

Baiu Hunter 2004 エアロゾンデ観測の概要



気象庁気象研究所 台風研究部

別所康太郎

東アジアで毎年繰り返される台風や豪雨による災害



2003年Maemi
韓国 釜山港

出典: http://japanese.chosun.com/site/data/html_dir/2003/09/13/



2000年東海豪雨

出典: http://www.bousai.go.jp/oshirase/h13/130126chubo/shiryos3_3.html



2003年水俣豪雨

出典: <http://disaster-i.net/disaster/20030720/>



2002年Rusa
韓国 金泉市

出典: http://japanese.chosun.com/site/data/html_dir/2002/09/01/

台風による大雨災害 昨年も大きな被害が多発しています



那賀郡上那賀町 白石地区



台風観測

2種類の観測方法

- ・直接観測

地上気象観測・海上気象観測・高層気象観測

高精度・しかし「点」での観測

飛行機などの活用

- ・間接観測(リモートセンシング)

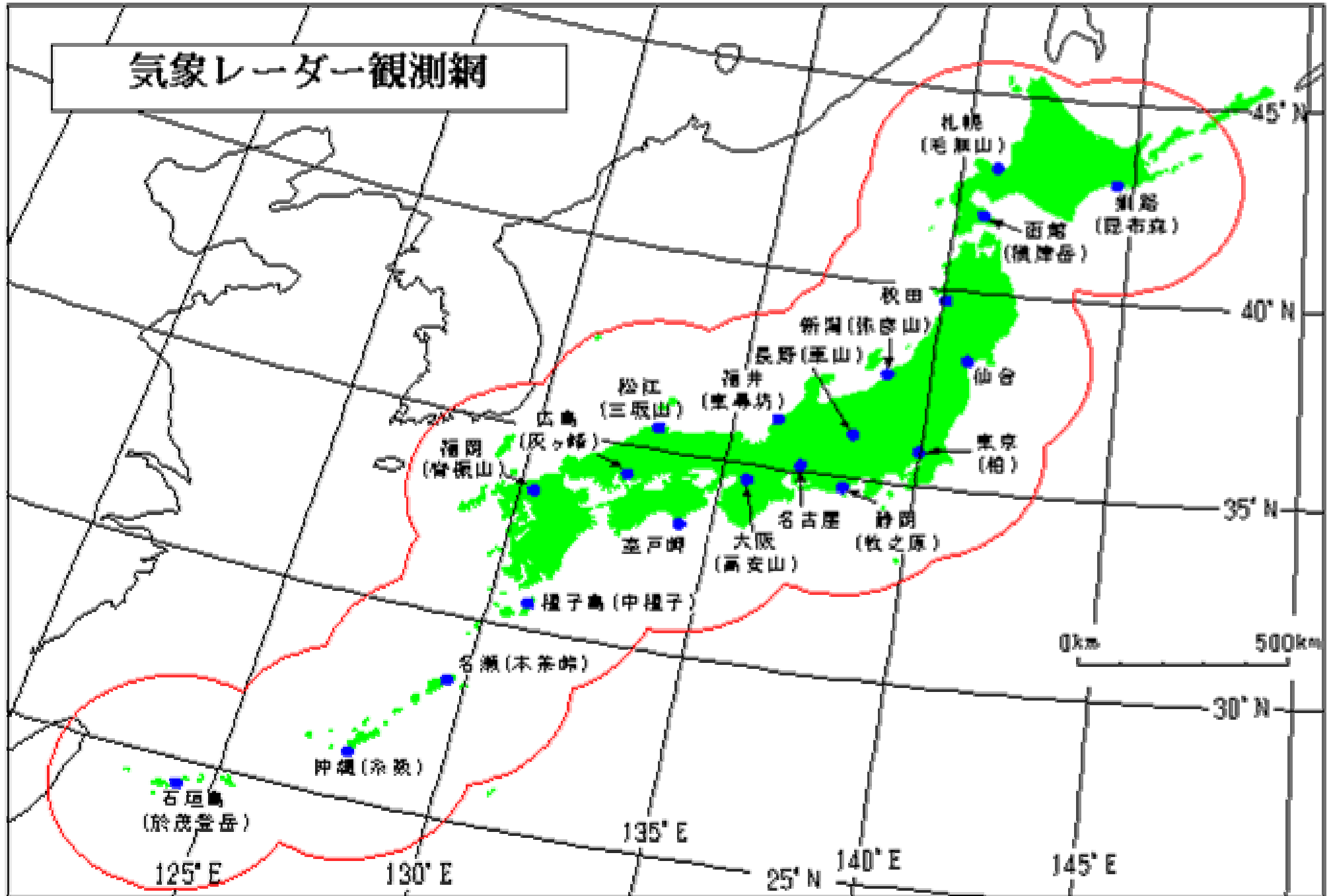
レーダー観測・衛星観測

あくまで推定・「面」での観測

気象庁の高層気象観測網



気象庁のレーダー観測網



エアロゾンデ

ゾンデ搭載の
ラジコン飛行機

現在のところ
研究目的のみ

『能動型』観測
に威力発揮

重量・翼幅
飛行制御

13 kg / 2.9 m

自動航行

手動（離着陸時）

離着陸 車載式、胴体着陸

航行法 GPS, D-GPS

通信

UHF-Radio, 衛星通信

航続距離

> 3000 km

航続時間

> 30 時間

飛行高度

100 ~ 4000 m、20 ~ 5000 m

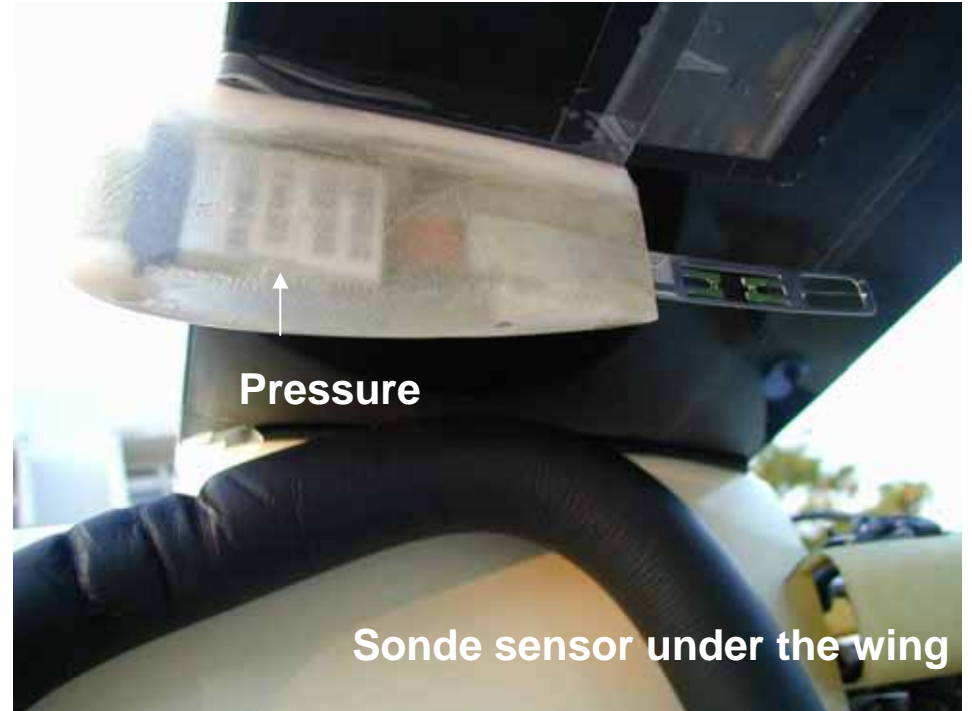
離着陸の様子



Aerosonde Pictures (1)



Headquarter



Sonde sensor under the wing

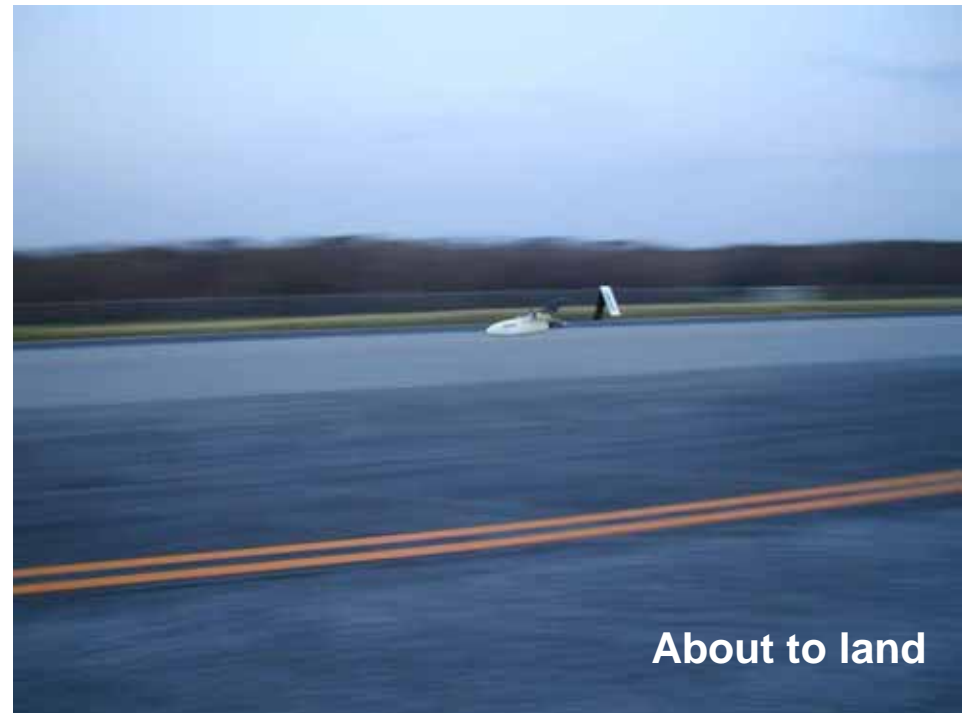


Workshop



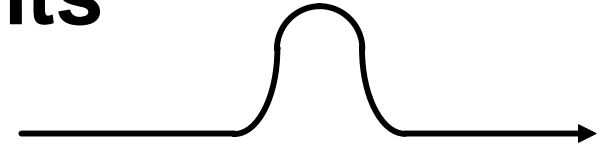
Aerosonde in the workshop

Aerosonde Pictures (2)



Wind Measurements

Windfinding-by-maneuver:

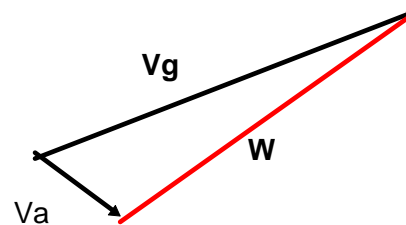


S-turn, ~90 degree turn, or circle turn [e.g. spiral climb]

about 10-30 seconds of maneuvering:

horizontal resolution ~200 m.

$$\mathbf{W} = \mathbf{Vg} - \mathbf{Va}$$



Winds = ground velocity vector - airspeed vector:

Aerosonde wind measurement uses:

vector groundspeed from GPS

scalar airspeed; the maneuver method effectively resolves the missing vector information over the course of a turn.

Windfinding Algorithm

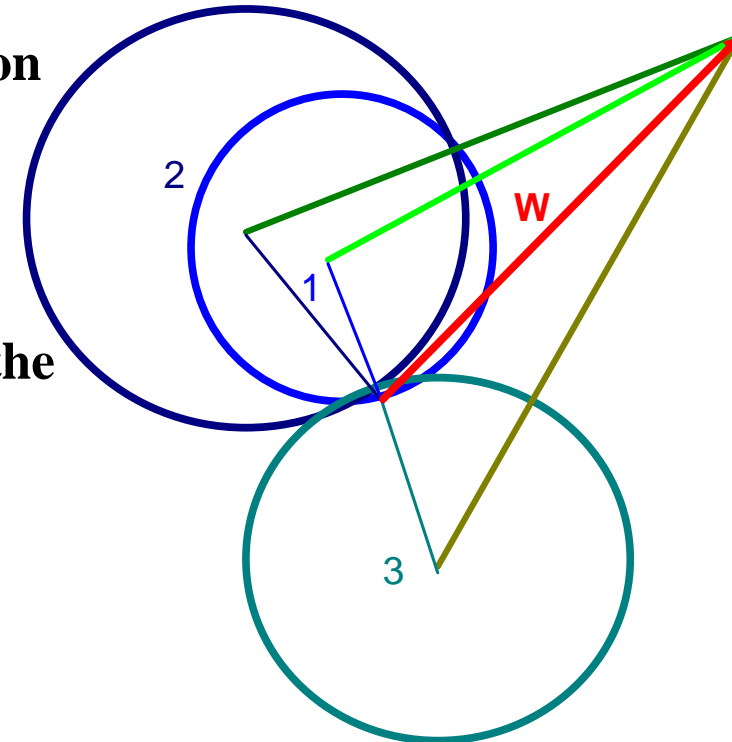
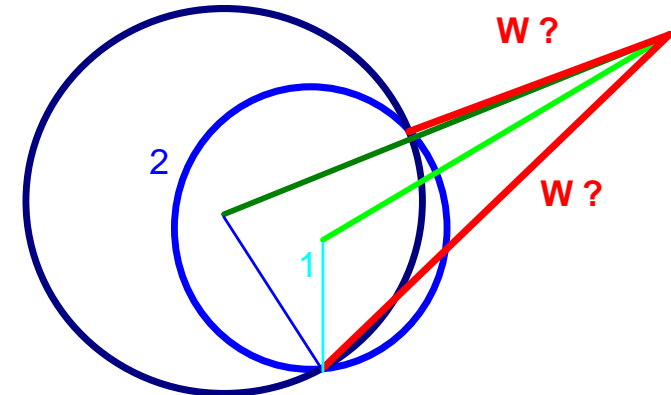
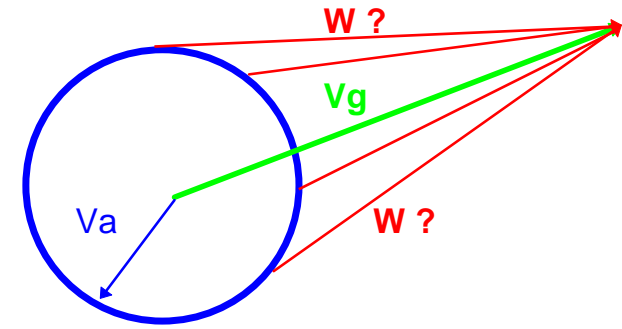
1. Draw a groundspeed vector V_g .
2. Draw a circle radius= V_a around the base of V_g . Candidate winds are drawn from the circle to the head of V_g .
3. Add another measurement taken while flying in a slightly different direction.

Wind is now one of two possible solutions at the intersection of the two circles..

4. Adding another measurement removes the ambiguity.

In practice this is done with a least-squares method over the duration of the maneuver;

the overdetermined set of data helps remove errors.



これまでの気象研究所の エアロゾンデ観測

Typhoon Hunter 2000

2000年9月4日～10月6日 沖縄県下地島空港

Baiu Hunter 2001

2001年6月12日～25日 鹿児島県三島村硫黄島飛行場

Typhoon Hunter 2001

2001年7月25日～30日 沖縄県下地島空港

Typhoon Hunter Palau

2001年11月11日～18日 パラオ共和国ペリリュー島飛行場

Baiu Hunter 2003

2003年6月20日～7月3日 長崎県五島列島上五島空港

エアロゾンデを使った観測の現状

- **機動性**

海外スタッフは無理がきかない（日本人なら無理がきく？）

- **安定性**

3機のエアロゾンデが台風観測中に不時着水

- **汎用性**

荷重5キロでは搭載機器に制限あり

- **電波法**

エアロゾンデはアメリカの送受信機使用

日本の型式証明を有する送受信機が必要

- **航空法**

エアロゾンデにはトランスポンダーなし！

航空管制情報官に位置定時通報が必要

梅雨ハンター2004

Baiu Hunter 2004

梅雨・台風の降水システムの詳細大気測定

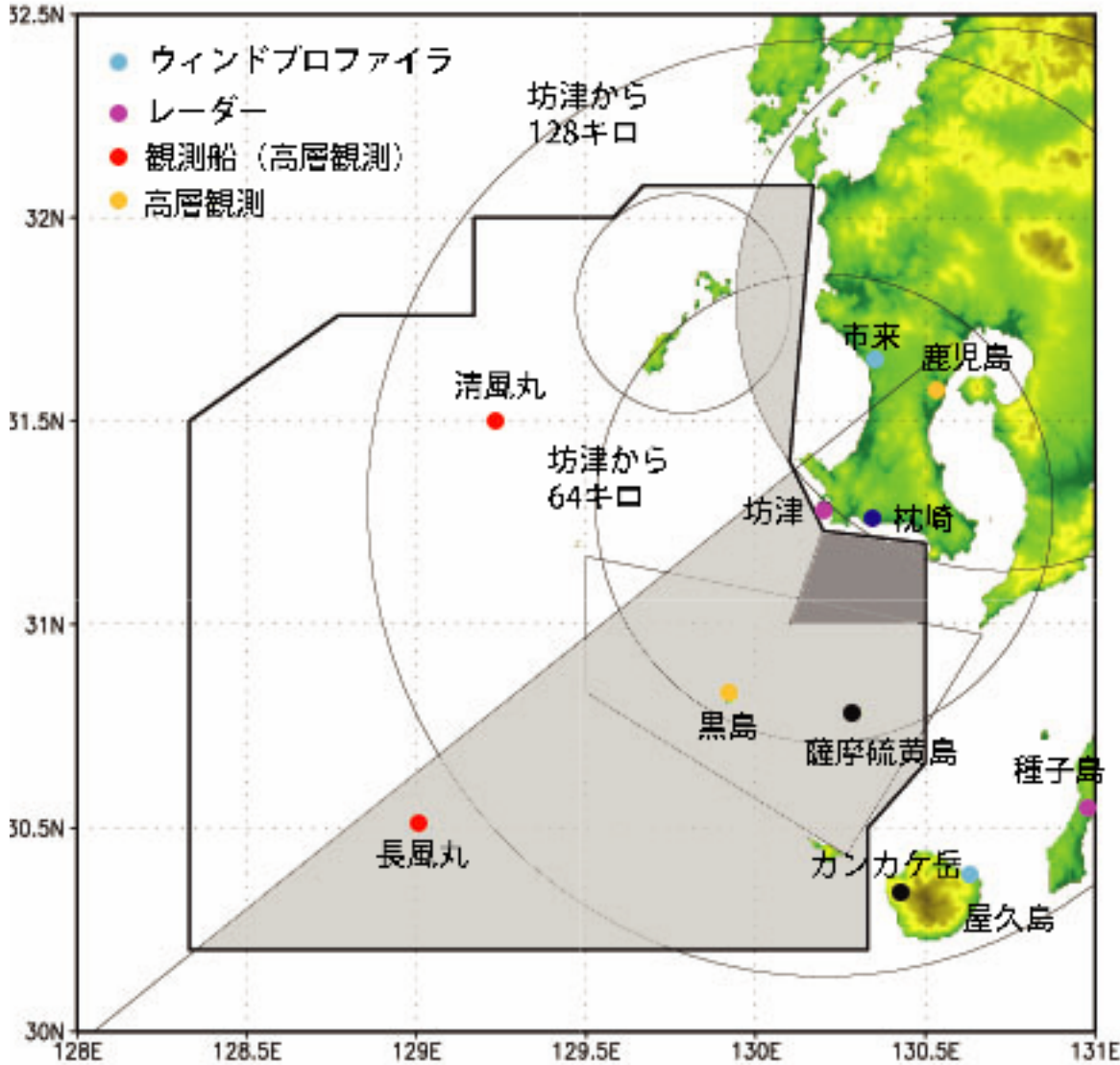
無人気象観測機エアロゾンデ

ASAP・ドップラーレーダ・気象庁気象観測船

鹿児島県薩摩硫黄島飛行場を離着陸基地

2004年6月18日～7月4日までの2週間

測定領域



気象研観測サイト

薩摩硫黄島:エアロゾンデ
カンカケ岳:通信アンテナ
黒島:ASAP
坊津:ドップラーレーダー

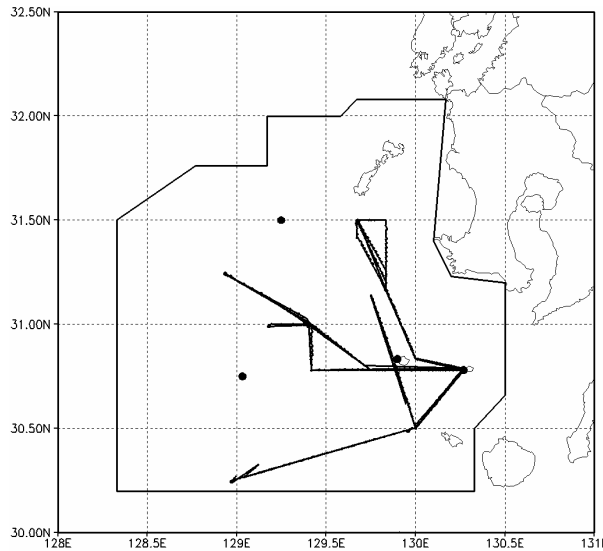
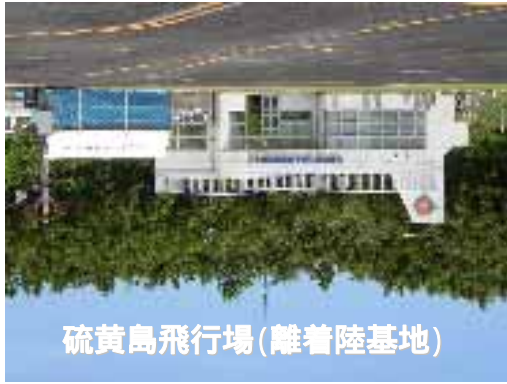
気象庁観測船

清風丸(舞鶴)
長風丸(長崎)

気象庁現業データ

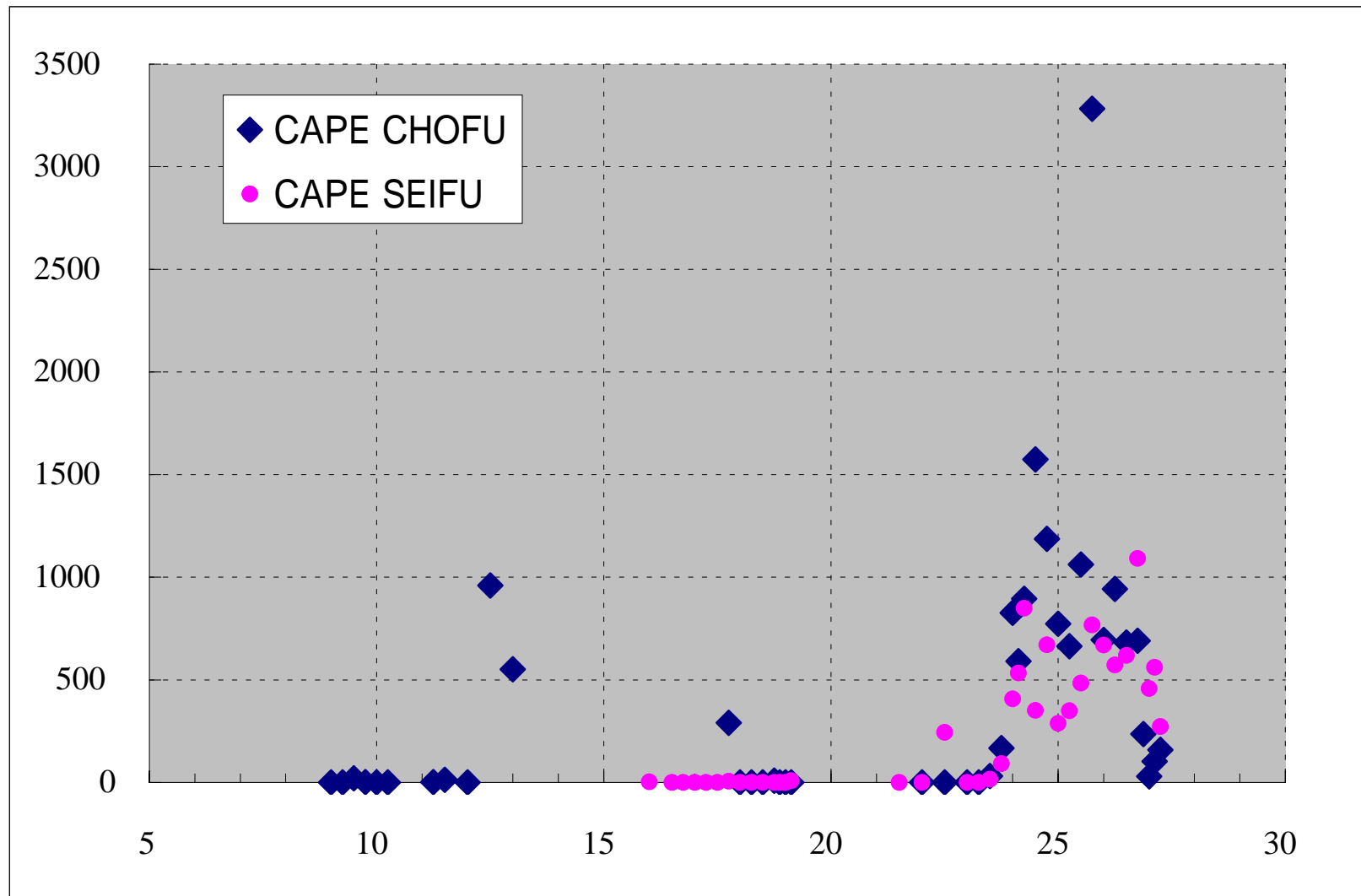
種子島:レーダー
鹿兒島:高層ゾンデ
市来・屋久島:ウィンドプロファイラ

無人気象観測機 エアロゾンデ



飛行期間: 6月24日～27日
飛行形態: 常時2機飛行
毎日8時および9時離陸
16時および17時着陸
合計飛行時間: 65時間21分
離陸条件: 横風4m/s
向かい風13m/s

CAPEの時間変化



6月24日～27日の総観場

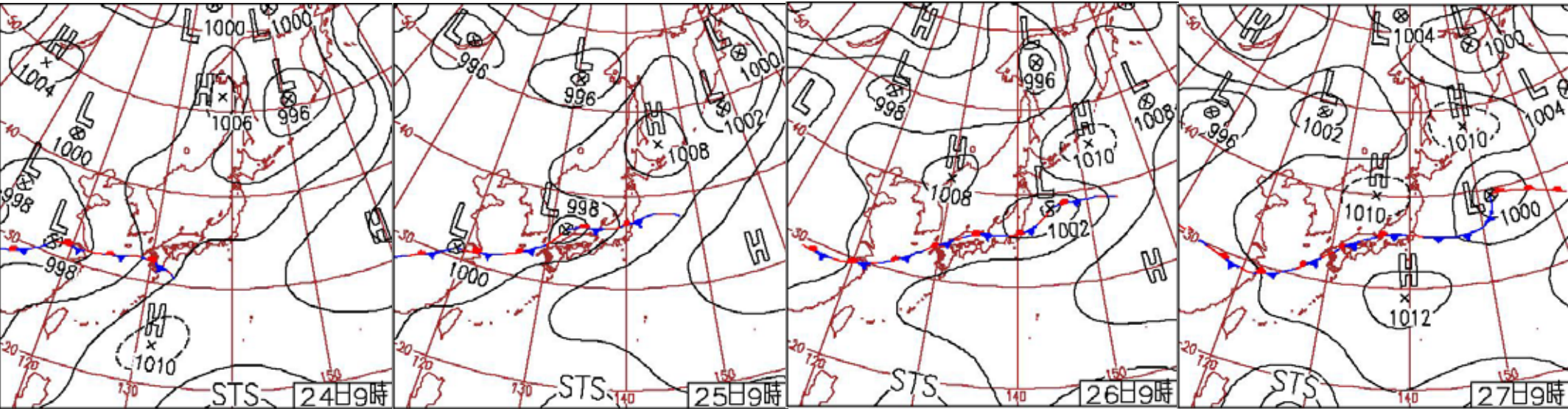
24日

25日

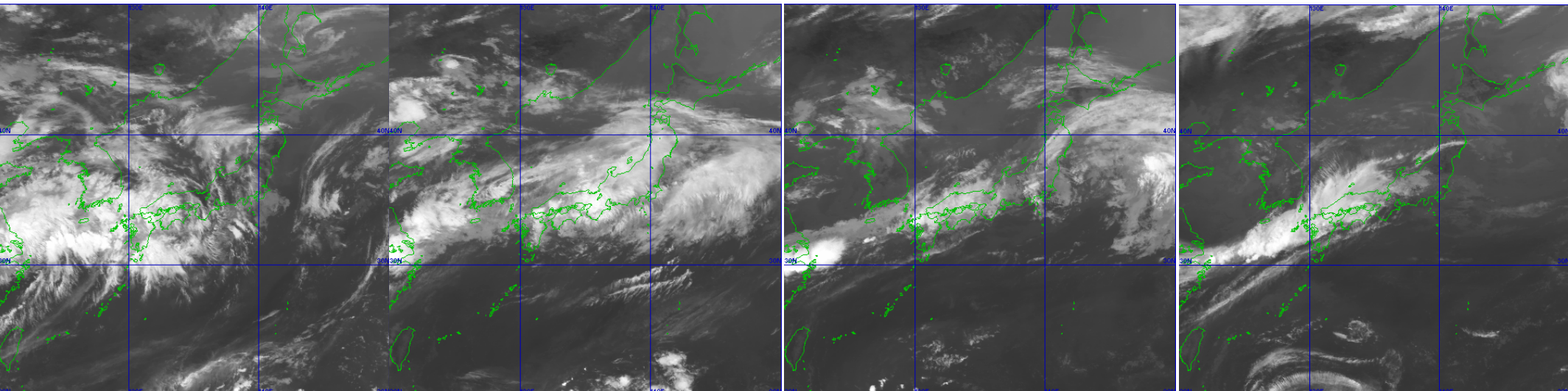
26日

27日

気象庁天気図(9時)

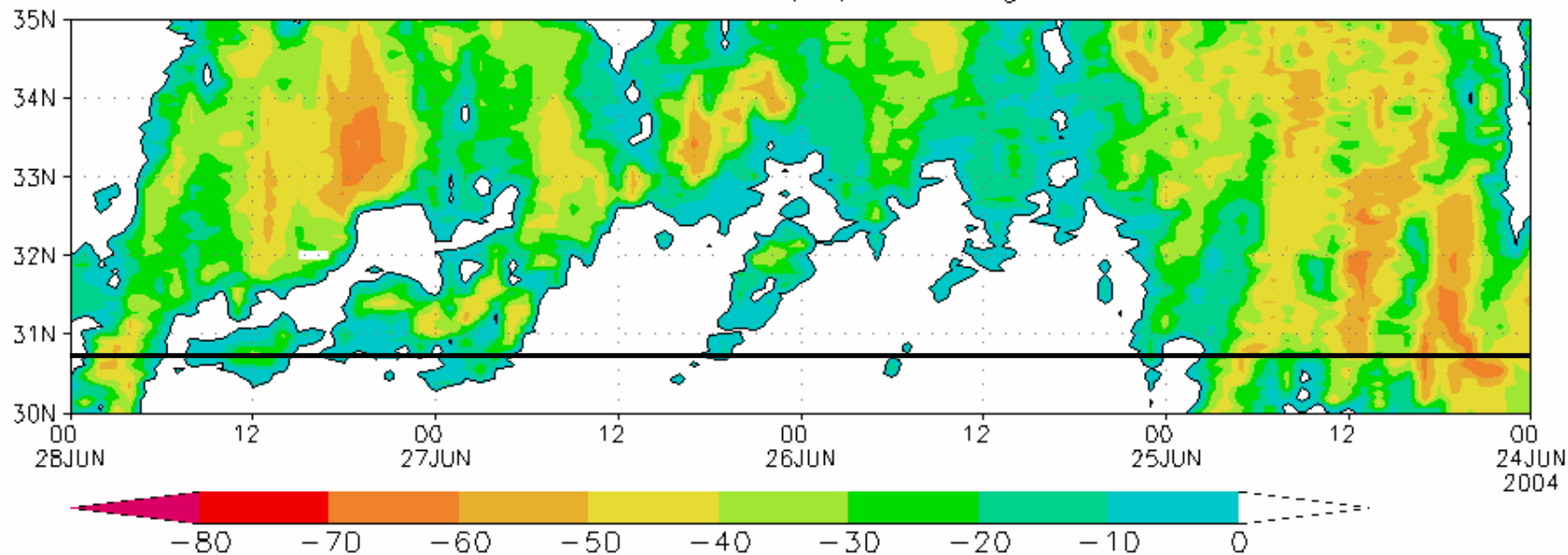


GMS赤外画像(9時)

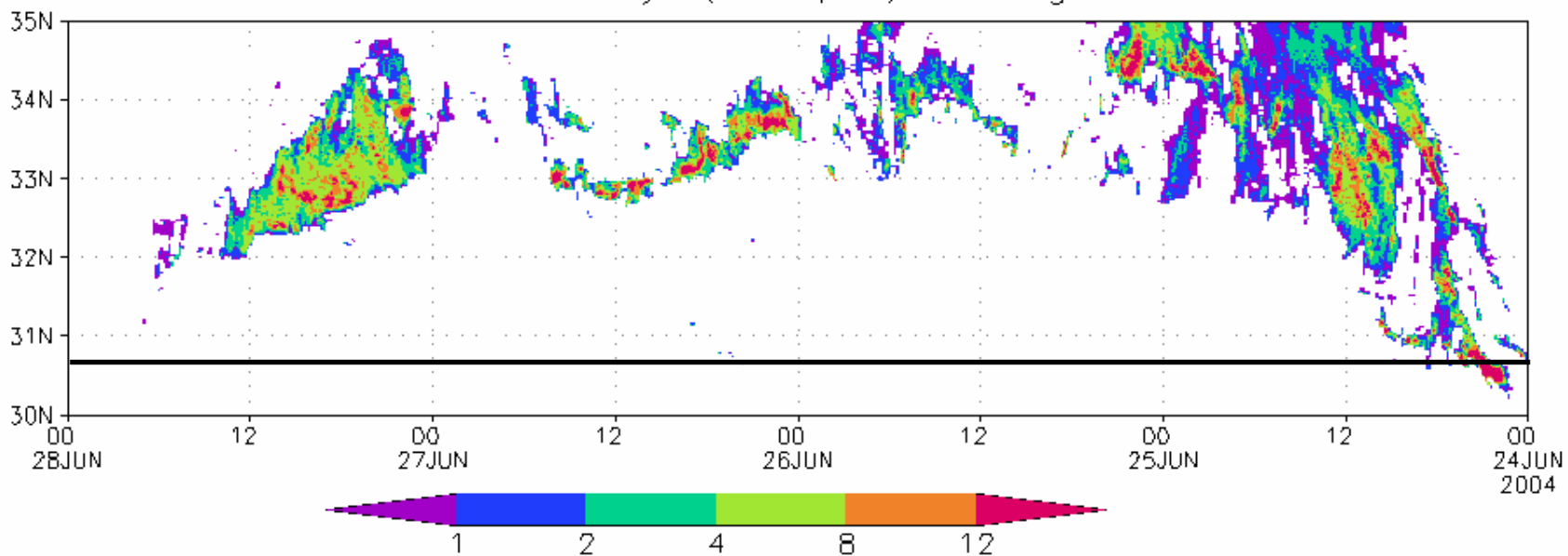


降水系の概要

GOES-9 IR TBB(C) along 129.5E

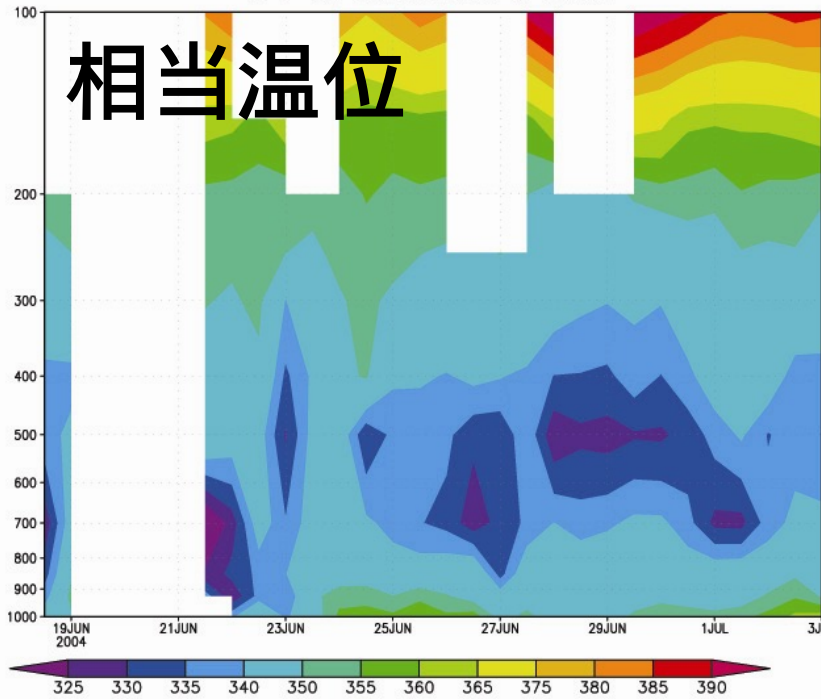


Rain Intensity (mm/h) along 129.5E

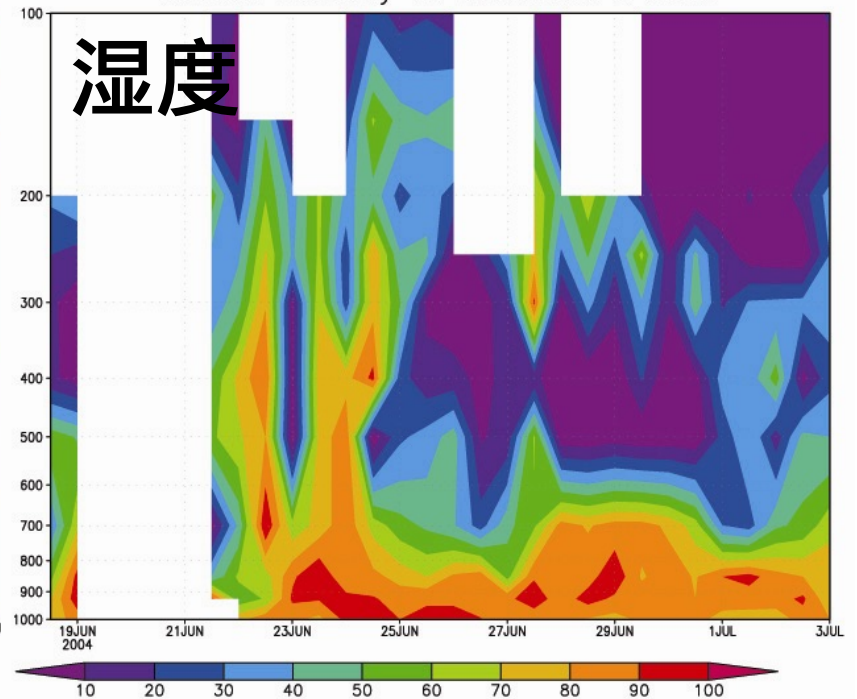


黒島での高層観測結果

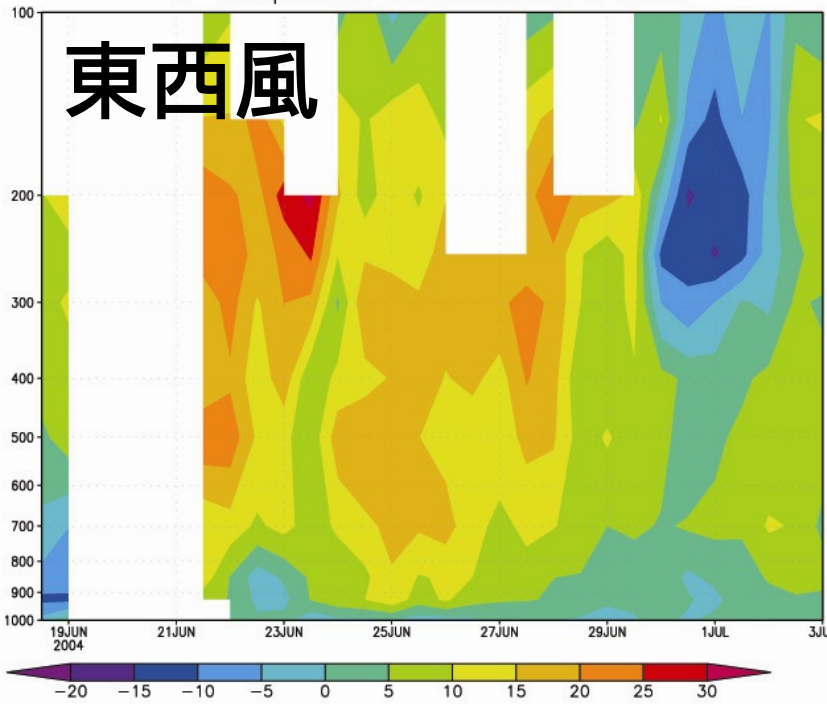
EPT at Kuroshima in BH04



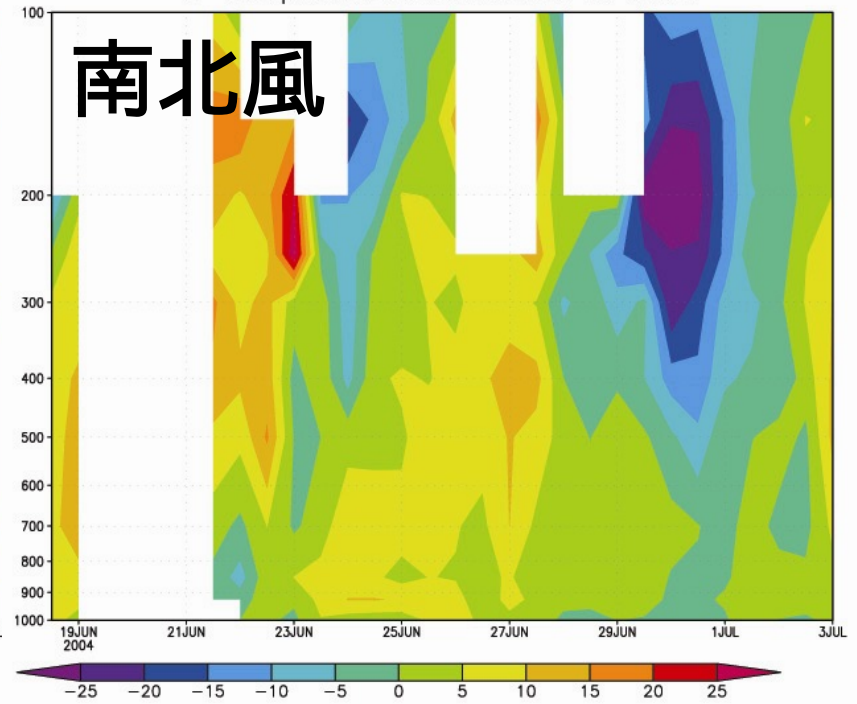
Relative Humidity at Kuroshima in BH04



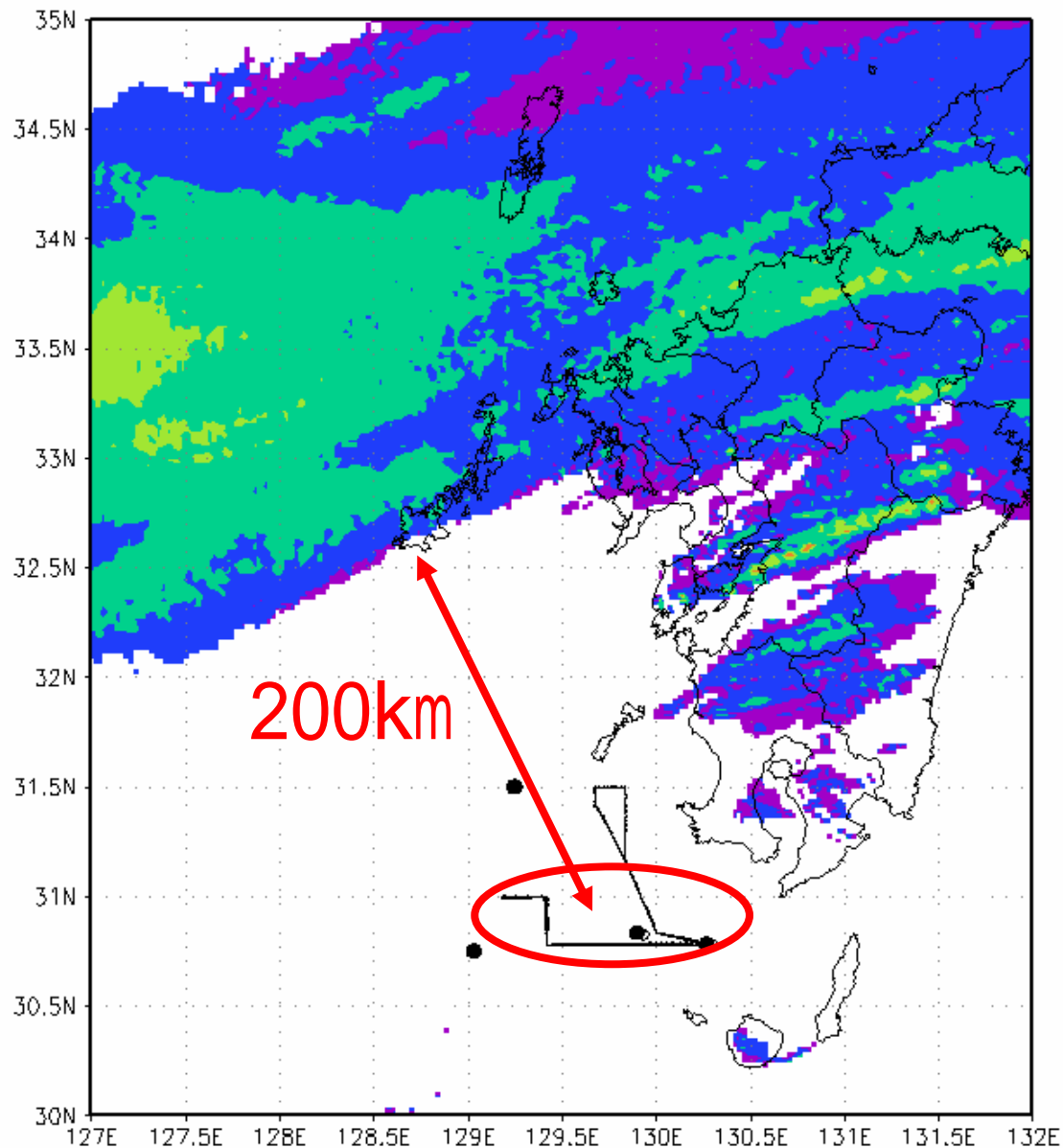
U-component at Kuroshima in BH04



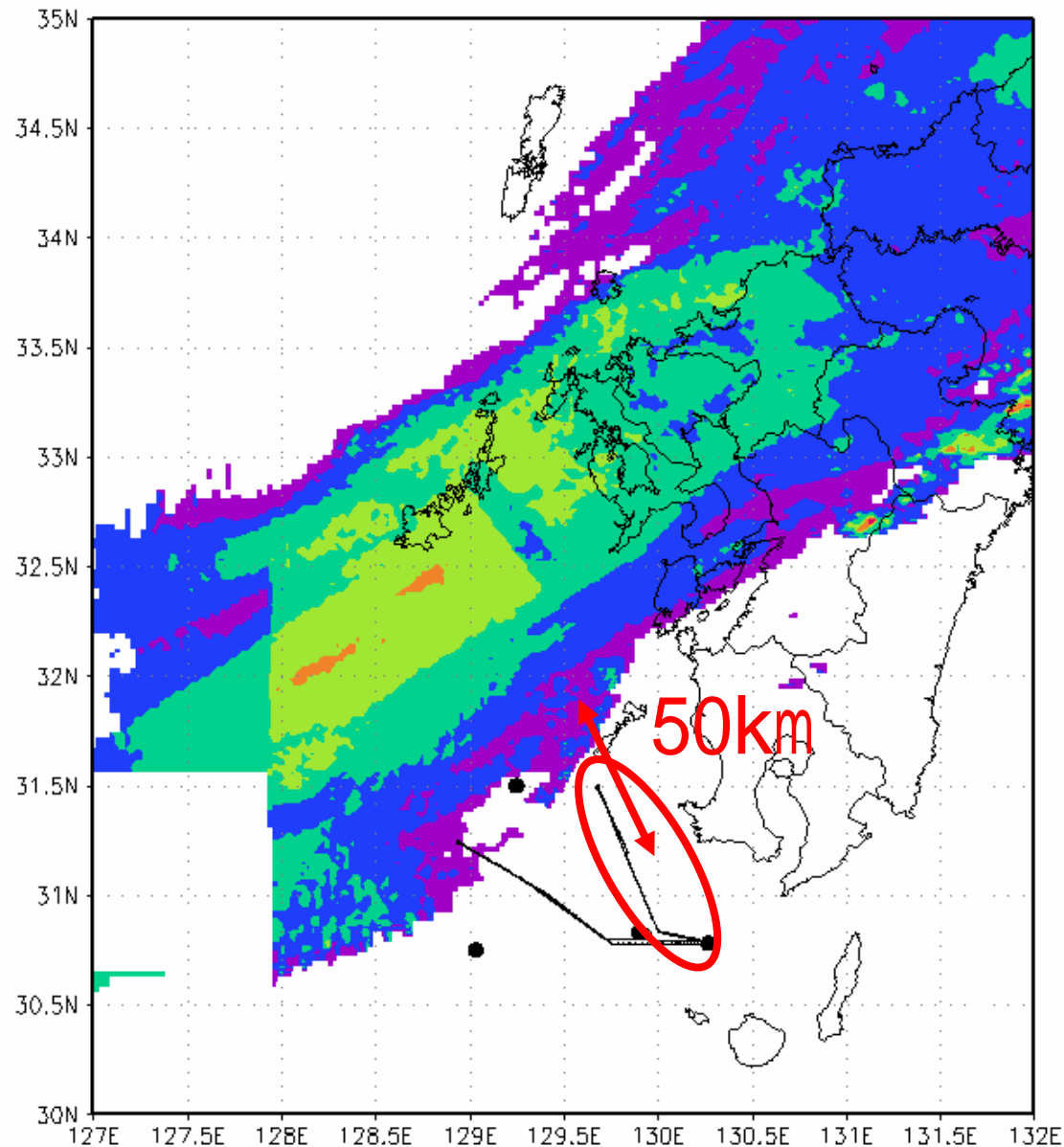
V-component at Kuroshima in BH04



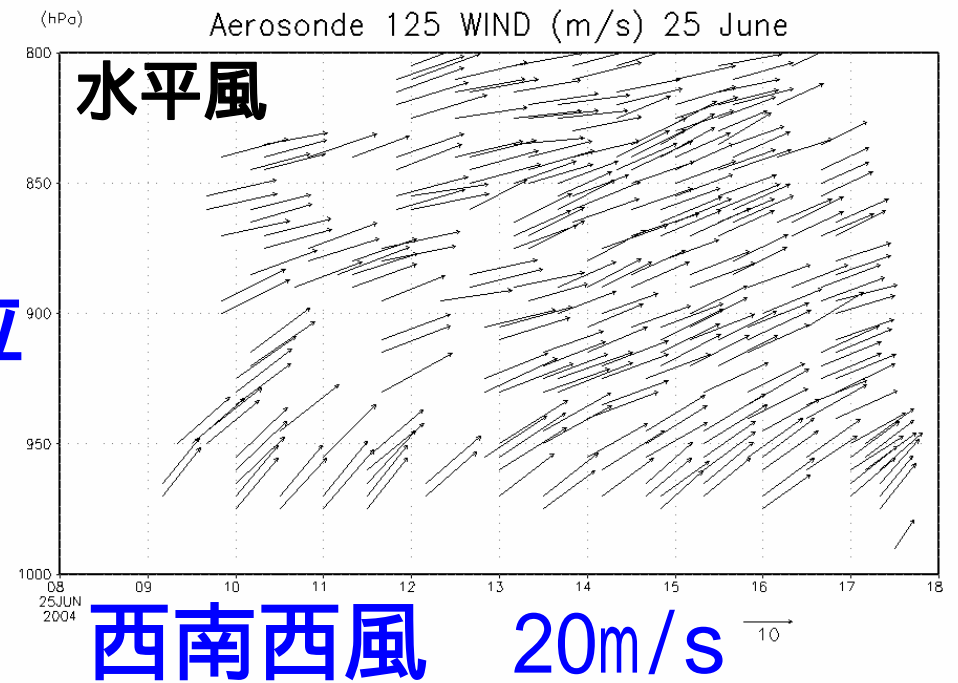
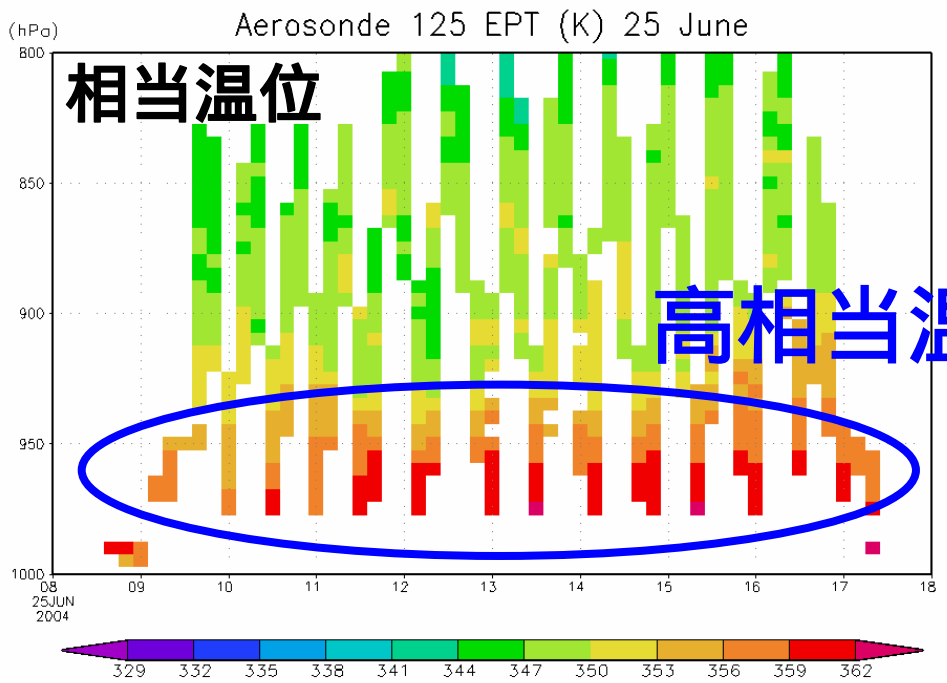
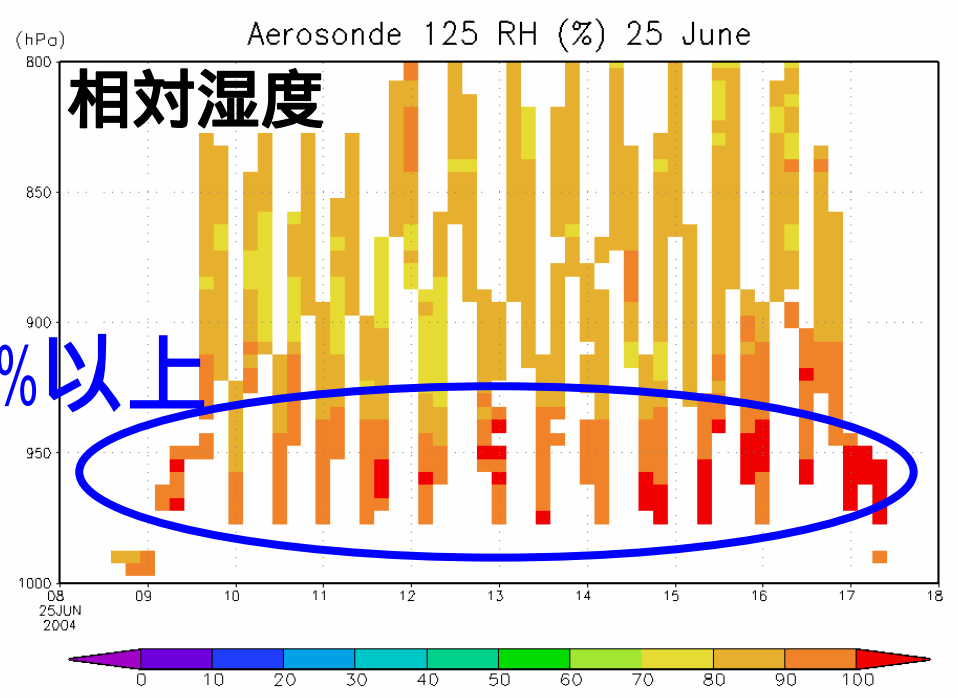
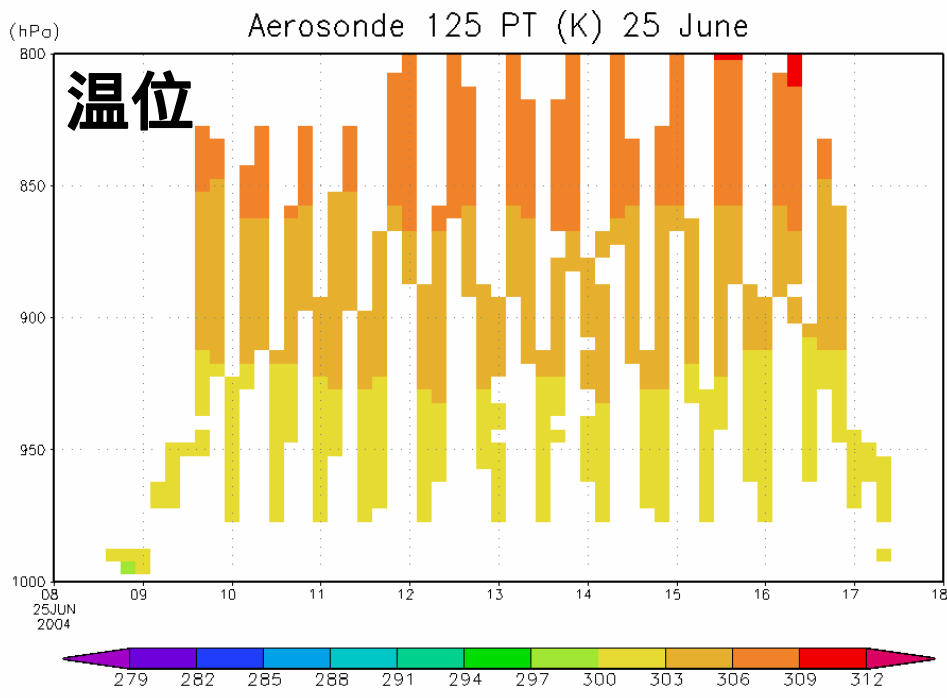
6月24日の平均降雨強度と エアロゾルの飛行航路



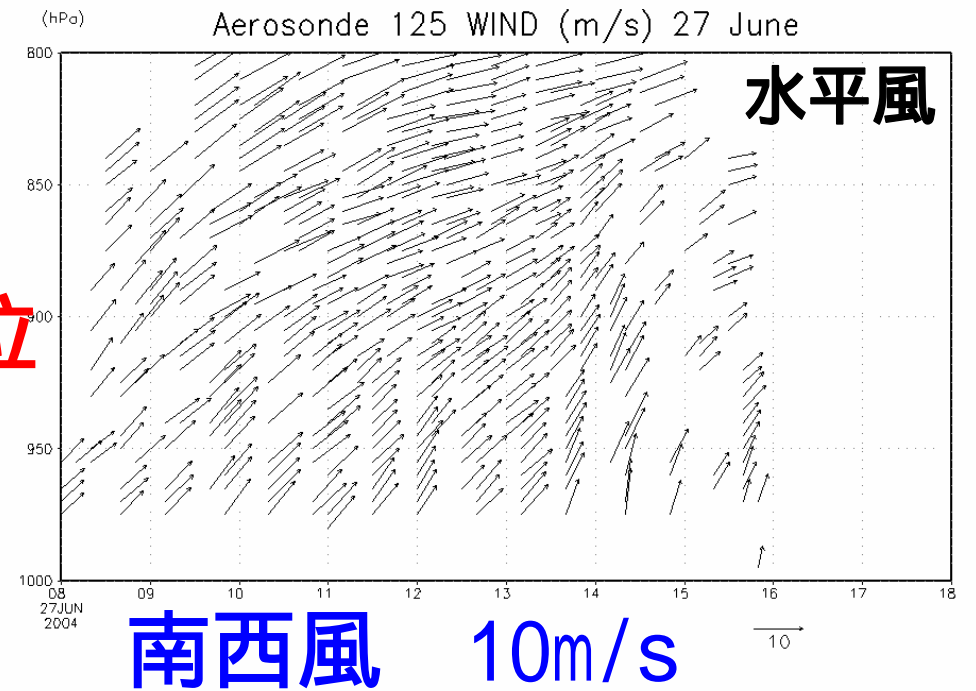
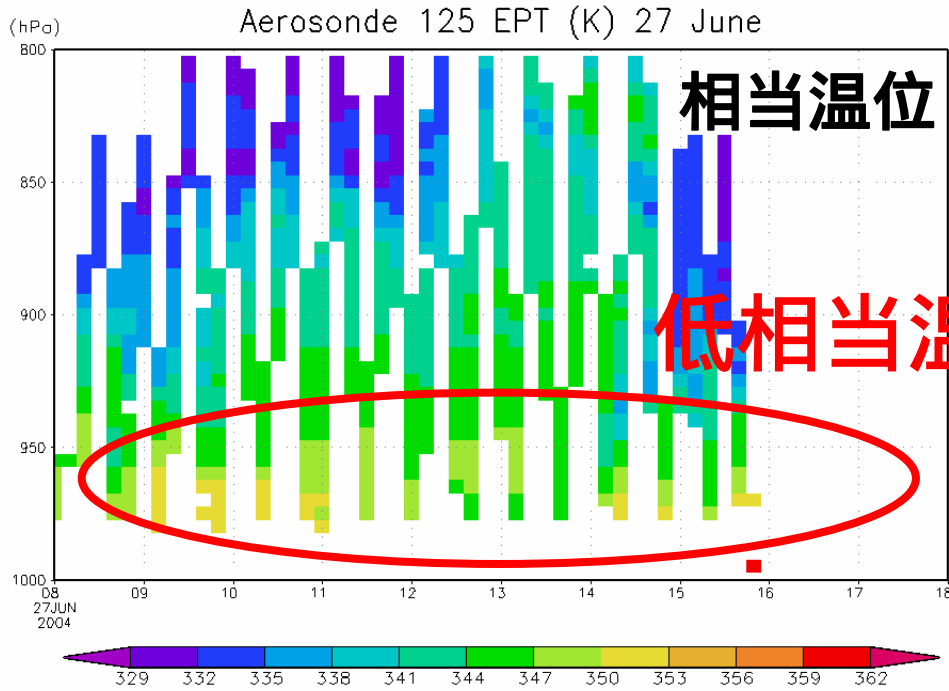
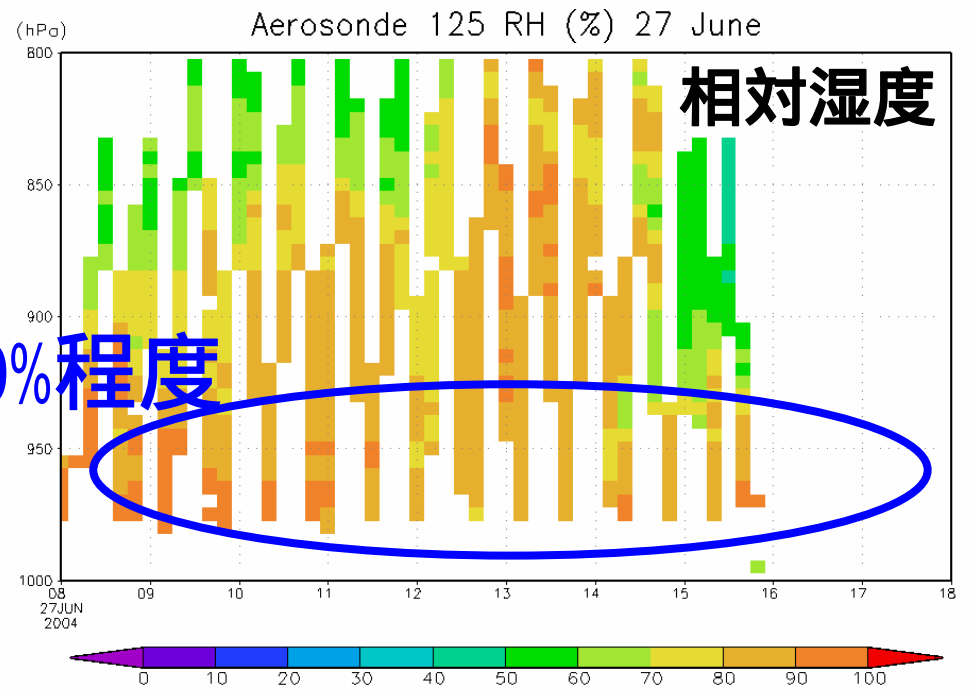
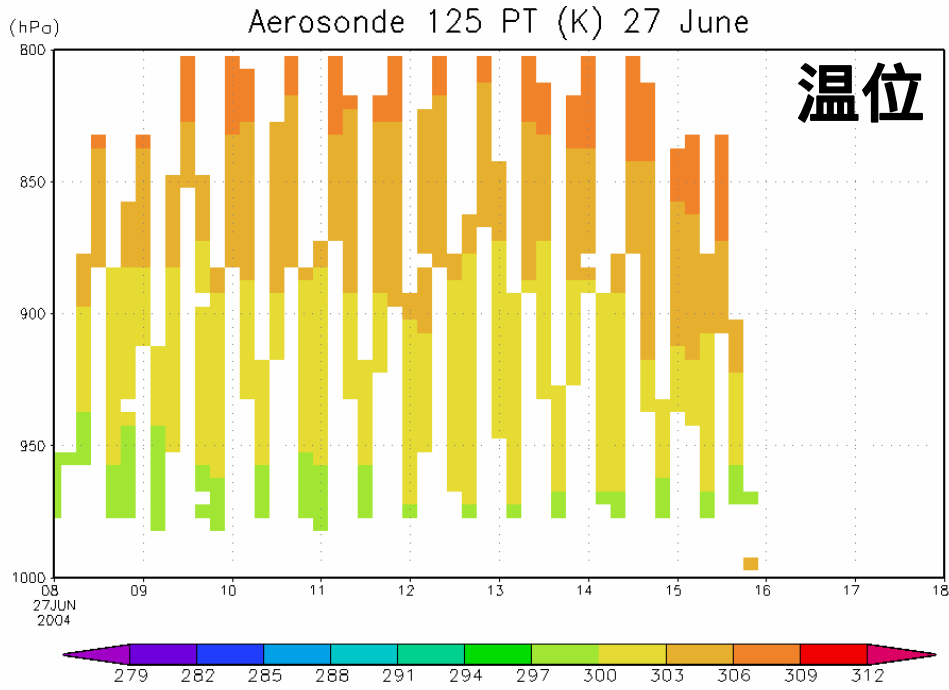
6月27日の平均降雨強度と エアロゾルの飛行航路



6月24日の観測事例

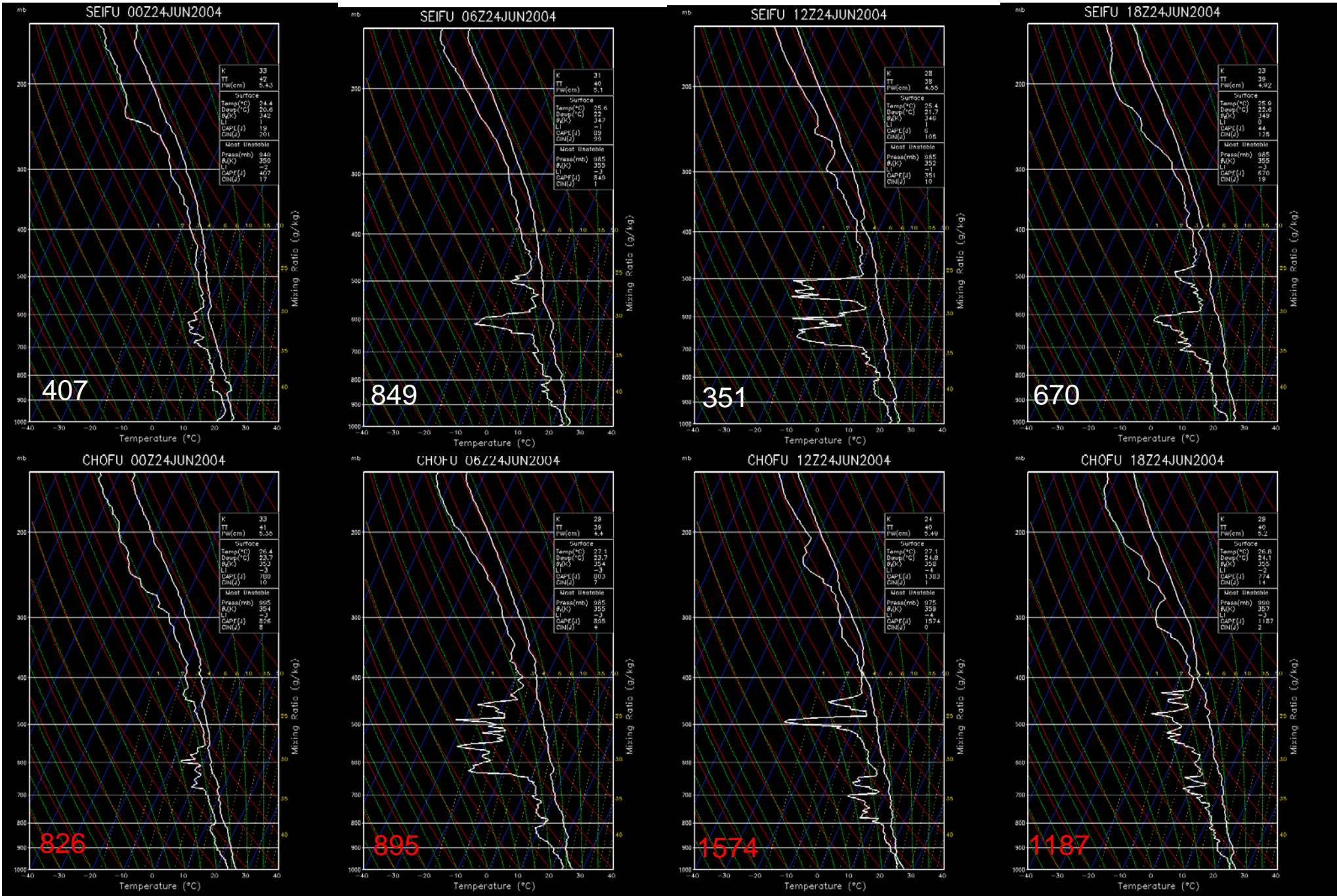


6月27日の観測事例

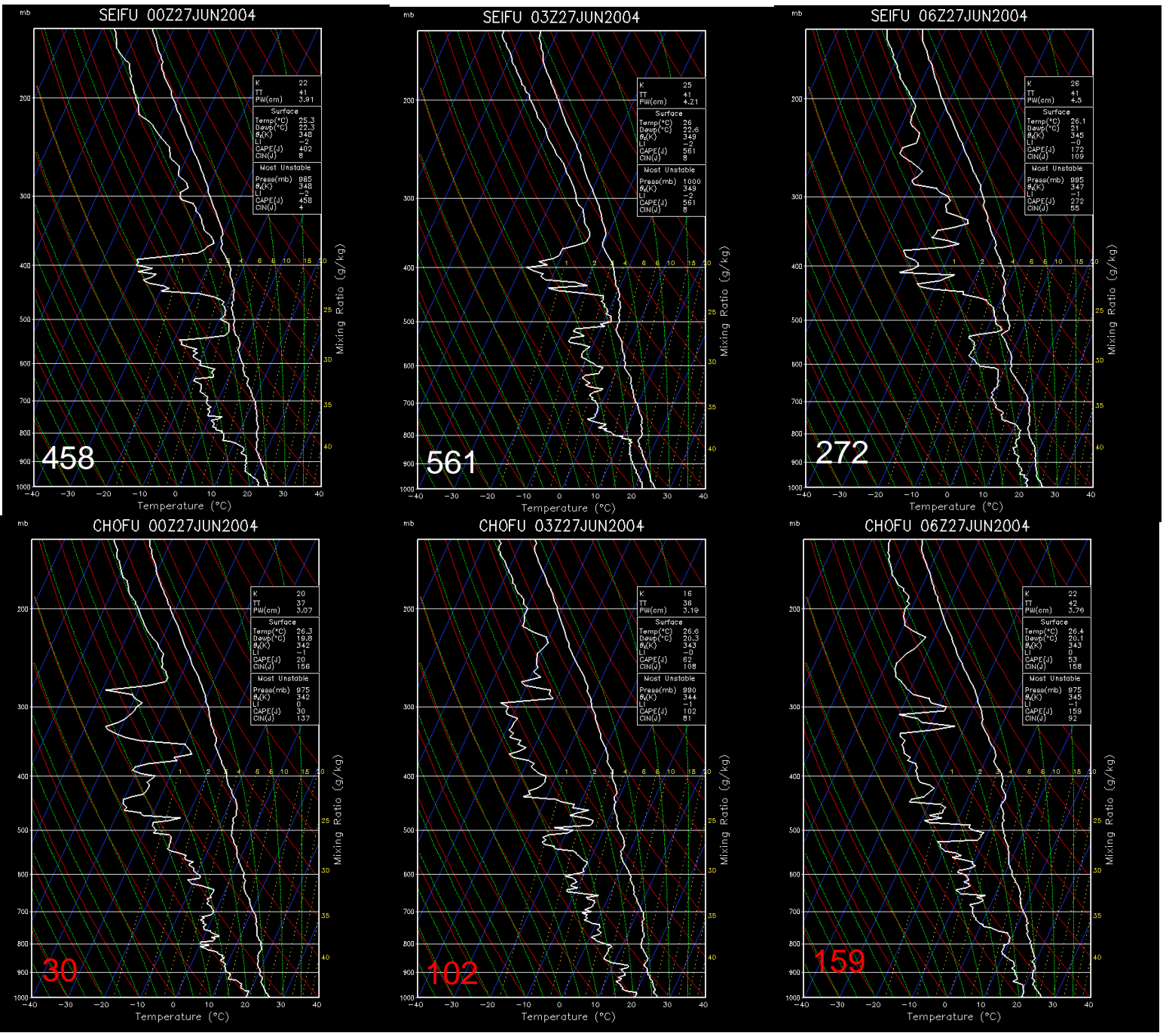


清風丸・長風丸による高層観測 24日

数字はCAPE



清風丸・長風丸による高層観測 27日



まとめ

・2004年6月下旬から7月始めにかけて梅雨前線の南側、暖湿域で
観測

無人機、観測船のほか、ASAPとドップラーレーダーによる観測も実施

24日の事例

梅雨前線は九州北部・観測領域から200km・対流不安定大・
西南西風20m/s

27日の事例

梅雨前線は九州中部・観測領域から50km・対流不安定小・
南西風10m/s

エアロゾンデにより、南側暖湿域を詳細に観測できることを証明

次のステップ

湿った南西風が梅雨前線の維持機構に果たす役割について更に解析を進める

エアロゾンデデータ等を用いた4次元データ同化および予報実験

JAXAの無人観測機を用いた梅雨前線本体の機動観測 Baiu Hunter 2005