

地球温暖化のダウンスケール

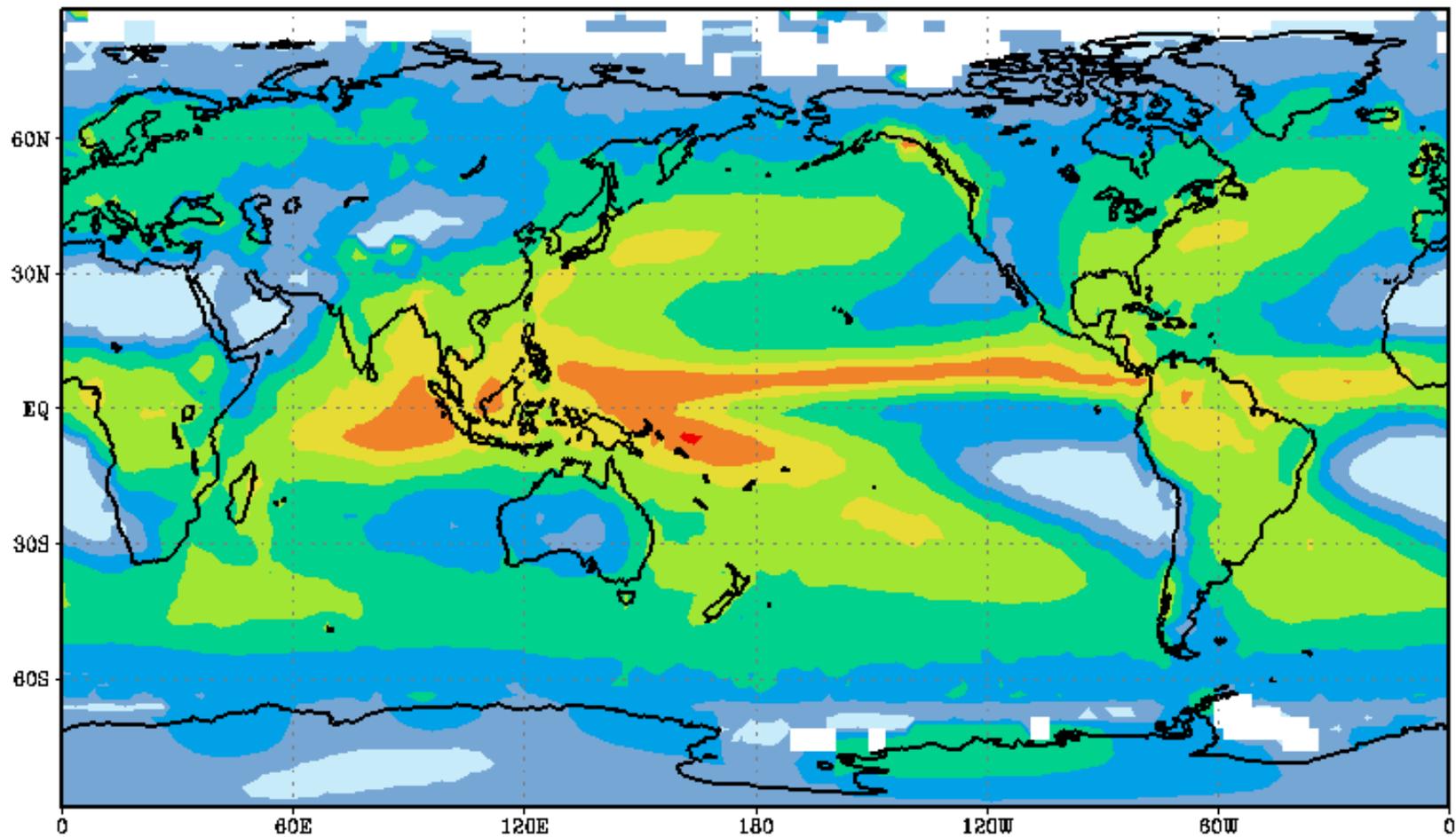
木村富士男

筑波大学生命環境科学研究科

話 題

- ・地球温暖化予測のダウンスケール
- ・基礎方程式の世代交代
- ・環境変動研究における計算センターの役割

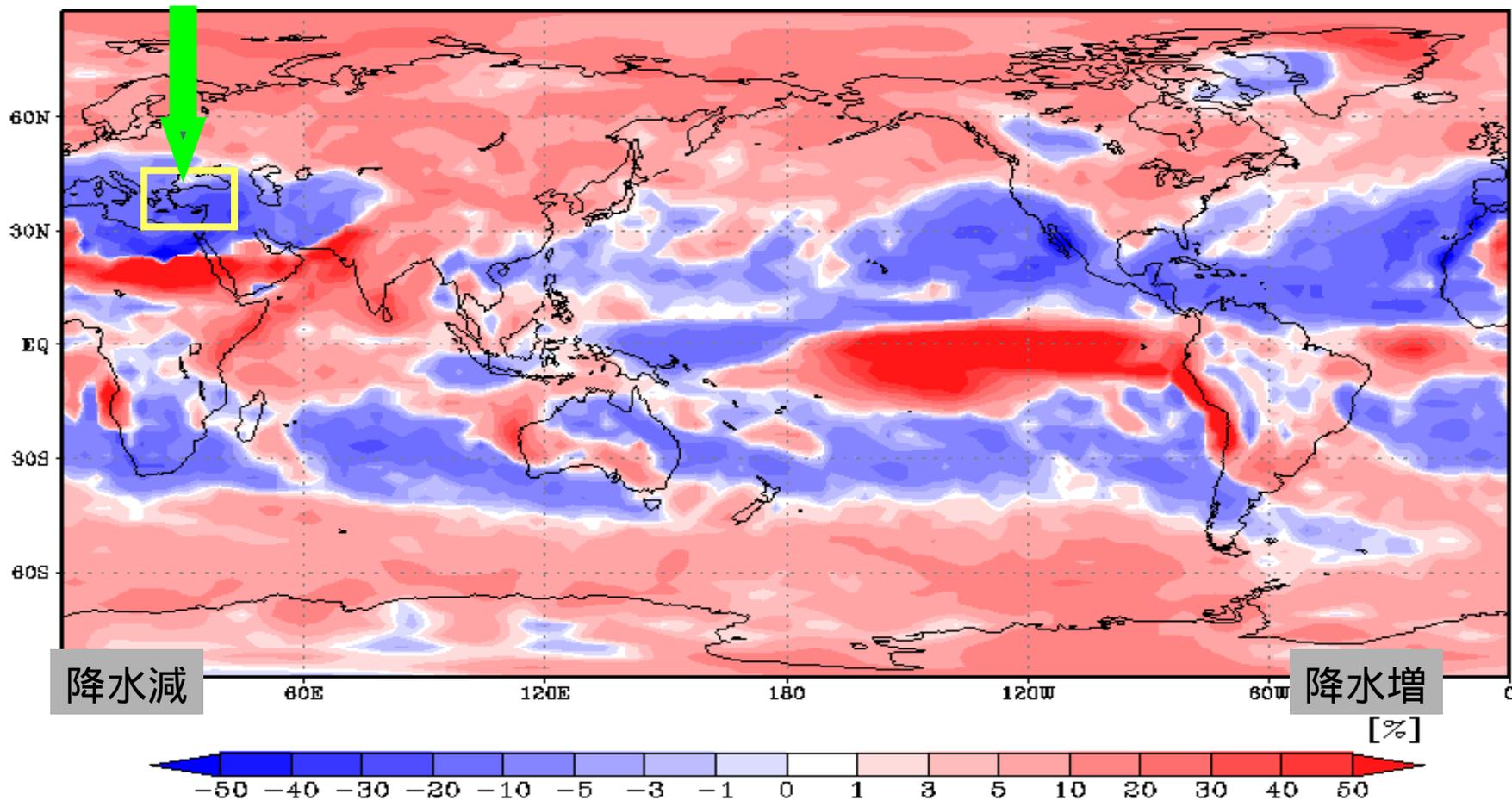
CMAP/Precipitation 21-year average(1979-1999)



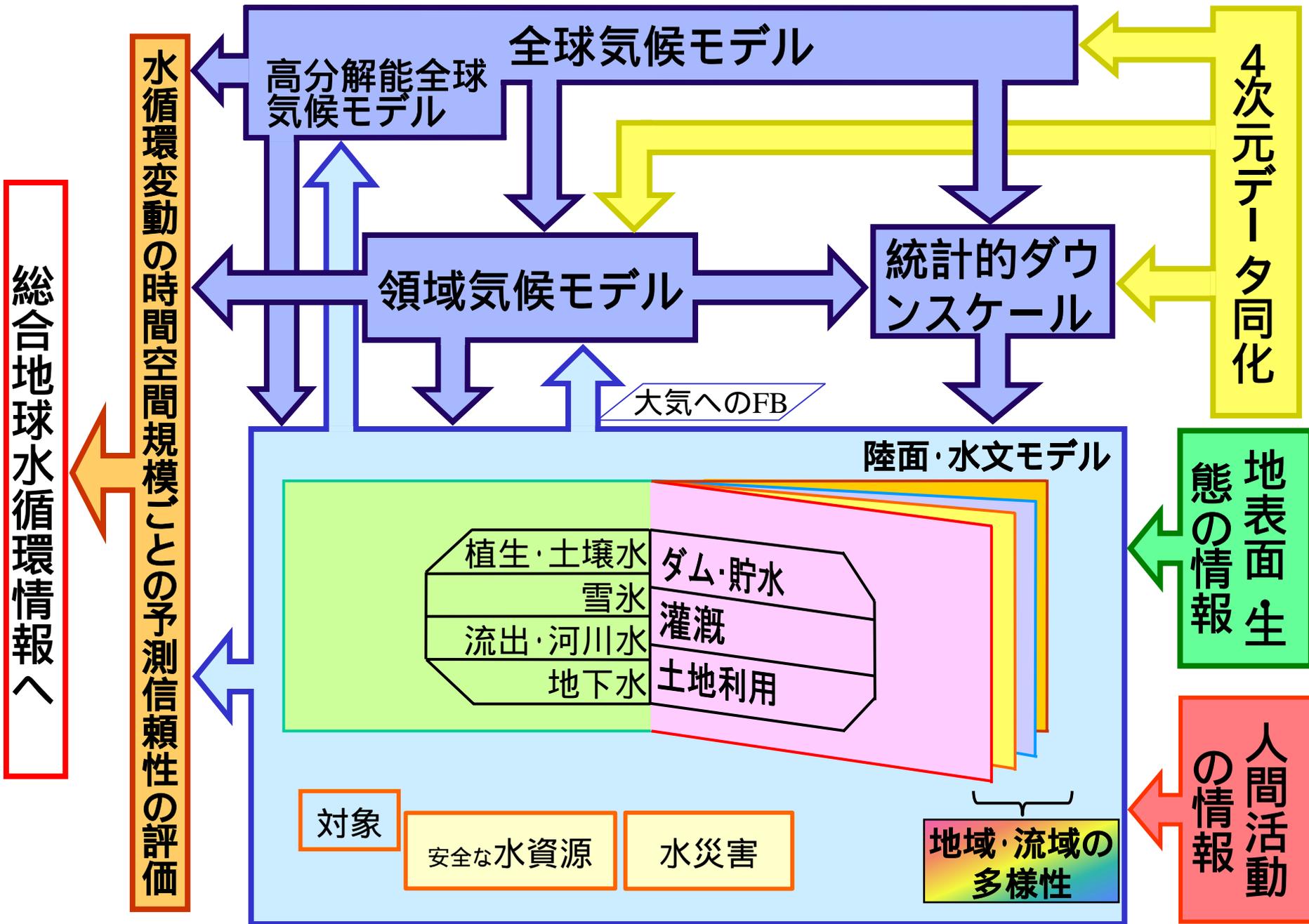
80年後の降水量の変化

気象研究所鬼頭氏作成

この地域の詳しい気候変動(予測のダウンスケール)



b.水循環変動モデル開発プログラム



Apr 2000 NCEP run (Nudging=3day)

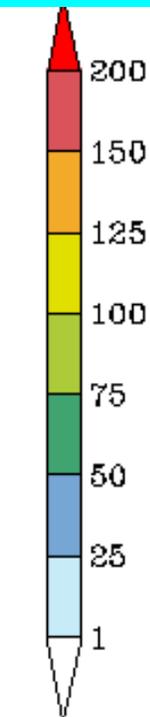
Water Vapor Trans/Precipitati

接続境界

接続境界

GCM
または
観測値

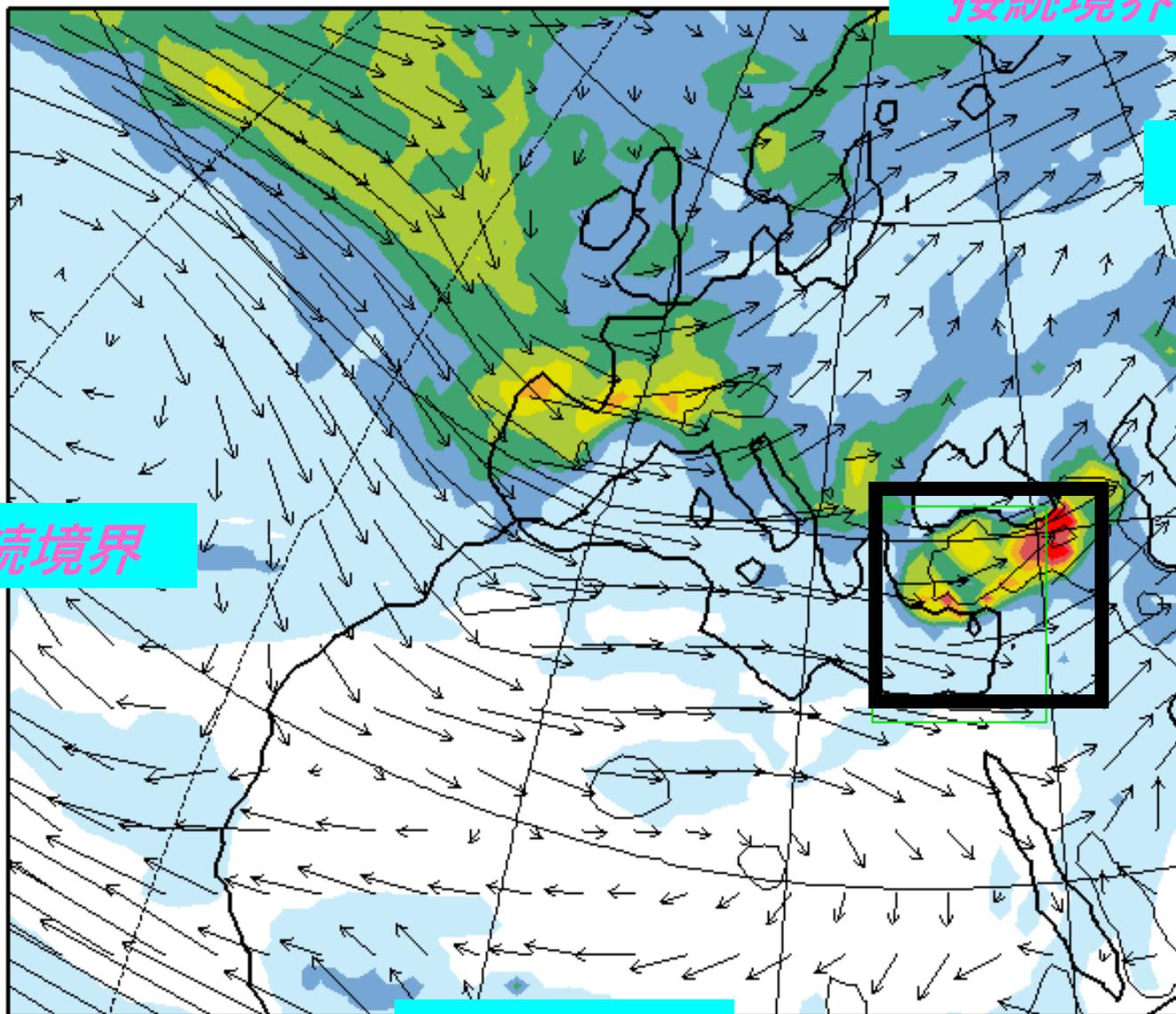
接続境界



mm

接続境界

$\overrightarrow{100} \text{ kg/m/s}$

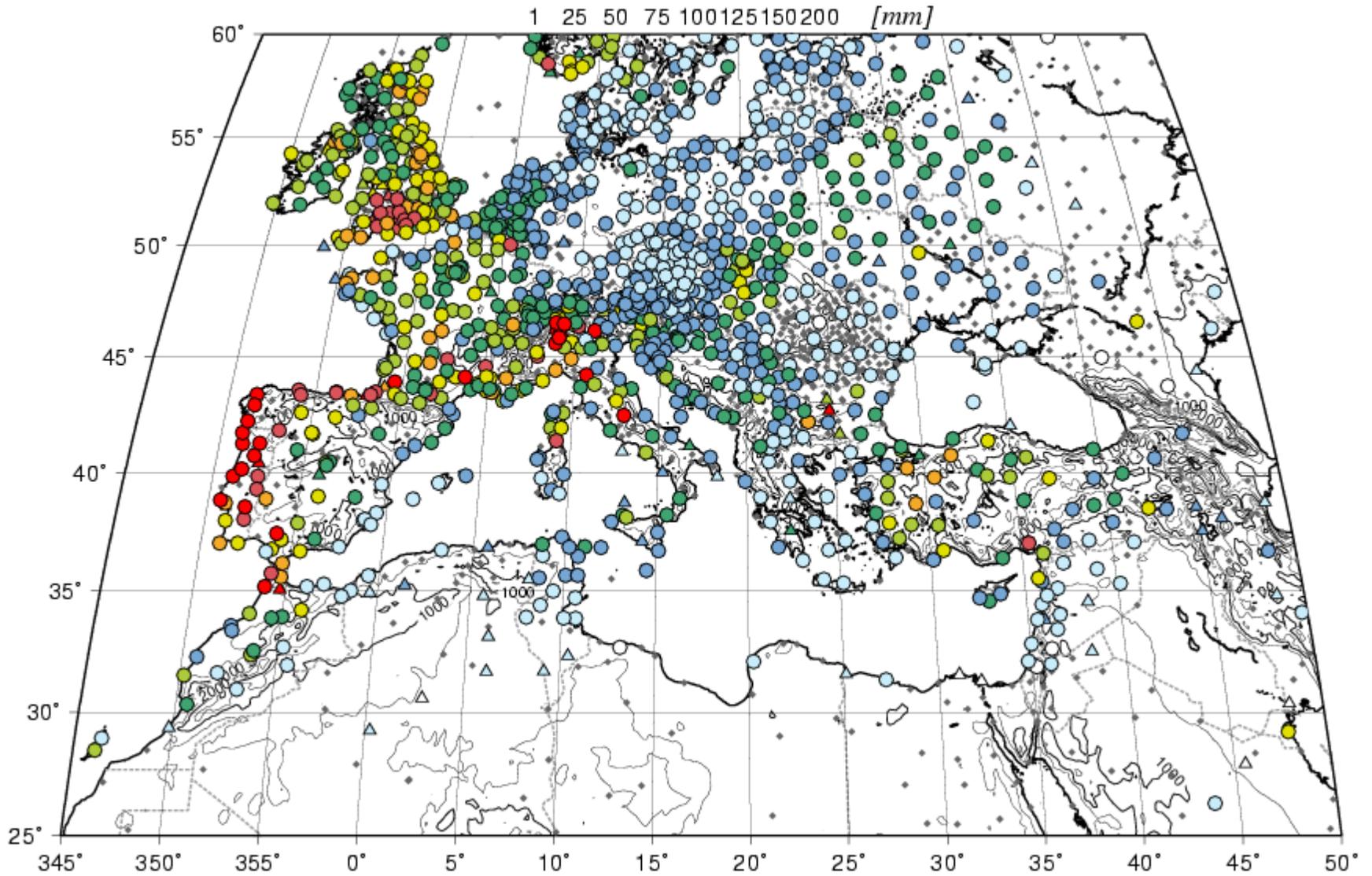


Station Data Europe 2000.04. 月降水量

Global-SOD//Monthly Precipitation::200004

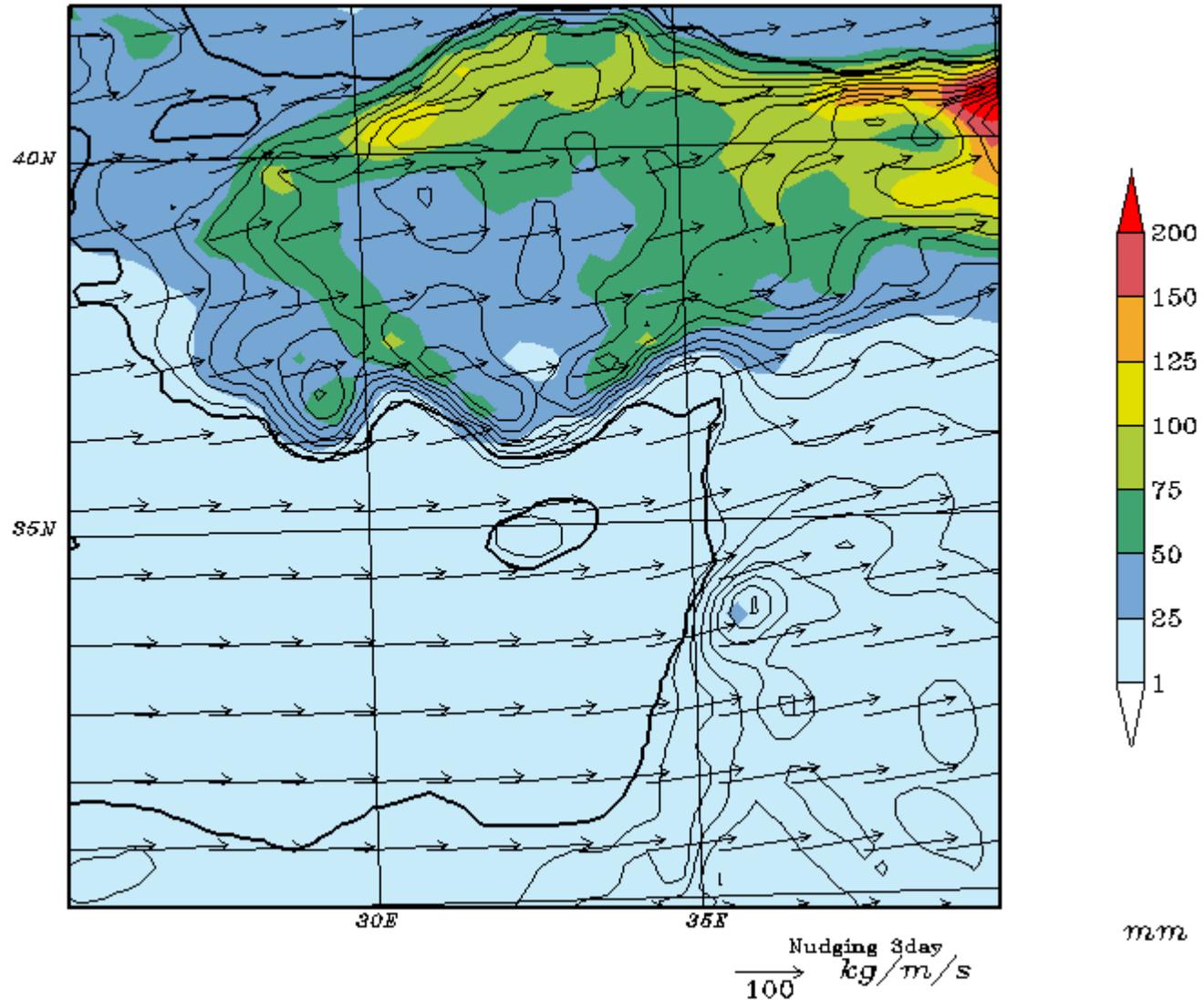


original



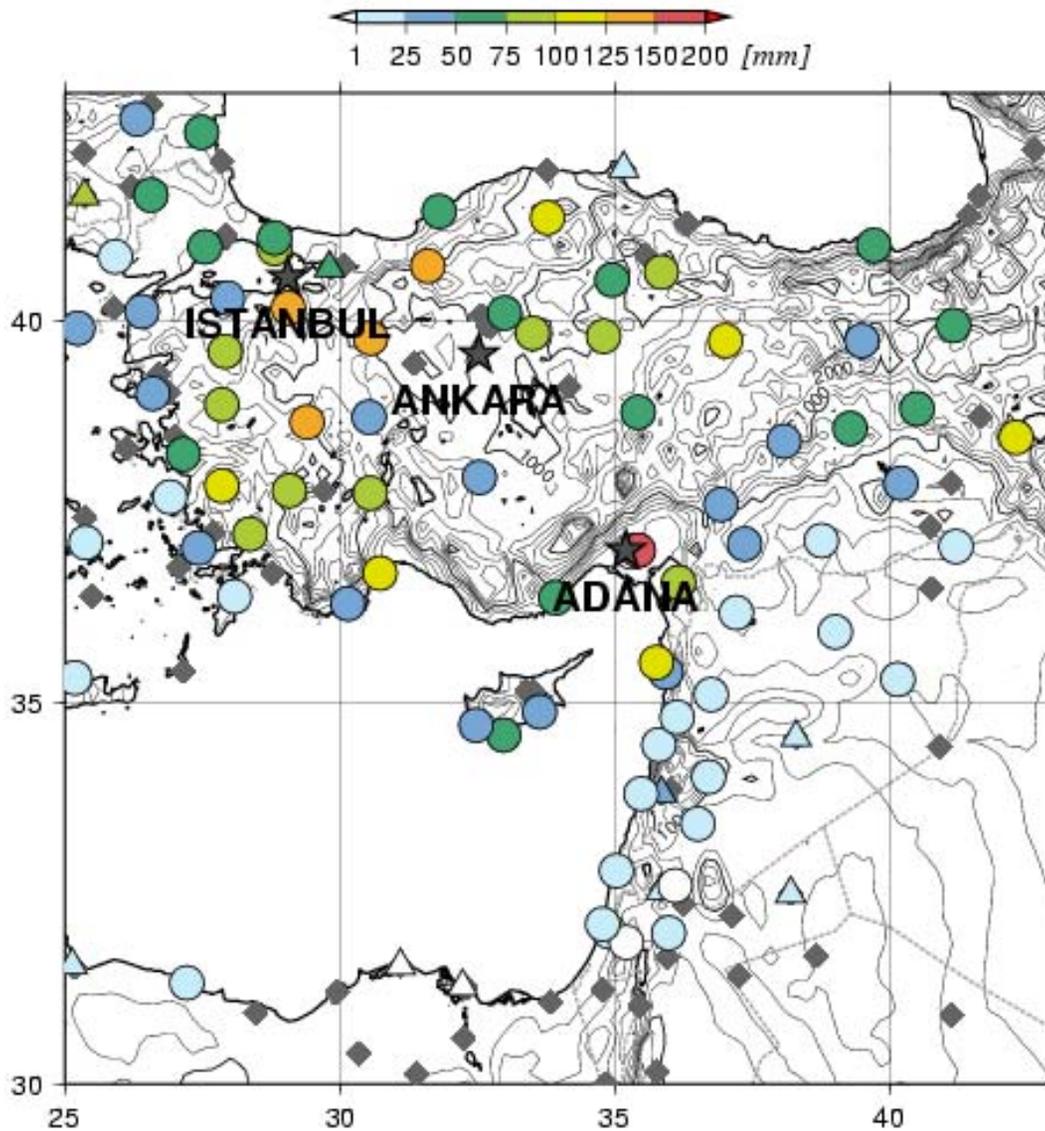
Model降水分布Turkey(4月10年平均 初期值;GCM)

Apr 1990's GCM run (wet)
Water Vapor Trans/Monthly Precipitation



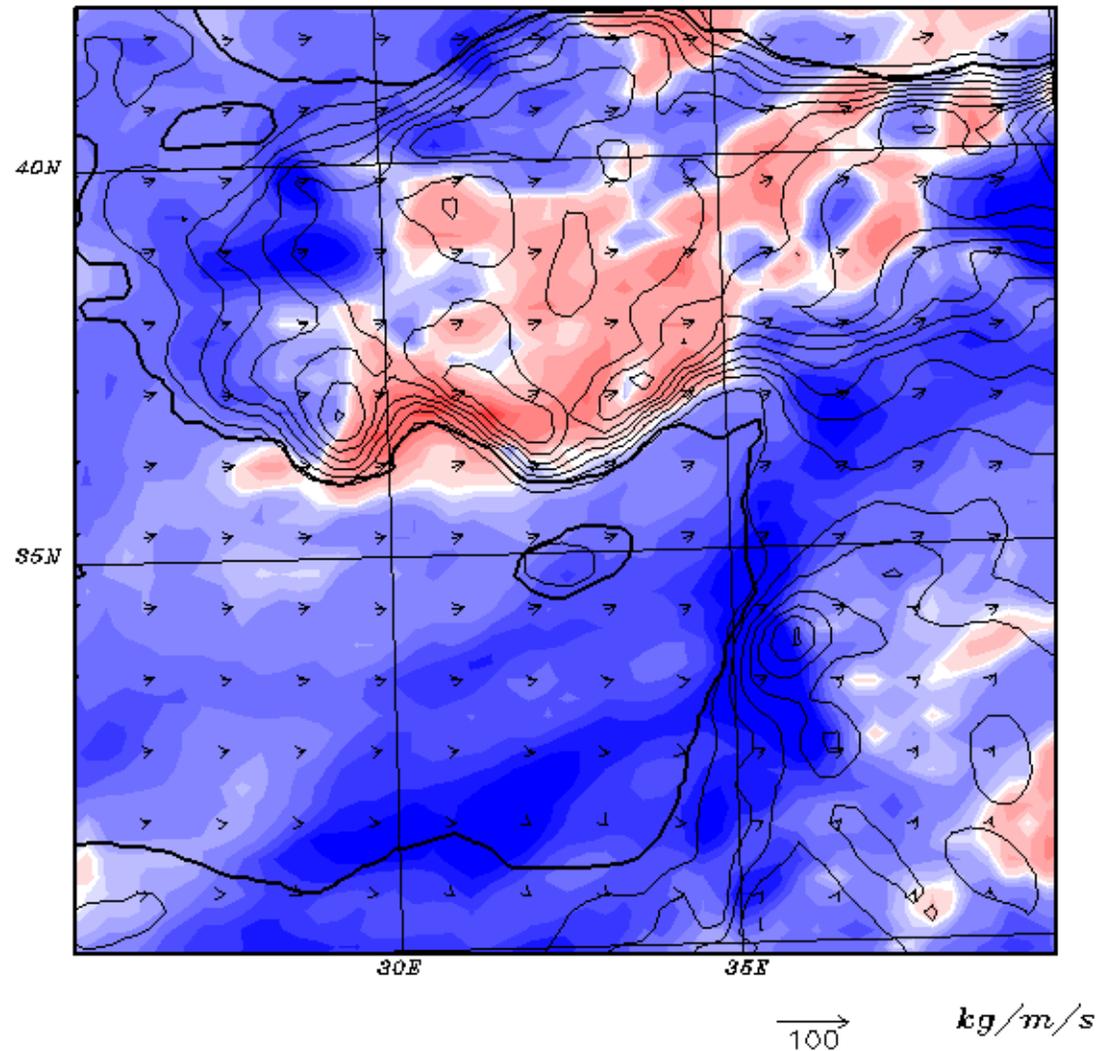
Station Data Turkey 2000.04. 月降水量

Global-SOD//Monthly Precipitation::200004

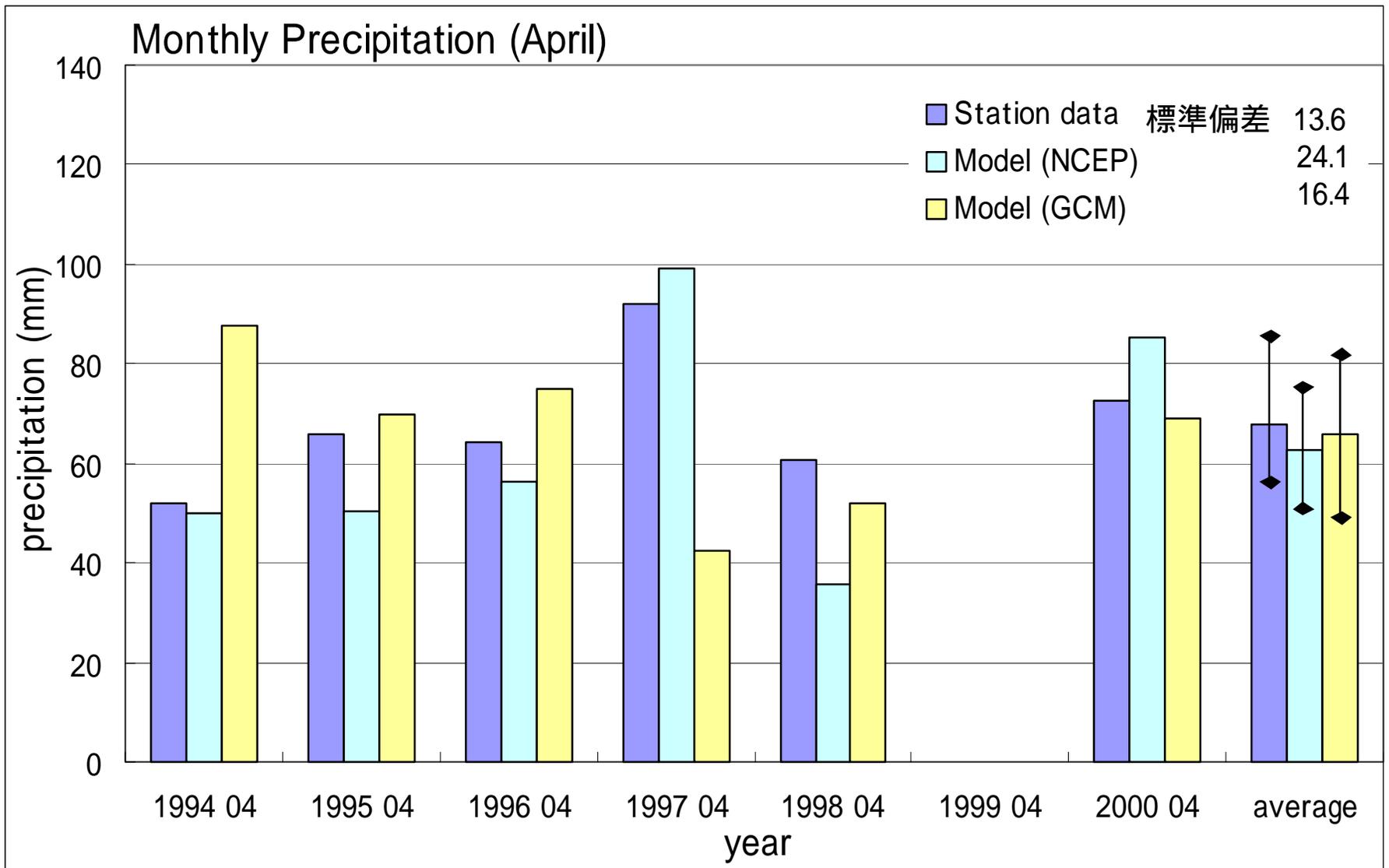


70年後の降水量変化 予測

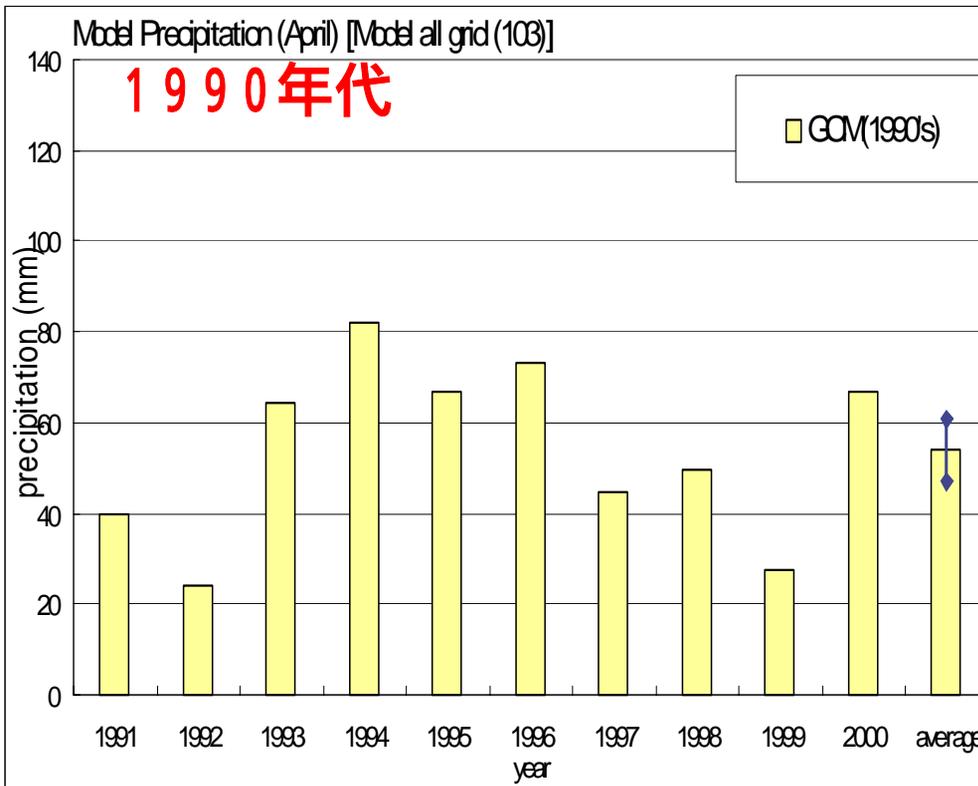
- 地球温暖化の国・地域の予測へのダウンスケール
- 気候変動の具体的な影響評価と対策シナリオが可能
- 農業・土地利用改変などによる人間活動の直接的影響



トルコ国内の観測とモデル結果との比較(降水量)



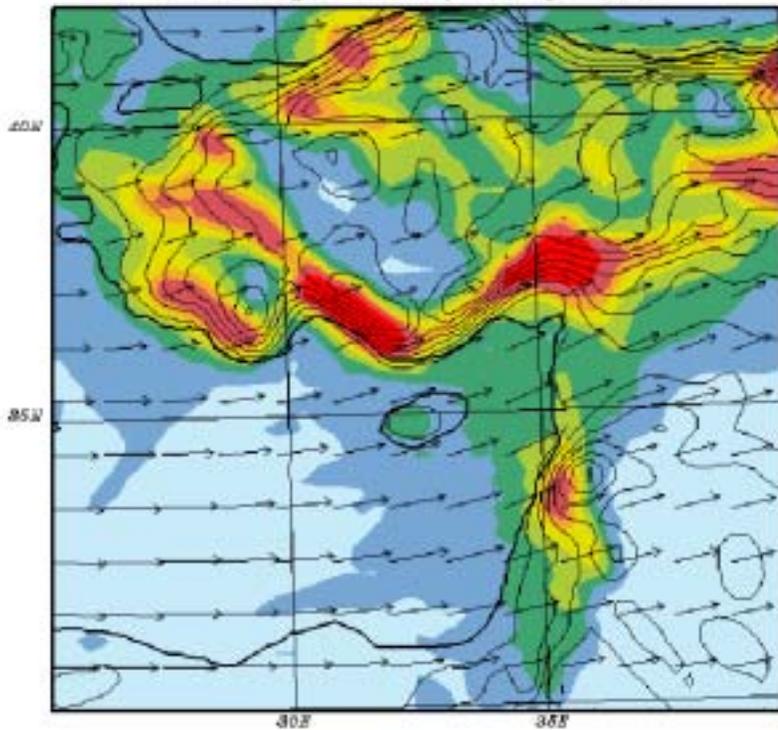
月降水量の変化(トルコ全域)



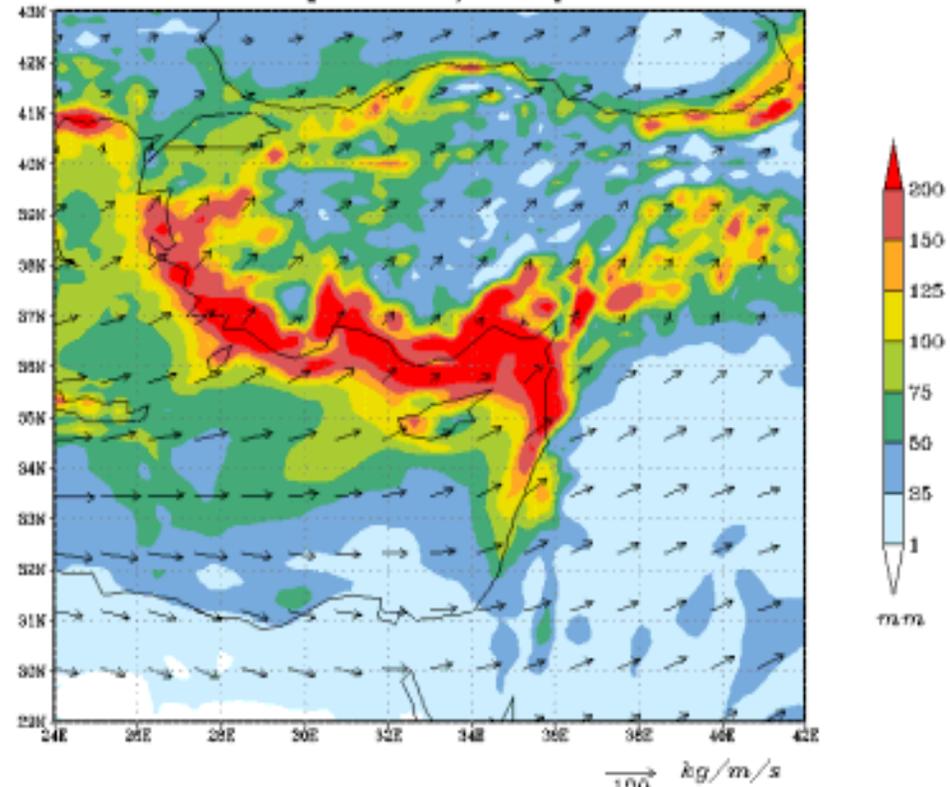
大気大循環モデルの領域モデルによるダウンスケール

4月の降水は20%ほど減少、年々の変動は大きくなる(干ばつ・洪水のリスクが高まる)。
内陸・山岳地域で降水量の減少が顕著(灌漑用水資源の減少)
黒海側では減少せず
降水量の少ない夏期(7月)は降水量の現状の再現がうまくいかない

Jan 2000 GCM run (Nudging=3day)
Water Vapor Trans/Precipitation



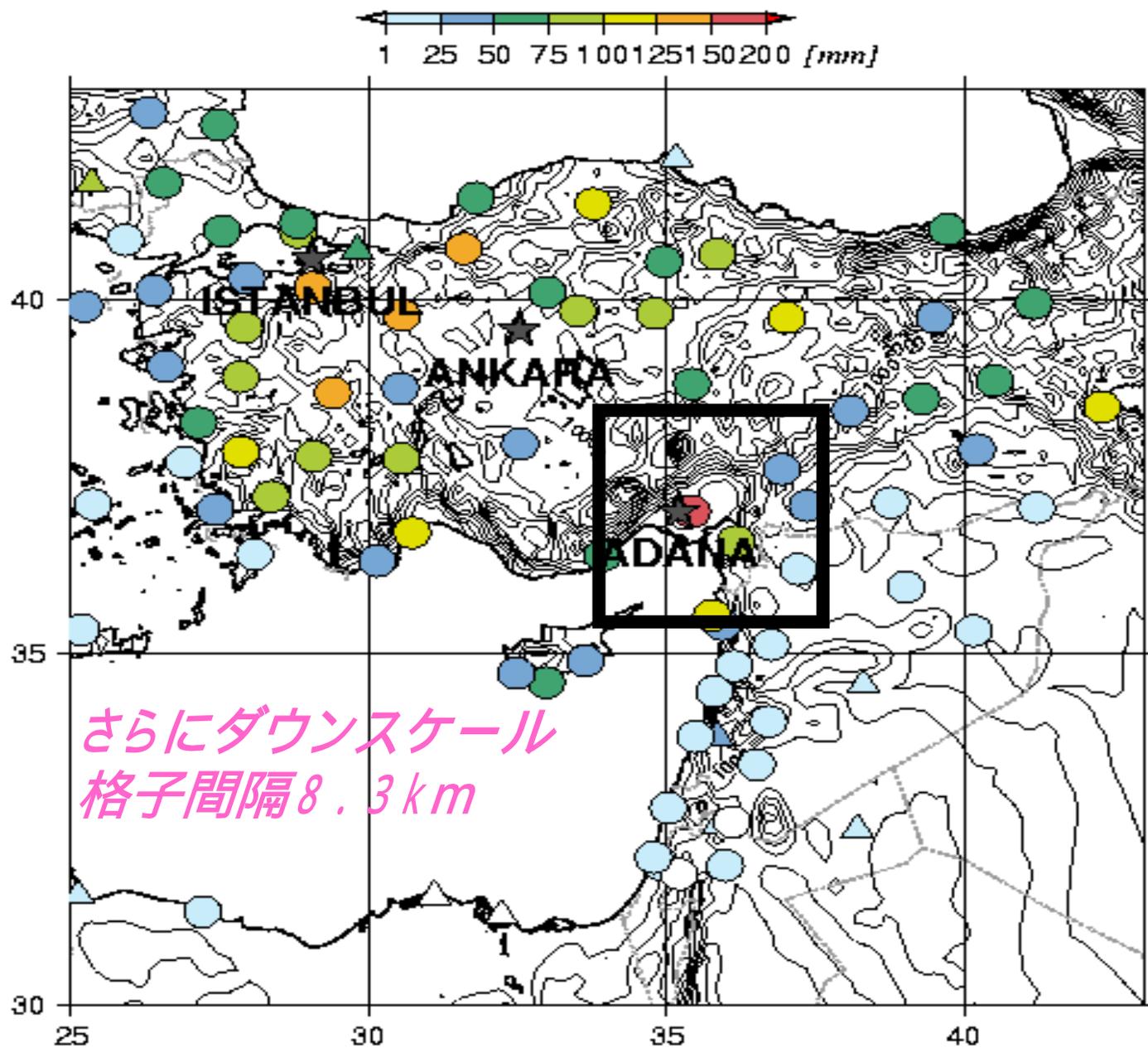
Jan AGCM-T959 run
Water Vapor Trans/Precipitation



領域モデル 2段目 25km格子

高分解能GCM T959
地球シミュレータ

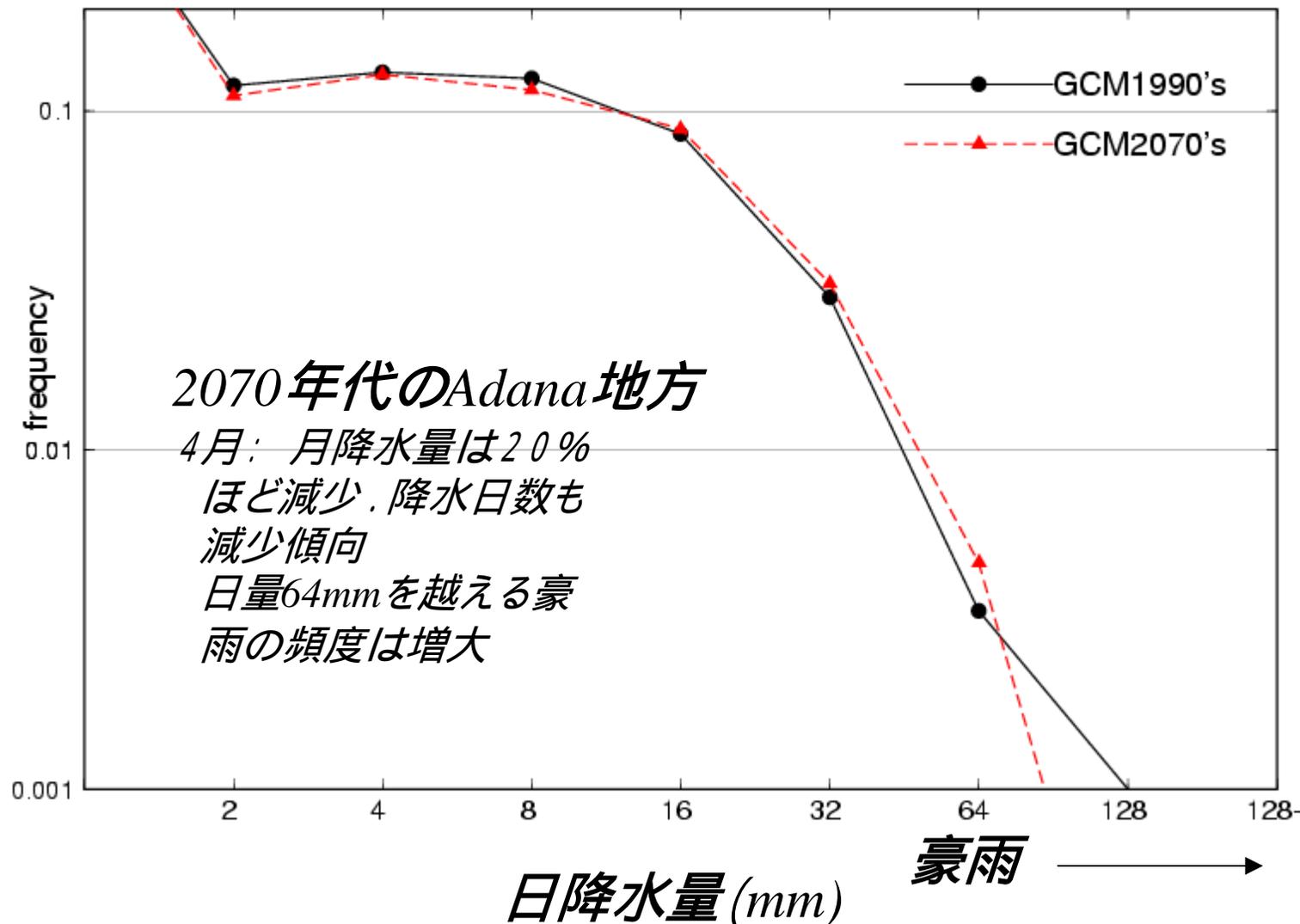
Global-SOD//Monthly Precipitation::200004



Adana地方における日降水量の頻度

8.3km 格子モデル

Daily Precipitation Frequency January



基礎方程式の世代交代(最後の交代時期?)

1920年代前半

リチャードソンの夢

1940年代後半

準地衡流方程式・バランスモデル

1970年代後半

プリムティブ方程式

2000年代

非静力学方程式・完全圧縮方程式

基礎方程式

気体(液体)の運動方程式

熱力学の式

数値積分高速化のための若干の近似

物理過程

放射過程

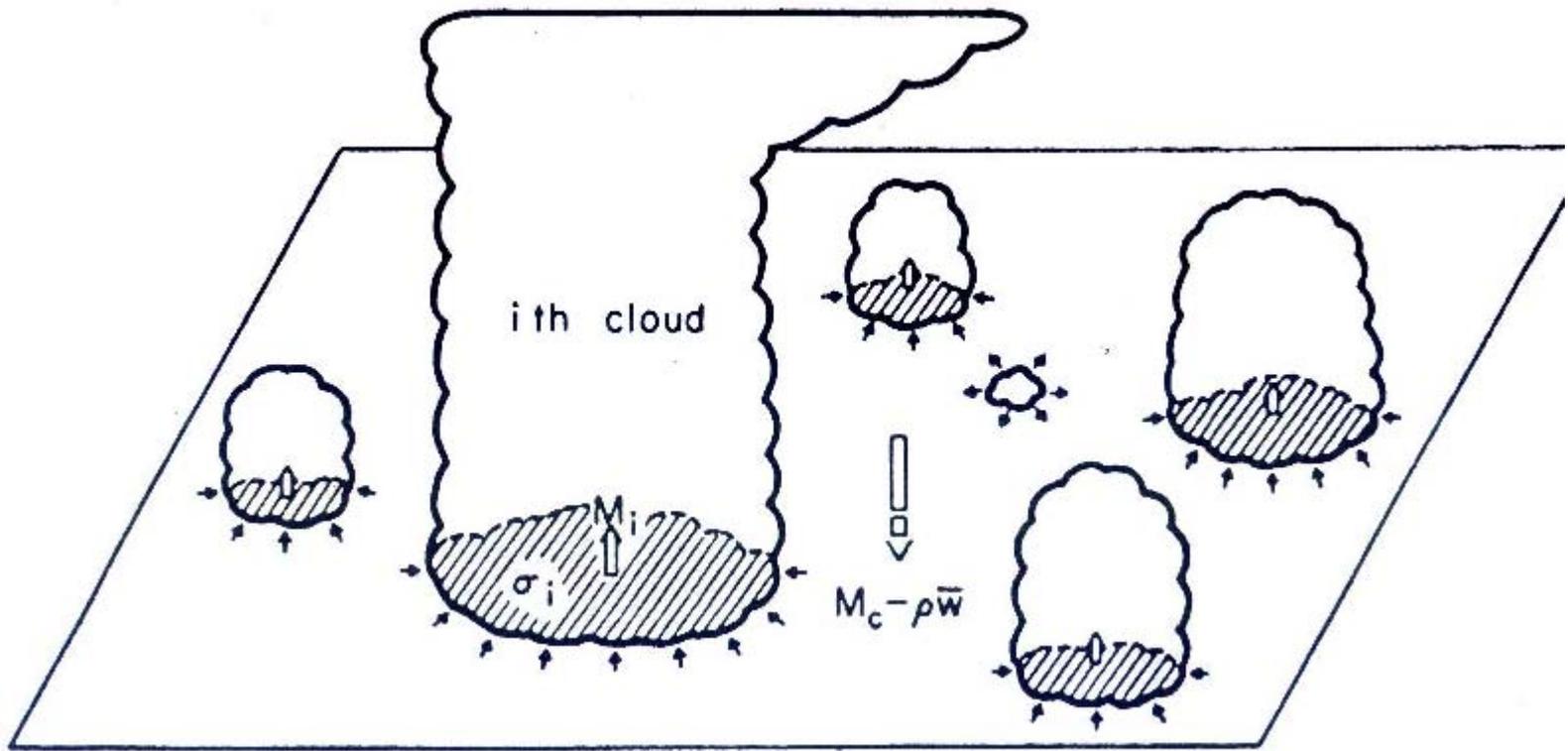
大気乱流

雲粒や雨粒・雪・霰の成長

積雲対流

新世代の基礎方程式

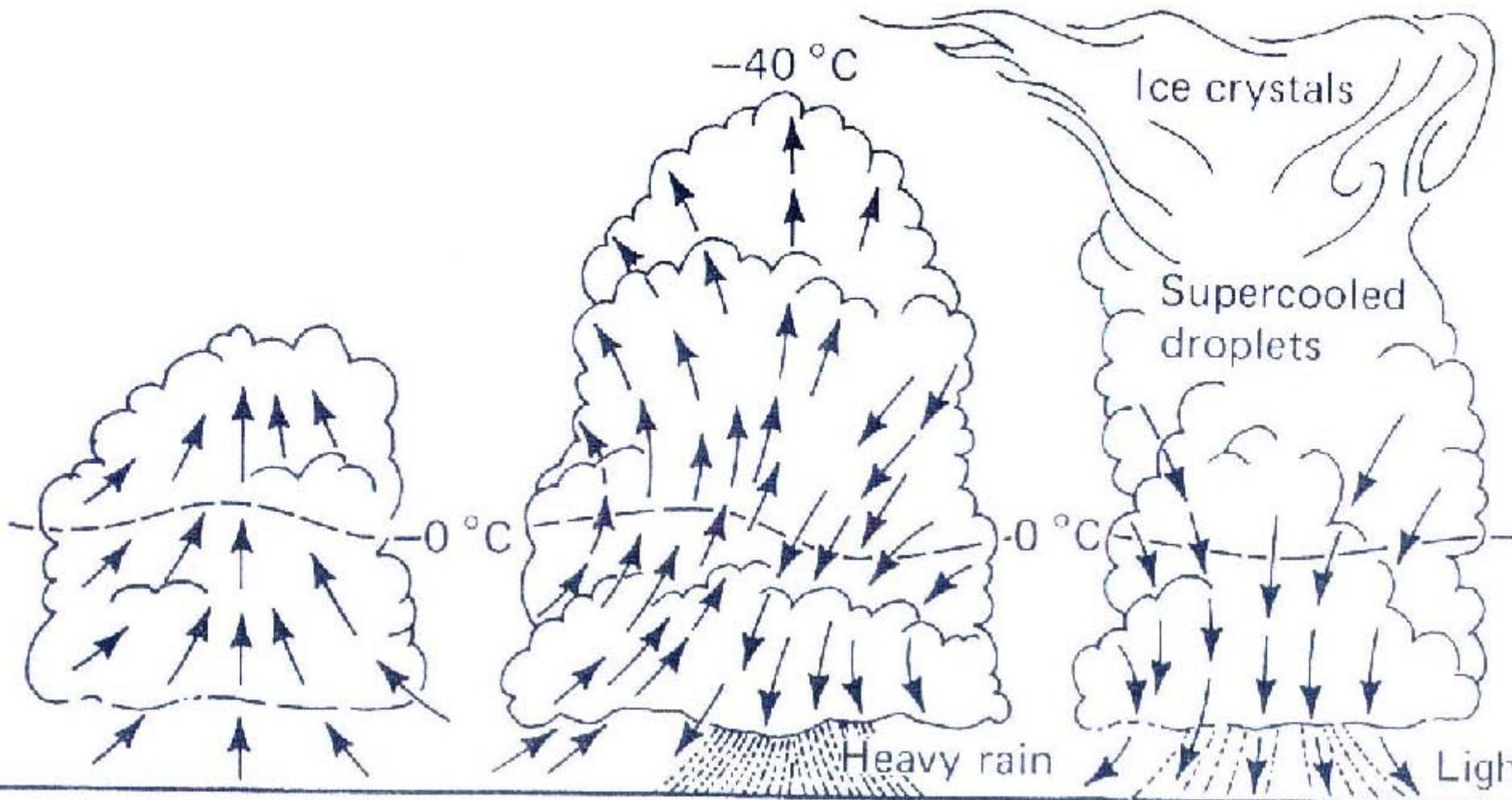
- ・格子間隔10km以下に適用可能
- ・積雲対流のパラメタリゼーションを廃止できる.
- ・物理過程の見直し(30年間の知見の再検討)

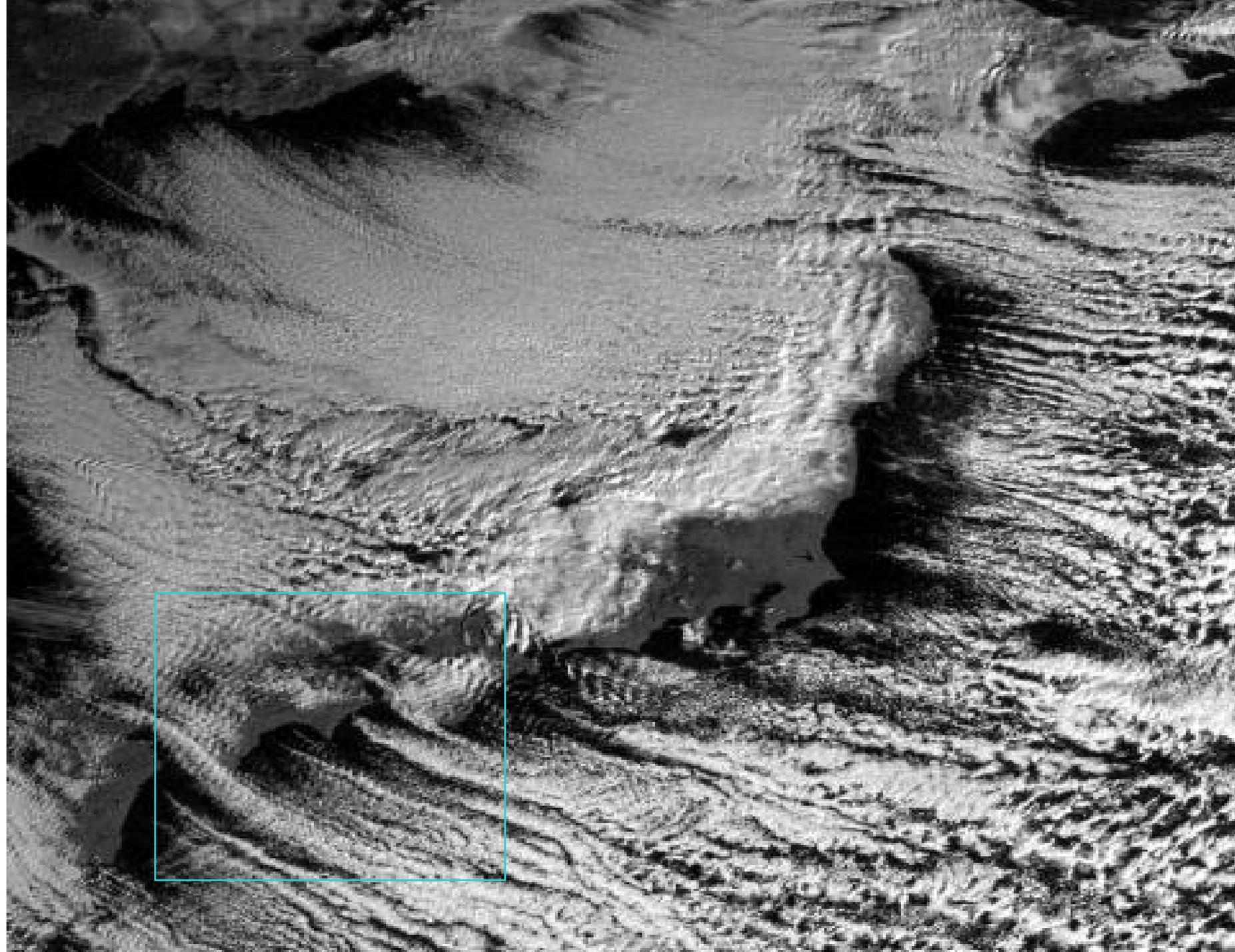


(a) Cumulus stage

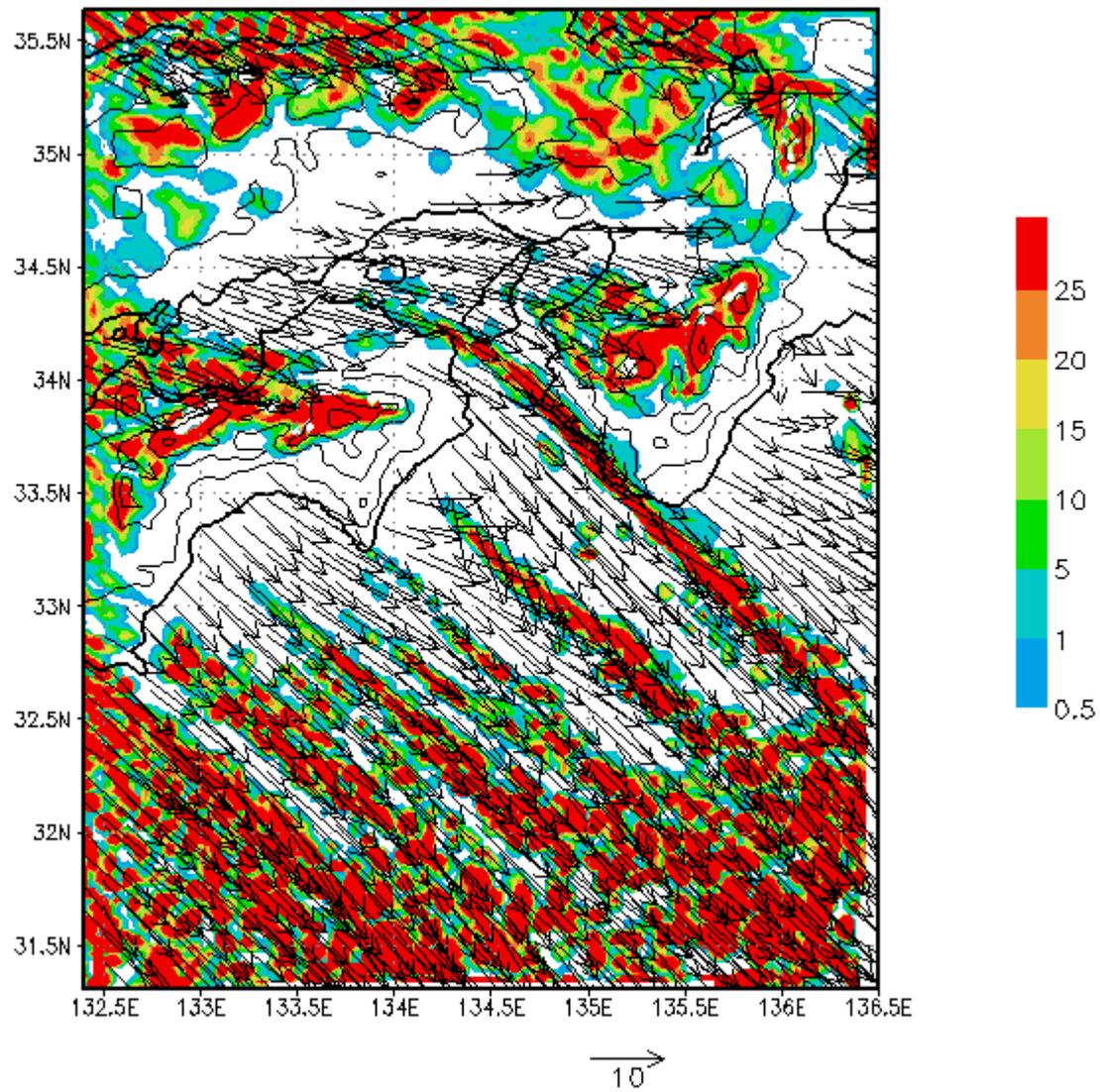
(b) Mature stage

(c) Dissipating stage

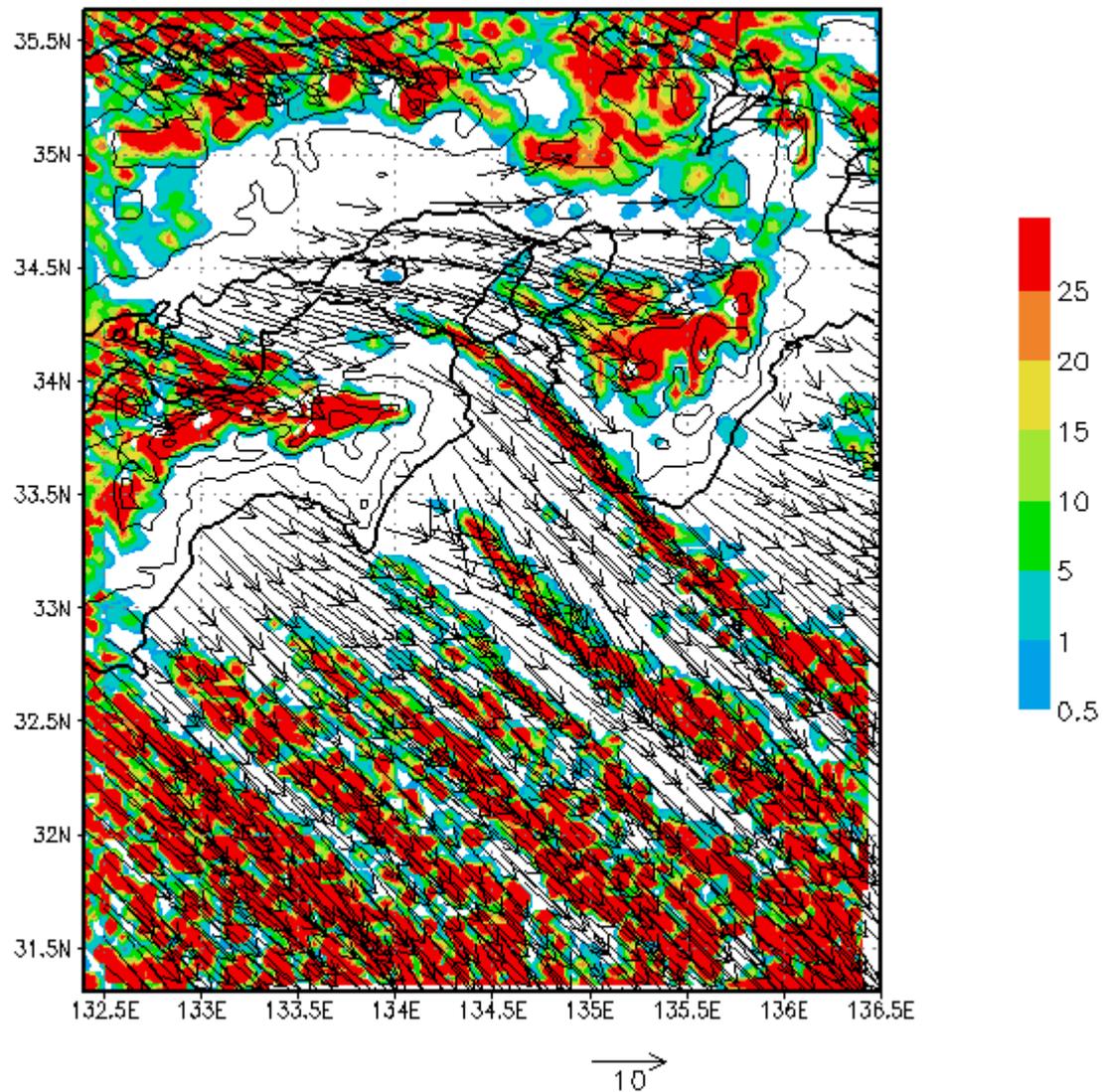




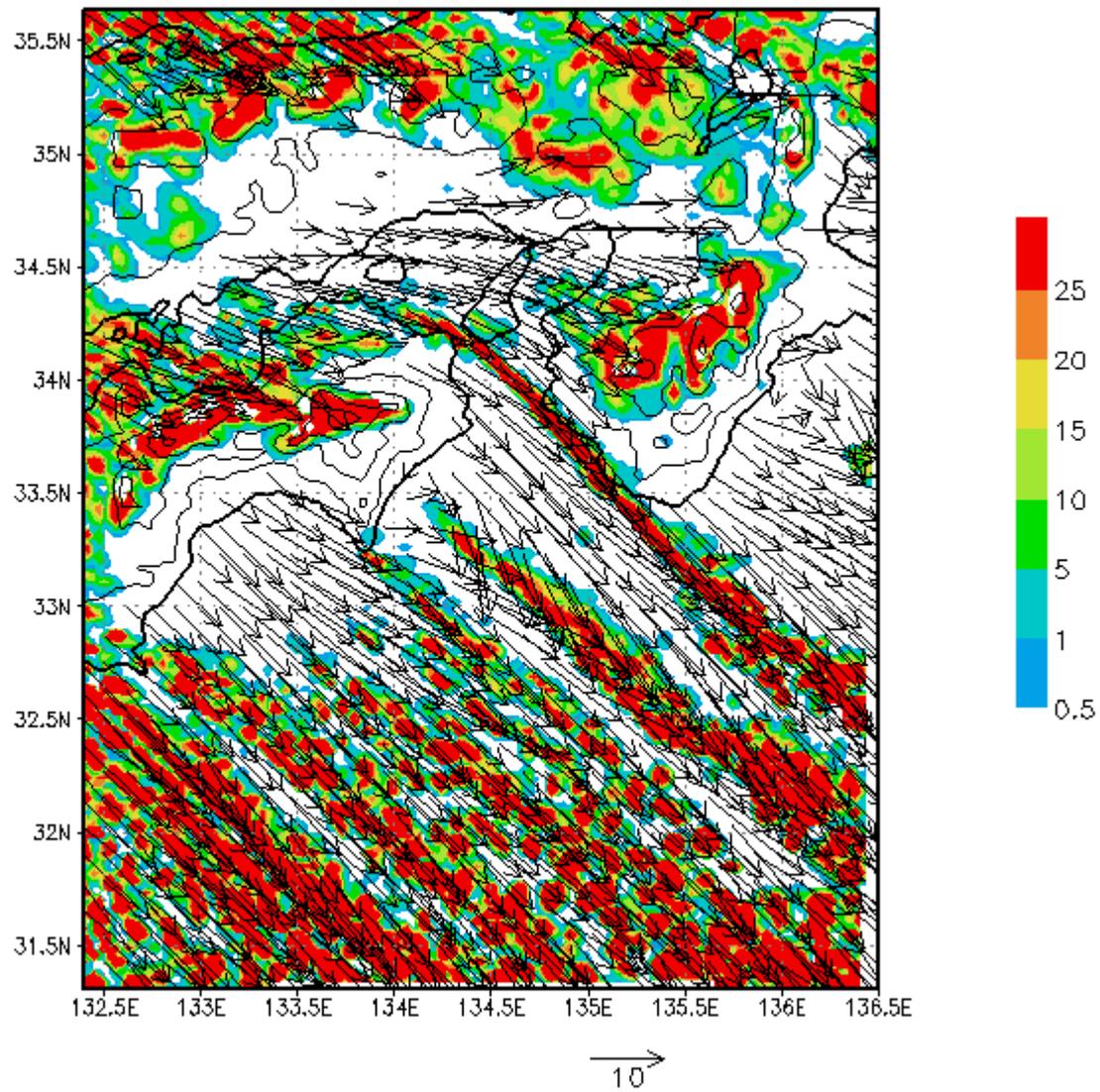
20(UTC) 09 1 1999 wind(1000hPa)
cloud water 990109



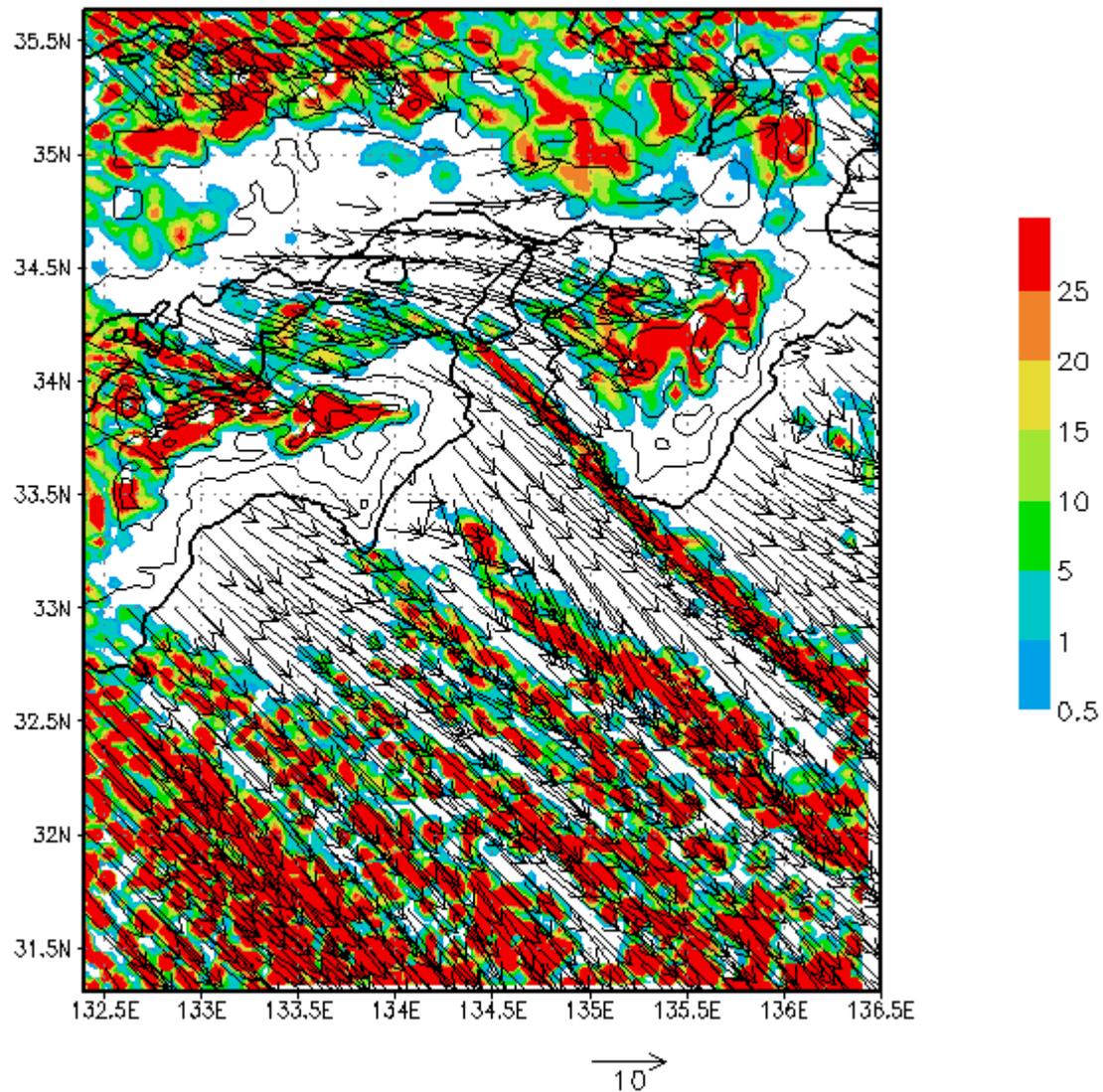
21(UTC) 09 1 1999 wind(1000hPa)
cloud water 990109

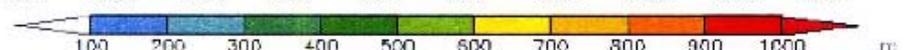
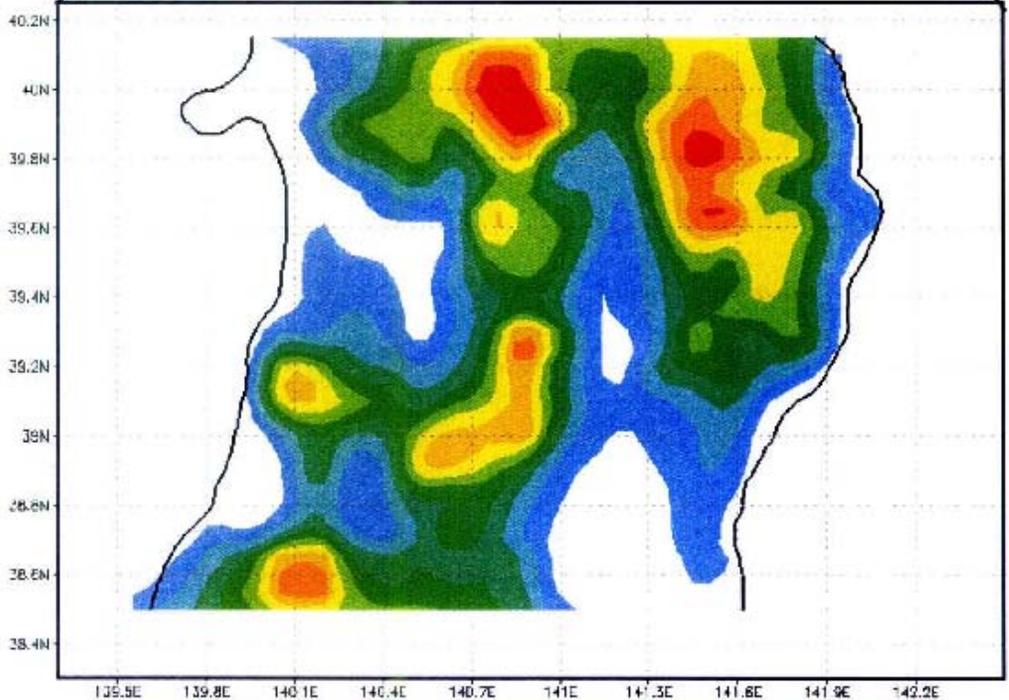
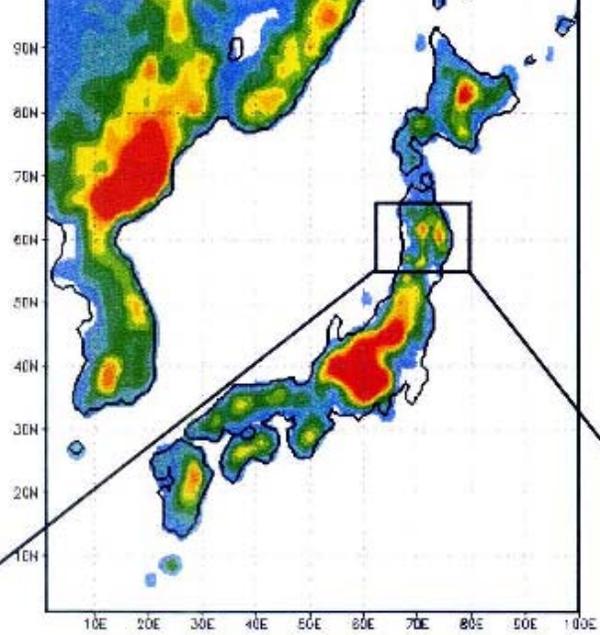


22(UTC) 09 1 1999 wind(1000hPa)
cloud water 990109



23(UTC) 09 1 1999 wind(1000hPa)
cloud water 990109





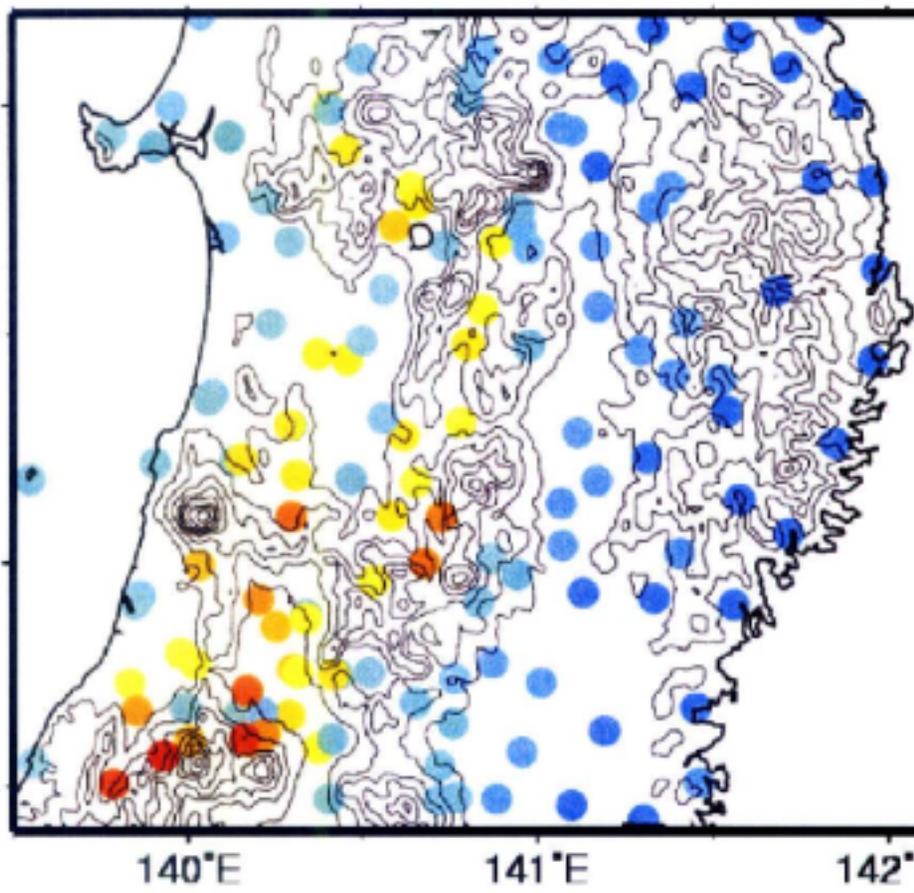
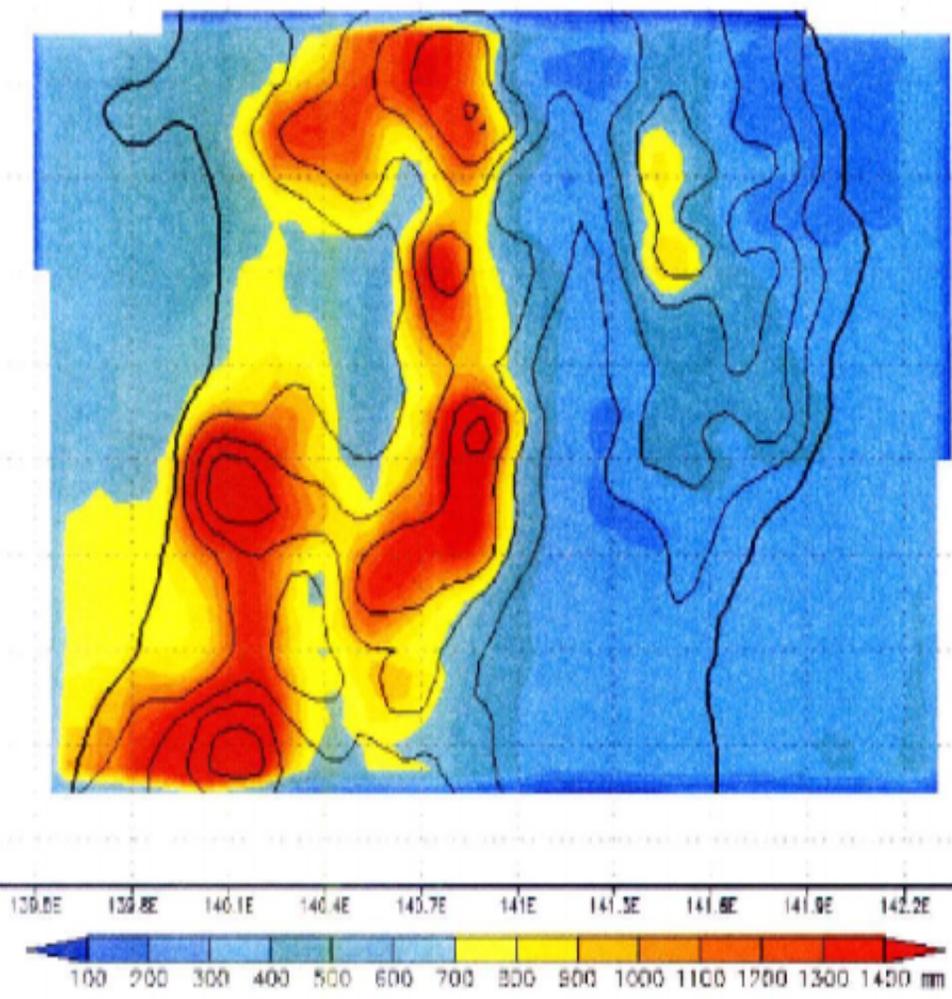
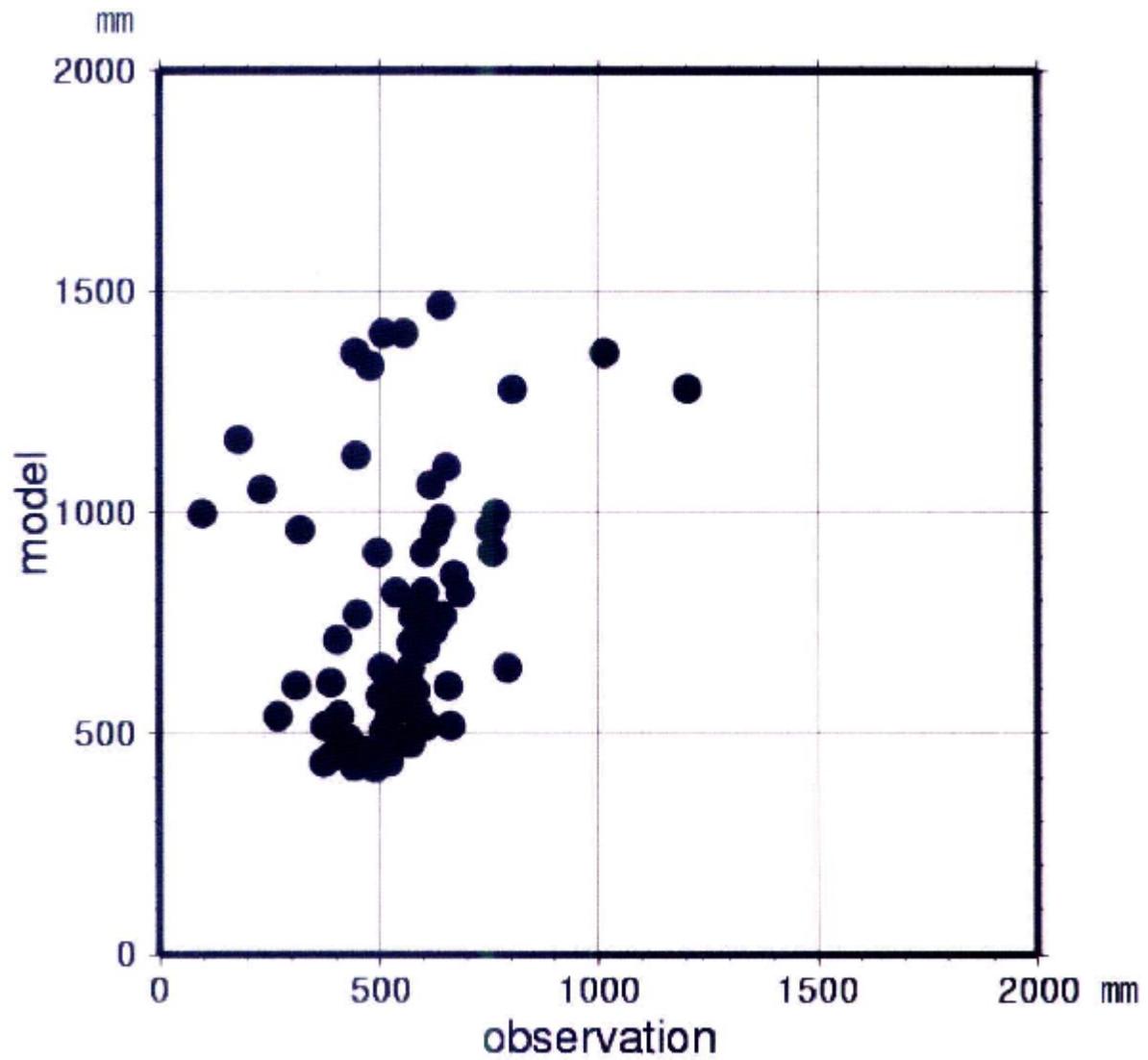
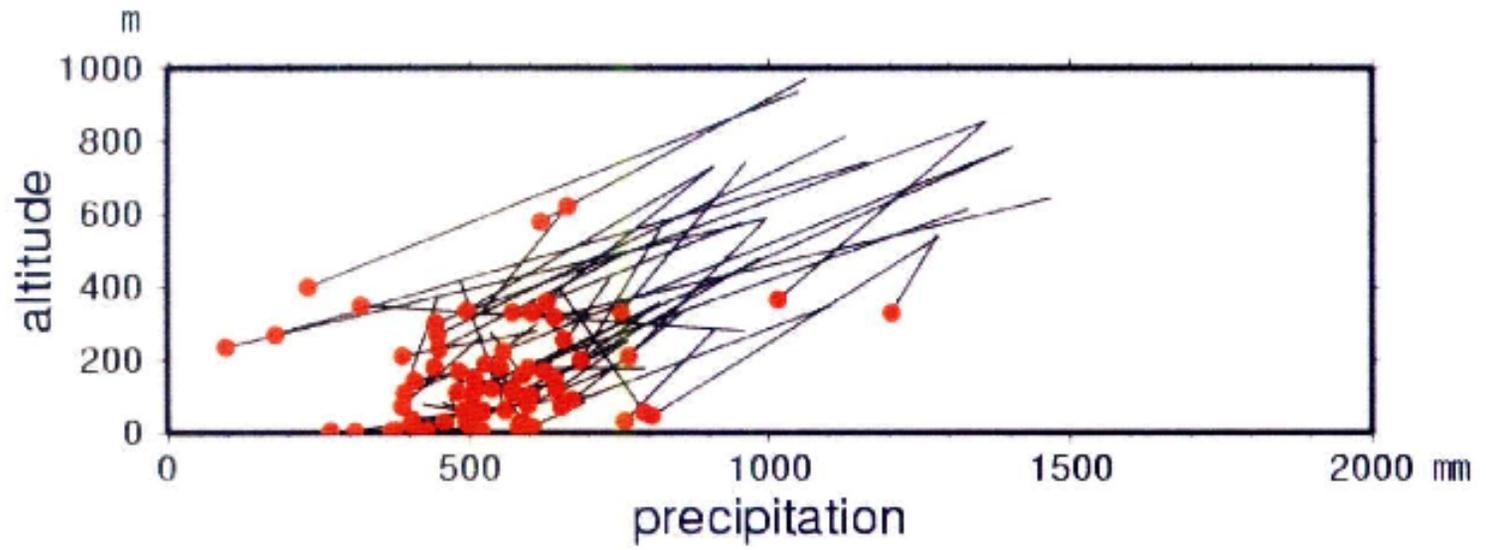
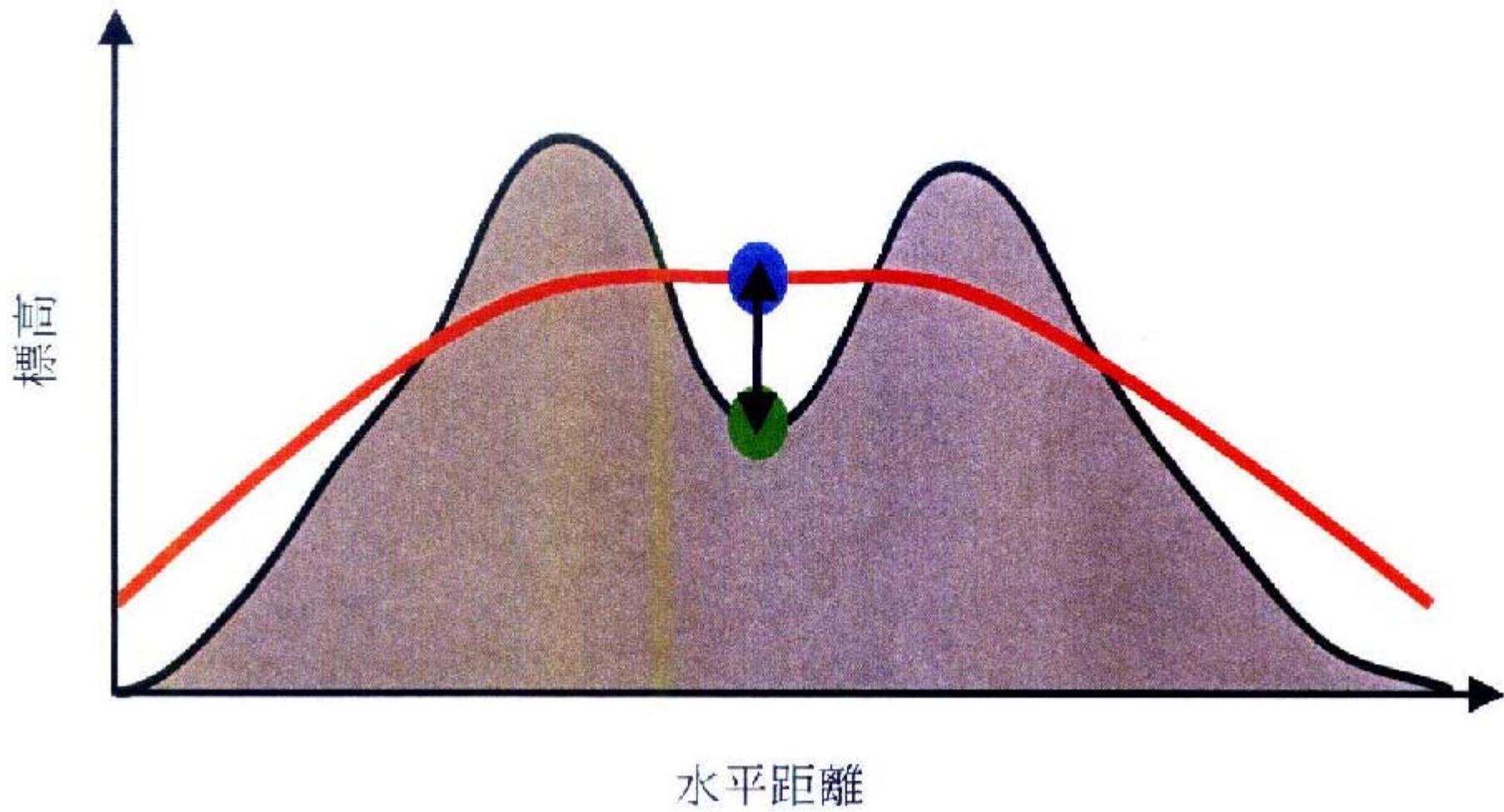


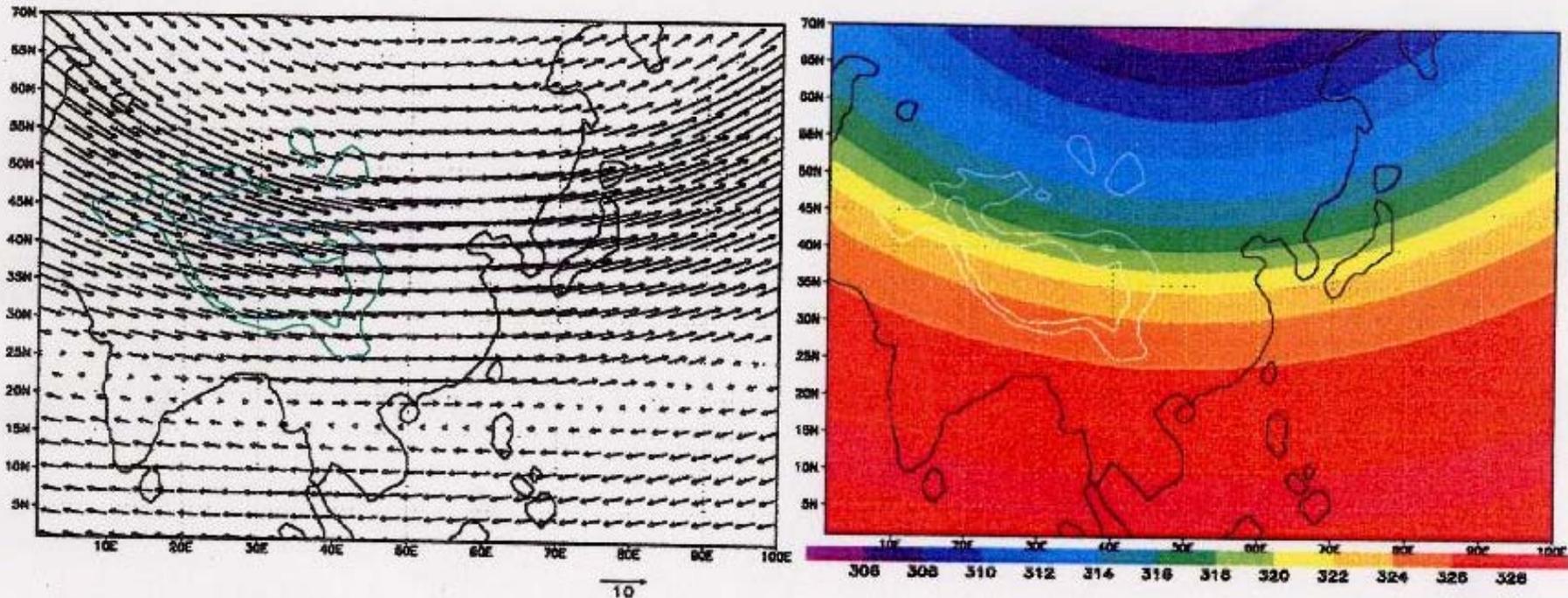
図8:1995年12月~1996年3月の冬季積算降水量の分布。コンターは標高200mごと







Jun. 1 1998



領域気候モデルによる梅雨前線の再現

初期値・境界値とも東西方向一様

気候システムが全く存在しない状態から出発

これにより生じる擾乱は、領域内の地形と東西風との相互作用によるはず
原因は領域内にある

1コマ 3時間

数値モデルによる気候気象研究に必要な3要素過去と現在

数値モデルのコード: 気象気候の数値モデルは極めて複雑
で単独の研究者による開発は不可能
組織的・計画的・継続的な開発が必要
数値モデルのsource公開が進展

計算資源: その時代の最高速の計算機が必要
専門的研究機関だけで研究が可能
廉価なPCでも問題の選び方によっては可能

入力・検証データ: データの大きさ, データ公開などの問題から
専門の研究機関が圧倒的に有利
internetによるデータ入手が容易
通信の高速化, データの公開, 廉価提供
の促進

だれでもモデル研究に参加できる環境が確立

- ・多様な環境問題に対応するためには好ましい環境
- ・問題解決の途上で計算資源が飽和

気候気象からみた計算センターの役割

- 過去も未来もモデル研究のフロンティア
- 高速計算機の将来像の提示
- 大規模データ交換・データ保管
- PC主体の研究者が容易に長大な計算に移行できる環境の提供