

極域科学コース入学者選抜試験 専門科目 5年一貫制博士課程

<注意事項>

- ・ 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ・ 試験時間は120分です。
- ・ 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- ・ 問題及びページ番号は次のとおりです。計2問を選択して解答しなさい。2問は同一の分野から選択しても、別々の分野から選択しても構いません。

数 学 p.1-2

力 学 p.3

熱力学 p.4-5

電磁気学 p.6-7

無機化学 p.8-9

地球科学1 p.10-12

地球科学2 p.13

地球科学3 p.14-16

生 物 学1 p.17-18

生 物 学2 p.19-20

- ・ 解答用紙には罫線のもの、白紙のもの、マス目のもの3種類がありますが、どれを使用しても構いません。
- ・ 解答用紙がさらに必要な場合には、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- ・ 試験開始の合図後に、解答用紙の指定の欄に受験番号、氏名及び選択した問題を記入しなさい。解答用紙は1問ごとに別に作成しなさい。
- ・ 1問につき解答用紙が複数枚にわたる場合には、すべての解答用紙に受験番号、氏名及び選択した問題を記入し、さらに、解答用紙右下の所定の欄に、ページ数を記入しなさい（2枚の場合には、1／2、2／2、3枚の場合には1／3、2／3、3／3）。
- ・ 試験中は机の上の見やすい場所に受験票をおきなさい。
- ・ 試験中に机の上におけるのは、受験票の他、黒鉛筆、シャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り（手動式のもの）、時計（計時機能だけのもの）です。
- ・ 耳栓は使用できません。
- ・ ハンカチ、ティッシュペーパー、目薬等の使用を希望する者は、監督者に申し出て許可を受けてから使用しなさい。
- ・ 試験時間中は、監督者の指示に従って下さい。従わない場合は退室させることがあります。
- ・ 不正行為と認められた場合は、受験自体を無効とします。
- ・ 試験室に入室してから試験終了までは、試験中の発病又はトイレ等やむを得ない場合を除いて原則として一時退室を認めません。やむを得ない場合には、手を挙げて監督者の指示に従いなさい。一時退室が認められた場合でも、原則として試験時間の延長は認めません。
- ・ 試験終了時間前に解答を終了した場合には退室を認めます。その場合には、手を挙げて監督者の指示に従いなさい。ただし、試験終了15分前以降試験終了までの間は、退室を認めません。
- ・ 試験終了5分前になったら、終了5分前の合図をします。
- ・ 試験終了後、問題冊子、解答用紙を持ち帰ってはいけません。

<数学>

問題：以下の問（１）～（３）に答えよ。

（１）次の値を求めよ。

（１－１）以下の定積分。

$$\int_0^{2\pi} \left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \theta \, d\theta \right) d\varphi$$

（１－２） xy 平面上の点 $A(1, 1)$ と点 $B(2, 4)$ を結ぶ直線に沿う以下の線積分。

$$\int_C (x \, dx + x \, dy)$$

（１－３）以下に示す t の関数 P の最大値と、最大値を与える t の値。

$$P(t) = 2te^{-3t}$$

（２）１次変換 f の行列を $A = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$ とする。

（２－１）点 (a, a) の１次変換 f による像を求めよ。

（２－２）直線 $y = 2x$ の１次変換 f による像を求めよ。

（２－３）行列 A の行列式 $\det A$ を求めよ。

（２－４）行列 A の逆行列 A^{-1} を求めよ。

（２－５）行列 A の固有値と、固有ベクトルを単位ベクトルで求めよ。

（次ページに続く）

(3) x, y, z 軸で定義される直交座標系において、スカラー関数 ϕ を

$$\phi = 2z \sin x \sin y$$

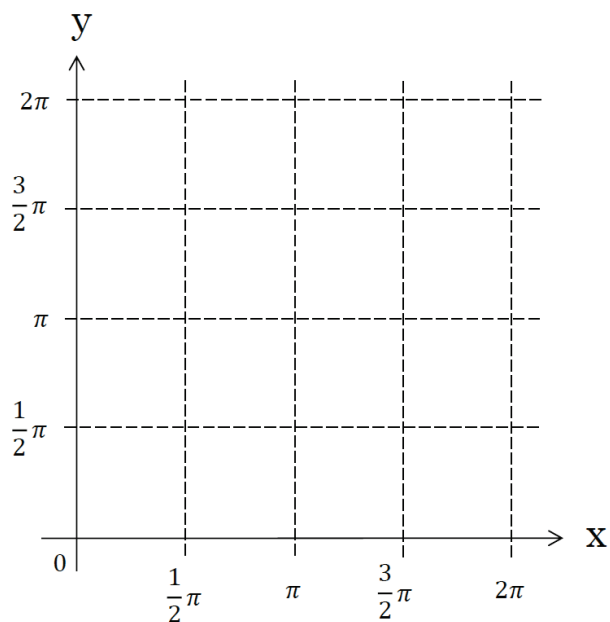
とする。

(3-1) $z = 1$ の xy 面の $0 \leq x \leq 2\pi$, $0 \leq y \leq 2\pi$ の範囲において $\phi = 0$ を満たす全ての場所を図示せよ。(以下の図を参考にしてもよい。)

(3-2) $\text{grad } \phi$ を求めよ。

(3-3) $(x, y, z) = \left(\pi, \frac{1}{2}\pi, 1\right), \left(\pi, \frac{3}{2}\pi, 1\right), \left(\frac{1}{2}\pi, \pi, 1\right), \left(\frac{3}{2}\pi, \pi, 1\right)$ の 4 点におけ

る $\text{grad } \phi$ を求め、それぞれのベクトルを xy 面に射影したときの方向を図に矢印で示せ。なお、図は回答用紙に記載すること。



<力学>

問題 1 :

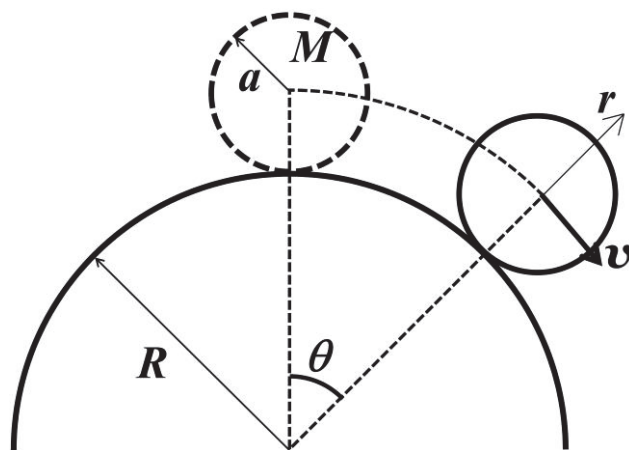
図のように、一様な重力場で、半径 R の動かない大球の最上部より、半径 a の均質な小球が静止した状態から落ちるとき、2 つの球の間に (A) 摩擦力が働かない場合と、(B) 摩擦力が働いて滑らない場合について、小球が大球から離れる位置を考える。2 球の接触点を通る大球の半径が鉛直上方となす角を θ とし、小球の質量を M 、重心速度を $\boldsymbol{v}$ 、垂直抗力を $\boldsymbol{N}$ 、重力加速度を $\boldsymbol{g}$ とする。

以下の問 (1) ~ (3) について、解答に至る過程も含めて答えよ。

- (1) 大球の中心から小球の中心に向かう図の $\boldsymbol{r}$ 方向について、小球の重心の運動方程式を求めよ。

- (2) (A) の場合について、小球が離れる時の角度 θ を θ_1 、その時の重心速度 $\boldsymbol{v}$ を $\boldsymbol{v}_1$ とする。 $\cos \theta_1$ および $\boldsymbol{v}_1$ を求めよ。

- (3) (B) の場合について、小球が離れる時の角度 θ を θ_2 、その時の重心速度 $\boldsymbol{v}$ を $\boldsymbol{v}_2$ とする。 $\cos \theta_2$ および $\boldsymbol{v}_2$ を求めよ。ただし、小球の中心軸のまわりの慣性モーメント I は、 $I = \frac{2}{5} Ma^2$ であることを用いてよい。



問題 2 :

質量 M 、半径 a の均質な球の中心軸まわりの慣性モーメント I は、 $I = \frac{2}{5} Ma^2$ で求められることを導け。

必要に応じて、 $\int \sin^3 x dx = \frac{1}{3} \cos^3 x - \cos x + C$ (C は積分定数) を用いてよい。

＜熱力学＞

問題 1：以下の文章の空欄 [1] ～ [3] を適切な数式で埋めよ。

圧力が P 、温度が T 、比容（単位質量の気体の体積）が α の単位質量の乾燥空気塊を理想気体と仮定すると、この乾燥空気塊の状態方程式は気体定数 R を用いて $P\alpha=RT$ で与えられる。この乾燥空気塊に対する熱力学第一法則は、空気塊に与えられる熱量を dQ 、空気塊の内部エネルギーの変化量を $C_v dT$ (C_v は定積比熱)、空気塊が行う仕事量を $P d\alpha$ とすると、 $dQ = [1]$ (式 1) と表せる。状態方程式の両辺を微分して得られる $\alpha dP + P d\alpha = R dT$ と定圧比熱 $C_p = C_v + R$ を用いると、式 1 は $dQ = [2]$ (式 2) と変形できる。式 2 および静水圧平衡の式 $dP = -\rho g dz$ より、この空気塊が断熱的に上昇する場合の高度 (z) 方向の温度減率は $-dT/dz = [3]$ である。ただし、 ρ は気体の密度、 g は重力加速度である。

(次ページに続く)

問題 2：理想気体のヘリウムガスが入ったゴム風船を地表から上空に飛ばす場合を考える。以下の問い（1）～（3）に答えよ。

- （1） 空ゴム風船内の圧力（ P ）と体積（ V ）は断熱的（ $dQ = 0$ ）に変化するとする。このときのエントロピーの変化（ dS ）を P 、 V と温度（ T ）を用いて表せ。定積比熱は C_V とする。
- （2） （1）を用いて、断熱変化において P と V の間に成り立つ関係を求めよ。気体定数は R とする。
- （3） 温度 T_0 、体積 V_0 のヘリウムガスが入ったゴム風船を気圧 960[hPa]の地表から放したところゆっくり上昇し、気圧 30[hPa]の上空に到達した。このときの温度 T および体積 V を求めよ。ただし、ヘリウムガスは単原子分子の理想気体（定積比熱 $C_V = 3R/2$ ）とし、変化は断熱的とする。風船内部の圧力と外気圧は釣り合うものとして風船の張力による圧縮は無視せよ。

＜電磁気学＞

問題 1 : 点 P の位置を $P(x, y, z)$ で表すこととする。また、問題中で、 ℓ および Q は正の実数とする。さらに、真空中の誘電率を ϵ_0 とする。以下の(1)から(3)までの問いに答えよ。なお、図 1 において、 z 軸は原点を通り紙面に垂直な方向(問題印刷面の方向)である。また、解答には M.K.S.A 有理単位系(国際(SI)単位系)を用いることとする。

- (1) 真空中において、点 $P_1(0, +\ell/2, 0)$ に電荷 $+Q$ の点電荷を置いた。この時、点 $P_3(\ell, 0, 0)$ の電場ベクトル $\mathbf{E}$ の大きさを求めよ。
- (2) (1) において、さらに点 $P_2(0, -\ell/2, 0)$ に電荷 $-Q$ の点電荷を置いた。さらに点 $P(x, y, z)$ に電荷 $+Q$ の点電荷を置くことで、 P_3 の電場が 0(ゼロ) になった。この時の $P(x, y, z)$ を求めよ。
- (3) ℓ が微小な長さ $\Delta\ell$ であり、原点から点 $P(x, y, z)$ までの距離よりも十分に短いとき、 y 軸上にない任意の位置の点 $P(x, y, z)$ における電場ベクトル $\mathbf{E}$ を求めよ。

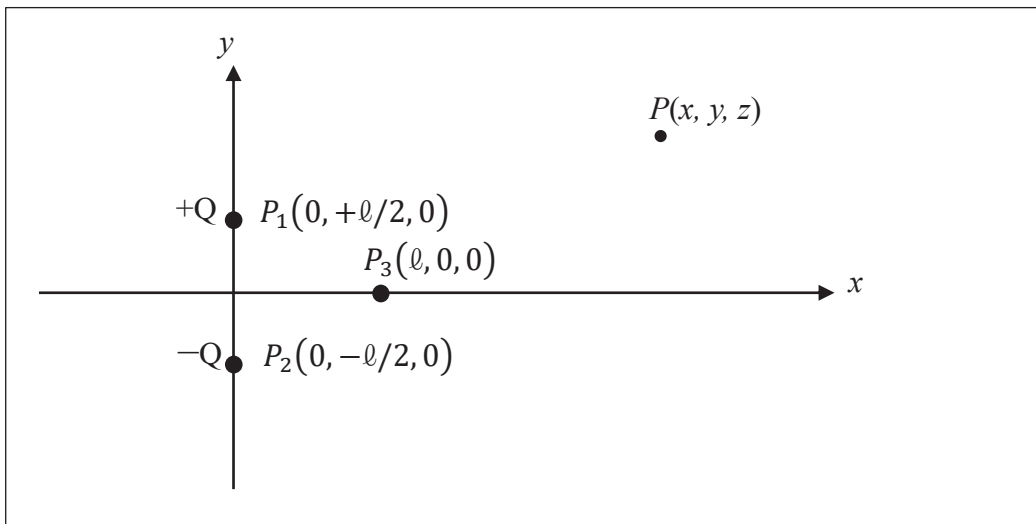


図 1

(次ページに続く)

問題 2：速度ベクトル $\mathbf{v}$ で運動する荷電粒子（質量 m 、電荷 q ）が、電場ベクトル $\mathbf{E}$ 及び、磁場ベクトル $\mathbf{B}$ の電磁場から受ける力、ローレンツ力 $\mathbf{F}$ は、以下の式で与えられる。

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

図 2 のような距離 d の平行板電極の陰極から、ほとんど無視できる初速度で電極に直角の方向に光電子（質量 m 、電荷 $-e$ ）が飛び出しているとき、平行板電極間に電位差 Φ を、平行板電極に平行に磁場 $\mathbf{B}$ を加えたときの光電子の運動について以下の問いに答えよ。また、解答には M.K.S.A 有理単位系（国際（SI）単位系）を用いることとする。

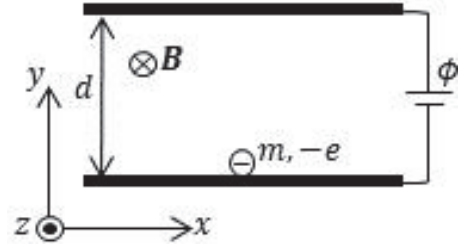


図 2

(1) 図 2 のように x 、 y 、 z 座標軸を設定し、光電子の運動方程式を x 、 y 、 z 成分に分けて書け。

$$m \frac{dv_x}{dt} = \boxed{}$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = \boxed{}$$

$$m \frac{dv_z}{dt} = \boxed{}$$

(2) 時間とともに変化する光電子の速度を時間の関数として x 、 y 、 z 成分に分けて書け。ただし、初速度は 0 m/s とする。

$$v_x = \boxed{}$$

$$v_y = \boxed{}$$

$$v_z = \boxed{}$$

(3) 光電子の初期位置を原点 $(x_0, y_0, z_0) = (0, 0, 0)$ として、光電子が陽極に到達しないための電位差 Φ の条件式を求めよ。また、この条件下で平行板電極が x 軸方向に無限に広がっていた場合、陰極から飛び出した光電子が再び陰極に戻るまでの軌跡を図 3 のような x 、 y 、 z 座標軸で与えられる空間に図示し、最も陽極に近付いたときの座標を書け。

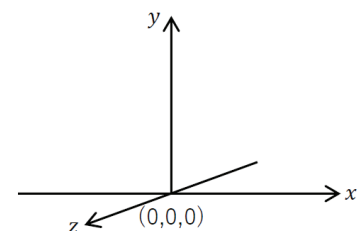


図 3

<無機化学>

問題 1 : 図 1 は、物質 A と物質 B の 2 成分系の相図を示している。以下の問いに答えよ。

- (1) 物質 A と物質 B の融点はそれぞれ何℃か。
- (2) 物質 B の組成が 20% の液相をゆっくり冷却した場合、何℃で固相が晶出し始めるか。また、液相が完全に消失する温度は何℃か。
- (3) 液相 X がゆっくり冷却し温度が 1400℃に到達した。この時の固相と液相の量比を求めよ。

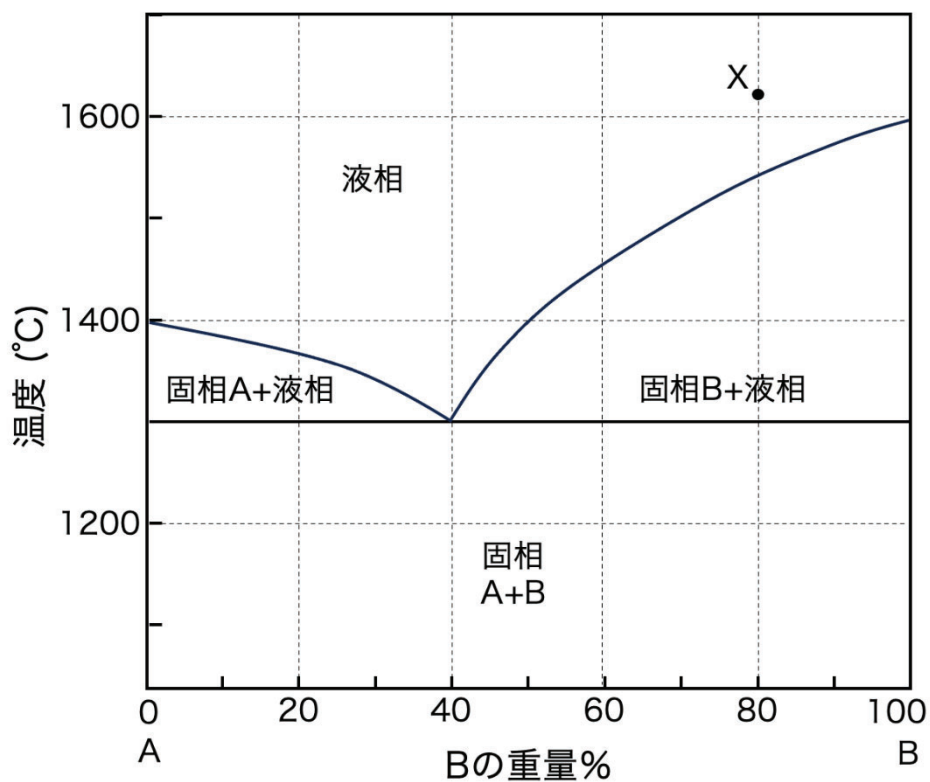


図 1 物質 A と物質 B の相図

(次のページへ続く。)

問題 2：以下の用語について、それぞれ50～100字の範囲で説明せよ。

(1) 同形と多形

(2) 配位数

問題 3：以下の問いに、それぞれ100字～200字の範囲で説明せよ。

(1) 温室効果ガスが温室効果ガスとして作用するメカニズムと温暖化について説明せよ。

(2) 地球上で氷が水に浮く理由を、それらの密度や分子構造や結晶構造を踏まえて説明せよ。

(3) 炭素の同位体に基づいて原子量とアボガドロ数が定義される。これらの関係について具体的に説明せよ。

問題 4：以下には、地球上で容易に起こりうるいくつかの化学反応の事例を挙げる。相当する化学反応式を書け。

(1) 大気中を漂う硫酸と、海水の飛沫としての塩化ナトリウムとの反応。

(2) 大気中を漂う硝酸ガスと炭酸カルシウム (CaCO_3) との反応。

問題 5：以下の問いに答えよ。

(1) 過塩素酸 HClO_4 はふつう、重量で60.0% HClO_4 の水溶液の形で販売されている。この60%溶液の密度は 1.54 g ml^{-1} である。0.500M HClO_4 を500mlつくるにはどうしたら良いか。ただし、 HClO_4 の分子量を100.46とする。

(2) 標準状態にある5.6Lのプロパン (C_3H_8) を空気中で完全燃焼させた。この反応で生成する二酸化炭素の質量は何グラムか答えよ。また、燃焼に必要な酸素の体積は標準状態で何Lか答えよ。ただし、 CO_2 の分子量を44とする。

＜地球科学 1＞

問題 1：図 1 は、地球内部の深度の違いによる地震波速度分布（左）と、地球の成層構造（右）をそれぞれ示す。

（1）図中の 9 か所の（ ）番号について、下記の語句から適当なものをそれぞれ選びなさい。

P、S、モホロビチッチ、グーテンベルグ、外核、内核、上部マントル、下部マントル、地殻

※著作権上の問題があり、図を公開していません。
閲覧を希望される方は、国立極地研究所までご来所の上、閲覧してください。

（2）地震波速度の深さ分布の特徴について、地球内部の成層構造と関連づけて、200字程度で説明しなさい。

（次ページに続く）

(3) 図2は、地震波トモグラフィーにより得られた、地球のマントル内の地震波(S波)の速度構造を、3つの異なる深さで示している。

これらの図から分かることとその原因について、プレートテクトニクスに関連させて200～300字程度で述べよ。

※著作権上の問題があり、図を公開していません。
閲覧を希望される方は、国立極地研究所までご来所の上、閲覧してください。

(次ページに続く)

問題 2：海洋底拡大に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

海洋底拡大説の決定的な証拠は、次に述べる の観測によりもたらされた。海洋底の地殻最上部は主に玄武岩で構成され、その中の強磁性鉱物には形成時の地球磁場が として記録される。^(A) 地球磁場の逆転が時代とともに繰り返され、かつ海底が拡大すれば、現在の地球磁場方向とその逆向き方向を持つ が交互に並び、海洋底の拡大軸を対象とした縞模様を作る。この縞模様は、船上の磁力計で計測される磁場の測定値から標準値を引くことで求められる の正と負の規則的な縞模様としても観測される。1960 年代に始まった海域での磁力計観測により、海洋底の拡大の軸部かつ海洋プレートが作られる大規模な海底山脈として知られる を横切るデータが得られるようになった。ここでは正磁極期と逆磁極期の順序と長さが地磁気年代尺度のパターンとよく一致する事が示され、地磁気縞模様から得られた海洋底の年代値に基づいて ^(B) 海洋底の拡大速度が計算された。その後、複数の海域に連なる でも実証され、^(C) 拡大速度が地域によって異なり 1～10cm/年であることが明らかとなった。

(1) 文中のア～ウに入る用語を以下から選択し答えよ。

【海底地形、地磁気異常、磁気嵐、オーロラ、残留磁化、誘導磁化、中央海嶺、巨大火成岩岩石区、ホットスポット】

- (2) 下線部(A)について、この原因は外核を構成する液体の鉄の対流（地球ダイナモ）の変動であると考えられるが、地球が永久磁石であるという考えを棄却する理由を簡潔に一つ述べよ。
- (3) 下線部(B)について、ここで計算される海洋底拡大速度（両側プレートの相対運動速度）は、現代の宇宙測地技術を使った地殻変動観測で得られるプレート運動速度と比べて、どのような特徴を持つか簡潔に答えよ。
- (4) 下線部(C)について、なぜこの差が生じるのか、プレートテクトニクスの駆動力に関連させて 100 字程度で説明せよ。答えには「プレート、マントル対流、沈み込み、中央海嶺、引っ張り、押し上げ、引きずり」のキーワードを適宜用いること。

<地球科学 2>

問 1：以下の文章中の①～④に当てはまる言葉を記載せよ。

第四紀は，【 ① 】における最後の紀であり，更新世と【 ② 】に区分される．とくに中期更新世以降は氷期と【 ③ 】が約 10 万年の周期で繰り返す時代として特徴づけられる．このような周期的な気候変動をミランコビッチ・サイクルと呼ぶが，このような現象は主に海底堆積物に含まれる有孔虫化石の【 ④ 】の変動から明らかにされてきた．ただし，有孔虫化石の【 ④ 】には，全球的な氷床量によって変化する海水の【 ④ 】に加えて，【 ⑤ 】などの変動も含まれる．

問 2：図 1(A)と 1(B)は，それぞれ過去 13 万年間における氷床量相当の海水準変動と，日本のある地域における海成段丘を表す地形断面図である．海成段丘面 X は約 12.5 万年前の高海面期 f（現在に対して海水準は+5.0 m）のときに形成されたと考えられる．このとき，この地域の隆起速度（mm/year）を求めよ．また，この隆起速度と海水準変動の関係から，海成段丘面 Y が図 1A の a～e のうち，どの時代に形成されたのかを理由（計算過程を含む）を含めて答えよ．

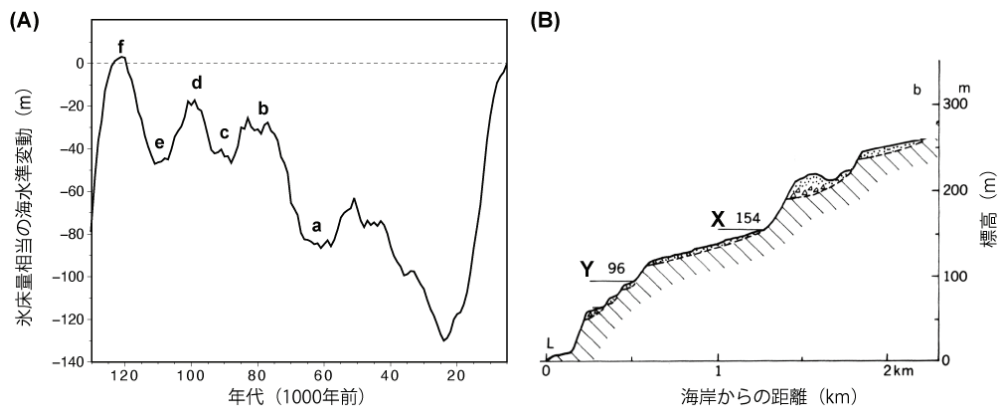


図 1：(A) 過去 13 万年間における氷床量相当の海水準変動曲線と，(B) 日本のある地域における地形断面図．X と Y の横の数値は標高（m）を示す．

問 3：図 1(A)のような氷床量相当の海水準変動が起きるメカニズムを以下の用語を使って 200 文字程度で答えよ．

<大陸氷床，ミランコビッチ・サイクル>

<地球科学 3>

問題 1：次の文を読んで、以下の問いに答えよ。

鉱物は基本となる構造単位が三次元的に繰り返して形成されていて、この繰り返しの基本単位を（ ① ）と呼ぶ。（ ① ）の対称性と大きさを決めるのは、（ ② ）の長さ a, b, c とそれらがなす角度（ ③ ） α, β, γ であり、これらは（ ④ ）と呼ばれる。（ ① ）の対称性に着目すると、鉱物の基本単位は以下の表の 7 種類あり、（ ⑤ ）と呼ばれる。

（ ⑤ ）	（ ② ）	（ ③ ）
立方・等軸	（ア）	（ク）
正方	（イ）	（ケ）
直方（斜方）	（ウ）	（コ）
単斜	（エ）	（サ）
三斜	（オ）	（シ）
三方・菱面体	（カ）	（ス）
六方	（キ）	（セ）

（1）上記の（ ① ）から（ ⑤ ）に入る語句を答えよ。

（2）表中の（ア）から（セ）に適する条件を次の（あ）から（か）の中から選び、（カタカナ）－（ひらがな）のような形で答えよ。ただし、 α, β, γ は、それぞれ、 bc, ac, ab 軸のなす角度とする。

（あ） $a \neq b \neq c$

（い） $a = b = c$

（う） $a = b \neq c$

（え） $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$

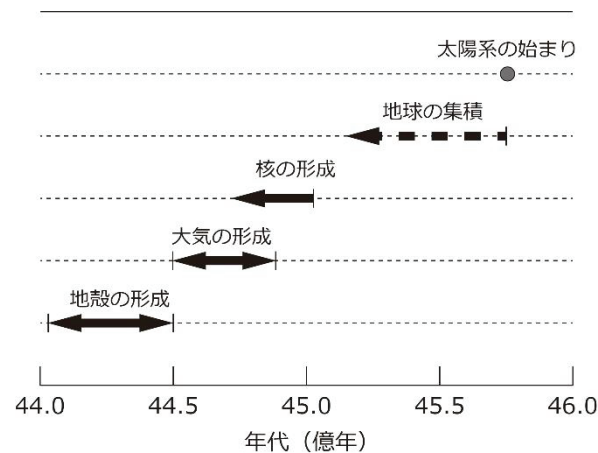
（お） $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

（か） $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$

（き） $\alpha = \gamma = 90^\circ, \beta > 90^\circ$

（次ページに続く）

問題 2 : 図と文章を見て、下の問に答えよ。



上記は地球の形成史を示している。地球の核の形成年代の推定には、一般に ^{182}Hf - ^{182}W 壊変系が用いられる。Hfは（ あ ）元素であり BSE に取り込まれやすく、W は親鉄元素で核に分配されやすことから、地球の核と BSE が分離・生成した年代を示す。 ^{182}Hf は、半減期が短く放射壊変によって現在では完全に消失した同位体である（ い ）核種であり、その（ う ）核種である ^{182}W の存在度過剰で検出される。 ^{182}Hf は（ え ）壊変を（ お ）回生じて ^{182}W へ変わる。（ え ）壊変とは、（ か ）が電子と（ き ）を放出して（ く ）になる放射壊変である。（ い ）核種を用いて得られた年代は、

①

の期間を示す。

（1）上記の（ あ ）から（ く ）に入る用語を答えよ。ただし、（ お ）には数字が入る。

（2）①に入る説明文を答えよ。

（3）BSE について説明せよ。（50～100字程度）

（4）地球の地殻の形成年代は44億400万年から44億5000万年と考えられている。地殻形成年代の推定方法を200～300字程度で述べよ。

（次ページに続く）

問題 3 : 日本列島のような弧状列島には 2 つの異なるタイプの変成帯が帯状に分布することが多い。プレート運動と地球内部の温度や圧力の構造の観点からそれらの 2 つの変成帯の特徴と成因を合わせて 1 5 0 ~ 2 0 0 字程度で説明せよ。

問題 4 : 以下に挙げた語句の中から 2 つを選択し、それぞれについて 1 5 0 字程度で簡潔に地球惑星科学的説明を与えよ。

- ・ 不適合元素
- ・ SNC 隕石
- ・ ハーカー図
- ・ 閉鎖温度

＜生物学 1＞

問題 1：以下の 4 つの語句のうち、2 つの語句について、150 字程度で生物学的な説明を与えよ。

・チャネルタンパク質　・クロマチン　・アポトーシス　・屈性

問題 2：発酵では細胞呼吸で得られるほどの ATP は産生されない理由について、100 字程度で述べよ。

問題 3：DNA 複製が半保存的複製とよばれる理由について、100 字程度で述べよ。

問題 4：生物は体内の水分環境を一定にするために浸透圧の調節を行っている。次の 3 種類の生物はどのようにして浸透圧調整を行っているか、それぞれ 100 字程度で説明せよ。(1) サバ、(2) サメ、(3) ヘビ

(次ページに続く)

問題 5：下にある図 1 は脊椎動物の系統分岐とヘモグロビン α 鎖のアミノ酸の差異を示している。次の問いに答えよ。

- (1) 下の文章の (ア) ～ (エ) に適した言葉を答えよ。

アミノ酸はアミノ基と (ア) 基の二つの官能基を同一分子内に持つ化合物の総称である。 α 炭素は、グリシン以外のアミノ酸では不斉炭素原子となるので、2 種類の異なる立体構造を取り得る。これらの立体異性体は (イ) と呼ばれる。一方を (ウ) 型、もう一方を (エ) 型という。

- (2) 図 1 の生物の分岐年代とヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列の差異との間にはどのような関係性があるか、次の括弧内の 5 つの単語を全て使用して 300 字程度で説明せよ。[DNA、変異、中立的、分子時計、置換速度]

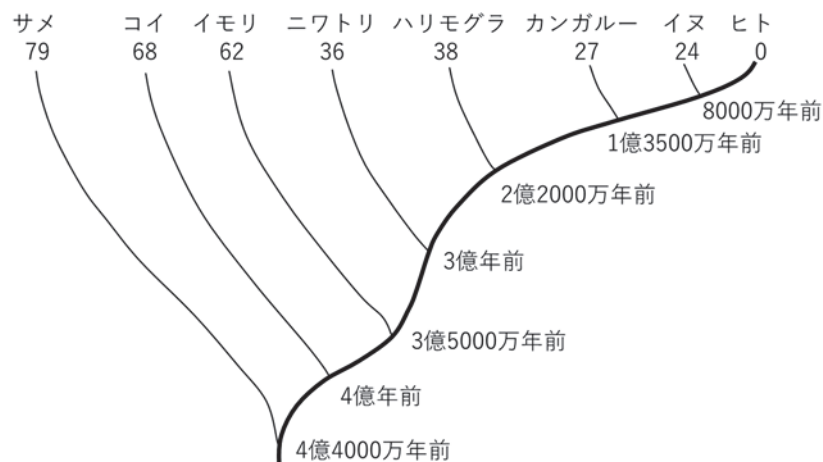


図 1. 脊椎動物の系統分岐とヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列の差異。動物名の下に数字はヒトのヘモグロビンのアミノ酸配列と異なるアミノ酸の数を示す。

＜生物学 2＞

問題 1：以下に挙げた 4 つの語句の中から 2 つを選択し、それぞれについて 150 字程度で簡潔に生物学的な説明を与えなさい。

・メタ個体群 ・利他行動の進化 ・生産力ピラミッド ・アリー効果

問題 2：以下の文章を読み、問（1）～（4）に答えよ。

生物集団の遺伝的形質が世代を経るうちに変化することを進化という。進化は、まず生物集団の中で（ア）の変化が起こり、それが自然選択などによって集団中に広がることで生じると考えられている。自然選択は、形質状態がどのように適応度に影響するのかによって、安定化選択、（イ）、分断化選択の 3 つのタイプに分けられる。また集団中の形質の出現頻度によって自然選択の強さや方向が変化する（ウ）も知られている。また、有性生殖を行う種において、配偶成功率の違いによって特に繁殖に関わる性質が変化することを（エ）という。一方、遺伝的浮動のように、自然選択や（エ）によらずに生物集団の遺伝的形質が変化するプロセスも知られている。

- （1）文章中の（ア）～（エ）に当てはまる適切な言葉を入れよ。
- （2）分断化選択が生じる場合には、形質状態に応じて適応度はどのように変化すると考えられるか。以下の図 1 に示された安定化選択での形質状態と適応度の関係の例を参考に、分断化選択が生じる場合の形質状態と適応度の関係の概形を図示せよ。形質の頻度は図 1 と同じとすること。

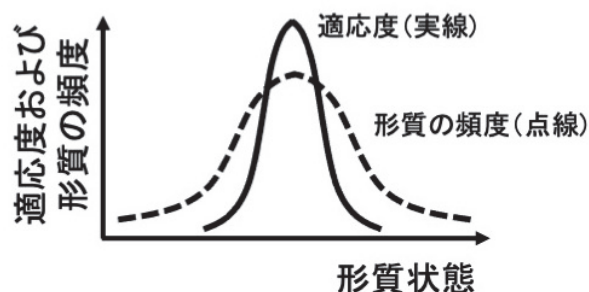


図 1. 安定化選択における形質状態と適応度の関係の概形

（次ページへ続く）

- (3) 遺伝的浮動について、150字程度で説明せよ。
- (4) 大陸から離れた島では、独自の進化を遂げた多くの固有種が見られる場合が多い。なぜ島において、新しい種が出現しやすいと考えられるのか、進化のプロセスを踏まえて、300字程度で説明せよ。