

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 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 2 | 300hPa 天気図 | XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 3 | 500hPa 天気図 | XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 4 | 850hPa 天気図 | XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 5 | 500hPa 高度・渦度解析図 (上)
850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流解析図 (下) | XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 6 | 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図 (上)
地上気圧・降水量・風 12 時間予想図 (下) | |
| 図 7 | 500hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上)
地上気圧・降水量・風 24 時間予想図 (下) | |
| 図 8 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図 (上)
850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図 (下) | |
| 図 9 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 24 時間予想図 (上)
850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 24 時間予想図 (下) | |
| 図 10 | 福岡の状態曲線 | XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC) |
| 図 11 | レーダーエコー合成図・地上気圧実況図 | XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC),
2 時 (13 日 17UTC), 4 時 (13 日 19UTC) |
| 図 12 | 気象衛星赤外画像の輝度温度 (上), 相当温位・風の鉛直断面図 (下) | XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC) |
| 図 13 | 長崎市, 佐賀市および熊本市の予想最大 1 時間降水量の時系列図
初期時刻 | XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC) |
| 図 14 | 竜巻発生確度ナウキャスト (左), 雷ナウキャスト (右)
初期時刻 | XX 年 7 月 14 日 8 時 (13 日 23UTC) |
| 図 15 | 熊本の高層風時系列図 | XX 年 7 月 14 日 5 時 (13 日 20UTC)
～ 10 時 (01UTC) |

予想図の初期時刻は図 13 と図 14 を除き、いずれも XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

XX 年 7 月 13 日から 14 日にかけての日本付近における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 13 と図 14 を除き、いずれも 7 月 13 日 21 時 (12UTC) である。

問 1

図 1 は地上天気図、図 2 ～図 4 はそれぞれ 300 hPa, 500 hPa および 850 hPa 天気図、図 5 は 500 hPa 高度・渦度解析図 (上), 850 hPa 気温・風, 700 hPa 鉛直流解析図 (下) で、いずれも 13 日 21 時 (12UTC) のものである。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 日本付近の気象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 (整数) を記入せよ。②⑥については方位を 16 方位で答えよ。

地上天気図によると、千島近海に中心気圧 (①) hPa の低気圧があり、(②) へ (③) ノットで進んでいる。この低気圧は 500 hPa 天気図で沿海州の北緯 (④)°, 東経 (⑤)° にある寒冷低気圧の (⑥) に位置している。500 hPa の温度場との対応をみるとこの地上低気圧の進行方向の前面に (⑦) があり、500 hPa の渦度場との対応をみると、地上低気圧の中心は (⑧) の極大域内にあることがわかる。これらのことから、この低気圧は今後発達の可能性が (⑨) と判断される。

地上天気図で本州上に描かれている梅雨前線は、本州付近の 850 hPa 面では 15°C ないし (⑩)°C の等温線におおむね対応し、300 hPa 面の (⑪) m の等高度線付近にみられる強風軸に沿ってそのわずかに (⑫) 側に位置している。

- (2) 図 1 に記入されている地上気象観測の結果について、以下の問いに答えよ。

- ① 根室の現在天気の記事を解答用紙の欄中に記入せよ。また、その意味として正しいものを以下の a ～ d の中から一つ選び記号で答えよ。

- a: 前 1 時間内に霧または氷霧があつたが、観測時にはない。
b: 霧または氷霧。空を透視できない。前 1 時間内に薄くなった。
c: 霧または氷霧。空を透視できない。前 1 時間内に始まった、または濃くなった。
d: 霧または氷霧発生中。空を透視できない。

- ② 父島の天気を以下の国内式天気種別から選んで答えよ。

快晴、晴れ、薄曇り、曇り、煙霧、砂じん嵐、地ふぶき、霧、霧雨、雨、みぞれ、雪、あられ、ひょう、雷

- ③ 父島の気圧変化量について、次の空欄に入る数値を記入せよ。

前 3 時間に () hPa 上昇

- ④ 父島の気圧変化傾向の意味として正しいものを以下の a ～ e の中から一つ選び記号で答えよ。

- a: 上昇後緩下降。現在の気圧は 3 時間前の気圧より高い。
b: 上昇後一定、または上昇後緩下降。現在の気圧は 3 時間前の気圧より高い。
c: 上昇後一定。現在の気圧は 3 時間前の気圧より高い。
d: 上昇後一定、または上昇後緩上昇。現在の気圧は 3 時間前の気圧より高い。
e: 上昇後緩上昇。現在の気圧は 3 時間前の気圧より高い。

問 2

図 6 と図 7 は 500hPa 高度・渦度 (上) および地上気圧・降水量・風 (下) の 12 時間、24 時間予想図、図 8 と図 9 は 500 hPa 気温、700 hPa 湿数 (上) および 850hPa 気温・風、700hPa 鉛直流 (下) の 12 時間、24 時間予想図であり、いずれも 13 日 21 時 (12UTC) を初期時刻としている。これらと図 1～図 5 を用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 図 6(下) では北緯 40° より北の日本海に弱い降水 (3mm/12h) が予想され、図 8(上) によれば 700 hPa 面でその付近が湿潤となる予想である。この降水および湿潤域について以下の問いに答えよ。
 - ① 図 6(下) において、この降水がどのような位置に予想されているかを、関係するじょう乱の種別 (低気圧、高気圧など) と等圧線の値を示して 25 字程度で述べよ。
 - ② この降水に伴う 700 hPa 面の湿潤域が 500 hPa 面のどのような渦度場のどのような相対的位置に予想されているかを、15 字程度で述べよ。
 - ③ この降水に関連する 500 hPa 面の高度場の谷 (トラフ) と温度場の谷の位置関係の特徴を 25 字程度で述べよ。
- (2) 図 8(上) と図 9(上) には、問 2(1) で考察した湿潤域とは別に、梅雨前線に伴う降雨活動による相対的に湿潤な領域の飛び飛びの連なりが認められる。この連なりは梅雨前線に対応すると考えて、解答用紙の図の枠内に、24 時間後に予想される地上の梅雨前線の位置を停滞前線の記号を用いて記入せよ。必要に応じて図 7 も参考にせよ。

問 3

図 10 は 13 日 21 時 (12UTC) の福岡の状態曲線、図 11 は 14 日 0 時 (13 日 15UTC)(上)、14 日 2 時 (13 日 17UTC)(中) および 14 日 4 時 (13 日 19UTC)(下) の西日本のレーダーエコー合成図と地上気圧を重ね合わせた実況図、図 12 は東シナ海から日本海へかけての線分 X-Y に沿う 14 日 0 時 (13 日 15UTC) の気象衛星赤外面像の輝度温度 (上) と相当温位・風の鉛直断面図 (下) である。

また、図 13 は 14 日 0 時 (13 日 15UTC) を初期時刻とした 14 日 1 時 (13 日 16UTC) から 12 時 (03UTC) までの長崎市、佐賀市および熊本市における予想最大 1 時間降水量の時系列図、図 14 は 14 日 8 時 (13 日 2300UTC) に、8 時 30 分 (13 日 2330UTC) の状態を予想した竜巻発生確度ナウキャスト (左) と雷ナウキャスト (右) である。

さらに、図 15 は 14 日 5 時 (13 日 20UTC) から 10 時 (01UTC) までの熊本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 10 の 13 日 21 時の福岡の状態曲線に基づき以下の問いに答えよ。
 - ① 900 hPa ～ 700 hPa 間の大気の成層状態を簡潔に答えよ。
 - ② 900 hPa の空気塊が 800 hPa まで強制上昇したときに発生した雲の雲頂高度を 10 hPa 刻みの気圧値で答えよ。

(2) 図 11 において、破線で囲んで示した強雨域 A, B, C に関する以下の問いに答えよ。

- ① 14 日 0 時 (13 日 15UTC) において、強雨域 A, B が地上気圧場のどのような所に位置しているかを簡潔に答えよ。
- ② 図 11 に基づき、強雨域 A, B, C の各々について、14 日 0 時から 4 時までの 4 時間の形状の変化と移動の状況を、A と B についてはそれぞれ 20 字程度、C については 25 字程度で述べよ。
- ③ 図 11 からは、14 日 2 時 (13 日 17UTC) と 4 時 (13 日 19UTC) における強雨域 B が東経 130° 線と交差する緯度を、それぞれ北緯 34.0°, 北緯 33.4° と読み取ることができる。これを用いてこの 2 時間における強雨域 B の移動速度の南下成分 (km/h) を、四捨五入により小数第 1 位までの値で答えよ。また、その後も強雨域 B が同じ速度で移動すると仮定したときに牛深 (北緯 32.2°, 東経 130.0° : 位置を図 12 の断面位置の図に示す) で降水強度が最大となるとみられる時刻を 10 分刻みで答えよ。

(3) 図 12 を用いて以下の問いに答えよ。④では図 11(0 時) を、⑤では図 10 を併せて用いよ。

- ① 強い降水をもたらしている背景として、線分 X-Y 上では、どのような暖湿空気がどの方向から主にどの高さに流入しているかを、断面図の相当温位や気圧 (高度) の値を含めて 40 字程度で述べよ。
- ② 断面図の北緯 34° 以南における風速の鉛直分布の特徴を、風速や気圧 (高度) の値を含めて 35 字程度で述べよ。
- ③ 断面図の北緯 34° 以南における 950 hPa ~ 700 hPa の気層の温度移流の種類とその根拠を 45 字程度で述べよ。
- ④ 断面図において、強い降水をもたらす雲は下層の暖湿空気のどのようなところに形成されているかを、相当温位の緯度分布に着目し、図 11(0 時) も参照して、暖湿空気が流入してくる方向を含め 25 字程度で述べよ。
- ⑤ 図 12 の輝度温度は雲頂温度を示し、かつ X-Y 上の気温鉛直プロファイルは図 10 の福岡の状態曲線と同じであると仮定したとき、X-Y 上で最も高い雲頂高度を 10 hPa 刻みの気圧値で答えよ。

(4) 図 13 と図 14 を用いて次の問いに答えよ。

- ① 長崎市, 佐賀市および熊本市の平坦地における大雨警報の雨量基準 (1 時間雨量) は, それぞれ 70mm, 60mm および 70mm, 大雨注意報の雨量基準 (1 時間雨量) はいずれも 40mm である。これらの市において, 図 13 の期間内に前 1 時間降水量が平坦地の大雨警報もしくは大雨注意報の基準を超えると予想される場合は解答用紙の「警」もしくは「注」を○印で囲んで時刻 (1 時間刻み) とその降水量 (5mm 刻み) を答え, どちらの基準にも達しない場合は「無」を○印で囲め。
- ② 九州において, 14 日 8 時 30 分に竜巻が発生する可能性があるとして予想されている県およびこの時刻に落雷の可能性が大きいと予想されている県について, 解答用紙の表の該当欄に○印を記入せよ。

(5) 図 11(4 時) の強雨域 B はその後南下し, 熊本 (熊本県: 図 12 の断面位置の図に位置を示す) を通過した。図 15 を用いて, 熊本で強雨域 B による強い降水が始まったとみられる時刻を 10 分刻みで答えよ。

また, 次の文章の空欄 (①) ~ (⑧) に入る適切な語句または数値 (整数) を記入せよ。ただし, ④には下の枠内のア~オから最も適切なものを選んでその記号を記入し, ⑤⑥は方位を 8 方位で答えよ。

図 15 によれば, 熊本では, 6 時頃に高度 3km 以下の気層で, (①) の風の風速が最大 (②) ノットに強化された。その後, この風は少し弱まり, 8 時 40 分にかけておよそ (③) ノットで経過した。降水粒子の落下を示す負の鉛直速度は (④) にかけてピークを迎え, この時間帯に降水強度が最大になったとみられる。9 時以降は, 高度 2 ~ 3km の風向が (⑤) に変わり, 風速が弱まるとともに, 鉛直速度が小さくなり降水は弱まった。

降水域が北から南に移動したことから, 図 15 は熊本を通過した降水域の南北方向の鉛直断面を表しているとみなせる。(①) から吹き込む風は降水域の (⑥) 縁で最も強くなっており, 風速の違いによってその北側にあたる降水域内では (⑦) が起きて (⑧) が生じ, 強雨域が形成されたことがわかる。

ア: 6 時から 7 時	イ: 6 時 30 分から 7 時 30 分
ウ: 7 時から 8 時	エ: 7 時 30 分から 8 時 30 分
オ: 8 時から 9 時	

図 1

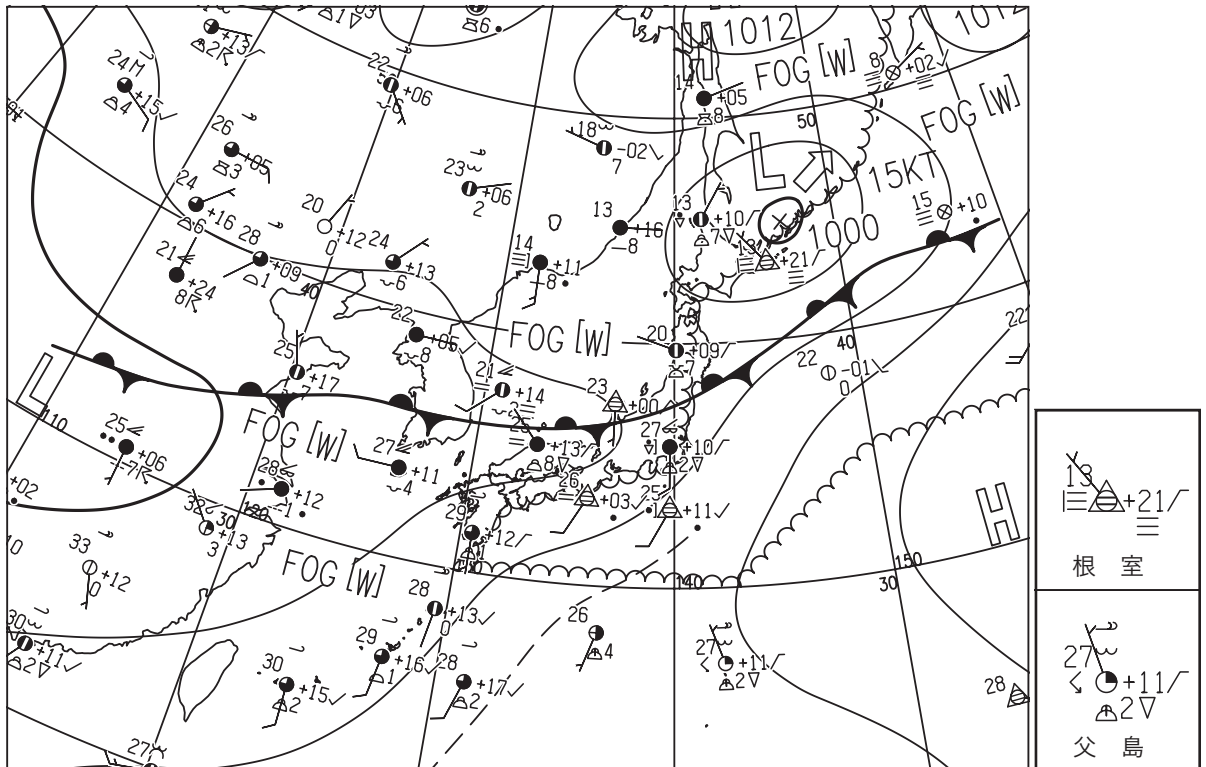


図 1 地上天気図

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

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)

△の地点は自動観測であることを示す。全雲量の⊙は雲量の観測を行っていないことを示す。

図 2

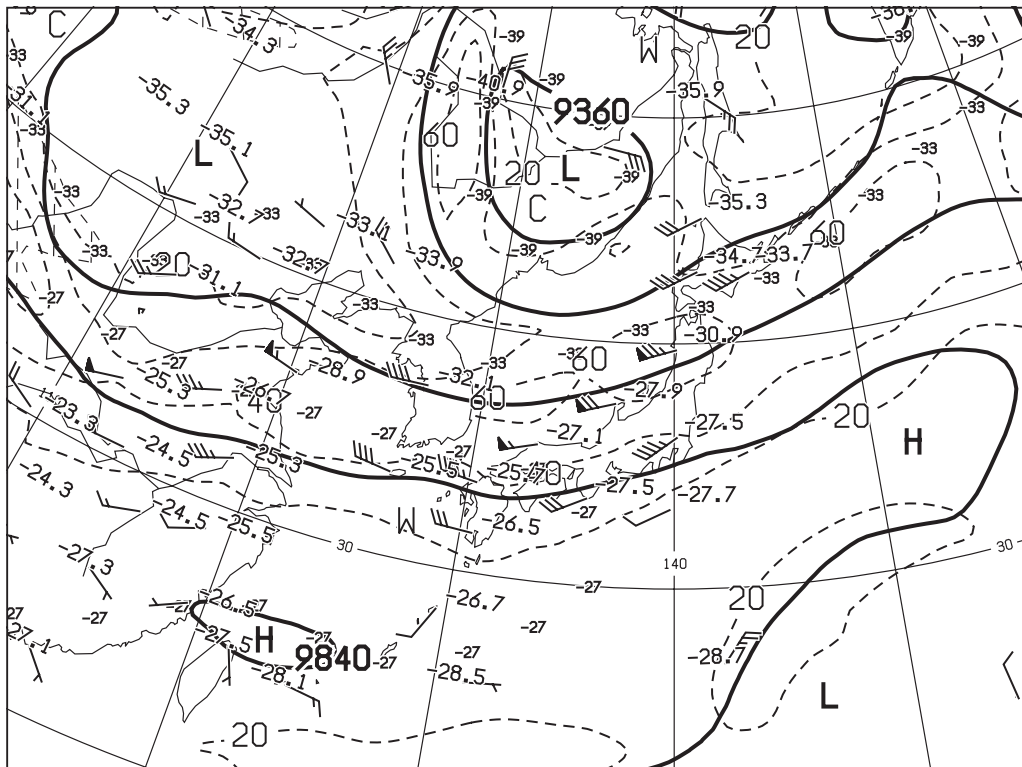


図 2 300hPa 天気図

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

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 3

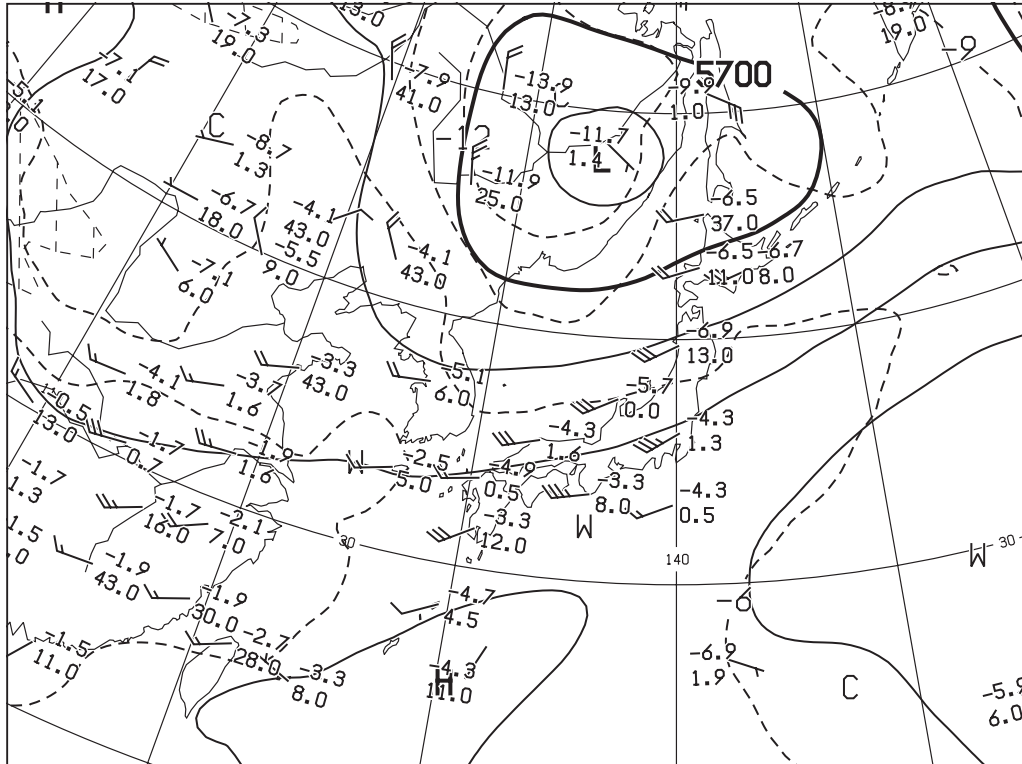


図 3 500hPa 天気図

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

実線：高度 (m)，破線：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 4

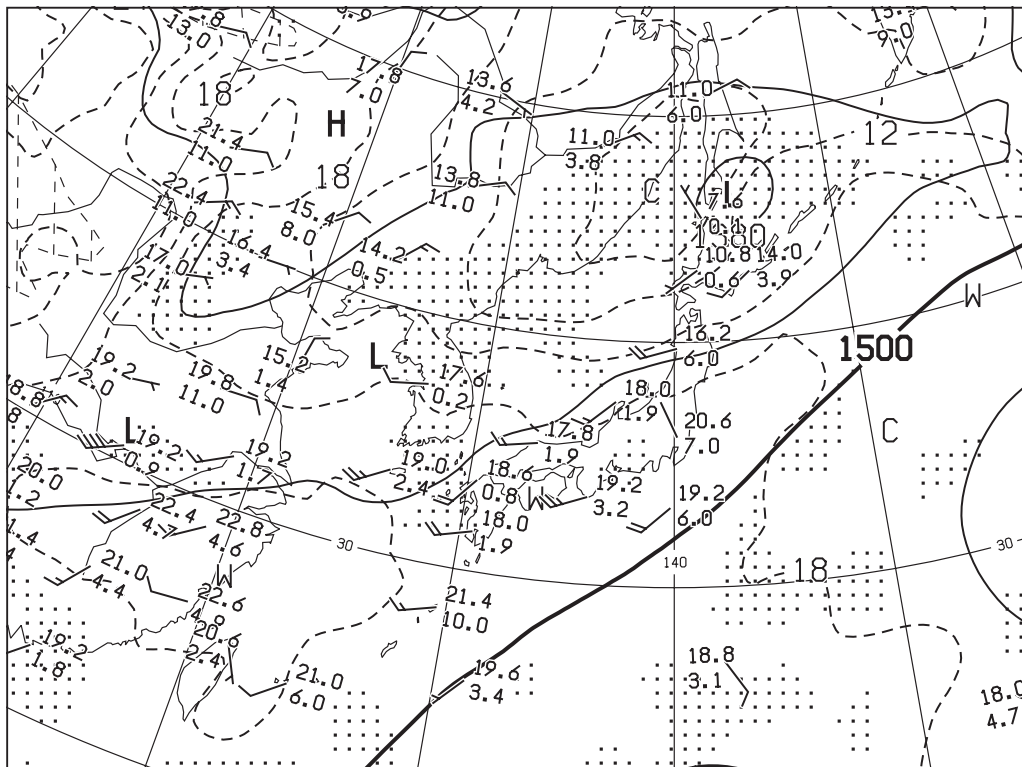


図 4 850hPa 天気図

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

実線：高度 (m)，破線：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

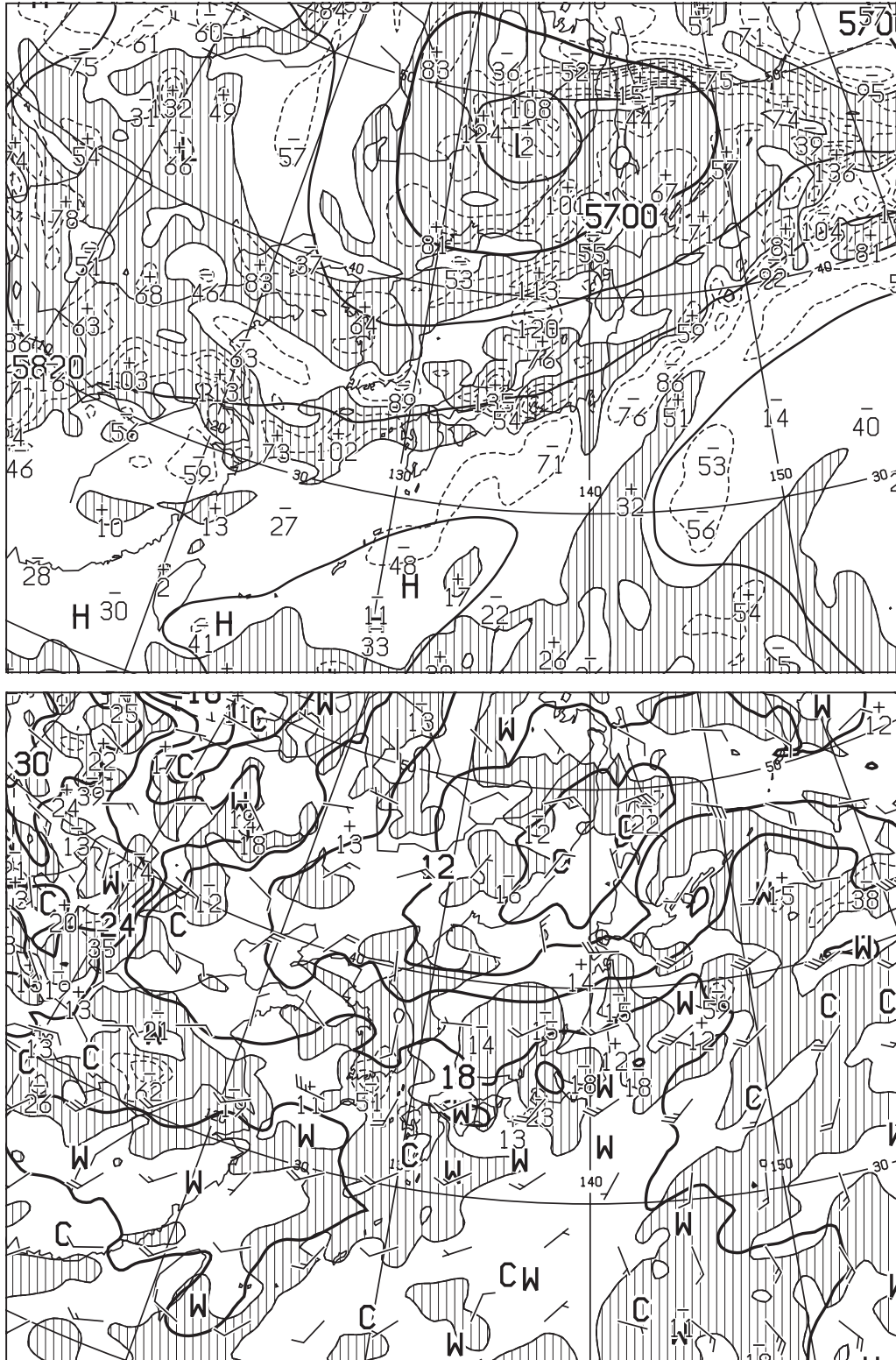


図5 500hPa 高度・渦度解析図 (上)

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

850hPa 気温・風，700hPa 鉛直流解析図 (下) XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

太実線：850hPa 気温 ($^{\circ}C$)，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)

図6

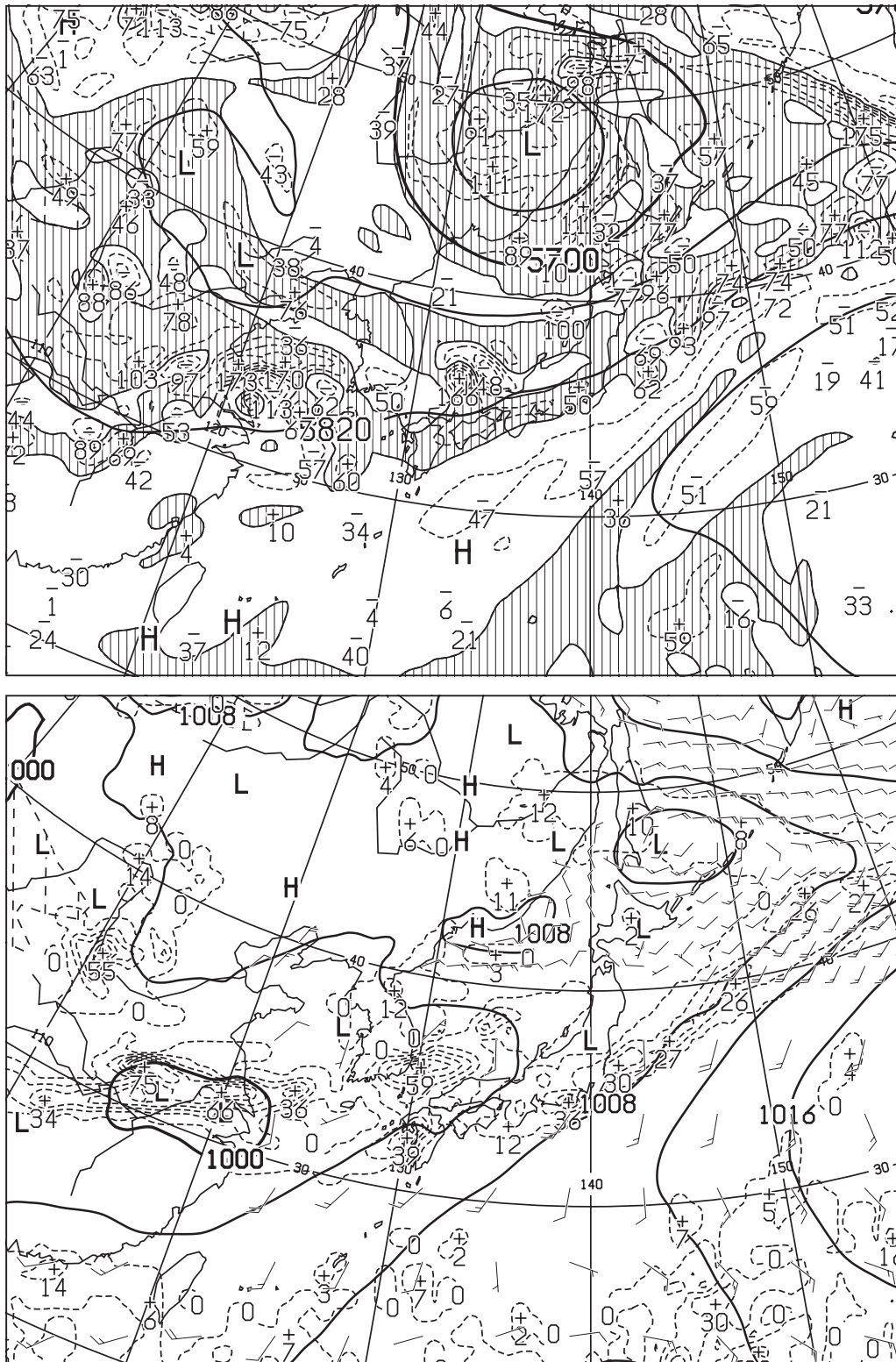


図6 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図 (上)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

地上気圧・降水量・風 12 時間予想図 (下)

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 13 日 21 時 (12UTC)

図 7

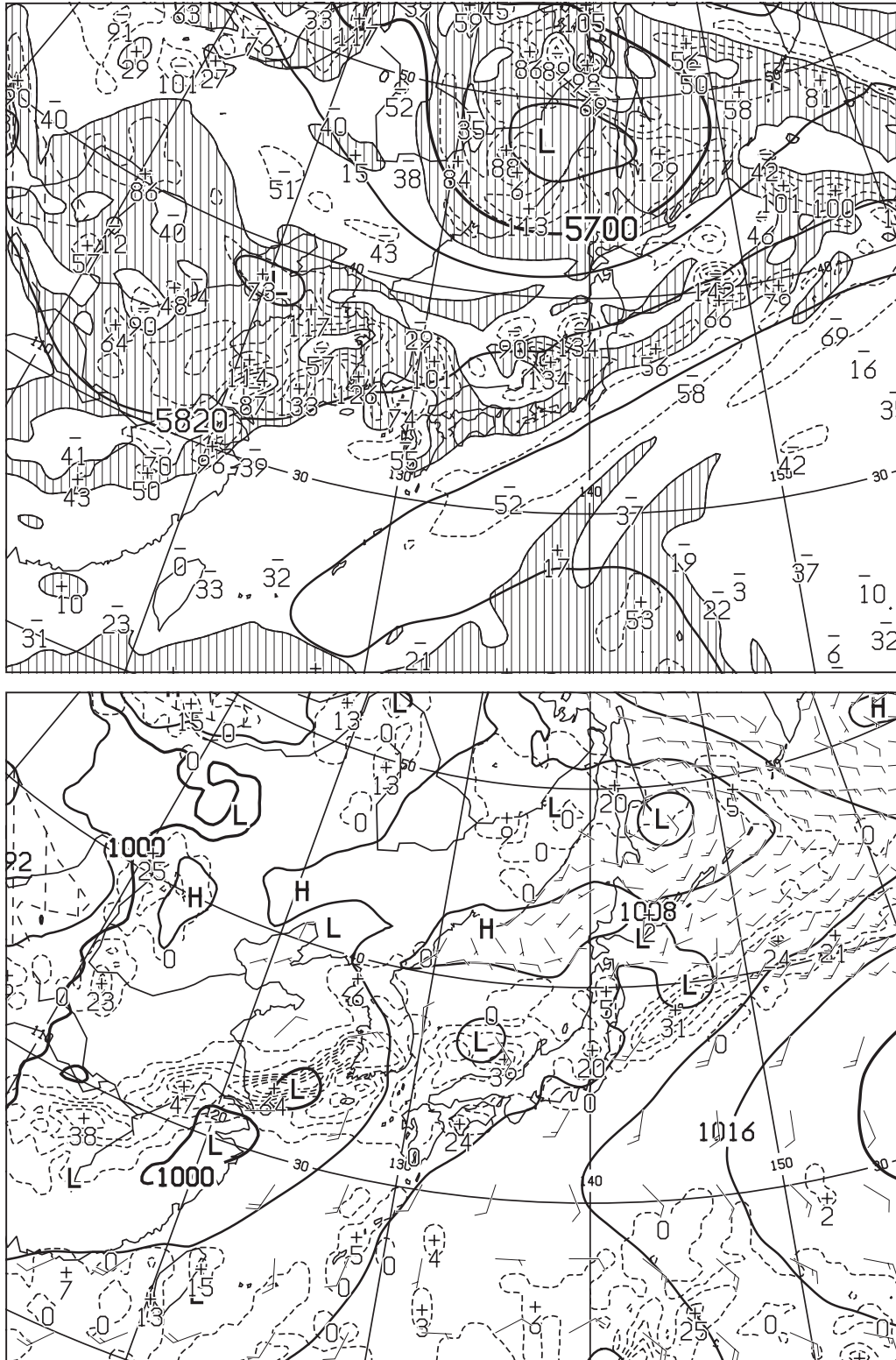


図 7 500hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

地上気圧・降水量・風 24 時間予想図 (下)

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 13 日 21 時 (12UTC)

図 8

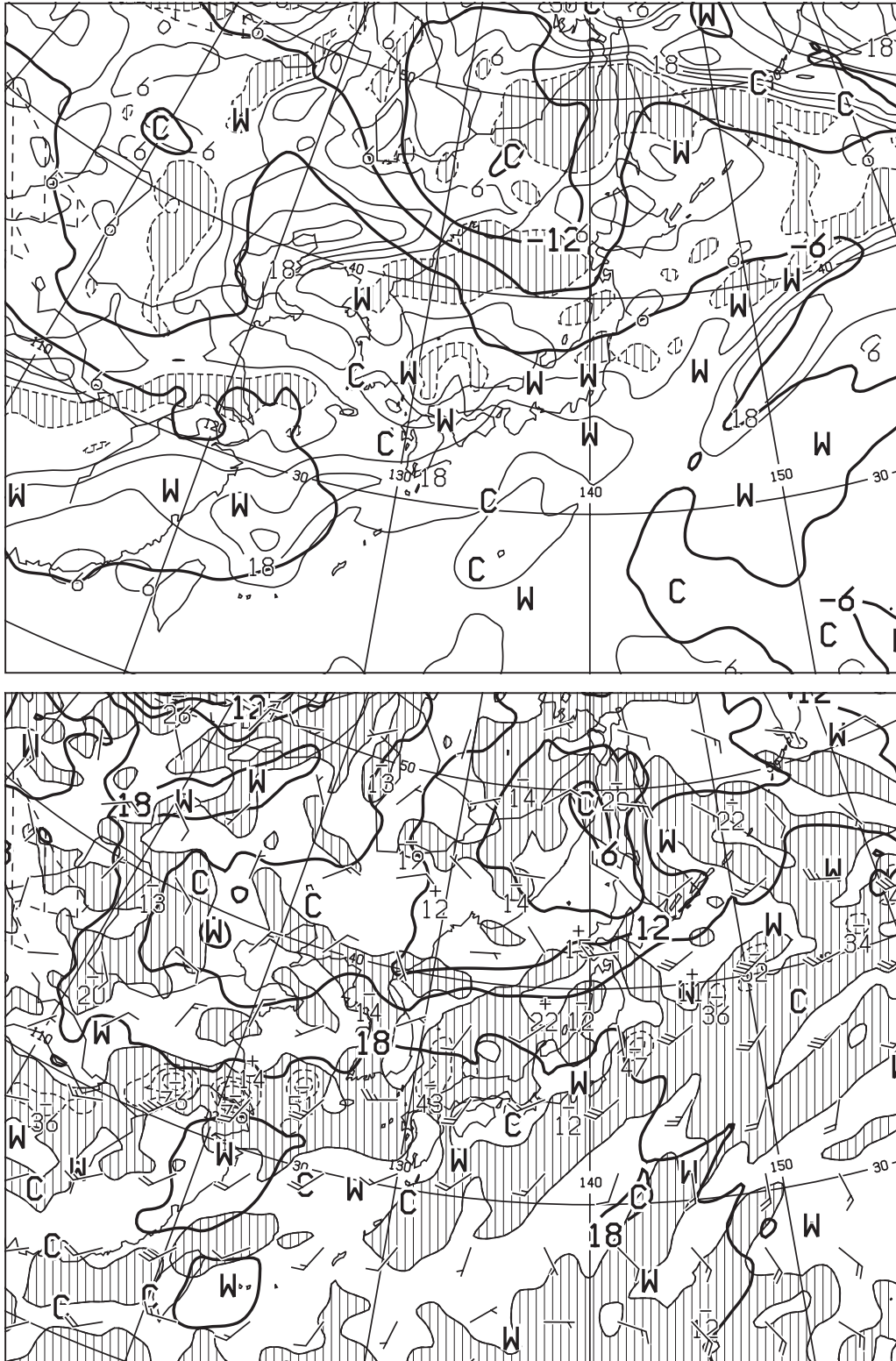


図 8 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図 (上)

太実線: 500hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 湿数 (°C) (網掛け域: 湿数 $\leq 3^{\circ}\text{C}$)

850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直 p 速度 12 時間予想図 (下)

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 13 日 21 時 (12UTC)

図 9

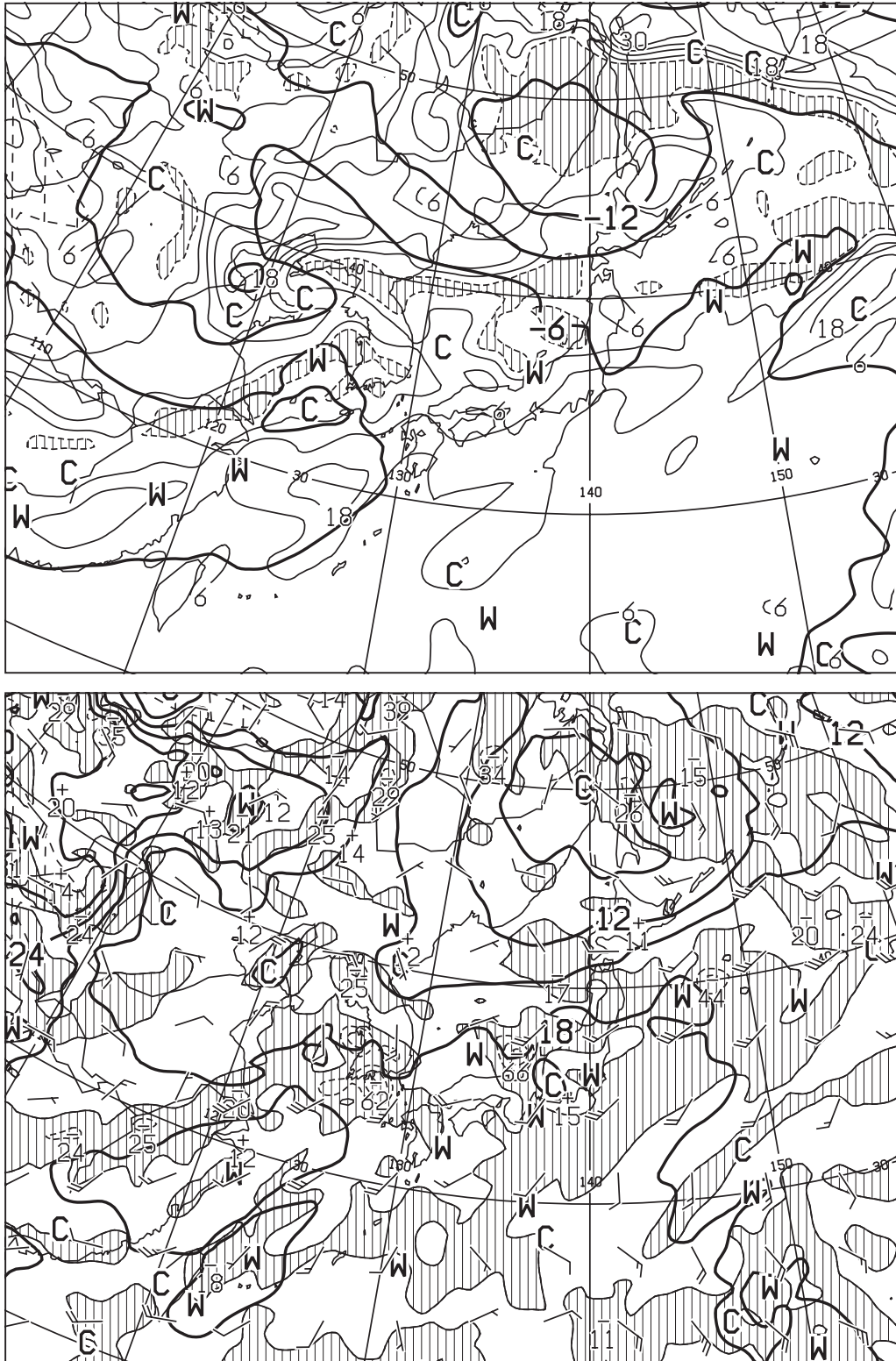


図 9 500hPa 気温, 700hPa 湿数 24 時間予想図 (上)

太実線: 500hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 湿数 (°C) (網掛け域: 湿数 $\leq 3^{\circ}\text{C}$)

850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 24 時間予想図 (下)

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 13 日 21 時 (12UTC)

図 10

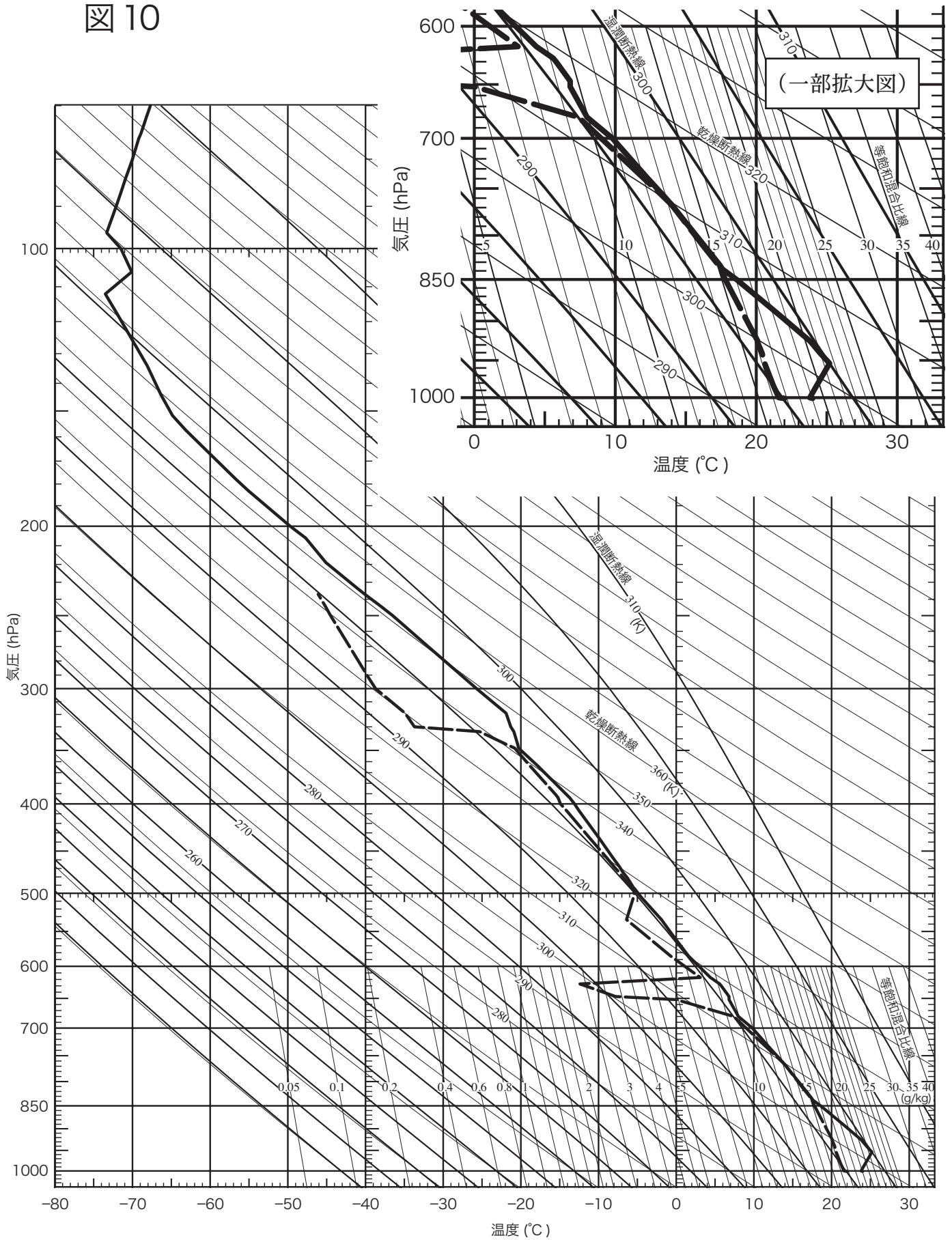


図 10 福岡の状態曲線

実線：気温 (°C), 破線：露点温度 (°C)

XX 年 7 月 13 日 21 時 (12UTC)

図 11

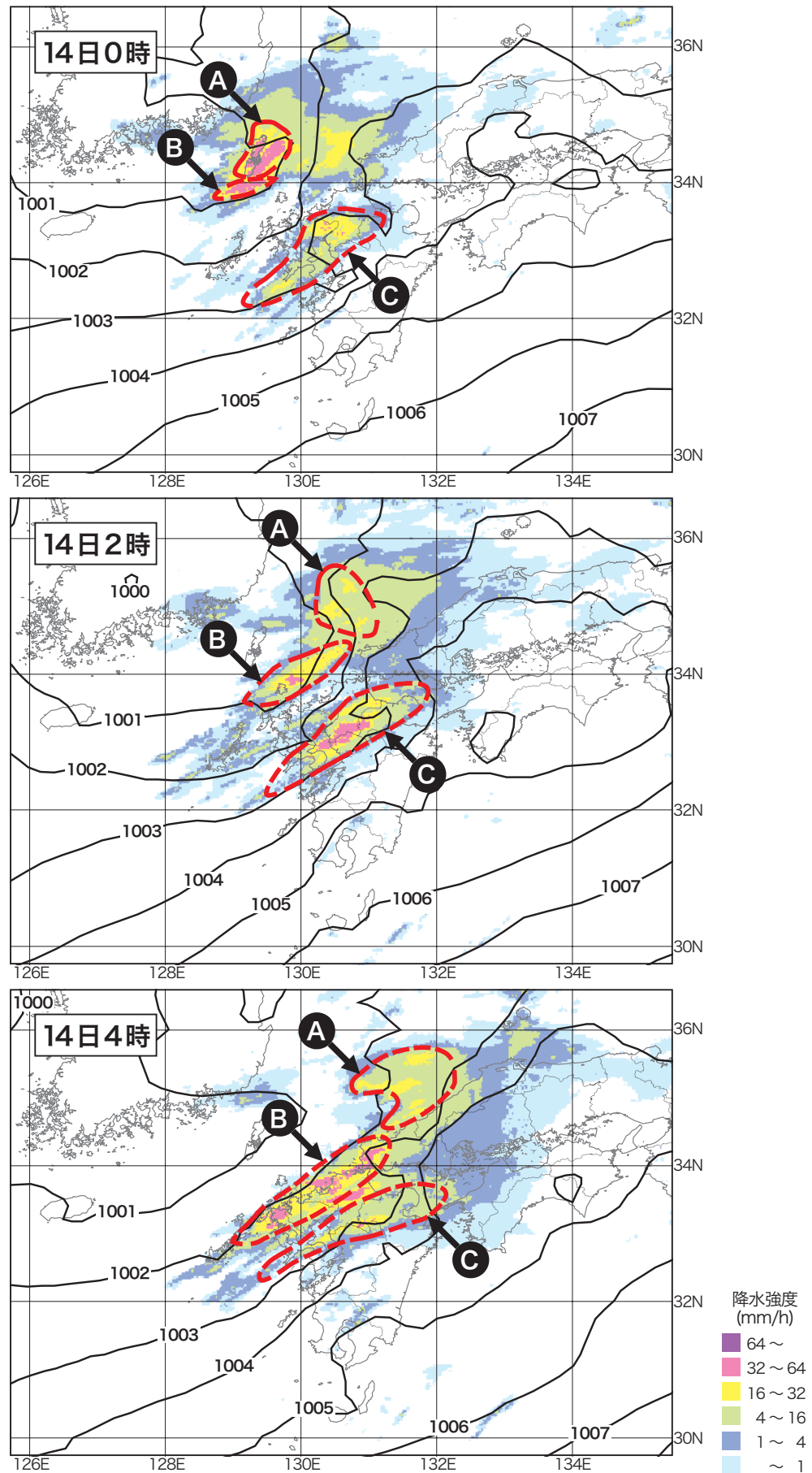


図 11 レーダーエコー合成図・地上気圧実況図

XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC), 2 時 (13 日 17UTC), 4 時 (13 日 19UTC)

塗りつぶし域: 降水強度 (mm/h) (凡例のとおり)

実線: 気圧 (hPa)

図 12

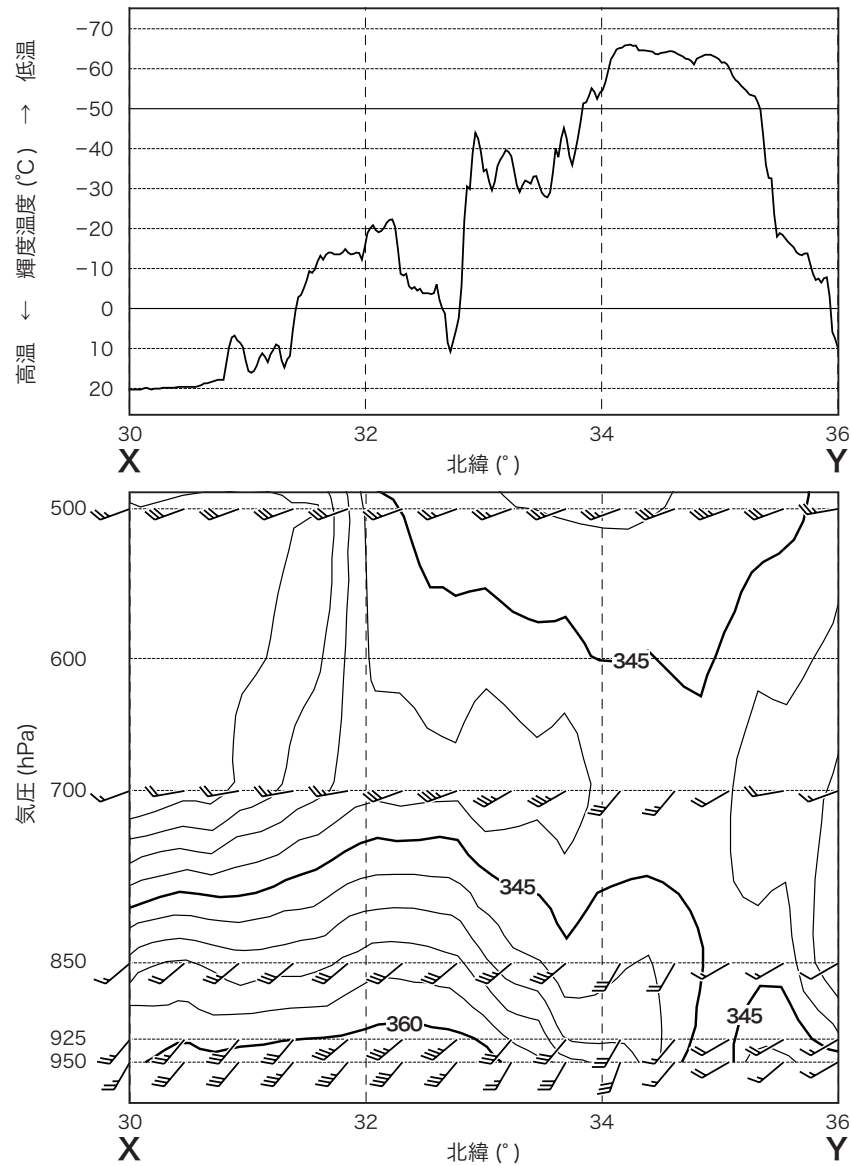


図 12 気象衛星赤外画像の輝度温度 (上), 相当温位・風の鉛直断面図 (下)

XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC)

実線 (上図) : 輝度温度 (°C)

実線 (下図) : 相当温位 (K)

矢羽 (下図) : 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)

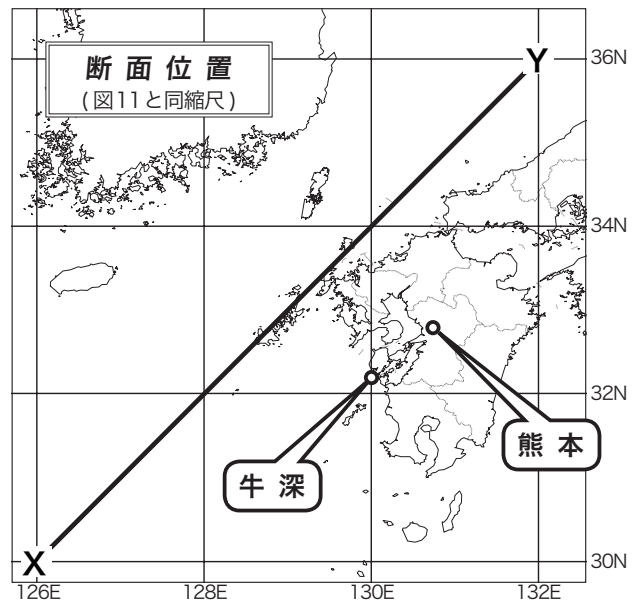


図 13

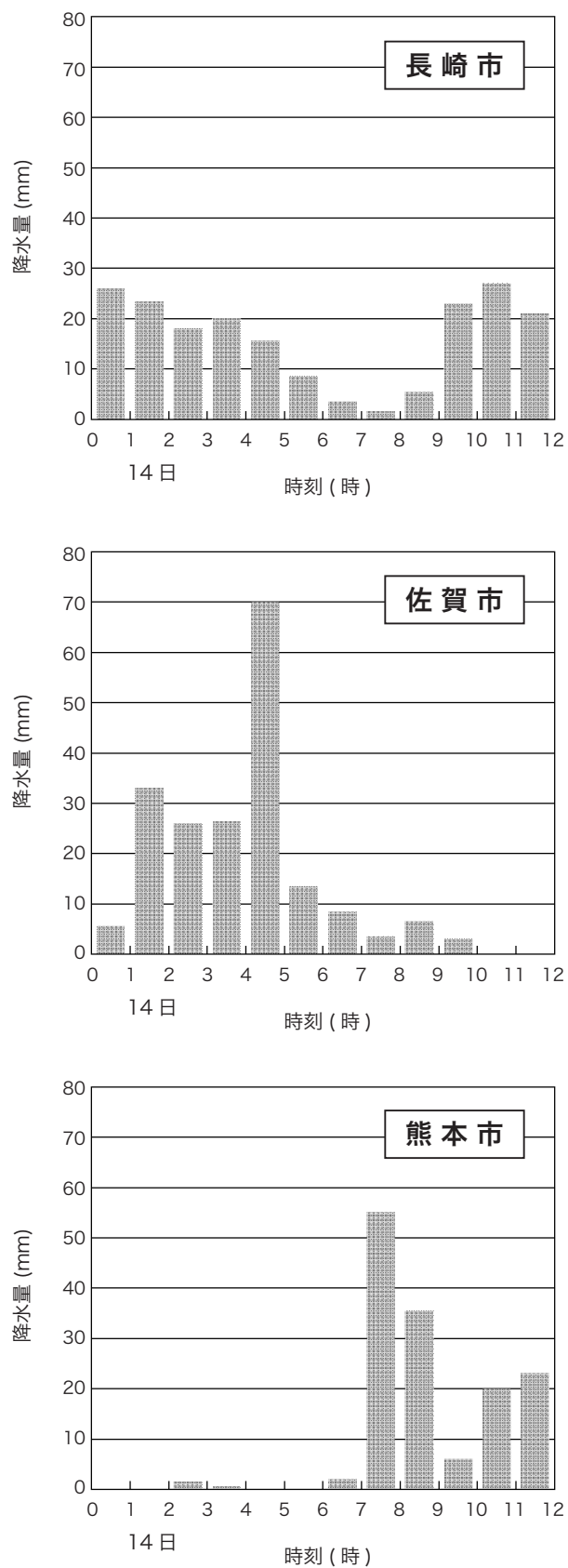


図 13 長崎市, 佐賀市および熊本市の予想最大 1 時間降水量の時系列図
初期時刻 XX 年 7 月 14 日 0 時 (13 日 15UTC)

図 14

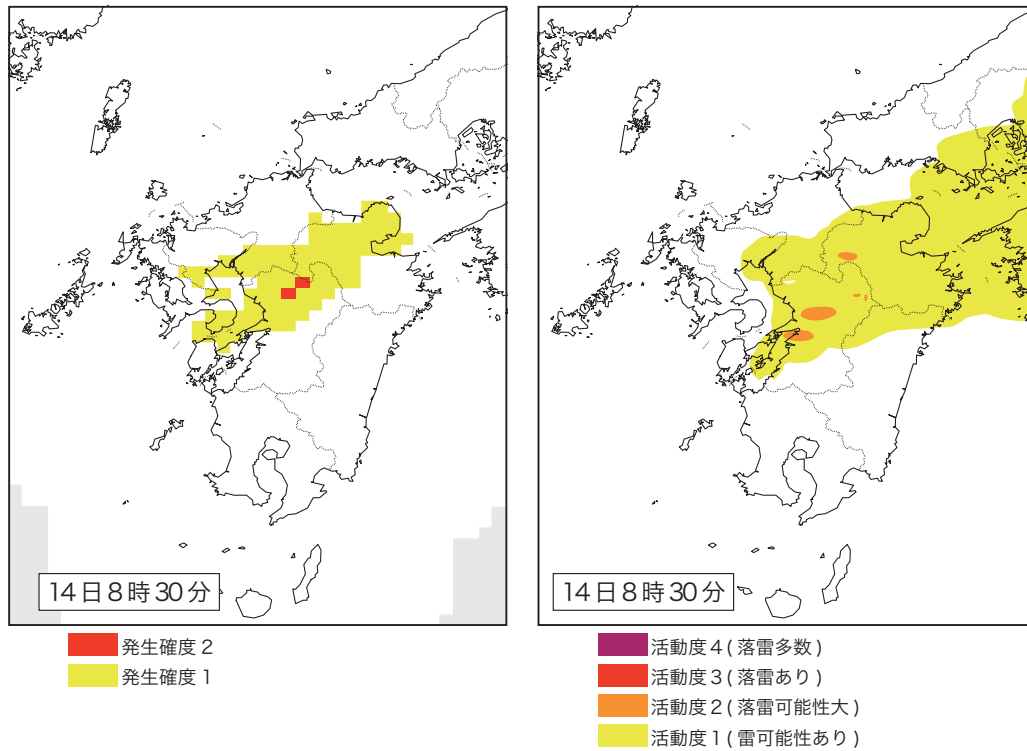


図 14 竜巻発生確度ナウキャスト (左), 雷ナウキャスト (右)
初期時刻 XX 年 7 月 14 日 8 時 (13 日 23UTC)

図 15

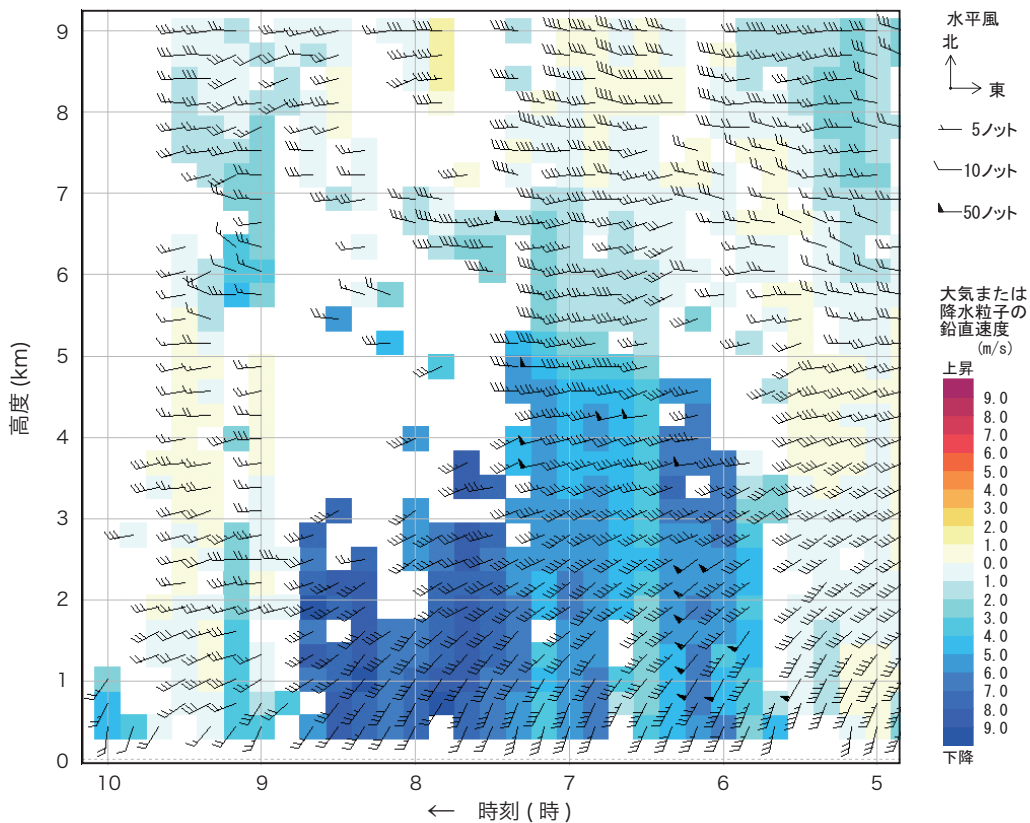


図 15 熊本の高層風時系列図 XX 年 7 月 14 日 5 時 (13 日 20UTC) ~ 10 時 (01UTC)
矢羽: 風向・風速 (ノット) (短矢羽: 5 ノット, 長矢羽: 10 ノット, 旗矢羽: 50 ノット)
背景色: 鉛直速度 (m/s) (凡例のとおり)