

問 1 地球大気の標準的な気温分布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。

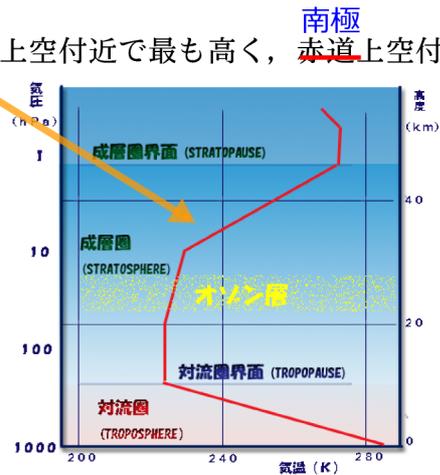
~~(a)~~ 対流圏の気温の鉛直分布は短波放射と長波放射の平衡によって決まり、気温は平均的に高度が 1km 高くなると約 6.5℃ 低下する。

(b) 対流圏界面の気温は低緯度で高く、中高緯度で低くなっている。

(c) 成層圏下部の気温は高度によらずほぼ一定であるが、それより上では高度とともに上昇し、成層圏界面で極大になる。

図のイメージ通り

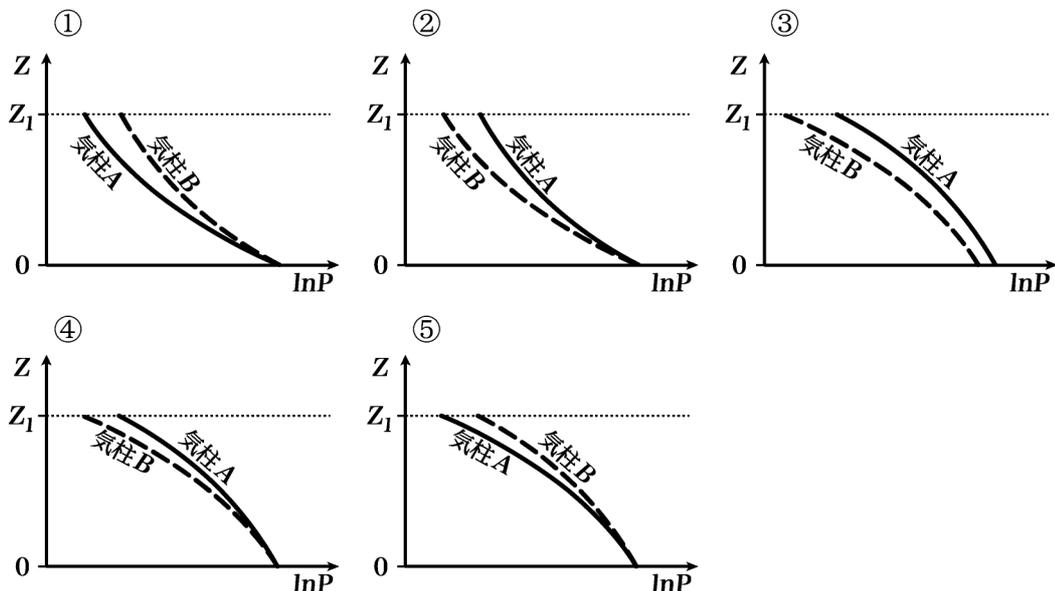
~~(d)~~ 6月~8月の成層圏界面の気温は北極上空付近で最も高く、赤道上空付近で最も低くなっている。



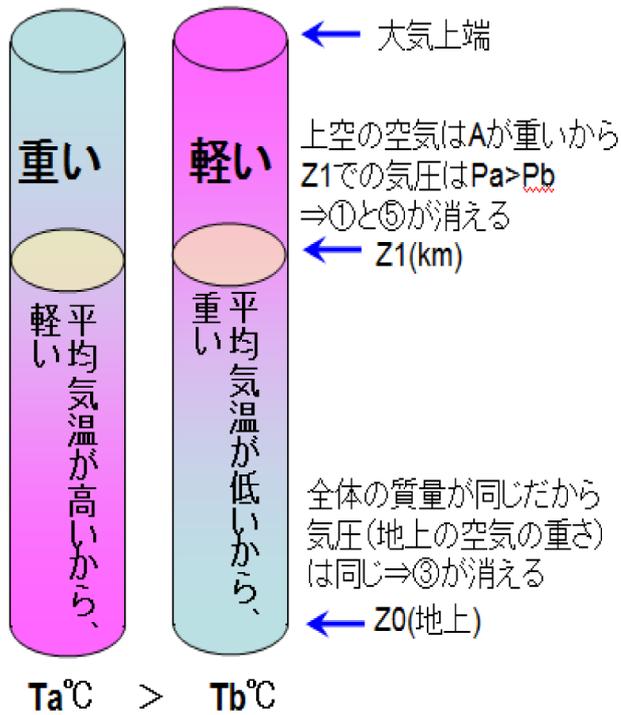
- | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|
| | (a) | (b) | (c) | (d) |
| ① | 正 | 正 | 誤 | 正 |
| ② | 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 | 誤 |

問 2 地上(高度 $Z=0$)を底面とし大気上端を上面とする単断面の鉛直な気柱 A, B がある。両気柱内には乾燥空気が入っており、その質量は同じである。気柱 A の底面での気温は T_a ℃、気柱 B の底面での気温は T_b ℃ ($T_b < T_a$) であり、両気柱内の底面からある高度 Z_1 までの間の気温が高度に対して共通の一定減率で下降しているとき、その層内における高度と気圧の関係を、気圧 P の自然対数 ($\ln P$) を横軸、高度 Z を縦軸として表した下図の①~⑤のうち、最も適切なものを一つ選べ。

ただし、いずれの気柱でも空気は静止し、気柱の各面を通した空気の入出はないものとする。



気柱A = (質量) = 気柱B



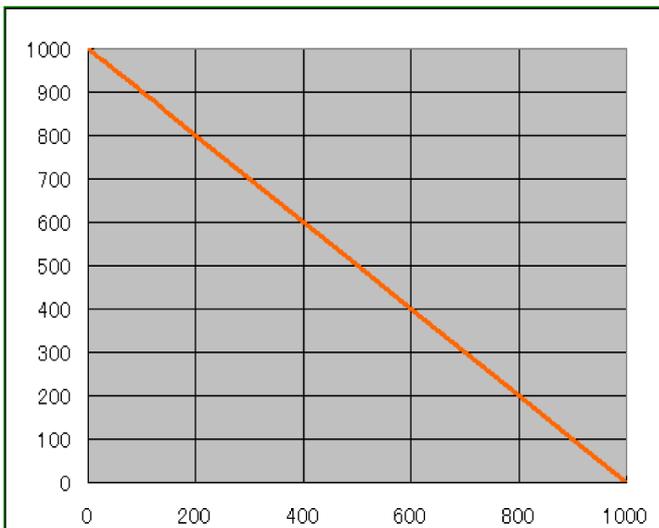
左図下部に示すように、気柱全体の質量は等しいので、地上の気圧(空気の重さ)は等しくなるので、Z0の気圧が異なっている③は除外できる。

地上の気温 $T_a^\circ\text{C}$ が $T_b^\circ\text{C}$ より高温であり、Z1までの気温減率が等しいので、気柱Aの高度Z1までの平均気温は気柱Bより高温である。
平均気温が高温であれば軽い。

すると、その上空では、気柱Aが重く気柱Bが軽くなる。

Z1での気圧(上空の空気の重さ)は気柱Aが気柱Bよりも高い。
よって、①と⑤が除外できる。

残るのは、②(上に凸)か、④(下に凸)かの選択になる。



そこで、対数目盛の特性を調べるために左のようなグラフを作ってみた。

$$y = 1000 - x$$

である。

リニアスケールのグラフでは、直線である。

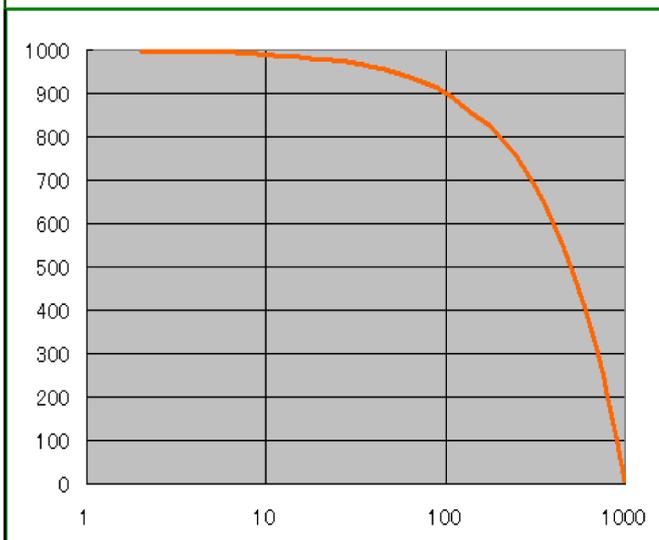
自然対数は、計算が面倒なので常用対数の目盛で表示させた。

電卓がなくても、この程度の作図はできるだろう。

$x = 100$ のときに $y = 900$ の1点だけでも良い。

右下がりの直線グラフを対数目盛にすると上に凸になる。

すなわち、正解は④である。

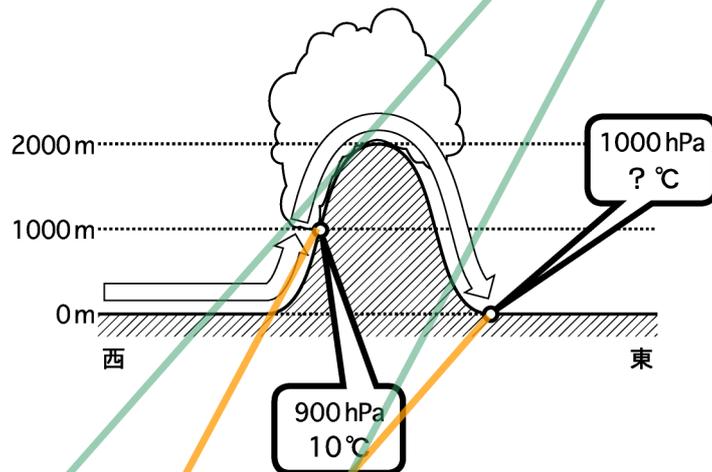


問 3 図のように標高 2000m の山があり, その西側の麓から斜面に沿って上昇した空気塊が, 高度 1000m の中腹で気圧 900hPa, 温度 10℃ となったときに飽和に達して凝結を始め, 山頂に到達した後東側斜面に沿って下降し, 高度 0m, 気圧 1000hPa の東側の麓に到達した。この間に最初に含んでいた水蒸気の 30% を降水で失い, 麓に到達したときの空気塊の相対湿度は 36% になっていた。このときの空気塊の温度として最も適切なものを, 下記の①~⑤の中から一つ選べ。

なお, 空気塊の混合比 q は, 水蒸気圧 e と気圧 p から, $q=0.622e/p$ によって計算できるものとし, 断熱変化では空気塊の混合比が保存されることに着目せよ。また, 温度と飽和水蒸気圧の関係は, 次の表のとおりとする。

表 温度 (℃) と飽和水蒸気圧 (hPa) の関係

温 度	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
飽和水蒸気圧	10.7	12.3	14.0	16.0	18.2	20.6	23.4	26.4	29.8	33.6



1000m(900hPa)到達して飽和したときの混合比 q_1 は、10℃の飽和水蒸気圧が12.3なので

$$q_1=0.622(12.3/900) \text{ となる。}$$

- ① 20℃
- ② 22℃
- ③ 24℃
- ④ 26℃
- ⑤ 28℃

山越え後の地上(100hPa)の混合比 q_2 は、地上の飽和水蒸気圧を e_2 とすると、相対湿度が36%なので

$$q_2=0.622(0.36e_2/1000) \text{ となる。}$$

山越えで30%の水蒸気を失ったので

$$q_1(1-0.3)=q_2 \text{ が成り立つ。}$$

$0.622(12.3/900)(1-0.3)=0.622(0.36e_2/1000)$ を解くと $e_2=26.6$ となるので、最も近い温度は22℃である。

問 4 降水過程におけるエアロゾルの働きに関する次の文 (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。

硫酸アンモニウム、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウムなどは凝結核として働いている

- ✗ (a) 海塩粒子、土壌粒子などは凝結核として働くが、火山噴火で大気中に放出される硫酸エアロゾルは吸湿性が低い~~ため凝結核にはなりにくい。~~
- ✗ (b) 化学物質を含む溶液に対する飽和水蒸気圧は純粋な水のそれより~~大きいので~~^{小さいので}、エアロゾルに含まれる化学物質が溶けた水滴は、水蒸気圧が純粋な水の飽和水蒸気圧より小さいときでも成長する。
- (c) 湿潤空気が過飽和であっても不純物を含まない小さな水滴は曲率の効果のために存在しにくい~~が~~、吸湿性のエアロゾルが水を吸収してその表面が水に覆われると、より低い過飽和度でも水滴として存在できるようになる。

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

問 5 地球は太陽放射によって熱を吸収するとともに、地球放射によって熱を失って放射平衡を保っている。地球の平均アルベドが A_1 のときの地球の放射平衡温度が T_1 であるとき、地球の平均アルベドが A_2 となった場合の放射平衡温度 T_2 を表す式として正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

- ① $\sqrt[4]{\frac{A_2}{A_1}} T_1$
- ② $\sqrt[4]{\frac{1-A_2}{1-A_1}} T_1$
- ③ $\sqrt[4]{\frac{1-A_1}{1-A_2}} T_1$
- ④ $\sqrt[4]{\frac{A_1}{A_2}} T_1$
- ⑤ $\sqrt[4]{\frac{1-A_2}{1-A_1}} T_1$

ステファンボルツマンの法則 $I_E = \sigma T^4$ 式(1)
 (I_E :地球放射、 σ :定数、 T :放射平衡温度)
 地球放射と太陽定数の関係は $I_E = S_0(1-A)/4$ 式(2)
 (I_E :地球放射、 S_0 :太陽定数、 A :地球のアルベド)
 式(1)(2)より
 $\sigma T^4 = S_0(1-A)/4$ 変形して $S_0/4 = T^4/(1-A)$
 条件を変えても $S_0/4$ は一定なので条件 1 と 2 を等号で並べると
 $T_1^4/(1-A_1) = T_2^4/(1-A_2)$
 変形して
 $T_2^4 = (1-A_2)T_1^4/(1-A_1)$
 両辺を4乗根とすると
 $T_2 = \sqrt[4]{\{(1-A_2)/(1-A_1)\}} T_1$

問 6 北緯 30° 線上で東西に 1000km 離れた 2 地点 A,B の高度 5km 面では等圧線が南北に走っており, 西にある地点 A の方が東にある地点 B より気圧が高く, その差が 10hPa で 2 地点間の気圧傾度は一様である。地衡風の関係が成り立つとき, 地点 A と地点 B の間の高度 5km 面での風速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, 必要により, 空気密度=0.5kg/m³, 重力加速度=10m/s², 空気の比熱=1×10³J/kg/K, 緯度 30°でのコリオリパラメータ=7×10⁻⁵/s の値を使用せよ。

地衡風の条件は 気圧傾度力=コリオリ力 である。

気圧傾度力= $-(1/\rho)(\Delta p/\Delta n)$ ρ :空気密度、 Δp :気圧差、 Δn :距離
 コリオリ力= $2\Omega V \sin\phi=fV$ f :コリオリパラメータ、 V :風速

地衡風の条件より

$-(1/\rho)(\Delta p/\Delta n)=fV$ 変形して $V=-(1/\rho)(\Delta p/\Delta n)/f$

$V=-(1/0.5)(-10 \times 100 / 1000 \times 1000) / (7 \times 10^{-5})$

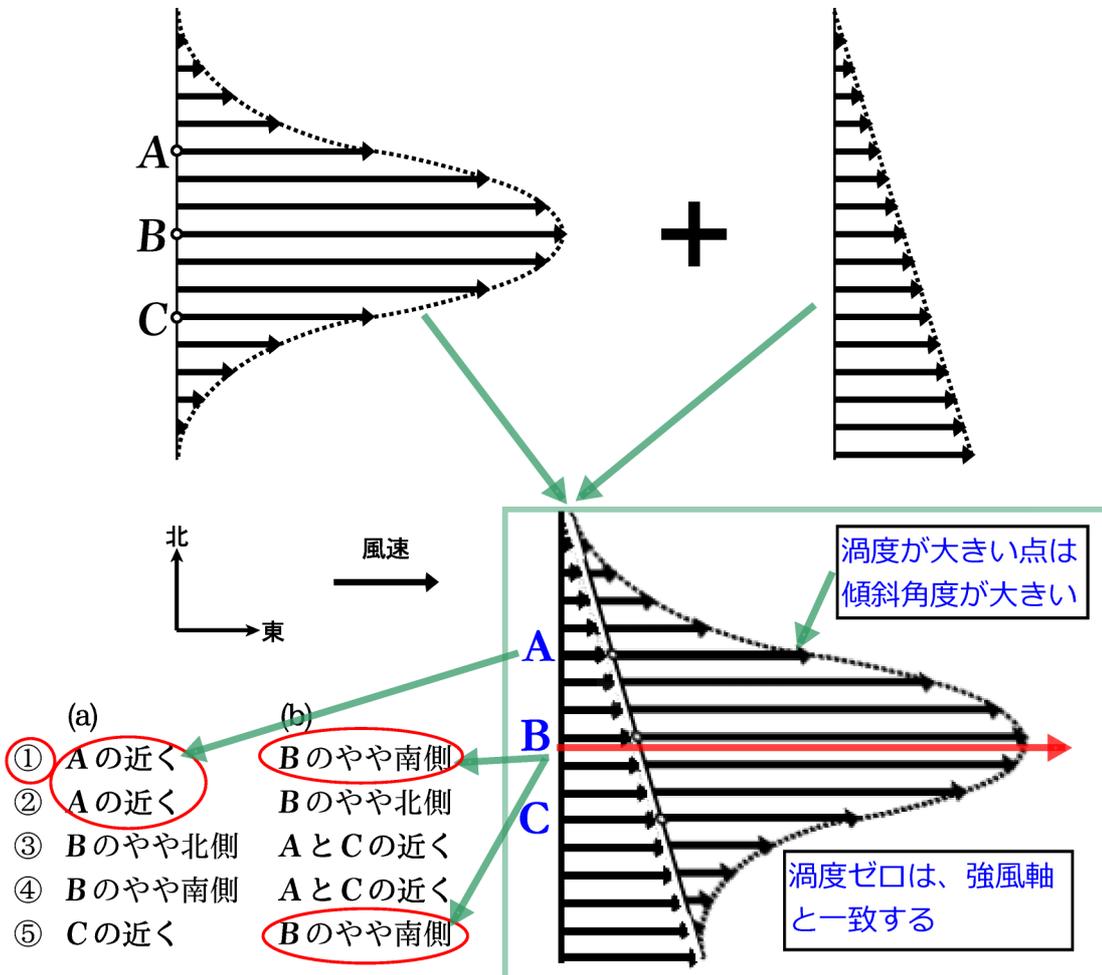
$=1/3.5 \times 10^2 = 28.6$

- ① 50 m/s
- ② 40 m/s
- ③ 30 m/s
- ④ 25 m/s
- ⑤ 20 m/s

hPaを換算するための100倍

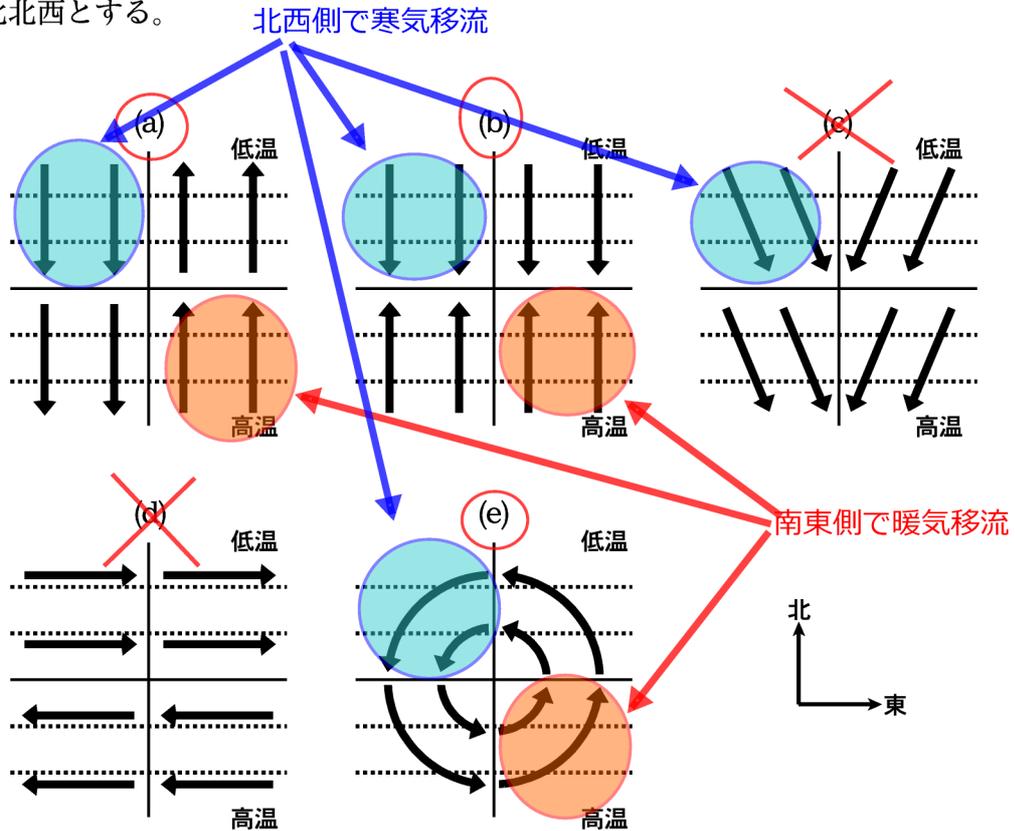
kmを換算するための1000倍

問 7 北半球の自由大気中に, 風速値が図(左)のようなグラフで表される南北対称なジェットがあり, 風速値が最大となる緯度を B, グラフの変曲点に対応する緯度を A,C とする。このジェットに図(右)のような西風による一定のシア一流が重なった風場を考える。この場において, 渦度の鉛直成分の絶対値が最も大きくなる緯度を (a), 渦度の鉛直成分が 0 になる緯度を (b) とするとき, (a), (b) 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。



問 8 発生した前線が強化されるには、温度傾度を強める過程が必要であり、これには温度と風の水平分布が関係する。北半球の水平面内に図 (a) ~ (e) の点線で示すような北側で低く南側で高い南北方向の温度傾度があり、矢印で示すような水平風が吹いているとき、図 (a) ~ (e) のうち、温度傾度を強めるような水平風を示す模式図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。

なお、風速値はすべて同じとし、(c) の風向は中央より東半分が北北東、西半分が北北西とする。



- ① (a)
 - ② (a),(e)
 - ③ (a),(b),(e)
 - ④ (b),(c),(d)
 - ⑤ (b),(c),(d),(e)
- 南東側で暖気移流、北西側で寒気移流
の条件を満たすのは、(a)(b)(e)

問 9 スーパーセル型の巨大雷雨について述べた次の文章の下線部 (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。

スーパーセル型の巨大雷雨は、ときに竜巻を発生させ、大きな被害をもたらす。スーパーセル型の巨大雷雨は、(a)一般場の風の鉛直シアーが強い状況で発達する。下降気流が下層からの暖湿気の流入を妨げないので、通常の雷雨より寿命が長く、数時間程度続くことがある。雷雨の水平断面をレーダーで見ると (b)下層から暖湿気が流入して強い上昇流がある所には反射強度が弱い領域がある。(c)この領域では多量の大きな降水粒子が形成されており、周辺にはかぎ型をしたフックエコーと呼ばれる反射強度の強い領域が現れる。(d)竜巻は、このフックエコー付近で発生することが多い。

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

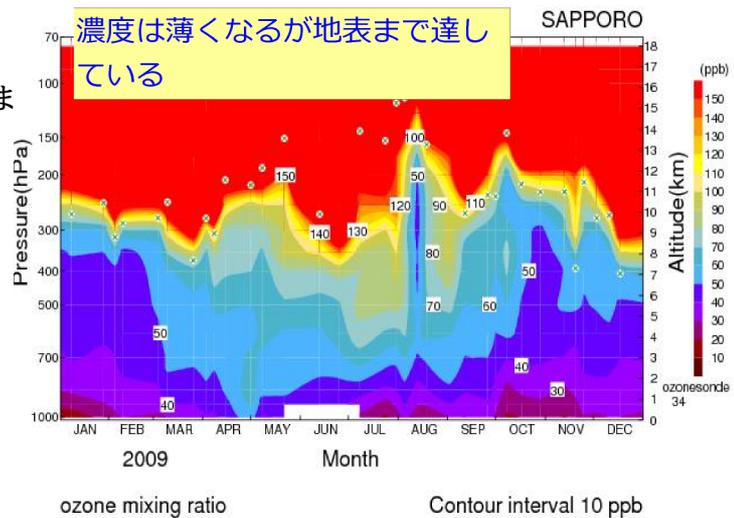
レーダーで検出されるほど大きな降水粒子に成長する時間的余裕がない

問 10 大気中の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) オゾンは主に低緯度の成層圏で生成されるので、大気におけるオゾンの数密度は低緯度の成層圏で最も大きい。低緯度から高緯度に輸送されるので高緯度のほうが大きい
- (b) 低緯度の成層圏で生成されたオゾンは、冬半球の中高緯度成層圏に輸送され蓄積される。
- (c) 北半球の中高緯度では、冬から春にかけてオゾン全量 (総オゾン量ともいう) が多くなる。

(d) 成層圏のオゾンは、
るが、地表面付近にま

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



問 11 温室効果気体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。

地球大気には (a) を吸収する気体 (温室効果気体) が含まれており、地球表面は温室効果気体が射出する赤外線により温められる。これが、地球表面温度が放射平衡温度よりも高い主な原因と考えられている。温室効果気体には (b) など多くの種類がある。現在の地球大気の組成において温室効果に最も大きく寄与している温室効果気体は (c) である。

- | | | | |
|---|------|------|-------|
| | (a) | (b) | (c) |
| ① | 太陽放射 | アルゴン | 水蒸気 |
| ② | 太陽放射 | オゾン | 二酸化炭素 |
| ③ | 地球放射 | メタン | 二酸化炭素 |
| ④ | 地球放射 | オゾン | 水蒸気 |
| ⑤ | 地球放射 | アルゴン | 水蒸気 |

現在の気候を維持している温室効果への寄与度を気体別に見ると、
 水 (水蒸気・雲) 90%以上、
 二酸化炭素 数%
 とする見方が多い。このほか、
 水が 66 - 85%、
 二酸化炭素が 9 - 26%、
 他オゾンなどが 7 - 8%
 とする計算結果もある。

問 12 気象の予報業務の許可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) 予報業務の許可を受けた予報の対象区域を変更するには, 気象庁長官の認可を受けなければならない。予報業務の目的・範囲を変更する場合は認可

(b) 予報業務の許可の有効期間は 10 年間であり, 引続き予報業務を行うには, 期間満了の 2 か月前までに, 改めて気象庁長官に予報業務許可申請書を提出しなければならない。有効期間の定めはない

(c) 予報業務の許可を受けて予報業務を行っている会社が, 予報業務の許可を受けていない会社と合併する場合 (ただし, 会社名と所在地には許可申請時から変更はない) は, 予め気象庁長官に届け出なければならない。

記載事項に変更がないので、届け出の義務はない

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

問 13 気象の予報業務の許可を受けて予報業務を行っている者が, 気象庁長官に対して行わなければならない事項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) 予報業務に必要な観測施設や予報資料の収集方法を変更する場合には, 気象庁長官の許可を受けなければならない。こんな規定はない

(b) 新しく採用した気象予報士に現象の予想を担当させ始めた場合には, その気象予報士の氏名を気象庁長官に報告しなければならない。

(c) 現象の予想の方法を変更する場合には, 気象庁長官の許可を受けなければならない。こんな規定はない

(d) 予報許可事業者から予報事項を利用者に伝達する方法を変更する場合には, 気象庁長官に報告しなければならない。

「気象庁の警報を迅速に伝達すること」は、定められているが、伝達方法の報告義務はない。

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

問 14 注 報及び警報に関する次の文 (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) 気象警報は、新たな注意報又は警報により切り替えられるとき、又は解除されるときまで、その内容が継続される。 **そういうことです**
- (b) 市町村長は、災害に関する警報の通知を受けたときは、当該警報の対象とする区域内の居住者、滞在者その他の者に対し、避難のための立退きを勧告しななければならない。
- (c) 気象庁が行う「波浪注意報」とは、風浪、うねり等によって災害が起きるおそれがある場合に、その旨を注意して行う予報をいう。 **そういうことです**
- (d) 気象庁長官の許可を受けて予報業務を行っている者は、その予報業務の目的及び範囲に係る気象庁の警報事項を当該予報業務の利用者に直ちに知らせなければならない。 **迅速に伝達するように努めなければならない。かなり意地悪な、引っ掛け問題だ。**

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

市町村長独自の判断であり、警報との直接関係はない。また、「しなければならない」との義務ではなく「することができる」が正しい。

問 15 災害対策基本法に基づく災害対策における国及び都道府県の責務について述べた次の文章の空欄 (a)～(d) 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。

国は、災害予防、災害応急対策及び災害復旧の基本となるべき (a) を作成し、及び (b) に基づきこれを実施するとともに、地方公共団体、指定公共機関、指定地方公共機関等が処理する防災に関する事務又は業務の実施の推進とその (c) を行ない、及び災害に係る経費負担の適正化を図らなければならない。

都道府県は、関係機関及び他の地方公共団体の協力を得て、当該都道府県の地域に係る防災に関する (a) を作成し、及び (b) に基づきこれを実施するとともに、その区域内の市町村及び指定地方公共機関が処理する防災に関する事務又は業務の実施を助け、かつ、その (d) を行なわなければならない。

- | | | | | |
|---|-----|-----|------|------|
| | (a) | (b) | (c) | (d) |
| ① | 目標 | 計画 | 指導 | 指導 |
| ② | 目標 | 計画 | 総合調整 | 調整 |
| ③ | 目標 | 法令 | 指導 | 総合調整 |
| ④ | 計画 | 法令 | 指導 | 調整 |
| ⑤ | 計画 | 法令 | 総合調整 | 総合調整 |

災害対策基本法、
第3条 (国の責務) 2項
第4条 (都道府県の責務)
の条文そのまま