

令和元年度第1回（通算第52回）

気象予報士試験

実技試験 1

試験時間 75 分間(13:10～14:25)

【注意事項】

全科目に共通の事項

- 1 試験中は、受験票、黒の鉛筆またはシャープペンシル、プラスチック製消しゴム、ものさしまたは定規(分度器付きのものは不可)、コンパスまたはディバイダ、色鉛筆、色ボールペン、マーカーペン、ルーペ、ペーパークリップ、時計(計算・辞書機能付きのものは不可)以外は、机上に置かないでください。
- 2 問題用紙・解答用紙は、試験開始の合図があるまでは開いてはいけません。
- 3 問題の内容についての質問には一切応じません。問題用紙・解答用紙に不鮮明の点があったら手を上げて係員に申し出てください。
- 4 問題用紙の余白は、計算等に使用しても構いません。
- 5 途中退室は、原則として、試験開始後 30 分からその試験終了 5 分前までの間で可能です。途中で退室したい場合は手を上げて係員に合図し、指示に従って解答用紙を係員に提出してください。いったん退室した方は、その試験終了時まで再度入室することはできません。
- 6 試験時間が終了したら、回収した解答用紙の確認が終わるまで席を離れずにお待ちください。
- 7 問題用紙は持ち帰ってください。

実技試験に関する事項

- 1 指示に従って、黒の鉛筆またはシャープペンシルで、解答用紙の所定欄に受験番号と氏名、フリガナを記入してください。
- 2 解答は黒の鉛筆またはシャープペンシルを用いて、解答用紙の該当箇所に楷書で記述してください。他の筆記用具による解答は認めません。
- 3 問題用紙の図表は、ミシン目から切り離すことができます。
- 4 トレーシングペーパーは、問題用紙に挟んであります。

この問題の全部または一部を、無断で複製・転写することはできません。

一般財団法人 気象業務支援センター

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 9 月 9 日 9 時(00UTC) |
| 図 2 | 500hPa 天気図(上) | XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC) |
| | 850hPa 天気図(下) | XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC) |
| 図 3 | 気象衛星画像
赤外画像(左), 水蒸気画像(右) | XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC) |
| 図 4 | 地上実況図 | XX 年 9 月 9 日 12 時(03UTC) |
| 図 5 | 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下) | |
| 図 6 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下) | |
| 図 7 | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下) | |
| 図 8 | 850hPa 相当温位・風 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下) | |
| 図 9 | 地上気圧・降水量・風 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下) | |
| 図 10 | 全球モデルによる地上気圧・降水量・風 12 時間予想図(左)
メソモデルによる地上気圧・降水量・風 12 時間予想図(右) | 初期時刻 XX 年 9 月 8 日 21 時(12UTC) |
| 図 11 | 解析雨量による 3 時間降水量図 | XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC) |
| 図 12 | メソモデルによる地上気圧・降水量・風 15, 21, 27, 33 時間予想図 | 初期時刻 XX 年 9 月 9 日 0 時(8 日 15UTC) |
| 図 13 | 東北南部から近畿地方にかけての地形図 | |
| 図 14 | 関東地方の地形と河川 K の流路 | |
| 図 15 | 地点 a の流域雨量指数および地点 A の降水量と土壌雨量指数の時系列図(上)
地点 b の流域雨量指数および地点 B の降水量と土壌雨量指数の時系列図(中)
地点 c の流域雨量指数および地点 C の降水量と土壌雨量指数の時系列図(下) | XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC)～10 日 21 時(12UTC) |

予想図の初期時刻は、図 10、図 12 を除き、いずれも XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC)

XX年9月9日から10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10は8日21時(12UTC)、図12は9日0時(8日15UTC)、その他はいずれも9日9時(00UTC)である。

問1 図1は地上天気図、図2は500hPaおよび850hPaの天気図、図3は気象衛星画像であり、時刻はいずれも9日9時である。また、図4は9日12時の地上実況図である。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と予想について述べた次の文章の空欄(①)～(⑪)に入る適切な数値または語句を答えよ。ただし、⑧は台風の大きさ、⑨は台風の強さを、台風情報で使われる語句で答えよ。⑧⑨に該当する適切な語句がないときは、「なし」と記入せよ。

9日9時の地上天気図では、本州付近に中心気圧が(①)hPaの台風第XX号があって、(②)ノットの速さで北西へ進んでいる。中心付近の最大風速は(③)ノット、最大瞬間風速は(④)ノットで、中心の北東側(⑤)海里以内と(⑥)側(⑦)海里以内では、30ノット以上の強い風が吹いている。この台風の中心は、今後24時間以内に日本海に達する見込みである。また、南鳥島の北には別の(⑧)(⑨)台風があって北西に進んでいる。

三陸沖から日本のはるか東にかけては停滞前線がのびていて、北緯40°東経153°付近の船舶Aからの通報によると、海面付近で(⑩)が観測されている。

本州の多くの観測地点では雨となっている。一方、九州から沖縄にかけての観測地点の天気は名瀬を除いて(⑪)となっている。

- (2) 図1、図2(上)を用いて、本州付近にある500hPaの低気圧中心と地上の台風中心との位置関係、および500hPaの低気圧中心とその周辺の気温分布の特徴を、この台風が温帯低気圧に変わりつつあることに着目して、解答用紙に示した書き出しを含めて55字程度で述べよ。
- (3) 図2に基づいて、館野および潮岬(それぞれの位置を図2に示す)の850hPaから500hPaにかけての気層の温度移流の種類を答えよ。また、風のデータに着目して、温度移流の強い地点がどちらかを答え、その根拠となる、温度傾度の大きさを表す要素と、空気塊の移流の方向・強さを表す要素を答えよ。
- (4) 図3を用いて、本州付近の台風の中心から半径500km程度の範囲について、赤外画像における雲の分布の特徴を、雲の高さに言及して45字程度で述べよ。また、同じ範囲について、水蒸気画像における暗域の分布の特徴を25字程度で述べよ。
- (5) 図4は台風周辺の地上実況図であり、気圧および風の観測値および1002hPa以上の等圧線が2hPaごとに記入されている。この図に1000hPaの等圧線を実線で記入せよ。また、この図から推定される台風の中心位置の緯度と経度を0.1°刻みで答えよ。

- (6) 図1に基づき、本州付近にある台風について、9日12時における中心の予想位置の緯度と経度を 0.1° 刻みで答えよ。ただし、台風は12時間先までは予報円の中心を等速度で進むものとする。

問2 図5～図9は、9日9時を初期値とする12, 36時間予想図である。また、図10は、8日21時を初期値とする全球モデルおよびメソモデルの12時間予想図であり、図11は解析雨量による9日9時の3時間降水量図である。図12は、関東地方(境界を図11に赤色で示す)周辺を対象にした、9日0時を初期値とするメソモデルの15, 21, 27, 33時間予想図である。また、図13は地形図である。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 図6からは、9日21時から10日21時にかけて、台風が温帯低気圧に変化しつつある状況を確認することができる。このことに関連して、図9で日本海に予想されている地上の低気圧の中心付近における、この間の500hPaの気温の変化を -6°C および -9°C の等温線に着目して、また同範囲における700hPaの湿数の変化を乾燥域に着目して、それぞれ35字、15字程度で述べよ。
- (2) 図9によれば、関東地方の降水量の予想は12時間後のほうが36時間後より多くなっている。このことについて、以下の問いに答えよ。

- ① 図5, 図6を用いて、関東地方およびその周辺の700hPaの湿数および500hPaの渦度の分布の特徴と時間的経過について述べた次の文章の空欄(㉠)～(㉤)に入る適切な数値または語句を答えよ。

12時間後には、湿数(㉠) $^{\circ}\text{C}$ 以下の相対的に湿潤な領域が、関東地方から南方向に(㉡)状にのびている。この領域にほぼ対応して、正の渦度域が(㉢)方向に(㉣)状にのびており、それをはさむように負の渦度域がみられる。

36時間後には、(㉤)状の領域付近における、渦度、湿数の東西方向の(㉥)は小さくなり、(㉦)状の領域は、走向を(㉧)から北北西～南南東に変えながら、関東地方の東にゆっくり移動している。

- ② 図7, 図8を用いて, 関東地方における予想図の特徴を要素ごとに述べた, 次の表の空欄(㉑)～(㉓)に入る適切な語句または数値を答えよ。

	12 時間後	36 時間後
700hPa 鉛直 p 速度	南北にのびる(㉑)域が明瞭である。	(㉑) は弱い。
850hPa 相当温位	概ね(㉒) K 以上で関東南部には(㉓) K もみられる。	概ね(㉒) K よりも低い。
850hPa 風速の最大	南南東の風(㉔)ノット。	南南東の風(㉔)ノット。

- ③ ②の各項目および 850hPa の水蒸気の移流に着目して, 関東地方の 12 時間後の予想降水量のほうが 36 時間後よりも多い理由を, 解答用紙に示した書き出しを含め 60 字程度で述べよ。

- (3) 図10～図13を用いて, 以下の問いに答えよ。

- ① 図10を用いて, 二つのモデルが予想した, 9日9時の台風の中心気圧を整数で, また中心位置の緯度と経度を 0.1° 刻みで答えよ。
- ② 図11の領域 X, Y, Z に対する二つのモデルの予想について述べた次の文章の空欄(㉑)～(㉓)に入る適切な語句を答えよ。

領域 X は, (㉑)に伴う降水域である。台風は温帯低気圧に変わりつつあり, 地形の影響も受け, 降水域は台風の経路に沿った軸対称から偏りを持った分布をしている。領域 X の 3 時間 30mm 以上の降水量の範囲は, (㉒)モデルのほうが, (㉓)モデルより広く予想している。

領域 Y には, 帯状の強雨域がみられる。その強雨域は(㉒)モデルでははっきり予想されていない。(㉓)モデルでは, 形状, 予想位置ともに解析雨量に類似した予想となっている。(㉓)モデルによる 3 時間 30mm 以上の降水量の範囲は解析雨量より(㉔)。

領域 Z では, 主に(㉔)の影響によって, 降水量が多くなったとみられる。モデル地形が実際の地形により近い(㉓)モデルのほうが, 解析雨量による実況に近い。

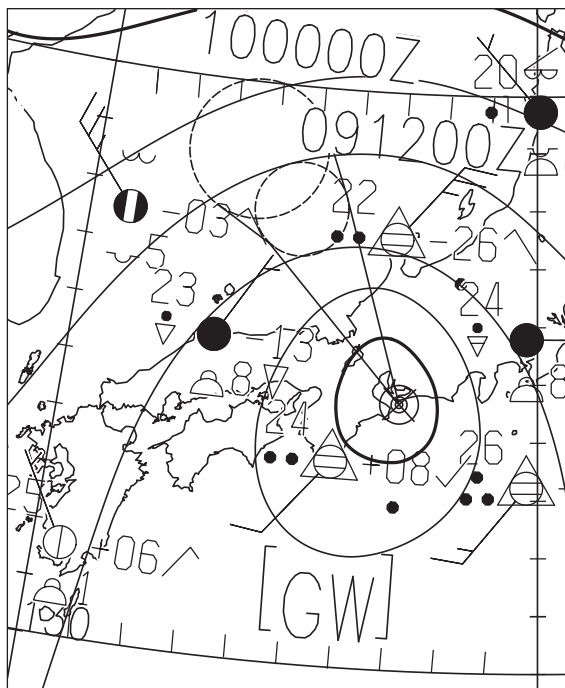
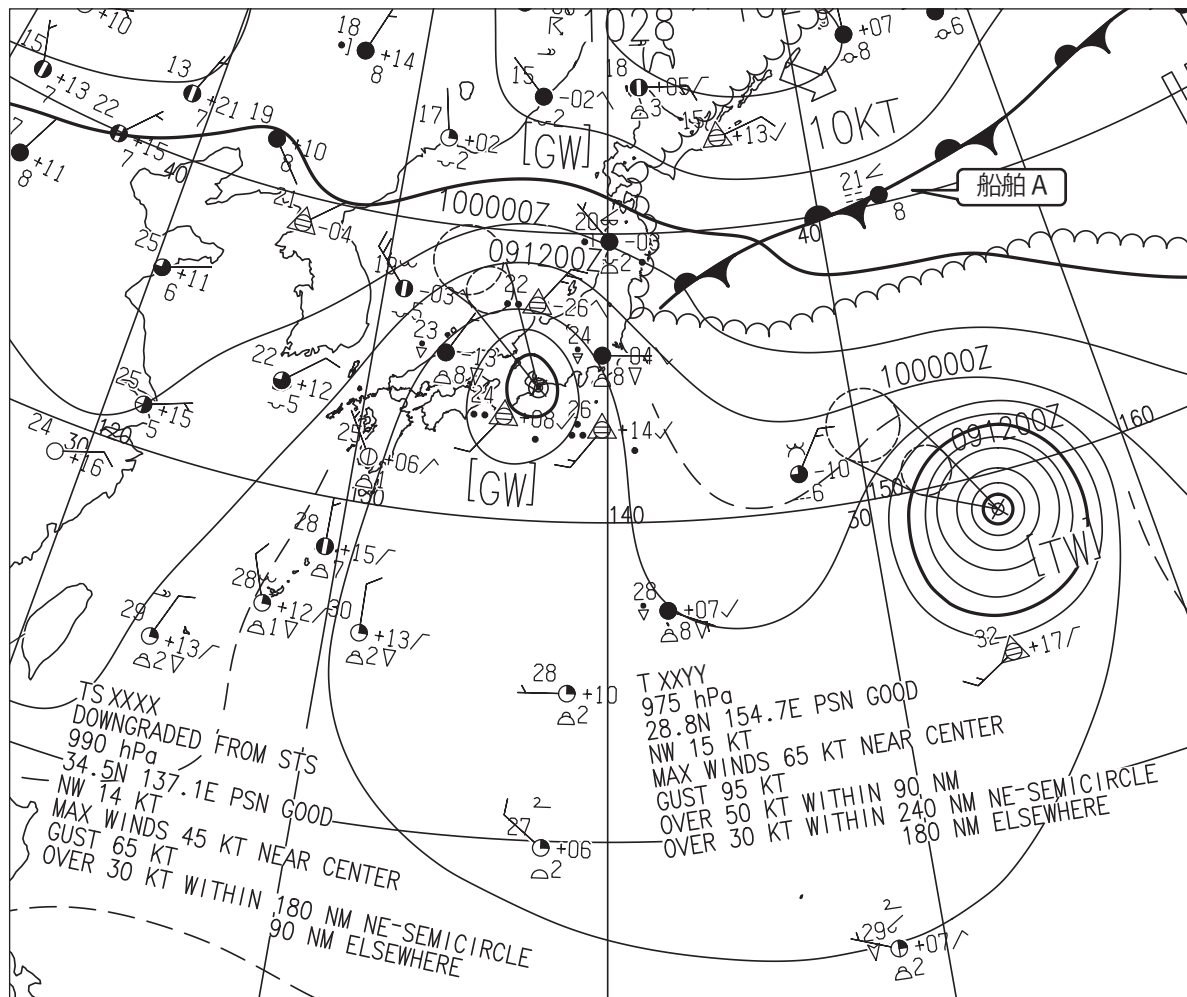
(4) 図12は、9日15時から10日9時にかけての6時間毎の時刻を対象とした、メソモデルの予想図である。これを用いて、大雨に関する以下の問いに答えよ。

- ① 関東地方から東北地方における、前3時間降水量が50mm以上の強雨域の形状の特徴とその移動を25字程度で述べよ。
- ② ①の状況から予想される災害を三つ答えよ。

問3 図14は、関東地方の地形図に、河川Kの流路とその流路に沿った地点a, b, c, およびそれぞれの地点付近の降水量観測地点A, B, Cの位置を示したものである。また、図15は、地点a～cの流域雨量指数および地点A～Cの前1時間降水量と土壌雨量指数の9日9時～10日21時の時系列図である。これらを用いて、以下の問いに答えよ。

- (1) 地点Aでは10日5時以降も降水が続いているが、土壌雨量指数は4時に極大となっている。5時以降は11時を除いて土壌雨量指数が減少している理由を、タンクモデルにおけるタンクへの流入量およびタンクからの流出量に着目して35字程度で述べよ。
- (2) 図によると地点aから下流の地点b, 地点cの順に流域雨量指数のピークの時刻が遅くなっていることがわかる。地点aにあるピークが何時間後に地点cに到達するかを整数で、その間のピークの移動の速さの平均を、四捨五入により1m/s刻みで答えよ。
- (3) 地点Cの周辺では、河川Kの水位が上昇したことにより、河川Kの氾濫以外にも、洪水災害として注意警戒すべき事項があり、注意報・警報基準にもなっている。この事項について、短時間の雨量に着目して、書き出しを含め65字程度で述べよ。

図1



船舶 A の実況

21<
≡ ●
8

図1 地上天気図

XX年9月9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)

左下は本州付近の拡大図

図2

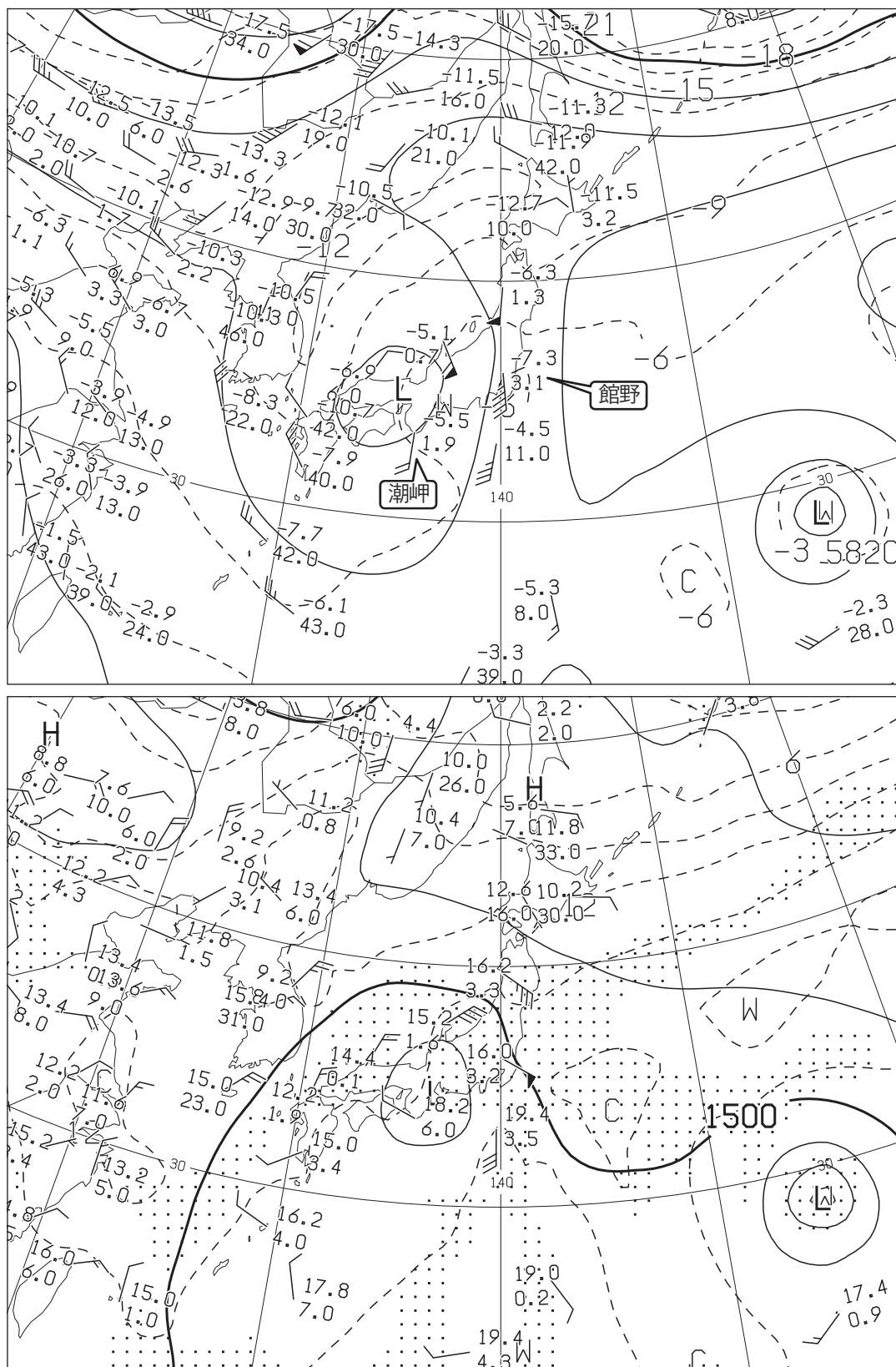


図2 500hPa 天気図(上)

XX年9月9日9時(00UTC)

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)

850hPa 天気図(下)

XX年9月9日9時(00UTC)

実線: 高度(m), 破線: 気温(°C) (網掛け域: 湿数 $\leq 3^{\circ}\text{C}$)

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

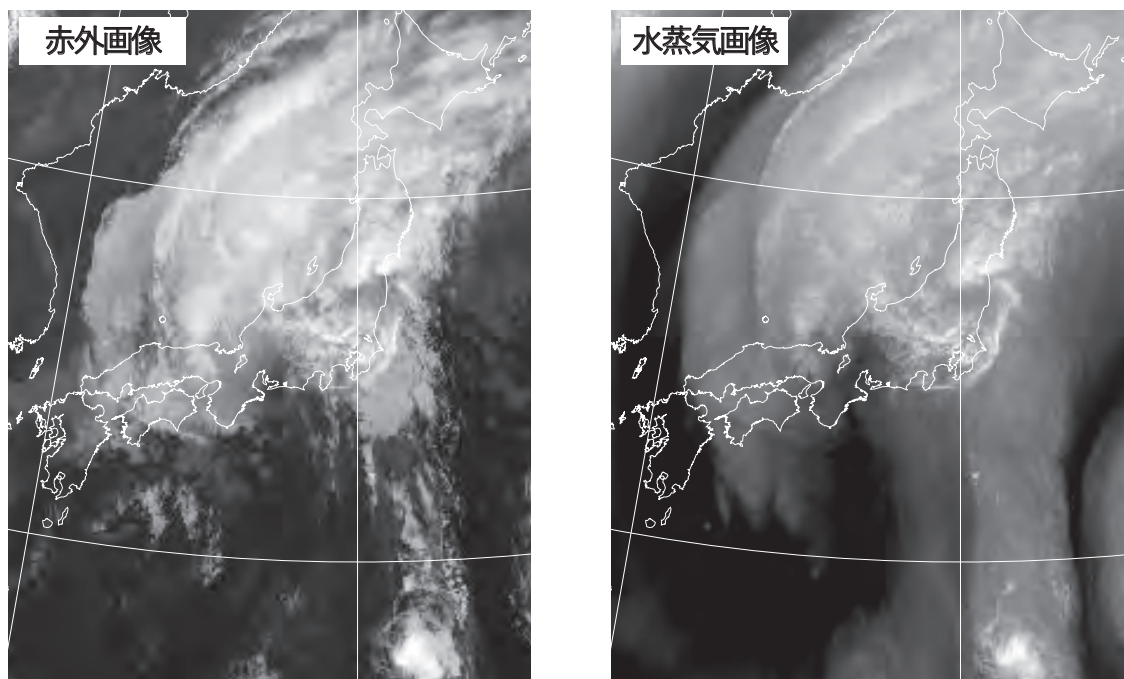


図3 気象衛星画像
赤外画像(左), 水蒸気画像(右)

XX年9月9日9時(00UTC)

図4

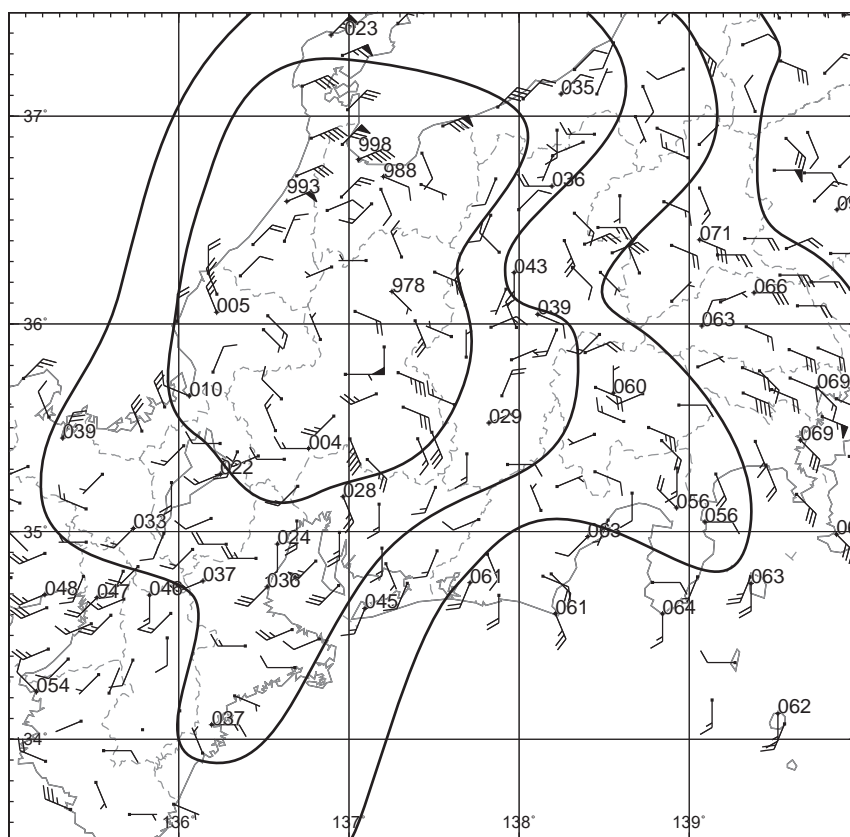


図4 地上実況図

XX年9月9日12時(03UTC)

実線：海面気圧(hPa), 地点に付した数字：0.1hPa単位で表した海面気圧の下3桁
矢羽：風向・風速(m/s)(短矢羽：1m/s, 長矢羽：2m/s, 旗矢羽：10m/s)

図5

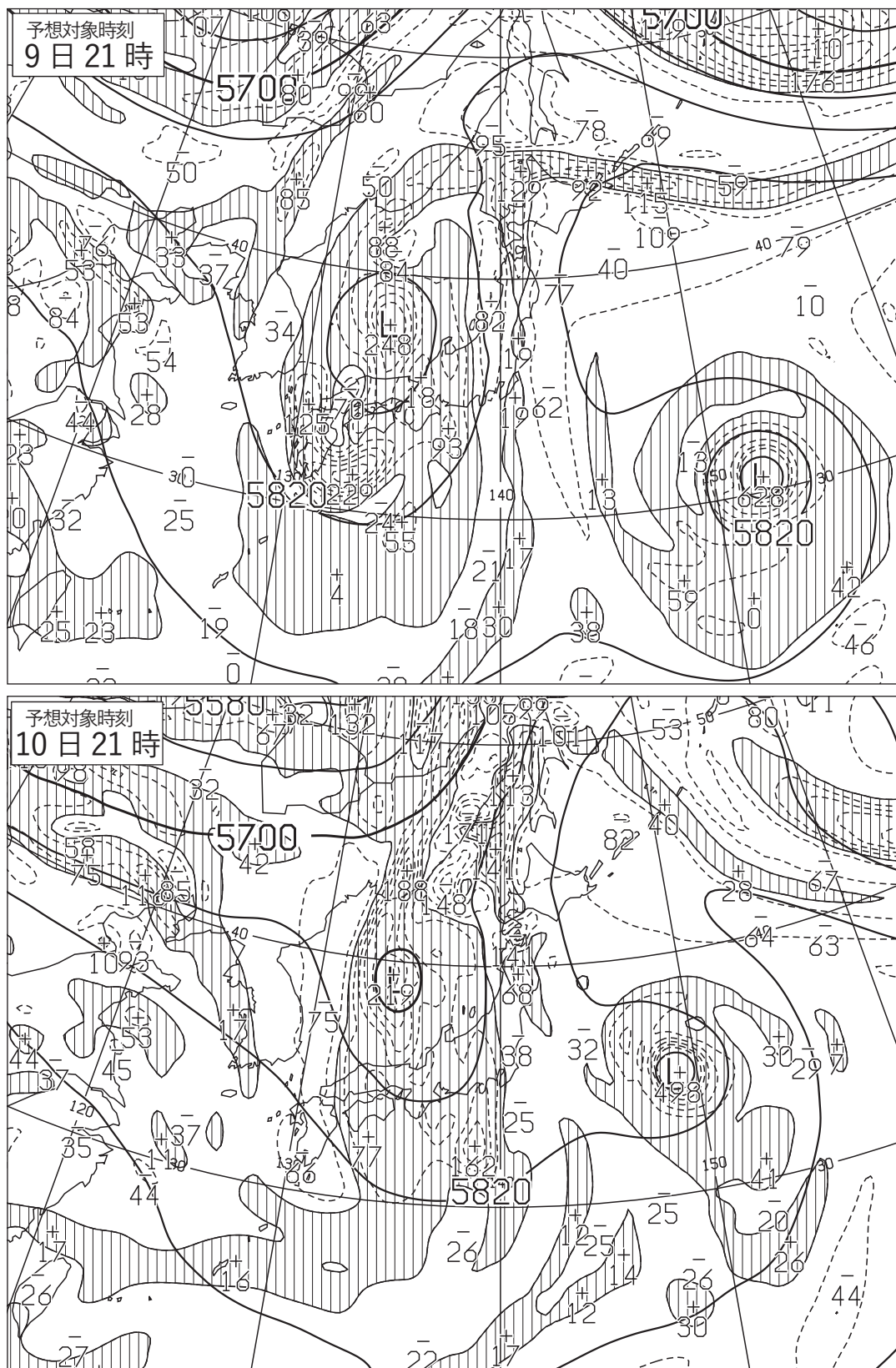


図5 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下)

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)

初期時刻 XX年9月9日9時(00UTC)

予想対象時刻
9日21時

予想対象時刻
10日21時

図6 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下)
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 $\leq 3^{\circ}\text{C}$)
初期時刻 XX 年 9 月 9 日 9 時(00UTC)

図7

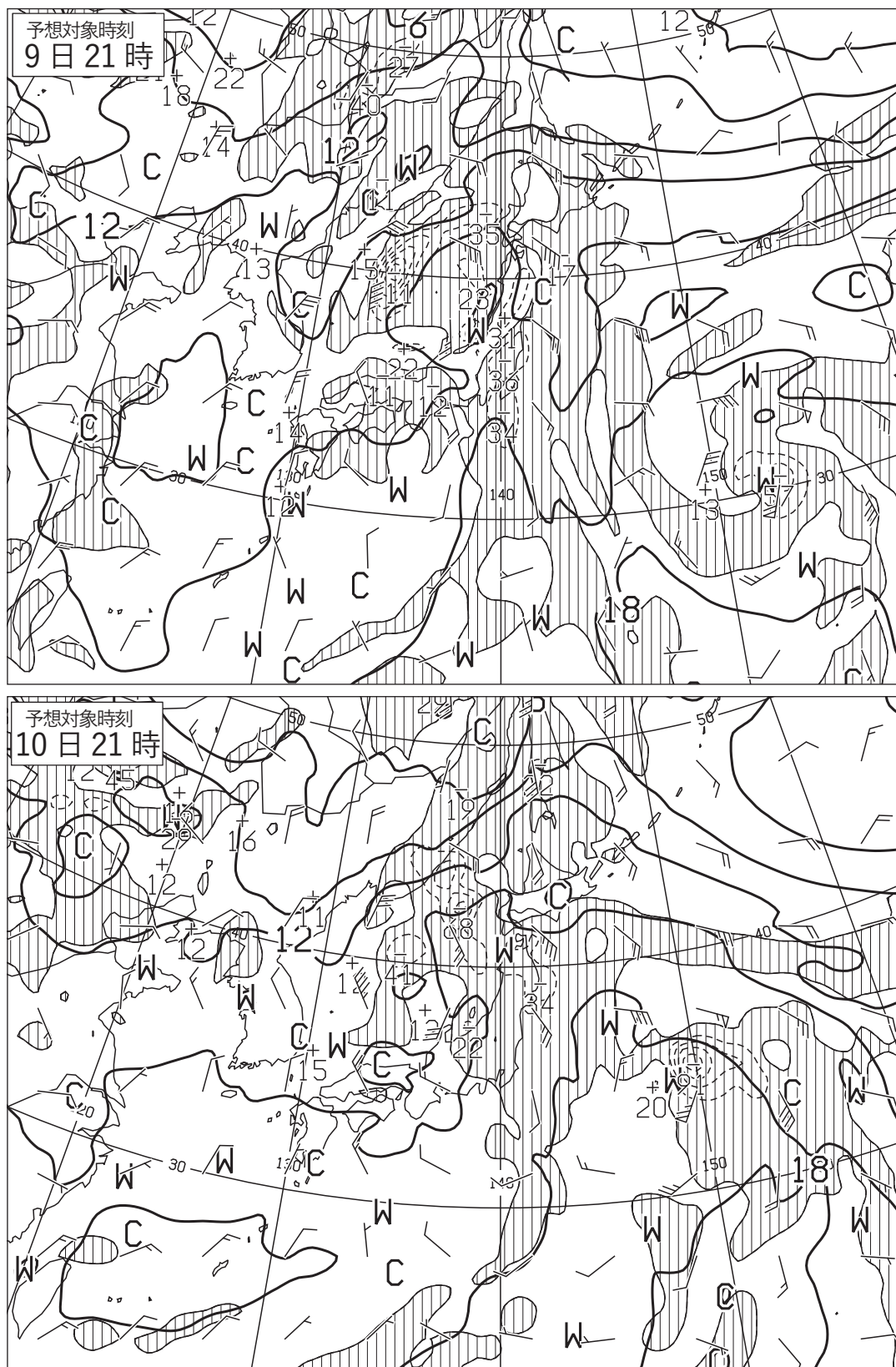


図7 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下)

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 9 月 9 日 9 時(00UTC)

図8

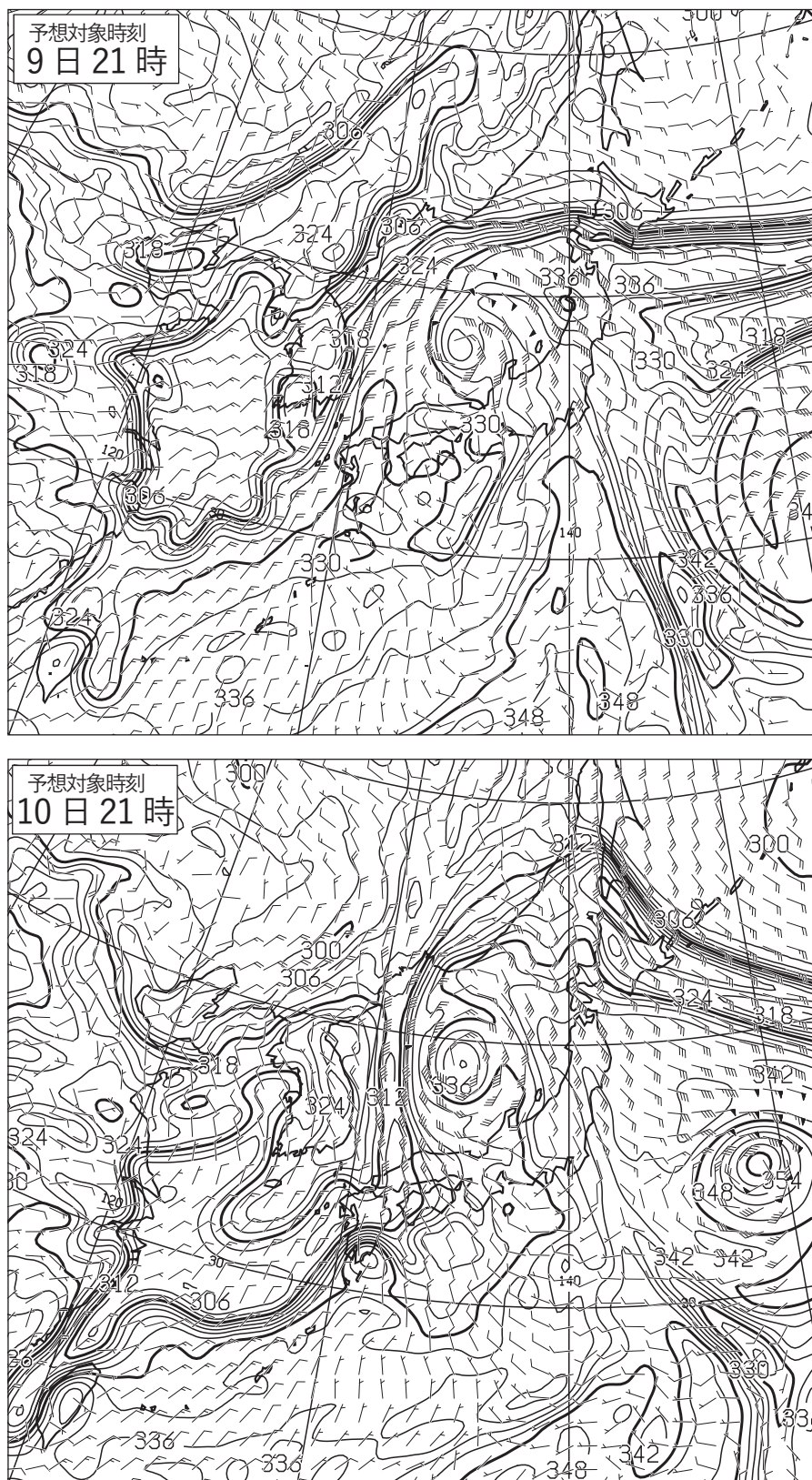


図8 850hPa 相当温位・風 12 時間予想図(上), 36 時間予想図(下)

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 9 月 9 日 9 時(00UTC)

図9

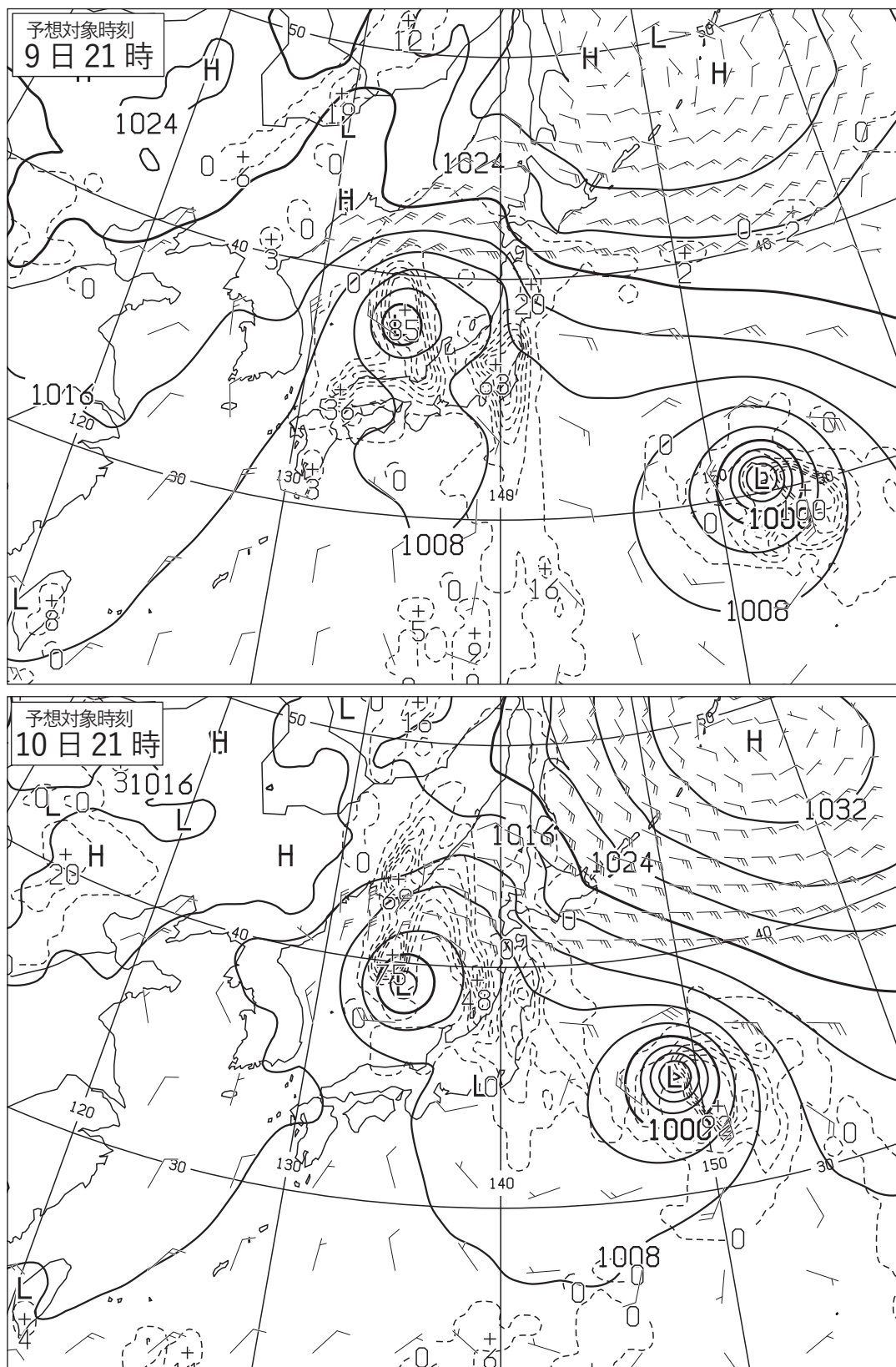


図9 地上気圧・降水量・風12時間予想図(上), 36時間予想図(下)

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9月9日9時(00UTC)

図10

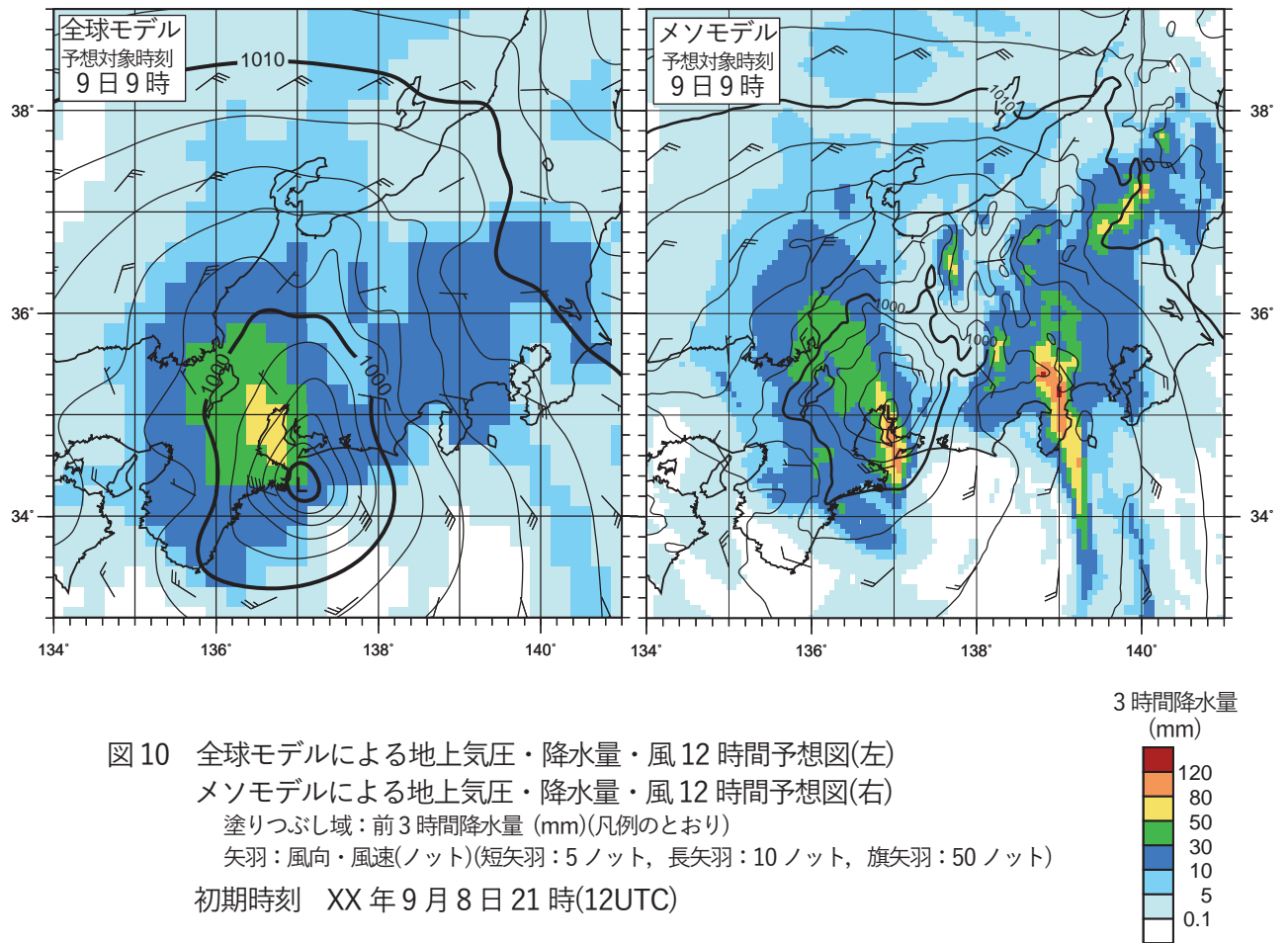


図11

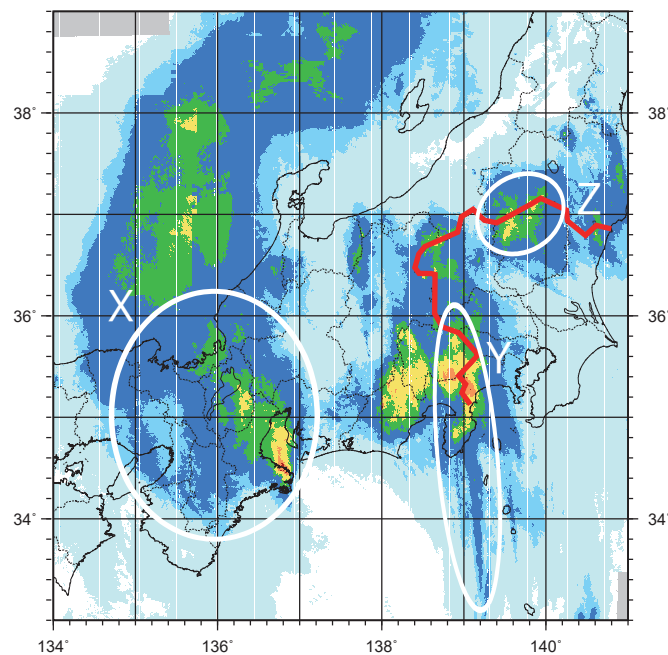


図12

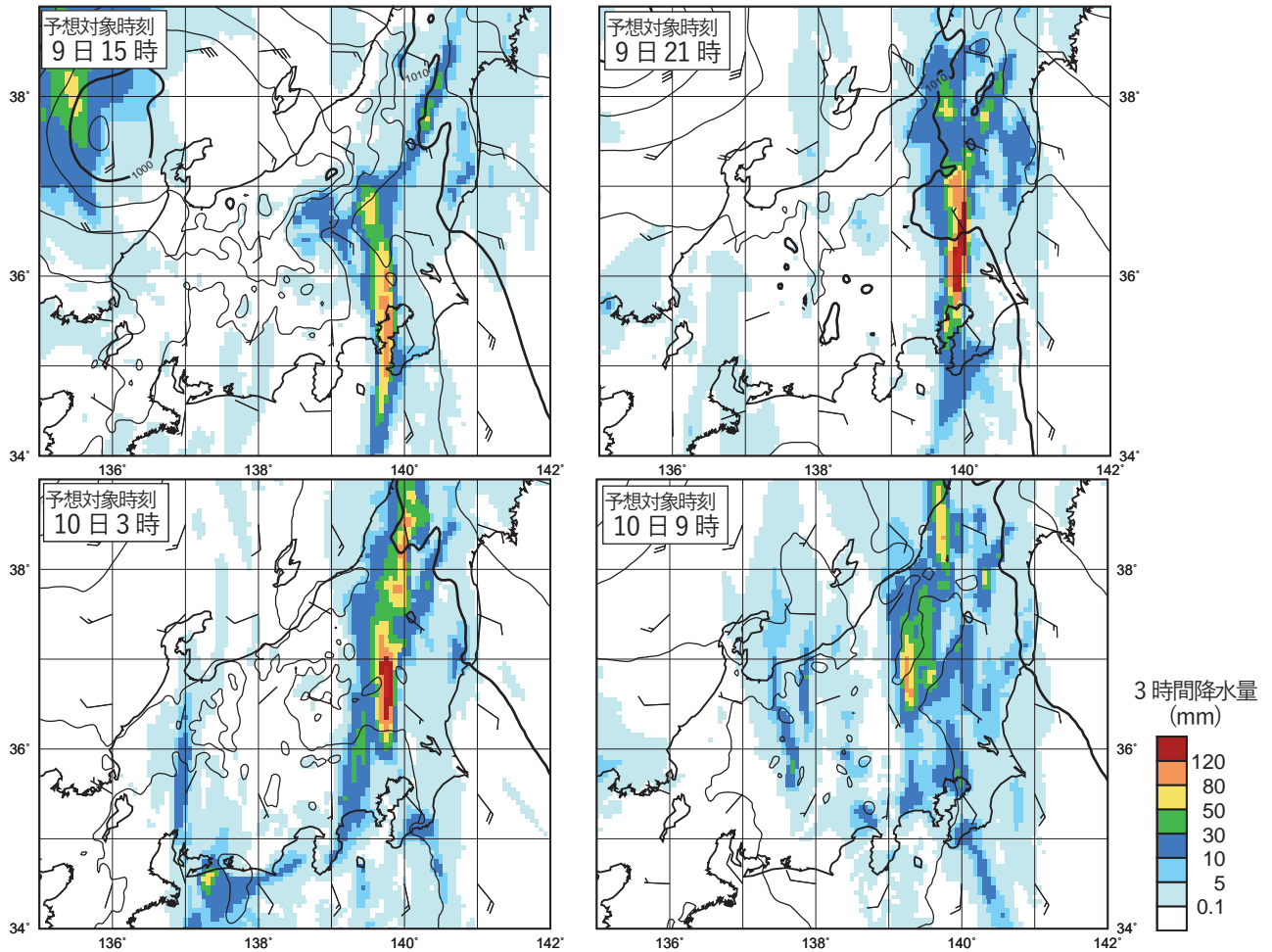


図12 メソモデルによる地上気圧・降水量・風15, 21, 27, 33時間予想図

塗りつぶし域：前3時間降水量(mm)(凡例のとおり)

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9月9日0時(8日15UTC)

図13

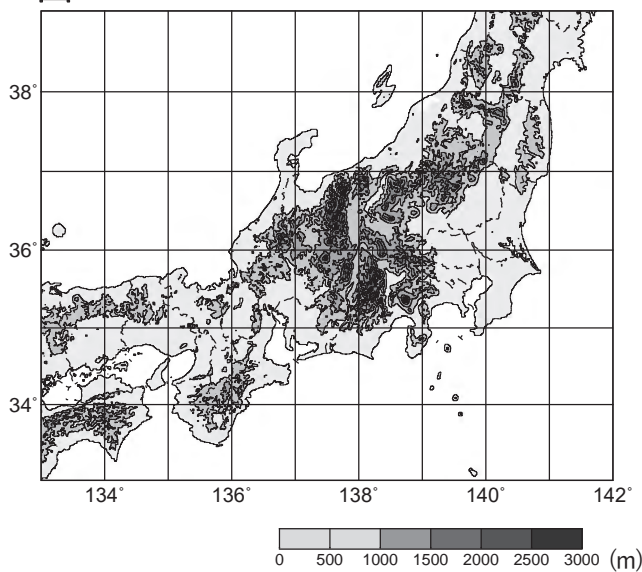


図13 東西南部から近畿地方にかけての地形図

図14

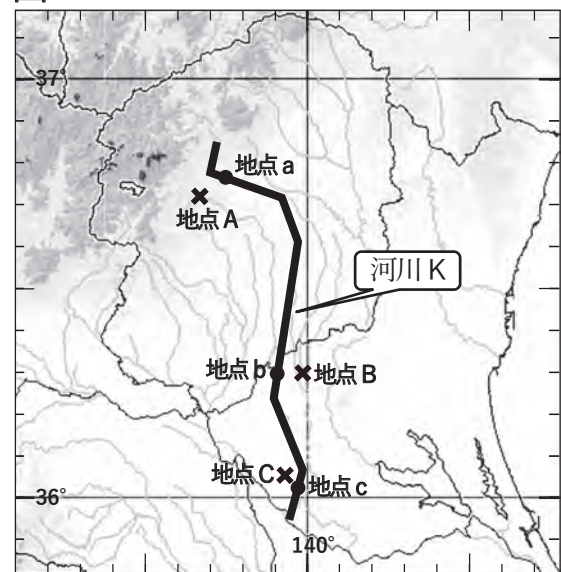


図14 関東地方の地形と河川Kの流路

河川Kの流路を黒太線で示す。

図内の各河川の流路を灰色の線で示す。

図15

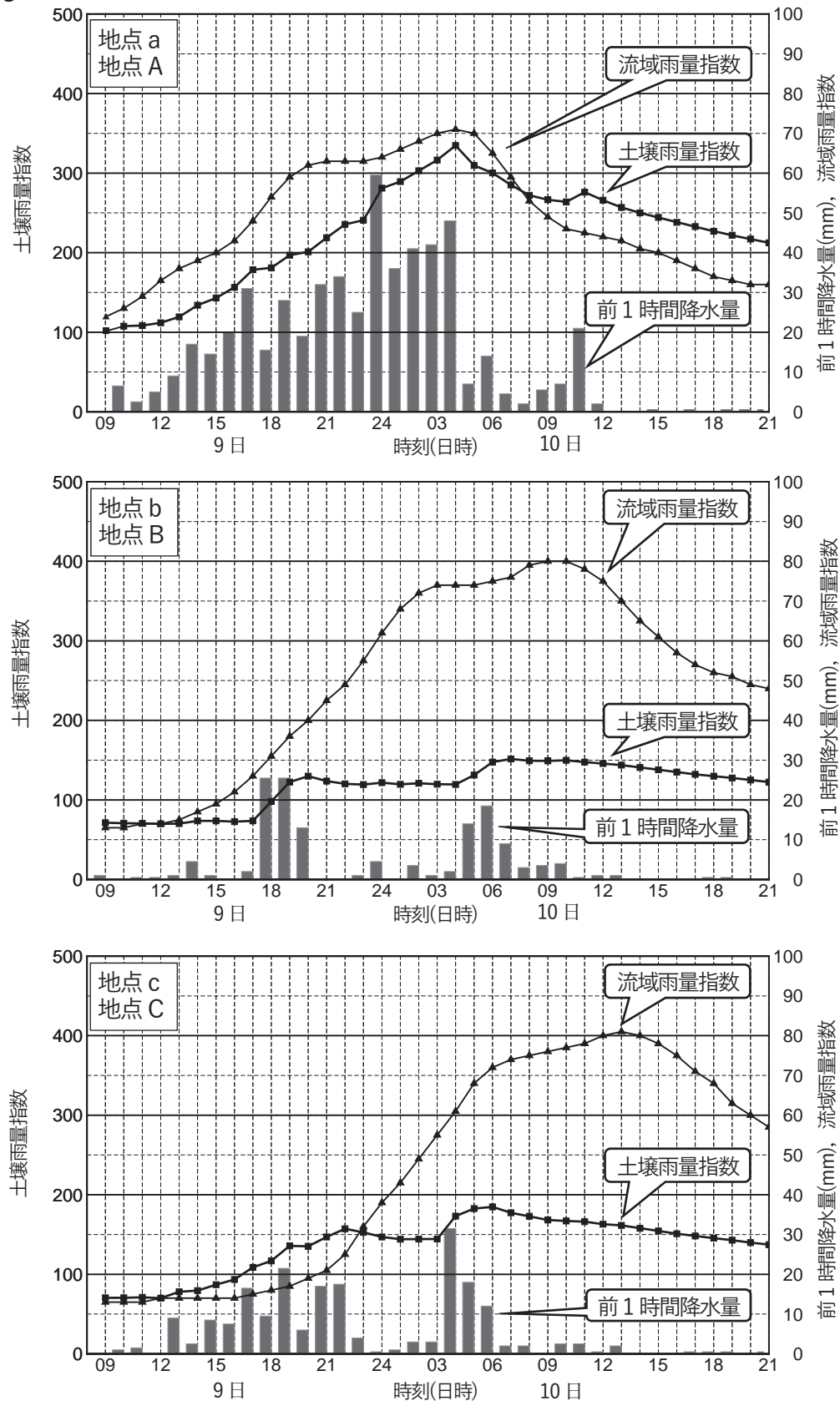


図15 地点aの流域雨量指数および地点Aの降水量と土壌雨量指数の時系列図(上)
 地点bの流域雨量指数および地点Bの降水量と土壌雨量指数の時系列図(中)
 地点cの流域雨量指数および地点Cの降水量と土壌雨量指数の時系列図(下)

XX年9月9日9時(00UTC)~10日21時(12UTC)