

# 実技試験 1

次の資料を基に以下の問題に答えよ。ただし、UTC は協定世界時を意味し、問題文中の時刻は特に断らない限り中央標準時(日本時)である。中央標準時は協定世界時に対して9時間進んでいる。なお、解答における字数に関する指示は概ねの目安であり、それより若干多くても少なくてもよい。

- |      |  |                           |
|------|--|---------------------------|
| 図 1  | 地上天気図  | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
| 図 2  | 500hPa 天気図   | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
| 図 3  | 850hPa 天気図   | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
| 図 4  | 300hPa 天気図   | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
| 図 5  | 気象衛星画像   |                           |
|      | 水蒸気画像(左上)  | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
|      | 赤外画像(左下)   | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
|      | 可視画像(右下)   | XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)  |
| 図 6  | 地上気圧・降水量・風 12 時間予想図  |                           |
| 図 7  | 850hPa 相当温位・風 12 時間予想図   |                           |
| 図 8  | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図   |                           |
| 図 9  | 解析雨量図  | XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC) |
| 図 10 | 相当温位鉛直断面図  | XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC) |
| 図 11 | 湿数鉛直断面図  | XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC) |
| 図 12 | 鉛直流鉛直断面図   | XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC) |
| 図 13 | 鹿児島の状態曲線   | XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC) |
| 図 14 | 南阿蘇村の 30 分毎の解析雨量時系列図と<br>大雨注意報・大雨警報(浸水害)の発表基準(雨量)<br>XX 年 7 月 4 日 15 時 (06UTC) ~ 5 日 3 時 (4 日 18UTC)   |                           |
| 図 15 | 熊本の高層風時系列図<br>XX 年 7 月 4 日 18 時 (09UTC) ~ 24 時 (15UTC)   |                           |
| 図 16 | 前 1 時間雷分布図(左)      XX 年 7 月 4 日 19 時 (10UTC)<br>竜巻発生確度ナウキャスト(右)<br>XX 年 7 月 4 日 19 時 00 分 (1000UTC) 発表 |                           |
| 表 1  | 九州各県に発表されている大雨と雷に関する注意報・警報<br>XX 年 7 月 4 日 19 時 (10UTC)  |                           |

予想図の初期時刻は、図 16 を除き、いずれも XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)

XX 年 7 月 4 日 から 5 日 に かけ て 日 本 海 北 部 を 北 東 進 し た 低 気 圧 か ら の び る 前 線 と それ に 伴 う 気 象 の 解 析 と 予 想 に 関 す る 以 下 の 問 い に 答 え よ。 予 想 図 の 初 期 時 刻 は、 図 16 を 除 き、 い ず れ も 7 月 4 日 9 時 (00UTC) で あ る。

## 問 1

図 1 は 地 上 天 気 図、 図 2 は 500hPa 天 気 図、 図 3 は 850hPa 天 気 図 で あ り、 い ず れ も 4 日 9 時 (00UTC) の も の で あ る。 こ れ ら を 用 い て 日 本 付 近 の 気 象 の 概 況 に つ い て 述 べ た 次 の 文 章 の 空 欄 ( ① ) ～ ( ⑫ ) に 入 る 適 切 な 語 句 ま た は 数 値 を 記 入 せ よ。

地 上 天 気 図 に よ れ ば、 日 本 海 北 部 に は 中 心 気 圧 ( ① ) hPa の 低 気 圧 が あ っ て 北 東 に ( ② ) ノ ッ ト で 進 ん で お り、 低 気 圧 の 中 心 か ら ( ③ ) 前 線 が 東 に の び て い る。 ま た、 ( ④ ) 前 線 が 南 西 に の び て 東 シ ナ 海 か ら ( ⑤ ) 前 線 と な っ て 華 中 に 達 し て い る。 こ の 低 気 圧 に 対 し て ( ⑥ ) 警 報 が 発 表 さ れ て お り、 海 上 の 風 速 が 既 に 34 ノ ッ ト 以 上 48 ノ ッ ト 未 満 に な っ て い る か、 ま た は 24 時 間 以 内 に そ の 状 態 に な る と 予 想 さ れ て い る。 ま た、 日 本 海、 黄 海、 東 シ ナ 海 お よ び 日 本 の 東 の 海 上 な ど 広 い 範 囲 に ( ⑦ ) 警 報 が 発 表 さ れ て い る。

高 層 天 気 図 に よ れ ば、 500hPa で は 地 上 の 低 気 圧 の 北 西 側 に あ た る 沿 海 州 か ら 南 西 に の び る 深 い ( ⑧ ) が あ る。 850hPa で は 日 本 付 近 の 前 線 は 18℃ の 等 温 線 に 対 応 し て い る。 日 本 付 近 の 等 温 線 の 間 隔 は 広 く、 前 線 を は さ む 気 温 差 は ( ⑨ )。 華 中 か ら 東 シ ナ 海 に かけ て は 気 温 が 20℃ 以 上 と な っ て お り、 東 シ ナ 海 や 九 州 で は 西 よ り の 風 が 吹 い て ( ⑩ ) 移 流 場 に な っ て い る。 本 州 の 日 本 海 沿 岸 で は 最 大 ( ⑪ ) ノ ッ ト の 南 西 ま た は 西 南 西 の 風 が 吹 い て お り、 西 日 本 や 北 陸 地 方 お よ び 東 北 地 方 の 日 本 海 側 で は ( ⑫ ) が 1℃ 以 下 と 湿 っ て い る。

## 問 2

図 4 は 300hPa 天 気 図、 図 5 は 気 象 衛 星 の 水 蒸 気 画 像、 赤 外 画 像、 可 視 画 像 で、 い ず れ も 4 日 9 時 (00UTC) の も の で あ る。 こ れ ら を 用 い て 以 下 の 問 い に 答 え よ。

- (1) 図 4 の 300hPa の 風 速 の 極 大 を 結 ん だ 線 を 強 風 軸 と し た 場 合、 強 風 軸 の 位 置 は 図 5 の どの 画 像 の、 どの よう な 特 徴 に 対 応 し て い る か を 簡 潔 に 答 え よ。
- (2) 図 5 の 赤 外 画 像 お よ び 可 視 画 像 の 領 域 **A** の 雲 の 種 類 を 十 種 雲 形 で 答 え よ。 ま た、 種 類 を 判 別 し た 根 拠 を 25 字 程 度 で 述 べ よ。

## 問 3

図 6 は地上気圧・降水量・風の 12 時間予想図, 図 7 は 850hPa 相当温位・風の 12 時間予想図, 図 8 は 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流の 12 時間予想図である。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 図 6 を用いて, 4 日 9 時 (00UTC) から 21 時 (12UTC) までの 12 時間に, 大雨に対する警戒が必要な地域名を以下のア～オから 2 つ選び記号で答えよ。

ア 北日本日本海側	イ 東日本日本海側	ウ 東日本太平洋側
エ 西日本太平洋側	オ 西日本日本海側	

- (2) 図 7 を用いて以下の問いに答えよ。

- ① 12 時間後における 850hPa 面での前線の予想位置を解答用紙の図の枠内に実線で描画せよ。
- ② 西日本において①で答えた 850hPa 面の前線の南側と北側の風向と風速を比較し, その違いを 45 字程度で述べよ。

- (3) 図 7 と図 8 を用いて図に示す B 点と C 点に関する以下の問いに答えよ。

- ① B 点と C 点で予想されている相当温位を等値線の値(3K 刻み)で答えよ。
- ② ①で答えた相当温位の違いは, 両点の空気のどのような性質の違いを表しているかを 25 字程度で述べよ。

- (4) 図 7 を用いて, 問 3(1) で答えた 2 つの地域で雨量が多くなると予想される理由を 45 字程度で述べよ。

## 問 4

図 9 は解析雨量図, 図 10～図 12 は図 9 に示す線分 X-Y に沿う鉛直断面図で, 図 10 は相当温位, 図 11 は湿数, 図 12 は鉛直流を表している。図 13 は鹿児島の状態曲線で, いずれも 4 日 21 時 (12UTC) のものである。

また, 図 14 は南阿蘇村 (熊本県) の 30 分毎の解析雨量時系列図と大雨注意報・大雨警報 (浸水害) の発表基準 (雨量), 図 15 は熊本 (熊本県) の高層風時系列図である。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 図 9 と図 10 を用いて以下の問いに答えよ。

- ① 図 10 を用いて, 850hPa 面における前線の位置を  $0.5^\circ$  刻みの緯度で答えよ。また, 前線の位置を決めた根拠を簡潔に答えよ。
- ② 図 9 と①の解答を基に, 九州の強い降水域 (1 時間 20mm 以上) は 850hPa 面の前線に対してどのような位置にあるかを簡潔に答えよ。

(2) 図9の九州の強い降水域における大気の成層状態に関して以下の問いに答えよ。

- ① 図 10 を用いて、強い降水域における 850hPa ~ 500hPa の相当温位の鉛直分布の特徴を簡潔に答えよ。また、その特徴から判断されるこの層の成層状態を答えよ。
- ② 図 11 を用いて、①で答えた相当温位の鉛直分布の特徴は、大気のどのような特徴を表しているかを 850hPa と 500hPa の湿数の値を使って 45 字程度で述べよ。
- ③ 図 12 を用いて、強い降水域における 850hPa 面の鉛直速度  $\omega$  (hPa/h 単位) を、符号を付して等値線の値 (10hPa/h 刻み) で答えよ。
- ④ 高度 850hPa 付近では 1hPa の気圧差が何 m の高度差に対応するかを、空気の密度を  $1.0 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度を  $9.8 \text{ m/s}^2$  として、小数第 1 位を四捨五入して整数値で求めよ。
- ⑤ ④で求めた気圧差と高度差の関係を用いて、③で答えた鉛直速度  $\omega$  を鉛直速度  $w$  (m/s 単位: 上向きを正) に換算し、小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。

(3) 図 12 と図 13 を用いて以下の問いに答えよ。

- ① 図 13 の気層 **DE** の静的安定度を気温の鉛直分布から判定し、以下から選んで記号で答えよ。

**ア** 絶対安定    **イ** 条件付不安定    **ウ** 絶対不安定

- ② 相当温位  $\theta_e$ (K) は、温位  $\theta$ (K) と混合比  $q$ (g/kg) を用いて近似的に以下の式で表される。この式を用いて、図 13 の **D** と **E** における相当温位 (K) を小数第 1 位を四捨五入し整数で求めよ。

$$\theta_e \doteq \theta + 2.8q$$

また、求めた相当温位から気層 **DE** の成層状態を答えよ。

- ③ 図 13 で、気層 **DE** が **D'E'** の高度まで断熱的に上昇すると仮定したとき、解答用紙の図に、**D** の空気が **D'** の高度に達するまでの気温の変化の過程、および **E** の空気が **E'** の高度に達するまでの気温の変化の過程をそれぞれ破線で描画せよ。なお、描画する際に描いた補助線は解答用紙に残しておくこと。
- ④ ③で、気層 **DE** が **D'E'** の高度まで上昇したときの、気層の気温減率の変化とそれに伴う静的安定度の変化を 25 字程度で述べよ。
- ⑤ 問 4(1) の強い降水域で降水が始まる前の大気の鉛直構造は図 13 と同様であったと仮定して、(3) ②④および図 12 から、問 4(1) の強い降水がもたらされた理由を対流雲の発達過程を考察して 60 字程度で述べよ。

(4) 図 14 と図 15 を用いて以下の問いに答えよ。

- ① 図 14 から、南阿蘇村において解析雨量で大雨警報 ( 浸水害 ) の発表基準以上の雨が降っていた時間帯を 30 分刻みで答えよ。また、その時間帯を 1 日の時間細分を示す予報用語では何というか答えよ。
- ② 図 15 から、①で答えた時間帯の 850hPa 付近の風の特徴を風向、風速値を含め 25 字程度で述べよ。

## 問 5

表 1 は 4 日 19 時 (10UTC) の時点で九州各県に発表されている大雨と雷に関する注意報・警報である。また、図 16 は 4 日 19 時 (10UTC) の前 1 時間雷分布図 (左) および 4 日 19 時 00 分 (1000UTC) 発表の 19 時 10 分 (1010UTC) を予想した竜巻発生確度ナウキャスト (右) である。これらを用いて以下の問いに答えよ。ただし、19 時 10 分の予想が向こう 1 時間にわたり変わらないと仮定する。

- (1) 19 時 00 分において、九州で竜巻注意情報の発表基準を満たしているすべての県名を下の **ア**～**キ**から選んで記号で答えよ。ただし、図 16 の範囲外の九州の島しょ部には、竜巻の発生確度 1 および発生確度 2 はいずれも予想されていないものとする。

<b>ア</b> 福岡県	<b>イ</b> 大分県	<b>ウ</b> 長崎県	<b>エ</b> 佐賀県
<b>オ</b> 熊本県	<b>カ</b> 宮崎県	<b>キ</b> 鹿児島県	

- (2) 竜巻発生確度ナウキャストについて述べた次の文章の空欄 (①)～(④)に入る適切な語句または数値を記入せよ。

竜巻発生確度ナウキャストは、竜巻の発生確度を (①)km の格子単位で解析し、その時刻から 60 分後までを 10 分間隔で予測するもので、(②)分毎に更新される。発生確度 1 以上の地域では、発生確度 2 の地域に比べて「竜巻あり」の予測の (③)は低いが、(④)は高い。

☒ 1

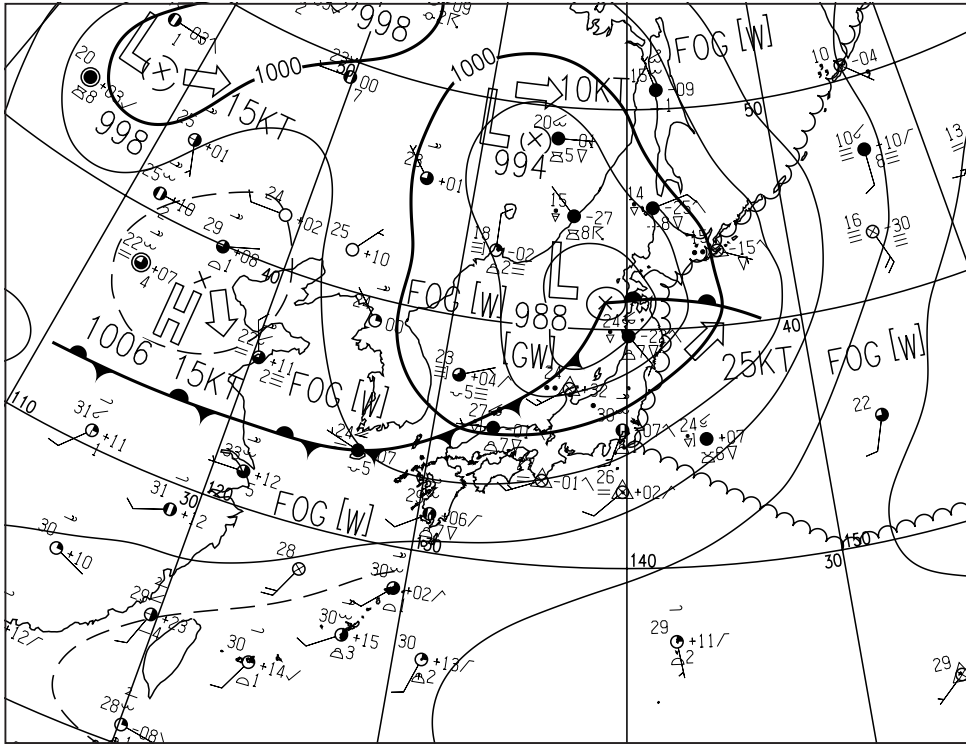


図1 地上天気図 XX年7月4日9時(00UTC)

実線：気圧(hPa)

矢羽：風向・風速(ノット)(短矢羽：5ノット，長矢羽：10ノット，旗矢羽：50ノット)

☒ 2

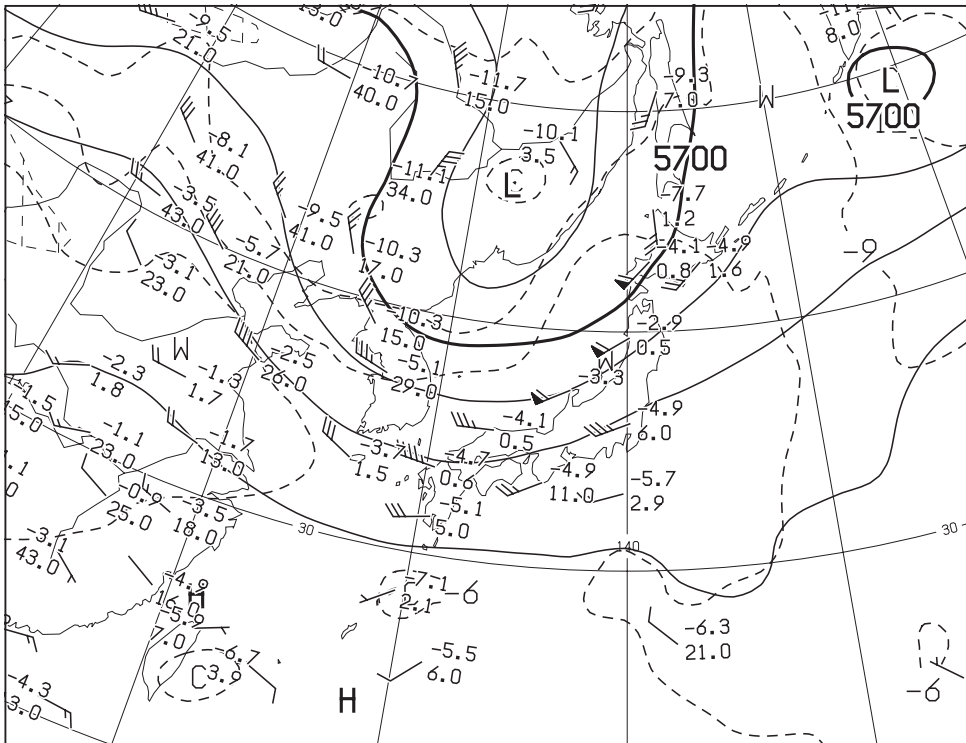


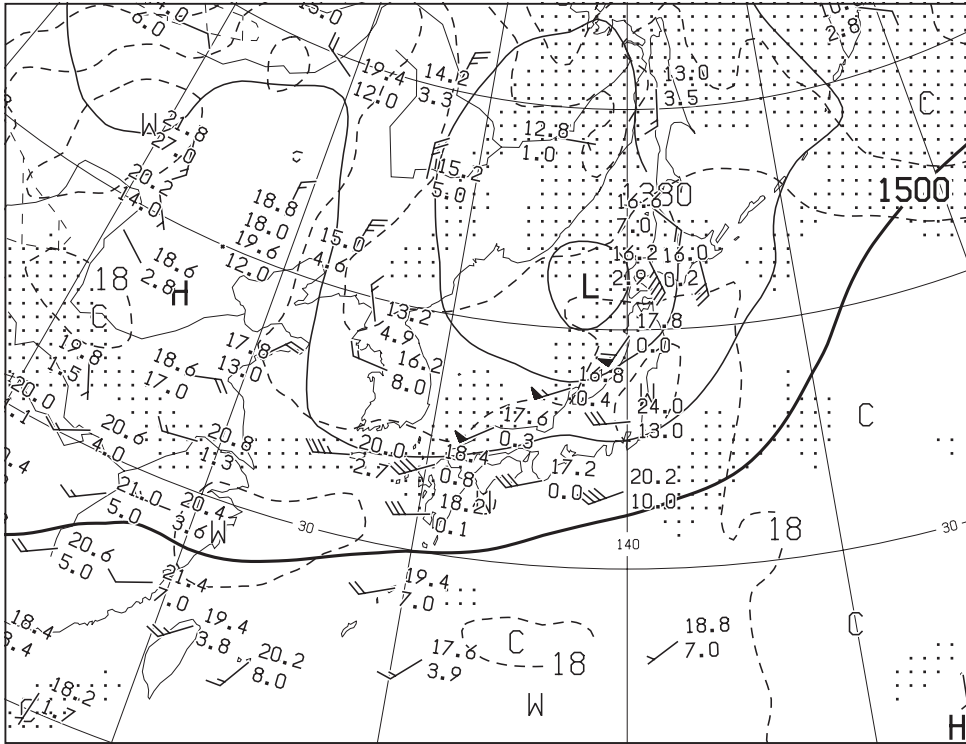
図2 500hPa天気図 XX年7月4日9時(00UTC)

実線：高度(m)，破線：気温(℃)

矢羽：風向・風速(ノット)(短矢羽：5ノット，長矢羽：10ノット，旗矢羽：50ノット)



☒ 3

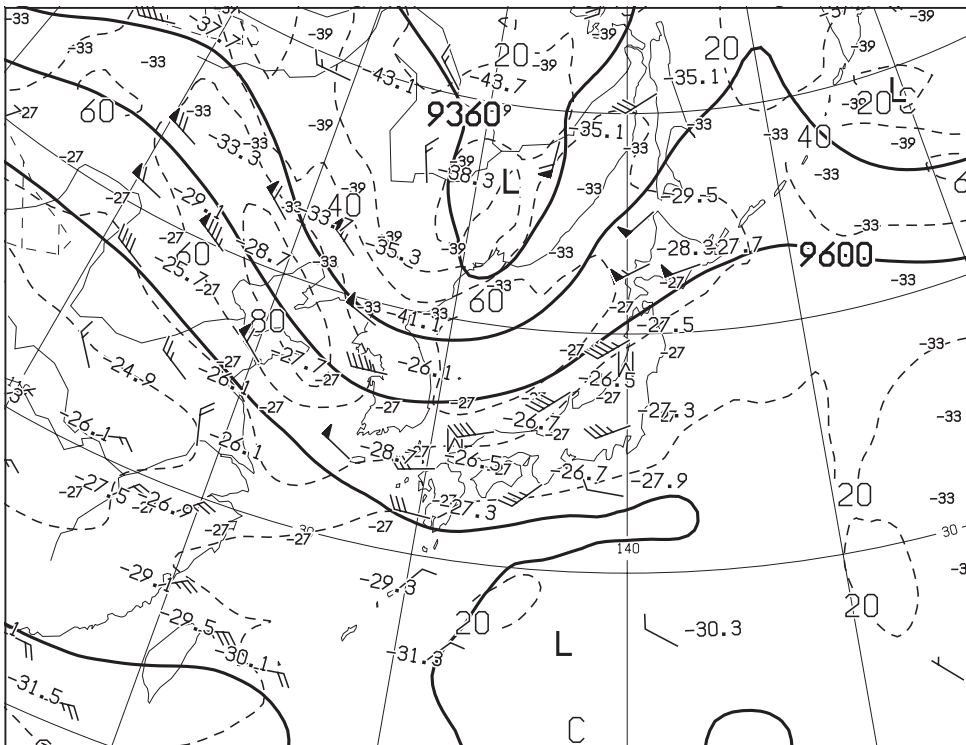


☒ 3 850hPa 天気図 XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)

実線：高度 (m)，破線：気温 (°C)(網掛け域：湿数 $\leq$ 3°C)

矢羽：風向・風速 (ノット)(短矢羽：5ノット，長矢羽：10ノット，旗矢羽：50ノット)

☒ 4



☒ 4 300hPa 天気図 XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)

実線：高度 (m)，破線：風速 (ノット)，数値：気温 (°C)

矢羽：風向・風速 (ノット)(短矢羽：5ノット，長矢羽：10ノット，旗矢羽：50ノット)

図 5

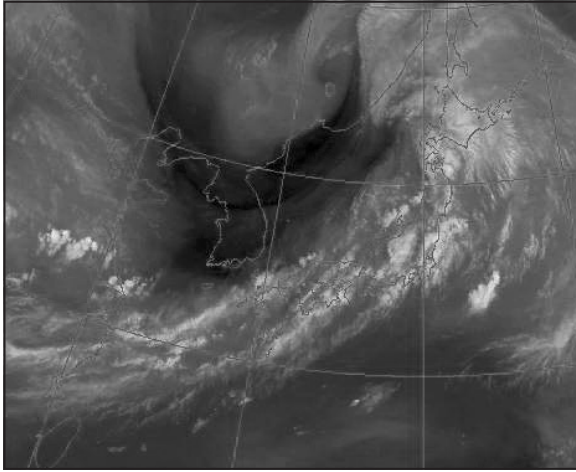


図 5 気象衛星画像  
水蒸気画像 (左上)  
赤外画像 (左下)  
可視画像 (右下)  
XX年7月4日9時(00UTC)

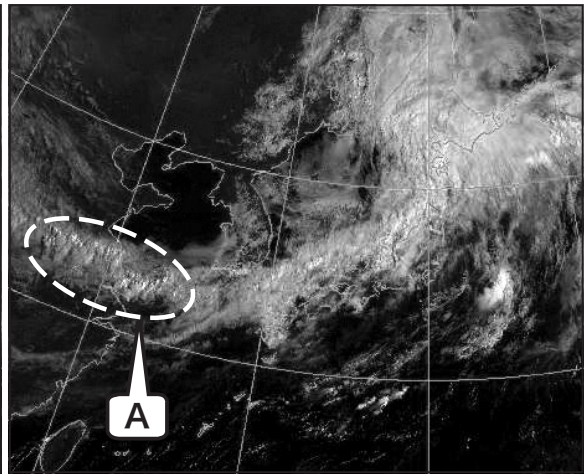
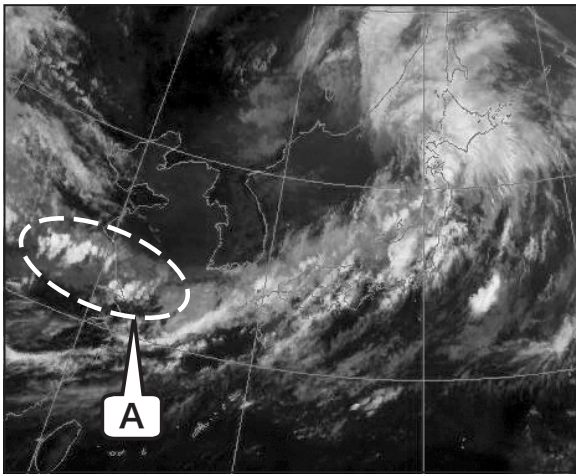


図 6

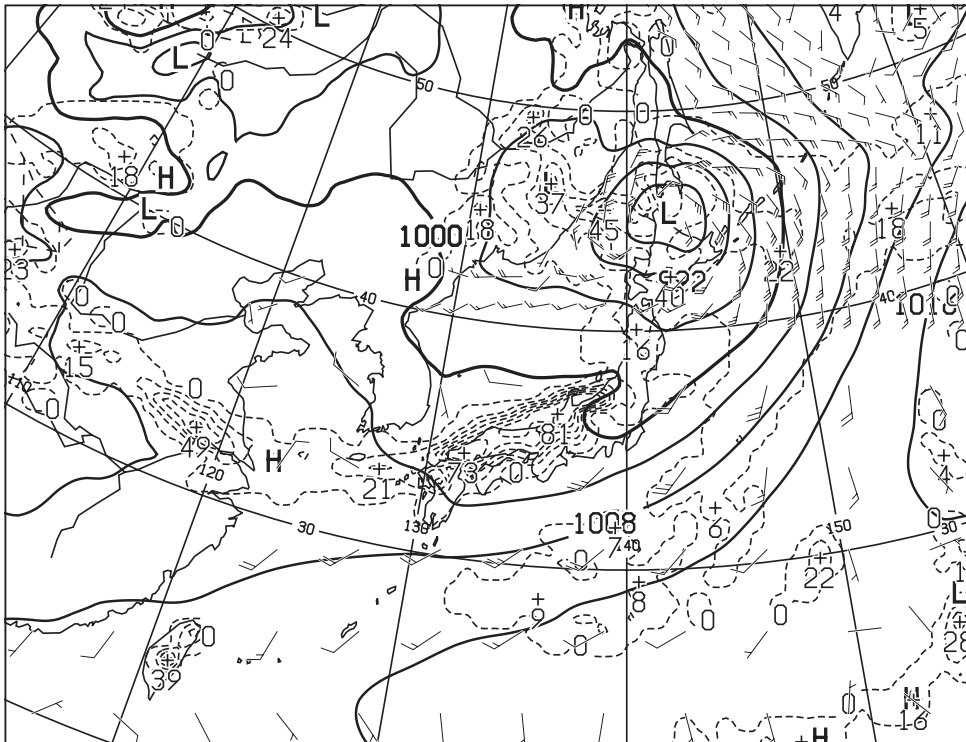


図 6 地上気圧・降水量・風 12 時間予想図

実線：気圧 (hPa)、破線：予想時刻前 12 時間降水量 (mm)

矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット、長矢羽：10 ノット、旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX年7月4日9時(00UTC)

(キリトリ)



図 7

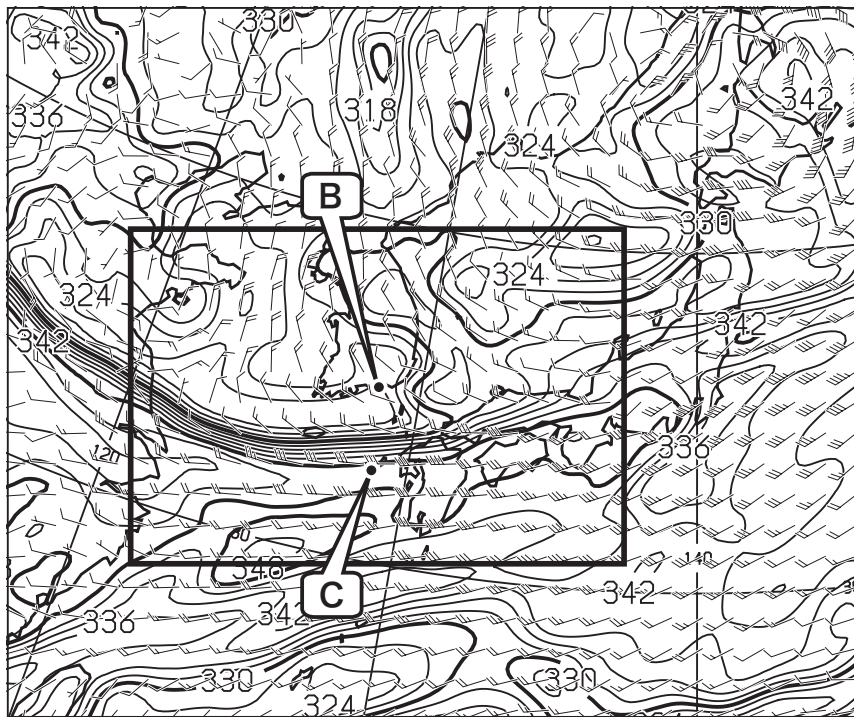


図 7 850hPa 相当温位・風 12 時間予想図

実線：相当温位 (K)

矢羽：風向・風速 (ノット)(短矢羽：5 ノット, 長矢羽：10 ノット, 旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)

図 8

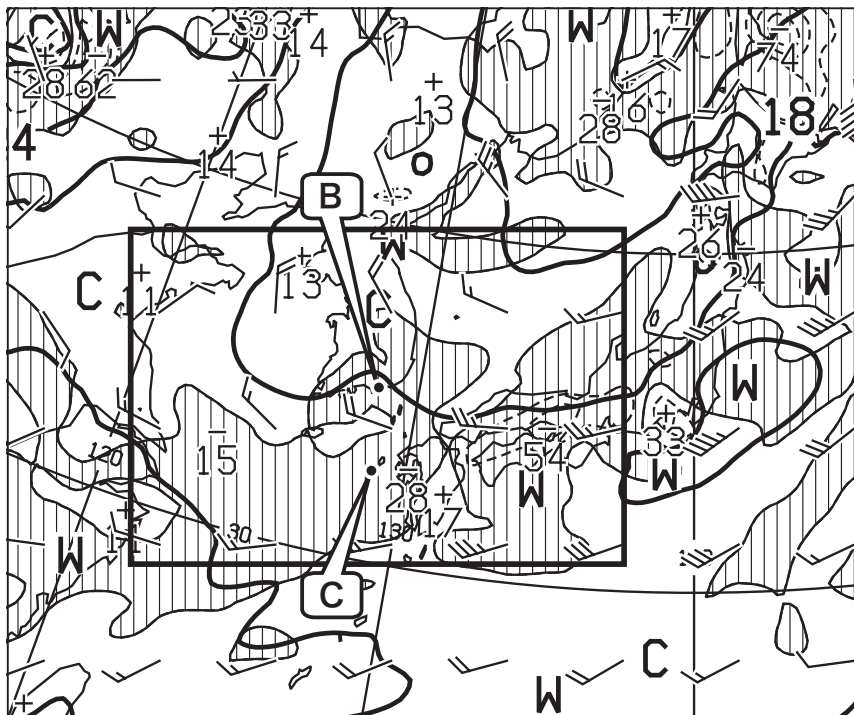


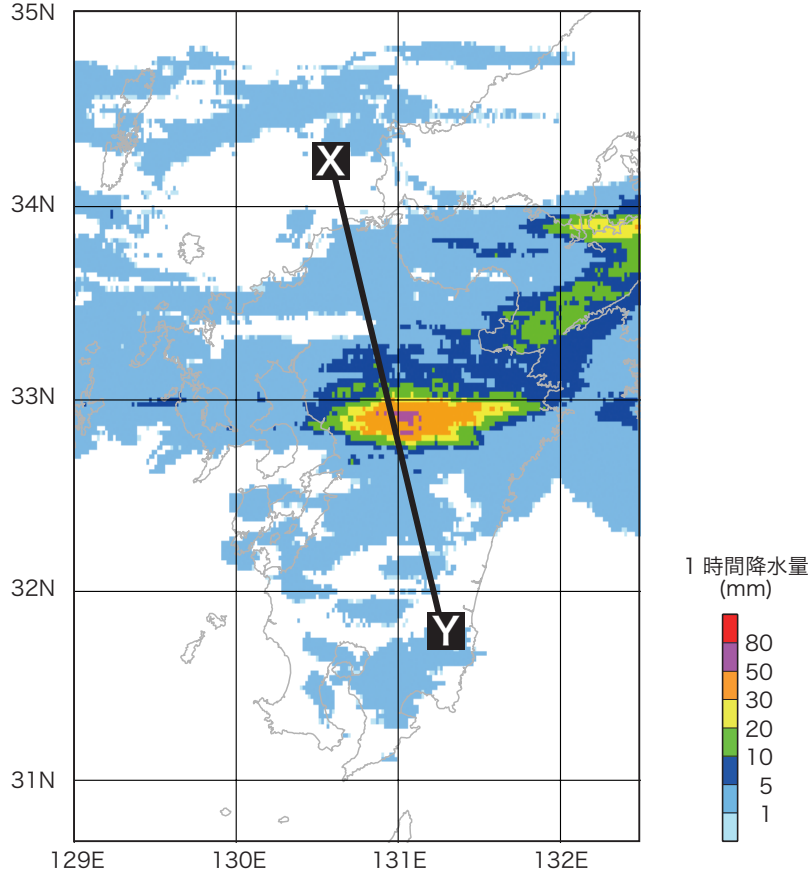
図 8 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図

太実線：850hPa 気温 (°C), 破線および細実線：700hPa 鉛直 p 速度 (hPa/h)(網掛け域：負領域)

矢羽：850hPa 風向・風速 (ノット)(短矢羽：5 ノット, 長矢羽：10 ノット, 旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 7 月 4 日 9 時 (00UTC)

図9

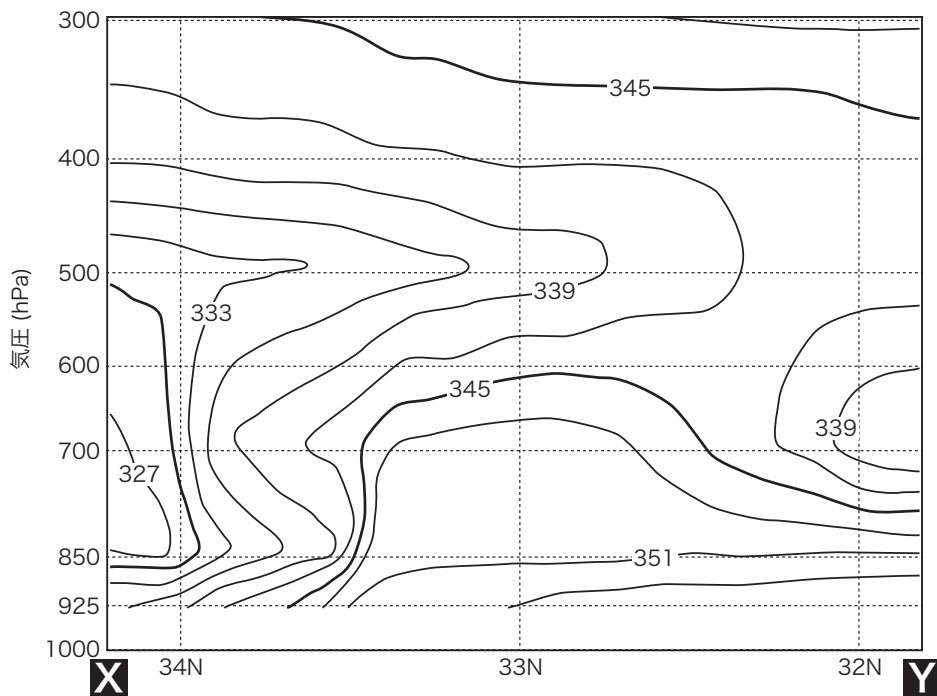


※線分X-Yは、図10～図12の断面位置

図9 解析雨量図 XX年7月4日21時(12UTC)

塗りつぶし域：前1時間降水量(mm)(凡例のとおり)

図10

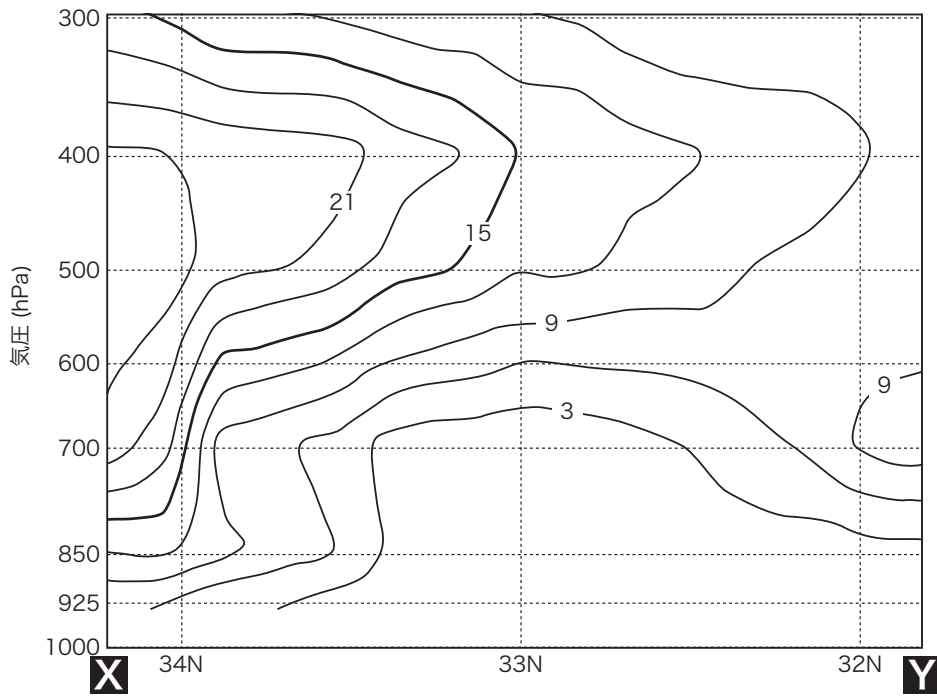


※断面の位置は、図9に示すとおり

図10 相当温位鉛直断面図 XX年7月4日21時(12UTC)

実線：相当温位(K)

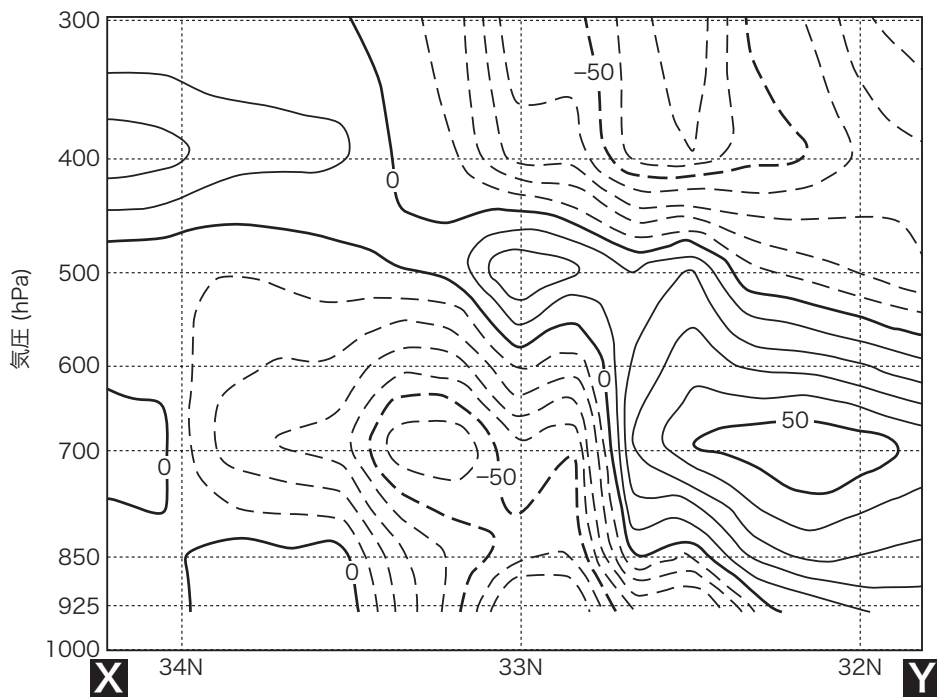
図 11



※ 断面の位置は, 図9に示すとおり

図 11 湿数鉛直断面図 XX年7月4日21時(12UTC)  
実線: 湿数(°C)

図 12



※ 断面の位置は, 図9に示すとおり

図 12 鉛直流鉛直断面図 XX年7月4日21時(12UTC)  
実線および破線: 鉛直 p 速度 (hPa/h)

図 13

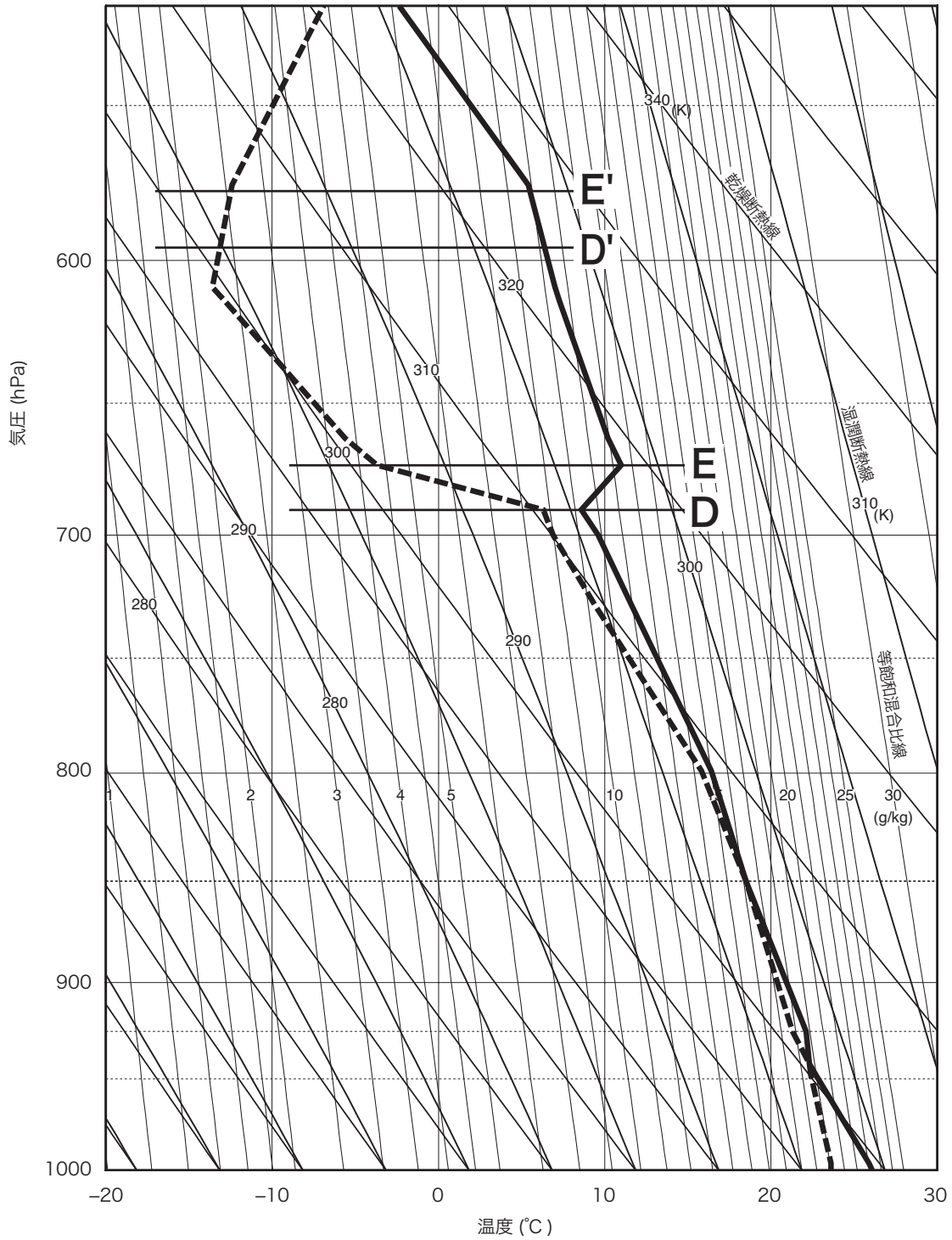


図 13 鹿児島の状態曲線 XX 年 7 月 4 日 21 時 (12UTC)

実線：気温 (°C), 破線：露点温度 (°C)

図 14

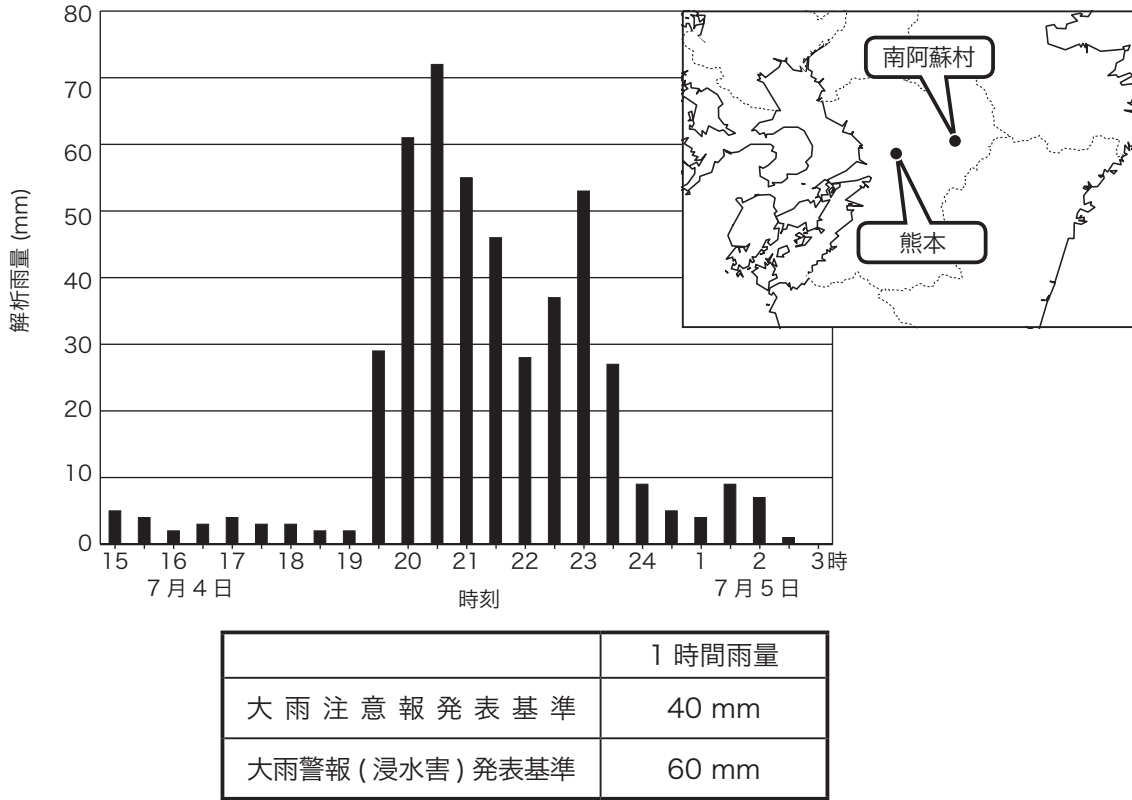


図 14 南阿蘇村の 30 分毎の解析雨量時系列図と  
大雨注意報・大雨警報 (浸水害) の発表基準 (雨量)  
XX 年 7 月 4 日 15 時 (06UTC) ~ 5 日 3 時 (4 日 18UTC)

図 15

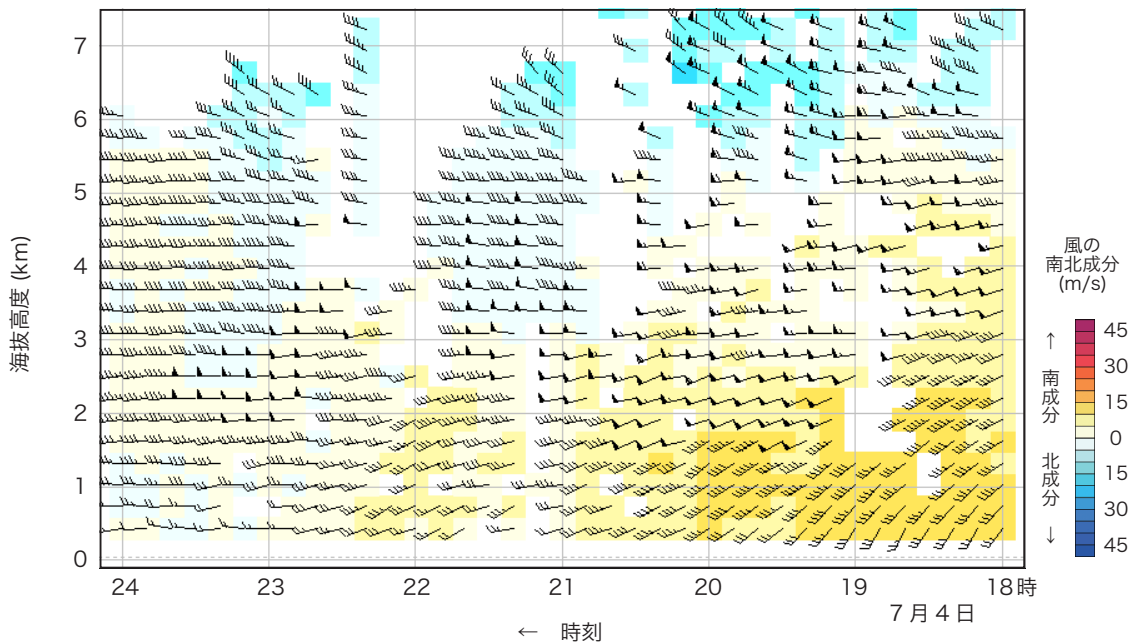


図 15 熊本の高層風時系列図 XX 年 7 月 4 日 18 時 (09UTC) ~ 24 時 (15UTC)  
矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット, 長矢羽：10 ノット, 旗矢羽：50 ノット)  
背景色：風の南北成分 (m/s) (凡例のとおり)



図 16

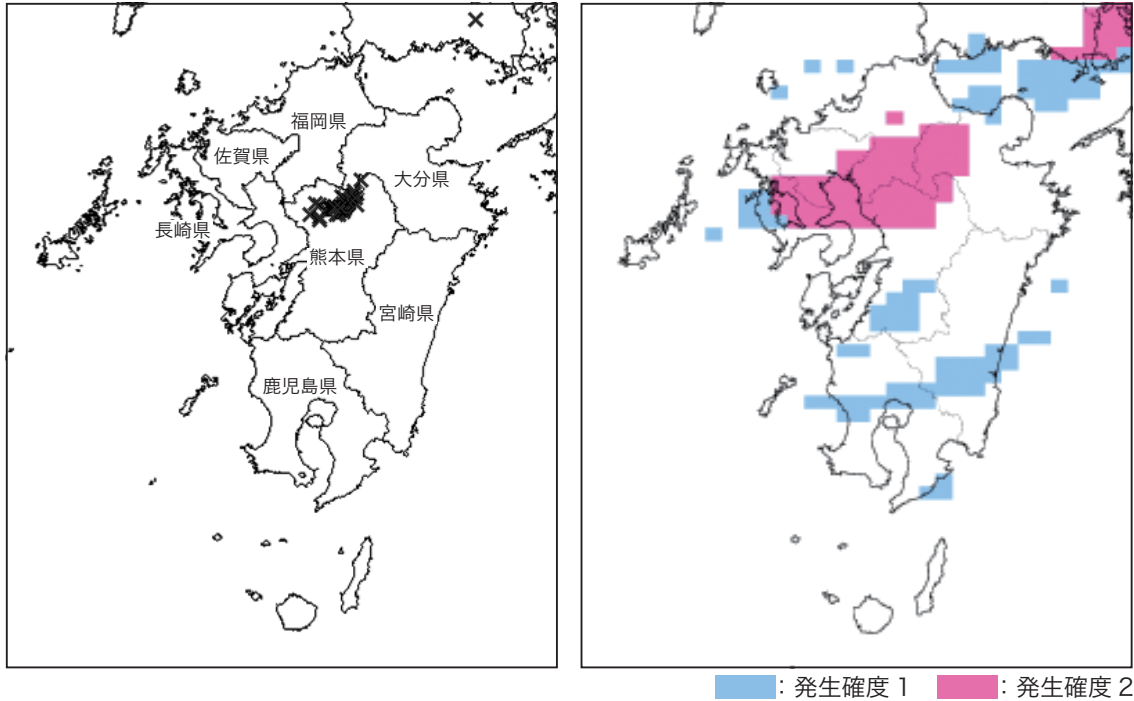


図 16 前 1 時間雷分布図 (左) XX 年 7 月 4 日 19 時 (10UTC)

x : 対地雷

竜巻発生確度ナウキャスト (右) XX 年 7 月 4 日 19 時 00 分 (1000UTC) 発表

塗りつぶし域 : 発生確度 (凡例のとおり)

表 1

表 1 九州各県に発表されている大雨と雷に関する注意報・警報 XX 年 7 月 4 日 19 時 (10UTC)

	福岡県	大分県	長崎県	佐賀県	熊本県	宮崎県	鹿児島県
大雨警報 (土砂災害, 浸水害)		○			○		
大雨注意報	○		○	○		○	
雷注意報	○	○	○	○	○	○	○

○ : その県に注意報・警報が発表されていることを示す