

令和3年度第2回（通算第57回）

気象予報士試験

学科試験

予報業務に関する一般知識

試験時間 60 分間(09:40～10:40)

【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(等分割ディバイダは不可)、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。

学科試験に関する事項

- 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氏名、フリガナと受験番号を記入し、受験番号に該当する数字を正しくマークしてください。
- 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マークしてください。他の筆記用具では、機械で正しく採点できません。
- 3 解答を修正するときは、消え残りが無いよう修正してください。消え残りがあると、意図した解答にならない場合があります。

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

問1 中層大気の1月の月平均の気温や等圧面高度などについて述べた次の文(a)~(d)の下線部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1つ選べ。

(a) 高度 10~20km 付近では経度平均した気温が最も低いのは赤道付近である。○

(b) 高度 20~50km 付近では高度が高いほど気温が高く, オゾンの数密度も大きい。×

(c) 高度 70~90km 付近における経度平均した気温は, 大まかにみると, 北極付近で最も高く, 南極付近で最も低い。○

北の冬はフロンティア冷が侵入

(d) 北半球の高度 20~50km 付近では, 等圧面上の等高度線は北極を中心としたほぼ同心円状になっている。×

南極の冬は同心円状

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

問2 対流圏と成層圏の経度平均した 7 月の月平均の気温及び風速の東西成分について述べた次の文章の空欄(a)~(c)に入る語句の組み合わせとして適切なものを, 下記の①~⑤の中から1つ選べ。

成層圏の気温は, オゾンの紫外線吸収に伴う加熱量の違いから, (a) の方が高い。南北両半球の中緯度の風速の東西成分の鉛直分布を対流圏から上部成層圏まで高度に沿ってみていくと, 南北両半球ともに対流圏界面付近で西風が極大となり, 下部成層圏には西風の弱い高度があつて, そこから上空に向かって北半球では (b), 南半球では (c) おおむね高度が高いほど強くなっている。

	(a)	(b)	(c)
①	北極よりも南極	西風のまま	東風に変わり
②	北極よりも南極	東風に変わり	西風のまま
③	南極よりも北極	西風のまま	東風に変わり
④	南極よりも北極	東風に変わり	西風のまま
⑤	両極よりも赤道	西風のまま	東風に変わり

問3 気温減率が一定で条件付き不安定の状態にある地上から高度 1.5km までの大気について述べた次の文章の空欄(a), (b)に入る不等式と語句の組み合わせとして適切なものを, 下記の①～⑤の中から 1 つ選べ。ただし, 乾燥断熱減率は 10°C/km, 湿潤断熱減率は 5°C/km とする。

この大気において, 高度 500m で気温が 20°Cとすると, 高度 1.5km における気温 T の範囲は (a) である。また, 高度 500m の空気塊の持ち上げ凝結高度が高度 1km とすると, この高度 500m の空気塊を温度が 0.5°C 降下するまで断熱的に持ち上げたとき, 空気塊は (b)。

全頁正解

- | | (a) | (b) |
|---|---|--------|
| ① | $10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 15^{\circ}\text{C}$ | 下降を始める |
| ② | $5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 20^{\circ}\text{C}$ | 下降を始める |
| ③ | $10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 15^{\circ}\text{C}$ | 上昇を続ける |
| ④ | $10^{\circ}\text{C} \leq T \leq 20^{\circ}\text{C}$ | 上昇を続ける |
| ⑤ | $5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 15^{\circ}\text{C}$ | 上昇を続ける |

問4 大気中の温度や水蒸気圧など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 1 つ選べ。ただし, 大気では静力学平衡が成り立っているものとする。

(a) 空気塊が内部に含まれる水蒸気を凝結させながら断熱的に上昇するとき, 凝結熱による加熱で温位と相当温位はともに上昇する。✗

✗

(b) 空気塊が内部に含まれる水蒸気を凝結させながら断熱的に上昇するとき, 空気塊の高度 1km あたりの気温の低下率は, 上空ほど小さい。✗

(c) 飽和水蒸気圧は, 同じ温度であれば気圧に比例し, 気圧の低い上空ほど値が小さい。✗

(d) 乾燥空気塊が断熱的に下降するとき, 空気塊の高度 1km あたりの温度の上昇率は, 気圧によらない。○

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

5

乾燥空気断熱変化では、温度減率 Γ_d は

$\Gamma_d = g/C_p$

g : 重力加速度 (9.8 m/s^2)

C_p : 乾燥空気の定圧比熱 (約 $1004 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$)

g は高度でわずかに変化するが、地表から 10 km 程度ではほぼ一定

C_p もほぼ一定

したがって、乾燥断熱減率は 高度に依存せずほぼ一定 (約 9.8 K/km)

■ 湿潤断熱減率は一定か?

一定ではありません。高度・気温・水蒸気量によって大きく変化します

● 低高度・高温 (湿度が高い)

→ 潜熱放出が大きい

→ 温度低下が抑えられる

→ 湿潤断熱減率は小さい ($4 \sim 5 \text{ K/km}$)

● 高高度・低温 (湿度が低い)

→ 飽和混合比が小さい

→ 潜熱放出が小さい

→ 湿潤断熱減率は大きくなる ($7 \sim 8 \text{ K/km}$)

問5 雲や降水の形成に寄与する凝結核と氷晶核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1つ選べ。

(a) 一般的に、氷晶核として働くエアロゾル粒子の数の方が、凝結核として働くエアロゾル粒子の数よりもずっと多い。~~X~~

(b) 大気中で凝結核として働くエアロゾル粒子の単位体積当たりの数は、海洋上の方が大陸上よりも多い。~~X~~

(c) 水溶性のエアロゾル粒子が凝結核となって形成された雲粒は、大気相対湿度が100%未満でも水滴として存在できる場合がある。☐

-5~10°C

(d) 氷晶核として働くエアロゾル粒子を含んだ雲粒は0°C以下の気温になるとほとんどの場合凍結し始める。~~X~~

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

氷結核=雲粒が凍るための“きっかけ”となる微粒子

氷結核があると -5~-10°C で凍る

氷結核がないと -20°Cでも凍らず、-38°Cでようやく凍る

氷結核の種類によって凍結温度が大きく変わる

雲の氷晶生成や降水形成に重要な役割を果たす

雲粒が凍る温度は、氷結核の有無で大きく変わります。

✓氷結核がある場合

氷結核の種類によって異なりますが、

-5°C~-10°C程度で凍結が始まることが多い

特に効果の高い氷結核(例: 粘土鉱物のカオリナイト、バクテリア由来の核)は

-2°C~-5°Cでも凍結を誘発

氷結核がない場合

水滴は非常に凍りにくく、

-20°Cでも液体のまま

-38°C付近でようやく自発的に凍結(均質核形成)

問6 緯度による日射量の違いについて述べた次の文章の下線部(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1つ選べ。ただし、 $\sin 30^\circ = 0.5$, $\sin 60^\circ = 0.87$ とする。

冬至 -23.5°

太陽からの光が地球の赤道面となす角度 δ は夏至の日に 23.5° , (a) 春分と秋分の日には 0° になる。北半球の緯度 ϕ の地点の南中時における太陽の高度角 α は

$$\alpha = 90^\circ - \phi + \delta$$

$$\alpha = 90 - 6.5 - 23.5 = 60 \quad 0.87$$

$$\alpha = 90 - 36.5 - 23.5 = 30 \quad 0.5$$

で表される。雲のない冬至の日の太陽の南中時に地表面が受ける日射量は、北緯 6.5° の熱帯の地点の方が北緯 36.5° の中緯度の地点よりも (b) 43.5%大きい。緯度による日射量の違いは (c) ハドレー循環などの大規模な大気循環の駆動源である。

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

冬至の日の太陽高度 h

は、おおよそ次の式で表せます。

$$h = 90^\circ - \phi + \sigma$$

太陽高度は緯度 ϕ が高いほど低くなる

太陽高度は太陽赤緯が大きいほど高くなる

ϕ : 緯度(北緯を正)

σ : 太陽赤緯(冬至では約 -23.5° 夏至では約 $+23.5^\circ$)

冬至で緯度が 66.5° 超えだと太陽高度はマイナス(極夜)になる

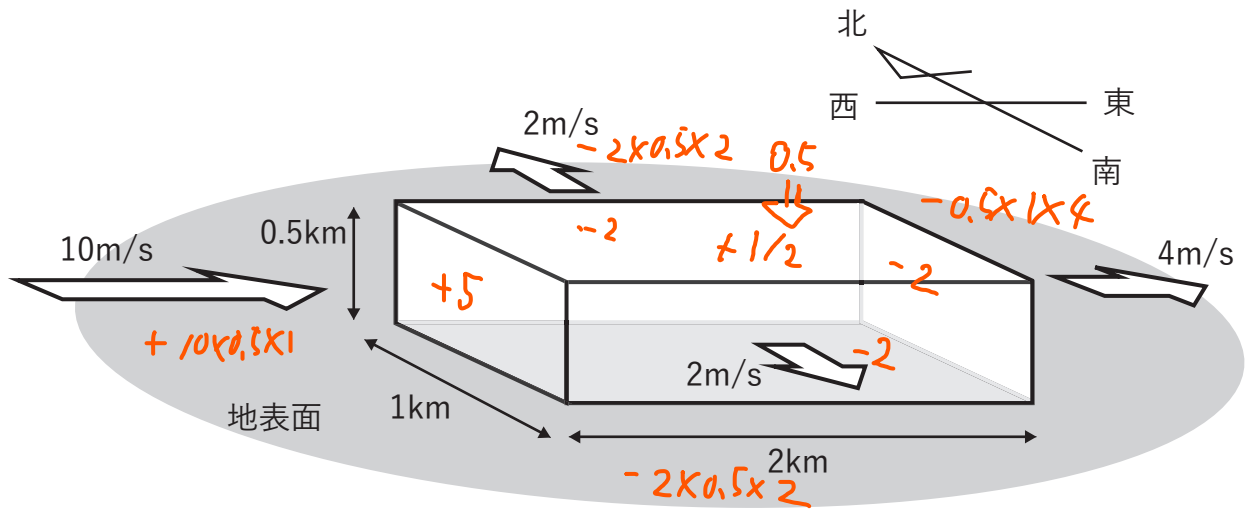
■ 白夜 (midnight sun)

夏の高緯度地方で太陽が沈まず、一晩中明るい現象

■ 極夜 (polar night)

冬の高緯度地方で太陽が一日中昇らず、昼間でも暗い現象

問7 東西方向, 南北方向の長さがそれぞれ2km と1km で, 平坦な地表面からの厚さが0.5km の直方体の大気の領域において, 4つの側面に垂直な風向の風速がそれぞれ図に示す通りであったとき, 上面での鉛直方向の風速の絶対値として適切なものを, 下記の①~⑤の中から1つ選べ。ただし, 風速は各面において一様であり, 大気の密度は一定とする。また, 地表面の摩擦は無視できるものとする。



- ① 0m/s
- ② 0.5m/s 2
- ③ 1.0m/s
- ④ 1.5m/s
- ⑤ 2.0m/s

Handwritten notes for dimensional analysis:

$$N/m^2 \quad Mg/L^2 \quad M^0 L^1 T^{-2} \times M L^{-2} = M^1 L^{-1} T^{-2}$$

問8 一般に, 物理量の次元は質量をM, 長さをL, 時間をTとすると $M^a L^b T^c$ の形式で表すことができる。例えば, 重力加速度の次元は $M^0 L^1 T^{-2}$ となる。気圧およびコリオリパラメータの次元をこの形式で表すとき, a, b および c の数値の組み合わせとして適切なものを, 下記の①~⑤の中から1つ選べ。

Handwritten notes for pressure: $\frac{N}{m^2} = \frac{kg \cdot m/s^2}{m^2} = M^1 L^{-1} T^{-2}$	Handwritten notes for Coriolis parameter: $\frac{fV}{r} = \frac{1/s \cdot L/s}{L} = T^{-1}$
気圧 Mg/L^2	コリオリパラメータ $\rightarrow 1/s$
① a=1, b= 2, c= -1	a=0, b=0, c= -1
② a=1, b= 1, c= -2	a=0, b=1, c= -2
③ a=1, b= 1, c= -2	a=0, b=1, c= -1
④ a=1, b= -1, c= -2	a=0, b=0, c= -1
⑤ a=1, b= -1, c= -2	a=0, <u>b=1</u>, <u>c= -2</u> 5

Handwritten verification for option 5:

$$Mg/L^2 = M M^0 L^1 T^{-2} L^{-2} = M^1 L^{-1} T^{-2}$$

$$= M^0 L^1 S^{-2} \text{ (コリオリ力)}$$

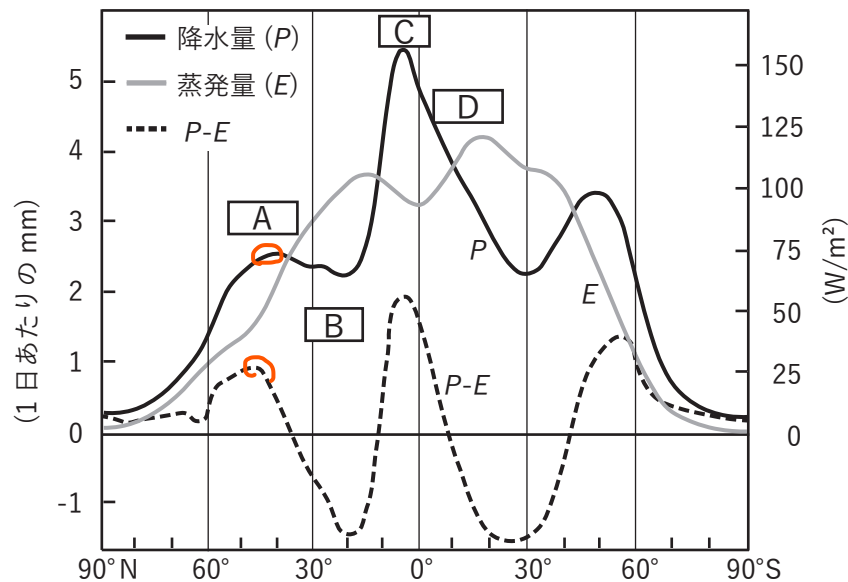
問9 図は経度方向に平均した年降水量(P)と年蒸発量(E)並びに両者の差 $P-E$ の緯度分布である。この図の A~D で示す緯度帯について述べた次の文(a)~(d)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から1つ選べ。

(a) 緯度帯 A の降水量の極大は、主に熱帯域で発生した台風などの熱帯低気圧の降水により形成される。○ → X

(b) 緯度帯 B は大規模子午面循環であるハドレー循環の下降流域に対応しており、地上では亜熱帯高圧帯が見られる。○

(c) 緯度帯 C では南北両半球からの貿易風が収束して積乱雲が発生している。○

(d) 緯度帯 D では、水蒸気は主に極側に向かって輸送されている。X



北緯40~50°の降水極大は、台風ではなく温帯低気圧と前線帯によって形成される。
台風の影響は限定的で、主因とは言えない。

降水の主因は

- ・ 温帯低気圧(中緯度サイクロン)
- ・ 温暖前線/寒冷前線に伴う広域降水
- ・ 偏西風に乗った湿潤空気の上昇

台風(熱帯低気圧)は40~50°帯では主役にならない

- ・ 台風は北上すると海面水温が低下し、熱帯低気圧としての構造を維持できず、温帯低気圧に変わる

日本の例で言えば、

- ・ 台風がもたらす降水は年間降水量の10~20%程度に過ぎません

北緯40~50°/温帯低気圧・前線・偏西風・地形/台風の寄与小さい(主因ではない)
熱帯域/台風・積乱雲・対流活動/台風の寄与大きい

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

問10 ダウンバースト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1つ選べ。

- (a) ダウンバーストは成長期の積乱雲から発生することが多い。✗
- (b) 積乱雲の中で形成された氷粒子は、落下する際に周囲の空気を引きずり下降流を発生させる。このとき、氷粒子が落下しながら融解すると周囲の空気を冷却して下降流を強める。○
- (c) 積乱雲の雲底下が乾燥していると、落下してきた雨粒が蒸発して空気を引きずり下ろす下向きの力が弱くなるため、ダウンバーストは発生しにくい。✓

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

4

問11 地球温暖化の現在の状況について述べた次の文(a)~(c)の下線部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1つ選べ。

- (a) 最近のおよそ 100 年間の地上気温の変化傾向を見ると、世界の気温上昇の割合は海上より陸上の方が大きく、陸上のうちでは北半球の高緯度地域で大きい。○
- (b) 最近のおよそ 50 年間に大気中の温室効果ガス濃度の増加に伴って地球全体で増加した熱エネルギーの約 9 割は海洋に蓄積されていると見積もられている。○
- (c) 地球温暖化に伴う世界平均の海面水位の上昇は、海水温の上昇と北極海の海水の融解による海水の体積の増加が主な原因であると考えられている。✗

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

2

最近50年間で増加した地球の余剰熱の 90%以上 は海洋に蓄積理由は

- ・海の熱容量が大きい
- ・深層まで熱が運ばれる
- ・大気は熱容量が小さい
- ・残りは陸地・氷・大気に分配

海洋の温暖化は海面上昇や海洋生態系への影響を引き起こす

海洋 90~93% 表層~深層まで蓄積
陸地 3~5% 土壌・岩石が吸収
氷河、氷床 2~3% 融解に使われる潜熱
大気 1%未満 気温上昇として観測

問12 気象の予報業務の許可を受けている事業者が行わなければならない行為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 1 つ 選べ。

- (a) 現象の予想の方法を変更したときには, 遅滞なくその旨を記載した報告書を気象庁長官に提出し, 認可を申請しなければならない。✕
- (b) 許可を受けた区域とは別の区域を対象に予報業務を行おうとする場合は, 変更しようとする 30 日前までに気象庁長官に届け出なければならない。✕
- (c) 気象庁の警報事項を受ける方法に変更が生じたときは, その旨を記載した報告書を気象庁長官に提出しなければならない。○
- (d) 許可を受けて実施している予報業務の一部を休止しようとする場合は, 休止しようとする 30 日前までに気象庁長官に届け出なければならない。✕

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

5

1. 認可とは(予報業務を始めるための“本審査”)
予報業務を行うための総合的な能力を審査する“本審査”が認可
予報業務を行うには、気象業務法第17条に基づき 認可 が必要です。
認可では、次のような項目がすべて審査されます。
/予報士の配置/観測・解析設備/24時間対応体制/品質管理体制/
/業務の目的・範囲/提供方法/経営基盤
つまり、予報業務を行うための総合的な能力を審査する“本審査”が認可
2. 変更認可とは(認可内容の重要部分を変えよときの審査)
認可時に審査された内容が変わると、当初の認可条件を満たさなくなる可能性があるため。
行政はその変更が安全性・正確性に影響しないかを再確認する必要があります。
/予報業務の目的を変える/提供対象を変える/提供する予報の種類を増やす
/提供方法を大きく変える/体制の根幹に関わる変更をする

問13 気象測器の検定について述べた次の文(a)~(d)の正誤について, 下記の①~⑤の中から正しいものを 1 つ選べ。

- (a) 気象庁以外の政府機関または地方公共団体が, 研究または教育のために雨量観測を行うときには, 登録検定機関が行う検定に合格した雨量計を使用しなければならない。✕
- (b) 予報業務の許可を受けている者が雨量の観測を行ない, その観測データを外部には発表せずに予報業務に用いる場合でも, 当該観測に用いる雨量計は登録検定機関が行う検定に合格したものでなければならない。○
- (c) 気象測器の検定の有効期間は, 測器の種類にかかわらずすべて 5 年間である。✕
- (d) 登録検定機関に対して検定を申請するときは, その手続きは当該気象測器の製造者がしなければならない。✕

- ① (a)のみ正しい
- ② (b)のみ正しい 2
- ③ (c)のみ正しい
- ④ (d)のみ正しい
- ⑤ すべて誤り

問14 気象予報士について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせについて、下記の①～⑤の中から正しいものを1つ選べ。

- (a) 気象予報士試験に合格した者が気象予報士になるには、合格した日から2年以内に気象庁長官の登録を受けなければならない。~~X~~
- (b) 気象予報士が登録を受けた住所に変更があったときは、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。☒

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

4

問15 災害対策基本法に定める対策に関する次の文(a)～(d)の正誤について、下記の①～⑤の中から正しいものを1つ選べ。

- (a) 中央防災会議は、災害及び災害の防止に関する科学的研究の成果並びに発生した災害の状況やこれに対して行われた災害応急対策の効果を勘案して、毎年、防災基本計画に検討を加え、必要があるときには修正しなければならない。☒
- (b) 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、自らを長とする災害対策本部を設置することができる。☒
- (c) 市町村は、基礎的な地方公共団体として、当該市町村の地域に係る防災に関する計画を作成し、法令に基づきこれを実施するよう努めなければならない。~~X~~
- (d) 国及び地方公共団体は、ボランティアによる防災活動が災害時において果たす役割の重要性に鑑み、ボランティアの自主性を尊重しつつ、ボランティアとの連携に努めなければならない。☒

- ① (a)のみ誤り
- ② (b)のみ誤り
- ③ (c)のみ誤り ☒
- ④ (d)のみ誤り
- ⑤ すべて正しい