

京都大学防災研究所 研究集会

「台風の機動的観測に基づいた予報精度の
向上と災害軽減に関する研究集会」

2006年12月13～14日
京都大学生存圏研究所
木質ホール

台風に伴う竜巻をもたらす降雨帯の 雲解像モデルを用いた数値シミュレーション

坪木和久

(名古屋大学 地球水循環研究センター)

台風シミュレーションの困難

- 台風全体のスケールは数1000kmに及ぶ。このため全体の構造や移動を表現するためには、広い計算領域が必要。
- 台風を構成する降雨帯や眼の壁雲は、発達した積乱雲で構成されていて、それが台風に伴う豪雨や強風をもたらしている。
- 台風を駆動するエネルギー源は、大きさが数キロメートルから数10km程度の積乱雲とその群である。このため台風の駆動源を表現するためには、高解像度の計算が必要。
- 積乱雲の水とエネルギー循環は、そのなかの雲・降水過程が規定する。このため詳細な雲物理が必要。

台風シミュレーションは非常に大規模な計算になる。

積雲対流をパラメタライズしたモデル

1960年代:2次元軸対称モデル

Ooyama (1964,1969), Ogura (1964), Yamasaki (196*), ...

1970年代:3次元モデル

Anthes et al. (1971), Kurihara and Tuleya (1974), ...

2次元非静力学モデル(軸対称モデル)

Nasuno and Yamasaki (1998, 2001)

3次元非静力学モデル

Liu et al. (1997), Peng and Chang (2002), ...

さらに雲解像モデルへ

Mashiko (2005), ...

近年、台風のシミュレーションを、雲を解像しつつ行えるようになりつつある。

雲解像数値気象モデル

Cloud Resolving Storm Simulator

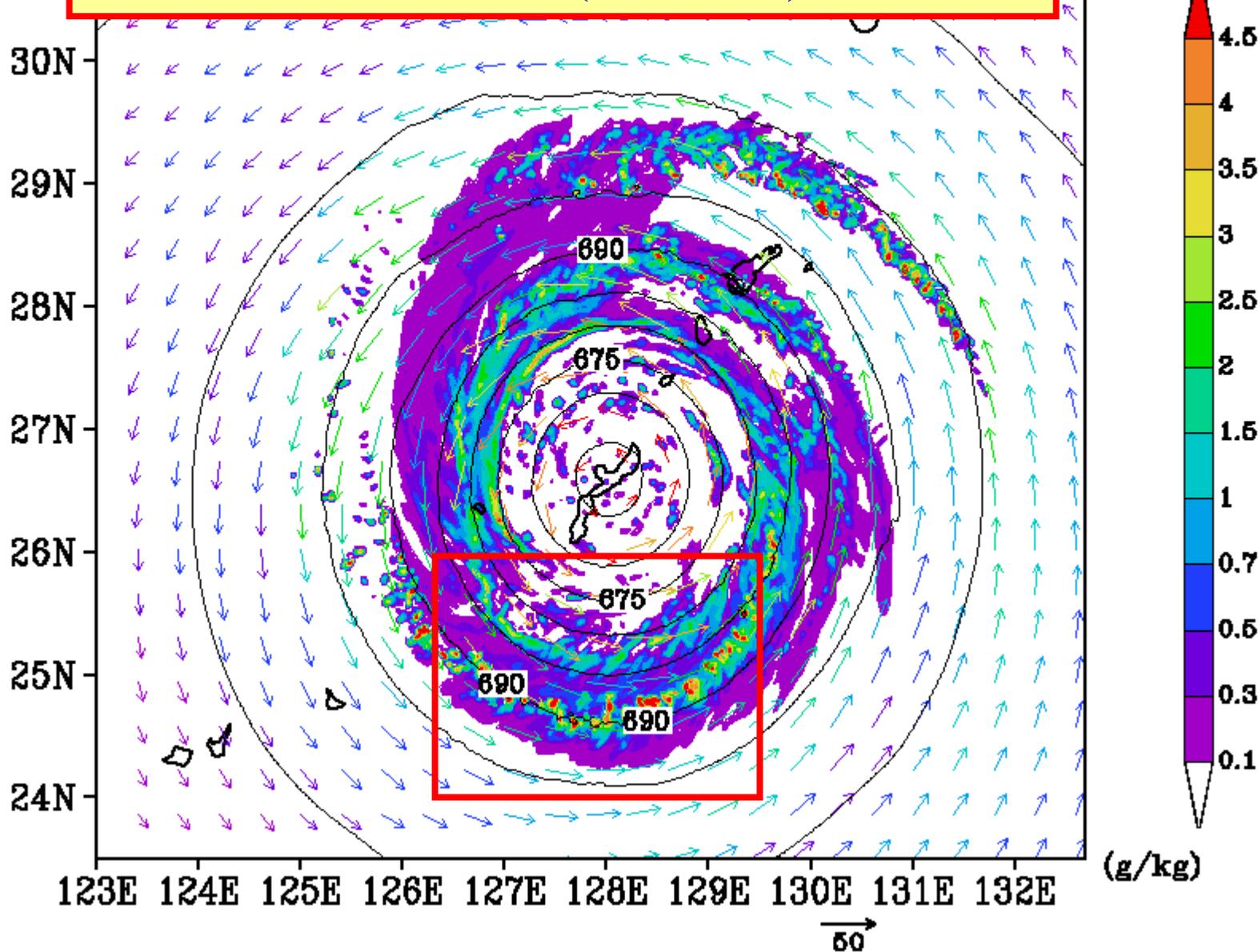
“CReSS”

雲スケールからストームスケールの現象のシミュレーションを地球シミュレーターなどの大規模並列計算機で行うことを目的とした、非静力学・圧縮方程式系の雲解像モデル。

大規模並列計算機に最適な純国産の雲解像領域モデルを開発することを目標として、1998年よりCReSSの開発を行ってきた。

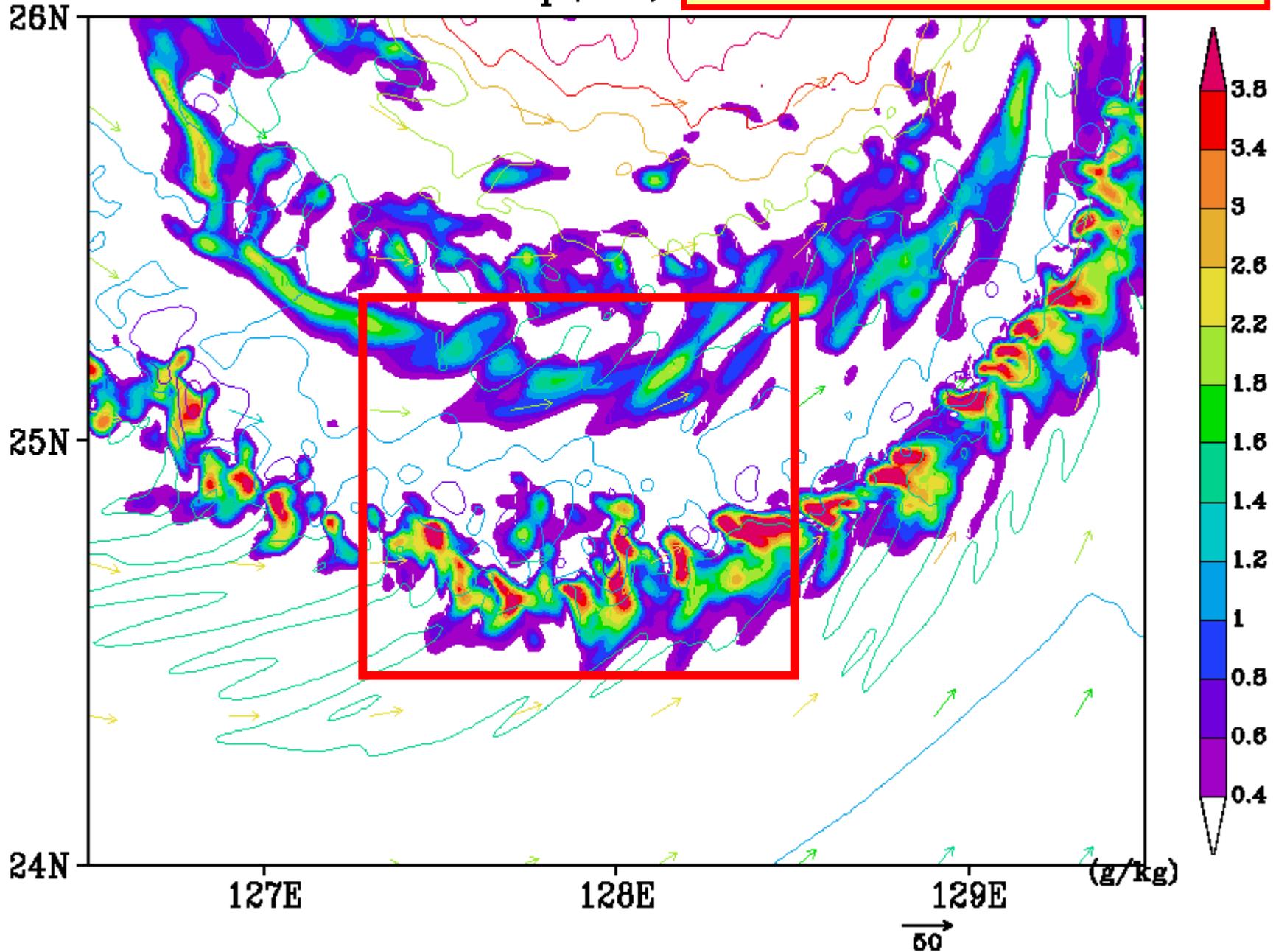
08Z05SEP2004 qr, uvqv, P: ht=3033.91m t=8 hr

T0418: 雨水の混合比 (高度3km): x=1km



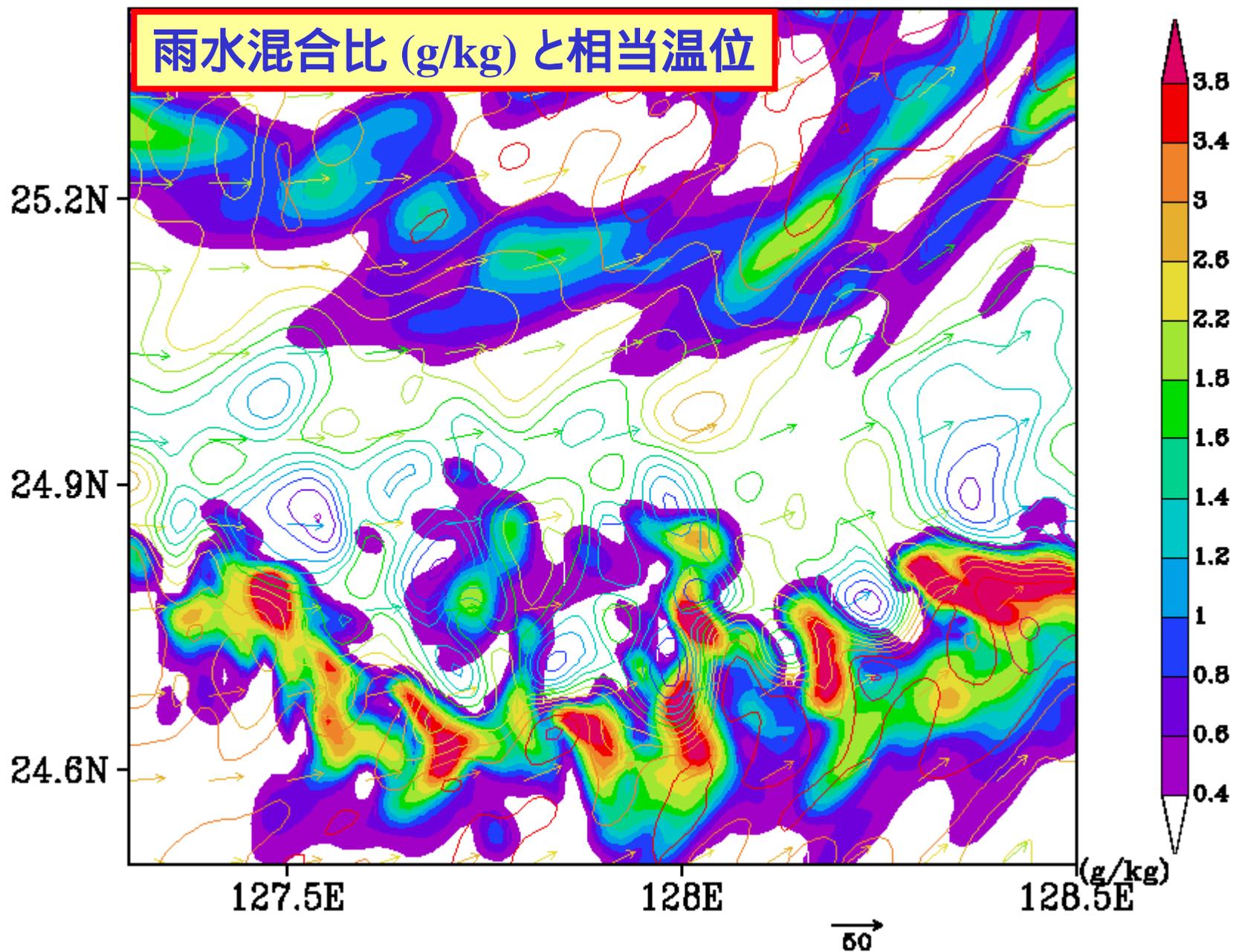
08Z05SEP2004 qr, te;

Mixing ratio of rain (100m)



08Z05SEP2004 qr, te; ht=100(m) t=5

雨水混合比 (g/kg) と相当温位

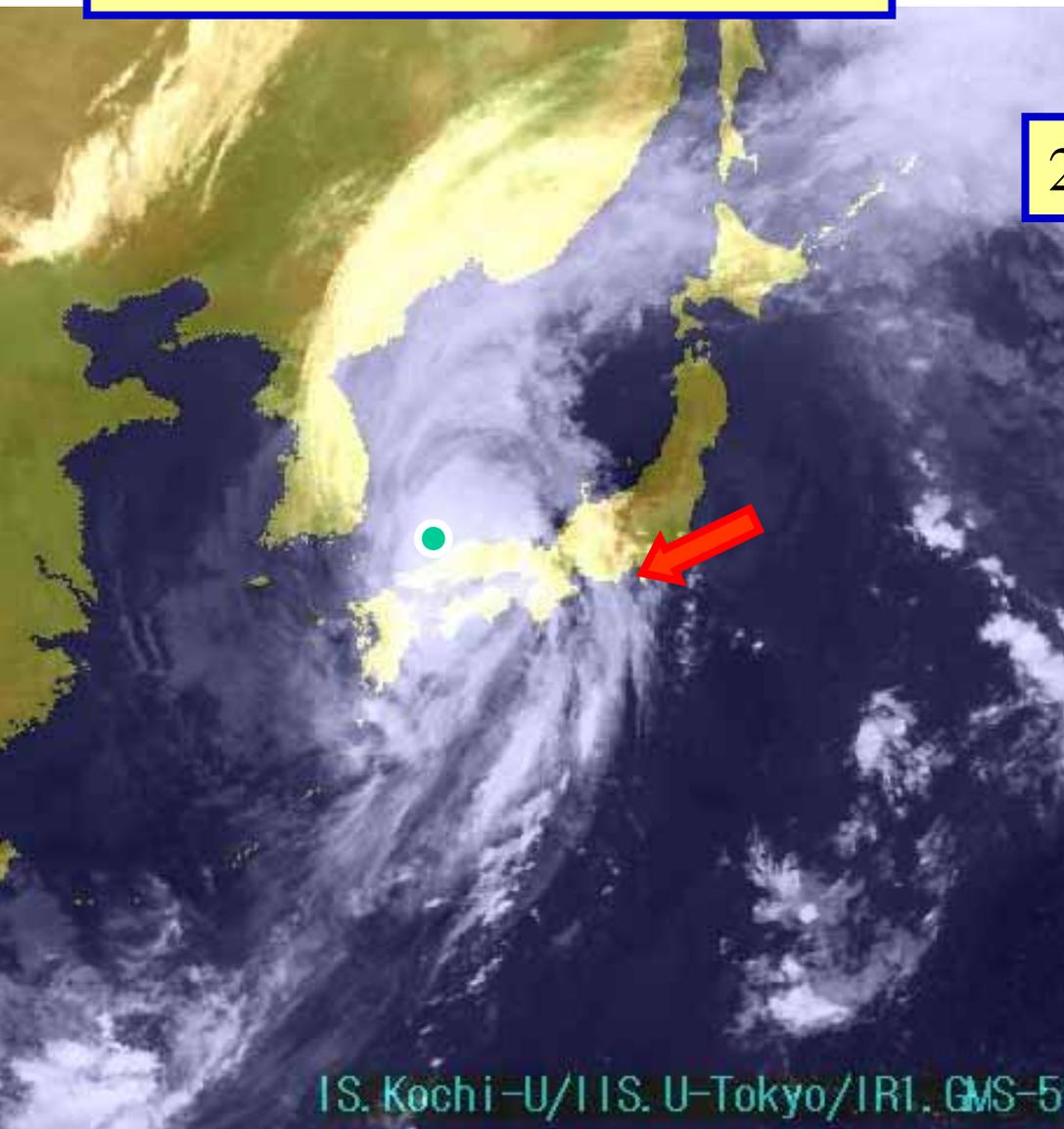


台風に伴う降雨帯と竜巻

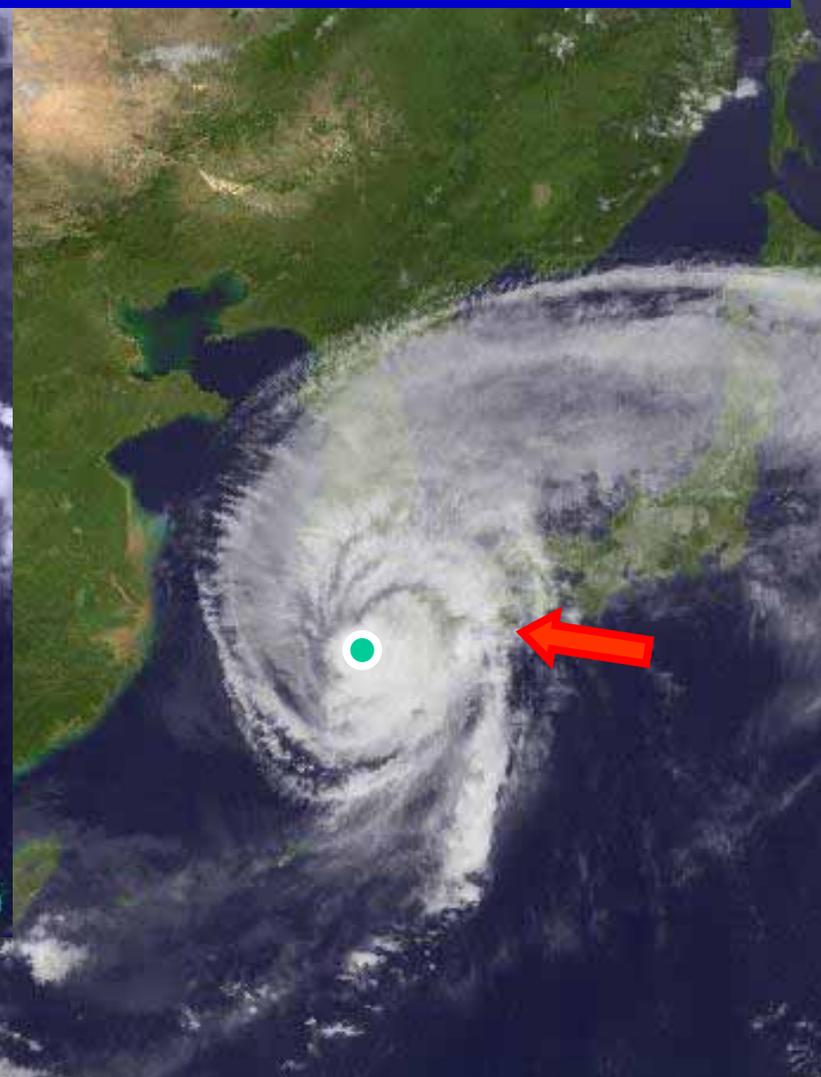
- 1999年9月24日, 愛知県豊橋市の竜巻—
- 2006年9月17日, 宮崎県延岡市の竜巻—

Suzuki et al. (2000);台風9019に伴うミニスーパーセルと竜巻

1999年9月24日11JST; T9918



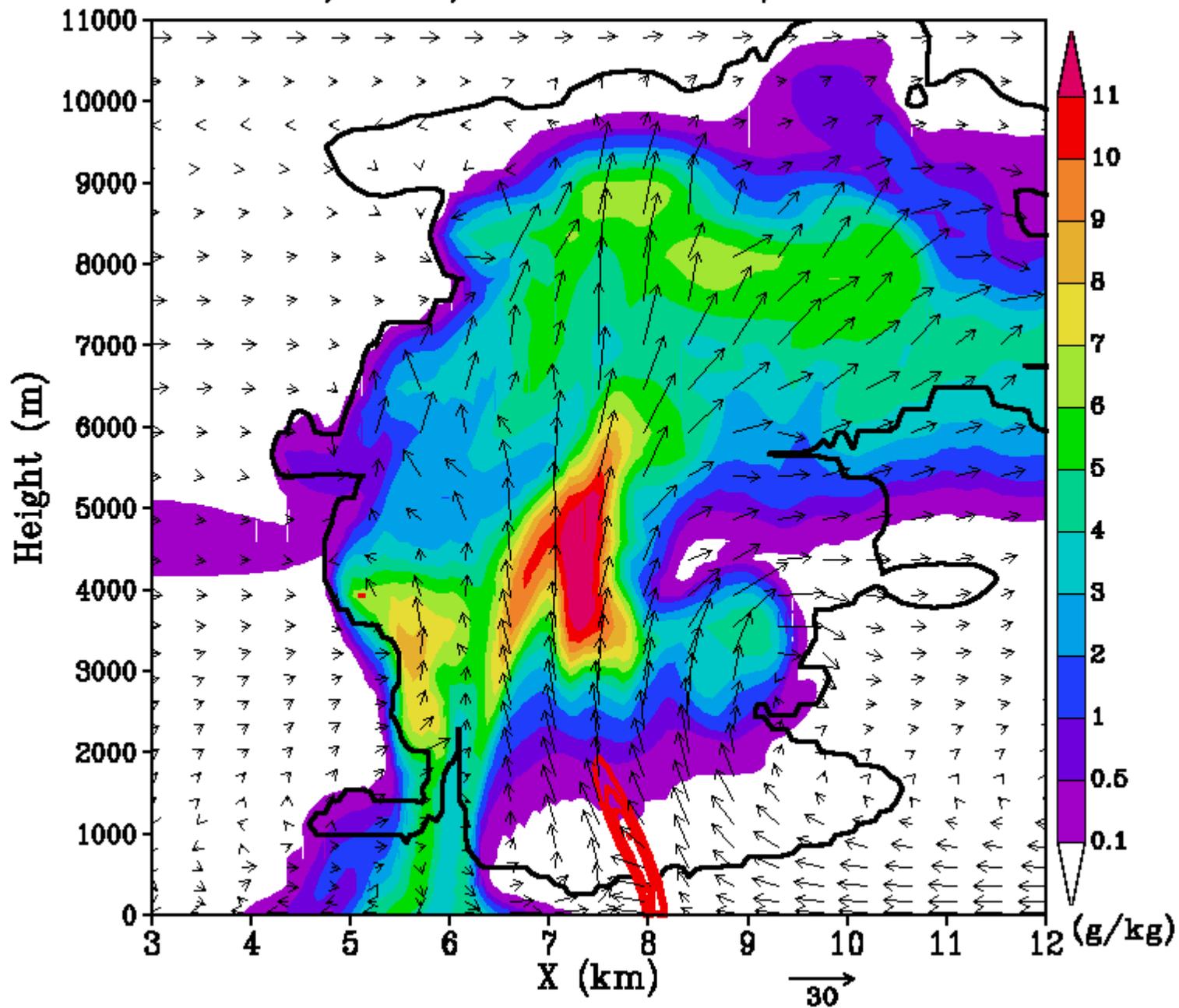
2006年9月17日14JST; T0613



シミュレーションの設定：豊橋の竜巻

- ▶ domain 48km × 48km × 12km
- ▶ horizontal grid size 75m
- ▶ vertical grid size 25 ~ 200m
- ▶ grid numbers 603 × 603 × 63
- ▶ integration time 4 hours
- ▶ time increment large: 0.5s, small: 0.1s
- ▶ microphysics the bulk cold rain type
- ▶ initial condition Shionomisaki sounding data at 09JST, 24 September 1999.
- ▶ initial disturbance warm bubble
- ▶ boundary condition the wave-radiating type
- ▶ platform HITACH SR8000, 8nodes

cloud, rain, T= 9780 sec, Y= 7 km



Experimental Design of Typhoon T0613

- ▶ Domain H: 896 km × 896 km × V: 20 km
- ▶ H-grid size 500 m
- ▶ V-grid size 100 ~ 320 m (stretched)
- ▶ Grid numbers H: 1795 × 1795 × V: 67
- ▶ Integration time 6 hours
- ▶ Time increment large: 2 sec, small: 0.5 sec
- ▶ Micro-physics the bulk cold rain type
- ▶ Initial condition JMA Regional Spectral model (40km)
- ▶ Boundary JMA Regional Spectral model (40km)
- ▶ Surface real topography and observed SST
- ▶ ES node number 128 nodes (1024 CPU)

05Z17SEP2006: JMA

36N

気象庁レーダー
降水強度(mm/hr)

(r)

9月17日14JST

35N

34N

33N

32N

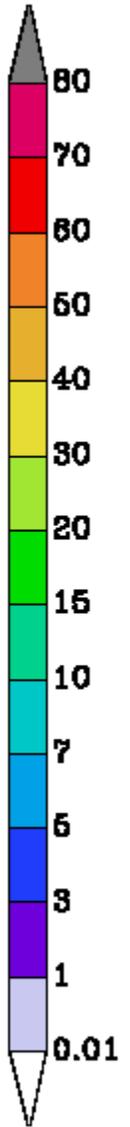
31N

30N

29N

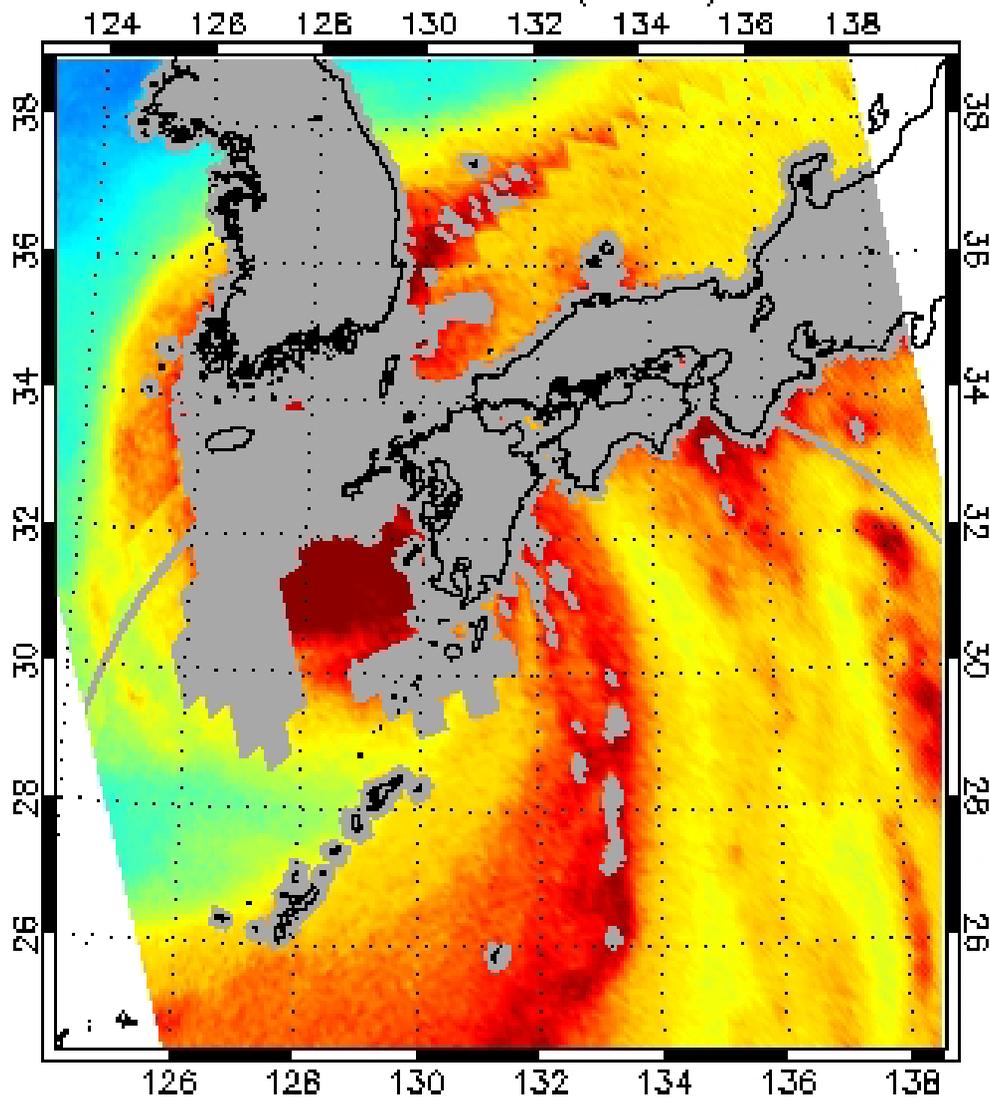
126E 127E 128E 129E 130E 131E 132E 133E 134E 135E(mm/hr)

延岡



Water Vapor

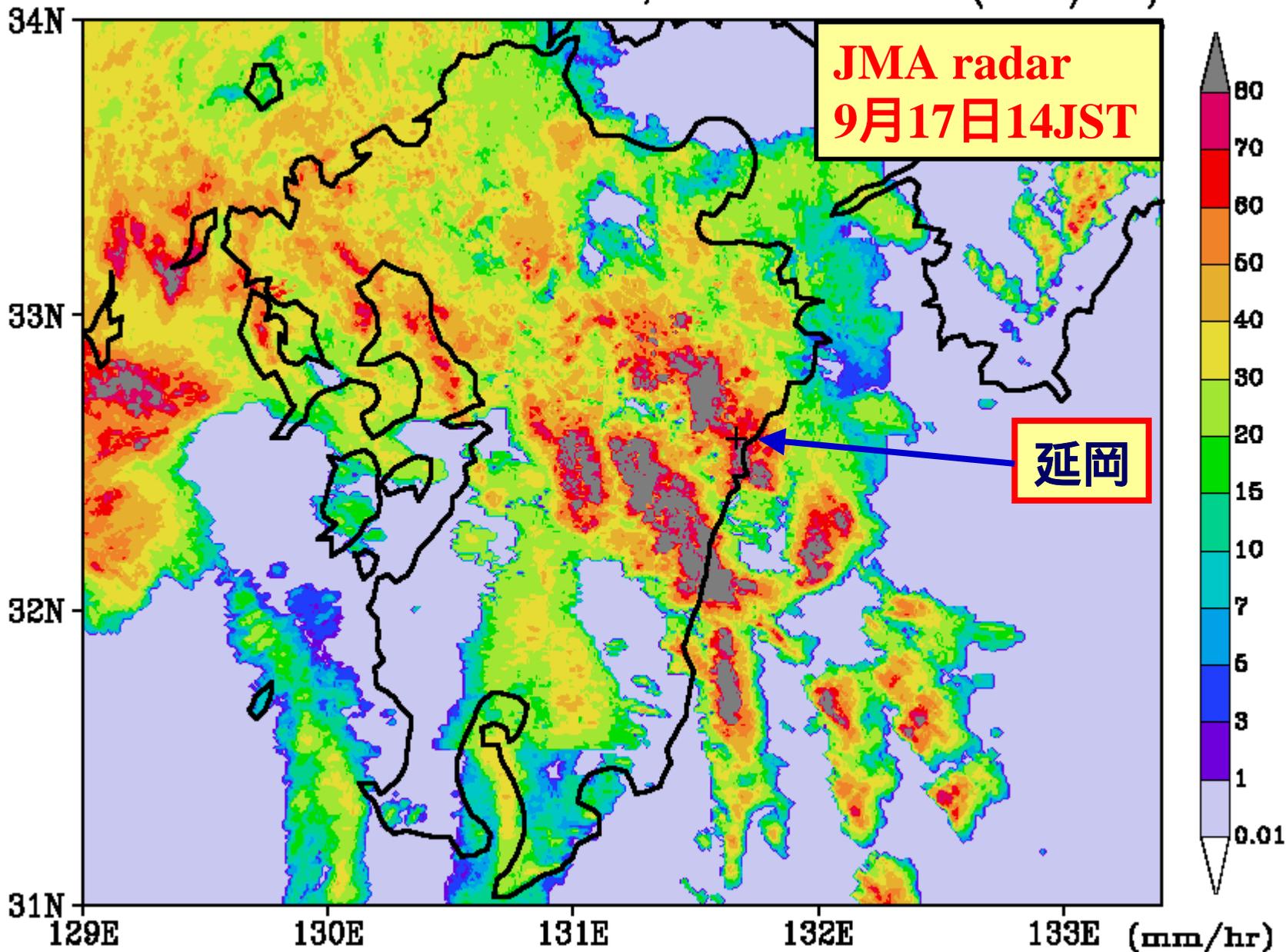
2006091713(211A)



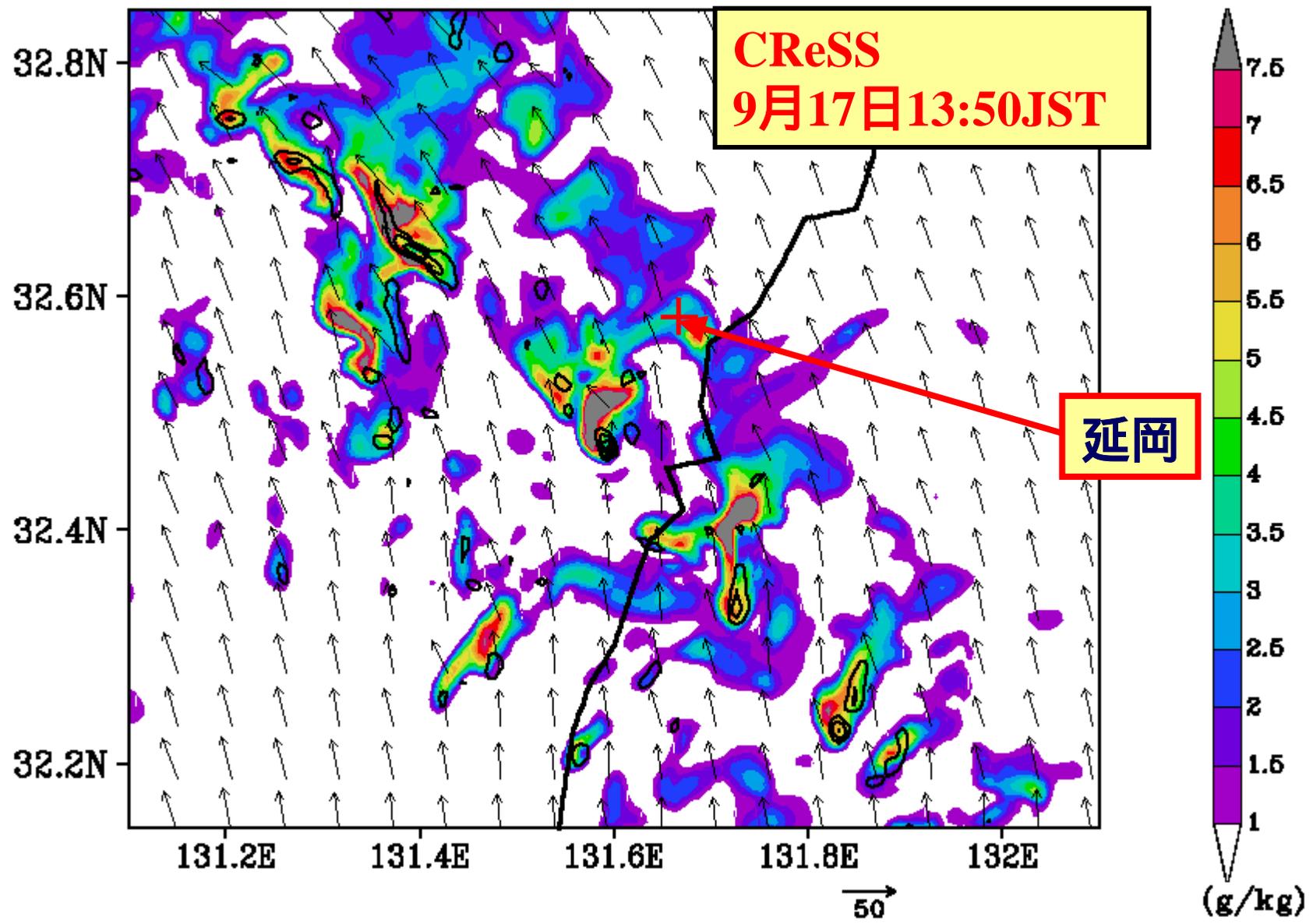
MASR-E



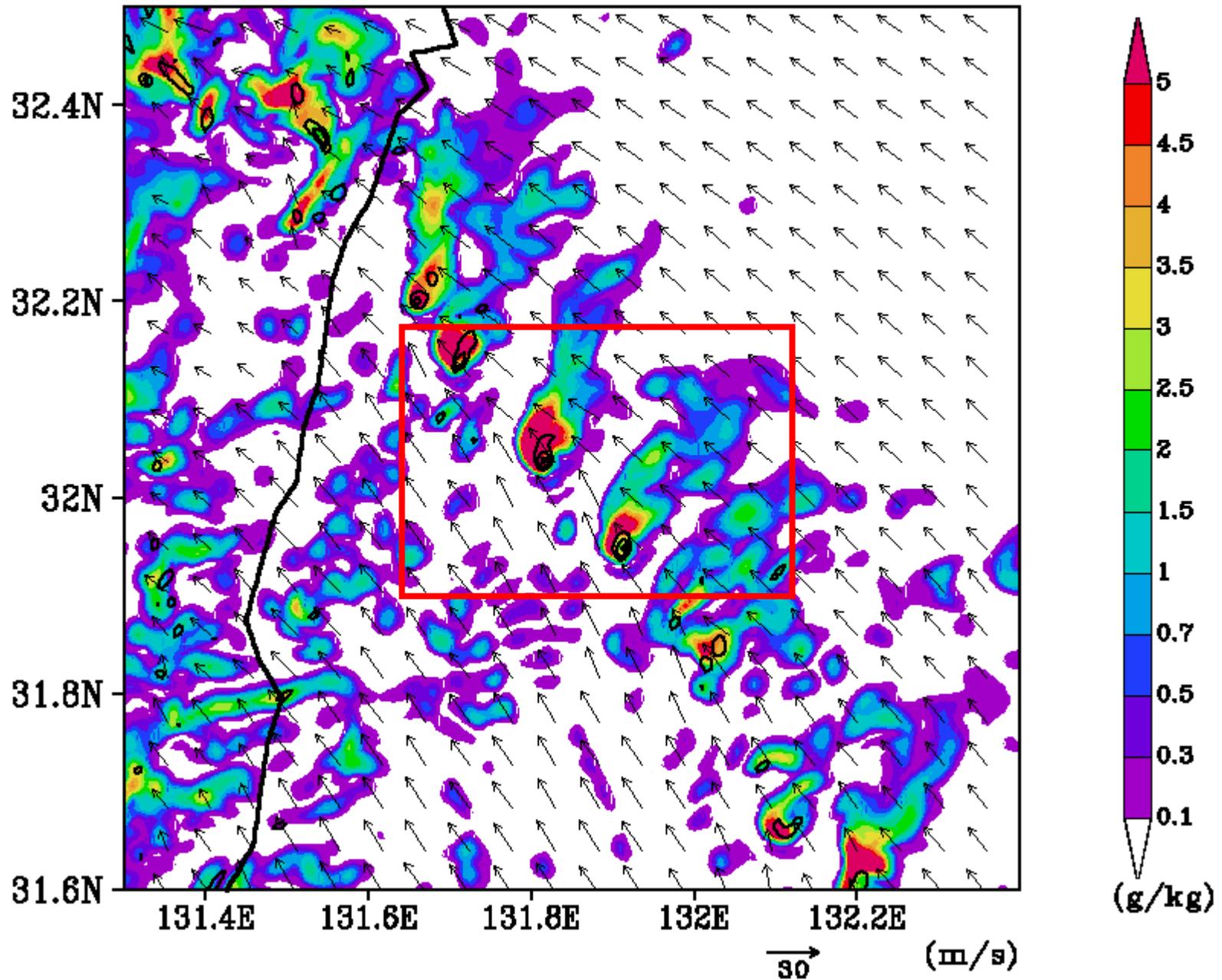
05Z17SEP2006: JMA radar, rainfall rate (mm/hr)



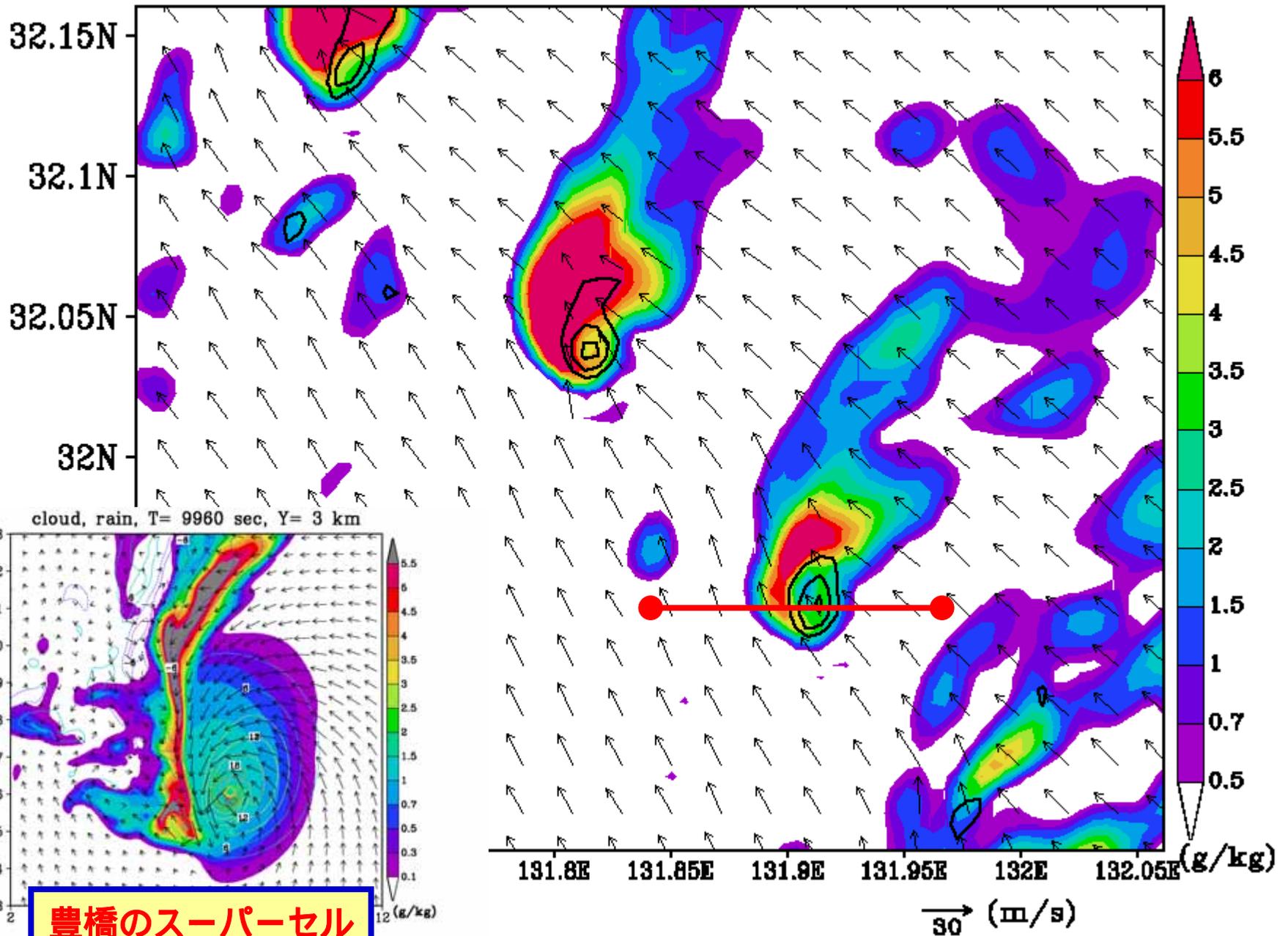
T0613: 04:50Z17SEP2006 ht=1.91km No.5



T0613: 04:40Z17SEP2006 ht=2km No.33



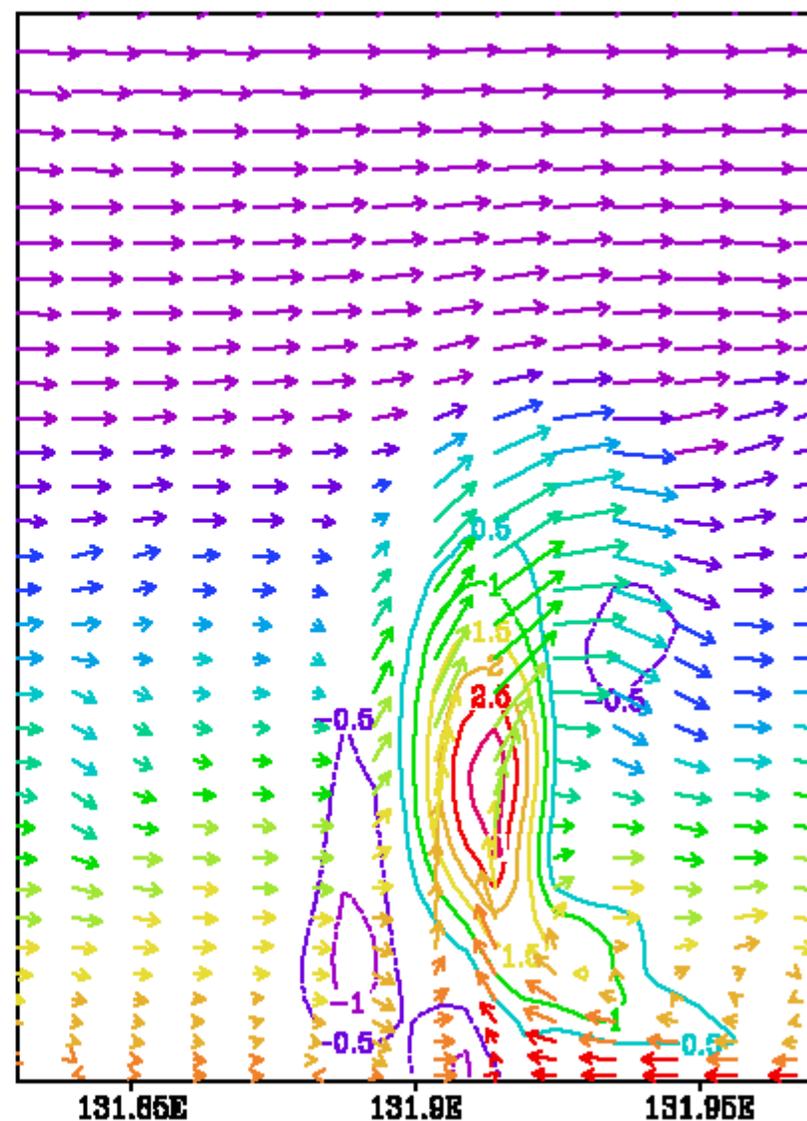
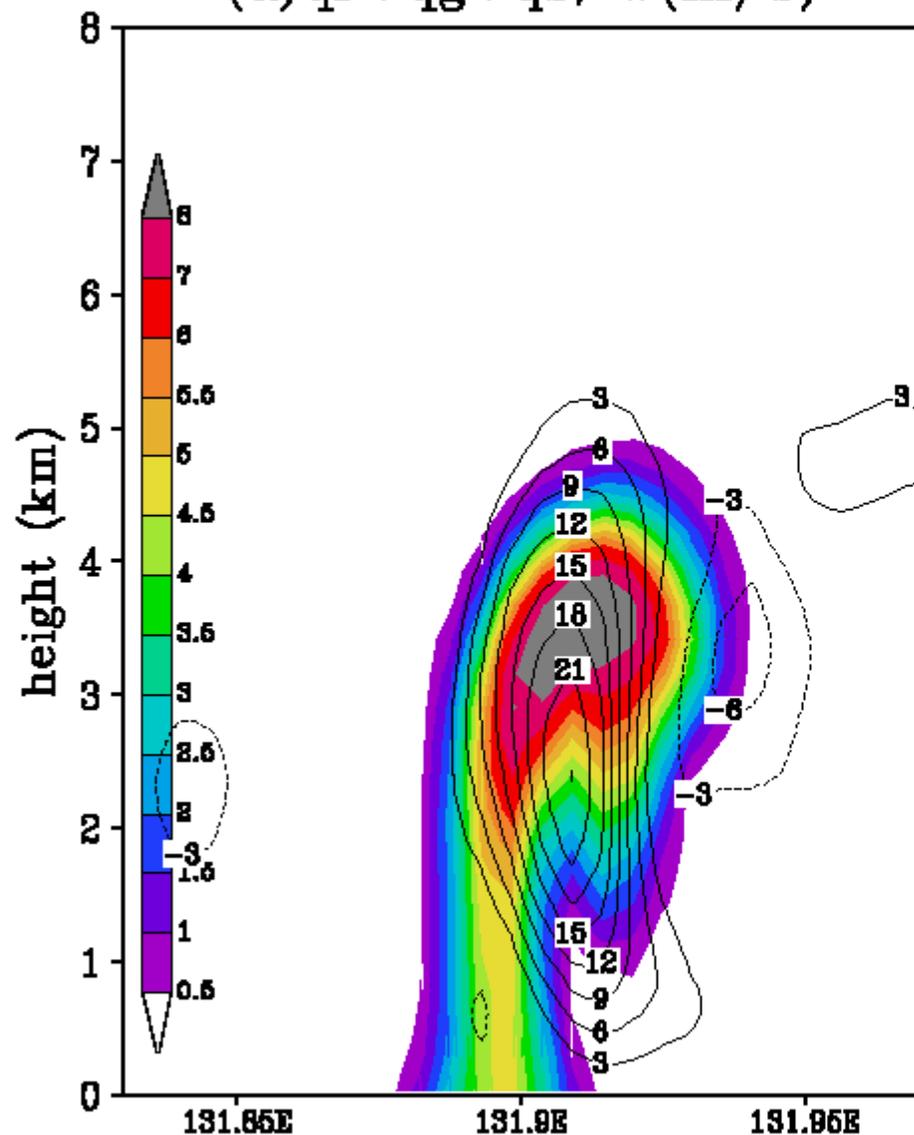
T0613: 04:40Z17SEP2006 ht=2km No.33



04:40Z17SEP2006 Lat=31.95N, No.=33

(a) $qr+qg+qs$, w (m/s)

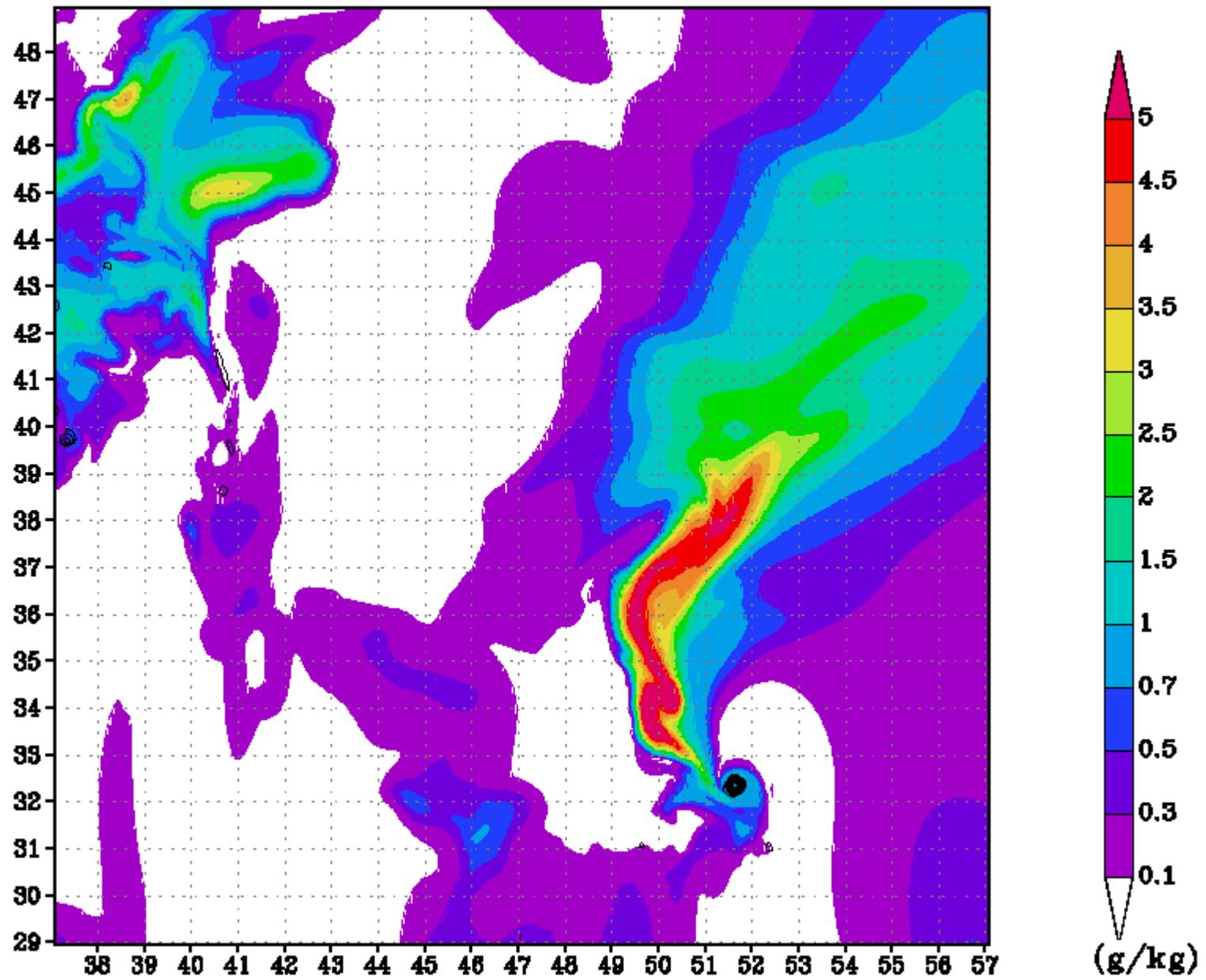
(b) vorticity ($10E-2/s$), u ; v

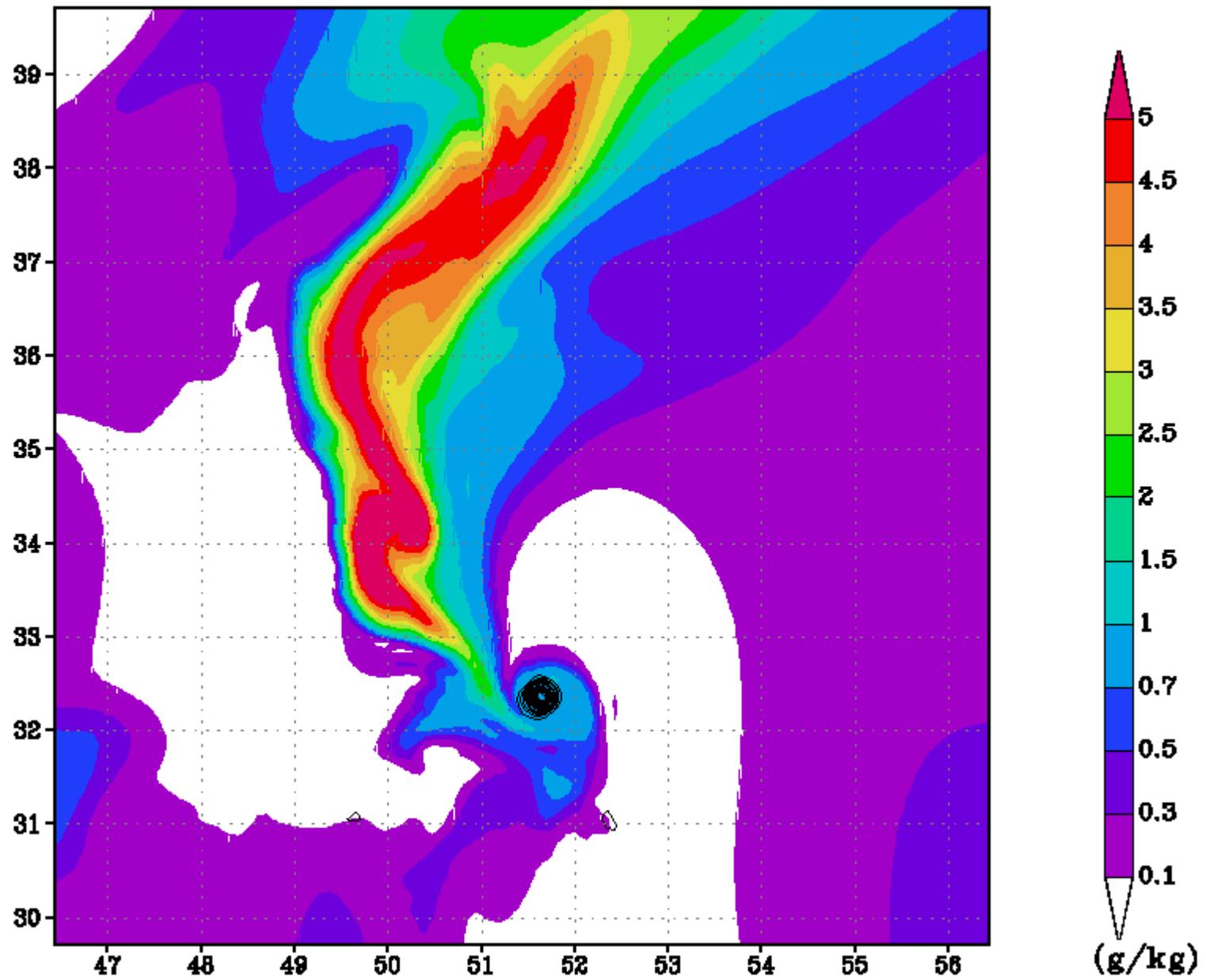


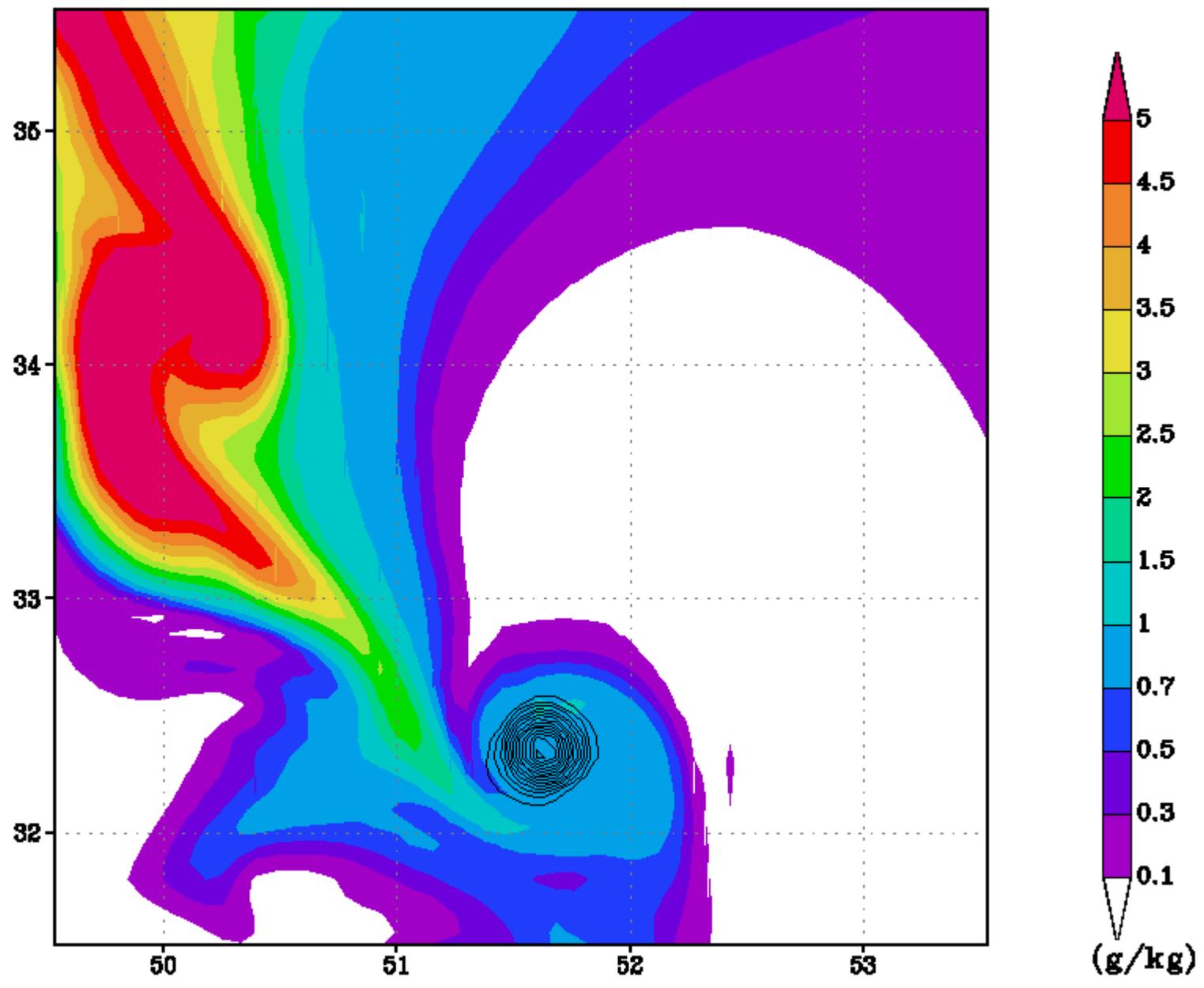
20 (m/s)

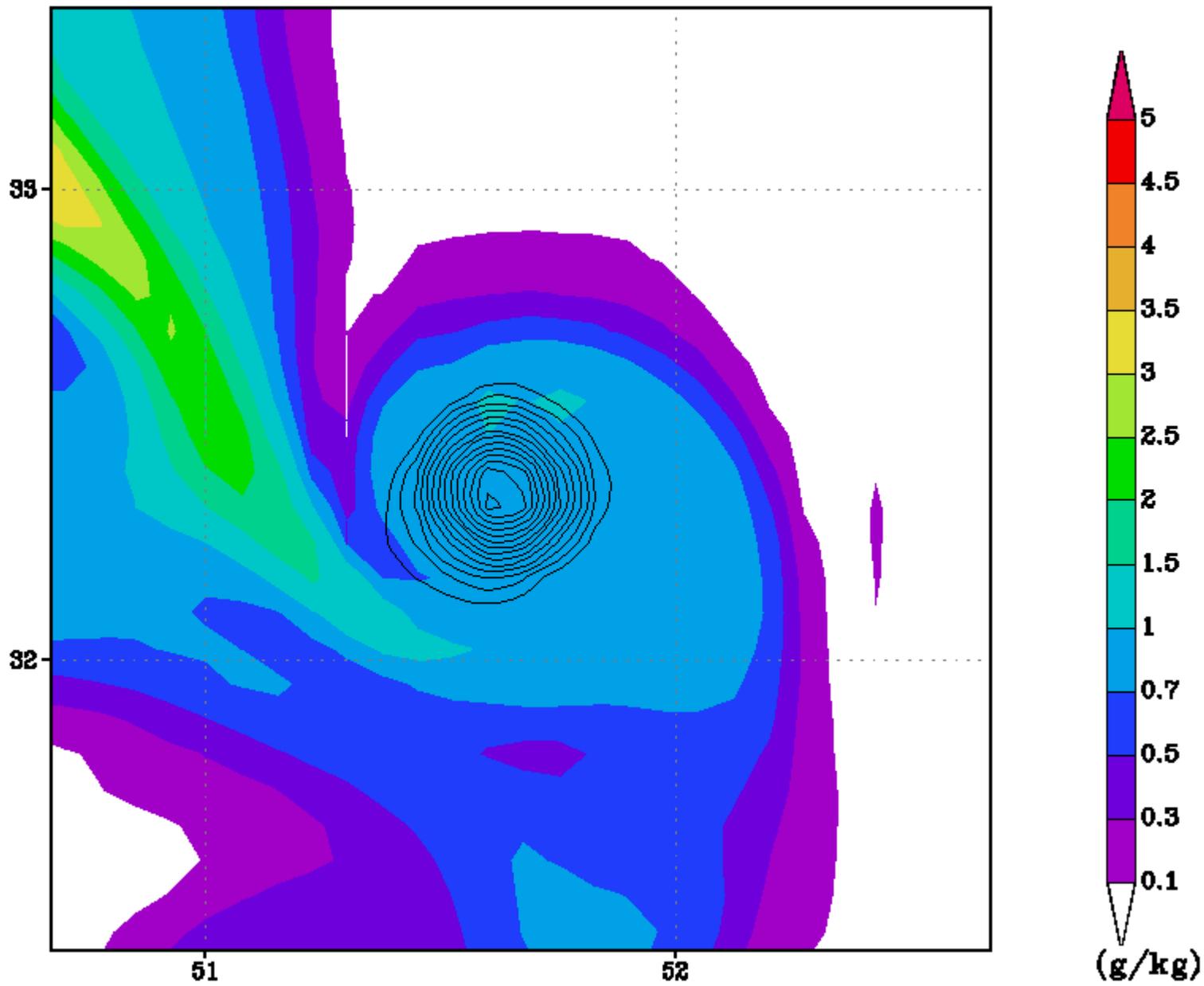
Supercell and tatsumaki in T0613

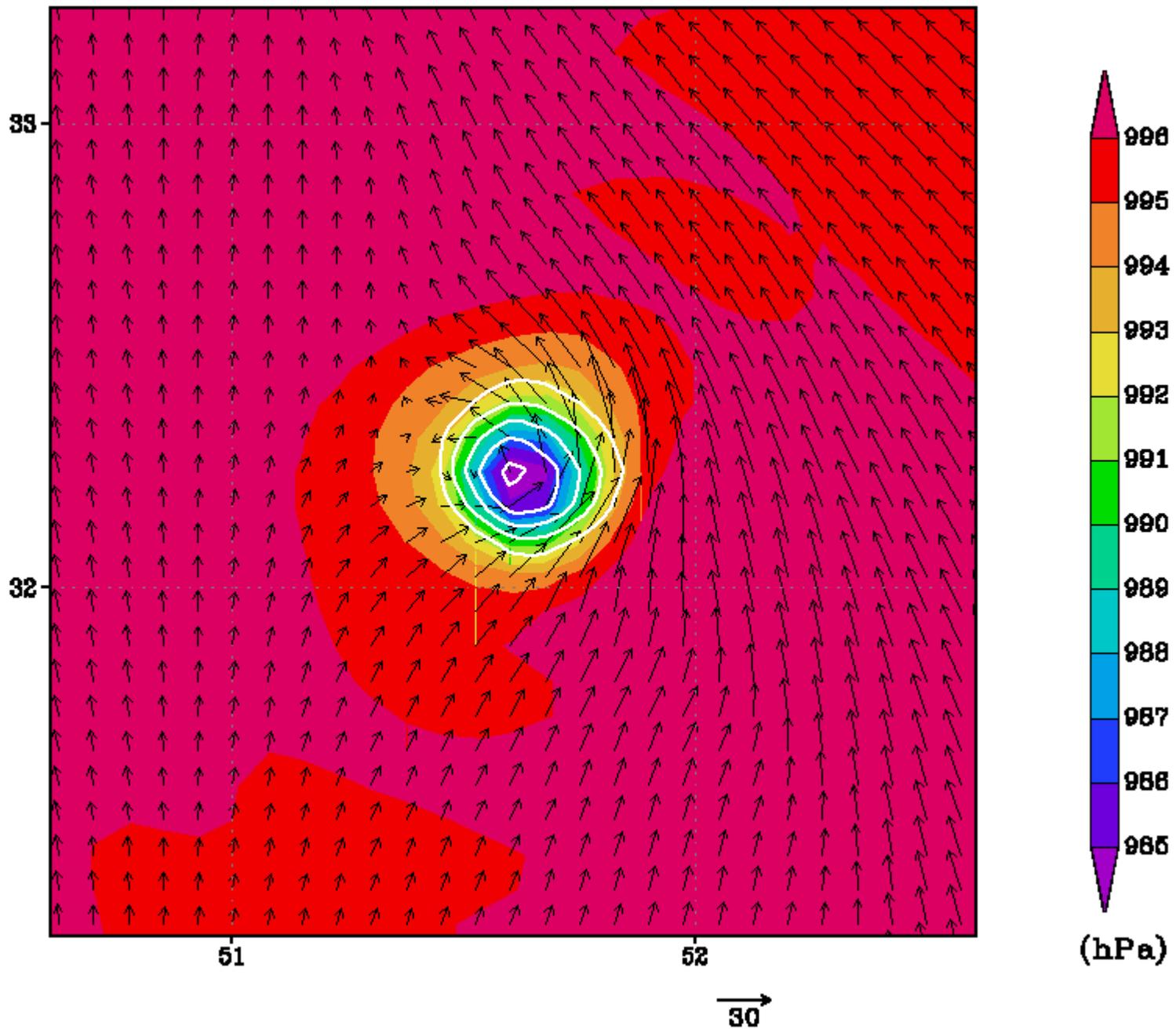
- ▶ Domain H: 896 km × 896 km × V: 20 km
- ▶ H-grid size 75 m
- ▶ V-grid size 40 ~ 300 m (stretched)
- ▶ Grid numbers H: 803 × 803 × V: 67
- ▶ Integration time 6 hours
- ▶ Time increment large: 0.5 sec, small: 0.1 sec
- ▶ Micro-physics the bulk cold rain type
- ▶ Initial condition CReSS 500m simulation output
- ▶ Boundary CReSS 500m simulation output
- ▶ Surface real topography and observed SST
- ▶ Computer HITACHI SR11000 (4nodes)

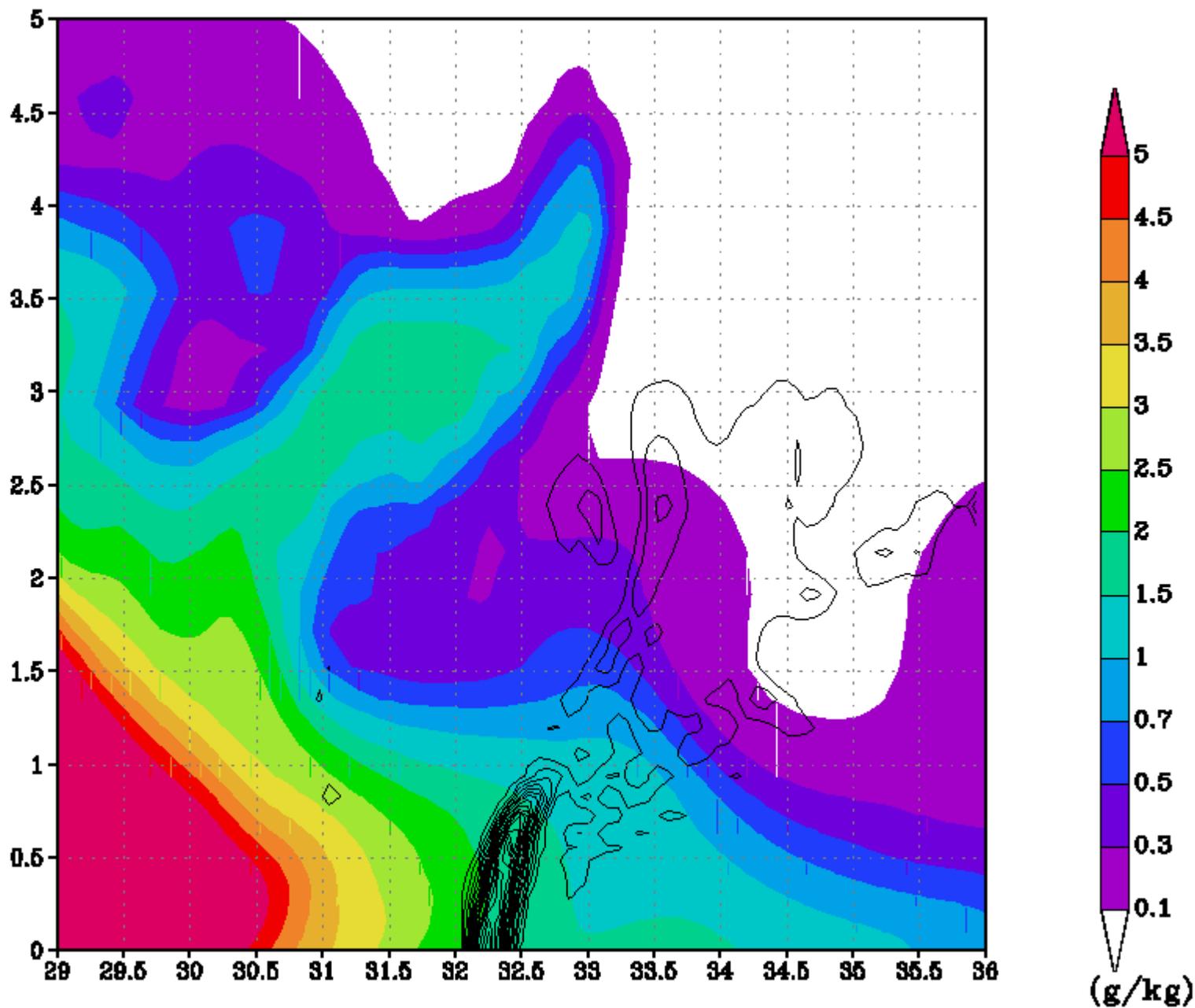


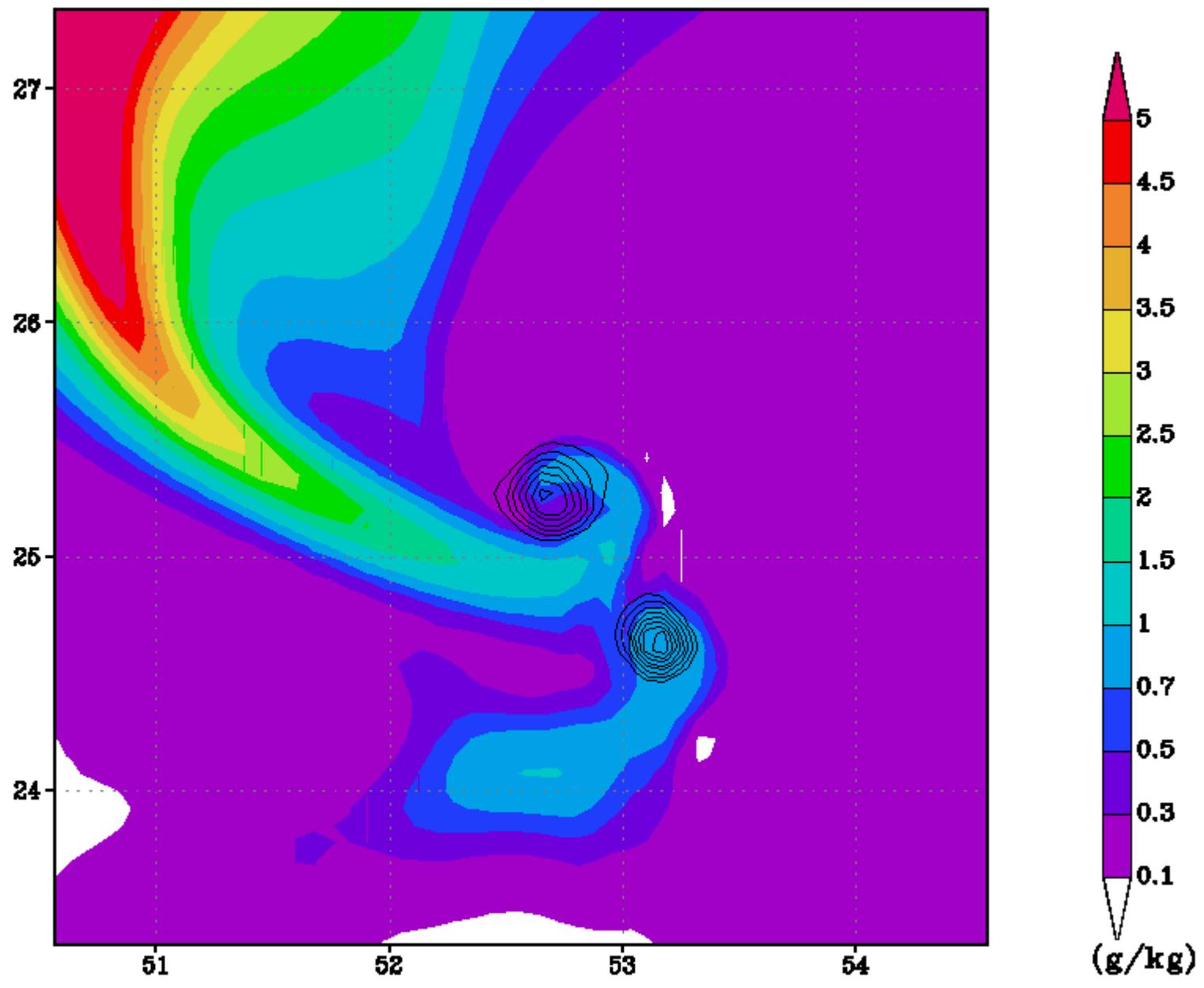


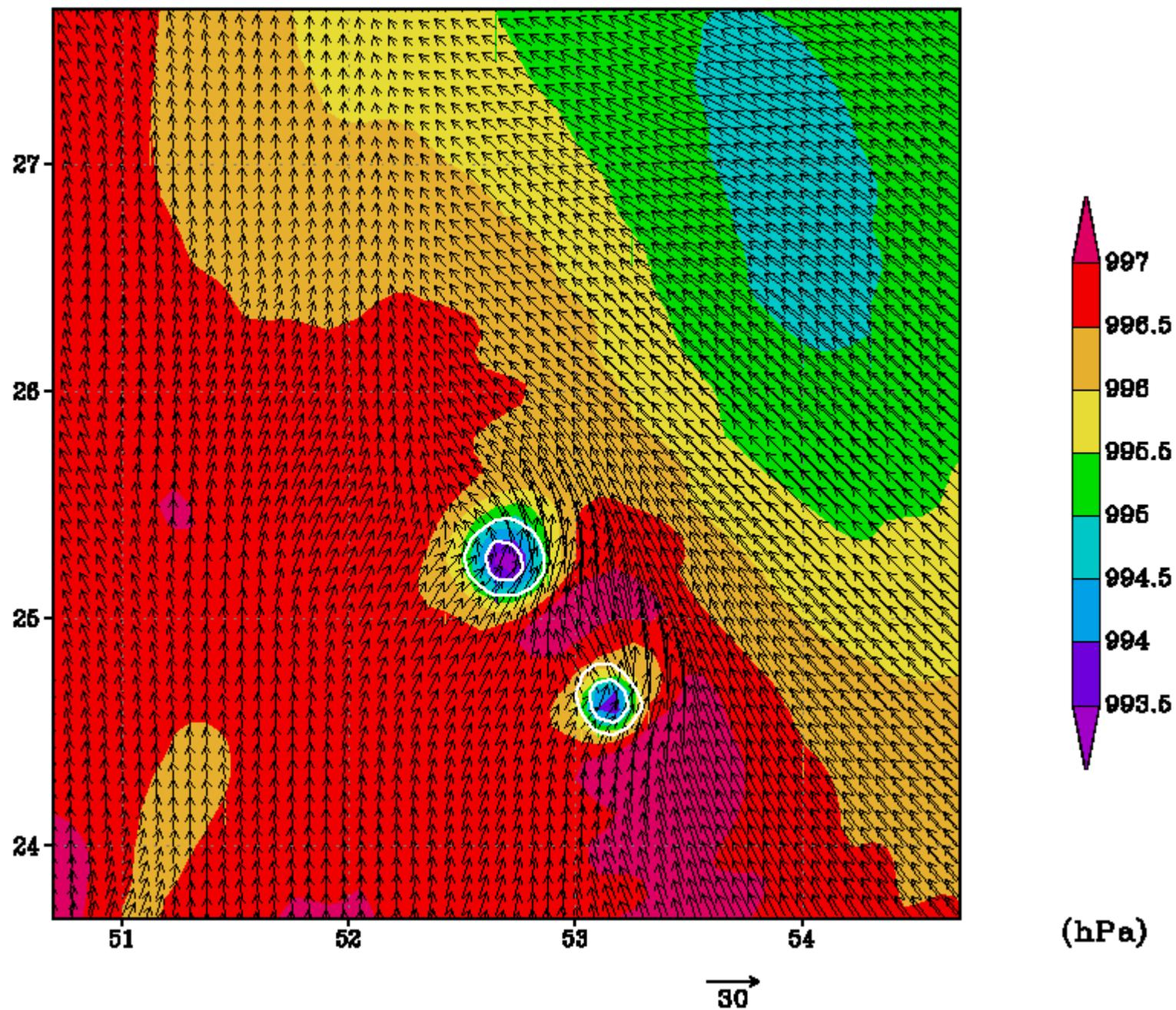




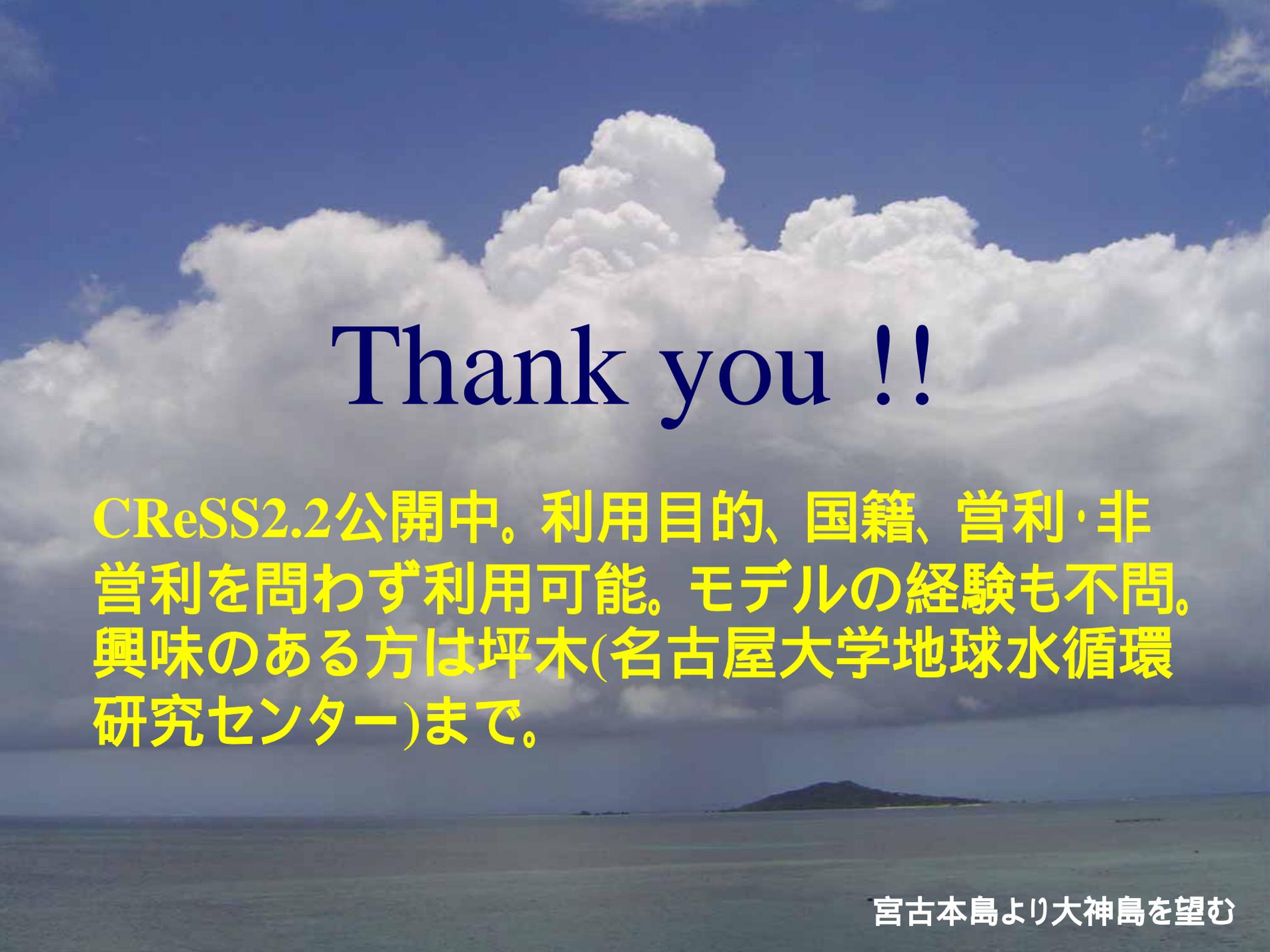








1. 雲・降水システムのシミュレーションを行うために雲解像モデルCReSS (Cloud Resolving Storm Simulator) を開発している。これを用いて台風、降雨帯、スーパーセル、竜巻のシミュレーションを行った。
2. T0613について、雲解像モデルを用いたシミュレーションで現実的な台風が再現され、高解像度にするすることで、それを構成するスパイラルレインバンド、さらにそれを構成する積乱雲の詳細構造が表現された。
3. T0613のレインバンドがスーパーセルの列で構成され、それらの積乱雲の一つが延岡の竜巻をもたらした親雲(メソサイクロンを含む)となっていることを示した(竜巻予測の可能性)。
4. 75mの解像度で、レインバンドを構成するスーパーセルの一つに「釣り針状構造」がみられ、その付近に竜巻がシミュレーションされた。その直径は300~400m、渦度は0.5/s、気圧偏差は10hPa以上であった。
5. CReSSは雲・降水システムの研究のみならず、防災や気象予測などの様々な利用が考えられる。



Thank you !!

CReSS2.2公開中。利用目的、国籍、営利・非営利を問わず利用可能。モデルの経験も不問。興味のある方は坪木(名古屋大学地球水循環研究センター)まで。

宮古島ー多良間島域 台風観測プロジェクト

(2006年度～2008年)

科研費基盤研究(A)

研究代表者(坪木和久)



