

# 地球学をめざして

安成 哲三

私の研究遍歴40年とこれから

# 地球学事始め 大学では何をしていたか？

- 1966 京都大学理学部入学、山岳部入部
- 1967 山岳部から探検部へ移る

## 専門は何にするか？

地球物理学（南極などに行きたかった）

文化人類学（アフリカなどに行きたかった）

やや動機不純。しかし、**自然も人も好きだった**

**結局、地球物理学に決め、**

**チリ・パタゴニア探検を画策**

- 1968.11-69.5 **チリ・パタゴニア行き**

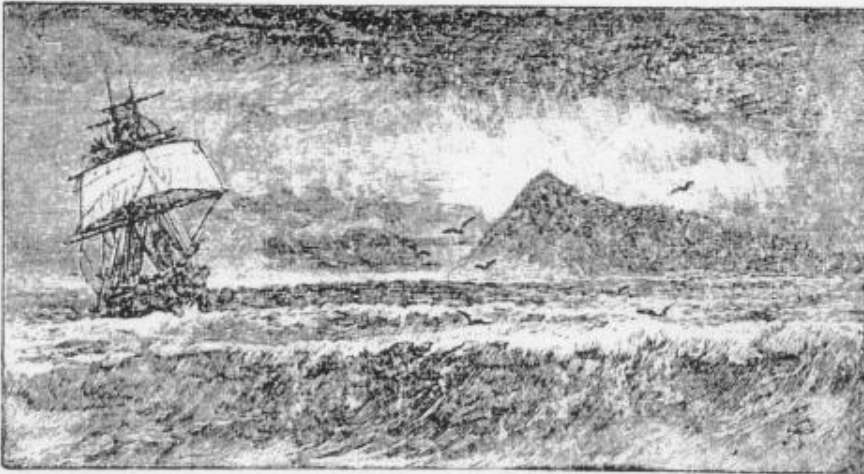
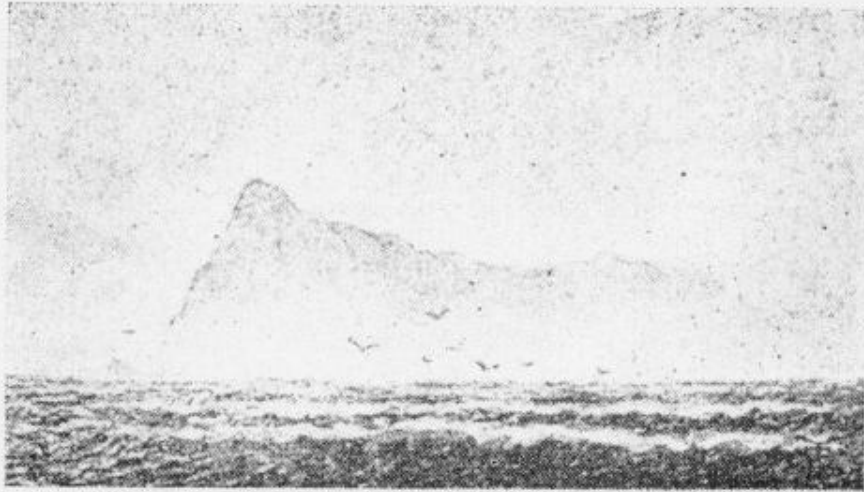
京大探検部チリパタゴニア氷河・古地磁気学術調査

- 1969 - 1970 **全共闘運動（地球物理共闘会議を結成）**

たった5人（院生4人、学部生1人）で院入試粉碎をめ  
ざすも失敗

- 1970.9 - 71.8 **肺結核治療のため療養所生活**

# なぜパタゴニアへ？



ケープ・ホーン

## 「ビーグル号航海記」の パタゴニアの記録に 感銘

「……山脈がつぎつぎに重なって、その間には深い溪谷があり、すべてが一団の密生したうす暗い森林に覆われているのは、極度に神秘的な荘厳なものがあつた。疾風が疾風に続いて、雨、霰、霰を呼ぶこの風土では、大気もまたどこよりも黒ずんで見える。マゼラン海峡では、飢餓港から真南を見渡せば、山脈の間にはるかに遠く水路が陰鬱な様相を呈して、この世の限界の彼方に導こうとするように見えた。……」

—チャールズ・ダーウィン  
(島地威雄訳)

チャールズ・ダーウィン著 島地威雄訳  
「ビーグル号航海記」(岩波書店、1961年)

# 大阪大学 川井直人教授との出会い

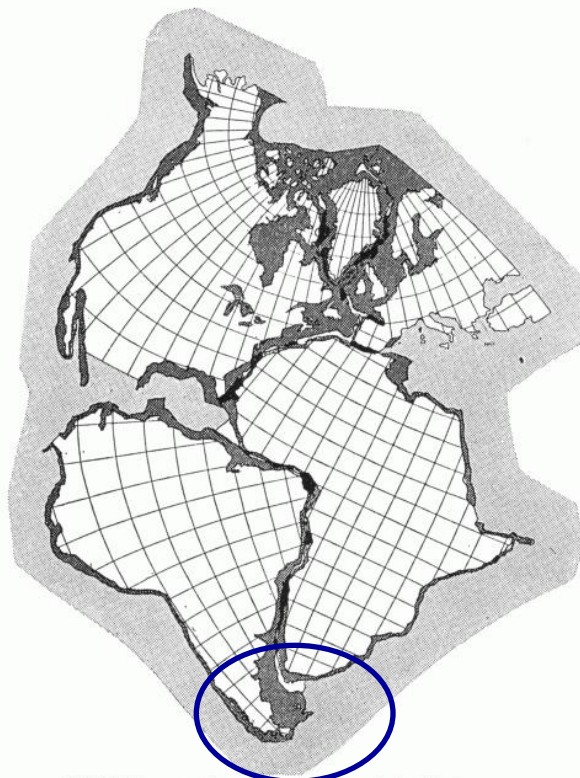
## 大陸移動とプレートテクトニクスを古地磁気から研究

川井: 南米南端は南極とどう離れていったか?  
これ、やるんだったら、サポートしたるぞ。  
安成: やります。

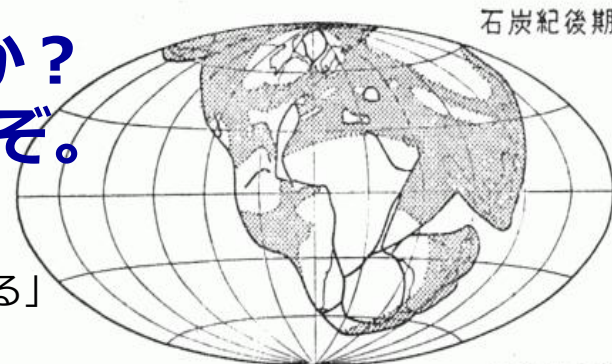
川井直人「地磁気の謎-地磁気は気候を制御する」  
(講談社、1976年)



京大助教を経て、阪大基礎工学部教授となる。専門は岩石磁気学と高圧物理学。前者は京大時代から一貫して研究していたもので、本書も出てくる地磁気の振動、日本列島成立に関するの屈曲の問題などで表した学説は学界に大きな反響をよんだ。また、後者の研究で七十二年学士院賞を受賞。研究以外の趣味は犬。ワイアーヘヤー・フォックススリア協会大阪支部長をつとめるなど、学問と犬をこよなく愛した氏も魔には勝てず、七十九年七月、ガンのため惜しくも逝去された。



第 27 図 コンピューターを用いて大陸を接合する



石炭紀後期



第3紀中期



第4紀初期

第2図 大陸移動の歴史

地磁気  
の謎

地磁気は気候を制御する

川井直人

B280

# 調査したチリパタゴニアの氷河(HPS12)と氷河湖



# 月光に照らし出されるHPS10氷河と氷河湖

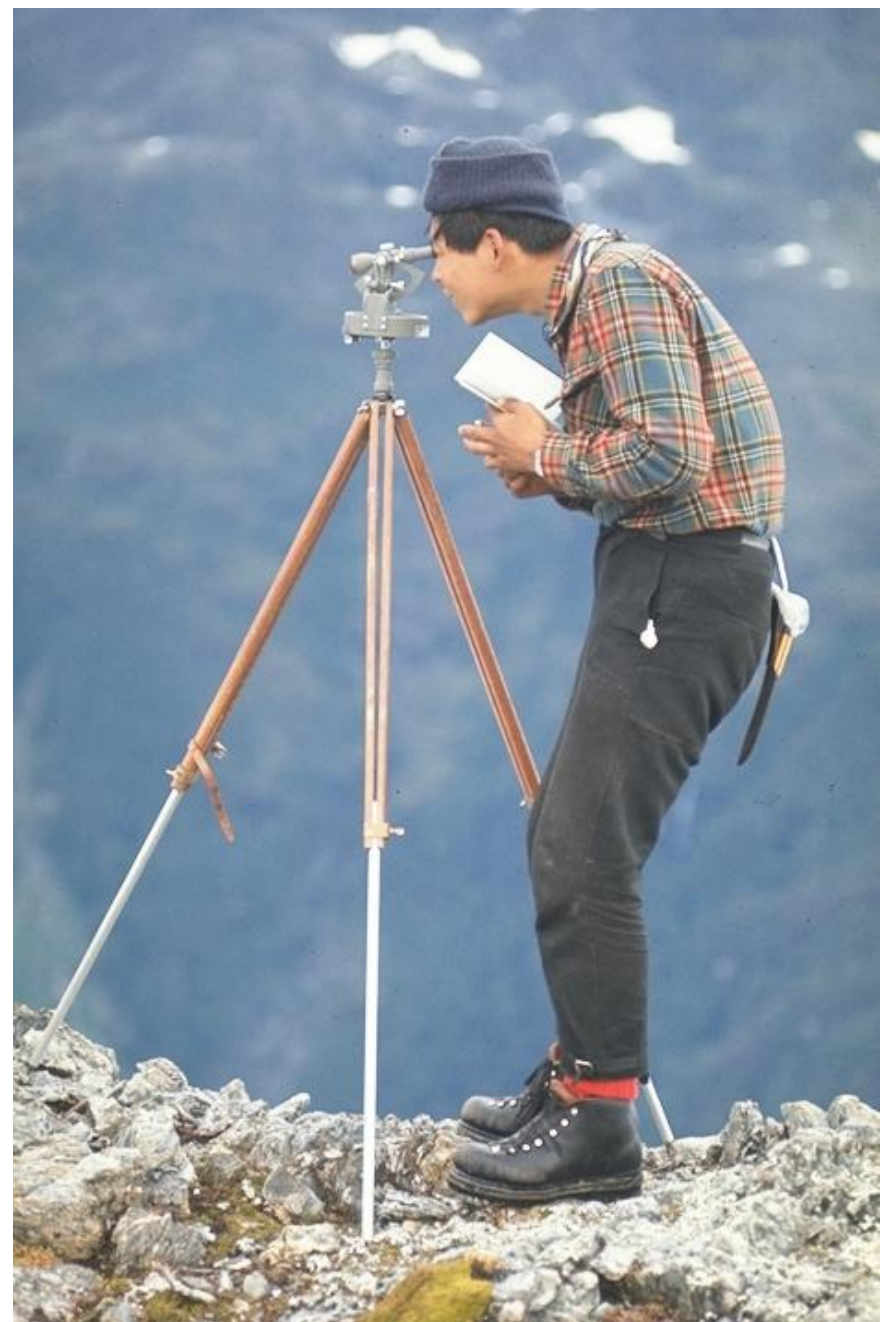
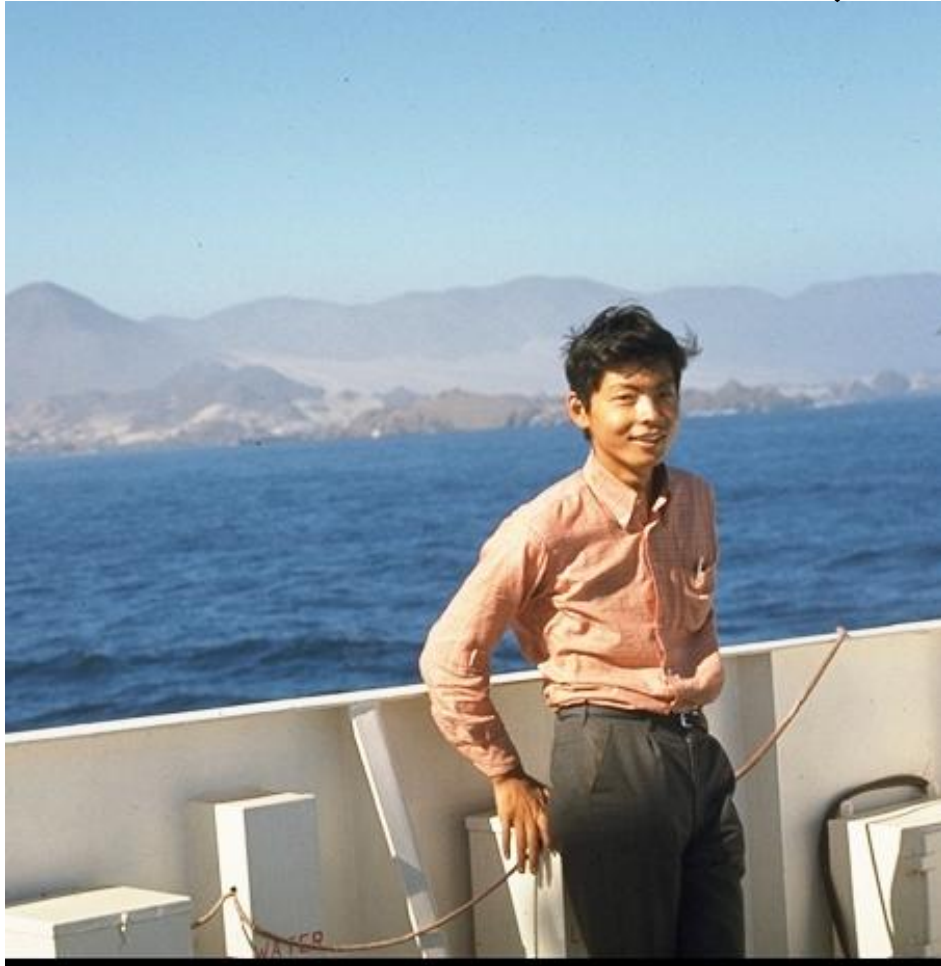


# 氷河湖からフィヨルド海岸まで川下り（両岸は南極ブナの森林）



氷河を測量中の私(1969.1) →

パタゴニアへと南下する船上で  
(1968.12) ↓



井上民二氏撮影



# パタゴニアから帰って見たら、大学闘争（全共闘運動）が 全国の大学に広がっていた（1968～1970）

山本義隆「知性の叛乱—東大解体まで」（前衛社、1969年）

11・22日大・東大共闘全国連帯集会〈安田講堂前〉

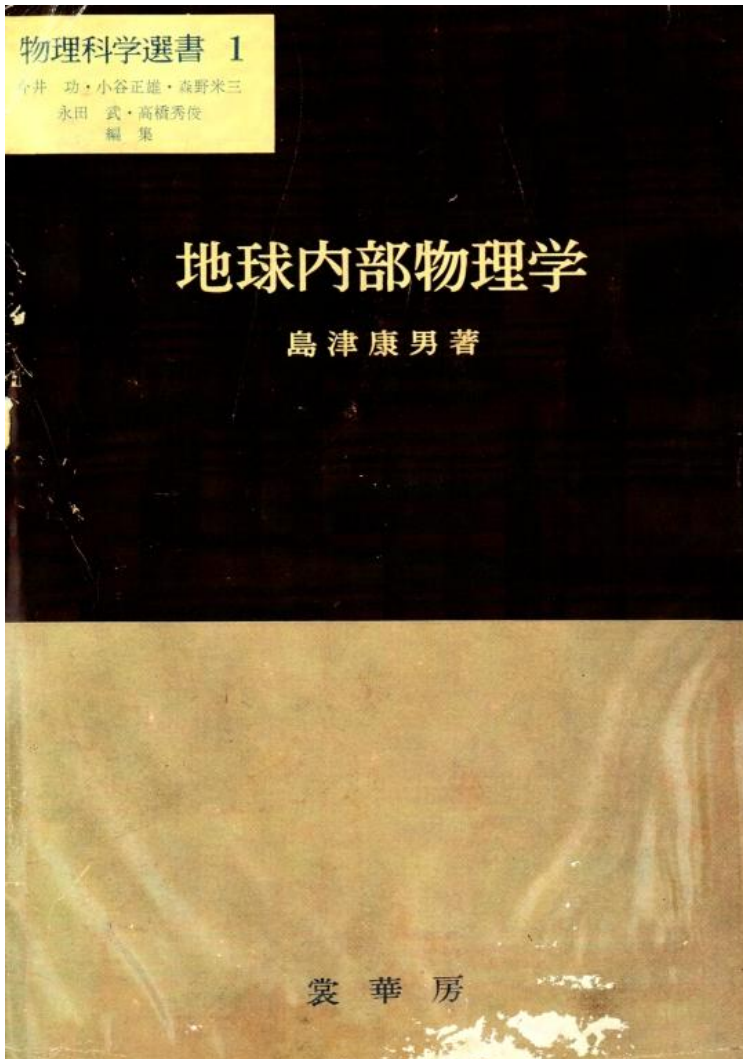


# 全共闘運動とは何であったか

- 発端は大学内での小さな矛盾と問題から
- 大学当局批判から体制（権力）に組み込まれた学問批判へ
- 現在の科学の基底に流れる**近代合理主義への批判**と超克をめざす思想的運動へ
- 流行った言葉：  
**「根源的な問いかけ」**      **「造反有理」**
- 私にとっては、「帝国主義的探検」の総括と、新しい学問への渴望となった

# 地球を丸ごと考えたい

島津康男(名大) のシームレス地球論に共鳴



学部5年間は  
山岳部、探検部、全共闘で忙しく、  
ろくに勉強はしていなかった。  
院入試に向け、  
島津康男の「地球内部物理学」を、  
地球物理志望の数人で  
夏休みに猛勉強。

(演習問題も含め、ほぼ完読。)

100カ所以上の間違いを見つけ、  
正誤表を著者に送った。

# 大学院修士課程へ (1972~74)

大陸移動に伴う気候変化をやりたかったが、その出発点として、結局、パタゴニアの気象と氷河の問題を選んだ。

⇒大学院では固体地球物理学から気象学に  
鞍替え

# パタゴニアのふたつの氷床

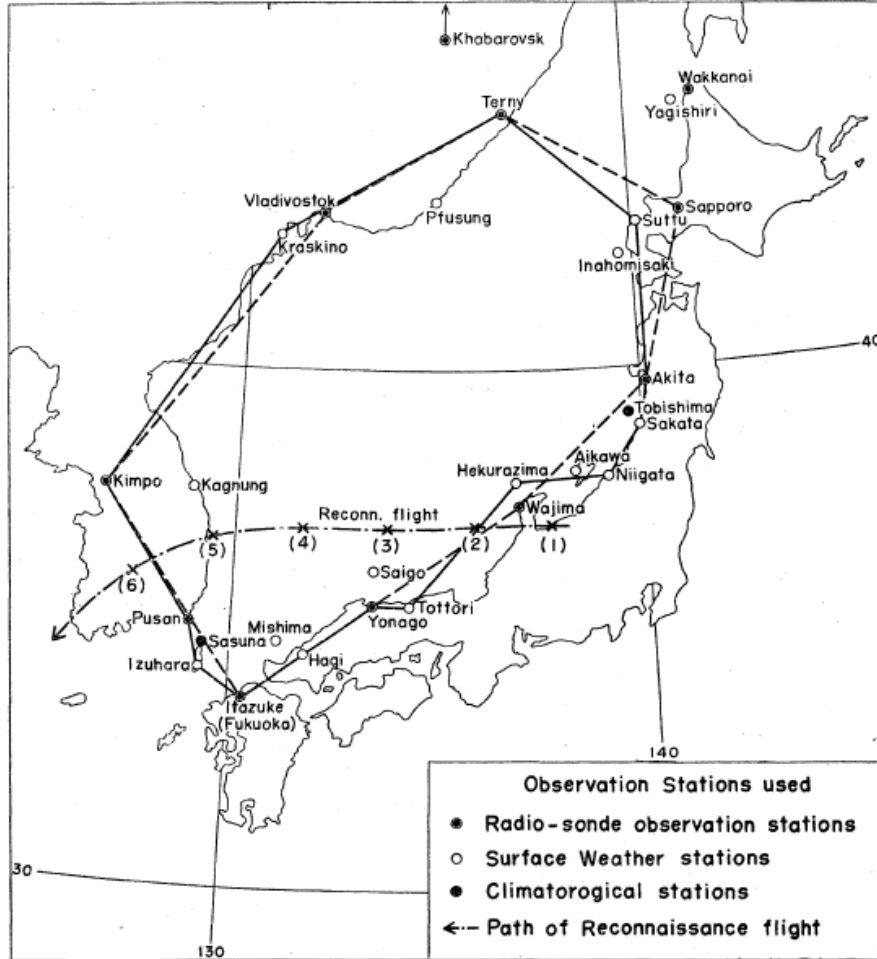


1968.12~1969.3  
この付近の氷河地帯に  
滞在してました。



- やはり、パタゴニアの気候と氷河が気にかかる。
- 年間数千ミリ(以上)という氷床上の降雪はどのようなしくみでもたらされるのか？

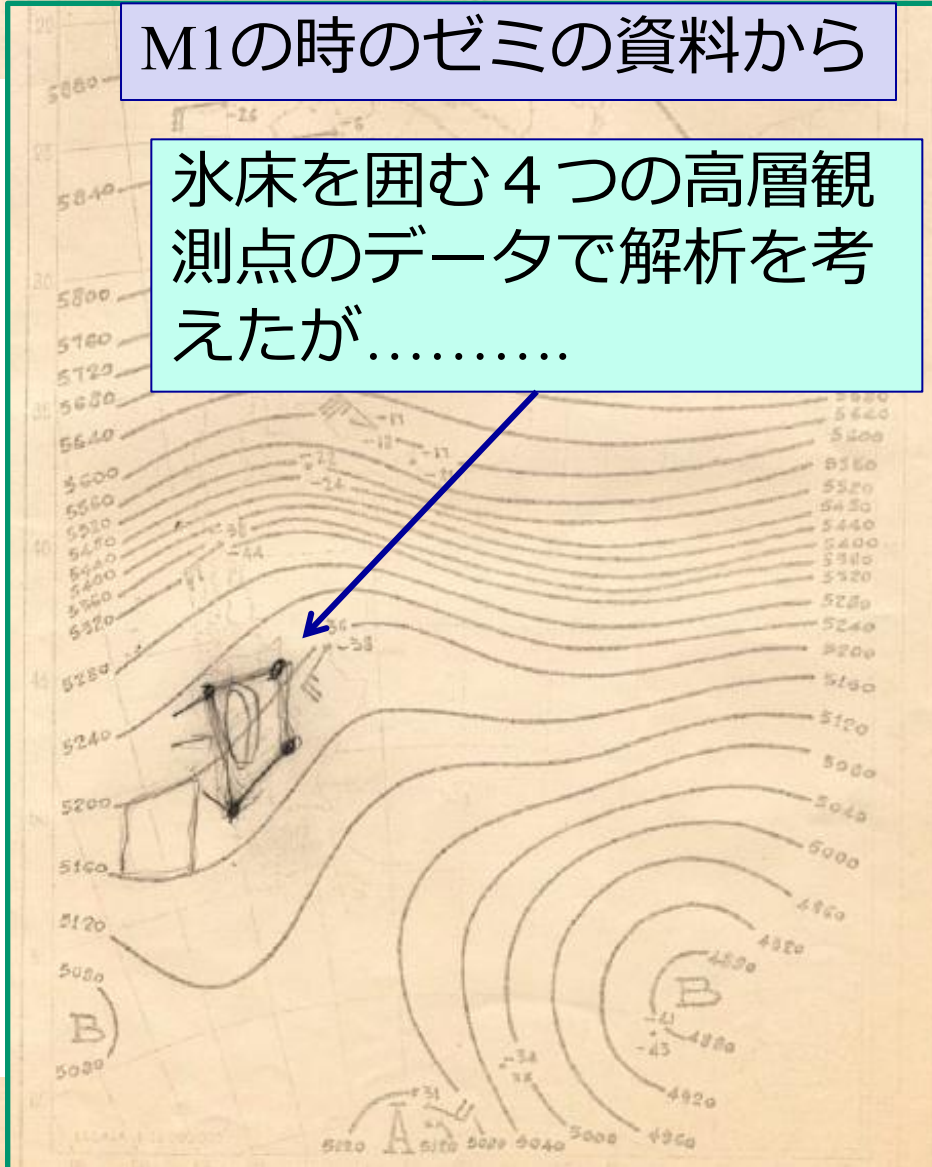
# 真鍋(1957,1958)や二宮(1968)による日本海豪雪に関する 大気の熱・水収支解析がパタゴニアでできないか？



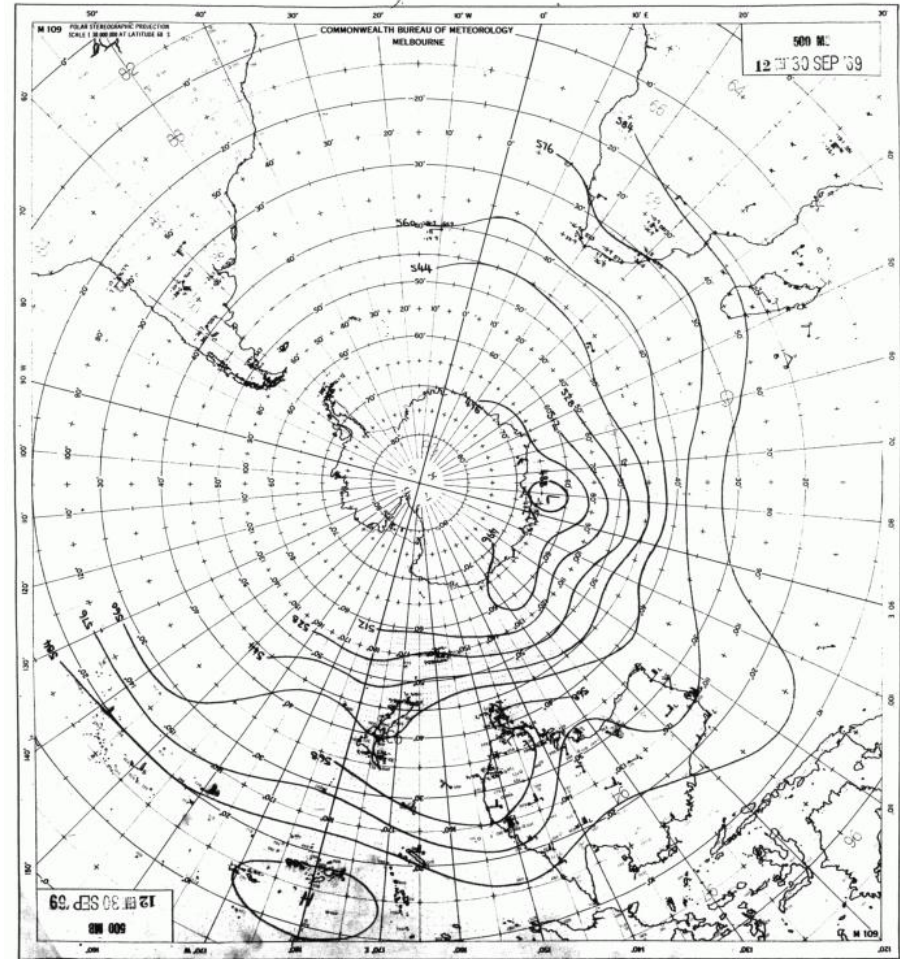
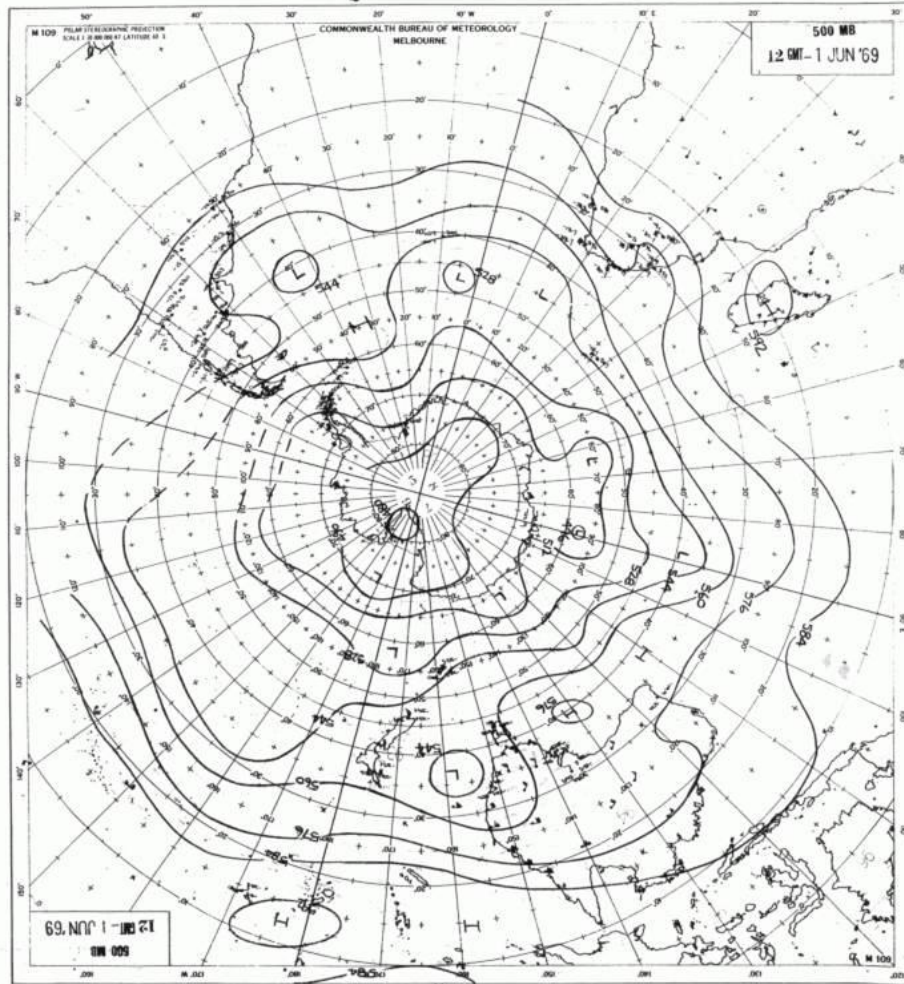
(Manabe, JMSJ, 1957)

M1の時のゼミの資料から

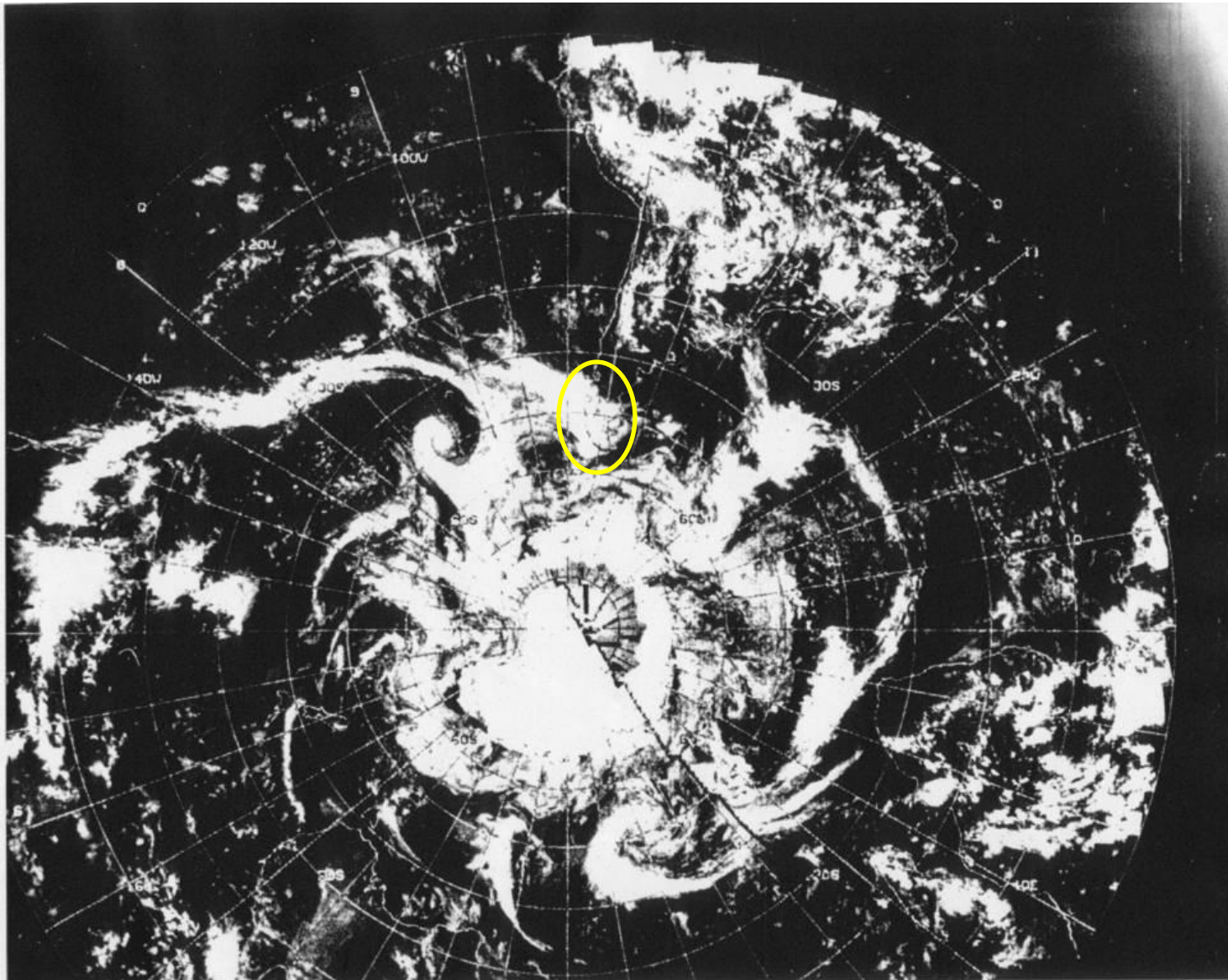
氷床を囲む4つの高層観測点のデータで解析を考えたが.....



高層観測データは結局手に入らなかった。1968~69年頃、南半球天気図には、南太平洋、大西洋など、まだ空白の地域が存在していた。

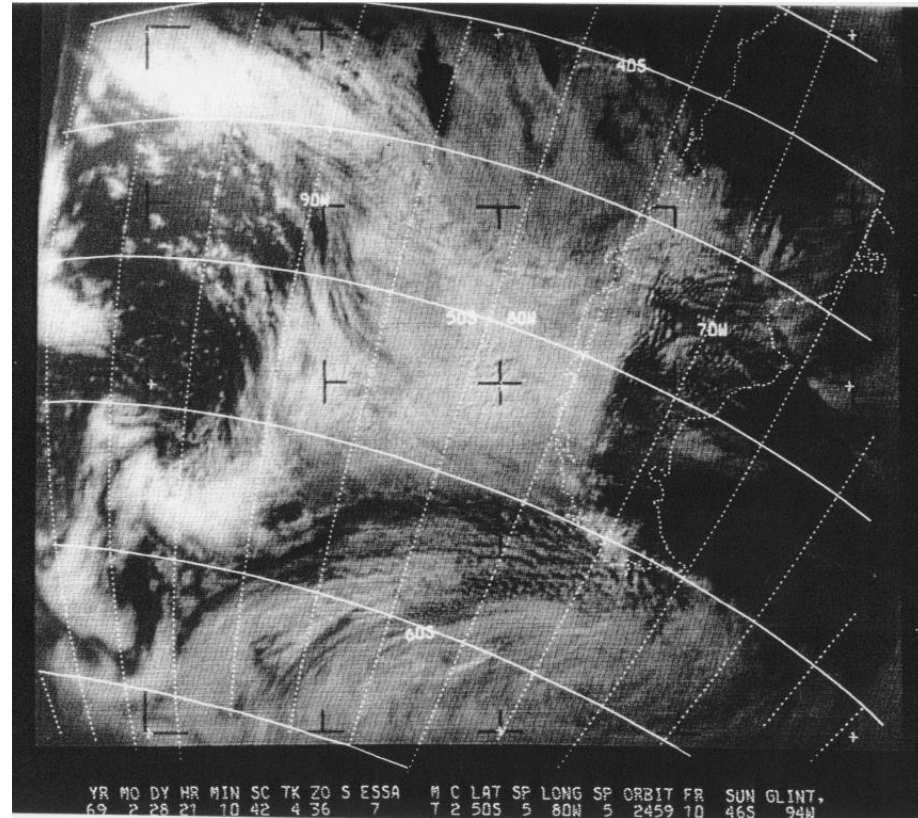
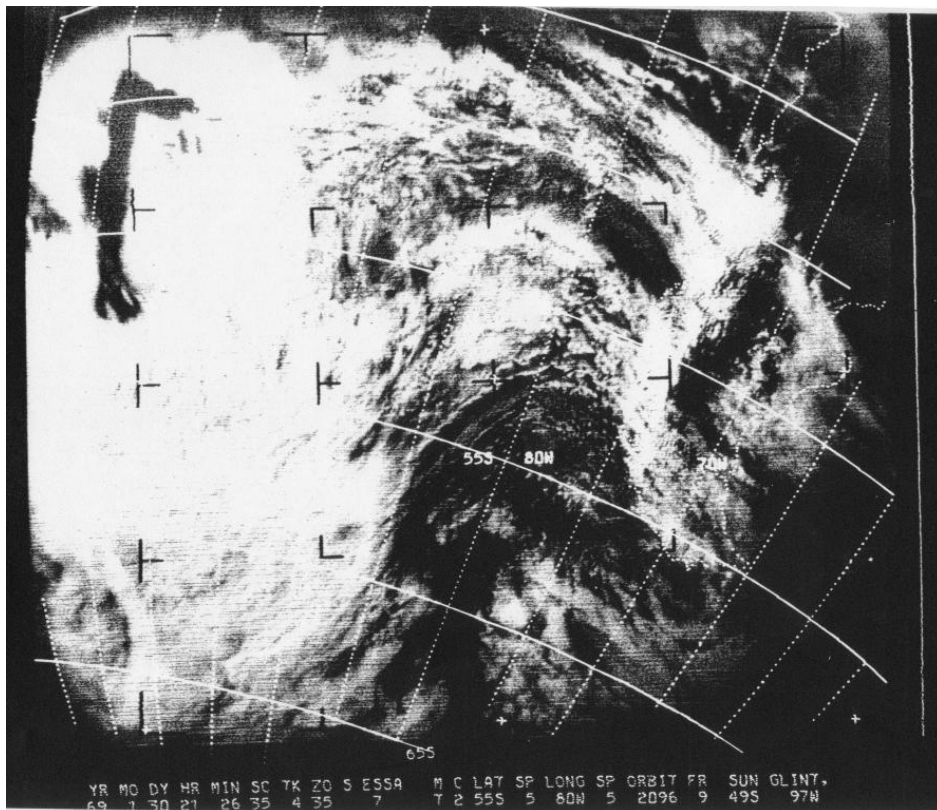


南半球は米国の気象衛星ESSAのみが半球全体をカバーしていた。(1960年代後半～)





パタゴニアには次々と低気圧がぶつかり、チリ側には大降水を、アルゼンチン側には、強い下降気流と乾燥をもたらしている。



しかし、なぜ高々2,000m程度のパタゴニア・アンデス（氷床）で、低気圧が潰れるのか？

修士論文

南半球中緯度偏西風帯  
の衛星気象学的研究

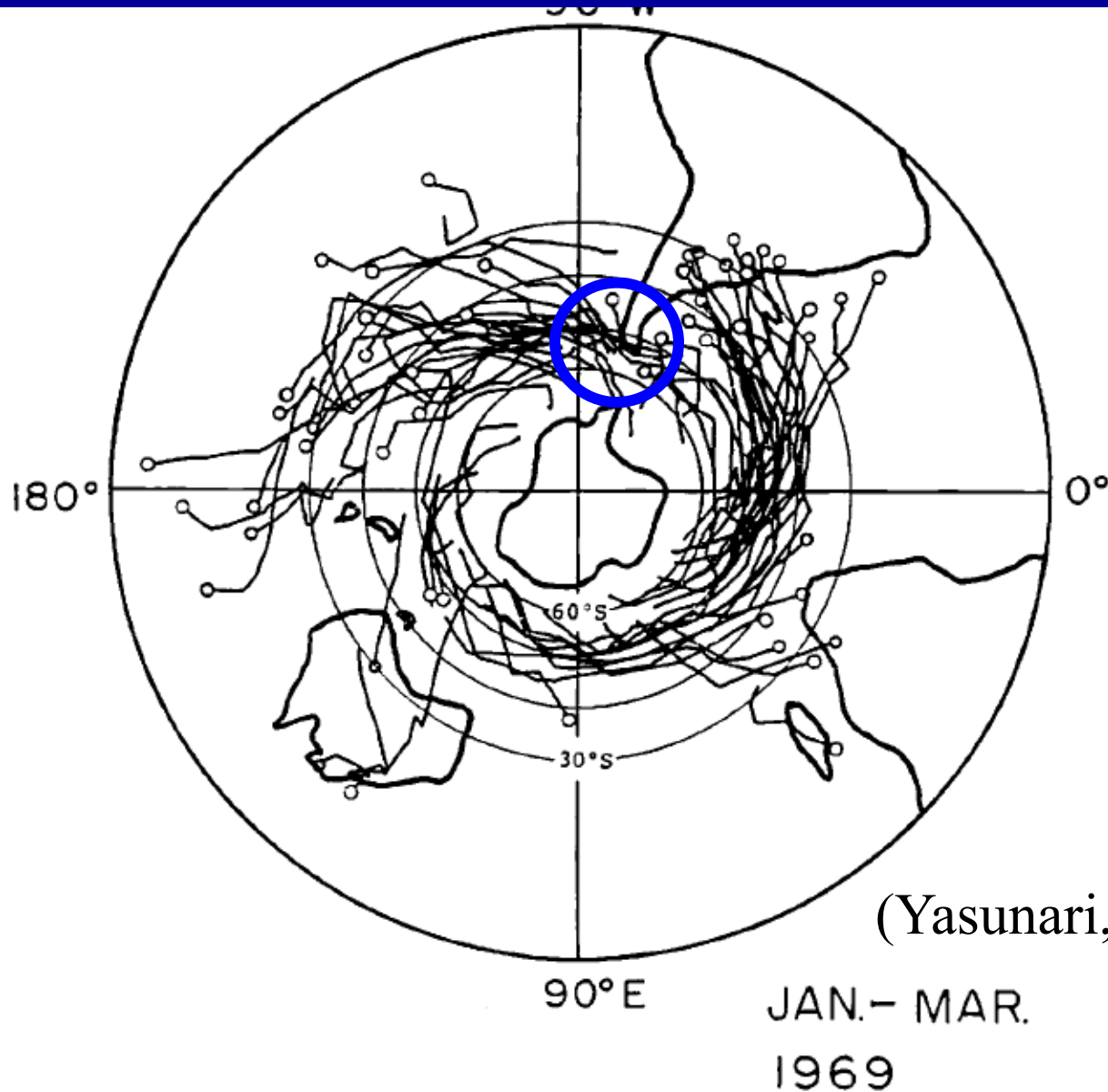
**修士論文**

**南半球中緯度偏西風帯の衛星気象学的研究**

**1974年2月**

**安成哲三**

# 気象衛星から追跡した南半球中高緯度の 低気圧の経路(1969.1月-3月)



# さて、大学院博士課程へ

ヒマラヤの気候と氷河の研究が  
名大・京大・北大などの院生中心に  
企画されていた

→ **GEN(Glaciological Expedition to Nepal)**

# GENの舞台となったネパールヒマラヤ



1. エベレスト  
(チョモランマ)  
(8848m)

2. クンブ氷河  
(末端は約5100 m)

3. ハージュン  
GEN気象観測所

井上治郎：ヒマラヤへ行かへんか？

安成：行って何するんや？

井上：わしら、細かいこと（微気象）ばかりやってるから、おまえはモンスーンとかやったらええやないか

安成：そうか。おもしろそうやな。

安成哲三・藤井理行  
「ヒマラヤの気候と氷河」  
(東京堂出版、1983年)

# GENは若者たちで作られた

- (実質的) リーダーは30歳の渡辺興亜名大水圏科学研究所助手 (前・国立極地研究所長)
- 計画立案から現地調査 (観測) まで、すべて、名大、京大、都立大、北大などの大学院生が担った。
- 予算も最初は手弁当 (コンサル下請けで積雪調査等)
- 1974年、科研費 (海外学術調査) が通る。

代表者は樋口敬二名大教授。

樋口「おい、ところで僕は何をすればいいんだね。」

若者たち 「まあ、あいさつ回りでもしてください。」

⇒ 若手研究者を育てるために重要な役割！？

# GENのテーマ：

ヒマラヤの氷河の維持・変動は  
モンスーンが決めているようだが、  
よく分からないので調べよう

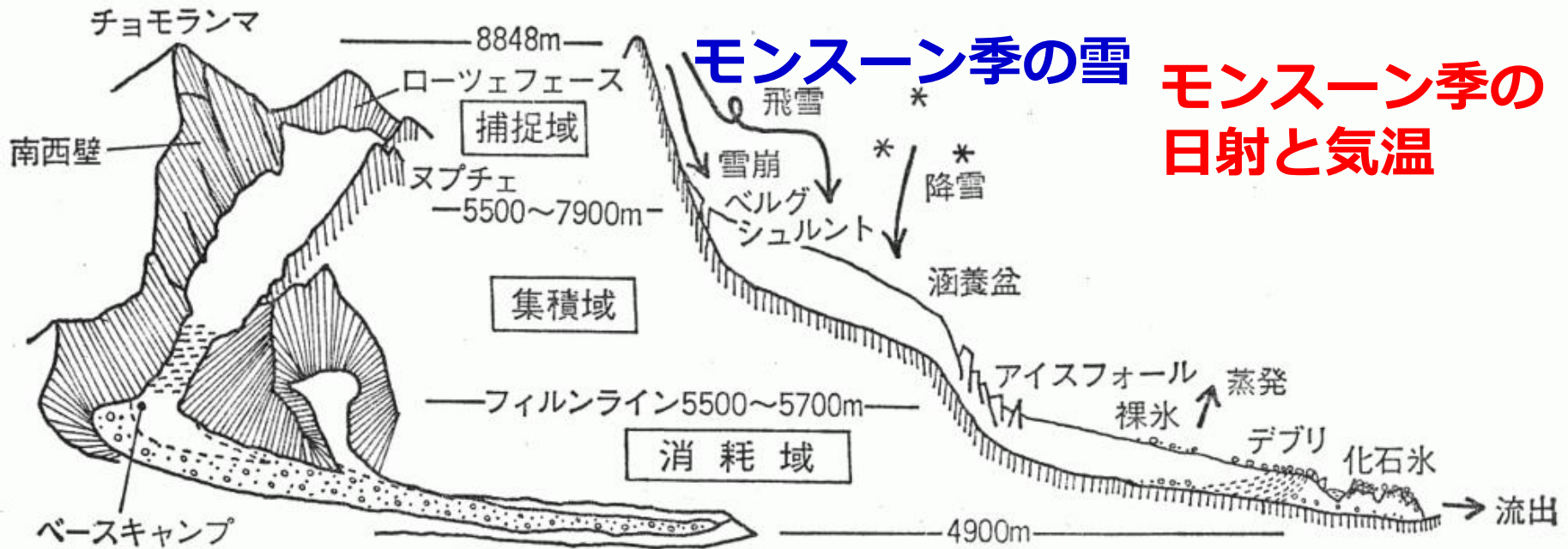


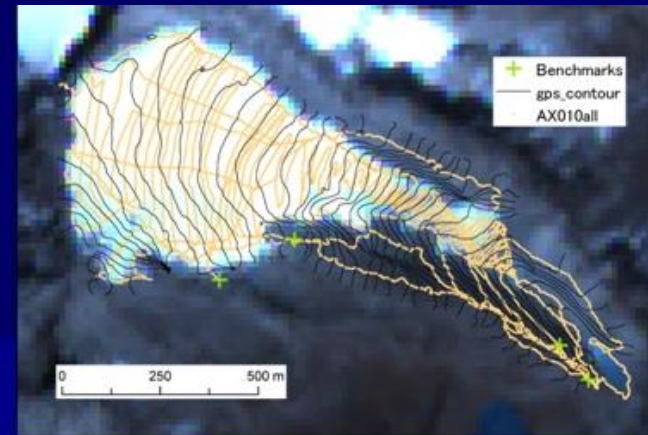
図 9.10 クンブ地域クンブ氷河の形態（左）と涵養・消耗機構（右）の模式図



# Glacier AX010 East Nepal

- Changes  
from 1978  
to 2008

By courtesy  
of Dr. K.Fujita



以来、ネパールの氷河観測は名大グループにより継続され、地球温暖化(?)に伴う氷河の大後退が確認されている。



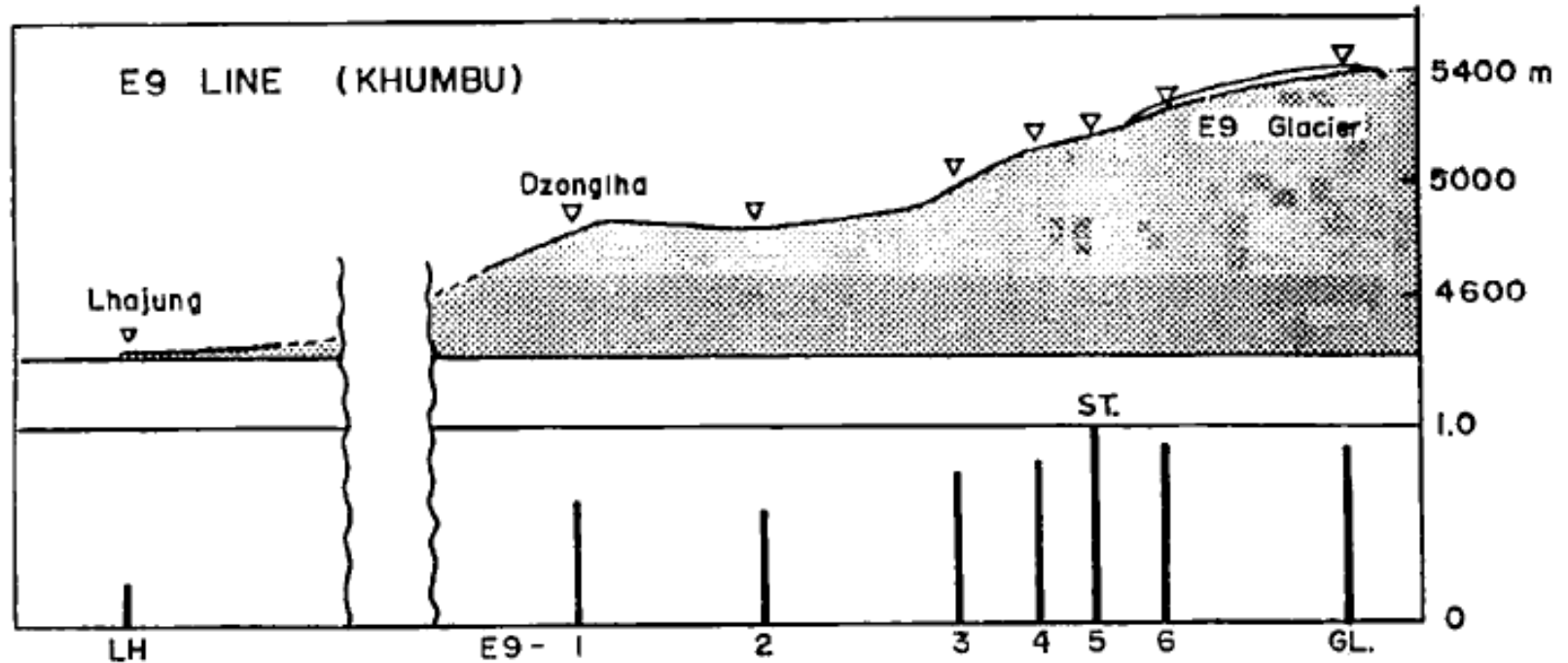
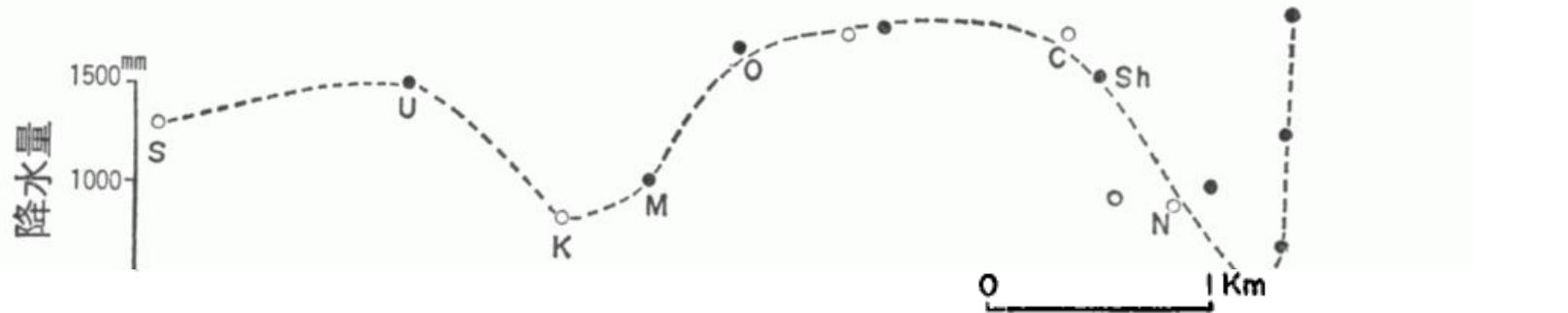
# GEN (Glaciological Expedition of Nepal) 1974~78 私の博士課程の3年間はGENがすべてだった



**ハーゲン氷河気象観測所（4,420m）には、  
延べ1年以上滞在した（1974.8~75.2; 1976.5~10）**



谷沿いと稜線沿いで数倍の降水量の違いがあることがわかった。(Yasunari and Inoue, 1978)



# 10~20日周期でチベット高気圧とヒマラヤの降水量が変動している。(Yasunari, 1976)

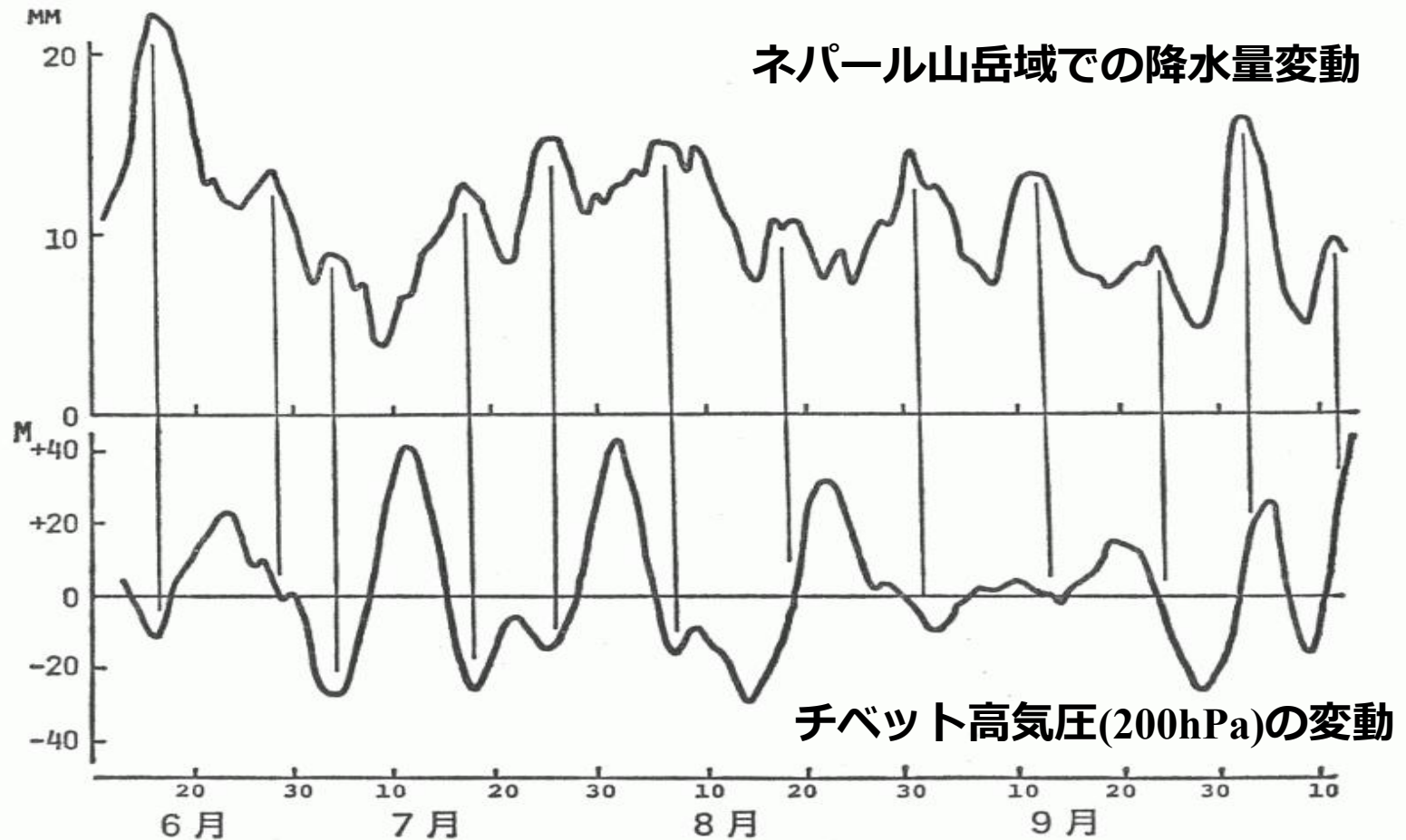
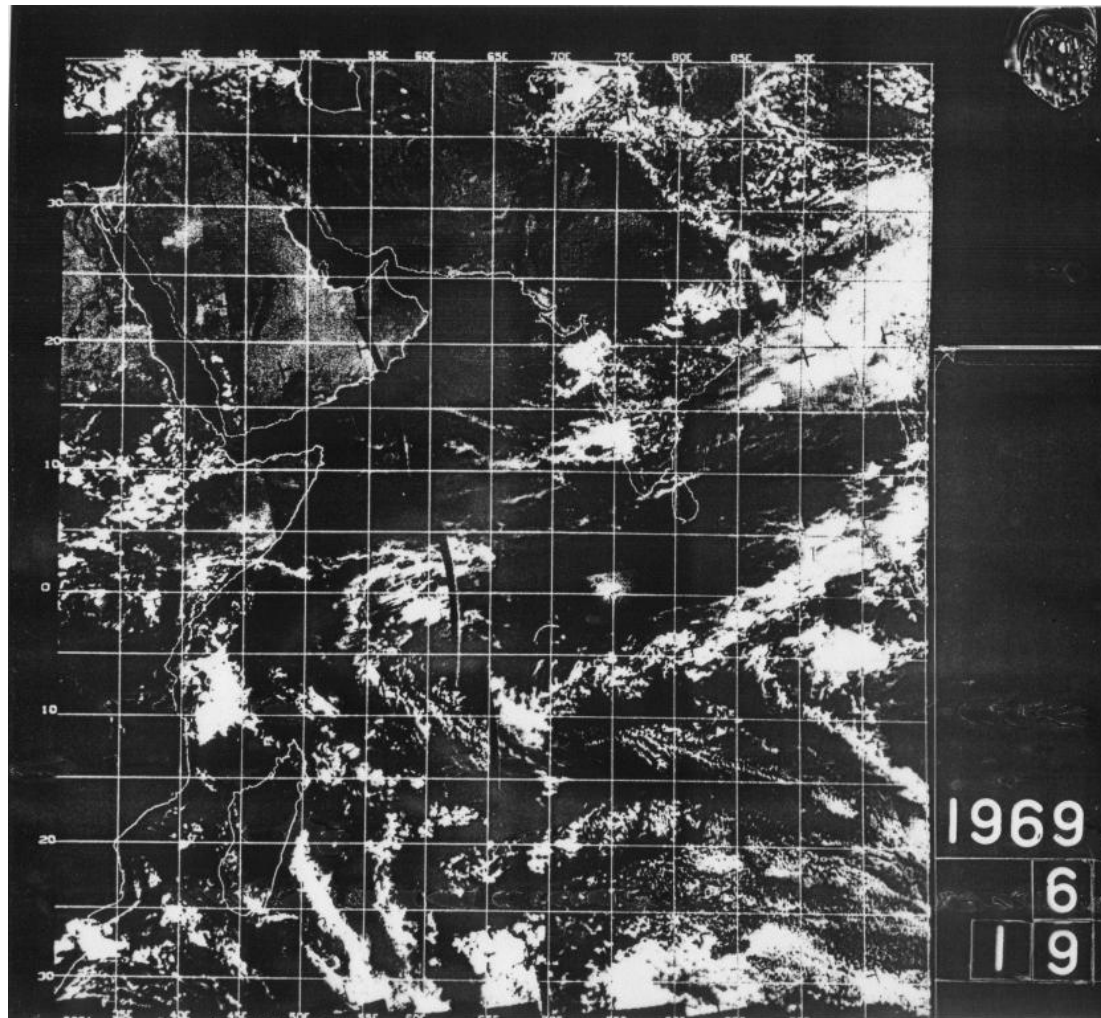


図 4.6 10~20 日周期のチベット高気圧 (200 mb 高度の面積平均) の振動 (下) とネパール山岳域の降水量変動 (上)

# インド付近の気象衛星写真

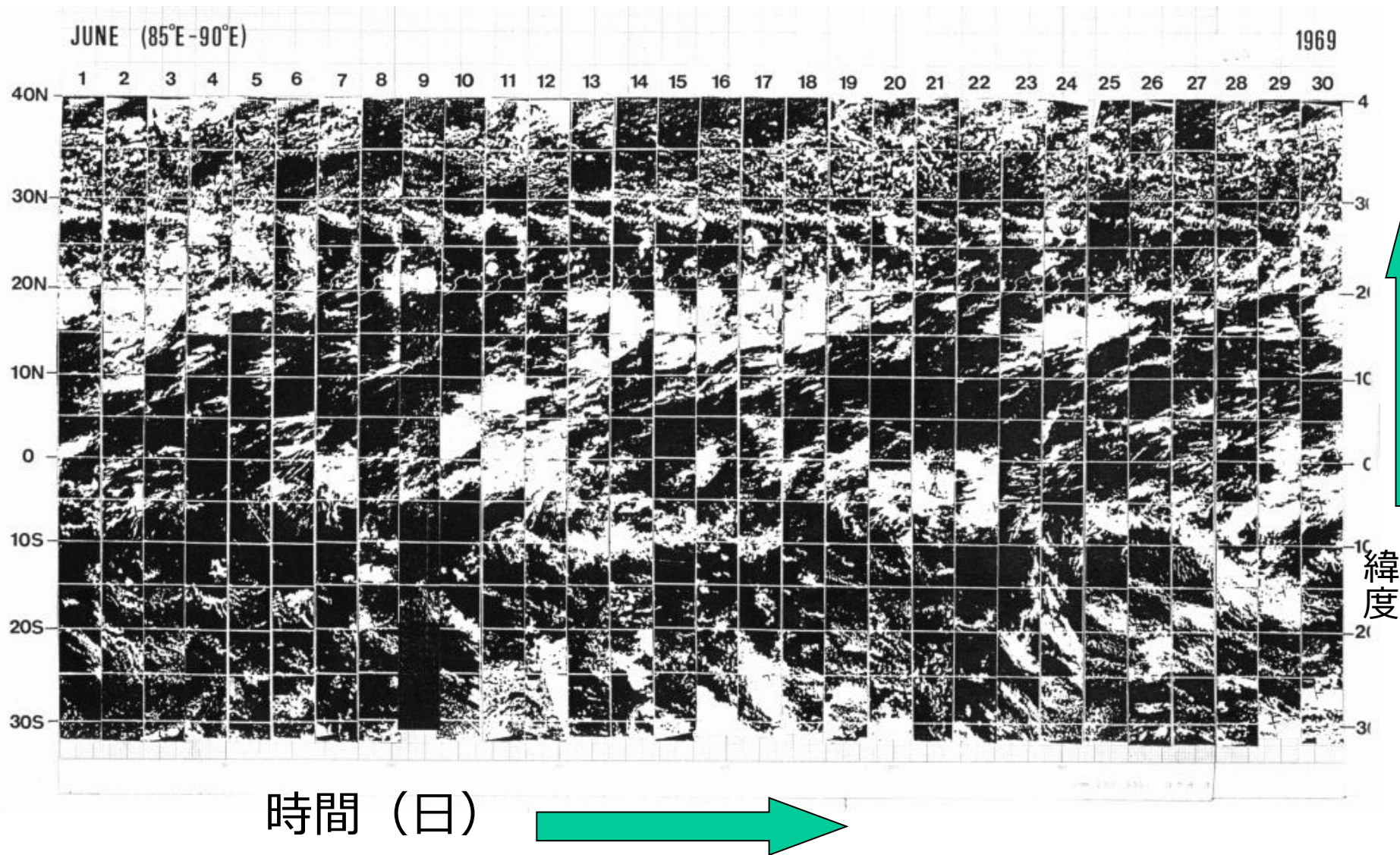
東大気象学研究室から熱帯地域の衛星写真を大量に借りてきて、ゼロックスコピーをして、切り貼りしていた。



# アジアモンスーンの衛星データ解析を始めた頃の私 (1976年11月、博士課程3年目(D3))



# インド付近(90E)の衛星写真の南北断面の時系列 (緯度—時間断面図)



# インドモンスーンの雲量変動は30~40日周期で赤道域からヒマラヤへと北上する

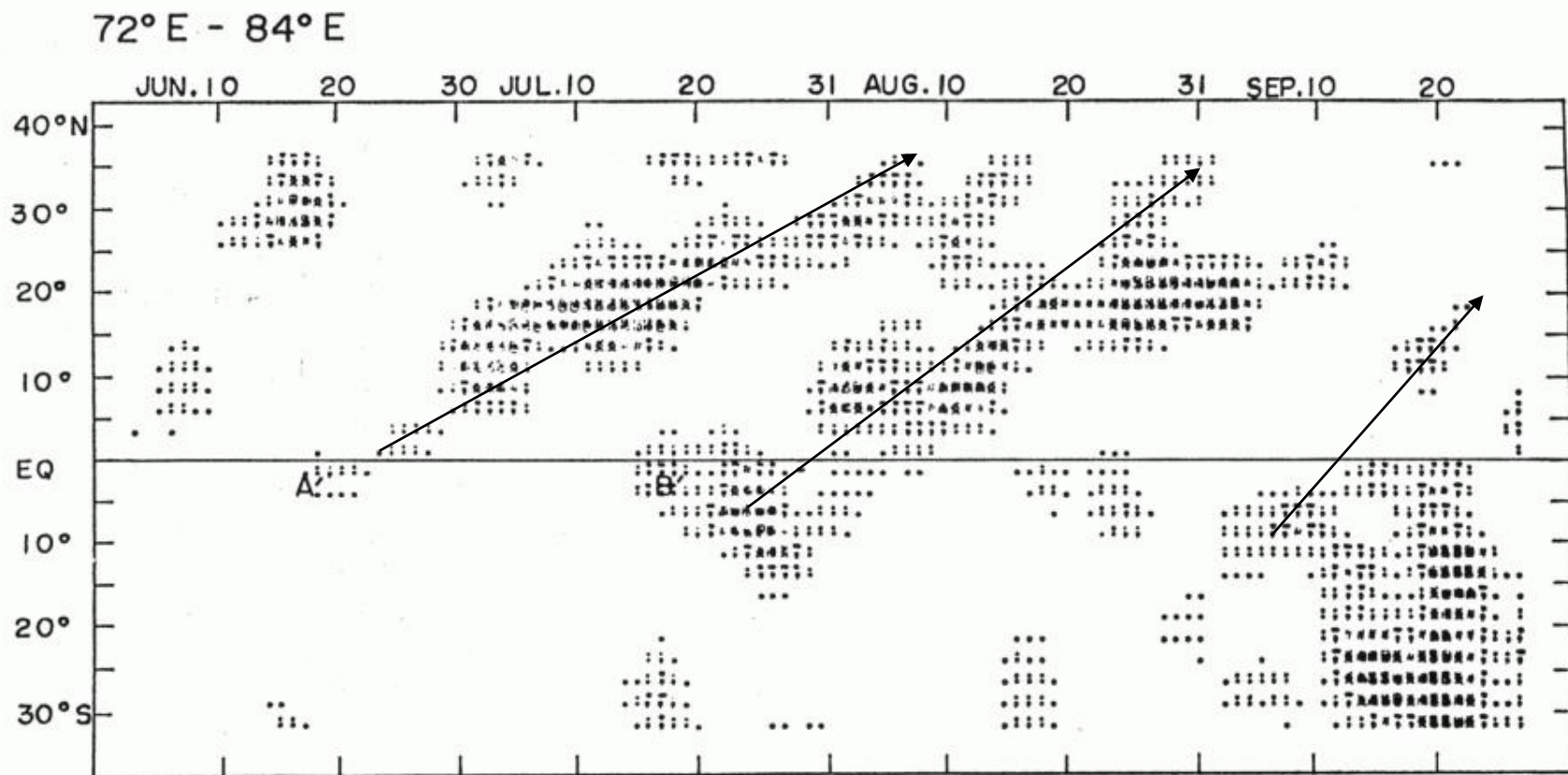


Fig. 7 Time-latitude sections of cloudiness for 72°–84°E longitude zone. Time means are subtracted from the smoothed cloudiness, and positive deviations are illustrated by the grey scale. The cloudiness difference between adjacent levels is 0.3. See text for the symbols A' and B'.

(Yasunari, JMSJ, 1979)



# なぜ、この30~40日周期のモンスーン変動が世界的に注目されたのか？

- 雲（降水域）が、赤道からヒマラヤへと北進しては再び（赤道に出現するという）位相  
⇒インドモンスーンのactive/breakサイクルの時間・空間構造を統一的に説明できた。
- 赤道に沿ってゆっくりと東進する同じ周期帯の波動擾乱(Madden and Julian, 1971; 1972)と密接に関係する  
⇒東西・南北両方向に移動・展開する熱帯・アジアモンスーン全域での大規模な季節内変動であることが明らかになった。
- ⇒**床屋の看板振動？！**

# 教訓：素朴な疑問こそ大切だ

- アジアモンスーンは南北の大気循環だから、変動も南北方向にあってもいい  
⇒ 大気の流れ（波動）は、中高緯度も熱帯も東西に動くものと思っていると、想像できない現象
- 季節変化や日変化、地理的分布などが卓越する地球大気に、無限に続く現象などない  
⇒ 統計的な有意性などにあまり縛られると、真の現象が見えなくなることがある



**素人の怖いもの知らずは大事だ。**

# 筑波大学地球科学系に 教員として異動

1982年3月～2002年7月

# モンスーンの研究・アジアの気候研究

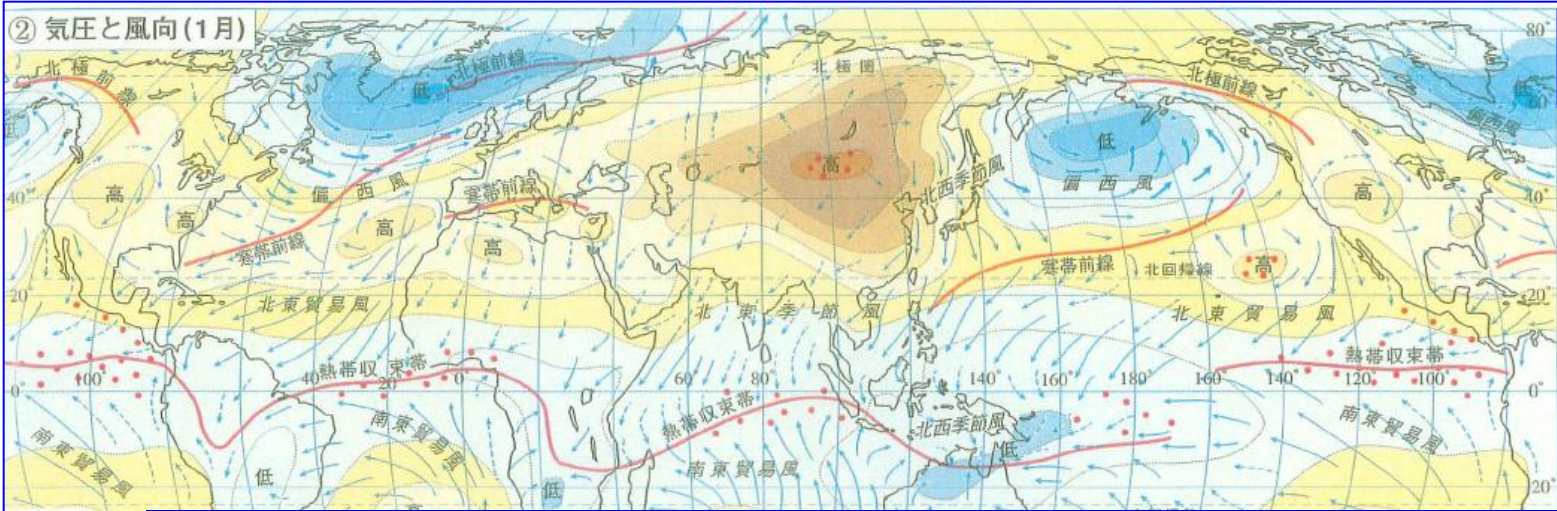
- **アジアモンスーン変動の研究**
- **雪氷と気候（モンスーン）の関係**
- **ENSO（エル・ニーニョ／南方振動）とモンスーンの関係**

⇒ **大気・海洋・陸面（大陸）相互作用**

- **モンスーンアジアの人と自然の関わり合い**  
**（地理学的気候学、あるいは風土論）**

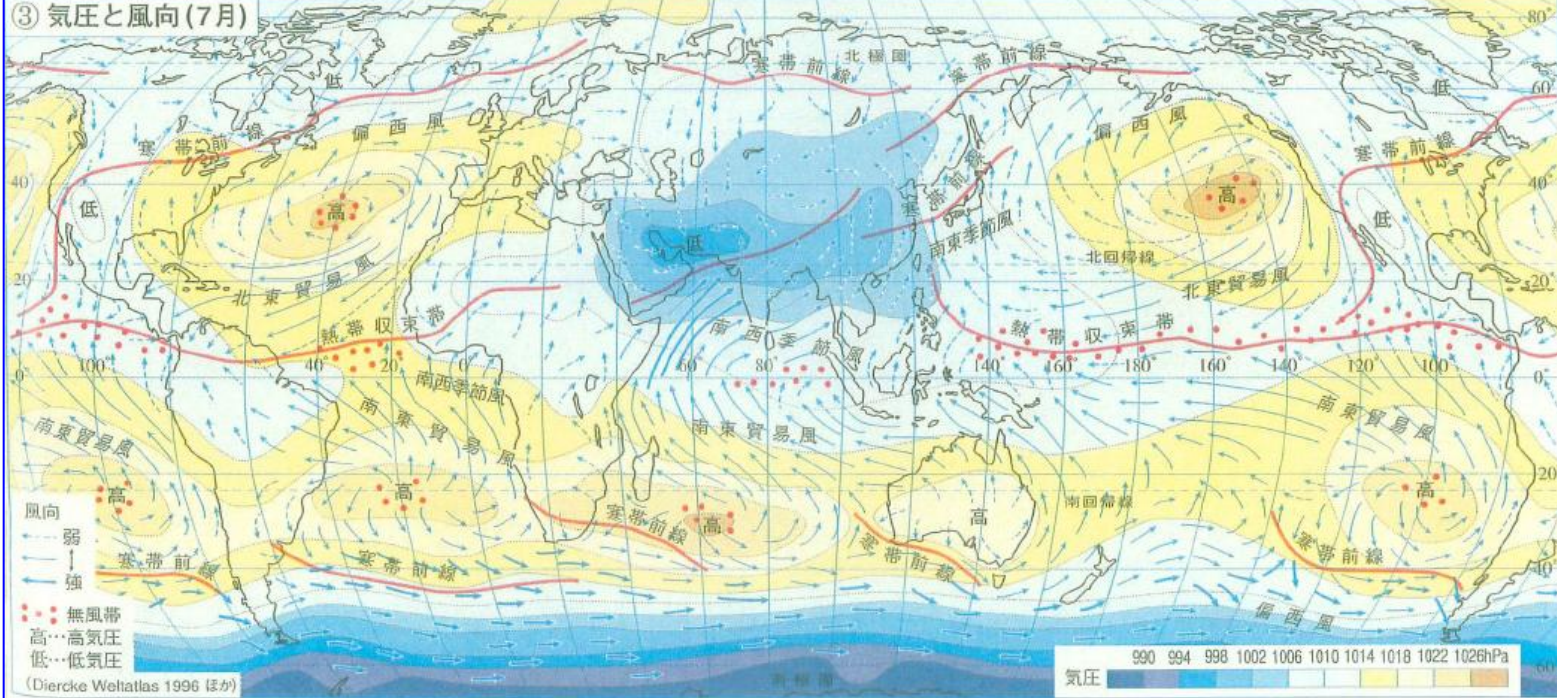
1月

# 気圧と風系の分布



アジアモンスーンは地球気候における最も顕著で巨大な季節変化の現象である。

7月



# 豊かな降水量を有する東・東南・南アジア (モンスーンアジア 7-9月)

*Precipitation (GPCP, JJA)*

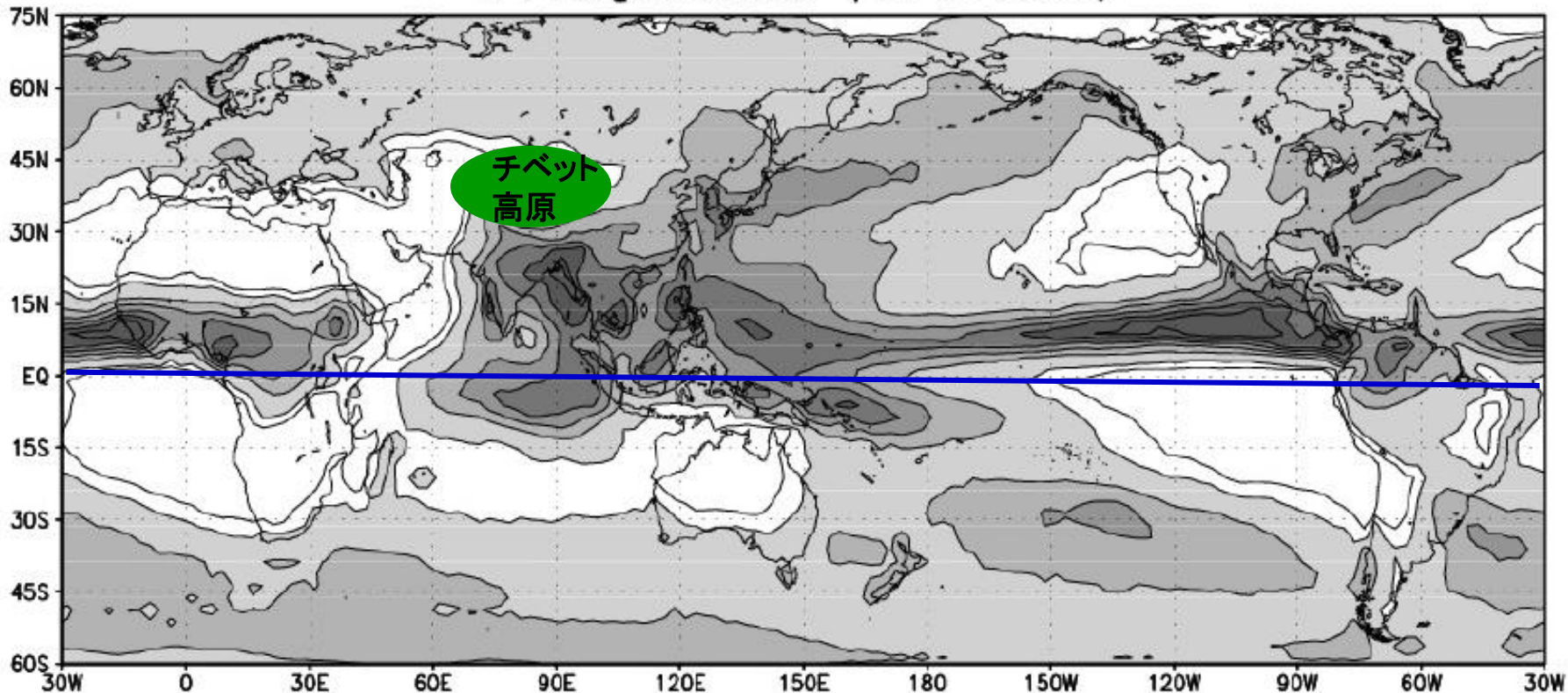
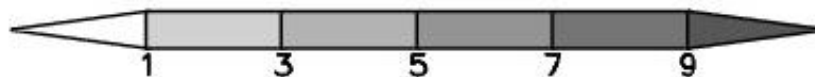
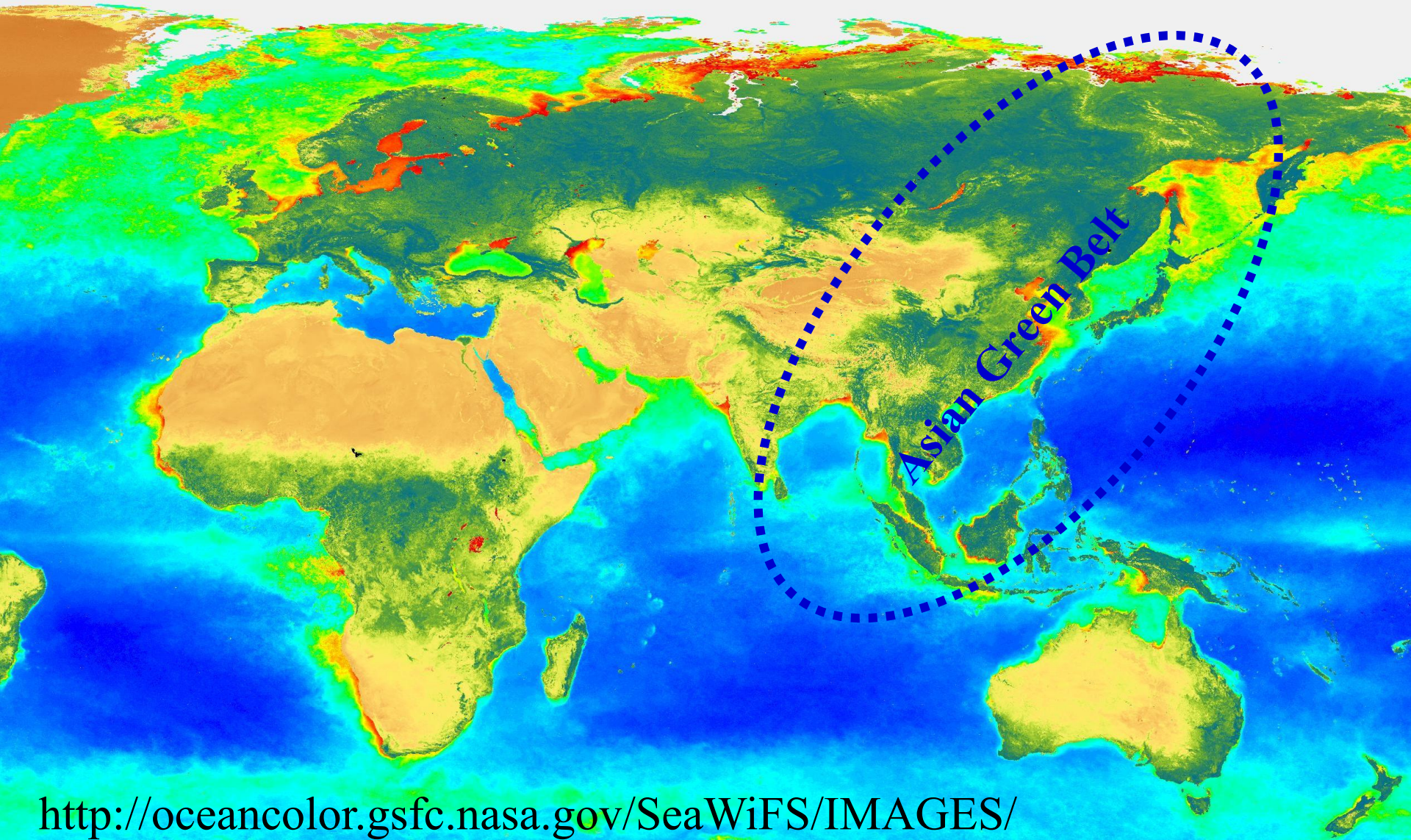


図1: 北半球夏季(7-9月)の降水量分布(GPCP data: 1979-2000)



# モンスーン気候とAsian Green Belt

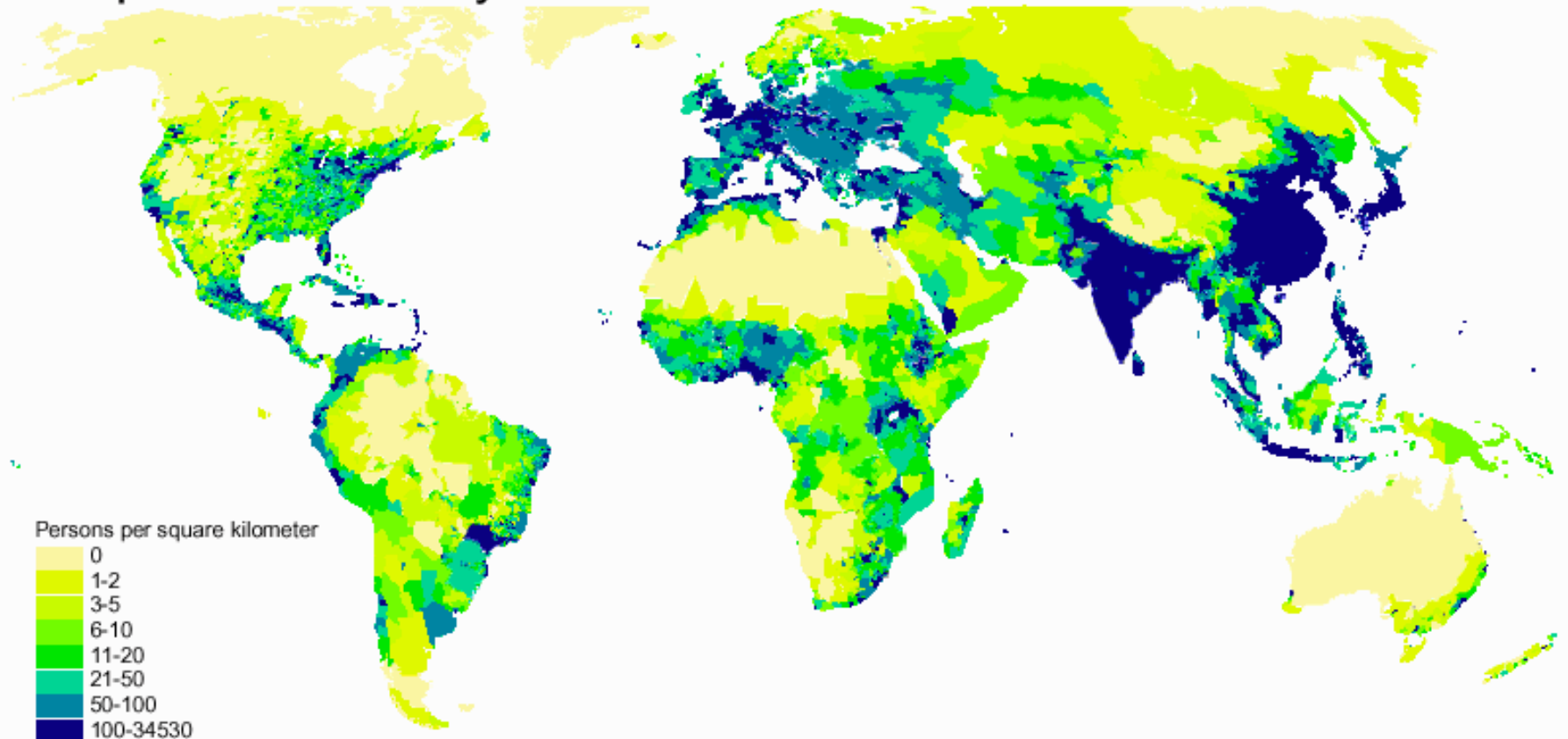
熱帯から寒帯まで南北に続く湿潤気候と森林植生帯



# 世界人口の60%以上が集中するモンスーンアジア

世界の人口密度とGDP密度

## Population Density



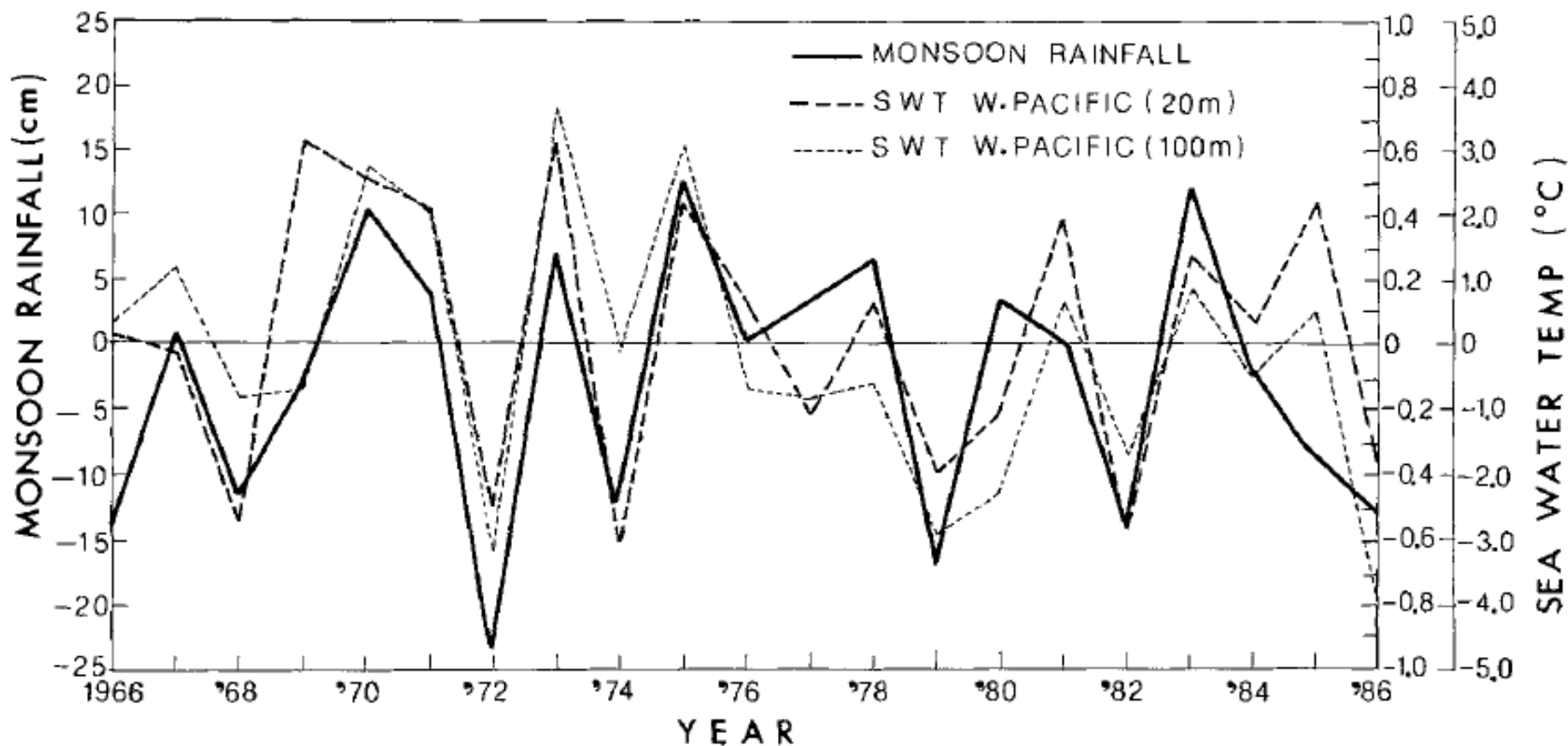
<http://www2.ttcn.ne.jp/honkawa/9050.html>



# 夏季アジアモンスーン変動は 熱帯太平洋の大気・海洋系と密接に関係 インドモンスーン降水量は翌冬の西部熱帯太平洋の海面水温を 決めている (Yasunari, 1990)

34

T. Yasunari: Impact of Indian Monsoon on the Coupled Atmosphere/Ocean



# インドモンスーンの変動はユーラシアの前の冬 (春)の積雪変動に影響を受ける？

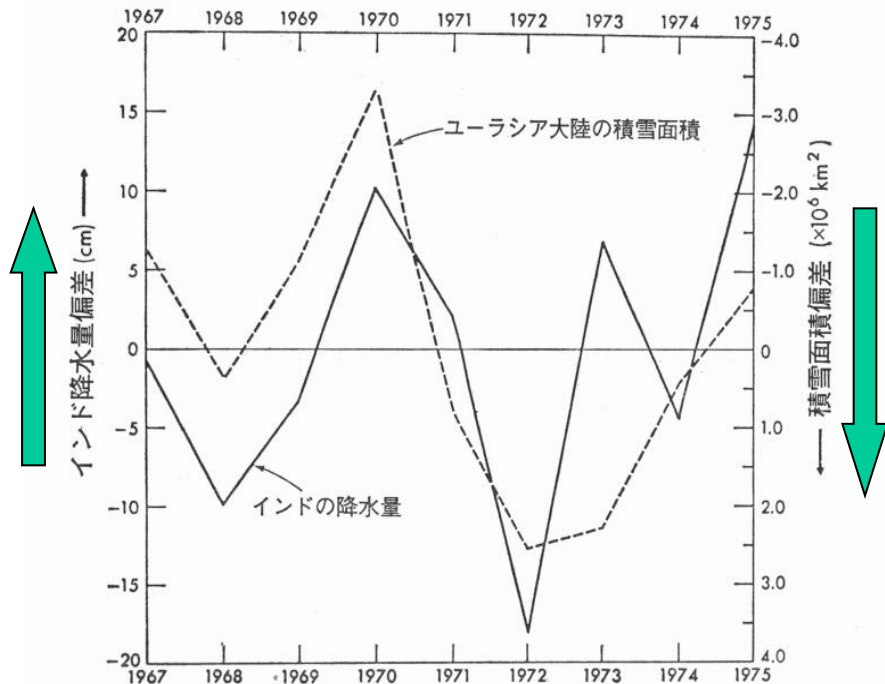


図 2.17 ユーラシア大陸 (52°N 以南) 上の冬の積雪面積の年々偏差と、次の夏の中部インドにおけるモンスーン降水量の年々偏差 (ハーンとシュクラ, 1976)

(Hahn and Shukla, 1976)

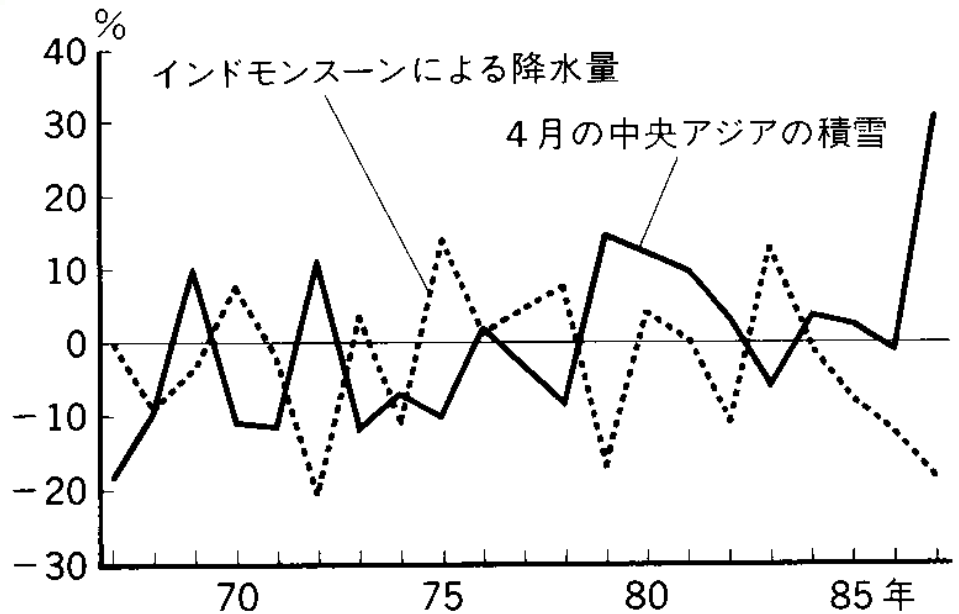


図 4 ユーラシア大陸(中央アジア)の4月の積雪面積と夏のモンスーン降水量の年々変動<sup>(7)</sup>. 平均値からの偏差(%)で示す. 積雪面積は人工衛星からの観測データ.

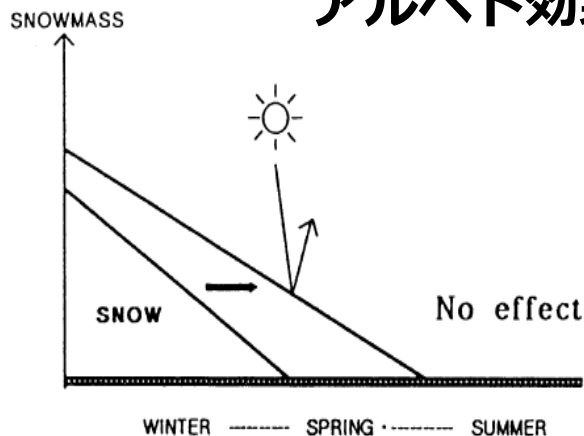
(Morinaga and Yasunari, 1991)

**なぜ、このような季節ラグをもった相関があるのか？**

# 大気・海洋・大陸相互作用を通じた 気候の年々変動のしくみを提唱 (Monsoon Year)

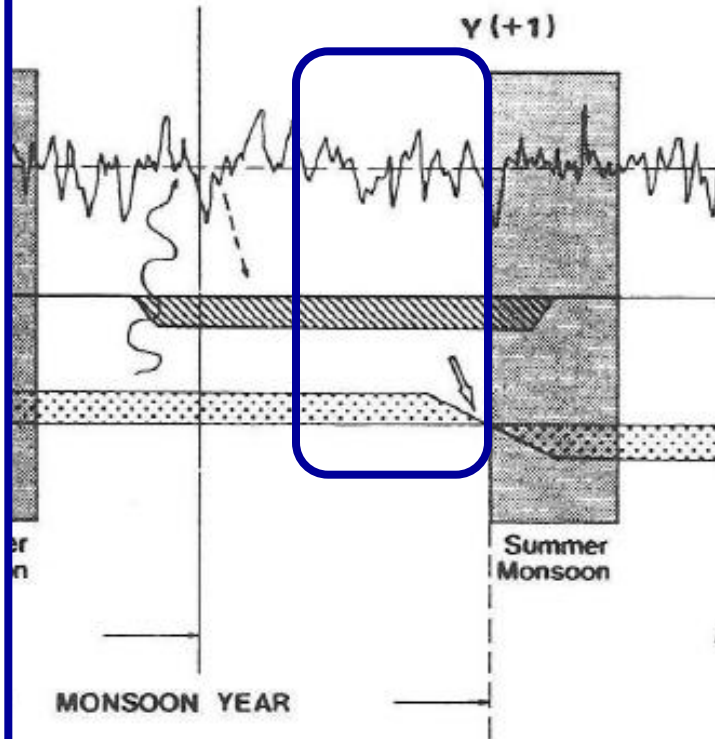
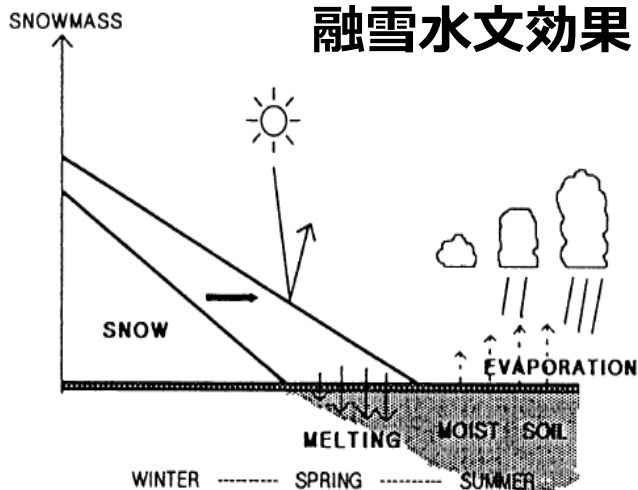
1) ALBEDO FEEDBACK

## アルベド効果



2) SNOW HYDROLOGICAL FEEDBACK

## 融雪水文効果



中高緯度の  
大気循環  
大気・陸面  
相互作用  
大気・海洋  
相互作用

(Yasunari and Seki, 1992)

(Yasunari, Kitoh & Tokioka, 1991)

# モンスーン気候変動の解明には 大気・陸面相互作用の解明が必要

- 大気と陸面（雪氷、土壌水分、植生等）の相互作用について、衛星データ解析と気候モデル等により、示唆が得られたが、実際の観測データに基づく理解はまだほとんどなされていない。
- 特に、大陸スケールでの大気・地表面の相互作用については、プロセスも含め、まだまだ未解明でデータも少ない。国際共同研究が必要。

⇒ **GAME**の立ち上げへ

# GAMEの立案と実行

(アジアモンスーン エネルギー・水循環研究観測計画)

- 大陸スケールの大気・陸面相互作用と、そのアジアモンスーンとの関連を探ることを目的とする。
- アジアモンスーン域での水循環・水資源予測への貢献も掲げる。
- 気象学と水文学の研究者の連携で推進

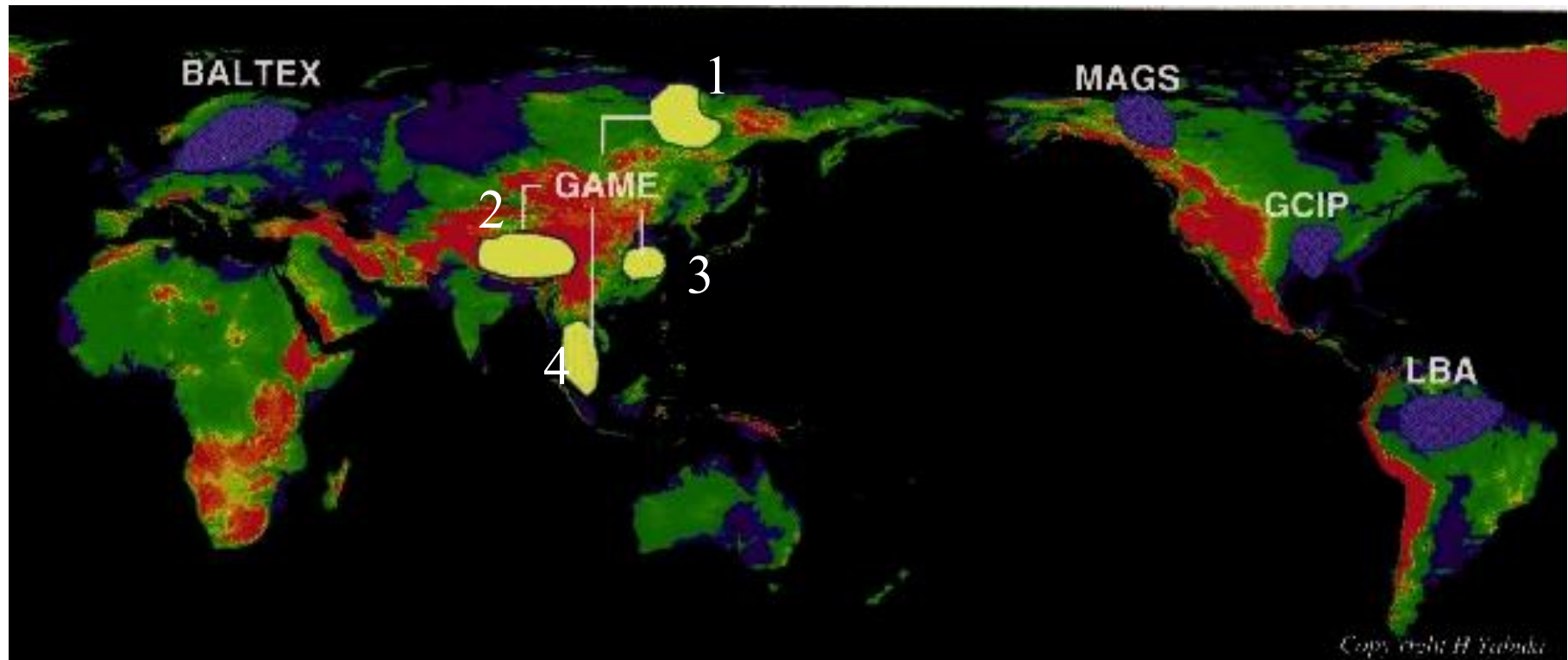
1994年：WCRP（世界気候研究計画）に、アジア地域での初めての国際共同研究プロジェクトとして提案し、承認される。

1995年：国内では、文部省測地学審議会で、正式に建議される。

1996年～1998年：文部省特別事業費, NASDA 予算, APNなどで実行。

1999年～2001年：文部省科研費特定研究などで実行。

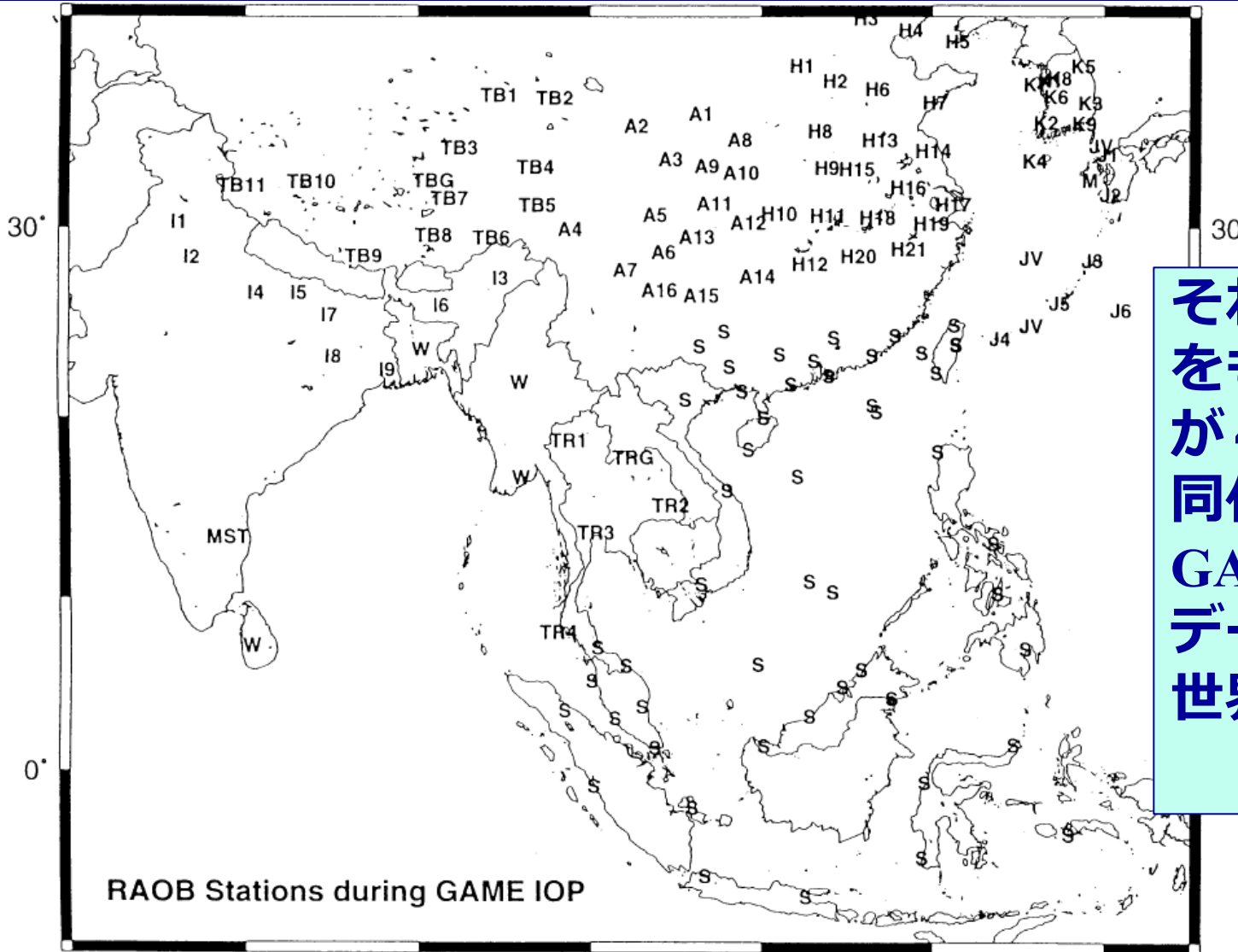
**GAMEでは、モンsoonアジアの4地域（流域）  
での大気・陸面のエネルギー・水循環過程と気候  
の相互作用の観測研究を行った。(1996~2001)**



1. シベリア (レナ川流域)
2. チベット高原

3. 中国 (淮河流域)
4. 熱帯 (チャオプラヤ川流域)

**GAMEでは、現地観測だけでなく、アジア各国気象局による130地点による高層気象の強化観測が1998年モンスーン季に実施された。**



**それらのデータをもとに気象庁が4次元データ同化を行って、GAME再解析データとして、世界に提供**

モンスーン季の  
チベット高原での  
積乱雲



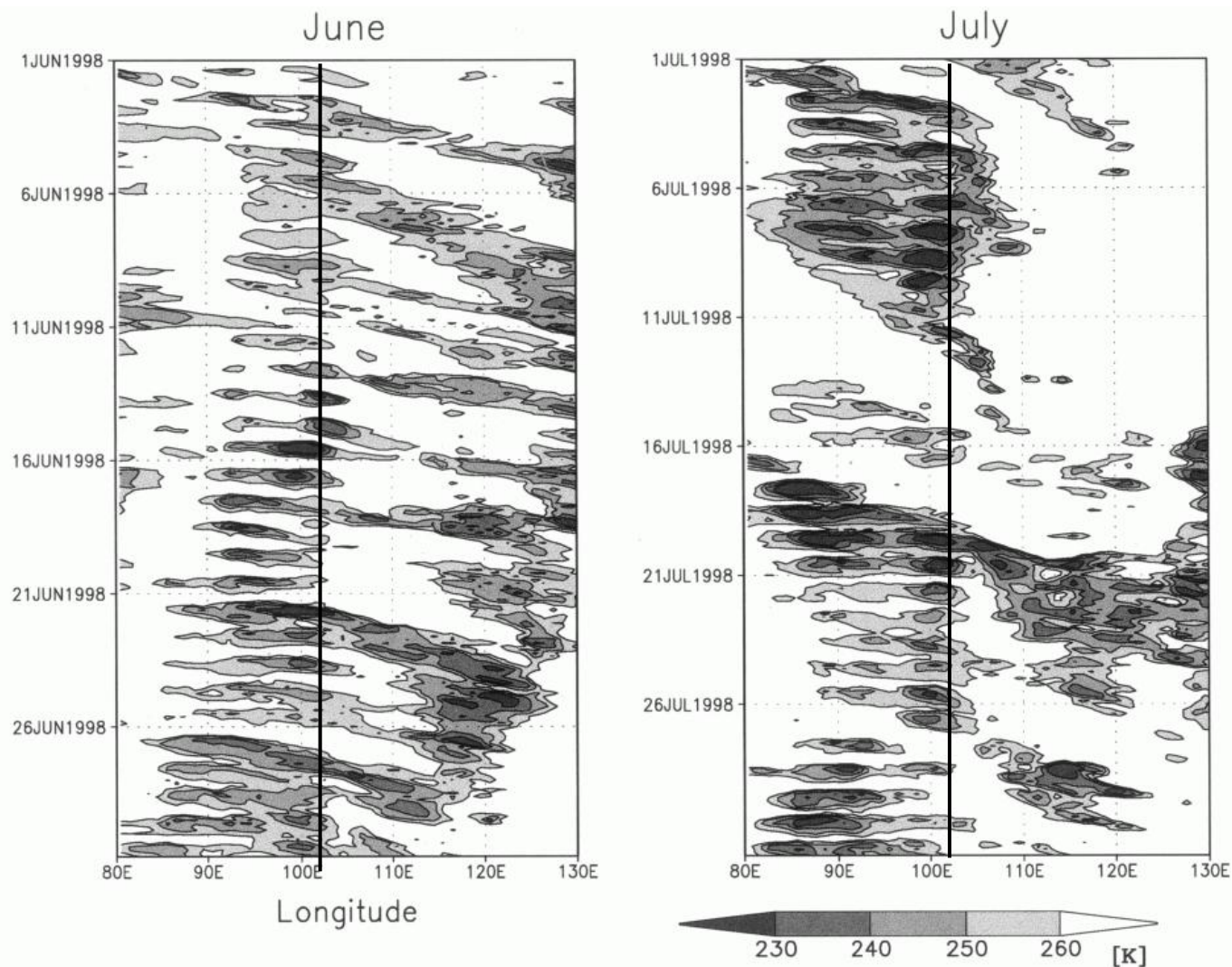
26 10:34



チベット高原では、地表面状態の季節変化と  
対流活動の関係が明らかになった。  
(草が生えてくると、対流降水が活発化)



# チベット高原で発生・発達して、梅雨前線で豪雨をもたらすじょう乱の存在が明らかになった。

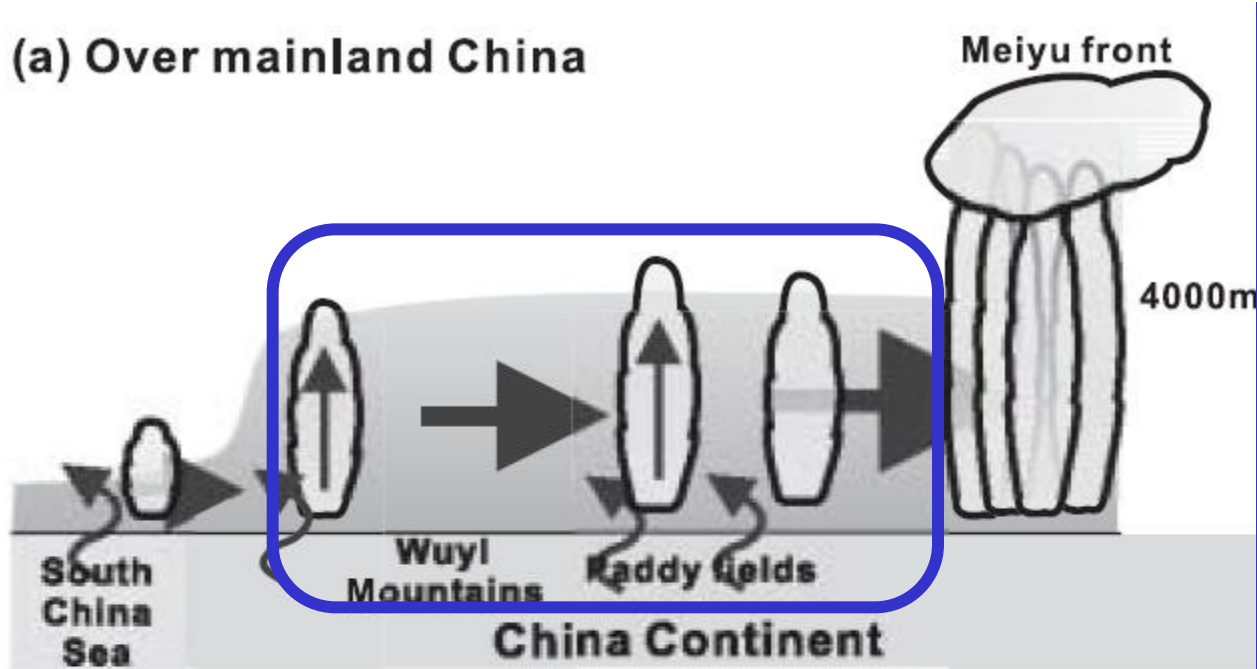


高原上で顕著な日変化を伴ったじょう乱が、高原東縁付近で発達して、梅雨前線沿いに東進する。

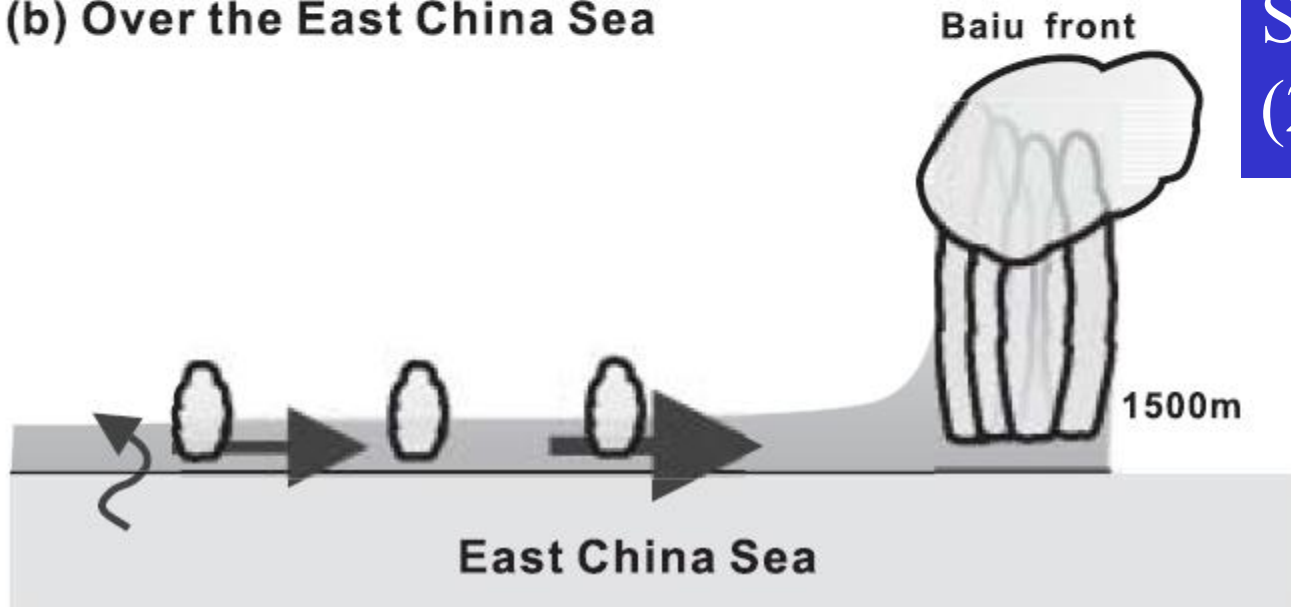
(Yasunari, Miwa and Fujinami ,2002)

図 2: 98 年梅雨期 (6~7 月) における TBB の東西時間断面

(a) Over mainland China



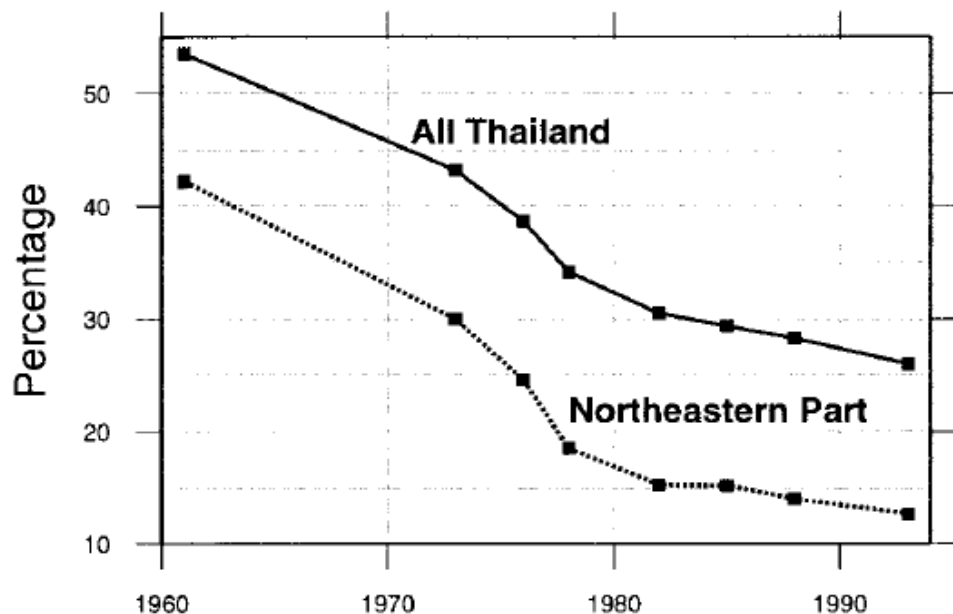
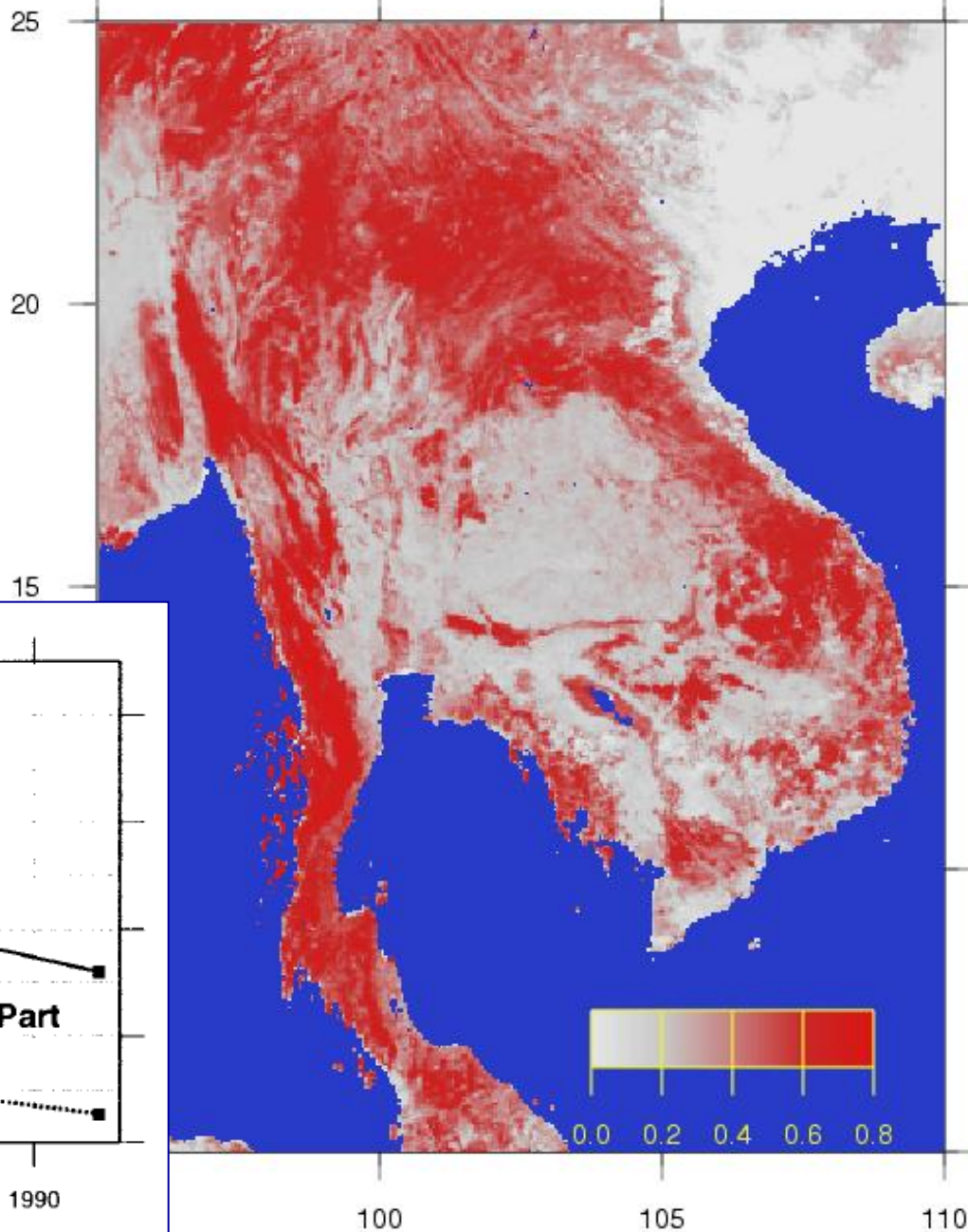
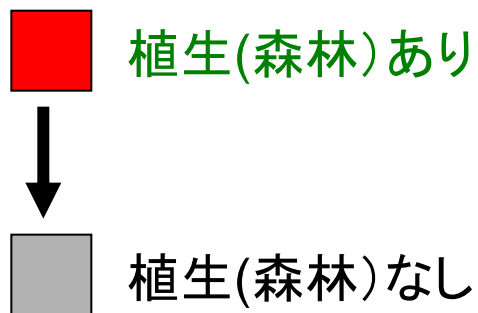
(b) Over the East China Sea



中国の梅雨前線の形成(上図)には、中国南部の森林や水田からの水蒸気が重要

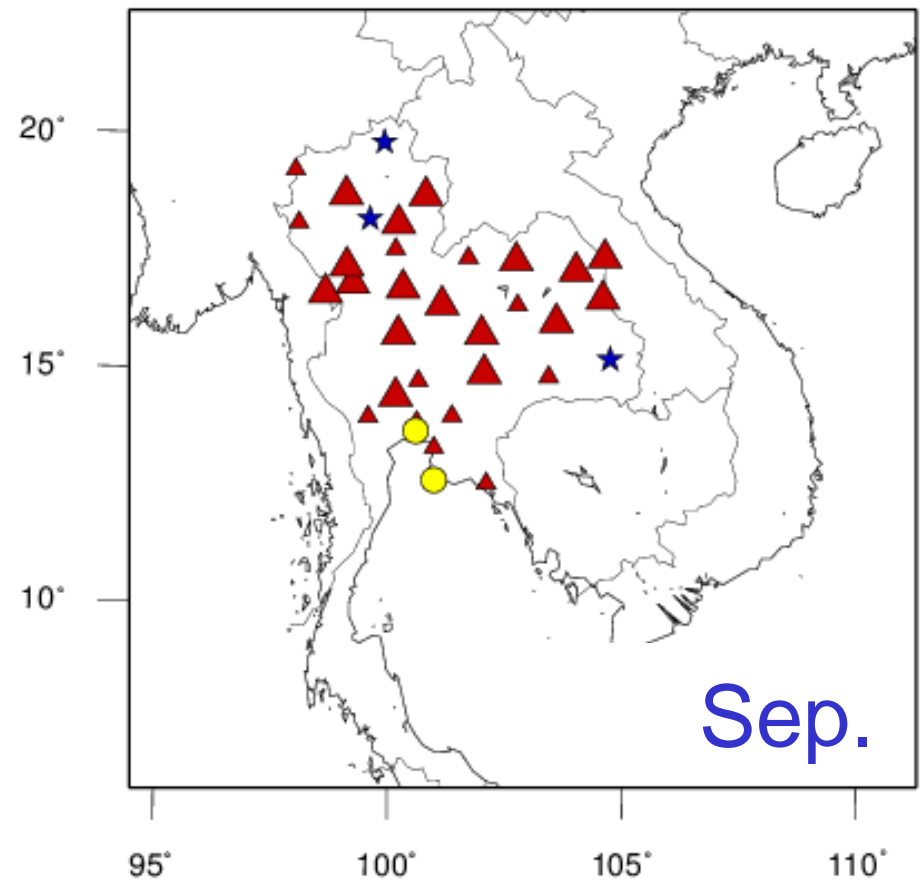
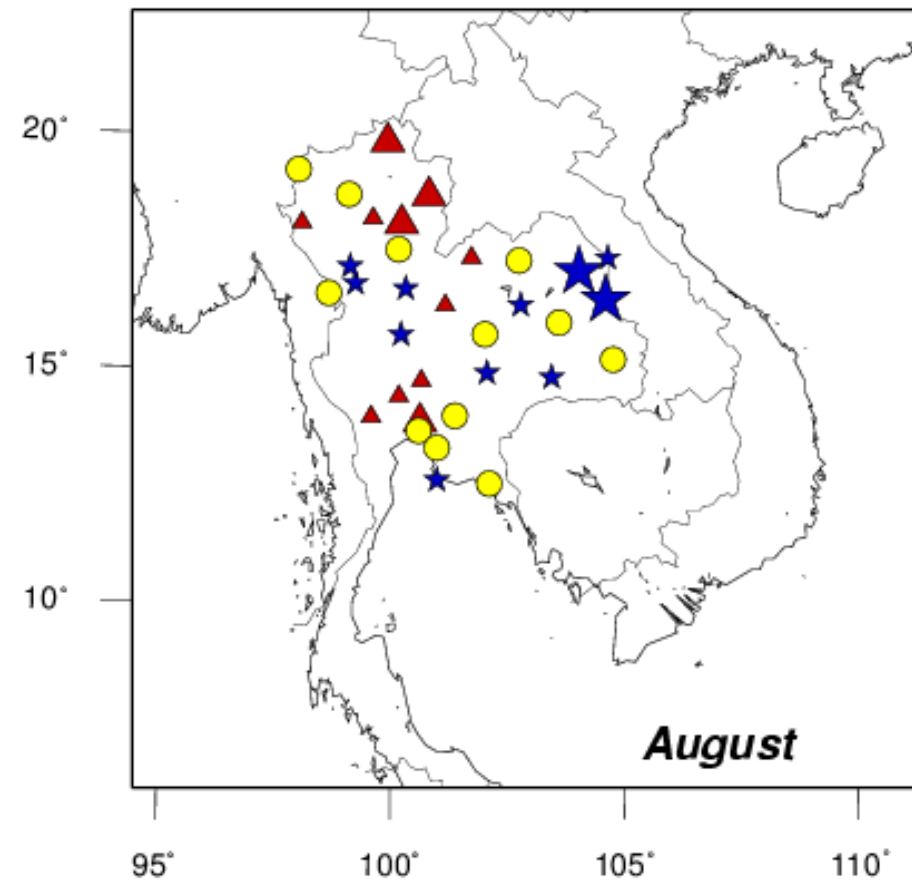
Shinoda et al. (2005)

# タイの森林は、森林破壊により 1950年代以降、急激に減少



タイの森林面積(%)の変化(1960⇒1995)

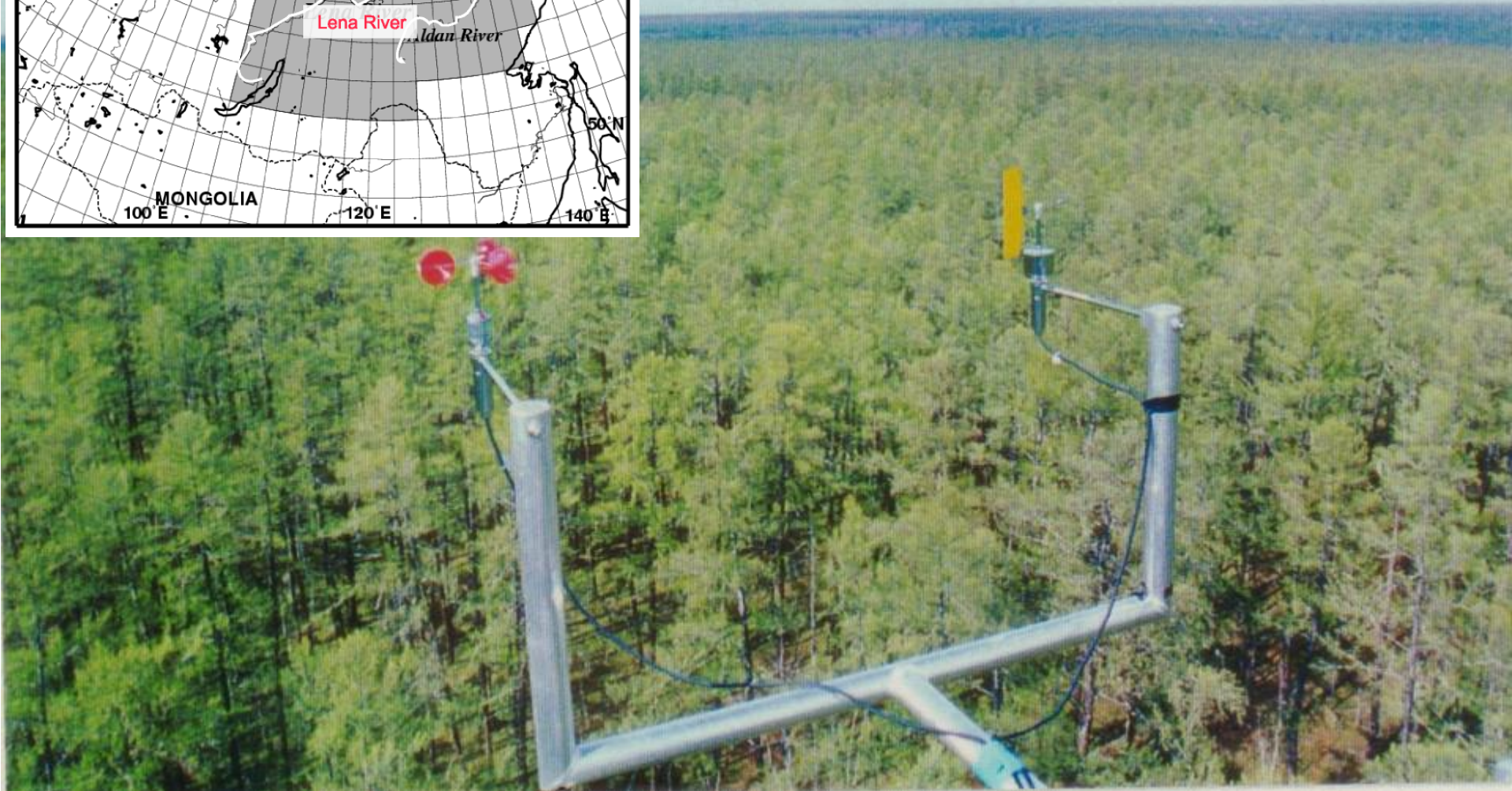
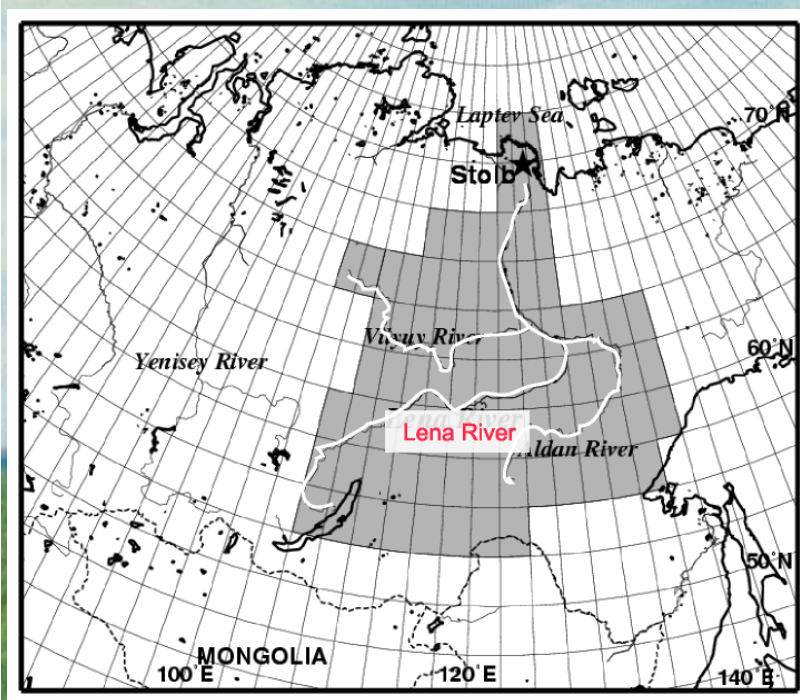
タイのモンスーン季降水量(1951 → 1995)は、**9月のみ**  
**顕著な減少傾向 (▲)**を示す。⇒森林破壊の影響がモン  
スーン気流の弱まった時期に選択的に現れた？



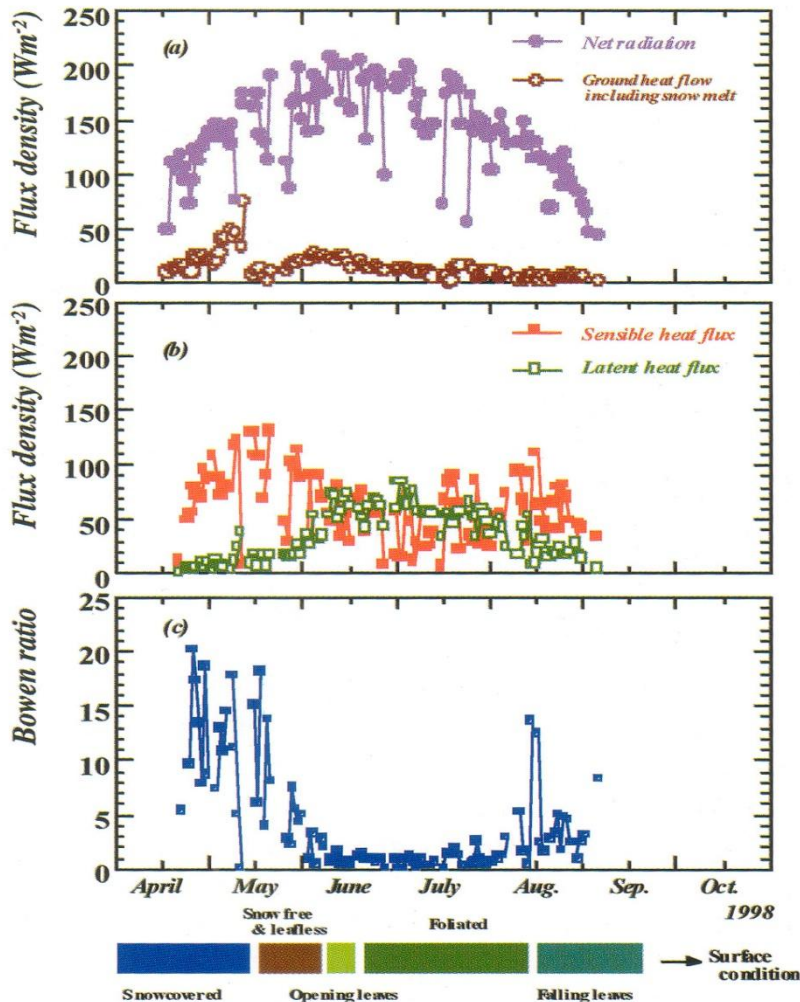
地域気候モデルにより、9月の  
降水量減少が再現された。

(Kanae et al., 2001)

# GAMEシベリアの舞台 レナ川流域の 寒帯林（タイガ）・凍土地帯



# シベリアでは、永久凍土と植生（タイガ）の 共生的関係が明らかになった。



Seasonal variations of the energy budget and the Bowen ratio above a larch forest at Spasskaya Pad, Eastern Siberia

融雪⇒凍土融解⇒展葉  
⇒光合成（蒸散）⇒落葉  
⇒凍結

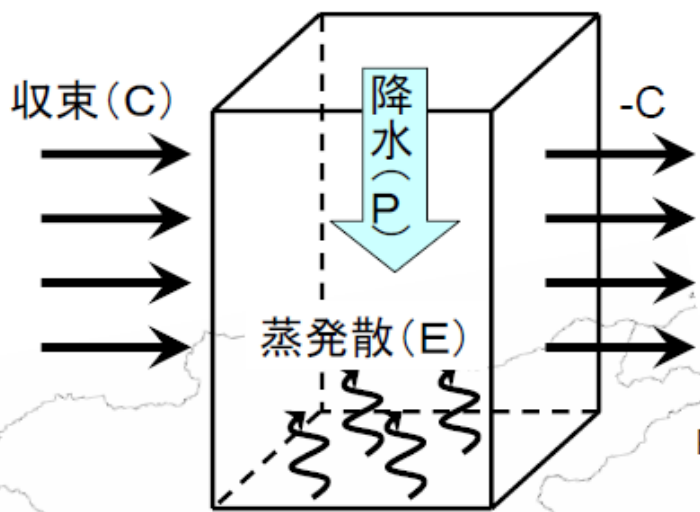
の季節変化過程は、水・エネルギー循環を通して、凍土とタイガの両方の維持に大きな役割を果たしている！？

Ohta et al.(2001)

# 植生と気候は水循環を通して どう決まっているか？

ある場所(地域)での季節的な降水量(P)は、まわりからの水蒸気輸送の効果(C)と同じ場所(地域)からの蒸発散量(E)の合計で決まっている。

蒸発散量(E)の割合が大きいほど、その場所(地域)での水の再循環が活発であることを示す。



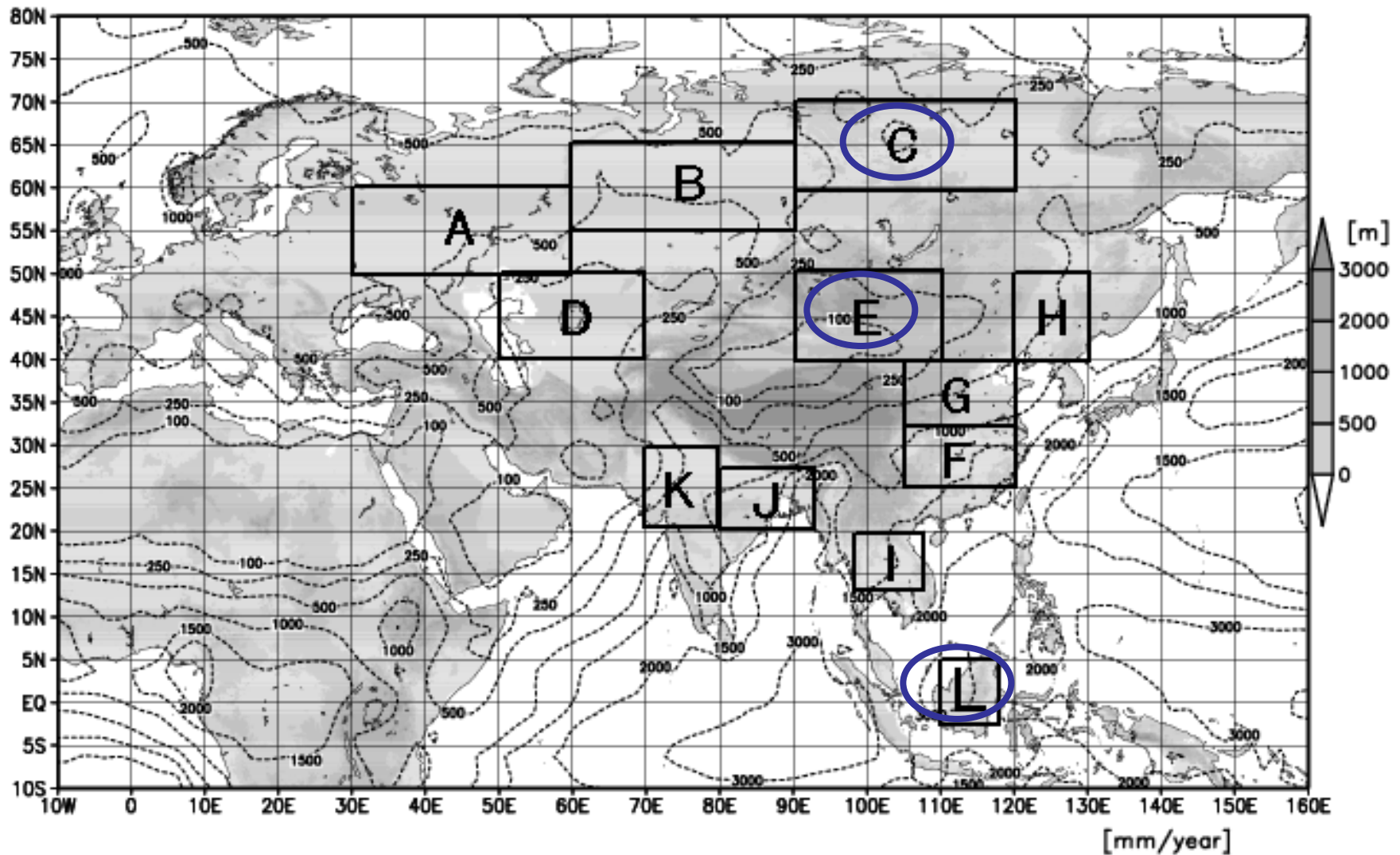
気収束量: E:蒸発散量 P:降水量  
ほぼ定常を仮定すると、

$$\Delta Q / \Delta t \sim 0$$

$$P \sim C + E$$



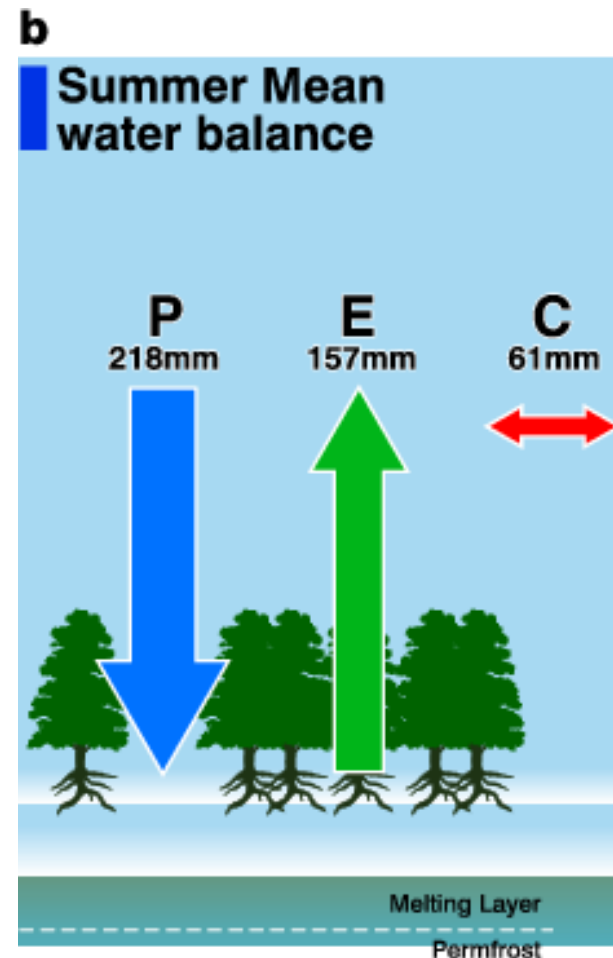
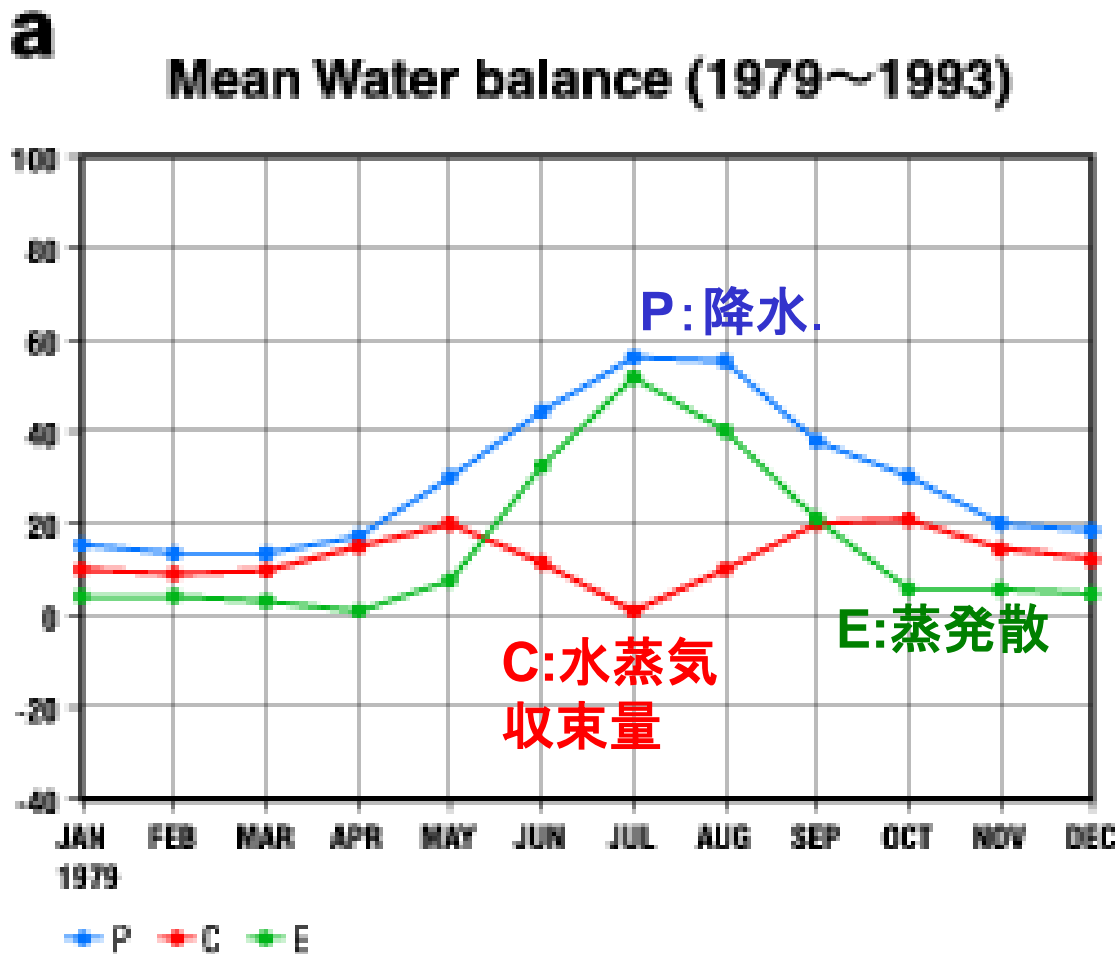
# ユーラシア大陸・アジアモンスーン地域での大気水収支



# 北方林帯（東シベリア）での大気水収支.

## 水循環は夏季に活発

## 地域全体では降水と蒸発散がほぼバランス

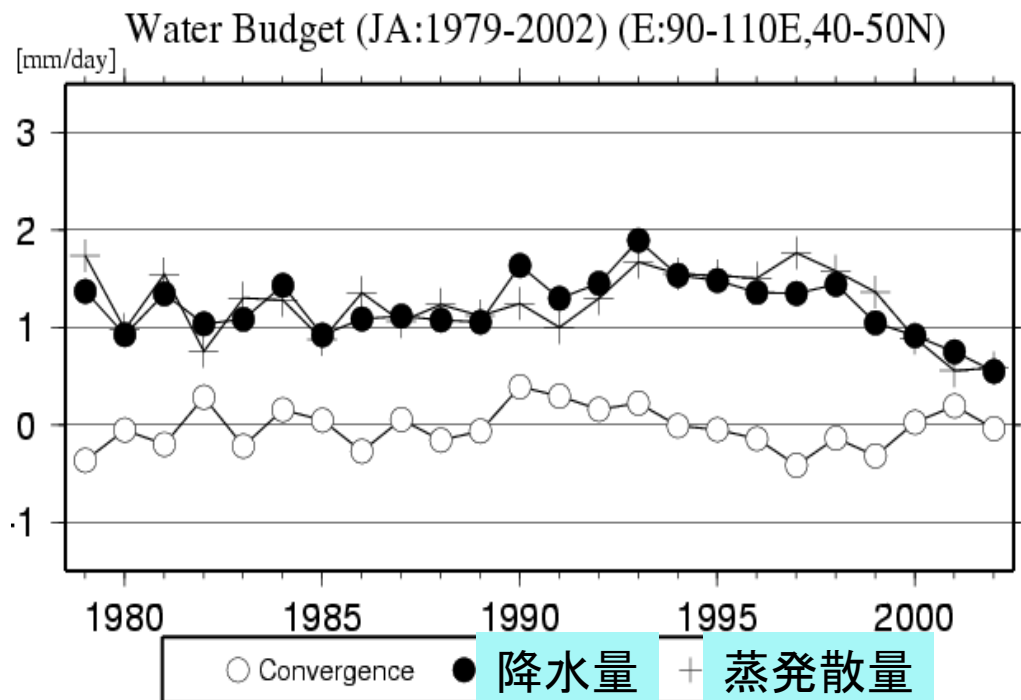


# モンゴル草原生態系の大気水収支

Mongolian Grassland as an Eco-climate System



2001 / 7 / 30



夏の水収支:

降水量 ~ 蒸発散量

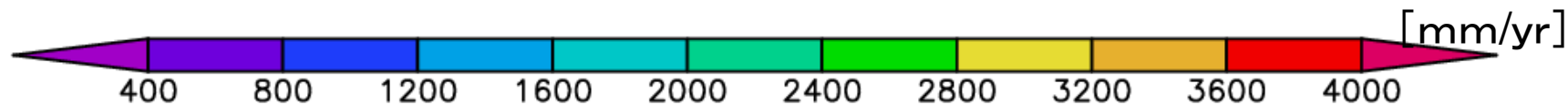
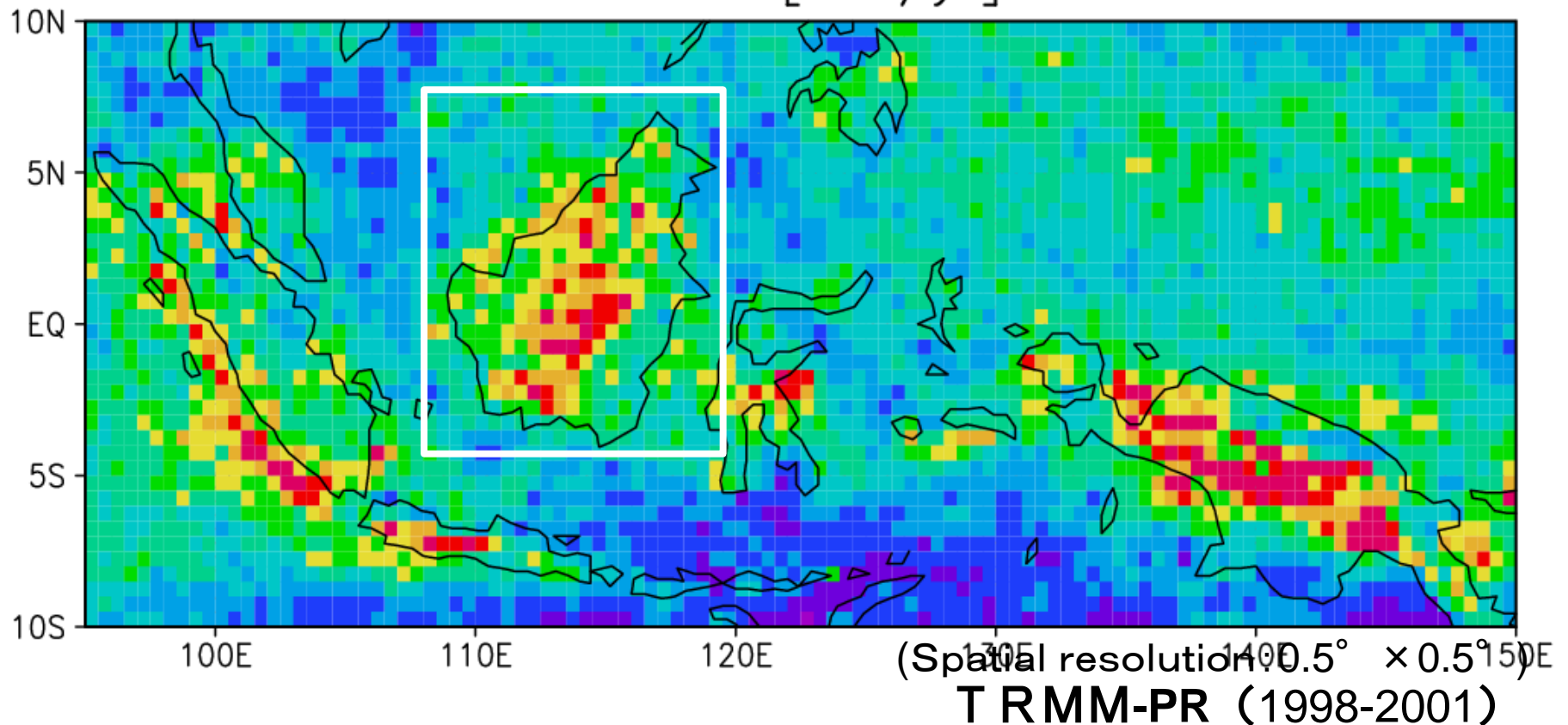
即ち、  
草原自らが水を再循環  
させている

GAMEの観測とモデル研究は、  
寒帯から熱帯まで広域の  
植生と気候が水循環を通して  
相互作用をしていることを  
明らかにしてきた  
(=植生・気候相互作用系?)

アジア・海洋大陸の熱帯では  
どうなっているか？

# 海洋大陸の雨は、暖かい海洋上ではなく、 熱帯雨林の島とその沿岸域に集中している

Rainfall[mm/yr]

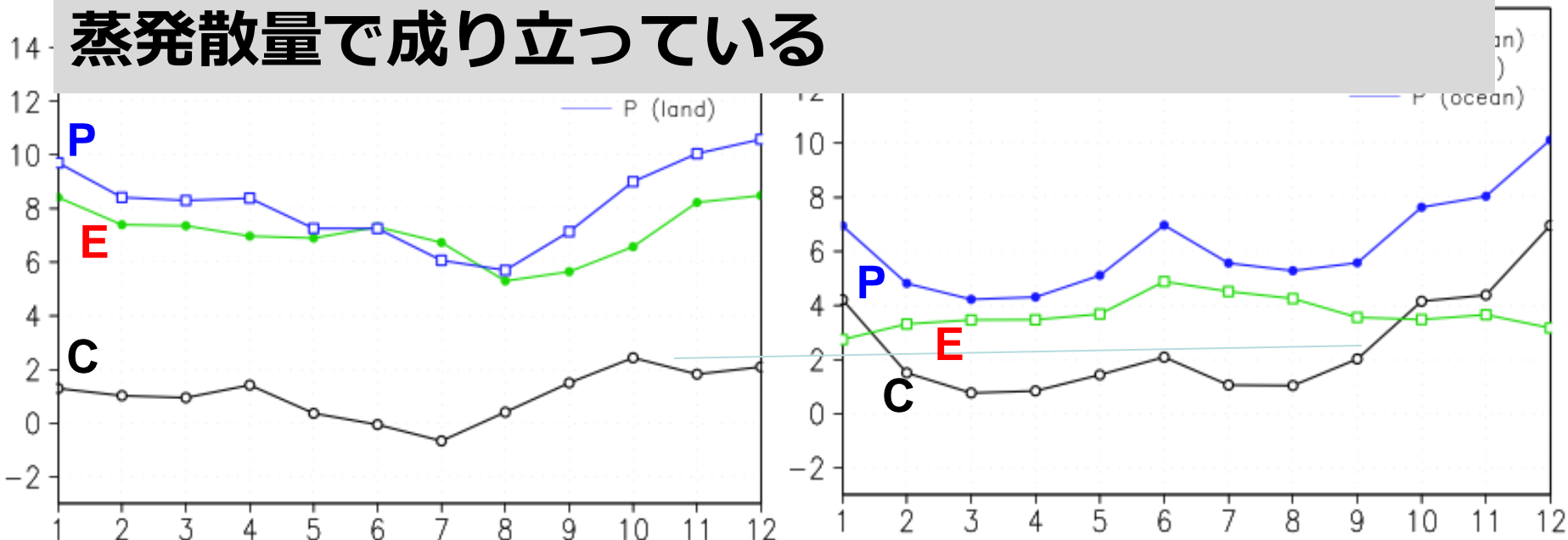


# ボルネオ島とその周辺の海洋上での 大気水収支の季節変化

$$P = C + E$$

(島上:  $E/P \sim 80\%$ , 海洋上:  $\sim 65\%$ )

ここでも、島での降雨量の80%は、熱帯林からの蒸発散量で成り立っている



P: Precipitation (TRMM-PR)  
C: Moisture Convergence (JRA-25)  
E: Evapotranspiration (P-C)

# 植生は水循環を通して気候を維持？

- 広域の森林(植生)は、水の再循環を通して湿潤な気候も維持している？！
  - モンスーンアジアの湿潤な気候の維持・形成には、チベット高原だけでなく、植生の存在も重要？
  - では、チベット高原と植生(+土壌)は、現在のモンスーン気候の維持・形成に。それぞれの程度の役割を果たしているのだろうか？
- ⇒ 単純化した気候モデル実験で調べてみよう

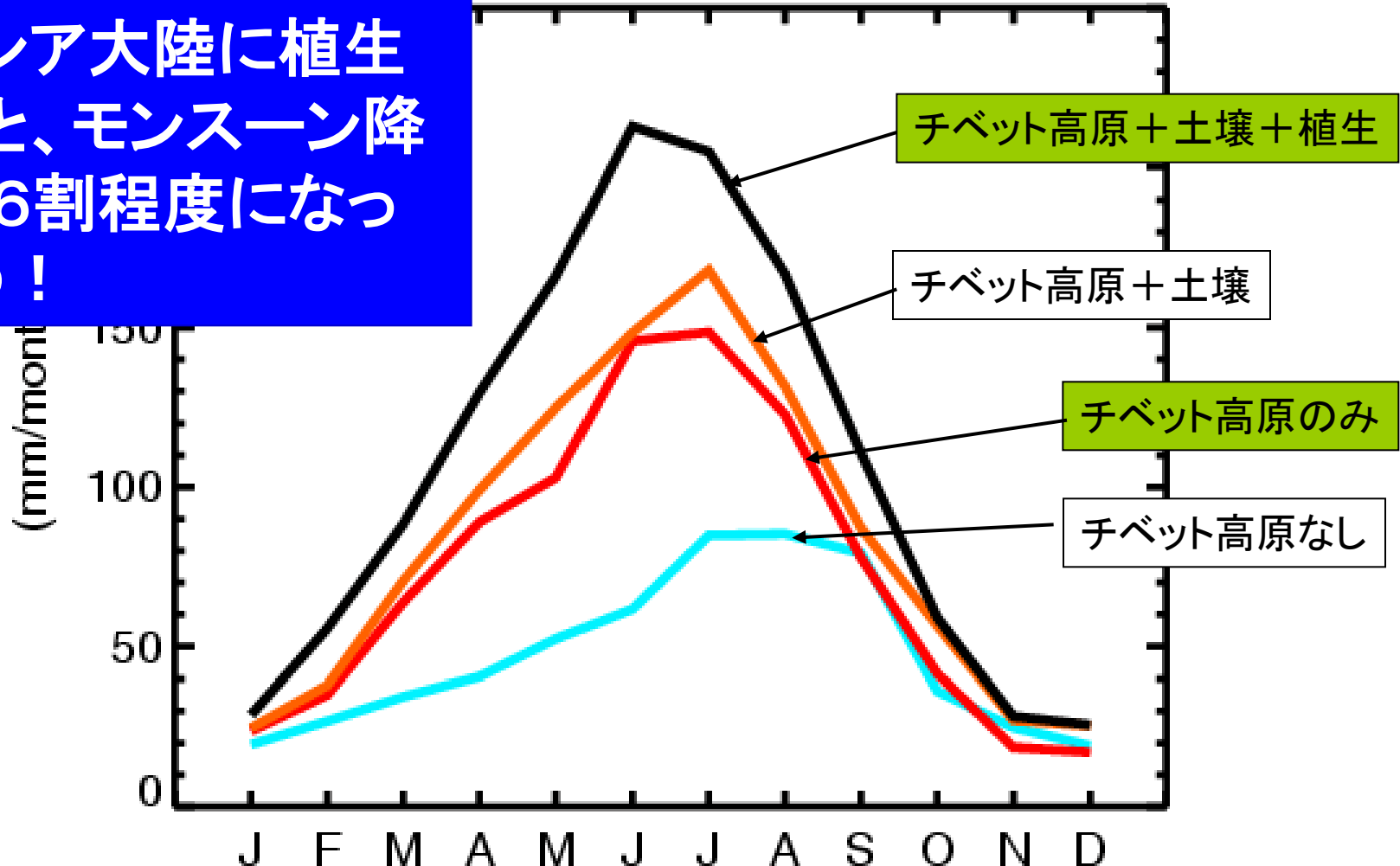


# チベット高原の有無と土壌・植生の有無による 東アジア(中国)モンスーン地域の降水量季節変化

(気候モデルによる数値シミュレーション)

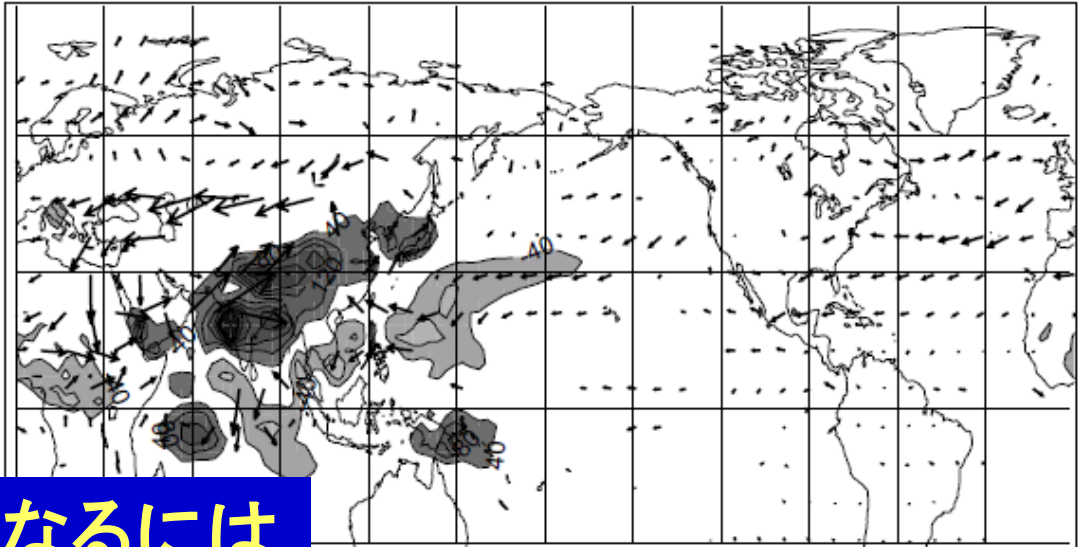
East Asia: Precipitation

ユーラシア大陸に植生  
がないと、モンスーン降  
水量は6割程度になっ  
てしまう！



(Yasunari et al., 2006)

a) JJA Precipitation ( $\text{mm month}^{-1}$ ): MR-NMR

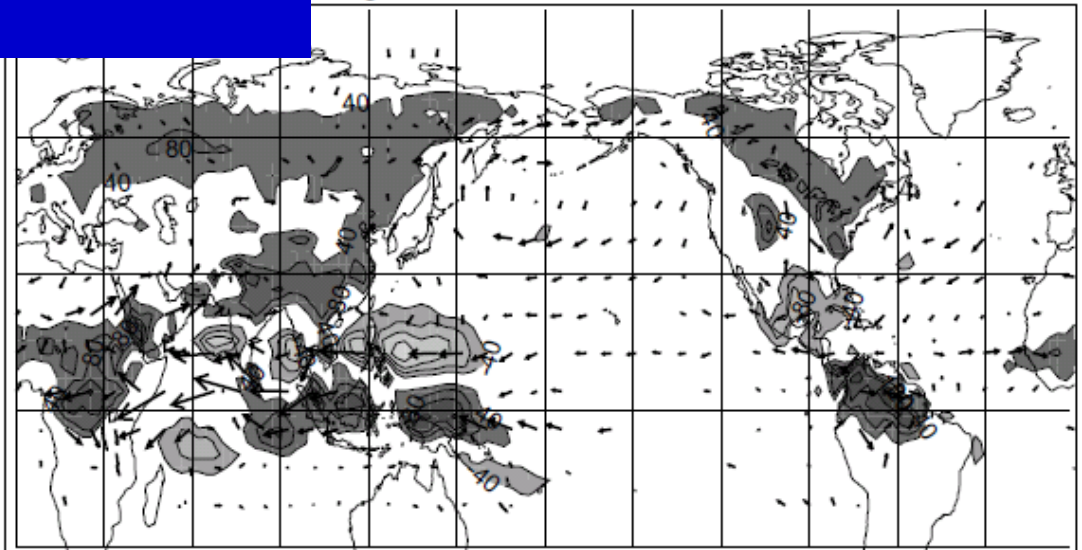


**With Tibet - No Tibet  
No vegetation**

チベット高原の存在により  
アジアモンスーン域全体の  
降水量が増加

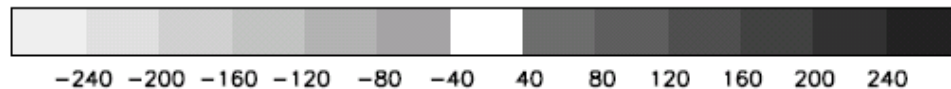
**大陸内部まで湿潤になるには  
森林(植生)が必要!**

precipitation ( $\text{mm month}^{-1}$ ): MVS-MR

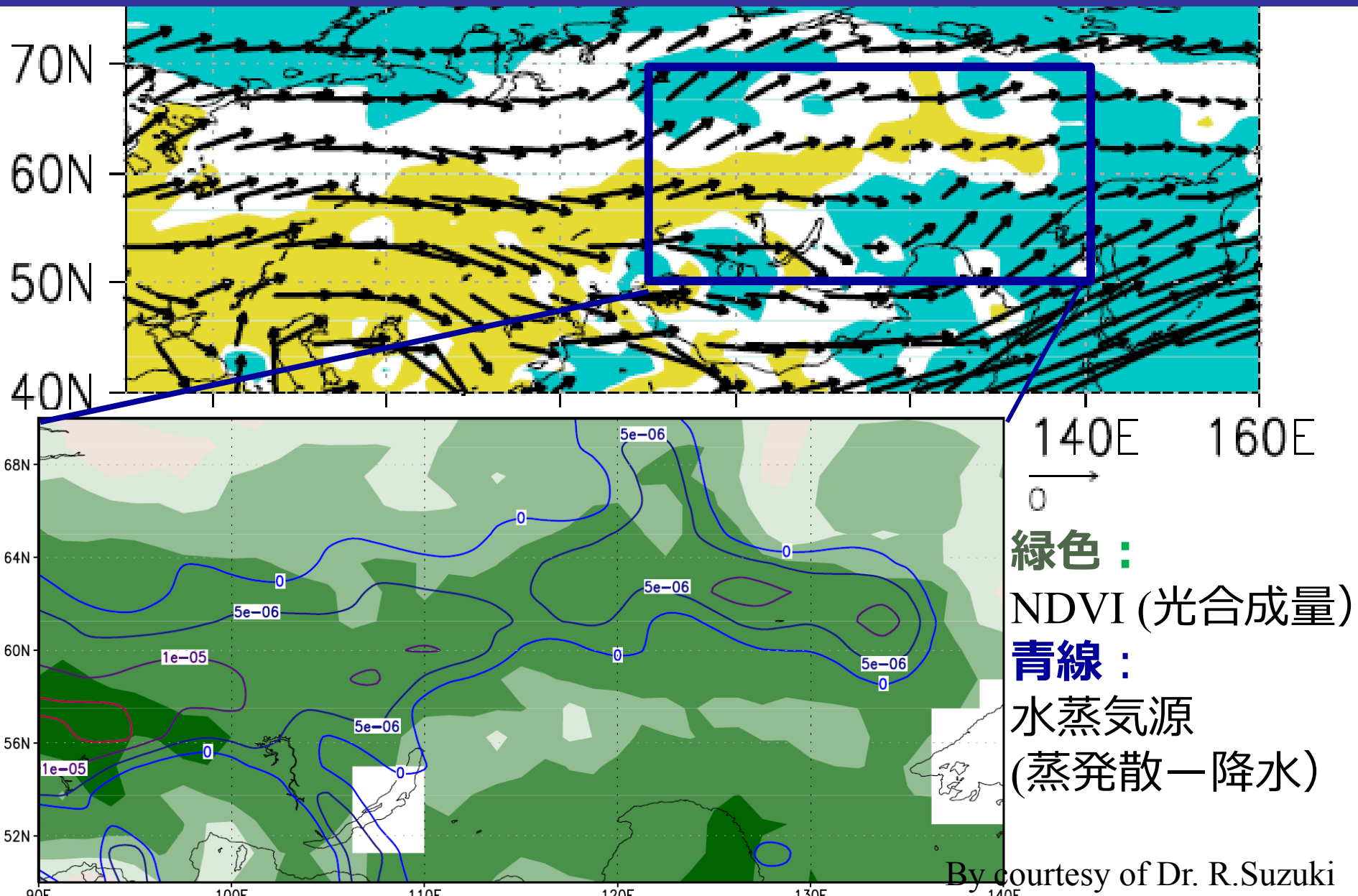


**With Veg - No Veg  
With Tibet**

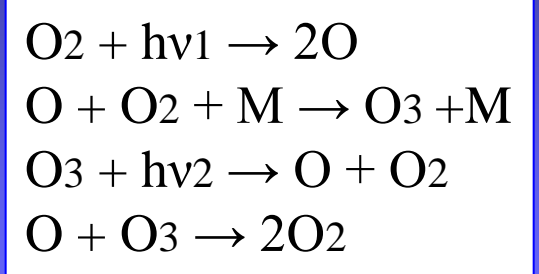
植生(+土壌)の存在により  
モンスーン域+寒帯林地帯  
での降水量がさらに増加



# 北方林の光合成活動の極大域と水蒸気源 (E-P) の極大域がほぼ対応している (6-8月)

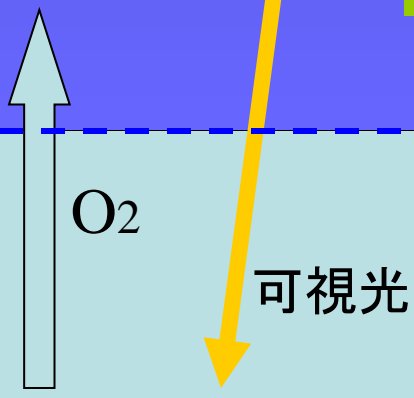


# 地球気候システムの維持における生命圏の重要な役割

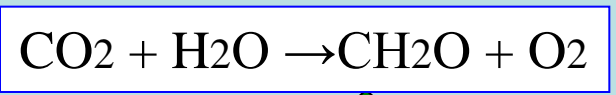


オゾン層(成層圏)の維持・形成

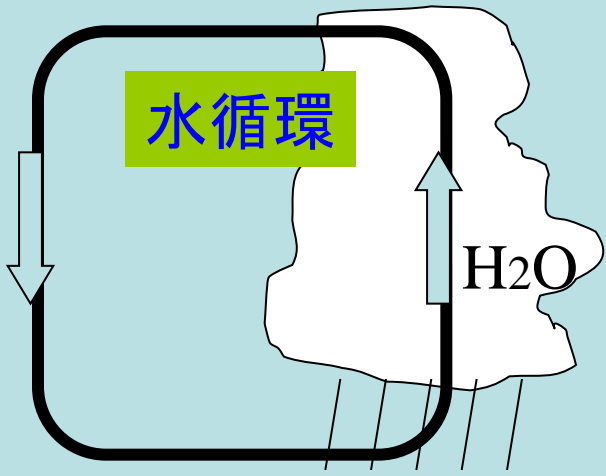
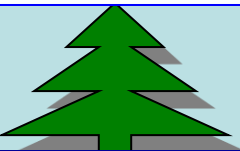
cold trap



対流圏



光合成



生命圏の維持に必要な環境と地球表層の構造(水の保存、オゾン層など)は生命圏自らが創り出している

# 大気圏・水圏・生命圏の共進化

## 陸上植物出現-オゾン層形成

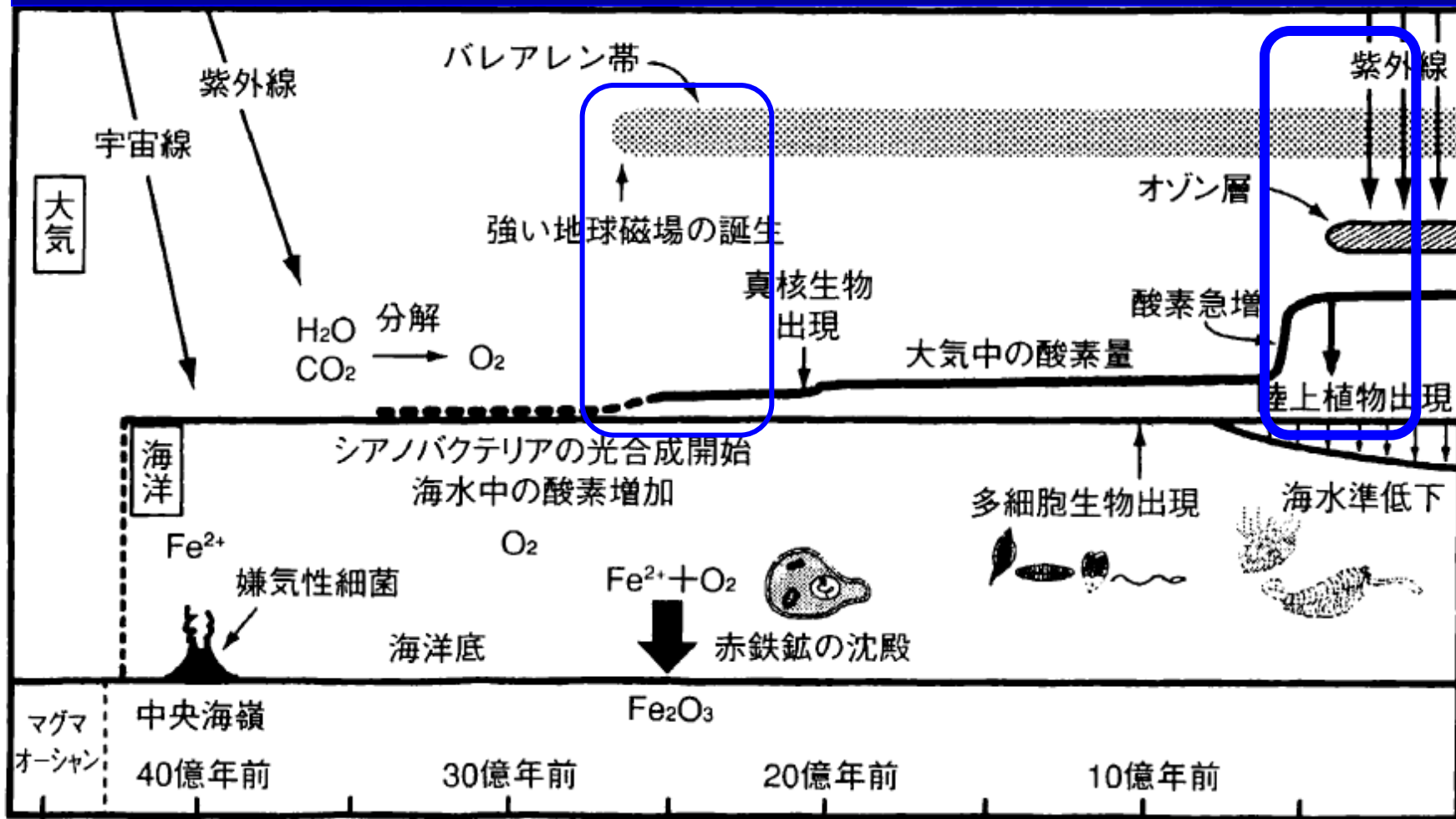
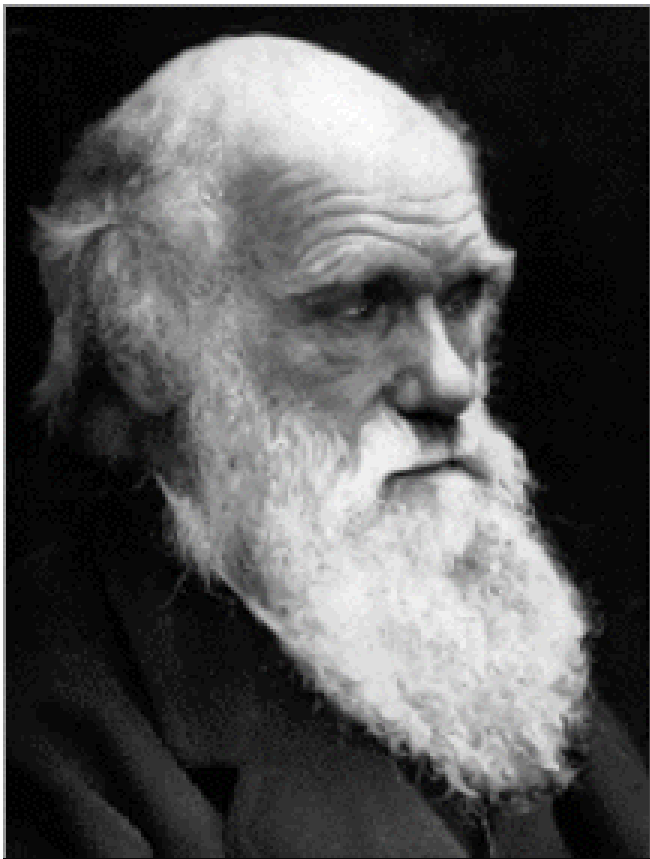


図 14.9 地球の表層環境の変化と生命の進化. (磯崎行雄・山本明彦『科学 第68巻 第10号』岩波書店, 1998)

**では、生物の進化と環境を  
対立的に考えるダーウィンの  
進化論はどう考えるべきか？**



**Charles Darwin**  
**British Naturalist**  
1809 -1882

**I have called this principle,  
by which each slight  
variation, if useful, is  
preserved, by the term **Natural  
Selection.****

—Charles Darwin  
from "The Origin of Species"

生命圏が環境をコントロールして  
いる、あるいは密接な相互作用を  
しているという事実は、環境圧の下  
で自然淘汰や適応の結果、生物が  
進化するというダーウィンの理論  
の修正を迫っている？！

# では、“ガイア(Gaia)” 仮説はどうか



eco wire interview

## James E. Lovelock Interview

ジェームズ・ラヴロック インタビュー

ガイア説:地球は生きているのか?

<http://www.ecolo.org/lovelock>参照

ラブロックは、生命圏が環境調節している可能性を、非常に簡単なモデル惑星“デイジー・ワールド (Daisy World)”でみごとに示したが.....  
(簡単すぎる?!)





# 今西錦司 Kinji Imanishi (1902-1992)



今西錦司は“Gaia”  
的な見方を、ラブロック  
が提唱する40年前に、  
すでに出していた！

<http://www.geocities.co.jp/NatureLand/4270/imanishi/>

# 今西錦司 『生物の世界』 1941

- 生物はそれ自身で完結された独立体系ではなくて、環境をも包括した一つの体系を考へることによつて、はじめてそこに生物というものの具体的な存在のあり方が理解されるような存在である。
- 環境といへどもやはり生物とともに、もとは一つのものから生成発展してきたこの世界の一部であり、その意味において生物と環境とはもともと同質のものでなければならぬ。

# 今西錦司 『生物の世界』 1941

Kinji Imanishi “The World of Life” 1941

- 生物の中に環境的性質が存在し、環境の中に生物的性質が存在するということは、生物と環境とが別々の存在でなくて、もとは一つのものから分化発展した、一つの体系に属していることを意味する。
- たえず環境に働きかけ、環境をみずからの支配下におこうとして努力しているものが生物なのである。

**ただ、今西は、具体的に生命圏のどのようなプロセスを指摘していたかは、不明である。**

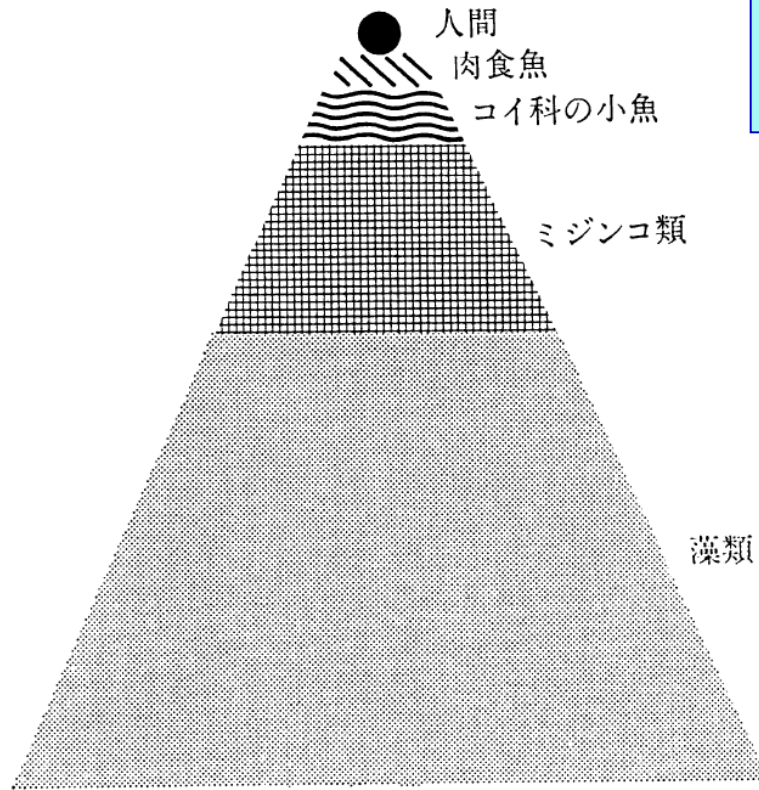
# 人間を生命圏の中でどう位置づけるべきか？

**人類は、大きなエネルギー量を持つ植物と他の動物に支えられている**

「植物プランクトンに代表されるような栄養段階は低いエネルギー的には最も大きい部分を占める微生物群の進化は、気候システムと密接な関係をもつ共生関係を大気・水圏系ともつに至っている。.....これに対し、より「進化」した動物群は、これら栄養段階の低い生物群が作り出す生態学的環境に対し、より依存的である。

.....逆の言い方をすれば、**（人間のような）栄養段階の上位の生物ほど急激な環境変化には弱いということになるろう。」**

安成哲三、遺伝、1991年8月号  
（「地球温暖化」と生物圏）



第6図 生態系におけるバイオマスと太陽エネルギー量を示す模式図（文献9から改変）。

ファインズ「地球の歴史と生態学」  
(1977) より引用

# 環境は生命圏も変えるが、 生命圏も環境も変える

- 生命圏はその空間スケールに応じて、自らを含む領域の環境（気候他）も変える？
  - 生命圏は、外力（太陽活動・火山活動等）を、新たな初期条件として、より平衡的な環境（気候）を作り出していく？
  - 人間は、生命圏の一員でありながら、生命圏を脅かす外力にもなっている？
- ⇒ 新たな生態・気候（相互作用）系の概念とそのダイナミクスの創成が必要

# 過去40万年、現在、 および21世紀末における 大気のCO<sub>2</sub>濃度(予測)

人類活動による CO<sub>2</sub>濃度の増加は、地球生命圏への外力以外のなにものでもない！

IPCC 2000  
Scenarios  
for AD 2100

3700

しかし、  
このような地球や  
生命圏の実態や仕組みを  
理解しつつあるのも、  
(今のところ)  
人間しかいない。  
⇒地球における人間の責任？

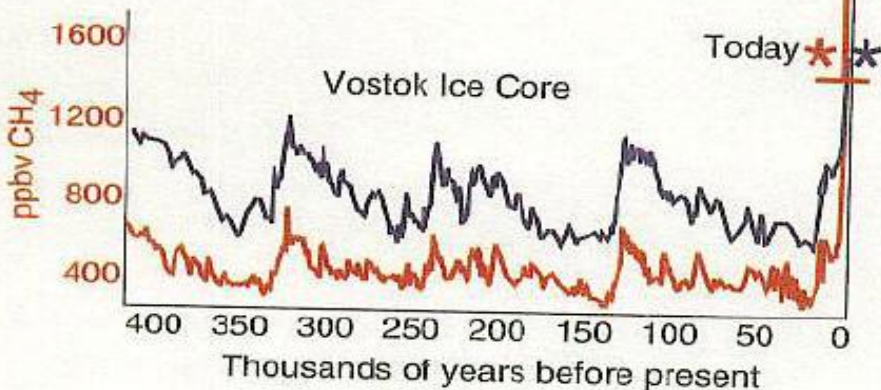


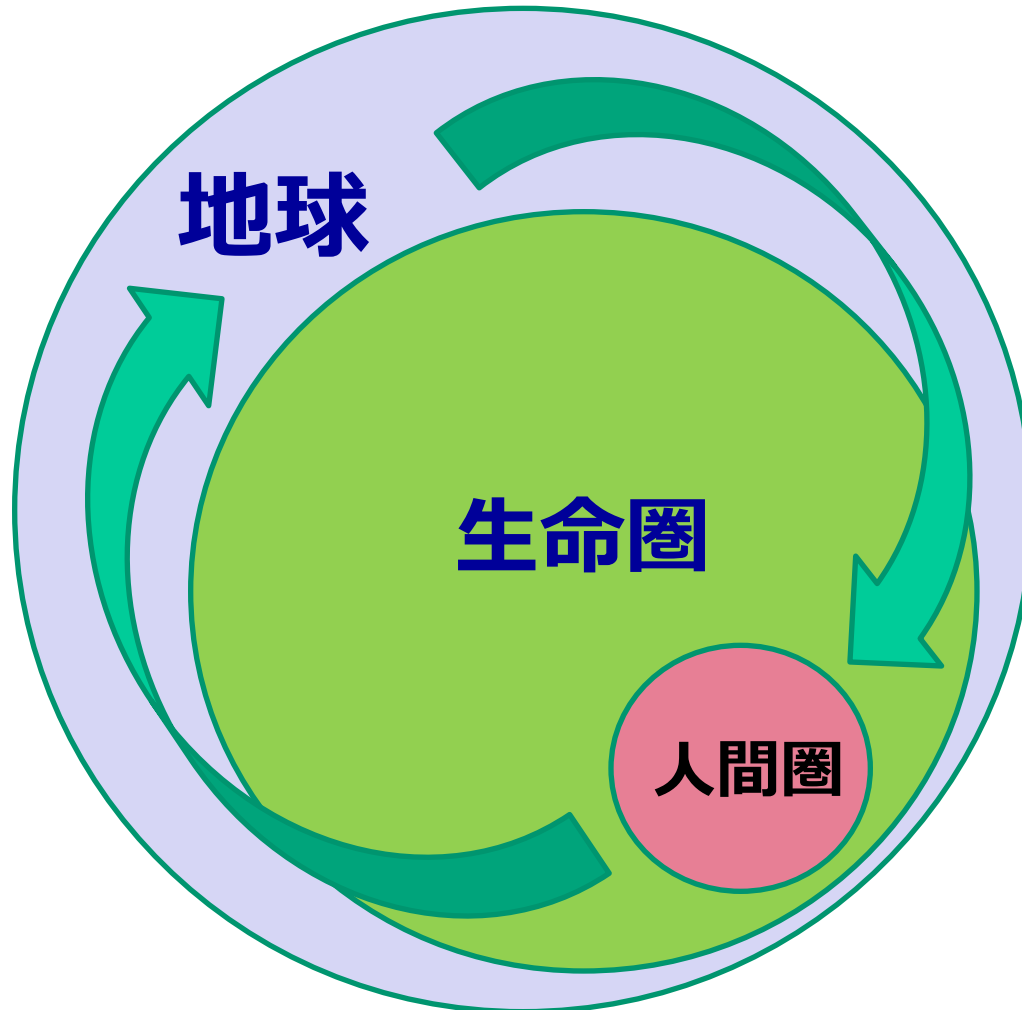
Fig. 18.1. Atmospheric concentrations of the greenhouse gases CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> over the last four glacial-interglacial cycles from the Vostok ice core record. The present-day values and estimates for the year 2100 are also shown (data from the World Data Center for Paleoclimatology and IPCC)

# 私のめざす地球学とは

- 物理学が避けてきた  
複雑系としての地球のトータルな理解
- 地球科学と生物学が避けてきた  
生態系と環境との相互作用(地球スケールの生物と無生物のあいだ) の理解
- 人文・社会科学が避けてきた  
変化する地球系と人間活動の相互作用の理解

を通して、ゴールとして

人間にとって、地球とは何か？  
(地球にとって人間とは何か？)  
を、問いかける (科) 学である。





# 地球学をめざして

いまだ道遠し

まあ、  
ぼちぼちいこか



# 若い人たちに (特に学生諸君へ)

- どんな人生でもかまわないのですが、
- 私たちは46億年の豊かな地球に生きている  
Only One Earth
- 私たちの人生は一度だけ  
Only One Life

という気持ちを、大切にしてください。



春の養老山地

ご清聴ありがとうございました  
Thank you very much! 謝謝

# 皆様、誠にありがとうございます

## 安成哲三教授退職記念行事発起人

石坂丞二	植田宏昭	上田 博	太田岳史
大畑哲夫	神沢 博	木村富士男	小池俊雄
里村雄彦	住 明正	谷口真人	中村健治
朴 恵淑	檜山哲哉	藤波初木	増田耕一
松見 豊	松本 淳	森永由紀	渡邊誠一郎

(敬称略・五十音順)