

A49-1 大気の温度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の中から一つ選べ。

<p>(a) 国際標準大気では、対流圏内の気温減率と<u>温位</u>は高さ方向にほぼ一定である。 ⇒<u>気温減率は6.5 °C/kmの湿潤断熱線</u>なので<u>温位ではなく相当温位が一定になる</u></p>	×	<p>国際標準大気のモデルにおいての大気の気温は海面上で15 °C、気温減率は6.5 °C/kmでこの状態は高度11 kmまで続き、そこでは気圧は22.632 kPa (226.32hPa)、気温は-56.5 °Cまで落ち込んでいる。高度12 kmを超えるあたりから気温はほぼ一定となる。 <u>国際標準大気の気温減率は6.5 °C/kmの湿潤断熱線</u>なので<u>温位ではなく相当温位が一定になる</u></p>
<p>(b) 対流圏界面付近の気温は、赤道付近より中高緯度の方が低い。</p>	×	<p>赤道上の対流圏界面付近は210K以下で中高緯度より圏界面の気温は低い</p>
<p>(c) 成層圏において気温が最も高くなる高度は、オゾンの数密度が最大となる高度と一致する。</p>	×	<ul style="list-style-type: none"> ・成層圏界面付近が大気密度が低いため気温が高くなりやすい ・オゾンの密度が最大なのは成層圏の中間あたり ・成層圏は上空にいくほど気温が高くなる ・冬極では極成層圏雲ができる(オゾンホールの原因: 冬にフロンから塩素⇒春(9~10月)にオゾン破壊)
		<p>国際標準大気</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完全な乾燥気体(湿度0)であること 2. 物理定数としては、 <ul style="list-style-type: none"> -海面上における温度が15°C (59F) 238K -海面上における気圧が、1013.25 hPa、水銀柱で760mm (29.92inch) -海面上における密度が、1立方メートルあたり1.2250 kg -標準重力は9.80665 m/s² 3. 温度低減率は <ul style="list-style-type: none"> -100m上昇するにあたり-0.65 °C [ただし、-56.5 °C までで、それ以降、高度20kmまでは低減率0]

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

答⑤

国際標準大気 (こくさいひょうじゅんたいき、International Standard Atmosphere, ISA)

地球大気の圧力、温度、密度、および粘性が高度によってどのように変化するかを表したモデル。様々な高度における値を記した表と、表に示されていない値を導出するためのいくつかの方程式で記述される。ISOによってISO 2533:1975として策定されている。また、独自の拡張や一部の改変を施したものがICAOや米国政府等の他の標準化団体によって策定されている。

国際標準大気モデルにおいて大気は温度が区分的に線形に表される幾つかの層に分けられ、他の値は基本的な物理定数や関係式から導出される。つまり標準は各高度での数値の表と、その数値を導出するための幾つかの方程式で構成される。

たとえば、標準によれば海面上での気圧は101.3 kPaで(1013hPa)、気温は15 °C、気温減率は6.5 °C/kmである(すなわち1 km上昇することに6.5 °Cずつ気温が低下する。気温減率は正の時高度が上がるにつれ降温することに注意)。この状態は高度11 kmまで続き、そこでは気圧は22.632 kPa(226.32hPa)、気温は-56.5 °Cまで落ち込んでいる。高度12 kmを超えるあたりから気温はほぼ一定となる。

乾燥断熱減率

空気塊が(例えば対流などによって)上昇する場合、高度の高い場所ほど気圧は低いため、上昇した空気塊は膨張する。空気塊が膨張するとき、空気塊はその周辺にある空気を押して、仕事をする。空気塊は仕事をした一方で、周囲から熱をもらってはいないため、内部エネルギーを失う。したがって空気塊の気温は下がる。この場合の気温減率は9.8 °C/1,000 mである(空気が下降する場合は、逆のことが起こって昇温する)

層	圏	基準ジオポテンシャル高度 h (in km)	基準幾何高度 z (in km)	気温減率 $\times(-1)$ (in K/km)	基準気温 T (in °C)	基準気圧 p (in Pa)
0	対流圏	0.0	0.0	-6.5	+15.0	101,325
1	対流圏界面	11.000	11.019	+0.0	-56.5	22,632
2	成層圏	20.000	20.063	+1.0	-56.5	5,474.9
3	成層圏	32.000	32.162	+2.8	-44.5	868.02
4	成層圏界面	47.000	47.350	+0.0	-2.5	110.91
5	中間圏	51.000	51.413	-2.8	-2.5	66.939
6	中間圏	71.000	71.802	-2.0	-58.5	3.9564
7	中間圏界面	84.852	86.000	—	-86.2	0.3734

気温減率は6.5 °C/kmの湿潤断熱線なので温位ではなく相当温位が一定になる

(a) 国際標準大気では、対流圏内の気温減率と温位は高さ方向にほぼ一定である。⇒誤り

国際標準大気モデルにおいての大気の気温は海面上で15 °C、気温減率は6.5 °C/kmでこの状態は高度11 kmまで続き、そこでは気圧は22.632 kPa(226.32hPa)、気温は-56.5 °Cまで落ち込んでいる。高度12 kmを超えるあたりから気温はほぼ一定となる。

⇒温位が一定となるためには乾燥断熱線に沿った鉛直方向の温度分布になる必要がある

この場合の気温減率は9.8 °C/km

国際標準大気モデルの大気は温位が一定とは言えない

A49-2 地上(高度0km)でヘリウムガスを充てんした体積4m³のゴム気球を、上空に飛揚させる。気温と気圧の高度分布が表のとおりの場合、ゴム気球が破裂する高度に最も近いものを、下記の①～⑤の中から一つ選べ。ただし、ゴム気球内の温度と圧力は常にその高度における外気温と外気圧にそれぞれ等しく、ヘリウムガスの質量は一定とする。また、ゴム気球は、その体積が300m³となる高度まで到達して破裂するものとする。

答② $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$ $P_2/T_2 = (1000 \times 4) / (300 \times 300) = \text{約}0.05$ $10 / 255 = \text{約}0.04$
 気圧÷気温=約0.04 なのは $10 \div 225 = \text{約}0.04$ の高度30km

高度(km)	気温(K)	気圧(hPa)
40	250	3
30	225	10
25	220	25
20	215	50
15	210	100
0(地上)	300	1000

- ① 40km
- ② 30km
- ③ 25km
- ④ 20km
- ⑤ 15km

答②

A49-3 安定指数の一つであるK-index に関する次の数式と文章の空欄(a)~(c)に入る最も適切な演算記号と語句の組み合わせを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

K-index は、高層データから次式により算出される。 $K\text{-index} = (T 850 - T 500) + D850(a) - (T700 - D700)$
 ここで、TpとDpは、気圧p hPa における気温(°C)と露点温度(°C)である。この式から、850hPa~500hPa間の(b) **気温減率**が大きく、850hPaと700hPaにおける水蒸気量が多いほど、K-index は大きな数値となる。K-index が36 以上となる場合は、(c) **雷雨**の可能性が高いことを示している。

T 850 - T 500: 500と850の**気温差** (大きいほど不安定)

D850:850の**露点温度** (大きいほど湿っている)

T700-D700:700の**湿数** (小さいほど湿っている最小値は0°C⇒大きいほど乾燥)

K-index=(850-500の気温差) + (850の露点温度) (a:+or-) (700の湿数) ⇒湿数は乾燥しているほど大きい値になる

水蒸気量が多いほどK-indexは大きい数値となると示されているので

(a)を「+」にすると湿数が大きくなる(乾燥すると)ほどK-indexが大きくなるためおかしいので「-」が適当⇒700が乾燥しているほど値が小さくなる

a	—	
b	気温減率	
c	雷雨	
	答①	

- | | (a) | (b) | (c) |
|---|-----|------|-------|
| ① | — | 気温減率 | 雷雨 |
| ② | — | 気温減率 | 層状性降水 |
| ③ | + | 気温減率 | 雷雨 |
| ④ | + | 層厚 | 層状性降水 |
| ⑤ | + | 層厚 | 雷雨 |

答①

A49-4 雨滴の落下速度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。

大気中を落下する雨滴には重力と空気による抵抗力が働き, 両者は釣り合っている。雨滴の形状を球形とすると, 雨滴に働く重力の大きさはその体積に比例し, 抵抗力の大きさは雨滴の落下速度の2乗と断面積との積に比例する。このことは, 雨滴の落下速度が半径の(a) $1/2$ 乗に比例することを示している。ある地点における半径2mmの雨滴の落下速度が約8.8m/sのとき, 半径1mmの雨滴の落下速度は約(b) **6.3** m/sと見積もられる。

抵抗力 $R = V^2 r^2 \times K_1$ (係数) 重力 $= K_2 r^3$

抵抗力 = 重力 より $V^2 r^2 = K_3 r^3$ $V^2 = Kr$ $V = Kr^{1/2}$ $8.8 : v = \sqrt{2} : 1$ より $8.80 \div \sqrt{2} = \text{約} 6.3$

a	1/2	
b	6.3	
	答①	

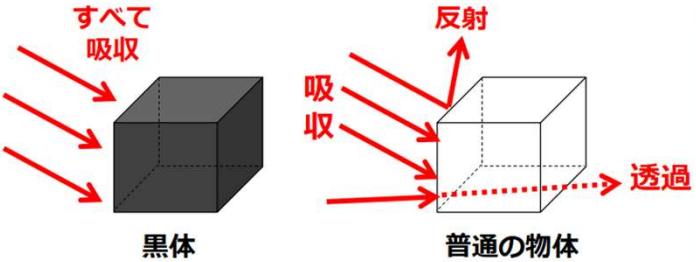
	(a)	(b)
①	1/2	6.3
②	1/2	4.4
③	1	6.3
④	1	4.4
⑤	2	2.2

答①

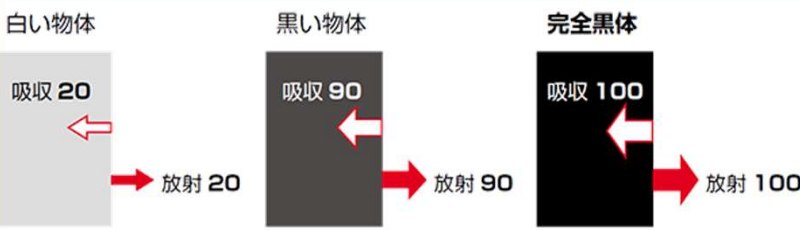
A49-5 大気の放射について述べた次の文(a)~(c)の下線部の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

(a) 太陽放射に対して、大気は <u>近似的に黒体</u> とみなせる。	×	大気は反射や透過がある
(b) 地球のアルベドは、 <u>およそ0.3</u> である。	○	地球のアルベドは0.3
(c) 地球放射は黒体放射とみなせるため、 <u>地表面温度が高くなるとともに、その放射エネルギー量は増加し、単位波長あたりの放射エネルギー強度が最大となる波長は長くなる。</u>	×	プランクの法則放射エネルギー強度が強くなる(温度が高くなる)と波長の放射分布は短いほうにシフトする

答④



黒体 普通の物体

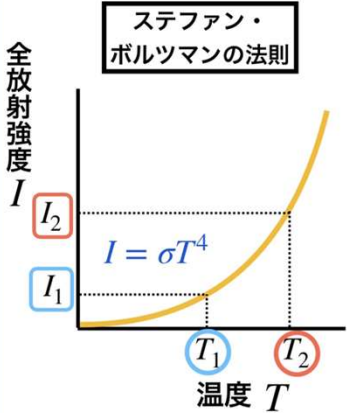


白い物体 黒い物体 完全黒体

吸収 20 吸収 90 吸収 100

放射 20 放射 90 放射 100

2つの法則のイメージグラフ

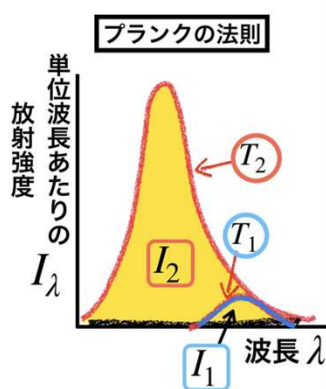


全放射強度 I

温度 T

ステファン・ボルツマンの法則

$I = \sigma T^4$



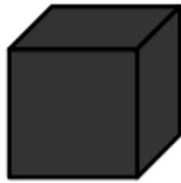
単位波長あたりの放射強度 I_λ

波長 λ

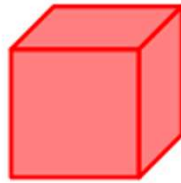
プランクの法則

© 2017色と形で気象予報士!

「黒体」



全ての波長の電磁波を吸収する



高温では全ての波長の電磁波を放出できる

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

答④

A49-6 ロスビー数について述べた次の文章の空欄(a)~(c)に入る数式と語句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。ただし、総観規模の大気現象の代表的な水平スケールをL、代表的な風速をU、コリオリパラメータをf0とする。

ロスビー数は、空気塊の水平加速度(U^2/L)の大きさを、単位質量あたりのコリオリの力の大きさを割った無次元数で、(a) $U/(f_0L)$ と書ける。ロスビー数が1より十分(b)小さい場合は、よい近似で大気の運動は(c)地衡風平衡の状態にある。

a $U/(f_0L)$

b 小さい

c 地衡風平衡

答 ⑤

ロスビー数(ロスビーすう、英語:Rossby number)とは、地球流体力学など回転系の流体力学における非線形性を示す無次元量である。この名は、気象力学の発展に寄与し「近代気象学の父」とも呼ばれるカール=グスタフ・ロスビーに因んだものである。ロスビー数はコリオリの力と慣性力の比で現され、地球流体力学においては

$$Ro = U/fL$$

U、L:それぞれ現象を代表する流速Uと水平方向の長さスケールL

f:コリオリパラメータ

これとは別に時間ロスビー数が定義されることもある。これはコリオリの力と現象の時間変化(代表的時間スケールをTと置く)の比で、

$$Rt = 1/fT$$

で与えられる。

ロスビー数が小さい現象では非線形の効果は無視でき、流れの場は地衡流の関係になる。一方、台風のような現象ではロスビー数は1を越えるため、非線形効果の解釈が重要になる。

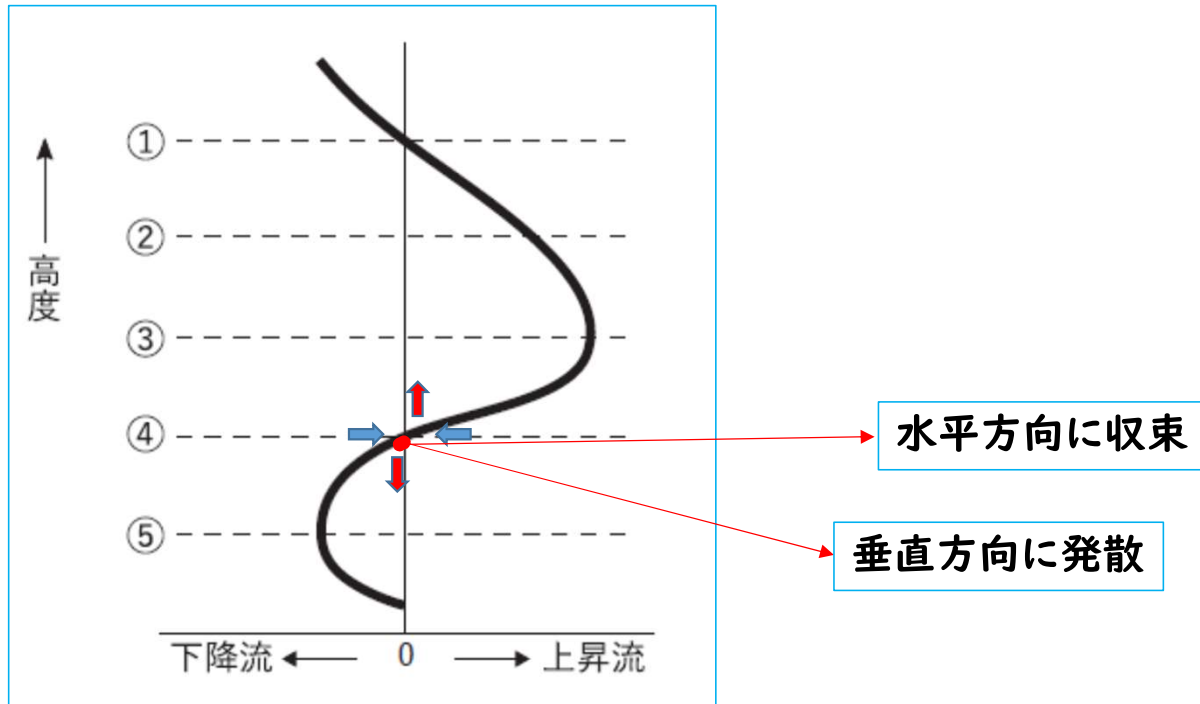
答⑤

(a) (b) (c)

- ① $1/(f_0L)$ 大きい 地衡風平衡
- ② $1/(f_0L)$ 大きい 静水圧平衡
- ③ $1/(f_0L)$ 小さい 静水圧平衡
- ④ $U/(f_0L)$ 大きい 地衡風平衡
- ⑤ $U/(f_0L)$ 小さい 地衡風平衡

A49-7 図の太実線は、ある地点における大気鉛直流の高度分布を示している。破線で示された高度①～⑤の中から、風が水平方向に収束している高度を一つ選べ。ただし、空気の密度は一定で、高度③と⑤ではそれぞれ上昇流と下降流が極値となっているものとする。

水平方向の収束は鉛直方向の発散 ④では鉛直方向に上昇流と下降流があるため鉛直方向の発散がある⇒水平方向の収束
答④



答④

A49-8 ジェット気流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。

答②

(a) 亜熱帯高圧帯の上空では、ハドレー循環による赤道から極方向への流れがコリオリカによって東向きに曲げられ、亜熱帯ジェット気流の維持に寄与している。	○	
(b) 東西方向に平均すると、ジェット気流は、気温の南北傾度の大きさが最も小さい緯度付近に位置している。	×	ハドレー循環(亜熱帯ジェット気流)、フェレル循環(寒帯ジェット気流)の極側の境目に位置している
(c) 亜熱帯ジェット気流に比べて、寒帯前線ジェット気流は時間的にも空間的にも位置の変動が少ない。	×	傾圧不安定波に対応して冬に強く、夏に弱まる 冬は傾圧不安定波に伴う温帯低気圧の移動や発達に強く関連
(d) 中高緯度のジェット気流が南北に大きく蛇行・分流したときに発生することがあるブロッキング現象は、同じような気象状態が長期間継続することにより異常気象をもたらすことが多い。	○	

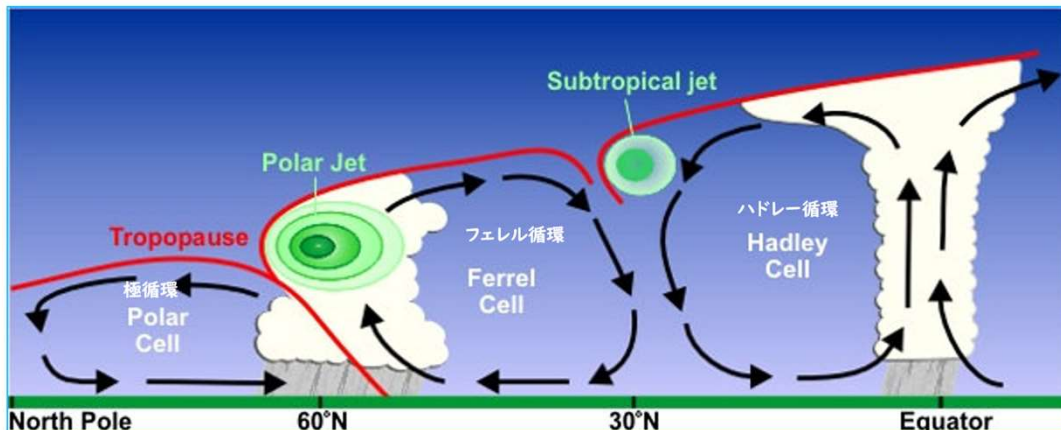
B12-専門知識に関する付録

寒帯ジェット気流

寒帯ジェット気流(左)と亜熱帯ジェット気流(右)の断面図。緑色の濃い部分ほど風速が大きい。大気循環との位置関係を示す。
寒帯ジェット気流(Jp, Jet polar)は中緯度付近に発生するジェット気流で、寒帯前線面に形成される場合、寒帯前線ジェット気流と呼ばれる。傾圧不安定波に対応し、250から300hPa付近の上層で明瞭に見られ、冬に強く、夏には弱まる。
冬は傾圧不安定波に伴う温帯低気圧の移動や発達などに強く関連している。軸の南側の地上に前線ができることが多い。Jp単独での平均流速は、夏20 - 30m/s(60kt)くらい、冬50m/s(100kt)くらいである。
夏の北アメリカ大陸上空、冬の北アメリカ東方沖上空、冬の日本上空では亜熱帯ジェット気流と合流して流速が増す。

亜熱帯ジェット気流

亜熱帯ジェット気流(Js, Jet subtropical)は亜熱帯地方に形成され、北緯30度程度をほぼ定常的に吹く西風。200hPa付近に見られ、冬に顕著。
対流圏上層では前線が形成されるが、地上には現れない。大気大循環で言う、赤道のハドレー循環と中緯度のフェレル循環の境界をなす。ハドレー循環の角運動量が収束することと、Js自身の傾圧不安定波による水平過度の混合によって発生すると考えられている。
Js単独での平均流速は、夏20 - 40m/s(80kt)くらい、冬40 - 50m/s(100kt)くらいである



答②

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

A49-9 竜巻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一つ選べ。

答①

(a) 竜巻に伴う漏斗雲は、渦の中心の気圧低下によって断熱冷却が起き、水蒸気が凝結することによって生じる。	○	
(b) 竜巻の中で、水平スケールが数m から10m 程度のものをじん旋風と呼ぶ。	×	
(c) 日本では台風に伴って発生する竜巻は、過去10年間その発生が確認されていない。	×	
(d) 日本における竜巻の発生確認数は、梅雨前線の活動が活発な6月から7月にかけて最も多い。	×	9~10月(秋)が多い

漏斗雲(ろうとうん・ろうとぐも、英語: funnel cloud, ラテン語学術名:Tuba)

竜巻に伴って発生する細長い雲。竜巻の渦の中心線に沿って親雲(竜巻の母体となる積乱雲や積雲)の雲底から地上に向かって伸びる。雲形分類上は、積乱雲や積雲の一部が変形した「副変種」とされている。

雲底に近い部分ほど太く、地上に向かって先細りになり、形の明瞭なものは漏斗の形に似ているのでこう呼ばれる。昔の人々は細長い漏斗雲を巨大な蛇や竜の尾だと考え、それが「竜巻」の語源となったという。ただ現在の定義上の漏斗雲には、蛇の胴体や象の鼻のように細長いものばかりでなく、太い柱状のものや、はっきりした形を取らず、煙の柱や霧の塊のように見えるものも含まれる。竜巻は豪雨の最中に起こることが多く、夜間に発生する場合もあり、漏斗雲が目撃されたり撮影されたりする機会は多くない。

竜巻の中心付近では気圧が急激に下がっているため、**巻き込まれた空気中の水蒸気が減圧のため冷やされて水滴となり、漏斗雲を形成**する。従って湿度が高い空気中では竜巻が弱い場合でもできやすく、乾燥していると強い竜巻でもできにくい。

そのため、漏斗雲の太さや有無と竜巻の強弱には必ずしも関係性があるわけではない。特に水上竜巻の場合、豊富な水蒸気により明瞭な漏斗雲が形成されるが、竜巻の勢力はむしろ弱いことが多い。かつて、明瞭な漏斗雲を伴う竜巻が青函連絡船の船尾を通過したが、無被害だったという実例がある。また逆に、形状が不明瞭で煙の柱状に見える場合のほうが竜巻の勢力が強いという場合も多い。

水上竜巻に伴う漏斗雲。

略記号	tub
雲形記号	☁、☁、☁
種	漏斗雲
高度	地上付近~約2,000 m
特徴	漏斗状、細長く回転している
降水の有無	なし(漏斗雲自体からはなし)



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

答①

A49-10 中層大気の温度分布と循環に関する次の文(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。

答③

- | | |
|--|---|
| (a) 夏半球の極に近い高緯度では、夏季にオゾン全量が一年を通して最も大きくなり、成層圏の大気が強く加熱される。 | × |
| (b) 高度20~60kmにおける気温の経度平均は、夏半球の極域で最も高い。 | ○ |
| (c) 夏半球の高度20~60kmでは、東風が卓越する。 | ○ |

オゾン量の平均的な世界分布

地表から大気上端までのオゾンの総量を「オゾン全量」とよび、単位はm atm-cm (ミリアトムセンチメートル) で表します。

オゾン量の平均的な世界分布として、衛星観測による年平均オゾン全量の累年平均値を図1に示します。全体的にみてオゾン全量は低緯度で少なく、南北両半球の中・高緯度で多い分布になっています。特にオホーツク海付近は世界的に最もオゾン全量が多い場所であり、日本上空はオゾン全量の南北の傾度が最も大きい地域にあたります。南半球高緯度では、南極オゾンホールが毎年出現しているため、オゾン全量が少ない地域となっています。

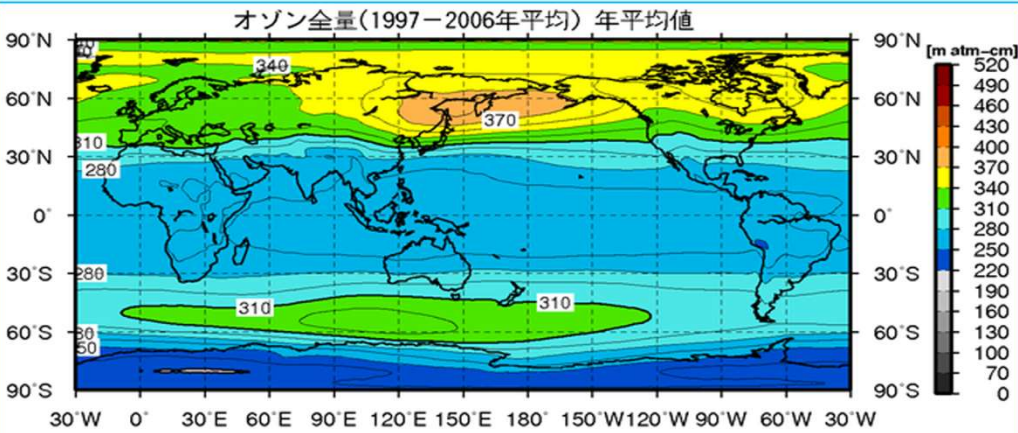


図1 世界の年平均オゾン全量の累年平均値(1997-2006年平均)
等値線間隔は15m atm-cm。米国航空宇宙局(NASA)提供の衛星データから作成。

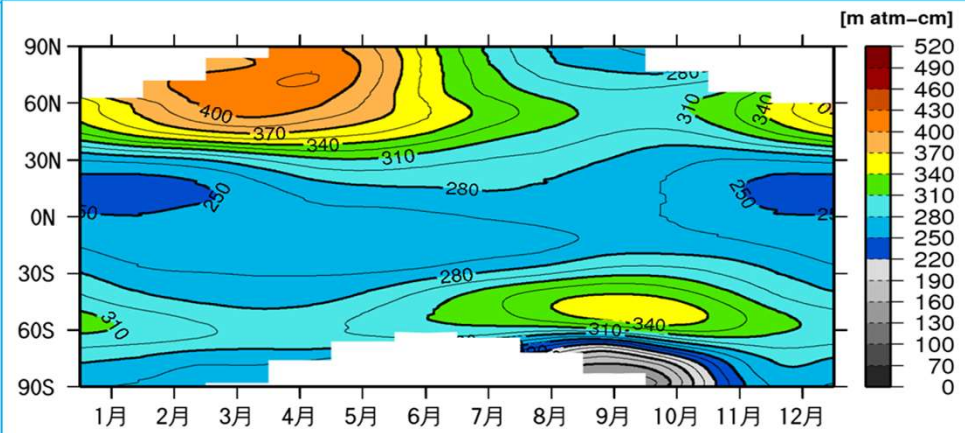


図2 帯状平均した月平均オゾン全量累年平均値(1997~2006年平均)の季節変化
等値線間隔は15m atm-cm。白色の部分は衛星によるオゾン全量観測ができない領域。
米国航空宇宙局(NASA)提供の衛星データから作成。

オゾン量の季節変化

オゾン全量の季節変動をみると(図2)、中高緯度では、冬季から春季(北半球の12月・1~5月。南半球の6~11月)にかけてオゾン全量が多くなっています。こうしたオゾン全量の緯度分布や季節変化は、以下のように説明されます。

成層圏のオゾンは、太陽紫外線による光化学反応で生成され、太陽の放射が強い低緯度上空の成層圏は、オゾンの主要な生成場所です。低緯度の成層圏で生成されたオゾンは、成層圏の大気の流れによって中高緯度に運ばれ下降します。オゾンを含む空気は下部成層圏で圧縮されるため、中高緯度の下部成層圏でオゾン量が多くなります。このような赤道域から中高緯度へのオゾンの輸送は冬季に最も活発となるため、中高緯度では冬季から春季にかけてオゾンが蓄積されてオゾン全量が多くなります。

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

答③

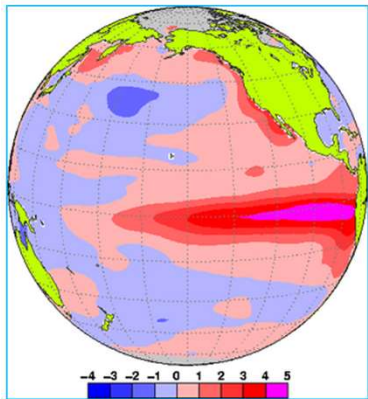
A49-11 エルニーニョ現象発生時の海面水温や大気の特徴について述べた次の文(a)~(d)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①~⑤の中から一つ選べ。

答③

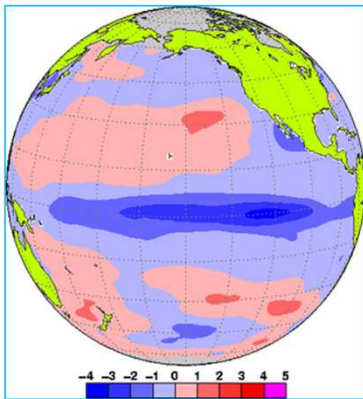
(a) 南米沿岸から日付変更線付近にかけての太平洋赤道域で、海面水温が平年に比べて上昇する。	○
(b) ダーウィン(オーストラリア北部)の海面気圧が平年に比べて低く、タヒチ(東部南太平洋)の海面気圧が平年に比べて高くなる。	×
(c) インドネシアなどの西部太平洋赤道域では対流活動が強まり、降水量が平年に比べて多くなる。	×
(d) 西日本では、夏(6~8月)の平均気温は平年に比べて低い傾向がある。	○

エルニーニョ現象とラニーニャ現象とその他の異常気象要因

AI1-異常気象と気候変動

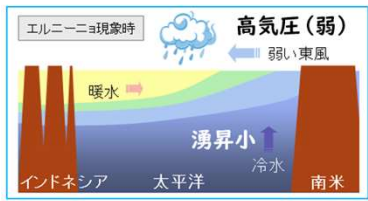


エルニーニョ現象



ラニーニャ現象

エルニーニョ現象	太平洋赤道域の中央部からペルー沿岸にかけて海面水温が継続して上昇
ラニーニャ現象	同海域の海面水温が平年より低くなる
ウォーカー循環	海面水温の高い赤道太平洋西部の低圧部で上昇し、上空で西風となって海面水温の低い赤道太平洋東部の高気圧域で下降し、下層で東風となって西に向かう大気の流れ
エルニーニョの場合	日本は冬は暖冬、夏は冷夏の傾向 積雲対流活発な領域⇒東に移動 赤道太平洋中部付近
ラニーニャの場合	日本は冬は厳冬、夏は猛暑の傾向 赤道太平洋西部の対流活動が強化⇒太平洋高気圧を強める 東西循環(ウォーカー循環)を強め貿易風を強く維持
南方振動	太平洋赤道域の東部・西部の地上気圧に負の相関があること (西が上がれば東が下がる)
南方振動指数	南太平洋東部のタヒチの地上気圧から南太平洋西部のダーウィン(オーストラリア)の地上気圧を差し引いて地上気圧偏差の値を指数化したもので貿易風の強さの指標になる
テレコネクション	大気の運動変化が隣接する気象に影響して遠隔の気象現象に波及すること
偏西風の蛇行 インデックスサイクル	中・高緯度偏西風帯(ジェット気流)は1か月内外の周期で緩やかに蛇行の東西流と激しい蛇行の南北流に交互に変化
ブロッキング型	南に蛇行した領域に寒冷低気圧(切離低気圧)、北に蛇行した領域に温暖高気圧(切離高気圧)が形成されると停滞することが多い⇒少なくとも2週間程度は暖気や寒気が入り偏った天候が続く⇒熱波・寒波・大雨・少雨・不安定現象の頻発など異常気象の可能性が高い
海水や氷床の減少	アルベドの変化による海面水温の上昇など
雲の量の変化	薄い上層雲では温暖化の効果、下層雲や厚い雲は地表面温度を下げる効果が強い



答③

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

A49-12 予報業務の許可を受けている者の予報業務にかかわる次の変更事項(a)~(d)のうち、気象庁長官に報告書を提出しなければならないもの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。

答④?

(a) 予報の対象区域		目的、範囲の変更は認可が必要
(b) 予報業務を行う事業所の所在地	○	氏名、名称、住所の変更等は報告が必要 予報業務許可申請書の内容
(c) 現象の予想の方法	○	予報業務許可申請書に添付する予報業務計画書に記載するものなので報告必要
(d) 利用者に予報事項を迅速に伝達するための施設		予報資料の観測、収集、解析と業務範囲での警報の受領については報告必要 利用者への伝達施設は対象外

「現象の予想の方法」を変更したい場合にどのような手続きを踏むのかという知識が問われています。
気象業務法施行規則第50条第1項第6号では許可を受けた者が予報業務計画書の記載事項に変更があった場合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。と定められています。つまり事後報告で良いということです。

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

答④

A49-13 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) 気象予報士が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には、その気象予報士の登録は抹消され、その後3年間は再び登録を受けることができない。

×

2年

(b) 気象予報士が予報業務の許可を受けた事業者の下で現象の予想を含む予報業務に従事するときには、気象予報士は予め気象庁長官に届け出なければならない。

×

(c) 気象予報士となる資格を有し、気象業務法が規定する欠格事由に該当しない者が気象予報士名簿への登録を申請するとき、気象予報士試験に合格してから登録するまでの期間の長さおよび年齢には制約はない。

○

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

答⑤

A49-14 気象業務法に規定する罰則が適用される事例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一つ選べ。

答②

(a) 地方公共団体が気象庁に届出をして使用している雨量計を、通行人が正当な理由がないのに壊した。

(b) 気象予報士が死亡したときに、その相続人がその旨を気象庁長官に届け出ることを怠った。

(c) 気象庁以外の者が自ら行った(但し、船舶又は航空機が行う場合は除く)気象の観測の成果を、気象庁長官の許可を得ずに船舶又は航空機において受信されることを目的とした無線通信による発表業務を行った。

(d) 気象庁長官の命を受け、私有地で観測を行おうとした気象庁職員の立ち入りを、土地所有者が正当な理由なく拒んだ。

×

- 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

答②

A49-15 警報と特別警報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。

答①×

(a) 気象業務法および気象業務法施行令に基づいて気象庁が直ちに警報事項を通知すべき対象機関は、気象庁が一般の利用に適合する気象、高潮、波浪の警報をしたときも、気象庁が気象、高潮、波浪の特別警報をしたときも同じである。	○	
(b) 気象庁から警報事項の通知を受けた都道府県の機関は、警報、特別警報いずれについても直ちにその通知された事項を関係市町村長に通知しなければならない。	×	都道府県の機関ではなく、都道府県知事
(c) 気象、高潮、波浪の特別警報は、府県予報区のほか地方予報区に対しても発表される。	×	府県予報区内でも大雨警報と大雨特別警報をわけて発表する改善を行っている地方予報区は対象が広がりすぎる

特別警報の伝達

特別警報が発表された場合、警報と同様に、行政機関や住民の防災対応を支援するため、特別警報の発表や解除の伝達系統が制度化されている(気象業務法第15条の2)。警報と異なるところは、都道府県知事から市町村長、市町村長から住民への周知がそれぞれ義務となっている点。

- (義務) 気象庁→住民(全種類)(報道機関の協力の下行う)
 - (義務) 気象庁→NHK(全種類)
 - (義務) 気象庁→都道府県、消防庁、NTT東日本・西日本(地震動以外)
 - (義務) 気象庁→海上保安庁(地震動・噴火以外)
 - (義務) 気象庁→警察庁(噴火・大津波のみ)
 - (義務) 都道府県知事→関係市町村長 ※警報では「努力義務」となっている。
 - (努力義務) 警察庁、消防庁、NTT東日本・西日本→関係市町村長
 - (努力義務) 海上保安庁→航海中および入港中の船舶
 - (義務) NHK→公衆
 - (義務) 市町村長→公衆・官公署 ※警報では「努力義務」となっている。
- 義務付けられている「市町村長から住民への周知」とは、公衆や官公署に対して「直ちに周知させる措置」をとることを指し、各々の住民全てに個別に周知することではない。具体的には、防災行政無線や有線放送の戸別受信機や屋外スピーカー放送、広報車の巡回、消防団や自主防災組織を通じた伝達、自治会等を通じた伝達、携帯電話の防災メール発信や携帯電話会社の緊急速報メール、地域のケーブルテレビやコミュニティFMによる放送などである。

また、2014年3月27日より、Jアラートによる特別警報の配信が開始された。運用規則により、原則として自動起動する扱いとなっており、防災行政無線やコミュニティFMの緊急放送を自動起動して「特別警報発令」の放送を実施することによる周知が可能となった。

地方予報区
北海道地方
東北地方
関東甲信地方
東海地方
北陸地方
近畿地方
中国地方
四国地方
九州北部地方 (山口県を含む)
九州南部・奄美地方
沖縄地方

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

答③

B49-1 気象庁で観測している日射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。

答①

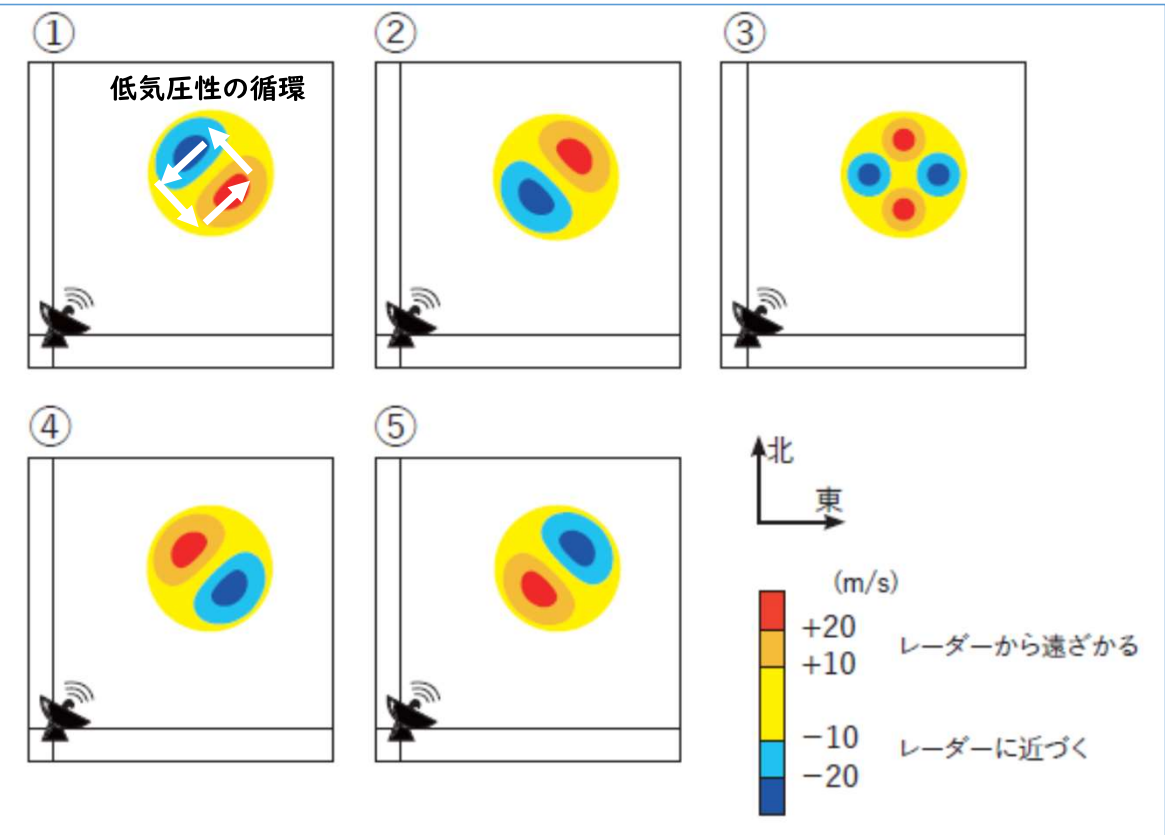
(a) 日射とは、太陽放射の総エネルギーのほとんどを占める短波長領域の太陽放射のことをいう。	○
(b) 全天日射とは、散乱によって天空のすべての方向から入射する日射、雲から反射した日射および直達日射を合わせたものである。	○
(c) 大気の濁り具合に関する指標(大気混濁係数)は、直達日射量から算出することができる。	○
(d) 直達日射量は、日の出前と日の入り後の薄明にもわずかながら観測される。	×

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

答①

B49-2 気象庁の気象ドップラーレーダーで降水を伴った低気圧性の循環を観測したとき、風の動径方向の成分を表した模式図として最も適切なものを、下図①～⑤の中から一つ選べ。

個①



答①

B49-3 気象庁が行っている気象レーダー観測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の中から一つ選べ。

気象レーダーでは、電波が伝わる経路の途中で強い降水域があると電波が降水粒子の散乱による減衰を受けるため、(a)この強い降水域より遠方にある降水は通常よりも弱く観測される。一台の気象ドップラーレーダーで観測できる風のデータは動径方向の風速成分のみである。この風のデータは、(b)竜巻の発生と関連深いメソサイクロンの検出に活用されている。(c)しかし、この風のデータは数値予報の初期値解析には利用されていない。

(a)この強い降水域より遠方にある降水は通常よりも弱く観測される	○	降水エコー域のさらに後方にあるエコー強度は一般的な理論値よりエコー強度が小さくなる降水粒子による電波の減衰効果は補正できない
(b)竜巻の発生と関連深いメソサイクロンの検出に活用されている	○	
(c)しかし、この風のデータは数値予報の初期値解析には利用されていない	×	ドップラーレーダの風は、数値予報の初期値解析(データ同化)に利用されている
答②		

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

答

B49-4 気象庁の数値予報の改良とその効果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。

答③

(a) 少しずつ異なる初期値を多数用意して多数の予報を行うアンサンブル予報の手法を導入し、予報結果のアンサンブル平均を取ることで、気温や高度場の予報の系統的な誤差が減少した。	×
(b) 客観解析に4次元変分法を導入することにより、数値予報の初期時刻と異なる時刻に観測されたデータを効果的に利用できるようになった。	○
(c) 積雲の効果をパラメタリゼーションにより数値予報モデルに取り込むことで、個々の積雲の発達、衰弱を予測できるようになった。	×

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

答③

B49-5 気象庁が作成している数値予報プロダクトの利用にあたって留意すべき事項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。

答④

(a) 水平スケールの大きな現象ほど、数値予報により予測が可能な時間は短い。	×	
(b) メソモデルの予報結果は、予報領域の境界を通じて全球モデルの予報結果の影響を受けるが、その影響は予報時間が長くなるほど小さくなっていく。	×	MSMの境界にGMSの予報結果を境界値として使う、一般に予報時間が長いほど精度は悪くなるので影響は大きくなる
(c) 週間アンサンブル予報結果のスプレッドが大きい場合は、小さい場合に比べて一般に予報の精度が低い。	○	

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

答

B49-6 次ページの図は4月のある日の日中に気象衛星で観測された可視画像および赤外画像である。これらの画像について述べた次の文章の下線部(a)~(d)の正誤について、下記の①~⑤の中から正しいものを一つ選べ。

答③

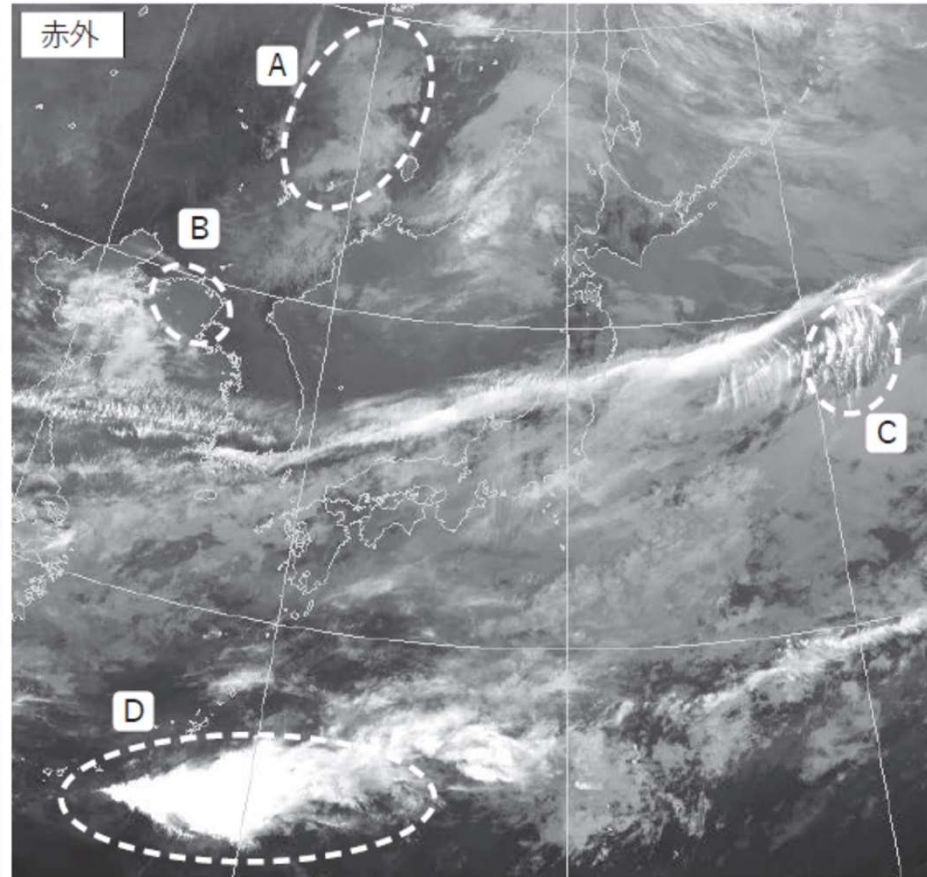
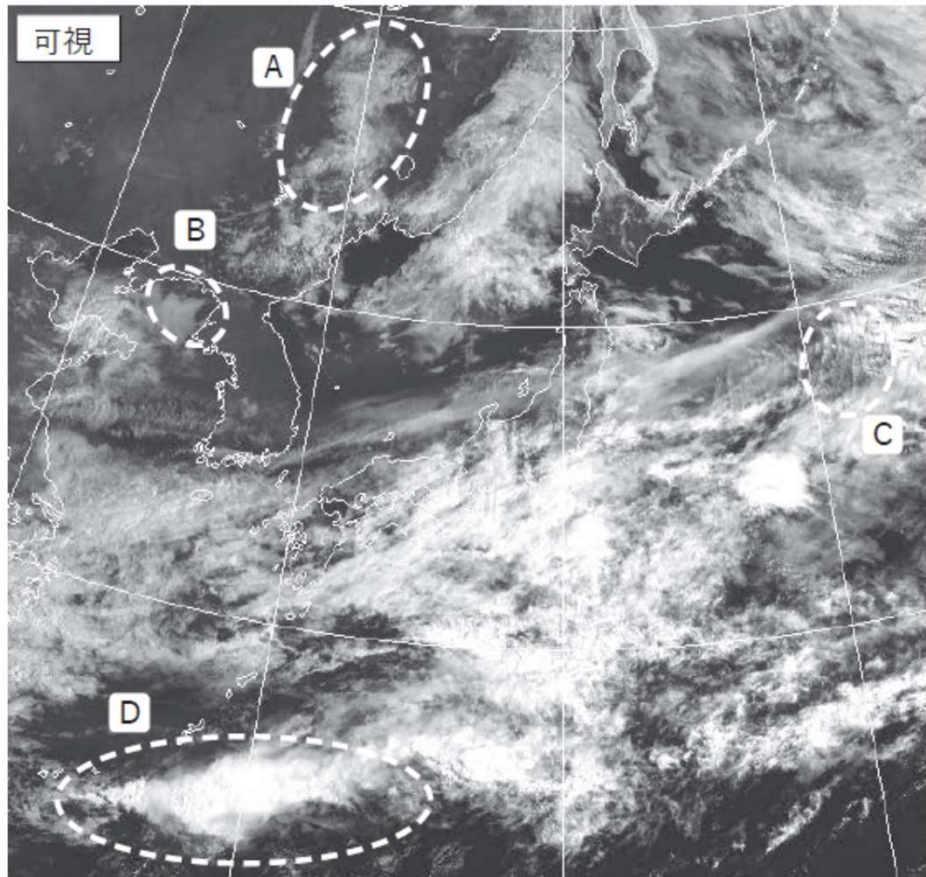
領域Aの雲域は、可視画像では灰白色に見え、赤外画像では灰色であることから(a)中層雲と考えられる。

領域Bの雲域は、可視画像では灰白色で一様に見えるが、赤外画像ではほとんど見えないことから(b)霧または層雲と考えられる。

領域Cの雲域は、可視画像では白く薄い線状に見え、赤外画像では白く輝く線状であることから(c)積雲からなる雲列と考えられる。

×

領域Dの雲域は、可視画像では白く凸凹した雲頂が見られ、赤外画像では白く輝いていることから、毛筆状あるいはにんじん状の形状を呈した(d)積乱雲域と考えられる。



答③

- 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

B49-7 気象庁の天気予報ガイダンスによる数値予報の誤差の軽減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。

答⑤

(a) 気温ガイダンスにより、数値予報で予想できない局地的降水によって生じる地上気温の誤差を軽減できる。	×
(b) 降水量ガイダンスにより、数値予報モデルに組み込まれている地形と実際の地形の違いによって生じる降水量の誤差を軽減できる。	○
(c) 風ガイダンスにより、寒冷前線の通過のタイミングが数値予報の予想と異なることによって生じる風向の時間変化の誤差を軽減できる。	×

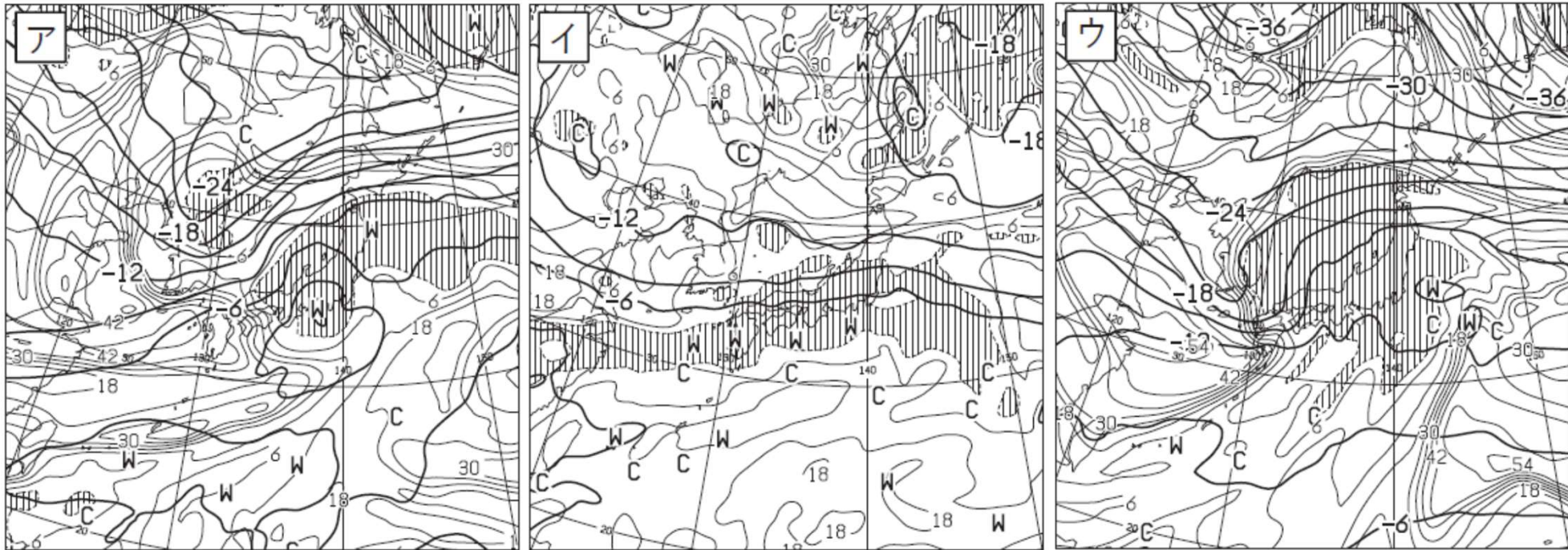
(a)	(b)	(c)
①	正	正 誤
②	正	誤 正
③	正	誤 誤
④	誤	正 正
⑤	誤	正 誤

答⑤

B49-8 次ページの図ア～ウは、三つの異なる日の500hPa 気温, 700hPa 湿数12時間予想図である。予想時刻における地上の気象状況を説明した次の文(a)～(c)に対応する図ア～ウ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。

答②

- | | |
|--|---|
| (a) 東海地方には温帯低気圧に変わりつつある台風があり, 温暖前線が関東地方から日本の東にのび, 寒冷前線が東海道沖から日本の南にのびている。 | ア |
| (b) 山陰沖に低気圧があり, 温暖前線が近畿地方から伊豆諸島にのび, 寒冷前線が四国沖を通過して九州の南にのびている。 | ウ |
| (c) 伊豆諸島南部に低気圧があり, 停滞前線が東シナ海から低気圧中心を通過して日本の東にのびている。 | イ |



- (a) (b) (c)
 ① アイウ
 ② アウイ
 ③ イウア
 ④ ウアイ
 ⑤ ウイア

答②

500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図
 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 $\leq 3^{\circ}\text{C}$)

B49-9 梅雨前線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の中から一つ選べ。

梅雨前線は、春から盛夏への季節の移行期に、日本から中国大陸付近に出現する停滞前線で、時期および地域により異なる特徴を示す。一般に、梅雨前線付近の下層は、(a)西日本以西では水蒸気量の東西傾度が大きく、東日本以東では気温の南北傾度が大きい。梅雨前線上には数百km 間隔で低気圧が発生することがあり、(b)500hPa より高い層でも明瞭な低気圧として解析されることが多い。梅雨期の集中豪雨は、(c)前線付近またはその南側で、積乱雲がほとんど同じ場所で次々と発生し、発達しながら同一地点を通過することで発生する例が多い。

(a)西日本以西では水蒸気量の 東西傾度 が大きく、東日本以東では気温の南北傾度が大きい	×	誤⇒「水蒸気量の 東西傾度 」は「水蒸気量の 南北傾度 」 どちらも「南北傾度」
(b)500hPa より高い層でも明瞭な低気圧として解析されることが多い	×	誤⇒数百kmスケールの低気圧は500hPaではトラフとの関係で解析される 500hPaで明瞭な低気圧は偏西風から切り離された切離低気圧
(c)前線付近またはその 南側	○	正⇒下層に暖湿な空気が流入・上昇することで積乱雲が発生するので「 前線付近またはその南側 」は正しい (前線の北側は下層が 寒気 になるのが普通)
答②?⇒④		

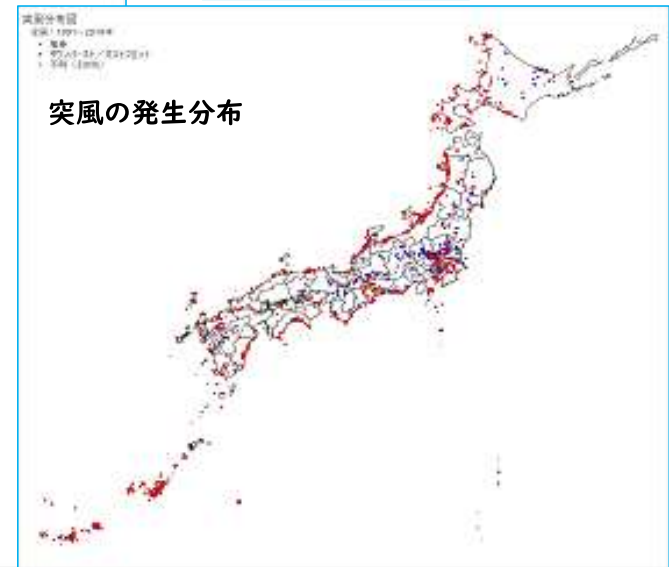
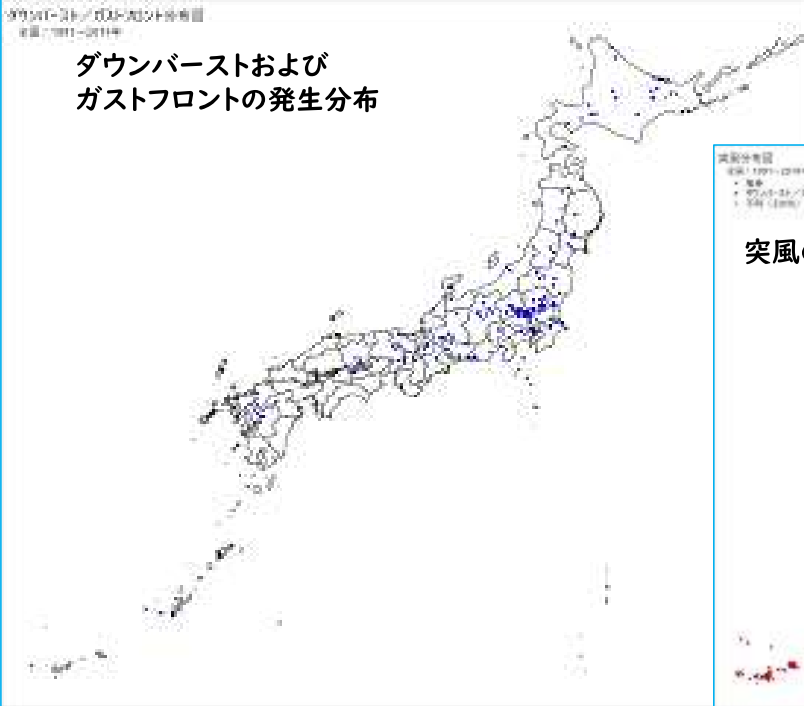
(a)	(b)	(c)
①	正	正 誤
②	正	誤 正
③	誤	正 誤
④	誤	誤 正
⑤	誤	誤 誤

答④

B49-10 竜巻などの激しい突風について述べた次の文(a)~(d)の下線部の正誤について、下記の①~⑤の中から正しいものを一つ選べ。

答②

(a) 日本における竜巻の被害域は、一般的に幅は数十m から数百m で長さは数km であるが、長さが数十km に達することもある。	○	積乱雲に伴う強い上昇気流により発生する激しい渦巻きで、多くの場合、漏斗状または柱状の雲を伴い。被害域は、幅数十~数百メートルで、長さ数キロメートルの範囲に集中しますが、数十キロメートルに達したこともある。
(b) 日本で発生する竜巻は北海道から沖縄に至る全国で見られ、沿岸部で多く観測される。	○	① 竜巻の発生分布図では沿岸沿いで観測が多い ② 関東地方では内陸も多い
(c) 気象庁で使用している日本版改良藤田スケールは、日本の建築物等の被害に対応させることなどにより、日本で発生する激しい突風に対し藤(F)スケールより精度良く突風の風速を評定することができる。	○	
(d) ダウンバーストおよびガストフロントは竜巻発生確度ナウキャストおよび竜巻注意情報の対象に含まれている。	○	



- 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

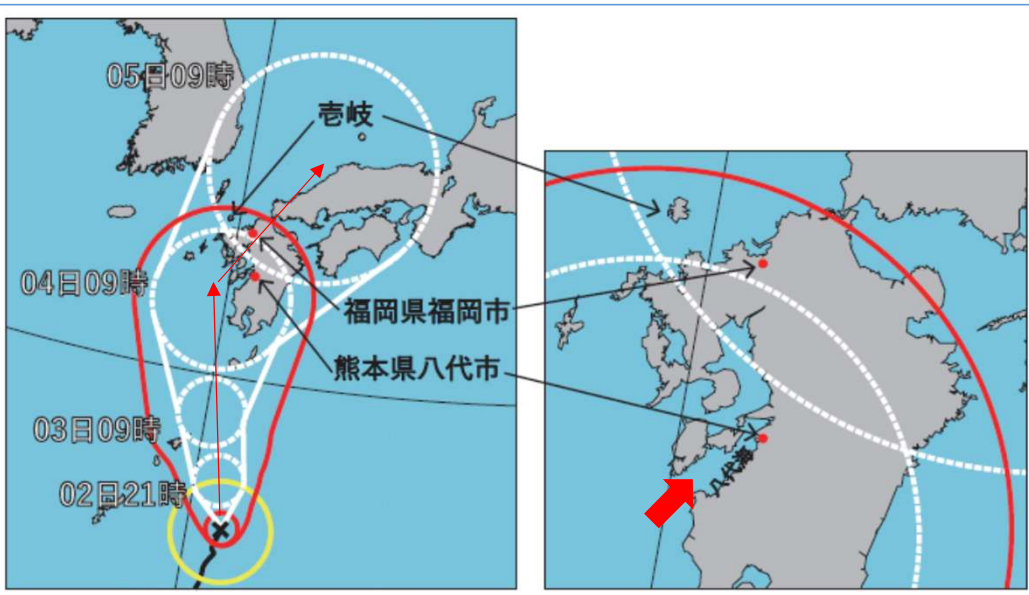
答⑤

問11 図は、ある非常に強い台風に対して気象庁が発表した台風進路予報である。この予報によって想定される九州の災害の可能性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) 台風が中心が予報円の東端を進むと、宮崎県の南東斜面では予報円の西端を進む場合よりも多量の雨が降ることが多い。
- (b) 台風が中心が予報円の中心を結んだ線上を進み、八代海に面する熊本県八代市に最接近する前後 12 時間は台風の勢力が変わらないと仮定すると、八代市沿岸で潮位偏差が最大となるのは台風の最接近後である。
- (c) 台風が北上し壱岐付近を進むと、福岡県福岡市では、時間とともに風向が反時計回りに変化する暴風が予想される。

答②

- 中心付近の層厚な対流雲（壁雲）による降水がある
- 海側から風が吹くのは最接近の後
- 進行方向の右にいれば右回り（時計回り）、左に入れば左回り（反時計回り）
但し、北半球の話



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

答②

B49-12 表は、地点A の40 日間の気温の予報と実況の比較結果をとりまとめたものである。
 また、地点B において、同じ期間の気温予報の2 乗平均平方根誤差(RMSE)は1.4℃であった。
 このときの気温予報の評価に関する次の文(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。

答④

(a) 一般に、平均誤差(ME)が0 に近いほど、予報が大きく外れる回数は少ないと判断できる。	×	
(b) 地点A の平均誤差(ME)によると、期間の平均としては、地点A では予報値が実況値よりも高かったと判断できる。	×	$ME = (2 \times 2 + 1 \times 10 + 0 \times 18 + (-1 \times 6) + (-2 \times 4)) / 40$ $= (4 + 10 + 0 - 6 - 8) / 40$ $= 0$
(c) 地点A と地点B の2 乗平均平方根誤差(RMSE)によると、期間の平均としては、地点A の気温予報のほうが精度が高かったと判断できる。	○	$RMSE = \sqrt{((2^2) \times 6 + (1^2) \times 16 + 0 \times 18) / 40}$ $= \sqrt{((24 + 16 + 0) / 40)}$ $= \sqrt{1}$ $= 1$

地点A の気温予報と実況の差	日数
予報が実況より 2℃高い	2
予報が実況より 1℃高い	10
予報と実況が同じ	18
予報が実況より 1℃低い	6
予報が実況より 2℃低い	4

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

答④

B49-13 記録的短時間大雨情報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。

答⑤

(a) この情報は、あらかじめ定めた発表基準に達した場合、または発表基準に達すると 予想 される場合に発表される。	×	観測したり解析(解析雨量⇒レーダー+地上観測)したりしたときに発表⇒予想ではない
(b) この情報の発表基準には、全国で同じ値が用いられている。	×	雨量基準は、1時間雨量歴代1位または2位の記録を参考に、概ね府県予報区ごとに決めている
(c) この情報には、1時間雨量と3時間雨量に対して発表基準がある。	×	

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

答⑤

B49-14 竜巻注意情報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。

答①

- | | |
|---|---|
| (a) 竜巻注意情報には有効期間があり、その期間は発表から約1時間である。 | ○ |
| (b) 気象ドップラーレーダーや数値予報から求められる竜巻発生のパテンシャルが基準に達しない場合でも、竜巻等の目撃情報にもとづいて竜巻注意情報が発表されることがある。 | ○ |
| (c) 竜巻などの激しい突風が予想される場合には、竜巻注意情報のほか、雷注意報の中でも、竜巻のおそれが高いことを明記して注意を呼びかける。 | ○ |

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

答①

問15 図A, Bは7月のある日を初期日とした, 10~16日先の予想を平均した2週目の予想図であり, Aは500hPa高度(実線)とその年差(破線, 塗りつぶしは負偏差), Bは降水量年差(塗りつぶしは負偏差)を示している。これらの図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の中から一つ選べ。

- (a) 図Aで東シナ海付近は広く負偏差となっており, このようなときは沖縄・奄美には湿った空気が流れ込みやすい。
- (b) 図Aでベーリング海から東シベリア付近は負偏差となっており, このようなときは地上でオホーツク海高気圧が発生することが多い。
- (c) 図Bでフィリピンの北では降水量が多く, 対流活動が活発となっており, このようなときは太平洋高気圧の本州付近への張り出しが強いことが多い。

答②

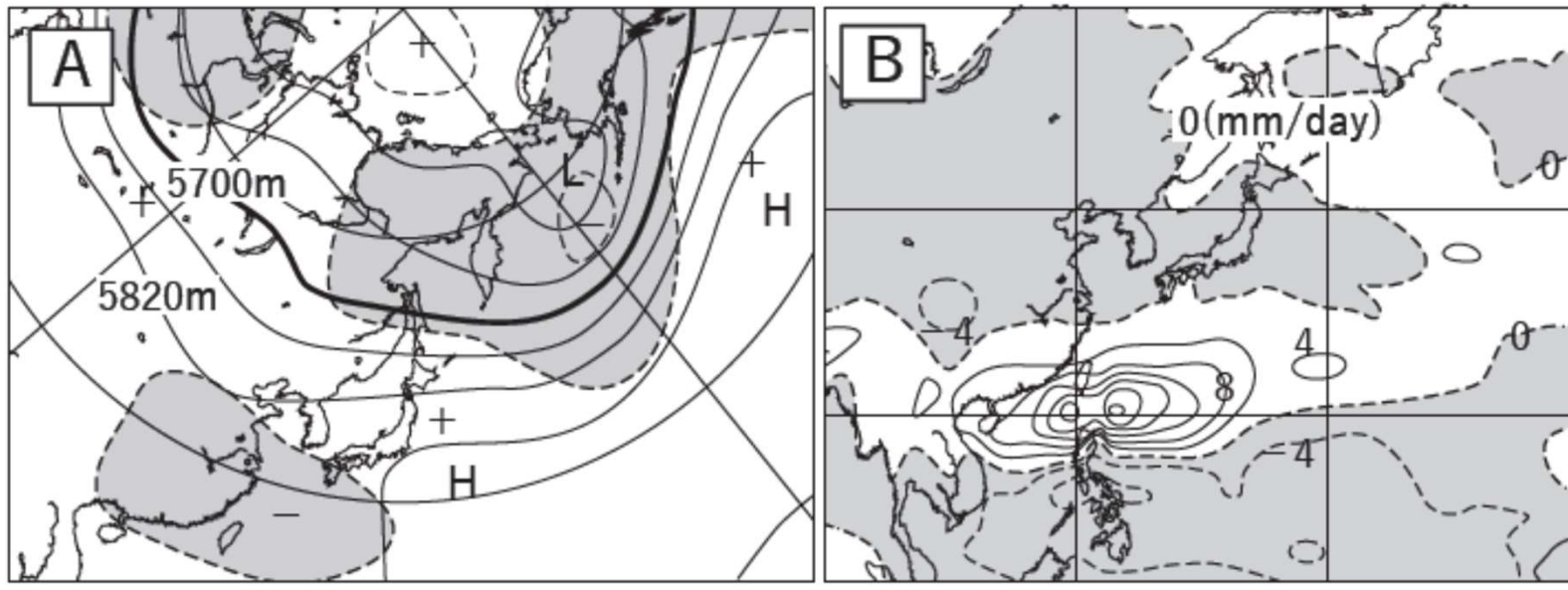
a.負偏差ということは500付近が気圧の谷(トラフ)なので低気圧が発達しやすい
⇒暖気移流による湿った空気の流れ込みがありそう

b.500が気圧の谷なので高気圧は発生しにくそう

○ c.フィリピン付近の対流活動が活発なときは太平洋高気圧(亜熱帯高気圧)の勢力が強い

×

○



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

答②