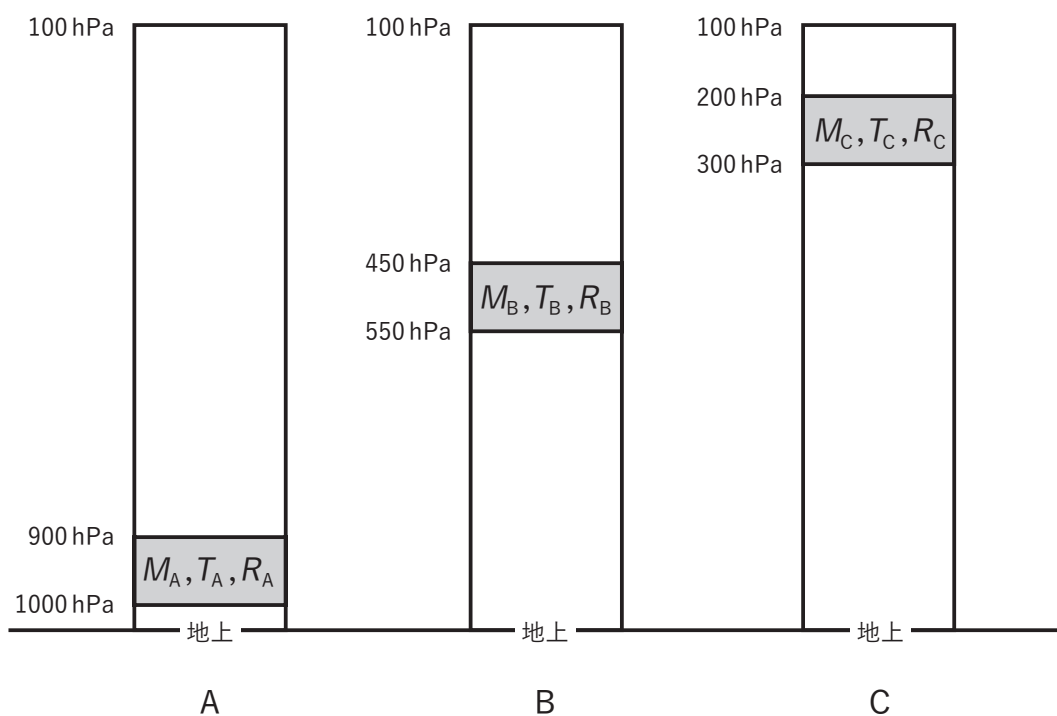


**問1** 図は、同じ底面積を持つ地上から 100hPa までの気柱 A, B, C を表している。それぞれの気柱の灰色で示した層内の大気質量を  $M_A, M_B, M_C$ , 平均気温を  $T_A, T_B, T_C$ , 平均相対湿度を  $R_A, R_B, R_C$  とするとき,  $M_A, M_B, M_C$  の大小関係として正しいものを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。ただし,  $T_A > T_B > T_C$  および  $R_A > R_B > R_C$  とする。



①  $M_A > M_B > M_C$

②  $M_A > M_C > M_B$

③  $M_C > M_A > M_B$

④  $M_C > M_B > M_A$

⑤  $M_A = M_B = M_C$

5

## 問2 未飽和の湿潤空気塊に関する次の文章の空欄(a), (b)に入る適切な数式と変数の組み合わせ

わせを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。

湿球温度  $T_w$ : 蒸発冷却で得られる実測温度  
 湿球温位  $\theta_w$ : 乾燥断熱線で上昇し凝結高度に達したら湿潤断熱線で 1000 hPa に戻したときの温度

未飽和の湿潤空気塊の温位, 相当温位, 湿球温位をそれぞれ  $\theta$ ,  $\theta_e$ ,  $\theta_w$  とするとき, (a) の関係が成り立つ。また, この空気塊を断熱的に上空に上昇させたときに値が変わらないのは (b) である。

湿球温度は 蒸発冷却と周囲からの熱供給が釣り合う平衡温度  
 露点温度は 空気を冷却して飽和に達する温度

|                     | (a)                              | (b)                     |
|---------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 初期位置が1000hPaより上層のとき | ① $\theta < \theta_w < \theta_e$ | $\theta_e$ と $\theta_w$ |
|                     | ② $\theta < \theta_w < \theta_e$ | $\theta_e$ のみ           |
| 初期位置1000hPaより下層の時   | ③ $\theta_w < \theta < \theta_e$ | $\theta_e$ と $\theta_w$ |
|                     | ④ $\theta_w < \theta < \theta_e$ | $\theta_e$ のみ           |
|                     | ⑤ $\theta < \theta_e < \theta_w$ | $\theta_e$ のみ           |

なぜ 1000 hPa より高い気圧では  $\theta_w < \theta$  が起こりうるのか

● ポイントは「1000 hPa に向かう方向」  
 空気塊が 1000 hPa より上 (= 気圧が高い) にある場合  
 → 1000 hPa に向かうには 上昇 (膨張冷却) する  
 空気塊が 1000 hPa より下 (= 気圧が低い) にある場合  
 → 1000 hPa に向かうには 下降 (圧縮昇温) する

● 温位  $\theta$  の場合

乾燥断熱で 1000 hPa に向かうだけなので、  
 上昇 → 冷える / 下降 → 暖まる

● 湿球温位  $\theta_w$  の場合

1000 hPa に向かう前に 蒸発冷却で温度が下がる。  
 その後、湿潤断熱で 1000 hPa に向かう。

● 1000 hPa より高い気圧にある空気塊では...

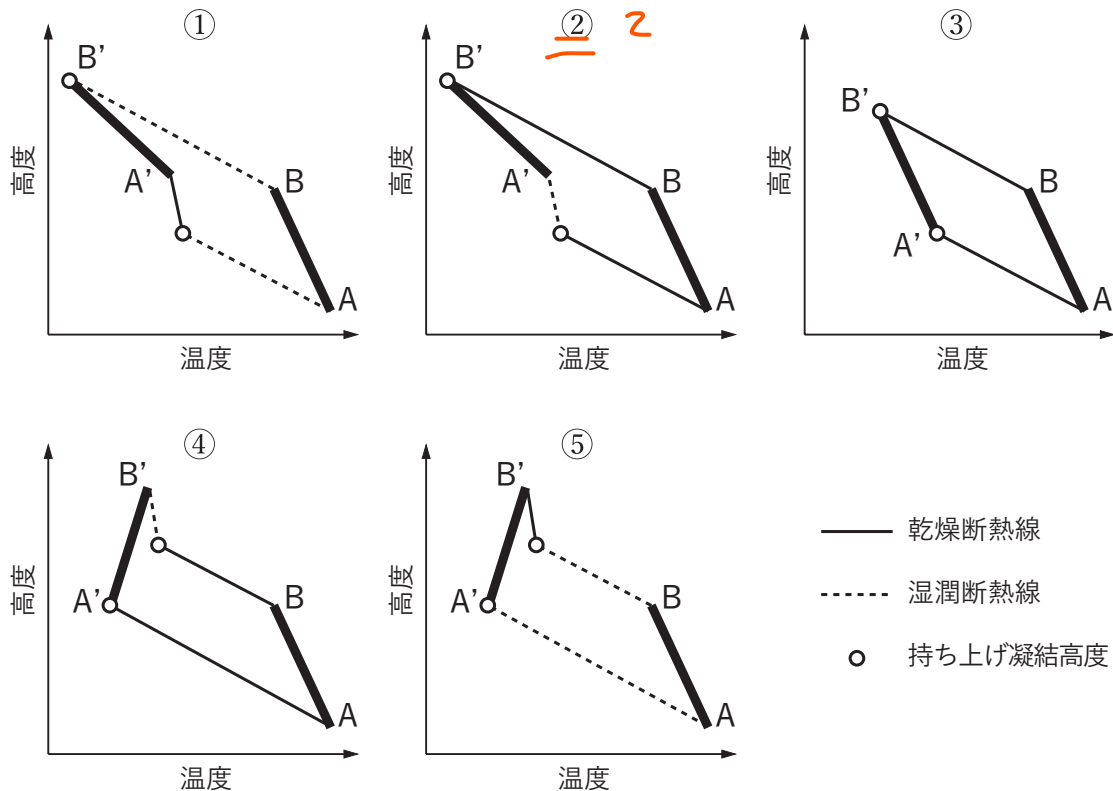
温位  $\theta$ : 乾燥断熱で上昇 → 冷える

湿球温位  $\theta_w$ : 蒸発冷却でさらに冷える → その後湿潤断熱で上昇  
 結果として  
 $\theta_w < \theta$

となることがあり得ます

露点温度: 空気を冷やして飽和に達する温度 (蒸発なし)  
 湿球温度: 蒸発冷却で到達できる最低温度 (蒸発あり)  
 湿球温度は露点温度より高いのが普通  
 一致するのは相対湿度100%のときだけ

問3 図は気層の安定性を模式的に示したものであり, 太実線 AB は初期の気層の温度分布を, 太実線 A'B' は AB の気層全体が飽和するまで上昇した後の温度分布を表している。対流不安定を説明する図として最も適切なものを, 下図①～⑤の中から一つ選べ。



問4 降水に関する次の文章の空欄(a), (b)に入る最も適切な数式と数値の組み合わせを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。

図のように, 地上からの高さ  $H$  m, 半径  $r$  m の円柱の側面に対して垂直に円柱内へ水蒸気を含む空気が風速  $v$  m/s で一様に流入し, 上昇して凝結した後, そのすべてが円柱底面への降水となるものとする。

比湿を  $q$  kg/kg, 空気密度を  $\rho$  kg/m<sup>3</sup> としたとき, 円柱側面の単位面積あたりに流入する水蒸気量は, 毎秒 (a) kg/(m<sup>2</sup>s) である。したがって, 1 秒間に円柱内へ流入する水蒸気量は, (a) に円柱側面の面積 ( $2\pi rH$  m<sup>2</sup>) を乗じたものとなる。

一方, 円柱底面での平均の降水強度を  $P$  mm/h とすると, 円柱底面全体に降る水の量は毎秒  $\pi r^2 P / 3600$  kg/s である。

1 秒間に円柱内へ流入する水蒸気量と円柱底面全体に降る水の量とが等しいとすると,  $P$  を求めることができる。 $q = 2 \times 10^{-2}$ ,  $\rho = 1$ ,  $r = 7200$ ,  $H = 1000$ ,  $v = 2$  のとき,  $P$  は (b) mm/h になる。

$$2\pi r H q \rho v = \pi r^2 P / 3600$$

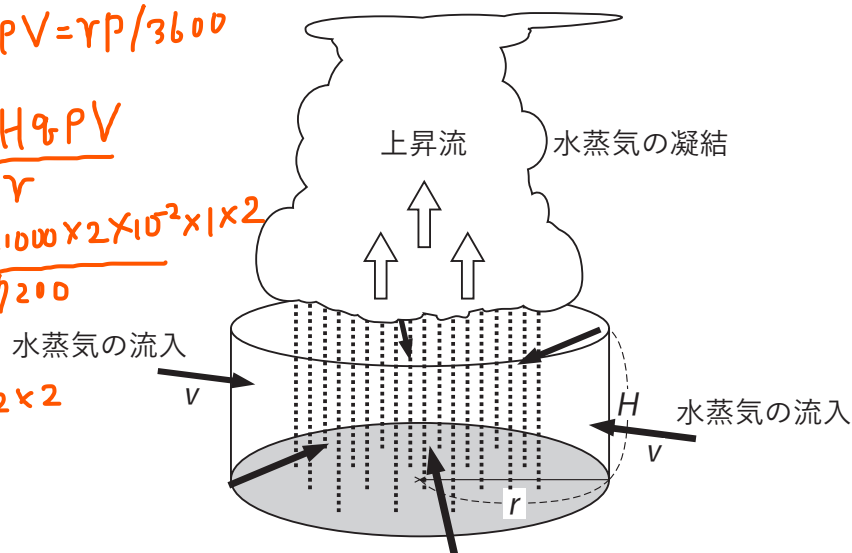
$$2 H q \rho v = r P / 3600$$

$$P = \frac{7200 H q \rho v}{r}$$

$$= \frac{7200 \times 1000 \times 2 \times 10^{-2} \times 1 \times 2}{7200}$$

$$= 10 \times 2 \times 2$$

$$= 40$$



|   | (a)        | (b) |
|---|------------|-----|
| ① | $\rho q$   | 20  |
| ② | $\rho v$   | 20  |
| ③ | $\rho v$   | 40  |
| ④ | $\rho q v$ | 20  |
| ⑤ | $\rho q v$ | 40  |

5

問5 暖かい雨と冷たい雨の過程に関する次の文章の空欄(a)～(c)に入る適切な語句の組み合わせを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。

暖かい雨では, 雲粒が (a) 過程により成長し, 大きな雲粒が落下経路にある小さな雲粒と衝突し, これらを併合して加速度的に大きくなり, 雨滴として地上に達する。

一方, 冷たい雨では, 氷面に対する飽和水蒸気圧は水面に対するものより (b) く, 水蒸気は氷晶に対しての方が (c) になりやすいため, 過冷却雲粒と氷晶からなる雲においては氷晶の方が速く成長し雪となって, あるいはこれが融解して雨となって地上に達する。

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 昇華  | 高   | 過飽和 |
| ② | 昇華  | 低   | 未飽和 |
| ③ | 凝結  | 高   | 未飽和 |
| ④ | 凝結  | 低   | 未飽和 |
| ⑤ | 凝結  | 低   | 過飽和 |

5

問6 放射に関する次の文章の空欄(a), (b)に入る最も適切な数値の組み合わせを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。ただし, アルベドはいずれの地点でも 0.5 であり, 雲の影響はないものとする。

春分の日21の正午における, 緯度  $60^\circ$  のある地点 X での単位面積当たりの直達日射量は, 同じ経度の赤道上の地点 Y での単位面積当たりの直達日射量の (a) 倍である。

また, このときの地表面温度 (絶対温度) が, 大気の影響や地中への熱伝導がなく, 直達日射から受け取る短波放射と地表面からの長波放射のバランスのみで決まるとすると, 地点 X と地点 Y のいずれでも次の式が成り立つ。ただし,  $\sigma$  はステファン・ボルツマン定数 ( $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K}^4)$ ) である。

$$\text{地表面における短波放射量} = \sigma (\text{地表面温度})^4$$

したがって, 地点 Y の地表面温度  $T_Y$  の, 地点 X の地表面温度  $T_X$  に対する比は, おおよそ (b) である。

なお,  $2^{1/2} = 1.41$ ,  $2^{1/4} = 1.19$ ,  $3^{1/2} = 1.73$ ,  $3^{1/4} = 1.32$  とする。

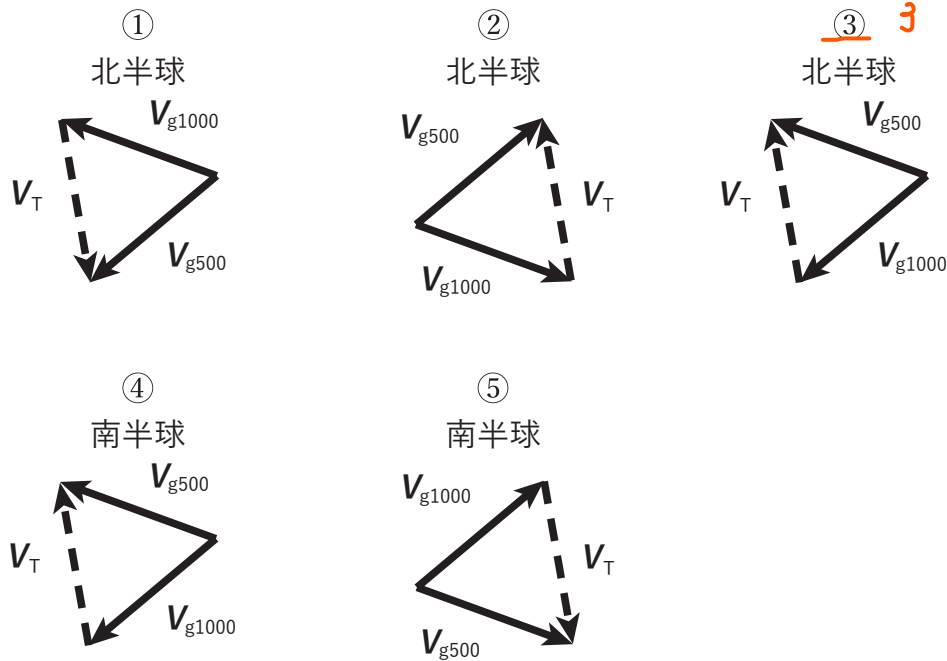
$$1.19 T_X = T_Y$$

|   | (a) | (b)  |
|---|-----|------|
| ① | 0.5 | 1.19 |
| ② | 0.5 | 1.41 |
| ③ | 0.7 | 1.32 |
| ④ | 0.7 | 1.73 |
| ⑤ | 0.9 | 2.00 |

$$\frac{\sigma T_X^4}{\sigma T_Y^4} = \frac{1}{2} \quad \left(\frac{T_Y}{T_X}\right)^4 = \frac{1}{2}$$

$$\frac{T_X}{T_Y} = \frac{1}{1.19}$$

問 7 図は温度風を模式的に説明しており,  $V_{g1000}$ ,  $V_{g500}$  はそれぞれ 1000hPa, 500hPa 面における地衡風ベクトル,  $V_T$  は 1000hPa~500hPa 層内の温度風ベクトルである。1000hPa~500hPa の気柱平均の地衡風によって暖気移流が生じる図として最も適切なものを, 下図①~⑤の中から一つ選べ。



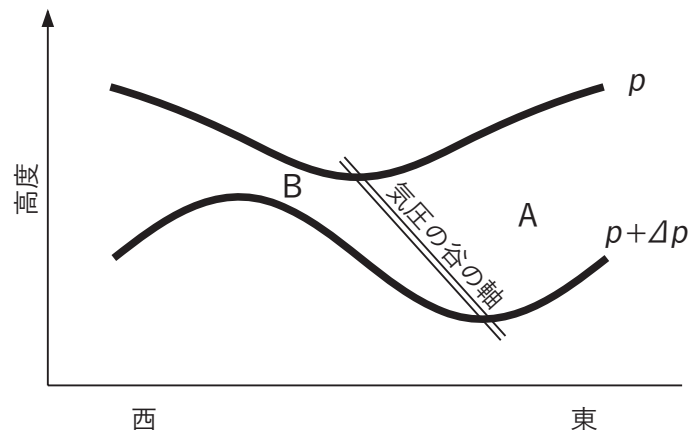
問 8 図は, 北半球で発達中の傾圧不安定波に伴う二つの等圧面の東西鉛直断面を示している。実線は気圧  $p$  および  $p + \Delta p$  の等圧面の高度, 二重線は気圧の谷の軸を表す。この図について述べた次の文(a)~(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを, 下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 図の A 付近の気温は同じ高度の周囲の気温より高く, 南よりの風が吹く。○

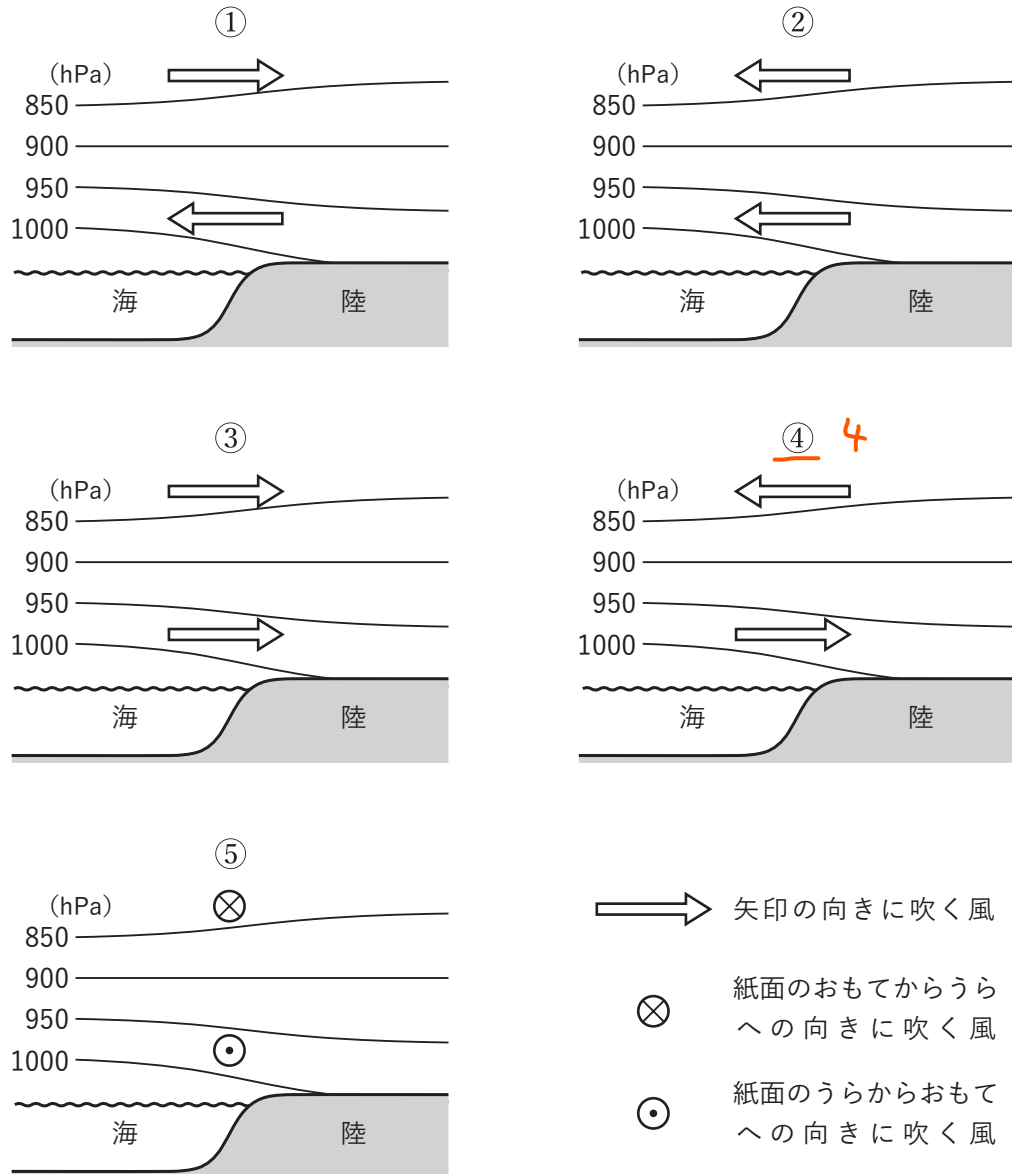
(b) 図の B 付近の気温は同じ高度の周囲の気温より低く, 北よりの風が吹く。○

(c) 図の傾圧不安定波は, 熱を北向きに輸送する。○

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正   | 正   | 正   |
| ② | 正   | 正   | 誤   |
| ③ | 正   | 誤   | 誤   |
| ④ | 誤   | 正   | 正   |
| ⑤ | 誤   | 誤   | 正   |



**問 9** 昼または夜の海陸風を説明する図として最も適切なものを, 下図①~⑤の中から一つ選べ。ただし, 図の実線は等圧面を表し, コリオリ力は無視できるものとする。



問10 成層圏突然昇温について述べた次の文章の空欄(a)～(c)に入る適切な語句の組み合わせを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

北半球の冬季高緯度成層圏では北極付近が低温の極となって、(a) が強まり西風が卓越する。冬季から春先にかけて対流圏でブロッキングなどの活動が活発化すると、(b) が励起され成層圏に伝搬する。この (b) が (a) を (c) させ、成層圏突然昇温を引き起こすことがある。

|   | (a)    | (b)     | (c) |
|---|--------|---------|-----|
| ① | 傾圧不安定波 | プラネタリー波 | 崩壊  |
| ② | 傾圧不安定波 | プラネタリー波 | 発達  |
| ③ | 極渦     | 総観規模擾乱  | 崩壊  |
| ④ | 極渦     | プラネタリー波 | 崩壊  |
| ⑤ | 極渦     | 総観規模擾乱  | 発達  |

問11 現在進行している地球温暖化について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

(a) 世界平均の海面水位の上昇の主な原因は、地球温暖化による海水の熱膨張および山岳氷河や南極・グリーンランドの氷床の融解や海洋への流出であると考えられている。

(b) 温室効果は、地表面からの赤外放射を大気中の温室効果ガスが吸収し、再び地表面へ赤外放射することによっておこる。

(c) 海水温上昇により、現在、海洋中の二酸化炭素が海洋から大気中へ放出されているため、大気中の二酸化炭素の濃度の上昇速度が加速されている。

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正   | 正   | 誤   |
| ② | 正   | 誤   | 正   |
| ③ | 誤   | 正   | 正   |
| ④ | 誤   | 正   | 誤   |
| ⑤ | 誤   | 誤   | 正   |

問12 予報業務の許可制度について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

(a) 小売業者との契約により当該業者の商品仕入れに用いるための気象の予報を提供する業務について許可を受けている者が、新たに一般に発表する気象の予報をインターネットで提供する業務を開始しようとする場合は、気象庁長官の認可を受けなければならない。○

(b) ある県の気象の予報業務の許可を受けている者が、新たに同県内の桜の開花予想を行う場合は、予報業務の範囲の変更について気象庁長官の認可を受けなければならない。✕

(c) 予報業務に必要な観測資料やその他の予報資料の収集施設を変更するときには、気象庁長官の許可を受けなければならない。✕

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正   | 正   | 正   |
| ② | 正   | 誤   | 正   |
| ③ | 正   | 誤   | 誤   |
| ④ | 誤   | 正   | 誤   |
| ⑤ | 誤   | 誤   | 正   |

3

問13 気象予報士の登録について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

(a) 他の者の行う予報業務に、その者が予報業務の許可を受けていないことを知らずに従事していたときは、気象予報士の登録は抹消されない。○

(b) 気象予報士が死亡したとき、その相続人は、遅滞なく、その旨を気象庁長官に届け出なければならない。○

(c) 気象予報士が交通事故を起こして罰金以上の刑に処せられたときには、気象予報士の登録は抹消される。✕

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正   | 正   | 正   |
| ② | 正   | 正   | 誤   |
| ③ | 正   | 誤   | 正   |
| ④ | 誤   | 正   | 誤   |
| ⑤ | 誤   | 誤   | 正   |

気象予報士の登録抹消は「罰金以上の刑に処せられた場合」に限られ、本人に故意（わざと）や重大な過失がない限り、刑事罰の対象にならない  
気象予報士の登録抹消は、気象業務法第24条の25に定められています。  
抹消されるのは、次のいずれかに該当するときです。

- ①死亡したとき
  - ②気象業務法の規定により罰金以上の刑に処せられたとき
  - ③不正手段で登録したことが判明したとき
  - ④試験合格の取り消しを受けたとき
- つまり、罰金以上の刑を受けない限り、登録は抹消されません  
登録抹消は「罰金以上の刑」が条件  
故意がなければ刑事罰にならない  
よって抹消要件を満たさない

2



問14 気象業務法における用語の定義に関する下記の文①～⑤の中から、誤っているものを一つ選べ。

- ① 「気象」とは、大気(電離層を除く。)の諸現象をいう。○
- ② 「水象」とは、気象又は地震に密接に関連する陸水及び海洋の諸現象をいう。○
- ③ 「観測」とは、自然科学的方法による現象の観察及び測定をいう。○
- ④ 「予報」とは、観測の成果に基く現象の予測をいう。✕ 4
- ⑤ 「警報」とは、重大な災害の起るおそれのある旨を警告して行う予報をいう。○

気象業務法が対象とする「気象または地震に密接に関連する陸水・海洋の諸現象」とは、次のような広い範囲の現象を含みます。  
 陸水：河川水位、地下水、土砂災害、洪水  
 海洋：潮位、海水温、波浪、海流、海水、津波  
 これらは気象（降水・気温・風）や地震（地盤変動）と強く結びつく

問15 災害対策基本法に定める対策について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

- (a) 都道府県の地域について災害が発生した場合において、防災の推進を図るため必要があると認めるときは、都道府県知事は、都道府県地域防災計画の定めるところにより、災害対策本部を設置することができる。○
- (b) 非常災害が発生した場合において、当該災害の規模その他の状況により当該災害に係る災害応急対策を推進するため特別の必要があると認めるときは、内閣総理大臣は、臨時に内閣府に非常災害対策本部を設置することができる。○
- (c) 災害が発生するおそれがある異常な現象を発見した者は、遅滞なく、その旨を市町村長又は警察官若しくは気象台長に通報しなければならない。✕

○ ○ 海上保安官

|   | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 正   | 正   | 正   |
| ② | 正   | 正   | 誤   |
| ③ | 正   | 誤   | 誤   |
| ④ | 誤   | 正   | 誤   |
| ⑤ | 誤   | 誤   | 正   |

災害対策基本法 第54条第1項  
 (発見者の通報義務等)

災害が発生するおそれがある異常な現象を発見した者は、遅滞なく、その旨を市町村長又は警察官若しくは海上保安官に通報しなければならない。