

# 第12回日本地学オリンピック予選

## (第14回国際地学オリンピック 国内一次選抜)

2019年12月実施

- ▶ 試験開始の合図があるまではこの冊子は開かないでください。
- ▶ 試験開始前に解答用紙に氏名および受験番号を記入し、受験番号についてはマークもしてください。
- ▶ 解答は全て解答用紙に記入してください。解答用紙は裏面もあります。
- ▶ 問題冊子の余白等は適宜利用してください。
- ▶ 解答時間は2時間です。
- ▶ この問題冊子は持ち帰って構いません。
- ▶ 試験終了後、着席のままアンケートに回答してください。
- ▶ 試験開始後60分以降の途中退出を認めます。その場合にも退出する前にアンケートに回答してください。



## 第1問

図1に示した地域で地質調査を行ったところ、下から順に、石灰岩層と砂岩層、泥岩層の三つの地層が重なることが確認された。地点Aでは石灰岩層からフズリナ（紡錘虫）が発見された。また地点Bでは石灰岩層に重なる砂岩層の様子が観察された。また地点Cでは砂岩層に重なる泥岩層の様子が観察され、泥岩層からはイノセラムスが発見された。次の各問いに答えなさい。ただし、この地域内には他の地層や断層あるいは褶曲は存在せず、地層の厚さは一定とする。

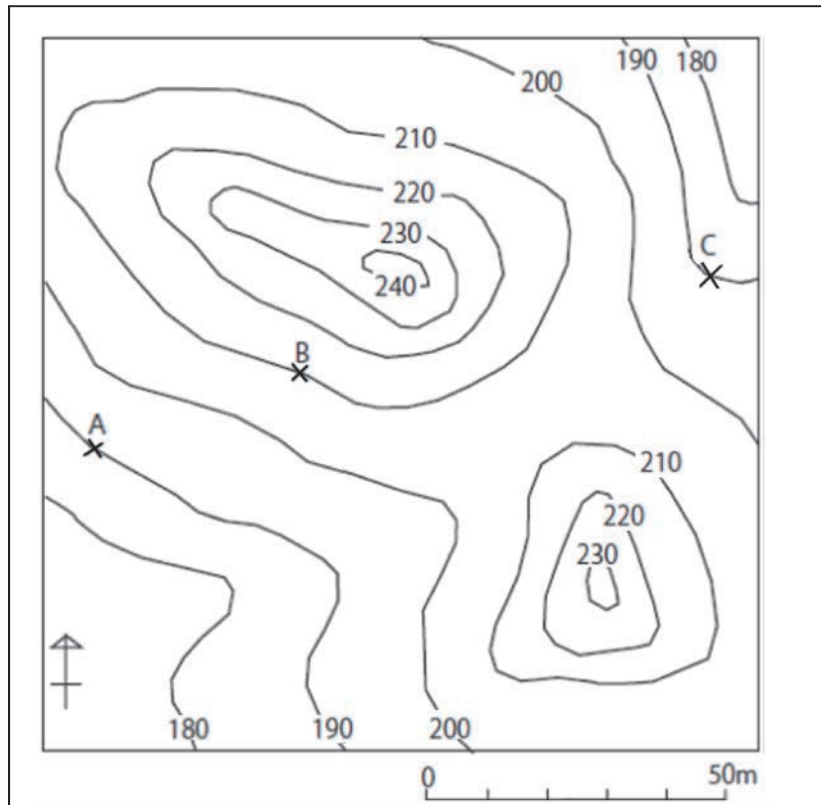
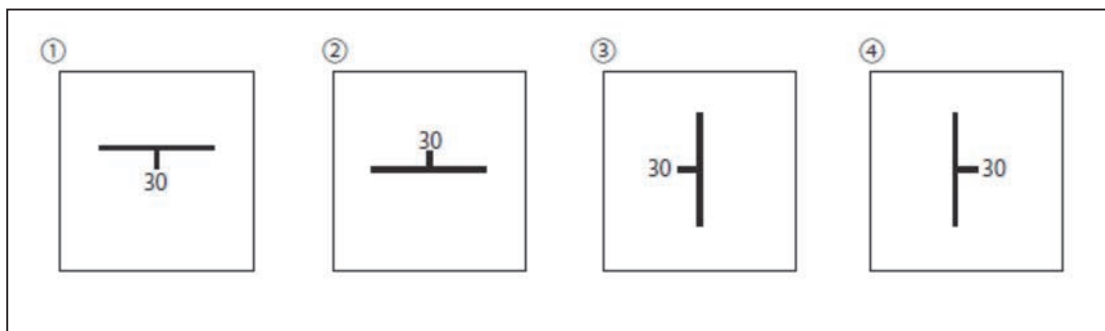


図1 （等高線の数値の単位は m）

問1 砂岩層から発見される可能性のない化石を、次の①～⑥からすべて選び、番号をマークしなさい。

- ① コノドント
- ② アンモナイト
- ③ カハイセキ（ヌンムリテス）
- ④ ナウマンゾウの臼歯
- ⑤ 三葉虫
- ⑥ アノマロカリス

問2 地点 B の石灰岩層と砂岩層の境界面の走向傾斜は、**NS 30° E** であった。この走向傾斜を記号で表すとどのようになるか。記号として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



問3 地点 B で観察された石灰岩層と砂岩層の境界面を、この地域の地形図に境界線として示したい。そのために次のステップ1～3を踏むことで境界線を得ることができる。それぞれのステップに関する各問いに答えなさい。

原理 地層の境界面は図2のように平面である。境界面（平面）と地形面の交線が、今求める境界線となる。

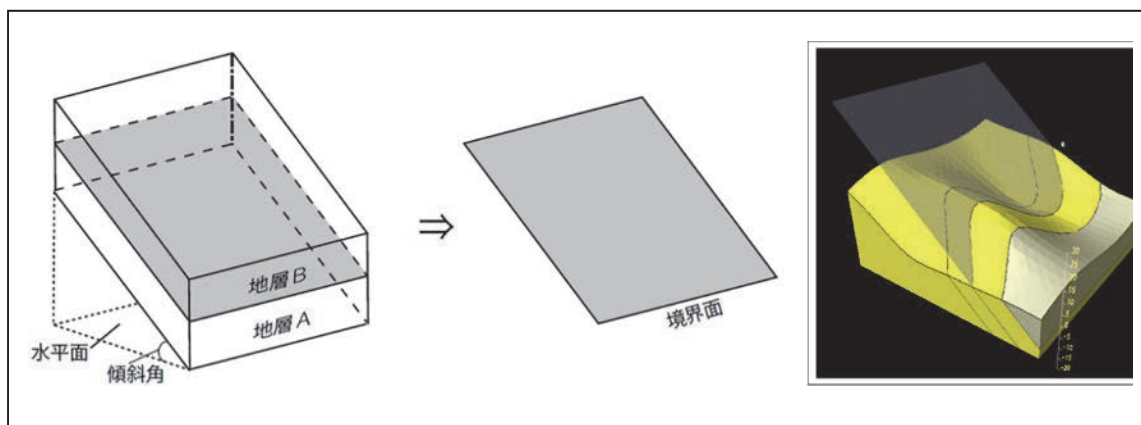
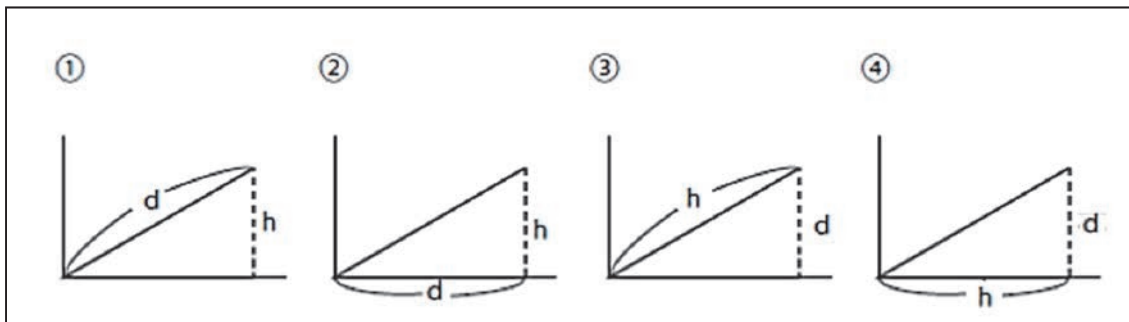


図2

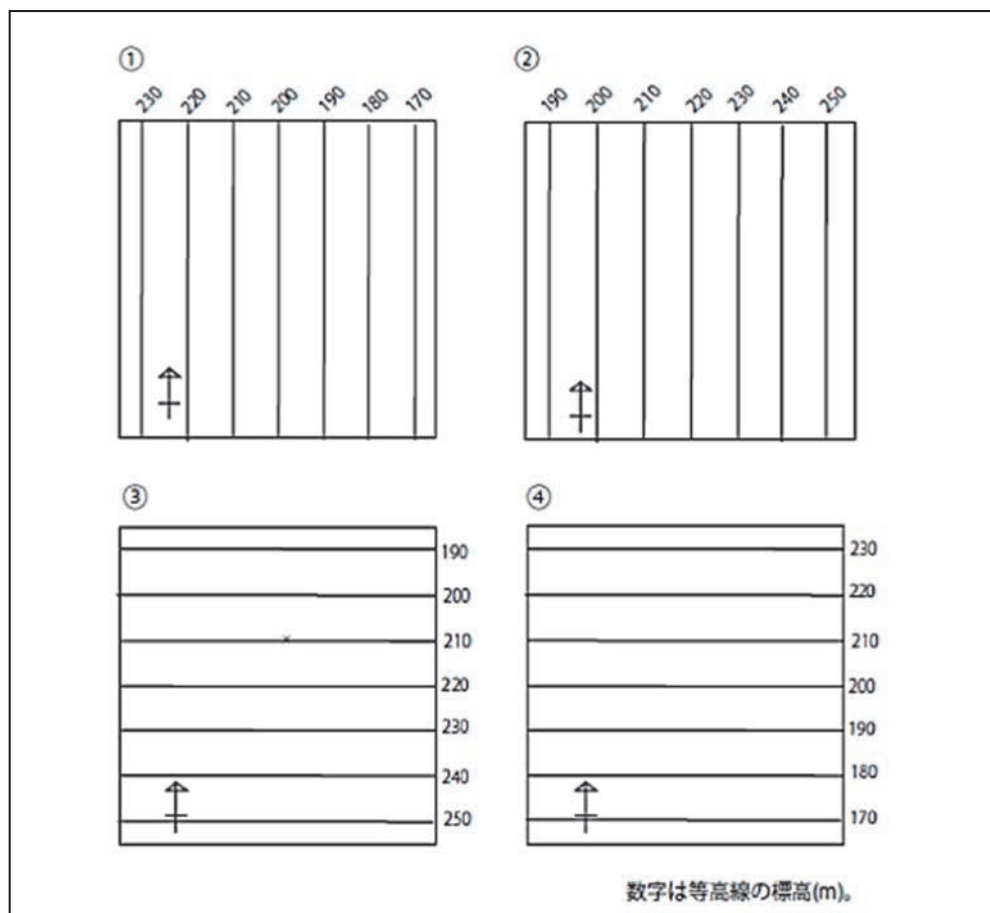
ステップ1 : まず境界面の等高線を水平面に投影した場合を考える。その等高線は、図1の地形図の等高線と同じ標高間隔  $h$  (10m に相当) で表す必要がある。水平面上の境界面の等高線は、互いに平行な直線で等間隔となる。

問3-1 等間隔の距離  $d$  を表す図として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



ステップ2 :ステップ1で求めた境界面の等高線の距離  $d$  をもとに、地形図の縮尺に合わせて境界面の等高線を描く。

問3-2 境界面の等高線として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



**ステップ3** : 地形図にステップ2の境界面の等高線の図を重ね合わせる。その際に、B地点が210mの等高線に重なるようにする。そして両者の同じ標高の等高線の交点を探してマークする。マークした点を標高に注意しながら結ぶ。その結果得られた線が、境界線となる。

**問3-3** 今、石灰岩層と砂岩層の境界線が通過する地点として、図3のmからqまでの記号の中で最も適切なものを、次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① m    ② n    ③ o    ④ p    ⑤ q

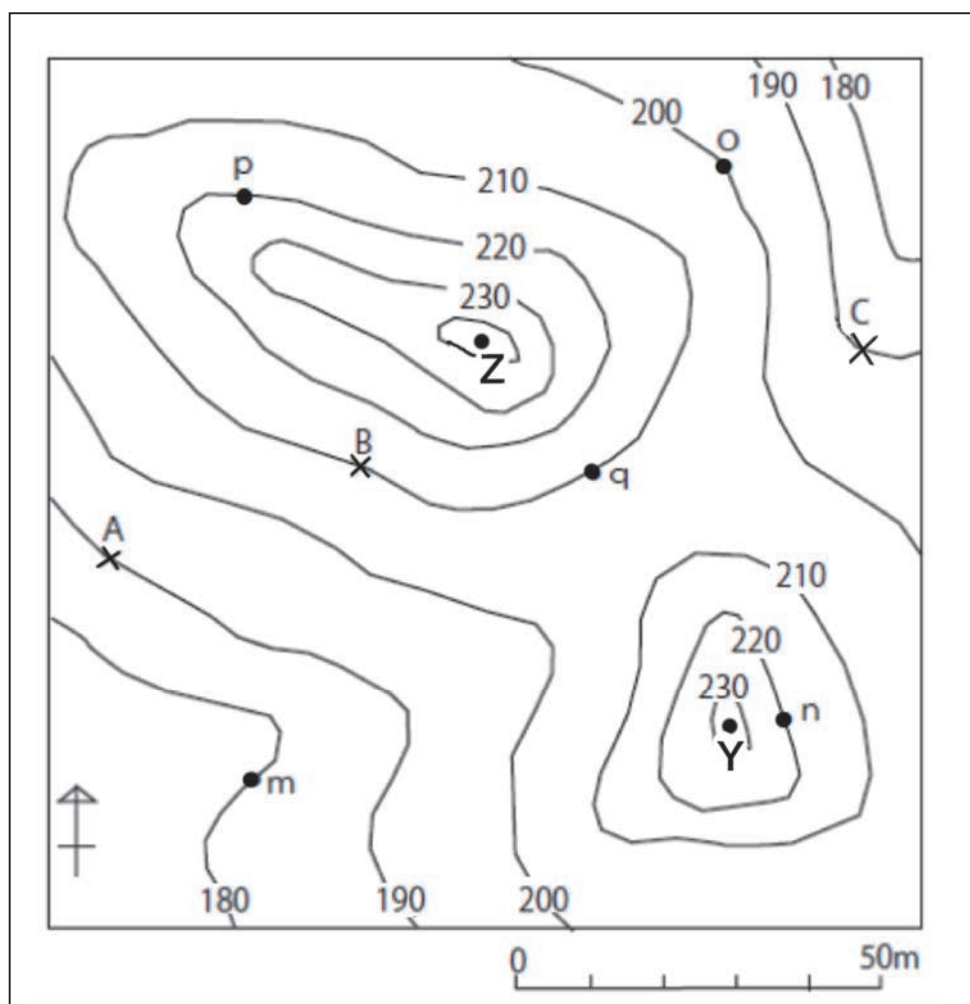
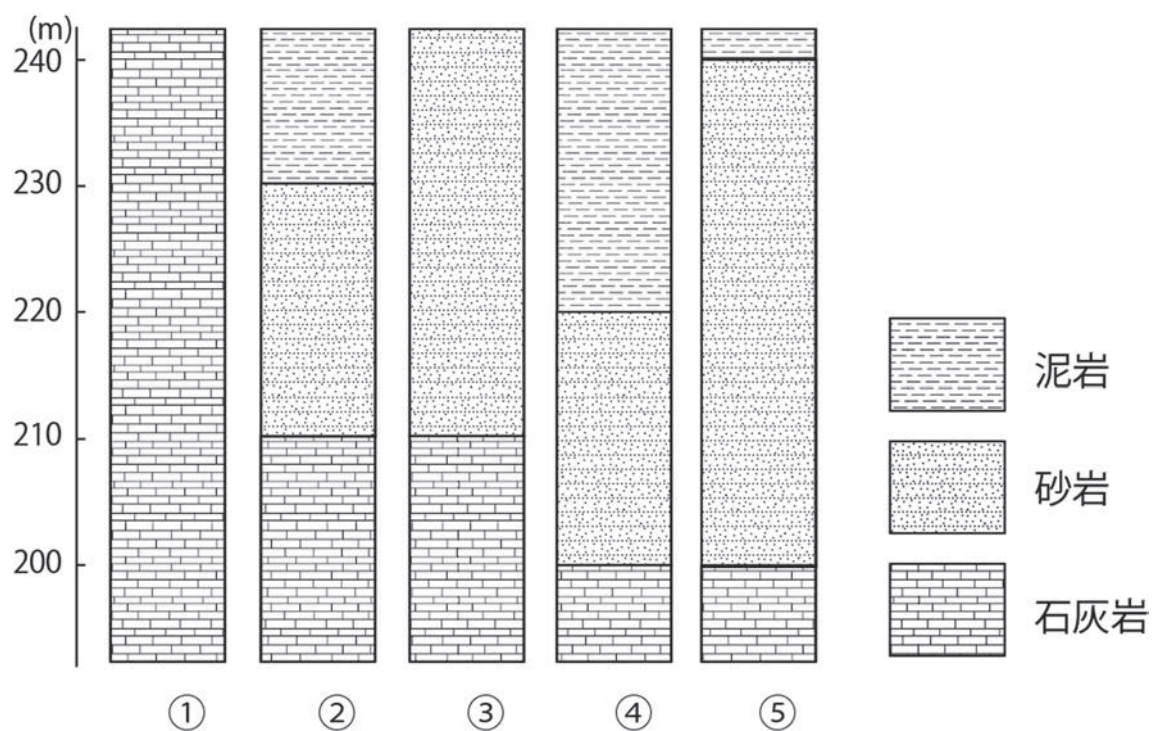


図3

問4 図3の地点Yに露出する岩石は何か？最も適切なものを次の①～③から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 石灰岩    ② 砂岩    ③ 泥岩

問5 図3の地点Zの標高は242mであった。この地点でやぐらを組んで鉛直方向に50mの深さのボーリングをしたとき、ボーリング結果から得られる柱状図として最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。



## 第2問

問1 第四紀に関する次の文章を読み、空欄（ア）～（オ）に当てはまる語句として最も適切なものをそれぞれ次の①～③から1つ選び、番号をマークしなさい。

約 260 万年前から始まった第四紀は、気候の寒冷化に伴って氷河や氷床が発達した氷期と、温暖化によって氷河や氷床が後退した間氷期が、数万年から約（ア）年の周期で繰り返されている。こうした気候変動とそれに伴う海水準変動の時期や規模は、グリーンランドや（イ）で掘削された氷床コアや、深海底堆積物中に含まれる小型有孔虫の殻の（ウ）同位体比により、高い精度で復元されている。

約 7 万年前から始まった最終氷期の中で、最も寒冷だったといわれる約 2 万年前は、今より（エ）ほど海水準が低く、日本列島と大陸は陸続きになったと推定されている。（オ）とよばれる、最終氷期が終わった約 1 万年前から現在は間氷期にあたり、過去数十万年の中では、温暖で海水準の高い時代に相当する。

- |              |             |             |
|--------------|-------------|-------------|
| （ア）① 10 万    | ② 50 万      | ③ 100 万     |
| （イ）① アイスランド  | ② 南極        | ③ ヒマラヤ      |
| （ウ）① 炭素      | ② 窒素        | ③ 酸素        |
| （エ）① 10m～60m | ② 100m～160m | ③ 200m～260m |
| （オ）① 更新世     | ② 完新世       | ③ 鮮新世       |

問2 堆積物と堆積岩に関する次の文の中で、適切でないものを次の①～⑤から2つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 地表の岩石が、大気や水の働き、温度変化などによって、物理的な破壊や化学的な分解を受けることを風化とよぶ。
- ② 地層をつくる堆積物の粒子は、粒径によって名称が異なり、粒径 2 mm 以上の粒子を礫（れき）、粒径 2mm～1/16 mm の粒子を砂、それ未満の粒径の粒子を泥とよぶ。
- ③ 堆積物にかかる荷重や、堆積物をつくる粒子間に炭酸カルシウム（CaCO<sub>3</sub>）などからなる新たな鉱物が沈殿することにより、堆積物が固結して堆積岩になる過程を変成作用とよぶ。
- ④ 遠く離れた地域間の地層の年代を対比するには、地層中に含まれる示準化石や広域に降り積もった火山灰などが有効である。
- ⑤ チャートは、放散虫とよばれる生物の遺骸が、長い年月をかけて深海底に沈積してできた層状でやわらかい岩石である。



問3 図1は、第四紀の未固結堆積物からなる地層の柱状図である。この地層の特徴から言えることについて適切でないものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

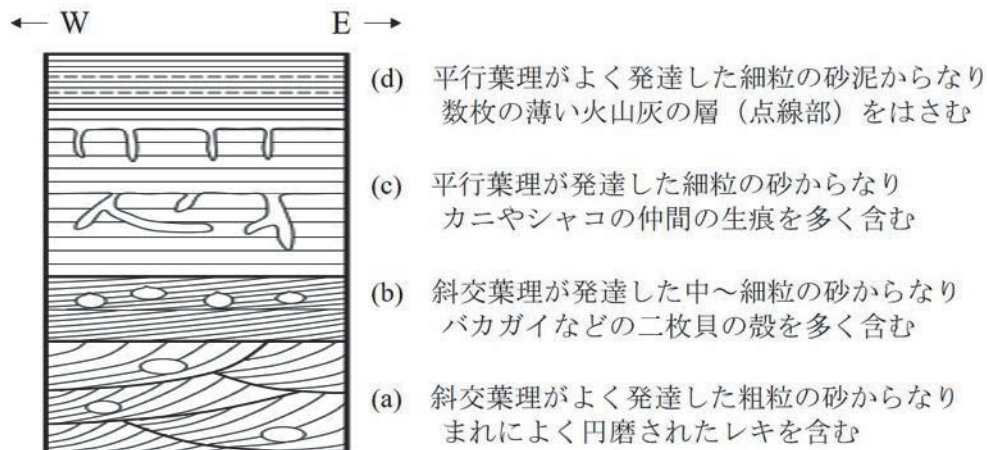


図1

- ① 斜交葉理の形状から、(b)の部分が形成されたころの水流の向きは西から東である。
- ② (c)の部分はカニやシャコの生痕を含むことから、海岸の波打ち際や干潟で形成された。
- ③ (d)の部分が形成された頃は、活発な火山活動があったと考えられる。
- ④ (a)～(b)に含まれる化石や堆積物の粒径・堆積構造の違いから、この地層の形成環境は、波浪の影響の大きい環境から小さい環境へと変化していったと考えられる。
- ⑤ 斜交葉理や生痕の形状から、この地層の上下は逆転していないと判断できる。

問4 化石に関する次の文の中で、適切でないものを次の①～⑥から2つ選び、番号をマークしなさい。

- ① フズリナ（紡錘虫）もカヘイセキ（ヌムリテス）も大型有孔虫の一種である。
- ② エディアカラ動物群のような硬い骨格を持たない生物が一斉に出現した現象は、「カンブリア紀の大爆発」や「カンブリア爆発」などと呼ばれている。
- ③ シルル紀に現れたクックソニアは、最古の陸上植物として有名である。
- ④ 巻貝の一種であるビカリアは、古第三紀の示準化石であるとともに、熱帯～亜熱帯の干潟環境を示す示相化石でもある。
- ⑤ イクチオステガやアカンソステガは、デボン紀に生息していた原始的な両生類の仲間である。
- ⑥ アンモナイトの殻の仕切り部分にみられる模様（縫合線）は、アンモナイトの種類や進化を知るうえで重要である。

問5 地球環境と生命の変遷に関する次の文章を読み、空欄（ア）～（オ）に当てはまる語句として最も適切なものをそれぞれ次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

約（ア）年前、シアノバクテリアとよばれる原生動物の繁栄によって、地球上には酸素が爆発的に増加した。海底では海水中に溶けていた鉄イオンが酸化して沈殿し、（イ）鉄鉱層が形成された。シアノバクテリアの中には、ストロマトライトとよばれる石灰質でドーム状の構造体をつくるものもいた。（ウ）の西海岸などでは、現在もその姿を目にすることができる。

（エ）末期におきた生物の大量絶滅は、顕生代に起こった（オ）の大量絶滅イベントの中で最も規模が大きく、三葉虫やフズリナをはじめ、当時の海生生物の約96%が絶滅した。このイベントは、超大陸パンゲアの形成に伴う激しい火山活動や気候変動によって引き起こされたものである。

- （ア）① 5億～7億    ② 15億～17億    ③ 25億～27億    ④ 35億～37億  
 （イ）① 層状    ② 塊状    ③ 縞状    ④ 粒状  
 （ウ）① 北アメリカ    ② 南アメリカ    ③ オーストラリア    ④ アフリカ  
 （エ）① オルドビス紀    ② デボン紀    ③ ペルム紀    ④ 白亜紀  
 （オ）① 2回    ② 3回    ③ 4回    ④ 5回

問6 放射性同位体（放射性元素）による年代測定に関する次の文章を読み、各問いに答えなさい。

岩石・鉱物などのつくられた年代を調べる方法として、放射性同位体の壊変を用いた年代測定法がある。この方法は、岩石などの中に含まれる放射性同位体の数が、時間の経過とともに一定の割合で変化する性質を利用したもので、特にその数が半分になる時間を半減期という。また、こうして調べられた年代は放射年代（数値年代または絶対年代）とよばれる。例えば、表1のような放射性同位体が用いられるが、元素の性質や半減期の長さなどにより、対象物が異なる。

	放射性同位体	半減期	年代測定に用いられる壊変してできる安定な同位体
A	$^{238}\text{U}$ ウラン	（ア）	$^{206}\text{Pb}$ 鉛
B	$^{235}\text{U}$ ウラン	$7.0 \times 10^8$ 年	$^{207}\text{Pb}$ 鉛
C	$^{40}\text{K}$ カリウム	$1.3 \times 10^9$ 年	（ウ）
D	$^{14}\text{C}$ 炭素	（イ）	$^{14}\text{N}$ 窒素

表1

問6-1

表1の空欄(ア)～(ウ)に当てはまる語句または数値として最も適切なものをそれぞれ次の①～④から1つずつ選び、番号をマークしなさい。

(ア) ① 30年 ② 5730年 ③  $1.4 \times 10^5$ 年 ④  $4.5 \times 10^9$ 年

(イ) ① 30年 ② 5730年 ③  $1.4 \times 10^5$ 年 ④  $4.5 \times 10^9$ 年

(ウ) ①  $^{40}\text{Ca}$  カルシウム ②  $^{40}\text{Ar}$  アルゴン ③  $^{87}\text{Sr}$  ストロンチウム ④  $^{137}\text{Cs}$  セシウム

問6-2

古代遺跡の年代測定に用いられるのは、表1に示したA～Dの放射性同位体のうちどれか。最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

① A            ② B            ③ C            ④ D

### 第3問

問1 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

地震が発生すると波(地震波)が地球内部を伝わっていく。地球内部を伝播するP波やS波は、地下構造によって屈折したり反射したりする。地震波の観測によって、地球内部の波の伝播速度を求めることができる。地震波が観測点に到達するまでの時間を走時という。横軸に震央から観測点までの距離(震央距離)を、縦軸に走時をとってグラフにしたものを走時曲線という。地表のごく近傍で地震が発生した時の走時曲線の例を図1に示す。走時曲線から、この地域は2層構造で近似できることがわかる。表層の波の伝播速度を $V_1$ 、下層の波の伝播速度を $V_2$ とする。

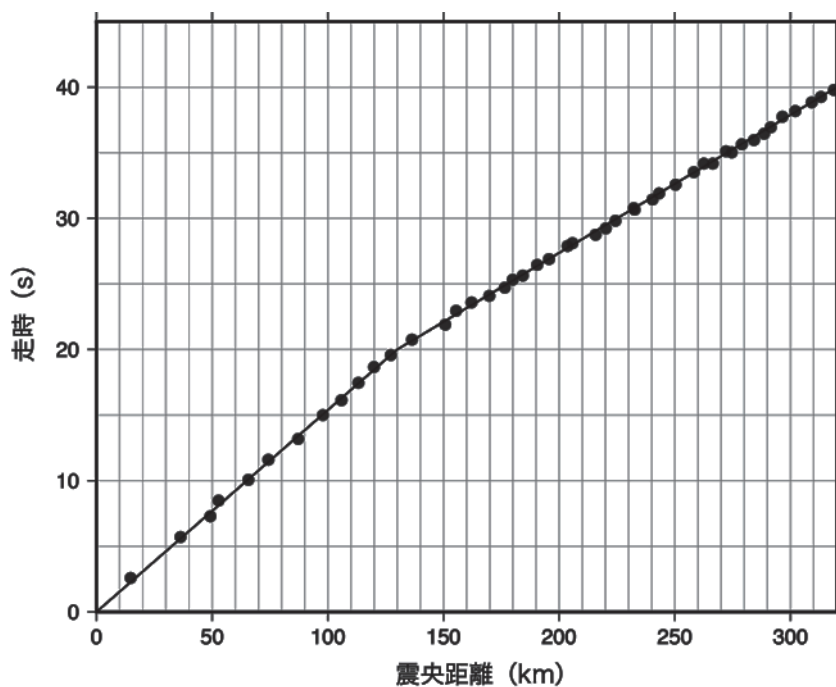


図1

問1-1 図1の走時曲線から、表層の波の伝播速度( $V_1$ )として最も適切なものを次の①~⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 5.0 km/s    ② 5.5 km/s    ③ 6.0 km/s    ④ 6.5 km/s    ⑤ 7.0 km/s

問1-2 図1の走時曲線から、下層の波の伝播速度( $V_2$ )として最も適切なものを次の①~⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 7.5 km/s    ② 8.0 km/s    ③ 8.5 km/s    ④ 9.0 km/s    ⑤ 9.5 km/s

問1-3 走時曲線の折れ曲がり地点の震央距離 ( $d$ ) から表層の厚さ ( $h$ ) を次の式を用いて求めることができる。

$$h = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}}$$

走時曲線から表層の厚さとして最も近い値を次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 21 km      ② 24 km      ③ 28 km      ④ 32 km      ⑤ 36 km

問1-4 走時曲線や地下構造を説明するものとして適切でないものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

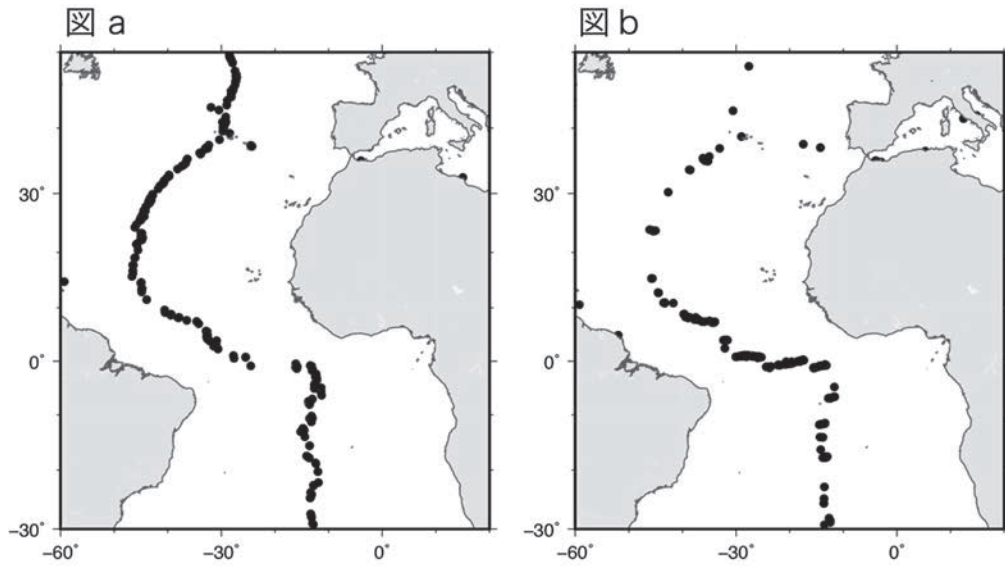
- ① 大陸プレートのモホ不連続面に対応する走時曲線の折れ曲がり地点の震央距離は海洋プレートのそれと比較して大きい傾向にある。
- ② マントルと外核の境界での速度変化によって、P波が観測されない影となる領域が存在する。
- ③ 流動的な性質を持つアセノスフェア中を横波であるS波は伝播できないため、S波が観測されない影となる領域が存在する。
- ④ 液体の外核より内側に内核が存在することは、外核と内核の境界で屈折するP波を観察することによって確認することができる。

問2 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

地震活動が活発な領域は帯状に分布しており、その帯はプレート境界と良い対応関係にある。プレート境界では、それぞれのプレートが異なる方向に移動しているため、ひずみが地下に蓄積されやすい環境にあり、蓄積したひずみはやがて大地震で解放される。二つのプレートがどのように動くのかで地下のひずみの様式が変化し、発生する地震の断層運動の様式も変化する。

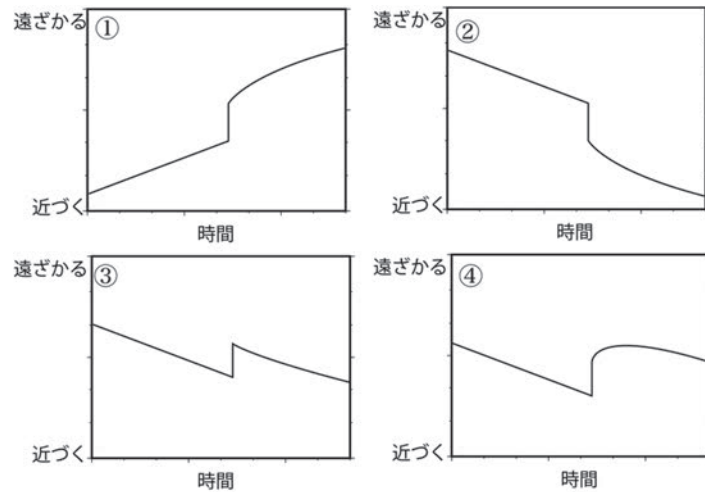
問2-1 図aと図bは大西洋で発生する地震を断層の動きで分類してプロットしたものである。図と断層の動きの組み合わせとして、最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 図a — 正断層      図b — 逆断層
- ② 図a — 正断層      図b — 横ずれ断層
- ③ 図a — 横ずれ断層      図b — 逆断層
- ④ 図a — 横ずれ断層      図b — 正断層
- ⑤ 図a — 逆断層      図b — 正断層
- ⑥ 図a — 逆断層      図b — 横ずれ断層

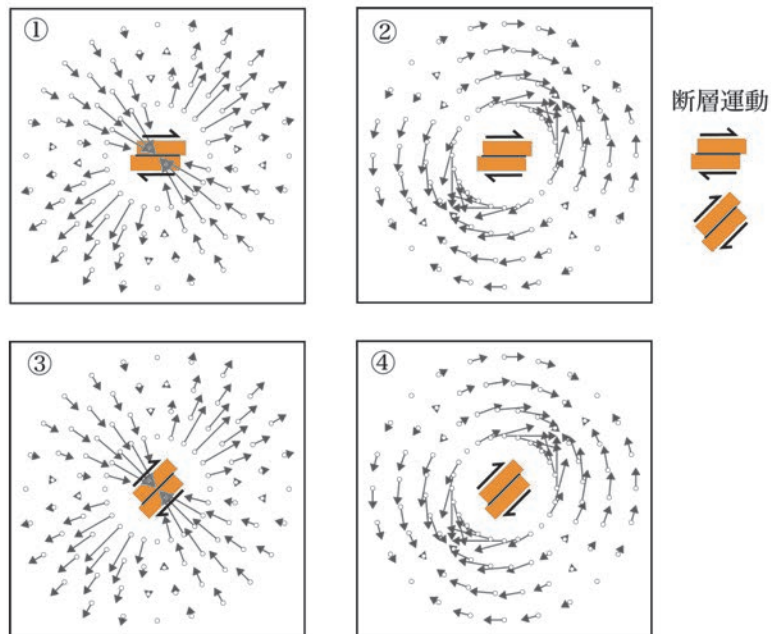


(Global CMT カタログより作成)

問 2-2 プレート A とプレート B は収束境界で接しているとする。プレート境界付近に存在するプレート A の観測点のプレート B の観測点との距離を計測し続けたところ観測期間中にプレート境界で逆断層の大地震が観測された。観測された記録として最も適切なものを次の①～④から 1 つ選び、番号をマークしなさい。



問2-3 断層の動きは観測された地震波から推定することができる。横ずれ断層と地表で観測されるP波の初動を表す矢印（矢印の大きさはP波の振幅、矢印の向きはP波の振動方向）との関係を表現したものとして、最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。



問2-4 プレートテクトニクスや地震活動を説明するものとして適切でないものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① それぞれのプレートは変形しない板のように運動するため、同一の沈み込み帯でも地点によって海洋プレートの沈み込む速度が変化する。
- ② 海洋プレートは冷却されるに従いプレートの厚みが増加し、プレートの平均密度も増加するために、海嶺から遠ざかるに従い海洋底の水深は増加する。
- ③ 地震は岩石が流動しない領域で発生するため、深発地震が発生する領域は、低温の沈み込む海洋プレート内部にほぼ限られる。
- ④ プレート境界付近で発生する大地震は、プレート運動によるひずみを解放するように発生するため、沈み込み帯周辺で発生する大地震の断層の動きは逆断層にほぼ限られる。



## 第4問

問1 火山噴出物に関する次の説明のうち、適切でないものを次の①～⑤からすべて選び、番号をマークしなさい。

- ① 火山砕屑物のうち、粒径が2 mmより小さいものを火山灰、64 mmより大きいものを火山礫という。
- ② 火山ガスには、水蒸気、二酸化炭素、硫化水素などが含まれるが、その中で最も多く含まれるのは水蒸気である。
- ③ 粘性の小さい玄武岩質の溶岩では、表面が縄状の形態を示すものがある。
- ④ 火山弾は空中に放出されたマグマや溶岩の破片であり、火山砕屑物に含まれる。
- ⑤ 玄武岩質マグマが海底で噴出した際、海水で急冷されて固まり、塊状溶岩とよばれる特徴的な溶岩を形成する場合がある。

問2 地球表層の構造に関する次の文章を読み、各問いに答えなさい。

地殻は、海洋地殻と大陸地殻とに分けられる。海洋地殻は主に玄武岩質の岩石で、大陸地殻は主に花こう岩質岩石（上部地殻）と玄武岩質岩石（下部地殻）でつくられている。一方、地殻の下にあるマントルの上部は、かんらん岩とよばれる岩石でできている。

地殻と上部マントルの最上部はリソスフェアとよばれ、低温でかたく、割れやすい性質がある。その厚さは、海洋で（ア）km、大陸で（イ）kmである。一方、リソスフェアの下にあり、地下400kmよりも浅い部分はアセノスフェアとよばれ、高温で流動しやすい性質がある。

かたいリソスフェアは、流動しやすいアセノスフェアの上に浮いたような状態になっている。このとき、ある深さにおいて一定の面積当たりの重さが等しくつり合っている状態を（ウ）という。地球表面の起伏（陸地の高さや海底の深さなど）と地殻の厚さの関係は、このような地殻にはたらく重力と浮力のつり合いによって説明されている。こうした地殻やマントルを構成する物質や状態の違いは、（エ）探査によって明らかにされた。

問2-1 下線部に出てくる3つの岩石の密度の大きさの関係を表すものとして最も適切なものを次の①～③の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 花こう岩 < 玄武岩 < かんらん岩
- ② 玄武岩 < 花こう岩 < かんらん岩
- ③ かんらん岩 < 花こう岩 < 玄武岩



問2-2 空欄(ア)～(エ)に当てはまる語句として最も適切なものを次の①～③の中からそれぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) ① 5～10      ② 数10～100      ③ 100～250  
 (イ) ① 5～10      ② 数10～100      ③ 100～250  
 (ウ) ① ジオイド    ② アイソスタシー    ③ ユースタシー  
 (エ) ① 地震波      ② 音波                  ③ 地磁気

問3 マグマは固体のマントルが部分融解し発生すると考えられており、図1は黒丸で示したマントルの部分融解によるマグマの発生の仕組みを示した模式的な図である。図1の①～③はマグマの発生過程で、①は深部からマントルが急速に上昇し高温のまま圧力が下がる、②は周囲の高温物質によって温められる、③はマントルに水が供給され融点を下げること示している。

(ア) 海嶺、(イ) ホットスポット、(ウ) プレート沈み込み帯ではどの過程が最も効果的に働いていると考えられているか。最も適切なものを次の①～③からそれぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

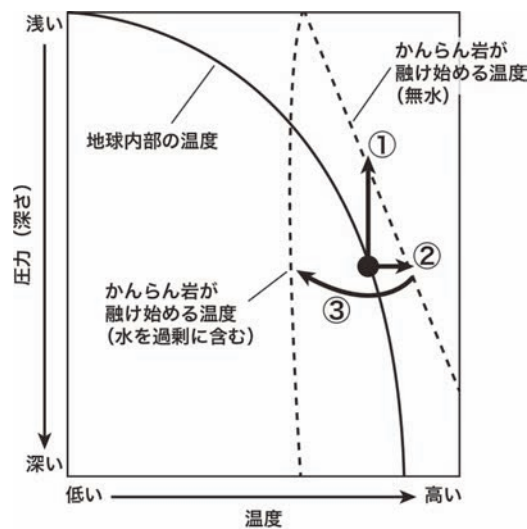


図1 マグマの発生の仕組みを示した模式図

- |               |      |      |      |
|---------------|------|------|------|
| (ア) 海嶺        | ①の過程 | ②の過程 | ③の過程 |
| (イ) ホットスポット   | ①の過程 | ②の過程 | ③の過程 |
| (ウ) プレート沈み込み帯 | ①の過程 | ②の過程 | ③の過程 |

問 4 ある火成岩に関する次の文章を読み、各問いに答えなさい。

この岩石は全体的に黒っぽく、大きく成長した結晶として、主にかんらん石と斜長石が含まれ、輝石もわずかに含まれていた。かんらん石は（ア）、斜長石は（イ）をしていた。大きく成長した結晶の間は、細粒な結晶とガラスによって埋められていた。また、この岩石の化学組成を調べたところ、 $\text{SiO}_2$ の含有量は（ウ）重量%だった。

問 4-1 この岩石の種類、組織として最も適切な組み合わせを次の①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

	岩石の種類	岩石組織
①	玄武岩	等粒状組織
②	玄武岩	斑状組織
③	はんれい岩	等粒状組織
④	はんれい岩	斑状組織
⑤	流紋岩	等粒状組織
⑥	流紋岩	斑状組織
⑦	花崗岩	等粒状組織
⑧	花崗岩	斑状組織

問 4-2 （ア）と（イ）には観察した際の結晶の色が入る。（ア）と（イ）に入る語句として最も適切なものを次の①～③からそれぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) ①無色～白色 ②淡緑色 ③黒色  
(イ) ①無色～白色 ②淡緑色 ③黒色

問 4-3 かんらん石と斜長石の密度を比較したとき、どのような関係があるか。最も適切なものを次の①～③から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① かんらん石の方が密度は大きい  
② 斜長石の方が密度は大きい  
③ どちらもほぼ同じくらいの密度である

問 4-4 （ウ）に入る数値として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 40 ② 50 ③ 60 ④ 70

問5 次の文章を読み、各問いに答えなさい。

太平洋などの海洋底には、図2のように火山島と海山が連続して並んでいることがある。図2はその様子を模式的に示したものである。このように火山島と海山が連続的に並ぶのは、ホットスポットと呼ばれる固定された供給源からマグマが噴出し、海洋プレートがその供給源の上を動くことが原因と考えられている。

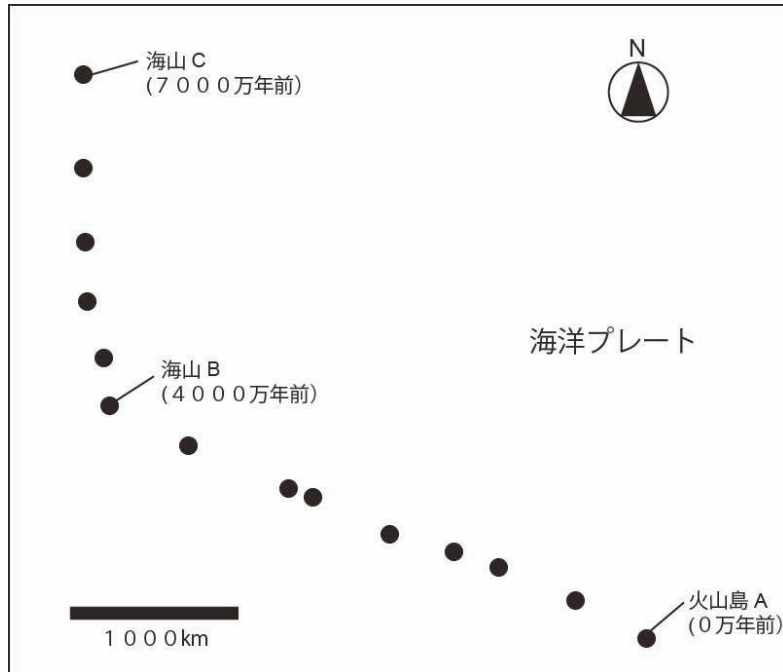


図2 ●は火山島・海山を示しており、括弧内の数値は火山島・海山の形成年代を示している。

問5-1 図2から読み取れる海洋プレートの動きを次のようにまとめた。(ア)～(エ)に入る方位・数値として最も適切なものを次の①～④からそれぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

7000万年前から4000万年前までは、ほぼ(ア)向きに約(イ)cm/年で動き、その後、4000万年前から現在まではほぼ(ウ)向きに約(エ)cm/年で動いた。

- (ア) ①北 ②南 ③北西 ④南東  
 (イ) ①2.8 ②6.7 ③8.6 ④12.5  
 (ウ) ①北 ②南 ③北西 ④南東  
 (エ) ①2.8 ②6.7 ③8.6 ④12.5

問5-2 ハワイ島の火山はホットスポット型の火山として代表的である。ハワイ島の火山に関する次の説明のうち最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 溶岩と火山砕屑物が交互に積み重なってできる火山が多く存在する。
- ② 爆発的な噴火によって、軽石を噴出し、広範囲に火山灰を降下させるような火山が多い。
- ③ 粘性の低い溶岩が多数流出し、それらが積み重なって裾野が広く、広大な火山が存在する。
- ④ 粘性の高い溶岩が流出するが、流れずに火口付近に盛り上がってできるタイプの火山が多い。
- ⑤ 粘性の低い溶岩が流出しているのに、富士山より高い火山は存在しない。

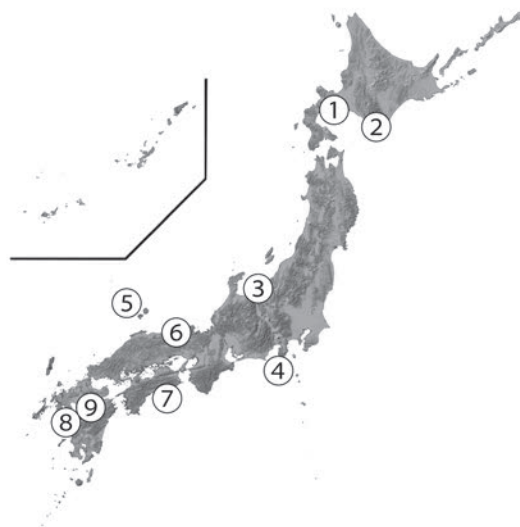
問6 火山災害や火山防災に関して記述した次の文のうち、適切でないものを次の①～⑤からすべて選び、番号をマークしなさい。

- ① 冬季に噴火が生じた場合、火口周辺の雪や氷が噴出物の熱によって融かされて泥流が発生する可能性がある。
- ② 粘性の高いマグマによる噴火は、粘性の小さなマグマによる噴火に比べて一般的に噴火頻度が高い。
- ③ 過去に阿蘇山で巨大カルデラ噴火が生じた際、噴火による火山灰が日本全土を覆ったことがある。
- ④ 水蒸気噴火は噴火の規模が小さいため、火口周辺でも比較的安全である。
- ⑤ 溶岩ドームが崩壊して火砕流が発生することがある。

問7 現在日本には、次の①～⑨のユネスコ世界ジオパークが存在する。

この中で、エリア内に活火山が存在するものを4つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 洞爺湖有珠山ジオパーク
- ② アポイ岳ジオパーク
- ③ 糸魚川ジオパーク
- ④ 伊豆半島ジオパーク
- ⑤ 隠岐ジオパーク
- ⑥ 山陰海岸ジオパーク
- ⑦ 室戸ジオパーク
- ⑧ 島原半島ジオパーク
- ⑨ 阿蘇ジオパーク



## 第5問

問1 空気中の水蒸気と雲の発生に関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

空気中に含むことができる水蒸気量には限度がある。その限度である飽和水蒸気量は、図1のように気温の上昇とともに増加する。水蒸気を含む空気塊が (a)何らかの原因で上昇すると、上空ほど ，空気塊の温度が低下する。空気塊の温度が  にまで低下すると、空気塊に含まれる水蒸気量が飽和水蒸気量と一致する。空気塊がさらに上昇を続けると、空気塊に含まれる水蒸気量が飽和水蒸気量を上回り、過剰となった水蒸気が凝結して (b)雲を生じる。

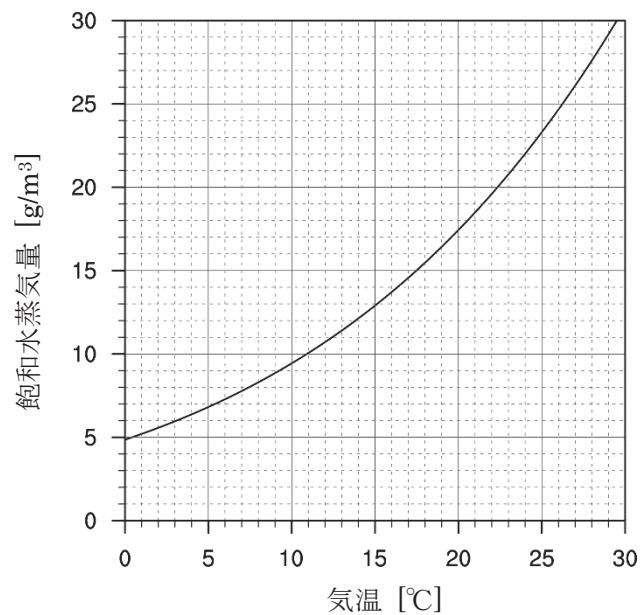


図1 気温と飽和水蒸気量との関係

問1-1 文章中の空欄  ・  に入る語句の組合せとして最も適切なものを次の

①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

	ア	イ
①	気温が低いため、周囲の空気に冷却されて	湿球温度
②	気温が低いため、周囲の空気に冷却されて	露点温度
③	気圧が低いため、膨張して	湿球温度
④	気圧が低いため、膨張して	露点温度

問1-2 文章中の下線部(a)に関連して、空気の上昇が起こりやすい状況として適切でないものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 強い日射により地表面が温められるとき。
- ② 上層に強い暖気が流入するとき。
- ③ 海上や平地から山地に向かって風が吹くとき。
- ④ 地表面付近で暖気と寒気がぶつかるとき。

問1-3 文章中の下線部(b)に関連して、雲とその発生について述べた次の文A・Bの正誤の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- A) 雲粒の典型的な大きさは数  $\mu\text{m}$ ～数十  $\mu\text{m}$  程度である。
- B) 大気中に微粒子が存在すると水蒸気の凝結が阻害され、空気塊が飽和しても雲を生じにくい。

	A	B
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問1-4 図1を読み取って得られる値から分かることとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、 $\text{相対湿度}[\%] = 100\% \times (\text{空気中の水蒸気量}) \div (\text{飽和水蒸気量})$ で求められるとしてよい。また、飽和に達した場合に、過剰となった水蒸気は速やかに凝結するとする。

- ① 気温  $25^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $60\%$ の空気中に含まれる  $1\text{ m}^3$ あたりの水蒸気量は約  $23\text{g}$  である。
- ② 気温  $10^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $80\%$ の空気よりも、気温  $20^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $30\%$ の空気のほうが、 $1\text{ m}^3$ あたりに含まれる水蒸気量は多い。
- ③ 気温  $20^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $70\%$ の空気が  $15^\circ\text{C}$  まで冷えると、相対湿度は  $90\%$ よりも高くなる。
- ④ 気温  $25^\circ\text{C}$ 、相対湿度  $50\%$ の空気が  $10^\circ\text{C}$  まで冷えると、 $1\text{ m}^3$ あたり約  $14\text{g}$ の水蒸気が凝結する。

問1-5 気象災害について述べた文として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 台風は夏から秋を中心に日本付近に接近・上陸し、しばしば大雨や暴風をもたらす。
- ② 梅雨前線が日本付近に長く停滞すると、気温が上昇し、猛暑となりやすい。
- ③ 夏に暖かく湿った空気が流入すると大雨が降り、山間部では崖崩れや液状化現象がしばしば発生する。
- ④ 冬の北東季節風が強まると、日本海側の地域を中心に大雪となることがある。

問2 大気中の物質とその循環に関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

窒素，酸素，<sup>(c)</sup>二酸化炭素などの気体は大気中でよく混合されており，時間や場所による濃度の変動が比較的小さい。一方で，水蒸気の濃度は，時間や場所により大きく変動する。図2は，長期間にわたって地球全体で平均した地球表層での水循環の様子を模式的に示したものである。水が大気中に滞在する平均的な時間は，大気中での水の存在量を，単位時間あたりに大気から取り除かれる（あるいは供給される）水の量で割ることによって計算することができ，図2に与えられた数値より約  日であることがわかる。

<sup>(d)</sup>オゾンや人間活動を起源とする微量な化学物質なども時間や場所によって濃度が大きく変動するので，その分布を詳細に観測することは，<sup>(e)</sup>これらの物質が関連する環境問題に対処する際にも重要となる。

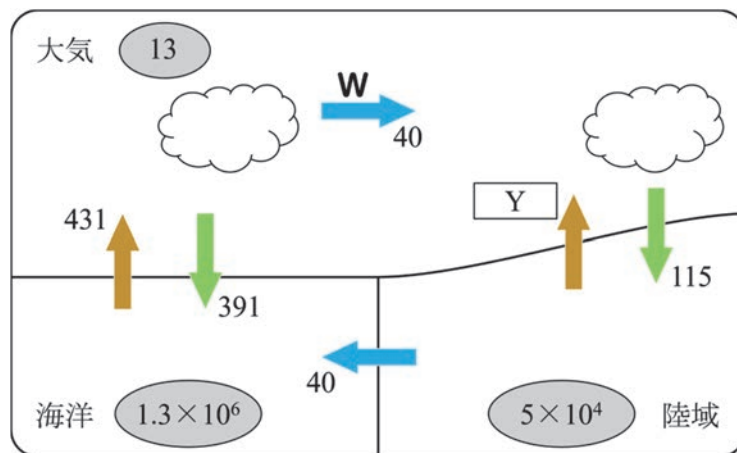


図2 地球表層の水循環

影付き楕円  中の数値は，大気・海洋・陸域のそれぞれにおける存在量を  $10^{15}$  kg の単位で表したもので，矢印に付した数値は単位時間あたりの輸送量を  $10^{15}$  kg/年 の単位で表したものである。

問2-1 文章中の下線部 (c) に関連して、大気中の二酸化炭素濃度について述べた次の文 A・B の正誤の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- A) 産業革命以降、大気中の二酸化炭素濃度には年々上昇する傾向がみられる。  
 B) 大気中の二酸化炭素濃度には明瞭な季節性がみられ、冬から春にかけて多く、夏から秋にかけて少ない傾向にある。

	A	B
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問2-2 文章中の空欄  および図2中の空欄  に入る数値の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

	X	Y
①	9	75
②	9	155
③	90	75
④	90	155

問2-3 図2に示されるような水循環の様子は、季節によって大きく変化する。水循環の季節変化について述べた次の文中の空欄  ・  に入る語句の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

図2中のWで示される水蒸気輸送量を夏季と冬季とで比較すると、 に向かって風が吹きやすい  のほうが大きい。

	ウ	エ
①	大陸から海洋	夏季
②	大陸から海洋	冬季
③	海洋から大陸	夏季
④	海洋から大陸	冬季



問2-4 文章中の下線部 (d) に関連して、オゾンとオゾン層について述べた文として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① オゾンは窒素原子が三つ結合してできる分子である。
- ② オゾン層は中間圏に存在している。
- ③ オゾン層の破壊の原因となるフロンは、対流圏では不安定な物質である。
- ④ オゾンホールは春に最も生じやすい。

問2-5 文章中の下線部 (e) に関連して、人間活動により排出された化学物質が雨に溶け込むことで起こる環境問題に関して述べた次の文中の空欄  ・  に入る語句の組合せとして、最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

工場や自動車などから排出される硫黄酸化物や  が雨に溶け込むと、雨水が通常よりも  を示すようになり、森林の枯死や湖沼の生態系の破壊が起こる。

	オ	カ
①	二酸化炭素	酸性
②	二酸化炭素	アルカリ性
③	窒素酸化物	酸性
④	窒素酸化物	アルカリ性

## 第6問

地球の熱収支と大気大循環に関する次の文章を読み、各問いに答えよ。

図1は、長期間にわたり平均した大気上端における上向き地球放射エネルギーと正味の下向き太陽放射エネルギーの緯度分布を示す。ここで、正味の下向き太陽放射エネルギーとは、宇宙空間から地球へ入射する太陽放射エネルギーから、地球により反射されて宇宙空間へ出ていく太陽放射エネルギーを差し引いたもの、すなわち地球が正味で受け取る太陽放射エネルギーのことである。これらは (a)地球全体でみればほぼつり合っているが、緯度ごとにみるとつり合っていない。緯度35度付近より極側では、地球放射エネルギーが太陽放射エネルギーを上回り、エネルギーが不足している。一方で、それより赤道側では、地球放射エネルギーが太陽放射エネルギーを下回り、エネルギーが過剰となっている。

このエネルギーの過不足は、大気や海洋による熱輸送によって補われている。低緯度における大気による熱輸送は、主に赤道付近で上昇し亜熱帯で下降する  ア  循環とよばれる子午面循環が担う。一方で、中高緯度における大気による熱輸送は、主に  イ  の蛇行を伴う波動が担っている。 イ  の蛇行は (b)温帯低気圧の活動とも関係しており、温帯低気圧が多く発生・発達する日本付近では、多くの熱輸送が生じている。なお、これらの循環や熱輸送は地表からおよそ高度約  X  km までの対流圏において生じる。

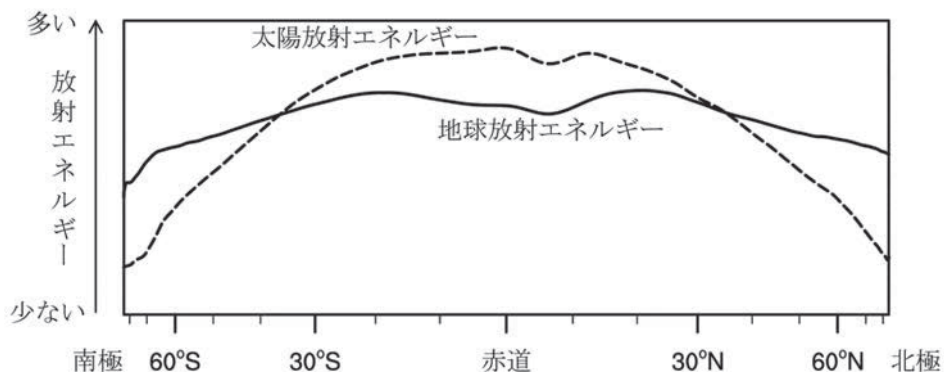


図1 大気上端における地球のエネルギー収支

図中の地球放射エネルギーは、大気上端で宇宙空間へと出ていく上向きの地球放射エネルギーを示す。また、図中の太陽放射エネルギーは、大気上端で宇宙空間から入射する下向きの太陽放射エネルギーから、地球により反射されて宇宙空間へと出ていく上向きの太陽放射エネルギーを差し引いた、正味の下向きの太陽放射エネルギーを示す。

問1 文章中の空欄  ・  に入る語句の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

	ア	イ
①	ハドレー	偏西風
②	ハドレー	貿易風
③	ロスビー	偏西風
④	ロスビー	貿易風

問2 文章中の空欄  に入る数値として最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 1                      ② 5                      ③ 10                      ④ 50                      ⑤ 100

問3 文章中の下線部 (a) に関連して、大気上端における単位面積あたりの正味の南向きの太陽放射エネルギーと上向き地球放射エネルギーとをそれぞれ地球全体で平均すると同じ値となり、これを  $\mathcal{F}$  [W/m<sup>2</sup>] とする。 $\mathcal{F}$  と太陽定数  $S$  [W/m<sup>2</sup>] との関係式として最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

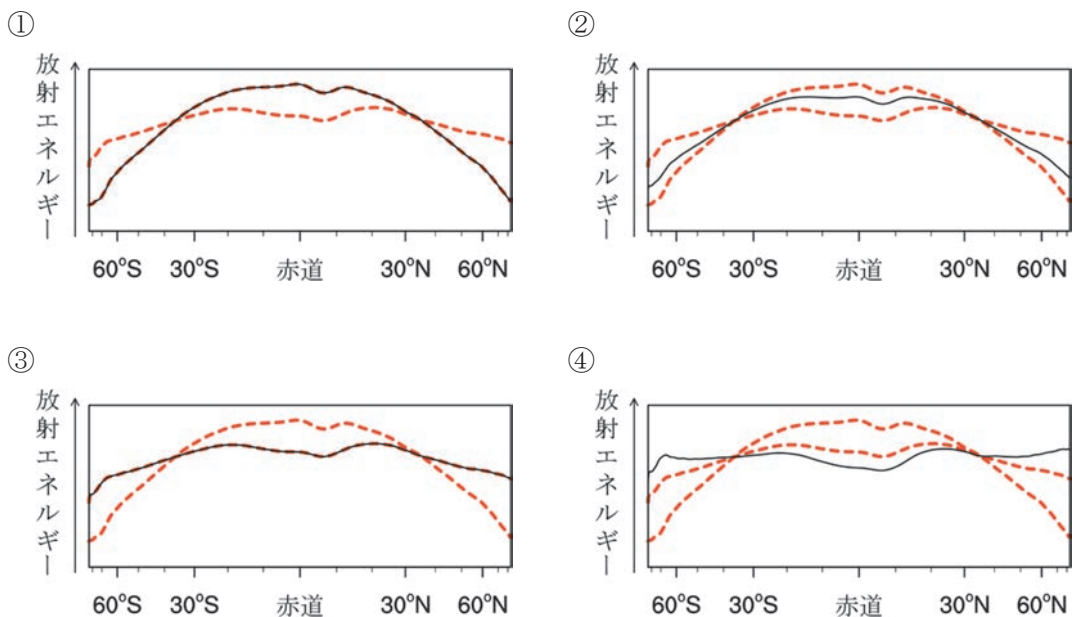
- ①  $\mathcal{F} = \frac{S}{2}$                       ②  $\mathcal{F} = \frac{S}{2} \times 0.7$                       ③  $\mathcal{F} = \frac{S}{2} \times 0.3$   
 ④  $\mathcal{F} = \frac{S}{4}$                       ⑤  $\mathcal{F} = \frac{S}{4} \times 0.7$                       ⑥  $\mathcal{F} = \frac{S}{4} \times 0.3$

問4 図1に示されている正味の下向きの太陽放射エネルギーについて述べた次の文A・Bの正誤の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- A) 低緯度ほど値が大きいのは、主に低緯度ほど太陽からの距離が近いためである。  
 B) 大気上端での値が示されているから、この分布は地表面の反射率(アルベド)とは無関係に決まるものである。

	A	B
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問5 図1において、大気や海洋による熱輸送が存在しないと仮定した場合に、地球放射エネルギーの緯度分布を黒線(実線)で示した図として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、太陽放射エネルギーの緯度分布は変化しないものとする。なお、赤線(破線)は図1に示した現在の地球放射エネルギーと太陽放射エネルギーの緯度分布を表す。



問6 次の図2は、長期間にわたり平均した大気と海洋による熱輸送の緯度分布を示したものである。これについて述べた次の文章中の空欄  ・  に入る語句の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

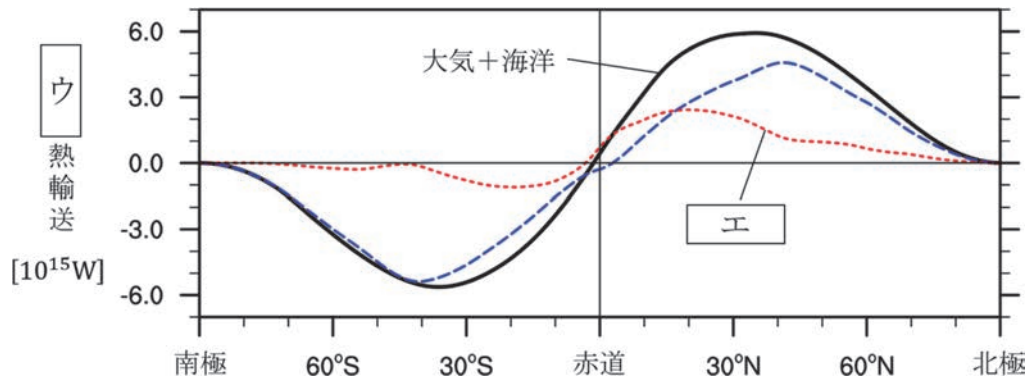


図2 大気と海洋による熱輸送の緯度分布

タテ軸は  熱輸送量を表し、正のとき熱輸送が  ，負のときその逆向きであることを意味する。大気と海洋による熱輸送の合計が黒線（実線）で表されており、このうち  による熱輸送量が赤線（点線）で表されている。

	ウ	エ
①	極向き	大気
②	極向き	海洋
③	北向き	大気
④	北向き	海洋

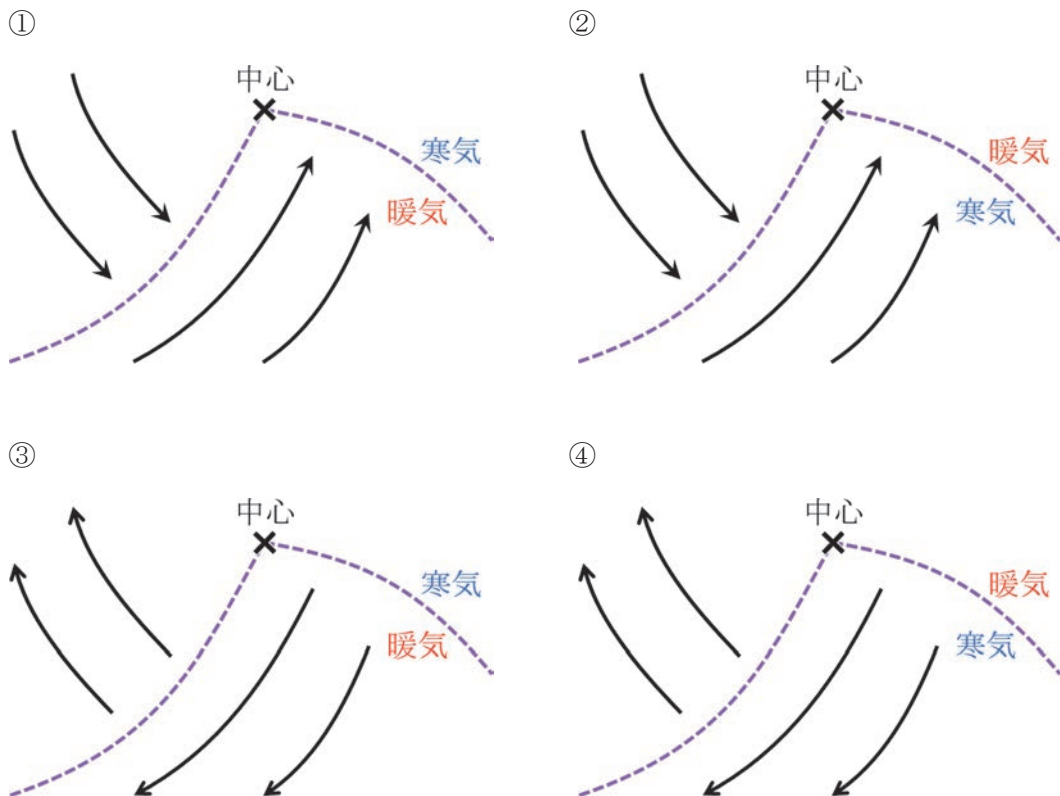
問7 大気による熱輸送を考える際には、水蒸気が運ばれることによる潜熱輸送を考慮する必要がある。長期間にわたり平均した潜熱輸送の向きについて述べた次の文 A・B の正誤の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- A) 低緯度での潜熱輸送の向きは極向きである。  
 B) 中緯度での潜熱輸送の向きは極向きである。

	A	B
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問8 文章中の下線部 (b) に関連して、低気圧に関する次の各問いに答えよ。

問8-1 北半球における温帯低気圧の模式図として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、破線は地表における寒気と暖気の境界を、矢印は地表風が吹く向きを示す。また、図の上が北、右が東を表す。



問8-2 熱帯低気圧について述べた文として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 日本付近では春や秋に熱帯低気圧がたびたび通過することで、周期的な天気の変化がもたらされる。
- ② 熱帯低気圧は水平方向に数百 km 程度の大きさしかもたないため、温帯低気圧のような渦を形成することはまれである。
- ③ 北西太平洋に存在する熱帯低気圧のうち、中心付近の最大風速が 5.2 m/s 以上となったものを台風という。
- ④ 熱帯低気圧が沿岸に接近すると、気圧の低下と強風による吹き寄せにより、高潮が発生することがある。

問9 中緯度には図3のような亜熱帯で下降し、亜寒帯で上昇する子午面循環が存在し、フェレル循環と呼ばれる。フェレル循環に関する次の文章中の空欄「オ」・「カ」に入る語句の組合せとして最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

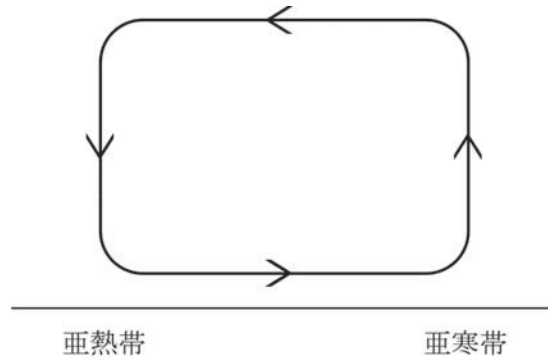


図3 フェレル循環の模式図

波動による熱輸送は、亜熱帯を冷やし、亜寒帯を暖める。したがって、波動は南北温度勾配を小さくしようとし、これは南北気圧勾配を小さくしようとするを意味する。それゆえ、気圧勾配と風速との関係を考えて、波動による熱輸送は上空の西風を「オ」ようとするはずである。上空の西風を「オ」するためには、西風に対して「カ」の力を加える必要がある。これを南北方向の風にはたらくコリオリの力（転向力）によって実現しようとする、コリオリの力が「カ」となるのは赤道向きの風であるから、波動による熱輸送は対流圏上層での赤道向きの風の存在を要請することとなる。これがフェレル循環の正体である。

	オ	カ
①	弱め	東向き
②	弱め	西向き
③	強め	東向き
④	強め	西向き

## 第7問

図1のA, B, Cは中緯度のある湾内の異なる季節（6月と12月）の海水の3つの物理量（水温・塩分・密度）のいずれかの鉛直分布を示したものである。次の各問いに答えなさい。

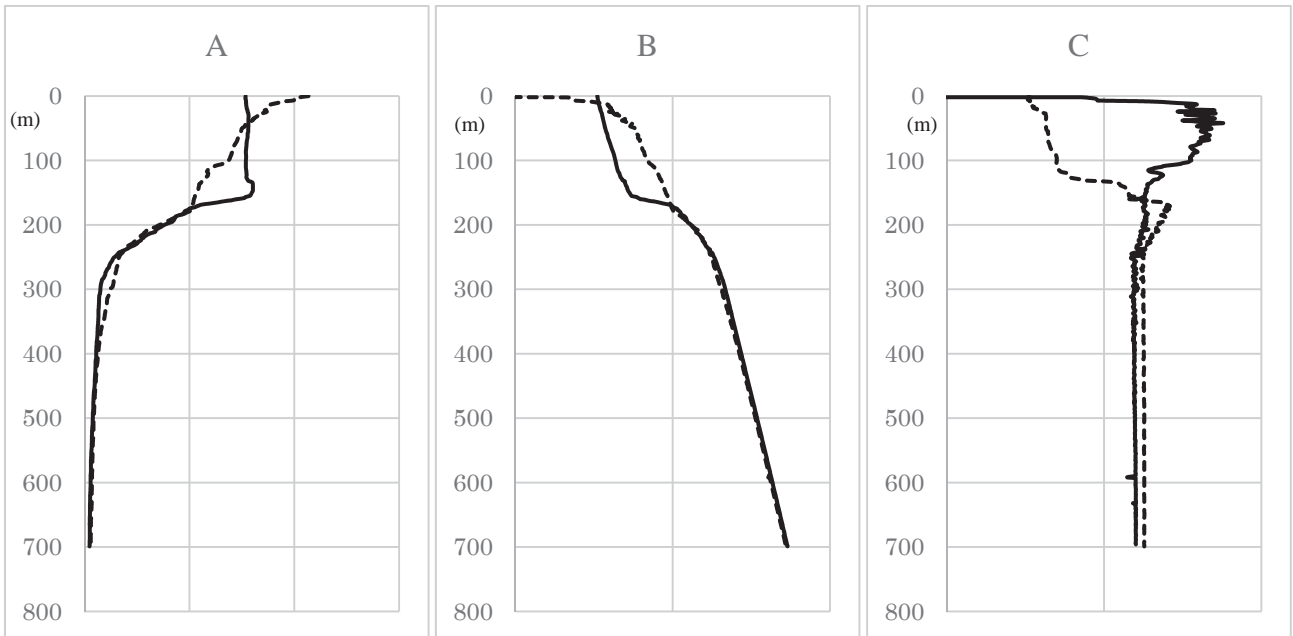


図1（A, B, Cの横軸の数値と単位は省略してあるが、右に行くほど数値が大きくなる。また、点線と破線はA, B, Cで同じ季節を表しているとは限らない。）

問1 図1の鉛直分布をみたとき、(ア) 0m～150m, (イ) 150m～300m, (ウ) 300m以深の3層に大きく分けることが出来る。それぞれの層の名称に対して、最も適切な組み合わせを次の①～⑥の中から1つ選び、番号をマークしなさい。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	躍層	表層混合層	深層
②	躍層	深層	表層混合層
③	表層混合層	躍層	深層
④	表層混合層	深層	躍層
⑤	深層	躍層	表層混合層
⑥	深層	表層混合層	躍層



**問2** 密度は、水温、塩分、圧力（水深）の変化に伴って異なった値となる。つまり、水温、塩分、圧力の関数になっている。ここで圧力は固定（ほぼ、一定の深さ）したとき、次の①～④の文で適切でないものを1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 密度は、水温が同じとき、塩分が減少すると低くなる。
- ② 密度は、塩分が同じとき、水温が上昇すると高くなる。
- ③ 密度は、塩分が同じとき、水温が上昇すると低くなる。
- ④ 密度は、水温と塩分を同時に変化させたとき、高くなる時もあるし低くなる時もある。

**問3** 図1の観測結果の海域は北半球の中緯度海域の地点であるが、6月から12月の間の水温の推移としては次のことが言える。空欄（ア）～（ウ）の語句の組み合わせで最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

この期間の水温変化を考えると、12月までに秋から冬に向かって移行する時期を経るため、海洋は大気によって冷やされる。そして、風が（ア）ので、海水は表層から（イ）。したがって、水温分布は図1の（ウ）への変化として捉えられる。

	ア	イ	ウ
①	強い	混合される	Aの破線から実線
②	強い	混合される	Bの破線から実線
③	強い	混合される	Cの破線から実線
④	弱い	混合されにくい	Aの実線から破線
⑤	弱い	混合されにくい	Bの実線から破線
⑥	弱い	混合されにくい	Cの実線から破線

**問4** 問3と同じように、塩分の変化として記述された次の文の空欄にあてはまる語句として最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

夏から冬に向かう期間は、ごく表層に梅雨期から秋雨期に蓄積した塩分の低い水が混合効果によってより深い所まで混ざるため、塩分は（ ）へ変化する。

- ① Aの破線の分布から実線の分布
- ② Bの破線の分布から実線の分布
- ③ Cの破線の分布から実線の分布
- ④ Aの実線の分布から破線の分布
- ⑤ Bの実線の分布から破線の分布
- ⑥ Cの実線の分布から破線の分布

問5 海洋は地球表面の71%を占め、平均水深はおおよそ3.7 kmである。したがって、海水の全体積は約(ア)  $\text{km}^3$  である。また、海水  $1 \text{ m}^3$  の質量を  $1035 \text{ kg}$  とすると全質量は約(イ)  $\text{kg}$  である。アとイの数値として最も適切な組み合わせを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

	ア	イ
①	$3.4 \times 10^8$	$3.5 \times 10^{20}$
②	$3.4 \times 10^8$	$1.3 \times 10^{21}$
③	$1.3 \times 10^9$	$3.5 \times 10^{20}$
④	$1.3 \times 10^9$	$1.3 \times 10^{21}$
⑤	$1.1 \times 10^{12}$	$1.1 \times 10^{24}$

問6 海水に含まれる塩類のうち、 $\text{NaCl}$  の全質量に占める割合はおおよそどれくらいか。最も適切な値を次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 1%未満      ② 10-20%      ③ 40-50%      ④ 70-80%      ⑤ 99%以上

問7 海氷が形成される時、海氷とその周辺の海水は形成される前の海水の塩分と比べてどのようになるか。最も適切な組み合わせを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

	海氷	周辺の海水
①	低くなる	高くなる
②	低くなる	変わらない
③	高くなる	低くなる
④	高くなる	高くなる
⑤	変わらない	高くなる

問8 図1の700 mの深さの海水の塊をその水塊に接する面での熱のやり取りがないように海面(0 m)まで持ってきたとする。この海水は、元の深さにあったときに比べて水温はどのようになるか。最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 変わらない      ② 高くなる      ③ 低くなる      ④ 季節や海域によって不定である

問9 中緯度の湾に陸域から河川を通じて海に雪解け水が流入してきたとする。その時、河口沿岸の海水の水温と塩分はどのようになるか。最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 水温は高く、塩分は低くなる。      ② 水温と塩分は高くなる。  
 ③ 水温は低く、塩分は高くなる。      ④ 水温と塩分は低くなる。  
 ⑤ 海水の水温と塩分には変化がない。

## 第8問

次の文章を読み次の各問いに答えなさい。

エルニーニョ現象は、熱帯太平洋における大気海洋相互作用によって生じる現象である。強いエルニーニョ現象が発生すると、 熱帯域の表層の海水が、ペルー沖の表層に通常分布する と置き換わる。これはこの地域のカタクチイワシ漁業にも影響を与え、人間生活の経済的な面とも関連する。以前はエルニーニョ現象をあくまでも地域的なものとして扱う傾向にあったが、現在ではエルニーニョ現象は熱帯太平洋全体にわたる大規模な現象であり、また世界的な天候にも影響を及ぼすことが分かっている。記録上で最も強いエルニーニョ現象の1つは、1982年から83年に発生し、これと関連すると考えられる気象災害も世界中で発生した。

エルニーニョ現象は、 の様子の変化により引き起こされる。

通常、 は東太平洋上の高気圧から吹き出している。この持続的な強い風は、表層の海水を に運び、 に寄せ付ける。そのため、海面は に向かって高くなり、ペルー沖では湧昇に伴い 海水が分布する。

エルニーニョ現象時には、通常と比べて し、 する。これは、 が弱化することを意味し、時には逆方向、すなわち に吹くこともある。これにより、通常と比べて し、 する。なお、ここで述べたような熱帯太平洋上の気圧の変動は と呼ばれ、エルニーニョ現象に関連する大気と海洋の変動はエルニーニョ・ ，または略してENSOとも呼ばれる。

このように、熱帯太平洋には通常の状態[X]とエルニーニョ現象の状態[Y]とが存在するが、これらに加えて、通常の状態に対してエルニーニョ現象とは逆の変化が起こった状態[Z]も存在する。この状態はラニーニャ現象と呼ばれ、通常よりも強い がみられる。

問1 文中の空欄 と に入る最も適切な語句の組み合わせを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- |   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| ① | ア：温かく栄養が豊富な | イ：冷たく栄養が乏しい |
| ② | ア：冷たく栄養が乏しい | イ：温かく栄養が豊富な |
| ③ | ア：温かく栄養が乏しい | イ：冷たく栄養が豊富な |
| ④ | ア：冷たく栄養が豊富な | イ：温かく栄養が乏しい |

問2 文中の空欄 に入る適切な風系の名称として最も適切なものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- |   |       |      |      |       |
|---|-------|------|------|-------|
| ① | モンスーン | ②偏西風 | ③貿易風 | ④極偏東風 |
|---|-------|------|------|-------|

問3 本文中の空欄  と  に入る最も適切な語句の組み合わせを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① エ：東           オ：南アメリカ西岸
- ② エ：西           オ：東南アジア
- ③ エ：東           オ：中央アフリカ西岸
- ④ エ：西           オ：南アメリカ東岸
- ⑤ エ：西           オ：マダガスカル

問4 文中の空欄  と  に入る最も適切な語句の組み合わせを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① カ：北太平洋で気圧が低下           キ：南太平洋で気圧が上昇
- ② カ：東太平洋で気圧が低下           キ：西太平洋で気圧が上昇
- ③ カ：北太平洋で気圧が上昇           キ：南太平洋で気圧が低下
- ④ カ：東太平洋で気圧が上昇           キ：西太平洋で気圧が低下

問5 文中の空欄  に入る適切な語句を次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 東から西ではなく西から東に
- ② 北から南ではなく南から北に
- ③ 南から北ではなく北から南に
- ④ 西から東ではなく東から西に

問6 文中の空欄  と  に入る最も適切な語句の組み合わせを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① ケ：東太平洋の海面が低下           コ：西太平洋の海面が上昇
- ② ケ：東太平洋の海面が上昇           コ：西太平洋の海面が低下
- ③ ケ：北太平洋の海面が上昇           コ：南太平洋の海面が低下
- ④ ケ：北太平洋の海面が低下           コ：南太平洋の海面が上昇

問7 文中の空欄  に入る最も適切な語句を次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① ウォーカー循環   ② 経年振動   ③ 十年振動   ④ 南方振動   ⑤ ハドレー循環

問 8 文中の(X), (Y), (Z) は, 図 1 の (a), (b), (c) のいずれかの状況に対応した説明である。それぞれのイベントに適する対応図を次の①~③からそれぞれ 1 つ選び, 番号をマークしなさい。

- (X): ① (a)      ② (b)      ③ (c)  
 (Y): ① (a)      ② (b)      ③ (c)  
 (Z): ① (a)      ② (b)      ③ (c)

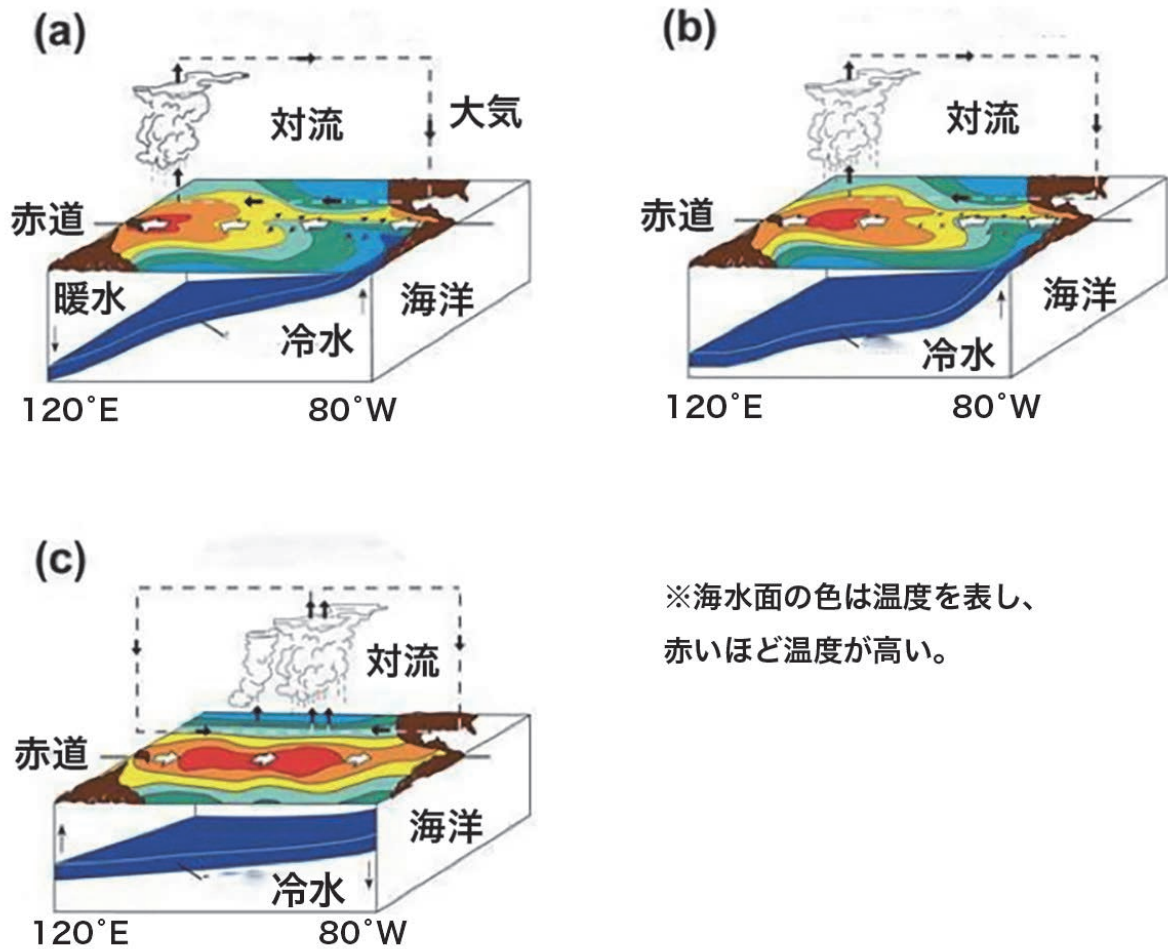


図 1 (Tally et al, 2011 を改訂)

## 第9問

冬の夜空には他の季節に比べて1等星が多い。3つの1等星を結んだ冬の大三角は有名だが、それ以外にも6つの1等星を結んでできた六角形は「冬のダイヤモンド」と呼ばれ、冬の夜空への興味・関心を高めることに一役買っている(図1)。これら冬の夜空に見える1等星に関して次の各問いに答えよ。各星の特性は表1にまとめてある。

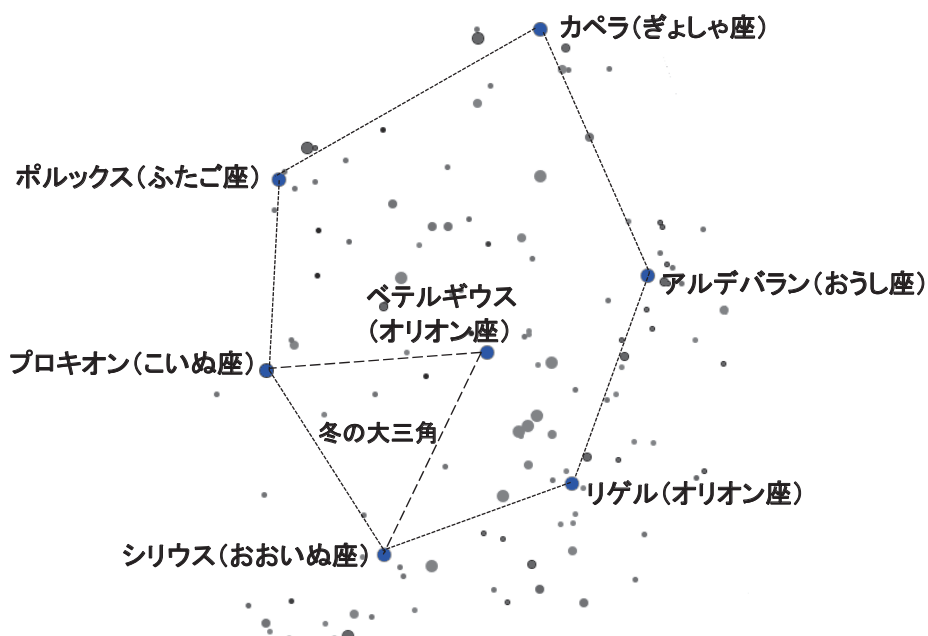


図1：冬の大三角と冬のダイヤモンド

表1：各星の特性一覧

星名	みかけの等級	スペクトル型	距離	質量(太陽=1)
シリウス	-1.5 等級	A 型	8.6 光年	2
リゲル	0.1 等級	B 型	860 光年	21
カペラ	0.1 等級	G 型	43 光年	2.6
プロキオン	0.3 等級	F 型	12 光年	1.5
ベテルギウス	0.5 等級	M 型	700 光年	12
アルデバラン	0.9 等級	K 型	65 光年	1.2
ポルクス	1.1 等級	K 型	34 光年	1.9

問1 表1の7つの星の中で表面温度が最も高いと推定される星はどれか。最も適切なものを次の①～⑦から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①シリウス      ②リゲル      ③カペラ      ④プロキオン  
 ⑤ベテルギウス      ⑥アルデバラン      ⑦ポルクス

問2 リゲルとカペラは見かけの明るさ（みかけの等級）が同じであるが、地球からの距離は大きく異なる。星本来の明るさを比較したとき、カペラはリゲルの何倍の明るさになるか。最も適切なものを次の①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 1/400 倍    ②1/20 倍    ③1 倍    ④20 倍    ⑤400 倍

問3

問3-1 図2は太陽のスペクトルである。スペクトル中のところどころに暗線が見える。この暗線について述べた次の文の正誤の組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。



図2：太陽のスペクトル（国立天文台）

- ア) 暗線は発見者の名前をとってフラウンフォーファー線と呼ばれる。
- イ) 暗線の位置は元素毎に決まっており、1元素につき1本の暗線が発生する。
- ウ) 暗線が発生するのは、暗線に対応する元素が太陽に存在しないためである。

	ア	イ	ウ		ア	イ	ウ
①	正	正	正	⑤	誤	正	正
②	正	正	誤	⑥	誤	正	誤
③	正	誤	正	⑦	誤	誤	正
④	正	誤	誤	⑧	誤	誤	誤

問3-2 図2の太陽の暗線を調べることでわかることは何か。最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①密度    ②後退速度    ③表面温度    ④元素組成    ⑤質量

問4 図3は理論的に求めた太陽の表面温度, 明るさの時間変化の様子である。地球上に藍藻(シアノバクテリア)が誕生した頃の太陽は図中の①~⑦のどこに位置すると考えられているか。最も適切なものを図3の①~⑦から1つ選び, 番号をマークしなさい。

ただし, ②と⑥を結ぶ帯は主系列星を表す。

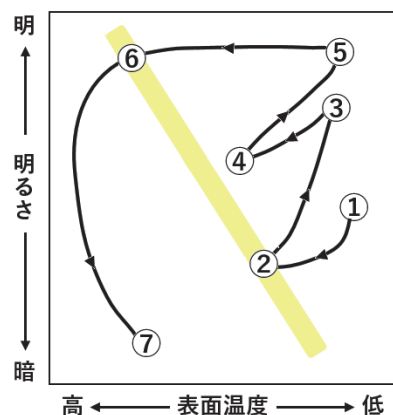


図3: 太陽の進化経路

問5 図4は主系列星の質量と明るさの関係を表したグラフである。この図に関連して述べた次のア)~ウ)の文の正誤の組み合わせとして最も適切なものを次の①~⑧から1つ選び, 番号をマークしなさい。

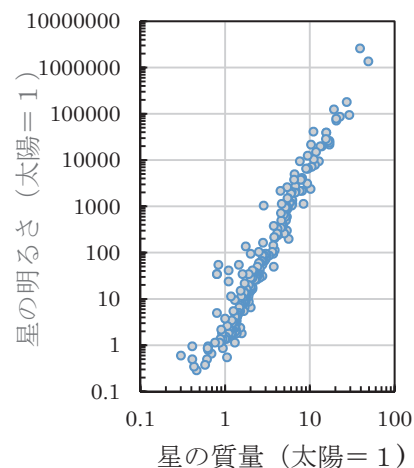


図4: 星の質量と明るさの関係  
Svechnikov & Bessonova (1984)より抜粋

- ア) 星の質量が10倍になると明るさも10倍になるという比例関係が成り立っている。
- イ) 星の明るさは星から放射されるエネルギーの指標であり, 星の質量と明るさの関係から星の寿命を推定することができる。
- ウ) 太陽内部では水素の核融合反応が起きているが, 太陽より重たい主系列星では異なる元素の核融合反応が起きている。

選択肢	ア)	イ)	ウ)	選択肢	ア)	イ)	ウ)
①	正	正	正	⑤	誤	正	正
②	正	正	誤	⑥	誤	正	誤
③	正	誤	正	⑦	誤	誤	正
④	正	誤	誤	⑧	誤	誤	誤



**問 6** 恒星の寿命は誕生時の質量によって決まると考えられている。また太陽の寿命は約 100 億年と考えられている。星の寿命に関連した次の文で正しいものはどれか。最も適切なものを次の①～⑤から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

- ① リゲルは恐竜の絶滅後に誕生した。
- ② シリウスは太陽の 2 倍の質量があるため、太陽の寿命が尽きた後も輝き続ける。
- ③ カペラは太陽とスペクトル型が同じ G 型であるが太陽より質量が大きいことから、恒星は時間とともに周りのガスを引き寄せ質量が増加していくと考えられる。
- ④ アルデバランは太陽とほぼ同じ質量であるため、太陽と同じ時期に誕生したものと考えられる。
- ⑤ ベテルギウスは質量が大きいため、寿命をむかえた際には超新星爆発を起こし白色矮星ができる。

**問 7**

**問 7 - 1** 図 5 は銀河系を横から見た場合の模式図である。太陽の位置として最も適切な場所は A～D のどれか。次の①～④から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

- ① A    ② B    ③ C    ④ D

**問 7 - 2** 図 5 においてポルックスの位置として最も適切な場所は A～D のどれか。次の①～④から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

- ① A    ② B    ③ C    ④ D

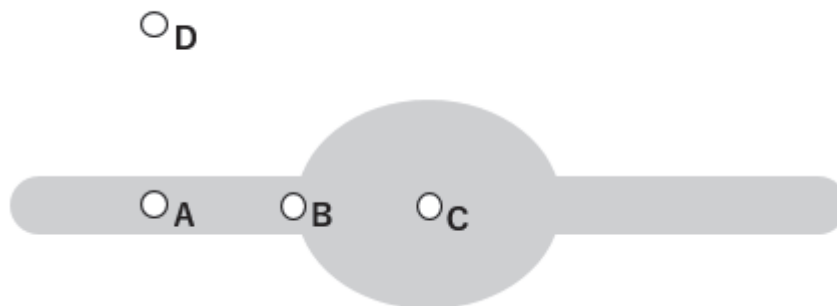


図 5 : 銀河系の模式図

## 第10問

問1 2019年、日本が打ち上げた探査機はやぶさ2が小惑星リュウグウに着陸し、リュウグウの岩石を採取するのに成功した。順調にいけば2020年の冬に採取したサンプルが地球に届くはずである。

問1-1 小惑星に関する次の文の内、誤っているものを次の①～④から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 火星－木星間に多く存在する。
- ② 小惑星帯の小惑星は数十 m の大きさのものから 1000 km 以上の大きさのものまで様々である。
- ③ 小惑星帯の小惑星の中には球形ではなく不規則な形をしたものもある。
- ④ 小惑星帯の小惑星は既に数十万個が発見されているが、まだ発見されていないものもある。

問1-2 図1ははやぶさ2が撮影したリュウグウの写真、図2は太陽系の惑星の密度と直径の関係をしめたもので、図中の×印はリュウグウの測定結果を表している。2つの図から読み取れることはア)～ウ)のどれか。最も適切なものを次の①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。



図1：リュウグウの画像（JAXA）

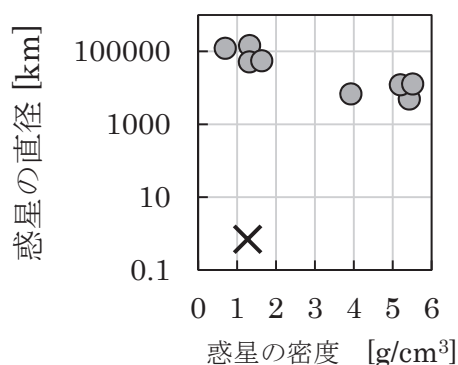


図2：太陽系惑星の密度と直径の関係

- ア) リュウグウは直径は小さいが、密度が低い惑星グループと同程度の密度を有するためガスを主成分とすると考えられる。
- イ) リュウグウは密度が低いと直径が小さくコンパクトであるため、表面重力は地球より大きい。
- ウ) リュウグウは密度が低いため、リュウグウのような小惑星が衝突・合体しても地球のような岩石惑星は形成されないと考えられる。

- ①正答なし ②アのみ ③イのみ ④ウのみ ⑤アとイ ⑥アとウ ⑦イとウ ⑧すべて

問1-3 小惑星を調べることで太陽系誕生の様子を知ることができると考えられている。

1) 図3は理論的に考えられている太陽系の形成過程である。図中の「ア」と「イ」にあてはまる最も適切な語句を次の①～⑤の中からそれぞれ1つ選び、番号をマークしなさい。

- (ア) ①エッジワース・カイパーベルト ②微惑星 ③太陽系外縁天体  
 ④原始太陽系円盤 ⑤オールトの雲
- (イ) ①エッジワース・カイパーベルト ②微惑星 ③太陽系外縁天体  
 ④原始太陽系円盤 ⑤オールトの雲

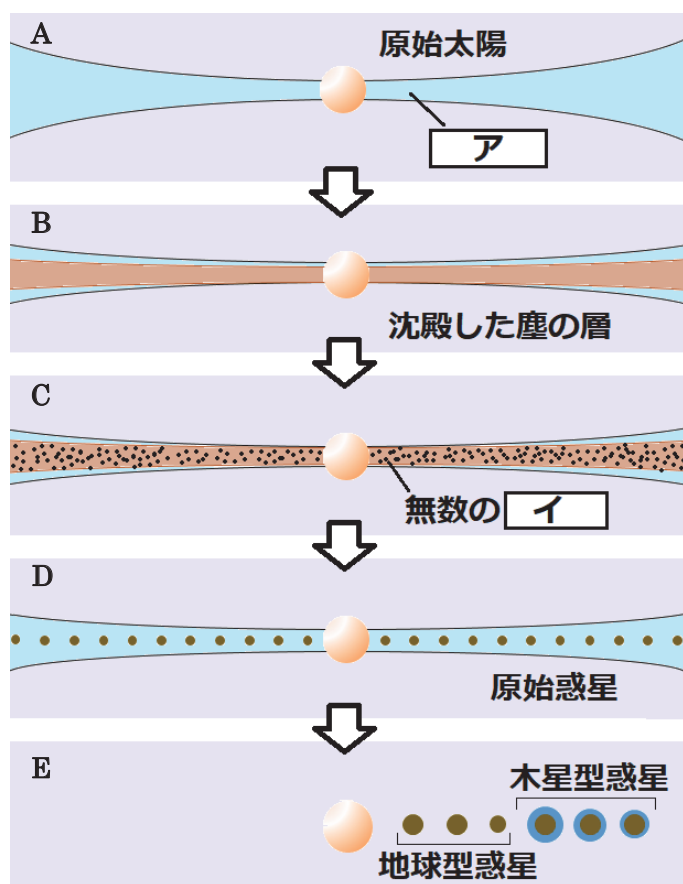


図3：太陽系形成プロセスの概略図

2) 小惑星は図3のA～Eのどの時点で主として形成されたと考えられているか。次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①A      ②B      ③C      ④D      ⑤E

問2 海王星以遠にある天体は太陽系外縁天体と呼ばれる。この天体はどの程度見つまっているか。最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①冥王星のみ    ②数個    ③数十個    ④数百個    ⑤千個以上

問3 冥王星に関する次のア)～ウ)の文の正誤の組み合わせとして最も適切なものはどれか。次の①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ア) 冥王星が惑星から外れたのは他の惑星に比べ質量が小さいためである。  
 イ) 冥王星は質量が小さいため球形ではなく不定形をしている。  
 ウ) 冥王星は質量が小さいが、冥王星より軽い太陽系惑星もある。

	ア	イ	ウ		ア	イ	ウ
①	正	正	正	⑤	誤	正	正
②	正	正	誤	⑥	誤	正	誤
③	正	誤	正	⑦	誤	誤	正
④	正	誤	誤	⑧	誤	誤	誤

問4 オーロラと関係が深い天体はどれか。最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①月    ②太陽    ③彗星    ④小惑星    ⑤木星型惑星

問5 流星の物質の大部分はどの天体に由来するものか。最も適切なものを次の①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ①月    ②太陽    ③彗星    ④小惑星    ⑤木星型惑星

問6

次の文章の空欄に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを次の①～⑧から1つ選び、番号をマークしなさい。

地球上に存在するような生命が存在するための条件として、液体の水が存在できることが重要であり、そのような領域はハビタブルゾーンと呼ばれている。

中心星が主系列星の場合を比較すると、この領域は中心星質量が大きいほど中心星 。中心星の明るさは恒星の進化によって変化し、質量が大きい恒星は進化が  たため、そのような中心星の周りの惑星では生命の進化、発達が  と考えられる。

選択肢	ア	イ	ウ
①	に近い	早い	起こりやすい
②	に近い	早い	起こりにくい
③	に近い	遅い	起こりやすい
④	に近い	遅い	起こりにくい
⑤	から遠い	早い	起こりやすい
⑥	から遠い	早い	起こりにくい
⑦	から遠い	遅い	起こりやすい
⑧	から遠い	遅い	起こりにくい

## 第 1 1 問

次の各問いの文中の空欄に入る語句・値として最も適切なものを各問いの①～④から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

問 1 緊急地震速報などの全国瞬時警報システムは ( ) アラートと呼ばれている。

- ① A      ② J      ③ S      ④ X

問 2 地震の際の日本の気象庁の震度階級は ( ) 階級ある。

- ① 7      ② 8      ③ 9      ④ 10

問 3 最大風速が 54m/s 以上の台風は「( ) 台風」と呼ばれている。

- ① 大型な      ② 超大型な      ③ 非常に強い      ④ 猛烈な

### 問 4

問 4-1 次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が列をなすことで、数時間にわたってほぼ同じ場所で強い降水をともなう雨域のことを ( ) 降水帯という。

- ① 集中      ② 帯状      ③ 線状      ④ 前線

問 4-2 問 4-1 の現象により発生した 2014 年 8 月 20 日広島豪雨災害の土砂災害を大きくした原因の 1 つとして、その地域の土質が風化した ( ) であることがあげられる。

- ① 安山岩      ② 石灰岩      ③ 花こう岩      ④ かんらん岩

問 5 ハザードマップ（被害予測地図）がない自然災害は、( ) 災害である。

- ① 雪崩      ② 竜巻      ③ 土砂      ④ 津波・高潮

問 6 2019 年 3 月に改定された災害時の避難勧告等に関するガイドラインでは、「全員避難」は警戒レベル ( ) である。

- ① 3      ② 4      ③ 5      ④ 6

問 7 9 月 1 日の防災の日は過去の大きな災害に由来する。その災害は ( ) である。

- ① 富士山の宝永噴火      ② 伊勢湾台風      ③ 阪神・淡路大震災      ④ 関東大震災

問 8 地球温暖化の要因を説明するにあたり、使わない語句は ( ) である。

- ① 二酸化炭素      ② 産業革命      ③ 紫外線      ④ 人口増加

問 9 次の地震のうち、津波が起こる可能性が最も高い地震は ( ) である。

なお、M はマグニチュードのことである。

- ① 震源地（能登半島の西 200km の日本海 深さ 350km），M=7.0  
② 震源地（阿蘇山近辺 深さ 10km），M=5.0  
③ 震源地（仙台の東 200km の太平洋 深さ 30km），M=3.0  
④ 震源地（潮岬の南 80km の太平洋 深さ 25km），M=7.0



