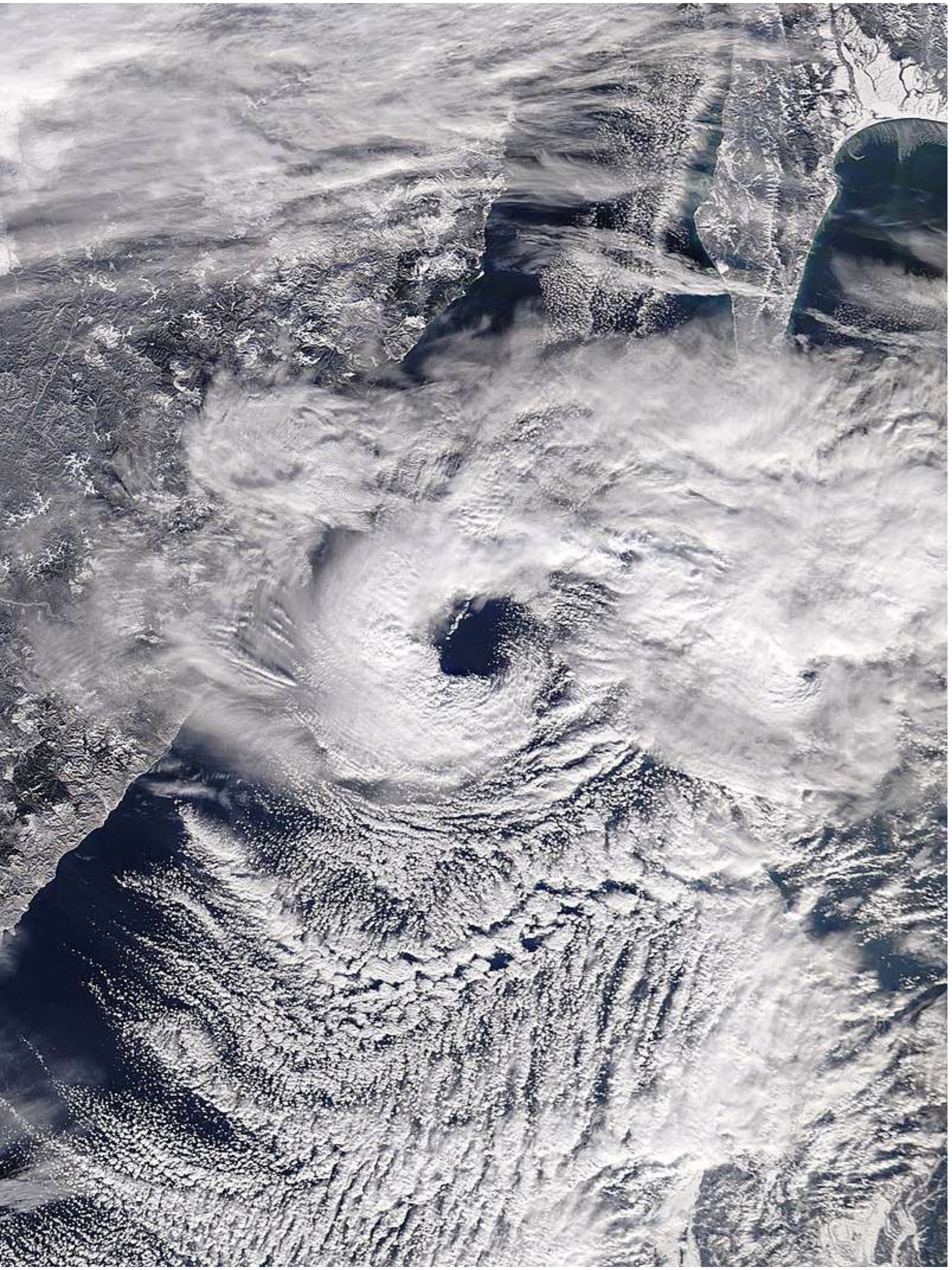


極低気圧（きょくていきあつ、英語：polar low、ポーラーロウ）は、両極地方・極前線帯で発生した低気圧のことである。

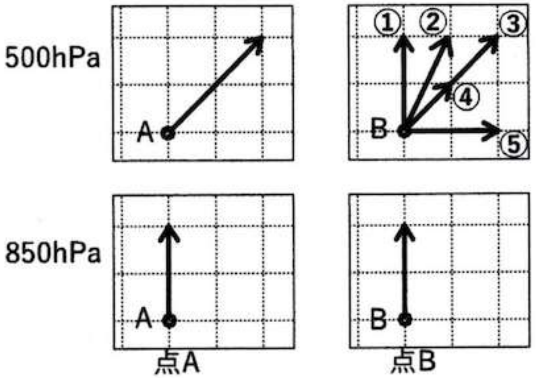
気温が非常に低い寒気団の中で発生し、爆弾低気圧（猛烈低気圧）と異なり南東側に暖気移流を持たない。寒冷低気圧の小型版との見方もあり「真冬の台風」、または「真冬の小悪魔」と呼ばれることも決して少なくない。

また、前線を全く持たず、雪雲自体が纏った小さな渦を巻いていることが特徴的で寒冷な極気団（北極大陸性気団、北極海洋性気団、南極大陸性気団のいずれか）が海上を通過するときに発生する。傾圧不安定や条件付不安定、順圧不安定、大気潮汐の急激な変動などが発生のメカニズムと考えられている。

温帯低気圧などのほかの低気圧に比べて規模はかなり小さく、地上天気図ではごく小さな低気圧としか描かれないことが多いものの、時として大雪・風雪・大雨・風雨（まれに突発・局地的な豪雪・豪雨や暴風雪・暴風雨の場合もある）、果ては雷をもたらすことも少なくない。主に南極大陸全域と南極海、北極海とその周辺部、および北大西洋北部、ベーリング海、オホーツク海、能登沖、秋田沖、津軽海峡などで主に冬から春にかけて発生するが、まれに夏や秋に発生する場合もある。

また、極低気圧（ポーラーロウ）と似たものにポーラーサイクロン（polar cyclone。こちらも極低気圧と呼ばれることがある）があるが、こちらは低気圧の直径が1,000kmを超える大規模なもの（メソスケール）で、一年中発生する。

問 4　図は，北緯 30° に位置する点 A および点 B の，850hPa 面と 500hPa 面における風を表したものであり，各図の風ベクトルは同じ縮尺で描いてある。850hPa では，点 A，点 B ともに同じ強さの南風である。点 B における 850hPa と 500hPa の間の平均気温(K)の温度勾配の大きさは，点 A の温度勾配の大きさの半分で，勾配の向きはいずれも同じである。このとき，点 B の 500hPa の風ベクトルとして正しいものを下図の中の①～⑤の中から 1 つ選べ。ただし，ここでは温度風の関係が成立するものとする。また，風ベクトルは，いずれも小円の中心から矢印の先までで表されるものとする。



答②

求めるのは点Bの500hPaでの風ベクトル。与えられた条件は

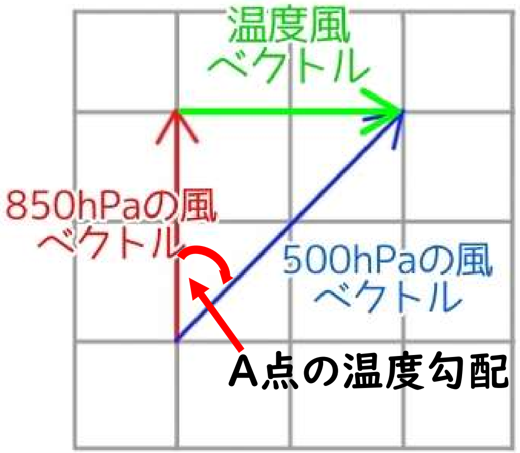
①850hPaでは、点A、点Bともに同じ強さの南風
②850hPaと500hPaの間の平均気温の温度勾配は、点Bは点Aの半分
③点Bと点Aの平均気温の温度勾配の向きは同じ
④温度風の関係が成立する

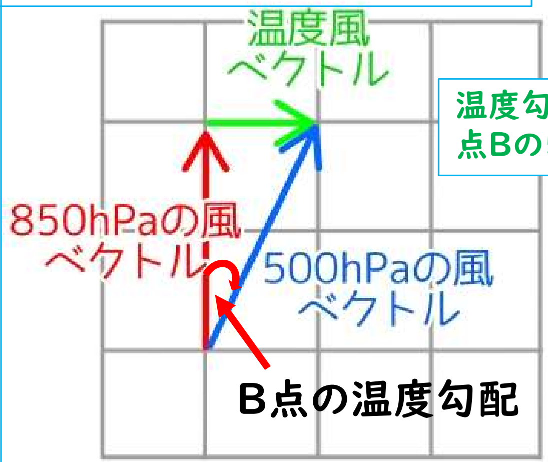
850hPaと500hPaの間の平均気温の温度勾配は、点Bは点Aの半分なので…点Bの500hPaでの温度風の強さは、点Aの500hPaでの風の半分。

点Bと点Aの平均気温の温度勾配の向きは同じなので…点Bと点Aの温度風の向きは同じ。

ホドグラフで温度風（ベクトル）を描いてみましょう！

平均気温の温度勾配の向きは同じなので…点Bと点Aの温度風の向きは同じ





温度勾配は、点Bは点Aの半分なので…
点Bの500hPaでの温度風の強さは、点Aの500hPaでの風の半分

A54-1

(a)	○	気層Aは熱圏では窒素、酸素原子が0.1μm付近の紫外線、X線を吸収し昇温　熱圏上部は2000℃
(b)	×	電離層では太陽光線まエネルギーにより原子から電子が放出されイオン化している。電離層の大部分は熱圏（気層A）にあるので間違い　気層Bは中間圏になる中間圏にも下層の電離層があるが夜間には消滅する
(c)	× ？	以下の説明だと○なのでは？⇒「問題文より矩形で示された高度は赤枠の部分なのでCは成層圏界面付近になるオゾンが多いのは成層圏の中層なので×になる」 大気中のオゾンは成層圏（約10～50km上空）に約90%存在しており、このオゾンの多い層を一般的に オゾン層といいます。成層圏オゾンは、太陽からの有害な紫外線を吸収し、地上の生態系を保護しています。また成層圏オゾンは、紫外線を吸収するため成層圏の大気を暖める効果があり、地球の気候の形成に大きく関わっています。 上空に存在するオゾンを地上に集めて0℃に換算すると約3ミリメートル程度の厚さにしかなりません。このように少ない量のオゾンが有害な紫外線を防いでいます。
(d)	○	

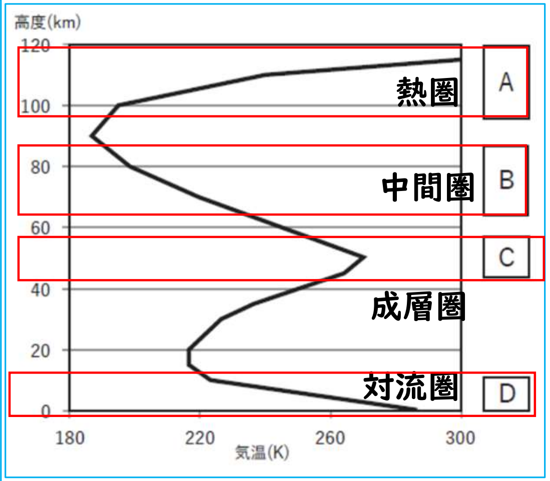
問1　図は標準的な大気における気温の鉛直分布を示したものである。図のA～Dの矩形で示された高度における気層の特性について述べた次の文(a)～(d)の正誤の組み合わせとして正しいものを，下記の①～⑤の中から1つ選べ。

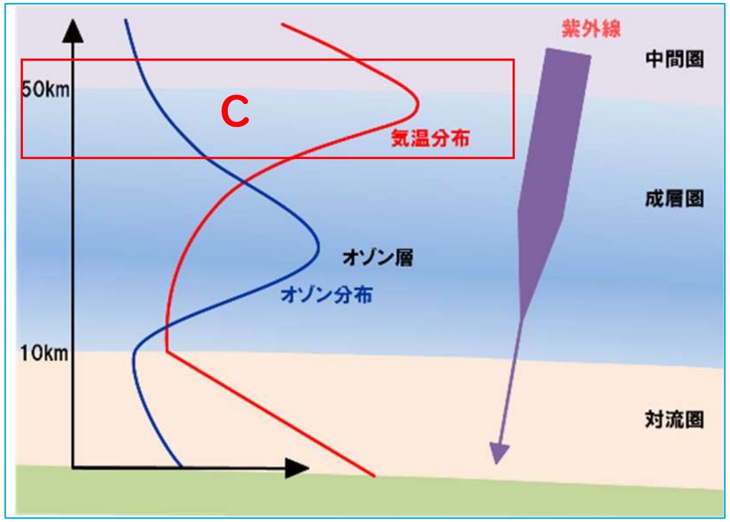
(a) 気層Aでは，大気が波長の短い紫外線などを吸収して，高度が高いほど気温も高い。

(b) 電離層は紫外線の作用により形成され，その大部分は気層Bの中にある。

(c) 気層Cのオゾンの数密度は，大気層全体の中で最も大きい。

(d) 気層Dにおける気温の平均的な鉛直分布は，放射のバランスと対流による大気の鉛直混合および水蒸気の凝結過程によりほぼ決まる。





Cは成層圏界面付近を指すことに注意！⇒ひっかけ問題！

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

電離層

熱圏に存在する窒素や酸素などの原子や分子は、太陽光線などを吸収する。そのエネルギーによって、原子は原子核の回りを回転する電子を放出し、イオンとなる。この現象を光電離という。この電離状態であるイオンと電子が存在する領域が電離層である。大気に入った紫外線などは、熱圏内で次々と原子や分子に吸収されていくため、繰り返し光電離が生じる。こうして熱圏内は電子密度の高い状態となっている。

電離層は熱圏および中間圏内（高度約60kmから500kmの間）に位置し、電子密度の違いによって、下から順にD層 (60km - 90km)、E層 (100 - 120km)、F1層 (150km - 220km)、F2層 (220km - 800km) の4つに分けられる。

上の層に行くほど紫外線は強く、多くの電離が生じるため電子密度は大きく、下の層は電子密度が小さい。夜間は太陽からの紫外線が届かないため、電子密度は昼間よりも小さくなる。このため地球全体を取り巻く電離層は均質な球状の層ではない。最下層のD層は、夜間には太陽からの紫外線があたらないため、電離状態を維持することができずに消滅する。

またF1層とF2層も夜間には区別がなくなり一つのF層 (150km - 800km) となる。これにより、昼間と夜間では電波の伝播状態が変化する。このことは地球上の昼半球と夜半球では伝搬状況が異なることを意味する。また約11年周期の太陽黒点の増減によっても大きく変化する。このことを太陽活動周期(サイクル)といい、1986年の太陽黒点極小期から始まり1989年の極大期を含む周期をサイクル22(第22太陽周期)、同様に1996年から始まる周期をサイクル23(第23太陽周期)、2008年から始まる周期をサイクル24(第24太陽周期)…という。なお、マウンダー極小期が終わったあとの1755年から1766年までの周期が伝統的にサイクル1(第1太陽周期)とされている。

電離層の日変化と高度(km)

昼間	夜間
F2層 (220 - 800)	F層 (150 - 800)
F1層 (150 - 220)	
E層 (90 - 130)	
D層 (60 - 90)	

A54-5

(a)	×	凝結核があるほうが発生しやすい
(b)	×	海霧は、暖かく湿った空気が、冷たい海面に接することで生じる霧で、特に移流霧として陸上に達する濃霧。 日本の北海道や、千島列島を含む北部北太平洋では、夏になると海霧が発生しやすくなる。これは北太平洋高気圧から吹き出す比較的温暖湿潤な空気が、寒冷な親潮の影響を受けて海霧を生じさせるものである。また、人為的物質を含めた陸由来の空中の微粒子の存在も、霧を発生させやすくする要因のひとつである。内陸部の背後に山地がある関係で、釧根地方では流れ込んだ海霧が滞留しやすく、日照期間が少ない冷涼な気候になっている。北海道沿岸、特に釧路などでは、こうした海霧を「じり」と称し、しばしば「霧と霧雨の中間」などとも表現される。
(c)	○	放射霧：風が弱く晴れた日の夜は、放射冷却によって地面が冷えます。地面が冷えて、明け方近くになって地表面近くの空気の温度が下がり、水蒸気が凝結して霧が発生します。これが放射霧です。 風が強い日や曇の夜は、放射冷却の影響が弱まるので、放射霧は発生しにくくなります。 日の出後は気温が上がるので、霧粒は蒸発して霧は消えてしまいます。 地形的には、山間部の盆地に冷気がたまり、放射霧が発生しやすくなります。
(d)	○	前線霧：前線に沿って暖気と寒気とが混合してできる霧 温暖前線で長時間雨が振り、空気の湿度が高まったところに上空の暖気から比較的高温の雨粒が落ちてくるときりが発生することがあります。これが前線霧です。 身近な現象としては、閉め切った風呂場でシャワーを使うと湯気がたちこめる現象と同じです。 シャワーの暖かい水滴が蒸発して風呂場の空気が過飽和になって、霧が発生するのです。

(a) エーロゾルの有無は霧の発生に影響を及ぼさない。

(b) 初夏に釧路沖で発生する海霧は，海面水温より冷たい空気が，オホーツク海などから流れてきて発生することが多い。

(c) 放射霧は雲の少ない夜間から明け方にかけ発生しやすいが，風が強いと発生しにくい。

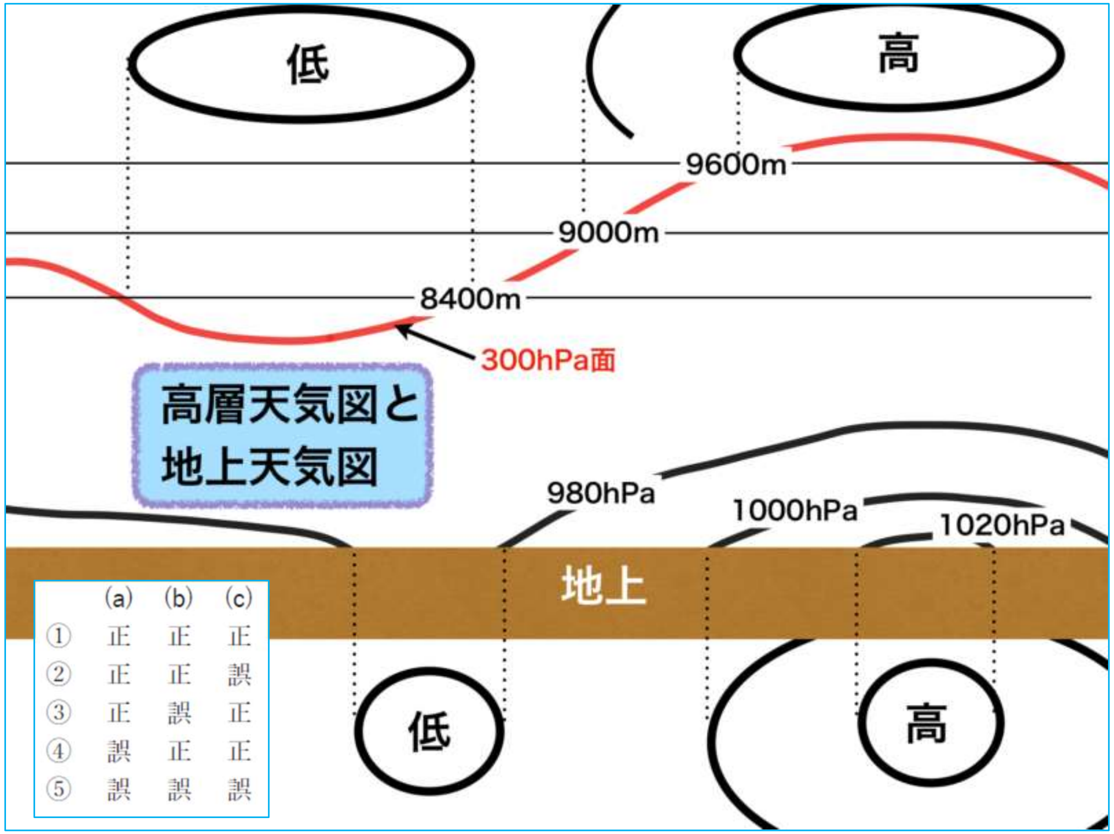
(d) 温暖前線に伴い長時間降雨があり，地表面近くに湿った冷気があるところへ，上空の暖気から比較的高温の雨粒が落下して蒸発すると，前線霧が発生することがある。

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

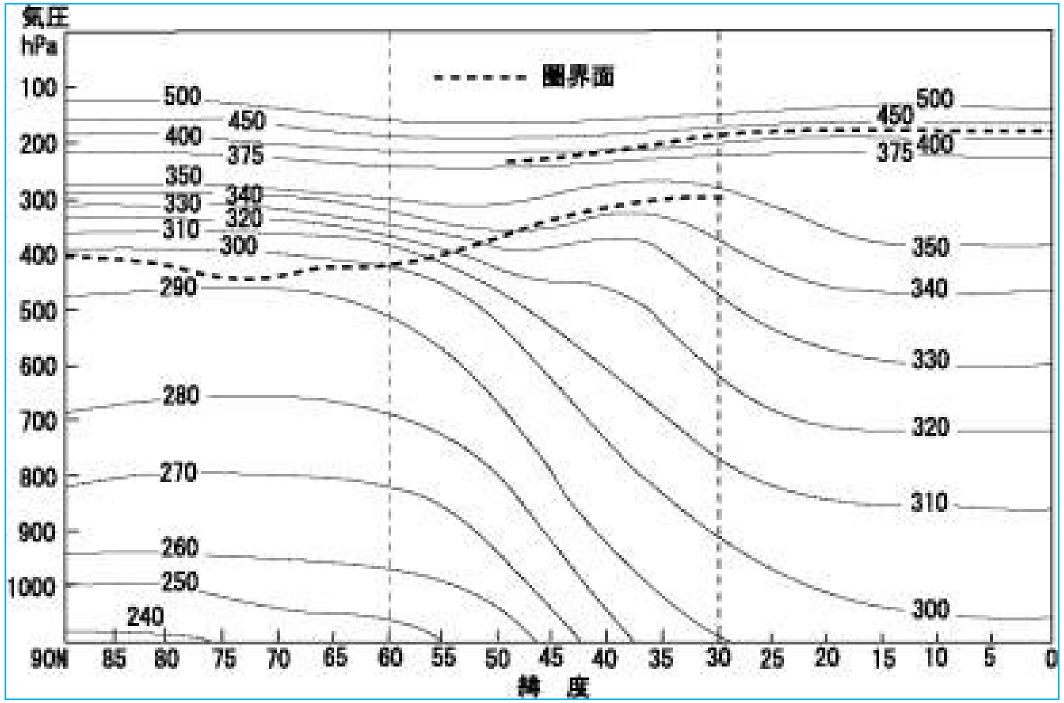
答⑤

A54-8　中緯度の温帯低気圧が発達し、その発達過程が終了した段階における特徴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の中から選べ。

(a) 対流圏上層に、切離した低気圧があることが多い。	○	低気圧はその上の空気の量が少ないので空気の平均気温が低いほど層厚が薄くなり上空の低気圧性が顕著になる⇒一般的な温帯低気圧 逆に平均気温が高いと層厚は厚くなり上空に行くほど低気圧性は弱くなる⇒台風（熱帯低気圧）
(b)南半球においては、発達時に上空に向かって東に傾いていた気圧の谷の軸がほぼ鉛直となる。(⇒南半球でも西)	×	気圧の谷の軸と発達衰退する低気圧の東西位置関係は南半球でもおなじ 発達時はトラフが西から近づき、ほぼ真上にくると最盛期から衰退に入る
(c)地上低気圧の上空には、対流圏界面の高度が周囲より低いところがある。	○	気圧が低いとは上空にある空気の量が少ないこと⇒低気圧周辺の平均気温が同じなら低気圧の上空おける対流圏の層厚は周囲より小さくなるので周囲より対流圏界面の高度低くなる



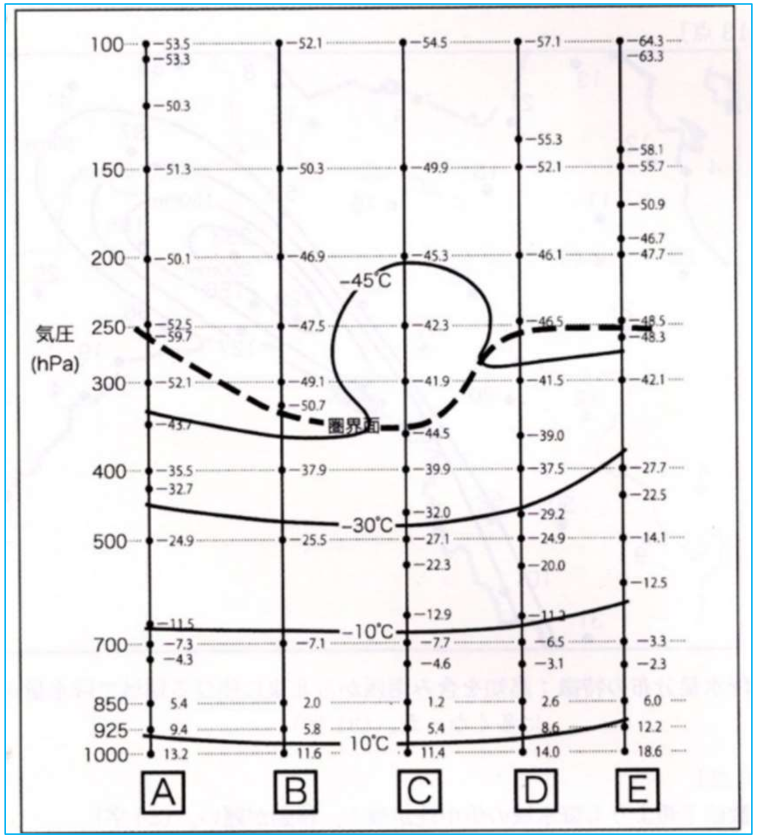
	(a)	(b)	(c)
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	誤	正	正
⑤	誤	誤	誤



北半球南北鉛直断面図：西経80度に沿う1月の平均温位。一点破線は対流圏界面。

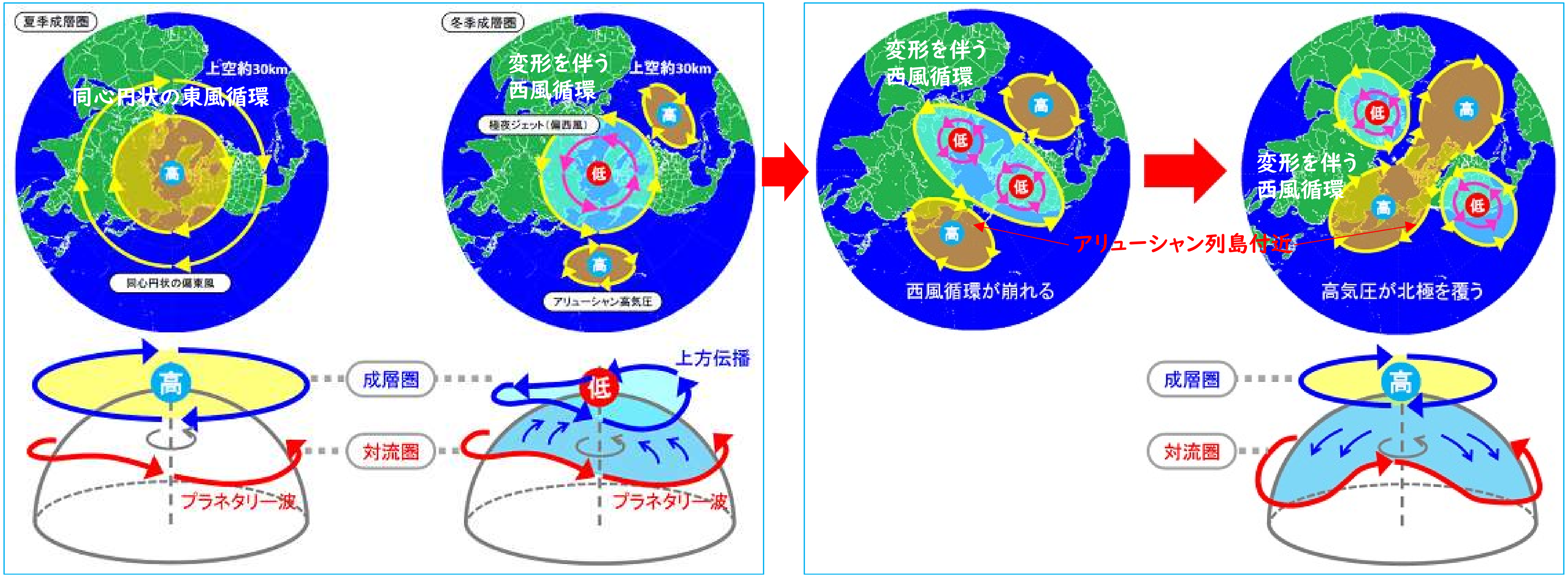
A54-8　中緯度の温帯低気圧が発達し、その発達過程が終了した段階における特徴について述べた次の文(a)～(c)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記の①～⑤の中から選べ。

(a) 対流圏上層に、切離した低気圧があることが多い。	○	低気圧はその上の空気の量が少ないので空気の平均気温が低いほど層厚が薄くなり上空の低気圧性が顕著になる⇒一般的な温帯低気圧 逆に平均気温が高いと層厚は厚くなり上空に行くほど低気圧性は弱くなる⇒台風（熱帯低気圧）
(b)南半球においては、発達時に上空に向かって東に傾いていた気圧の谷の軸がほぼ鉛直となる。	×	気圧の谷の軸と発達衰退する低気圧の東西位置関係は南半球でもおなじ
(c)地上低気圧の上空には、対流圏界面の高度が周囲より低いところがある。	○	気圧が低いとは上空にある空気の量が少ないこと⇒低気圧周辺の平均気温が同じなら低気圧の上空おける対流圏の層厚は周囲より小さくなるので周囲より対流圏界面の高度低くなる

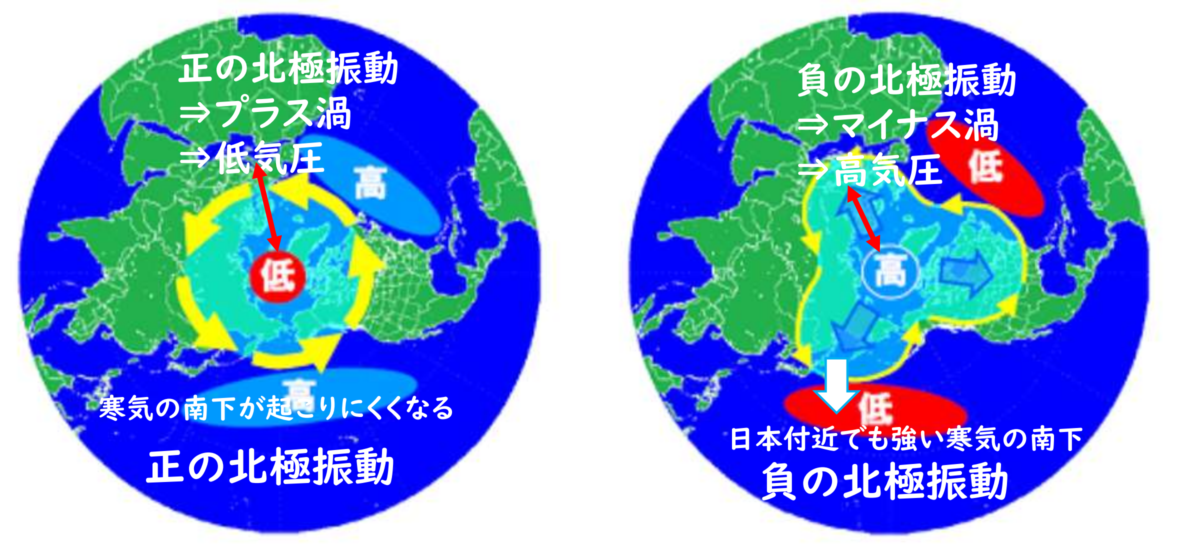


A54-10 成層圏について述べた次の文(a)～(d)の正誤の組み合わせとして正しいものを、下記①～⑤の中から1つ選べ

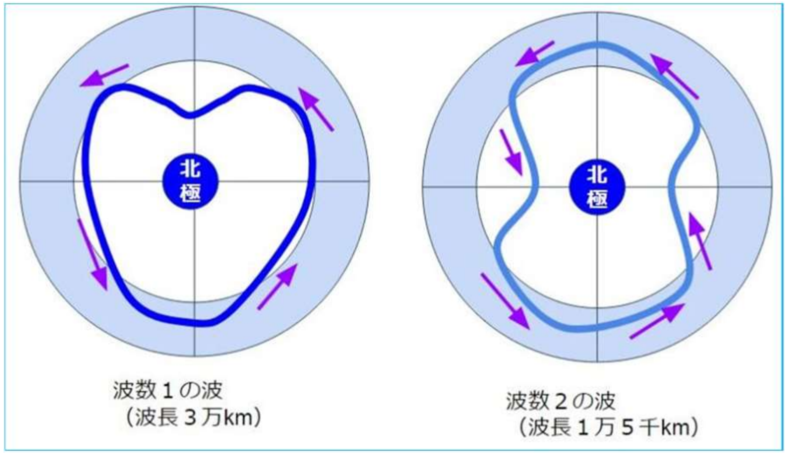
(a)1月の成層圏上部においては、一般に北極付近が全球の中で最も気温が低い。	○	
(b)1月の北半球の成層圏上部では、プラネタリー波の対流圏からの伝播により、アリューシャン列島付近に高気圧がしばしば現れる	○	対流圏のプラネタリー波が成層圏に上方伝播することに伴い、西風循環が変形します。この変形が過大になると、時として周囲の高気圧性循環が北極付近を乗っ取る?ような形になることがあります。冬季にも関わらず、まるで夏季のような状態となり、一時的に成層圏の気温が上昇します。この現象を「成層圏突然昇温」と言います。成層圏突然昇温が生じると、北極圏に蓄積された寒気が中緯度地方に放出されやすくなります。
(c)対流圏から成層圏へプラネタリー波が伝播するのは、成層圏が西風になっているときである。	○	成層圏における東西流の平均場を見ると、夏季は同心円状の東風循環を形成する一方、冬期は変形を伴う西風循環となります。これは下方・対流圏のプラネタリー波（偏西風波動）の上方伝播の影響です。成層圏が東風循環の場合は上方伝播できず、西風循環の場合は上方伝播できるという違いが現れています。
(d)成層圏に伝播するプラネタリー波は、地形や海陸の熱的効果により励起され2000km程度の波長を持つ。	×	波数1で30000km 波数2で15000km

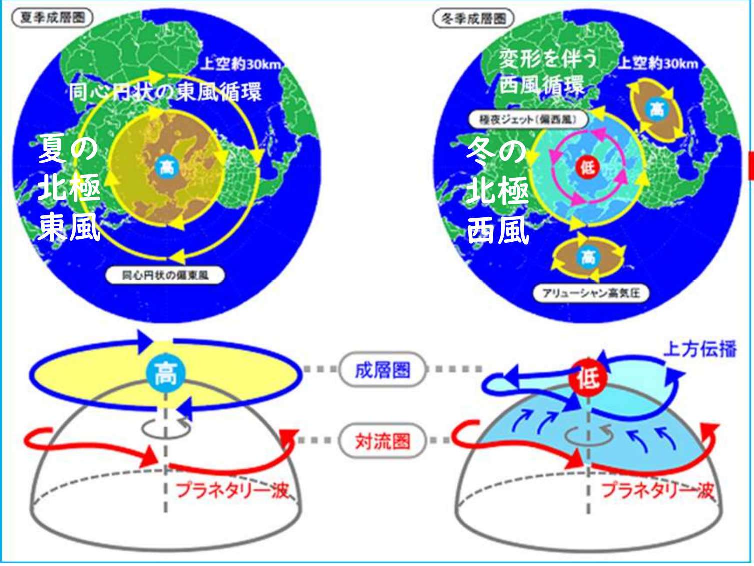


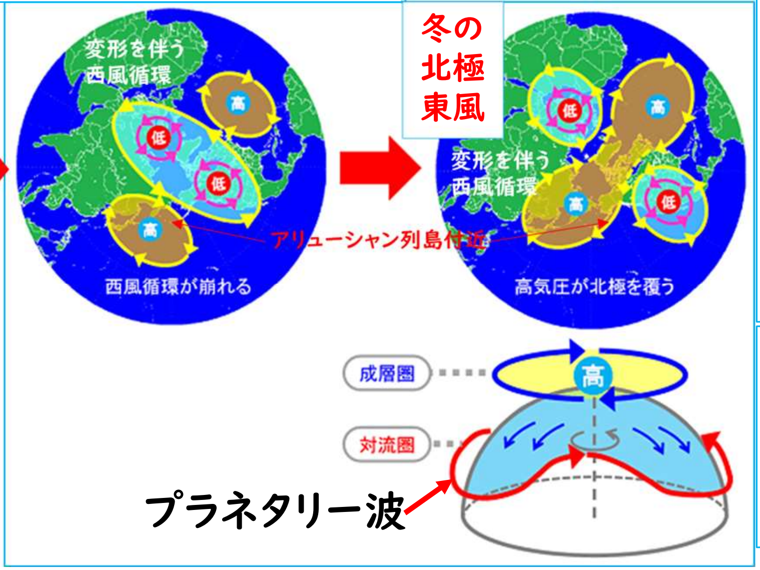
正の北極振動（下図・左）は、北極付近に寒気が蓄積されるため、寒気の南下が起こりにくくなります。一方、負の北極振動（下図・右）では、北極付近に蓄積された寒気が周囲に向かって放出されるため、日本付近でも強い寒気の南下が起こりやすくなります。つまり、**成層圏突然昇温**が生じると、**負の北極振動のパターン（北極に高気圧）**が現れやすくなる傾向があります



成層圏に伝播するプラネタリー波は、地形や海陸の熱的効果により励起され1.5万から3万km程度の波長を持つ







成層圏突然昇温

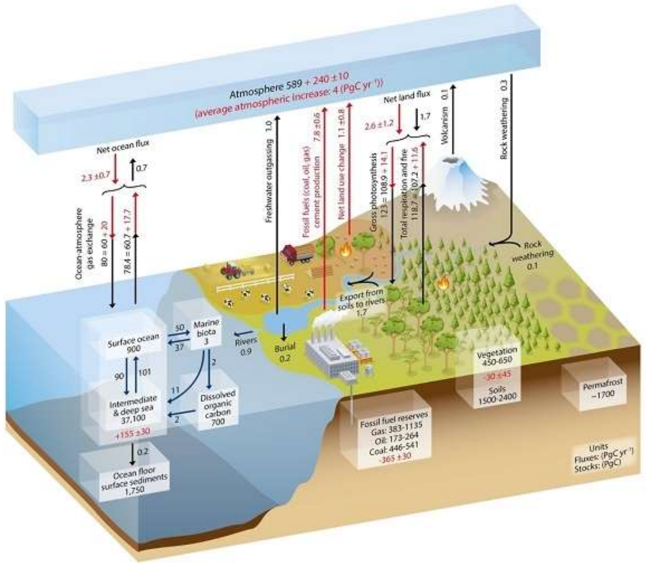
　対流圏のプラネタリー波が成層圏に上方伝播することに伴い、西風循環が変形します。この変形が過大になると、時として周囲の高気圧性循環が北極付近を乗っ取る？ような形になることがあります。冬季にも関わらず、まるで夏季のような状態となり、一時的に成層圏の気温が上昇します。この現象を「**成層圏突然昇温**」と言います。成層圏突然昇温が生じると、北極圏に蓄積された寒気が中緯度地方に放出されやすくなります。

成層圏における東西流の平均場を見ると、夏季は同心円状の東風循環を形成する一方、冬期は変形を伴う西風循環となります。これは下方・対流圏のプラネタリー波（偏西風波動）の上方伝播の影響です。成層圏が東風循環の場合は上方伝播できず、西風循環の場合は上方伝播できるという違いが現れています。

A54-11 主要な温室効果ガスである二酸化炭素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1つ選べ。

人為起源の二酸化炭素は、化石燃料の燃焼やセメントの生産などで大気中に排出され、その一部は(a)植物や海洋に吸収されている。大気中に残留するのは人為起源の二酸化炭素排出量の(b)5%程度であり、これが蓄積して大気中の二酸化炭素の濃度は平均的には年々増加している。
大気中の二酸化炭素の濃度には、地域による違いや季節変動があり、各半球の平均でみれば、(c)北半球のほうが南半球より濃度が高く、北半球では、(d)夏の方が冬より濃度が低くなる。

(a)植物や海洋に吸収されている	○	大気中に放出された二酸化炭素は、一部が海洋や陸上の植物（植生）により吸収され、残りが大気中に留まる。1750年から2011年までの人為起源の累積二酸化炭素排出量（555GtC※）のうち、約40%が大気中に蓄積（240GtC）し、約30%が海洋で吸収（155GtC）、残り約30%が陸上の生態系に蓄積（160GtC）しています。 ※GtC（ギガトン炭素）…炭素換算での排出量。1ギガトン炭素（＝10億トン炭素）は、二酸化炭素を構成する炭素が10億トンあることを表す。
(b)5%程度	×	2020年の世界の平均濃度は、前年と比べて2.5ppm増えて413.2ppmとなっている。工業化（1750年）以前の平均的な値とされる278ppmと比べて、49%増加している。（ppmは大気中の分子100万個中にある対象物質の個数を表す単位です。） 2017年の世界の人為起源の二酸化炭素排出量は328億トンに対して2020年の二酸化炭素増加量は約202億トンで60%以上が残留している
(c)北半球のほうが南半球より濃度が高く	○	北半球と比べて、南半球には陸地が少ないため、人間活動による二酸化炭素の放出源が少なく濃度が低くなっている。また、森林等の植物も少ないため、光合成の変化に伴う季節変化の幅も小さくなっている。
(d)夏の方が冬より濃度が低くなる	○	北半球中高緯度では一年の中で春頃（3～4月）に濃度が最高となる。その後、夏季にかけて、濃度が一時的に減少。



さて、先日「大気の量はどのくらい？」という記事で大気圧と重力加速度、それに地球の表面積から大気の質量を 5.27×10¹⁸ kg と見積もりました。大気の全量がわかったので400ppmという数字を使って二酸化炭素の量を出せばよい。ppmは「100万分の1」ですから…ちょっとまって、ppmは体積分率で重量分率ではないですよね。
体積比ですから要するにモル比で計算すれば良いわけです。空気の平均分子量を29として、炭素の原子量は12ですから、29で割って、100万分の400倍にして、さらに12をかければ良いでしょう。
結果は 8.67×10¹⁵ kg（＝ 866 Pg ）となりました。
さて、IPCCの第5次報告書にある炭素循環の表と比べてみましょう。大気中の炭素の質量は産業革命前は 589 Pg とされていて、これが人間の活動によって240 Pg ほど増加したとされています。589+240で 829 Pg。あれ、計算の結果より結構小さいのですが…。

実はIPCCのデータは2000年から2009年までの10年間の平均値を示したものです。当時（10年前）には大気中の二酸化炭素濃度は 400 ppm には到達していなかった。その差がこの計算結果の違いに表れていると考えられます。866 Pg と 829 Pg、その差は37Pg、370億トンで炭素ではなく二酸化炭素に換算すれば約1360億トンとなります。2017年の世界の二酸化炭素排出量は328億トンですから、それでも排出したすべての二酸化炭素が大気に蓄積しているわけではないことがわかります。

2.5ppmの炭素質量は5.27×10^{18} kg $\times2.5\times10^{-6}\times(12/29)=5.5\times10^{12}$kg $=5.5\times10^{9}$トン ＝55億トン
55×（44/12）＝201.7億トン※　CO2に換算　12+16×2=44
世界の人口100億として一人当たり2トン/年増加させていることになる

B54-1　気象庁が行う地上気象観測における天気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。ただし、ここに記述されていない雲や大気現象は発現していないものとし、天気は「快晴、晴、薄曇、曇、雨、雪、地ふぶき」の中から選ばれているものとする。

(a)層積雲が全天の8割を覆っている場合、天気は「曇」である。	× 晴	「晴」⇒大気現象がなく雲量が2以上8以下 「快晴」⇒大気現象がなく雲量が1以下
(b)高積雲が全天の6割を覆い、その上には巻層雲が広がっていて、全雲量が10-の場合、天気は「薄曇」である。	× 曇	「曇」⇒雲量が9以上で高積雲、高層雲、乱層雲（中層）、層積雲、層雲、積雲、積乱雲（下層）が多い 「薄曇」⇒雲量が9以上で巻雲、巻積雲、巻層雲（上層）が多い
(c)積乱雲が全天の9割を覆い、観測点では雨は降っていないが視界内に降雨が認められる場合、天気は「雨」である。	× 曇	「雨」⇒雨が降っている
(d)全天に雲はなく、地面に積もった雪が風で吹き上げられている場合、天気は「雪」である。	× 快晴/地ふぶき	「雪」⇒雪、霧雪、細氷が降っている 「地ふぶき」⇒高い地ふぶきがあつて視程が1km未満

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

「薄曇」とは雲量が9以上で、巻雲・巻層雲・巻積雲の雲量が、他の雲より多い場合

	天気	解説
①	快晴	大気現象がなく雲量が1以下
②	晴	大気現象がなく雲量が2以上8以下
③	薄曇	雲量が9以上で巻雲、巻積雲、巻層雲が多い
④	曇	雲量が9以上で高積雲、高層雲、乱層雲、層積雲、層雲、積雲、積乱雲が多い
⑤	煙霧	煙霧、ちり煙霧、黄砂、煙、降灰があって、視程が1km未満または視程1km以上でも全天が覆われている
⑥	砂じんあらし	砂じんあらしがあって視程が1km未満
⑦	地ふぶき	高い地ふぶきがあつて視程が1km未満
⑧	霧	霧、氷霧があって視程が1km未満
⑨	霧雨	霧雨が降っている
⑩	雨	雨が降っている
⑪	みぞれ	みぞれが降っている
⑫	雪	雪、霧雪、細氷が降っている
⑬	あられ	雪あられ、氷あられ、凍雨が降っている
⑭	ひょう	ひょうが降っている
⑮	雷	観測時刻の前10分間に雷電、雷鳴があった

	大気現象	解説
①	煙霧	小さな乾いた粒子（肉眼では見れない）が浮遊
②	ちり煙霧	ちり、砂が吹き上げられ浮遊
③	黄砂	大陸の黄土地帯のちり、砂が吹き上げられ全天を覆い徐々に降下
④	煙	燃焼による小さい粒子が浮遊
⑤	降灰	火山灰が降る
⑥	砂じんあらし	ちり、砂が強い風で吹き上げられる
⑦	高い地ふぶき	積雪が風により高く吹き上げられる
⑧	霧	極小の水滴が浮遊し視程1km未満
⑨	氷霧	極小の氷の結晶が浮遊し視程が著しく減少
⑩	霧雨	多数の細かい水滴が一様に降る
⑪	雨	水滴が降る
⑫	霙（みぞれ）	雨と雪が混在して降る
⑬	雪	氷の結晶が降る
⑭	霧雪	極小の白く不透明な氷の粒が降る
⑮	細氷	極小の氷の結晶が徐々に降る
⑯	雪あられ	白く不透明な氷の粒が降る
⑰	氷あられ	雪あられの周りに水滴が氷結した粒が降る
⑱	凍雨	透明、半透明の氷粒が降る
⑲	雹（ひょう）	氷の粒、かたまりが降る
⑳	雷電/雷鳴	電光と雷鳴がある

	大気水象	解説
①	雨	水滴からなる降水　直径0.5mm以上
②	着氷性・過冷却の雨	0℃より低温の雨　ものに当たって着氷（水と氷の混在）
③	霧雨	極めて多数の細かい水滴（0.5mm未満）
④	着氷性・過冷却の霧雨	0℃より低温の霧雨　ものに当たって着氷（水と氷の混在）
⑤	雪	空気中の水蒸気が昇華してできた氷の結晶の降水
⑥	霙（みぞれ）	雨と雪が混在する降水
⑦	雪あられ	白色で不透明な氷粒の降水　比重0.8未満　しゅう雨性降水（対流性の雲から降る雨）
⑧	凍雨	透明な氷粒の降水　比重は氷の比重（0.92）に近い 高層雲か乱層雲から降る　しゅう雨性降水ではない
⑨	氷あられ	半透明の氷の粒の降水　雪あられと雹（ひょう）の中間状態でしゅう雨性降水
⑩	雹（ひょう）	氷の粒、かたまりの降水　直径5mmから50mm　強い雷電に伴って降る
⑪	霧	極小の水滴が浮遊し視程1km未満　相対湿度は一般に100%に近い
⑫	もや	極小の水滴、吸湿性の粒子が浮遊　視程1km以上　相対湿度は75%以上
⑬	低い地ふぶき	積雪が吹き上げられる現象　目の高さの水平視程はほとんど減じない
⑭	高い地ふぶき	積雪が高く吹き上げられる現象　水平視程は悪くときには全天を覆い太陽を隠す
⑮	ふぶき	高い地ふぶきと雪が同時に発生している
⑯	霜	水蒸気が昇華して地面、地物に付着した氷の結晶
⑰	霜柱	地中の水分が柱状の結晶となり地中、地面に析出
⑱	積雪	固形降水が観測場所周辺の半ば以上を覆う現象
⑲	冠雪	山頂が雪、白色に見える固形降水で覆われている状態を観測所から望観できたとき
⑳	竜巻	激しいうず巻　柱状、漏斗状の雲が積乱雲から下がり水滴、ちりを海面、地面から巻き上げている

	大気じん象	大気現象	解説
①	煙霧	煙霧	小さな乾いた粒子（肉眼では見れない）が浮遊
②	ちり煙霧	ちり煙霧	ちり、砂が吹き上げられ浮遊
③	黄砂	黄砂	大陸の黄土地帯のちり、砂が吹き上げられ全天を覆い徐々に降下
④	煙	煙	燃焼による小さい粒子が浮遊
⑤	降灰	降灰	火山灰が降る
⑥	低い風じん	-	ちり、砂が吹き上げられる目の高さの水平視程はほとんど減少しない
⑦	高い風じん	-	ちり、砂が吹き上げられ目の高さの水平視程は非常に悪い
⑧	砂じんあらし	砂じんあらし	ちり、砂が強い風で吹き上げられる
⑨	じん旋風	-	ちり、砂が柱状に旋回　強い日射加熱で発生

	大気光象	解説
①	かさ（日のかさ・月のかさ）	氷の結晶に屈折・反射する光の輪・弧・柱・点などの光学現象 幻日、幻月、光柱、内かさ（半径22度の白い光輪）、外かさ（半径46度）
②	光冠（日光冠・月光冠）	太陽・月のまわりの小さい輪（2重以上もあり内側は紫・青で外側は赤）水滴、氷粒の回折で生じる半径は5度より小さい
③	彩雲	太陽から約10度の範囲内での回析　10度超えると干渉が卓越
④	虹	水滴による屈折、反射、干渉現象　主虹40～42度で赤が外側 副虹50～54度で赤が内側　⇒「主虹は赤外」と覚える

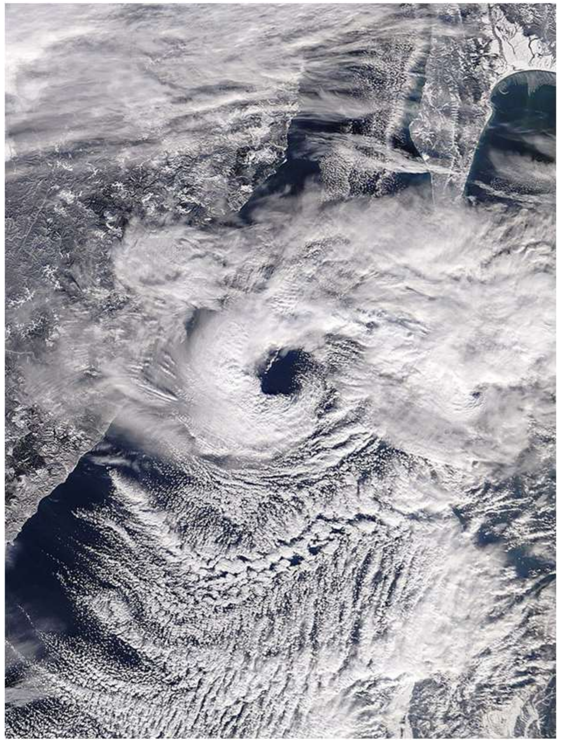
	大気電気象	解説
①	雷電	電光が見え、雷鳴が聞こえる急激な放電　しゅう雨性降水伴うこと多い
②	電光	雲間、雲と地面間の急激な放電による発光現象
③	雷鳴	電光にともなう音、一般に20km以上は聞こえにくい

	天気（天気番号）	解説
①	快晴	大気現象がなく雲量が1以下
②	晴	大気現象がなく雲量が2以上8以下
③	薄曇	雲量が9以上で巻雲、巻積雲、巻層雲が多い
④	曇	雲量が9以上で高積雲、高層雲、乱層雲、層積雲、層雲、積雲、積乱雲が多い
⑤	煙霧	煙霧、ちり煙霧、黄砂、煙、降灰があって、視程が1km未満または視程1km以上でも全天が覆われている
⑥	砂じんあらし	砂じんあらしがあって視程が1km未満
⑦	地ふぶき	高い地ふぶきがあつて視程が1km未満
⑧	霧	霧、氷霧があって視程が1km未満
⑨	霧雨	霧雨が降っている
⑩	雨	雨が降っている
⑪	みぞれ	みぞれが降っている
⑫	雪	雪、霧雪、細氷が降っている
⑬	あられ	雪あられ、氷あられ、凍雨が降っている
⑭	ひょう	ひょうが降っている
⑮	雷	観測時刻の前10分間に雷電、雷鳴があった

B54-9　冬季に日本付近で発生するポーラーロウ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)多くのポーラーロウは対流性の雲を伴い、コンマ状や渦状、台風に似た眼を伴ったらせん状の形をしている。	○	前線を全く持たず、雪雲自体が纏った小さな渦を巻いていることが特徴的
(b)寒冷渦に伴って日本海に発生することが多く、地上天気図にはメソスケールの低気圧や気圧の谷として解析されることが多い。	○	温帯低気圧などのほかの低気圧に比べて規模はかなり小さく、地上天気図ではごく小さな低気圧としか描かれないことが多い
(c)台風や温帯低気圧に比べて水平スケールは小さいが、しばしば強風や大雪などの悪天候を伴うので注意が必要である。	○	時として大雪・風雪・大雨・風雨（まれに突発・局地的な豪雪・豪雨や暴風雪・暴風雨の場合もある）、果ては雷をもたらすことも少なくない
(d)一般に、発達して眼（渦の中心の雲のない部分）を伴ったポーラーロウでは、眼の中の気温は周囲より高い。	○	ポーラーロウは寒気内小低気圧とも呼ばれ、主に寒気場内で発生し、暖気核を持つことがあるのが特徴です。寒冷低気圧は上層ほどその中心付近の温度が低く、暖気核は持っていません。

極低気圧（きょくていきあつ、英語：polar low、ポーラーロウ）は、両極地方・極前線帯で発生した低気圧のことである。
気温が非常に低い寒気団の中で発生し、爆弾低気圧（猛烈低気圧）と異なり南東側に暖気移流を持たない。寒冷低気圧の小型版との見方もあり「真冬の台風」、または「真冬の小悪魔」と呼ばれることも決して少なくない。
また、前線を全く持たず、雪雲自体が纏った小さな渦を巻いていることが特徴的で寒冷な極気団（北極大陸性気団、北極海洋性気団、南極大陸性気団のいずれか）が海上を通過するときに発生する。傾圧不安定や条件付不安定、順圧不安定、大気潮汐の急激な変動などが発生のメカニズムと考えられている。
温帯低気圧などのほかの低気圧に比べて規模はかなり小さく、地上天気図ではごく小さな低気圧としか描かれないことが多いものの、時として大雪・風雪・大雨・風雨（まれに突発・局地的な豪雪・豪雨や暴風雪・暴風雨の場合もある）、果ては雷をもたらすことも少なくない。主に南極大陸全域と南極海、北極海とその周辺部、および北大西洋北部、ベーリング海、オホーツク海、能登沖、秋田沖、津軽海峡などで主に冬から春にかけて発生するが、まれに夏や秋に発生する場合もある。
また、極低気圧（ポーラーロウ）と似たものにポーラーサイクロン（polar cyclone。こちらも極低気圧と呼ばれることがある）があるが、こちらは低気圧の直径が1,000kmを超える大規模なもの（メソスケール）で、一年中発生する。



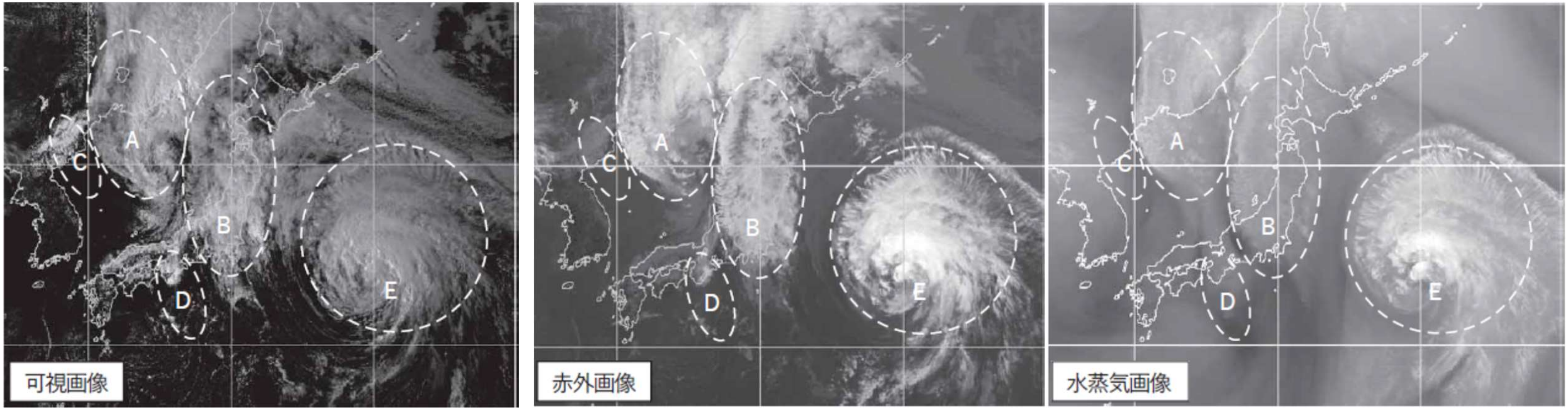
ポーラーロウは寒気内小低気圧とも呼ばれ、主に寒気場内で発生し、暖気核を持つことがあるのが特徴です。寒冷低気圧は上層ほどその中心付近の温度が低く、暖気核は持っていません。「暖気核が見られることがある」ですよ。ポーラーロウは寒気内小低気圧とも呼ばれ、主に寒気場内で発生し、暖気核を持つことがあるのが特徴です。寒冷低気圧は上層ほどその中心付近の温度が低く、暖気核は持っていません。

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　すべて正しい

B54-11　図は、9月のある日の15時に気象衛星で観測された可視画像、赤外画像、水蒸気画像である。これらの画像について述べた次の文(a)～(d)は、図中に示したA～Eの領域のいずれかについて述べたものか、適切な組み合わせを書きの①～⑤の中から1つ選べ。

(a)擾乱の北側に広がる上層雲が急速に拡大し、北縁にはトランスバースラインが見られることから、上層の水平発散が強まっていることが示唆される。	E	
(b)連なった雲域の西縁の上層の雲パターンから、上層の強風軸がこの雲域の西縁に沿って存在していることが示唆される。	B	
(c)台風から温帯低気圧に変化しており、擾乱の中心付近には雲の隙間のある領域も見られる。	A	
(d)上空の気圧の谷に伴う暗域が海上を中心にみられ、陸上では上空の気圧の谷と日中の昇温の影響で局地的に積乱雲が発達している。	D	



	(a)	(b)	(c)	(d)
①	A	E	B	C
②	A	E	B	D
③	B	A	E	D
④	E	B	A	C
⑤	E	B	A	D

B54-12　日本付近の集中豪雨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)集中豪雨は、狭い地域に短時間に大量の雨が降る現象であり、その水平スケールは数kmから10km程度である。	×	集中豪雨の範囲は、おおむね水平方向に2-200 km（メソβスケールからメソγスケール）程度である。日本における梅雨前線帯での豪雨でも、個々の事象は概ね100km程度である。
(b)集中豪雨時の大気下層では、下層ジェットと呼ばれる強風が観測されることがある。	○	梅雨前線の南側の700 - 900hPa付近の下層に出現する小規模なジェット気流。湿舌を誘発し、この北側の200kmくらいまでは集中豪雨になりやすい。
(c)集中豪雨時には、下層への暖湿気塊の流入により、下層から中層に及ぶ厚い層で、絶対不安定な成層状態が長時間維持される。	×	収束や地形による上昇が必要なため条件付き不安定 ①下層の相当温位が高いこと 相当温位が高い（暖湿）大気が流れ込むことを暖湿流の流入という。相当温位が高い領域では、下層の収束などの働きで上昇気流が起こったときに、積乱雲が発生しやすく発達しやすい。また、相当温位が高いほど雲底高度が低くなり、冷気域の広がりが抑えられる働きによって、積乱雲の世代交代が通常よりも親雲に近いところで起き、雨雲の移動が抑制される傾向にある ②上空に寒気や乾燥した大気の流入があること 上空の大気が周囲より冷たかったり乾燥していたりすると、下層の収束などの働きで上昇気流が起こったときに、積乱雲が発生しやすく発達しやすい。上空では高緯度からの寒気が移流することがあるほか、気圧の谷が通過した時に下層からの乾いた上昇気流により気温が低下したり、高渦位域（寒冷渦）が通過した時に気温が低下したりする。 ③下層に収束があること 下層（地表から上空1,500m付近までの対流圏下部）に収束があることで、上昇流が発生し、積乱雲の発生・発達を促す。収束を発生させるのは、前線帯のほか、山脈などの地形による強制的な上昇流もがある
(d)集中豪雨は、ほとんどの場合、スーパーセルと呼ばれる1つの巨大な積乱雲が発生し、停滞することによって起こっている。	×	○バックビルディング型の環境要因 下層と中層の風向が同じで、下層が弱く、中層が強いこと。下層では積乱雲消滅期に冷気域ができ、これに乗り上げる形で風上に上昇流ができて新たな積乱雲が発生する。下層の風が弱く冷気域の広がりが抑えられていればこれがほとんど移動しないため、長時間同じ所から雲が湧き続ける。一方、中層の強い風によって積乱雲本体は同じ方向に流されるづけるので長時間同じところに雨が降り続けることになる。 下層と中層の風向が正反対であること。この場合でも長時間同じ所から雲が湧き続け、同じ所に雨が降り続ける。ただし、あまり起こらない。 ○バックアンドサイドビルディング型の環境要因 下層の風向が、中層の風向に対して直角に近い方向であること。 ○スコールライン型の環境要因 下層と中層の風向が正反対であること。

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

B54-14 表は、ある地点の1日～10日の日毎の最高気温の実況値、モデルXおよびモデルYによる最高気温の予測値を示したものである。予測値の検証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)実況での夏日になった日のみ抜き出して、最高気温予測の系統的な偏りを平均誤差（ME）により求めると、モデルXの予測値は実況より低めであった。	〇	夏日25℃以上30℃未満は3日のみでXの平均誤差（ME）＝Σ（予測値-実況値）/回数 =(26-29)/1=-3 で予測値は実況より低め
(b)10日間の最高気温予測の精度を2乗平均平方根誤差（RMSE）により求めると、モデルYの方がモデルXより予測精度がよい。	〇	2乗平均平方根誤差（RMSE）＝√（Σ（予測値-実況値）^2/予報回数）） XのRMSE=√（23/10） YのRMSE=√（19/10）
(c)実況で真夏日になった日のみを抜き出して最高気温予測の精度を2乗平均平方根誤差（RMSE）により求めると、モデルXの方がモデルYより予測精度がよい。	〇	真夏日は30℃以上の5日 2乗平均平方根誤差（RMSE）＝√（Σ（予測値-実況値）^2/予報回数）） XのRMSE=√（8/5） YのRMSE=√（13/5）

真夏日は、最高気温が30℃以上の日で、東京の1年間の真夏日は、平年(1971～2000の平均)は46日で、近年増える傾向にある。真冬日は最高気温が0℃未満の日。似た言葉に夏日(summer day)と冬日(winter day)があるが、夏日は最高気温が25℃以上の日で冬日は最低気温が0℃未満の日。熱帯夜は熱帯のように暑く寝苦しい夜のことで、気象統計は最低気温が夜明け前に観測されることが多いことから、最低気温が25℃以上の日としている。最高気温が35℃以上の日を猛暑日。

答①

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

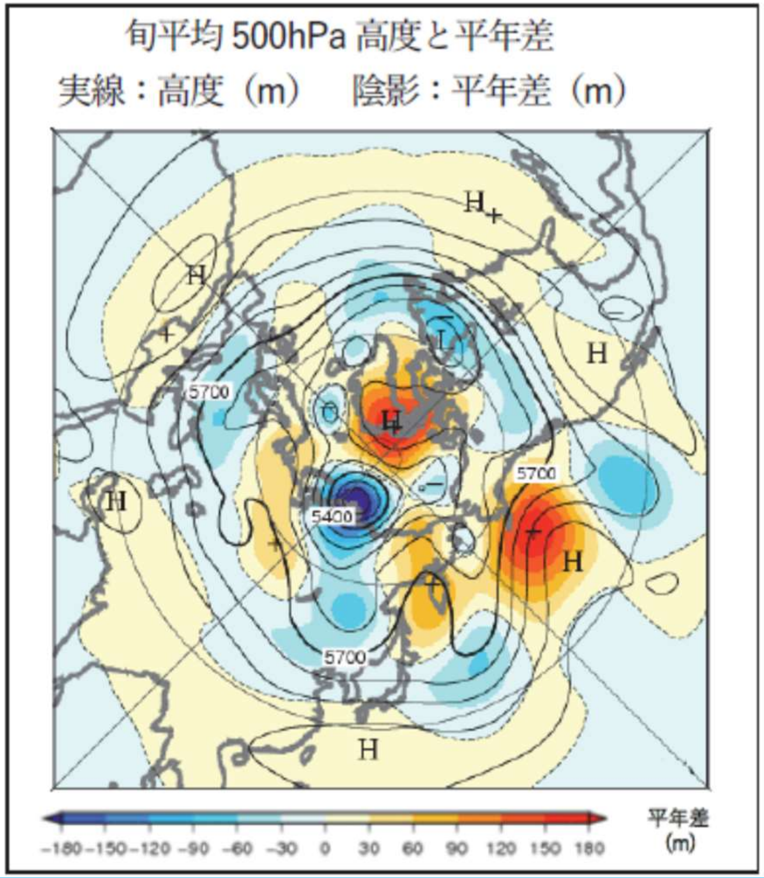
夏日　真夏日

	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
実況(℃)	19	24	29	31	35	37	34	30	24	18
モデルX(℃)	18	25	26	30	34	36	35	32	26	18
モデルY(℃)	19	23	27	31	35	37	37	32	24	19

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10日合計	真夏日の合計
X予報値-実況値	-1	1	-3	-1	-1	-1	1	2	2	0	-1	0
（X予報値-実況値）^2	1	1	9	1	1	1	1	4	4	0	23	8
Y予報値-実況値	0	-1	-2	0	0	0	3	2	0	1	3	5
（Y予報値-実況値）^2	0	1	4	0	0	0	9	4	0	1	19	13

B54-15 図はある年の7月上旬の旬平均の500hPa高度と平年差である。このときの天候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)北日本では、平年より気温が高かった。	×	太平洋高気圧が弱く、オホーツク海高気圧が強い⇒北日本は寒冷
(b)北・東日本ではね太平洋側を中心に平年より日照時間が多かった。	×	亜熱帯高気圧の張り出しが弱いため天候はあまり良くない 日本列島も、太平洋高気圧（狭義には小笠原高気圧）の圏内に入れば乾燥した高温の晴天となるが、周辺部に入ると蒸し暑く、湿った気流の流入によって雷雨が起こりやすくなり、前線や、上層への寒気の流れ込みと重なると豪雨となって災害が起こる場合もある
(c)沖縄・奄美では、平年より日照時間が多く気温が高かった。	○	沖縄・奄美は例年より強い高気圧に覆われている



答④

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