

第4回日本地学オリンピック大会予選

(第6回国際地学オリンピック 国内一次選抜)

- 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。
- 解答に必要な計算については、配布したカード電卓を使用して構いません。
- 第10問は選択問題です。A、Bのいずれかを選び、解答用紙にマークしたうえで解答してください。
- 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

温暖前線面に沿って空気が上昇し、雨が降る現象について考察します。図 1-1 は、温暖前線面の模式図です。前線面は、前線から水平距離 600km 離れた地点で、高度 3km になる傾斜をもっていて、その斜面をつぎつぎに地上付近の空気が上昇します。定量的に扱うために、図 1-1 に示すような、幅 1m、高さ 1m の断面をもつ空気のチューブに着目し、このチューブの内部には、常に風速 5m/s の風が吹いているとします。

解答にあたっては、個別の指示がない限り整数値で答えるものとし、一桁の場合は十の位に 0 をマークしなさい。

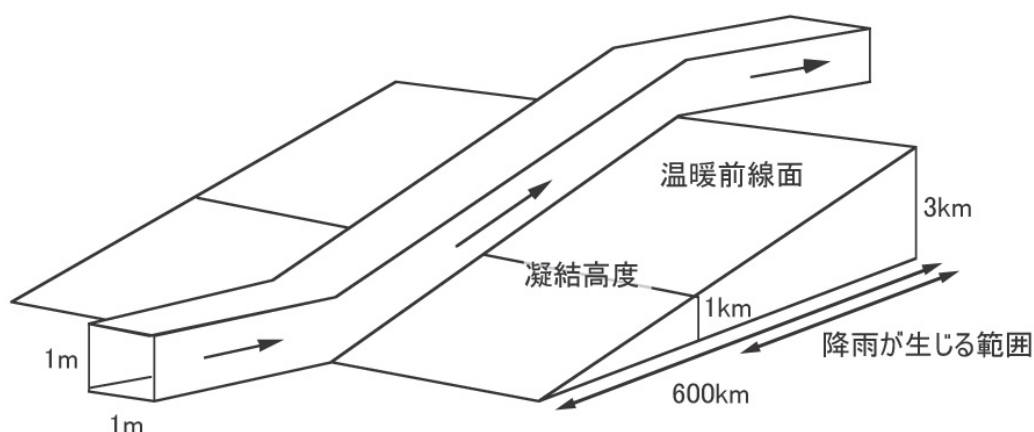


図 1-1：温暖前線面と空気のチューブの模式図。温暖前線のスケールとチューブのスケールは異なっていることに注意。

問 1 1 秒間にチューブの中に入る空気は何立方メートルになりますか。

問 2 地上気温は 25℃だとします。チューブ内の空気が高度 1km まで上昇したときの気温を求めなさい。ただし、乾燥断熱減率は 10℃/km として計算しなさい。

問 3 チューブの中に入った空気には水蒸気が含まれていて、その水蒸気は高度 1km で飽和に達しました。飽和に達したときの空気を 1 気圧に戻したとき、その体積が 1m³になる空気塊の中に含まれる水蒸気は何グラムでしょうか。次ページ図 1-2 に示した飽和水蒸気量（1 気圧で 1m³の空気の中に含まれる水蒸気量：単位は g）と気温との関係を参考にして答えなさい。

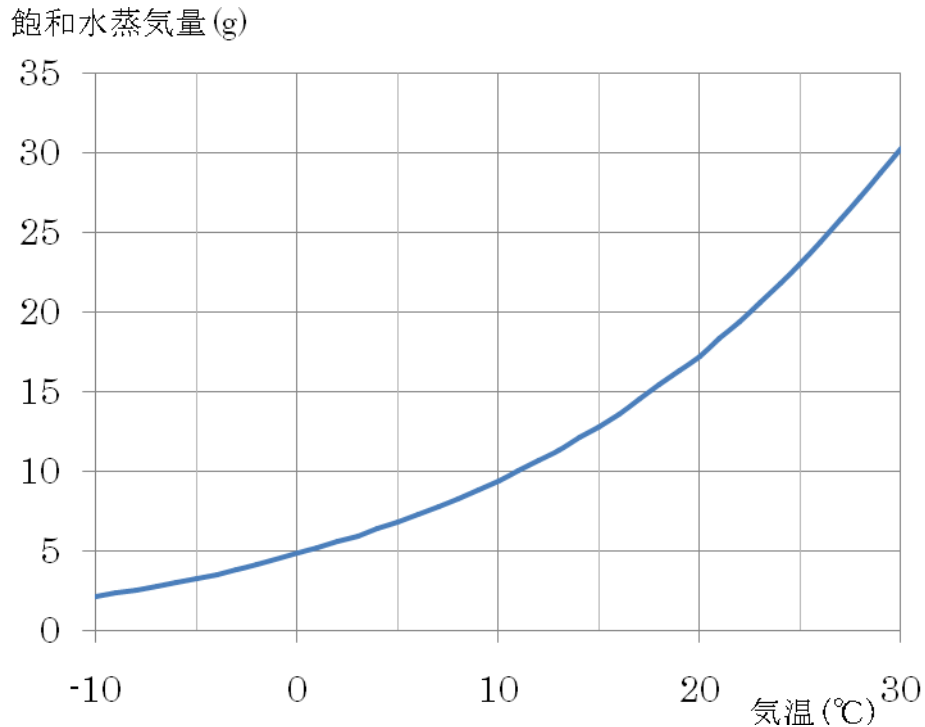


図 1-2 飽和水蒸気量と気温との関係

問 4 飽和に達した空気は、飽和状態を維持して高度 3km まで上昇して、水平運動に戻ります。高度 3km での空気の温度は何°C でしょうか。但し、湿潤断熱減率を 5°C/km として計算しなさい。

問 5 高度 3km まで上昇した空気を 1 気圧に戻したとき、その体積が 1m³になる空気の中に含まれる水蒸気は何グラムでしょうか。

問 6 1 秒間にチューブの中に入った水蒸気量よりも、1 秒間にチューブから出ていく水蒸気量のほうが少ない。それは、チューブの中の空気の中に含まれる水蒸気の一部が凝結して、雨になって落ちるからです。このとき、1 秒間に雨となって落ちる水は何グラムでしょうか。

問 7 凝結した水がチューブの真下に落ちるとすると、チューブから 1 時間にもたらされる雨は何 cm³ になりますか。また、このとき降雨強度がどこでも同じであると仮定すれば、このチューブの中の空気がもたらす 1 時間雨量は何 mm になりますか。解答は、

雨の体積： (ア) . (イウ) × 10 ^(エオ) cm³

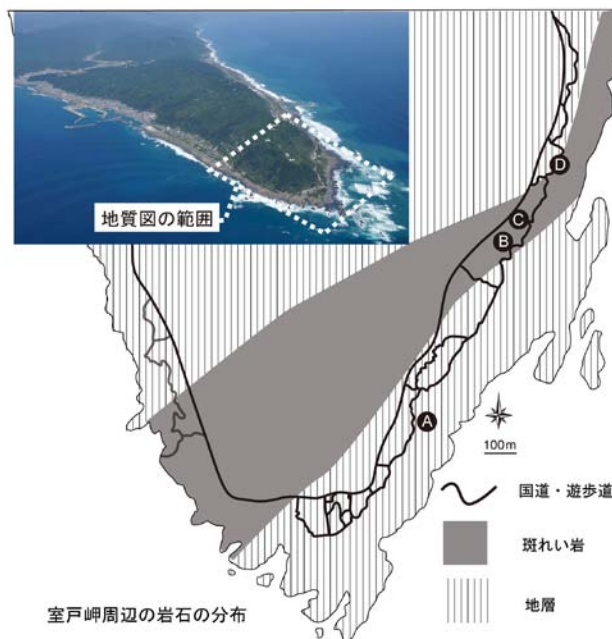
1 時間雨量： (カ) . (キ) × 10 ^(クケ) mm

の形式となるよう、累乗の指数の符号もエおよびクに必ずマークすること。

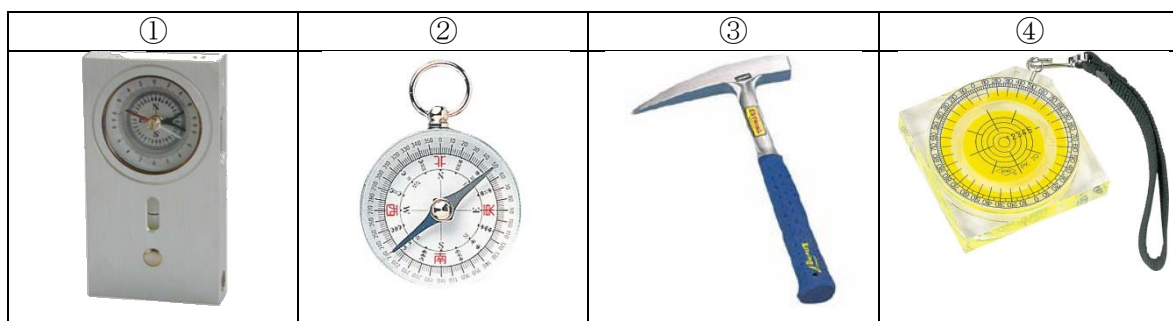
問 8 この温暖前線によって、1 時間当たり 0.54mm の雨が降ったとします。これから、雨を降らせた大気層の厚さの概算値を求め、適切な単位と共にマークしなさい。

第2問

君は地学オリンピック調査団の一員として、地質調査のために四国東南部に位置する室戸半島に行くことにしました。台風が毎年のように襲来することでも有名である一方で、国定公園に指定されており、素晴らしい露頭と豊かな生態系が良く保存されていて、調査に最適です。調査団は図の A～D の地点で調査を行いました。君も一員となったつもりで以下の問に答えなさい。



問1 調査の前に君は道具の確認をしたところ、地層の走向傾斜を計測する器機がないことに気がつきました。そのためのクリノメーターとしてふさわしいものを次の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

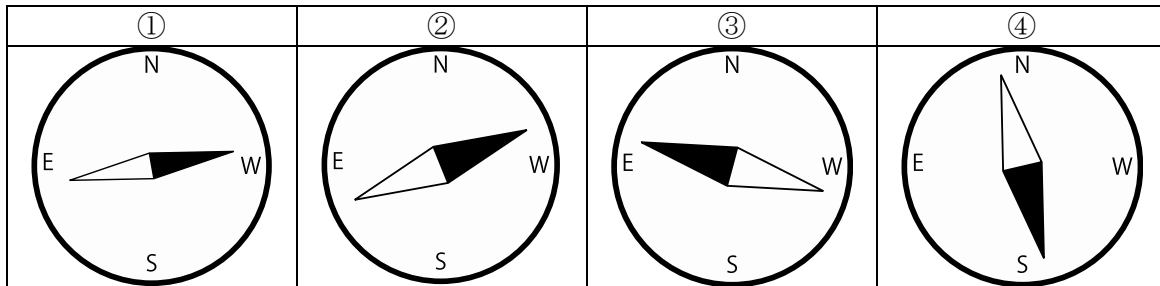


問2 室戸岬に到着すると遊歩道沿いに写真のような景色が広がっていました。^{たてじま}縦縞模様の地層がどこまでも続いているように見えます。A地点で、岩石を観察すると肉眼で確認できる程度(1mm前後)の粒子が見え、この地層は、今から約1600万年前に陸上から運ばれた粒子が海底に降り積もり、後に岩石となったものです。この岩石の名称として最もふさわしいものを次ページの①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。



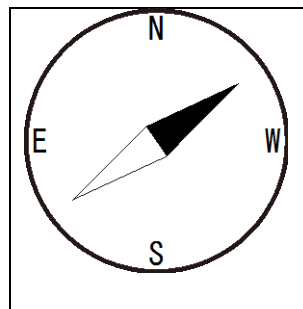
- ① たい積岩である「チャート」
- ② たい積岩である「砂岩」
- ③ 変成岩である「結晶片岩」
- ④ 火成岩である「花こう岩」

問 3 この周辺に分布する縦縞模様の岩石の走向傾斜を計測すると、“N75E 80N”でした。次の①～④の中から“N75E”を示すクリノメーターの表示として最もふさわしいものを1つ選んで番号をマークしなさい。



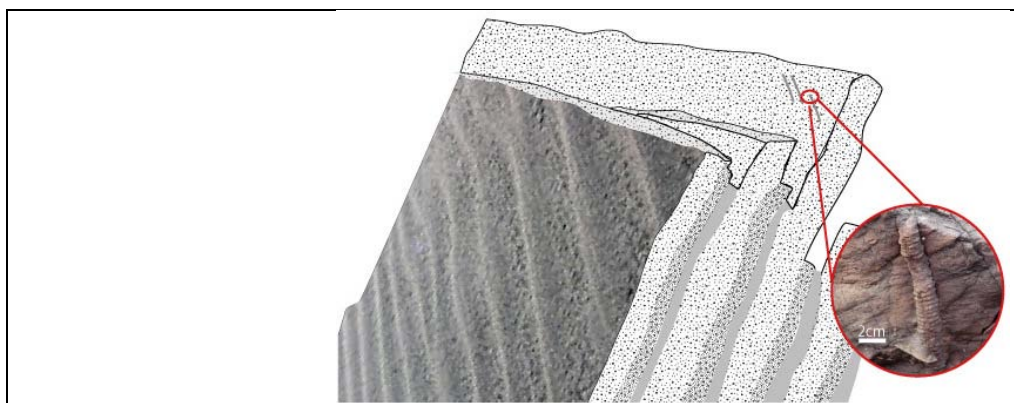
問 4 別の地層で走向を計測すると図のようになりました。地層の走向として最もふさわしいものを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① N55E
- ② N10W
- ③ N35E
- ④ N55W



問 5 岩石をルーペを使って観察しました。そのスケッチ(次ページの図)からわかることとしてふさわしくないものを次の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 海底には生物が棲んでいた。
- ② 海底に降り積もった時、左側が上位であった。
- ③ 海底に降り積もった時、地球は温暖化していた。
- ④ 海底に海水の流れがあった。



問6 この地層が海底に降り積もった年代（堆積^{たい}年代）は約 1600 万年前とされています。この地層の年代を調べる方法として最もふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 岩石を粉砕し、地層中の鉱物を用いた放射性年代測定法
- ② 岩石中の火山ガラスの屈折率などを用いた、テフラ年代測定法
- ③ 岩石中の炭化物を用いた放射性年代測定法
- ④ 岩石中の微化石を用いた相対年代測定法

問7 遊歩道をさらに歩いて B 地点を過ぎ(問 10 に関連)C 地点まで来ました。この岩石は斑れい岩です。斑れい岩についての説明として最もふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選び番号をマークしなさい。なお、その岩石の写真(右)を参考にしなさい。

- ① 斑れい岩は等粒状組織をもつ火山岩である。
- ② 斑れい岩は等粒状組織をもつ深成岩である。
- ③ 斑れい岩は斑状組織をもつ火山岩である。
- ④ 斑れい岩は斑状組織をもつ深成岩である。



問8 斑れい岩を構成する主たる鉱物として最もふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 輝石・斜長石
- ② 磁鉄鉱・カリ長石
- ③ 黒雲母・石英
- ④ 角閃石・白雲母

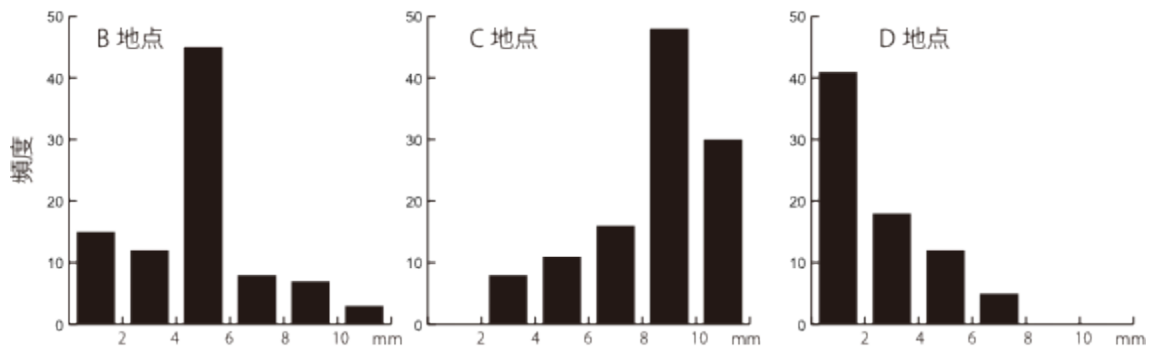
問9 D地点には問2で扱った地層と斑れい岩の境界があり、よく観察すると斑れい岩の結晶はC地点に比べると細粒で、2の岩石は熱変成の影響で変質していました。この境界の説明としてふさ

わしくないものを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① この境界で斑れい岩マグマは急速に冷えて固まった。
- ② 溶岩が冷えて固まった斑れい岩の上に地層が降り積もった。
- ③ 地層にマグマが貫入して斑れい岩ができた。
- ④ 地層に結晶の成長（再結晶）のあとが観察できる。

問 10 B・C・D地点で観察された斑れい岩の結晶の大きさに違いがあるのはなぜでしょうか。その説明としてふさわしくないものを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。その際、B・C・D地点での結晶の大きさの頻度分布グラフを参考にしなさい。

- ① 圧力が大きいほど結晶は成長するため、斑れい岩の中央部ほど高压であった。
- ② 温度が高いほど結晶は成長するため、斑れい岩の中央部ほど温度が高かった。
- ③ 結晶の大きさの異なる斑れい岩は別のマグマを起源としており、2回に分けて貫入した。
- ④ 冷却速度が遅いほど結晶は成長するため、斑れい岩の中央部ほどゆっくり冷えた。



第3問

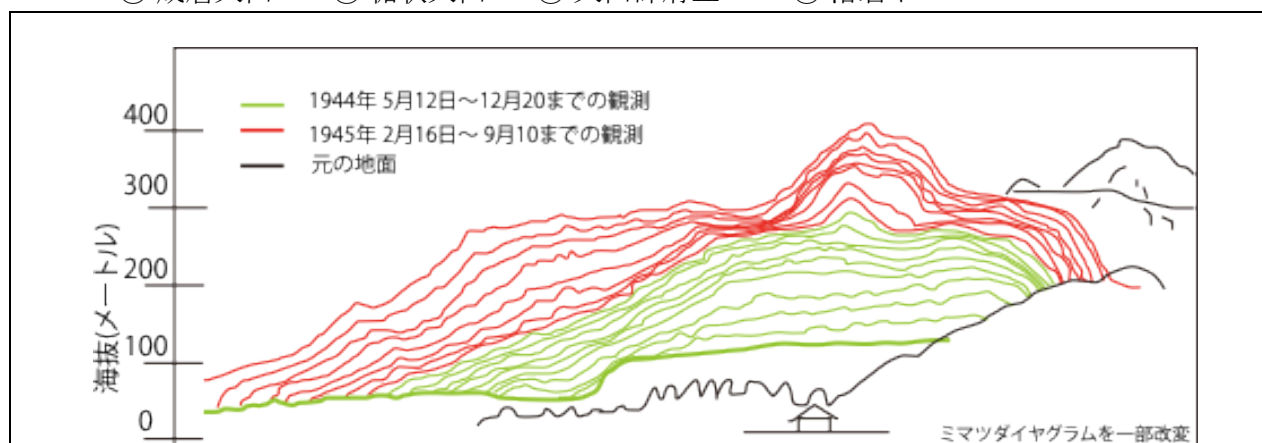
地球表層の気温や環境は地球史を通じては一定ではなく、過去に変化を繰り返し、しばしば、その気候変動に影響を受けて生物の大量絶滅や繁栄が起こってきた。人類もその例外ではなく、ホモ・サピエンスがその歩みをはじめた時から気候変動に翻弄^{ほんろう}されてきたといえる。氷河の融解や海流の変化などにより、気候は常に大変動と小変動を繰り返したと考えられている。人類はそのたびに移動を繰り返しながらも、文明を築いてきた。また、日本のように地震や火山噴火などが繰り返す地域では大地の変動にも影響を受けてきた。このように、地球システムと人類活動の記録が最もよく残っている時代は地質年代区分で (1) (260 万年前～現在) と呼ばれ、現在から将来の地球と人類の関わりを理解する上で重要とされている。このことを踏まえ、以下の問に答えなさい。

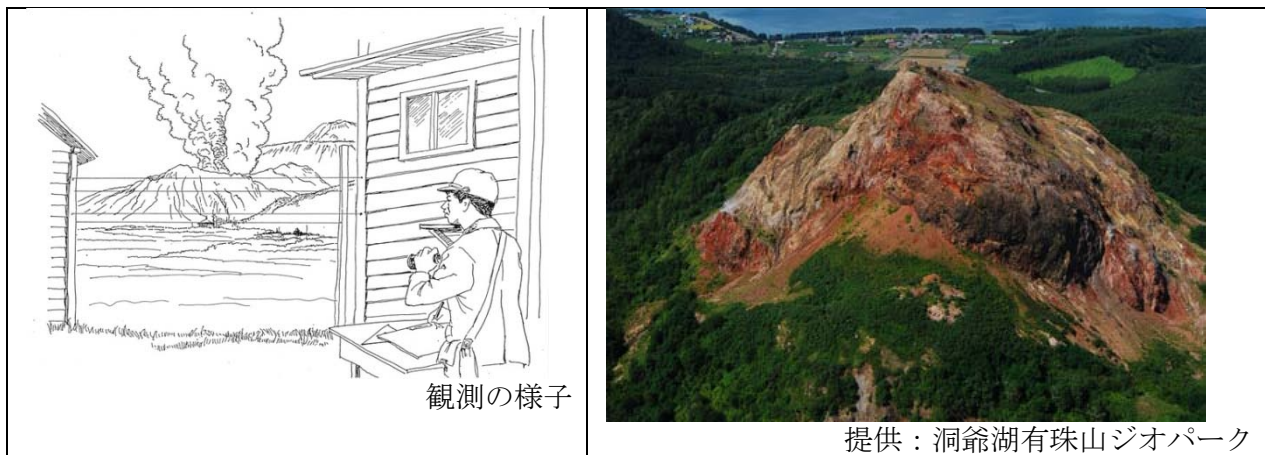
問1 上の文中の空欄(1)にあてはまる地質年代区分としてふさわしいものを、以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 新第三紀 ② 第四紀 ③ 近代 ④ 白亜紀

問2 北海道有珠郡壮瞥町で、1943年から1945年にかけて誕生した昭和新山は世界で初めてその形成過程が記録された火山として知られています。当時、郵便局長をされていた三松正夫さんが刻々と変化する火山の隆起の様子を定点観測スケッチ画によって記録しました(図)。このように、溶岩流を形成せずに活動した結果生じる火山地形の分類としてふさわしいものを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 成層火山 ② 楕^{たて}状火山 ③ 火山碎屑^{さいせつ}丘 ④ 溶岩ドーム





問3 火山ごとに形態や噴火様式が異なる理由の一つにマグマの性質の違いが挙げられます。このようなマグマの性質についての説明としてふさわしくないものを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 粘性の高いマグマは温度が低い。
- ② 形成する場所によってマグマの成分が異なる。
- ③ SiO_2 （シリカ）が多いマグマの粘性は高い。
- ④ 粘性の低いマグマは爆発的な激しい噴火を起こす。

問4 火山の分布は、ア) 島弧・海溝系の火山、イ) 海嶺の火山、ウ) プレート内部の火山、の3つに大きく分けられます。以下のa)～d)の火山はア)～ウ)のどのタイプになるか、対応する組み合わせとして最もふさわしいものを①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- a) 太平洋をとりまくように分布する環太平洋火山帯を形成する火山
- b) ホットスポットと呼ばれる特別に高温なところからマグマが供給されてできる玄武岩質の火山
- c) プレーートの沈み込みに関連した火山
- d) アイスランドの地溝帯と呼ばれる割れ目にできた火山帯

(組み合わせ)

- ① a-イ, b-ア, c-イ, d-ア
- ② a-ウ, b-ア, c-ア, d-イ
- ③ a-イ, b-ウ, c-イ, d-ア
- ④ a-ア, b-ウ, c-ア, d-イ

問5 次ページの写真は、昭和南海地震（1946年）の後の港の様子です（高知県室戸市津呂港）。地震に伴った隆起により港が浅くなったので、港から海水を排水して底を掘り下げる工事を行っています。この地震の説明としてふさわしくないものを次ページの①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 昭和南海地震は海溝型地震に分類される。
- ② 昭和南海地震は津波を伴った。
- ③ 昭和南海地震に伴って沈降する場所と隆起する場所があった。
- ④ 昭和南海地震は、内陸のそれまで知られていなかった活断層の活動で発生した。



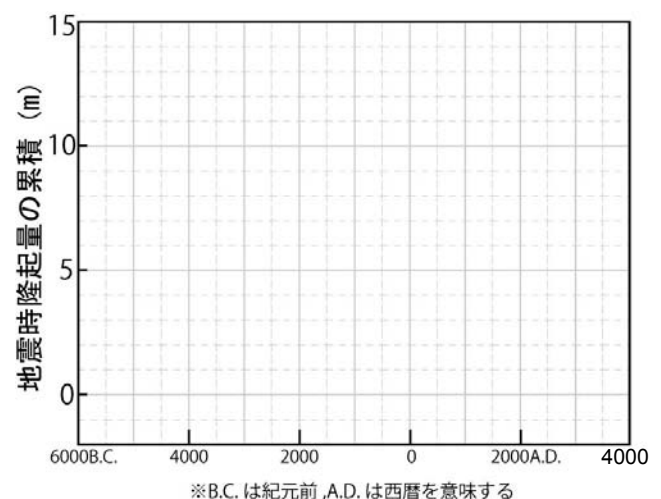
問 6 活断層の説明としてふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 活断層は海底にはほとんど無い。
- ② 活断層は繰り返し大きな地震を発生した断層で今後も活動する可能性がある。
- ③ 活断層は過去 100 年以内に大きな地震を発生した断層だけである。
- ④ 活断層を実際に見ることはできない。

問 7 過去のいくつかの地震の規模と発生間隔がわかれば、最後(最新)の地震の規模から、次の地震までの間隔はある程度予測できるというモデルがあります。このモデルに基づいて、ある地震の次の発生時期の予測を試みるとき、最もふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。なお、解答を導くためにグラフを作成しても構いません。

- ① 西暦 2000 年
- ② 西暦 2500 年
- ③ 西暦 3000 年
- ④ 西暦 3500 年

地震が起こった年	隆起量
紀元前 5000 年	4 m
紀元前 2000 年	2 m
紀元前 500 年	3 m
西暦 1000 年	3 m



問 8 海域を震源とする地震では、海底地形が変化して津波が発生することがあります。津波によって運ばれた砂や泥、木片などによる地層を“津波堆積物”^{たい}と呼び、そのような津波堆積物を分析することで過去の津波を発生させた地震の記録を知ることができます。津波堆積物を採取する場所として最もふさわしいものを次ページの①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 大河川の河口
- ② 沿岸から数 100m の海底
- ③ 地震によって隆起する台地
- ④ 海岸近くの池や湖

問 9 氷期とそれ以外の間氷期もしくは後氷期を説明した文として最もふさわしいものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 氷期に氷河が削った谷はフィヨルドと呼ばれ、V 字型の断面を示す。
- ② スカンジナビア半島などは、後氷期になって氷河が融けたことにより、隆起している。
- ③ 海水準は氷期に高く、間氷期や後氷期に低くなる。
- ④ 最終氷期とは今から約 12 万年前に終わった氷期のことである。

問 10 海岸段丘(写真)は、上位の段丘面からも通常は海岸で産出するはずの岩石が産出することからわかるように、波で削られることにより形成され、農業に活用されることがあります。このような海岸段丘の説明としてふさわしくないものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 平らな面（段丘面）は、波による侵食作用で形成された。
- ② 崖部（段丘崖）は、地震による崩落型地滑りによって形成された。
- ③ 海岸段丘は隆起する場所に特徴的な地形である。
- ④ 段丘面の形成年代は下の段ほど新しい。



第4問

太陽系内の天体の温度がどのように決まっているかについて述べた以下の文章を読み、問に答えなさい。

太陽系の中の物体は全て太陽からの光を浴び、太陽光は物体をあたためる。ここでは太陽が太陽系の中の物体をどのようにあたためるのかを考えよう。

電球はフィラメントを高温にして光を出している。このように高温の物体は光る。物体に降り注ぐ太陽光線は太陽表面の (a) から放出されている。その温度は絶対温度でおよそ (b) K である。絶対温度 $T(K)$ の物体からは単位時間当たり、単位面積当たり T の4乗に比例するエネルギーが放出されている。すなわち、単位時間当たりに単位面積から放出されるエネルギー f ($J/m^2 s$) は

$$f = \sigma T^4 \quad (1)$$

と表すことができる。ただし σ は比例定数である。この法則を (c) の法則と呼ぶ。太陽の温度を $T(K)$ 、半径を $R(m)$ とすると、太陽から単位時間に放出される全エネルギー L は

$$L = (d) \quad (2)$$

と表すことができる。

このように放出された光を太陽から距離 $D(m)$ にある物体が受けるとする。物体が球形であるとし、その半径を $d(m)$ とする。太陽からの光は半径 D の球面に一様に広がってしまうので、物体はその一部しか受け取ることしかできない。物体が単位時間に受け取るエネルギー $U(J/s)$ は、

$$U = (e) \quad (3)$$

となる。

物体はこうして太陽から単位時間当たり $U(J/s)$ のエネルギーを得て温まる。そして、温まった物体は自分自身からも光等の電磁波、低温の場合は赤外線を放出するようになる。その放出は物体からエネルギーを奪い、物体を冷却する。こうして加熱と冷却が釣り合うことにより、太陽系内の物体の温度が決まっている。先ほど考えた、太陽から距離 D にある半径 d の物体の温度 $t(K)$ は

$$t = (f) \quad (4)$$

である。

実際の太陽の半径は $R = 7.0 \times 10^8 (m)$ 、地球と太陽の距離は $D = 1.5 \times 10^{11} (m)$ である。これより、もし地球の温度がここまでに述べた仕組みにより決定していたならば、温度は (g) K となる。

実際の惑星の温度と式(4)によって推定される温度は一致しない。これは惑星の温度の決定にはここで考慮しなかった条件が関係するためである。

温度の見積もりが式(4)を用いた簡単な見積もりからズレてしまう原因として、そもそも物体は太陽から浴びた光のエネルギーを全て受け取ることができない、という効果を考えるべきである。惑星は太陽から受けた光の一部を反射してしまう。浴びた太陽光線のエネルギーに対して反射してしまうエネルギーの割合を反射率と呼ぶ。(h)惑星の反射率が大きくなれば、惑星の温度は式(4)の見積もりより低くなる。

他にも考えるべき条件がある。例えば、地球には大気が存在している。大気は地球の温度を式(4)により見積もられる値よりも高く保っている。過去の惑星の姿にまで考える対象を広げるならば、惑星の温度を左右する最も大きな要因として、太陽そのものの変化にも注目しなければならない。太陽は誕生してからおよそ 46 億年であり、その年齢はほぼ地球の年齢と等しい。この間に太陽そのものもその姿を変えている。誕生して間も無い太陽は現在より暗く、太陽から単位時間に放出される全エネルギー量は現在よりも小さかった。このため地球の温度は現在よりも低く、20 億年前より以前には海水が凍結していたことになる。一方、地球上には 38 億年前の堆積岩が存在し、少なくともその時代に、海が現在と同じ姿で存在して

いたはずである。④この二つの主張は矛盾しており、「暗い太陽のパラドックス」と呼ばれている。

問1 文中の (a) にあてはまる語として最も適当なものを1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 彩層 ② 対流層 ③ 光球 ④ 紅炎 ⑤ 放射層

問2 文中の (b) にあてはまる温度として最も適当な値を1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 2800 ② 3800 ③ 4800 ④ 5800 ⑤ 6800 ⑥ 7800

問3 文中の (c) にあてはまる最も適当な人名を1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① ガウス
② シュテファン・ボルツマン
③ ウィーン
④ パスカル
⑤ ルシャトウリエ

問4 文中の式(2) 右辺の(d)に挿入する数式として最も適当なものを1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① $\frac{2}{3}\pi R^2\sigma T^4$ ② $\pi R^2\sigma T^4$ ③ $\frac{4}{3}\pi R^2\sigma T^4$
④ $2\pi R^2\sigma T^4$ ⑤ $4\pi R^2\sigma T^4$

問5 文中の式(3) 右辺の(e)に挿入する数式として最も適当なものを1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① $\frac{1}{3}\pi d^2 \left(\frac{R}{D}\right)^2 \sigma T^4$ ② $\frac{1}{3}\pi d^2 \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sigma T^4$ ③ $\pi d^2 \left(\frac{R}{D}\right)^2 \sigma T^4$
④ $\pi d^2 \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sigma T^4$ ⑤ $d^2 \left(\frac{R}{D}\right)^2 \sigma T^4$ ⑥ $d^2 \left(\frac{D}{R}\right)^2 \sigma T^4$

問6 文中の式(4) 右辺の(f)に挿入する数式として最も適当なものを1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① $T\sqrt{\frac{R}{\pi D}}$ ② $T\sqrt{\frac{D}{\pi R}}$ ③ $T\sqrt{\frac{R}{2D}}$
④ $T\sqrt{\frac{D}{2R}}$ ⑤ $T\sqrt{\frac{R}{D}}$ ⑥ $T\sqrt{\frac{D}{R}}$

問7 文中の (g) にあてはまる温度として最も適当な値を1つ選び、番号をマークしなさい。

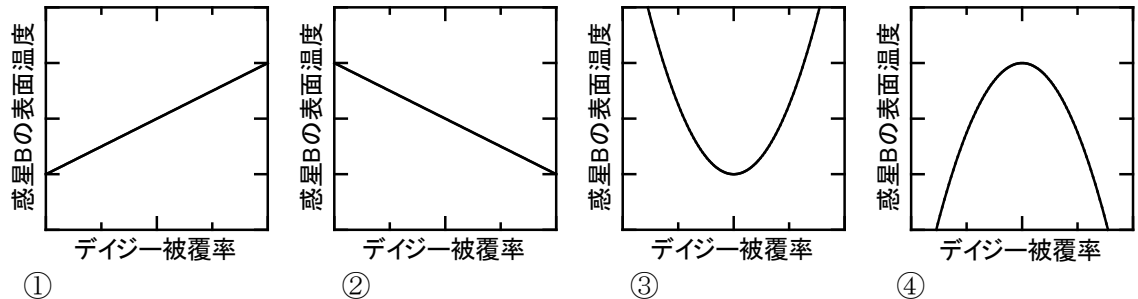
- ① 100 ② 130 ③ 180 ④ 200 ⑤ 230 ⑥ 280

問8 文中の下線部(h)について、ある惑星が式(4)で推定される温度よりも低い温度になっており、絶対温度で8割にとどまっていたとします。その原因が、惑星が入射した太陽光の一部を反射することによると考える場合、惑星の反射率として最も適切な値を1つ選び、番号をマークしなさい。

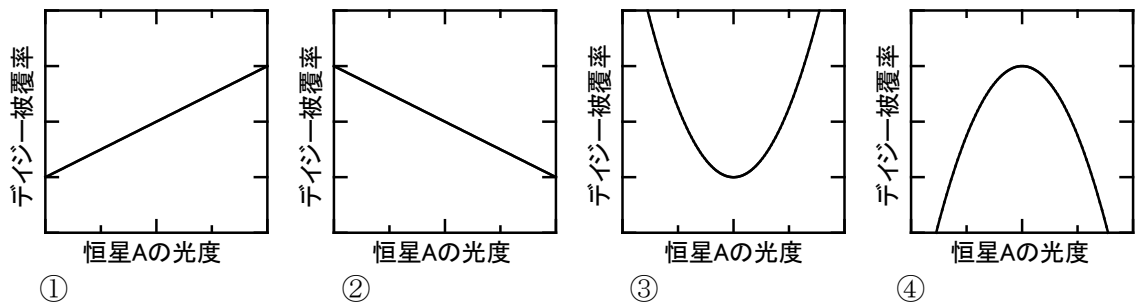
- ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5 ⑥ 0.6

問9 そのような惑星の反射率に影響を与える要素として、例えば、植物を考えることができます。仮定の恒星Aの周りを回っている仮定の惑星Bを考え、表面温度に対応して増減する「デイ

ジー」という仮想の植物のみが存在するとしましょう。その植物は白く、恒星 A からの光を反射します。デイジーの繁茂している部分以外は灰色の土壌からなり、土壌は恒星 A からの光を吸収し、この光の吸収量で惑星 B の表面温度がきまっているとして、恒星 A からの光度が一定のときに惑星の表面温度とデイジーの被覆率の関係を示した模式図のなかで最も適切な図を次の①～④から選びなさい。グラフにおいて、縦軸は上に行くほど高温を示し、横軸は右に行くほど被覆率の高い状態を示すものとしす。



問 10 恒星 A の光度が増加していくを考えます。もし、デイジーの被覆率が変化しない場合には、惑星の表面温度は上昇していきます。しかし、デイジーは十分に速い速度で繁茂し、その被覆率を変化させて、温度を一定に保つことができたとします。このようなメカニズムがあれば、下線部(i)の矛盾が解決できる可能性があります。このようなことが起こるには、恒星の光度とデイジーの被覆率にはどのような関係がなければならないか、次の模式図①～④から最も適切な図を選びなさい。グラフにおいて、縦軸は上に行くほど被覆率の高い状態を示し、横軸は右に行くほど高い光度を示しています。



第5問

[A]次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

アリストテレス（B.C. 384～322）は、紀元前 330 年ころに、(ア)のときに月に映った地球の影から地球が球形であると考えた。地球が球形であることは、遠ざかる船が(イ)消えることから推測されていた。古代ギリシャ人のエラトステネス（B.C. 276～195）は、紀元前 220 年頃に地球が球体であると考え、はじめて地球の大きさを求めた。

ニュートン（A.D. 1643～1727）は、緯度によって変化する重力の値を説明するためには、地球が回転だ円体である必要があることを指摘した。実際の地球は完全な回転だ円体ではなく凸凹しており、表面は約(ウ)%の大陸と約(エ)%の海洋とに分けられる。

さて、地球ではアイソスタシーが成立しているために、地表の大地形と地球内部の構造とに関係があることが知られている。地震波の解析によって、地殻とマントルの境界であるモホ不連続面の測定が進むと、地殻の厚さは場所によって大きく異なることがわかってきた。大陸の山岳部の地殻の厚さは(オ)km で、海洋底の地殻の厚さは(カ)km となっている。

問1 説明文の空欄(ア)と(イ)について、当てはまる語句として最も適切な組み合わせを以下の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- | | |
|----------------|----------------|
| ① (ア：日食、イ：上から) | ② (ア：日食、イ：下から) |
| ③ (ア：月食、イ：上から) | ④ (ア：月食、イ：下から) |

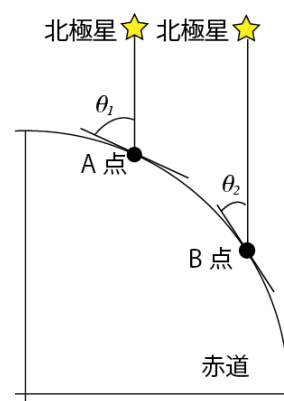
問2 説明文の空欄(ウ)と(エ)について、当てはまる語句として最も適切な組み合わせを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- | | |
|---------------|---------------|
| ① (ウ：20、エ：80) | ② (ウ：30、エ：70) |
| ③ (ウ：40、エ：60) | ④ (ウ：45、エ：55) |
| ⑤ (ウ：50、エ：50) | |

問3 説明文の空欄(オ)と(カ)について、当てはまる語句として最も適切な組み合わせを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ① (オ：10～30、カ：5～10) | ② (オ：10～30、カ：20～30) |
| ③ (オ：10～30、カ：30～50) | ④ (オ：30～70、カ：5～10) |
| ⑤ (オ：30～50、カ：30～50) | |

問4 同じ子午線上にある北半球の2点(A点とB点)で北極星の水平線からの角度である高度を計測しました。右図のA点では北極星の高度は θ_1° 、B点では θ_2° でした。A点とB点の距離が d であるとき、地球の赤道の長さとして最も適当なものを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。ここで、地球は球体であると考えことにします。



① $\frac{360}{\theta_1 - \theta_2} d$ ② $\frac{\theta_1 - \theta_2}{360} d$ ③ $\frac{\theta_1 - \theta_2}{360} \times \frac{1}{d}$

④ $(\theta_1 - \theta_2) \times \frac{1}{d}$ ⑤ $(\theta_1 - \theta_2) d$

問5 実際の地球は、自転の影響で赤道方向に膨らんでおり、ミカンのような形をしています。このような地球の形は、ニュートンによって予測され、フランスの測量隊によって確認されました。地球の形を確認する方法として最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 低緯度と高緯度の経線弧の長さを測定し、高緯度になるほど経線弧が短くなることを確認する。
- ② 低緯度と高緯度の経線弧の長さを測定し、経線弧が変化しないことを確認する。
- ③ 低緯度と高緯度の経線弧の長さを測定し、高緯度になるほど経線弧が長くなることを確認する。
- ④ 低緯度と高緯度の日没から次の日没までの時間の長さを計測し、高緯度になるほど時間が長くなることを確認する。
- ⑤ 低緯度と高緯度の日没から次の日没までの時間の長さを計測し、高緯度になるほど時間が短くなることを確認する。

問6 地球の赤道半径は約 6378 kmで、極半径は約 6357 kmです。赤道半径が 60.0 cm の地球^だ楕円体を縮小した地球儀を作るとき、極半径として最も適切な値を以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 59.2 cm ② 59.4 cm ③ 59.6 cm ④ 59.8 cm ⑤ 60.0 cm

問7 ある半島で、平均の厚さ 1600 m の氷河がとけ去りました。氷河が乗っていた時と、氷河がとけ去った後で共にアイソスタシーが成立しているものとした場合、地殻の上端の隆起量は平均何 m になるか、以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。ここで、マントルの平均密度を 3.2 g/cm^3 、地殻の平均密度を 2.7 g/cm^3 、氷の平均密度を 0.93 g/cm^3 とします。

- ① 425 m ② 435 m ③ 445 m ④ 455 m ⑤ 465 m

[B]次の文章を読み以下の問に答えなさい。

地表付近の P 波の速度分布は、人工地震を利用して決定することができる。いま、地表付近に震源をもつ人工地震を観測した結果、観測点付近の地下は地表面に平行な一つの世界構造不連続面によって分けられていることがわかったとする。この観測で得られた震央距離と P 波初動の各観測点までの走時は次の表の通りであった。[注：走時とは震源から観測点までの地震波の到達所要時間である。]

震央距離(km)	15	50	90	100	200	260	320
走時 (秒)	2.5	8.3	15.0	16.7	31.0	38.5	46.0

問 8 表層の P 波速度として最も適切な数値を以下の①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。単位は km/s とする。

- ① 5.8 ② 6.0 ③ 6.2 ④ 6.4 ⑤ 6.6

問 9 第二層の P 波速度として最も適切な数値を以下の①～⑤から 1 つ選んで番号をマークしなさい。単位は km/s とする。

- ① 7.4 ② 7.6 ③ 7.8 ④ 8.0 ⑤ 8.2

問 10 この不連続面の名前として最も適切なものを以下の①～④から 1 つ選んで番号をマークしなさい。

- ① コンラッド不連続面 ② 和達-ベニオフ面 ③ モホロビッチ不連続面
④ グーテンベルグ不連続面

第6問

[A] 次の文章を読み以下の問に答えなさい。

ある特定の地点における地震時の揺れの強さをはかるものさしを〔ア〕と呼び、その強さは〔イ〕で表現される。一般に、揺れは震源から遠ざかるほど小さくなり、地震全体のエネルギーをはかるものさしである〔ウ〕が大きくなるほど、揺れは大きくなる。また、強い揺れを起こすS波の伝わる速度はP波の伝わる速度より遅いので、P波で震源と〔ウ〕が推定できれば、S波が到達する前に、揺れの強さを予測できる。このことを利用しているのが、緊急地震速報である。

問1 文中の空欄（ア）～（ウ）に入る最も適切な語句を選び、番号をマークしなさい。

- （ア）： ① マグニチュード ② 震度 ③ 地震規模 ④ 地震動 ⑤ 地盤動
（イ）： ① 震度 ② 地震規模 ③ 地震動階 ④ 地盤動階 ⑤ 震度階
（ウ）： ① マグニチュード ② 震度 ③ 地震規模 ④ 地震動規模 ⑤ 地盤動規模

問2 地球の内部が、P波速度が7 km/s、S波速度が5 km/sの物質のみで構成されているものとします。震源から140 km離れた地点では、S波初動は、P波初動の何秒後に到達するか、その時間として最も適切な数値を以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 8.0 ② 8.4 ③ 8.8 ④ 9.2 ⑤ 9.6

問3 下線部について、緊急地震速報が上手く機能しない場合を説明した文章としてふさわしくないものを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

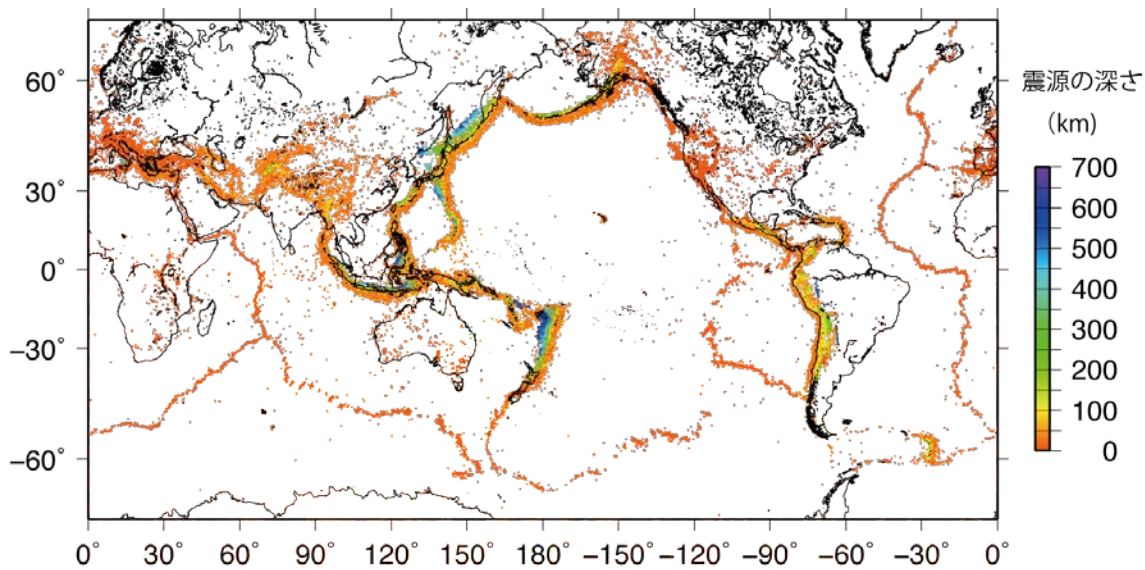
- ① 震源近くの地点では、P波とS波の到達時間差がほとんどないために、警報が出る前に強い揺れがくる時がある。
② 巨大地震の場合、震源域を点とみなすことができないため、正確に揺れの強さを予測することが難しい。
③ 震源が太平洋沖のように日本から遠く離れている時は、警報が出る前に強い揺れが観測されることがある。
④ 深発地震では、距離による減衰効果のみでは揺れの強さを予測することは難しい。
⑤ 地下の地盤によって局所的に揺れやすい場所があり、そのような場所では予想より強く揺れる。

問4 地面の揺れ方は震源の位置や波の周期によって変化します。地球の内部がP波速度が7 km/s、S波速度が5 km/sの物質のみで構成されているものとしたとき、周期2秒のP波の波長とS波の波長として最もふさわしいものを次ページの①～⑤のうちから1つ選び番号をマークしなさい。

- ① (P 波の波長 : 3.5 km, S 波の波長 2.5 km)
- ② (P 波の波長 : 7 km, S 波の波長 5 km)
- ③ (P 波の波長 : 10.5 km, S 波の波長 7.5 km)
- ④ (P 波の波長 : 14 km, S 波の波長 10 km)
- ⑤ (P 波の波長 : 20 km, S 波の波長 15 km)

[B] 次の文章を読み、問に答えなさい。

下図は 1997 年から 2007 年まで世界で発生した地震の震源分布（米国地質調査所による）で、震源の深さは色の違いで示してある。震源の深さが 100 km よりも浅い地震の震源分布を見るとプレート境界に地震が集中していることが分かる。（ア）で生まれたプレートは、時間の経過と共に、ゆっくり冷えていき、その（イ）し、最終的には（ウ）から地球内部へと沈み込んでいく。日本列島のようなプレート沈み込み帯では、海側のプレートと陸側のプレートがしっかりとくっついているところがあり、そこにひずみが蓄積してやがて大地震によって解放される。



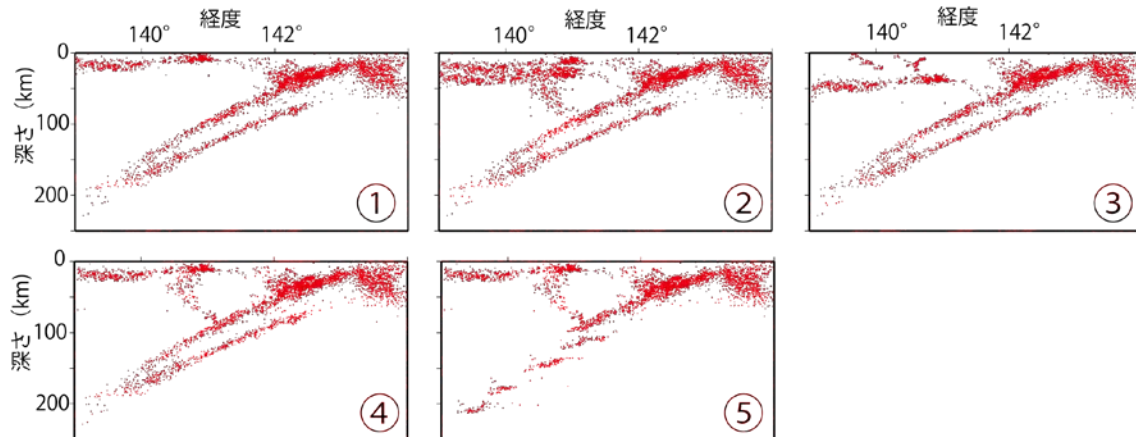
問5 文中の空欄（ア）と（ウ）に入る最も適切な語句の組み合わせを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① (ア : 海嶺、 ウ : トランスフォーム境界)
- ② (ア : 海嶺、 ウ : 海溝)
- ③ (ア : 海溝、 ウ : トランスフォーム境界)
- ④ (ア : 海溝、 ウ : 海嶺)
- ⑤ (ア : トランスフォーム境界、 ウ : 海嶺)

問6 空欄（イ）に入る最も適切な語句を次の①～④から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 厚さが増加、密度が減少 ② 厚さが減少、密度が増加
③ 厚さと密度が増加 ④ 厚さと密度が減少

問7 東北日本を東西方向の断面で見たときの震源分布（気象庁一元化震源による）として最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。



問8 日本の地震活動を説明した文章としてふさわしくないものを以下の①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① 太平洋沖では、プレートとプレートの境界でひずみが蓄積し、逆断層型の巨大地震が発生する。
② 太平洋沖では、プレートとプレートの境界でひずみが蓄積し、正断層型の巨大地震が発生する。
③ 海で正断層型や逆断層型の大地震が発生すると、海底の上下変動によって津波が発生する。
④ 海で横ずれ断層型の大地震が発生しても、海底の上下変動が小さいために大きな津波が発生しにくい。
⑤ 内陸では、知られている活断層以外でも地震が発生する。

第7問

海洋の水温・塩分構造およびその時間変化に関する以下の問に答えなさい。

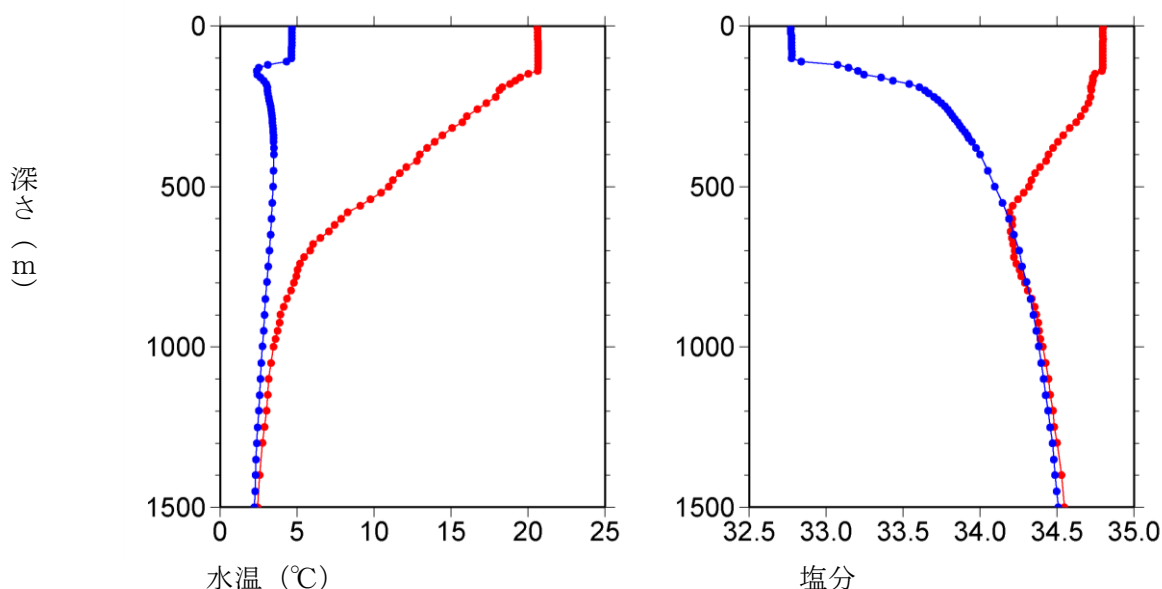


図 7.1 : 北太平洋の 24°N, 130°E (赤線) と 49°N, 179°E (青線) で冬の終わり頃に観測された水温 (左) と塩分 (右) の鉛直プロファイル。

問 1 図 7.1 は北太平洋の亜熱帯域 (24°N, 130°E) と亜寒帯域 (49°N, 179°E) で冬の終わりに観測された水温と塩分の鉛直プロファイルです。この図について述べた以下の文章を読んで空欄 (ア) ～ (エ) に入る適切な語を以下の語群からそれぞれ 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。ただし、同じものを何度選んでも構いません。

海水の密度は水温と塩分によって決まり、水温が低いほど、また塩分が高いほど、密度は高くなる。海洋では通常、深くなるにつれて密度が増加し、重力的に安定な状態となっている。図 7.1 に示される亜熱帯域では、水温だけ見ると重力的に (ア)、塩分だけ見ると (イ) な構造となっており、このことは (ウ) の密度に対する効果が (エ) のそれよりも大きいことを意味している。亜寒帯域では、 (X)

語群

- ① 水温 ② 塩分 ③ 安定 ④ 不安定 ⑤ 中立

問 2 問 1 文章中の空欄 (X) に入る文章として適当なものを①～⑤から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① 亜熱帯域と同様、密度に対する水温の効果が大きい。
② 亜熱帯域と同様、密度に対する塩分の効果が大きい。

- ③ 亜熱帯域とは異なり、密度に対する水温の効果が大きい。
- ④ 亜熱帯域とは異なり、密度に対する塩分の効果が大きい。
- ⑤ 亜熱帯域とは異なり、密度に対する水温と塩分の効果は同程度である。

問3 図 7.1 に示される 2 つの海域ともに、深さ 2000m より下では水温は 1~2℃程度の低い値を示し、塩分は海底に向かって徐々に増加します。この 2000m より下の海水が最後に海面で大気と接触していたのは、どの海域であると考えられるでしょうか。①~⑤から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① オホーツク海 ② 日本海 ③ ベーリング海 ④ 北極海 ⑤ 南極海

問4 図 7.1 に示される亜熱帯域の観測点 (24°N, 130°E) で夏に水温観測を行った場合、得られる水温プロファイルが図 7.1 に示される冬の終わり頃の水温プロファイルとはっきり異なるのは海面からどれくらいの深さまででしょうか。①~⑤から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① 50 m ② 150 m ③ 300 m ④ 600 m ⑤ 1200 m

問5 亜熱帯域のある場所で台風が通過する前後に観測を行ったところ、海面から深さ 50m までの平均塩分が 34.75 から 34.66 に減少しました。この塩分変化が台風通過に伴う降水のみによって生じたとすると、降水量はどの程度と見積もられるでしょうか。①~⑤から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① 130 mm ② 170 mm ③ 300 mm ④ 450 mm ⑤ 560 mm

問6 海洋は近年、大気と同様に温暖化しており、最近の研究によると、深さ 700m までの海洋がもつ熱量は 1969 年から 2008 年までの 39 年間に毎年 0.40×10^{22} J の割合で増加したとのことです (Levitus et al., 2009)。この割合で熱量の増加が続いた場合、深さ 700m までの海洋は 100 年間で平均何度温かくなるでしょうか。次の中から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。ただし、地球の半径を 6300 km、地球の表面積に対する海洋の面積の割合を 70 %、海水の密度を 1025 kg/m^3 、海水の定圧比熱を $4.2 \times 10^3 \text{ J/}^\circ\text{C/kg}$ とします。

- ① 0.04℃ ② 0.1℃ ③ 0.4℃ ④ 1℃ ⑤ 4℃

問7 問6 で述べた毎年 0.40×10^{22} J の熱量を海洋ではなく大気が獲得した場合、大気は 100 年間に平均で何度温かくなるでしょうか。①~⑤から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。ただし、地上の平均気圧を $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、重力加速度を 10 m/s^2 、大気の定圧比熱を $1.0 \times 10^3 \text{ J/}^\circ\text{C/kg}$ とします。

- ① 0.8℃ ② 2℃ ③ 8℃ ④ 20℃ ⑤ 80℃

第8問

次の文章を読んで、以下の間に答えなさい。

星は星間雲から生まれる(写真8－1)。星間雲の中にできた密度の高い部分(分子雲コア)の中で誕生した原始星は、周囲のガスを吹き飛ばし、主系列星となる。安定的な核融合反応によってエネルギーが供給されるが、だんだんと核融合反応の材料となる水素が欠乏してくると、核融合反応は不安定となり膨張を始める。やがて、赤色巨星と呼ばれる段階となり、収縮や膨張を繰り返しながら、恒星を形作っていたガスを宇宙空間に激しく放出し始める。太陽質量の8倍程度よりも軽い星は、この後に星の芯の部分だけを残して白色矮星となり、その一生を終える。一方、太陽質量の8倍を超える重い星は、最終的に超新星爆発を起こし、その一生を終える。超新星爆発の後には、中性子星やブラックホールが形成される。星の死に際して宇宙空間に放出された物質は、次の世代の星を作る材料となっていく。

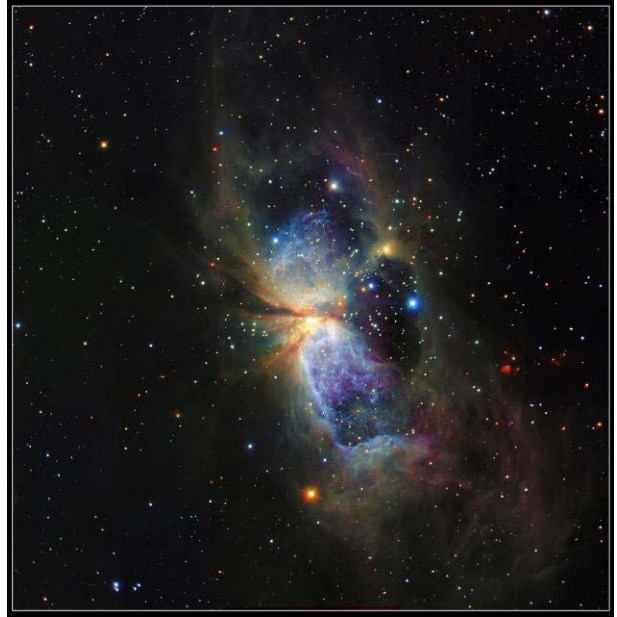


写真8－1：星形成領域。すばる望遠鏡による撮影。提供：国立天文台

問1 恒星を産む星間雲の説明として、適切でないものを1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 星間雲は電波で観測される事が多い。
- ② 星間雲の主成分は水素である。
- ③ 典型的な星間雲のサイズは100天文単位である。
- ④ 暗黒星雲は星間雲の一種である。
- ⑤ 散光星雲は星間雲の一種である。

問2 主系列星の説明として、適切でないものを1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 青い主系列星ほど明るく、赤い主系列星ほど暗い。
- ② ほとんどの恒星は、その一生の大部分を主系列星として過ごす。
- ③ 銀河系にある恒星の大部分は、主系列星である。
- ④ 青い主系列星ほど直径が小さく、赤い主系列星ほど直径が大きい。
- ⑤ 太陽は主系列星である。

問3 恒星の寿命は光度と反比例し、質量に比例します。恒星の光度が質量の4乗に比例しているとした場合、太陽の質量の10倍の星の寿命はどれくらいになるでしょうか。太陽の寿命を100億年とした時に、最も適切なものを次ページの①～⑤から1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 1000 万年
- ② 1 億年
- ③ 10 億年
- ④ 100 億年
- ⑤ 1000 億年

問 4 次のうち、赤色巨星ではないものを 1 つ選び、番号をマークしなさい。

- ① アルクトゥルス
- ② ベテルギウス
- ③ アルデバラン
- ④ アンタレス
- ⑤ リゲル

問 5 白色矮星^{わい}に進化する恒星では、放出された物質により星雲が形成されます(写真 8 - 2)。この星雲の名称として、最も適切なものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 散開星雲
- ② 惑星状星雲
- ③ 球状星雲
- ④ 系外星雲
- ⑤ 土星状星雲

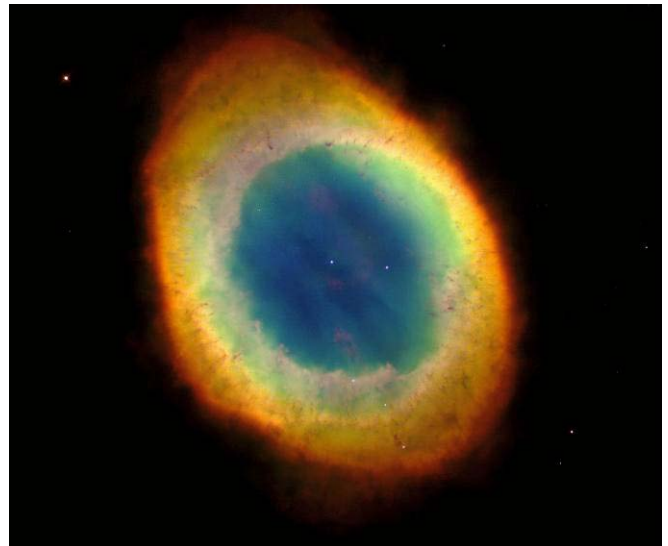


写真 8 - 2: ハッブル宇宙望遠鏡による撮影(NASA); <http://hubblesite.org/>

問 6 白色矮星の説明として、適切でないものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① もっとも重い白色矮星は、太陽質量の 3 倍程度である。
- ② 白色矮星は電子によって支えられている。
- ③ 主成分はヘリウムや炭素、酸素である。
- ④ 特殊な条件下では、Ia 型超新星として爆発する。
- ⑤ 白色矮星は HR 図では主系列の左下に位置する。

問 7 ある白色矮星の直径が地球サイズであり、質量は太陽と同程度であったとします。その場合、密度はどれくらいになるでしょうか。ただし、地球の直径は太陽の 0.01 倍、太陽の平均密度は 1.4g/cm^3 とし、最も適切なものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① $1.4 \times 10^2 \text{kg/cm}^3$

- ② $1.4 \times 10^3 \text{kg/cm}^3$
- ③ $1.4 \times 10^4 \text{kg/cm}^3$
- ④ $1.4 \times 10^5 \text{kg/cm}^3$
- ⑤ $1.4 \times 10^6 \text{kg/cm}^3$

問 8 ある超新星残骸^{がい}のガスが広がる速さは秒速 1000kmで、その半径は 3 光年に達しているとします。

爆発時から速度が変化せずに膨張し続けていた場合、この超新星は何年前に爆発したと考えられるでしょうか。最も適切なものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 30 年前
- ② 90 年前
- ③ 300 年前
- ④ 900 年前
- ⑤ 3000 年前

問 9 中性子星の説明として、適切でないものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 典型的な大きさは直径 10km 程度である。
- ② 高速で自転しているものが多く、もっとも早いものでは 1 秒間に数百回自転する。
- ③ 主成分は水素である。
- ④ パルサーは中性子星の一種である。
- ⑤ ガンマ線やエックス線など高エネルギーの電磁波を出している。

問 10 ブラックホールの説明として、適切でないものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① ブラックホールと連星系を成している星系がある。
- ② 銀河系の中心には、巨大なブラックホールが存在する。
- ③ ブラックホールからは光も逃げ出すことは出来ない。
- ④ 活発に物質を飲み込んでいるブラックホールの周囲は明るく輝く。
- ⑤ 太陽質量の 10 倍程度の恒星の超新星爆発によって作られる。

第9問

太陽系や地球を構成する物質の起源について、次の文を読んで問に答えなさい。

宇宙はビッグバンと呼ばれる高温・高密度の状態から始まった。膨張して温度が下がるにつれて、クォークが結びついて **A** や **B** ができ、さらに **A** と **B** が結びついて重水素の原子核ができた。さらに重水素同士の反応を通じて ^3He 、 ^4He などの原子核ができていった。十分に温度が下がるとこれらの原子核は **C** と結びついて、電氣的に中性の「原子」が形成されるようになった。

中性の原子は電氣的な反発力を示さないため、重力的に集まることが可能になる。こうして集まると重力エネルギーにより加熱され、十分な温度に達すると核融合反応が起こりはじめる。そして、そのエネルギーにより自ら輝く恒星となる。単体の **B** の半減期は 10.25 分と短く、ビッグバン直後には存在するが、恒星ができるときにはすでになくなっている。したがって、恒星の中では **A** 同士の衝突により重水素ができ、続いて ^3He 、 ^4He などの生成が進行していく。

問1 空欄 A～C の中に適切な語句が入る組合せを①～⑤から選んで番号をマークしなさい。

- | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|
| ① | : | A 電子 | B 陽子 | C 中性子 |
| ② | : | A 電子 | B 中性子 | C 陽子 |
| ③ | : | A 陽子 | B 中性子 | C 電子 |
| ④ | : | A 陽子 | B 電子 | C 中性子 |
| ⑤ | : | A 中性子 | B 陽子 | C 電子 |

問2 太陽系には水素やヘリウム以外にもウランやトリウムなどの放射性元素も含まれています。

これらはどのように生成されたものか、最も主要な成因を①～⑤から1つ選んで番号をマークしなさい。

- ① ヘリウムや水素などと同様に太陽の内部で生成されたものが飛来した。
- ② 太陽ができる前に起きた超新星爆発により生成された。
- ③ 太陽系にもともとあった、これらの元素よりも重い元素の壊変によりできた。
- ④ 太陽系形成以降に太陽系外から飛来したものが蓄積した。
- ⑤ 巨大惑星の内部の高温高圧領域で生成された。

問3 カリウムには放射性同位体である ^{40}K が含まれ、現在の 1g のカリウムには 31.6 ベクレルに相当する ^{40}K が含まれています (1 ベクレルは 1 秒間に 1 回放射壊変が起こることを意味する：IAEA の推奨値より算出)。 ^{40}K の半減期を 1.248×10^9 年としたとき、地球の形成初期 (45.6 億年前) には 1g のカリウムはどれくらいの放射能を持っていたことになるか、最も近いものを次の①～⑤から選び番号をマークしなさい。

- ① 2.7 ベクレル
- ② 8.9 ベクレル

- ③ 31.6 ベクレル
- ④ 113 ベクレル
- ⑤ 373 ベクレル

問4 炭素にも放射性同位体である ^{14}C が含まれます。核兵器実験以前には大気中の二酸化炭素に入っている炭素 1g あたりには 0.2 ベクレルの ^{14}C が含まれていました。 ^{14}C の半減期を 5730 年としたとき、半減期のおよそ 10 倍程度の約 6 万年前には大気中二酸化炭素に入っている炭素 1g はどれくらいの放射能を持っていたか、もっとも近いものを次の①～⑤から選び番号をマークしなさい。

- ① 0.0002 ベクレル
- ② 0.02 ベクレル
- ③ 0.2 ベクレル
- ④ 2 ベクレル
- ⑤ 200 ベクレル

問5 天然ウランにはごく微量の同位体である ^{234}U を除けば、 ^{235}U 、 ^{238}U の 2 つの同位体が含まれていると考えてよいのですが、通常 ^{235}U は 0.7%程度しか含まれていないため、多量に集めただけでは持続的な核分裂反応は生じません。ここで、 ^{235}U の半減期は約 7 億年、 ^{238}U の半減期は約 45 億年であることから、地球史をさかのぼると同位体の割合はどうなっていたでしょうか。次の①～⑤からふさわしいと考えられるものを選び番号をマークしなさい。

- ① ^{238}U のほうが速く壊変したため、太古の ^{235}U は 0.7%より多かった。
- ② ^{238}U のほうが速く壊変したため、太古の ^{235}U は 0.7%より少なかった。
- ③ 両方の同位体とも現在より多かったので、割合は変わらなかった。
- ④ ^{235}U のほうが速く壊変したため、太古の ^{235}U は 0.7%より多かった。
- ⑤ ^{235}U のほうが速く壊変したため、太古の ^{235}U は 0.7%より少なかった。

問6 日本の原子力発電所で用いられるウランは、核分裂反応を持続させるために ^{235}U を 3%程度ふくむように処理(濃縮)されています。では、問5から考えて、天然ウランが核分裂反応を持続させるようなことが地球史上で起こりうるかどうかについて最も適切なものを1つ選び番号をマークしなさい。

- ① 地球形成のごく初期まで遡れば、起こり得た。
- ② 現在から 20 億年程度以前であれば、起こり得た。
- ③ 地球史上で天然に生じる可能性は全くない。
- ④ 現在から 20 億年程度経過すれば、起こりえる。
- ⑤ 太陽の寿命に近い程度の未来であれば、起こりえる。

問7 原子核は放射壊変するときに放射線を出し、それは物質内で熱エネルギーに変換される。地殻から放出される熱について述べたものの中で適切でないものを1つ選び番号をマークしなさい。

い。

- ① 大陸地殻にはカリウムなどの放射性同位体が濃縮しているが、地殻熱流量は海洋地域と大陸地域では大きな差はない。
- ② 地殻熱流量は海溝付近では高く、海嶺付近では低くなっている。
- ③ 海洋地殻の厚さは薄く、構成する玄武岩の放射性同位体の含有量も少ないので、海洋底における地殻熱流量のほとんどはマンツルの高温物質から供給された熱による。
- ④ 太陽からの入射エネルギーの方が地殻熱流量として全地球表面から出ていくエネルギーに比べてかなり大きい。
- ⑤ 地殻熱流量として全地球表面から出ていくエネルギーは、噴火などの火山活動のエネルギーや温泉などの地熱エネルギーに比べてかなり大きい。

問 8 放射性同位体を用いた年代測定では使用する核種ごとに扱することができる年代範囲や物質が決まっている。その理由として適切でないものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① 半減期の短い放射性同位体は、その半減期よりも相当長い期間が経過すると、ほとんどすべて壊変してしまつて増減しなくなり、年代が異なつても差がでなくなるため。
- ② 半減期の長い放射性同位体は、その半減期よりも相当短い期間では放射壊変による蓄積数が少ないので、計数するのが難しくなるため。
- ③ 放射壊変により生じる同位体(娘核種)がもともと年代を測定したい物質に少しでも含まれていると新たに加わつたものと区別が付かなくなるため。
- ④ 放射壊変により生じる同位体(娘核種)がもともと年代を測定したい物質に大量に含まれていると、どれだけ付け加わつたかを計数するのが難しくなるため。
- ⑤ 年代を測定したい物質にその放射性同位体が含まれる量が少なすぎると、蓄積する量が少なくなつてどれだけ付け加わつたかを計数するのが難しくなるため。

問 9 人骨などの考古資料の年代を調べるのに最も適した年代測定法はどれか、適切なものを 1 つ選び番号をマークしなさい。

- ① ^{14}C 法 ② Rb-Sr 法 ③ K-Ar 法 ④ U-Pb 法 ⑤ Sm-Nd 法

第 10 問は選択問題です。
A, B のいずれかを選び解答用紙の所定の欄にマークして解答しなさい。

第10問A

図10.1は2006年から2010年の5年間で平均した、北太平洋の海面の高さのジオイドに対する分布です。これについて、以下の問に答えなさい。

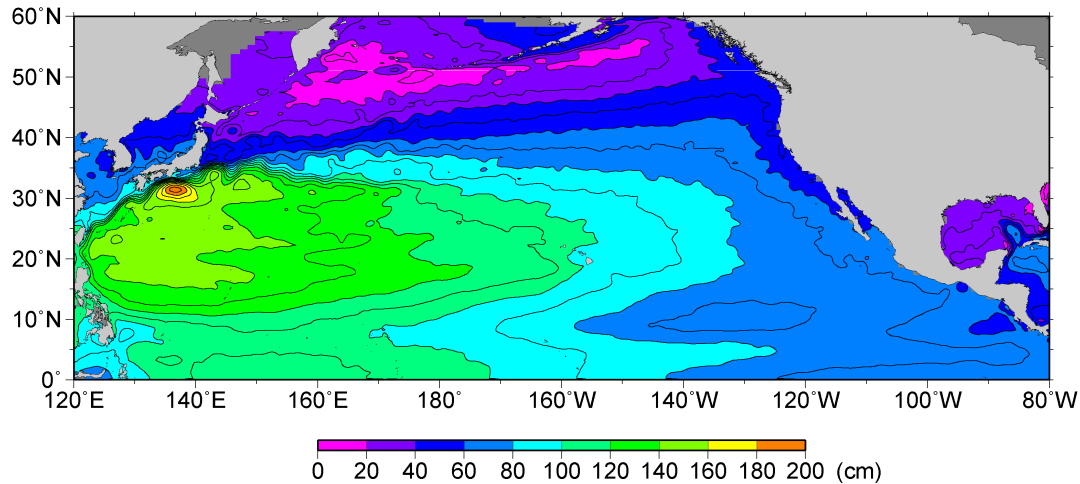


図10.1：2006～2010年の5年間で平均した、北太平洋の海面の高さのジオイドに対する分布。等値線の間隔は10 cm。AVISOのデータに基づき作成。

問 1 図10.1について述べた以下の文章を読んで空欄（ア）～（エ）に入る適切な語を以下の語群からそれぞれ 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。ただし、同じものを何度選んでも構いません。

北緯15度と北緯35度の間には高さ約1 mの広大な海水の「山」がある。この「山」は風の働きによって作られている。「山」の頂点の位置は地球の自転の影響により、西側に強く偏っており、「山」の斜面の傾きは海域によって大きく異なる。

本州から九州のすぐ南では、海面が南に向かって急激に高くなっている。この急斜面に沿うように、（ア）に向かって（X）が流れており、流れに働く（イ）向きの転向力（コリオリ力）と（ウ）向きの圧力傾度力が釣り合っている。

一方、「山」の東側部分では海面の傾斜はゆるやかである。「山」は北米大陸の近くでは東に向かって徐々に低くなっており、そこではカリフォルニア海流が（エ）に向かって流れている。

語群

- ① 東 ② 西 ③ 南 ④ 北 ⑤ 上

問 2 問 1 文章中の空欄（X）に入る海流の名称を次から 1 つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① 親潮 ② 黒潮 ③ 対馬海流 ④ 北赤道海流 ⑤ リマン海流

問3 問1文章中の(X)およびカリフォルニア海流の速さとして適切な組み合わせを①～⑤から1つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① (X) は2 m/s、カリフォルニア海流は20 cm/s
- ② (X) は20 cm/s、カリフォルニア海流は2 cm/s
- ③ (X) は20 cm/s、カリフォルニア海流は2 m/s
- ④ (X) は2 cm/s、カリフォルニア海流は20 cm/s
- ⑤ (X) 、カリフォルニア海流ともに20cm/s

問4 問1文章中の(X)およびカリフォルニア海流は、海洋による南北方向の熱輸送に関してどのような役割を果たしているでしょうか。次の①～⑤から選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

- ① (X) は北向きに、カリフォルニア海流は南向きに熱を運んでいる
- ② (X) は南向きに、カリフォルニア海流は北向きに熱を運んでいる
- ③ (X) 、カリフォルニア海流ともに北向きに熱を運んでいる
- ④ (X) 、カリフォルニア海流ともに南向きに熱を運んでいる
- ⑤ (X) は北向きに熱を運んでいるが、カリフォルニア海流は南北方向にはほとんど熱を運んでいない

問5 問1文章中の下線部について、

- (1) この「山」を作っている2種類の風を以下から選び、番号を2つとも解答用紙にマークしなさい。

① 海陸風 ② 極偏東風 ③ 偏西風 ④ 季節風 ⑤ 貿易風

- (2) この「山」は、2種類の風が引き起こす、ある流れを通じて作られています。それはどのような流れでしょうか。①～⑤から1つ選び、番号を解答用紙にマークしなさい。

① 地衡流 ② ラングミュア循環流 ③ 西岸境界流
④ 密度流 ⑤ エクマン吹送流

<第10問A ここまで>

<以下このページ余白>

第 10 問は選択問題です。

A, B のいずれかを選び解答用紙の所定の欄にマークして解答しなさい。

第 10 問 B

天体の運動について述べた以下の文章を読み、問に答えなさい。

惑星の公転運動は「ケプラーの三法則」によって支配されている。(a)太陽を含む全ての天体が地球を中心に回っているとする天動説は二世紀に完成し、天体の位置を予測する理論として長く信じられてきた。十六世紀を迎えると惑星は太陽を中心とした円軌道を運動しているとする地動説が再登場する。その後、精力的に行われた惑星の位置に関する天文観測の結果を解析したヨハネス・ケプラーは惑星の運動に関する 3 つの法則を発表した。ケプラーの三法則は

第一法則：惑星の軌道は太陽を焦点の一つとする楕円である。

第二法則：太陽と惑星を結ぶ線分が一定の時間に通過する面積は、軌道上の惑星の位置によらず、常に等しい。

第三法則：惑星の公転周期の 2 乗は楕円軌道の長半径の 3 乗に比例する。

である。惑星の運動の特徴を良く表現するこの法則の重要性は現在も大きい。

惑星のもう一つの運動は自転運動である。例えば地球は 1 日に 1 回自転する。惑星が自転していることを直接的に確かめる実験として「フーコーの振り子」を挙げることができる。

北緯 90 度の位置で振り子を振ると考えよう。この場合振り子の振動面は変化しないので、この振動面を基準にすると地球は 1 日に 1 周する。反対に地球から振り子を観察した場合は、振り子に作用する(b)のため振動面が回転すると理解できる。(c)北極以外の場所では、振動面が回転する角速度は振り子を振る場所の緯度によって変化する。

(d)天体は自転しながら公転運動を行う。地球の周りをまわる月の公転運動と地球と月それぞれの自転運動は密接に関係し、地球・月系の進化に影響を与える。

例えば、月の公転と自転の周期には(e)という関係が成立し、このため、月はいつも同じ面を地球に向けている。月の地球に向いている面(表面)と裏面に観察できる月の二面性の形成にも、月の公転と自転の関係が重要である。

一方、地球の自転と月の公転の関係が重要な役割を果たしてきた現象に(f)「月軌道の潮汐進化」を挙げることができる。また(g)太陽系の他の惑星にも、この潮汐相互作用が関係している現象が多く存在する。これらは全て天体の公転運動と自転運動がうみ出す自然現象である。

このように太陽系内の天体の運動は、単に天体の位置を決めるだけではなく、惑星や衛星の形成と進化に深く結びついている。

問 1 文中の下線部(a)について、天体の運動を研究した人物として最もふさわしい組合せを表の①～⑤から 1 つ選び、番号をマークしなさい。

	天動説の完成	地動説の再提唱	惑星位置に関する天文観測
①	プトレマイオス	コペルニクス	ティコ・ブラーエ
②	エラトステネス	コペルニクス	ティコ・ブラーエ
③	プトレマイオス	レジオモンタヌス	ティコ・ブラーエ
④	プトレマイオス	コペルニクス	エヴァンジェリスタ・トリチェリ
⑤	エラトステネス	レジオモンタヌス	エヴァンジェリスタ・トリチェリ

問 2 ある天体が、軌道長半径 1.00AU、離心率 0.500 の太陽のまわりの楕円軌道上を運動しています。このとき、軌道上の遠日点と太陽の距離、近日点と太陽の距離、この楕円軌道の軌道短半径(楕円の短い方の径)の数値として最もふさわしい組み合わせを表の①～⑥から 1 つ選び、番号をマークしなさい。ただし、表の数値は天文単位(AU)を単位としている。

	遠日点と太陽の距離	近日点と太陽の距離	軌道短半径
①	1.25	0.750	0.707
②	1.25	0.750	0.866
③	1.50	0.500	0.707
④	1.50	0.500	0.866
⑤	1.75	0.250	0.707
⑥	1.75	0.250	0.866

問3 問2において想定した天体の遠日点での公転の速さと近日点での公転の速さの比としてふさわしいものを①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 1 : 2 ② 1 : 3 ③ 1 : 4 ④ 2 : 3 ⑤ 3 : 4

問4 太陽のまわりを公転する軌道長半径 1.00 AU の天体と軌道長半径 0.81 AU の天体との会合周期としてふさわしいものを①～⑤から1つから選び、番号をマークしなさい。

- ① 9.00 年 ② 4.26 年 ③ 2.69 年 ④ 1.24 年 ⑤ 1.00 年

問5 文中の空欄(b)にあてはまる語句としてふさわしいものを①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 遠心力 ② 摩擦力 ③ クーロン力 ④ 重力 ⑤ コリオリ力

問6 文中の下線部(c)について、北緯 θ 度の位置に振り子を置いた場合の振動面の回転角速度として最もふさわしいものを①～⑥から1つ選び、番号をマークしなさい。ただし、単位は全て(度/日)により表しています。

- ① 反時計回りに $360 \times \{1 - \cos(\theta)\}$
 ② 反時計回りに $360 \times \sin(\theta)$
 ③ 反時計回りに $360 \times \{\sin(\theta) + \sin(2\theta)\}$
 ④ 時計回りに $360 \times \{1 - \cos(\theta)\}$
 ⑤ 時計回りに $360 \times \sin(\theta)$
 ⑥ 時計回りに $360 \times \{\sin(\theta) + \sin(2\theta)\}$

問7 文中の下線部(d)について、惑星の公転と自転に関する以下の文章から、ふさわしくないものを1つ選び、番号をマークしなさい。ただし選択肢①～④までにそのようなものがない場合は⑤をマークしなさい。

- ① 太陽系の惑星には自転周期が公転周期より長いものはない。
 ② 金星の公転と自転は回転方向がほぼ逆向きである。
 ③ 地球の自転軸のさす向きは1公転の間には変化しないので、日本には四季が生まれる。
 ④ 天王星の自転軸はほぼ公転面内に存在している。

問8 文中の空欄(e)にあてはまる語句として最もふさわしいものを①～⑤から1つ選び、番号をマークしなさい。

- ① 自転周期は公転周期の5倍である
 ② 自転周期は公転周期の2倍である
 ③ 自転周期は公転周期と等しい
 ④ 公転周期は自転周期の2倍である
 ⑤ 公転周期は自転周期の5倍である

問9 文中の下線部(f)についての以下の文章から、ふさわしくないものを1つ選び、番号をマークしなさい。ただし選択肢①～④までにそのようなものがない場合は⑤をマークしなさい。

- ① 昔、月と地球との距離は現在よりも近かった。

- ② 現在、月は毎年約 4cm ずつ地球から遠ざかっている。
- ③ 月の潮汐軌道進化では海の満潮・干潮を通じてエネルギーのやりとりがある。
- ④ 干満が大潮になるのは楕円軌道を公転する月が地球に再接近したときである。

問 10 文中の下線部(g)について、以下に示す現象のうち潮汐相互作用と関連がとばしいものを 1 つ選び、番号をマークしなさい。ただし選択肢①～④まで全てが潮汐相互作用に関係する場合は⑤をマークしなさい。

- ① 水星の公転周期と自転周期の比は 3 : 2 である。
- ② 火星の衛星フォボスは球形ではなく歪んだ形をしている。
- ③ 木星の衛星イオには火山がある。
- ④ 衛星は惑星に近づきすぎると破壊されることがある。

<第 10 問 B ここまで>

<以下余白>

