

令和7年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 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。
2. 解答はすべて別紙解答用紙に記入しなさい。
3. 解答用紙は全科目を組み合わせてあるので、その中から自分が選択した科目だけを取り出して解答しなさい。
4. 解答用紙は、物理4枚、化学4枚、生物4枚、地学4枚です。
5. 選択していない科目を解答した場合は無効です。
6. 各解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所あります。すべて記入しなさい。
7. 試験終了後、選択した科目の解答用紙のみ回収します。
8. 問題冊子及び選択しなかった問題の解答用紙は持ち帰りなさい。

理 科 問 題

物	理	1	～	8ページ	化	学	9	～	17ページ
生	物	18	～	31ページ	地	学	32	～	40ページ

物 理

I 次の問 1 から問 3 を読んで、 に入る数式を解答欄に記入せよ。計算過程も記せ。ただし、各問いにおいて空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ とする。

問 1 ばね定数 $k[\text{N/m}]$ の軽いばねの一端を水平な床の上に固定し、他端には質量 $M[\text{kg}]$ の物体を取り付けて鉛直に立てる。図 1 のように、ばねを鉛直のままにして、ばねの長さが自然の長さになるように物体を手で支えて静止させた。物体から手を静かにはなすと、物体は振幅 $A[\text{m}]$ 、周期 $T[\text{s}]$ の単振動を始めた。また、物体の速さの最大値は $V[\text{m/s}]$ であった。このとき、物体とばねは鉛直方向のみに運動するものとする。 g 、 M 、 k から必要なものを用いて表すと、 $A =$ ア 、 $T =$ イ 、 $V =$ ウ である。

問 2 図 2 のように、水平な床とそれに平行な高さ $H[\text{m}]$ の天井がある。床から小球 A を水平面から角度 $\theta[\text{rad}]$ ($0 < \theta \leq \frac{\pi}{2}$) の方向に速さ $v[\text{m/s}]$ で打ち出す。小球 A が天井に衝突しないための v の条件は、 g 、 H 、 θ を用いて表すと、 $v <$ エ である。図 3 のように、水平な床にある小球 A の位置から角度 θ の方向に伸ばした直線と天井との交点に小球 B を取り付ける。小球 A を角度 θ 、速さ v で打ち出すと同時に、小球 B を自由落下させた。小球 B が床に到達する前に、2 つの小球が衝突するための v の条件は、 g 、 H 、 θ を用いて表すと $v >$ オ である。

問 3 図 4 のように、水平でなめらかな床に対して鉛直に立つ支柱 OP がある。点 P に長さ $\ell[\text{m}]$ の軽くて伸びない糸の一端を固定し、他端に質量 $m[\text{kg}]$ の小球を取り付けた。糸と支柱 OP がなす角度は $\alpha[\text{rad}]$ で、点 O を中心に床に接しながら小球を角速度 $\omega[\text{rad/s}]$ で等速円運動させる。小球が床から受ける垂直抗力の大きさ $N[\text{N}]$ は、糸が小球を引く力の大きさ $S[\text{N}]$ 、 m 、 g 、 α を用い

て表すと、 $N = \boxed{\text{カ}}$ である。角速度 ω が ω_0 [rad/s] より大きくなると、小球は床から離れた。 ω_0 は、 g 、 ℓ 、 α を用いて表すと、 $\omega_0 = \boxed{\text{キ}}$ である。図5のように、角速度を ω_1 [rad/s] ($\omega_1 > \omega_0$) にすると、糸と支柱 OP がなす角度は β [rad]、小球は高さ h [m] の水平面内を等速円運動した。 g 、 ℓ 、 ω_0 、 ω_1 から必要なものを用いて表すと、 $\cos \beta = \boxed{\text{ク}}$ 、 $h = \boxed{\text{ケ}}$ である。

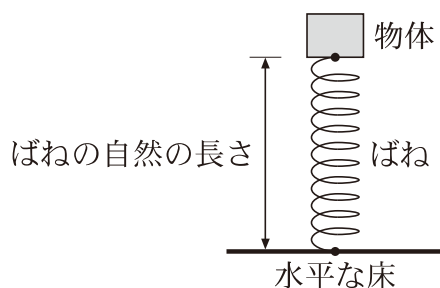


図 1

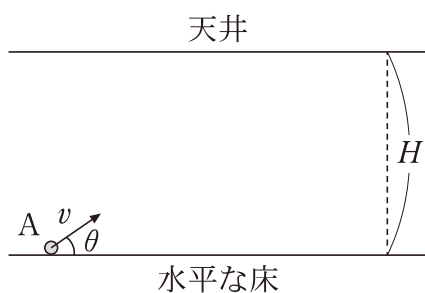


図 2

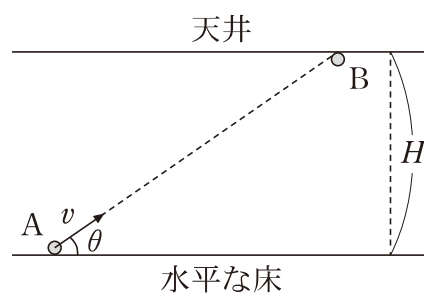


図 3

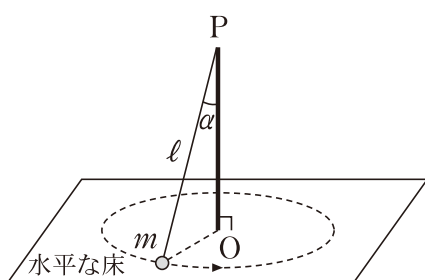


図 4

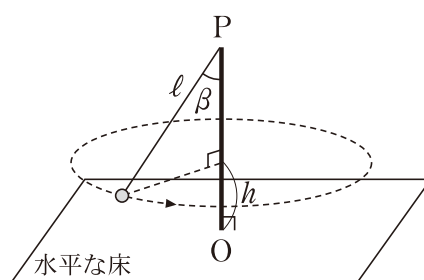


図 5

Ⅱ 図1のように、起電力 E [V]、内部抵抗 r [Ω]を持つ電池と、自由に抵抗値を変えられる可変抵抗器からなる回路がある。また、回路を流れる電流と電池の端子電圧を測定するために、電流計と電圧計が接続されている。回路を構成する導線の抵抗は無視できるとして、以下の各問いに答えよ。

問 1 電流計、電圧計を接続することにより、回路に流れる電流に変化が生じる。この変化を小さくするための、電流計、電圧計の内部抵抗の大きさについての記述として、最も適当なものを次の①～④から選べ。

- ① 電流計の内部抵抗を小さく、電圧計の内部抵抗を大きくする。
- ② 電流計の内部抵抗を大きく、電圧計の内部抵抗を小さくする。
- ③ 電流計、電圧計とも内部抵抗を大きくする。
- ④ 電流計、電圧計とも内部抵抗を小さくする。

以降の問いにおいては、電流計、電圧計を接続したことによる、回路に流れる電流への影響は無視できるものとする。

問 2 可変抵抗器の抵抗値が R [Ω] のとき、回路に流れた電流を I [A]、可変抵抗器での消費電力を P [W] とする。 I 、 P を E 、 r 、 R を用いて表せ。計算過程も記せ。

問 3 可変抵抗器における消費電力の最大値を $P_{\max}$ [W]、そのときの抵抗値を $R_{\max}$ [Ω] とする。 $P_{\max}$ 、 $R_{\max}$ を E 、 r から必要なものを用いて表せ。計算過程も記せ。必要であれば、実数 x 、 y について、不等式 $(x + y)^2 \geq 4xy$ が成り立つことを用いてよい。

問 4 可変抵抗器の抵抗値を変えて電流計と電圧計の値を調べたところ、以下のようになった。これらを使って、電池の起電力 E および内部抵抗 r の値を有効数字 2 桁で求めよ。計算過程も記せ。

電流 [A]	電圧 [V]
0.20	1.52
1.00	1.20

次に，図 2 のように，この電池に豆電球 a，b，c を接続した。これらは全て同じ豆電球であり，豆電球の明るさは，豆電球の消費電力に比例するものとする。また，豆電球の抵抗値は，流れる電流によらず一定とする。以下の問いに答えよ。

問 5 豆電球 a，b，c の明るさを比較し，そのようになる理由を例を参考に説明せよ。

例) 豆電球 a が b より明るく，b が c よりも明るい場合： $a > b > c$

全ての明るさが等しい場合： $a = b = c$

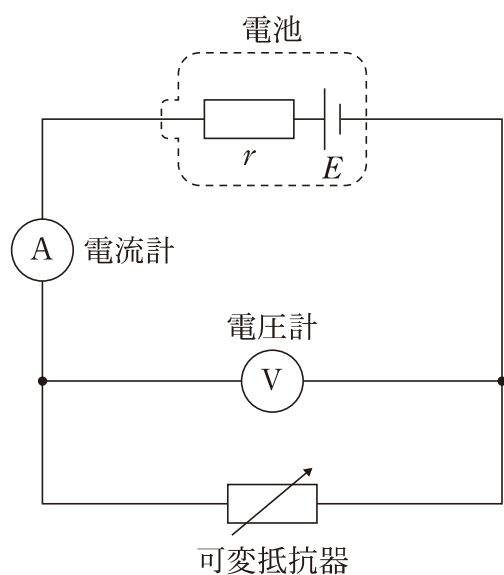


図 1

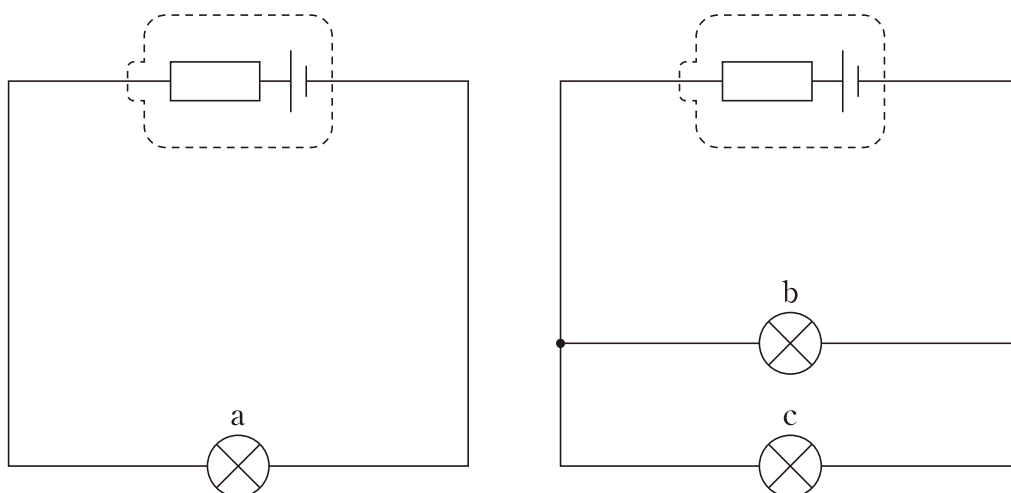


図 2

Ⅲ x 軸上を正の向きに 1 秒間に 1 目盛りずつ進行するパルス波が、点 P において反射する。図 1 は時刻 $t = 0$ での波形を表す。以下の各問いに答えよ。

問 1 下の 2 つの場合について、時刻 $t = 4.0 \text{ s}$ での反射波、そして入射波と反射波の合成波を、解答用紙の座標平面に描け。ただし、区別が付くように、反射波については破線で、合成波については実線で示すこと。

- (1) 点 P が自由端のとき
- (2) 点 P が固定端のとき

問 2 点 P が固定端の場合を考える。図 1 のパルス波の他に、同じ波形をもつ別のパルス波が、 $x < 0$ の領域から正の向きに 2 倍の速さで進行し、その先端が時刻 $t = 4.0 \text{ s}$ に点 O に到達した。時刻 $t = 6.0 \text{ s}$ での 2 つのパルス波の合成波の波形を解答用紙の座標平面に実線で描け。

振幅、波長が同じで、 x 軸上を互いに逆向きに進む周期 $T[\text{s}]$ の 2 つの縦波の正弦波がある。図 2 は、 $t = 0$ でそれらの先端が点 O に到達し、重なり始めた様子を示している。図では、 x 軸の正の向きへの媒質の変位を縦軸 y にとる横波的な表示方法を取り、矢印はそれぞれの正弦波が進む向きを表している。以下の各問いに答えよ。

問 3 時刻 $t = 0$ において次の 5 つの状態にある点を、それぞれ図 2 の A～Eの中からすべて選べ。

- (1) 媒質の速度が 0 である点
- (2) 媒質の速度が x 軸の負の向きに最大である点
- (3) 媒質が最も密である点
- (4) 媒質が最も疎である点
- (5) 媒質の振動状態が点 E での状態と逆位相である点

問 4 次の 2 つの時刻における 2 つの縦波の合成波の波形を解答用紙の座標平面に実線で描け。

- (1) 時刻 $t = \frac{1}{2} T$ のとき
- (2) 時刻 $t = \frac{3}{4} T$ のとき

問 5 時刻 $t = \frac{3}{2}T$ での 2 つの縦波の合成波について、次の 2 つの状態にある点を、それぞれ図 2 の A ~ E の中からすべて選べ。

- (1) 媒質の変位と速度がともに 0 である点
- (2) 媒質の速度が x 軸の負の向きに最大である点

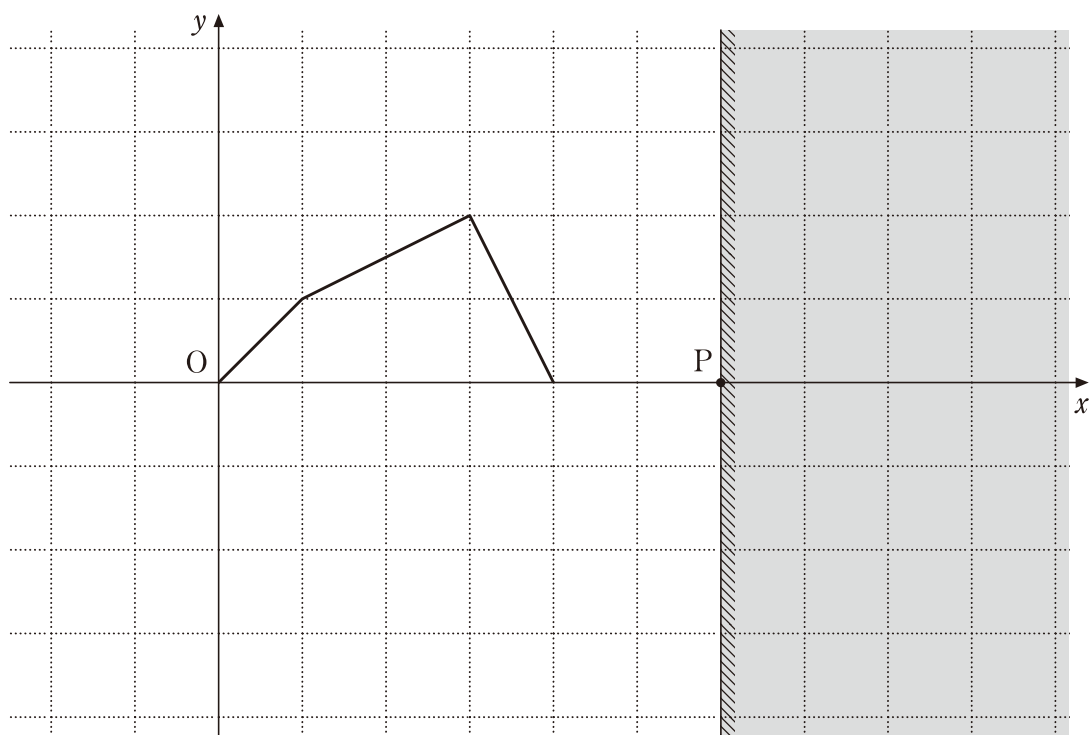


図 1

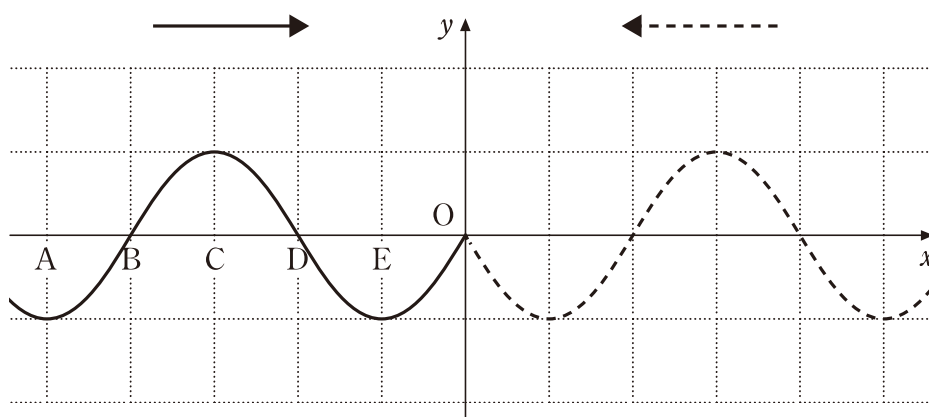


図 2

Ⅳ 以下の原子と原子核に関する文章を読み、各問いに答えよ。

原子は、その中心にある原子核に1つ以上の電子が結びついて構成されている。
原子の大きさは ア m 程度である。高温の気体の原子から放出される光はいくつかの輝線がとびとびに分布する線スペクトルを示し、輝線の波長は原子の種類によって決まっている。

特に、水素原子は電子を1つだけもつ原子であり、水素原子の中で電子のエネルギーは、次のようなとびとびの値をとる。

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} [\text{eV}] \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

この式の n を量子数と呼び、エネルギー E_n をもつ電子の状態を定常状態と呼ぶ。水素原子から放出される光も線スペクトルを示す。

原子核は、陽子と中性子から構成されており、これらの粒子は イ と呼ばれる力によって互いに束縛されて構成されている。原子核の大きさは $10^{-15} \sim 10^{-14}$ m 程度である。原子核に含まれる陽子の数を原子番号といい、陽子と中性子の総数を質量数という。

原子核の中には、 α 線や β 線などを放出して別の原子核に変化するものがある。こうした α 崩壊や β 崩壊によって生成される原子核は、高いエネルギー状態にあることが多く、その場合には続けて γ 線が放出される。

問 1 空欄 ア に入る数値として最も適切な数値を、次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10^{-6} (2) 10^{-8} (3) 10^{-10} (4) 10^{-12} (5) 10^{-14}

問 2 電子が $n = 1$ の定常状態にある水素原子をイオン化するのに必要なエネルギーは何 eV か答えよ。

問 3 水素原子から波長 $1.2 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光が放出された。この光は次のどれに分類されるか。次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

(1) 電波 (2) 赤外線 (3) 可視光線 (4) 紫外線 (5) X 線

問 4 水素原子のスペクトルが線スペクトルを示す理由を説明せよ。

問 5 空欄

イ

 に入る適切な語句を答えよ。

問 6 崩壊前の原子核と比較して、 α 崩壊後に生成された原子核の原子番号と質量数は、それぞれどのように増減するかあるいは変わらないかを答えよ。

問 7 ヨウ素 131 は β 崩壊によって他の原子核に変わる。半減期を 8 日とすると、ヨウ素 131 の数が初めの数の 12.5 % に減少するのは何日後か答えよ。

問 8 セシウム 137 の β 崩壊によって生成される原子核のうち、高いエネルギー状態にあるものからは、エネルギー 662 keV の γ 線が放出されることが知られている。この γ 線の波長を有効数字 1 桁で求めよ。ただし、 $1 \text{ keV} = 10^3 \text{ eV}$ である。必要であれば、電気素量 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、真空中の光速 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、プランク定数 $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ を用いて良い。

化 学

I 化学平衡に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

体積を自由に変えることができる密閉した容器内で、正確に 1 mol の気体 A と 3 mol の気体 B を混合し、温度と圧力を一定に保った。時間が経過すると、次の①式で表される可逆反応が起こり、気体 C が生成し、容器内には気体 A, B, C を成分とする混合気体が存在するようになった。



ある温度(絶対温度 $T[\text{K}]$)および圧力 $P[\text{Pa}]$ において、この反応が平衡状態に到達したとき、容器内に存在する混合気体の体積は $V[\text{L}]$ となり、容器内に存在する気体 A の物質量は $a[\text{mol}]$ となった。また、200 °C から 600 °C および $1.01 \times 10^6 \text{ Pa}$ から $1.01 \times 10^8 \text{ Pa}$ の範囲の様々な温度および圧力において、平衡状態に到達した容器内に存在する混合気体の全物質量を測定したところ、以下の表のようになった。

圧力 [Pa]	平衡状態に到達した混合気体の全物質量 [mol]		
	200 °C	400 °C	600 °C
1.01×10^6	2.64	3.71	3.94
1.01×10^7	2.18	3.08	3.75
3.04×10^7	2.09	2.66	3.46
6.08×10^7	2.04	2.38	3.19
1.01×10^8	2.01	2.19	3.03

ここで、平衡状態に到達した混合気体には、気体 A, B, C 以外の成分は存在しないものとする。また、すべての気体は理想気体として扱えるものとし、容器と混合気体の間で熱の授受はないものとする。気体定数 R は、 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ である。

問 1 絶対温度 T および圧力 P の条件下において①式の反応が平衡状態に到達したとき、容器内に存在する気体 B と気体 C の物質量 [mol] のそれぞれを、 a を用いた文字式によって表せ。

問 2 ①式の可逆反応の圧平衡定数 K_P は、平衡状態における気体 A, B, C の分圧 P_A , P_B , P_C を用いて、次式のように表される。

$$K_P = \frac{P_C^2}{P_A P_B^3}$$

- 1) 絶対温度 T および圧力 P の条件下において、平衡状態に到達した気体 A, B, C の分圧 P_A , P_B , P_C それぞれを、 a , P , V , R , T のうち必要な文字を用いた文字式によって表せ。
- 2) 絶対温度 T および圧力 P の条件下における K_P を、 P_A , P_B , P_C の代わりに、 a と P を用いた文字式によって表せ。

問 3 容器内の混合気体の圧力を一定に保ったまま、混合気体を加熱して温度を上昇させたとき、①式の圧平衡定数 K_p はどのように変化するか。次の中から選択し、選択した理由を表に示した混合気体の全物質量の測定結果に基づいて説明せよ。前問で求めた K_p に対する文字式を説明に用いてもよい。

増加する, 減少する, 変わらない

問 4 容器内の混合気体の温度を一定に保ったまま、混合気体の体積を圧縮したとき、気体 C の物質量はどのように変化するか。次の中から選択し、選択した理由を表に示した混合気体の全物質量の測定結果に基づいて説明せよ。

増加する, 減少する, 変わらない

問 5 以下のア～カの文章は、容器内に①式の可逆反応の活性化エネルギーを低下させる効果をもつ触媒を加えたときに生じる現象について記したものである。正しいものには解答欄に丸を付け、誤りを含むものには下線部を正しく訂正した文章全体を解答欄に書け。ただし、触媒を加えたとき混合気体の温度は変化せず、また触媒の体積は容器内の混合気体の体積に比べて無視できるものとする。

ア. 触媒を加えていない場合に比べて、①式の正反応(右向きの反応)の反応速度が増加する。

イ. 触媒を加えていない場合に比べて、①式の逆反応(左向きの反応)の反応速度が増加する。

ウ. 触媒を加えていない場合に比べて、①式の正反応の反応熱(化学反応に伴って出入りする熱量)が増加する。

エ. 触媒を加えていない場合に比べて、平衡状態に到達したときの気体 C の物質量が増加する。

オ. 触媒を加えていない場合に比べて、平衡状態に到達するのに要する時間が短くなる。

カ. 触媒を加えていない場合に比べて、圧平衡定数 K_p が増加する。

Ⅱ 金属元素の性質に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。**A**～**D**は仮の元素記号を表す。

Aに濃硝酸を加えても、ち密な酸化物の被膜を金属表面に生じて溶けないが、^(a)希硝酸を加えると溶けた。この溶液に多量のアンモニア水を加えると赤褐色の沈殿を生じた。**A**には主に酸化数 + 2, + 3 の化合物があり、酸化物では黒色の **AO** や赤褐色の **A₂O₃** のほかに黒色の (1) がある。(1) には、**A²⁺** と **A³⁺** が両方含まれる。

Bは、酸素、ケイ素に次いで多く地殻に存在し、ルビーやサファイアは微量の不純物を含む **B** の酸化物の結晶である。**B**は高温の水蒸気と反応して水素ガスを発生した。また、空気中で強熱すると光と熱を発生して燃焼し、白色粉末を生じた。^(b)

Cは冷水とも反応して水素ガスを発生し、白色の沈殿を生じた。この沈殿をろ過して得たろ液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じるが、さらに二酸化炭素を通じるとこの沈殿は溶解した。^(c)この溶液を加熱すると再び白色沈殿を生じた。

Dは放射線しゃへい材としても利用される金属で、密度が高く(約 11 g/cm³)、やわらかい。希硫酸には、(2) の被膜をつくるためほとんど溶けないが、希硝酸には溶ける。

問 1 **A**～**D**に該当する金属を次の(ア)～(コ)の中から 1 つずつ選べ。

- | | | | |
|-----------|------------|--------|------------|
| (ア) 銀 | (イ) 鉛 | (ウ) 亜鉛 | (エ) 鉄 |
| (オ) クロム | (カ) ナトリウム | (キ) 銅 | (ク) アルミニウム |
| (ケ) カルシウム | (コ) マグネシウム | | |

問 2 下線部(a)のような状態を何というか答えよ。

問 3 空欄 (1) にあてはまる化合物の化学式を、**A**に該当する金属の元素記号を用いて記せ。

問 4 下線部(b)の反応の化学反応式を、**B** に該当する金属の元素記号を用いて記せ。

問 5 下線部(c)の変化について、**C** に該当する金属の元素記号を用いた化学反応式を使って説明せよ。

問 6 空欄

(2)

 にあてはまる化合物の化学式を、**D** に該当する金属の元素記号を用いて記せ。

問 7 **D** の金属片を硫酸銅(Ⅱ)水溶液の中に入れたときに起こる変化について、**D** に該当する金属の元素記号を用いた化学反応式を使って説明せよ。

Ⅲ 次の実験に関する文章を読み、以下の問いに答えよ。なお、構造式で解答する場合、ベンゼン環は  のように略記し、それ以外の場合はすべての価標を明記すること。

4 種類のエステル **A**、**B**、**C**、**D** がある。これらの化合物の構造式を決定するために以下の実験を行った。

(実験 1) 有機化合物の分子量は ア，イなどを測定して求めることができる。近年では、質量分析法が日常的に用いられている。最新の質量分析法では、様々な方法により気体にした有機分子を 1 価のイオンにイオン化し、そのイオンを加速させ、高真空にした装置内を検出器まで飛行させる。イオンが検出器に到達するまでの時間を測定し、分子の質量を決定する。さらに、その質量を精密に求めることで分子式を決定することができる。そこで、高分解能質量分析計を用いて分子式を決定したところ、エステル **A** は $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ ，エステル **B** は $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4$ ，エステル **C** は $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{O}_4$ ，エステル **D** は $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{O}_4$ であることが分かった。

(実験 2) エステル **A** (1 mol) を完全に加水分解したところ、カルボン酸 **E** (1 mol) と化合物 **F** (1 mol) が得られた。

(実験 3) エステル **B** (1 mol) を完全に加水分解したところ、カルボン酸 **G** (2 mol) と化合物 **H** (1 mol) が得られた。

(実験 4) エステル **C** (1 mol) を完全に加水分解したところ、カルボン酸 **E** (2 mol) と化合物 **H** (1 mol) が得られた。

(実験 5) エステル **D** (1 mol) を完全に加水分解したところ、カルボン酸 **G** (1 mol)，カルボン酸 **E** (1 mol) と化合物 **H** (1 mol) が得られた。

(実験 6) 化合物 **F** を酸化したところカルボン酸 **G** が得られた。

(実験 7) トルエンに過マンガン酸カリウムを加えて加熱したところ、カルボン酸 **E** が得られた。

(実験 8) 化合物中に存在する水素原子や炭素原子の数やつながり方を決める核磁気共鳴分光法により、化合物 **H** には $-\text{CH}_2-$ が 2 つあることが分かった。

問 1 (実験 7) で用いたトルエンの構造式を記せ。

問 2 化合物 **A**~**H** の構造式を記せ。

問 3 空欄

ア

 ,

イ

 に当てはまる適切な用語を 2 つ記載し、そのうちの 1 つについてどのように分子量を求めることができるか説明せよ。

問 4 (実験 1) で分子式を決定しているが、成分元素が **C**, **H**, **O** のみからなる有機化合物の分子式を求める他の方法について説明せよ。

問 5 (実験 1)のエステル **B** を高分解能質量分析計で測定したところ、 H^+ が付加したイオン $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_4^+$ が観測された。

このイオンを構成する原子の同位体の質量(括弧内は存在割合)および電子の質量を以下に示す。質量の単位は u(原子質量単位)であり、1 u は ^{12}C の相対質量を 12 分の 1 にしたもので、 $1 \text{ u} = 1.6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$ である。

^{12}C : 12.00000 (98.9 %), ^{13}C : 13.00340 (1.1 %)

^1H : 1.007830 (99.9 %), ^2H : 2.014100 (0.1 %)

^{16}O : 15.99491 (99.757 %), ^{17}O : 16.99913 (0.038 %),

^{18}O : 17.99916 (0.205 %)

電子 5.485799×10^{-4}

例えば、 ^{18}O と ^2H の同位体からなる水分子の質量を原子質量単位で計算すると以下の計算式で 22.02736 u と求めることができる。

$$(17.99916 \times 1) + (2.014100 \times 2) = 22.02736$$

(1) 一番存在割合の高い同位体からなる $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_4^+$ について、その質量を原子質量単位で計算せよ。その際、有効数字 7 桁とし、計算式も示すこと。

(2) $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_4^+$ の質量は、 $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_5^+$ 、 $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}_3^+$ とほぼ同じ整数値である。これらのイオンを高分解能質量分析計で区別するためには、それぞれの質量をどの程度精密に(少数第何位まで)測定すればよいか。 $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_5^+$ 、 $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{O}_3^+$ についても(1)と同様に計算し、その理由を説明せよ。なお、測定する最小桁の数字には ± 3 の誤差があるものとする。

生 物

I 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

酵母(酵母菌)は、円形ないし楕円形の単細胞生物である。大腸菌のような細菌も酵母と同様に単細胞生物であるが、細菌は ① 生物であるのに対し、酵母は ② 生物であり、両者は根本的に異なる。また酵母は植物細胞に見られる ③ といった細胞小器官をもたず ④ することができないため ⑤ 栄養生物とよばれる。そのため、細胞小器官の ③ は観察されない。17 世紀に自作の顕微鏡を用いて、微生物を世界で最初に発見したとされているレーウエンフックのスケッチの中に、酵母と思われる微生物が残されている。酵母は、酸素の有無によって、有機物を分解してエネルギーを生産する代謝系を使い分けることができる。この酵母の性質は、パンやアルコールなどを作る際に利用される。また、最近では、バイオエタノールといった再生可能エネルギーの生産にも利用される、私たちの生活に密着した微生物の一つである。

問 1 文中の ① ～ ⑤ の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 酵母，大腸菌，ミドリムシの 3 つについて，サイズの大きい順に並べよ。

問 3 下記の中から，五界説のもとで酵母と同じ界に属する生物をすべて選び，記号で答えよ。

- | | | |
|-----------|----------|-----------------|
| a. ゾウリムシ | b. センチュウ | c. シアノバクテリア |
| d. ミドリムシ | e. シイタケ | f. メタン菌(メタン生成菌) |
| g. クモノスカビ | h. 乳酸菌 | |

問 4 1 分子のグルコースが，酸素を用いて完全に分解される化学反応式と，酸素を用いないでエタノールを生成する化学反応式をそれぞれ答えよ。

問 5 問 4 の酸素を用いないでエタノールを生成する過程を何というか，答えよ。

問 6 酵母をグルコース溶液中で A あるいは B の条件で培養し，吸収された酸素と発生した二酸化炭素の質量を測定したところ，下記のような結果が得られた。それぞれの条件で分解されたグルコースはそれぞれ何 mg か，求めよ。また，計算式も示せ。なお，原子量は $H=1$ ， $O=16$ ， $C=12$ とし，小数第 1 位を四捨五入して計算せよ。

条 件	吸収された 酸素 (mg)	発生した 二酸化炭素 (mg)
A	0	110
B	64	132

Ⅱ 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

動物は様々な刺激に反応して応答する。刺激に対する代表的な反応は運動であり、運動に関与する効果器は主に筋肉である。脊椎動物の筋肉には横紋筋と平滑筋があり、横紋筋はさらに骨格筋^(ア)と心筋に分けられる。骨格筋は腱によって骨と結合して手足などを動かし、心筋は心臓をポンプのように収縮させ全身に血液を循環させる。この横紋筋は顕微鏡で観察すると周期的な横じまが観察され、収縮速度が速く、発生する力も大きい。一方、平滑筋^(イ)は横じまが観察されず、比較的緩やかな運動を示す。骨格筋は繊維状の構造が階層的に連なって構成されており、多数の細胞が融合して長い筋繊維を形成し、網目状の筋小胞体によって取り囲まれている。この筋繊維は筋原線維というさらに細い繊維で構成されており、この筋原線維はアクチンフィラメント^(ウ)とミオシンフィラメントというさらに細い繊維で構成されている。筋原線維はZ膜によって仕切られた筋節(サルコメア)と呼ばれる構造が多数連なってできている。この筋節を構成する太い繊維であるミオシンフィラメントの存在する部分は暗く見えるため暗帯と呼ばれ、細い繊維であるアクチンフィラメントのみで構成されている部分は明帯と呼ばれている。このアクチンフィラメントとミオシンフィラメントが互いに滑り込み、筋節が短くなる事で骨格筋の収縮が起こる。この筋肉の収縮にはエネルギーが必要であり、これは主に食事によって摂取されるグルコースがインスリンのはたらきにより骨格筋に取り込まれ、このグルコースが分解されることでATPが合成され、筋収縮に利用される。^(エ)

問 1 下線部(ア)の骨格筋の筋節の構造と各部の名称、明帯と暗帯の範囲を図で示せ。

問 2 次のグラフは骨格筋の筋節の長さや張力の関係を示したものである。張力とはものを引っ張る力のことである。グラフのA、B、Cの各部分における筋節の構造を図で示せ。

この個所は著作権の関係で表示できません。
掲載の許諾が得られましたら、表示いたします。

筋節の長さと発生する張力の関係
(出典：Gordon et al., The Journal of
Physiology, 184(1), 1966 改変)

問 3 骨格筋の収縮には運動神経からの刺激が必要である。この筋肉の収縮の強さは神経によってどのように調節されているか説明せよ。

問 4 骨格筋のエネルギー源である ATP は細胞のどの部分の何という反応系で作られるかすべて答えよ。

問 5 骨格筋をグリセリンに浸すと筋肉の膜が溶け、細胞内に外部から添加した物質を直接作用させることができるようになる。これをグリセリン筋と言うが、このグリセリン筋に以下のように物質を作用させて筋肉の収縮を人工的に起こさせる実験を行った。

実 験

- ① 収縮前のグリセリン筋の長さを測定したところ 4 cm であった。
- ② このグリセリン筋に Ca^{2+} を作用させ様子を観察した。
- ③ その後、ATP を作用させ様子を観察した。
- ④ その後、アセチルコリンを作用させ様子を観察した。
- ⑤ 最終的なグリセリン筋の長さを計測したところ 2.16 cm となっていた。

1) 以上の実験の②～④のうち筋肉の収縮が起こるのはどれか，理由と共に説明せよ。

2) 以上の実験に使用したグリセリン筋の長軸方向には何個の筋節があるか，問 2 のグラフを参考にして計算せよ。ただし，点 A の筋節の長さを $3.7\ \mu\text{m}$ とし，グリセリン筋の全長にわたって筋節が均一にあると仮定した上で一列の筋節の個数を計算せよ。十の位を四捨五入して答えよ。

3) 収縮後のグリセリン筋の 1 つの筋節の長さを求めよ。ただし，グリセリン筋の全長にわたって筋節が均一にあると仮定し，単位は μm として小数第 1 位を四捨五入して答えよ。

問 6 下線部(イ)の平滑筋は身体の中のどの部分にあるか答えよ。

問 7 下線部(ウ)のアクチンフィラメントは筋肉の主要な構成成分であり細胞骨格と呼ばれる。このアクチンフィラメントは筋収縮以外にも様々な細胞の活動に必要である。アクチンフィラメントの筋収縮以外の機能を 1 つ挙げよ。

問 8 下線部(エ)のように筋肉はたくさんのエネルギーを必要とするため，血糖の取り込みが必須である。一方，運動不足はⅡ型糖尿病の原因となる場合があるがこれにはグルコースを輸送する輸送体(担体)が関連している。グルコースの輸送体は筋肉の膜上にあり，その量は運動することによって増加する事が報告されている。運動不足とⅡ型糖尿病の関連性についてグルコースの輸送体の量をもとに説明せよ。

Ⅲ 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

ヒトを含めた多くの多細胞生物では、それぞれの組織・器官ごとに役割が分担されており、その部位にある細胞はその役割に特化したはたらきをするように運命づけられている。このように細胞が、特定の形やはたらきをもつように変化することを ① と言い、その細胞を特徴づける遺伝子発現が行われる。食事をしたときなど血糖値(血糖濃度)が上がったときにすい臓から分泌されるインスリンは、血液中を移動し、肝臓の細胞にある ② と結合することで血糖値を下げる方向に制御している。 ② を保有する細胞を一般に標的細胞と呼ぶ。このように、多くの多細胞生物では、組織・器官ごとに分業を行っている。

植物の成長においても植物ホルモンが関わり、環境に対して応答している。③ は頂芽優勢という現象に関与する植物ホルモンであり、④ は気体の植物ホルモンとして知られる。

ジベレリンは、果実の成長、発芽、栄養成長など多くのところに関わる植物ホルモンである。メンデルがマメ科の ⑤ を用いて研究を行った7つの形質の1つに背の低い形質(矮性^{わい})があり、矮性には、ジベレリンに関わる突然変異の可能性が知られる。イネなどの多くの植物においてもさまざまな矮性の突然変異系統が見出され、その原因遺伝子が研究されている。

問 1 文中の ① ～ ⑤ の空欄に適切な語句を入れよ。ただし、⑤には植物名を入れよ。

問 2 下線部(ア)の現象を見せる実験を行いたい。どのような処理をする実験でどのような結果になるか。対照実験との違いが明確にわかるように説明せよ。図を用いても良い。

問 3 ジベレリンの生合成は複数の遺伝子によって制御されており、これらの遺伝子の突然変異は潜性遺伝子(劣性遺伝子)のことが多い。ある植物の異なる矮性系統がA～Fまで6系統あるとする。6系統のうちどれとどれが同一遺伝子座の突然変異に由来するかを明らかにするために、系統間でI～Vの任意交配を行った。ここに記載されていない交配は行うことができなかった。

I : A 系統を用いた交配では、D 系統との交配の F_1 は矮性になったが、B 系統と E 系統を交配した F_1 は、両親とは異なる普通丈个体になった。

II : B 系統を用いた交配では、E 系統との交配の F_1 は矮性になったが、C 系統との交配した F_1 は、普通丈になった。

III : C 系統を用いた交配では、E 系統と F 系統との交配の F_1 は普通丈になった。

IV : D 系統を用いた交配では、F 系統との交配の F_1 は矮性になった。

V : E 系統を用いた交配では、F 系統との交配で F_1 は普通丈になった。

この結果から、矮性形質が同じ遺伝子に由来する系統はどれとどれか。A — B などのように、線でつなぐようにして表記しすべて答えよ。

問 4 問 3 の E 系統と F 系統の交配で普通丈になった F_1 个体を自家受粉して F_2 を得たときに矮性と普通丈の割合はどのようになるか。考え方を含めて答えよ。矮性形質を示すそれぞれの遺伝子は連鎖していないものとする。

問 5 近年では、交配ではない方法で個体の遺伝子を改変する技術(遺伝子組換え)が開発されてきた。遺伝子組換えの方法について、その過程で使う物質名や対象生物等を含めて順に説明せよ。図を用いても良い。

Ⅳ 以下は、水田に生息するツチガエルというカエルを調べている大学の学生 W さんと指導教員の S 先生の会話である。この会話を読み、下の問いに答えよ。

Wさん：ツチガエルって、僕の地元の水田でよく見るんですが、大学の周りには全然いませんね。

S先生：ツチガエルは三河でも丘陵地では珍しくないが、平野部での分布は局所的なんだ。図1は大学周辺のツチガエル分布地図だよ。

Wさん：不思議な分布だなあ…。ところで、この灰色部分は何ですか？

S先生：これは三河地域の農工業用水の1つ、明治用水を利用している地域だ。矢作川から矢印方向に水を引いているよ。

Wさん：西側を除けば、妙にツチガエルの分布と一致していますね。関連あるんでしょうか。

S先生：気になるだろ？でもその前に、なぜこの範囲以外の水田にツチガエルがいないのか考えてみよう。水田のツチガエルは全国的に激減しているんだが、その理由の1つは幼生の生活史にあるかも知れない。君は水田の中干しって知ってる？

Wさん：夏場に水田の水を抜いて一定期間乾燥させることですよ。

S先生：そう。中干しは稲作の重要な作業とされているが、その時に水田にいた幼生はほぼ死滅するから、実施時期によっては影響が大きい。君の先輩が、この地域の中干し中の水田で死にかけている幼生を集めて、成育状況を調べた結果が図2だ。

Wさん：ツチガエルは他の種と傾向が違いますね。なぜでしょうか。

S先生：図3に示したように、このあたりの水田では、ツチガエルはヌマガエルと並んで繁殖開始の遅いカエルだ。しかしこの2種のうちヌマガエルは、図4に示したように他の種に比べて小さいサイズのまま変態するから、変態までにかかる時間が短くて済む。ツチガエルは、繁殖開始が遅いうえ、変態までにかかる時間も長いという点が、こんな結果をもたらしていると考えられる。

Wさん：なるほど、これじゃ中干しの影響を受けやすいわけだ。でも僕んちの周

(ア)

りの水田でも中干しはしますし、やっぱり明治用水の地域だけツチガエルがいるのは気になります。まさか、用水の流れに乗って上流から流されてきているとか？

S先生：私もそれを疑っている。明治用水はほぼ全域が地下水路だが、水源の矢作川からなら生物が進入できる。実際、地下水路の調査では、ギギなどの淡水魚やスジエビ、カワヒバリガイなどの二枚貝に加えて、ツチガエルも見つかった。明治用水は矢作川から広域に生物を運ぶ通路になっているようだね。だが、実際にツチガエルの集団がどの程度用水からの供給で維持されているかについては、検討の余地がある。

Wさん：遺伝的に調べてみたら、何かわかるかも知れませんね。

＜Wさんは、明治用水の水源近傍の丘陵地と西三河平野部のツチガエル24地点261個体について、ミトコンドリアDNAの遺伝子型を調べた。以下はその後の会話である＞

S先生：結果が出そろってきたね。今回、遺伝情報の本体である核DNAでなくミトコンドリアDNAを使って、各個体の遺伝子型を調べた。それはなぜか、説明してくれ。

Wさん：ミトコンドリアDNAは核DNAに比べて塩基置換が頻繁に起こるので、集団内の個体差を容易に検出できます。それと、動物の核ゲノムは2セットあるのが基本なので、ヘテロの遺伝子型が出ますが、ミトコンドリアゲノムは母親由来の1セットのみなので、1個体から1つの遺伝子型しか出ず、遺伝子プールをシンプルに捉えられます。

S先生：そうだね。今回はこのミトコンドリアDNAの遺伝子型を、集団の遺伝的特性の指標にしてみよう。結果はどうか？

Wさん：今回見つかった4種類の遺伝子型の頻度を図5に表しました。この結果からは明治用水からの供給は否定も肯定もできませんが、少なくとも現在の平野部の集団が100%明治用水から供給されているわけではなくて、もともと各地域にいた集団の遺伝子が残っている地点もあるのかなって思

いました。

S 先生：今回の調査で、水源の矢作川集団の遺伝子型が十分に調べ尽くしていると
考えればそうなるね。

W さん：それから、各集団の遺伝的な多様性を、ある指標を用いて数値化して、
特に多様性の度合いが低い 3 地点を四角で囲みました。そういう集団は南
側の下流部に集中しているんですが、これはツチガエルの供給が下流部で
減少しているせいとは考えられないでしょうか。ある特定の水田のツチガ
エルの遺伝的多様性が何らかの原因で減少した場合でも、用水からの新規
(オ) 個体の供給が多ければ回復できますが、下流でそうした効果が弱いと考え
れば、図 5 の結果をうまく説明できるかも知れないと思ひまして。

S 先生：この結果だけからそう断定するのは難しいが、確かに強い流れに乗って地
下水路を何 km も流下するのは大変だ。下流域ほど生きて到達する個体が
少なくなっている可能性はあるね。明治用水の西側にツチガエルが見られ
ない地域があるのも、同じ理由で説明できるかも知れないね。

問 1 下線部(ア)に関して、なぜツチガエルの幼生は中干しの影響を受けやすいと考
えられるか。図 2 の結果を用いて説明せよ。

問 2 図 2 では、トノサマガエルの発生の進行が他種より早く、7 月上旬には「初
期」に相当する個体がいなくなっている。この理由を、図 3 に示した標準的な
繁殖期から推測せよ。

問 3 下線部(イ)に出てきたギギ、スジエビ、カワヒバリガイ、ツチガエルについ
て、系統関係を示した系統樹を描き、適切な位置に以下の語句を書き入れよ。

語句：新口動物 旧口動物 脱皮動物 冠輪動物

問 4 下線部(ウ)について、なぜミトコンドリアは核 DNA とは異なる独自の DNA
を持っているのか、説明せよ。

問 5 下線部(エ)のように W さんが考えた理由について、図 5 を用いて説明せよ。

問 6 下線部(オ)のように W さんが考えた理由について、適切なものを選べ。

- A. 用水から多数の個体が供給されている集団では突然変異が起こりやすく、
遺伝的な多様性が高くなりやすいと考えられるため。
- B. 用水から供給される個体は、地下水路を流下できる特殊な遺伝子を持った
個体に限られ、遺伝的な多様性が低いと考えられるため。
- C. 集団内にもともと存在しなかったり、いったん失われていた遺伝子型を持
つ個体が用水から供給されれば、遺伝的な多様性が高くなると考えられるた
め。
- D. 用水からの新規個体の追加が多い集団では遺伝的浮動が起こりやすく、遺
伝子プール内に存在する遺伝子型の頻度が日常的に大きく変動すると考えら
れるため。

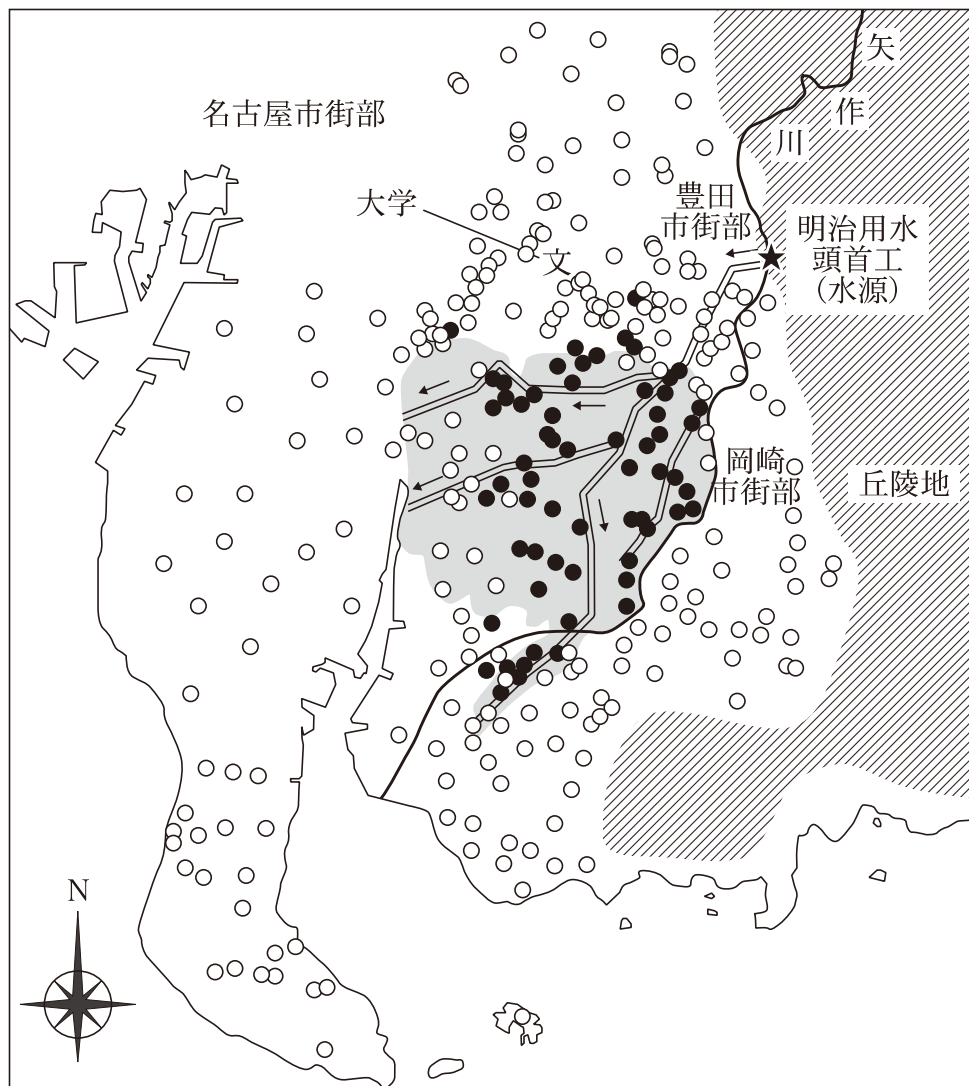


図1 大学周辺の水田におけるツチガエルの分布状況。●が生息あり，○が生息なしを表す。斜線部は丘陵地を表す。灰色着色部は明治用水を利用している範囲を，二重線は同用水の主要幹線水路を示し，★印の水源から矢印方向に向かって水が供給される。

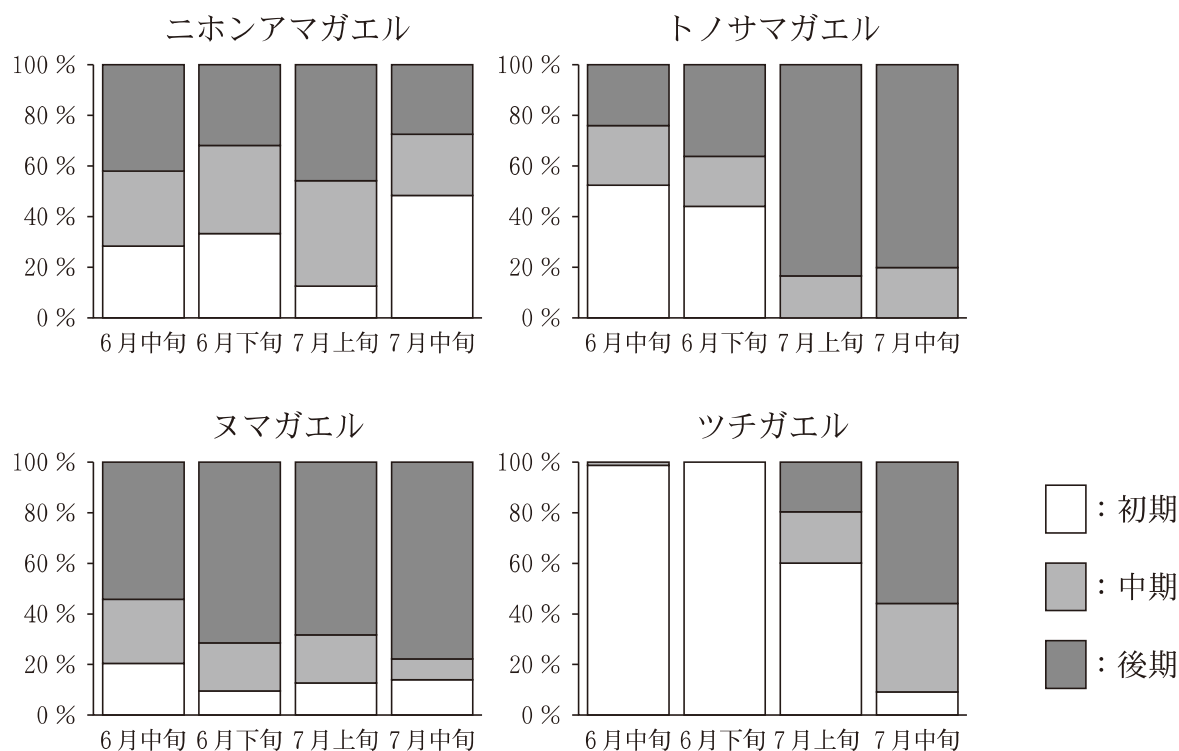


図2 中干しが始まった水田に取り残されていた幼生の発生が進み具合を調べ、その個体数割合を示した図。西三河で一般的に中干しが行われる6月中旬，下旬，7月上旬，中旬の4期に分けて示した。発生が進み具合は、初期・中期・後期の3段階に分けて表記した。後期は変態直前の時期に相当する。

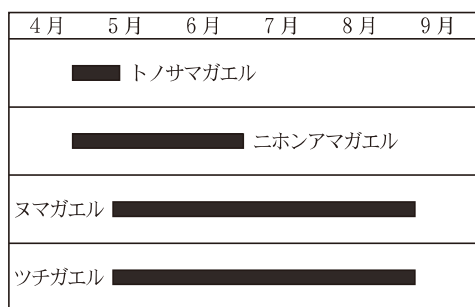


図3 西三河平野部の水田で観察されるカエルの標準的な繁殖期。

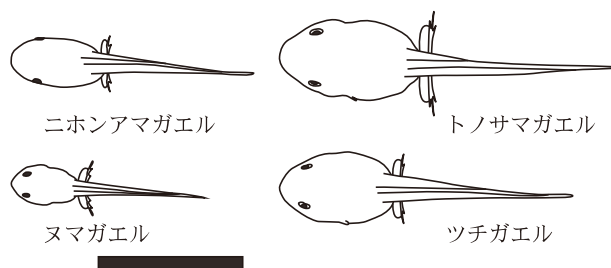


図4 西三河平野部の水田で観察されるカエル類幼生の変態直前における標準的なサイズを示した模式図。スケールバーは30 mm。

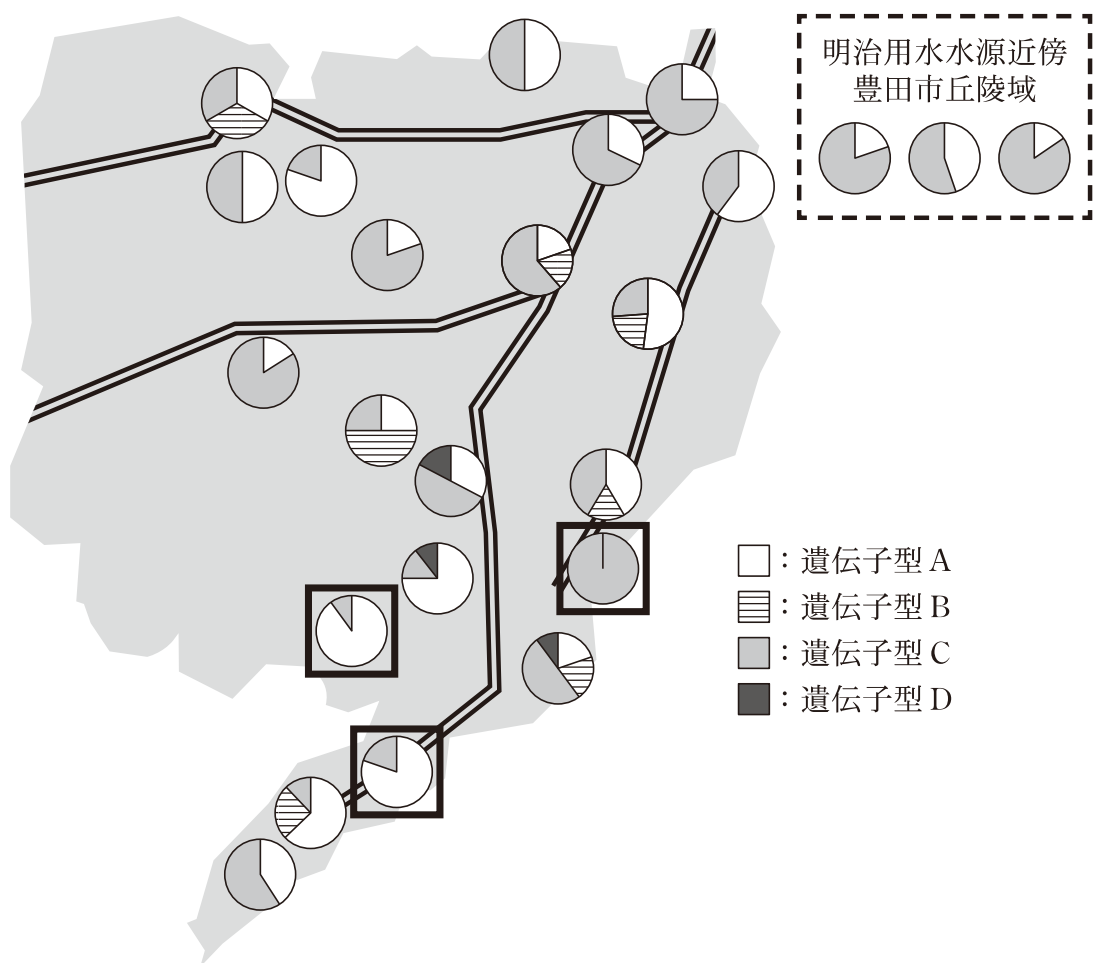


図5 各地点で検出されたミトコンドリア DNA の遺伝子型(A~D)の内訳。
 背景の灰色の多角形は明治用水を利用している範囲を，二重線は同用水の
 主要幹線水路を表す。四角で囲んだ3地点では，遺伝的多様性の顕著な低
 下が見られた。右上の囲みは，明治用水の水源近傍にあたる豊田市丘陵域
 で採集した集団。

地 学

I 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

地球が自転軸の周りを回転することによって生じる太陽の日周運動の周期は、太陽の ^(a) ア から次の ア までの時間で イ とよばれる。この時間に地球が回転する角度は(エ)°である。一方で、遠方にある恒星の日周運動の周期は地球の ウ となる。この時間に地球が回転する角度は(オ)°である。

地球は太陽を1つの焦点とする楕円軌道上を公転し、1月上旬に太陽にもっとも近づく(近日点)。地球から見た天球上の太陽の位置は、365.2422日の周期で天球上の恒星の間を移動するが、この周期は地球の公転周期(365.2564日)よりも短い。^(c)地球の公転のため、天球上の恒星には周期的な小さな見かけの運動が生じる。^(d)

太陽を含む銀河系の恒星は、その固有な運動に加え、集団として銀河系の中心のまわりを回転している。銀河系の回転の速さは、銀河系の中心からの距離ごとに測定されており、太陽が位置している付近では約220 km/sである。^(e)この回転の速さの分布から銀河系全体の質量が推定されるが、実際に観測される天体の質量の総和よりもはるかに大きく、未知の物体が存在すると考えられている。^(f)

銀河系は、他の銀河に対して運動している。^(g)銀河系に対する他の銀河の速さは、ほとんどの銀河について、より遠いほど大きいことが観測されている。

問 1 上の文章中の空欄 ア ～ ウ に入れる最も適当な語句を答えよ。

問 2 上の文章中の空欄(エ)、(オ)に入れる最も適当な数値を、次のA～Fから選び記号で答えよ。

A. 359 B. 360 C. 361 D. 364 E. 365 F. 366

問 3 下線部(a)に関連して、この周期は一定ではなく 1 年間を通じて周期的に変化する。その理由を説明せよ。

問 4 下線部(b)について、地球の公転軌道の離心率を $e = 0.017$ 、平均距離を $a = 1$ 天文単位 (au) として、近日点距離を求めよ。

問 5 下線部(c)について、この周期のずれが生じる理由について説明せよ。

問 6 下線部(d)について、どのような見かけの運動が生じるか、2 つ挙げてそれぞれ説明せよ。図を用いてもよい。

問 7 下線部(e)に関連して、太陽が銀河系の中心から 28,000 光年の距離にあることより、太陽が銀河系中心の周りの円軌道を描くとして回転の周期 [年] を計算し答えよ。なお、1 光年は 9.5×10^{12} km、1 年は 3.2×10^7 s とする。

問 8 下線部(f)に関連して、次の問い(1)と(2)に答えよ。

(1) この物質はなんとよばれるか答えよ。

(2) 宇宙におけるこの物質の存在比はどの程度か、最も適当な数値を次の A ~ E から一つ選び記号で答えよ。

A. 約 1 % B. 約 5 % C. 約 27 % D. 約 68 % E. 約 94 %

問 9 下線部(g)について、どのような観測により確かめられているか説明せよ。また、その運動を生じさせる原因について説明せよ。

Ⅱ 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

低緯度における地球大気の循環は、南北一鉛直面内の循環によって特徴づけられる。その循環は、一年平均では、赤道付近で上昇し高緯度へ向かい、亜熱帯で下降し対流圏下層を低緯度へ戻る。このような循環は ア と呼ばれる。対流圏下層を低緯度へ向かう風は貿易風と呼ばれる。ア の上昇気流域では、下層で^(a)の収束に伴い降水が活発である。この収束域は、イ と呼ばれる。この地域は、高温多湿な気候で、陸地では ウ が存在している。地表付近の気圧の南北変化を見ると緯度 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ で高くなっており、これは エ と呼ばれる。この地域は、乾燥した気候で、陸地では オ が広がっている。

一方、中高緯度では、地表付近から上空まで西よりの風が吹いており、偏西風と呼ばれる。偏西風帯の中で、上空の特に風速の大きいところは カ と呼ばれる。日々の様子を見ると、偏西風は南北に大きく蛇行して吹くことが多い(図1)。^(b)このような偏西風の南北蛇行は、偏西風波動と呼ばれ、地球のエネルギー収支に重^(c)要な役割を果たしている。中緯度では、温帯低気圧に伴う前線活動などによって降水がもたらされ、温暖で湿潤な気候となっている。

大気の循環は様々な物質を輸送し、それらの物質の分布に影響を与えている。^(d)また、大気の循環は、海水の塩分や流れと密接に関連している。^(e)

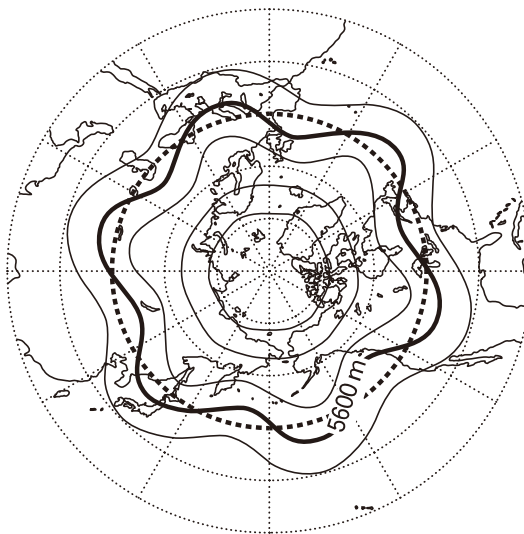


図1：500 hPa 等圧面高度(実線)の模式図。等値線間隔は150 m。
点線は緯線と経線を表し、太い点線は北緯 45° を表す。

問 1 前ページの文章中の空欄 ア ～ カ に入れる最も適当な語句を答えよ。

問 2 下線部(a)に関連して、赤道付近の大気について長期間平均した降水量と蒸発量を考えると、降水量の方が多い。これらの2つの量だけを考えると、赤道付近の大気の水の収支は不均衡となる。この不均衡は、実際にはどのように解消されているか説明せよ。

問 3 下線部(b)に関連して、図 1 に示された状況を考えると、北緯 45° 付近における偏西風蛇行の東西スケールとして、次の選択肢からもっとも適当なものをひとつ選び、記号で答えよ。ここでの東西スケールは、任意の隣り合う気圧の谷の間の距離を北緯 45° に沿って測るものとする。地球を球とみなし、その半径は $6.4 \times 10^3 \text{ km}$ とする。必要であれば、円周率 $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.41$ を用いよ。

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $4.7 \times 10^3 \text{ km}$ | ② $5.6 \times 10^3 \text{ km}$ |
| ③ $6.7 \times 10^3 \text{ km}$ | ④ $9.5 \times 10^3 \text{ km}$ |

問 4 下線部(c)に関連して、地球のエネルギー収支における偏西風波動の役割を、その風と気温の分布に関連づけて説明せよ。

問 5 下線部(d)に関連して、次の①～③のそれぞれについて、正しいければ○印、誤っていれば×印を記せ。

- ① 大気汚染物質は、季節風や偏西風に乗って数千 km も輸送されることがある。
- ② フロンは、変質しながら、熱帯の対流圏界面から成層圏に入り、中・高緯度地域に運ばれる。
- ③ 成層圏極渦は、中緯度一極域間の空気の混合を促進することにより、オゾンホール維持に寄与している。

問 6 下線部(e)に関連して、海洋表層の塩分の南北変化を見ると、緯度 $20^\circ \sim 30^\circ$ での塩分は他の緯度帯の塩分と比較してどうなっているか答えよ。また、その理由を説明せよ。

Ⅲ 次の文章を読み、下の問いに答えよ。

地震はプレート運動やマグマの移動などによって地球内部に蓄積した ア が、断層にそって岩盤がずれることで解消される現象である。この時、ずれた断層を イ とよび、ずれの開始点を震源、その真上の地表の点を ウ とよぶ。地震による断層のずれが急激に生じた場合は、^(a)P波とS波が発生し地球内部を 伝播する。

震源の浅い大きな地震が発生すると地表まで断層のずれが達することがあり、地震断層とよばれる断層が地表に現れる。「令和6年能登半島地震」では、この地震断層が海岸近くの海底で生じた可能性があり、^(b)陸地に近い海底が隆起し多くの港が使用できなくなった。

各観測地点における地震波の振幅の大きさ、すなわちゆれの程度を示す指標として、現在の日本では気象庁震度階を使用している。

^(c)地震では、震源からP波とS波が同時に発生し、四方八方に伝播していく。ある地震が^(d)発生し、観測点Aで図2に示す地震記録が得られた。同じ地震で観測点Aよりも震源距離が遠い観測点で地震記録が得られた場合、この観測点で観測されるP波の到達時刻は観測点Aよりも(エ)なり、S波の振幅は(オ)なる。初期微動継続時間は(カ)なる。

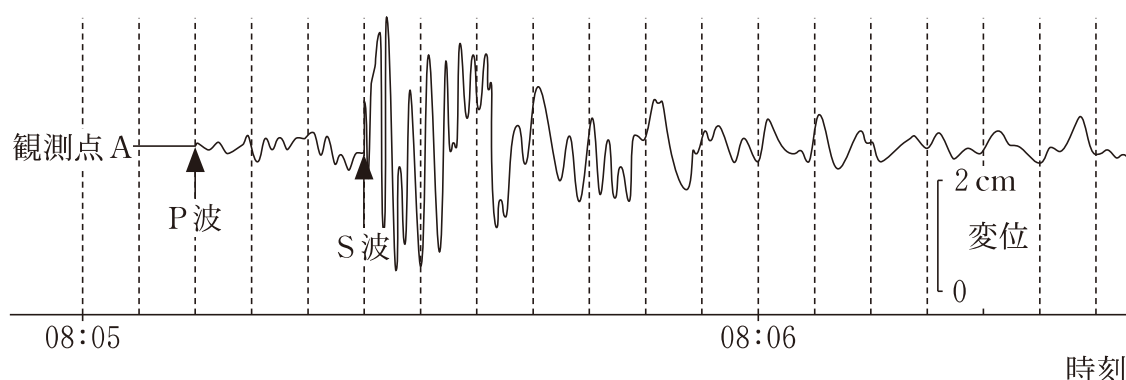


図2 観測点Aで観測された地震波形

横軸は時刻を、縦軸は地面の変位量(移動量)を表す。

横軸の08:05と08:06は、それぞれ午前8時5分0秒と午前8時6分0秒を意味する。

問 1 前ページの文章中の空欄

ア

 ～

ウ

 に入れる最も適当な語句を答えよ。

問 2 前ページの文章中の(エ)～(カ)に入れる語句の組み合わせとして適当なものを次の①～⑧の中から一つ選び、記号で答えよ。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	遅 く	小さく	短 く
②	遅 く	小さく	長 く
③	遅 く	大きく	短 く
④	遅 く	大きく	長 く
⑤	早 く	小さく	短 く
⑥	早 く	小さく	長 く
⑦	早 く	大きく	短 く
⑧	早 く	大きく	長 く

問 3 下線部(a)に関連して、P 波と S 波が伝播することができる物質の状態は、気体、液体、固体のどれか。P 波と S 波についてそれぞれすべて答えよ。

問 4 下線部(b)について、海岸付近にみられる隆起地形の名称を答えよ。

問 5 下線部(c)について、次の①～⑤の説明として、正しいければ○印を、誤っていれば×印を記せ。

- ① 震度は、震度 0 から震度 7 までの 8 階級ある。
- ② 震度は、全国にある気象台で職員の体感によって決められている。
- ③ 震度は、震源から遠ざかるほど小さくなる傾向がある。
- ④ 震源距離が等しい場合、強固な地盤と軟弱地盤では、軟弱地盤の方がゆれが減衰されるため震度が小さくなる。
- ⑤ 震度は、地震の規模(大きさ)をはかるものさしである。

問 6 下線部(d)に関連して，初期微動継続時間が生じる理由を述べよ。

問 7 観測点 A の初期微動継続時間を地震波形記録(図 2)から読み取り，観測点 A の震源距離を求めよ。ここで震源から観測点 A までの地球内部は均質で，P 波速度を 6.0 km/s ，S 波速度を 3.5 km/s とする。

Ⅳ 図3は、ホットスポットでの火山活動によって形成された直線状の火山列(ホットスポット火山列)の平面図であり、この火山列をなす4つの火山島A～Dの位置関係を示す。このホットスポット火山列は、ある方向に一定の速さで動くプレート上に形成されている。放射年代測定によって、火山島A、B、Dはそれぞれ400万年前、700万年前、1750万年前に形成されたことが判明しているが、火山島Cでは年代測定がされていない。ホットスポットの位置を不動と仮定し、下の問いに答えよ。

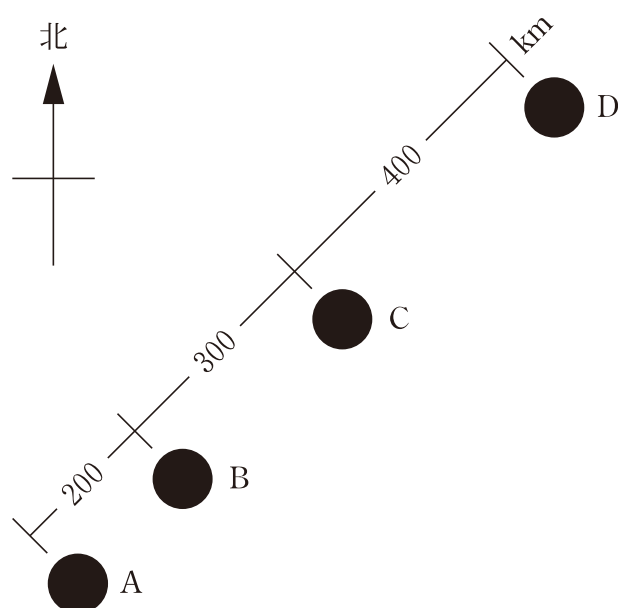


図3

問1 火山島A、B、Dについて、形成年代とAからの距離との関係を示すグラフを解答用紙の方眼紙に描け。ただし次のことに注意すること。

- ・年代を横軸に、距離を縦軸にとり、軸には適切な間隔で目盛りとその数値を示し、数値の単位も示すこと。
- ・どのデータ点がどの火山島か示すこと(点のそばにA、B、Dと記す)。
- ・点と点の間を線で結ぶこと。

問2 プレートの移動する速さ(単位: cm/年)を小数第一位まで求めよ。

問3 火山島Cの形成年代を推定し、答えよ。

問 4 プレートの移動方向を「○方向に移動」のように簡潔に答えよ。ただし、○は 8 方位(北・東・南・西・北東・南東・南西・北西)の一つとすること。

問 5 ホットスポットの位置(どこにあるか)を推定し、推定の根拠及び方向や距離などを含めてできるだけ具体的に述べよ。必要であれば解答欄に図を描いてもよい。

問 6 火山島 A～D の岩石は主に玄武岩である。玄武岩に一般的に認められる特徴について、岩石に見られる鉱物や組織などの名称を含めて 50～80 字程度で述べよ。

問 7 ホットスポットのマグマが発生するメカニズムについて述べた文として最も適当なものを次の①～⑥のうちから一つ選び、番号で答えよ。

- ① マントルの岩石が断熱的に持ち上げられ、圧力が低下することに伴って溶け始める。
- ② マントルの岩石が放射性元素の放射壊変熱によって加熱され、温度が上昇することによって溶け始める。
- ③ マントルの岩石に水が供給されることによって融解温度が低下して溶け始める。
- ④ マントルの岩石から水が奪われることによって融解温度が低下して溶け始める。
- ⑤ マントルの岩石の温度がプレートの沈み込みによって上昇して溶け始める。
- ⑥ マントルの岩石の圧力がプレートの沈み込みによって上昇して溶け始める。

問 8 ハワイ火山列と天皇海山列は典型的なホットスポット火山列である。このホットスポット火山列では、最近形成された(形成年代の若い)火山は島をなし、形成から数千万年以上たった古い火山は海山(海面上に現れていない山体)をなしている。この違いが生じた原因について述べよ。