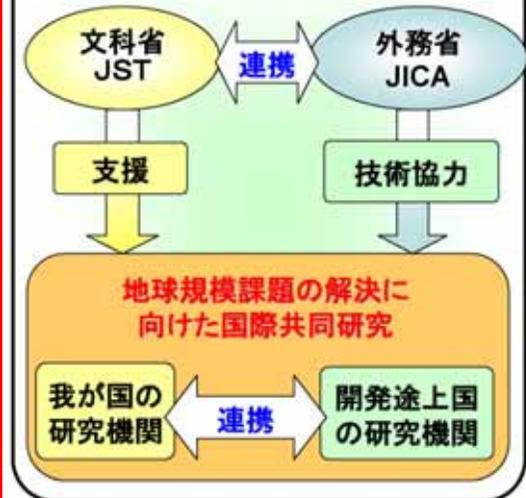
○国際共同研究の推進

H21年度概算要求額 48,660百万円の内数  
(H20年度予算額 300百万円)



①地球規模課題対応国際科学技術協力

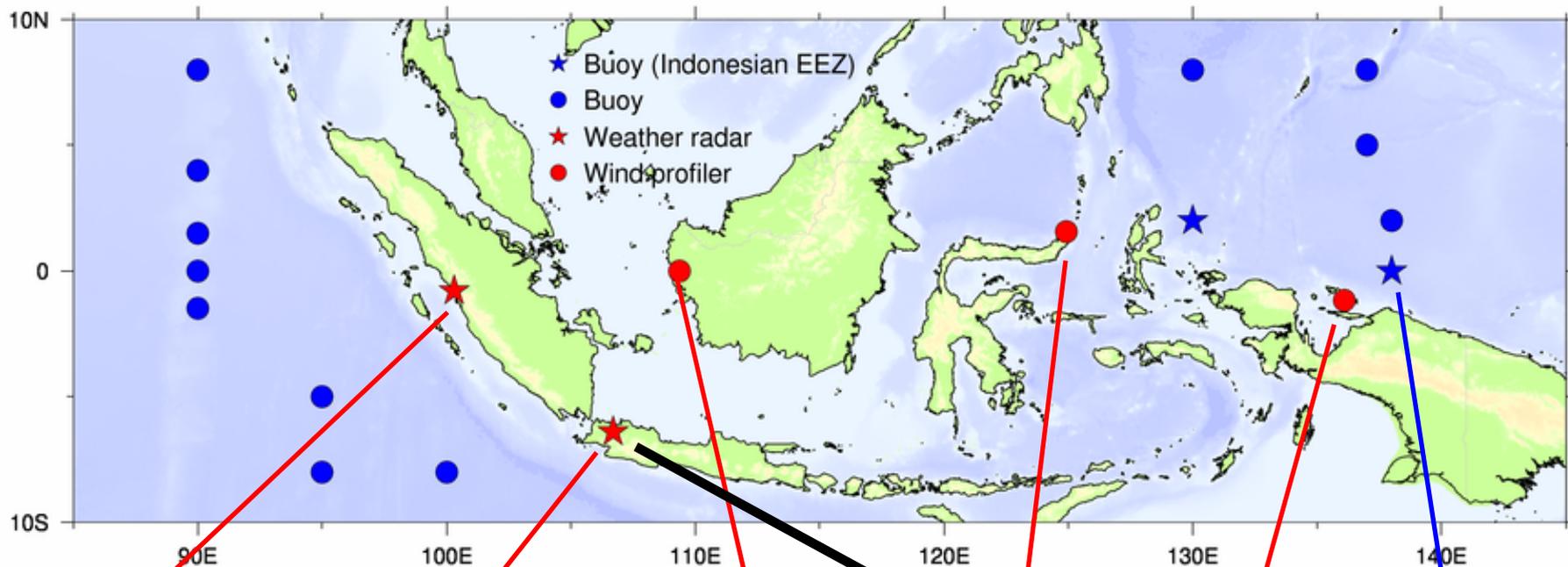
H21年度概算要求額 1,348百万円  
(H20年度予算額 500百万円)  
※運営費交付金中の推計額



20~22年度  
赤道大気研のアジア域  
地上観測ネットワーク構築  
(観測技術キャパビル)  
京大(津田)  
LAPAN他 + 印・タイ・越

19~21年度  
東南アジア気象災害遞減  
(領域数値予報モデル)  
京大(余田) + 気象研  
バンドン工大

# SATREPS-MCCOE Buoys/Radar Network



MIA XDR



Serpong CDR



Transportable MPR



Maritime Continent COE (MCCOE)



Pontianak/Manado/Biak WPRs



InaTRITON Buoy



**JAMSTEC**  
 JEPP radars-buoys  
 Observation technologies  
 Global/regional models

**Kyoto U**  
 Radar technology

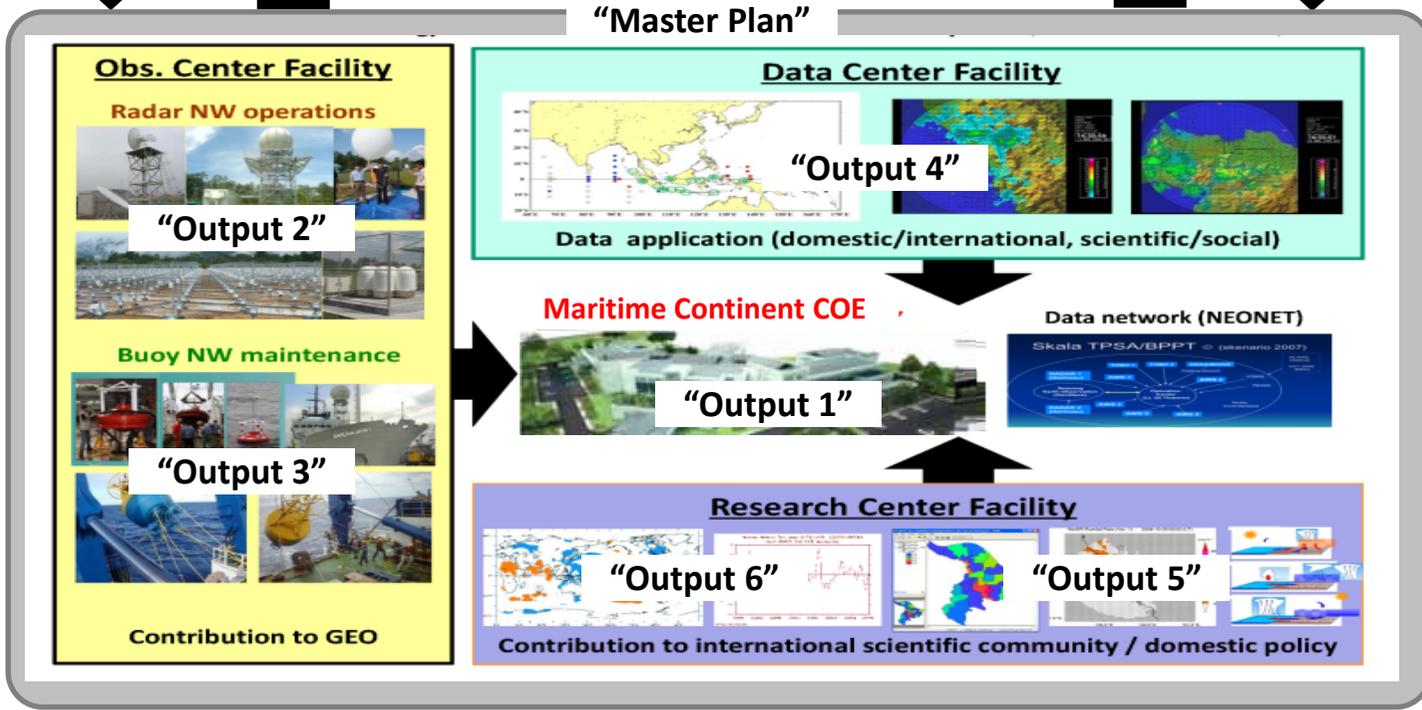
**Kobe U**  
 Atmosphere-hydrosphere education

**BPPT**  
 PUSPIPTEK laboratories  
 NeoNET, Social application  
 Environ. policy, GEOSS contribution

**BMKG**  
 Operational observations

**LAPAN**  
 Scientific observations

BRKP, other institutes/universities



# Output 1: MCCOEの制度的枠組み(組織、人員、予算)が構築される



JCC (2010.6, 2011.5, 2012.6)



本課題 担当組織・学会構築(2011.3)



ホームページ開設(2011.6)



入居建物起工(2012.2)

- (指標1) 気候変動に関する会議、セミナー等が、MCCOEにより少なくとも年1回開催される(参加者100名以上) → ほぼ達成  
(指標2) イ国側研究参加者が大気観測データ(5箇所の観測拠点)を3年以内に公開する → 既に達成  
(指標3) イ国側研究参加者が海洋観測データ(1箇所のブイ観測地点)を2.5年以内に公開する → 半分程度達成

## 【イ国側のMCCOE設立へ向けた動き】(全て2012年6月の現地視察およびJCCにおいて確認)

- 入居建物は、南西郊外PUSPIPTEK(研究開発地域)にイ国側予算で建設中、**2012年末竣工**予定
- 組織は、本課題担当3機関(BPPT, LAPAN, BMKG)協議を経て来年度JCC(2013年5月)に提出
- 設置は、BPPT地球環境科学技術センター(GEOSTECH)管轄下に本課題**終了時(2014年4月)**
- イ国科学技術基本計画に掲げられた「COEs」の一つとしてイ国側国費で運営(RISTEKが表明)
- イ国研究者全体の組織化については、学会と国際誌の創設を政府(LIPI)に申請中

## 【MCCOE構築へ向けての日本側貢献のポイント】

- イ国政府が海大陸の気候学的重要性を認識し世界の研究投資を呼込む政策に対し、日本側はイ国側が研究レベルやMCCOE運営(連携拠点化)で**国際的リーダーシップを取れるように指導**
- 自国内の観測、データ管理、研究統括に加え、**国際観測網の重要拠点として世界に発信**させる(日本側支援で2012年10月Jakartaで米(地球物理学連合会長)・中・印・韓代表を招き国際シンポ)

# Indonesian Policy on COE construction

<http://www.ristek.go.id/?module=File&frame=Pengumuman/20>



## MASTERPLAN ACCELERATION AND EXPANSION OF INDONESIA ECONOMIC DEVELOPMENT 2011-2025



REPUBLIC OF INDONESIA

## S & T Policy for 2010 - 2014



### Strengthening the National Innovation System:

1. Strengthening the R&D Institutional capacity and capability
2. Increasing the R&D HR capacity and Capability
3. Developing the R&D networking (institutional and researcher, national and international)
4. Increasing the R&D productivity
5. Increasing the utilization of R&D results

### Main Program:

1. Research grant
2. Center of Excellence fund
3. Scholarship
4. Intermediary institution support

## PROGRAM INSENTIF PENGEMBANGAN PUSAT UNGGULAN IPTEK TAHUN 2012

Produktivitas lembaga litbang nasional (publikasi, paten) maupun pendayagunaan hasil litbang (lisensi, *spin-off*) perlu terus ditingkatkan agar dapat berkontribusi bagi peningkatan kemandirian bangsa, daya saing ekonomi nasional dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan oleh Kementerian Riset dan Teknologi adalah dengan mengembangkan Pusat Unggulan Iptek (*center of excellence*). Pengembangan Pusat Unggulan Iptek juga merupakan salah satu inisiatif strategi dalam Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2025.

Pengembangan Pusat Unggulan Iptek diarahkan untuk memperkuat lembaga litbang yang ada di perguruan tinggi, lembaga litbang kementerian, lembaga litbang non kementerian, badan usaha, maupun lembaga penunjang secara individu maupun berkonsorsium, agar mampu menghasilkan inovasi teknologi berbasis *demand driven* dalam rangka meningkatkan daya saing pengguna (dunia usaha, industri, pemerintah dan masyarakat) di setiap koridor ekonomi MP3EI sesuai dengan kegiatan ekonomi utama MP3EI dan isu strategis dalam tujuh bidang fokus pembangunan iptek.

Tujuan pengembangan Pusat Unggulan Iptek adalah untuk meningkatkan kapasitas dan kapabilitas lembaga litbang menjadi lembaga litbang bertaraf internasional dalam bidang prioritas spesifik agar terjadi peningkatan relevansi, produktivitas dan pendayagunaan iptek dalam sektor produksi untuk menumbuhkan perekonomian nasional dan berdampak pada peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Lembaga Litbang yang berminat untuk dikembangkan menjadi Pusat Unggulan Iptek dapat mengajukan usulan yang terdiri dari proposal, isian borang lembaga, dan dokumen pendukung lainnya. Seleksi pada tahun 2012 akan dilakukan per koridor ekonomi MP3EI dan pemenangnya akan diberikan insentif Pusat Unggulan Iptek pada tahun 2013.

Adapun persyaratan dan ketentuan lainnya yang terkait dengan pengembangan Pusat Unggulan Iptek dapat di *download* pada *link* di bawah ini:

1. [Pedoman Insentif Pengembangan Pusat Unggulan Iptek](#)
2. [Borang Lembaga](#)

Informasi lebih lanjut mengenai program ini dapat menghubungi:

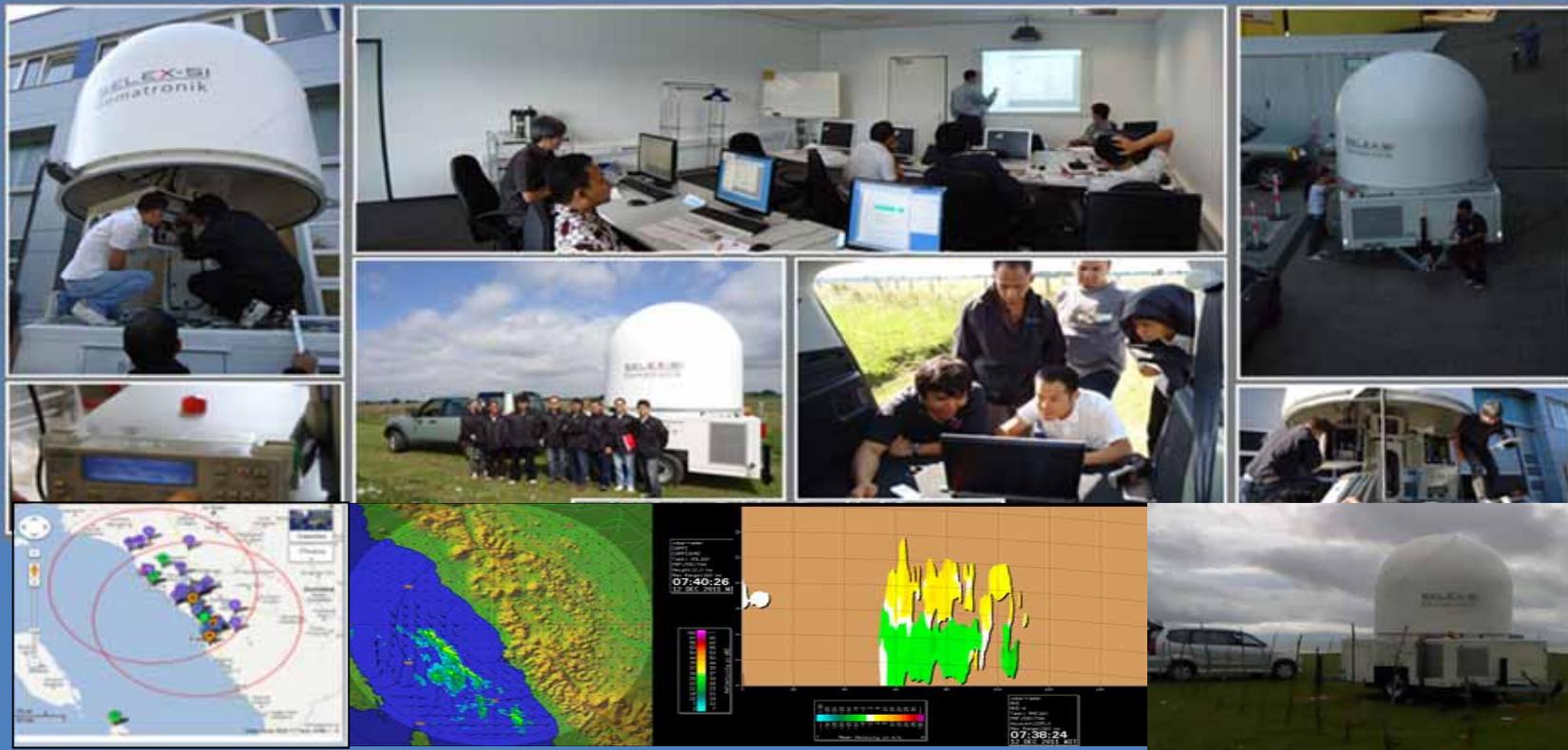
### Sekretariat Pengembangan Pusat Unggulan Iptek

Kementerian Riset dan Teknologi  
Deputi Bidang Kelembagaan Iptek  
Gedung II BPPT Lantai 8  
Jl. M.H. Thamrin 8 Jakarta 10340  
Telp. 021-3169288, Faks. 021-3102014

(Deputy RISTEK's presentation at Indonesia-Japan seminar on May 9, 2012)

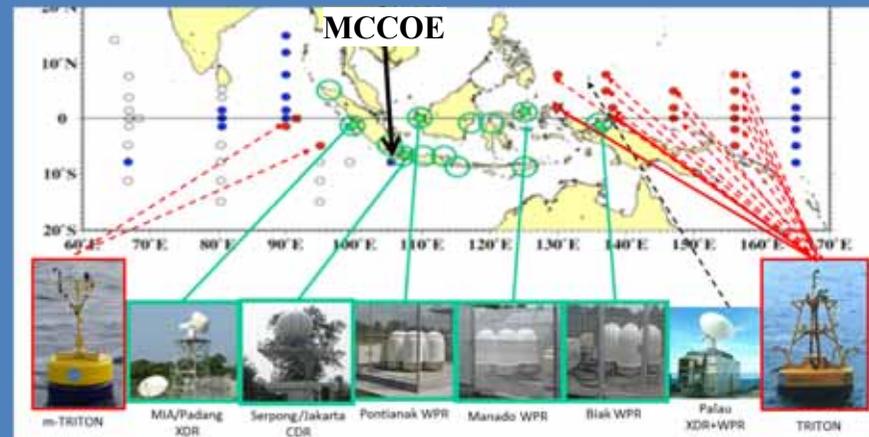
# Output 2

最適化された気象レーダープロファイラ網により、短期気候変動に伴う降雨変動の監視・予測を行うに耐えうる高精度化した観測技術がMCCOEに確立される



HARIMAU-XDR, CDR, WPRs 運用維持 (2010.4 ~ 2012.3)  
 MPR 工場・現場研修 (2011.8 独・2011.10ポゴール)  
 HARIMAU 2011 IOP (CINDY連携, 2011.12), レーダー譲渡(2012.4)

- (指標1) イ国側が少なくとも1基の気象レーダーを維持・管理する → 既に達成
- (指標2) イ国側研究参加者が最適化した気象レーダー網により高精度降雨観測を計画・実施する → 2/3程度達成



# HARIMAU radar Transfer from Japan to Indonesia (as of April 1, 2012)



23文科会第810号  
平成24年2月1日

財計第139号  
平成24年2月1日

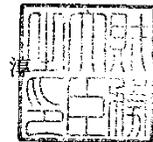
物品管理官  
文部科学省大臣官房会計課長 殿

文部科学大臣 殿

文部科学大臣  
平野博文



財務大臣 安住



インドネシア共和国政府に対する物品譲与に係る協議について（通知）

インドネシア共和国政府に対する気象観測用Xバンド・  
ドップラーレーダーシステム他3式の譲与について  
（回答）

標記のことについては、平成24年1月16日付け23文科会第810号を  
もって財務大臣に協議し、別添（写）のとおり同意を得たので通知します。  
については、必要な手続について処理いただきたい。

平成24年1月16日付23文科会第810号をもって協議の  
あった標記のことについては、異存がない。

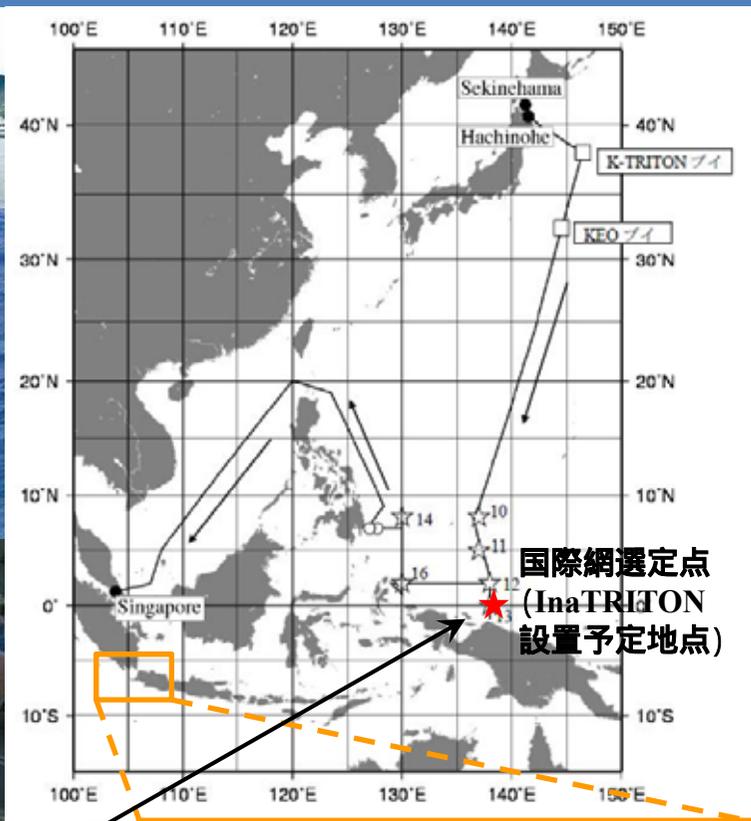
## MPR and InaTRITON Launching Ceremony

(12 Mar 2012)



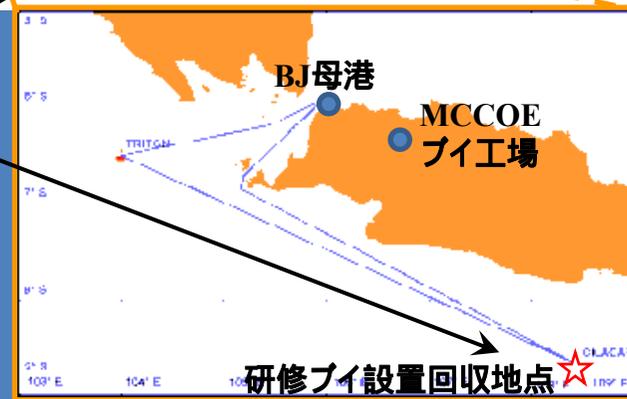
# Output 3

最適化された海洋観測網により、短期気候変動予測を可能とする観測技術がMCCOEに確立される



招聘研修 (2010. 9 ~ 10, 2011. 7; むつ・横須賀)  
 船上研修 (2011. 4 ~ 5 Baruna Jaya, 9 ~ 10みらい)  
 Ina-TRITONブイ1号基製作・設置 (2012. 3 ~ 9)

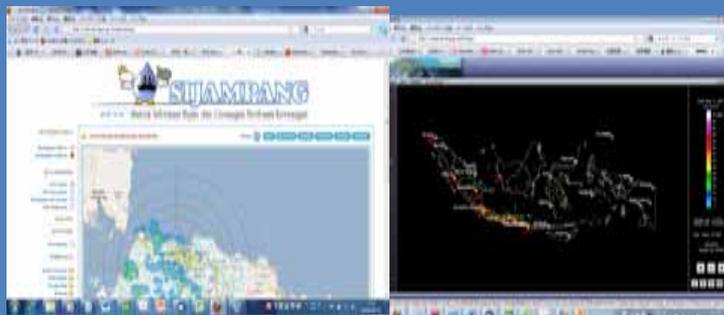
- (指標1) イ国側が少なくとも1つの海洋観測地域(ブイ2基)を維持する → 1/4程度達成
- (指標2) 定例研修航海が年1回実施される → 既に達成



# Output 4 MCCOEにおける協同研究・開発を通じOutput 2 の大気観測網及び3の海洋観測網のデータを品質管理・蓄積・解析し、インドネシア国内社会各方面に航海する技術がMCCOEに確立され



歴史的資料



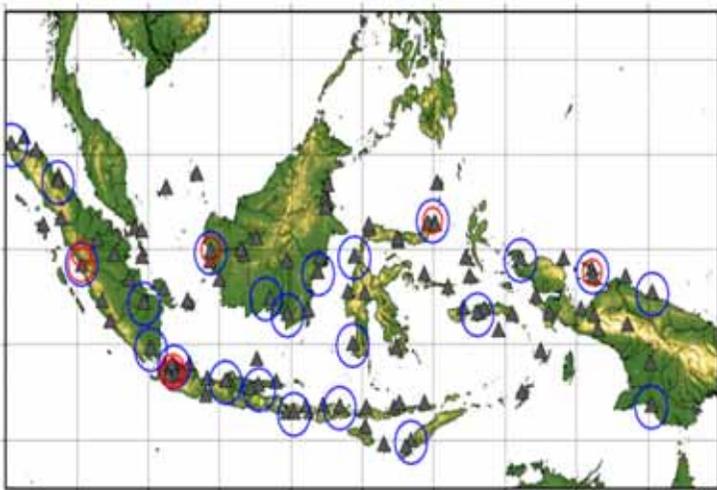
降雨実時間情報 (SIJAMPANG, 2010. 6 ~)



バイデータ品質管理 研修 (ジャカルタ、横須賀)  
実時間品質管理システム構築 (2012.3完成)

- (指標1) イ国気候変動データベース(少なくとも200箇所の観測拠点)が2年以内に構築される → 3/4程度達成
- (指標2) プロジェクト終了までにMCCOEに適切な数の人員を配置する → ほぼ達成
- (指標3) MCCOE運営に関する事務関連資料(組織図、職員配置、予算計画書等) → 半分程度達成

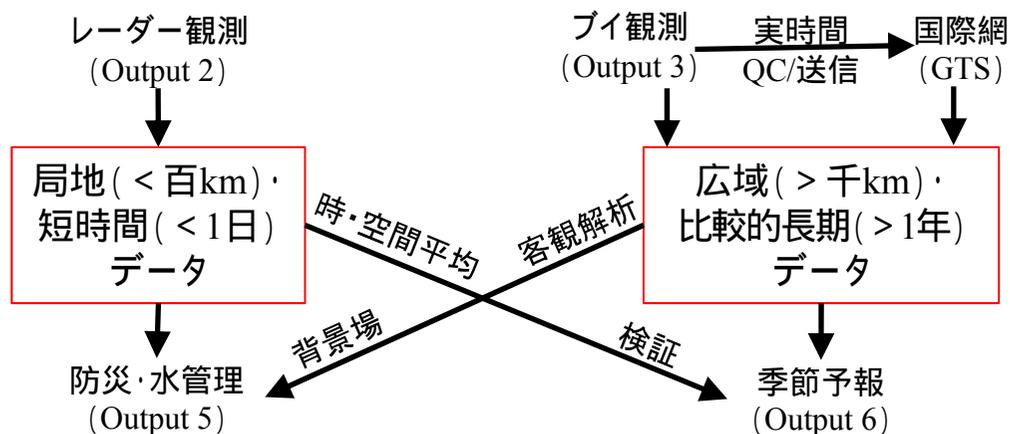
## 【歴史的気候データベース作成】



全土200点中185地点データ存在確認、  
107点収集済

## 【レーダーデータとバイデータの統合的利用】

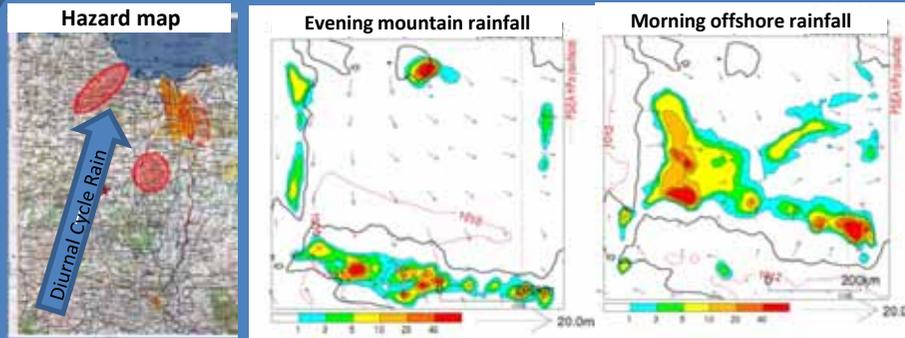
- **空間・時間スケールにおいて相互に補完**



- マスタープラン通りレーダーは初年度から、バイは今年度から  
**同じNEONETのサーバ上にデータ蓄積**

## Output 5

Output 4で集められるデータが社会応用可能な二次的気象・気候情報に返還されるとともに、社会的適用例が提示される

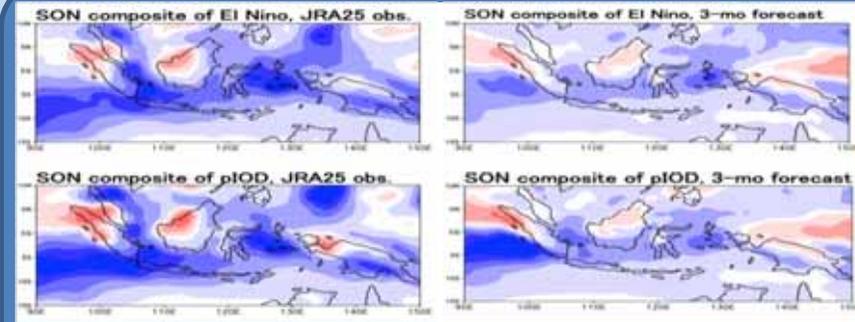


ジャカルタ洪水WS (2011.11)・降雨ブリーフィング (2012.1~2)

- (指標1) 論文15件(5件イ側筆頭)
- (指標2) QPF2地域(現在1地域)
- (指標3) 豪雨検出
- (指標4) 短期豪雨予報

## Output 6

MCCOEにおける共同研究・開発により、短期気候変動(季節内変動、エルニーニョ、ダイポールモードなど)の予測に関する成果が得られる



ジャカルタ・横須賀TV WS (2011.11)・Sintex-F 応用WS (2012.3)

- (指標1) 論文12件(5件イ側筆頭)
- (指標2) ENSO/IOD発生段階別ハザードマップ
- (指標3) 太平洋インド洋海水温異常検出

### 【本課題前半(観測構築に主眼)を終えた現時点における、予測・対策立案に関する準備状況】

- レーダー・ブイデータ(Output 4) → 局地対策(Output 5)と広域予測(Output 6)は相互補完的
- レーダー実時間情報・市民双方向通信(SIJANPANG) → 豪雨・洪水害の減災
- BPPTによる政府機関・マスコミ向けブリーフィング → 河川管理、交通対策、農業対策の改善

### 【本課題後半で本格的させる、観測網の予測・対策立案の具体的計画】

- 広域気候予測: 国際ブイ網データ + SINTEX-F → ENSO, IODの現況把握・予測  
データ解析から予測因子を検出 → 統計的予測モデルの構築  
**米作中心地域(大統領令で選定し政策化)**に関する雨季開始予測の具体的提示
- 局地気候対策: IOD/ENSOなど短期気候変動に対する影響感度の高い地域の選定  
広域予測(初期・境界条件) + 局地気象・河川流量モデル → **豪雨突風洪水対策提示**

# SATREPS contribution to MCCOE potentials

2010:

- Yamamoto et al. (**Seto**, Hashiguchi): *RS*
- **Fadli** et al.: *DAO*
- Gusman et al. (**Wahyu**): *JGR*
- **Iskhaq\*** et al. (Masumoto, Mizuno): *OD*
- **Iskhaq\*** et al.: *CSR*
- **Marzuki\*\*** et al. (Hashiguchi): *AR*
- Tabata\*\* et al. (Hashiguchi, Yamanaka, Mori, **Fadli**, **Timbul**): *JASTP*
- **Rahmat** et al.: *IJC*

2011:

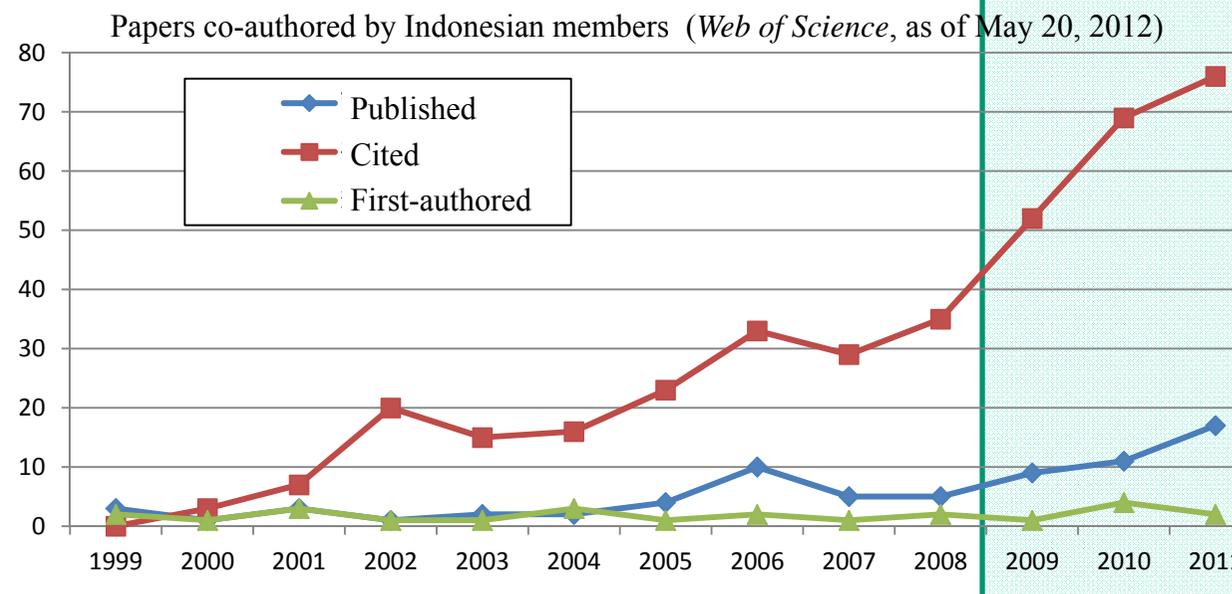
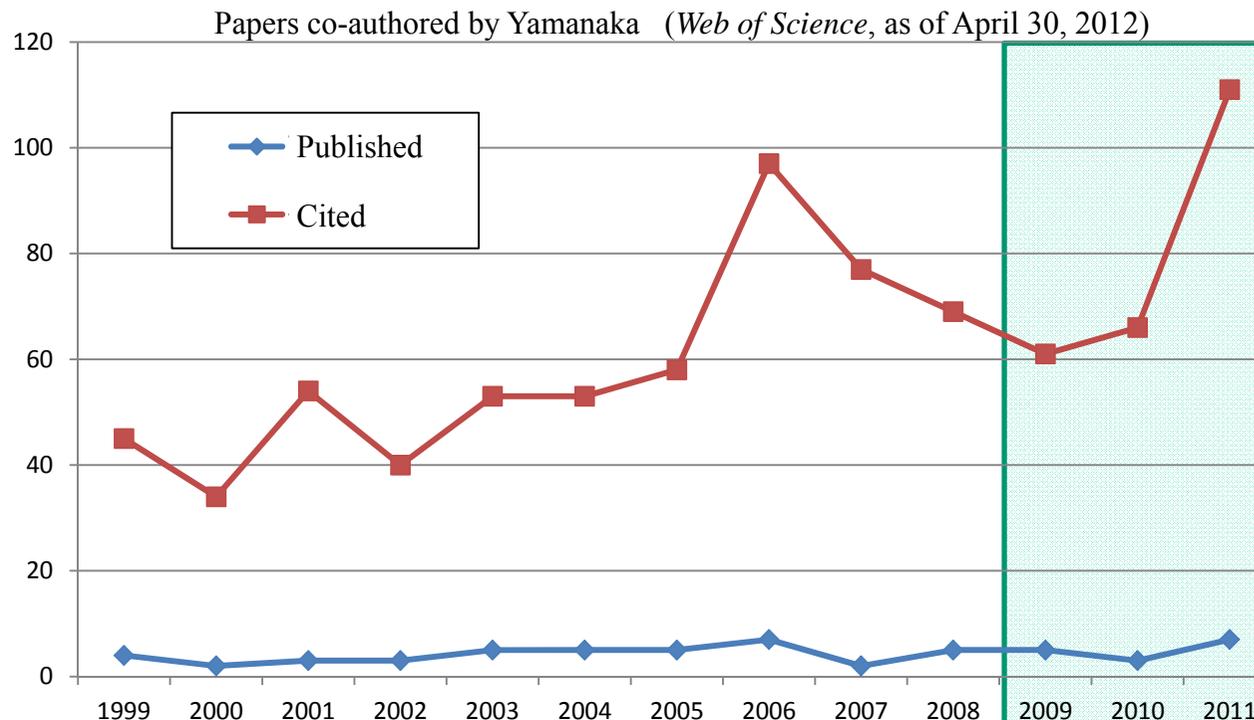
- Fudeyasu et al. (Mori, Hamada, Yamanaka, **Fadli**, 2011: *JMSJ*
- Mori et al. (Hamada, Hashiguchi, **Fadli**, **Ardhi**, **Ren**, Yamanaka): *JMSJ*
- Kubota et al. (Hamada, **Fadli**): *JMSJ*
- Kawashima et al. (Mori, **Wendi**, **Fadli**, Yamanaka): *JMSJ*
- Schoene et al. (**Wahyu**, **Mudita**): *NHESS*
- Tabata\*\* et al. (Hashiguchi, Yamanaka, Mori, **Fadli**, **Timbul**): *JASTP*
- Sakurai et al. (Mori, Hamada, Tabata\*\*, **Wendi**, Hashiguchi, Yamanaka, **Emrizal**, **Fadli**): *JMSJ*
- **Iskhaq\*** et al.: *JGR*
- **Marzuki\*\*** et al. (Hashiguchi): *AR*

2012:

- Vernimmen et al. (**Edvin**): *HESS*
- **Nurhayati** et al.: *AE*
- **Mega** et al. (Hashiguchi, Yamanaka, **Timbul**): *RS*
- Hamada et al. (Mori, Yamanaka, **Urip**, **Sopia**, **Ren**, **Fadli**): *SOLA*

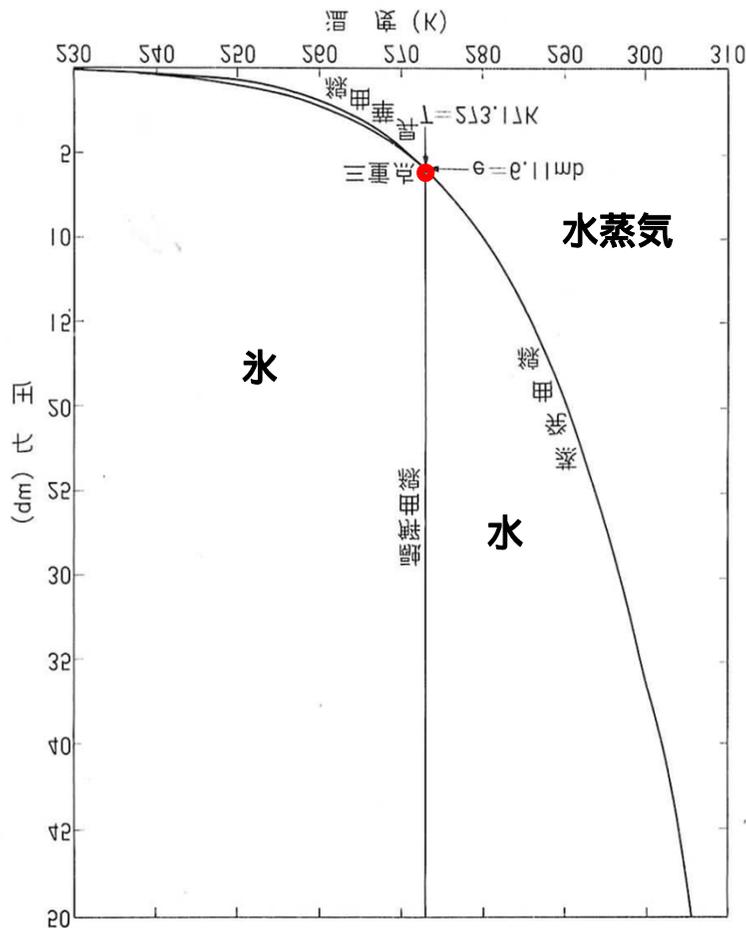
\*Postdoc at JAMSTEC (Mizuno)

\*\*Postdoc/student at Kyoto U (Hashiguchi)

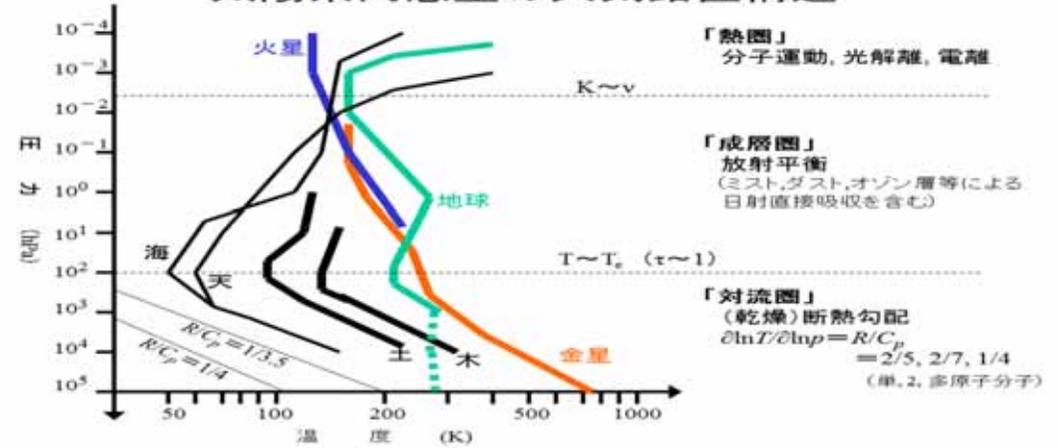


# 地球システム = 気海陸平衡

図 1.2 水の相変化と気候の平衡

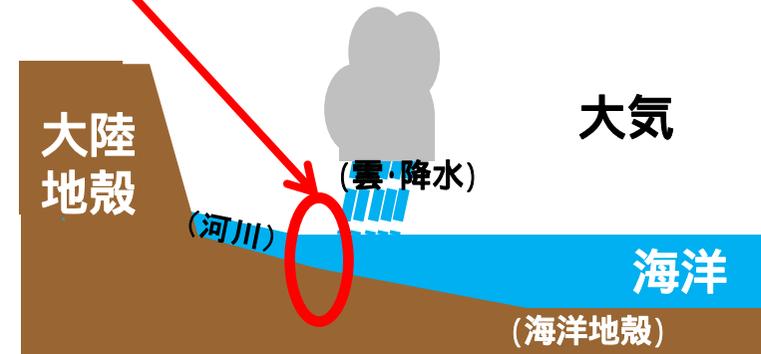


## 太陽系内惑星の大気鉛直構造



### 海岸線

- 海流の強制・強化 → 黒潮・湾流、沿岸湧昇
- 海洋波動の反射 → 短周期気候変動 (ENSO, IOD)
- 液固比熱差 → 年 (モンスーン)・日 (海陸風) 周期
- 海陸生物圏・人間圏の集中 → 環境・社会問題
- 地殻の二分化 → アイソスタシー、造陸・堆積・浸食



- プレートテクトニクス → 海陸比不変、海陸配置・海岸線長変化
- 自転軸変動 → 氷期・間氷期変動 → 海進・海退
- 地震・火山活動 → 火山島、津波
- 河川変動 → 洪水 (川津波)、堆積
- 人間活動 → 海岸改変、都市化、温暖化 (海面上昇)

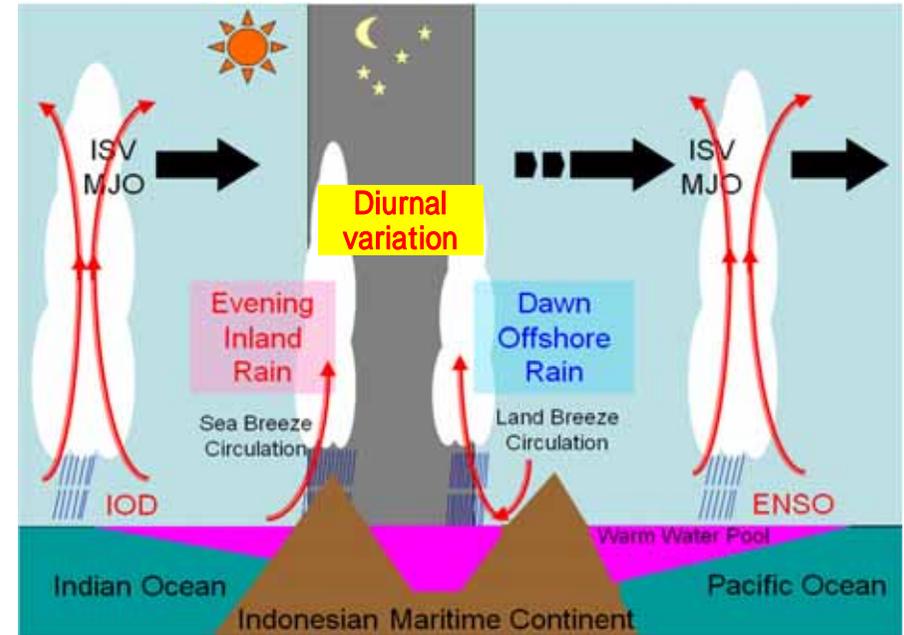
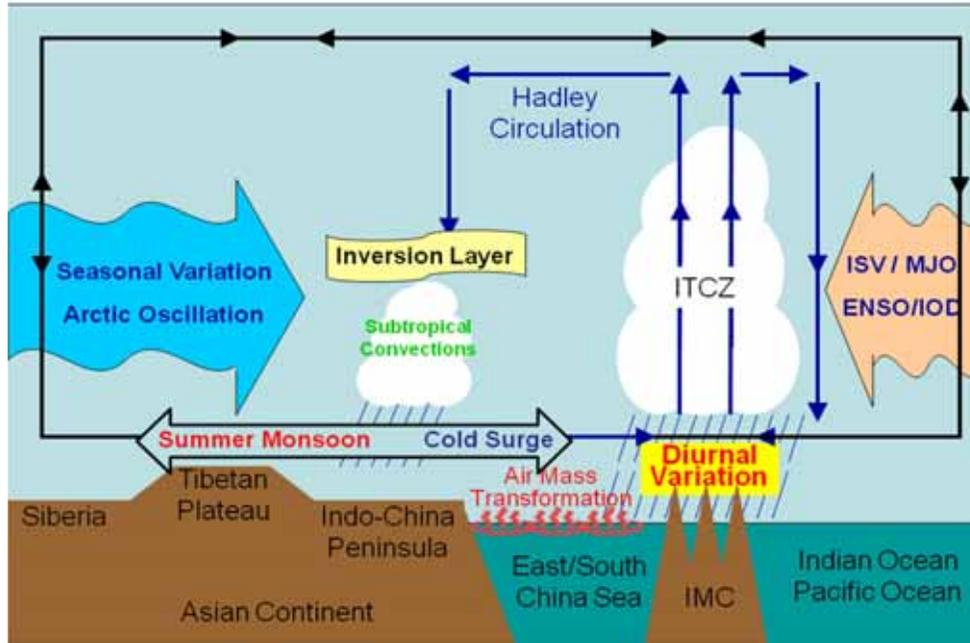
# Lands

vs

# Oceans

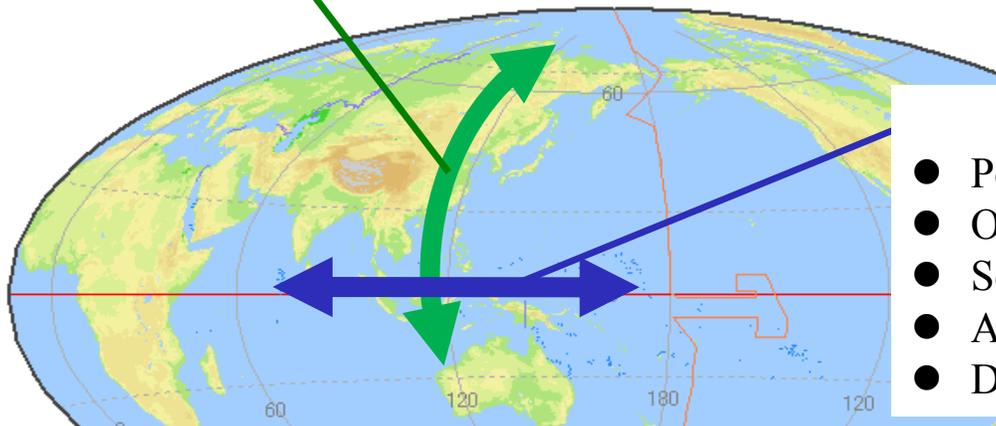
(solid: small heat capacity  
Seasonal/diurnal)

(liquid: large heat capacity  
Intraseasonal/interannual)



North ← → South

West ← → East



### Effect of Land-Sea coexistence

- Poleward oceanic current
- Oceanic wave reflection → ENSO, IOD
- Seasonal solar heating → Monsoon / rainy season
- Atmos. barrier → ISV / TC decay, wave forcing
- Diurnal solar heating → Sea-land breeze, DC rainfall