

令和3年度入学試験問題（前期日程）

理 科

物	理	1
化	学	8
生	物	15
地	学	25

注意事項

1. 解答は、すべて別紙解答紙の指定の箇所に記入すること。
2. 解答紙には、必ず受験番号を記入すること。

令和3年度前期日程入学試験問題

問題訂正

◎科目名 理科（化学）

14ページ〔5〕本文10行目

(誤)・・・有用である

(正)・・・有用である。。

令和3年度前期日程入学試験問題

問題訂正および補足説明

◎科目名 理科（地学）

【問題訂正】

28ページ〔4〕本文2行目 下線部を削除

(誤)・・・地球上の大陸が1か所に集まり,・・・

(正)・・・地球上の大陸が集まり,・・・

【補足説明】

26ページ〔2〕(問4) 問題文の後に追加

石質隕石の分類を行うならば大きく2つに分けてもよい。
その場合は分類上の位置づけも適切になるよう考える
こと。

物 理

〔1〕 球面半径 R [m] の片平凸レンズを平面ガラス板の上ののせて、平面ガラス板の真上から垂直に波長 λ [m] の単色光を照射すると [図 1 (a)], 片平凸レンズと平面ガラス板との接点 P を中心とする同心円状の明暗縞が見えた。接点 P から x [m] 離れた点 A での空気層の厚さを d [m] とする。次の各問いに、導出過程や理由を説明して解答せよ。但し、 $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ としてもとめよ。空気の屈折率 $n_0 \approx 1$, 片平凸レンズと平面ガラス板は同じ屈折率とする。

(問 1) 図 1 (a) に示すように、平面ガラス板に垂直に真上から観察する。

(ア) $x^2 = 2Rd$ が近似的に成立することを、図 1 (b) を参照して証明せよ。

但し、 R に比べて d は極めて小さいので、 d^2 は無視する。

(イ) 同心円状の明暗縞の暗環の条件式と明環の条件式を x, R, λ, m を用いてもとめよ。

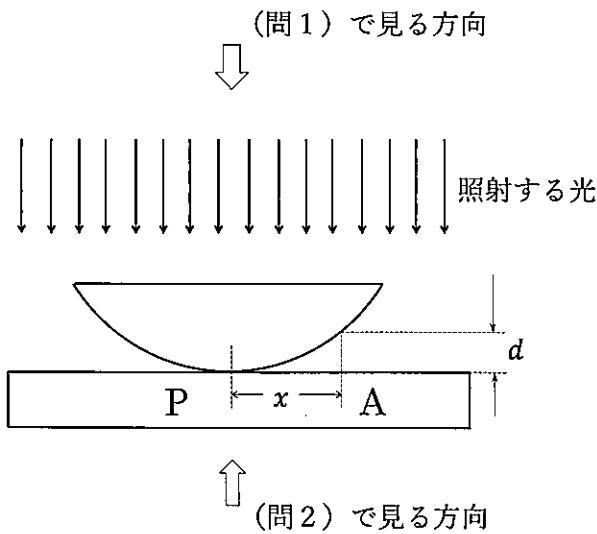


図 1 (a)

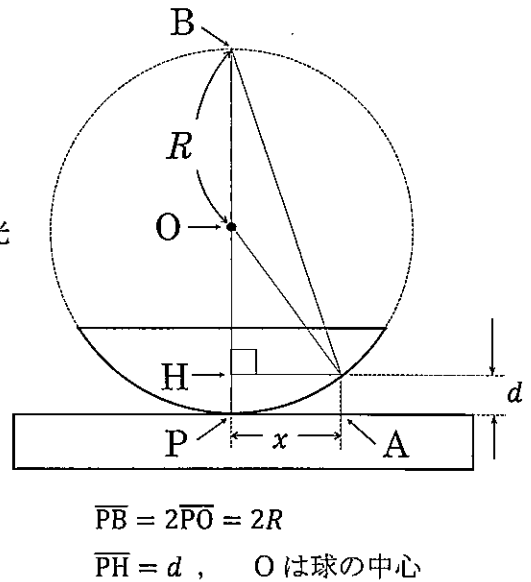


図 1 (b)

(ウ) 片平凸レンズと平板ガラス板の間を屈折率 n_1 ($n_1 > 1$) の液体で満たした。このとき、 m 番目の暗環の半径は、空気の場合と比べて何倍になるかもとめよ。但し、液体は透明で、液体の屈折率は片平凸レンズおよび平板ガラス板の屈折率よりも小さいとする。

(問2) 片平凸レンズと平面ガラス板の間を空気にして、平面ガラス板の真上から垂直に波長 λ [m] の単色光を照射する。図 1 (a) のように平面ガラス板に垂直に真下から観察した。同心円状の明暗縞の暗環と明環の条件式を示して説明せよ。

[2] 天井の点 O に長さ L [m] の糸の一端を固定し、他端に質量 m [kg]

の小球をつるして糸がたるまないように糸が鉛直方向となす角度 θ [°] まで小球を持ち上げてしずかに手を放した。次の各問いに導出過程や理由を説明して解答せよ。但し、糸の質量は無視できるものとし、重力加速度を g [m/s²] とする。

(問 1) 図 2 (a) に示す最下点 C の真上の距離 r [m] の点 D に、太さが無視できてなめらかなクギを固定した。 $\theta = 90^\circ$ まで糸がたるまないように小球を持ち上げて、しずかに手を放した。最上点 A から点 B を経由して最下点 C に小球が移動した。但し、最下点 C の位置を基準水平面とする。

(ア) 図 2 (a) に示す $\angle BOC$ の角度を θ_1 [°] とし、小球が B を通過する瞬間の糸の張力の大きさをもとめよ。

(イ) 小球が A から B に進む間に、糸の張力のする仕事をもとめよ。

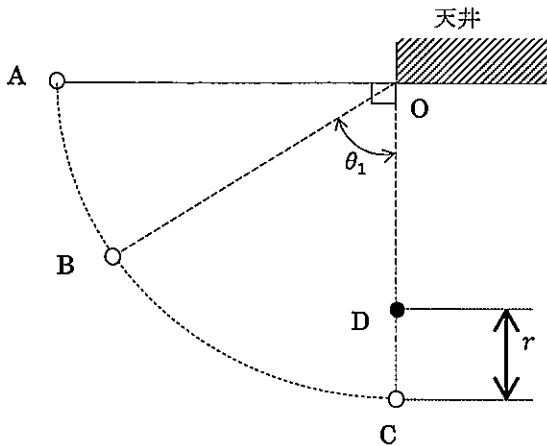


図 2 (a)

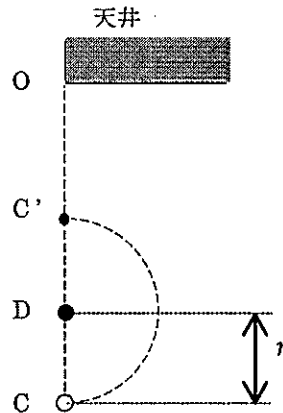


図 2 (b)

(ウ) 糸が点 D のクギに触れる直前と直後における糸の張力をそれぞれもつめよ。

(エ) 図 2 (b) に示すように、糸がたるまないで小球が点 D を中心として円運動し、点 C' に達するための r の条件をもつめよ。但し、O、C'、D、C の各点は同一直線状にある。

(問 2) 次に、問 1 で示した点 D の位置にクギがない状態で、小球を $\theta = 60^\circ$ まで糸がゆるまないように持ち上げて静かに手を放した。図 2 (c) に示すように、小球が最下点 C に達した瞬間、カミソリの刃で糸が切れて小球が糸から離れた。点 C から床までの距離を $2L$ とする。水平でなめらかな床と小球が 1 度衝突して 2 度目に床に衝突する地点は、点 O と点 C の真下の点 E からどれだけ離れているかもつめよ。但し、小球と床とのはね返り (反発) 係数を 0.5 とする。必要であれば、表 1 の値を用いよ。

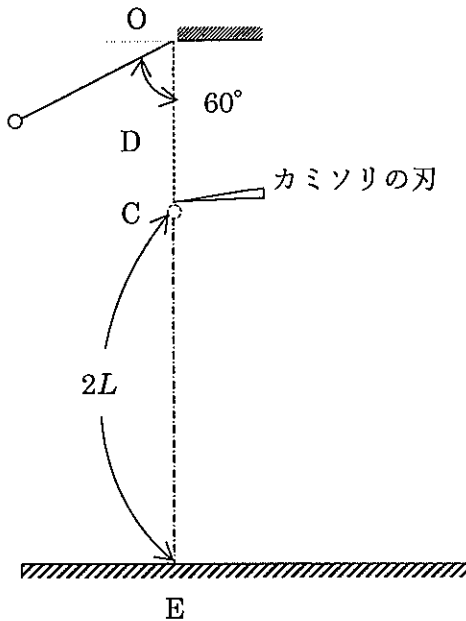


図 2 (c)

表 1

角度	正弦	余弦	正接	
°	rad	sin	cos	tan
0	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000
10	0.1745	0.1736	0.9848	0.1763
20	0.3491	0.3420	0.9397	0.3640
30	0.5236	0.5000	0.8660	0.5774
40	0.6981	0.6428	0.7660	0.8391
45	0.7854	0.7071	0.7071	1.0000
50	0.8727	0.7660	0.6428	1.1918
60	1.0472	0.8660	0.5000	1.7321
70	1.2217	0.9397	0.3420	2.7475
80	1.3963	0.9848	0.1736	5.6713
90	1.5708	1.0000	0.0000	—

[3] 電池のつくり出す電位差が電池の起電力 E [V] であるが、電流 I [A]

が流れると、電池の両端の端子電圧 V [V] は E より小さくなる。これは電池の内部に抵抗（内部抵抗 r [Ω]) があると考えると理解できる。次の各問いに導出過程や理由を説明して解答せよ。

(問 1) 電池 D_e 、可変抵抗器 K_a 、電圧計と電流計を図 3 (a) のように接続してスイッチ S を入れ、可変抵抗器 K_a で抵抗の値 R [Ω] を変えながら、測定した。結果を表 2 に示す。

(ア) 横軸に電流計の値 I 、縦軸に電圧計の値 V の関係のグラフを作成し、電圧－電流の関係式をもとめよ。グラフは解答紙に記載すること。

(イ) 作成した表および式より、電池の起電力および内部抵抗をもとめよ。

(ウ) 図 3 (a) の回路における可変抵抗器 K_a での消費電力 P [W] が最大になるときの R の条件と P の大きさを、電池の起電力 E と内部抵抗 r を用いてもとめよ。

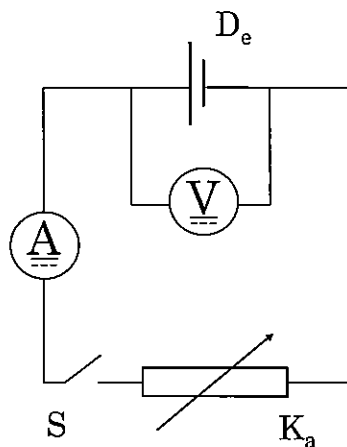


図 3 (a)

表 2

電流値 [A]	電圧値 [V]
0.20	1.50
0.30	1.45
0.40	1.40
0.50	1.35
0.60	1.30
0.70	1.25
0.80	1.20
0.90	1.15

(問 2) 電源 E_0 [V], 保護抵抗 R_0 [Ω], 長さ l [m] で抵抗 R_1 [Ω] の一様な抵抗線 ab , 検流計 G , 探針 Pr , スイッチ S および 2 つの電池からなる回路を図 3 (b) に示す。次の操作の実験をおこなった。

- ① 起電力の分かっている標準電池 E_s [V] 側にスイッチを入れる。探針 Pr を ab 上で動かして、 G に電流の流れない位置 c を探す。このときの ac の長さを l_s [m] とする。
- ② 起電力が未知である電池 E_x [V] 側にスイッチを入れる。探針 Pr を ab 上で動かして、 G に電流の流れない位置 d を探す。このときの ad の長さを l_x [m] とする。

この回路で E_x の起電力が測定できる理由を説明したうえで、 $E_x/E_s = l_x/l_s$ の関係が成立することを証明せよ。

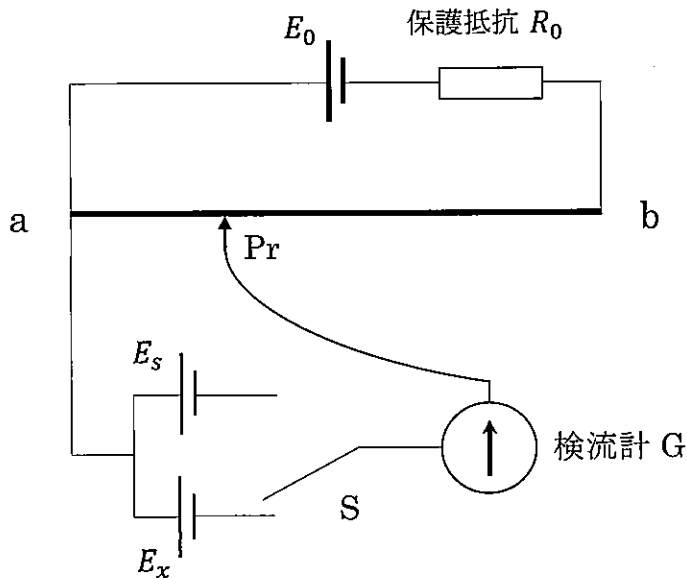


図 3 (b)

[4] 次の各問いに導出過程や理由を説明して解答せよ。但し、光の速さ

$c = 3.0 \times 10^8$ m/s, プランク定数 $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J·s, 1 電子ボルト
1 eV = 1.6×10^{-19} Jとする。

(問 1) 表 3 は 3 種類の金属の仕事関数の値を示している。これらの金属に振動数 7.5×10^{14} Hzの光を照射すると、金属から光電子は飛び出るか、否か、A, B, Cの各金属で答えよ。また、光電子が飛び出る場合、光電子の運動エネルギーの最大値 [eV] をもとめよ。

(問 2) 前問において、光電子を放出しなかった金属で、光電子が放出されるのに必要な光の振動数および波長の条件をもとめよ。これらの値から、この光は赤外線, 可視光線, 紫外線のどの領域の光に相当するか答えよ。

表 3

金属の種類	仕事関数[eV]
A	1.9
B	2.5
C	4.6

化 学

必要があれば次の値を用いよ。

原子量 : H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Ca = 40.1, Cu = 63.5

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4$ C/mol, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K),

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ /mol

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$, $\sqrt{11} = 3.32$

$\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 5 = 0.699$, $\log_{10} 7 = 0.845$, $\log_{10} 11 = 1.04$

$\sqrt{2.7} = 1.64$, $\sqrt{27} = 5.20$, $\log_{10} 2.7 = 0.431$, $\log_{10} 27 = 1.43$, $\log_{10} 41 = 1.61$

[1] 次に示す 7 種類の原子について、以下の問 1 ~ 問 6 に答えよ。ただし、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta, \eta$ は元素記号を表すものとする。

① ${}^2_1\alpha$ ② ${}^4_2\beta$ ③ ${}^6_3\gamma$ ④ ${}^7_4\delta$ ⑤ ${}^{12}_6\varepsilon$ ⑥ ${}^{14}_7\zeta$ ⑦ ${}^{15}_7\eta$

(問 1) 7 種類の原子について、同位体の関係にある原子同士の組を、下の解答例にならい、番号で答えよ。複数ある場合はそのすべてを記せ。

解答例 : ①と② , ③と④

(問 2) 7 種類の原子について、中性子の数が等しい関係にある原子同士の組を、下の解答例にならい、番号で答えよ。複数ある場合はそのすべてを記せ。

解答例 : ①と② , ③と④

- (問3) 7種類の原子について、原子に含まれる陽子の数と中性子の数が等しい原子をすべて番号で答えよ。ひとつも無い場合は「0」と記せ。
- (問4) 7種類の原子のうち、その原子のみからなる単体が、標準状態 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$, 273 K) において気体であるものをすべて番号で答えよ。ひとつも無い場合は「0」と記せ。
- (問5) 7種類の原子のうち、 2.0×10^{22} 個集めると、 0.50 g の質量を示す原子はどれか、番号で答えよ。ただし、各原子の相対質量は、質量数と一致するとする。
- (問6) ハーバー・ボッシュ法により作られる化合物は、標準状態で刺激臭を持つ無色の気体であり、水に溶かすと弱塩基性を示す水溶液を与える。7種類の原子のうち、この化合物に含まれると考えられる原子をすべて番号で答えよ。ひとつも無い場合は「0」と記せ。

〔2〕 以下の問1～問6に答えよ。熱化学方程式中の化学式は、C(黒鉛)、O₂(気)、H₂O(液)のように状態や同素体名をつけて記すこと。

- (問1) 水の蒸発熱が44 kJ/molであることを表す熱化学方程式を示せ。
- (問2) 1.00 gの黒鉛を完全燃焼させると、32.8 kJの熱が発生する。黒鉛の燃焼熱を表す熱化学方程式を示せ。熱化学方程式中の熱量は小数第1位を四捨五入して求めた整数で記すこと。
- (問3) 圧力 1.01×10^5 Pa、温度25 °Cで49.0 Lの体積を占める気体の水素をすべて燃焼させると、液体の水が生じて572.0 kJの熱が発生する。液体の水の生成熱を表す熱化学方程式を示せ。熱化学方程式中の熱量は小数第1位を四捨五入して求めた整数で記すこと。
- (問4) エタンの燃焼熱を表す熱化学方程式を示せ。ただし、エタンの生成熱は84.0 kJ/molであるとする。熱化学方程式中の熱量は整数で記すこと。
- (問5) 圧力 1.01×10^5 Pa、温度25 °Cで24.5 Lの体積を占めるエタンとプロパンの混合気体がある。混合気体の質量は33.5 gである。この混合気体中のエタンとプロパンの物質量をそれぞれ求めて、有効数字2桁で答えよ。
- (問6) 問5の混合気体を完全燃焼させると、1726 kJの熱が発生した。プロパンの燃焼熱を表す熱化学方程式を示せ。熱化学方程式中の熱量は有効数字2桁で記すこと。

〔3〕 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

(ア) 塩化ナトリウムの飽和水溶液にアンモニアを十分に吸収させた後、二酸化炭素を吹き込むと、無色の化合物Aが沈殿した。 (イ) この化合物Aを270℃以上で焼くと、化合物Bが得られた。

(問1) 上記問題文の下線部(ア)と(イ)の反応を、それぞれ化学反応式で示せ。

(問2) 化合物AとBは何か。それぞれを化合物名で答えよ。

(問3) 化合物Aを希硫酸に加えるとどのような反応が起こるか。化学反応式で示せ。

(問4) 化合物Bの水溶液をゆっくりと濃縮すると、無色透明の結晶が得られた。この結晶内には一定の割合で水が存在していた。得られた結晶の化学式を示せ。

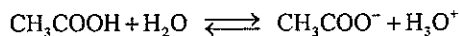
(問5) 上記(問4)の下線部に示した水のことを何というか、答えよ。

(問6) 上記(問4)の結晶を空气中に放置すると、結晶は内包する大部分の水を失い、ゆっくりと粉末状の固体へと変化した。この固体の化学式を示せ。

(問7) 上記(問6)で記したように、結晶が内包する水を自然に失う現象を何というか、答えよ。

[4] 次の文章を読み、問 1 ～問 7 に答えよ。

酢酸水溶液中で一部の酢酸分子は電離し、次のような平衡が成立している。



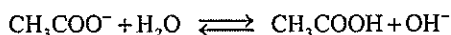
この電離平衡の平衡定数は

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{H}_2\text{O}]}$$

である。 H_3O^+ を H^+ と表記し、また、水のモル濃度を一定とみなして $K_a = K [\text{H}_2\text{O}]$ とすると、次式の酢酸の電離定数が得られる。

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

酢酸ナトリウムを水に溶かした水溶液中では、酢酸ナトリウムは、ほぼすべて酢酸イオンとナトリウムイオンに電離する。このような水溶液中に存在する酢酸イオンは、その一部が水と反応して水酸化物イオンを生じる。



このような反応を（ア）とよぶ。この平衡定数は

$$K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] [\text{H}_2\text{O}]}$$

である。上式において水のモル濃度を一定として $K_h = K [\text{H}_2\text{O}]$ とおくと次式が得られる。

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

この K_h は（ア）定数とよばれる。この定数 K_h は、酢酸の電離定数 K_a と水のイオン積 K_w を用いて

$$K_h = (\text{イ})$$

と表される。

酢酸の電離定数を $K_a = 2.70 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積を $K_w = 1.00 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ とする。

- (問 1) (ア) にあてはまる最も適切な語句を答えよ。
- (問 2) (イ) にあてはまる適切な式を答えよ。
- (問 3) 酢酸水溶液中での酢酸の電離度 α と水素イオン濃度 $[H^+]$ を, 酢酸の電離定数 K_a と酢酸のモル濃度 c_A で表す式を求めよ。電離度は 1 に比べて著しく小さいとして近似すること。
- (問 4) 7.20 g の酢酸を水に溶解してつくった 1.20 L の酢酸水溶液 (これを溶液 A とする) の pH を, 小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。
- (問 5) 酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ を, 水溶液の濃度 c_s , 酢酸の電離定数 K_a , 水のイオン積 K_w を用いて表す式を求めよ。
- (問 6) 濃度が 0.100 mol/L である酢酸ナトリウム水溶液の pH を, 小数第 2 位を四捨五入して, 小数第 1 位まで求めよ。
- (問 7) 0.900 L の溶液 A に, モル濃度が 0.300 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を加えてちょうど中和させた。この溶液の pH を, 小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで求めよ。ただし, これらの溶液の混合や中和による溶液の体積の変化は無視できるとする (混合して中和した溶液の体積は, 混合前の 2 つの溶液の体積の和に等しいとする)。

〔5〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ベンゼンをニトロ化して得られる A に と塩酸を作用させるとアニリンが得られる。ただ、この反応で生成したアニリンは塩酸塩として反応液に溶けているため、(あ)反応後に を加えてアニリンを遊離させる。生成したアニリンは、さらし粉水溶液を用いた呈色反応で 色になることで確認できる。

アニリンは様々な化合物へ変換できる。例えば、(い)アニリンに無水酢酸を作用させると B が生成する。一方、アニリンの希塩酸溶液を 0～5 °C に冷やしながら亜硝酸ナトリウムと反応させると、C の水溶液が得られる。この反応は と呼ばれ、芳香族アミンに特有の反応である。フェノールの水酸化ナトリウム水溶液に C の水溶液を加えて反応させた後、希塩酸で中和すると、橙赤色の D が得られる。この反応を といい、染料の合成法として有用である

(問1) 化合物 A～D の名称と構造式を書け。

(問2) 空欄 a, b に入る適切な物質名を書け。

(問3) 空欄ア～ウに入る適切な語句を書け。

(問4) 下線部(あ)の化学反応式を書け。

(問5) 下線部(い)の化学反応式を書け。

生 物

〔1〕 生物の特徴に関する次の文章を読み、問に答えなさい。

地球上には、⁽¹⁾ さまざまな環境があり、そこには多種多様な生物が生活している。これらの生物を比較すると、外形的な違いや、環境に応じた生活のしかたなどに多様性が見られる。また、生物には多様性がある一方で、それらがもつ⁽²⁾ 構造や働きには共通性も見られる。このように、生物の世界では、一見すると相反^{かいはん}しているように見える多様性と共通性が、なぜ共存しているのだろうか。このような共通性が見られるのは、それらの⁽³⁾ 共通した特徴の由来に関係しているからと考えられている。また、生物は、⁽⁴⁾ 同化や異化という代謝を行うことによって、生命活動を営んでいる点でも共通性が見られる。

(問1) 下線部(1)に関して、地球上には、私たちヒトにとっては過酷^{かこく}と思われる環境下に生息する生物も多数発見されている。そのような過酷な環境の例を、2つ答えなさい。

(問2) 下線部(2)に関して、表の空欄(ア)～(ソ)に、細胞壁の例にならって、構造体を有する場合は「+」を、有さない場合は「-」を記入しなさい。

細胞 構造体	原核細胞	真核細胞	
		動物	植物
DNA	(ア)	(イ)	(ウ)
細胞膜	(エ)	(オ)	(カ)
細胞壁	+	-	+
核	(キ)	(ク)	(ケ)
ミトコンドリア	(コ)	(サ)	(シ)
葉緑体	(ス)	(セ)	(ソ)

(問 3) 下線部 (2) に関して、(問 2) の表中の「細胞壁」については、ある「補足の説明」が必要である。次の『』内の文章を参考にして、必要な「補足の説明」の内容を推定しなさい。「補足の説明」の内容は30字以内で書きなさい。ただし、『』内のカタカナの言葉とカタカナを含む言葉は使わないこと。

『植物体の細胞膜の外側を取囲み、セルロース、ヘミセルロース、ペクチン質の多糖類およびリグニンを主成分とする丈夫な被膜^{ひまく}。エクステンシンなどのタンパク質も少量含まれている。(中略)動物細胞にはなく、植物細胞に特徴的な構造。藻類、菌類さらには細菌類にも存在する。細胞壁の組成は、これらの一部の種においてセルロースや β -1,3-グルカンなど共通の成分がみられるものの、藻類にはアルギン酸、ラミナラン、カラギナン、アガロース、菌類にはキチン、細菌にはペプチドグリカンが含まれる。』

(東京化学同人、生物学辞典、p496、2010の「細胞壁」の解説より引用・改変)

(問 4) 下線部 (3) に関して、魚類を除く脊椎動物(背骨をもつ動物)では、基本的には4本の手足(四肢)を持つという共通の特徴を備えている。その考えられる理由を推定し、25字以内で説明しなさい。

(問 5) 下線部 (3) に関して、生物における、ATP(アデノシン^{きん}三リン^{きん}酸)という物質の特徴を、50字以内で説明しなさい。ただし、ATPの字数は3とする。

(問 6) 下線部 (4) に関して、代謝、同化、異化をそれぞれ、15字以内、60字以内、40字以内で説明しなさい。ただし、同化と異化の説明では、それぞれ「代表例は、～である。」という表現で代表的な例をあげること。一方、代謝の説明には、同化及び異化という言葉は含まないこと。

〔2〕 遺伝子とその働きに関する次の文章を読み、問に答えなさい。

(1) 遺伝子の本体である (2) DNAの構造には、形質を決める遺伝情報が記録されている。このような遺伝情報をもつDNAは、(3) 細胞分裂に先立って複製され、細胞分裂によって生じる新しい細胞に均等に分配される。また、(4) その遺伝情報にもとづいてタンパク質が合成され、これによって生物の形質が現れることになる。

(問1) 下線部(1)に関して、ある生物AからDNAの抽出実験を行った。そこで、このDNAが遺伝子の本体であるかどうかを確かめる実験を行いたい。どのような実験を計画すればよいだろうか。「実験の仮説」、「実験計画(材料や方法)」、「期待される実験結果」、を簡潔に書きなさい。実験で使う生物は種を特定せず、「生物A」や「生物B」のような表現でよい。

(問2) 下線部(2)に関して、その構成単位であるヌクレオチド間の結合の特性から、DNAの一つの塩基対はその前の塩基対に対して、らせんの軸のまわりを角度として36度ほど回転した位置にある(回転の右左^{みぎひだり}はここでは考えなくてよい)。このことから、塩基対が20対からなる場合を例に、鎖状のDNAが二重の「らせん」構造をとる理由を示す説明文を書きなさい。

(問3) 下線部(3)に関して、体細胞分裂において、細胞あたりのDNA量の変化(相対値)を、図に実線(—)で書き込みなさい。

量 (相対値)	細胞あたりのDNA	4							
		2							
	0	G ₁ 期	S期	G ₂ 期	前期	中期	後期	終期	G ₁ 期

(問4) 下線部(4)に関して、真核生物よりも原核生物のほうが、翻訳の方法の効率が良いと言われている。その理由を推定しなさい。ただし、原核生物での転写と翻訳のしくみ全体を略図で示した上で、推定した理由を書くこと。

(問5) あなたは、高校生物の授業を担当している教師とします。ある日、勉強熱心で将来は生命科学の研究者として世界で活躍したいという夢をもっているA君が、あなたに相談に来ました。A君の相談内容は、『物質の事なので、化学の先生に相談しようかと思ったのですが、まず生物の先生へ相談に来ました。核酸を構成するヌクレオチドの糖部分の炭素についている番号の右側の「'」という記号の読み方で困っています。これまで、資料1と資料2から判断した読み方をしていたのですが、そのような読み方が資料3で疑問になりました。さらに大学などで使う資料4や資料5では全く違う読み方をしていることに気がつきました。核酸の5'末端^{きょつたん}や3'末端^{きょつたん}の「'」の読み方について、これらの根拠をどのように捉えれば良いのでしょうか?』というものです。A君の相談に、あなたならどのような「アドバイス」をしますか? この「アドバイス」の目的は、単に解答を与えるのではなく、生徒の探究する態度を支援する事にありますので注意して「アドバイス」の内容を書くこと。

資料1: ある高校生物の教科書の巻末の索引^{さくいん}を見ると、「5'末端」は、「こ」や「コ」の欄の、例えば「個体群密度」と「固定結合」の間に見出される。「3'末端」は、「さ」や「サ」の欄の、例えば「酸素ヘモグロビン」と「三点交雑」の間に見出される。

資料2: 広辞苑には「ダッシュ【dash】」の説明に、「①一気の力走。全力疾走。「スタート・ー」②句と句の間に挿入する「ー」型の接続符号^{けつごう}。ダーシ。③ローマ字などで右肩につける「'」の符号」とある。(新村出編「広辞苑」第七版, p1809, 岩波書店, 2018 から引用)

資料3: ある英英辞典を見ると、dashは「ー」とのみ記されている。(Webster's Vest Pocket Dictionary, p376, A Merriam-Webster Inc., Publishers, Springfield, Massachusetts, U.S.A., 1989 から引用)

資料4: 英語で書かれたある生物学の専門書を見ると、「~, but in the pentoses of nucleotides the carbon numbers are given a prime (') designation to distinguish them from the numbered atoms of the nitrogenous bases. [~, しかしヌクレオチドのペントース (訳注: ヌクレオチドに含まれる糖) 部分では炭素の番号にプライム (') が付けられているが、これは窒素を含む塩基の原子の番号と区別するためである。]」と書かれている。(Lehninger, Nelson, & Cox, Principles of Biochemistry, 2nd ed., p325, Worth Publishers, 33 Irving Place, New York, NY 10003, 1993 から引用・改変)

資料5：日本語で書かれたある生物学の専門書を見ると、『DNAは核にある酸性物質、核酸、として見つかったが、ヌクレオチドとよばれるものが多数結合した鎖状の分子である。炭素を5個持つ糖であるデオキシリボースの1位の位置に塩基が結合したものをヌクレオシドという。なお、塩基の結合した糖の炭素の位置は、1' ~5' などと「'」（プライム）を付ける。』と書かれている。（田村隆明，基礎から学ぶ遺伝子工学，第2版，p33，羊土社，2018から引用・改変）

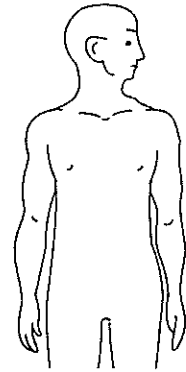
〔3〕 生物の体内環境の維持に関する次の文章を読み，間に答えなさい。

肺や心臓のように常に動いている器官に比べると，肝臓や腎臓は活発に動くこともなく，体のどこにあるのかもわかりにくい。ところが，⁽¹⁾ 肝臓や腎臓は肺や心臓に匹敵するような重要な働きをし，体液の成分を維持する機能を担っている。

また，運動を始めたときや周囲の気温が変化するときなどの急激な変化に対して，ヒトの体は，⁽²⁾ 自律神経系による調節や，内分泌系による調節，さらにそれらが協働した調節などによって体内の状態を一定に保とうとしている。

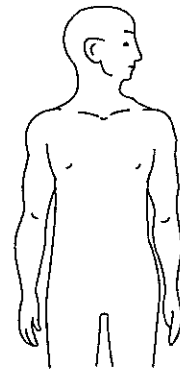
また，ヒトの体内環境は微生物などが好むものであり，ウイルスや細菌などの侵入の危険に常にさらされている。ウイルス・細菌などや，他の生物がつくった物質などがヒトの体内に侵入した場合には，これを⁽³⁾ 非自己の物質，つまり異物，と認識して排除するしくみがある。このように，異物が体内に侵入した場合などに，そのような異物を排除したりするしくみである免疫をヒトは備えている。

(問1) 下線部 (1) に関して、右のように正対した場合の人体図の適当な位置に、肝臓の輪郭を簡潔に描き込みなさい。また、ヒトの肝臓の働きとして誤っている文章を次の a～e から一つ選び、文章の誤りを正しく書き直しなさい。a～e の文章は、いずれも「肝臓は」に続く文章と考える。



- a: タンパク質が分解された際に生じるアンモニアを尿素に変える。
- b: 血液中のグルコースをグリコーゲンに変えて貯蔵する。必要に応じてグルコースに分解して血中に戻す。
- c: 有害な物質を無害に変える。
- d: 脂肪の合成に関係する胆汁(胆液)を生成する。
- e: 血しょうのタンパク質を合成する。

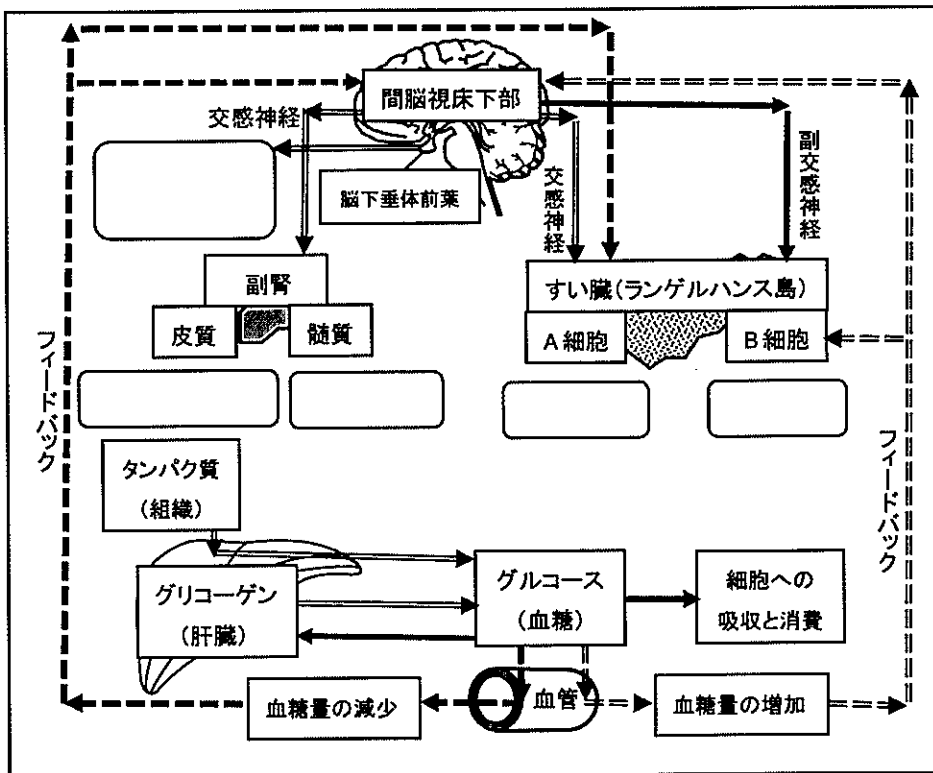
(問2) 下線部 (1) に関して、右のように正対した場合の人体図の適当な位置に、腎臓の輪郭を簡潔に描き込みなさい。また、ヒトの腎臓の働きとして誤っている文章を次の a～e から一つ選び、文章の誤りを正しく書き直しなさい。a～e の文章は、いずれも「腎臓は」に続く文章と考える。



- a: 血しょうから不要な物質を取り除く。
- b: 原尿をつくる。成人では1日に170Lほどにも達する。
- c: 血しょうに溶けた成分の大半を、高い血圧によって糸球体からポーマンのうへ、ろ過して原尿にする。
- d: 原尿から水以外の必要な成分を再び血しょうへ戻す(再吸収)。
- e: 老廃物を細尿管(腎細管)内などで濃縮し、尿をつくる。尿は成人で1日にふつう1～2L排出される。

(問3) 下線部 (2) に関して、体内環境の調節では、自律神経系と内分泌系は、別々に作用するのではなく、同時に、しかも連携しながら調節をしている例が数多く知られている。例えば血糖量の調節は、そのような典型的な例である。血糖量が高いときと、血糖量が低いときの、血糖量の調節のしくみを一つの図で示したい。図の□への記入は、【語群】も参考にして、血糖量が高いときと、血糖量が低いときの、血糖量を一定に保つしくみを示す下の図を四角の外枠内に完成させなさい。その際、図に示しているように、血糖量を減らすしくみは \longrightarrow で、血糖量を増やすしくみは \Longrightarrow で追加して示しなさい。フィードバックは、血糖量が減少した時が \dashrightarrow で、血糖量が増加した時が \dashleftarrow で、既に示してある。血糖量は、血糖濃度や血糖値と同じ意味とする。【語群】中に解答に必要な語句が含まれていないと判断した場合は、他の適当な語句を解答すること。

【語群】 間脳視床下部、脳下垂体前葉、交感神経、副交感神経、すい臓 (ランゲルハンス島)、A細胞、B細胞、副腎皮質、副腎髄質、肝臓、インスリン、グルカゴン、アドレナリン、副腎皮質刺激ホルモン、糖質コルチコイド、グリコーゲン、グルコース (血糖)、タンパク質、血管、細胞への吸収と消費、血糖量の減少、血糖量の増加、フィードバック

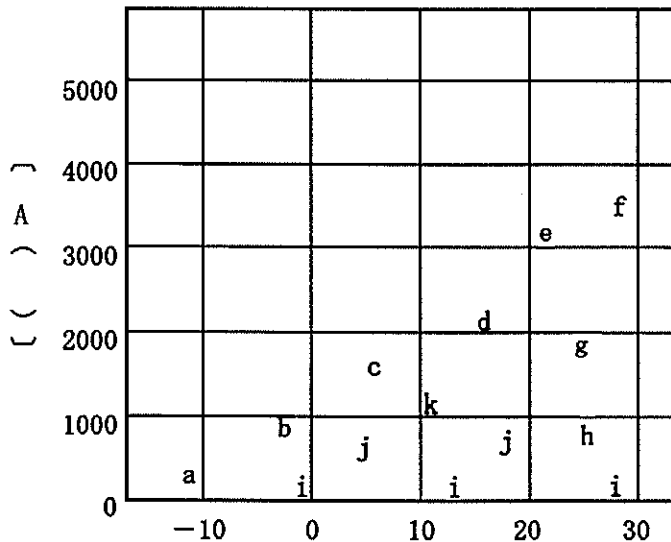


(問4) 下線部(3)に関して、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の流行において、PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 検査、抗体検査、抗原検査、ワクチンの開発などが世界中で取りざたされている。これらの検査では、感染が疑われるヒトから検体^{ひんたい}#を採取するが、その検体から、どのような方法によって何を検出し、それによって何が分かるのか、推定して答えなさい。その際、新型コロナウイルスは、ウイルスと記しなさい。また、ワクチンによって感染症の予防が可能となる場合のしくみを、「^{よぼうせつしゅ}予防接種」という言葉を用いて答えなさい。(# : 医学での検査の材料で、ここではヒトの血液やだ液、尿や組織の一部などのこと。)

〔4〕 生物の多様性と生態系に関する次の文章を読み、間に答えなさい。

地球上にはじつに多様な環境があり、それぞれの環境の違いに適応した様々な生物がすんでいる。そのため、この地球上には多様な生物種で構成された多様な生態系が存在している。そのような生態系の中で、① 陸上にみられる様々な植生とそれらの移り変わり、そして、② 生態系における物質の循環や生態系のバランスが注目されている。

(問1) 下線部(1)に関して、図は、ある気候条件とその気候条件の下で成立するバイオーム(生物群系)の関係を示すものである。(ア)～(ウ)の間に答えなさい。



〔 B () 〕

(ア) 図中の縦軸の [A ()], 横軸の [B ()] の A, B に適当な言葉を記入し、各々 () 内に量や程度を示す適当な単位を、図中の数字に注意して記入しなさい。

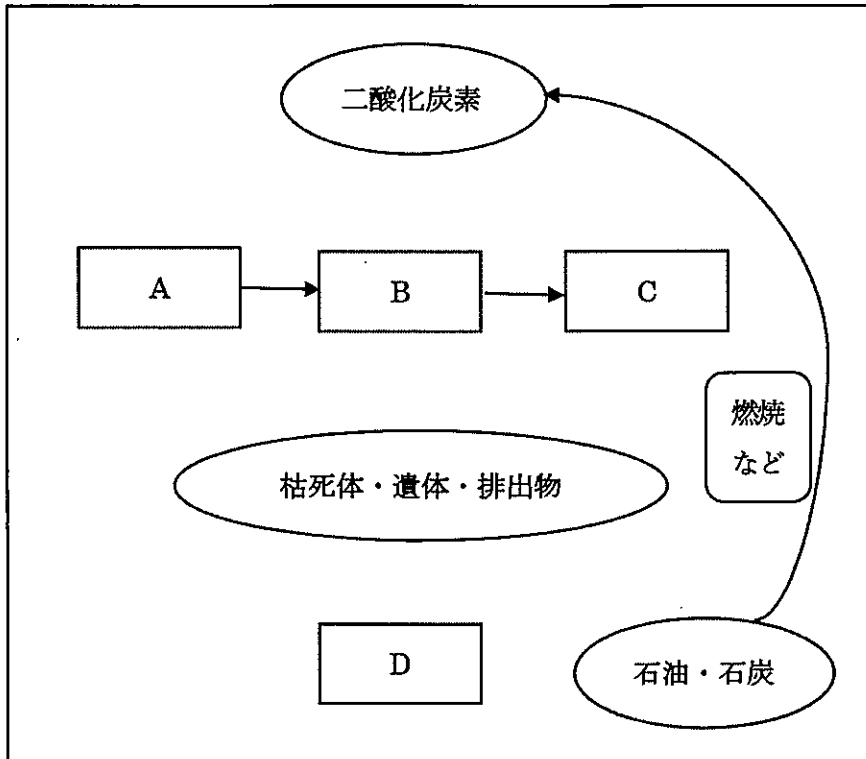
(イ) 図中の a~k のバイオーム名を書きなさい。同じ記号には同じバイオーム名が入る。次の【語群】を参考にしてよい。【語群】中に解答に必要な言葉が含まれていないと判断した場合は、他の適当な言葉を解答すること。

【語群】 熱帯多雨林, 針葉樹林, 荒原, 亜熱帯多雨林, 雨緑樹林, 草原, 照葉樹林, サバンナ, 砂漠, ステップ, (高山帯・) ツンドラ, 硬葉樹林, 森林, 夏緑樹林

(ウ) 表の植物は、どのバイオームの相観を代表する植物だろうか。バイオーム名で答えなさい。その際には、その植物が存在する各バイオームの植物の一般的な特徴を示す表の文章、及び (イ) の【語群】を参考にしてよい。(イ) の【語群】中に解答に必要な言葉が含まれていないと判断した場合は、他の適当な言葉を解答すること。

植物	左の植物が存在するバイオームの植物の一般的な特徴
チーク	雨季に葉を茂らせ、乾季に葉を落とす落葉広葉樹がある。
ミズナラ	冬に落葉することで寒さに耐える落葉広葉樹がある。
トウヒ	葉の面積が狭い樹木がある。構成する樹種は極端に少ない。
フタバガキ	樹高 50m をこす常緑広葉樹やツル性植物など種類数は最多。
アラカシ	硬くて光沢がある葉をもつ常緑広葉樹がある。

(問2) 下線部 (2) に関して、図は生態系内での炭素の循環を示そうとしている。ただし、水中との循環や火山活動との関係は省略している。矢印は、循環の中で炭素が流れる向きを示している。(ア) ~ (ウ) の間に答えなさい。



(ア) 図で、石油・石炭から二酸化炭素へ、AからBへ、BからCへ引いてあるように、炭素の流れを矢印で示したい。矢印を追加で記入して図を外枠内に完成させなさい。また、この生物群A～Dの名称を推定して答えなさい。ただし、Aは生産者、Bは一次消費者、Cは二次（または高次）消費者、Dは分解者として区別されるものとする。

(イ) 大気中の温室効果ガスのうち、二酸化炭素の濃度上昇をもたらすと考えられている要因を2つあげなさい。また、大気中の二酸化炭素の濃度上昇によって温室効果がおこるしくみについて説明しなさい。

(ウ) 日本で測定した大気中の二酸化炭素濃度は、全体で見れば増加傾向であるが、夏は減少し、冬は増加するという変動を繰り返している。この変動の理由を、図に触れながら推定して答えなさい。100字以内で記述すること。

地 学

〔1〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

2019年のノーベル物理学賞は宇宙論のピーブルスと系外惑星発見のマイヨール、ケローの各氏に与えられた。ピーブルスの業績である(a)現代宇宙論は1960年代の宇宙背景放射(CMB)の発見が観測的証拠の決め手となり、近年では専門の観測衛星の活躍により(b)宇宙年齢がかなり正確に決められるようになった。一方、系外惑星は20世紀半ば以降なかなか発見に至らなかった中、1995年になってやっと発見されたが、その後の発見数の増加は目覚ましく、既に4000を越える系外惑星が発見されており、中にはホットジュピター、エクセントリックプラネット等と呼ばれる(c)太陽系惑星とは異なる性質の惑星も多く発見されている。地球に近い環境かもしれないと考えられる惑星も見つかっており、いずれは地球外生命の兆候の発見も期待される。

(問1) 下線部(a)に関連して、宇宙の誕生から現在の姿になるまでの宇宙の歴史について、現代の宇宙論ではどう考えられているか説明せよ。

(問2) 下線部(b)に関連して、宇宙年齢を見積もるために、1Mpc(メガパーセク)の距離にある銀河が70km/sの速度で遠ざかっているとす。この銀河がずっと同じ速度で遠ざかっているならば、1Mpcまで遠ざかるのに現在の速度でどのくらい時間がかかったかを計算すれば宇宙年齢の推定ができる。宇宙年齢を推定してみよ。計算には $1\text{Mpc}=10^6\text{pc}$ (パーセク)、 $1\text{pc}=3\times 10^{16}\text{m}$ として1Mpcを速度で割って何億年になるか計算すれば良い。1年間=365日、1日=24×3600秒とし、有効数字2桁までで良い。

(問3) 下線部(c)に関連して、太陽系には惑星以外の天体も多数含まれる。そうした太陽系天体について、種別と特徴を説明せよ。

[2] 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

著作権処理の都合上、掲載していません。

(出典：『「火球」の隕石、発見 習志野のマンションで、大きさ5センチ』、朝日新聞、2020年7月14日朝刊30ページ)

(朝日新聞 2020年7月14日朝刊より抜粋)

(問1) 地球外からの落下物が非常に小さいために大気中で燃えつきてしまった場合、その燃えつきる際に発光する現象を指し示す言葉を解答せよ。また、この現象は地球大気の層構造の中で主にどの部分でおこるかについても解答せよ。

(問2) 大きな隕石が陸上に落下した場合、衝突により特徴的な地形が形成されることがある。この地形の名称を解答せよ。また、太陽系の惑星の中で、惑星表面に特に数多くこの地形が存在する天体の名称を解答欄に書け。

(問3) 地球誕生から現在に至るまでの地球史の中でおこった、極めて大規模な隕石衝突とそれにまつわる出来事に関して、知っているもの全てについて説明せよ。

(問4) 「隕石」は地球に落下した太陽系内の微小な天体であり、これらは大きく鉄隕石・石鉄隕石・石質隕石の3種類に分類することができる。これらの特徴について知っていることをまとめて簡潔に述べ、そしてその起源について、既に学習した事を背景としたあなたの考えを書け。特に起源に関する部分には、地球型惑星の内部構造を示す言葉を含める事が望ましい。なお、太陽系形成初期においては、原始惑星どうしの激しい衝突が、それら原始惑星の破壊に至る事象も存在したことも考慮すること。

〔3〕以下の（問1）（問2）に答えよ。

（問1）地震は通常、地中のある点で起こった破壊の影響が地震波として伝わり地表で揺れを引き起こす。この最初の点を震源と呼ぶが震源までの距離を求めるのに使われるのが大森公式である。大森公式とはどのような式か、P波、S波などの地震波の種別と観測地点へのそれぞれの到着時刻との関係を含めて説明せよ。

（問2）地震波が観測点に到達するまでの時間と、観測点（十分に数多く設置されているとする）までの距離の関係を調べてゆくと、「地殻」というものの存在が明らかになってくる。その地殻を明らかにする過程について詳細に説明せよ。必要ならば図を用いても構わない。

〔4〕 次の文章を読み，以下の問いに答えよ。

地球の歴史の中で超大陸の出現は複数回あったと考えられている。超大陸とは大陸移動により地球上の大陸が1か所に集まり，一つの巨大大陸となる現象である。しかし，その超大陸も時代の移り変わりとともにやがて分裂するが，それがまた再び集合して新たな巨大大陸が出現することが近年の研究により明らかになってきた。

（問1）地球上での超大陸出現を説明するためには，大陸の移動を説明する必要がある。この説明に必要な理論として，現在多くの研究者から広く支持されている理論の名称を解答せよ。

（問2）かつて存在した超大陸の名称として知っているものを解答欄に書け。複数知っている場合は全て書いて良い。

（問3）超大陸が出現したあと，分裂する。それがしばらくすると再び超大陸を形成する。その過程について自分なりに考えて説明せよ。必要であれば図を用いても構わない。