

令和3年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

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 ~ 6
化学	1 ~ 3	7 ~ 12
生物	1 ~ 3	13 ~ 24
地学	1 ~ 4	25 ~ 33

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箇所受験番号を必ず記入下さい。
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下さい。
 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下さい。
 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下さい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

物 理

1 質量が m [kg] で体積 V [m³] が変化するボールがある。 V はボールの周囲の圧力のみによって決まり、圧力に反比例するとする。図1のように、ピストンがついた容器の中に、密度 α [kg/m³] の液体を深さが h [m] になるまで入れて、密度の無視できる気体とともに、このボールを入れた。液体の密度は変化せず、表面張力は無視できるとする。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。

容器内の気圧が p_0 [Pa] のとき、ボールは体積 V_0 [m³] となり、図1のようにちょうど半分沈んだ状態で浮いた。ボールの半径は h に比べて十分小さいとする。

(問 1) ボールの体積 V_0 を、 m と α を用いて表せ。

(問 2) ボールの体積はボールの周囲の圧力に反比例する。ボールの周囲の圧力が p [Pa] のとき、ボールの体積 V を、 m 、 α 、 p_0 、 p を用いて表せ。

次に、ピストンを押し下げたところ、図2のようにボールはちょうど液体の表面に接した。このとき、ボールの体積は V_1 [m³] となり、容器内の気圧は p_1 [Pa] であった。

(問 3) 容器内の気圧 p_1 を、 p_0 を用いて表せ。

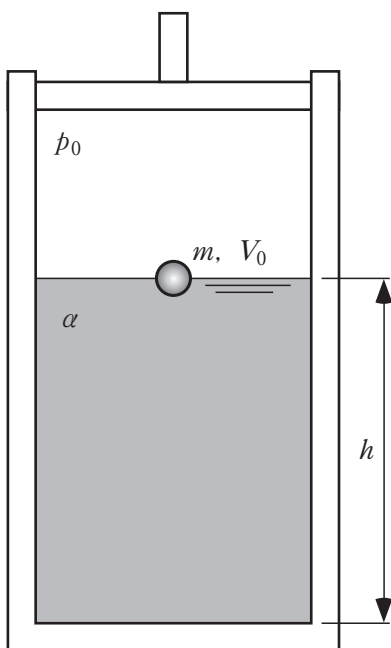


図 1

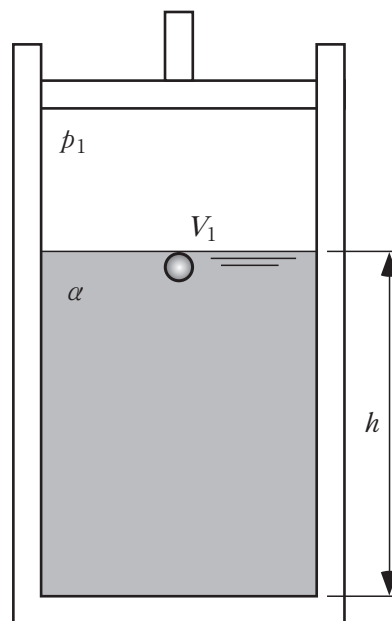


図 2

さらにピストンを押し下げたところ、図3のようにボールは容器の底に沈んだ。このとき、ボールの体積は V_2 [m³] となり、容器内の気圧は p_2 [Pa] であった。

(問 4) ボールの体積 V_2 を、 m 、 α 、 p_0 、 p_2 、 h 、 g を用いて表せ。

(問 5) ボールが容器の底を押す力 F を、 m 、 α 、 p_0 、 p_2 、 h 、 g を用いて表せ。

その後、ピストンを図1の状態に戻し、容器内の気圧を p_0 としたところ、ボールは沈んだままであった。

(問 6) 容器内の気圧を p_0 に戻しても、ボールが沈んだままとなる液体の深さ h の範囲を、 α 、 p_0 、 g を用いて表せ。

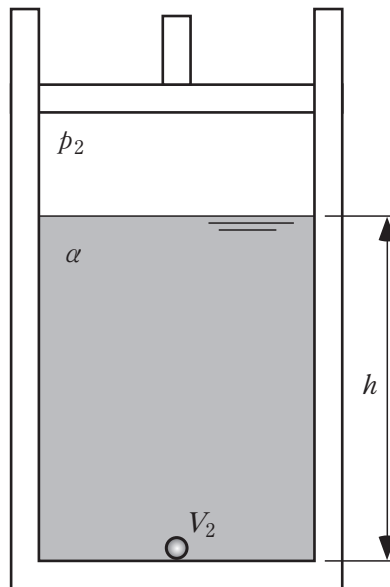


図 3

2 真空中に、中空で断面積 $S[\text{m}^2]$ のソレノイドがある。このソレノイドの単位長さあたりの導線の巻数は $n[1/\text{m}]$ であり、導線には電流 $I[\text{A}]$ の定常電流が流れている。このとき以下の問いに答えよ。ただし真空の透磁率を $\mu_0[\text{N}/\text{A}^2]$ 、円周率を π とし、ソレノイドの長さは十分に長いものとする。

(問 1) ソレノイド内部の磁場(磁界)の強さを求めよ。

このソレノイドの内部全体に、比透磁率 $\mu_r(\mu_r \gg 1)$ の鉄(鉄芯)を入れた。このとき、次の問いに答えよ。

(問 2) ソレノイド内部の磁場の強さ $H[\text{A}/\text{m}]$ と磁束密度を求めよ。

(問 2) と同じ鉄芯が入った同じソレノイドを、図 1 のように、その中心が半径 $R[\text{m}]$ の円環を描くように均一に曲げて鉄芯の端を接続した。ソレノイドには電流 $I[\text{A}]$ が流れているとして、以下の問いに答えよ。

(問 3) ソレノイド全体の巻数 N と H , R , I の間に成り立つ関係式を、これらを用いて表せ。

次に、電流 I を流している円環状のソレノイドの一部に、図 2 に示すような非常に小さな長さ $\delta[\text{m}]$ ($2\pi R \pm \delta \doteq 2\pi R$) の空隙を作った。空隙から磁束は外部に漏れないとして、以下の物理量を R , δ , I , n , μ_0 , μ_r , S のうち必要なものを用いて表せ。

(問 4) 空隙での磁場の強さ $H_0[\text{A}/\text{m}]$ 。

(問 5) 空隙のあるソレノイドの自己インダクタンス。

(問 6) 空隙のあるソレノイドに蓄えられるエネルギー。

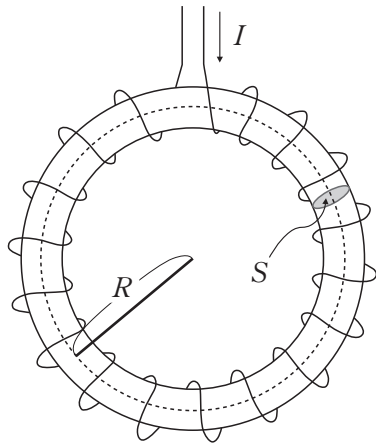


图 1

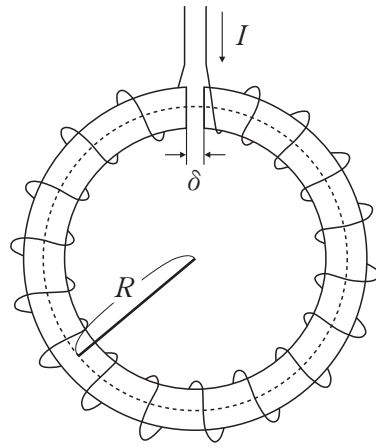
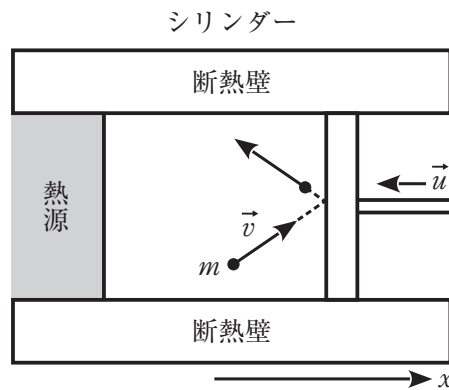


图 2

3 片側を閉じたシリンダーに、質量 m [kg] の単原子分子 N 個からなる理想気体を入れ、面積 S [m²] のなめらかに動くピストンで封じ込めた。図のように、シリンダーの左端は絶対温度 T [K] の熱源と接触しており、気体と熱源との間で、熱の出入りは自由におこなわれる。その結果、気体も熱源と同じ温度に保たれる。

はじめ、気体の圧力は p [Pa] で体積は V [m³] であった。その状態からピストンを、図に示した x 軸の負の向きにゆっくりと一定の速さ u [m/s] で動かす、気体を等温で圧縮する。以下の問いに答えよ。



(問 1) はじめの状態から微小時間 Δt [s] の後、気体の体積が ΔV [m³] だけ減少した。 Δt を S , u , ΔV を用いて表せ。

(問 2) Δt の間に気体から熱源に放出される熱量 Q [J] と、ピストンを動かすことによって気体がされた仕事 W [J] を p , V , ΔV のうち必要なものを用いて表せ。

この等温圧縮過程で熱源に放出される熱量を、気体分子の運動に注目して導出しよう。気体分子はピストンの内壁と弾性衝突すると考え、また、気体分子の熱運動の速さに対し u は十分小さく、 u は変化しないとする。 $|r| \ll 1$ のとき、 $(1+r)^a \doteq 1+ar$ と近似できることを用いて、以下の問いに答えよ。

(問 3) 気体分子は速さ u で動くピストンと衝突するため、気体分子の運動エネルギーは増加する。衝突前の気体分子の x 方向の速度成分を v_x [m/s] とし、その運動エネルギーの増加量を m , u , v_x を用いて表せ。

この運動エネルギーの増加にともなう内部エネルギーの増加分は、気体分子が熱源と接したシリンダーと衝突を繰り返すことで熱量として熱源に放出される。その結果、気体は等温に保たれる。 Δt の間に気体分子は、ピストンおよび熱源と接したシリンダーとの衝突を充分繰り返すとして、以下の問いに答えよ。

(問 4) Δt の間の体積変化と v_x の変化は無視できるほど小さいと考え、 Δt の間に気体分子がピストンに衝突する回数 M を S , V , Δt , v_x を用いて表せ。

(問 5) Δt の間に気体から熱源に放出される熱量 Q' [J] を m , N , V , ΔV , $\overline{v_x^2}$ を用いて表せ。
ここで、 $\overline{v_x^2}$ は v_x^2 の気体分子全体の平均値である。

(問 6) (問 5) で求めた熱量が(問 2) で求めたものと一致することを示せ。ただし、気体分子の速さを v とし、その 2 乗の気体分子全体の平均値を $\overline{v^2}$ としたとき、 $\overline{v_x^2} = \frac{\overline{v^2}}{3}$ の関係が成り立つとする。

化 学

必要があれば、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, O = 16, S = 32, Cu = 64

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

物質を構成する原子どうしを結びつける化学結合には、共有結合とイオン結合などがある。共有結合は、 元素の原子どうしが価電子を出し合い、それらを共有することで形成され、多くの場合、各原子は 原子と同じ電子配置をとる。分子は一般に共有結合によってつくられている。^{a)}分子からなる物質の沸点は、その物質の分子量と関連している。^{b)}イオン結合は陽性の強い 元素のイオンと陰性の強い 元素のイオンとが結びつく化学結合である。イオン結合によってつくられるイオン結晶は一般に水に溶けやすい。^{c)}

(問 1) 文中の ～ に入る適切な語句を記せ。

(問 2) 水分子、メタン分子、アンモニア分子について、下線部 a)に関する以下の問いに答えよ。

(ア) それぞれの分子中に存在する共有電子対と非共有電子対の数、ならびに分子の形を記せ。

(イ) 分子中の隣りあう二つの結合がなす角を結合角という。結合角は電子対の間の静電的な反発の影響をうける。反発力の大きさは共有電子対より非共有電子対の方が大きいことから結合角に違いが生じると考えて、各分子名を結合角が大きいものから順に並べよ。

(ウ) アンモニア分子に水素イオンが結合すると、安定なアンモニウムイオンができる。アンモニウムイオンを電子式で表せ。また、この結合が形成されるしくみを簡潔に説明せよ。

(問 3) 下線部 b)に関する以下の問いに答えよ。

(ア) アルカンのような無極性分子からなる物質は、一般に分子量が大きくなると沸点が高くなる。その理由を簡潔に述べよ。

(イ) メタンと水の分子量は同程度であるが、水の沸点(100℃)はメタンの沸点(-161℃)に比べ非常に高い。その理由を簡潔に述べよ。

(ウ) 0℃の氷54gを加熱して、すべてを100℃の水蒸気にする。このときに必要な熱の総量を求め、整数で答えよ。なお、必要があれば以下の値を用いよ。

氷の0℃での融解熱：6.0 kJ/mol, 水の100℃での蒸発熱：41 kJ/mol, 水の比熱(物質1gの温度を1K上昇させるために必要な熱量)：4.2 J/(g·K)

(問 4) 下線部 c)に関する以下の問いに答えよ。

(ア) 80℃の硫酸銅(Ⅱ)の飽和水溶液200gを20℃まで冷却したところ、硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が析出した。以下の設問(a), (b)に答えよ。ただし、硫酸銅(Ⅱ)は20℃の水100gに20g, 80℃の水100gに56g溶けるものとする。

(a) 80℃の飽和水溶液200gに溶けていた硫酸銅(Ⅱ)の質量を求め、整数で答えよ。

(b) 析出した硫酸銅(Ⅱ)五水和物の質量を求め、整数で答えよ。

(イ) 炭酸カルシウムや硫酸バリウムはイオン結晶であるが水に溶けにくい。その理由を簡潔に述べよ。

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

濃度が不明の過酸化水素水 5.0 mL を **ア** を用いて正確にはかりとり、メスフラスコに入れた。これに硫酸を加えて酸性にし、100 mL の水溶液を作製した。この水溶液 15.0 mL を^{a)}ビーカーに入れ、過剰のヨウ化カリウム水溶液を加えたところ、ヨウ素が生成して溶液が**イ**色に変化した。続いて、ビーカーを軽く振って溶液を混ぜながら、**ウ**を用いて^{b)}0.20 mol/L のチオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 水溶液を滴下すると、溶液の色が薄くなった。これにデンプン水溶液を少量加えると、溶液は **エ** 色に変化した。さらに、チオ硫酸ナトリウム水溶液の滴下を続けると、合計 10.0 mL 滴下したところで溶液の色が **オ** 色に変化したため、滴定を終了した。

(問 1) 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を以下から選び、番号で答えよ。
ただし、同じ番号を 2 回以上使用しないこと。

- | | | | |
|------------|-----------|---------|------|
| ① コニカルビーカー | ② 電子てんびん | ③ ビュレット | ④ ろ紙 |
| ⑤ 葉さじ | ⑥ ホールピペット | ⑦ 赤 | ⑧ 無 |
| ⑨ 黄 | ⑩ 銀 | ⑪ 黒 | ⑫ 白 |
| ⑬ 青紫 | ⑭ 黄緑 | ⑮ 青白 | ⑯ 褐 |

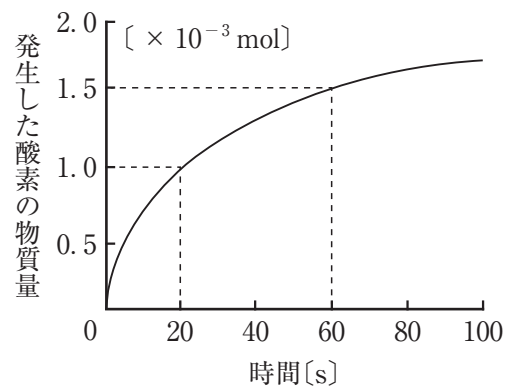
(問 2) 下線部 a), b) の反応について、それぞれ化学反応式を示せ。

(問 3) 過酸化水素水を酸性にするために、硫酸のかわりに塩酸を使用しない理由は何か。
20 字程度で説明せよ。

(問 4) 濃度不明の過酸化水素水のモル濃度と質量パーセント濃度をそれぞれ求めよ。なお、有効数字はいずれも 2 桁で解答し、溶液の密度は 1.0 g/cm^3 とする。

(問 5) 下線部 c) は「ヨウ素デンプン反応」に関する記述である。デンプン溶液に、ある酵素を添加して静置すると、この反応は起こらなくなる。添加する酵素の名称と、反応が起こらなくなる理由を 20 字程度で説明せよ。

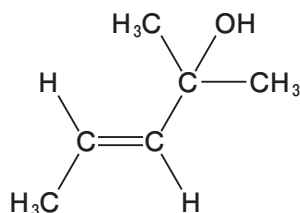
(問 6) 常温で過酸化水素水に少量の塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、速やかに水と酸素が生じる。ある一定温度で、 1.0 mol/L の過酸化水素水 15.0 mL に少量の塩化鉄(Ⅲ)を加え、時間とともに発生した酸素の物質量を調べたところ、右図の結果が得られた。



(ア) 下線部 d の反応において、塩化鉄(Ⅲ)の役割を記せ。

(イ) 反応開始後 20 秒から 60 秒の間の過酸化水素の平均分解速度を、有効数字 2 桁で解答せよ。

- 3 分子式 $C_4H_6O_2$ の化合物 A～E がある。以下の実験結果を読んで、各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。



【実験】

- (1) Aはフェーリング液を加えて加熱すると赤色沈殿を生じた。また、Aを水素化ホウ素ナトリウムにより還元したところ、直鎖状の二価の第一級アルコールが得られた。
a)
- (2) BとCは水溶液中で酸性を示し、赤褐色の臭素水に加えると溶液が無色へと変化した。このとき、BとCは不斉炭素原子を二つ有するジプロモ体へと変換された。また、
b) BとCは核磁気共鳴(NMR)スペクトルにより、どちらもメチル基を有していることが明らかとなった。さらに、BとCは白金存在下、水素を作用させると $C_4H_8O_2$ をもつ同じ飽和脂肪酸へ変換された。
- (3) Dを加水分解すると、酢酸とアセトアルデヒドが得られた。また、Dを白金存在下、中性条件で水素を作用させると酢酸エチルが生じた。
- (4) Eを加水分解すると、 $C_4H_8O_3$ の直鎖状のカルボン酸Fが得られた。Fを酸性水溶液中で過マンガン酸カリウムにより酸化したところ、ジカルボン酸であるコハク酸が得られた。

(問 1) 化合物 A～F の構造式を記せ。

(問 2) BとCはお互いにどのような関係の立体異性体か、名称を記せ。

(問 3) 下線部 a) に示したフェーリング液による検証について、以下の各問に答えよ。

- (ア) この検証実験で得られる赤色沈殿の化学式を記せ。
- (イ) フェーリング液の実験と同じ検証ができる実験を以下の選択肢から選び、番号を記せ。
- ① ニンヒドリン溶液を加えて温める。
 - ② さらし粉水溶液を加える。
 - ③ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて温める。
 - ④ 塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加える。

(問 4) **下線部 b**の不斉炭素原子について、以下の各問に答えよ。

(ア) 不斉炭素原子を一つもつ化合物には、一对の立体異性体が存在する。この立体異性体の名称を記せ。

(イ) (ア)の異性体について、それぞれの異性体で異なるものはどれか、以下の選択肢から一つ選び、番号を記せ。

① 融点 ② 沸点 ③ 密度 ④ 旋光性

(ウ) ヒトのタンパク質を構成する α -アミノ酸のうち、不斉炭素原子をもたないアミノ酸の名称を記せ。

生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

生物は核酸の遺伝情報をもとにしてさまざまなタンパク質を合成する。タンパク質はエネルギーを産生したり、代謝a)に関与する。免疫応答においてもタンパク質は重要で、ウイルスなどを排除するT細胞の機能にも関わっている。しかしウイルスは、ウイルス遺伝子の変異をおこして免疫から逃れるしくみをもっている。b)
c)
d)

(問1) 下線部 a) に関して、次の文章の 1 ～ 6 に最も適切な語を入れよ。

真核生物は遺伝子としてDNAをもち、DNAからRNA合成酵素によりRNAが合成される。この過程を 1 という。合成されたRNAからは、タンパク質に翻訳されない 2 に対応する領域が、スプライシングにより除かれてmRNAが作られる。一方で、翻訳されるDNA領域は 3 という。合成されたmRNAは3塩基ずつからなる 4 と呼ばれる配列をもち、 4 はアミノ酸を指定する。mRNAの配列の情報から 5 上でタンパク質が合成される。原核細胞においてもDNA→RNA→タンパク質という様に一方向的に遺伝情報が伝達される。これは真核生物と原核生物に共通の原理であり、 6 と呼ばれる。

(問2) 下線部 b) に関して、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

アルデヒド脱水素酵素2 (ALDH2)は、飲酒由来のアセトアルデヒドを分解する酵素であり、その活性は飲酒に関する体質を決定する。ALDH2には2つの対立遺伝子、*ALDH2*1*と*ALDH2*2*があり、両者の遺伝子配列には1塩基の違いがある。その結果、ALDH2ポリペプチドの487番目のアミノ酸が*ALDH2*1*ではグルタミン酸、*ALDH2*2*ではリシンとなる。

(ア) 図1はALDH2の各遺伝子型の塩基配列をDNAシーケンサーで解析したものである。表1の遺伝暗号表を参考にして、*ALDH2*1/1*、*ALDH2*1/2*、*ALDH2*2/2*の解析結果は、①～③のいずれであるか答えよ。

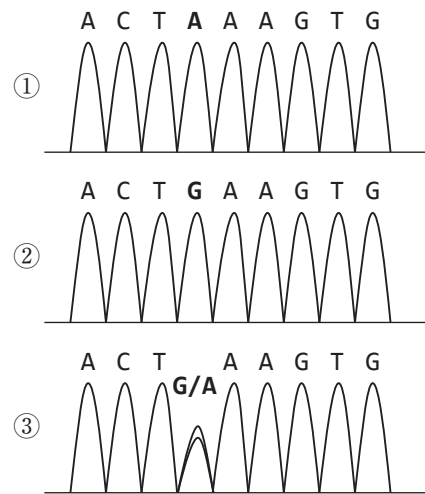


図1

表1 遺伝暗号表

一番目の塩基	二番目の塩基				三番目の塩基
	T	C	A	G	
T	TTT } フェニル TTC } アラニン TTA } ロイシン TTG }	TCT } TCC } セリン TCA } TCG }	TAT } チロシン TAC } TAA } 停止 TAG }	TGT } システイン TGC } TGA } 停止 TGG } トリプトファン	T C A G
C	CTT } CTC } ロイシン CTA } CTG }	CCT } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAT } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGT } CGC } アルギニン CGA } CGG }	T C A G
A	ATT } ATC } イソロイ ATA } シン ATG } メチオニン	ACT } ACC } ACA } ACG } トレオニン	AAT } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGT } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }	T C A G
G	GTT } GTC } GTA } バリン GTG }	GCT } GCC } GCA } GCG } アラニン	GAT } アスパラギン GAC } 酸 GAA } グルタミン GAG } 酸	GGT } GGC } グリシン GGA } GGG }	T C A G

(イ) ALDH2は4つのポリペプチドからなる酵素であり、4つが全てALDH2*1からつくられるものは活性型、4つのうち1つでもALDH2*2からつくられるものがあれば活性は激減し、4つが全てALDH2*2からつくられるものは不活性型である。ALDH2*1とALDH2*2からは、個人差なくそれぞれ等量のALDH2ポリペプチドがつくられて、その4つが会合するとして、ALDH2*1/2型の人があつ活性型ALDH2の量は、ALDH2*1/1型の人があつ活性型ALDH2の量の何分の1か。分母のみを整数で答えよ。

(ウ) 日本人のALDH2*1とALDH2*2の遺伝子頻度の比は3:1である。成人日本人を「お酒が飲める人」、「少しならお酒が飲める人」、「まったくお酒が飲めない人」に分けた場合、「少しならお酒が飲める」人の割合を%で答えよ。答えは整数で表すこと。

(問3) 下線部c)に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

ヒトやマウスの細胞表面にある主要組織適合抗原(MHC)^(注)とよばれるタンパク質は、T細胞による自己・非自己の識別にかかわる分子であり、T細胞の多くは自己MHCに結合した異物の断片にのみ反応し、非自己MHC(自身にはない型のMHC)に結合した異物の断片には反応しない。T細胞が認識する自己MHCは遺伝情報により先天的に決まっているのか、成熟過程で後天的に獲得されるのか、考えてみよう。

B型のMHC遺伝子をもつマウスに放射線を照射して、そのマウスがあつ骨髓細胞を破壊する。このマウスにA型のMHC遺伝子をもつマウスの骨髓細胞を移植すると、B型のMHC遺伝子をもつマウスの体内に、移植した骨髓細胞からA型のMHC遺伝子をもつT細胞ができる。移植から2か月後、このマウスにある種のウイルスを感染させ、その

6日後にT細胞を取り出したとする(図2, 実験1)。T細胞が認識する自己MHCが遺伝情報によって決まるのであれば, 移植した骨髄細胞から生じたT細胞は 型のMHCに結合したウイルス断片に反応する。T細胞が認識する自己MHCが, T細胞が成熟する過程で周囲のMHC型を自己とするように獲得されるものならば, 移植した骨髄細胞から生じたT細胞は 型のMHCに結合したウイルス断片に反応する。

実験1と同様の操作を, 胸腺を切除したB型のMHC遺伝子をもつマウスについて行うとする(図2, 実験2)。このマウスの中で成熟したA型のMHC遺伝子をもつT細胞が, ウイルス断片が結合したA型のMHCにもB型のMHCにも反応しなければ, と考えられる。

(注) ヒトの場合, ヒト白血球抗原(HLA)ともよばれる。

実験1

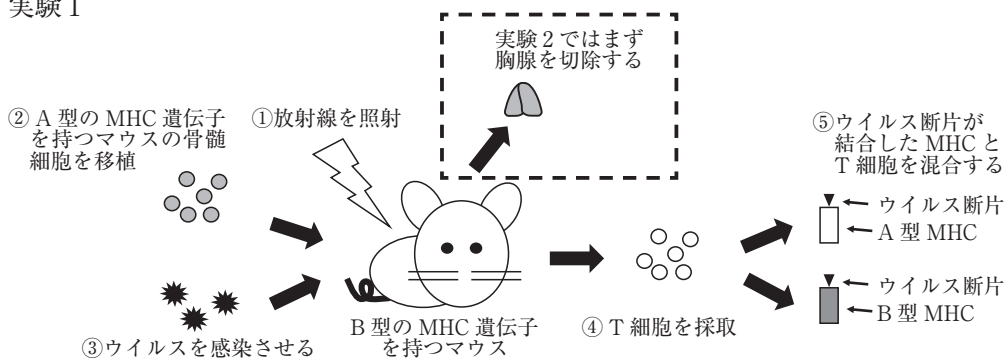


図2

- (ア) と に A または B のうち, 適切なものを入れよ。
- (イ) に入る語句として最も適切なものは, 下記①～⑤のうちのどれか。
- ① T細胞が識別する自己MHCは遺伝情報により決まっている
 - ② T細胞の自己MHCの識別能の獲得にはいずれの型のMHCも不要である
 - ③ T細胞の自己MHCの識別能の獲得には胸腺以外のMHCがあればよい
 - ④ T細胞が識別する自己MHCは胸腺で決定される
 - ⑤ T細胞の自己MHCの識別能の獲得にはウイルス感染が必要である

(問 4) 下線部 d) に関して、次の文章を読み、(ア)、(イ)に答えよ。

ウイルスも生物と同様に、共通の祖先から分かれた後に様々な突然変異がおこっている。このような塩基配列やアミノ酸配列の変化は一定の速度で進むことから、その変化の速度は 1 と呼ばれ、進化の過程で枝分かれした時期を探るための目安となる。ウイルスの免疫からの回避もこの突然変異で説明される。もともと、感染者の個体内でウイルスに多様性が存在していて、その中で環境に適したものが生き残ることがある。これが 2 説の考え方である。一方で変異により生存に対して有利不利が見られないことも多く、このような変異は遺伝的 3 によって集団全体に拡がったり消失することがある。これが 4 説の考え方である。

(ア) 文中の 1 ~ 4 に最も適切な語を入れよ。

(イ) アミノ酸や塩基の配列から分子系統樹を作成する方法がある。図3はウイルスの遺伝子配列が異なる株 A~D の塩基配列の一部を示し、図4はこれらの株の塩基配列をもとに作成した系統樹である。図3に示す以外の塩基配列は各株間で同一であった。

(i) 図4の系統樹の①~③に入る株名を、A, B, D からそれぞれ1つ選べ。

(ii) ウイルスの進化速度が一定であるとして、株Cと株Dの最も近い共通祖先が4ヶ月前に分岐したとすると、株Aと株Cの最も近い共通祖先が分岐したのは何ヶ月前か。なお、この系統樹の線の長さは塩基置換数の違いを正確には反映していない。

株 A: AAAGGUAU**A**UCCCUUCC**C**AGUAACAAACCAAC**C**AACU

株 B: AAAAGUAU**U**UCC**C**AUCC**C**AAUAACAAACCAAC**C**AACU

株 C: AAAAGUAU**U**UCC**C**UUC**C**CAAGUAACAAACCAAC**A**AACU

株 D: AAAAGUAU**U**U**A**CC**A**UCC**C**AGUAACAAACCAAC**A**AACU

図3 株 A~D の遺伝子配列(株間で同一の塩基はグレー表示になっている)

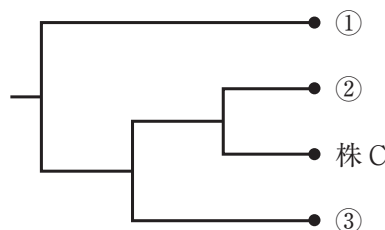


図4 系統樹

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

精子と卵の合体で形成される受精卵は、自己複製能と多分化能を有する特殊な細胞であり、その連続した細胞分裂の過程を経て分化された胚が形成される。胚のそれぞれの部位では、細胞の位置情報をもとに分化が起こり胚葉が形成される。さらに分化が進み胚全体としてからだの構造が形成されていく。

(問1) 下線部 a) に関して、以下の文中の ア ～ エ に最も適切な語を入れよ。

ヒトの卵細胞は、受精後に発生する ア を起源とする。 ア は発生の初期から体細胞とは区別されて存在し、将来の卵巣を形成する生殖腺原基へと移動する。その後、 ア は体細胞分裂を経て、 イ となる。出生前までに、 イ はすべて一次卵母細胞に分化し、減数分裂第一分裂の ウ 期で停止し、休止期に入る。思春期になると、いくつかの一次卵母細胞が減数分裂第一分裂を再開し、ろ胞中で成熟して二次卵母細胞となる。二次卵母細胞は通常ひと月に1個ずつ卵巣から排卵されるが、第二減数分裂 エ 期で止まっており、精子と出会うことで減数分裂を再開する。

(問2) 下線部 b) に関して、以下の文中の ア ～ カ に最も適切な語を入れよ。

動物の胚の中には、自己複製能と多分化能を有する特殊な細胞が存在している。胞胚内部からこのような性質を持つ細胞塊を取り出して、特殊な培地で培養し、様々な種類の細胞に分化させることができる細胞株が得られる。この細胞を ア と呼ぶ。また、動物の生体の組織には、その組織の細胞に分化できる細胞があり、これは イ と呼ばれている。特定の4種類の遺伝子を、分化が進行した体細胞へ導入することからでも、 ア と同様の細胞を作製できることが山中伸弥博士らの研究で明らかとなり、この細胞は ウ と呼ばれている。多細胞生物では、分化した体細胞に特定の調節遺伝子を強制的に発現させることによって発現調節に影響を与えると、細胞の特徴が失われ、未分化な細胞になることがある。これを エ という。欠損したり機能が著しく低下した組織や臓器に対して、自身の体細胞から ウ を作製し、正常な組織や臓器を人工的に作り出すことにより、拒絶反応のない移植治療が可能となると期待されている。このような医療を オ という。しかし、 ウ は遺伝子の発現調節を改変させたことにより、増殖や分化が異常になり、 カ 化する危険性も指摘され、実用化に向けて、安全性の確認が慎重に行われている。

(問 3) 下線部 c)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)~(ウ)に答えよ。

両生類の発生では受精直後、卵の表層全体が細胞質に対して約 30° 回転する。これを 1 と呼び、この回転により卵の植物極側に局在する母性因子である 2 タンパク質が精子進入点の反対側に現れる灰色三日月の領域へ移動する。これによりさまざまな調節遺伝子が発現し、背腹軸が形成される。背側となるこの領域では抑制されていた 3 の発現が誘導される。さらに初期胞胚^{e)}では植物極側において Veg T, Vg-1 が発現し、3 と協調して予定内胚葉域に 4 遺伝子の発現を促進する。これにより 5 側から 6 側に向けてこの遺伝子から産生されるタンパク質の濃度勾配^{f)}が形成され、動物極側に作用して 7 が誘導される。

(ア) 文中の 1 ~ 7 に最も適切な語を入れよ。

(イ) 下線部 e)に関して、この時期の胚の植物極側領域と動物極側領域を切除し、図1のように接着培養を行った。培養後、植物極側領域を取り除き動物極側領域のみを継続して培養した。この実験の結果、観察される組織を以下の中から過不足なく選び、その番号を答えよ。

- ① 筋肉 ② 消化管 ③ 血管 ④ 表皮

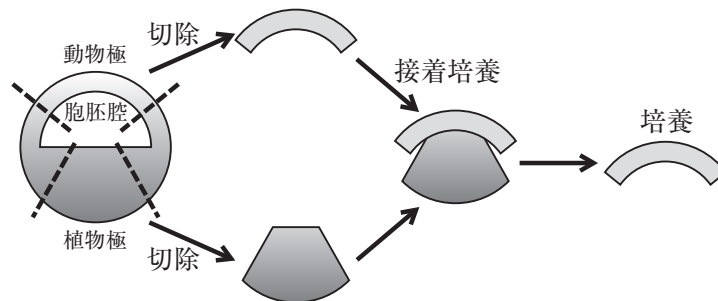


図 1

(ウ) 下線部 f)に関して、高濃度領域が分化する組織で適切なものを1つ選び、その番号を答えよ。

- ① 側板 ② 体節 ③ 神経板 ④ 原口背唇

(問 4) 下線部 d)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

動物の初期発生の間、一連の細胞分裂である卵割が起こる。卵割により、1 と呼ばれる娘細胞が生じる。そして、原腸形成期以降、胚では細胞分化が起こる。分化により、成体の細胞は 2 組織、3 組織、筋組織、神経組織のいずれかに属するようになる。

(ア) 文中の 1 ～ 3 に最も適切な語を入れよ。

(イ) 下線部 g)に関して、次の文中の 4 ～ 6 に入る語句の組み合わせとして最も適切なものを、以下の①～⑧から選べ。

ウニやカエルの卵割では、第二卵割までは 4 が起こる。卵割時の細胞周期は 5 ，卵割する度に娘細胞の大きさは 6 。

	4	5	6
①	経割	長く	大きくなる
②	経割	長く	小さくなる
③	経割	短く	大きくなる
④	経割	短く	小さくなる
⑤	緯割	長く	大きくなる
⑥	緯割	長く	小さくなる
⑦	緯割	短く	大きくなる
⑧	緯割	短く	小さくなる

(ウ) 下線部 h)の胚では、胚の表面からどのような組織や器官がつくられるのか調べることができる。その方法を60字以内で答えよ。

(エ) 以下の①～⑥のうち、下線部 i)に関する記述として誤ったものを3つ選んで番号で答えよ。また、選んだ記述の中にある誤りの語を指摘して、正しい語に書き換えよ。

- ① 骨格筋の筋繊維の収縮時、サルコメア中の暗帯の幅が狭くなる。
- ② 骨格筋は、筋芽細胞が融合して多核になった円柱状の細胞から構成される。
- ③ 骨格筋の収縮は、運動神経によって支配されている。運動神経の神経終末からグルカゴンが放出され、運動神経の終末に達した興奮を筋繊維に伝える。
- ④ 骨格筋は、副腎の皮質から分泌される糖質コルチコイドにより活動が促進され、発熱する。
- ⑤ 平滑筋は、単核の紡錘形の細胞が互いに密着している。
- ⑥ 内臓の平滑筋や心筋は、末梢神経系のうち、体性神経系によってその活動が調節される。

3 下記の(問1)～(問3)に答えよ。

(問1) 次の文章を読み、以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

新生代という時代は、恐竜などの陸上動物やアンモナイト類、海生ハ虫類などの海洋動物の大量絶滅によって幕を開けた。この大量絶滅は巨大な [1] により引き起こされたとする説が有力である。新生代は地球環境が大きく変化した時代であり、中生代に比べると寒冷化・乾燥化がより進んだ時代である。こうした環境変化の中、爆発的な多様化をとげたのが哺乳類である。哺乳類は中生代の三畳紀には現れていたが、恐竜などが優位を占める世界において勢力を広げていくチャンスはなかった。新生代に入るとさまざまな系統の哺乳類が登場し、陸上において大繁栄をおさめた。一方、 [2] のように生息地を海に求めるような生物も生まれた。 [2] は、偶蹄目に含まれており、カバのような陸上動物から進化したと考えられている。多様化を始めた哺乳類の中に、 [3] 類の祖先がいた。それは、現生の半樹上性動物、ツパイに似ていたと考えられている。^{a)}ヒト(ホモ・サピエンス)もこの [3] 類の一員であり、約20万年前に起源した。一方、植物の世界では新生代に入ると、裸子植物やシダ植物の衰退が進んだ。その代わりに、いわゆる花をもつ^{c)}被子植物が多様化し繁栄するようになった。被子植物は、 [4] がつくられることで胚珠が乾燥から守られること、^{d)}コケ植物やシダ植物とは異なって受精に [5] が不要なことなど、乾燥化が進んだ時代において有利な特徴を持っている。

(ア) 文中の [1] ～ [5] に最も適切な語を入れよ。

(イ) 下線部 a) に関して、以下の①～⑤のうち、哺乳類に関する記述内容として適切なものを過不足なくすべて選び、その番号を答えよ。

- ① 哺乳類が属する脊索動物は、三胚葉動物の中の旧口動物に含まれる。
- ② 哺乳類を含め、鳥類・ハ虫類・両生類は、羊膜をもち、羊膜類と呼ばれる。
- ③ 哺乳類のほとんどは、皮膚が毛で覆われており、体温を保つことができる。
- ④ すべての哺乳類は胎生であり、子は母の体内で胎盤を通して栄養分を受け取って成長する。
- ⑤ 哺乳類の一群である有袋類は育児のうをもち、特にオーストラリアで多様化している。

(ウ) 下線部 b) に関して、次の文中の 6 ~ 8 に最も適する語を①~⑩から選び、番号で答えよ。

ヒト属(ホモ属)は、約 200 万年前の 6 で出現したと考えられている。その中の 1 種ホモ・エレクトスはアジアへも分布を広げ、ジャワ原人や北京原人となった。原人の体は猿人と比較して、腕が短く、足が 7 なり、現生のヒトに近くなっている。またその当時、気候の乾燥化にともなって、サバンナのような草原環境が広がった。原人はそのような環境に適応し、完全な直立二足歩行をしていたと推定されている。約 60 万年前になると、脳の容積がより大きい 8 が出現した。その中でヨーロッパなどに分布していた集団は、ネアンデルタール人と呼ばれている。その後、現生のヒトが出現し、世界中に分布を広げたと考えられている。

- ① オーストラリア ② 長く ③ アフリカ ④ 新人
- ⑤ 南アメリカ ⑥ アジア ⑦ 短く ⑧ 旧人
- ⑨ アウストラロピテクス ⑩ 類人猿

(エ) 下線部 c) に関して、なぜ被子植物が多様化したのか、「共進化」という言葉を用いて、100 文字以内で説明せよ。

(オ) 下線部 d) に関して、次の図 1 の A と B は、コケ植物とシダ植物の生活環のいずれかを示したものである。各円グラフの割合は、配偶体世代と孢子体世代の時間配分を模式的に表したものである。ただし、時間配分は生活環における優先度に比例するものとする。シダ植物の前葉体は、図 1 のア~エのどこで現れるか、記号で答えよ。

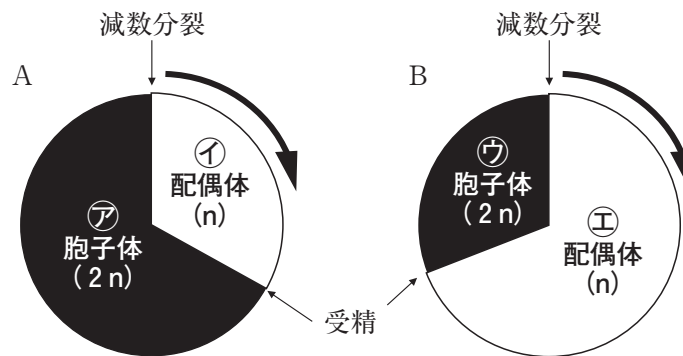


図 1

(問 2) 次の文章を読み、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

生態系のなかの栄養は [1] によって徐々に上位の栄養段階へと上がっていく。生物は生存のために多くのエネルギーを熱として放出するので、生態系の栄養段階を下から上へと積み上げると、上位の栄養段階ほど生産量や生物量、個体数が小さいピラミッド型となる。

最下位の栄養段階を構成する独立栄養生物は [2] と呼ばれる。植物は陸上における主要な [2] である。海中ではおもに光合成を行う原生生物やシアノバクテリアが [2] であり、まとめて光合成プランクトンとよばれる。熱水噴出孔の周辺に生息する群集などでは、硫黄細菌や鉄細菌などの [3] が [2] となる。

消費者の一部は、すべての栄養段階において発生する生物遺体からエネルギーを得る腐食者である。スカベンジャーともよばれる腐食者は、動植物の生物遺体を摂食するミミズや昆虫、ハゲワシなどを含む多様な動物である。一方、原核生物、[4]、原生生物から構成される [5] は動物の遺体や排泄物、植物の落ち葉などの有機物の分子を消化し、それらが無機物にする。土壌、湖や海の底の泥に生息する膨大な数の微小な [5] が生産する無機化合物は、植物や光合成プランクトンに吸収されることによって、生態系に戻される。

(ア) 文中の [1] ~ [5] に適切な語を入れよ。

(イ) 下線部 e) に関して、海中では生物量ピラミッドがしばしば逆転することがある。その理由は何か。50字以内で答えよ。

(ウ) 下線部 f) に関して、以下の①~④の記述が正しいか間違っているか、○か×で答えよ。

- ① 熱帯の外洋は暖かくて日差しも強いので、高緯度の外洋よりも植物プランクトンによる生産量が大きい。
- ② 窒素やリンの増加による富栄養化は赤潮を引き起こすことがある。赤潮が赤く見えるのは、植物プランクトンよりも動物プランクトンの方が急激に増加するためである。
- ③ 沿岸域では陸から供給される栄養塩類が豊富なので、外洋域よりも単位面積当たりの生産量のはるかに高い。しかし面積が小さいので、地球全体での生産量は外洋域よりも沿岸域の方が小さい。
- ④ 最古の光合成生物化石として知られるシアノバクテリアは古細菌である。

(エ) 下線部 g) に該当する化合物名を2つ答えよ。

(問 3) 次の文章を読み、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

クジャクの雄は、雌に比べて大きく派手な飾り羽根をもつ。そのような羽根は、生存には不利であるが、雌がより大きく派手な飾り羽根をもつ雄を配偶相手として選ぶことから進化したと考えられている。雌雄の関係に加えて、同じ個体群^{h)}に属する個体間関係として縄張りⁱ⁾がある。また、生物間関係は、種間でも生じる^{j)}。

(ア) クジャクの雄の大きく派手な飾り羽根が適応進化するために必要なこととして、最も適切なものを以下から1つ選び番号で答えよ。

- ① 集団内の雄の個体間で、飾り羽根の大きさや派手さに変異がない。
- ② 集団内の雄の個体間で、飾り羽根の大きさや派手さに遺伝する変異がある。
- ③ 集団内の雄の個体間で、飾り羽根の大きさや派手さに遺伝しない変異がある。
- ④ 集団間で雄の飾り羽根の大きさや派手さに変異がない。
- ⑤ 集団間で雄の飾り羽根の大きさや派手さに遺伝する変異がある。
- ⑥ 集団間で雄の飾り羽根の大きさや派手さに遺伝しない変異がある。

(イ) 下線部 h) に関して、以下の文中の ~ に最も適切なものを①~⑨から選び、番号で答えよ。

個体群密度の変化が、個体の形態、生理、行動などに著しい変化を及ぼすことがあり、トノサマバットの相変異はその例である。トノサマバットでの孤独相から群生相への移行では、まず何らかの環境の変化により、個体群密度が高くなり、その影響から の に変化が生じる。その結果として成虫の前翅が体長に対して , 移動能力が なるなどの変化が生じる。

- ① 幼虫 ② さなぎ ③ 成虫 ④ 高く
- ⑤ 低く ⑥ 内分泌活動 ⑦ 外分泌活動 ⑧ 長く
- ⑨ 短く

- (ウ) 下線部 i) に関して、動物における縄張りの大きさ、縄張りから得られる利益および縄張りを維持するための労力の関係は図 2 のようになる。ここで、個体群密度の高い場合と低い場合の労力を考えると、高い場合に相当するのは A と B のどちらか、記号で答えよ。

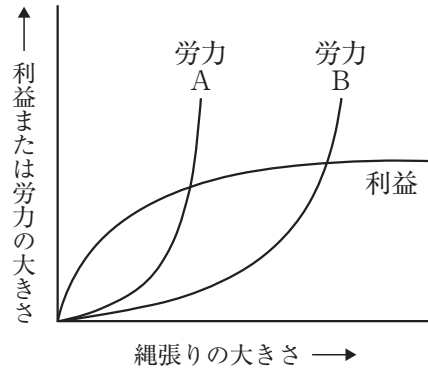


図 2

- (エ) 下線部 j) に関して、魚類 A 種と魚類 B 種が同じ川に生息する場合、水温 13℃ の地点を境に、上流に A 種、下流に B 種が分布するとする。これが種間の相互作用による生活空間のすみわけであることを証明するデータとして、最も適切なものを以下から 1 つ選び番号で答えよ。

- ① それぞれ単独で分布する川では、A 種は水温 14℃ 地点より上流に分布し、B 種は水温 12℃ 地点より下流に分布している。
- ② それぞれ単独で分布する川では、A 種は水温 12℃ 地点から上流に分布し、B 種は水温 13℃ 地点より下流に分布している。
- ③ それぞれ単独で分布する川では、A 種は水温 13℃ 地点から上流に分布し、B 種は水温 14℃ 地点より下流に分布している。
- ④ それぞれ単独で分布する川では、A 種は水温 12℃ 地点から上流に分布し、B 種は水温 14℃ 地点より下流に分布している。

地 学

1 地球表層における水の循環とそれに伴う地球科学的現象に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球表層では、水が循環することにより様々な地球科学的現象が起こっている。海洋から蒸発した水蒸気は、その約 % は、海域で降水となって直接海洋に戻るが、それ以外は大気により陸域に運ばれ、雨や雪となって地表に降る。蒸発散により再び大気に戻る水もあるが、陸域に降った水の約 % は表流水として海洋に戻る。

陸域の地表に降った水は、地表の岩石や鉱物と反応し、 的風化によりこれらを分解する。また流水は侵食により砕せつ物を生成し、運搬していく。この砕せつ物は、最終的に海底や湖底に地層として堆積する。これらの地層中には、堆積した場所に生息していた生物の遺骸が、しばしば化石として保存される。堆積物の上には、順次、運搬されてくる砕せつ物が地層として重なり、その結果、荷重を受けたり、粒子の間に新たな鉱物が晶出したりして、固結した堆積岩となる。

このように水は、地球表層の様々な地球科学的現象の要因となっており、さらに長い地球の歴史の間には、私たちに風化により などの金属資源や地層中の石油・石炭などのエネルギー資源のような自然の恵みを与えている。その一方、水は や洪水などの自然災害の大きな要因ともなっている。

(問 1) 空欄 ～ に入る適当な数値または語を下から選べ。

10 35 65 90 物理 化学 生物 地学
黒鉱 ボーキサイト 土石流 深層流

(問 2) 下線部 a) に関連して、地層中には堆積時の水流などを反映した堆積構造をしばしば観察することができる。

- 1) 水流による堆積構造の名称を1つ挙げよ。
- 2) その堆積構造の簡単なスケッチを描け。
- 3) その堆積構造からわかる堆積時の情報を記せ。

(問 3) 下線部 **b**)に関連して，生物はそれぞれに適した環境に生息している。したがって，ある特定の環境に生息する生物の化石は，地層の堆積環境を推定するのに有効である。

- 1) 地層の堆積環境を推定するのに有効な化石を何というか。
- 2) このような化石として有効な生物名を1つ挙げよ。
- 3) その生物の化石からわかる生息時の環境を記せ。

(問 4) 下線部 **c**)のような作用を何というか答えよ。

(問 5) 下線部 **d**)に関連して，現在知られている石油の半分以上は中生代の地層に含まれている。なぜ中生代の地層中に石油が多いのか，その理由について100字程度で説明せよ。

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

図1は、日本列島周辺における活火山の分布状況を示している。プレートの **ア** に相当する日本列島は、活火山も多く噴火活動がしばしば発生している。活火山は、過去およそ **イ** 年以内に噴火した火山、および現在活発な **ウ** 活動のある火山を指している。日本国内には約 **エ** 個の火山が活火山として認定されている。これらの火山活動は、**A** プレートや **B** プレートの沈み込みによってもたらされている。

火山の分布は、決してランダムではなく、海溝やトラフと平行に配列することが知られている。特に、図1の点線で示された、火山の配列が開始する箇所は、**C** とよばれており、沈み込んだプレートの上面深度が概ね100 kmに達した位置に相当する。

沈み込んだプレートは、高温・高圧下におかれると、上部を覆っているマントルに、それまでプレートが保持していた **オ** を放出する。これによって、マントルを構成する **カ** の **キ** 温度が下がりマグマが生産される。生産されたマグマは、マントルや地殻内で様々なプロセスを伴いながら上昇し、マグマだまりを構築する。マグマだまりからさらに上昇し、最終的には噴火という形で我々の前にマグマは姿を現す。^{a)} 火山噴火では、溶岩のほかに火山ガスや火山砕せつ物が火山噴出物に含まれ、それらの噴火様式におうじて火山体の形態的特徴も異なる。

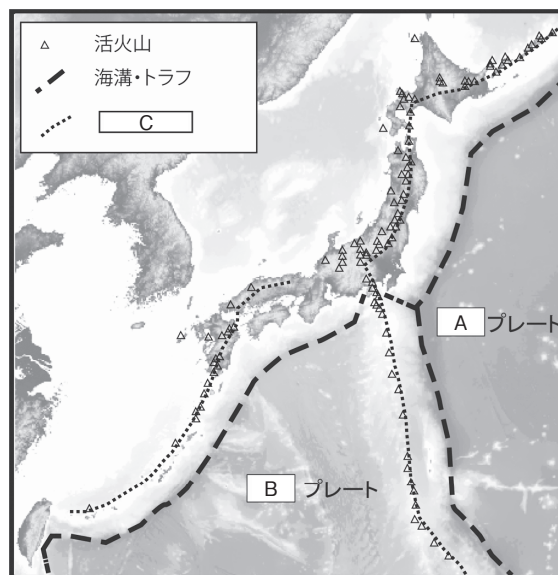


図1 日本列島における活火山

(問 1) 以下の問いに答えよ。

1) 本文中の ～ に最も当てはまる語または数値を次の語群から選べ。

(語群) 水 結晶 マグマ 圧力 1000 100 10 沈降 噴気 地震
沸騰 融解 凝固 1万 10万 100万 発散境界 収束境界
トランスフォーム断層 カンラン岩 ハンレイ岩 砂岩 花コウ岩

2) 本文および図中の ～ に当てはまる語を解答用紙に記入せよ。

(問 2) 以下の問いに答えよ。

1) 高温の火山ガスと火山砕せつ物が入り混じって、高速で地表を流動する現象を何とよぶか。

2) 下線部 a) のマグマだまりから地表に向けてマグマを上昇させる機構を、「火山ガス」, 「減圧」, 「発泡」の 3 語を用い 100 字程度で説明せよ。

(問 3) 図 2 は、代表的な火山地形を模式的に A～D として示してある。

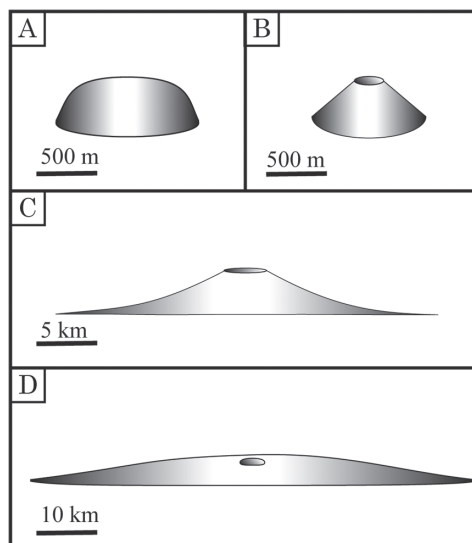


図 2 火山が作る様々な地形

<>内の各要素について、それぞれ最も適当な語を 1 つ選んで、その数字を解答用紙の表に記入せよ。

(なお、<火山のでき方>は、語群の番号を繰り返し用いてよい。)

要素	語群			
<地形>	1 楕状火山	2 成層火山	3 溶岩ドーム	4 火砕丘
<噴出物>	1 粘性の低い溶岩流を主体	2 粘性の高い溶岩流を主体	3 火山砕せつ物と溶岩流	4 火山砕せつ物
<火山のでき方>	1 単成火山	2 複成火山		
<主な例>	1 マウナロア・キラウエア	2 富士山・桜島	3 大室山・阿蘇米塚	4 昭和新山・樽前山

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

私たちの住む地球では、地球温暖化や海洋汚染など、地球規模での様々な環境問題が生じている。地球で起こっている環境変化の実態や原因を究明するため、大気や海洋の組成が、時間とともにどう変化しているか、^{a)}様々な観測や分析を基に調べることが重要となる。^{b)}また、地圏、水圏、気圏など、異なる圏をまたいだ物質の循環をひも解く必要がある。日夜、このような観点から研究が続けられている。

(問 1) 下線部 a) に関し、次の表 1 と表 2 に示した、現在の地球の大気と海洋の組成について、以下の問いに答えよ。

気体	体積 %
窒素	イ
酸素	ウ
ア	0.93
二酸化炭素	0.04

表 1 地表付近の主な大気の組成

塩類	質量 %
塩化ナトリウム	77.9
エ	9.6
硫酸マグネシウム	6.1
オ	4.0

表 2 海水に含まれる主な塩類の組成

1) 表 1 および表 2 の中の空欄 **ア** ~ **オ** に入る語もしくは数字として、最も適切なものを、下から選べ。

塩化マグネシウム 硫酸カルシウム フロン 21 29 31
 炭酸マグネシウム 炭酸カルシウム アルゴン 69 70 78

2) 大気の組成は、地球の誕生から数億年間は、現在のものと大きく異なる。原始大気の主成分は何と考えられているか、代表的な気体を 2 つ答えよ。

3) 大気中の二酸化炭素は、海洋との相互作用により、大気から取り除かれる。どのような過程で取り除かれるか、代表的な例を 2 つ答えよ。

(問 2) 下線部 b) に関し、次の図 3 に示した、過去 10 年間の大気中二酸化炭素濃度の時間変化について、以下の問いに答えよ。

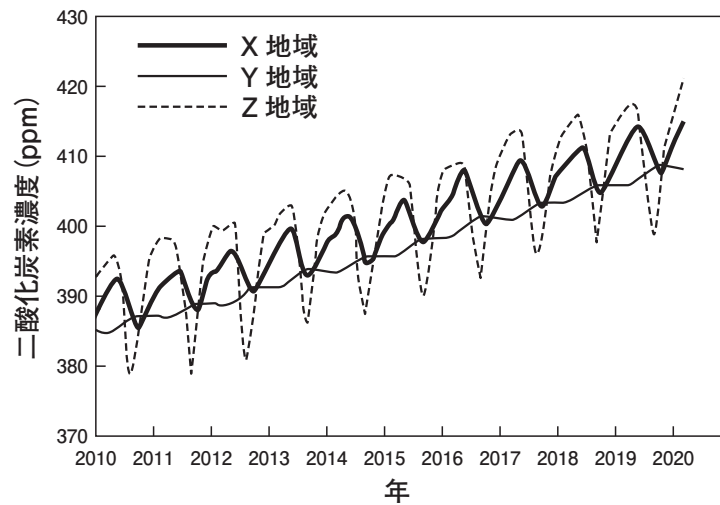


図 3 地球上の 3 つの異なる地域で観測された大気中二酸化炭素濃度の時間変化

- 1) 近年の大気中二酸化炭素濃度上昇の原因として、どのような人為的要因が寄与していると考えられているか、重要だと考えられる 2 点について簡潔に答えよ。
- 2) X, Y, Z の地域として最も適切な組み合わせを、下の A ~ D の記号から 1 つ選べ。
 - A X : ハワイ島, Y : アラスカ, Z : ブラジル
 - B X : ブラジル, Y : アラスカ, Z : 南極
 - C X : ハワイ島, Y : 南極, Z : アラスカ
 - D X : ブラジル, Y : 南極, Z : ハワイ島
- 3) Z 地域で得られたデータには明瞭な周期変動が認められる。どのような周期か、簡潔に答えよ。また、なぜそのような周期変動が生じるか、その理由を 50 字程度で答えよ。

4 惑星上の生命と火星探査に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生命の誕生には **ア** の水が必要であると考えられている。大気を持つ地球型惑星があったとき、その表面に **ア** の水が存在できる条件となる、中心星から適度な距離の領域を **イ** と呼ぶ。地球は太陽系の **イ** に存在する。地球のすぐ外側の惑星である火星が **イ** にあるか否かは、地球に存在する生命の普遍性を理解するためにも重要である。

現在の火星表面には、**ア** の水の存在は知られていない。火星に生命が存在するか、あるいは、かつて存在していたかを知ることを目的に、火星には多数の探査機が送られている。地球から火星に向かう探査機は、図4の点Aと点Cに示す地球と火星が特定の位置関係となったときに地球を出発すると最も効率的に火星に到着することができる。地球を出発した火星探査機は、人工惑星として太陽を **ウ** とする楕円軌道を半周した後に火星に到着する。そのため、地球出発から火星到着までの所要時間は、探査機が太陽を公転する周期の半分となる。また、地球を出発することができる位置関係は、地球と火星の **エ** であるおよそ780日ごとに訪れる。

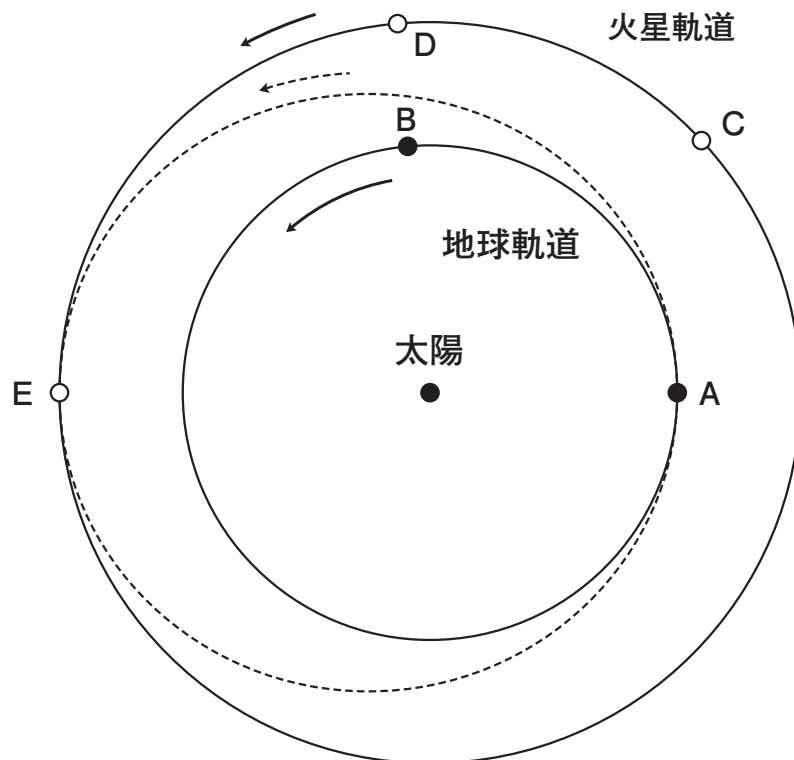
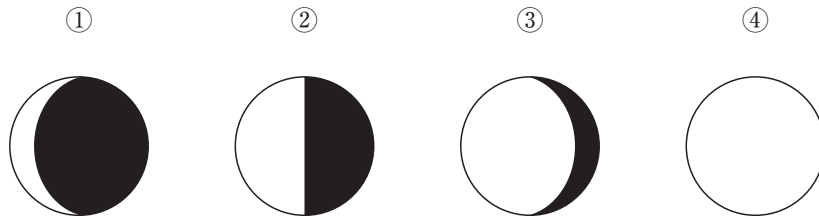


図4 地球の北極方向から見た、地球、火星、火星探査機軌道の模式図。地球と火星の軌道は円とする。探査機の軌道を破線で表す。

(問 1) 前ページの文章中の ア ~ エ に入る適切な語を答えよ。

(問 2) 下線部 a) に関連して、探査機が前ページ図 4 の点 A で地球を出発するとき、地球から見た火星の形に最も近いものを、次の選択肢から選んで番号で答えよ。



(問 3) 1) この探査機が火星に到着するまでの間に、地球が図 4 の点 B に到達したとき、点 D にある火星を追い抜く。このとき、地球から見た火星の位置関係を何というか。

2) 地球から見た、このときの天球上での火星の動きを 30 字程度で説明せよ。

(問 4) 1) 下線部 b) に関連して、火星の軌道を半径 1.50 天文単位とすると、この探査機の軌道長半径は何天文単位か。

2) 下線部 c) の、探査機が図 4 の点 A で地球を出発し、点 E で火星に到着するまでの日数を、計算経過を示して答えよ。

なお、計算に必要であれば次の数値を用いてよい。また、1 年は 365 日とする。

$$\sqrt{2} = 1.41, \quad \sqrt{3} = 1.73, \quad \sqrt{5} = 2.24, \quad \sqrt{10} = 3.16$$