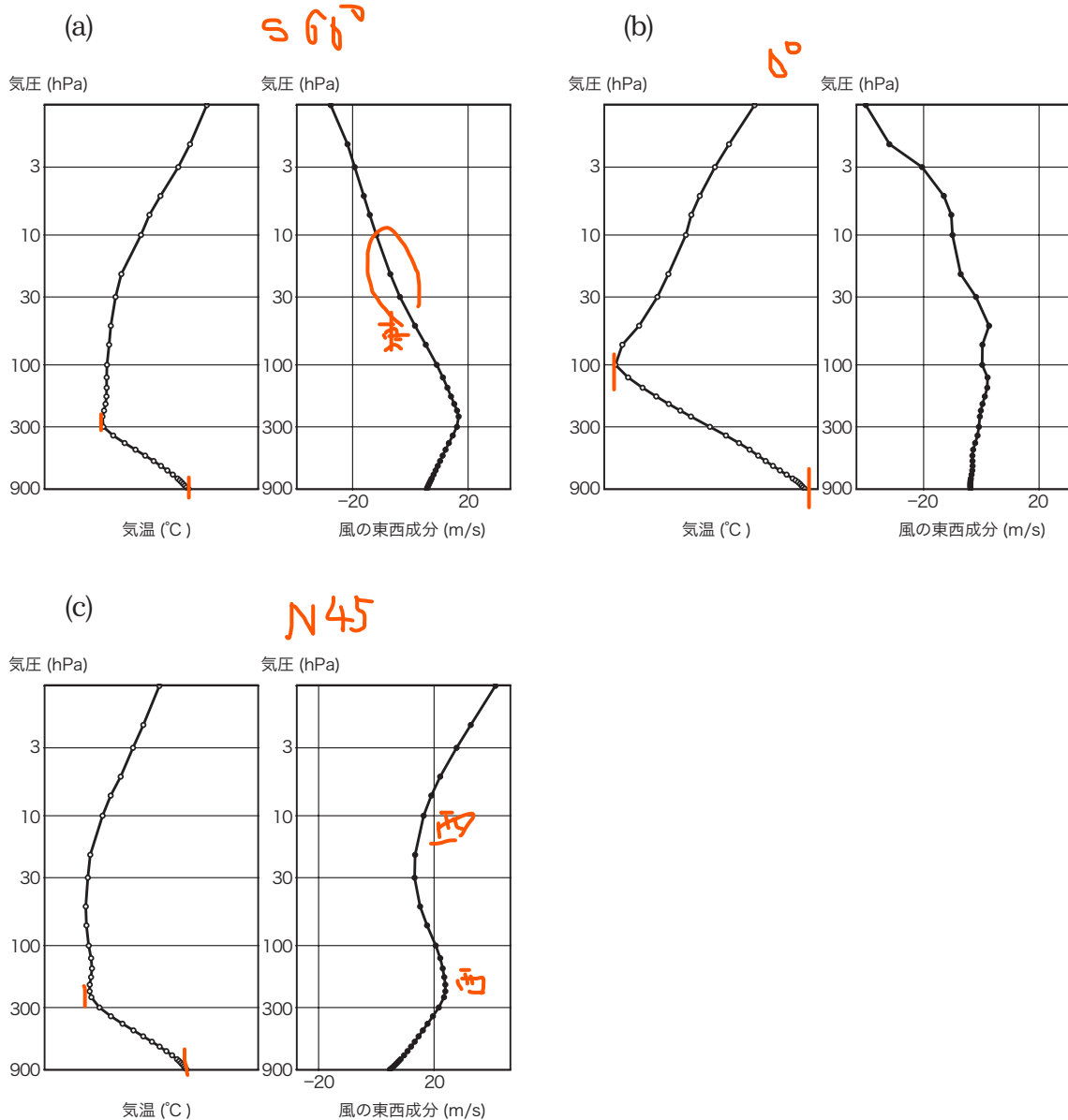


問 1 図 (a) ~ (c) は、1 月の地球大気の気温と風の東西成分の月平均を、北緯 45°、緯度 0°、南緯 60° のいずれかの緯度に沿って東西平均したものの鉛直分布であり、高度は気圧値で表示されている。これらの図とその緯度の組み合わせとして最も適切なものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

ただし、気温の図の横軸には目盛が記入されていないが、横軸の温度の幅はいずれの緯度の図においても同じである。また、風の東西成分は西風を正とする。



- | (a) | (b) | (c) |
|----------|--------|--------|
| ① 北緯 45° | 緯度 0° | 南緯 60° |
| ② 北緯 45° | 南緯 60° | 緯度 0° |
| ③ 緯度 0° | 北緯 45° | 南緯 60° |
| ④ 南緯 60° | 北緯 45° | 緯度 0° |
| ⑤ 南緯 60° | 緯度 0° | 北緯 45° |

問 2 気圧 1000hPa, 温度 0°C, 相対湿度 36% の湿潤空気を, 体積が変化しない容器に取り込んだあと密閉して加熱したところ, 気圧が 1073hPa となった。加熱後の空気の相対湿度の値 (%) として最も近いものを, 下記の①～⑤の中から一つ選べ。

なお, 温度と飽和水蒸気圧の関係は表に示すとおりであり, 水蒸気の混合比 q は, 水蒸気分圧 e と気圧 p により近似的に $q=0.622e/p$ で算出される。

温度 (°C)	0	5	10	15	20	25
飽和水蒸気圧 (hPa)	6.11	8.72	12.27	17.04	23.37	31.66

① 5
② 10 2
③ 15
④ 20
⑤ 25

$$6.11 \times 0.36 \doteq 2.2 \text{ hPa} \quad p_1 V = n R T_1 \quad p_2 V = n R T_2$$

$$2 \times \frac{1073}{1000} \doteq 2.36 \quad \frac{n R T_1}{p_1} = \frac{n R T_2}{p_2}$$

$$\frac{2.36}{23.37} \doteq 0.1 \downarrow 10\% \quad \frac{273}{1000} = \frac{T_2}{1073} \quad T_2 \doteq 293 \quad 20^\circ\text{C} \quad 23.37 \text{ hPa}$$

問 3 大気を理想気体とみなすとき, その熱力学的性質に関する次の文 (a) ~ (d) 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) 水蒸気を含む空気塊に同じ温度の乾燥空気を混ぜると, 空気塊の飽和水蒸気圧は低下する。✕

(b) 温度が 0°C 以下のとき, 氷面に対する飽和水蒸気圧は, 同じ温度の水面に対する飽和水蒸気圧よりも大きい。✕

(c) 乾燥空気と水蒸気の分子量をそれぞれ M_d , M_v とすると, 水蒸気圧 e , 気圧 p の湿潤空気の分子量 M_m は,

$$M_m = \frac{(p-e)M_d + eM_v}{p} \quad \bigcirc$$

で表される。

(d) 相当温位が等しい二つの空気塊の飽和相当温位は同じである。✕

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

「同じ高度 (同じ気圧) で、相当温位が同じで、水蒸気量が異なる二つの空気塊 (片方は乾燥)。このとき、水蒸気量の少ない空気塊のほうが飽和相当温位が大きい」
これは正しいです。
同じ高度・同じ相当温位の二つの空気塊を比べると
水蒸気を含む方は、潜熱を持つぶん「気温が低く」
乾燥している方は、「気温が高い」
飽和相当温位は同じ気圧なら「気温が高いほど大きい」ので、
同じ相当温位なら、水蒸気量の少ない (より乾燥した) 空気塊のほうが飽和相当温位は大きいと言えます。

問 4 降水粒子の形成過程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。

降水をもたらす雲は、降水粒子の形成過程によって暖かい雲と冷たい雲に分けることができる。通常、暖かい雲では、雲粒が生成されて雨粒に成長するためには凝結過程と (a) が重要となる。暖かい雲では凝結核の働きによって雲粒ができるが、冷たい雲では氷晶核の働きによって雲粒ができる。一般に大気中の氷晶核の数は凝結核の数より (b) ために、冷たい雲の中にはしばしば過冷却の水滴が存在する。暖かい雲から降る雨を暖かい雨、冷たい雲から降る雨を冷たい雨という。日本の降水の多くは (c) である。

- | | (a) | (b) | (c) |
|---|----------|-----|------|
| ① | 併合過程 | 少ない | 暖かい雨 |
| ② | 併合過程 | 少ない | 冷たい雨 |
| ③ | 併合過程 | 多い | 暖かい雨 |
| ④ | 過冷却雲粒の捕捉 | 少ない | 冷たい雨 |
| ⑤ | 過冷却雲粒の捕捉 | 多い | 暖かい雨 |

問 5 太陽放射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) 大気中のエアロゾルは太陽放射を吸収するが、そこで得た熱量をそのまま長波放射として射出するため、大気を加熱することはない。✗

(b) 大気に入射した波長が $0.28\mu\text{m}$ よりも短い紫外線は、対流圏界面に達する前に、ほぼ完全に大気に吸収される。○

(c) 可視光域の太陽放射は大気による吸収を受けるため、雲がなくかつ大気に真上から入射した場合でも、地上に届く時の強さは大気上端に入射した時の7割に満たない。✗

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

問 6 コリオリ・パラメータの緯度による違いが台風の移動を引き起こすしくみについて述べた次の文章の空欄 (a) ~ (e) 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。

自転している地球に固定した座標系における水平方向の運動方程式に現れるコリオリ・パラメータ f は、北半球では北極で最大で緯度が低くなるほど小さくなり赤道では 0 になる。このため、大気の相対渦度を ζ とし、絶対渦度の保存則

$$f + \zeta = \text{一定}$$

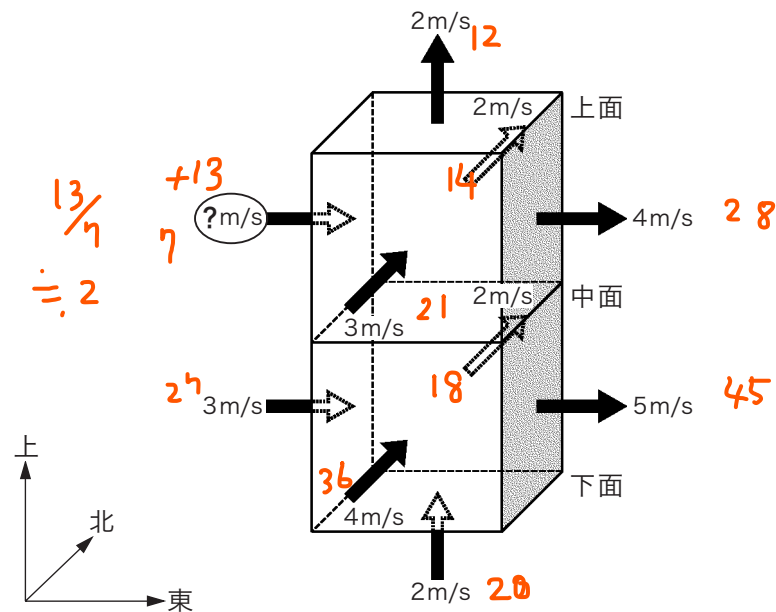
が成立しているとすれば、 ζ は、台風に伴う反時計回りの風によって、北よりの風が吹く台風中心の西側では (a) し、南よりの風が吹く台風中心の東側では (b) する。その結果、台風中心の西側では (c)、東側では (d) の循環が生じる。この循環は台風中心部で (e) の流れを生じさせ、台風を (e) に移動させる要因になる。

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
①	減少	増加	低気圧性	高気圧性	北向き
②	減少	増加	高気圧性	低気圧性	西向き
③	増加	減少	高気圧性	低気圧性	北向き
④	増加	減少	高気圧性	低気圧性	西向き
⑤	増加	減少	低気圧性	高気圧性	北向き

5

問 7 図のように、大気中に、一辺の長さが 2km の立方体の領域が 4 つの側面をそれぞれ東西南北に向け、底面を水平にして二つ重なっており、これらの立方体の各面では図に示すような一定の風が吹いている。この上側の立方体の西側面での風速の値に最も近いものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。

ただし、各高度における空気密度の比は、上面：中面：下面 = 6 : 8 : 10 で、その間は高度に対して直線的に変化しており、各高度では時間的に一定であるものとする。



- ① 1 m/s
- ② 2 m/s 2
- ③ 3 m/s
- ④ 4 m/s
- ⑤ 5 m/s

問 8 中高緯度における大気の波動に関する次の文 (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) 停滞性のプラネタリー波は、南極環海 (南極海) があって風速が大きい南半球の方が、北半球よりも振幅が大きい。✕

(b) 傾圧不安定な場で発生する低気圧は、それによる熱輸送の結果として、傾圧不安定をさらに強める働きをする。✕

(c) 偏西風の蛇行が大きくなると、南北の気圧傾度が大きくなるために、高低気圧の東進速度も大きくなる。✕

(a) (b) (c)

① 正 正 誤

② 正 誤 正

③ 誤 正 正

④ 誤 正 誤

⑤ 誤 誤 誤 5

問 9 積乱雲について述べた次の文章の空欄 (a) ~ (d) に入る適切な語句または数値の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

風の鉛直シアが弱い場に発生する積乱雲は、通常、水平スケールが (a)km, 寿命が (b) 時間程度の現象である。地上付近の空気塊が何らかの原因で持ち上げられて (c) まで到達すると、空気塊は浮力によりさらに上昇を続け、積乱雲が成長する。対流圏界面に達した空気塊は安定に成層した成層圏に阻まれて水平に広がってかなとこ雲となる。

上昇する空気塊に含まれる水蒸気や雲粒は、気温の低い上空に運ばれて、複雑な雲物理過程を経て雪やあられ、時にはひょうにまで成長して落下を始める。雪やあられが落下しながら融けて雨粒となるときの蒸発・融解による冷却や、大きな水滴や氷の粒子による周囲の空気の引きずり下ろしによって下降流が作り出される。下降流は上昇流の源となる暖かく (d) 空気の流入を断ってしまうため、積乱雲は急激に衰弱して一生を終わる。

	(a)	(b)	(c)	(d)
①	1	1	凝結高度	乾いた
②	1	10	自由対流高度	乾いた
③	<u>10</u>	<u>1</u>	<u>自由対流高度</u>	<u>湿った</u>
④	<u>10</u>	<u>1</u>	凝結高度	湿った
⑤	100	10	自由対流高度	湿った

3

問 10 成層圏オゾンに関する次の文 (a) ~ (d) 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) 成層圏界面の温度が対流圏界面や中間圏界面に比べて高いのは、オゾンが
紫外線を吸収するからである。○
- (b) 大気中のオゾンの数密度は、成層圏界面付近で最大となる。✕
- (c) オゾンの数密度が最大となる高度の空気の中でオゾンが占める容積比は、
1%より大きい。✕
- (d) 南極上空に発生する極成層圏雲は、オゾンホール形成を促進する要因の
一つである。○

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

3

問 11 地球温暖化予測に関する次の文章の空欄 (a) ~ (c) に入る最も適切な語句の組み
合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

地球の気候系は、太陽活動、地球の軌道要素、火山噴火などの自然起源の外
力や、二酸化炭素の排出、土地利用の変化などの人為起源の外力を受けて変動
している。地球温暖化の予測結果としてはこれまでにかなりの知見が得られて
きたが、まだ不明な点もあり不確実性が残されている。

特に放射により地球の熱収支に大きな影響を与える (a) については、その分
布や特性の変化、そしてそれらの影響の見積りが難しい。また温暖化が進むと、
単位質量あたりの温室効果が比較的大きい (b) が永久凍土から放出されて温暖
化が大幅に加速されたり、(c) の変化で地球規模の熱輸送形態が変わったりする
ことで、より大きい規模の気候変動につながる可能性も指摘されている。

- | | | |
|------|-------|------|
| (a) | (b) | (c) |
| ① 降水 | メタン | 人間活動 |
| ② 降水 | 二酸化炭素 | 人間活動 |
| ③ 雲 | メタン | 海洋循環 |
| ④ 雲 | 二酸化炭素 | 海洋循環 |
| ⑤ 雲 | 二酸化炭素 | 人間活動 |

3

問 12 気象の予報業務の許可を受けた者が、予報業務を行ったときに記録すべき事項に関する次の文 (a) ~ (d) 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) 予報内容を利用者に伝達した者の氏名を記録しておかなければならない。

X

(b) 気象庁の警報事項 (ただし、許可を受けた予報業務の目的および範囲に係るものに限る) の利用者への伝達状況を記録しておかなければならない。

O

(c) 予報事項の内容および発表の時刻については、その現象の予想を担当した気象予報士が記録しなければならない。

X

(d) 記録は、気象庁長官の承認を得なければ廃棄してはならない。

X

(a) (b) (c) (d)

① 正 誤 正 誤

② 正 誤 誤 正

③ 誤 正 誤 正

④ 誤 正 誤 誤 4

⑤ 誤 誤 正 誤

問 13 予報業務の許可に関する次の文 (a) ~ (d) 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) 民間気象事業者が、航路上の波浪状況を予想して契約した船舶に限定して提供するときには予報業務の許可を受ける必要はない。

X

(b) 予報業務の許可を受けた者から提供される局地予報を携帯電話向けに配信する業務を行う者は、予報業務の許可を受けなければならない。

X

(c) 民間気象事業者が、スーパーマーケットに対して局地的な気象の予想を提供する場合には、その利用目的が売上予測のためだけであっても予報業務の許可を受けなければならない。

O

(d) 気象庁以外の者が、大気汚染対策のために大気中の汚染物質の濃度の測定結果を毎日発表する業務を行う場合には、予報業務の許可を受けなければならない。

X

(a) (b) (c) (d)

① 正 正 誤 誤

② 正 誤 誤 正

③ 誤 正 正 誤

④ 誤 誤 正 誤 4

⑤ 誤 誤 誤 正

問 14 気象の予報業務の許可を受けた者(以下、「予報業務許可事業者」という)の業務
に関して気象業務法に規定されている罰則(罰金以上の刑)について述べた次の文
(a)～(d)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) 予報業務許可事業者が、気象予報士以外の者に現象の予想を行かせたとき
 には、その事業者は処罰の対象となる。○

(b) 予報業務許可事業者に雇われている気象予報士が、その業務の中で、その
 事業者が許可を得ていない波浪の予報を行ったときには、その気象予報士は
 罰せられるが、事業者は処罰の対象とはならない。✕

(c) 予報業務許可事業者が、許可を受けた予報業務の目的及び範囲に係る気象
 庁の警報事項をその予報の利用者に伝達しなかつたときには、その事業者は
処罰の対象となる。✕

(d) 予報業務許可事業者が、許可を受けた業務に関して、気象庁長官が報告を
 求めたにもかかわらずその報告をせず、又は虚偽の報告を行ったときには、
 その事業者は処罰の対象となる。○

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

3

問 15 災害対策基本法に基づく住民等の避難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。

災害が発生し、又は発生するおそれがある場合において、人の生命又は身体
 を災害から保護し、その他災害の拡大を防止するため特に必要があると認める
 ときは、(a)は、必要と認める地域の居住者、滞在者その他の者に対し、避難
 のための立退きを (b) し、及び急を要すると認めるときは、これらの者に対し、
 避難のための立退きを (c) することができる。

- | | | |
|----------|-----|-----|
| (a) | (b) | (c) |
| ① 市町村長 | 勧告 | 指示 |
| ② 都道府県知事 | 指示 | 命令 |
| ③ 市町村長 | 勧告 | 命令 |
| ④ 都道府県知事 | 勧告 | 指示 |
| ⑤ 市町村長 | 指示 | 命令 |

避難勧告は廃止されている → YES (2021年5月から)
 現在は 避難指示 (レベル4) に一本化
 避難行動の基準がより明確になった
 レベル3: 高齢者等避難
 高齢者や障害のある人など、避難に時間がかかる人が避難を開始する段階
 一般の人は避難準備を整える段階
 レベル4: 避難指示 (一本化)
 全員が避難すべき段階
 以前は「避難勧告」と「避難指示 (緊急)」があったが、
 避難勧告は廃止され、避難指示に一本化
 レベル5: 緊急安全確保
 すでに災害が発生している可能性が高い
 命を守る最善の行動をとる段階 (避難が間に合わない場合もある)