

令和8年度個別学力検査（前期日程）

問題訂正

科目名 「 地 学 」

問題冊子 25ページ

大問

2

 (問3)

上記の問題については解答する必要はありません。解答した場合、上記の問題については採点対象から除外されるため、得点には含まれません。

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ～ ③	1 ～ 5
化学	① ～ ③	6 ～ 11
生物	① ～ ④	12 ～ 21
地学	① ～ ④	22 ～ 29

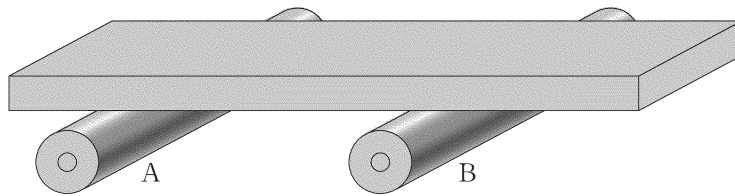
注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の 2 箇所に受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

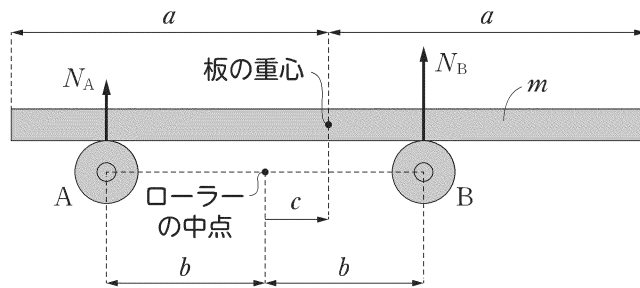
物 理

1 図1のように、直方体の板を、同じ円柱状で平行なローラー A とローラー B の上に水平に置いた。板の長さは $2a$ [m]、質量は m [kg] で、密度は一様である。2本のローラーの間隔は $2b$ [m] ($b < a$) である。板の重心は、2つのローラーの midpoint からローラー B の向きに c [m] ($|c| < b$) だけ変位した位置にある。重力加速度の大きさを g [m/s²] として、以下の問いに答えよ。また、必要な単位を記して解答すること。

(問 1) ローラーは回転していないとして、ローラー A とローラー B が板を真上に押す力の大きさ N_A [N] と N_B [N] をそれぞれ求めよ。



(斜め上から見た図)



(横から見た図)

図 1

次に、図2のようにローラーを互いに逆方向に回転させ、それらの上に板を置いた。板を置いた位置は、図1と同じである。その後、ローラーは板との間で滑りながら回転し、板はローラーとの摩擦力的によって運動した。ローラーそれぞれと板の間の動摩擦係数を μ' (一定)として、以下の問いに答えよ。

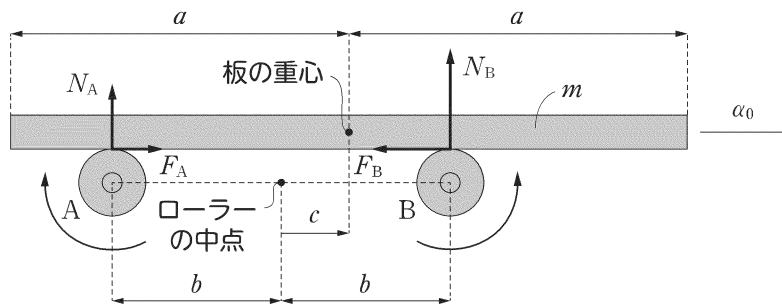


図2

- (問2) 板をローラーの上に置いた直後に、ローラーAとローラーBが、板に及ぼす摩擦力の大きさ F_A [N]と F_B [N]をそれぞれ求めよ。
- (問3) 板をローラーの上に置いた直後の板の加速度 α_0 [m/s²]を求めよ。ただしローラーAからローラーBの向きを、正の向きとする。
- (問4) (問3)の後、この板はどのような運動をするか。また、その理由を説明せよ。
- (問5) 板の振動の周期 T [s]を求めよ。
- (問6) 板の運動エネルギーの最大値 K_{\max} [J]を求めよ。

2

図に示すように、 x 軸上の A 点と B 点に、電気量がそれぞれ $+2Q$, $-Q$ [C] ($Q > 0$) の点電荷を固定した。A 点および B 点と原点 O の距離は l [m] ($l > 0$) で、線分 OB の中点を M とする。また、O 点から L [m] ($L > 0$) だけ離れた y 軸上の点を C とする。クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$]、外部電場がないときに無限遠の電位を 0 [V] とし、以下の問いに答えよ。また、必要な単位を記して解答すること。

(問 1) O 点の電位 V_0 [V] と、M 点の電位 V_M [V] をそれぞれ求めよ。

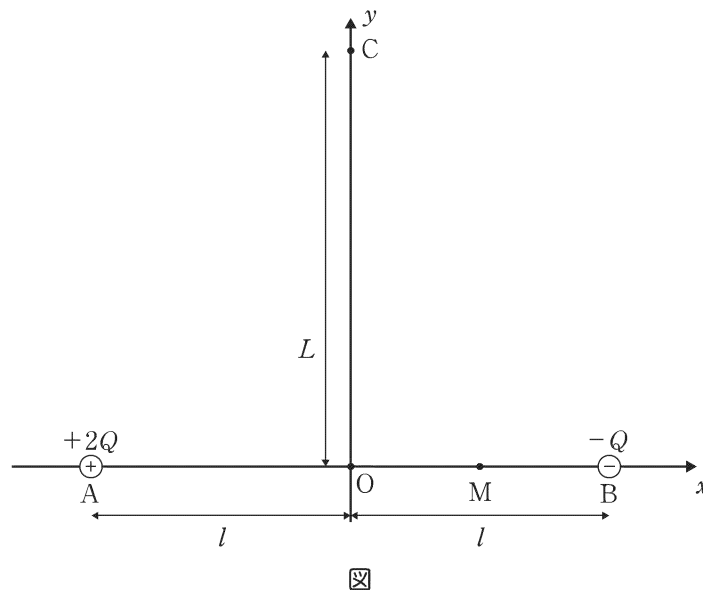
(問 2) O 点及び C 点の電場の強さ E_0 [N/C], E_C [N/C] をそれぞれ求めよ。

次に、電気量が $-q$ [C] ($q > 0$) で、質量が m [kg] の点電荷 P を C 点に置き、 x 軸に平行で一様な強さ E' [N/C] の電場をかけた。このとき、 E' をかける前に比べて、P に働く静電気力の x 軸方向成分は、向きが逆転し、その大きさが半分となった。

(問 3) E' とその向きを求めよ。

(問 4) P に外力を加えて C 点から M 点まで静かに移動させた。この間に外力のした仕事 W [J] を求めよ。

(問 5) M 点で P を静かに放すと、P は A 点に向かってなめらかに動き出し、やがて O 点で一瞬静止した。その場合の L を、 l を用いて表せ。



3

1 mol の理想気体を用いて、図 1 に示すような熱機関のサイクル $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ を考える。ここで、 p [Pa] は圧力、 V [m^3] は体積であり、 $A \rightarrow B$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ は断熱自由膨張、 $C \rightarrow A$ は定圧変化である。この場合の断熱自由膨張は、熱の出入りがない断熱変化で、かつ仕事をしない自由膨張である。なお、 $B \rightarrow C$ の過程は熱平衡を保った変化でないため、図 1 では点線で示している。一方 $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow A$ の過程において、気体が外部にした仕事と気体に加えられる熱量を、以下の表のような記号を用いて表す。気体定数を R [$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] として、以下の問いに答えよ。また、必要な単位を記して解答すること。

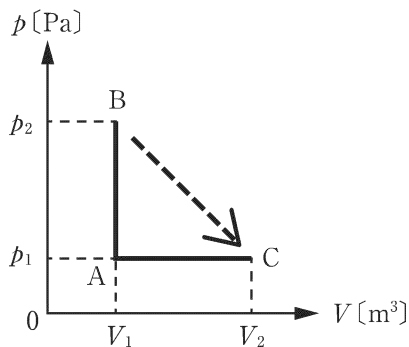


図 1

表

過程	理想気体が外部にした仕事	理想気体に加えられる熱量
$A \rightarrow B$		Q_{AB}
$C \rightarrow A$	W_{CA}	Q_{CA}

- (問 1) Q_{AB} [J] を p_1 , p_2 , V_1 , V_2 , R と定積モル比熱 C_V [$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] から必要なものを用いて表せ。
- (問 2) W_{CA} [J] と Q_{CA} [J] を p_1 , p_2 , V_1 , V_2 , R と定圧モル比熱 C_p [$\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$] から必要なものを用いて表せ。
- (問 3) 状態 B から状態 C への温度変化について、「熱力学第 1 法則」という言葉を用いて説明せよ。
- (問 4) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ の 1 サイクルの初めと終わりで、理想気体の内部エネルギーの変化はゼロである。このことから、 C_p と C_V の関係を表す式を導け。

次に、同じ理想気体を用い、過程 $B \rightarrow C$ をゆっくり変化する断熱膨張にかえた熱機関を考え
 る。この熱機関では、 B から圧力 p_1 [Pa] まで変化させたところ、体積が V_3 [m³] の新しい状態 C'
 となった。変化の様子を図 2 に示している。以下の問いに答えよ。必要があれば(問 4)で導いた
 C_p と C_V の関係式を用いよ。

(問 5) $B \rightarrow C'$ において気体が外部にした仕事 $W_{BC'}$ [J] を p_1 , p_2 , V_1 , V_3 , R , C_V から必要な
 ものをを用いて表せ。

(問 6) 図 2 の熱機関の熱効率 e を p_1 , p_2 , V_1 , V_3 , R , C_V から必要なものをを用いて表せ。

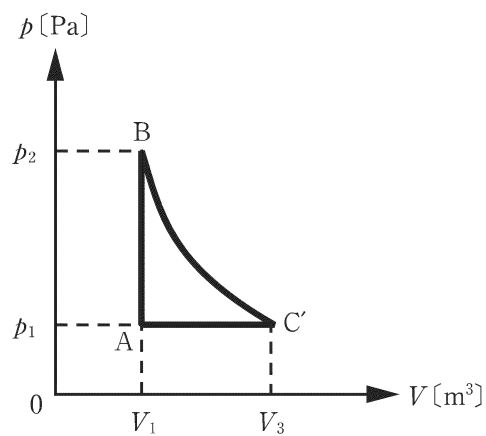


図 2

化 学

必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：C = 12, O = 16, Al = 27

1 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

原子番号 であるケイ素 Si は、コンピュータの集積回路(IC)や太陽電池の製造において重要な元素である。ケイ素の単体は、二酸化ケイ素を高温で炭素により還元して得られる。
ケイ素の単結晶は、導体と絶縁体の中間の電気伝導性を示すため、 に分類される。IC は、ケイ素の単結晶を切断して作製される薄い円盤状の板(ウエハ)の表面に形成される。その際、フッ化水素酸やケイ素の水素化物である モノシラン SiH_4 が用いられることもある。
b) ケイ素の酸化物である二酸化ケイ素は、岩石の主成分のひとつである。二酸化ケイ素に水酸化ナトリウムを加えて高温で融解させると、 が生じる。 に水を加えて煮沸すると、粘性の高い液体である水ガラスが得られ、さらに酸を加えるとケイ酸を生じる。ゲル状のケイ酸を熱して脱水すると立体的な網目構造をもつ になる。 は、単位質量当たりの表面積が大きく、水蒸気を吸着することから、乾燥剤として用いられる。
d) ケイ素を含む高分子化合物として、ケイ素原子と酸素原子からなる結合 $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$ をもつシリコーンゴムがある。これは、ジクロロジメチルシラン $(\text{CH}_3)_2\text{SiCl}_2$ の加水分解により生成する物質の縮合重合により合成される。 シリコーンゴムは、天然ゴムに比べ、耐熱性と耐薬品性に優れており、医療分野をはじめ、さまざまな分野で利用されている。

(問 1) 文中の ～ に入る適切な数字、語句、または化合物名を記せ。

(問 2) **下線部 a)** の反応を化学反応式で記せ。

(問 3) **下線部 b)** のフッ化水素酸は、ガラス製の容器ではなく、プラスチック製の容器に保管される。その理由を、ケイ素を含むガラスとフッ化水素酸の反応性から説明せよ。

(問 4) **下線部 c)** のモノシラン SiH_4 のガスが、47 L のガスボンベに 35°C で 12 MPa で充填された。このガスボンベ 1 本から 27°C 、0.10 MPa で何 L の SiH_4 ガスを供給できるか、計算過程を示して有効数字 2 桁で答えよ。ここでは SiH_4 ガスが理想気体であるとの仮定のもとに計算せよ。

(問 5) 下線部 d) について，乾燥剤として用いるとき，塩化コバルト(Ⅱ)を含ませることで，乾燥時と吸湿時を区別することができる。乾燥時と吸湿時におけるそれぞれの色を記せ。

(問 6) 下線部 e) の反応を化学反応式で記せ。

2 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

鉄は、地殻中に a) 酸化物 や b) 硫化物 として含まれており、酸素、ケイ素、c) アルミニウム に次いで多量に存在する元素である。単体の鉄は、湿った空気中でさびるが、クロムを含む鉄の合金である ア は、単体の鉄に比べてさびにくい。鉄に希硫酸を添加すると水素を発生して溶解し、淡緑色の水溶液になる。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると d) 緑白色の沈殿 を生じ、それを空气中に放置すると赤褐色に変化する。また、鉄(II)イオンにシアン化物イオンが配位した錯イオンの化学式は $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ であり、イ 形の立体構造をとる。e) FeCl_3 水溶液に $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えると濃青色の $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ の沈殿が生じる。この物質は ウ と呼ばれ、古くから彩色顔料などに使われている。

(問 1) 文中の ア ~ ウ に入る適切な語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、以下に示す酸化物を、酸性酸化物、塩基性酸化物、両性酸化物に分類し、それぞれ番号で答えよ。

- ① Al_2O_3 ② CO_2 ③ P_4O_{10} ④ Na_2O
⑤ ZnO ⑥ MgO ⑦ SnO_2

(問 3) 下線部 b) について、酸化数+2の鉄からなる硫化物に希硫酸を加えたときに起こる反応を化学反応式で記せ。

(問 4) 下線部 c) のアルミニウムに関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

単体のアルミニウムは、熔融塩電解(融解塩電解)によって得ることができる。鉱石から精錬された酸化アルミニウムに、氷晶石とフッ化ナトリウムを加えて高温で溶解させ、炭素電極を用いて電気分解を行う。陽極では炭素が酸化されて一酸化炭素と二酸化炭素が生成し、陰極ではアルミニウムイオンが還元されてアルミニウムが析出する。

(ア) 電気分解によって単体のアルミニウムを 0.63 kg 析出させたところ、炭素電極の質量は 0.30 kg 減少した。このとき、陽極で生成した一酸化炭素と二酸化炭素の物質量 (mol) を、それぞれ有効数字 2 桁で求めよ。ただし、消費された炭素はすべて、一酸化炭素と二酸化炭素の生成に用いられたものとする。

(イ) アルミニウムイオンの水溶液を電気分解すると水素が発生し、単体のアルミニウムは得られない。アルミニウムが得られない理由を説明せよ。

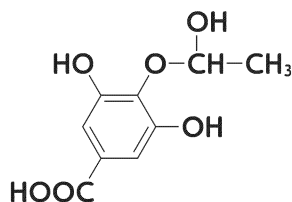
(問 5) **下線部 d**)について、緑白色の沈殿の化学式を答えよ。また、赤褐色に変化する理由を鉄の化学的变化に注目して説明せよ。

(問 6) **下線部 e**)について、以下の各問いに答えよ。

(ア) この変化を化学反応式で記せ。

(イ) 0.100 mol/L の FeCl_3 水溶液 50.0 mL に過剰の $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 水溶液を加えたところ、 FeCl_3 は完全に消費され、すべて $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ の沈殿に変化した。このとき得られた $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ の物質質量 (mol) を有効数字 3 桁で求めよ。

- 3 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。なお、構造式は次の例にならって書け。ただし、立体異性体は区別しなくてよい。



分子式がいずれも $C_4H_{10}O$ の化合物 **A**、**B**、**C** がある。これらの沸点は $B < C < A$ であり、**A**の沸点は**B**よりも 70°C 以上も高いことがわかった。 **A**、**B**、**C** の官能基の特徴を調べるため a) に、それぞれに金属ナトリウムを作用させたところ、**A** および **C** は反応して水素を発生したが、**B** は反応しなかった。また、硫酸酸性水溶液中で二クロム酸カリウムを作用させたところ、**A** のみが酸化された。構造をさらに詳しく調べたところ、すべての化合物には、水素を除く原子のつながり方に枝分かれ状の構造を含むことがわかった。さらに、**A** と **C** それぞれに硫酸を加えて加熱すると、いずれの場合も合成ゴムの原料として有用な化合物 **D** が得られるとともに、化合物 **E** が生じた。

合成ゴムは弾性をもつ合成高分子であり、天然ゴム よりも高い耐摩耗性、耐油性、耐候性を示すものが開発されている。合成高分子には、その他にも付加縮合により得られるフェノール樹脂、縮合重合により得られる **ア**，付加重合により得られる **イ** など多くの種類があり、それらは私達の生活を支える工業用品として幅広く用いられている。

(問 1) 化合物 **A**、**B**、**C** の構造式を書け。

(問 2) 下線部 a) について、化合物 **A** の沸点が化合物 **B** よりも著しく高い理由を官能基の違いにもとづいて説明せよ。

(問 3) 化合物 **D** と **E** の化合物名を記せ。

(問 4) 化合物 **A** には、**B** と **C** 以外にも構造異性体が存在する。それらのうち、ヨードホルム反応を示す化合物の構造式を書け。

(問 5) 下線部 b) に関連して、以下の問いに答えよ。

(ア) ゴムノキの樹液からつくられる天然ゴムを乾留して得られる化合物の名称を記せ。

(イ) 天然ゴムを空気中に長時間放置すると、その弾性が徐々に失われる理由を説明せよ。

(問 6) 文中の **ア** および **イ** に入る高分子化合物を以下の選択肢から選び，番号で答えよ。また，それぞれの高分子化合物の合成に用いられる単量体の構造式を書け。なお，複数の単量体が必要な場合はすべて書け。

- ① ポリフェノール ② ポリメタクリル酸メチル ③ 尿素樹脂
④ ポリエチレンテレフタレート ⑤ メラミン樹脂 ⑥ ナイロン 6

生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

ヒトの体を構成する細胞は、200種類以上存在する。体を構成する様々な細胞は、1つの受精卵が細胞分裂を繰り返し、その後、分化することによってつくられる。このため、基本的にすべての細胞のDNAの塩基配列は同じである。それにもかかわらず、各種類の細胞では、その特徴に応じた遺伝子が特異的に発現しており、それぞれ特有の機能や形態を持つ。これは、DNAの塩基配列は変化することなく、DNAやヒストンタンパク質の化学的な修飾^{a)}によって、クロマチンの凝集の状態を変化させ、遺伝子の転写を制御する仕組みが機能しているためである。^{b)}

遺伝情報が「DNA → RNA → タンパク質」の順に伝わるという概念を 1 という。例外として、ヒト免疫不全ウイルスなどによるRNAからDNAへの 2 という現象が知られる。細胞や組織内の全遺伝子の各mRNA種の量を試料間で比べる際には、網羅的にRNAの塩基配列を読み取る 3 技術が使われる。具体的には、 2 酵素によるRNAからDNAへの変換後にDNA配列を機器で解読し、DNA配列の種類と数を試料間で比べる。真核生物では、転写されたmRNA前駆体の多くはスプライシングされる。成熟mRNAが細胞質に移行後、mRNA配列を鋳型にして、翻訳の場である 4 とそこにアミノ酸を運びこむRNAである 5 を用いてタンパク質が合成される。タンパク質は合成された後、折りたたまれて立体的な構造をとることではじめて正しく機能する。^{d)}

(問1) 文中の 1 ～ 5 に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部a)に関して、以下の設問ア)～ウ)に答えよ。

- ア) ヒストンタンパク質にDNAが巻きついたビーズ状の基本構造の名称を答えよ。
- イ) DNAがある化学修飾を受けると転写が起りにくくなる。この化学修飾の名称を答えよ。
- ウ) DNAの化学修飾は、特定の塩基配列に生じる。その配列名を答えよ。

(問 3) **下線部 b)**に関して、以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

- (ア) 凝集が弱い状態と強い状態のクロマチンをそれぞれ何と呼ぶか答えよ。
- (イ) クロマチンの凝集の状態が強いと遺伝子の転写は抑制されるが、その理由を 40 字以内で答えよ。
- (ウ) この遺伝子の転写を制御する仕組みの名称を答えよ。

(問 4) **下線部 c)**に関して、原核生物では一部を除いてスプライシングが行われない。仮に真核生物において、核膜が無い状態でスプライシングが行われるとすると、合成されるタンパク質の品質にどのような問題が起きやすくなると考えられるか。50 字以内で答えよ。

(問 5) **下線部 d)**に関して、タンパク質の立体構造は、外部環境の変化により構造が崩れることがある。この現象は、ヒトの胃におけるタンパク質の消化を促進するために重要である。その理由について、胃の環境に着目し 50 字以内で説明せよ。説明にあたっては、この現象の名称を使用すること。

2 下記の(問 1), (問 2)に答えよ。

(問 1) 植物は、環境ストレスへの対応や様々な植物生理・発生において、植物ホルモンを利用している。植物ホルモンに関して、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

(ア) アブシシン酸(ABA)が関与する気孔閉鎖の過程として、最も適切なものを過不足なく選べ。

- ① ABA により、孔辺細胞はカリウムイオンを取り込み、浸透圧が高くなる。
- ② ABA により、孔辺細胞はカリウムイオンを排出し、浸透圧が下がる。
- ③ ABA により、1 対の孔辺細胞が給水すると細胞の膨圧が上がり、気孔が閉鎖する。
- ④ ABA により、1 対の孔辺細胞が脱水すると細胞の膨圧が下がり、気孔が閉鎖する。
- ⑤ ABA は気孔の周辺細胞を増殖させて、物理的に気孔をふさぐ。
- ⑥ ABA は葉にある維管束を物理的にふさぎ、気孔を脱水させる。

(イ) 気孔が閉じた場合、光合成に与える影響として最も適切なものを 1 つ選べ。

- ① 葉への二酸化炭素の取り込み量が減少し、光合成速度が低下する。
- ② 水の吸収量が増加し、光合成速度が上昇する。
- ③ 酸素の放出量が増加し、光合成が促進される。
- ④ 蒸散が止まるため、葉の温度が低下して光合成が促進される。
- ⑤ 葉緑体の呼吸は低下するが、光合成速度は上昇する。

(ウ) 種子が発芽する時にどのようなことが起きているか。次の文中の ~ に最も適切な語を入れよ。

種子が休眠打破される場合、植物ホルモンである が胚で合成、分泌され、 層に作用し、酵素である の分泌を促進する。この は胚乳の を糖に分解する。この糖を栄養源として、胚が成長する。

- (エ) 植物の芽生えを暗所で水平におくと重力屈性を示す。その場合、水平方向からみて茎の上半分側と下半分側におけるオーキシンの濃度と成長を表している点は、以下の図1のa～hのどれか、それぞれ答えよ。

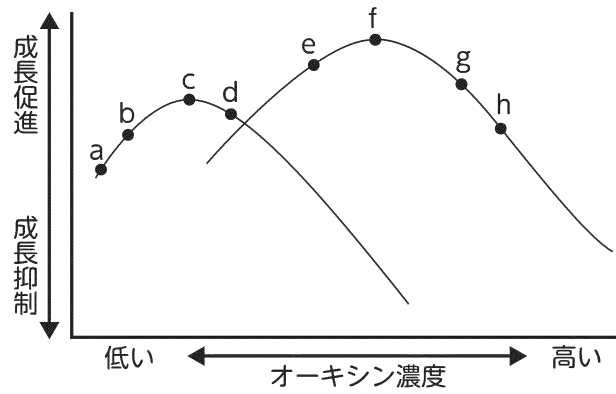


図1 茎と根の成長におけるオーキシンの感受性の違いと屈性

(問 2) 有性生殖を行う動物では、減数分裂によって配偶子である卵や精子が形成され、それらが融合した受精卵から胚が発生する。動物の配偶子形成と発生に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) **下線部 a)**における染色体の動きについて、以下の問い(a)~(c)に答えよ。

(a) 減数分裂の第一分裂前期でみられるものはどれか、下記の①~⑤から正しいものを1つ選び、番号で答えよ。

(b) 減数分裂の第二分裂中期でみられるものはどれか、下記の①~⑤から正しいものを1つ選び、番号で答えよ。

(c) 体細胞分裂でもみられるものはどれか、下記の①~⑤から正しいものを2つ選び、番号で答えよ。

- ① 相同染色体が両極に移動する。
- ② 染色体が赤道面に並ぶ。
- ③ 染色体が分離し、1本ずつ両極に移動する。
- ④ 二価染色体が形成される。
- ⑤ 二価染色体が赤道面に並ぶ。

(イ) 下線部**b)**に関して、以下の問い(a), (b)に答えよ。

(a) 脊椎動物の発生過程に関する次の①～⑤の文章のうち正しいものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 表皮の形成にはたらくタンパク質が阻害されることで、背側に神経系が形成される。
- ② 内胚葉がはたらきかけた外胚葉から、管状の神経管が形成される。
- ③ 外胚葉が頭側から順に一定間隔で区画化され、体節が形成される。
- ④ 体節が分化することで、将来的には真皮や骨格筋、脊椎骨などが形成される。
- ⑤ ショウジョウバエのホメオティック遺伝子群と同様の機能をもつ遺伝子群がはたらくらいて、器官が形成される。

(b) メキシコサンショウウオの胞胚から、以下の図2に示されている領域Aと領域Bを切り出し、①～④のいずれかの条件で培養したときに、(1)外胚葉性の組織、(2)内胚葉性の組織、(3)中胚葉性の組織に分化する結果が得られた。それぞれの結果が得られる培養条件を過不足なく答えよ。同じ培養条件を何度答えてもよい。

〈培養条件〉

- ① 領域Aを培養した。
- ② 領域Bを培養した。
- ③ 領域Aに領域Bを接着させて培養した。
- ④ ①～③以外の条件で培養した。

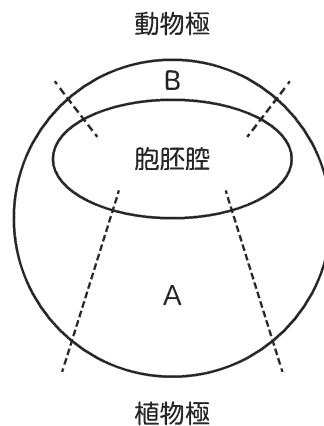


図2 メキシコサンショウウオの胞胚の断面図

3 次の文章を読み、下記の(問1)、(問2)に答えよ。

私たちの体の形質は親から子へと受け継がれる。この「遺伝」のしくみは長い年月をかけて多くの科学者らの研究によって解明され、20世紀の科学の進歩により、ようやく遺伝情報を担う物質がDNAであることが実験的に証明された。さらに近年、DNAの変化—すなわち遺伝子の異常—が、特定の先天性疾患の原因となることが明らかになっている。

(問1) 下線部 a)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(イ)に答えよ。

肺炎の原因菌の1つである肺炎球菌には、病原性を有するS型菌と病原性のないR型菌が存在する。グリフィスの実験やエイブリーらの追試験から、S型菌のある成分がR型菌に取り込まれることで、R型菌が病原性を獲得することが明らかになった。また、ハーシーとチェイスは放射性硫黄(^{35}S)と放射性リン(^{32}P)でT2ファージを標識し大腸菌に感染させ、攪拌後、遠心分離を行った。遠心後の沈殿物で検出されたのは ^{32}P で標識されたDNAであり、上清で検出されたのは ^{35}S で標識されたファージの殻を構成するタンパク質であった。

(ア) グリフィスの実験でR型菌が病原性を獲得した現象の名称を答えよ。また、この現象の技術応用例として最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 肺炎患者の検体からPCR法により肺炎球菌の遺伝子を検出する。
- ② 特定の成長因子を培養液に添加し、多能性幹細胞を目的の細胞に分化させる。
- ③ がん患者のゲノム解析の結果に基づいて最適な抗がん剤を決定する。
- ④ 放射線の照射により細胞の遺伝子に変異を導入する。
- ⑤ 心筋梗塞を発症した患者に遺伝子組み換えによって製造したtPA(組織プラスミン—ゲン活性化因子)製剤を投与し、治療する。

(イ) S型菌のある成分がDNAであると結論づけるための実験アプローチとして最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選び、番号で答えよ。

- ① S型菌とR型菌の全ゲノム配列を解読し、塩基配列の比較から原因物質を特定する。
- ② マウスより分離されたS型菌とR型菌のコロニーの形態を比較する。
- ③ 加熱殺菌したS型菌をタンパク質分解酵素で処理し、その後R型菌と混合した時にR型菌が病原性を獲得するかを確認する。
- ④ 加熱殺菌したS型菌をDNA分解酵素(DNase)で処理し、その後R型菌と混合した時にR型菌が病原性を獲得するかを確認する。
- ⑤ 加熱殺菌したS型菌をRNA分解酵素(RNase)で処理し、その後R型菌と混合した時にR型菌が病原性を獲得するかを確認する。

(ウ) もしも、ハーシーとチェイスが放射性炭素(^{14}C)で T2 ファージを標識した場合、得られた結果はどのようなものであったと考えられるか。最も適切なものを以下の①～⑤から1つ選び、番号で答えよ。

- ① 沈殿物と上清の両方から放射能が検出されない。
- ② 沈殿物と上清の両方から放射能が検出される。
- ③ 沈殿物からのみ放射能が検出される。
- ④ 上清からのみ放射能が検出される。
- ⑤ T2 ファージは ^{14}C で標識されない。

(問 2) **下線部 b)**に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

フェニルケトン尿症は、フェニルアラニンというアミノ酸をチロシンに変換するフェニルアラニン水酸化酵素(PAH)遺伝子の変異により、PAH が機能不全をきたし、血中にフェニルアラニンが蓄積する疾患である。フェニルアラニンの蓄積は脳の発達に有害で、知的障害や発達遅滞を引き起こす。両親から受け継いだ2つの PAH 遺伝子のうち、1つが正常でもう1つに変異がある場合、その人は健常であるが PAH 変異遺伝子を持つ保因者(キャリア)となる。日本人集団中の PAH 変異遺伝子を持つ保因者の割合は、およそ1%、すなわち $1/100$ と推定されている。2つの PAH 遺伝子の両方に変異があると、フェニルケトン尿症を発症する。

(ア) 日本人集団で、いずれも PAH 変異遺伝子の保因者である男女がパートナーになる確率を**分数**で答えよ。

(イ) PAH 変異遺伝子の保因者どうしの男女から、フェニルケトン尿症を発症する子が生まれる確率を**分数**で答えよ。

(ウ) (ア)と(イ)の確率から、日本人集団の中からフェニルケトン尿症を発症する子が生まれる確率を**分数**で答えよ。

4 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

約46億年前、地球が誕生した当初、表面は高温で、生命の存在は不可能だった。しかし、やがて地表が冷えて海が形成された。このような環境のもと、海底の **1**などで生命のもととなる有機分子が合成され、約38億年前には原始生命が誕生したと考えられている。これら最初の生命は、細胞膜に包まれた単純な原核生物であり、無機物や有機物を利用してエネルギーを得ていた。その後、約27億年前には太陽光を利用して有機物を合成し、酸素を放出する **2** が出現した。この生物の活動によって大気中の酸素濃度は上昇し、地球環境は大きく変化した。酸素の増加は、**3** 層の形成を促し、生物は有害な紫外線から保護されるようになった。約20億年前には、より複雑な構造をもつ真核生物が出現した。これは、原核生物の共生によって誕生したとされ、ミトコンドリアや葉緑体はそのなごりである。真核生物の一部は、その後、多細胞化し、植物・動物・菌類といった多様な系統へと進化した。約5億4千万年前の **4** 紀には、動物の多様化が爆発的に進み、さまざまな動物門が登場した。約2億5千万年前には恐竜が繁栄し、約6600万年前の白亜紀末の大量絶滅後には哺乳類や鳥類が多様化した。やがて人類を含む **5** 類が登場した。

(問1) **1** ～ **5** に入る適切な語句を答えよ。

(問2) **下線部 a)** に関して、ミトコンドリアや葉緑体が、かつて独立した原核生物だったと考えられる根拠を、それらの類似性から40字以内で説明せよ。

(問3) **下線部 b)** に関して、次の植物群①～④と、それぞれが獲得した形質と生活環の特徴として最も適切に対応するものを、以下の選択肢A～Dから選び、記号で答えよ。

(植物群)

- ① コケ植物
- ② シダ植物
- ③ 裸子植物
- ④ 被子植物

(選択肢)

- A. 種子を形成し、孢子体が優勢で、配偶体は孢子体内で発達する。
- B. 維管束を形成し、孢子体が優勢だが、配偶体も独立して生活する。
- C. 子房を形成し、孢子体が完全に優勢で、配偶体は孢子体内で発達する。
- D. 造卵器をもち、配偶体が優勢で、孢子体は配偶体に依存して生活する。

(問 4) 下線部 c) に関して、脊椎動物と他の新口動物との系統関係、および共有する形質を示した図 1 中の(1)~(3)に入る適切な動物群の名称と、(4)に入る適切な形質を、次の①~⑩から選び、番号で答えよ。

(選択肢)

- ① 無顎類 ② 軟体動物 ③ 棘皮動物 ④ 頭索動物 ⑤ 輪形動物
 ⑥ 尾索動物 ⑦ 脊索 ⑧ 羊膜 ⑨ 顎 ⑩ 硬骨

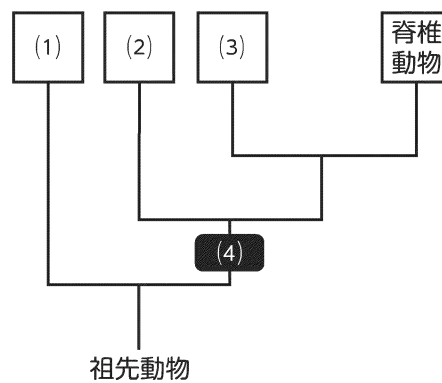


図 1

地 学

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

1910年代にウェゲナーは、**ア** を発表した。ウェゲナーは、大陸間の地質構造の共通性、氷河の痕跡の分布、湿地の分布、動植物化石の分布に基いて、現在の南極大陸付近に各大陸を寄せ集めた巨大な大陸(**イ**)があったと推定した。ウェゲナーは、その巨大な大陸が分裂して各大陸が動き、現在の分布になったと考えた。しかし、ウェゲナーが提案した**ア**は、当時の科学者に批判され、受け入れられなかった。

1950年代後半に英国の研究者は欧州および北アメリカの岩石から地磁気a)の北極の移動曲線(極移動曲線)を復元した。両大陸の極移動曲線の比較によって、元々は1つの大陸にあった欧州と北アメリカは、ジュラ紀以降に分裂して離れたことが示された。この結果により、**ア**が再び注目されることになった。

1950年代には海洋底の地形、重力・磁気異常、海洋底の岩石の年代、海洋堆積物に関するデータが蓄積されてきた。それらのデータに基いて、1960年代初めにヘスとディーツが**ウ**を発表した。この仮説は、海嶺においてマントル物質が上昇して海洋底が作られ移動し、**エ**付近において地球内部に沈み込んでいくという考えである。

1967年にマッケンジーとパーカーは、**エ**・海嶺・トランスフォーム断層での地震データの分析を行い、太平洋の岩盤が大きな1枚の板(プレート)として動いていることを指摘した。1968年に、モーガンとルピションは、海嶺付近の断裂帯やトランスフォーム断層の走向b)、および海嶺付近の磁気異常に基いて、いくつかのプレートの回転軸と回転速度を求め、それらのプレートが地球の表面を運動していることを示した。以上のような研究を経て、地球表層を覆うプレートの運動に基いて、海洋底の地形・火山の分布・巨大地震の分布・造山運動c)などのさまざまな地学現象を統一的に説明する考え方が成立した。この考え方を**オ**とよぶ。

(問 1) **ア** ~ **オ** にあてはまる語をそれぞれ答えよ。

(問 2) 下線部 a) に関連する、次の問いに答えよ。地磁気a)の北極に近い場所で地球磁場の伏角を観測すると何度に近いと予想されるか。次の3つの値から選べ。

-90, 0, 90

(問 3) **下線部 b)**に関連する, 次の問いに答えよ。同じ断層上で起きた 3 回の地震について, P 波の初動に図 1 のような押し・引きが観測された。断層面の走向と変位(ずれ)の向きの組み合わせとして正しいものを表 1 の①~④から選択せよ。

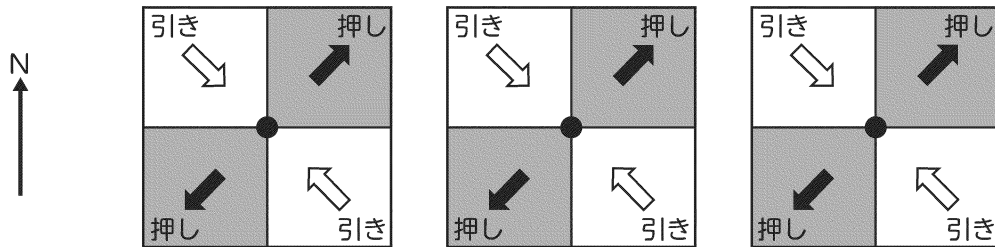


図 1 ある断層上で起きた 3 回の地震の震央(●)の位置関係とそれぞれの地震の P 波初動の分布

表 1 断層面の走向と変位の向きの組み合わせ

	①	②	③	④
断層面の走向	南北方向	南北方向	東西方向	東西方向
変位の向き	右横ずれ	左横ずれ	右横ずれ	左横ずれ

(問 4) **下線部 c)**に関連する, 次の問いに答えよ。アルプス山脈やヒマラヤ山脈はどのような過程を経て形成されたのか, 次の 3 語を全て用いて 80 字程度で説明せよ。

プレート 境界 大陸

2 下図2は、ある地域の3地点(I)～(III)で得られた柱状図である。これらの柱状図に関する次の説明を読み、以下の問いに答えよ。

地点(I)～(III)とその周辺には、海で堆積した地層が露出していて、チャートや泥岩、石灰岩などが分布している。泥岩や石灰岩から3種類のアンモナイトと造礁サンゴ、および図3の化石が多産した。また、全ての地点で凝灰岩層T1、T2、T3がはさまれているのが確認され、これらの凝灰岩層はこの地域の重要な鍵層となっている。これらの凝灰岩層のうちT3について絶対年代を調べたところ、この凝灰岩は約7000万年前に堆積したことが明らかになった。

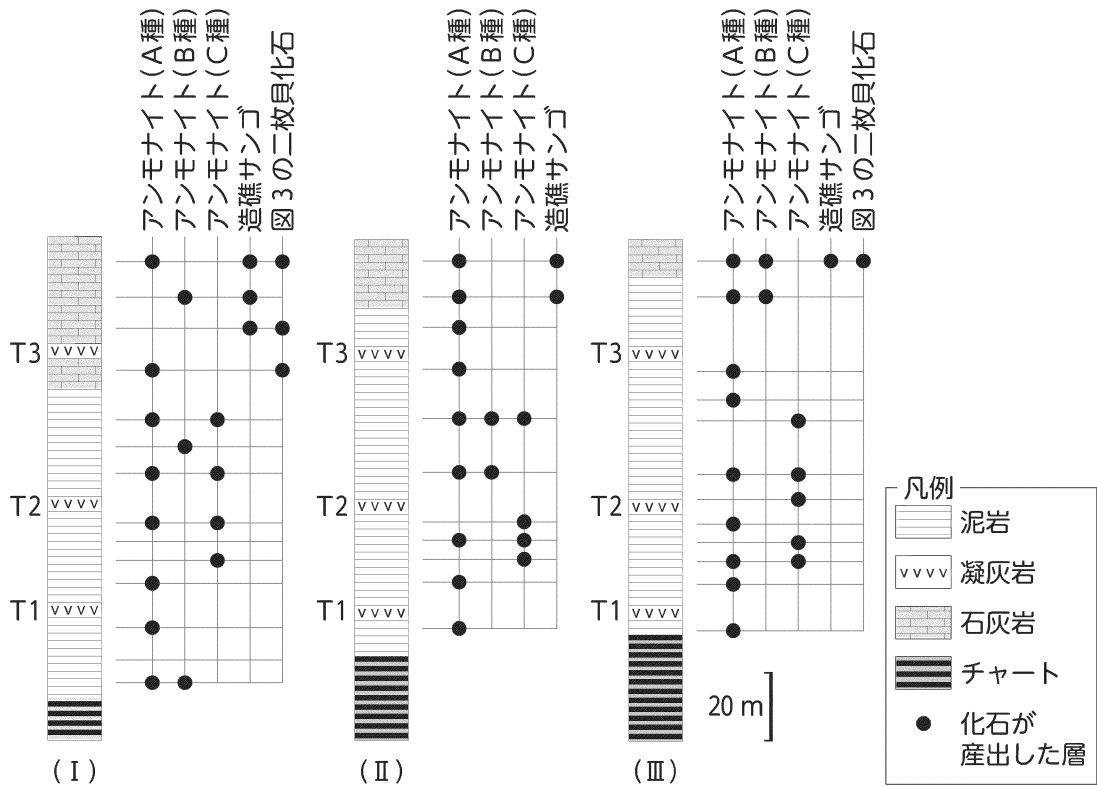


図2 地点(I)～(III)で得られた柱状図。
それぞれの層で産出した化石を柱状図の右側に示す。

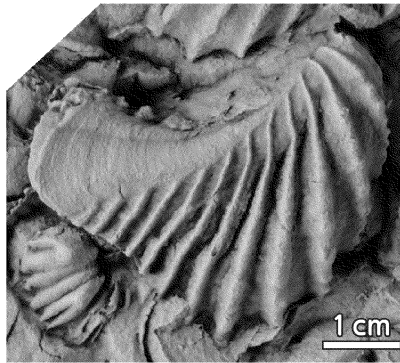


図3 アンモナイトとともに産出した二枚貝化石の写真

(問 1) チャートの主要な成分として、最も適当なものを次の記号(あ)~(え)より一つ選び記号で答えよ。

(あ) SiO_2 (い) NaCl (う) CaCO_3 (え) CaSO_4

(問 2) アンモナイトとともに見つかった図3の化石は、二枚貝の仲間である。この化石の名称として適当なものを次の記号(あ)~(え)より一つ選び記号で答えよ。

(あ) イノセラムス類 (い) トリゴニア類 (う) モノチス類 (え) フズリナ類

(問 3) 凝灰岩 T3 が堆積した地質時代について、最も適当なものを次の記号(あ)~(え)より一つ選び記号で答えよ。

(あ) ペルム紀 (い) 三畳紀 (う) ジュラ紀 (え) 白亜紀

(問 4) 産出した3種類のアンモナイト(A~C種)のうち、示準化石として最も適当な種はどれか答えよ。

(問 5) 造礁サンゴの化石は、生息時の姿勢を保った状態で、被子植物の葉や枝、種子などの化石とともに見つかった。これらの特徴から石灰岩が堆積した当時の環境についてわかることを100字程度で述べよ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

“水の惑星”とよばれる地球は、水の循環によって海洋・大気・生態系が密接に連携する。水は、地球の表面の約 **あ** % を覆っている。体積比で見た場合、地球表層部の水の約 **い** % が塩類を多く含む塩水であり、その代表が海水となる。そう考えると陸上や地下に存在する淡水は、貴重な資源と言える。人類が最も利用しやすい湖沼や河川などに存在する淡水は、体積比で見た場合、地球表層部の水のうち約 **う** % と見積もられている。

塩分は海水中に溶けている塩類の割合を示し、標準的な海水中の塩分の質量比は千分率(%)で表すと **え** % 程度である。海水の塩分は、雨や河川水などの淡水の流入によって変化するものの、主な塩類の組成比は、世界中でほぼ一定と考えられている。この均質化された海水は、^{a)}長期間にわたる混合過程によってもたらされている。この混合過程のうち、海水表層部の循環過程では、^{b)}低緯度地方から高緯度地方へ熱を運ぶ役割を担っている。一方、海水の深い部分に関連する循環過程では、^{c)}一巡するのに最長で約 **お** 年かかると考えられており、二酸化炭素や酸素といった大気成分を深海底に運ぶ役割も担っている。

(問 1) 文中の **あ** ~ **お** に入る最も適切な数値を下記数値群から選択せよ。

<数値群> 0.01 0.1 3.5 35 65 70 97 200 2000

(問 2) 下線部 a) に関して、表 2 は主要な塩類の組成比を表している。表 2 中の①と②に当てはまる塩類を化学式で答えよ。

表 2 海水中の塩類(溶液中ではイオンとして存在)の組成比

塩類	組成比(%)
NaCl	78
①	10
MgSO ₄	6
CaSO ₄	4
②	2

(問 3) 図 4 は、海洋(低緯度)の水温分布を示している。③～⑤は何と呼ばれているか答えよ。

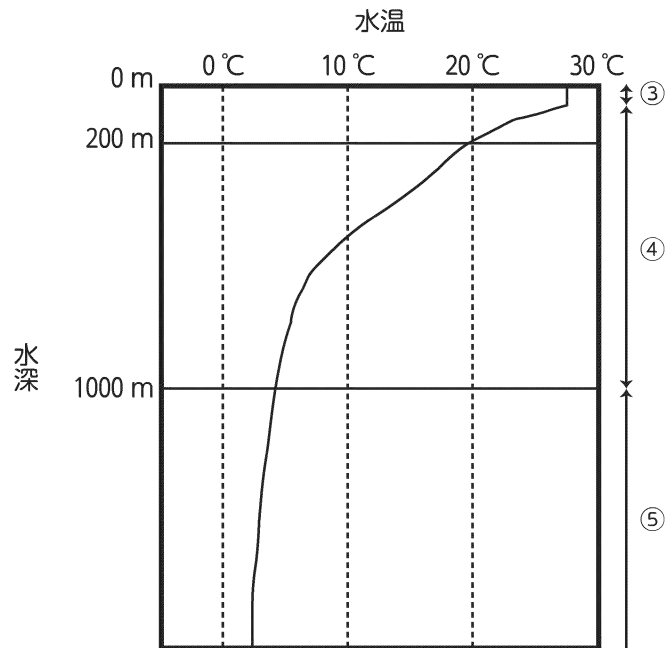


図 4 海洋(低緯度)の水温分布

(問 4) **下線部 b)**においては、亜熱帯地方で海流が循環する環流を形成している。
北太平洋、南インド洋、北大西洋の 3 海域における環流の流れ方を時計回りか、反時計回りかで答えよ。

(問 5) **下線部 c)**は、表層の海水が深海底に沈み込む循環過程である。

(ア) この循環過程の名称を答えよ。

(イ) この循環が発生するメカニズムを 50 字程度で説明せよ。

- 4 下図5は、熊本市(北緯 $32^{\circ}48'$ 、東経 $130^{\circ}42'$)における天球である。この図に関する以下の(問1)～(問3)に答えよ。

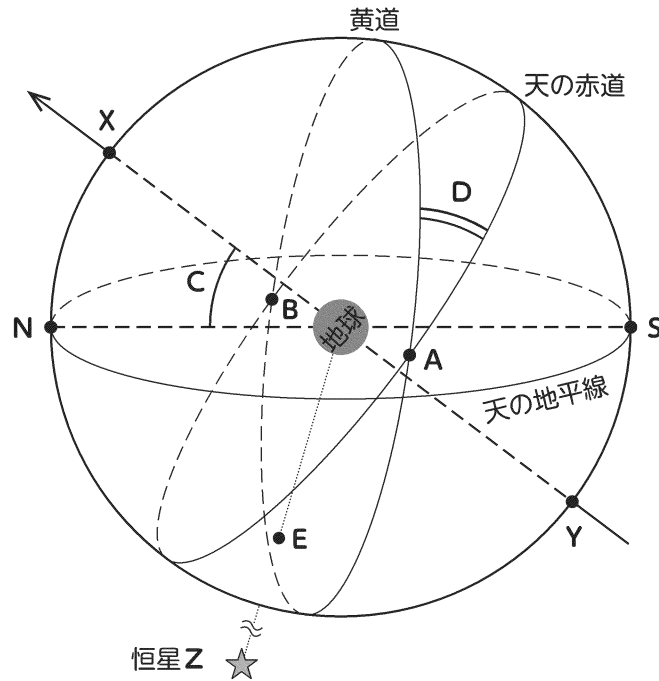


図5 熊本市における天球

- (問1) 図5の点XおよびYはそれぞれ天の北極および天の南極を、点NおよびSはそれぞれ天の地平線上の北および南を表している。点AおよびBは天の赤道と黄道との交点である。次の(ア)と(イ)に答えよ。

- (ア) 太陽が点A上にある時期に最も近いものを次の①～④から選び、解答欄に記号を記入せよ。

- ① 1月1日 ② 4月1日 ③ 7月1日 ④ 10月1日

- (イ) 角度Cおよび角度Dの数値をそれぞれ答えよ。単位は度(°)で、小数点第一位まで書くこと。

(問 2) 天の北極(点 X)は、厳密に言えば恒星に対して円を描くように動いており、約 2 万 6000 年の周期で一周する。現在北極星の方角にある天の北極は、1 万 4000 年前には、こと座のベガに近い方角を向いていた。次の(ア)と(イ)に答えよ。

(ア) この周期的な動きは、地軸の運動と関係している。この地軸の運動は何と呼ばれるか答えよ。

(イ) 図 5 の角度 D や黄道上の太陽の動きも、(ア)と同様に周期的に変化する。これらの周期的な変化は、過去に起きた、周期的に繰り返す気候寒冷化と温暖化の原因になったと考えられている。上記の周期的な変化が気候を大きく左右する理由を、50 ～ 100 字程度で説明せよ。

(問 3) 図 5 で点 E の方角に位置する恒星 Z は、見かけの等級が 1.0、絶対等級が -5.2 である。この恒星までの距離として最も適当なものを、次の①～⑤から選べ。それを選んだ根拠として、計算過程を書くこと。

- ① 38 パーセク ② 89 パーセク ③ 170 パーセク
④ 995 パーセク ⑤ 1320 パーセク